



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 las laderas del monte “El Cárcavo”
perteneiente al municipio de Bercero
(Valladolid).**

Alumno/a: Ana Espinel Gómez

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Diciembre de 2022

Copia para el tutor/a

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO I: ESTUDIO CLIMÁTICO.

ANEJO II: ESTUDIO EDAFOLÓGICO.

ANEJO III: ESTUDIO GEOLÓGICO.

ANEJO IV: ESTUDIO DE LA CUENCA.

ANEJO V: VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO.

ANEJO VI: ESTUDIO DE FAUNA.

ANEJO VII: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.

ANEJO VIII: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

ANEJO IX: INGENIERÍA DEL PROYECTO.

**ANEJO X: PREPARACIÓN DEL SUELO Y ECONOMÍA DEL AGUA.
MODIPÉ.**

**ANEJO XI: PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE
LAS OBRAS.**

ANEJO XII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.

ANEJO XIII: LEGISLACIÓN APLICABLE.

ANEJO XIV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

ANEJO XV: BIBLIOGRAFÍA.

ANEJO XVI: FOTOGRAFICO

DOCUMENTO 2: PLANOS

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4: MEDICIONES

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO



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 las laderas del monte “El Cárcavo”
perteneiente al municipio de Bercero
(Valladolid).**

Documento 1. Memoria

Alumno/a: Ana Espinel Gómez

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Diciembre de 2022

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 1: MEMORIA

1.	Objeto del proyecto	1
1.1.	Carácter de la transformación	1
1.2.	Localización	1
1.3.	Dimensión del proyecto.....	2
2.	Antecedentes	2
2.1.	Motivación del Proyecto	2
2.2.	Estudios y programas previos	6
3.	Bases del Proyecto	6
3.1.	Directrices del Proyecto	6
3.1.1.	Objetivos del Proyecto.....	6
3.1.2.	Condicionantes impuestos por el promotor.....	7
3.1.3.	Criterios de valor	7
3.2.	Condicionantes del Proyecto.....	8
3.2.1.	Condicionantes internos	8
3.2.2.	Condicionantes externos	21
3.3.	Situación actual y evolución sin Proyecto.....	23
4.	Estudio de alternativas	24
4.1.	Repoblación	24
4.1.1.	Elección de especies.....	24
4.1.2.	Tratamiento de la vegetación preexistente	26
4.1.3.	Preparación del terreno	26
4.1.4.	Época de plantación y siembra	28
4.1.5.	Implantación vegetal.....	29
4.2.	Cuidados posteriores	31
4.2.1.	Protección de plántulas	31
4.2.2.	Protección de las semillas	32
4.2.3.	Reposición de marras	33
4.2.4.	Control de la competencia por la vegetación herbácea	33
4.2.5.	Riegos.....	34
4.2.6.	Podas.....	34
5.	Ingeniería del Proyecto	35
5.1.	Repoblación	35
5.1.1.	Apeo de rodales	35

5.1.2.	Preparación del terreno	36
5.1.3.	Plantación	39
5.1.4.	Riegos.....	46
5.1.5.	Reposición de marras	47
5.1.6.	Podas.....	47
5.1.7.	Claros y clareos.....	47
5.2.	Trabajos complementarios	47
5.2.1.	Colocación de protectores	47
5.2.2.	Protección contra plagas y enfermedades.....	48
6.	Programa de ejecución y puesta en marcha	48
7.	Normas para la ejecución y puesta en marcha.....	49
8.	Estudio de seguridad y salud laboral.....	49
9.	Legislación aplicable	49
10.	Evaluación del Proyecto.....	49
10.1.	Evaluación económica	49
10.2.	Evaluación social	50
10.3.	Evaluación ecológica	50
10.4.	Evaluación de impacto ambiental.....	50
11.	Presupuesto.....	50
11.1.	Presupuesto de ejecución material	51
11.2.	Presupuesto de ejecución por contrata	51

1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1. CARÁCTER DE LA TRANSFORMACIÓN

El objeto del presente proyecto es la restauración hidrológico-forestal de las laderas de orientación predominantemente sureña del monte “El Cárcavo”, el cual, debido sus elevadas pendientes, las cuales pueden llegar a alcanzar valores del 75%, la severidad climática de la zona, y la ausencia total de cubierta vegetal, ha ido experimentando, con el paso de los años, severos procesos erosivos hasta dar lugar al actual paisaje acaravado del que recibe su nombre. Para ello, se ejecutará una repoblación de tipo protector en estas laderas con especies frugales pertenecientes al género *Pinus*, que permitirán el establecimiento de especies más exigentes, como las pertenecientes al género *Quercus* (las cuales serán acompañantes en la repoblación). Este binomio de los géneros *Pinus-Quercus* va a invertir, al menos de manera teórica, el proceso degradatorio de las cuencas torrenciales que conforman la zona de actuación y anticipará en varios estadios su evolución hacia un ecosistema de bosque, óptimo grado que puede alcanzar la vegetación para el control de estos fenómenos.

1.2. LOCALIZACIÓN

El presente proyecto se localiza (Ver Plano 1. Localización y Plano 2. Situación) en el municipio de Bercero, perteneciente a la comarca Tierra del Vino, ubicada al suroeste de la provincia de Valladolid. A su vez, esta provincia forma parte de la comunidad autónoma de Castilla y León (España) (*Figura 1*).

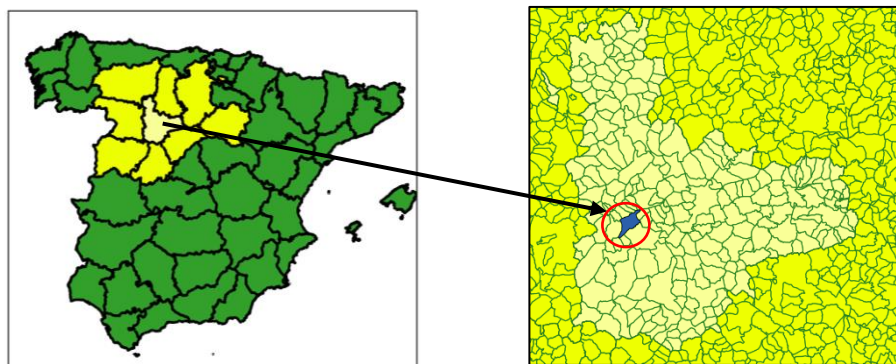


Figura 1: Localización de la zona de proyecto a nivel nacional (verde oscuro) autonómico (amarillo), provincial (amarillo claro) y municipal (azul oscuro). Elaboración propia a partir de los datos cartográficos aportados por el Centro de descargas del CNIG (IGN)

A su vez, dentro del municipio de Bercero el proyecto se plantea en las laderas de del denominado monte “El cárcavo” (*Figura 2*), de altitud media sobre el nivel del mar de 798 m s.n.m. y cuyo centroide queda definido, según sus coordenadas UTM (Sistema de referencia ETRS 89, HUSO 30 N):

- Coordenada X: 326712,84
- Coordenada Y: 4604781,73

Y su latitud y longitud:

- Latitud: 41° 34' 33,5" N
- Longitud: -5° 4' 42,28" O

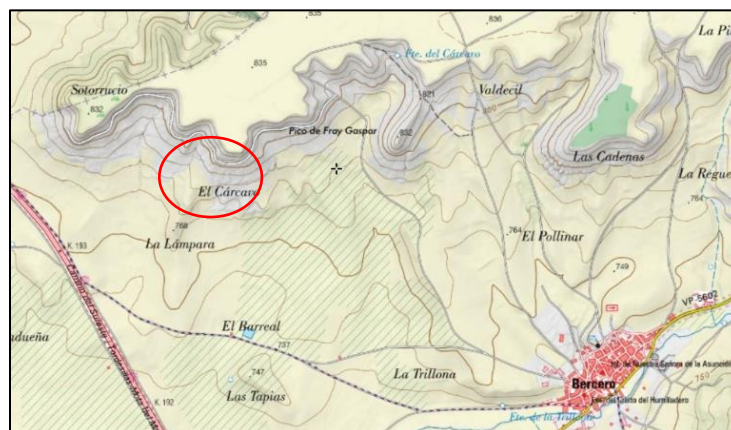


Figura 2: Localización del monte "El cárcavo" perteneciente al municipio de Bercero. Elaboración propia a partir de los datos cartográficos aportados por el Centro de Descargas del CNIG. (IGN).

El municipio linda por el este con el municipio de Velliza y Matilla de los Caños, por el Sur con Villavieja del Cerro y con Tordesillas, por el Oeste con Villalar de los Comuneros y por el Norte con Berceruelo y Vega de Valdetronco.

Además, este municipio pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Duero, siendo el Arroyo de los Molinos el principal cauce que lo recorre. Este nace en los Montes Torozos y muere en el Río Hornija.

1.3. DIMENSIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto abarca una superficie aproximada de 76 hectáreas (75,79) correspondientes a la fracción desnuda de las laderas de orientación sur (en su mayoría) del monte "El Cárcavo" (Ver Plano 3. Descriptivo de la situación actual)

2. ANTECEDENTES

2.1. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

En este apartado se intentará dar una visión general del marco político de actuación en materia de erosión, no solo a nivel internacional también a nivel nacional y provincial, así como de las actuaciones que estas proponen y que nos servirá para justificar la motivación del proyecto.

A nivel internacional, la firma del estado español de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD) el 14 de octubre de 1994 obliga a este a la elaboración y desarrollo del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND), "cuyo objetivo general es la determinación de los factores que contribuyen a la desertificación y las medidas necesarias para luchar contra ella y mitigar los efectos de la sequía" (Ministerio de Medio Ambiente y de Medio Rural y Marino, 2008) y que define en su marco de actuación la restauración hidrológico-forestal como herramienta de lucha contra la desertificación en España en el sector forestal. También es importante destacar que, en los mapas elaborados en la convención, España era el único país de Europa occidental con zonas afectadas por procesos erosivos muy graves (*op. cit*), alcanzando cifras de erosión de 23,4 toneladas de suelo por hectárea y año (Ibáñez *et al.*, como se

ció en Navarro, s.f.) siendo la tasa admisible, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 11,2 toneladas de suelo por hectárea y año.

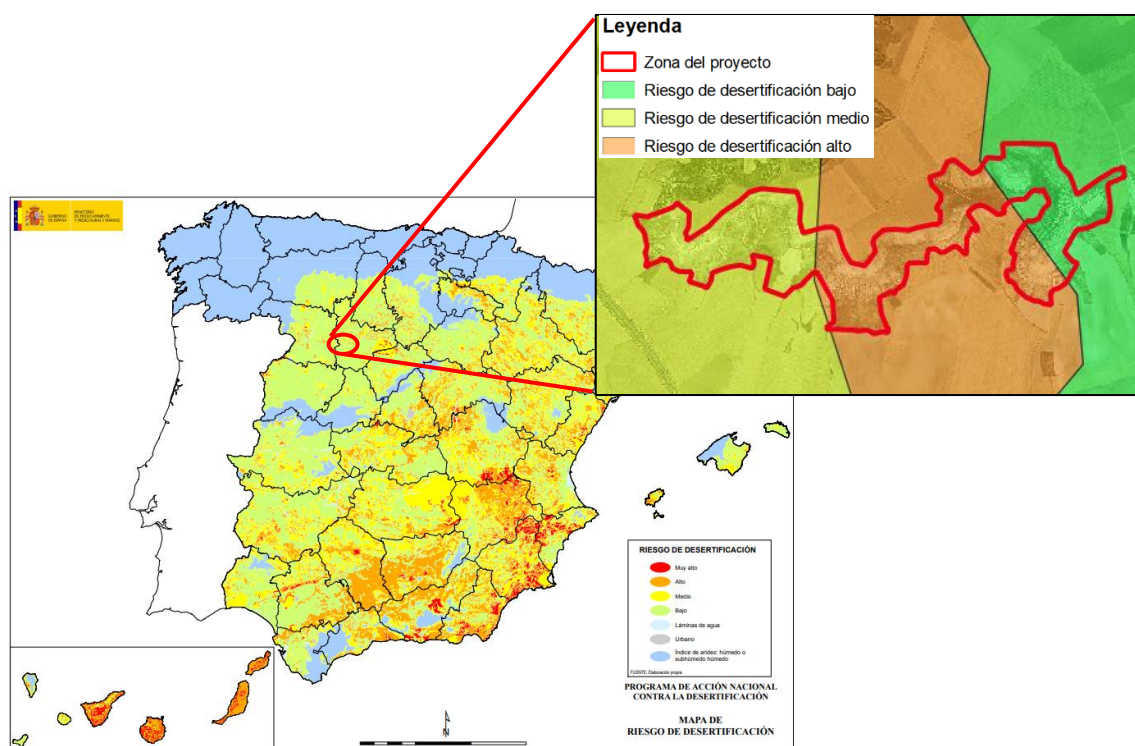


Figura 3: Riesgo desertificación nacional y en la zona del proyecto. Elaboración propia a partir de los datos aportados por el MITECO (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/mapariesgo_desertificacion_tcm30-152875.jpg).

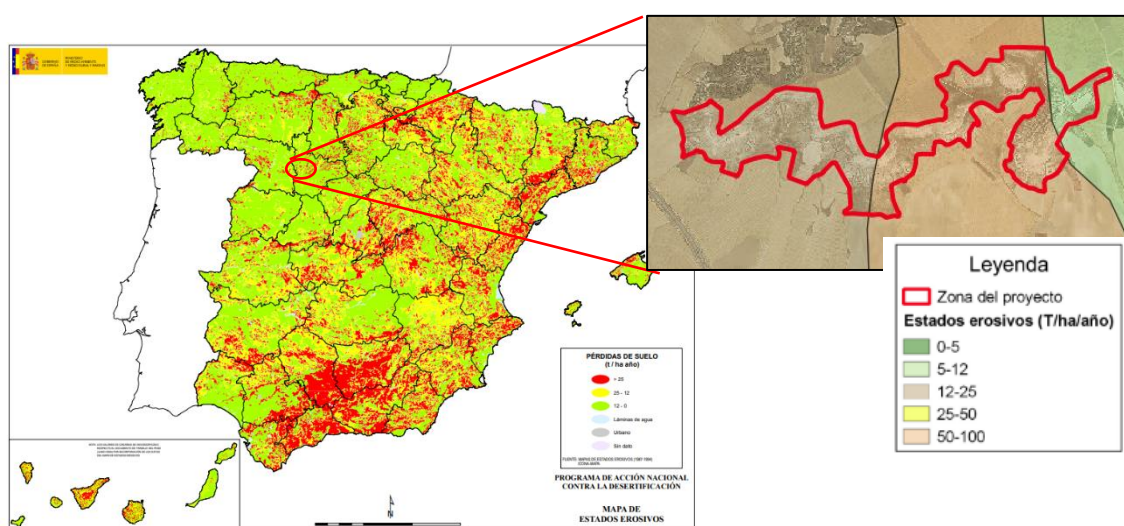


Figura 4: Estados erosivos a nivel nacional y en la zona del proyecto. Elaboración propia a partir de los datos aportados por el MITECO (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/mapadeniveleserosivos_tcm30-381137.pdf).

Como se puede apreciar en la *Figura 3* (Ver Plano 4. Riesgo de desertificación) y en la *Figura 4* (Ver Plano 5. Estados erosivos), la zona en la que se ubica el proyecto presenta, en la gran parte de su superficie, un riesgo de desertificación alto y medio (bajo en menor medida) y unas tasas de erosión que duplican, en la mayor parte de su superficie, la tasa definida como admisible (entre 12 y 100 t/ha y año)

A nivel nacional, la ejecución del proyecto contribuiría, al menos de forma teórica a alcanzar los objetivos generales del Plan nacional de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y defensa contra la desertificación, cuyos objetivos generales son los siguientes (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.):

- Mantenimiento y mejora de la función protectora de los bosques sobre los recursos suelo y agua
- Control de la erosión
- Mejora del Régimen hídrico y regulación de caudales
- Restauración, conservación y mejora de la cubierta vegetal protectora.

Y, siendo las prácticas de conservación de suelos y medidas de estabilización de laderas, parte de las acciones sobre el territorio que el plan propone.

Dentro de este marco de actuación propuesto, el MITECO, identificó y jerarquizó el territorio nacional en unidades hidrológicas en base a la necesidad de actuación sobre las mismas, encontrándose nuestra zona de proyecto en una unidad hidrológica a la que se le ha asignado una prioridad de actuación 3 (*Figura 5*).

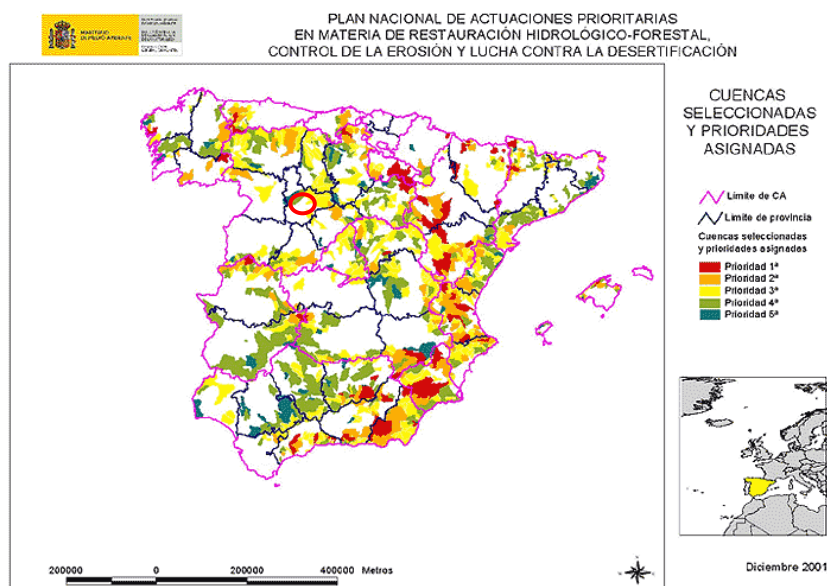


Figura 5: Mapa de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y lucha contra la desertificación y asignación de prioridades a las cuencas seleccionadas. Fuente: MITECO

(https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/img_mapa_prio_tcm30-152765.gif). Modificado por: Ana Espinel

Por otro lado, la Estrategia Forestal Española (EFE, aprobada en 1999 por la Conferencia Sectorial del Medio Ambiente) tiene como objetivos básicos los de la lucha

contra la desertificación en el ámbito forestal que, esta estrategia persigue, entre otras cosas “La protección y mejora de la cubierta vegetal y la restauración de los ecosistemas forestales degradados, en atención a sus funciones social, económica y ecológica”. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008). De esta manera, en las acciones propuestas por el Plan Forestal Español (PFE) están englobadas las medidas de lucha contra la desertificación propuestas por el PAND.

A nivel local, las Directrices de Ordenación de Valladolid y su entorno (DOTVaEnt), reconoce la problemática, valor e importancia de las laderas de la provincia, 11% del territorio provincial, en materia de biodiversidad, fragilidad y calidad paisajística, integrándolas en la figura de protección denominada ASVE (Áreas de Singular Valor Ecológico) (Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010). A su vez, en el decreto 21/2010, de 27 de mayo por el que se aprueba el Plan Regional de ámbito Territorial del Valle del Duero se integran las laderas en el sistema territorial de corredores ecológicos y se indica la necesidad de adopción de medidas de conservación activa de las mismas.

A nivel municipal, la práctica totalidad de la superficie del municipio (41,72 km²) es susceptible de ser erosionable, siendo el riesgo de que se produzcan movimientos en masa, especialmente elevado (Tabla 1), lo que podría ser un grave perjuicio a los extensos campos de cultivo que conforman el paisaje de esta zona eminentemente cerealista, y que suponen la base de la principal actividad económica del municipio.

Tabla 1: *Riesgo de erosión eólica y potencialidad de movimientos en masa (en ha y %) en el municipio de Bercero (Valladolid). Superficie erosionable (ha) total. Fuente: (Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010)*

	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto		S.erosionable (ha)
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Riesgo de erosión eólica	621,56	15,20	2178,30	53,28	1288,82	31,52	0	0	0	0	4088,68
Potencialidad de movimientos en masa	0	0	3569,90	87,31	458,90	11,22	11,00	0,27	48,88	1,20	

Los valores relativos de erosión en cárcavas y barrancos (Tabla 2) del municipio es más reducida, aunque las cifras absolutas son igualmente alarmantes.

Con la consecución del presente proyecto y una vez la masa haya alcanzado un estado de madurez tal que esta sea capaz de frenar los fenómenos erosivos, se conseguirán reducir las cifras de superficie erosionable en el municipio.

Tabla 2: *Superficie (en ha y %) de erosión en cárcavas y barrancos en el municipio de Bercero (Valladolid). Fuente: (Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010)*

	ha	%
Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	90,06	2,20

2.2. ESTUDIOS Y PROGRAMAS PREVIOS

No se han encontrado estudios previos relacionados con la zona del proyecto. Tampoco se ha encontrado ninguna noticia o informe que constataste que el municipio haya sufrido el impacto de algún incendio, episodios de lluvia o nieve extremas...

No obstante, para una mejor comprensión de los procesos erosivos y como estos han afectado al paisaje de la provincia de Valladolid, se ha empleado el Inventario Nacional de Erosión de suelos (2002-2012) para la provincia de Valladolid (Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

3. BASES DEL PROYECTO

3.1. DIRECTRICES DEL PROYECTO

3.1.1. Objetivos del Proyecto

La ejecución del presente proyecto de restauración hidrológico-forestal, una vez se haya alcanzada el estado de madurez de la masa deseado, en el área escogida y previamente definida tendrá como principales objetivos:

1. **Mejora de la calidad paisajística de la zona.** Siendo Valladolid una provincia en la que las laderas degradadas son un elemento muy frecuente, este efecto va a ser muy notable, especialmente porque el monte en el que se plantea el proyecto es visible desde la autovía.
2. **Objetivos económicos:**
 - Generar puestos de empleo de carácter rural, tanto durante el período de ejecución del proyecto como en las posibles actividades que puedan surgir a raíz de él, como el ocio.
 - Generar ingresos derivados de los aprovechamientos forestales del área repoblada (principalmente los derivados de claras y clareos).
3. **Favorecer la defensa del suelo frente a la erosión hídrica** y reducción de la misma siendo esta, en algunos sectores de la zona del proyecto, superior a la admisible. (*Figura 4*)
 - Reducción de la erosión por salpicadura (Factor C de protección de la cubierta vegetal), que ocasiona la compactación del terreno: El incremento de la cubierta vegetal hará que se incremente la interceptación si ocurre un hidrometeoro, reduciéndose así la energía cinética asociada a las gotas de agua. La hojarasca también actuará como protectora del suelo
 - Reducción de la escorrentía superficial y, con ello, el transporte de sedimentos arrastrados por la misma: La mejora de la estructura vegetal en la ladera, hará que se mejore la capacidad de infiltración del suelo. A su vez, el proceso de evolución de la vegetación implantada se verá favorecido por la implantación durante el proceso repoblador de un sistema de recolección del agua sobre las propias laderas.
 - Incremento de la sujeción del terreno por las raíces de los árboles, siendo menos probable que tenga lugar un fenómeno de deslizamiento o movimiento en masa.
 - Mitigación del fenómeno torrencial (Crecidas violentas y repentinas) en la cuenca: Ante un mismo episodio de lluvia, la presencia de masa vegetal en la cuenca (frente a esta estando desnuda) hará que se alcance una caudal punta menor en un mayor tiempo de concentración.

- Obtención de un sistema de conservación y protección del suelo y del agua frente a los fenómenos de desertificación, siendo el riesgo de desertificación alto en ciertas zonas de las laderas del proyecto (*Figura 5*)
 - Mejora de la capacidad de infiltración del suelo, y con ello la de recarga de acuíferos incrementándose así la disponibilidad hídrica de una provincia muy castigada por épocas de sequía como es Valladolid. De la misma manera, la mejora de la capacidad de campo del suelo permitirá la transferencia de agua de periodos más húmedos a los meses más secos (meses de verano).
4. **Mejora de la biodiversidad**, al transformar una zona degradada en una que evolucionará hacia un ecosistema de bosque
 5. **Aumento de la absorción de dióxido de carbono** por parte de la cubierta vegetal, la cual actuará como sumidero.

3.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor

Entre las preferencias del promotor del proyecto se encuentran:

- Las especies vegetales que se introduzcan han de ser autóctonas, es decir, propias de la zona del proyecto, de manera que no se comprometa el equilibrio ecológico ni se altere la pureza genética del resto de especies de la zona
- La nueva población ha de ser ecológicamente viable una vez alcanzado un cierto grado de madurez, es decir, ha de satisfacer en el tiempo los servicios ecosistémicos y socioeconómicos demandados.
- El impacto sobre el medio durante el periodo de ejecución de las obras debe ser mínimo
- A igualdad de calidad entre alternativas, se optará siempre por aquella más barata, de manera que no se encarezca el coste final del proyecto.
- Las técnicas de preparación del terreno han de ejecutarse de la manera más adecuada posible y la planta ha de ser de calidad, de manera que, el porcentaje de reposición de marras y las labores previas sean mínimas
- No se generará ningún tipo de perjuicio sobre los terrenos agrícolas colindantes
- Se respetará siempre la legislación vigente.

3.1.3. Criterios de valor

El presente proyecto se llevará a cabo de manera que, no solo sea exitosa la fase de ejecución, sino que también se ha de conseguir que la repoblación tenga unas características tales que se pueda conseguir, con intervención humana mínima, la evolución hacia un ecosistema forestal que sea capaz de adquirir un estado de madurez que permita su "automantenimiento" a largo plazo.

Otro de los criterios de valor es que se tomarán las medidas preventivas necesarias para que la futura masa forestal sea poco susceptible de ser atacada por plagas o enfermedades (que puedan llegar a afectar a otras zonas próximas).

A igualdad de formación, y teniendo en cuenta la despoblación del medio rural que se está dando especialmente en la comunidad autónoma de Castilla y León, se priorizará la contratación de personal perteneciente al municipio de Bercero (o próximos) siempre y cuando estos tengan la formación pertinente. De esta manera, el proyecto será mejor recibido entre los habitantes y se fomentará el empleo rural.

3.2. CONDICIONANTES DEL PROYECTO

Antes de la toma de decisiones que van a afectar al proyecto, es necesario conocer los condicionantes y las limitaciones de este, los cuales vamos a diferenciar entre internos (relacionados con las características del medio físico) y externos (de carácter económico y social) y que condicionarán, según su evolución, los resultados y la vida del proyecto.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los principales condicionantes internos de un proyecto de repoblación y las decisiones a las que

Tabla 3: *Principales condicionantes que influyen en las decisiones estratégicas del proyecto de repoblación. (Fuente: Pemán et al., 2021)*

Decisión	Principales condicionantes
Elección de especies	Clima, suelo, exposición, vegetación, fauna, paisaje, tipo y régimen de perturbaciones, aspectos sociales
Elección de la calidad genética del material forestal de reproducción	Capacidad productiva de la estación, clima, suelo, altitud
Elección del tratamiento sobre la vegetación existente	Vegetación, clima, suelo, pendiente, paisaje, tipo y régimen de perturbaciones
Elección del procedimiento de preparación del suelo	Suelo, clima, pendiente, riesgos de procesos de degradación del suelo, paisaje
Elección del método de repoblación	Clima, suelo, tipo y régimen de perturbaciones, fauna, aspectos sociales
Elección del tipo de planta (contenedor / raíz desnuda)	Clima, suelo
Elección de la época de siembra y plantación	Clima, suelo, fauna
Elección de la densidad y marco de plantación	Clima, suelo, tipo y régimen de las perturbaciones, fauna, aspectos socioeconómicos
Elección de los sistemas de protección y control de la herbivoría	Fauna, aspectos socioeconómicos
Elección de sistemas de control de la competencia por la vegetación herbácea	Vegetación

Este estudio de los condicionantes va a concluir con una rodalización del medio en unidades ecológicas homogéneas basadas en los elementos que van a intervenir en la elección de las alternativas técnicas de las diferentes decisiones.

3.2.1. Condicionantes internos

En este apartado se describirán (con el apoyo de sus correspondientes anejos) aquellos condicionantes relacionados con las características del medio físico o que tienen influencia en las alternativas o solución del proyecto.

3.2.1.1. Clima

El clima es el factor de mayor influencia sobre la distribución geográfica de la vegetación y sobre el establecimiento de la repoblación

(Para una exposición más detallada de los datos climáticos que se expondrán a continuación ver *Anejo I: Estudio climático*).

Para el estudio del clima de la zona se han tomado los datos aportados por la Agencia estatal de Meteorología (AEMET) y, más concretamente, de la estación u

observatorio meteorológico de Valladolid (Valladolid), justificándose la elección de este en que presenta la misma altitud que la zona de estudio y que la serie de datos que ofrece (48 años) tanto para precipitaciones como para temperaturas, nos da una mayor precisión de datos que otras estaciones más cercanas a la zona del proyecto. En la Tabla 4, quedan resumidas las principales **características de la estación meteorológica**.

Tabla 4: *Resumen de las principales características del observatorio meteorológico de Valladolid.*

Nombre del observatorio/estación meteorológica	Valladolid
Indicativo climatológico	2422
Cuenca hidrográfica	Cuenca del Duero
Tipo de observatorio	Estación completa
Período de observaciones	1974-2021 (48 años)
Latitud	41° 38' 27" N
Longitud	4° 45' 16" O
Altitud (m)	735

De los **balances de radiación y ETP mensual** podemos definir que los meses en los que las plantas experimentan una mayor evapotranspiración y estrés hídrico (directamente relacionada con la radiación) son los estivales. (Tabla 5).

Tabla 5: *Resumen de los balances de radiación y evapotranspiración (ETP) mensual elaborada a partir del conjunto de datos climatológicos aportados por la estación de Valladolid, que abarca el periodo 1974-2021.*

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.
Rn (MJ m-2 d-1)	2,64	5,03	8,61	12,1	15,1	18,5	19,6	17,3	11,9	6,59	3,31	2,19
ETP (mm)	9,49	15,3	30,8	44,4	74	109	135	124	85,4	49,6	21,2	11,4

A continuación, se presenta una tabla resumen o “**año tipo**” de precipitaciones, elaborada a partir de la media de las precipitaciones mensuales de todos los años que componen la serie de datos. También aparece calculada la precipitación total anual (Pt) media, hallada por medio de la suma de todas las precipitaciones medias mensuales.

Tabla 6: *Cuadro resumen de precipitaciones medias mensuales y anual elaborada a partir del conjunto de datos climatológicos aportados por la estación de Valladolid, que abarcan el periodo 1974-2021.*

[mm]	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.	Pt
P media	42,58	31,09	28,45	48,56	44,20	30,55	14,30	14,03	30,26	50,96	50,10	47,64	432,73

Para un mejor entendimiento de la distribución de las precipitaciones dentro de este “**año tipo**” en base a las estaciones del año, se adjunta la Tabla 7.

Tabla 7: *Cuadro resumen de precipitaciones medias estacionales elaborada a partir del conjunto de datos climatológicos aportados por la estación de Valladolid, que abarcan el periodo 1974-2021.*

Estación	Precipitación (mm)
Primavera	121,22

Tabla 7 (Cont.): Cuadro resumen de precipitaciones medias estacionales elaborada a partir del conjunto de datos climatológicos aportados por la estación de Valladolid, que abarcan el periodo 1974-2021.

Estación	Precipitación (mm)
Verano	58,88
Otoño	131,32
Invierno	121,31

A partir del análisis de las tablas 6 y 7, se aprecia que las precipitaciones más bajas se dan en los meses de verano, hecho que va a definir (junto con las elevadas temperaturas-Tabla 8) una marcada sequía estival. La precipitación anual media es de 432, 73 mm.

En las tablas 8 y 9 se presenta un **resumen mensual, estacional y anual de distintos parámetros termométricos** (definidos en el anejo climático).

Tabla 8: Cuadro resumen de temperaturas mensuales a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

[° C]	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jul.	A.	S.	O.	N.	D.
T _a	17,2	22,9	26	29,6	34,4	39,8	40,2	39,5	38,2	31,3	24	21,4
T' _a	14,02	17,14	22,00	24,48	29,10	34,36	37,07	36,69	32,81	26,18	19,25	14,65
t _a	-11	-11,5	-10,2	-6	-1,7	2,6	3,2	3,6	0	-3,4	-6,8	-10,8
t' _a	-5,16	-4,36	-3,09	-0,96	1,85	5,83	8,92	8,85	5,82	1,41	-2,61	-4,63
T	8,22	11,21	14,90	16,90	21,20	26,80	30,62	30,12	25,80	19,19	12,41	8,75
t	0,34	0,96	2,62	4,68	7,80	11,55	13,88	14,00	11,29	7,52	3,29	1,30
t _m	4,30	6,10	8,77	10,81	14,52	19,19	22,26	22,08	18,56	13,36	7,86	5,04

Tabla 9: Cuadro resumen de temperaturas estacional y anual a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

[° C]	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
T _a	30,00	39,83	13,59	20,50	25,98
T' _a	25,19	36,04	10,66	15,27	21,79
t _a	-5,97	3,13	7,58	-11,10	-1,59
t' _a	-0,73	7,87	10,32	-4,72	3,18
T	17,67	29,18	13,25	9,40	17,37
t	5,03	13,14	10,31	0,87	7,34
t _m	11,37	21,18	13,26	5,15	12,74

Para un análisis conjunto de las precipitaciones y las temperaturas medias, se presentan el **Diagrama ombrotérmico de Gaussen** a partir de los datos de la estación (Figura 6).

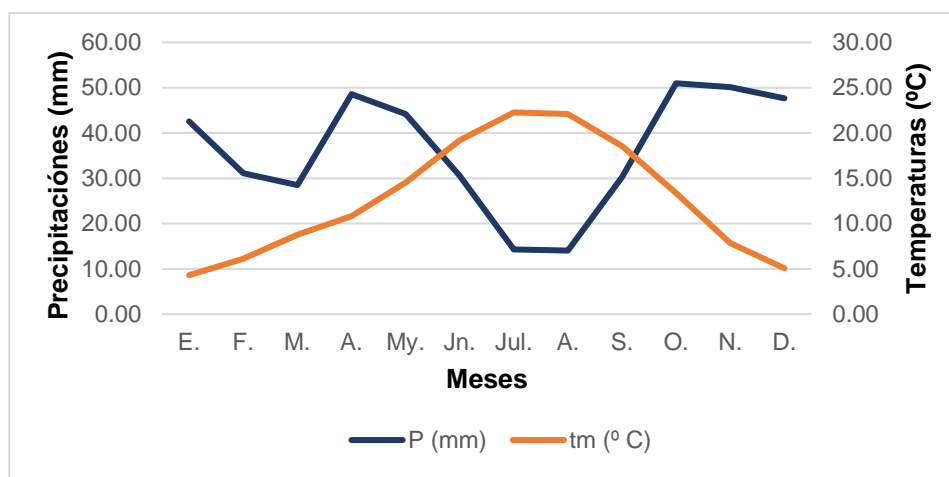


Figura 6: Diagrama ombrotérmico de Gausson para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.

Especialmente importante para este proyecto es conocer la **fecha en la que comienza el periodo de heladas**. Teniendo en cuenta la "fragilidad de los brinzales", es necesario que la fecha de plantación que se escoja garantice que (teniendo en cuenta los jornales necesarios) esta finalice antes del periodo estimado de heladas probables.

Tabla 10: Regímenes de heladas según Emberger y Papadakis según los datos de temperaturas de la estación meteorológica de Valladolid.

Emberger		Papadakis	
Periodo de heladas seguras	No existe	Estación Media Libre de Heladas	11 abril-18 noviembre
Periodo de heladas muy probables	10 diciembre-21 marzo	Estación Disponible Libre de Heladas	3 mayo-4 octubre
1 ^{er} periodo de heladas probables	11 noviembre-10 diciembre	Estación Mínima Libre de Heladas	12 junio-11 septiembre
2 ^o periodo de heladas probables	21 marzo-7 mayo		
Periodo libre de heladas	7 mayo-11 noviembre		

Para el estudio de alternativas, se tomará como fecha de inicio del periodo de heladas el 11 de noviembre.

Para una mejor y más estandarizada descripción del clima de la zona, también se han calculado una serie de **índices**, que aparecen resumidos en la Tabla 11.

Tabla 11: Resumen de los índices climáticos, de continentalidad e hidrológicos en base a los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos 1974-2021.

Índices climáticos	
Índice de pluviosidad de Lang (1915)	Zonas áridas
Índice de Vernet (1966)	Clima mediterráneo
Índice de Dantin-Revenga (1940)	Zona árida
Índice de Martonne	Zona semiárida tipo mediterráneo
Índice de Emberger (1932)	Género climático mediterráneo semiárido
Índices de continentalidad	

Tabla 11 (Cont.): *Resumen de los índices climáticos, de continentalidad e hidrológicos en base a los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos 1974-2021.*

Índice de Gorzynski (1920)	Clima continental
Índice de Kerner (1962)	Clima continental
índice de Rivas-Martínez (1987)	Clima subcontinental atenuado
Índices hidrológicos	
Índice de irregularidad pluviométrico	Irregularidad acusada
Índice de aridez de la UNESCO (UNEP, 1992)	Subhúmedo seco
Índice de agresividad climática de Fournier (1960)	Muy baja agresividad
Factor de erosividad medio de la lluvia: Factor R de USLE (1978)	54,95 hJ/m ² cm/h (Erosividad pluvial muy baja)
índice de Productividad Potencial Forestal de Paterson (1956)	6 m ³ madera/ha y año (Limitaciones moderadas para el crecimiento de los bosques)

De la anterior tabla, podemos definir el clima de nuestra zona de proyecto como árida-semiárida (dependiendo del carácter conservador de cada índice) de tipo mediterráneo (respaldado por los datos y diagramas climáticos previamente presentados). La zona también está caracterizada por su carácter continental, así como por la baja erosividad pero acusada irregularidad de las precipitaciones.

También es de especial importancia la **clasificación fitoclimática propuesta por Allué Andrade (1990)**. Nuestra zona de proyecto pertenece a la zona IV (VI) 1, que se corresponde con un fitoclima mediterráneo, cuyas asociaciones potenciales de vegetación se corresponden con: Lentiscares (*Pistacia lentiscus*), Coscojares (*Quercus coccifera*), Encinares (*Quercus ilex rotundifolia*) y Encinares alsinares (*Quercus ilex ilex*).

La **serie de vegetación según Rivas-Martínez (1987)** para la zona de estudio es la 22 a (más especificaciones en el apartado 3.2.1.4. Vegetación).

3.2.1.2. Edafología

(Para una exposición más detallada de los datos relativos a la edafología que se expondrán a continuación ver *Anejo II: Estudio edafológico*).

El estudio de las características edáficas de nuestra zona de proyecto nos va a permitir establecer las limitaciones que estas imponen a las comunidades vegetales.

El **origen de los datos para el estudio edáfico** ha sido principalmente la Base de Datos FOREDAF (Banco de Datos de Suelos Forestales) de la Unidad de Edafología y Ecología del Departamento de Silvopascicultura de la ETSI de Montes (Universidad Politécnica de Madrid). Una pequeña porción de los datos ha sido obtenida a partir del Visor de Suelos del Portal del ITACyL (https://suelos.itacyl.es/visor_datos) al no estar estos incluidos entre la Base de Datos FOREDAF.

El **tipo de suelos o asociaciones según la clasificación propuesta por la FAO en 1974 modificada** presentes en la zona del proyecto son (de mayor a menor representación): Cambisol calcárico, cambisol crómico y Fluvisol calcárico+regosol calcárico (asociación) (Ver Plano 6. Edafológico (FAO)). Todos ellos son suelos asociados a condiciones climáticas mediterráneas, a rocas de tipo calizo y a topografías de tipo montañoso.

Propiedades físicas del suelo

a. Profundidad

Tabla 12: *Profundidad de cada horizonte de la muestra de suelo tomada por el Banco de Datos de Suelos Forestales en la zona del proyecto*

Horizonte	1	2	3
Profundidad (cm)	15	15	30

En base a la clasificación de suelos según su profundidad propuesta por Storey (1970), este se puede definir como somero-moderadamente profundo.

b. Pedregosidad superficial

Tras la estimación visual del porcentaje de superficie ocupada por fragmentos gruesos en diferentes zonas de las laderas que componen la zona del proyecto, se determina que la pedregosidad superficial, según USDA (1980), es media (10-15 %).

c. Afloramientos rocosos

No se han apreciado afloramientos rocosos ni por estimación visual.

d. Clasificación textural (USDA)

Tabla 13: *Porcentaje de elementos finos para cada horizonte y clasificación textural según USDA (1980)*

Horizonte	Tierra fina (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clasificación textural (USDA)
1	58,22	34,5	41,1	24,4	Franco
2	56,22	39,6	35,2	25,2	Franco
3	31,75	19,7	56	24,3	Franco-limoso

La textura dominante según la clasificación textural de la USDA (1980) es la franca (equilibrada en sus proporciones de arenas, limos y arcillas) por lo que posee buenas propiedades físicas y químicas. El contenido de arcilla no es predominante en ninguno de los horizontes por lo que no va a suponer una limitación para la mecanización.

e. Porosidad

Tabla 14: *Densidad aparente (g/cm³), densidad real (g/cm³) y porosidad (%) de cada uno de los horizontes edáficos.*

Horizonte	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad real (g/cm³)	Porosidad (%)
1	0,75	1,49	50,33
2	0,97	1,95	49,74
3	0,84	1,55	54,19

f. Permeabilidad, conducción hidráulica

Tabla 14: Permeabilidad (cm/s) de cada uno de los horizontes de la muestra analizada por el Banco de Datos de Suelos Forestales en base al gráfico de Rawls y Brakensiek (1989).

Horizonte	Permeabilidad (cm/s)	Permeabilidad (cm/hora)
1	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$
2	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$
3	$8,3 \cdot 10^{-5}$	$4,98 \cdot 10^{-3}$

Propiedades químicas de los suelos

a. pH

El análisis del pH del suelo es importante, al regular las propiedades del suelo relacionadas con la fertilidad y con su comportamiento químico frente a partículas minerales y orgánicas (Pemán *et al.*, 2021). Aún más importante es el conocimiento del valor del pH de la zona de estudio porque va a condicionar la elección de especies a implantar en la zona de estudio.

Tabla 16: Reacción del suelo de cada uno de los horizontes del suelo y clasificación según la clasificación de Wilde (s.f., como se citó en Gandullo, 1985).

Horizonte	pH	Clasificación
1	8	Fuertemente básico
2	8	Fuertemente básico
3	8,1	Fuertemente básico

En base a los datos de pH de la muestra de suelo analizada por el Banco de Datos de Suelos Forestales para la zona del proyecto, se llega a la conclusión de que las especies que se elijan para conformar la repoblación deberán ser basófilas o indiferentes al pH del sustrato, siendo completamente excluidas aquellas que tengan carácter silicícola.

b. Carbonatos activos

Tabla 17: Porcentaje de carbonatos activos en cada uno de los horizontes del suelo, clasificación en base a ello y características según Gandullo (1985, como se citó en Pemán *et al.*, 2021).

Horizonte	Carbonatos activos (%)	Evaluación	Características
1	25,54	Poco descarbonatado	Exceso de Ca, algo de P e insuficiente Fe
2	22,89	Poco descarbonatado	Exceso de Ca, algo de P e insuficiente Fe
3	73,95	No descarbonatado	Exceso de Ca, insuficiente P y muy insuficiente Fe

c. Elementos asimilables del suelo

En el análisis del contenido de elementos asimilables del suelo, solo se ha tomado el primer horizonte. El contenido de fósforo asimilable se ha obtenido de la base de datos FOREDAD, mientras que el contenido de nitrógeno y potasio asimilable se ha obtenido del Visor de Suelos del Portal del ITACyL.

Tabla 18: *Contenido de fósforo, potasio y nitrógeno asimilable y calificación según Cobertera (1993, como se citó en Pemán et al., 2021) del primer horizonte de la muestra de suelo analizada.*

Contenido de fósforo asimilable (p.p.m.)	2, 5 (Algo deficiente)
Contenido de potasio asimilable (p.p.m.)	167 (Bien provisto)
Contenido de nitrógeno asimilable (%)	0,15 (Normal)

d. Contenido de materia orgánica del suelo.

Tabla 19: *Contenido de materia orgánica de cada uno de los horizontes del suelo muestreado y clasificación en base a este según la clasificación propuesta en AGRInova SCIENCE (s.f.).*

Horizonte	% Materia orgánica	Clasificación
1	1,88	Mediano
2	1,41	Medianamente pobre
3	0,54	Extremadamente pobre

Como cabría esperar, la ausencia de cubierta vegetal y, por ello, de aporte de despojos orgánicos (materia orgánica fresca) hace que los suelos de la zona del proyecto sean deficientemente humíferos. Cabría esperar un incremento del contenido de materia orgánica una vez la repoblación haya alcanzado su estado de madurez, y, con ello, una mejora de las propiedades edáficas químicas (contenido en nutrientes y capacidad de intercambio catiónico) y físicas (mejora de la porosidad y, por extensión de la permeabilidad y el drenaje, y en la capacidad de retención de agua útil, como una mayor protección del mismo frente a su degradación física por erosión).

e. Salinidad, conductividad eléctrica

Tabla 20. *Clasificación de los horizontes de la muestra de suelo analizada por la Base de Datos de Suelos Forestales en base a su conductividad eléctrica según el criterio USDA (2003).*

Horizonte	Conductividad (dS/m)	Tipo de suelo
1	0,22	No salino
2	0,2	No salino
3	0,16	No salino

Índices de erosionabilidad

a. Índice de Buyoucos (1962)

Tabla 21: *Índice de Bouyoucos (1962) para cada uno de los horizontes analizados por la base de datos FOREDAF.*

Horizonte	% Arena	% Limo	% Arcilla	Índice de Buyoucos (1962)
1	34,5	41,1	24,4	3,11
2	39,6	35,2	25,2	2,97
3	19,7	56	24,3	3,11

El índice de Bouyoucos es, en todos los horizontes del suelo, mayor que 2, lo que nos indica que se trata de un suelo susceptible de ser erosionado.

b. Índice SEI

Tabla 22: Grado de textura, profundidad y pedregosidad del primer horizonte del suelo en estudio, así como valor del índice SEI de erosionabilidad.

Horizonte	° Textura	° Profundidad	° Pedregosidad	SEI
1	3	3	1	9

En base a los datos obtenidos del cálculo del índice SEI que aparecen en la Tabla 22, se puede afirmar que el primer horizonte del suelo de la zona del proyecto presenta una erosionabilidad elevada, ya que supera el valor de 6.

c. Factor K de la USLE (1978)

El factor K de la USLE expresa la susceptibilidad del suelo a sufrir pérdidas de suelo a causa de la erosión.

El valor obtenido para K tras realizar los cálculos oportunos ha sido de $0,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1} \cdot \text{hJ}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}$. Teniendo en cuenta que este puede adquirir valores de 0 a 1, se puede afirmar que los terrenos que conforman la zona del proyecto presentan una alta susceptibilidad a presentar pérdidas de suelo a causa de la erosión.

3.2.1.3. Geología

(Para una exposición más detallada de los datos relativos a la edafología que se expondrán a continuación ver *Anejo III: Estudio geológico*).

Por medio de la Capa de Tectónica del Mapa Geológico de Castilla y León, se puede conocer que el monte “El Cárcavo” se originó mediante un contacto entre dos placas tectónicas concordantes, y, por medio de la Capa de Litología del Mapa Geológico de Castilla y León podemos conocer que los principales litotipos (originarios del Mioceno superior) de la zona del proyecto son las margas, arcillas margosas y niveles calcáreos y yesíferos y, en menor medida, calizas con gasterópodos, dolomías e intercalados de margas con yesos (Ver Plano 7. Litológico).

La unidad fisiográfica que caracteriza la totalidad de la superficie del terreno son las laderas o cuestas. A medida que se produce un incremento de la pendiente en estas se va reduciendo la fertilidad y la capacidad de retención de agua. Por otro lado, a medida que nos aproximamos a la meseta, la pérdida de elementos finos se va a ver incrementada.

En la Tabla 23, se indicarán las principales características morfométricas de la zona en la que se plantea la ejecución del proyecto. Para un conocimiento más detallado de la pendiente y la orientación de las laderas de la zona ver Plano 8. Pendientes y Plano 9. Orientación.

Tabla 23: Características morfométricas de la zona del proyecto.

Altitud	Cota máxima (ms.n.m)	832
	Cota mínima (ms.n.m)	764
	Rango altitudinal (m)	68
	Pendiente media (%)	26,5
	Orientación predominante	Sureste
	Exposición predominante	Solana

3.2.1.4. Vegetación

(Para una exposición más detallada de los datos relativos a la edafología que se expondrán a continuación ver *Anejo V: Vegetación y usos del suelo*).

Vegetación potencial

Por medio de la definición de la vegetación potencial, se puede conocer cuál sería la vegetación futura que se podría esperar en la zona del proyecto.

a. Ámbito biogeográfico

Se adjunta una tabla resumen de la tipología biogeográfica de la zona del proyecto según Rivas-Martínez (1987).

Tabla 24: *Resumen del ámbito biogeográfico de nuestra zona de proyecto.*

Reino	Holártico
Región	Mediterránea
Subregión	Mediterránea occidental
Superprovincia	Mediterráneo Ibero-Atlántica
Provincia	Carpetano-Ibérico-Leonesa
Sector	Guadarrámico

b. Pisos bioclimáticos

En base al mapa de pisos bioclimáticos de la Península Ibérica, podemos decir que nuestra zona de proyecto se corresponde con el piso bioclimático Supramediterráneo. No obstante, en base al índice de termicidad que hemos calculado en el Anejo 1: Estudio climático, y que nos ha dado un valor de 213, deberíamos decir que nuestra zona de proyecto pertenece al piso bioclimático Mesomediterráneo y no al Supramediterráneo. Teniéndose en cuenta esta discordancia, se considerará que nuestra zona se corresponde con el piso climático mesomediterráneo, y, achacaremos esta pequeña discrepancia con respecto al intervalo fijado para este piso por Rivas-Martínez al incremento de temperaturas que se ha dado entre 1987 (año de redacción del mapa de series de vegetación) y 2022 (año de redacción del proyecto) (1987).

c. Horizontes bioclimáticos

Nuestra zona del proyecto se encuentra, considerando la discrepancia mencionada en el apartado anterior, en el horizonte Supramediterráneo inferior.

d. Heladas

Para el piso bioclimático supramediterráneo, el período de heladas estadísticamente posible abarca el período de meses septiembre-julio.

e. Período de actividad vegetal

El periodo de actividad vegetal se da a partir de los 7,5 °C de temperatura media mensual, valor a partir del cual el incremento de la biomasa es apreciable.

Para el piso bioclimático supramediterráneo, el periodo de actividad vegetal abarca de 7 a 8 meses.

f. Tipo de invierno

Dado que la temperatura media de las mínimas del mes más frío obtenida en el anejo climático es de 0,34 °C, los inviernos de nuestra zona del proyecto se pueden calificar como frescos según Rivas-Martínez (1987).

g. Ombroclima

En base al valor de precipitación media anual calculada en el anejo climático (432, 7 mm), podremos definir el ombroclima de la zona de nuestro proyecto como seco.

h. Clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990)

El código de Allué hace referencia a la caracterización de los subtipos de vida vegetal, correspondiéndose nuestra zona de proyecto con el código IV(VI)1.

Tabla 25: *Código de Allué y tipo fitoclimático, asociaciones potenciales de vegetación y orden que le corresponde a la zona en la que se plantea el proyecto. Fuente: Rivas-Martínez (1987).*

Tipo fitoclimático	Asociaciones potenciales de vegetación	Allué	Orden
Mediterráneos	Lentiscares, Coscojares, Acebuchales, Encinares (<i>Quercus ilex rotundifolia</i>) y Encinares alsinares (<i>Quercus ilex ilex</i>)	IV(III)	2
		IV(VII)	3
		IV1	3
		IV2	4
		IV3	5
		IV4	6
		IV(VI)1	7
		IV(VI)2	8

Series de vegetación

En el Plano 11: Series de vegetación de Rivas-Martínez (1987), podemos apreciar que nuestra zona de estudio se corresponde con la serie de vegetación 22 a, la cual presenta las siguientes características:

- **Región:** Región mediterránea
- Series climatófilas
- **Piso:** Supramediterráneo
- **Leyenda de la serie:** Supramediterránea castellano-maestrazgo-manchega basófila de *Quercus rotundifolia*. o encina. Su nombre fitosociológico es el de *Junipero thuriferae-Querceto rotundifoliae. sigmetum*.
- **Vegetación potencial:** Esta serie supramediterránea calcícola seca, se corresponde en su clímax con un bosque denso de encinas, que podría llegar a albergar sabinas y enebros. Sus bosques no suelen tener un

sotobosque denso, y si lo tienen, este es pobre en especies arbustivas del bosque mediterráneo esclerófilo, como tomillares o salviales.

Usos del suelo y vegetación actual (Vegetación real)

Las elevadas pendientes de las laderas de los páramos (con imposibilidad de mecanización agrícola) dan lugar a que, junto con el escaso valor trófico de estas, los terrenos de la zona del proyecto sean de uso forestal. La vocación de los terrenos tanto del páramo como de la campiña es eminentemente cerealista (Ver Plano 12. Vegetación y cultivos. Mapa Forestal Español).

El número de especies arbóreas que se dan en la zona del proyecto y en los alrededores, es poco numeroso, limitándose a pies dispersos de *Pinus halepensis* en las laderas, un pinar de *Pinus halepensis* procedente de las repoblaciones del siglo XX, y un pinar de *Pinus pinea* cercano a la zona del proyecto. También en el entorno del municipio se han podido apreciar ejemplares de *Amygdalus communis*, *Populus alba* y *Crataegus monogyna*.

Las especies pertenecientes al estrato arbustivo representan una fracción muy baja del inventario, pudiéndose apreciar ejemplares de *Rosa agrestis* y *Coronilla minima*. No obstante, las especies pertenecientes al estrato herbáceo son las dominantes en la zona del proyecto, conformando la flora gipsícola típica que se desarrolla sobre afloramientos yesíferos, y siendo un indicador de la elevada degradación de la zona. Entre estas cabe destacar la presencia de *Staehelina dubia*, *Thymus mastigophorus* y *Helychrisum stoechas*.

3.2.1.5. Fauna

(Para una exposición más detallada de los datos relativos a la fauna propia de la zona que se expondrán a continuación ver *Anejo VI: Estudio de fauna*).

Es característica de la zona del proyecto la gran diversidad de especies de fauna. Esto puede deberse a su proximidad a diversas zonas pertenecientes a la Red Natura 2000, siendo estas: Montes Torozos (LIC), Riberas de Castronuño (ZEPA y LIC) y Riberas del Duero (LIC). Especialmente destacable es la presencia de numerosas especies de fauna avícola, entre las que cabe destacar la presencia del aguilucho cenizo (*Circus pygarpus*), la cual aparece registrada como “Vulnerable” tanto en el Libro Rojo de las Aves de España como en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. Entre los mamíferos cabe destacar la presencia del lobo (*Canis lupus*) y de murciélago ratonero grande (*Myotis myotis*) apareciendo ambos como “Vulnerable” en el Libro Rojo de las Aves de España.

Entre las especies cinegéticas cabe destacar, entre las especies consideradas como caza menor, el conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*), la liebre ibérica (*Lepus granatensis*), la perdiz roja (*Alectoris rufa*) y la codorniz común (*Coturnix coturnix*). Entre las especies cinegéticas de caza mayor es importante destacar la presencia tanto de jabalí (*Sus scrofa*) como de corzo (*Capreolus capreolus*).

También cabe destacar que en las cercanías del monte “El Cárcavo” hay numerosas vías pecuarias, como las denominadas “Cañada Real Coruñesa”, la “Colada del Camino de Carrebelloto” o la “Colada de Villaxesmir a San Cebrián de Mazote”. No obstante, estas no están en uso por lo que el ganado doméstico no va a suponer una

amenaza para la repoblación y no será necesario efectuar un acotado de la misma. (Ver Plano 13. Red Natura 2000 y vías pecuarias).

Incidencia de la fauna sobre el proyecto

Las especies del género *Pinus*, protagonistas de la repoblación, no son especialmente sensibles a los daños producidos por fauna silvestre (no por ello inmunes a ellos), no obstante, *Quercus faginea*, especie acompañante de la repoblación, presenta una ligera sensibilidad al roído de corteza, producidos estos daños por lepóridos y cérvidos machos, que, como se ha mencionado previamente, están presentes en la zona del proyecto. Para proteger a los nuevos brinzales de estos animales será necesaria la colocación de tubos protectores en el proceso repoblador, cuya altura será definida con posterioridad.

Teniendo en cuenta que el jabalí es un gran depredador de semillas, estas deberán protegerse mediante protectores de semillas. Dado que la siembra solo se ha elegido para las especies pertenecientes al género *Quercus*, el protector de semillas no será necesario para las especies pertenecientes al género *Pinus* ni para *Crataegus monogyna*

Incidencia del proyecto sobre la fauna

Una vez la superficie repoblada haya alcanzado su estado de madurez, esta puede aportar grandes beneficios a las comunidades faunísticas, pudiendo llegar a ser esta un punto de acogida de grandes poblaciones de ungulados.

No obstante, y en los primeros estadios de la repoblación, se pueden generar perjuicios sobre la fauna de la zona. En entre estos cabe destacar el perjuicio a las aves esteparias, muy sensibles a la alteración de los hábitats de terrenos agrícolas. A pesar de que el presente proyecto no consiste en la repoblación de un terreno con carácter agrario, las laderas sujeto de intervención están rodeadas de tierras arables por lo que es probable que, durante la fase de ejecución del proyecto, las aves esteparias inventariadas en la zona, la calandria (*Motacilla flava*), la corneja (*Corvus corone*), el aguilucho cenizo (*Cyrcus pygarpus*) y la perdiz (*Alectoris rufa*), se vean temporalmente afectadas por el constante tránsito de maquinaria y personas. De manera indirecta, la modificación del hábitat puede afectar de manera temporal a las rapaces diurnas y nocturnas, al modificarse el hábitat de sus presas.

3.2.1.6. Hidrología de la cuenca

(Para una exposición más detallada de los datos relativos a la hidrología de la cuenca que se expondrán a continuación ver *Anejo IV: Estudio de la cuenca*).

El monte en el que se ha planteado el proyecto presenta un total de 26 subcuencas hidrográficas (Ver Plano 10. Subcuencas). Observando el Plano 5: Estados erosivos, se puede apreciar que en la práctica totalidad de la zona del proyecto (a excepción de la zona este) las tasas de erosión superan la establecida como admisible por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, llegando a quintuplicarse en la que se ha definido como la parte central de la zona del proyecto.

Estas altas tasas de erosión son la consecuencia de:

1. Las características topográficas de la zona en que se ha planteado el proyecto: El tamaño pequeño de las cuencas, junto con las elevadas

pendientes (descenso muy pronunciado de altitud en una distancia horizontal reducida) da lugar a que las escarpadas subcuencas sean muy susceptibles a verse afectadas de manera negativa ante crecidas relámpago (caudal punta elevado en un reducido tiempo de concentración, inferior a las 3 horas) y, por ende, el riesgo de torrencialidad en ellas es elevado. El factor topográfico (LxS) de la USLE llega a alcanzar valores superiores a 5, especialmente a medida que nos acercamos a la parte superior de las laderas.

2. La ausencia prácticamente total de vegetación en las laderas, lo que hace que el factor C de la USLE (Factor de protección de la cubierta vegetal) alcance valores máximos (ausencia total de interceptación de la lluvia) y que la infiltración sea deficiente, dando lugar a un gran drenaje superficial.
3. La ausencia de prácticas de conservación del suelo, da lugar a que, junto con las elevadas pendientes, el factor P de la USLE alcance también valores máximos
4. La alta erosionabilidad que presentan los suelos, dando lugar a un elevado valor del factor K de la USLE. Este alto valor de K se debe, a su vez, al escaso contenido de materia orgánica del suelo, a la escasa capacidad de infiltración de este y a la estructura granular media-gruesa del suelo; Un suelo cuya roca madre está caracterizada por una alta representación de arcillas, margas y yesos, clases litológicas que dan lugar a los mayores valores de K (valores superiores a $0,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1} \cdot \text{hJ}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}$ según Gisbert *et al.* (s.f.)).

3.2.2. Condicionantes externos

En este apartado se describirán aquellos condicionantes (con el apoyo de sus correspondientes anejos) que condicionan, según su evolución, los resultados y la vida del proyecto.

3.2.2.1. Condicionantes socioeconómicos

(Para una exposición más detallada de los datos relativos a la economía y población que se expondrán a continuación ver *Anejo VII: Estudio socioeconómico*).

Población y densidad del municipio de Bercero; Principales actividades económicas

La evolución poblacional por sexos y total del municipio de Bercero, cuyo núcleo poblacional se encuentra al sureste de este, aparece reflejada en la Figura 7, elaborada a partir de los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

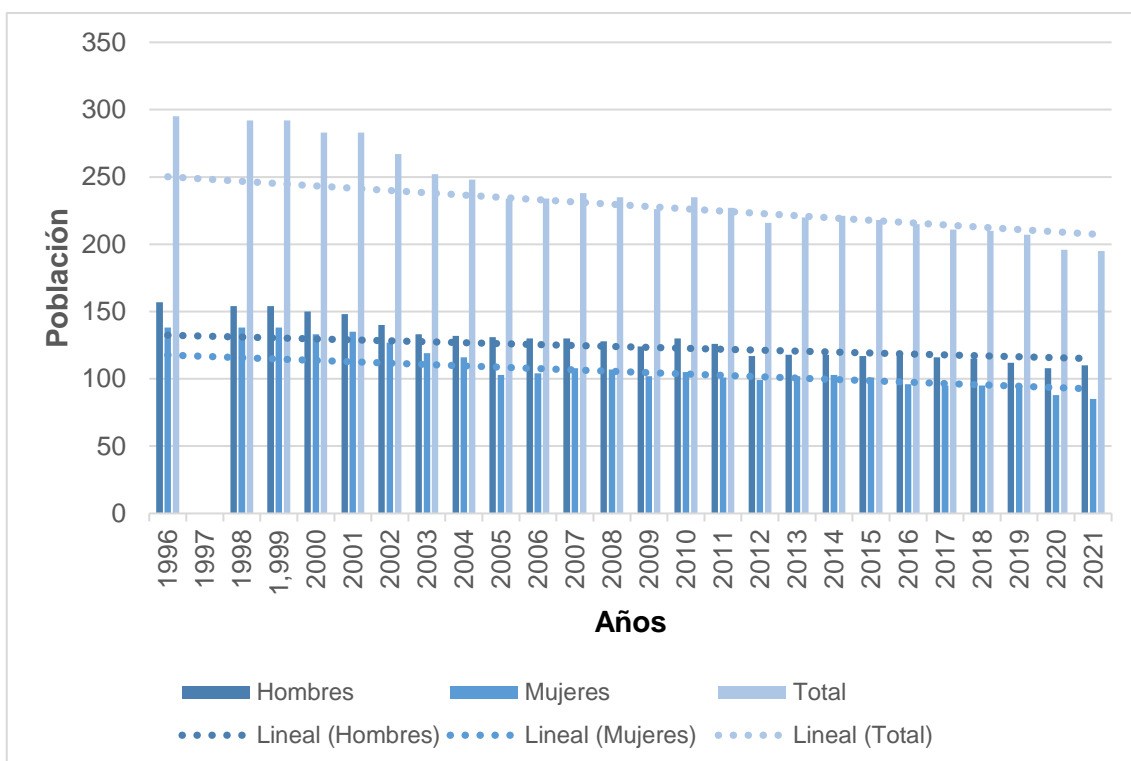


Figura 7: Población total y por sexos en la localidad de Bercero y evolución de la total (línea de tendencia-punteada) para la serie de años 1996-2021 (excluido el año 1997 porque dicho año no se hizo revisión del padrón de habitantes).

Se puede apreciar que, como cabría esperar observando la tendencia decreciente de la población en los pequeños municipios de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, la población de Bercero ha experimentado un descenso desde el primer año del que se disponen datos, siendo esta tendencia ligeramente más acusada en las mujeres.

Teniendo en cuenta la superficie total que abarca el municipio y la población empadronada en este en el año 2021, se obtiene una densidad de población de 4,7 habitantes/km². Comparando este dato con la densidad de población media a nivel nacional (94 habitantes/km²), se comprueba que está muy por debajo de esta.

En lo relativo a la economía, la actividad más importante en el municipio es la agricultura, principalmente de secano.

Infraestructuras urbanas y de acceso a la zona de estudio

El municipio de Bercero es atravesado por la VP-6601, la cual le comunica con el municipio vecino, Berceruelo, por el extremo nordeste. La autovía más cercana al municipio es la A-6. Para acceder a la zona del proyecto es necesario el uso de caminos que, sin estar asfaltados, permiten un acceso de manera cómoda y segura.

El municipio se encuentra ubicado a 36,7 km de la capital de provincia y a 10,4 km del municipio de Tordesillas, el cual cuenta con un centro de salud. A su vez, el municipio de Bercero dispone de un consultorio médico.

Las viviendas poseen agua corriente y suministro eléctrico. El municipio, está completamente electrificado y con iluminación pública. Existe alcantarillado y pavimentación en todo el pueblo.

Actitud de la población frente a los trabajos forestales

Los servicios ecosistémicos que satisfará la repoblación en un futuro hacen que sea esperable un buen recibimiento de los trabajos de restauración y repoblación de las cárcavas por parte de la repoblación.

Influencia del proyecto sobre la zona y sobre la repoblación

El presente proyecto satisfacería, al menos de manera teórica, los siguientes grupos de servicios ecosistémicos, una vez hay alcanzado un estado de madurez tal que pueda englobarse en la categoría de bosque:

- **Acogida:** Mejora de la biodiversidad y favorecimiento de la edafogénesis
- **Abastecimiento:** Extracción de ciertos productos como hongos asociados a pinares xerófilos sobre sustratos calcáreos y a montes de quercíneas sobre suelos calizos. La especie elegida como accesoria en la repoblación, *Crataegus monogyna*, presenta interés apícola.
- **Regulación:** Regulación del ciclo hidrológico y control de avenidas y calidad de las aguas. También se incrementará la protección frente a la erosión eólica y frente al movimiento de tierras. Por otro lado, la capacidad que tendrá el futuro bosque para liberar oxígeno y fijar dióxido de carbono, permitirá la regulación de la composición de la atmósfera y la mitigación del cambio climático.
- **Culturales:** Generación de empleo (priorizando la contratación de trabajadores pertenecientes al municipio) durante el periodo de ejecución de las obras e incremento de la calidad paisajística de la zona.

3.2.2.2. 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 XIII. Legislación aplicable.

3.3. SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN SIN PROYECTO

Las laderas acarcavadas que conforman la zona del proyecto se encuentran, a efectos ecológicos e hidrológicos, desprovistas de vegetación (los escasos ejemplares de especies arbustivas y de pino carrasco no aportan ningún tipo de protección a las laderas desde el punto de vista erosivo, siendo superior a la admisible en la práctica totalidad de la superficie que se plantea para la ejecución del proyecto, llegando a quintuplicarse esta tasa admisible en aquellas laderas donde la pendiente es más acusada). La severidad topográfica, hídrica y climática han dado lugar a que la vegetación no pueda colonizar de manera natural estas laderas, siendo necesaria la intervención del hombre, quien, por medio de una adecuada preparación del terreno, puede favorecer el proceso de instauración de los brinzales.

El avance de los procesos erosivos en caso de que no se tomen medidas podrá derivar, en un futuro, en el arrastre de sedimentos hacia los terrenos agrícolas ubicados ladera abajo.

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

(Para una exposición más detallada del estudio de las alternativas del proyecto que se expondrán a continuación, ver *Anejo VIII: Estudio de alternativas*).

4.1. REPOBLACIÓN

4.1.1. Elección de especies

4.1.1.1. Identificación de alternativas

Las especies vegetales entre las que se va a realizar el estudio de alternativas son:

1. *Cedrus atlántica* (Cedro del Atlas)
2. *Cupressus arizonica* (Arizónica, Ciprés de Arizona)
3. *Pinus halepensis* (Pino carrasco)
4. *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* var. *pyrenaica* (Pino laricio)
5. *Pinus pinaster* (Pino resinero)
6. *Pinus pinea* (Pino piñonero)
7. *Quercus faginea* (Quejigo)
8. *Quercus ilex* (Encina)
9. *Quercus pyrenaica* (Rebollo)
10. *Quercus suber* (Alcornoque)
11. *Juniperus communis* (Enebro)
12. *Juniperus oxycedrus* (Enebro de la Miera)
13. *Juniperus thurifera* (Sabina albar)
14. *Cytisus scoparius* (Escoba negra)
15. *Retama sphaerocarpa* (Retama común)
16. *Rosmarinus officinalis* (Romero)
17. *Amygdalus communis* o *Prunus dulcis* (Almendro)
18. *Crataegus monogyna* (Espino albar)
19. *Prunus spinosa* (Endrino)
20. *Sorbus domestica* (Serbal)
21. *Ephedra distachya* (Cañadillo)

4.1.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos

- Altitud media: 798, 88 m s.n.m.
- Precipitación media anual: 432, 7 mm
- Precipitación media estival: 58, 88 mm
- Temperatura media anual: 12, 74 °C
- Temperatura media del mes más frío: 4,3 °C (Enero)
- Temperatura media del mes más cálido: 22,26 °C (Julio)
- Duración media del período de sequía: Junio-Septiembre
- Duración media del periodo de heladas: Noviembre-Abril
- Suelo: Franco/Franco-Arcilloso
- pH: Básico.

Condicionantes externos

El objetivo de esta repoblación es de carácter protector: La forestación es considerada como una ayuda a la naturaleza, al invertir el proceso degradatorio, y anticipa en varios estadios su evolución hacia un ecosistema de bosque, siendo este el óptimo grado que puede alcanzar una masa de vegetación para el control de los fenómenos erosivos.

Para la consecución de este objetivo es necesario que la masa perdure en el tiempo y que alcance el citado estado de madurez en la mayor brevedad posible.

Además, se pretende fomentar la sucesión natural de la zona, por lo que se utilizarán especies autóctonas.

4.1.1.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del Proyecto

La elección de la especie o especies del proyecto de repoblación es de gran trascendencia ya que son las que conformarán la masa forestal que, a diferencia del resto de decisiones del proyecto, perdurará en el tiempo.

Especialmente importante es la elección de la especie teniendo en cuenta que el terreno lleva mucho tiempo desprovisto de vegetación, el suelo ha sufrido grandes degradaciones y el microclima que aparece es diferente al que puede aparecer en zonas arboladas próximas. Es por ello que no podemos considerar únicamente el criterio de especies de masas cercanas, sino que se tiene que tener en cuenta la severidad de las condiciones climáticas y del terreno para llegar a alcanzar los fines de la repoblación.

Una mala elección de especies puede dar lugar a que no se alcancen los objetivos protectores de la misma.

4.1.1.4. Elección definitiva de las especies.

Para la elección definitiva de las especies vegetales a introducir en la zona de estudio se ha elaborado un análisis multicriterio. Los criterios considerados para este análisis han sido los siguientes:

1. Cuadernos de zona de la Junta de Castilla y León
2. Evaluación por objetivos preferente de la repoblación: Aquí se consideraron, a su vez, la exigencia de las especies, el carácter inflamable y autóctono y la velocidad de crecimiento de las mismas.
3. Criba de factores del medio
4. Inventario realizado en la zona de estudio/Experiencia de repoblaciones cercanas
5. Método de series de vegetación de Rivas-Martínez (1987)

El resultado de este análisis multicriterio han sido la elección de las siguientes especies:

Las especies que se emplearán en la repoblación serán: *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex* y *Crataegus monogyna*. La elección de esta masa mixta de conífera y frondosas se basa en el principio silvícola generalmente aceptado de que las masas mixtas son más estables frente a daños bióticos y abióticos que las masas monoespecíficas, por lo que se han empleado varias especies compatibles con

la estación ecológica del monte. La elección de una especie matorral (*Crataegus monogyna*) es debida a la gran degradación del terreno y a la acusada limitación de los recursos, lo que hace necesaria la introducción de una especie con buena capacidad de rebrote y crecimiento inicial rápido. Pese a que estas son las especies que se han elegido para la repoblación, no todas estarán presentes en todos los rodales. Así, en todas las laderas estará presente como principal *Pinus halepensis* y *Crataegus monogyna* como accesoria pero las acompañantes serán *Pinus pinea* y *Quercus ilex* en las laderas con orientación de solana y *Quercus faginea* en las laderas con orientación de umbría.

La mezcla de especies dentro de los rodales de repoblación será pie a pie, ya que el objetivo de esta mezcla es beneficiar el establecimiento de una especie mediante el uso de una especie acompañante.

4.1.2. Tratamiento de la vegetación preexistente

Dado que la práctica totalidad de las laderas están desnudas (y que, en base a las imágenes históricas se comprueba que esta situación se lleva dando durante mucho tiempo), apareciendo puntualmente ejemplares aislados de *Pinus halepensis* y especies de porte bajo como *Helychrisum stoechas* y *Stahelina dubia*, no se considera necesario el tratamiento de la vegetación preexistente porque no se considera que vaya a existir una competencia por el espacio aéreo, radical, por los nutrientes o por los recursos hídricos. Los pocos ejemplares que hay están muy separados entre ellos de manera que los nuevos brinzales no van a quedar dominados.

Como se ha definido previamente, los escasos pies existentes no serán eliminados de la repoblación y serán respetados en el proceso de preparación del terreno. Tampoco serán considerados a efectos del cálculo del presupuesto ya que su presencia es prácticamente inapreciable.

4.1.3. Preparación del terreno

4.1.3.1. Identificación de las alternativas

1. Raspas/Casillas
2. Empleo de barrón o plantamón
3. Ahoyado con retroexcavadora tipo "araña"
4. Ahoyado manual
5. Ahoyado con barrena
6. Ahoyado con retroexcavadora
7. Ahoyado mecanizado con subsolador o rejón
8. Banquetas con microcuenca
9. Cuencas de contorno discontinuo
10. Subsulado lineal
11. Acaballonado superficial
12. Acaballonado con desfonde
13. Aterrazado con subsulado

4.1.3.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Entre los **condicionantes internos** se encuentran las elevadas pendientes en determinadas zonas.

Entre los **condicionantes externos** se considerarán los efectos preferentes definidos para el proyecto, es decir, se elegirán aquellos métodos de preparación que sean menos erosivos. A igualdad de condiciones se emplearán aquellos métodos que impliquen una inversión económica menor.

4.1.3.3. Efecto de la preparación del terreno sobre los objetivos del Proyecto

La preparación del terreno en las repoblaciones va a tener tres objetivos básicos:

1. El alojo de las plantas o las semillas
2. Facilitar el arraigo y el primer desarrollo de las plantas
3. Mejorar las propiedades edáficas deficientes del rodal que se repuebla.

Entre los objetivos particulares de la preparación física del terreno encontramos: El aumento de la profundidad útil del perfil, el aumento de la capacidad de retención de agua de este, el aumento de la posibilidad y velocidad de infiltración del agua y la facilitación de las labores de plantación o siembra.

4.1.3.4. Elección definitiva del método de preparación del terreno.

En este caso, los criterios considerados para el análisis multicriterio han sido:

1. La adaptabilidad del método elegido al terreno (pendiente, pedregosidad, tipo de suelo)
2. El favorecimiento que el método de preparación del terreno otorgue al arraigo de la planta
3. El efecto hidrológico
4. El impacto paisajístico
5. El rendimiento
6. El coste

El método que se va a emplear para la preparación del terreno por su efecto protector de los suelos y por la buena puntuación total obtenida en el análisis multicriterio va a ser el de banquetas con microcuenca. Según De Simón *et al.*, la captación de escorrentías superficiales con microcuencas en zonas mediterráneas secas-semiáridas es un método eficaz para aumentar los recursos hídricos disponibles que de otra manera no se aprovechan ya que aquellos suelos (que normalmente se han considerado problemáticos para ser forestados por su perfil desestructurado y la escasa o nula cobertura vegetal que presentan) son los que mejor responden a esta técnica (2006).

Este método consiste en la remoción del suelo sin extracción de la tierra en un volumen de forma prismática mediante la acción de la cuchara de una retroexcavadora o una retroaraña (En el caso concreto del presente Proyecto, la apertura de banquetas se ejecutará con retroaraña cuando las pendientes sean superiores al 55% y con retroexcavadora en el resto y en línea de máxima pendiente.). El prisma removido es posteriormente refinado en su plataforma y se ejecutan, con azada, los regueros para conformar una banqueta con microcuenca). También con azada se levantará una contrapendiente o alcorque de unos 15 cm.

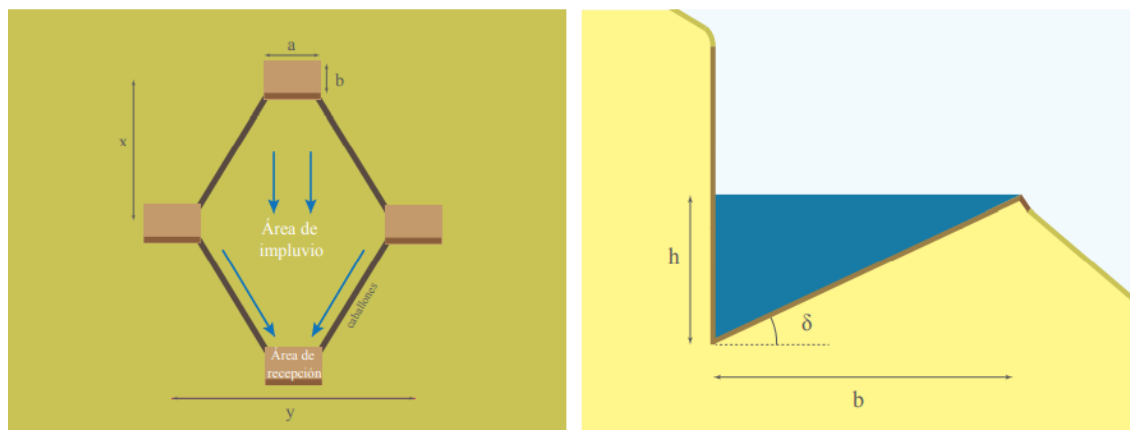


Figura 8: Esquema de la sistematización de una ladera con una distribución de banquetas al tresbolillo (izquierda) y sección y geometría de una banqueta (derecha) (Fuente: Pemán *et al.*, 2021).

Con este sistema de preparación del terreno se va a conseguir que los brinzales se beneficien, hidrológicamente hablando, de la propia degradación del terreno: Estos cosecharán el agua de la escorrentía generada en las laderas. Por otro lado, desde el punto de vista de la erosión, las laderas se beneficiarán de que el recorrido de la escorrentía se reduzca al recorrido longitudinal del área de recepción, al ser captada esta por los hoyos. El empleo del programa Modipé (*Anejo X. Preparación del suelo y economía del agua*) ha permitido conocer que, en la zona del proyecto, la creación de trampas de agua resulta indispensable.

Gracias al empleo del programa NumCur se ha podido estimar que, con la mejora de las condiciones edáficas e hidrológicas de las laderas como consecuencia de la introducción de cubierta vegetal, se va a reducir el valor de los números de curva (en 0,39 unidades por año) independientemente de la condición de humedad. Análogamente, se va a incrementar el valor de los umbrales de escorrentía.

4.1.4. Época de plantación y siembra

4.1.4.1. Identificación de alternativas

La fecha de plantación/siembra va a variar entre finales de otoño (siembras y plantaciones tempranas) y finales de invierno-principios de primavera (siembras y plantaciones tardías).

4.1.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos

Plantación

1. La temperatura media mensual deberá ser inferior a 8°C.: Noviembre-febrero
2. La temperatura media de las mínimas será superior a 0°C: Todo el año

3. La precipitación media mensual (mm) será mayor que el doble de la temperatura media en grados centígrados (Fuera del período de sequía): Octubre-mayo.
4. Fuera del periodo de heladas: 7 mayo-11 de noviembre

Dentro del periodo de campaña no todos los días serán útiles, sino que solo se plantará cuando exista el tempero adecuado en el terreno y no se estén produciendo vientos fuertes, humedades relativas bajas y heladas (siendo estas especialmente incompatibles con la plantación por el riesgo de descalce y los daños sobre la parte aérea y radical). También serán excluidos los días en que el terreno esté encharcado.

Siembra

Los principales condicionantes internos para determinar la época de siembra será la época de lluvias regulares, el riesgo de heladas y el riesgo de predación. Este último factor se anula con la introducción de los protectores de semilla.

Con respecto a las condiciones climáticas, si las lluvias otoñales son más seguras que las de primavera y el periodo de sequía estival es prolongado, será más seguro realizar la siembra en otoño (para conseguir que el desarrollo de los brinzales al llegar al verano sea el máximo posible).

Condicionantes externos

El único condicionante externo es el objetivo preferente protector de la repoblación. Dado que no existe ningún otro condicionante externo, la elección de la época de plantación se hará en base a los condicionantes internos.

4.1.4.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del Proyecto

La elección de la fecha de plantación y siembra está justificada porque, uno de los factores que condiciona el éxito del establecimiento de la planta en el monte es las condiciones ambientales del medio, en concreto, la temperatura y la disponibilidad de agua (Burdett *et al.*, 1990 como se citó en Pemán *et al.*, 2021)

4.1.4.4. Elección definitiva del método de implantación

A pesar de que la fecha que aúna todos los requisitos impuestos por los condicionantes internos es el 1 de noviembre, esta fecha se va a adelantar debido a que las dimensiones del proyecto y el número de días necesario para que se ejecute la totalidad de la plantación son elevadas (ya sin considerar posibles inclemencias climáticas) y se entraría en el periodo de heladas, circunstancia que podría comprometer el éxito de la repoblación.

Es por ello que tanto la siembra como la plantación se van a plantear para el 1 de octubre, por lo previamente expuesto y porque las plantaciones y siembras tempranas son más recomendadas en los ecosistemas mediterráneos.

4.1.5. Implantación vegetal

4.1.5.1. Identificación de alternativas

Según el material forestal implantado

1. Siembra
2. Plantación a raíz desnuda
3. Plantación en contenedor o en envase

Según la forma de ejecución

1. Manual
2. Mecanizada
3. Simultánea

4.1.5.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

El principal condicionante interno es la marcada sequía que se da durante la época estival, así como las pendientes.

Los condicionantes externos que se presentan para la elección de las alternativas de implantación son el objetivo protector de la repoblación, por el que se intentará a toda costa que el porcentaje de éxito de la implantación sea el mayor posible. A igualdad de condiciones, se escogerá aquel método que sea más económico.

4.1.5.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del Proyecto

Una densidad inicial elevada favorece la cubrición del suelo y, por ello, el alcance de los objetivos protectores de la repoblación.

El objetivo protector también implica que el número de marras debe ser el mínimo y, en zonas de carácter árido-semiárido, esto se consigue mediante la implantación de plantas con cepellón (en contenedor).

Por otro lado, la plantación manual requiere de más personal, por lo que, desde el punto de vista social, es un método de implantación muy bien recibido, aunque desde el punto de vista económico encarece mucho los costes.

4.1.5.4. Elección definitiva del método de implantación

Según el material implantado

Los criterios considerados en el análisis han sido:

1. La adaptabilidad de la planta
2. El riesgo de desecación en el manejo
3. El período de plantación
4. El desarrollo del sistema radical
5. El coste

El resultado de este análisis ha sido la elección de plantación en contenedor para especies pertenecientes al género *Pinus* y para la especie *Crataegus monogyna* y la siembra para las especies pertenecientes al género *Quercus*

Según la forma de ejecución/método de implantación

Los criterios considerados en el análisis han sido:

1. La accesibilidad de la zona
2. El coste
3. El rendimiento

El resultado de este análisis ha sido que tanto la plantación como la siembra tengan lugar de manera manual.

4.2. CUIDADOS POSTERIORES

4.2.1. Protección de plántulas

4.2.1.1. Identificación de las alternativas

1. Cerramientos perimetrales
2. Protectores individuales
 - a. Protectores enrollables
 - b. Protectores de malla: Malla cinegética (Luz de malla > 1 cm)
 - c. Protectores de malla: Malla de sombreo (Luz de malla < 3 mm)
 - d. Tubos invernadero

4.2.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

El principal condicionante interno es la necesidad de proteger a la repoblación del ataque de la fauna herbívora y de la severidad climática de la zona.

El principal condicionante externo es el objetivo protector de la repoblación, por lo que se debe garantizar, en la medida de lo posible, el establecimiento de las plántulas y la reposición de marras.

4.2.1.3. Efectos de la elección de los protectores de plántulas sobre los objetivos del proyecto

Una mala elección de alternativa puede suponer una necesidad futura de reposición de marras, retrasándose así la evolución del proyecto hacia el objetivo deseado, con el consiguiente encarecimiento del mismo.

4.2.1.4. Elección definitiva de los protectores de plántulas

Se han considerado los siguientes criterios a efectos del análisis para la elección definitiva de los protectores de plántulas:

1. Coste
2. Compatibilidad con otros usos del terreno
3. Mejora de las condiciones ambientales que otorga el protector a efectos de un mejor desarrollo de la plántula
4. Resistencia
5. Protección
6. Mantenimiento
7. Ventilación

El método de protección de las plántulas que se empleará serán los tubos invernaderos individuales, por ser el que ha obtenido una mayor puntuación en el análisis multicriterio (el cual consideraba siempre como prioritario el objetivo protector).

A su vez, estos tubos protectores contarán con dos capas, con un espesor de 2-3 mm. El color de los tubos será verde, y contará con perforaciones de tipo malla para su ventilación, al ser esta la más recomendada para ambientes extremos propios del semiárido mediterráneo. La altura, que como ya se ha mencionado previamente, variará en función de la fauna silvestre de la que se quiere proteger a las plántulas (en este caso, conejo de monte y corzo), será de 1,20 m.

4.2.2. Protección de las semillas

4.2.2.1. Identificación de las alternativas

1. Tubo protector
2. Protector malla
3. Seed shelter
4. Repelentes

4.2.2.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Entre los condicionantes internos cabe destacar la presencia de jabalí, corzo y conejo de monte en la zona de repoblación o sus alrededores

Entre los condicionantes externos cabe destacar la opinión popular con respecto a ciertas técnicas de protección como los repelentes que, si bien no generan daño al animal, les genera malestar. Además, los repelentes son poco selectivos por lo que puede provocar irritación a otras muchas especies que no surgen perjuicio a la repoblación

4.2.2.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La correcta (o incorrecta) elección del método de protección de las semillas puede va a definir el éxito (o no) del arraigo de las especies que suponen un mayor porcentaje de frondosas en la repoblación, las pertenecientes al género *Quercus*.

4.2.2.4. Elección definitiva de los protectores de semillas

Se han considerado los siguientes criterios a efectos del análisis para la elección definitiva de los protectores de semillas:

1. Protección que ofrecen frente al ataque de jabalí
2. Protección que ofrecen frente al ataque de otros herbívoros
3. Aceptación popular
4. Coste

El resultado del análisis multicriterio define al protector de malla como el método más adecuado de protección de semillas. Este protector de semilla protege frente a la predación de roedores, jabalís y herbívoros (Reque y Martín, 2013).

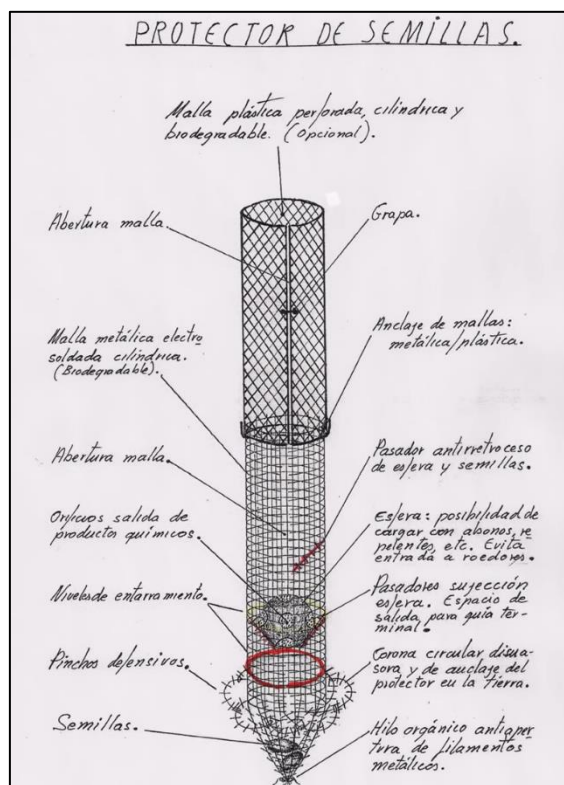


Figura 9: Esquema del protector de semilla para repoblaciones patente ES 2383420 B1. Fuente: Martín, 2015.

4.2.3. Reposición de marras

Dado el carácter protector de la repoblación, la reposición de marras tendrá lugar en el invierno del año dos y la planta empleada en la reposición será la misma especie que la extraída. No obstante, para el caso de que se necesite reponer marras de especies pertenecientes al género *Quercus* (*Quercus ilex* y *Quercus faginea*), el material con el que se hará la reposición ya no será semilla sino planta en envase de capacidad superior a 250 cc para reducir, en la medida de lo posible, el riesgo de que los nuevos pies implantados queden dominados por los que sí han logrado establecerse (ya que las semillas necesitan un tiempo para germinar).

Las nuevas plantas introducidas deberán protegerse con un tubo invernadero de 1,20 m (con las mismas características que los descritos para la plantación inicial) fijados al suelo con un tutor de acacia de 1,70 m de altura.

Teniendo en cuenta la densidad inicial de la repoblación (1111 pies/ha), se fijará el porcentaje de marras admisibles se fijará en un 5%.

4.2.4. Control de la competencia por la vegetación herbácea

Dado que la cobertura herbácea es dispersa y de bajo crecimiento, tiene escasa influencia sobre los nuevos brinzales introducidos, se considera que este cuidado no es pertinente para el caso de este proyecto.

4.2.5. Riegos

4.2.5.1. Identificación de las alternativas

1. No realizar riegos (O riegos de socorro en caso de que los años sean extremadamente secos).
2. Riegos por goteo estándar
3. Microrriegos
4. Riegos de apoyo

4.2.5.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

El principal condicionante interno que nos encontramos es la extrema sequía estival, la gran extensión de superficie que abarca el proyecto y las características del terreno.

El principal condicionante externo es el carácter protector de la repoblación. A igualdad de idoneidad, se escogerá el método más económico.

4.2.5.3. Efectos de los riegos sobre los objetivos del proyecto

La buena elección de esta alternativa puede ser definitoria del porcentaje futuro de marras. Además, la diferencia entre implementar riego o no implementarlo va a suponer el encarecimiento del proyecto.

4.2.5.4. Elección definitiva de los riegos a implementar

Se han considerado los siguientes criterios a efectos del análisis para la elección definitiva de los riegos (o ausencia de estos):

1. Eficiencia de aplicación
2. Coste
3. Idoneidad de su aplicación en zonas áridas-semiáridas
4. Mantenimiento

El sistema de riego que se ha elegido como cuidado posterior a la repoblación han sido los riegos de apoyo. Estos se ejecutarán con un camión cisterna que dotará a cada planta con 1,8 litros de agua una vez al mes durante los meses de verano (desde julio hasta septiembre, ambos incluidos) y estarán programados para los dos primeros años desde que tenga lugar la plantación (periodo a partir del cual se considera que los brinzales disponen de la autonomía hídrica necesaria para poder subsistir independientemente de la aleatoriedad de las lluvias que caracterizan la zona del proyecto). La dosis de riego se podrá reducir o incluso suprimir en el caso de que un año se den episodios de lluvias estivales excepcionalmente cuantiosas, de manera que se eviten posibles daños a las plántulas por asfixia o pudrición radicular.

4.2.6. Podas

Se plantean podas de formación hasta 1/3 de la altura del árbol y a los 10 años de la plantación. Esta poda se hará en época de parada vegetativa de los árboles, es decir, en invierno, y preferiblemente a mediados de la estación.

Se podarán las especies de la repoblación pertenecientes a los géneros *Pinus* y *Quercus*, pero no los árboles pertenecientes a la especie *Crataegus monogyna*.

5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

(Para una exposición más detallada de la ingeniería del proyecto que se expondrá a continuación, ver *Anejo IX: Ingeniería del proyecto*).

5.1. REPOBLACIÓN

5.1.1. Apeo de rodales

Para la definición de los rodales de repoblación (Ver Plano 14. Rodales de repoblación) se han superpuesto los planos de pendientes y orientación (Planos 8 y 9 respectivamente). Las laderas de umbría van a repoblarse con *Pinus halepensis*, *Quercus faginea* y *Crataegus monogyna*. Las laderas con orientación de solana van a repoblarse con *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Quercus ilex* y *Crataegus monogyna*. A su vez, dentro de este primer criterio de definición de rodales se han diferenciado, a efectos de la preparación del terreno, aquellas zonas con pendiente superior al 55% del resto, que se mecanizarán con retroaraña y retroexcavadora respectivamente. Estos límites operativos para la maquinaria se han establecido en base a las indicaciones que aparecen en la Tabla 26. La superficie correspondiente a caminos y sendas se ha excluido de los rodales de repoblación por los siguientes motivos:

- Facilitar la defensa del terreno ante un posible incendio forestal (o la retirada en caso de emergencia).
- Motivos recreativos: Ya que estos caminos y senderos son disfrutados por ciclistas y senderistas.
- Otorgan acceso a las distintas zonas de la repoblación, facilitando las labores de la misma o posibles acciones futuras

Tabla 26: *Tipología de pendientes y posibilidades de mecanización de trabajos asociados al proceso repoblador (Fuente: Pemán et al., 2021).*

Pendientes		Posibilidades de mecanización		
Denominación	Rangos	En toda la superficie	En curvas de nivel	En línea de máxima pendiente
Terrenos llanos o poco inclinados	0 – 5 %	Sin restricciones para la mecanización. Uso de todo tipo de tractores y equipos		
Terrenos ligeramente inclinados	5 – 15 %			
Terrenos inclinados	15 - 25 %	No viable para tractores agrícolas	Todo tipo de tractores de cadenas. Retroexcavadora	
	25 – 35 %	No viable	Tractores de cadenas	Tractores de cadenas y retroexcavadoras
Terrenos escarpados	35 – 55 %	No viable	Tractores de alta estabilidad	Tractores de cadenas. Retroexcavadoras y retroaraña
	55 - 75 %	No viable	No viable	Retroaraña
	> 75 %	Limitante para trabajar sobre la ladera. Únicamente hidrosiembras		

Los rodales en los que queda dividida la zona del proyecto y la superficie en hectáreas de cada uno de ellos es la que aparece en la siguiente tabla:

Tabla 27: Rodales en los que queda dividido el proyecto de repoblación y superficie (S) en hectáreas de cada uno de ellos.

Rodal	S (ha)	Pendiente media (%)
1	0,98	55-75
2	1,40	35-55
3	1,23	55-75
4	7,26	15-25
5	3,02	55-75
6	0,68	20-30
7	1,15	55-75
8	4,81	15-25
9	5,15	20-30
10	0,56	55-75
11	0,63	55-75
12	2,26	30-45
13	0,35	55-75
14	7,26	20-30
15	2,87	25-35
16	8,03	30-40
17	1,42	15-25
18	5,53	25-35
19	1,41	25-35
20	9,31	25-35
21	1,44	55-75
22	0,91	55-75
23	8,13	25-35

5.1.2. Preparación del terreno

5.1.2.1. Maquinaria y aperos

El método de preparación del terreno elegido para la totalidad de la zona del proyecto ha sido el de banquetas con microcuenca, habiendo diferencias en cuanto a la mecanización de la labor del ahoyado, debiéndose estas a la pendiente del terreno. Así, en las zonas más altas de la ladera en las que la pendiente se movía entre los valores 55-75%, se ha escogido la retroaraña con potencia igual o superior a los 100 CV y en las zonas medias y bajas de ladera, en que las pendientes eran inferiores al 55%, la preparación del terreno se ejecutará con retroexcavadora de oruga hidráulica y potencia de al menos 100 CV. Los caballones laterales (con profundidad mínima de 20 cm) y la contrapendiente de aproximadamente 15 cm se harán manualmente independientemente de la pendiente del terreno.

Consiste en la remoción del suelo, sin extracción de la tierra, en un volumen de forma prismática mediante la acción de la cuchara de una retroexcavadora. El prisma removido es posteriormente refinado en su plataforma y se ejecutan, con azada, los regueros para conformar una banqueta con microcuenca. También con azada se

levantará la contrapendiente. Por tanto, en esta técnica deben distinguirse dos elementos:

1. La microcuenca o zona de impluvio (8,64 m²)
2. La banqueta o zona de recepción de la escorrentía, que es donde se coloca la planta (0,36 m²)

El único equipo necesario es una retroexcavadora hidráulica tipo oruga y con cazo de 40 a 50 cm, de buena estabilidad (Rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23) o una retroaraña (Rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22), ambas con una potencia igual o superior a los 100 CV.

Los valores de rendimiento se han estimado entre 30 y 55 banquetas/h para la retroexcavadora convencional (García-Latorre 1998) y de 50 a 70 banquetas/h con retroaraña.

5.1.2.2. Intensidad de la actuación

La densidad de plantación queda condicionada al método de preparación del terreno, por lo que esta será de 1111 plantas/ha (marco de plantación de 3 m x 3 m).

Los hoyos tendrán unas dimensiones de 0,6 m x 0,6 m x 0,6 m.

El número de hoyos que se requerirá que la maquinaria (retroexcavadora y retroaraña) abra en cada rodal será el siguiente:

Tabla 28: *Número de hoyos necesarios para la plantación en cada rodal*

Rodal	Hoyos
1	1089
2	1556
3	1366
4	8066
5	3356
6	756
7	1278
8	5344
9	5721
10	622
11	700
12	2511
13	388
14	8066
15	3189
16	8921
17	1578
18	6144
19	1567
20	10344
21	1600
22	1012

Tabla 28 (Cont.): *Número de hoyos necesarios para la plantación en cada rodal*

Rodal	Hoyos
23	9033
TOTAL	84207

5.1.2.3. Ejecución de la actuación

Microcuencas: Ahoyado mecanizado con retroexcavadora (sin desbroce previo)→Rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23

Con un marcado previo de banquetas (10 días antes de la preparación del terreno), la retroexcavadora avanza en línea de máxima pendiente y hacia arriba, estacionándose de forma que desde un mismo punto puede realizar las banquetas correspondientes a tres líneas. En cada banqueta clave el cazo, gira, levanta y suelta la tierra en el mismo, sitio, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones del prisma proyectado, que deben ser de, aproximadamente, 0,6 m x 0,6 m x 0,6 m. Cada hoyo será refinado posteriormente, dándole una ligera contrapendiente de al menos 15 cm hacia la ladera (alcorque) con el fin de aumentar la capacidad de retención de agua. Esta preparación del suelo se complementa manualmente con azada, con la que se crearán unos canales laterales en ángulo de 45° que parten de los vértices superiores y que tienen la misión de dirigir el flujo de la escorrentía superficial hacia la banqueta. La profundidad mínima de estos canales laterales/caballones será de 20 cm.

Microcuencas: Ahoyado mecanizado con retroaraña sin desbroce previo→Rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22

El método operativo será el mismo que el descrito anteriormente para el resto de rodales, pero la maquinaria a emplear será la retroaraña.

Para todos los rodales, la distribución de los hoyos-banquetas será al tresbolillo: La separación de las líneas en curva de nivel debe ser de 3 metros, igual que la separación entre ejes de banquetas dentro de una misma línea, colocando las banquetas de la línea consecutiva desfasadas, formando triángulos isósceles.

5.1.2.4. Rendimiento

Microcuencas: Apertura de banquetas con microcuencia con retroexcavadora→ Rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23

Considerando la densidad de plantación y rendimientos para la formación de banquetas con microcuencia previamente definidos, se estima que la preparación de una hectárea de terreno requerirá de 37 horas de trabajo efectivas. Teniendo en cuenta que un jornal consta de 7,5 horas efectivas de trabajo, el número de jornales necesario para estos rodales será de aproximadamente 5 jornales/ha.

Microcuencas: Ahoyado mecanizado con retroaraña sin desbroce previo→Rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22

Considerando la densidad de plantación y rendimientos para la formación de banquetas con microcuencia previamente definidos, se estima que la preparación de una hectárea de terreno requerirá de 23 horas de trabajo efectivas. Teniendo en cuenta que

un jornal consta de 7,5 horas efectivas de trabajo, el número de jornales necesario para estos rodales será de aproximadamente 3 jornales/ha.

Tabla 29: Superficie, horas de trabajo y jornales necesarios para ejecutar la preparación del terreno en cada uno de los rodales. (Incluido marqueo, y formación de banquetas con microcuenca).

Rodal	S(ha)	Horas de trabajo	Jornales (7, 5 horas efectivas de trabajo)
1	0,98	22,64	3,02
2	1,40	51,92	6,92
3	1,23	28,30	3,77
4	7,26	268,69	35,82
5	3,02	69,45	9,26
6	0,68	25,18	3,36
7	1,15	26,43	3,52
8	4,81	177,81	23,71
9	5,15	190,73	25,43
10	0,56	12,92	1,72
11	0,63	14,41	1,92
12	2,26	83,79	11,17
13	0,35	8,06	1,08
14	7,26	268,52	35,80
15	2,87	106,23	14,16
16	8,03	297,28	39,64
17	1,42	52,54	7,01
18	5,53	204,69	27,29
19	1,41	52,31	6,97
20	9,31	344,51	45,93
21	1,44	33,23	4,43
22	0,91	20,95	2,79
23	8,13	300,75	40,10
TOTAL	75,82	2661,34	354,85

5.1.3. Plantación

5.1.3.1. Tipo de planta

A continuación, se citarán las especies que conformarán el conjunto de la repoblación y las características de cada una (Tabla 30).

Tabla 30: Especies a introducir en la repoblación y características (Tipo, savias, tamaño del contenedor y procedencia) de cada una de ellas. Tabla elaborada en base a las indicaciones del Cuaderno de Zona N° 23.

Especie	Tipo	Savias	Tamaño del contenedor	Región de procedencia
<i>Pinus halepensis</i>	Envase forestal	1	300 cc	19- Repoblaciones de la Meseta Norte
<i>Pinus pinea</i>	Envase forestal	1	300 cc	1- Meseta Norte

Tabla 30 (Cont.): *Especies a introducir en la repoblación y características (Tipo, savias, tamaño del contenedor y procedencia) de cada una de ellas. Tabla elaborada en base a las indicaciones del Cuaderno de Zona Nº 23.*

Espece	Tipo	Savias	Tamaño del contenedor	Región de procedencia
<i>Quercus ilex</i>	Semilla	–	–	2- Cuenca Central del Duero
<i>Quercus faginea</i>	Semilla	–	–	7-Páramos Castellanos
<i>Crataegus monogyna</i>	Envase forestal	1	300 cc	RIU nº 17 (Tierras del Pan y del Vino) y 16 (Páramos del Duero-Fosa de Almazán)

Todos los materiales forestales de reproducción utilizados deberán disponer del Pasaporte Fitosanitarios y del documento del proveedor regulado por el RD 289/2003 y demás disposiciones aplicables.

5.1.3.2. Necesidades de planta

Proceden a especificarse las necesidades de planta para cada uno de los rodales desglosado por especies. Además, ante la posibilidad de daños sobre los materiales forestales de reproducción en el proceso logístico de traslado desde el vivero hasta su plantación (temperaturas extremas, desecación de la parte aérea y radical, sufrir daños mecánicos o sufrir problemas sanitarios durante el almacenamiento), el porcentaje de plantas o semillas que se solicitará al vivero se incrementará en un 5%.

Tabla 31: *Necesidades de planta por especies para cada uno de los rodales que conforman la repoblación.*

Rodal	S (ha)	Densidad de plantación (pies/ha)	Especies	%	Planta (+5%)
1	0.98	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	800.25
			<i>Quercus faginea</i>	20	228.64
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	114.32
2	1.4	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1143.22
			<i>Quercus faginea</i>	20	326.63
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	163.32
3	1.23	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	717.43
			<i>Pinus pinea</i>	30	430.46
			<i>Quercus ilex</i>	15	215.23
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	71.74

Rodal	S (ha)	Densidad de plantación (pies/ha)	Especies	%	Planta (+5%)
4	7.26	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	4234.58
			<i>Pinus pinea</i>	30	2540.75
			<i>Quercus ilex</i>	15	1270.37
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	423.46
5	3.02	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	2466.09
			<i>Quercus faginea</i>	20	704.60
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	352.30
6	0.68	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	555.28
			<i>Quercus faginea</i>	20	158.65
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	79.33
7	1.15	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	670.77
			<i>Pinus pinea</i>	30	402.46
			<i>Quercus ilex</i>	15	201.23
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	67.08
8	4.81	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	2805.55
			<i>Pinus pinea</i>	30	1683.33
			<i>Quercus ilex</i>	15	841.67
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	280.56
9	5.15	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	3003.87
			<i>Pinus pinea</i>	30	1802.32
			<i>Quercus ilex</i>	15	901.16
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	300.39
10	0.56	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	326.63
			<i>Pinus pinea</i>	30	195.98
			<i>Quercus ilex</i>	15	97.99
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	32.66
11	0.63	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	514.45
			<i>Quercus faginea</i>	20	146.99
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	73.49
12	2.26	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1845.48
			<i>Quercus faginea</i>	20	527.28
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	263.64
13	0.35	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	204.15
			<i>Pinus pinea</i>	30	122.49
			<i>Quercus ilex</i>	15	61.24
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	20.41
14	7.26	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	4234.58
			<i>Pinus pinea</i>	30	2540.75
			<i>Quercus ilex</i>	15	1270.37
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	423.46
15	2.87	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	2343.60
			<i>Quercus faginea</i>	20	669.60

Tabla 31 (Cont.): Necesidades de planta por especies para cada uno de los rodales que conforman la repoblación.

Rodal	S (ha)	Densidad de plantación (pies/ha)	Especies	%	Planta (+5%)
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	334.80
16	8.03	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	4683.70
			<i>Pinus pinea</i>	30	2810.22
			<i>Quercus ilex</i>	15	1405.11
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	468.37
17	1.42	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1159.55
			<i>Quercus faginea</i>	20	331.30
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	165.65
18	5.53	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	3225.51
			<i>Pinus pinea</i>	30	1935.31
			<i>Quercus ilex</i>	15	967.65
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	322.55
19	1.41	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1151.38
			<i>Quercus faginea</i>	20	328.97
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	164.48
20	9.31	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	5430.29
			<i>Pinus pinea</i>	30	3258.17
			<i>Quercus ilex</i>	15	1629.09
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	543.03
21	1.44	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1175.88
			<i>Quercus faginea</i>	20	335.97
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	167.98
22	0.91	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	530.78
			<i>Pinus pinea</i>	30	318.47
			<i>Quercus ilex</i>	15	159.23
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	53.08
23	8.13	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	4742.03
			<i>Pinus pinea</i>	30	2845.22
			<i>Quercus ilex</i>	15	1422.61
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	474.20

Las necesidades de planta (cantidades que se solicitarán al vivero) por especies serán las siguientes (para las especies pertenecientes al género *Quercus*, las necesidades de semilla se duplican, pues se van a introducir dos por protector de semilla para aumentar las posibilidades de germinación:

Tabla 32: Necesidad de planta o semilla (especies del género *Quercus*) por especies.

Especie	Necesidad de planta	Necesidad de semilla
<i>Pinus halepensis</i>	47965	
<i>Pinus pinea</i>	20886	
<i>Quercus ilex</i>	-	20886

Tabla 32 (Cont.): Necesidad de planta o semilla (especies del género *Quercus*) por especies.

Especie	Necesidad de planta	Necesidad de semilla
<i>Quercus faginea</i>	-	7518
<i>Crataegus monogyna</i>	5360	

5.1.3.3. Viveros

Para la reducción de costes en el proceso de transporte de plantas y semillas, se escogerán los viveros que tengan el material forestal de nuestra elección disponible y que diste menos de 100 km de la zona de proyecto.

5.1.3.4. Alzado, almacenamiento, transporte y recepción en el monte de las plantas o semillas

En este apartado se describirá el manejo de la planta desde su alzado en el vivero hasta que es plantada por el plantador para el caso del presente proyecto teniendo en cuenta las necesidades de planta y semillas previamente expuestas.

Alzado de la planta

Las plantas en contenedor no serán extraídas de su envase y se colocarán en cajas para el transporte. (Los envases deberán ser devueltos al vivero una vez realizada la plantación).

Almacenamiento y manejo de la planta en el vivero hasta el transporte

Las plantas se almacenarán en cajas de cartón. Para el caso de las semillas (*Quercus ilex* y *Quercus faginea*), no se tolerarán períodos de almacenamiento superiores a los 3 años, al ser estas recalcitrantes, y su conservación debe realizarse en el intervalo de temperaturas -3 °C a 5°C, almacenadas en bolsas de polietileno.

Transporte

El transporte de las plantas en envase será en las mismas cajas de cartón en las que fueron almacenadas y las semillas también serán transportadas en cajas, al requerir menos espacio y otorgar cierta protección física (la carga además deberá ir debidamente amarrada). El transporte tendrá lugar a primera hora de la mañana o en días nublados para evitar la desecación de la mercancía (por este mismo motivo la caja del camión ha de estar cerrada). Considerando que el camión tiene una capacidad de transporte de 9 m³ y cada caja tiene un volumen aproximado de 45000 cm³, se necesitarán 7,4 viajes solo para el transporte de plantas. Suponiendo que las bellotas tienen un volumen aproximado de 3 cm³, hace que se requieran de dos cajas. Por tanto, para el transporte de todo el material vegetal se requerirá de 8 viajes de ida y vuelta desde el vivero hasta la zona del proyecto (4 jornales de conductor y 4 de peón).

Recepción y mantenimiento de la planta en el monte hasta su plantación

Para reducir los tiempos de espera de plantación, se evitará el transporte de lotes muy numerosos, para reducir los tiempos de espera de plantación. Una vez en el monte, las plantas en contenedor deberán disponerse en un lugar resguardado del viento, protegido de las heladas y donde se disponga de agua para la realización de los riegos de mantenimiento.

5.1.3.5. Época de plantación y siembra

Como ya se ha definido previamente, tanto la plantación como la siembra están programadas para que comiencen el 1 de octubre. La plantación y la siembra se podrán retrasar por motivos de heladas, fuertes vientos, déficit de humedad en el suelo o si el terreno no presenta el tempero adecuado, pero se procurará que las obras no se prolonguen más allá del 11 de noviembre (fecha de inicio del periodo de heladas probables). En el caso de que se precise atrasar o la plantación o la siembra pasada esta fecha, se atrasará la siembra, al ser las semillas menos sensibles al descenso de temperaturas por estar enterradas.

5.1.3.6. Herramientas

Tanto la plantación como la siembra se ejecutarán de forma manual, con una azada de boca estrecha.

5.1.3.7. Distribución de la planta

Tanto las plantas como las semillas se irán llevando a la zona del proyecto a medida que estas sean necesarias. Esta distribución tendrá lugar a primera hora de la mañana y en cantidades suficientes para asegurar su disponibilidad a lo largo de la jornada laboral planteada. En el caso de que, una vez recibida en monte, la humedad del cepellón de la planta esté alejada de su punto de saturación, será necesaria la aplicación de riegos de mantenimiento antes de su implantación definitiva.

5.1.3.8. Plantación y siembra

Plantación

Sobre el terreno previamente preparado se abrirá una cata, se eliminarán las piedras que pudiesen existir y se coloca la planta siguiendo las siguientes indicaciones:

- El tallo ha de quedar recto y el cepellón sin deformaciones
- Deberán disgregarse los terrones y las piedras del interior de los hoyos de plantación
- La planta se enterrará al nivel del cuello de la raíz y se compactará la tierra con el pie alrededor de la misma para un mejor contacto suelo-raíz.
- Se hará con el pie una media luna en el terreno y alrededor de la plántula a modo de microcuenca para facilitar la retención de agua por escorrentía.

Siembra

La siembra manual y por puntos, que se realiza con tubos protectores, consistirá en la introducción del protector con las dos semillas en el suelo. Para evitar deformaciones en la raíz cuando la bellota empiece a germinar, se procurará, en la medida de lo posible, que la semilla quede dispuesta en el interior del protector de manera horizontal. También se extraerá, con la ayuda de la azada, la tierra del hoyo, el cual deberá tener una profundidad de entre 10 y 15 cm y se colocará el protector de semillas. A continuación, se echa tierra fina sin piedras hasta que tanto la bellota como la corona de alambre quede completamente cubierta y se continúa echando hasta que

también quede cubierta la pelota del interior del tubo. En este caso, a diferencia de la plantación, la tierra no deberá quedar excesivamente compactada, sino que deberá quedar un poco suelta para facilitar la germinación de la semilla.

Para la colocación del tubo protector, este deberá ser ligeramente enterrado y aporcado; La tierra a su alrededor deberá compactarse y se fijará al tutor de acacia (el cual deberá enterrarse como mínimo 30 cm) mediante bridas.

5.1.3.9. Rendimientos

El rendimiento de la plantación manual de plantas en contenedor y con protector según Serrada será de 150 plantas por jornal (2000). Los jornales para la plantación (*Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Crataegus monogyna*) para cada uno de los rodales de repoblación son los siguientes:

Tabla 33: Jornales necesarios para la plantación (*Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Crataegus monogyna*) de cada rodal.

Rodal	S (ha)	Nº plantas	Jornales
1	0,98	871	5,81
2	1,40	1245	8,30
3	1,23	1161	7,74
4	7,26	6856	45,71
5	3,02	2685	17,90
6	0,68	605	4,03
7	1,15	1086	7,24
8	4,81	4542	30,28
9	5,15	4863	32,42
10	0,56	529	3,53
11	0,63	560	3,73
12	2,26	2009	13,39
13	0,35	330	2,20
14	7,26	6856	45,71
15	2,87	2551	17,01
16	8,03	7583	50,55
17	1,42	1262	8,41
18	5,53	5222	34,81
19	1,41	1254	8,36
20	9,31	8792	58,61
21	1,44	1280	8,53
22	0,91	860	5,73
23	8,13	7678	51,19
TOTAL			471,20

El Gobierno de Navarra, en la siembra por puntos con colocación de tubo protector, estima un rendimiento de 47 horas los mil puntos. Los jornales para la siembra

(*Quercus ilex* y *Quercus faginea*) para cada uno de los rodales de repoblación son los siguientes:

Tabla 34: *Jornales necesarios para la siembra (Quercus ilex y Quercus faginea) de cada rodal.*

Rodal	S (ha)	Nº hoyos	Nº horas	Jornales
1	0,98	218	10,25	1,37
2	1,40	311	14,62	1,95
3	1,23	205	9,64	1,29
4	7,26	1210	56,89	7,59
5	3,02	671	31,55	4,21
6	0,68	151	7,10	0,95
7	1,15	192	9,03	1,20
8	4,81	802	37,71	5,03
9	5,15	858	40,34	5,38
10	0,56	93	4,37	0,58
11	0,63	140	6,58	0,88
12	2,26	502	23,60	3,15
13	0,35	58	2,73	0,36
14	7,26	1210	56,89	7,59
15	2,87	638	30,00	4,00
16	8,03	1338	62,91	8,39
17	1,42	316	14,86	1,98
18	5,53	922	43,35	5,78
19	1,41	313	14,72	1,96
20	9,31	1552	72,97	9,73
21	1,44	320	15,04	2,01
22	0,91	152	7,15	0,95
23	8,13	1355	63,70	8,49
TOTAL				84,80

5.1.4. Riegos

Los riegos de apoyo se ejecutarán con un camión cisterna que dotará a cada planta con 1,8 litros de agua una vez al mes durante los meses de verano (desde julio hasta septiembre ambos incluidos). Es decir, a cada planta se le aportará cada año un total de 5,4 litros de agua (10,8 litros en los dos años en que se han programado riegos). Teniendo en cuenta las densidades de plantación previamente definidas, cada año se suministrarán 454717,8 litros de agua al conjunto de la repoblación (909435,6 litros en total).

Teniendo en cuenta que cada camión cisterna tiene una capacidad de 10000 litros de agua, para regar la totalidad de la superficie repoblada se requerirá de 46 camiones cada año. Considerando un rendimiento aproximado de 1000 unidades de riego/hora, se estima que el vaciado de los camiones cisterna va a requerir de 6,5 horas efectivas de trabajo cada verano (13 horas de trabajo entre las dos temporadas).

Estos riegos se programarán para que tengan lugar a principios de cada mes, y se procurará que el periodo de aplicación de la dosis de riego mensual no sobrepase los 15 días. El suministro de agua se hará a primera hora del día.

5.1.5. Reposición de marras

La época para realizar la evaluación de marras será el invierno del año 2 tras la plantación o siembra y el límite admisible, teniendo en cuenta la densidad inicial de plantación y siembra planteada para la repoblación, se ha fijado en un 5% (aplicado por rodales o zonas evaluadas individualmente, no al conjunto del monte).

La especie de planta con la que se hará la reposición será la misma que la de la repoblación original. No obstante, a la hora de reponer marras de pies pertenecientes al género *Quercus*, el material vegetal de reposición ya no será semilla si no planta en envase con capacidad superior a los 250 cc para evitar que los nuevos pies queden dominados (ya que las semillas aún no están germinadas). Además, todas las plantas con las que se haga la reposición deberán tener un tubo protector y tutor con las mismas características que los de la repoblación original.

5.1.6. Podas

Las podas se plantearán para que se ejecuten a los 10 años de edad de la masa y a una altura de 1/3 del total del árbol, en la época de parada vegetativa (invierno) y preferiblemente a mediados de la estación. Con este tratamiento se rompe la continuidad vertical del combustible y se mejora la calidad de la masa.

5.1.7. Claras y clareos

Se considera claro a la operación selvícola por la cual se extraerán de la masa principal los pies sobrantes de los primeros estadios de la masa (re poblado y monte bravo). De esta extracción no se percibirá ningún tipo de aprovechamiento a nivel comercial. El material deberá ser retirado y triturado en un periodo de tiempo que no supere las dos semanas, para reducir el riesgo de plagas, enfermedades e incendios forestales.

5.2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

5.2.1. Colocación de protectores

5.2.1.1. Procedimiento

Protectores de plántulas (Tubos invernadero): Los tubos invernaderos protectores de plántulas (de características previamente definidas) se colocarán alrededor de las plántulas y las semillas con el objetivo de otorgar a estas protección física y un ambiente favorable a su desarrollo. Una vez superado el riesgo de predación (una vez las plántulas asomen por encima del tubo) han de retirarse para que no se produzcan deformaciones en la ramificación.

Protector de semillas (Reque y Martín, 2013): Para las bellotas de *Quercus ilex* y *Quercus faginea*, el método de protección será la colocación de tubos protectores de semilla mixtos (que también requieren de tutor de acacia de 1,70 m). Estos tubos son mixtos porque su parte superior está formada por los tubos protectores de plántulas

7. NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

La ejecución de todos los trabajos y labores necesaria para la correcta consecución de los objetivos del Proyecto se debe llevar a cabo de acuerdo con las directrices que se exponen en el Documento 4. Pliego de condiciones. No obstante, es importante indicar que, será necesario acotar los terrenos al pastoreo durante los diez años posteriores a la ejecución de la repoblación para evitar el fracaso de esta debido a los posibles daños que pueda originar la fauna sobre los nuevos brinzales implantados. De la misma manera, está prohibido el uso del fuego, de manera que no se pongan en riesgo ni los terrenos de la repoblación ni los aledaños, especialmente el núcleo urbano de bercero y su población, al conformar el extenso paisaje cerealista de la comarca un medio ideal para la rápida propagación del fuego. Asimismo, se evitará la contaminación del monte, ríos y depósitos de agua, aire y/o cultivos, por efecto de los combustibles, aceites, residuos o desperdicios, o cualquier otro material que pueda ser perjudicial o deteriorar el entorno.

8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Durante la ejecución de las distintas fases de obra, será obligatorio que todo el personal de la obra cumpla con las normas y condiciones dispuestas en el Anejo XIV. Estudio de Seguridad y Salud.

9. LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la ejecución de este proyecto se deben cumplir todas las leyes, órdenes, reales decretos, reglamentos, directivas y normativas que han sido incluidas en el Anejo XIII. Legislación aplicable.

10. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

10.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La repoblación en que se basa este proyecto es de carácter eminentemente protector por lo que, los ingresos directos, derivados del aprovechamiento de la masa, van a limitarse a los obtenidos de las podas y claras (por venta de lo apeado y leñas). No obstante, hay una serie de beneficios que la repoblación del presente proyecto va a aportar indirectamente a la economía de la zona. Entre estos podemos encontrar:

- La contratación de mano de obra (que, como se ha citado previamente, tendrá preferencia el personal cualificado del municipio o municipios adyacentes a Bercero) durante las labores de ejecución y mantenimiento.
- La mitigación de los procesos erosivos con la introducción de masa forestal va a frenar el avance de las cárcavas, que destruye la zona de cultivo ubicada en el páramo, convirtiendo unos terrenos productivos (de los que se obtiene un beneficio económico) en improductivos.
- El incremento de la afluencia de público al monte "El Cárcavo" debido a la mejora del paisaje, favorecerá un turismo que puede aportar numerosos beneficios al municipio de Bercero.

- Aumento de la superficie verde, la cual, una vez haya alcanzado el estado de madurez suficiente, podrá actuar como un gran sumidero de carbono; Por medio del uso de la calculadora de absorciones del MITECO, se estima que las absorciones de CO₂ por la masa forestal siempre y cuando no se dé un incendio forestal o una plaga que ponga en riesgo a la masa, será, en un periodo de 80 años, de 21061,11 t CO₂. A parte del beneficio ecológico derivado del aporte de oxígeno por la masa, la inscripción de esta como proyecto de absorción podría ser una importante fuente de ingresos.

10.2. EVALUACIÓN SOCIAL

Bajo el punto de vista social, el Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal de las laderas del Monte "El Cárcavo", va a aportar una serie de beneficios, como puede ser el fomento del patrimonio natural, derivado de la instauración de una masa forestal pluriespecífica que se espera que evoluciona hacia la categoría de bosque. Esto a su vez, dará lugar a un incremento de la calidad paisajística y la biodiversidad, por lo que la experiencia de vista al monte por parte de los usuarios de este será más placentera.

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

El impacto ambiental que el proyecto va a generar en el monte va a ser mínimo, limitándose al que genere el paso de la maquinaria que, teniendo en cuentas las características de las mismas, va a ser muy leve. Esta pequeña perturbación del medio durante la fase de ejecución de las obras se verá rápidamente compensada por los beneficios ambientales derivados del control de la erosión y de los sedimentos, la creación de refugios de fauna, la aceleración de la sucesión vegetal y el favorecimiento de la edafogénesis.

Según la Ley 21/2013 de evaluación ambiental, este proyecto no debe someterse a un Estudio de Impacto Ambiental ya que la superficie de forestación (replantación, mediante siembra o plantación, de un terreno que era agrícola o estaba dedicado a otros usos no forestales) según la definición del artículo 6.g) de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, no es superior a las 50 hectáreas.

11. PRESUPUESTO

En el presente apartado se van a mostrar los resultados finales del cálculo de los presupuestos de ejecución material y de ejecución por contrata (Ver Documento 5: Presupuesto).

11.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Tabla 36: *Resumen por capítulos y total del presupuesto de ejecución material del presente proyecto*

Capítulo I: Preparación del terreno	173 082,47 €
Capítulo II: Plantación y siembra	481 161,46 €
Capítulo III: Riegos	16 759,60 €
Capítulo IV: Seguridad y salud	7 739,32 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	678 742,85 €

ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID) A **SEISCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (678 742,85 €)**.

11.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

El Presupuesto de Ejecución por Contrata resulta de aplicar al Presupuesto de Ejecución Material, el porcentaje correspondiente a los gastos generales (13%), el beneficio industrial (6%) y el I.V.A., siendo importante destacar que, el I.V.A que se aplica a la planta y semilla forestal es del 10%, mientras que el que se aplica al resto de los materiales y obras del proyecto se corresponde con el I.V.A. estándar del 21%.

ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID) A **NOVECIENTOS SIETE MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS (907 668,55 €)**.

Valladolid, diciembre de 2022



Fdo.: Ana Espinel Gómez

ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE GENERAL DE LOS ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO I: ESTUDIO CLIMÁTICO.

ANEJO II: ESTUDIO EDAFOLÓGICO.

ANEJO III: ESTUDIO GEOLÓGICO.

ANEJO IV: ESTUDIO DE LA CUENCA.

ANEJO V: VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO.

ANEJO VI: ESTUDIO DE FAUNA.

ANEJO VII: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.

ANEJO VIII: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

ANEJO IX: INGENIERÍA DEL PROYECTO.

ANEJO X: PREPARACIÓN DEL SUELO Y ECONOMÍA DEL AGUA. MODIPÉ.

ANEJO XI: PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS.

ANEJO XII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.

ANEJO XIII: LEGISLACIÓN APLICABLE.

ANEJO XIV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

ANEJO XV: BIBLIOGRAFÍA.

ANEJO XVI: FOTOGRAFICO.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo I. Estudio climático

ÍNDICE DEL ANEJO I: ESTUDIO CLIMÁTICO

1.	Introducción	1
2.	Situación de la zona de estudio	1
3.	Justificación de la elección del observatorio	2
3.1.	Período óptimo	3
3.2.	Estimación de valores ausentes en las series.....	3
4.	Balance de radiación y evaporación equivalente mensuales	3
4.1.	Balance de radiación	3
4.2.	Evaporación equivalente: método Penman-Monteith (fao, 2006).....	6
5.	Elementos climáticos hídricos. Precipitaciones totales.....	8
5.1.	Cuadro resumen de precipitaciones y su representación gráfica. Año tipo de precipitaciones	8
5.2.	Estudio de la dispersión: método de los quintiles.....	11
5.3.	Histograma de frecuencia de las precipitaciones	14
6.	Precipitaciones máximas en 24 horas.....	14
7.	Elementos climáticos térmicos.....	15
7.1.	Cuadro resumen de temperaturas. Año tipo de temperaturas	15
8.	Régimen de heladas.....	18
8.1.	Estimaciones directas.....	18
8.2.	Estimaciones indirectas: criterios de Emberger (1932) y Papadakis (1952)..	18
8.2.1.	Régimen de heladas según Emberger (1932).....	18
8.2.2.	Estaciones libres de heladas según Papadakis (1952).....	19
9.	Índices climáticos.....	21
9.1.	Índice de pluviosidad de Lang (1915)	21
9.2.	Índice de Vernet (1966)	21
9.3.	Índice de Dantin-Revenga (1940)	22
9.4.	Índice de Martonne.....	22
9.5.	Índice de Emberger (1932).....	23
9.6.	Índice de productividad potencial forestal de Paterson (1956).....	24
10.	Índices de continentalidad.....	26
10.1.	Índice de continentalidad de Gorzynski (1920)	27
10.2.	Índice de oceanidad de Kerner (1962).....	27
10.3.	Índice de Rivas-Martínez (1987).....	28
11.	Representaciones mixtas	28
11.1.	Climodiagrama ombrotérmico de Gausson (1953).....	28
11.2.	Climodiagrama de termohietas	29
12.	Clasificación de Köppen (simplificada por Strahler y Strahler, 1989).....	30

13.	Clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990).....	31
14.	Bioclimatología.....	32
14.1.	Índice de termicidad.....	32
14.2.	Pisos bioclimáticos	32
14.3.	Horizontes o subpisos bioclimáticos	33
14.4.	Período de actividad vegetal.....	33
14.5.	Ombroclima	33
14.6.	Índice de aridez estival bimensual	34
15.	Índices hidrológicos en relación con el clima.....	34
15.1.	Módulo pluviométrico anual	34
15.2.	Módulo pluviométrico anual medio.....	34
15.3.	Índice de humedad anual.....	34
15.4.	Índice de irregularidad pluviométrico	36
15.5.	Índice de aridez de la UNESCO (UNEP, 1992).....	37
15.6.	Índice de agresividad climática de Fournier (1960).....	37
15.7.	Factor de erosividad medio de la lluvia: factor R de la usle (1978)	39
16.	Régimen de humedad y temperatura del suelo (Soil Taxonomy)	41
16.1.	Régimen de temperatura	41
16.2.	Régimen de humedad	42

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo, se recogen los datos climáticos del municipio de Bercero, donde se encuentra la zona de ejecución de nuestro Proyecto. Esta descripción de las variables climáticas de la zona (precipitaciones, régimen de heladas, temperaturas...) tiene un doble objetivo: Por un lado, describir el marco de actuación desde el punto de vista ambiental y por otro, servir de apoyo para tomar las decisiones que procedan.

El presente anejo climático, a no ser que se indique lo contrario, se ha realizado en base a:

- Las directrices expuestas en: "*Guión del trabajo de climatología*". elaborado por el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid (s.f.).
- Los datos climáticos aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (A.E.MET.)
- Temperatura expresada en °C y precipitaciones en mm.
- Nomenclatura: Los subíndices que aparezcan en números romanos hacen referencia al mes dentro del año (siendo I enero y XII diciembre), mientras que los subíndices que aparezcan en números arábigos harán referencia a una ordenación de menor a mayor con respecto a cierto valor (siendo 1 el valor más bajo y 12 el valor más alto).

De la misma manera, todas las tablas y figuras son de elaboración propia a no ser que se indique lo contrario.

2. SITUACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la Tabla 1 se muestran una serie de datos de referencia que van a servir de guía para la elección del observatorio que va a servir de base para nuestro estudio. Los datos de latitud y longitud son los del centroide del polígono definitorio de la zona de estudio y la altitud es la altitud media entre la cota más alta y la más baja

Tabla 1: *Resumen de los datos de situación de la zona de estudio.*

Nombre del paraje	Monte "El Cárcavo"
Municipio	Bercero
Comarca	Tierra del Vino
Provincia	Valladolid
Latitud	41° 34' 33,5" N
Longitud	-5° 4, 42' 42, 28" O
Altitud (m)	760
Coordenadas UTM	326728,23; 4604784,96

3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO

Para la elección del observatorio, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- 1) Que sea cercano a la zona del proyecto.
- 2) Que las características geo-ambientales sean similares a las de la zona del proyecto
- 3) Que las series de datos sean adecuadas (Ver apartado 3.1. Período óptimo)

Según los datos aportados por la A.E.MET., no existen estaciones pertenecientes al municipio de Bercero, siendo las estaciones más cercanas a este:

Tabla 2: *Estaciones meteorológicas más cercanas al municipio de Bercero, distancia a este y altitud a la que se encuentran. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (s.f.a).*

Nombre	Municipio al que pertenece	Distancia al municipio de Bercero (km)	Altitud (m)
Rueda	Rueda	17,22	715
Valladolid	Valladolid	26,51	735

Tabla 3: *Resumen de las características de los observatorios más cercanos al municipio de Bercero. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (s.f.a).*

Nombre del observatorio/estación meteorológica	Rueda	Valladolid
Provincia	Valladolid	Valladolid
Indicativo climatológico	2507 Y	2422
Cuenca hidrográfica	Cuenca del Duero	Cuenca del Duero
Tipo de observatorio	Estación completa	Estación completa
Período de observaciones	2004-2021 (18 años)	1974-2021 (48 años)
Latitud	41° 25' 28" N	41° 38' 27" N
Longitud	4° 57' 55" O	4° 45' 16" O
Altitud (m)	715	735

A pesar de que el observatorio ubicado en el municipio de Rueda es ligeramente más próximo a Bercero, su serie de datos es demasiado pobre para realizar el estudio de las precipitaciones, por lo que en todo el anejo climático se usarán los datos aportados por el observatorio de Valladolid, debido a su mayor serie de datos y a que tiene una altitud más similar a la de nuestra zona del proyecto.

3.1. PERÍODO ÓPTIMO

Se considerarán como válidas, series de temperaturas de al menos 15 años, series de insolación de al menos 10 años y series de precipitaciones (tanto mensuales como para las precipitaciones máximas en 24 horas) de al menos 30 años.

3.2. ESTIMACIÓN DE VALORES AUSENTES EN LAS SERIES

En la estación climática de Valladolid, no hay ausencia de datos ni pluviométricos ni termométricos a lo largo del período 1974-2021, por tanto, no será necesario estimar ninguno.

4. BALANCE DE RADIACIÓN Y EVAPORACIÓN EQUIVALENTE MENSUALES

4.1. BALANCE DE RADIACIÓN

Para el estudio de la radiación se han empleado los datos tomados por la estación de Valladolid, de acuerdo con la Ecuación (1).

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Ecuación (1): Cálculo de la radiación neta (Rn)

En la Tabla 4, se presentan una serie de parámetros intermedios que son necesarios calcular para llegar a hallar la radiación neta. Los parámetros que aparecen en la tabla, sus expresiones de cálculo, así como su interpretación, se han obtenido de los apuntes obtenidos del área de edafología y química agrícola de la ETSIIAA: "Tema 13: Factores del clima" (s.f.b).

La serie de datos con la que se ha trabajado para los cálculos de radiación abarca desde 1976 a 2021.

Tabla 4: Resumen de Radiación mensual correspondiente al observatorio de Valladolid situado a una altitud de 735 m, según PENMAN MONTEITH (FAO, s.f.)

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.
Ra [MJ m² d⁻¹]	14,4	19,8	26,75	34,4	39,6	41,9	40,8	36,5	29,6	21,95	15,7	13
n [h d⁻¹]	3,27	5,04	6,79	7,64	8,76	10,77	11,57	10,71	8,32	5,61	3,82	3,81
N [h d⁻¹]	9,4	10,45	11,7	13,15	14,3	14,9	14,7	13,65	12,25	10,7	9,65	9,1
n/N	0,35	0,48	0,58	0,58	0,61	0,72	0,79	0,78	0,68	0,52	0,40	0,42
Rs [MJ m² d⁻¹]	6,11	9,73	14,45	18,59	22,03	25,62	26,25	23,45	17,45	11,24	7,03	5,97
Rso [MJ m⁻² d⁻¹]	11,01	15,14	20,46	26,31	30,28	32,04	31,20	27,91	22,64	16,79	12,01	9,94
Rs/Rso	0,55	0,64	0,71	0,71	0,73	0,80	0,84	0,84	0,77	0,67	0,59	0,60
T [°C]	8,22	11,21	14,90	16,90	21,20	26,80	30,62	30,12	25,80	19,19	12,41	8,75
t [°C]	0,34	0,96	2,62	4,68	7,80	11,55	13,88	14,00	11,29	7,52	3,29	1,30
ea [kPa]= e^o(T)	1,09	1,33	1,69	1,93	2,52	3,52	4,40	4,27	3,32	2,22	1,44	1,13
Rns [MJ m⁻² d⁻¹]	4,88	7,78	11,56	14,87	17,62	20,49	21,00	18,76	13,96	8,99	5,63	4,77
Rnl [MJ m⁻² d⁻¹]	2,24	2,75	2,95	2,80	2,50	2,02	1,37	1,48	2,08	2,40	2,32	2,58

Tabla 4 (Cont.): Resumen de Radiación mensual correspondiente al observatorio de Valladolid situado a una altitud de 735 m, según PENMAN MONTEITH (FAO, s.f.)

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.
Rn [MJ m ⁻² d ⁻¹]	2,64	5,03	8,61	12,06	15,12	18,47	19,64	17,28	11,88	6,59	3,31	2,19

Podemos concluir con que los meses que tienen una radiación neta mayor son los de verano y los que menor los de invierno.

Donde:

R_a: Radiación solar extraterrestre. Este valor se ha obtenido por medio de la interpolación entre los datos de 40° y 42° de latitud para todos los meses del año en el hemisferio norte (Ver Tabla 5), al encontrarse la zona de proyecto a una de 41° y 34'. (*El mismo procedimiento se ha aplicado para el cálculo de los datos de N)

n: Horas de sol diarias. Calculadas a partir de los valores medios de las horas de sol diarias para cada mes para el total de la serie de datos del observatorio de Valladolid.

N: Insolación máxima diaria. (Ver Tabla 6) *

Tabla 5: Valores de radiación solar extraterrestre (R_a) para el quinceavo día del mes según latitud, mes y hemisferio. (Fuente: Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.a)) (Modificado por Ana Espinel)

Hemisferio Norte												Lat. grad.
Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
0,0	2,6	10,4	23,0	35,2	42,5	39,4	28,0	14,9	4,9	0,1	0,0	70
0,1	3,7	11,7	23,9	35,3	42,0	38,9	28,6	16,1	6,0	0,7	0,0	68
0,6	4,8	12,9	24,8	35,6	41,4	38,8	29,3	17,3	7,2	1,5	0,1	66
1,4	5,9	14,1	25,8	35,9	41,2	38,8	30,0	18,4	8,5	2,4	0,6	64
2,3	7,1	15,4	26,6	36,3	41,2	39,0	30,6	19,5	9,7	3,4	1,3	62
3,3	8,3	16,6	27,5	36,6	41,2	39,2	31,3	20,6	10,9	4,4	2,2	60
4,3	9,6	17,7	28,4	37,0	41,3	39,4	32,0	21,7	12,1	5,5	3,1	58
5,4	10,8	18,9	29,2	37,4	41,4	39,6	32,6	22,7	13,3	6,7	4,2	56
6,5	12,0	20,0	30,0	37,8	41,5	39,8	33,2	23,7	14,5	7,8	5,2	54
7,7	13,2	21,1	30,8	38,2	41,6	40,1	33,8	24,7	15,7	9,0	6,4	52
8,9	14,4	22,2	31,5	38,5	41,7	40,2	34,4	25,7	16,9	10,2	7,5	50
10,1	15,7	23,3	32,2	38,8	41,8	40,4	34,9	26,6	18,1	11,4	8,7	48
11,3	16,9	24,3	32,9	39,1	41,9	40,6	35,4	27,5	19,2	12,6	9,9	46
12,5	18,0	25,3	33,5	39,3	41,9	40,7	35,9	28,4	20,3	13,9	11,1	44
13,8	19,2	26,3	34,1	39,5	41,9	40,8	36,3	29,2	21,4	15,1	12,4	42
15,0	20,4	27,2	34,7	39,7	41,9	40,8	36,7	30,0	22,5	16,3	13,6	40
16,2	21,5	28,1	35,2	39,9	41,8	40,8	37,0	30,7	23,6	17,5	14,8	38
17,5	22,6	29,0	35,7	40,0	41,7	40,8	37,4	31,5	24,6	18,7	16,1	36
18,7	23,7	29,9	36,1	40,0	41,6	40,8	37,6	32,1	25,6	19,9	17,3	34
19,9	24,8	30,7	36,5	40,0	41,4	40,7	37,9	32,8	26,6	21,1	18,5	32
21,1	25,8	31,4	36,8	40,0	41,2	40,6	38,0	33,4	27,6	22,2	19,8	30
22,3	26,8	32,2	37,1	40,0	40,9	40,4	38,2	33,9	28,5	23,3	21,0	28
23,4	27,8	32,8	37,4	39,9	40,6	40,2	38,3	34,5	29,3	24,5	22,2	26
24,6	28,8	33,5	37,6	39,7	40,3	39,9	38,3	34,9	30,2	25,5	23,3	24
25,7	29,7	34,1	37,8	39,5	40,0	39,6	38,4	35,4	31,0	26,6	24,5	22
26,8	30,6	34,7	37,9	39,3	39,5	39,3	38,3	35,8	31,8	27,7	25,6	20
27,9	31,5	35,2	38,0	39,0	39,1	38,9	38,2	36,1	32,5	28,7	26,8	18
28,9	32,3	35,7	38,1	38,7	38,6	38,5	38,1	36,4	33,2	29,6	27,9	16
29,9	33,1	36,1	38,1	38,4	38,1	38,1	38,0	36,7	33,9	30,6	28,9	14
30,9	33,8	36,5	38,0	38,0	37,6	37,6	37,8	36,9	34,5	31,5	30,0	12
31,9	34,5	36,9	37,9	37,6	37,0	37,1	37,5	37,1	35,1	32,4	31,0	10
32,8	35,2	37,2	37,8	37,1	36,3	36,5	37,2	37,2	35,6	33,3	32,0	8
33,7	35,8	37,4	37,6	36,6	35,7	35,9	36,9	37,3	36,1	34,1	32,9	6
34,6	36,4	37,6	37,4	36,0	35,0	35,3	36,5	37,3	36,6	34,9	33,9	4
35,4	37,0	37,8	37,1	35,4	34,2	34,6	36,1	37,3	37,0	35,6	34,8	2
36,2	37,5	37,9	36,8	34,8	33,4	33,9	35,7	37,2	37,4	36,3	35,6	0

R_s: Radiación a nivel del suelo. Se calcula aplicando la Ecuación (2):

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

Ecuación (2): Cálculo de la Radiación a nivel del suelo (R_s)

Donde **a** y **b** son los **coeficientes de Doorenbos y Pruitt** respectivamente, que tomarán los valores de 0,25 y 0,5, pues son los que se emplean en el método de estimación de la evapotranspiración de referencia de Penman-Monteith recomendado por la FAO (s.f.)

(R_s/R_{so}): Radiación relativa de onda corta. Se trata de la fracción de la radiación solar que realmente llega a la superficie terrestre y, por tanto, es la energía disponible a nivel de superficie para los procesos de evaporación, calentamiento del aire y suelo.

Tabla 6: *Insolación máxima diaria (N) para el quinceavo día del mes según latitud, hemisferio y mes del año (Fuente: Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.a)). (Modificado por: Ana Espinel).*

Hemisferio Norte												Lat.
Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Lat. grad.
0,0	6,6	11,0	15,6	21,3	24,0	24,0	17,6	12,8	8,3	2,3	0,0	70
1,1	7,3	11,1	15,3	19,7	24,0	22,3	17,0	12,7	8,7	4,1	0,0	68
3,9	7,8	11,2	14,9	18,7	22,0	20,3	16,4	12,7	9,0	5,2	1,9	66
5,0	8,2	11,2	14,7	17,9	20,3	19,2	16,0	12,6	9,3	6,0	3,7	64
5,7	8,5	11,3	14,4	17,3	19,2	18,4	15,7	12,6	9,5	6,6	4,8	62
6,4	8,8	11,4	14,2	16,8	18,4	17,7	15,3	12,5	9,7	7,1	5,6	60
6,9	9,1	11,4	14,1	16,4	17,8	17,2	15,1	12,5	9,9	7,5	6,2	58
7,3	9,3	11,5	13,9	16,0	17,3	16,8	14,8	12,4	10,1	7,9	6,7	56
7,7	9,5	11,5	13,8	15,7	16,8	16,4	14,6	12,4	10,2	8,2	7,1	54
8,0	9,7	11,5	13,6	15,4	16,5	16,0	14,4	12,4	10,3	8,5	7,5	52
8,3	9,8	11,6	13,5	15,2	16,1	15,7	14,3	12,3	10,4	8,7	7,9	50
8,6	10,0	11,6	13,4	15,0	15,8	15,5	14,1	12,3	10,6	9,0	8,2	48
8,8	10,1	11,6	13,3	14,8	15,5	15,2	14,0	12,3	10,7	9,2	8,5	46
9,1	10,3	11,6	13,2	14,6	15,3	15,0	13,8	12,3	10,7	9,4	8,7	44
9,3	10,4	11,7	13,2	14,4	15,0	14,8	13,7	12,3	10,8	9,6	9,0	42
9,5	10,5	11,7	13,1	14,2	14,8	14,6	13,6	12,2	10,9	9,7	9,2	40
9,6	10,6	11,7	13,0	14,1	14,6	14,4	13,5	12,2	11,0	9,9	9,4	38
9,8	10,7	11,7	12,9	13,9	14,4	14,2	13,4	12,2	11,1	10,1	9,6	36
10,0	10,8	11,8	12,9	13,8	14,3	14,1	13,3	12,2	11,1	10,2	9,7	34
10,1	10,9	11,8	12,8	13,6	14,1	13,9	13,2	12,2	11,2	10,3	9,9	32
10,3	11,0	11,8	12,7	13,5	13,9	13,8	13,1	12,2	11,3	10,5	10,1	30
10,4	11,0	11,8	12,7	13,4	13,8	13,6	13,0	12,2	11,3	10,6	10,2	28
10,5	11,1	11,8	12,6	13,3	13,6	13,5	12,9	12,1	11,4	10,7	10,4	26
10,7	11,2	11,8	12,6	13,2	13,5	13,3	12,8	12,1	11,4	10,8	10,5	24
10,8	11,3	11,9	12,5	13,1	13,3	13,2	12,8	12,1	11,5	10,9	10,7	22
10,9	11,3	11,9	12,5	12,9	13,2	13,1	12,7	12,1	11,5	11,0	10,8	20
11,0	11,4	11,9	12,4	12,8	13,1	13,0	12,6	12,1	11,6	11,1	10,9	18
11,1	11,5	11,9	12,4	12,7	12,9	12,9	12,5	12,1	11,6	11,2	11,1	16
11,3	11,6	11,9	12,3	12,6	12,8	12,8	12,5	12,1	11,7	11,3	11,2	14
11,4	11,6	11,9	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,7	11,4	11,3	12
11,5	11,7	11,9	12,2	12,5	12,6	12,5	12,3	12,1	11,8	11,5	11,4	10
11,6	11,7	11,9	12,2	12,4	12,5	12,4	12,3	12,0	11,8	11,6	11,5	8
11,7	11,8	12,0	12,1	12,3	12,3	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7	11,7	6
11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,2	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,8	4
11,9	11,9	12,0	12,0	12,1	12,1	12,1	12,1	12,0	11,9	11,9	11,9	2
12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	0

R_{so} : Radiación solar de un día despejado. Se calcula mediante la Ecuación (3).

$$R_{so} = (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot z) \cdot R_a$$

Ecuación (3): Cálculo de la radiación solar de un día despejado (R_{so}).

Donde:

- **Z**: Altitud sobre el nivel del mar
- **α**: Albedo, el porcentaje de radiación incidente sobre una superficie que es reflejada al espacio, variando este en función de la superficie, teniendo valores que oscilan entre 0,05-0,15 en suelo desnudo y húmedo y 0,15-0,2 en bosques o frutales. Este valor también aumenta dependiendo si el suelo es claro y seco u oscuro y húmedo (0.05-0.4). Es por ello, que en el presente estudio se asumirá un valor de albedo de 0,2, incrementándose ligeramente los valores generalmente asumidos para un suelo desnudo y húmedo, al encontrarnos nosotros ante uno claro y seco.

R_{ns} : Radiación neta solar. Es la fracción de la Radiación solar que no se refleja en la superficie y, por tanto, la disponible a nivel de superficie para los procesos de evaporación, calentamiento del aire y del suelo. Se calcula mediante la siguiente Ecuación (4)

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \cdot R_s$$

Ecuación (4): Cálculo de la Radiación neta solar (R_{ns})

R_{nl}: Radiación neta de onda larga. Es la diferencia entre la radiación de onda larga que entra en la atmósfera y la que es devuelta a ella tras ser emitida por la superficie terrestre. Se calcula mediante la Ecuación (5).

$$R_{nl} = \sigma \cdot \left[\frac{T^4 + t^4}{2} \right] \cdot (0,34 - 0,14 \cdot e_a^{0,5}) \cdot \left[1,35 \cdot \left(\frac{R_s}{R_{s0}} \right) - 0,35 \right]$$

Ecuación (5): Cálculo de la radiación neta de onda larga (R_{nl})

- **σ**: 4,9 10⁻⁹ es la constante de Stefan Boltzman (MJ m-2k-4 dia-1)
- **e_a**: Presión de vapor del aire expresada en KPa. (Ver Tabla 7)
- **T**: Temperatura media de máximas en grados Kelvin
- **t**: Temperatura media de mínimas en grados Kelvin

Tabla 7: Presión de saturación de vapor(e^o(T)) para diferentes temperaturas (T). Fuente: Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.a).

$e^o(T) = 0,6108 \cdot \exp\left[\frac{17,27 \cdot T}{T + 237,3}\right]$ (Ec.11)							
T °C	e ^o (T) kPa	T °C	e ^o (T) kPa	T °C	e ^o (T) kPa	T °C	e ^o (T) kPa
1,0	0,657	13,0	1,498	25,0	3,168	37,0	6,275
1,5	0,681	13,5	1,547	25,5	3,263	37,5	6,448
2,0	0,706	14,0	1,599	26,0	3,361	38,0	6,625
2,5	0,731	14,5	1,651	26,5	3,462	38,5	6,806
3,0	0,758	15,0	1,705	27,0	3,565	39,0	6,991
3,5	0,785	15,5	1,761	27,5	3,671	39,5	7,181
4,0	0,813	16,0	1,818	28,0	3,780	40,0	7,376
4,5	0,842	16,5	1,877	28,5	3,891	40,5	7,574
5,0	0,872	17,0	1,938	29,0	4,006	41,0	7,778
5,5	0,903	17,5	2,000	29,5	4,123	41,5	7,986
6,0	0,935	18,0	2,064	30,0	4,243	42,0	8,199
6,5	0,968	18,5	2,130	30,5	4,366	42,5	8,417
7,0	1,002	19,0	2,197	31,0	4,493	43,0	8,640
7,5	1,037	19,5	2,267	31,5	4,622	43,5	8,867
8,0	1,073	20,0	2,338	32,0	4,755	44,0	9,101
8,5	1,110	20,5	2,412	32,5	4,891	44,5	9,339
9,0	1,148	21,0	2,487	33,0	5,030	45,0	9,582
9,5	1,187	21,5	2,564	33,5	5,173	45,5	9,832
10,0	1,228	22,0	2,644	34,0	5,319	46,0	10,086
10,5	1,270	22,5	2,726	34,5	5,469	46,5	10,347
11,0	1,313	23,0	2,809	35,0	5,623	47,0	10,613
11,5	1,357	23,5	2,896	35,5	5,780	47,5	10,885
12,0	1,403	24,0	2,984	36,0	5,941	48,0	11,163
12,5	1,449	24,5	3,075	36,5	6,106	48,5	11,447

Tanto **T** como **t** se han calculado a partir de los resúmenes termométricos mensuales aportados por la A.E.MET. (Tabla 17)

4.2. EVAPORACIÓN EQUIVALENTE: MÉTODO PENMAN-MONTEITH (FAO, 2006)

Para el cálculo de la Evapotranspiración potencial (en adelante ETP), que se define como el proceso conjunto de evaporación (proceso físico por el que una sustancia pasa de estado líquido a estado gaseoso) y transpiración (fenómeno por el que las plantas liberan agua a la atmósfera), se ha empleado la Ecuación de Thornthwaite y los pasos indicados en los apuntes de evapotranspiración del Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca. (Sánchez, s.f.)

A continuación, se describirá el esquema de cálculo, con las Ecuaciones y datos pertinentes:

- 1- Cálculo del índice de calor mensual (i) a partir de la temperatura media mensual (tm) a través de la Ecuación (6).

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

Ecuación (6): Cálculo del índice de calor mensual.

- 2- Cálculo del índice de calor anual (I), siendo este el sumatorio de todos los valores de i. Se calcula mediante la Ecuación (7)

$$I = \sum i$$

Ecuación (7): Cálculo del índice de calor anual.

- 3- Cálculo de la ETP mensual sin corregir mediante la Ecuación (8).

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

Ecuación (8): Cálculo de la ETP sin corregir.

Donde "a" se calcula a partir de la Ecuación (9):

$$a = 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3 - 775 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,49239$$

Ecuación (9): Cálculo del parámetro a de la Ecuación de la ETP.

- 4- Cálculo de la ETP corregida (ETP) con el nº de días del mes (d) y el número de horas de sol (N, previamente calculado en el apartado 4.1. Balance de radiación.)

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

Ecuación (10): Cálculo de la ETP corregida.

A partir de los datos termométricos y de radiación de la estación de Valladolid y de las ecuaciones previamente expuestas, se ha podido elaborar la Tabla 8, en la que aparecen calculados los parámetros anteriormente citados, y que nos han permitido el cálculo de la ETP para cada mes del año.

Tabla 8: Cálculo de la ETP y de los parámetros intermedios en base a los datos termométricos y de radiación aportados por la estación de Valladolid.

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.
tm (°C)	4,30	6,10	8,77	10,81	14,52	19,19	22,26	22,08	18,56	13,36	7,86	5,04
i	0,80	1,35	2,34	3,21	5,02	7,66	9,59	9,47	7,28	4,43	1,98	1,01
I	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16
a	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
ETP_{sin corregir}	11,73	18,79	30,57	40,49	60,13	87,46	106,78	105,57	83,63	53,81	26,37	14,53
N	9,4	10,45	11,7	13,15	14,3	14,9	14,7	13,65	12,25	10,7	9,65	9,1
d	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
ETP (mm)	9,49	15,27	30,80	44,37	74,05	108,59	135,16	124,09	85,37	49,58	21,20	11,39
ETP_t anual (mm)	709,37											

5. ELEMENTOS CLIMÁTICOS HÍDRICOS. PRECIPITACIONES TOTALES

Para el estudio de la pluviometría de la zona, tomaremos como referencia los datos aportados por la estación de Valladolid (Serie de datos de 48 años, 1974-2021).

*Los datos de pluviometría aportados por la A.E.MET. han sido modificados ya que estos vienen dados en cm y, para nuestro estudio climatológico se trabajará con datos en mm.

El interés del estudio de las precipitaciones en la zona del proyecto radica en que estas, no solo van a definir las especies vegetales que serán aptas o no para la repoblación, sino que también va a definir una serie de índices o parámetros que nos indicarán el grado de erosión que estas generan sobre las laderas.

5.1. CUADRO RESUMEN DE PRECIPITACIONES Y SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA. AÑO TIPO DE PRECIPITACIONES

En la Tabla 9 se muestran los datos de los valores de precipitación total mensual para cada mes y año de los 48 que componen la serie de datos. También aparece la media aritmética mensual (P_{mes}) y la precipitación total de cada uno de los años (P_t), todo ello expresado en mm. Por medio de estos cálculos de la media aritmética mensual, podríamos hacer una aproximación de los que sería un "año tipo" de precipitaciones para el municipio de Valladolid

Tabla 9: Cuadro resumen de precipitaciones (expresadas en mm) medias mensuales y anuales a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.	Pt (mm)
1974	72,7	33,6	55,5	45,4	23	83,6	18,2	5,1	1,9	6,3	76	13,6	434,9
1975	30,9	30,4	39,2	40	31	59,9	2,2	17,9	39,1	13,5	25,4	36,7	366,2
1976	10,4	34,9	14	52,7	33,8	39,4	66,4	23,5	71,8	38,3	42,9	70,7	498,8
1977	106,2	58,2	14,3	19,4	56,7	58,8	48,1	9,4	3	68	26,5	96,5	565,1
1978	57,9	83	23,7	49	61	34,2	0	13,9	12,8	18,1	39,6	129,6	522,8
1979	70,9	102,9	94,1	19,9	21,5	13,5	28,5	1,8	7,2	98,9	21,5	33,6	514,3
1980	19,2	27,3	44,3	56,4	67,9	12,9	2,9	56,1	11	37,5	43,3	3,6	382,4
1981	0,8	26,3	30,1	51,5	29,3	37	38,2	25,8	41,4	24,6	0,1	106,1	411,2
1982	27,5	23,8	6,5	28,2	37,2	17,4	1,5	20,1	92,4	24,2	63	26,9	368,7
1983	3,3	26,4	2,3	59	33,7	21,5	5	68	5,4	6,8	61,9	53,7	347
1984	36,8	12,6	40,4	20,4	71,8	53,2	11,6	9,5	12	62,5	166,7	17,4	514,9
1985	48,2	45,7	7,6	65,5	43	11,7	7,5	0	3,3	3,2	53,7	61,8	351,2
1986	16,4	73,7	6,1	31,1	38	2,7	0	2,5	88,7	30,7	30,1	30,7	350,7
1987	72	66,6	19,9	63,8	8,3	20,1	15,7	5,6	55,4	44,9	14	46,8	433,1
1988	60,7	17,1	1,4	105,4	58,9	96,2	36	0,1	2,3	26,5	22,1	1,9	428,6
1989	9,9	30,4	15,2	56,9	55,3	20	11,9	34,3	28,2	24,2	111,7	153,4	551,4
1990	28,5	10,6	1,7	50,4	40,6	38,6	6,8	9,5	26,6	42,3	50	22	327,6
1991	27,1	39,4	57	22,8	10,3	0,9	2,3	0	24,1	24,9	15,4	14,3	238,5

Tabla 9 (Cont.): Cuadro resumen de precipitaciones (expresadas en mm) medias mensuales y anuales a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.	Pt (mm)
1992	18,7	2,6	12,9	28	38	49,2	1,1	24	21,2	107,6	3,1	52,1	358,5
1993	1,7	3,7	15	50,5	81,2	53,1	0,5	11,7	53,4	142,1	26,5	4,6	444
1994	57,6	40,2	2,3	10,9	87,5	15,4	6,3	9,8	15,6	55,6	51,3	32,9	385,4
1995	25,2	43,6	4,5	12,1	20,4	46,6	5,4	0,8	26,1	20,3	101,7	111,1	417,8
1996	99	10,3	49	58	59	20,3	5,3	9,9	25,3	15,5	37	125,7	514,3
1997	63,1	5,9	0	24,8	98,2	41,3	52,9	66,8	18	44,2	155,7	127,8	698,7
1998	66,6	10,5	11,9	58,3	76,4	26,2	1,8	16,9	27,9	11,3	12,5	48,8	369,1
1999	40,6	6	16,1	34	25,3	8,4	52	30,8	106,8	106,8	9,2	28,9	464,9
2000	15,6	1,6	31	92,3	60	13,7	16,7	9,7	28,1	53,3	113,5	90,8	526,3
2001	125,7	29	95,5	6,4	45,5	0	27,3	7,5	17,5	40,7	4,6	5,5	405,2
2002	45,4	11,3	32,7	38	38,7	8,6	5,1	9,8	39,4	81,4	87,7	80	478,1
2003	73,5	54,9	32,2	90,6	31,4	15,4	28	13,9	33,1	135,1	68,5	25,3	601,9
2004	25,1	13,3	40,1	26,6	61,5	6	2,5	15,9	5,9	70,2	39,2	16,9	323,2
2005	2,7	8,9	13,2	38,5	16	6,4	0	2,7	4,2	111,5	49,2	22,5	275,8
2006	40,2	43,3	32,8	59,3	9,8	72,6	23,4	26,3	19,4	96	82,9	16,1	522,1
2007	17,5	44	17,5	63	90	66,6	2,3	24,6	62,8	47,9	51,1	8,3	495,6
2008	40	38,7	5,6	83,2	162,7	40,5	0,2	0,6	15,6	78,2	23,2	57,7	546,2
2009	38	12,8	4,7	19,8	21,1	18,9	1,3	16,6	7,7	60,4	25,9	109,1	336,3
2010	66,9	59,1	52	60,7	35,7	47,5	9,6	0	14	46	33,4	105,1	530
2011	49,9	19,7	45,5	46	40,6	19,3	0,1	13,9	0	23,7	62,3	3,9	324,9
2012	23	0,2	19,2	94,1	25,1	10,4	10,8	1,2	23,7	78	63	23,4	372,1
2013	41	25,4	129,8	56,2	28,6	24	6,8	5,6	51,8	73	7,6	57,5	507,3
2014	79,8	58,2	11,8	13,4	26,8	12	13,2	0	76,5	53,2	81,8	7,1	433,8
2015	22,1	16,8	11,2	53,4	9	66,4	10,8	12,8	24,8	55,6	49,6	17,3	349,8
2016	135,4	41,3	35,6	76,2	28,4	3	8,6	0	12,3	48,6	54,2	13,2	456,8
2017	10,8	32,8	6,4	7	40	6,4	30,4	6,4	0,2	4,6	19,2	26,6	190,8
2018	42,4	42,6	116	66,8	65,4	85,4	18,4	0	25,8	21,6	89,4	22,4	596,2
2019	25,2	1	12	51,6	4,6	4,4	27,4	18,6	59	67,6	61,4	64,8	397,6
2020	25	2,4	34,4	113,6	54,6	21,4	15,4	10,6	42,6	64,4	27,8	30,2	442,4
2021	26,6	69,4	1,6	59,9	19	35,6	0	3	67,4	36,2	48,2	31,8	398,7
P mes	42,58	31,09	28,45	48,56	44,20	30,55	14,30	14,03	30,26	50,96	50,10	47,64	432,7

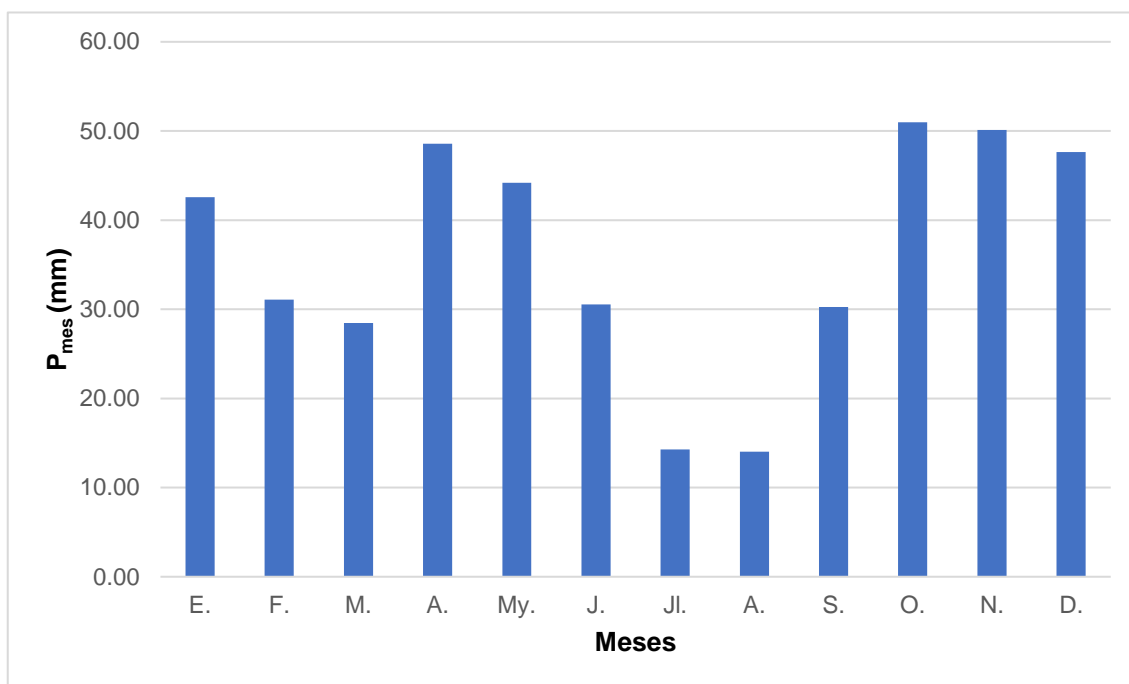


Figura 1: Gráfico de la precipitación media mensual a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

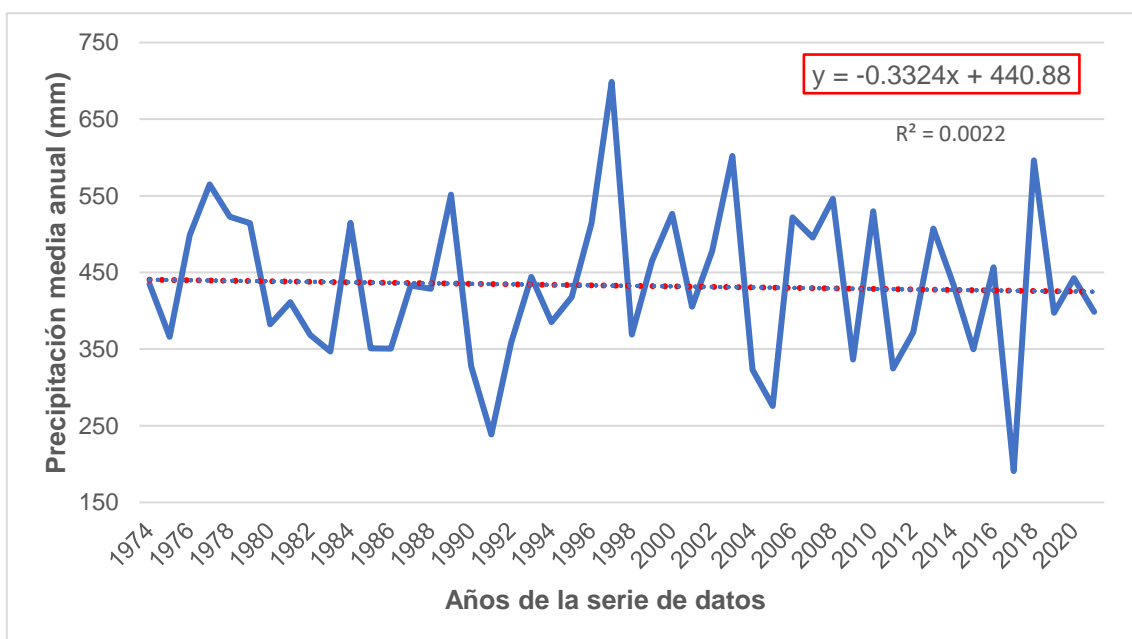


Figura 2: Gráfico de la precipitación total anuales a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

La pendiente negativa (-0,3324) de la línea de tendencia de las precipitaciones, nos indica que la tendencia de estas es decreciente, factor que se deberá tener en cuenta para los requerimientos hídricos a largo plazo de las especies vegetales que se introduzcan.

Asimismo, el bajo valor de R^2 (0,0022) nos da una idea de la alta variabilidad de los datos pluviométricos (también apreciable a simple vista). Esta irregularidad o “poca predictibilidad” de las precipitaciones medias interanuales también será un factor que considerar.

5.2. ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN: MÉTODO DE LOS QUINTILES

El método de los quintiles (valores que dividen la muestra en 5 partes iguales) nos permite asociar probabilidades de ocurrencia a precipitaciones de un determinado volumen de agua para los periodos mensuales, es decir, nos permite calcular la probabilidad de que las precipitaciones anuales o mensuales sean menores de un determinado valor.

Tabla 10: *Asignación de probabilidades a cada quintil*

Probabilidad	Quintil
0-20%	El total de lluvias es inferior al primer quintil
20-40%	El total de lluvias se encuentra entre el primer y segundo quintil
40-60%	El total de lluvias se encuentra entre el segundo y el tercer quintil
60-80%	El total de lluvias se encuentra entre el tercer y el cuarto quintil
80-100%	El total de lluvias sobrepasan el valor del cuarto quintil

Tabla 11: *Precipitaciones mensuales, anuales, mediana y quintiles (mm) a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021*

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.	P _t (mm)
1º	0,8	0,2	0,0	6,4	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,1	1,9	190,8
2º	1,7	1,0	1,4	7,0	8,3	0,9	0,0	0,0	0,2	4,6	3,1	3,6	238,5
3º	2,7	1,6	1,6	10,9	9,0	2,7	0,0	0,0	1,9	6,3	4,6	3,9	275,5
4º	3,3	2,4	1,7	12,1	9,8	3,0	0,0	0,0	2,3	6,8	7,6	4,6	323,2
5º	9,9	2,6	2,3	13,4	10,3	4,4	0,1	0,0	3,0	11,3	9,2	5,5	324,6
6º	10,4	3,7	2,3	19,4	16,0	6,0	0,2	0,0	3,3	13,5	12,5	7,1	327,6
7º	10,8	5,9	4,5	19,8	19,0	6,4	0,5	0,1	4,2	15,5	14,0	8,3	336,3
8º	15,6	6,0	4,7	19,9	20,4	6,4	1,1	0,6	5,4	18,1	15,4	13,2	347,0
9º	16,4	8,9	5,6	20,4	21,1	8,4	1,3	0,8	5,9	20,3	19,2	13,6	349,8
Q1	17,3	10,0	6,0	22,3	21,4	8,6	1,5	1,1	6,9	21,3	21,0	14,2	350,3
10º	17,5	10,3	6,1	22,8	21,5	8,6	1,5	1,2	7,2	21,6	21,5	14,3	350,4
11º	18,7	10,5	6,4	24,8	23,0	10,4	1,8	1,8	7,7	23,7	22,1	16,1	351,2
12º	19,2	10,6	6,5	26,6	25,1	11,7	2,2	2,5	11,0	24,2	23,2	16,9	358,5
13º	22,1	11,3	7,6	28,0	25,3	12,0	2,3	2,7	12,0	24,2	25,4	17,3	366,2
14º	23,0	12,6	11,2	28,2	26,8	12,9	2,3	3,0	12,3	24,6	25,9	17,4	368,7
15º	25,0	12,8	11,8	31,1	28,4	13,5	2,5	5,1	12,8	24,9	26,5	22,0	369,1
16º	25,1	13,3	11,9	34,0	28,6	13,7	2,9	5,6	14,0	26,5	26,5	22,4	372,1
17º	25,2	16,8	12,0	38,0	29,3	15,4	5,0	5,6	15,6	30,7	27,8	22,5	382,4
18º	25,2	17,1	12,9	38,5	31,0	15,4	5,1	6,4	15,6	36,2	30,1	23,4	385,4
19º	26,6	19,7	13,2	40,0	31,4	17,4	5,3	7,5	17,5	37,5	33,4	25,3	397,6
20º	27,1	23,8	14,0	45,4	33,7	18,9	5,4	9,4	18,0	38,3	37,0	26,6	398,4

Tabla 11 (Cont.): Precipitaciones mensuales, anuales, mediana y quintiles (mm) a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.	P _t (mm)
Q2	26,9	22,2	13,7	43,2	32,8	18,3	5,4	8,6	17,8	38,0	35,6	26,1	398,1
21°	27,5	25,4	14,3	46,0	33,8	19,3	6,3	9,5	19,4	40,7	39,2	26,9	404,9
22°	28,5	26,3	15,0	49,0	35,7	20,0	6,8	9,5	21,2	42,3	39,6	28,9	411,2
23°	30,9	26,4	15,2	50,4	37,2	20,1	6,8	9,7	23,7	44,2	42,9	30,2	417,8
24°	36,8	27,3	16,1	50,5	38,0	20,3	7,5	9,8	24,1	44,9	43,3	30,7	428,6
Mediana	37,4	28,2	16,8	51,0	38,0	20,9	8,1	9,8	24,5	45,5	45,8	31,3	430,9
25°	38,0	29,0	17,5	51,5	38,0	21,4	8,6	9,8	24,8	46,0	48,2	31,8	433,1
26°	40,0	30,4	19,2	51,6	38,7	21,5	9,6	9,9	25,3	47,9	49,2	32,9	433,5
27°	40,2	30,4	19,9	52,7	40,0	24,0	10,8	10,6	25,8	48,6	49,6	33,6	434,9
28°	40,6	32,8	23,7	53,4	40,6	26,2	10,8	11,7	26,1	53,2	50,0	36,7	442,4
29°	41,0	33,6	30,1	56,2	40,6	34,2	11,6	12,8	26,6	53,3	51,1	46,8	444,0
30°	42,4	34,9	31,0	56,4	43,0	35,6	11,9	13,9	27,9	55,6	51,3	48,8	456,5
Q3	41,6	34,1	30,5	56,3	41,6	34,8	11,7	13,2	27,1	54,2	51,2	47,6	449,0
31°	45,4	38,7	32,2	56,9	45,5	37,0	13,2	13,9	28,1	55,6	53,7	52,1	464,9
32°	48,2	39,4	32,7	58,0	54,6	38,6	15,4	13,9	28,2	60,4	54,2	53,7	478,1
33°	49,9	40,2	32,8	58,3	55,3	39,4	15,7	15,9	33,1	62,5	61,4	57,5	495,6
34°	57,6	41,3	34,4	59,0	56,7	40,5	16,7	16,6	39,1	64,4	61,9	57,7	498,8
35°	57,9	42,6	35,6	59,3	58,9	41,3	18,2	16,9	39,4	67,6	62,3	61,8	507,3
36°	60,7	43,3	39,2	59,9	59,0	46,6	18,4	17,9	41,4	68,0	63,0	64,8	514,3
37°	63,1	43,6	40,1	60,7	60,0	47,5	23,4	18,6	42,6	70,2	63,0	70,7	514,3
38°	66,6	44,0	40,4	63,0	61,0	49,2	27,3	20,1	51,8	73,0	68,5	80,0	514,9
39°	66,9	45,7	44,3	63,8	61,5	53,1	27,4	23,5	53,4	78,0	76,0	90,8	522,1
Q4	67,7	47,5	44,5	64,1	62,3	53,1	27,5	23,6	53,8	78,0	77,2	91,9	522,2
40°	70,9	54,9	45,5	65,5	65,4	53,2	28,0	24,0	55,4	78,2	81,8	96,5	522,8
41°	72,0	58,2	49,0	66,8	67,9	58,8	28,5	24,6	59,0	81,4	82,9	105,1	526,3
42°	72,7	58,2	52,0	76,2	71,8	59,9	30,4	25,8	62,8	96,0	87,7	106,1	529,7
43°	73,5	59,1	55,5	83,2	76,4	66,4	36,0	26,3	67,4	98,9	89,4	109,1	546,2
44°	79,8	66,6	57,0	90,6	81,2	66,6	38,2	30,8	71,8	106,8	101,7	111,1	551,4
45°	99,0	69,4	94,1	92,3	87,5	72,6	48,1	34,3	76,5	107,6	111,7	125,7	565,1
46°	106,2	73,7	95,5	94,1	90,0	83,6	52,0	56,1	88,7	111,5	113,5	127,8	596,2
47°	125,7	83,0	116,0	105,4	98,2	85,4	52,9	66,8	92,4	135,1	155,7	129,6	601,9
48°	135,4	102,9	129,8	113,6	162,7	96,2	66,4	68,0	106,8	142,1	166,7	153,4	698,7

Tabla 12: Cuadro resumen de precipitaciones totales mensuales y anuales en mm a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021

[mm]	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.	ANUAL
P media	42,58	31,09	28,45	48,56	44,20	30,55	14,30	14,03	30,26	50,96	50,10	47,64	432,73
Q1	17,46	10,24	6,08	22,70	21,48	8,59	1,49	1,18	7,15	21,55	21,41	14,27	350,38
Q2	27,18	24,12	14,06	45,52	33,72	18,98	5,58	9,42	18,28	38,78	37,44	26,66	399,70
Q3	41,73	34,28	30,57	56,30	41,85	34,93	11,76	13,37	27,28	54,50	51,20	47,84	450,50

Tabla 12 (Cont.): Cuadro resumen de precipitaciones totales mensuales y anuales en mm a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021

[mm]	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.	ANUAL
Q4	67,54	47,17	44,49	64,07	62,12	53,12	27,50	23,58	53,72	78,03	76,93	91,71	522,21
P mediana	37,40	28,15	16,80	51,00	38,00	20,85	8,05	9,80	24,45	45,45	45,75	31,25	430,85

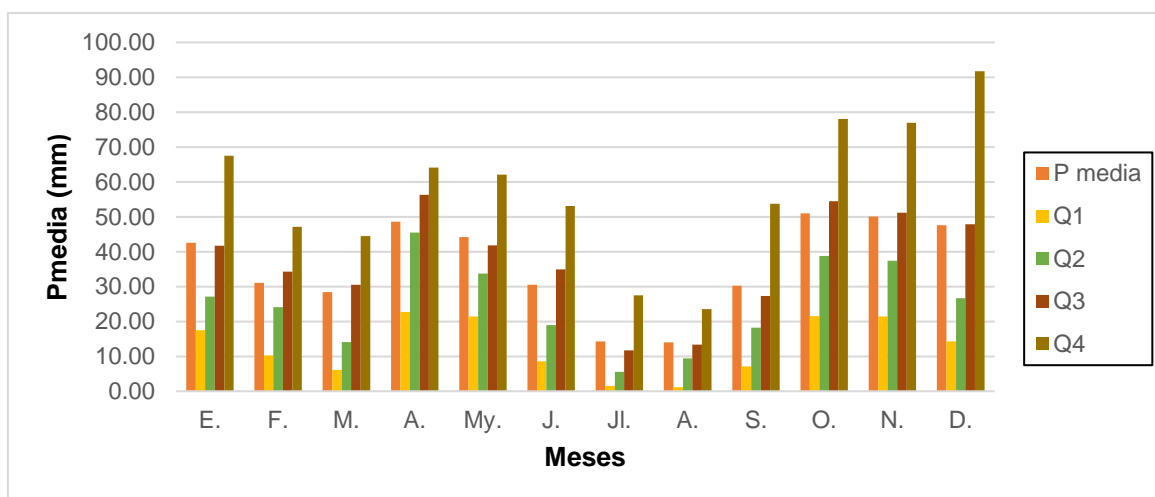


Figura 3: Representación gráfica de la precipitación mensual y quintiles en mm.

Tabla 13: Cuadro resumen de precipitaciones totales por estaciones del año en mm.

Estación	Precipitación (mm)
Primavera	121,22
Verano	58,88
Otoño	131,32
Invierno	121,31

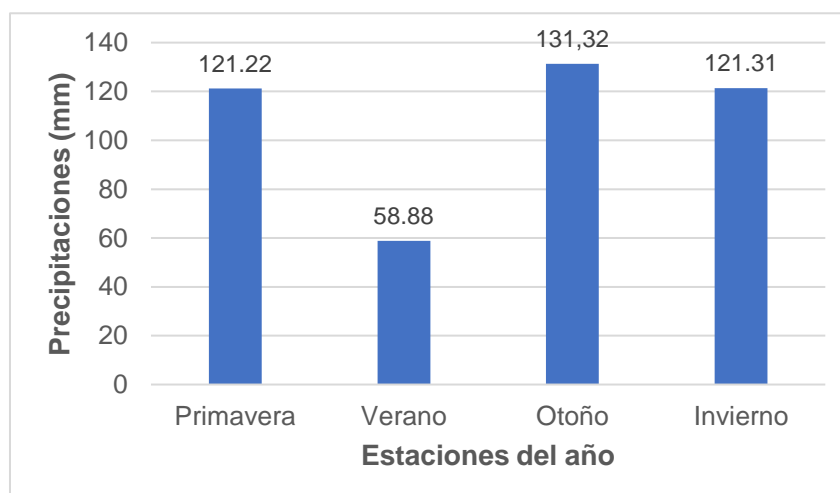


Figura 4: Representación gráfica de las precipitaciones totales por estaciones (mm)

Tras analizar la Tabla 13 y la representación de sus datos en la Figura 4, podemos observar un patrón de distribución estacional de las precipitaciones caracterizado por un mínimo durante los meses de verano, seguido de un máximo en otoño, estación que concentra aproximadamente un tercio de las precipitaciones totales anuales, y un ligero descenso durante los meses de primavera y verano, estaciones que presentan unas precipitaciones totales muy similares.

5.3. HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE LAS PRECIPITACIONES

Este histograma servirá de aproximación a la distribución de la precipitación total para los años de la serie.

Tabla 14: *Distribución de frecuencia de precipitación para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.*

Intervalo de precipitación (mm)	Nº de años
0-100	0
100-200	1
200-300	2
300-400	17
400-500	14
500-600	12
600-700	2
700-800	0

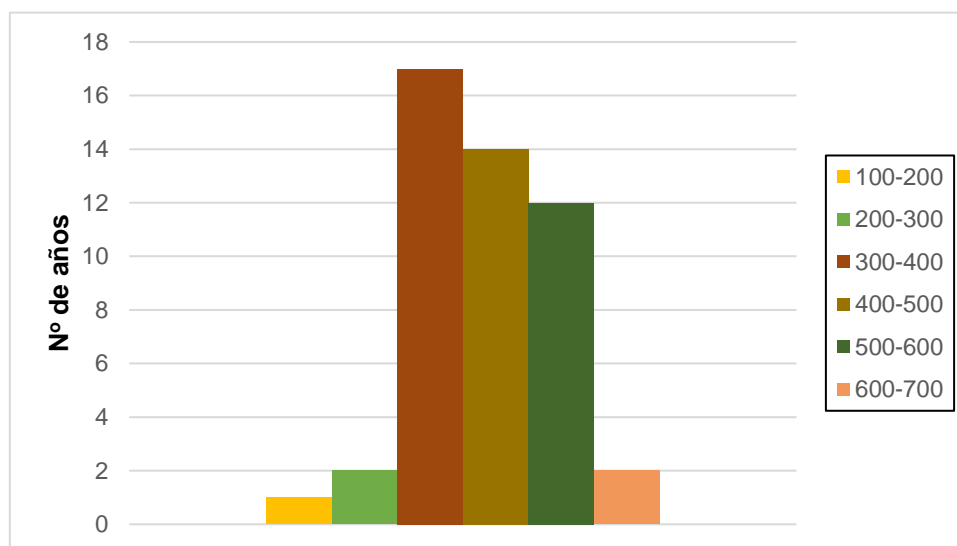


Figura 5: Histograma de frecuencia para precipitaciones

6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS

Por medio del estudio del valor más alto las precipitaciones máximas en 24 horas para cada mes del año, su media y su distribución intraanual, tendremos una primera aproximación a la intensidad con la que se producen las lluvias y a la distribución de estas lluvias intensas en el año.

Tabla 15: Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas [mm/24 h] para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.

	E.	F.	M.	A.	My.	J.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.
Máxima absoluta de la P máx 24 h	13,4	9,5	9,1	14,4	14,7	12,8	8,5	8,8	14,2	15,8	15,9	14,4
Media de la P máx 24 h	33,4	24,0	29,8	44,4	38,7	42,5	44,9	46,4	56,3	47,0	54,9	49,2
Frecuencia	5	0	2	3	5	5	2	2	8	9	5	3

Tabla 16: Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas [mm/24 h] estacional para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
∑ Media de la P máx 24 h	112,9	133,8	158,2	106,6
∑ Frecuencia	10	9	22	8

A partir de la Tabla 16 se deduce que, las precipitaciones más intensas (grandes cantidades de agua caídas en un corto periodo de tiempo) acontecen en los meses otoñales. Lo mismo ocurre para la frecuencia de las mismas.

Por el contrario, en los meses de invierno la frecuencia con la que se producen episodios de precipitaciones intensas son pocos, y la intensidad de estos, baja.

7. ELEMENTOS CLIMÁTICOS TÉRMICOS

7.1. CUADRO RESUMEN DE TEMPERATURAS. AÑO TIPO DE TEMPERATURAS

En este apartado se recogerá el cuadro resumen de temperaturas mensual, estacional, anual e interanual, así como sus correspondientes gráficos, que nos servirá para definir el "año tipo" de las temperaturas. Para ello se han empleado los datos recogidos por la estación de Valladolid (Serie de datos de 48 años).

Tabla 17: Cuadro resumen de temperaturas (expresadas en °C) mensuales a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jul.	A.	S.	O.	N.	D.
T_a	17,2	22,9	26	29,6	34,4	39,8	40,2	39,5	38,2	31,3	24	21,4
T_̄_a	14,02	17,14	22,00	24,48	29,10	34,36	37,07	36,69	32,81	26,18	19,25	14,65
t_a	-11	-11,5	-10,2	-6	-1,7	2,6	3,2	3,6	0	-3,4	-6,8	-10,8
t_̄_a	-5,16	-4,36	-3,09	-0,96	1,85	5,83	8,92	8,85	5,82	1,41	-2,61	-4,63
T	8,22	11,21	14,90	16,90	21,20	26,80	30,62	30,12	25,80	19,19	12,41	8,75
t	0,34	0,96	2,62	4,68	7,80	11,55	13,88	14,00	11,29	7,52	3,29	1,30
t_m	4,30	6,10	8,77	10,81	14,52	19,19	22,26	22,08	18,56	13,36	7,86	5,04

Donde:

- T_a : Temperatura máxima absoluta
- T'_a : Media de las temperaturas máximas absolutas
- t_a : Temperatura mínima absoluta
- t'_a : Media de las temperaturas mínimas absolutas
- T : Temperatura media de las máximas
- t : Temperatura media de las mínimas
- t_m : Temperatura media mensual

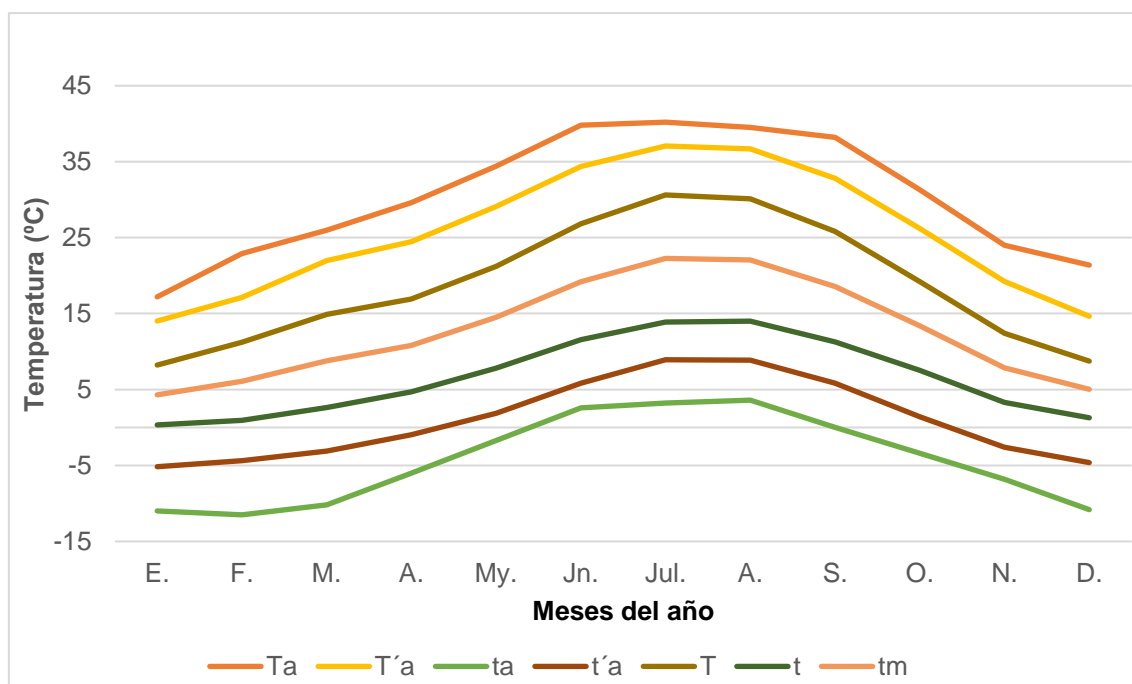


Figura 6: Gráfico compuesto de temperaturas a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

Si se observa la *Figura 6*, se puede apreciar el patrón de temperaturas típico del clima mediterráneo, caracterizado por un pico de temperaturas durante la época estival, seguido de un descenso de las mismas durante los meses de otoño e invierno, momento en el cual estas comienzan a remontar.

Tabla 18: Cuadro resumen de temperaturas (expresadas en °C) estacionales y anuales a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
T_a	30,00	39,83	13,59	20,50	25,98
T'_a	25,19	36,04	10,66	15,27	21,79
t_a	-5,97	3,13	7,58	-11,10	-1,59
t'_a	-0,73	7,87	10,32	-4,72	3,18
T	17,67	29,18	13,25	9,40	17,37
t	5,03	13,14	10,31	0,87	7,34
t_m	11,37	21,18	13,26	5,15	12,74

Para el cuadro resumen de las temperaturas por estaciones se ha considerado que la estación abarca los tres meses completos a partir del mes en que tiene lugar el equinoccio o solsticio correspondiente de manera que los meses de verano se corresponderán con junio, julio y agosto, los de otoño con septiembre, octubre y noviembre y así sucesivamente.

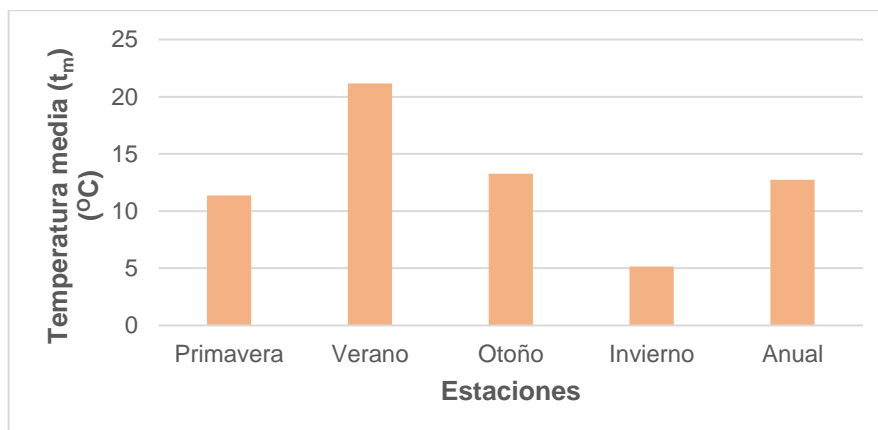


Figura 7: Gráfico de las temperaturas medias en las estaciones del año a partir de los datos recogidos por el observatorio de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

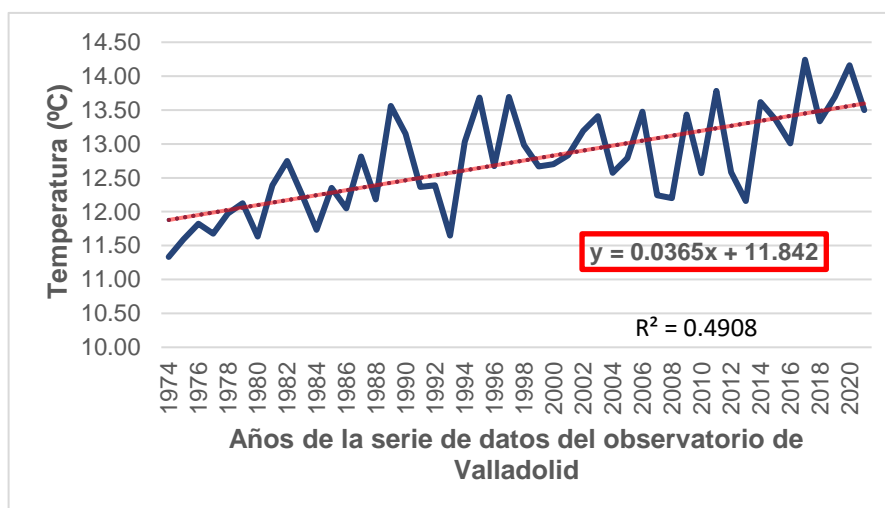


Figura 8: Gráfico de la variación interanual media de la temperatura media a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

En la Figura 8 se muestra la evolución de las temperaturas medias anuales a lo largo del período que abarca la serie de datos del observatorio de Valladolid, apreciándose una evidente tendencia al alza de estas (pendiente de la línea regresión positiva).

El valor de R^2 , aunque mayor que el de las precipitaciones, sigue siendo bajo, por lo que la predicción de las temperaturas medias también es difícil, aunque cabe esperar un aumento.

Tras comparar los gráficos de las variaciones interanuales de las precipitaciones (Figura 2) y las temperaturas (Figura 8), se prevé un escenario climático futuro en el que las temperaturas medias sean mayores y las precipitaciones medias sean menores, lo que supondría un mayor estrés hídrico para las especies vegetales y una reducción de

su periodo vegetativo, al existir un déficit de presión de vapor mayor en la atmósfera que no podrá ser compensado a consecuencia de la escasez de agua. Desde el punto de vista erosivo, estas predicciones climáticas también son muy desfavorables pues, van a suponer el incremento del factor R de erosividad de la lluvia y la escorrentía de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE).

8. RÉGIMEN DE HELADAS

El presente estudio del régimen de heladas nos permitirá clasificar las diferentes épocas del año en base al riesgo de que estas tengan lugar.

8.1. ESTIMACIONES DIRECTAS

Para la estimación directa del régimen de heladas, se usarán los datos aportados por la estación de Valladolid (48 años).

Tabla 19: Cuadro resumen del Régimen de heladas (Estimación directa) a partir de los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

Fecha más temprana de la primera helada	29 de septiembre
Fecha más tardía de la primera helada	1 de enero
Fecha más temprana de última helada	16 de febrero
Fecha más tardía de última helada	26 de mayo
Fecha media de la primera helada	2 de noviembre
Fecha media de la última helada	15 de abril
Mínima absoluta alcanzada (fecha)	-11,5 °C (febrero de 1983)
Periodo medio de heladas	2 noviembre-15 abril
Periodo máximo de heladas	29 septiembre-26 mayo
Periodo mínimo de heladas	1 enero-16 febrero

8.2. ESTIMACIONES INDIRECTAS: CRITERIOS DE EMBERGER (1932) Y PAPADAKIS (1952)

8.2.1. Régimen de heladas según Emberger (1932)

Según los Regímenes de Heladas según Emberger (1932), se divide el año en cuatro periodos con distinto riesgo de heladas

- **Hs:** Periodo de heladas seguras $t < 0\text{ °C}$
- **Hp:** Periodo de heladas muy probables $0\text{ °C} < t < 3\text{ °C}$
- **H'p:** Periodo de heladas probables $3\text{ °C} < T < 7\text{ °C}$
- **d:** Periodo libre de heladas $t > 7\text{ °C}$

Para calcularlo se utilizan las temperaturas medias de las mínimas (t), suponiendo que estas se producen el día 15 de cada mes, las fechas de inicio y finalización del correspondiente período se estiman por interpolación lineal. En el caso de que el resultado de la interpolación diese un número decimal, este siempre se redondearía a favor de la seguridad, es decir, hacia el entero inmediatamente inferior en el caso de comienzo de periodo de heladas y hacia el superior en el caso de que este finalice.

Tabla 20: Datos de temperatura media de las mínimas t (°C) y día en que se produce para la estimación de heladas según Emberger. en base a los datos aportados por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

Mes	t	Día del mes
Enero	0,34	15
Febrero	0,96	15
Marzo	2,62	15
Abril	4,68	15
Mayo	7,8	15
Junio	11,55	15
Julio	13,88	15
Agosto	14	15
Septiembre	11,29	15
Octubre	7,52	15
Noviembre	3,29	15
Diciembre	1,3	15

No existe periodo de **heladas seguras** (Hs).

El periodo de **heladas muy probables** (Hp) empieza el 10 de diciembre y finaliza el 21 de marzo.

El **primer periodo de heladas probables** (H'p) empieza el 11 de noviembre y finaliza el 10 de diciembre.

El **segundo periodo de heladas probables** (H'p) empieza el 21 de marzo y termina el 7 de mayo.

El **periodo libre de heladas** (d) empieza el 7 de mayo y finaliza el 11 de noviembre

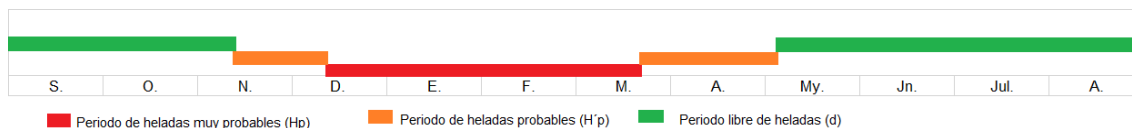


Figura 9: Resumen del Régimen de heladas según Emberger en base a los datos aportados por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

8.2.2. Estaciones libres de heladas según Papadakis (1952)

Según el método de las estaciones libres de heladas según Papadakis (1952), el año se divide en 3 estaciones:

- **EMLH:** Estación Media Libre de Heladas t'a >0°C
- **EDLH:** Estación Disponible Libre de Heladas t'a >2° C

➤ **EmLH: Estación Mínima Libre de Heladas t'a >7°C**

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas absolutas (t'a). Se supone que estas se producen el día primero del mes cuando la marcha de las temperaturas es ascendente, y el último día del mes cuando disminuyen. Las fechas del comienzo y final de los diferentes intervalos se calculan por interpolación lineal.

En el caso de que el resultado de la interpolación diese un número decimal, este siempre se redondearía a favor de la seguridad, es decir, hacia el entero inmediatamente superior en el caso de comienzo del periodo libre de heladas y hacia el inferior en el caso de que este finalice.

Tabla 21: *Datos de temperatura media de las mínimas absolutas t'a (°C) y día en que se produce para la estimación de heladas según Papadakis en base a los datos aportados por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.*

Mes	t'a (°C)	Día del mes
Enero	-5,16	1
Febrero	-4,36	1
Marzo	-3,09	1
Abril	-0,96	1
Mayo	1,85	1
Junio	5,83	1
Julio	8,92	1
Agosto	8,85	31
Septiembre	5,82	30
Octubre	1,41	31
Noviembre	-2,61	30
Diciembre	-4,63	31

La **Estación Media Libre de Heladas (EMLH)** comienza el 11 de abril y finaliza el 18 de noviembre

La **Estación Disponible Libre de Heladas (EDLH)** comienza el 3 de mayo y finaliza el 4 de octubre

La **Estación Mínima Libre de Heladas (EmLH)** comienza el 12 de junio y finaliza el 11 de septiembre

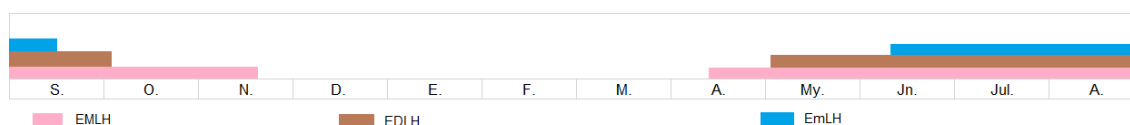


Figura 10: Resumen del Régimen de heladas según Emberger en base a los datos aportados por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021.

Papadakis opta por temperaturas más extremas que describirán mejor los sucesos de helada y considera, con criterio agronómico, que en la estación mínima libre de heladas es posible el cultivo de especies muy sensibles a la helada y en la disponible de otras especies; la estación disponible representaría la posibilidad de cultivos de verano normales. La estación media prácticamente no la considera.

9. ÍNDICES CLIMÁTICOS

Por medio del cálculo y análisis de los índices climáticos presentados en este apartado, podremos conocer la relación entre los elementos climáticos de nuestra zona de proyecto y la influencia que estos ejercen sobre las comunidades vegetales. Toda la información necesaria para el cálculo de estos índices climáticos se ha obtenido de: “Tema 15: Índices y clasificaciones climáticas” elaborado por el departamento de edafología y química agrícola de la Universidad de Valladolid (s.f.c.).

9.1. **ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG (1915)**

El índice de pluviosidad de Lang se calcula mediante la Ecuación (11).

$$I_{LANG} = \frac{P}{t_m}$$

Ecuación (11): Cálculo del índice climático de Lang (1915)

Donde:

- **P:** Precipitación anual=432,73 mm
- **t_m:** Temperatura media anual =12,74 °C

I_{LANG}= 33,96 → Zonas áridas

Tabla 22: Valores del índice de Lang y zonas de influencia climática correspondientes.

Valores de I _{LANG}	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

9.2. **ÍNDICE DE VERNET (1966)**

Este índice diferencia el régimen hídrico de las distintas comarcas europeas, se calcula mediante la Ecuación (12)

$$I_{VERNET} = (+o -)100 \cdot (H - h) \cdot \frac{T'_{estival}}{P \cdot P_{estival}}$$

Ecuación (12): Cálculo del índice de Vernet (1996)

Donde:

- **H:** Precipitación de la estación más lluviosa (mm) = 131,31
- **h:** Precipitación de la estación más seca (mm)=58,84
- **P_{estival}:** Precipitación estival (mm)=58,84
- **T'_{estival}:** Media de las temperaturas máximas estivales (°C)= 36
- El signo + o - va a depender de si el verano es el primero o segundo de los mínimos pluviométricos (-) o no (+).

I_{VERNET}= - 10,24

Tabla 23: Valores del índice de Vernet y tipo de clima asociado.

I _{VERNET}	Tipo de clima
> +2	Continental
0 a +2	Oceánico-Continental
-1 a 0	Pseudoocéanico
-2 a -1	Oceánico-Mediterráneo
-3 a -2	Submediterráneo
< -3	Mediterráneo

9.3. ÍNDICE DE DANTIN-REVENGA (1940)

Este índice se calcula mediante la Ecuación (13)

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

Ecuación (13): Cálculo del índice climático de Dantin-Revenga (1940)

I= 4,02 → Zona árida

Tabla 24: Valores del índice de Dantin-Revenga y clasificación climática asociada.

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

9.4. ÍNDICE DE MARTONNE.

Este índice se calcula por medio de la Ecuación (14).

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

Ecuación (14): Cálculo del índice climático de Martonne

I= 19,03 → Semiárido tipo mediterráneo

Tabla 25: Valores del índice de Martonne y zonas climáticas correspondientes

Valores de I	Zonas según MARTONNE
<5	Desiertos
5 – 10	Semidesierto
10 – 20	Semiárido tipo Mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

9.5. ÍNDICE DE EMBERGER (1932)

Este índice se calcula mediante la Ecuación (15).

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

Ecuación (15): Cálculo del índice climático de Emberger (1932)

Donde:

- **T₁₂**: Temperatura media máxima del mes más cálido=30,62 °C
- **t₁**: Temperatura media mínima del mes más frío=0,34 °C
- **K**: 100

Q= 46,16

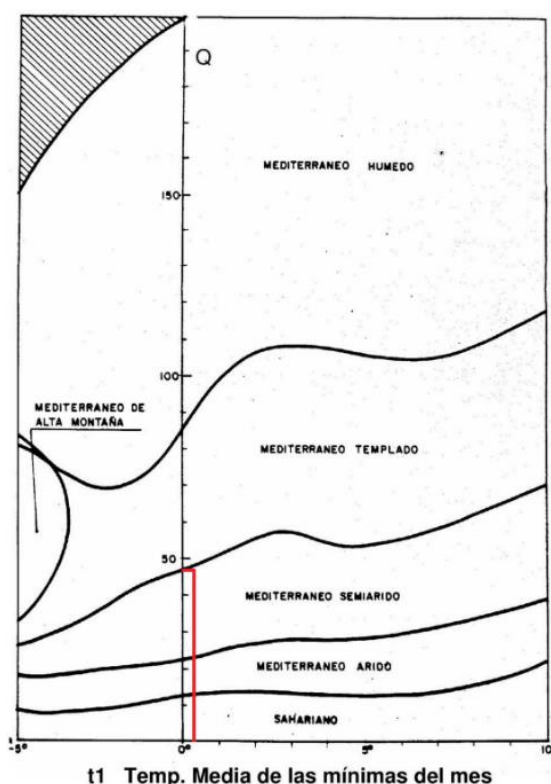


Figura 11: Diagrama para la determinación del Género del Clima Mediterráneo según Emberger. Fuente: Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.c).

Tabla 26: Género climático, vegetación asociada según Emberger para los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el período 1974-2021.

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

Tabla 27: Tipo de invierno según Emberger para los datos recogidos por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el período 1974-2021.

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

Variación: f(Posición en las subregiones climáticas): Superior

Forma: f(Estación con el máximo de precipitaciones): Otoño

9.6. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD POTENCIAL FORESTAL DE PATERSON (1956)

Paterson estableció en 1956 y por medio de este índice una correlación entre la productividad forestal y sus factores ecológicos, considerando que el clima se refleja en la edafogénesis y que las condiciones topográficas de una región condicionan el clima de la misma. El índice de productividad de Paterson se calcula mediante la Ecuación (16).

$$CPV = \frac{tm_{12} \times G \times P \times f}{12 \times (T_{12} - t_1)}$$

Ecuación (16): Cálculo del índice de productividad forestal de Paterson.

Donde:

- **G:** Duración del período vegetativo en meses (nº de meses "i" que cumplen que P_i ≥ 2t_{m_i} y t_{m_i} ≥ 6°C) = 6
- **f:** Factor insolación = 2500/(n+1000) = 2,23
- **n:** Número de horas de insolación totales en el año = 118

CPV=354,7

La producción potencial (P_{potencial}) se calcula mediante la Ecuación (17).

$$P_{potencial} \left(m^3 de \frac{madera}{ha\ año} \right) = k (5,3 \times \log_{10} CPV - 7,41)$$

Ecuación (17): Cálculo de la productividad potencial.

Siendo **k**, un factor que se obtiene según la clase litológica (Ver Anejo III. Estudio geológico y Plano 7: Litológico)

Tabla 28: Valor del coeficiente *k* de productividad forestal asociado a cada clase litológica. Fuente: Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.c).

CLASE LITOLOGICA	COEFICIENTE <i>k</i>
Clase I	1,66
Clase II	1,44
Clase III	1,22
Clase IV	1,00
Clase V	0,77
Clase VI	0,55
Clase VII	0,33
Clase VIII	0,00

Nuestro monte se encuentra en una zona de clima seco, con litofacies de Clase IV (Ver Tabla 28), por lo que el valor que adquiere *k* es de 1.

CLIMA SECO	CLIMA HUMEDO
Clase I: Aluviones calizos Aluviones silíceos	Clase I: Aluviones calizos
Clase II: Esquistos silíceos Gneiss y micacitas Pizarras	Clase II: Aluviones silíceos Calizas Dolomías Esquistos calizos Gabros y peridotitas Pizarras
Clase III: Areniscas calizas Esquistos calizos Gabros y peridotitas Granitos gneísicos Margas y areniscas Moladas margosas Arenas arcóscicas algo arcillosas	Clase III: Areniscas calizas Esquistos silíceos Gneiss y micacitas Margas y areniscas Margas y calizas Molada margosas Areniscas pizarrosas
Clase IV: Areniscas arcillosas Areniscas pizarrosas Conglomerados calizos Dolomías Granitos Margas Margas y calizas	Clase IV: Arenas arcóscicas algo arcillosas Areniscas arcillosas Granitos Granitos gneísicos Margas
Clase V: Calizas Arenales calizos Arenales silíceos	Clase V: Arcillas Arenales calizos Conglomerados calizos
Clase VI: Arcillas Areniscas cuarzosas Conglomerados silíceos Graveras calizas Margas yesíferas	Clase VI: Arenales silíceos Areniscas cuarzosas Conglomerados silíceos Graveras calizas Margas yesíferas
Clase VII: Graveras silíceas	Clase VII: Graveras silíceas
Clase VIII: Sitios semiencharcados*	Clase VIII: Sitios semiencharcados*

* Los sitios con encharcamiento permanente se consideran improductivos

Figura 12: Factor litológico de productividad forestal para la España peninsular. Fuente: Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.c).

Por tanto, el valor de la productividad potencial para nuestra zona de proyecto adquiere un valor de 6 m³ de madera/ha y año.

Este valor se ha contrastado con el mapa de Productividad Potencial Forestal.

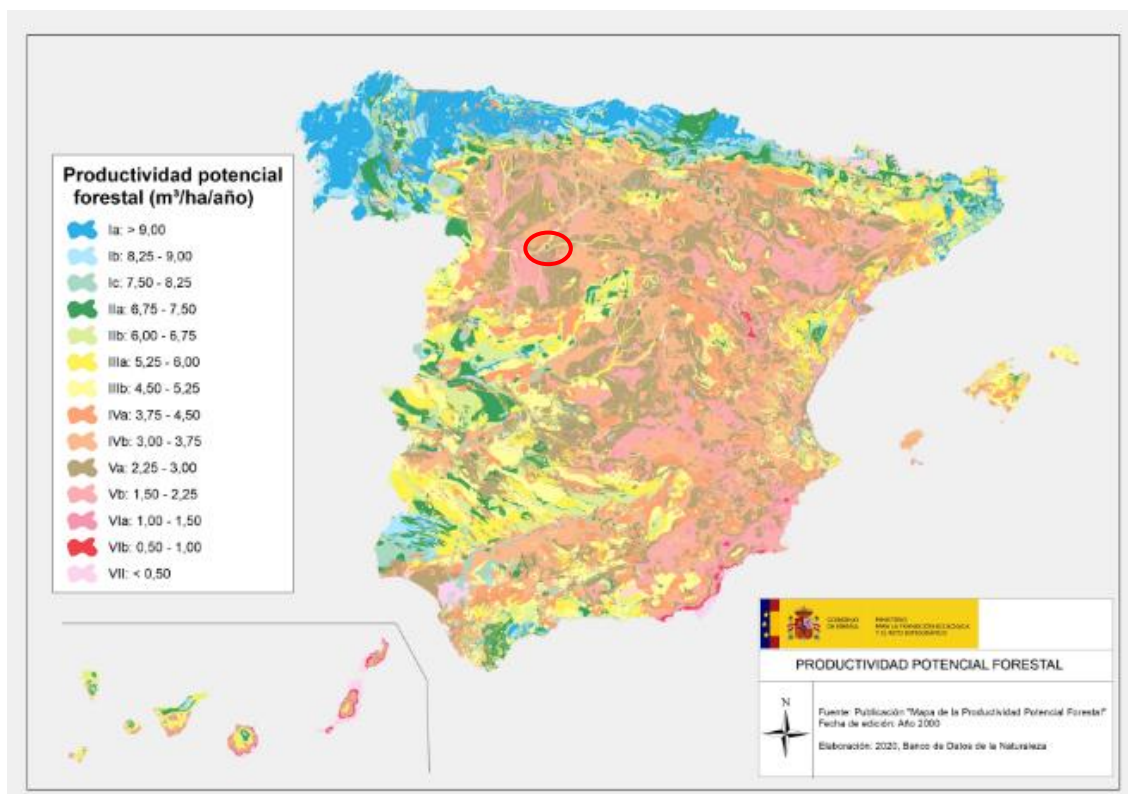


Figura 13: Mapa de productividad Potencial Forestal. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Modificado por: Ana Espinel.

En base a esta productividad, se han definido clases que consideran las limitaciones para el crecimiento de bosques productivos.

Tabla 29: Valores de productividad forestal según Paterson y clases referidas a las limitaciones para el crecimiento de bosques. Fuente: Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.c).

PRODUCTIVIDAD	CLASE	Limitaciones para el crecimiento de bosques
> 9,0	Ia	Sin limitaciones graves
7,5-9,0	Ib	Sin limitaciones graves
6 - 7,5	II	Limitaciones débiles
4,5 - 6	III	Limitaciones moderadas
3 - 4,5	IV	Lim. moderadamente graves
1,5 - 3	V	Limitaciones graves
0,5 - 1,5	VI	Limitaciones muy graves
< 0,5	VII	Impedido el bosque productivo

En base a la Tabla 29 podemos decir que nuestra zona de proyecto presenta limitaciones moderadas para el crecimiento de los bosques.

10. ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD

Por medio del cálculo de estos índices de continentalidad para la estación de Valladolid conoceremos como afecta el encontrarse alejado de las grandes masas de

agua a la amplitud térmica del municipio. Todos los datos de temperatura introducidos en las ecuaciones para hallar los índices se han obtenido del cuadro resumen de precipitaciones por meses (Tabla 9).

En el caso de que alguno de los términos de las ecuaciones no aparezca definido es porque ya ha sido definido previamente en el apartado 9. Índices climáticos.

10.1. ÍNDICE DE CONTINENTALIDAD DE GORZYNSKI (1920)

El índice de continentalidad e Gorzynski se calcula mediante la Ecuación (18).

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

Ecuación (18)11: Cálculo del índice de continentalidad de Gorzynski

Donde:

- **tm₁₂**: Temperatura media más alta = 22,26°C
- **tm₁**: Temperatura media más baja = 4,3°C
- **L**: Latitud =41°

I_{Gorzynski}= 26,14 → Clima de tipo continental

Tabla 30: Valores del índice de oceanidad de Gorzynski y tipo de clima asociado a los mismos.

I_{Gorzynski}	Tipo de clima
< 10	Marítimo
≤10 y >20	Semimarítimo
≤20 y>30	Continental
≥30	Muy continental

10.2. ÍNDICE DE OCEANIDAD DE KERNER (1962)

El índice de Kerner es el que más se adecua al clima de la Península Ibérica. Se calcula mediante la Ecuación (19).

$$I_{Kerner} = 100 * \frac{tm_x - tm_{IV}}{tm_{12} - tm_1}$$

Ecuación (19): Cálculo del índice de oceanidad de Kerner

Donde:

- **tm_x**: Temperatura media de octubre = 13, 36°C
- **tm_{IV}**: Temperatura media de abril =10,81 °C

I_{Kerner}= 14.2→Continental

Tabla 31: Valores del índice de oceanidad de Kerner y tipo de clima asociado

I_{Kerner}	Tipo de clima
≥26	Marítimo

Tabla 31 (Cont.): Valores del índice de oceanidad de Kerner y tipo de clima asociado.

I_{Kerner}	Tipo de clima
≥ 18 y < 26	Semimarítimo
≥ 10 y < 18	Continental
< 10	Muy continental

10.3. ÍNDICE DE RIVAS-MARTÍNEZ (1987)

El índice de Rivas-Martínez se calcula mediante la Ecuación (20).

$$I_{Rivas-Martínez} = (tm_{12} - tm_1) + \left(Altitud \times \frac{0,6}{100}\right)$$

Ecuación (20)12: Cálculo del índice de oceanidad de Rivas-Martínez

$I_{Rivas-Martínez} = 22.37 \rightarrow$ Subcontinental atenuado

Tabla 32: Valores del índice de oceanidad de Rivas-Martínez y tipo de subclima y clima asociado

Tipos	Subtipos	$I_{Rivas-Martínez}$
Hiperocéánico (0-11)	Ultrahiperocéánico acusado	0-2
	Ultrahiperocéánico atenuado	2,0-4,0
	Euhiperocéánico acusado	4,0-6,0
	Euhiperocéánico atenuado	6,0-8,0
	Subhiperocéánico acusado	8,0-10,0
	Subhiperocéánico atenuado	10,0-11,0
Océánico (11-21)	Semihiperocéánico acusado	11,0-13,0
	Semihiperocéánico 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
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

11. REPRESENTACIONES MIXTAS

11.1. CLIMODIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN (1953)

En el climodiagrama propuesto por Gaussen, se comparan las temperaturas medias y precipitaciones de cada mes, siendo la escala de las precipitaciones siempre el doble que la de las temperaturas ya que, según el índice de Gaussen, el período de aridez está definido por: $Precipitaciones = Temperaturas \times 2$

Tabla 33: Datos de temperatura media y precipitaciones mensuales para realizar los climodiagramas en base a los datos aportados por la estación de Valladolid para la serie de datos que comprende el periodo 1974-2021

Meses	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jul.	A.	S.	O.	N.	D.
P (mm)	42,58	31,09	28,45	48,56	44,20	30,55	14,30	14,03	30,26	50,96	50,10	47,64
tm (° C)	4,30	6,10	8,77	10,81	14,52	19,19	22,26	22,08	18,56	13,36	7,86	5,04

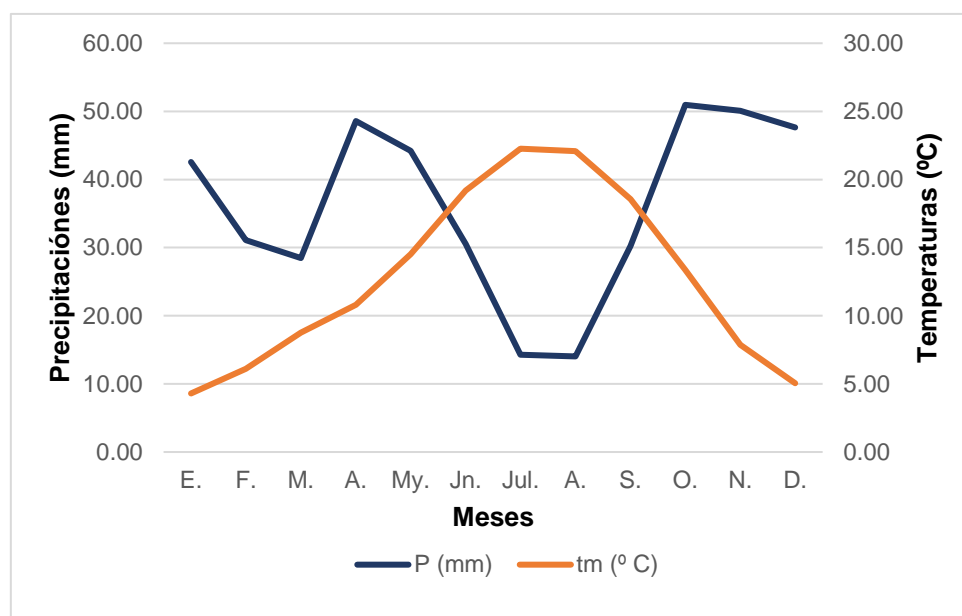


Figura 14: Diagrama ombrotérmico de Gausson para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.

En base a la definición de aridez definida por Gausson y la observación de la Figura 14, podemos definir que, en el municipio de Valladolid, se aprecia aridez durante toda la época estival y principios de otoño.

11.2. CLIMODIAGRAMA DE TERMOHIETAS

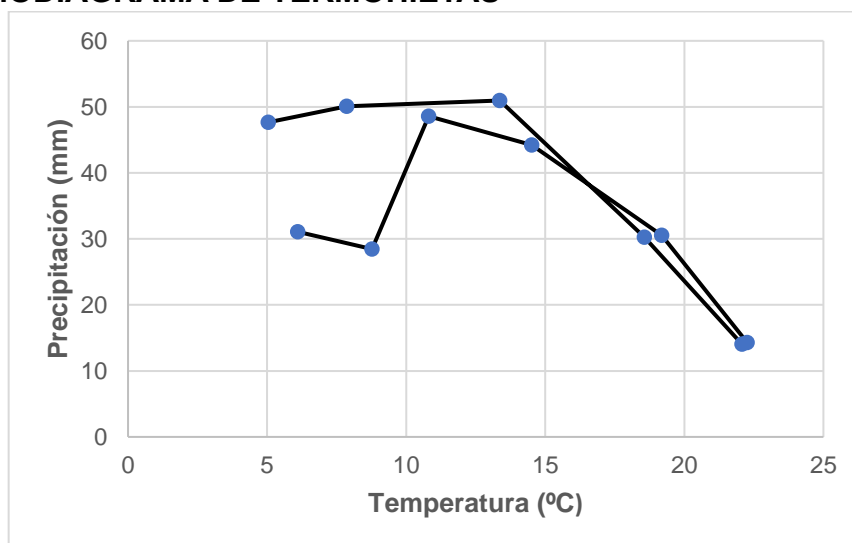


Figura 15: Diagrama de termohietas para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.

12. CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN (SIMPLIFICADA POR STRAHLER Y STRAHLER, 1989)

El sistema de clasificación climática de Köppen se basa en que la vegetación natural tiene una clara relación con el clima. Bajo este sistema, cada clima está definido de acuerdo con unos valores de temperatura y precipitación. Es importante definir que, para esta clasificación, los datos de precipitación tienen que ir dados en cm (y no en mm).

Tabla 34: Asignación del Grupo Climático en la clasificación de KÖPPEN

GRUPO	tm ₁	tm ₁₂	Sequedad	Nomenclatura
A	>18 °C		P _{inv} >0,7P y P<2tm ó P _{ver} >0,7P y P<2tm+28 ó P<2tm+14	Tropical lluvioso, megatérmico
B		P _{inv} >0,7P y P<2tm ó P _{ver} >0,7P y P<2tm+28 ó P<2tm+14		Seco (árido/semiárido)
C	<18 °C > 0°C > -3°C (Según autores)	> 10 °C		Templado húmedo, Cálido mesotérmico
D	<-3°C	> 10 °C		Boreal, de nieve y bosque, microtérmico
E		< 10 °C		Polar

Donde:

- P_{inv}: Precipitación total invernal= 12,13 cm
- P_{ver}: `Precipitación total estival= 5,84 cm

Tabla 35: Asignación del Subgrupo Climático en la clasificación de KÖPPEN

Subgrupo	Posible	Condición y significado
s	A, C, D	P _{inv6} > 3P _{ver1} La estación seca es en verano
w	A, C, D	P _{ver6} > 10P _{inv1} La estación seca es en invierno
f	A, C, D	P ₁ >6 No hay estación seca o no coincide ni en ó verano ni en invierno o ni s ni w
m	A	6 > P ₁ > 10 - 0,04 P
W	B	P < tm y P _{inv} >0,7P (P máxima invernal) P<tm+14 y P _{ver} >0,7 P (P máxima en verano) P<tm+7 y P uniformemente distribuidas
S	B	tm<P<2tm P máxima invernal tm+14<P<2tm+28 P máxima en verano tm+7<P<2tm+14 P unifome

Donde:

- P_{inv6} : Precipitación media máxima de los 6 meses más fríos=5,01 cm
- P_{ver1} : Precipitación media mínima de los 6 meses más cálidos=1,40 cm
- P_{ver6} : Precipitación media máxima de los 6 meses más cálidos=5,09 cm
- P_{inv1} : Precipitación media mínima de los 6 meses más fríos=2,84 cm
- P_1 : Precipitación media del mes más seco=1,40 cm
- P_{ver} : Sumatorio de P de los 6 meses más cálidos=3,07 cm
- P_{inv} : Sumatorio de P de los 6 meses más fríos=4,14 cm

Tabla 36: Asignación de la Subdivisión Climática en la clasificación de KÖPPEN

Subdivisión	Condición	G posibles
a veranos calurosos	$tm_{12} > 22 \text{ }^\circ\text{C}$	C
b veranos cálidos	$tm_9 > 10 \text{ }^\circ\text{C}$	C
c veranos cortos y frescos	tm_{10} o tm_{11} o $tm_{12} > 10 \text{ }^\circ\text{C}$	C
d inviernos muy fríos	$tm_1 < 3,8 \text{ }^\circ\text{C}$	D
h seco y caluroso	$tm > 18 \text{ }^\circ\text{C}$	B
k seco y frío	$tm < 18 \text{ }^\circ\text{C}$ y $tm_{12} > 18 \text{ }^\circ\text{C}$	B

Tabla 37: Clasificación de KÖPPEN para la zona de estudio

	Clasificación
Grupo	C
Subgrupo	s
Subdivisión	c
Denominación (tres letras): Csc	

13. CLASIFICACIÓN FITOCLIMÁTICA DE ALLUÉ ANDRADE (1990)

Para la obtención de la clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990) nos hemos basado en la información cartográfica aportada por el MITECO

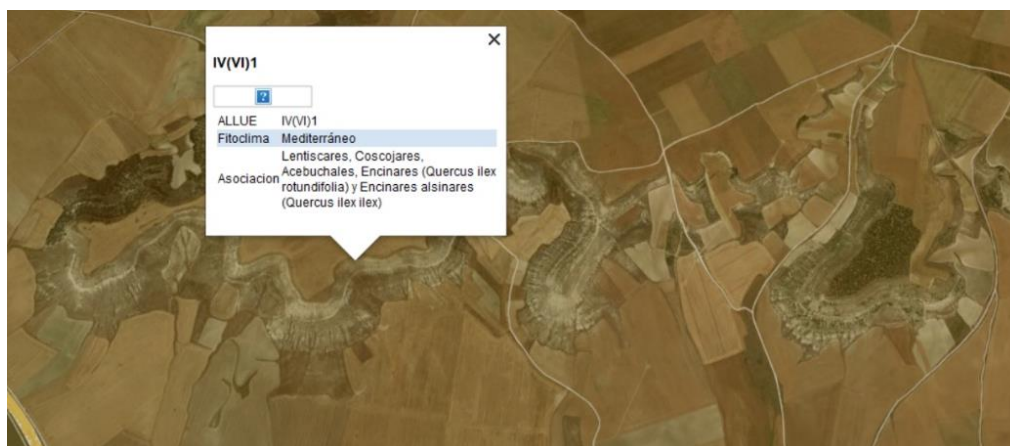


Figura 16: Clasificación fitoclimática de Allué Andrade para nuestra zona de proyecto. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2017).

Allué IV (VI) 1

Fitoclima: Mediterráneo

Asociaciones potenciales de vegetación: Lentiscales (*Pistacia lentiscus*), Coscojares (*Quercus coccifera*), Acebuchales (*Olea europaea* var. *sylvestris*), Encinares (*Quercus ilex rotundifolia*) y Encinares alsinares (*Quercus ilex ilex*).

14. BIOCLIMATOLOGÍA

14.1. ÍNDICE DE TERMICIDAD

El índice de termicidad se calcula mediante la Ecuación (21).

$$I_t = (t_m + T_1 + t_1) \cdot 10$$

Ecuación (21): Cálculo del índice de termicidad.

Donde:

- **T₁**: Temperatura media de las máximas del mes más frío=8,22 °C
- **t₁**: Temperatura media de las mínimas del mes más frío=0,34 °C

I_t= 213

14.2. 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. A continuación, se establece la clasificación de los distintos pisos bioclimáticos presentes en los ambientes mediterráneos.

Tabla 38: Clasificación de los pisos bioclimáticos de la región mediterránea.

Piso bioclimático	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
Termomediterráneo	17 - 19	14 - 18	5 – 10	360 – 470
Inframediterráneo	> 19	> 18	> 10	> 470

Aquí se nos presenta una discordancia pues, según la información aportada por Rivas-Martínez (1987) para el municipio de Bercero (Ver Tabla 32 y Plano 11: Series de vegetación de Rivas-Martínez (1987)), nos encontramos en una zona de clima supramediterráneo, sin embargo, considerando el valor obtenido de It en base a los datos termométricos aportados por la estación de Valladolid, nos encontramos en una zona de clima mesomediterráneo. Dada que esta discordancia es leve y que, según Pemán *et al.*, los modelos de sucesión vegetal tienen una interpretación amplia y flexible y no albergan consideraciones precisas e inequívocas, vamos a considerar que el piso bioclimático al que pertenece nuestra zona de proyecto es el supramediterráneo (2021).

Tabla 39: *Serie de vegetación según Rivas – Martínez (1987) para la zona de estudio.*
Fuente: Rivas -Martínez, 1987.

Serie de vegetación	22a	Serie supramediterránea castellano-maestrazgo-manchega basofila de <i>Quercus rotundifolia</i> o encina (<i>Juniperus thuriferae</i> - <i>Querceto rotundifoliae sigmetum</i>) VP, encinares
Región	II	Mediterránea
Azonal	z	Series climatófilas
Piso	G	Supramediterráneo
Clima asociado		T 13 a 8°, m -1 a -4°, M 9 a 2°, It 210 a 60, H IX-VI

14.3. HORIZONTES O SUBPISOS BIOCLIMÁTICOS

Los horizontes bioclimáticos definen cambios en la distribución de series de vegetación. (Rivas-Martínez, 1987)

Tabla 40: *Horizontes bioclimáticos en base al valor del índice de termicidad para el piso bioclimático supramediterráneo.*

Horizonte bioclimático	I _t
Superior	61-110
Medio	111-160
Inferior	161-210

Vamos a considerar (ver discordancia descrita en el apartado anterior) que nuestra zona de proyecto se encuentra en el horizonte Supramediterráneo inferior.

14.4. PERÍODO DE ACTIVIDAD VEGETAL

Según Rivas-Martínez el periodo de actividad vegetal (Pav) se da a partir de los 7,5 °C de temperatura media mensual, a partir de este valor, el incremento de la biomasa es apreciable (1987). En la Tabla 41, se muestra el periodo de actividad vegetal en función de la región mediterránea en la que nos encontremos.

Tabla 41: *Valores del periodo de actividad vegetal (pav) en base al piso climático (Región mediterránea).* Fuente: Rivas-Martínez, 1987.

Piso	Pav (meses)
Crioromediterráneo	2-3
Oromediterráneo	4-6
Supramediterráneo	7-8
Mesomediterráneo	9-11
Termomediterráneo	12
Inframediterráneo	12

14.5. OMBROCLIMA

Según Rivas-Martínez, el ombrocima es la parte del clima referida a las lluvias (1987). Dentro de cada piso bioclimático podemos distinguir, en base a los valores de

precipitación, diversos tipos de vegetación, que se corresponden con unidades ombroclimáticas.

Tabla 42: Ombroclimas en base a los valores de precipitación media anual (mm) para la región mediterránea peninsular.

Ombroclima	Precipitación (mm)
Árido	<200
Semiárido	200-350
Seco	350-600
Subhúmedo	600-1000
Húmedo	1000-1600
Hiperhúmedo	>1600

14.6. ÍNDICE DE ARIDEZ ESTIVAL BIMENSUAL

El índice de aridez estival bimensual se calcula mediante la Ecuación (22).

$$I = \frac{P_{julio} + P_{agosto}}{2 \cdot (t_{mjulio} + t_{magosto})}$$

Ecuación (22): Cálculo del índice de aridez estival bimensual

I=0,32<1→Marcada aridez estival

15. ÍNDICES HIDROLÓGICOS EN RELACIÓN CON EL CLIMA

15.1. MÓDULO PLUVIOMÉTRICO ANUAL

El módulo pluviométrico anual se corresponde con los datos presentados en la Tabla 9, es decir, con los datos de precipitación media anual para cada año (resultante de la suma de las mensuales) que representa la serie de datos de nuestro observatorio.

15.2. MÓDULO PLUVIOMÉTRICO ANUAL MEDIO

El módulo pluviométrico anual medio se corresponde con la precipitación media anual, resultante de la media aritmética de las precipitaciones totales anuales para cada año que representa la serie de datos, adquiriendo este un valor de 432,73 mm.

15.3. ÍNDICE DE HUMEDAD ANUAL

El índice de humedad anual nos permite, por medio de la relación entre las precipitaciones de cada año de la serie y la precipitación media anual (437,2 mm), caracterizar los años en base a si estos son secos (por debajo de P anual) o húmedos (por encima de P anual). Se calcula mediante la Ecuación (23).

$$\text{Índice de humedad (IH)} = \frac{P_i}{P_{\text{anual (432,73 mm)}}$$

Ecuación (23): Cálculo del índice de humedad anual (IH)

Tabla 43: Clasificación de los años de la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid en base al valor de su índice de humedad y porcentaje de los mismos que pertenece a cada categoría.

IH	Clasificación	%
IH<0,7	Muy seco	6,3
0,7<IH≤0,9	Seco	31,3
0,9<IH≤1,1	Normal	29,2
1,1<IH≤1,3	Húmedo	25,0
IH>1,3	Muy húmedo	8,3

Tabla 44: Valores de precipitación anual (mm), índice de humedad (IH) y clasificación en base a esta para cada año de la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.

	P _i	IH	Clasificación
1974	434.9	1.01	Normal
1975	366.2	0.85	Seco
1976	498.8	1.15	Húmedo
1977	565.10	1.31	Muy húmedo
1978	522.8	1.21	Húmedo
1979	514.3	1.19	Húmedo
1980	382.4	0.88	Seco
1981	411.2	0.95	Normal
1982	368.7	0.85	Seco
1983	347	0.80	Seco
1984	514.9	1.19	Húmedo
1985	351.2	0.81	Seco
1986	350.7	0.81	Seco
1987	433.1	1.00	Normal
1988	428.6	0.99	Normal
1989	551.4	1.27	Húmedo
1990	327.6	0.76	Seco
1991	238.5	0.55	Muy seco
1992	358.5	0.83	Seco
1993	444	1.03	Normal
1994	385.4	0.89	Seco
1995	417.8	0.97	Normal
1996	514.3	1.19	Húmedo
1997	698.7	1.61	Muy húmedo
1998	369.1	0.85	Seco
1999	464.9	1.07	Normal
2000	526.3	1.22	Húmedo
2001	405.2	0.94	Normal
2002	478.1	1.10	Normal
2003	601.9	1.39	Muy húmedo
2004	323.2	0.75	Seco
2005	275.8	0.64	Muy seco

Tabla 44 (Cont.): Valores de precipitación anual (mm), índice de humedad (HI) y clasificación en base a esta para cada año de la serie de datos 1974-2021 del observatorio

2006	522.1	1.21	Húmedo
2007	495.6	1.15	Húmedo
2008	546.2	1.26	Húmedo
2009	336.3	0.78	Seco
2010	530	1.22	Húmedo
2011	324.9	0.75	Seco
2012	372.1	0.86	Seco
2013	507.3	1.17	Húmedo
2014	433.8	1.00	Normal
2015	349.8	0.81	Seco
2016	456.8	1.06	Normal
2017	190.8	0.44	Muy seco
2018	596.2	1.38	Muy húmedo
2019	397.6	0.92	Normal
2020	442.4	1.02	Normal
2021	398.7	0.92	Normal

Observando las tablas 43 y 44 podemos apreciar que casi un tercio de los años serían calificados con respecto a la media como secos, siendo los años con índice de humedad extremos (muy húmedo o muy seco) poco representativos para el total de la serie.

15.4. ÍNDICE DE IRREGULARIDAD PLUVIOMÉTRICO

El presente índice nos permite establecer una relación entre las precipitaciones máximas y las mínimas, lo que nos aportará una idea de la irregularidad pluviométrica de la zona. Se calcula mediante la Ecuación (24).

$$I_{IP} = \frac{P_{imax}}{P_{imin}}$$

Ecuación (24): Cálculo del índice de irregularidad pluviométrico

Donde:

- **P_{imax}**: Precipitación máxima anual (del conjunto formado por la serie de datos) =698,7 mm
- **P_{imin}**: Precipitación mínima anual (del conjunto formado por la serie de datos) =190,88 mm

$$I_{IP} = 3,66.$$

Siguiendo las indicaciones de los Apuntes de hidrología elaborados por la Unidad Docente de Hidrología y Proyectos Forestales de la Universidad de Valladolid, como el valor de nuestro índice de es superior a 3, se puede afirmar que las precipitaciones presentan una irregularidad acusada (2016)

15.5. ÍNDICE DE ARIDEZ DE LA UNESCO (UNEP, 1992)

El índice de aridez de la UNESCO nos permite calcular el riesgo de desertificación en una determinada zona, por medio de la relación entre la precipitación media anual (432, 73 mm) y la evapotranspiración potencial media anual (709,37 mm) (previamente calculadas). Se calcula mediante la Ecuación (25).

$$I_{AU} = \frac{P}{ETP}$$

Ecuación (25): Cálculo del índice de aridez de la UNESCO

$$I_{AU} = 0,61 \rightarrow$$

Tabla 45: Clasificación del grado de desertificación en base a los valores del índice de aridez de la UNESCO

Clasificación	Valores
Árido	0,05-0,2
Semiárido	0,2-0,5
Subhúmedo seco	0,5-0,65
Subhúmedo húmedo	0,65-0,75
Húmedo	>0,75

15.6. ÍNDICE DE AGRESIVIDAD CLIMÁTICA DE FOURNIER (1960)

El índice de agresividad climática de Fournier se calcula mediante la Ecuación (26).

$$I_{Fournier} = \frac{P_{maxi}^2}{P_i}$$

Ecuación (26): Cálculo del índice de Fournier

Tabla 46: Precipitación total (P), máxima (P_{max}) anual y índice de Fournier (I_{Fournier}) para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid, todos ellos expresados en mm.

Año	P	P _{max}	I _{Fournier}
1974	434,9	83,6	16,1
1975	366,2	59,9	9,8
1976	498,8	71,8	10,3
1977	565,1	106,2	20,0
1978	522,8	129,6	32,1
1979	514,3	102,9	20,6
1980	382,4	67,9	12,1
1981	411,2	106,1	27,4
1982	368,7	92,4	23,2
1983	347,0	68,0	13,3
1984	514,9	166,7	54,0
1985	351,2	65,5	12,2
1986	350,7	88,7	22,4
1987	433,1	72,0	12,0
1988	428,6	105,4	25,9
1989	551,4	153,4	42,7
1990	327,6	50,4	7,8
1991	238,5	57,0	13,6

Tabla 46 (Cont.): Precipitación total (P), máxima (P_{max}) anual y índice de Fournier ($I_{Fournier}$) para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid, todos ellos expresados en mm.

Año	P	P_{max}	$I_{Fournier}$
1992	358,5	107,6	32,3
1993	444,0	142,1	45,5
1994	385,4	87,5	19,9
1995	417,8	111,1	29,5
1996	514,3	125,7	30,7
1997	698,7	155,7	34,7
1998	369,1	76,4	15,8
1999	464,9	106,8	24,5
2000	526,3	113,5	24,5
2001	405,2	125,7	39,0
2002	478,1	87,7	16,1
2003	601,9	135,1	30,3
2004	323,2	70,2	15,2
2005	275,8	111,5	45,1
2006	522,1	96,0	17,7
2007	495,6	90,0	16,3
2008	546,2	162,7	48,5
2009	336,3	109,1	35,4
2010	530,0	105,1	20,8
2011	324,9	62,3	11,9
2012	372,1	94,1	23,8
2013	507,3	129,8	33,2
2014	433,8	81,8	15,4
2015	349,8	66,4	12,6
2016	456,8	135,4	40,1
2017	190,8	40,0	8,4
2018	596,2	116,0	22,6
2019	397,6	67,6	11,5
2020	442,4	113,6	29,2
2021	398,7	69,4	12,1
Anual	432,7	98,8	23,7

El índice de agresividad de Fournier ha resultado en un valor medio anual de 23,7 mm, encuadrándose dentro de los valores entre los que se mueve la cifra española (20-180 mm).

Tabla 47: Valores del índice de Fournier y clasificación de la agresividad de la lluvia correspondientes.

$I_{Fournier}$	Clasificación
<50	Muy bajo
50-100	Bajo

Tabla 47 (Cont.): Valores del índice de Fournier y clasificación de la agresividad de la lluvia correspondientes.

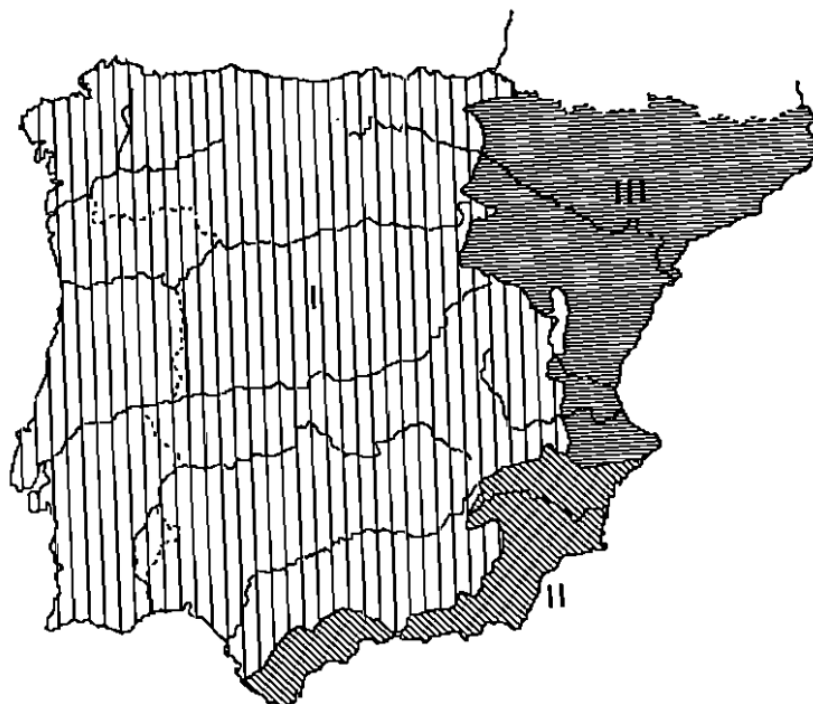
I Fournier	Clasificación
100-150	Moderado
>200	Alto

Con estos resultados podemos concluir con que la agresividad de la lluvia en base a los datos recogidos por la estación de Valladolid es muy baja, y que, los valores medios entre los que se mueve el índice de Fournier a nivel estatal tampoco son altos.

15.7. FACTOR DE EROSIDAD MEDIO DE LA LLUVIA: FACTOR R DE LA USLE (1978)

El factor R de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (Ver Ecuación (29)) hace referencia a la relación que mantienen la energía cinética asociada a las gotas de lluvia con la disgregación y compactación de las partículas del suelo, determinando la aparición de escorrentía superficial.

La Ecuación para el cálculo del valor de R va a depender de la región española en la que se encuentre nuestro proyecto (Figura 17)



$$\begin{aligned}
 \text{I: } R &= e^{-0,834} (\text{PMEX})^{1,314} (\text{MR})^{-0,388} (\text{F24})^{0,563} \\
 \text{II: } R &= e^{-1,235} (\text{PMEX})^{1,297} (\text{MR})^{-0,511} (\text{MV})^{0,366} (\text{F24})^{0,414} \\
 \text{III: } R &= e^{0,754} (\text{T2})^{1,031} (\text{T10})^{-0,828} (\text{F})^{-0,482} (\text{PMEX})^{1,628} (\text{MR})^{-1,22} (\text{MV})^{0,536} (\text{F24})^{0,800} e^{(Z \cdot 7 \times 0,211)} e^{(Z \cdot 9 \times -0,157)}
 \end{aligned}$$

Figura 17: Zonas en que queda dividida la Península Ibérica para el cálculo del factor R y, expresiones matemáticas correspondientes a cada una de ellas. Fuente: Rivas-Martínez, 1987

El factor R de la USLE se calcula mediante la Ecuación (27).

$$R = e^{-0,834} \cdot PMEX^{1,314} \cdot MR^{-0,388} \cdot F24^{0,563}$$

Ecuación (27): Cálculo del factor R de la USLE

Donde:

- **PMEX:** Valor medio anual de la lluvia máxima mensual (mm)
- **MR:** Precipitación media del periodo octubre-mayo (mm)
- $F24 = \frac{P \text{ MAX } 24}{\sum P \text{ MAX } 24}$

Tabla 48: Parámetros necesarios para hallar el índice de Fournier para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.

Año	PMEX	MR	P MAX 24	Σ P MAX 24	F24
1974	83.6	326.1	42.5	174.3	10.4
1975	59.9	247.1	22.1	120.7	4.0
1976	71.8	297.7	33.0	189.3	5.8
1977	106.2	445.8	28.7	167.5	4.9
1978	129.6	461.9	25.3	164.1	3.9
1979	102.9	463.3	24.2	149.2	3.9
1980	67.9	299.5	36.1	165.9	7.9
1981	106.1	268.8	30.9	149.6	6.4
1982	92.4	237.3	36.8	147.1	9.2
1983	68.0	247.1	46.4	130.0	16.6
1984	166.7	428.6	54.9	168.4	17.9
1985	65.5	328.7	22.6	99.4	5.1
1986	88.7	256.8	33.9	147.7	7.8
1987	72.0	336.3	20.7	133.9	3.2
1988	105.4	294	28.5	125.3	6.5
1989	153.4	457	49.2	214.1	11.3
1990	50.4	246.1	22.8	136.0	3.8
1991	57.0	211.2	19.9	76.8	5.2
1992	107.6	263	23.8	152.1	3.7
1993	142.1	325.3	31.4	118.1	8.3
1994	87.5	338.3	17.6	130.9	2.4
1995	111.1	338.9	37.2	156.7	8.8
1996	125.7	453.5	41.9	205.3	8.6
1997	155.7	519.7	44.4	249.9	7.9
1998	76.4	296.3	33.4	159.7	7.0
1999	106.8	266.9	56.3	204.4	15.5
2000	113.5	458.1	23.2	154.5	3.5
2001	125.7	352.9	27.3	135.7	5.5
2002	87.7	415.2	21.3	144.2	3.1
2003	135.1	511.5	44.4	204.7	9.6
2004	70.2	292.9	28.1	130.8	6.0
2005	111.5	262.5	22.2	87.6	5.6
2006	96.0	380.4	47.0	227.1	9.7
2007	90.0	339.3	41.2	211.2	8.0

Tabla 48 (Cont.): Parámetros necesarios para hallar el índice de Fournier para la serie de datos 1974-2021 del observatorio de Valladolid.

2008	162.7	489.3	22.0	134.6	3.6
2009	109.1	291.8	33.4	121.0	9.2
2010	105.1	458.9	19.6	139.6	2.8
2011	62.3	291.6	23.7	134.9	4.2
2012	94.1	326	27.8	148.7	5.2
2013	129.8	419.1	26.2	151.0	4.5
2014	81.8	332.1	24.7	125.0	4.9
2015	66.4	235	33.6	155.8	7.2
2016	135.4	432.9	32.4	139.0	7.6
2017	40.0	147.4	23.8	89.2	6.4
2018	116.0	466.6	29.8	178.0	5.0
2019	67.6	288.2	37.2	160.6	8.6
2020	113.6	352.4	20.6	125.0	3.4
2021	69.4	292.7	19.2	120.2	3.1
Media	98.8	343.6	31.1	151.1	6.7

$$R = 54,95 \text{ hJ/m}^2 \text{ cm/h}$$

Tabla 49: Clasificación del índice de Fournier. Fuente: CEC (1992).

Clase	Rango	Descripción
1	< 60	Muy bajo
2	60 – 90	Bajo
3	90 – 120	Moderado
4	120 – 160	Alto
5	> 160	Muy alto

En base al valor de Fournier obtenido mediante la aplicación de la Ecuación (27) y a la clasificación que aparece en la Tabla 49, se puede afirmar que en nuestra zona de proyecto hay una erosividad pluvial muy baja.

16. RÉGIMENES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO (SOIL TAXONOMY)

16.1. RÉGIMEN DE TEMPERATURA

El régimen de temperatura del suelo hace referencia a la temperatura media del suelo medida a una profundidad de 50 cm (la cual se corresponde con el espacio radicular y no se ve afectada por los cambios diarios de temperatura, únicamente por los estacionales).

Tabla 50: Régimenes de temperatura del suelo en base a los valores de temperatura del suelo media (t_{ms}), temperatura del suelo media en verano (t_{msv}) y temperatura del suelo media en invierno (t_{msvi})

Régimen Cryico	$0 \text{ }^\circ\text{C} < t_{ms} < 8 \text{ }^\circ\text{C}$ y veranos muy fríos
-----------------------	--

Tabla 50 (Cont.): *Régimenes de temperatura del suelo en base a los valores de temperatura del suelo media (t_{ms}), temperatura del suelo media en verano (t_{msv}) y temperatura del suelo media en invierno (t_{msvi})*

Régimen Frígido	$0\text{ }^{\circ}\text{C} < t_{ms} < 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $t_{msv} - t_{msi} > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Régimen Mésico	$8\text{ }^{\circ}\text{C} < t_{ms} < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $t_{msv} - t_{msi} > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Régimen Térmico	$15\text{ }^{\circ}\text{C} < t_{ms} < 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $t_{msv} - t_{msi} > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Régimen Hipertérmico	$t_m > 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $t_{msv} - t_{msi} > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Donde:

- t_{ms} : Temperatura del suelo media=Temperatura del aire media más un grado
- t_{msv} : Temperatura del suelo media en verano=22,18 °C
- t_{msvi} : Temperatura del suelo media en invierno=6,15 °C

16.2. RÉGIMEN DE HUMEDAD

Tabla 51: *Régimenes de temperatura y humedad del suelo según la Soil Taxonomy (S.T.) (1997). Fuente: (Cartografía, s.f.)*

	tm suelo [° C]	Régimen de Temperatura (ST)	Precipitación anual [mm]	Régimen de humedad (ST)
SUELO	13,74	Mésico	432, 73	Xérico

El régimen de humedad del suelo xérico es el propio de los climas mediterráneos, y se caracteriza por la existencia de inviernos fríos y veranos cálidos (estación en la que se da sequía) en los que se produce un déficit de agua. Las lluvias tienen lugar en otoño, momento en el que la evapotranspiración es baja y el agua permanece en el suelo a lo largo del invierno. Las lluvias en verano son poco frecuentes e ineficientes debido a la elevada evapotranspiración y a que la mayor parte del agua se pierde por escorrentía superficial.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo II: Estudio edafológico

ÍNDICE DEL ANEJO II: ESTUDIO EDAFOLÓGICO

1.	Introducción	1
2.	Origen de los datos	1
3.	Clasificación del suelo (fao modificada, 1974).....	1
4.	Propiedades físicas de los suelos	2
4.1.	Profundidad.....	2
4.2.	Pedregosidad superficial.....	3
4.3.	Afloramientos rocosos.....	4
4.4.	Clasificación textural	4
4.5.	Porosidad del suelo.....	5
4.6.	Permeabilidad, conducción hidráulica	6
5.	Propiedades químicas de los suelos	7
5.1.	pH	7
5.2.	Carbonatos activos	8
5.3.	Elementos asimilables del suelo	9
5.3.1.	Contenido de fósforo asimilable	9
5.3.2.	Contenido de potasio asimilable	9
5.3.3.	Contenido de nitrógeno asimilable	10
5.4.	Contenido de materia orgánica del suelo	11
5.5.	Salinidad, conductividad eléctrica	11
6.	Índices de erosionabilidad.....	12
6.1.	Índice de Bouyoucos (1962).....	12
6.2.	Índice SEI	12
6.3.	Factor de erosionabilidad del suelo: Factor K de la USLE (1978).....	13

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es un componente básico de los sistemas naturales que supone un recurso multifuncional y no renovable ya que adquiere su morfología y propiedades después de una evolución muy lenta y larga.

El estudio de las características edáficas de nuestra zona de proyecto nos va a permitir establecer las limitaciones que estas imponen a las comunidades vegetales.

2. ORIGEN DE LOS DATOS

Los datos para la realización de este estudio edáfico se han obtenido en su gran mayoría de la Base de Datos FOREDAF (Banco de Datos de Suelos Forestales) de la Unidad de Edafología y Ecología del Departamento de Silvopascicultura de la ETSI de Montes (Universidad Politécnica de Madrid), la cual dispone del análisis de suelos de perfiles de diversas zonas forestales de Castilla y León. Para el acceso a los datos relativos a la zona del proyecto se contactó con dicha unidad.

A continuación, se muestran los datos de ubicación y otras características de la zona en la que se realizó la calicata de la cual se obtuvieron los datos edáficos:

Tabla 1: *Ubicación y otros datos referentes al punto de muestreo para el análisis de suelos por el Banco de Datos de Suelos Forestales.*

Provincia	Valladolid
Término Municipal	Bercero
Coordenada X 30 UTM	327169
Coordenada Y 30 UTM	460524
Altitud (m)	800
Litofacies	Caliza

En caso de que se haya obtenido de otra fuente o se haya empleado una metodología distinta de estimación de parámetros se especificará en el apartado correspondiente.

3. CLASIFICACIÓN DEL SUELO (FAO MODIFICADA, 1974)

Los tipos de suelos presentes en la zona en la que se ha planificado el presente proyecto se han definido en base a datos cartográficos aportados por la Junta de Castilla y León.

En el Plano 6: Edafológico (FAO) se puede apreciar que en la zona del proyecto hay presentes 3 tipos o asociaciones de suelos (Tabla 2), clasificados estos según la clasificación propuesta por la FAO en 1974 modificada. En este plano, también aparecen especificadas la textura de cada uno de ellos. Estos son:

Tabla 2. *Asociaciones o tipos de suelo en base a la clasificación de la FAO modificada de 1974 y textura de estos en la zona del proyecto según el mapa edafológico aportada por la Junta de Castilla y León.*

Código	Asociación/Tipo de suelo	Textura
14	(CMC) Cambisol calcárico	Gruesa

Tabla 3 (Cont.). Asociaciones o tipos de suelo en base a la clasificación de la FAO modificada de 1974 y textura de estos en la zona del proyecto según el mapa edafológico aportada por la Junta de Castilla y León.

Código	Asociación/Tipo de suelo	Textura
125	(CMx)Cambisol crómico	Gruesa
124	(FLc)Fluvisol calcárico+(RGc)Regosol calcárico	Gruesa

Previa a la descripción de cada una de estas asociaciones, es necesario definir que "una asociación es una unidad cartográfica que contiene dos o más clases de suelos, en la que dos suelos distintos agrupados ocupan suficiente extensión y están organizados según un patrón de distribución que se repite de una manera regular" (Institut d'Estudis Catalans, s.f.).

Estas asociaciones se describirán en base a: FAO-Unesco Soil map of the world Volume V Europe. (1981).

- Cambisol calcárico: Suelos muy presentes en España y Portugal bajo condiciones climáticas mediterráneas. Están frecuentemente asociados a topografías montañosas. Estos suelos aparecen sometidos a un estrés hídrico importante y la pendiente es el mayor factor limitante para el cultivo junto con la susceptibilidad a la erosión. También son suelos representativos de las margas.
- Cambisol crómico: Suelos que aparecen en rocas de tipo calizo y, de acuerdo con la topografía, pueden cubrirse de bosques, cultivos o pastos.
- Fluvisol calcárico: Suelos de amplia distribución por toda Europa. Suelos calcáreos entre 20 y 50 cm desde la superficie.
- Regosol calcárico: Suelos que se dan bajo condiciones de pendientes suavemente inclinadas y clima mediterráneo. Presenta bajas capacidades de retención de agua y es un suelo representativo de las margas.

4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

4.1. PROFUNDIDAD

La profundidad es una propiedad de los suelos muy relevante en los procesos de repoblación, pues determina el espacio físico explorable por las raíces, lo que afecta a la disponibilidad de agua, aire y nutrientes para las plantas.

En la Tabla 3 se muestran los datos de profundidad (entendida esta como la posición respecto de la superficie del suelo de la roca dura continua):

Tabla 4: Profundidad de cada horizonte de la muestra de suelo tomada por el Banco de Datos de Suelos Forestales en la zona del proyecto.

Horizontes	Profundidad (cm)
1	15
2	15
3	30
R	0

Para hacer una clasificación del suelo en función de su profundidad nos vamos a basar en la clasificación propuesta por Storey (1970), la cual aparece en la Tabla 4.

Tabla 4: *Clasificación de suelos en base a su profundidad hasta la roca madre según Storey (1970).*

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

Dado que nuestro suelo presenta una profundidad de 60 cm (sumando la profundidad de los horizontes hasta alcanzar la roca madre, R), se puede afirmar que este es somero-moderadamente profundo según la clasificación de Storey (1970).

4.2. PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL

Los fragmentos de roca madre (piedras y elementos gruesos) disminuyen la capacidad del suelo para almacenar aire, agua y nutrientes; También minimiza el espacio que puede ser explorado por las raíces. Desde el punto de vista de la repoblación, los procesos de preparación del suelo y ejecución de la plantación pueden verse dificultados.

A efectos hidrológicos, la presencia de elementos gruesos supone un obstáculo para la circulación del agua, lo que afecta a la capacidad de infiltración (que se ve disminuida) y a la escorrentía tanto superficial como subsuperficial.

Los elementos gruesos se pueden clasificar de la siguiente forma atendiendo a su diámetro:

Gravas: Ø= 0,2 - 6 cm

Cantos. Ø= 6 - 20 cm

Bloques: Ø= 20 – 60 cm

Grandes bloques: Ø > 60 cm

La estimación de la pedregosidad se ha realizado de manera visual en la zona del proyecto (ya que este dato no estaba analizado por la Base de Datos de Suelos Forestales), valorando el porcentaje de superficie que ocupan todos los fragmentos respecto del total de la superficie del suelo, y, para su clasificación, se ha utilizado la definida por la USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos) en 1980, la cual aparece en la Tabla 5.

Tabla 5: *Clasificación de la pedregosidad superficial del suelo según la USDA (1980).*

% Superficie ocupada por fragmentos gruesos	Descripción
0	Ninguna
0-2	Muy poca
2-5	Poca
5-15	Media
15-40	Mucha
40-80	Abundante
>80	Dominante

Tabla 5 (Cont.): Clasificación de la pedregosidad superficial del suelo según la USDA (1980).

Tras la observación del porcentaje de superficie ocupada por fragmentos gruesos por estimación visual en diferentes zonas de las laderas que componen la zona del proyecto, la pedregosidad superficial es media, ya que el porcentaje de superficie ocupada por fragmentos gruesos oscila el 10-15 %.

4.3. AFLORAMIENTOS ROCOSOS

La rocosidad hace referencia al volumen ocupado por el macizo rocoso que aflora sobre la superficie o próximo a esta. La importancia de su definición radica en que la rocosidad dificulta el laboreo del suelo, generando una alta probabilidad de los equipos de trabajo y bajos rendimientos, así como las labores de instalación de la nueva cubierta vegetal.

El porcentaje de afloramientos rocosos también se estima visualmente y, aunque no se ha recorrido la totalidad de la superficie del terreno, en base a las ortofotos y a la visión en conjunto de este, no se han apreciado afloramientos rocosos. Este dato, al igual que el de pedregosidad superficial, no es aportado por la Base de Datos de Suelos Forestales.

4.4. CLASIFICACIÓN TEXTURAL

La textura de un horizonte dado hace referencia al tamaño de las partículas presentes en su fracción de tierra fina.

La clase textural se define por la combinación de los contenidos de arenas, limos y arcillas. Para la determinación de la clase textural se ha seguido la clasificación y metodología propuesta por la USDA (1980), con el diagrama triangular de texturas.

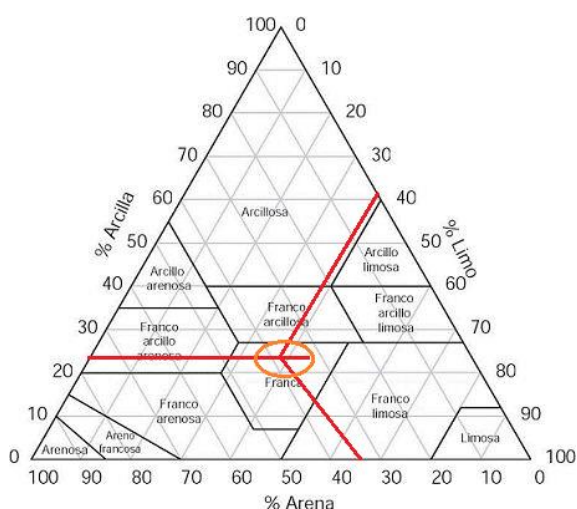


Figura 1: Diagrama de clasificación textural de la USDA (1980) para el horizonte 1

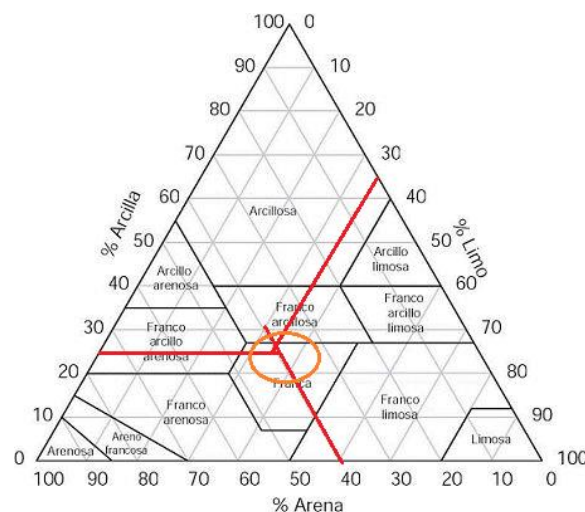


Figura 2: Diagrama de clasificación textural de la USDA (1980) para el horizonte 2

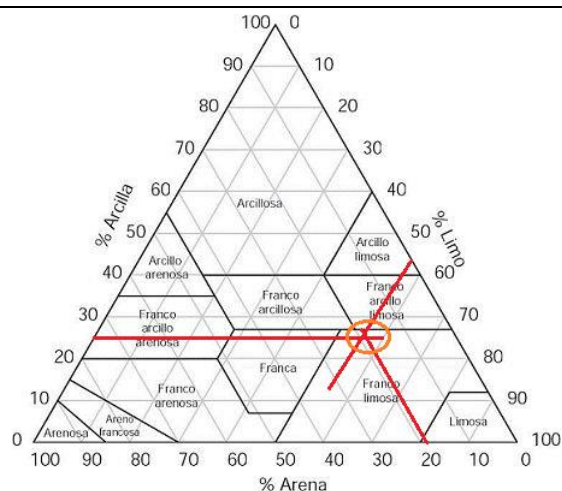


Figura 3: Diagrama de clasificación textural de la USDA (1980) para el horizonte 3.

Tabla 6: Porcentaje de elementos finos para cada horizonte y clasificación textural según la USDA (1980).

Horizonte	Tierra fina (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clasificación textural (USDA)
1	58,22	34,5	41,1	24,4	Franco
2	56,22	39,6	35,2	25,2	Franco
3	31,75	19,7	56	24,3	Franco-limoso

Como vemos, la textura dominante es la franca, siendo esta una buena textura ya que, al estar equilibrada en sus proporciones de arcillas, limos y arenas, posee buenas propiedades físicas y químicas.

Valorando la heterogeneidad entre los perfiles, vemos que se da un cambio de textura entre los horizontes 2 y 3 (de franca a franco-limoso). Este cambio es poco abrupto por lo que el desarrollo radical no se va a ver afectado.

La principal limitación que podría aparecer con respecto a la clasificación textural sería un alto contenido de arcilla, pero se puede apreciar que ninguna de estas dos texturas es predominante en ninguno de los horizontes, por lo que no se va a considerar esta limitación.

4.5. POROSIDAD DEL SUELO

La porosidad del suelo, también denominada como espacio no ocupado por la fase sólida es la cualidad edáfica que permite la circulación y almacén tanto de aire (aireación) como del agua (permeabilidad y capacidad de retención de agua).

Se trata de una propiedad edáfica relacionada con la textura que, como se ha mencionado antes, esta hace referencia al tamaño de las partículas presentes en su fracción de tierra fina, agrupadas por categorías y tamaños y supuestas todas de forma esférica. (Pemán *et al.*, 2021).

La porosidad se calcula mediante la Ecuación (1):

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

Ecuación (1): Cálculo de la porosidad del suelo.

Donde:

- **Densidad aparente:** Masa de partículas sólidas respecto al volumen inalterado de suelo seco.
- **Densidad real:** Masa de partículas sólidas secas referidas a la unidad de volumen de las mismas.

Tanto la densidad real como la densidad aparente expresadas en g/cm³

Tabla 7: *Densidad aparente (g/cm³), densidad real (g/cm³) y porosidad (%) de cada uno de los horizontes edáficos.*

Horizonte	Densidad aparente (g/cm ³)	Densidad real (g/cm ³)	Porosidad (%)
1	0,75	1,49	50,33
2	0,97	1,95	49,74
3	0,84	1,55	54,19

4.6. PERMEABILIDAD, CONDUCCIÓN HIDRÁULICA

La permeabilidad o conducción hidráulica es una característica del suelo que hace referencia a la capacidad de movimiento que tiene el agua en flujo saturado. Representa la velocidad de percolación (movimientos descendentes de agua gravitacional), fundamental para eliminar el exceso de agua que se genera ante episodios de precipitaciones más o menos intensas. Un buen drenaje va a evitar la falta de aireación por encharcamiento prolongado, que puede generar problemas a las plantas por asfixia radicular. (Pemán *et al.*, 2021).

Para la estimación de la permeabilidad de cada uno de los horizontes de la muestra, se ha empleado el gráfico de Rawls y Brakensiek (1989) el cual define la conductividad hidráulica a saturación de una muestra de suelo en base a su contenido de arena y arcilla.

La permeabilidad de cada uno de los horizontes de la muestra analizada por el Banco de Datos de Suelos Forestales aparece en la Tabla 8 y la justificación del dato de permeabilidad en base a gráfico de Rawls y Brakensiek (1989) en la *Figura 4*.

Tabla 8: *Permeabilidad (cm/s) de cada uno de los horizontes de la muestra analizada por el Banco de Datos de Suelos Forestales en base al gráfico de Rawls y Brakensiek (1989)*

Horizonte	Permeabilidad (cm/s)	Permeabilidad (cm/hora)
1	1,1·10 ⁻⁴	6,6·10 ⁻³
2	1,1·10 ⁻⁴	6,6·10 ⁻³
3	8,3·10 ⁻⁵	4,98·10 ⁻³

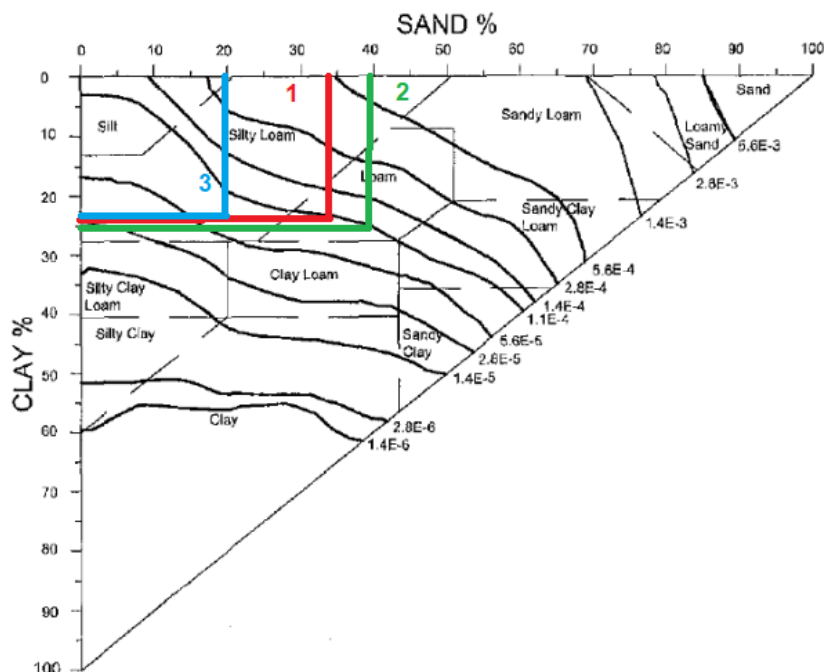


Figura 4: Triángulo de conductividad hidráulica a saturación. En color: Resultados para los horizontes de la muestra. Fuente: Rawls y Brakensiek, 1989.

5. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

5.1. PH

El análisis del pH del suelo es importante, al regular estas diferentes propiedades del suelo relacionadas con la fertilidad o con su comportamiento químico frente a las partículas minerales (alteración) y orgánicas (descomposición). (Pemán *et al*, 2021)

Esta propiedad edáfica, además, va a condicionar la elección de especies a implantar en la zona (basófilas o acidófilas).

El fin del análisis del pH es el conocimiento de la acidez actual (abundancia de protones).

Para la clasificación del suelo en base a su pH, se va a tomar como referencia la clasificación de Wilde (s.f., como se citó en Gandullo, 1985).

Tabla 9: Clasificación de los suelos en base a su pH según Wilde (s.f., como se citó en Gandullo, 1985).

pH	Clasificación
< 3,9	Extremadamente ácido
4 - 4,6	Muy fuertemente ácido
4,7 - 5,4	Fuertemente ácido
5,5 - 6,4	Moderadamente ácido
6,5 - 7,2	Neutro
7,3 - 7,9	Moderadamente básico
8 - 8,4	Fuertemente básico
>8,4	Extremadamente básico

Los datos de reacción del suelo (o pH en agua) para los distintos horizontes del suelo, así como su clasificación en base a ello de nuestra zona del proyecto son los siguientes:

Tabla 10: *Reacción del suelo de cada uno de los horizontes del suelo y clasificación según la clasificación de Wilde (s.f., como se citó en Gandullo, 1985).*

Horizonte	pH	Clasificación
1	8	Fuertemente básico
2	8	Fuertemente básico
3	8,1	Fuertemente básico

En base a los datos de pH de la muestra de suelo analizada por el Banco de Datos de Suelos Forestales para la zona del proyecto, se llega a la conclusión de que las especies que se elijan para conformar la repoblación deberán ser o basófilas o indiferentes al pH del sustrato, siendo completamente excluidas aquellas de carácter silicícola.

5.2. CARBONATOS ACTIVOS

El contenido de carbonatos activos hace referencia a la presencia de calcio en la fracción de tamaño limo y arcilla expresado en porcentaje de presencia en tierra fina.

La calificación de la presencia de carbonatos activos propuesta por Gandullo (1985, como se citó en Pemán *et al.*, 2021) es la siguiente:

Tabla 11: *Calificación del suelo en base a la presencia de carbonatos activos y características según Gandullo (1985, como se citó en Pemán *et al.*, 2021).*

Evaluación	Carbonatos activos (%)	Características
Totalmente descarbonatado	<2,5	Insuficiente Ca soluble
Bastante descarbonatado	2,5 – 10	Suficiente Ca, P y Fe soluble
Algo descarbonatado	10 – 20	Suficiente Ca y P, algún problema con el Fe
Poco descarbonatado	20 – 40	Exceso de Ca, algo de P e insuficiente Fe
No descarbonatado	>40	Exceso de Ca, insuficiente P y muy insuficiente Fe

El porcentaje de carbonatos activos en cada uno de los horizontes de la muestra estudiada y su clasificación se muestra a continuación:

Tabla 12: *Porcentaje de carbonatos activos en cada uno de los horizontes del suelo, clasificación en base a ello y características según Gandullo (1985, como se citó en Pemán *et al.*, 2021).*

Horizonte	Carbonatos activos (%)	Evaluación	Características
1	25,54	Poco descarbonatado	Exceso de Ca, algo de P e insuficiente Fe

Tabla 12 (Cont.): *Porcentaje de carbonatos activos en cada uno de los horizontes del suelo, clasificación en base a ello y características según Gandullo (1985, como se citó en Pemán et al., 2021).*

Horizonte	Carbonatos activos (%)	Evaluación	Características
2	22,89	Poco descarbonatado	Exceso de Ca, algo de P e insuficiente Fe
3	73,95	No descarbonatado	Exceso de Ca, insuficiente P y muy insuficiente Fe

5.3. ELEMENTOS ASIMILABLES DEL SUELO

5.3.1. Contenido de fósforo asimilable

Para la clasificación del suelo en base al contenido de fósforo asimilable expresado en partes por millón (p.p.m.) se va a emplear la clasificación de cobertera según el método Olsen (1993, como se citó en Pemán et al, 2021)

Tabla 13: *Calificación del suelo en base al contenido de fósforo asimilable según Cobertera en base al método Olsen (1993, como se citó en Pemán et al., 2021).*

P (ppm)	Calificación
0 – 1	Muy deficiente
1 – 3	Algo deficiente
3 – 6	Normal
6 – 10	Bien provisto
>10	Muy bien provisto

Para el caso de nuestro suelo, solo se tienen datos del contenido de fósforo asimilable del primer horizonte. Este dato se muestra a continuación, junto a la calificación en base a la Tabla 14:

Tabla 14: *Contenido de fósforo asimilable del primer horizonte de la muestra estudiada y calificación según Cobertera (1993, como se citó en Pemán et al., 2021).*

Horizonte	Fósforo asimilable (p.p.m.)	Calificación
1	2, 5	Algo deficiente

5.3.2. Contenido de potasio asimilable

Dado que el dato de contenido de potasio asimilable no venía incluido en el análisis elaborado por el Banco de Datos de Suelos Forestales, este dato se ha obtenido a partir de la página del Visor de Suelos del Portal del Instituto Tecnológico Agrario de la Junta de Castilla y León (https://suelos.itacyl.es/visor_datos).

A continuación, se muestra la clasificación del suelo en base al contenido de potasio asimilable (expresado en p.p.m.) extraído por una solución de acetato amónico normal a pH 7 según Cobertera (1993, como se citó en Pemán et al., 2021).

Tabla 15: *Calificación según Cobertera del suelo en base a su contenido de fósforo asimilable (1993, como se citó en Pemán et al, 2021).*

Potasio asimilable (p.p.m.)	Calificación
0 – 50	Muy deficiente
50 – 100	Algo deficiente
100 – 150	Normal
150 – 200	Bien provisto
>200	Muy bien provisto

Para el caso de nuestro suelo, solo se tienen datos del contenido de potasio asimilable del primer horizonte. Este dato se muestra a continuación, junto a la calificación en base a la Tabla 15:

Tabla 16: *Contenido de potasio asimilable del primer horizonte de la muestra de suelo estudiada y calificación según Cobertera (1993, como se citó en Pemán et al., 2021).*

Horizonte	Potasio asimilable (p.p.m.)	Calificación
1	167	Bien provisto

5.3.3. Contenido de nitrógeno asimilable

Dado que el dato de contenido de nitrógeno asimilable no venía incluido en el análisis elaborado por el Banco de Datos de Suelos Forestales, este dato se ha obtenido a partir de la página del Visor de Suelos del Portal del ITACyL (https://suelos.itacyl.es/visor_datos).

La clasificación de los suelos en base al contenido de nitrógeno asimilable según Cobertera (1993, como se citó en Pemán et al, 2021) es la siguiente:

Tabla 17: *Calificación de los suelos en base al contenido de nitrógeno expresado en tanto por ciento según Cobertera (1993, como se citó en Pemán et al, 2021).*

% de Nitrógeno	Calificación
0 – 0,05	Muy deficiente
0,05 – 0,1	Algo deficiente
0,1 – 0,2	Normal
0,2 – 0,4	Bien provisto
>0,4	Muy bien provisto

Para el caso de nuestro suelo, solo se tienen datos del contenido de nitrógeno asimilable del primer horizonte. Este dato se muestra a continuación, junto a la calificación en base a la Tabla 17:

Tabla 18: *Contenido de nitrógeno asimilable del primer horizonte de la muestra de suelo analizada y calificación según Cobertera (1993, como se citó en Pemán et al., 2021).*

Horizonte	% Nitrógeno	Calificación
1	0,15	Normal

5.4. CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

La materia orgánica es la fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes de este.

La cantidad y propiedades de la materia orgánica del suelo ayudan a definir los procesos de formación y las propiedades bioquímicas, químicas y físicas.

Para la clasificación del suelo en base a su contenido de materia orgánica, nos vamos a basar en la siguiente clasificación propuesta en AGRInova SCIENCE (<https://agri-nova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>).

Tabla 19: *Clasificación del suelo en base al porcentaje de materia orgánica que contenga.*
Fuente: <https://agri-nova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>.

Clasificación	% Materia orgánica
Extremadamente pobre	0 – 0,6
Pobre	0,61 – 1,2
Medianamente pobre	1,21 – 1,8
Mediano	1,81 – 2,4
Medianamente rico	2,41 – 3
Rico	3,01 – 4,2
Extremadamente rico	>4,2

El contenido de materia orgánica de cada horizonte de la muestra de suelo es el que se muestra a continuación:

Tabla 20: *Contenido de materia orgánica de cada uno de los horizontes del suelo muestreado y clasificación en base a este según la clasificación propuesta en AGRInova SCIENCE* (<https://agri-nova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>).

Horizonte	% Materia orgánica	Clasificación
1	1,88	Mediano
2	1,41	Medianamente pobre
3	0,54	Extremadamente pobre

5.5. SALINIDAD, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La salinidad es una propiedad edáfica que mide la cantidad de sales en la solución del suelo. Se suele expresar en decisiemens por metro (Ds/m) y para la clasificación del suelo en base a su conductividad eléctrica se va a emplear el criterio de USDA (2003) mostrado a continuación:

Tabla 21: *Clasificación de los suelos en base a su conductividad eléctrica, expresada en decisiemens por metro, según el criterio de USDA (2003).*

Conductividad (dS/m)	Tipo de suelo
0 – 2	No salino
2 – 4	Muy ligeramente salino
4 – 8	Ligeramente salino
8 – 16	Moderadamente salino
>16	Fuertemente salino

A continuación, se presentan los datos de conductividad eléctrica para cada uno de los horizontes que conforman la muestra de suelo en estudio y su clasificación en base a la Tabla 21:

Tabla 22: Clasificación de los horizontes de la muestra de suelo analizada por la Base de Datos de Suelos Forestales en base a su conductividad eléctrica según el criterio de la USDA (2003).

Horizonte	Conductividad (dS/m)	Tipo de suelo
1	0,22	No salino
2	0,2	No salino
3	0,16	No salino

6. ÍNDICES DE EROSIONABILIDAD

La erosionabilidad del suelo es un concepto que hace referencia a la susceptibilidad de este ante la erosión. Para cuantificarla se van a definir los siguientes índices.

6.1. ÍNDICE DE BOUYOCOS (1962)

Por medio del cálculo del índice de Bouyoucos se cuantifica la erosión en base a la cohesión que existe entre las partículas con diferentes texturas existentes en el suelo. El cálculo del índice de Bouyoucos (1962) se hará en base a la Ecuación (2).

$$I_{Buyoucos} = \frac{\% \text{ Arena} + \% \text{ Limo}}{\% \text{ Arcilla}}$$

Ecuación (2): Cálculo del índice de Buyoucos. (1962).

A continuación, se muestran los porcentajes de representación de las diferentes texturas de cada uno de los horizontes y el índice de Bouyoucos en base a ellos:

Tabla 23: Índice de Bouyocos (1962) para cada uno de los horizontes analizados por la base de datos FOREDAF.

Horizonte	% Arena	% Limo	% Arcilla	Índice de Bouyocos (1962)
1	34,5	41,1	24,4	3,11
2	39,6	35,2	25,2	2,97
3	19,7	56	24,3	3,11

El índice de Bouyoucos es, en todos los horizontes del suelo, mayor que 2, lo que nos indica que se trata de un suelo susceptible de ser erosionado. Teniendo en cuenta que el limo es la fracción del suelo con mayor representación en los tres horizontes analizados, este resultado era esperable.

6.2. ÍNDICE SEI

Por medio del cálculo del índice de SEI se cuantifica la erosión en base a la cohesión en base a la textura, profundidad y pedregosidad del suelo. El cálculo del índice SEI se hará en base a la Ecuación (3) y se calculará únicamente para el primer horizonte, al ser este el que está sometido a erosión.

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

Ecuación (3): Cálculo del índice SEI de erosionabilidad.

Los grados de textura, profundidad y pedregosidad según Almorox *et al.* se muestran en las Tablas 24, 25 y 26 respectivamente (1994):

Tabla 24: Grado de textura según el tipo de 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 25: Grado de profundidad según el espesor del suelo en cm. (Almorox *et al.*, 1994)

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

Tabla 26: Grado de pedregosidad según el porcentaje de cobertura (Almorox *et al.*, 1994)

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

Tabla 27: Grado de textura, profundidad y pedregosidad del primer horizonte del suelo en estudio, así como valor del índice SEI de erosionabilidad.

Horizonte	° Textura	° Profundidad	° Pedregosidad	SEI
1	3	3	1	9

En base a los datos obtenidos del cálculo del índice SEI que aparecen en la Tabla 27, se puede afirmar que el primer horizonte del suelo de la zona del proyecto presenta una erosionabilidad elevada, ya que supera el valor de 6.

6.3. FACTOR DE EROSIONABILIDAD DEL SUELO: FACTOR K DE LA USLE (1978).

El factor K de la USLE (Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo) expresa la susceptibilidad del suelo a sufrir pérdidas de suelo por erosión. El factor K puede tomar valores entre 0 y 1, siendo el valor mínimo en torno a 0,9 para suelos en que la arena muy fina y el limo ocupan prácticamente la totalidad de la muestra. Su cálculo se va a hacer en base a la Ecuación (4).

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

Ecuación (4): Cálculo del factor K de erosionabilidad del suelo de la USLE.

Donde:

- **K:** Factor de erosionabilidad del suelo ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1} \cdot hJ^{-1} \cdot cm^{-1} \cdot m^2 \cdot h$)
- **M:** Factor dependiente de la textura del suelo= (% Limo+% Arena muy fina) (100-% Arcilla) =7508, 59
- **a:** % Materia orgánica del suelo
- **b:** Factor que hace referencia a la estructura del suelo (Tabla 28)
- **c:** Factor que hace referencia a la permeabilidad. (Ver Tabla 29)

Tabla 28: Valores del parámetro b en base a la estructura del suelo (Wiscmeir y Smith, 1978)

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

Tabla 29: Valores del parámetro c según la permeabilidad del suelo. (Wiscmeir y Smith, 1978).

Permeabilidad (mm/h)	Clase	Valor del 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

Los valores de permeabilidad han sido previamente calculados en el Apartado 3.6. Permeabilidad, conducción hidráulica.

Tabla 30: Valores intermedios para el cálculo del factor K de la USLE para el primer horizonte de la muestra de suelo analizada.

Horizonte	M	a	b	c
1	7508,59	1,88	3	6

Por lo tanto, el valor del factor K de la USLE, calculado en base a la Ecuación (4) en la zona del proyecto es:

$$K = 10^{-6} \cdot 2,71 \cdot 7508,59^{1,14} \cdot (12 - 1,88) + 0,042 \cdot (3 - 2) + 0,0323 \cdot (6 - 3) = 0,85 t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1} \cdot hJ^{-1} \cdot cm^{-1} \cdot m^2 \cdot h$$

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo III: Estudio geológico

ÍNDICE DEL ANEJO III: ESTUDIO GEOLÓGICO.

1.	Encuadre geológico	1
2.	Geomorfología	1
	2
3.	Litoestratigrafía	3
4.	Fislografía	4
4.1.	Descripción morfométrica.....	5
4.1.1.	Altitud	5
4.1.2.	Inclinación o pendiente.....	6
4.1.3.	Orientación.....	6
4.1.4.	Exposición.....	6

1. ENCUADRE GEOLÓGICO

Valladolid, al igual que la gran parte de la comunidad de Castilla y León, está ocupada por la meseta, formada esta por acumulación de sedimentos tras la erosión de los relieves circundantes, configurándose así la Cuenca cenozoica del Duero, ubicándose en su centro la provincia de Valladolid. Es por ello que la naturaleza de los materiales que rellenan esta cuenca está vinculada a la cercanía a los relieves de los que proceden. Estos son principalmente: Conglomerados, areniscas, arcillas, margas, calizas y yesos (Delgado, 2011).

Aunque en el subsuelo de Valladolid se pueden encontrar rocas paleozoicas y mesozocias, los materiales superficiales pertenecen a la era Cenozoica (la mayoría al Neógeno y al Cuaternario).

Para el caso concreto de nuestro proyecto, podemos conocer, por medio de la Capa de Tectónica del Mapa Geológico de Castilla y León, que contiene información cartográfica acerca de las principales estructuras geológicas producidas por la deformación de la corteza terrestre en el territorio de la comunidad de Castilla y León. En la *Figura 1*, se puede apreciar que el denominado monte "El Cárcavo" se originó mediante un contacto concordante (entre materiales que poseen la misma orientación) entre dos placas tectónicas concordantes.

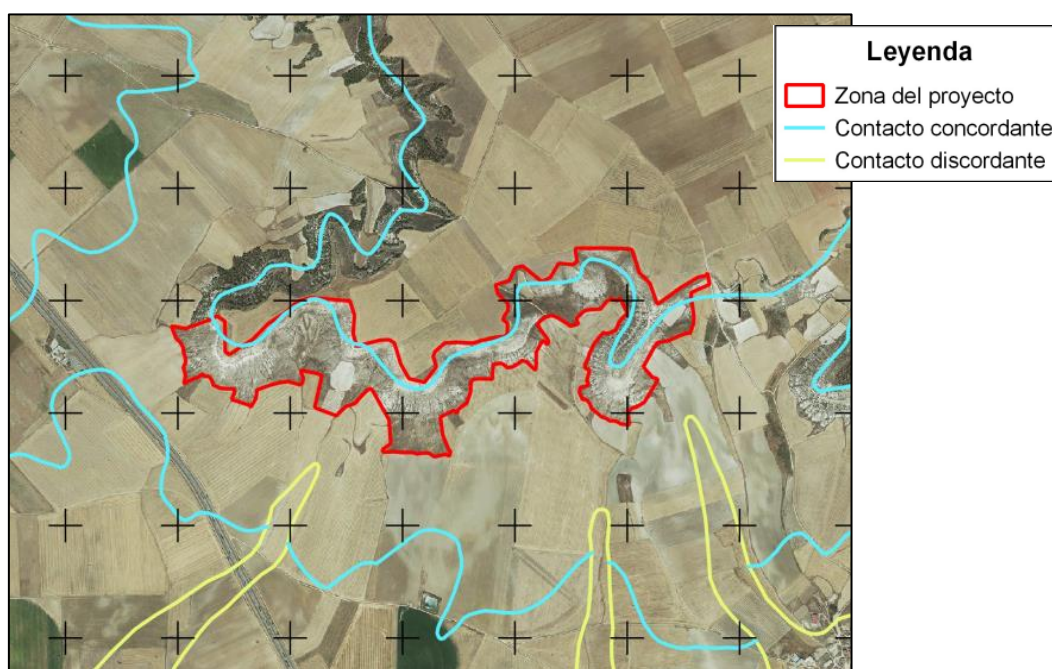
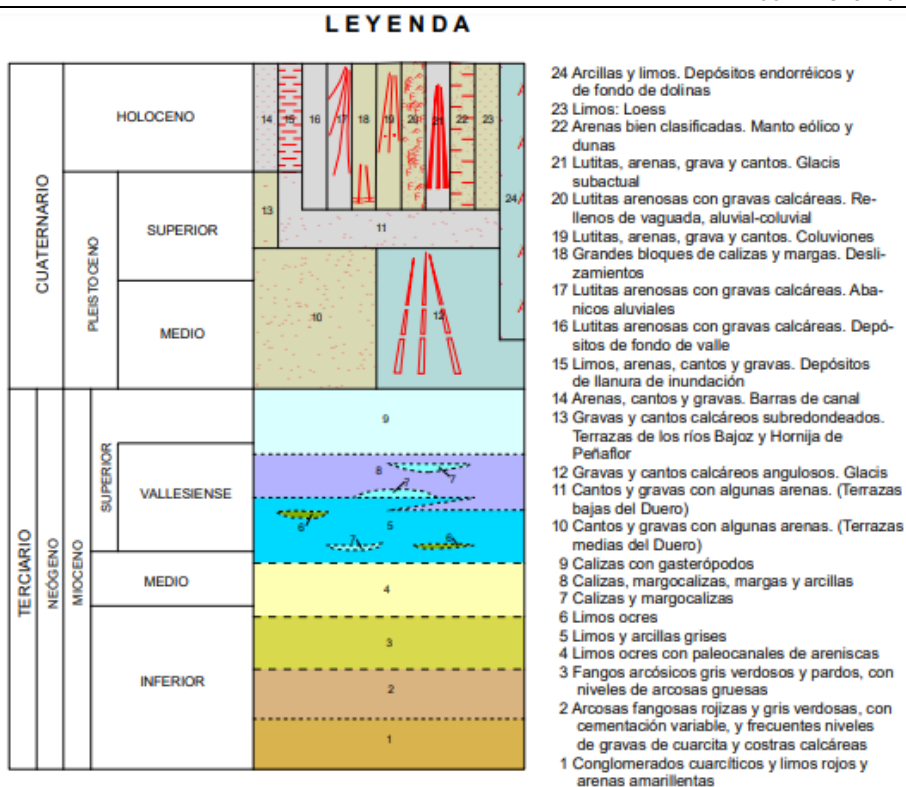


Figura 1: Zona del proyecto (rojo) y tipos de contactos entre las placas tectónicas del alrededor.

2. GEOMORFOLOGÍA

Para el estudio de la geomorfología de la zona, vamos a basarnos en los datos aportados por el Mapa Geológico de España (2º Series) – MAGNA, elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 2007b), encontrándose nuestra zona de proyecto en la hoja 371 (Tordesillas). En este mapa aparece representada la naturaleza de los materiales (rocas y sedimentos) que aparecen en la superficie terrestre, así como su distribución espacial y las relaciones geométricas entre las diferentes unidades cartográficas (agrupación de una o varias litologías con un rango de edad común).



MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA
Escala 1:50.000



TORDESILLAS 371
15-15

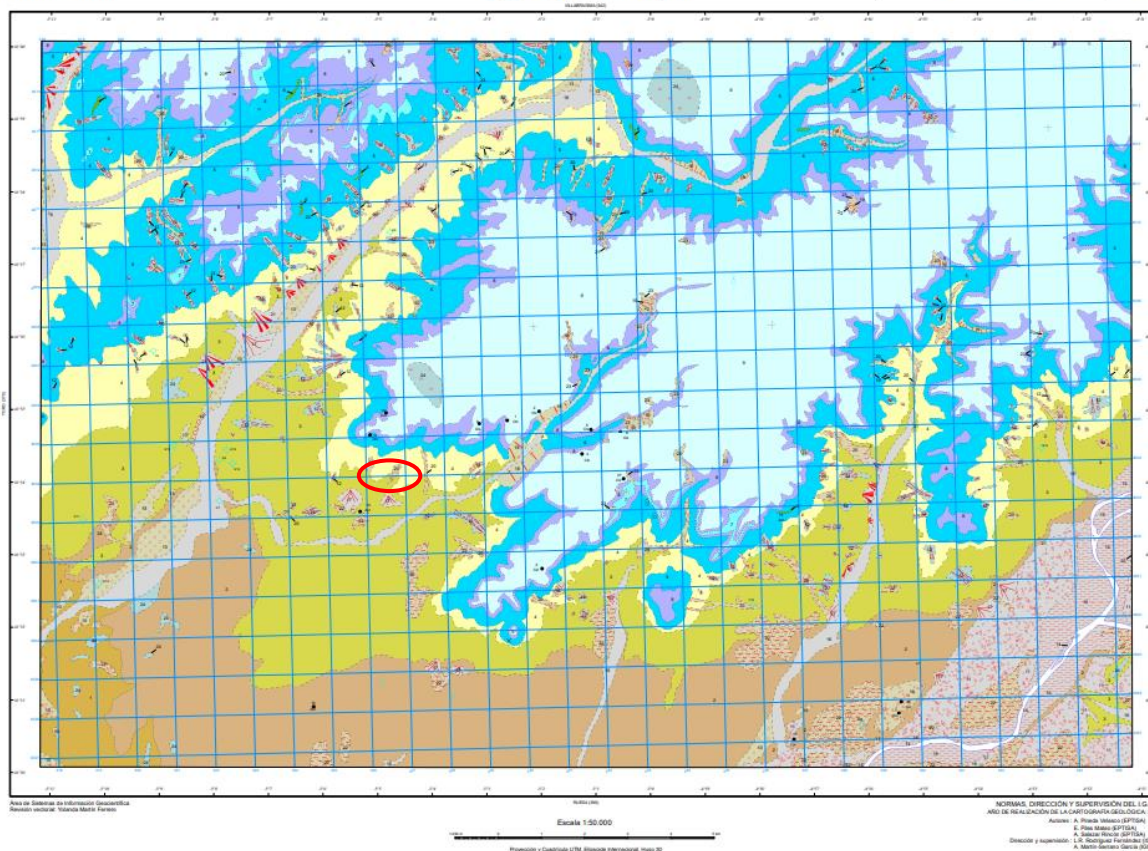


Figura 2: Hoja 371 (Tordesillas) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 elaborado por el Instituto Geológico de España y leyenda de interpretación. En rojo: Ubicación aproximada de la zona del proyecto. Modificado por: Ana Espinel Gómez.

Como se puede apreciar en la *Figura 2*, la zona de nuestro proyecto está conformada por calizas, margocalizas, margas, arcillas y calizas con gasterópodos, formados entre el mioceno medio y el mioceno superior. Esta unidad está formada eminentemente por caliza, que presentan tonos claros, blancos y grises, intercaladas con margas. Son masivas en su interior, aunque ocasionalmente se pueden formando pequeños surcos o laminaciones paralelas remarcadas por restos fósiles de invertebrados. (Instituto Geológico y Minero de España, 2007a).

Las margas que, como se han mencionado anteriormente, aparecen poco representadas, son de color blanco y en ellas no se han encontrado estructuras sedimentarias tractivas. (*op cit.*).

3. LITOESTRATIGRAFÍA

La definición de la litología de una zona concreta hace referencia a la descripción de la naturaleza y de las propiedades del sustrato mineral. La importancia de su descripción en el ámbito de las repoblaciones, radica en su participación como configurador del relieve y lo que es aún más importante, como sustrato base para la edafogénesis, que es el proceso natural por el que se forman los suelos.

Especialmente importante es este factor condicionante en una repoblación de carácter protector, en este caso, frente a la erosión, pues al tener lugar la repoblación sobre un terreno inclinado, es de vital importancia que la nueva comunidad vegetal se asiente sobre materiales estables.

Para la definición de la litología de la zona en la que se va a ejecutar el proyecto se han empleado la Capa de Litología del Mapa Geológico de Castilla y León 1:100.000 aportadas por la base de datos abiertos de la Junta de Castilla y León (2016) (Ver Plano 7. Litológico), y las características litológicas de cada litotipo se han interpretado en base a la caracterización de Pemán *et al.* (2021) (Tabla 1).

Como podemos apreciar en el Plano 7, nuestra zona de proyecto se encuentra entre los litotipos codificados en el mapa geológico de Castilla y León como 910065 y 910066, siendo este último de escasa representación:

Tabla 1: Código, era, periodo y significado de los litotipos que aparecen en la zona de ejecución de nuestro proyecto. Fuente: Capa de Litología del Mapa Geológico de Castilla y León 1:100.000 aportadas por la base de datos abiertos de la Junta de Castilla y León (2016).

Código	Era	Periodo	Significado
910065	Cenozoico	Mioceno superior	Margas, arcillas margosas, niveles calcáreos y yesíferos
910066	Cenozoico	Mioceno superior	Calizas con gasterópodos, dolomías e intercalados de margas con yesos

Tabla 2: Caracterización básica de materiales litológico (Pemán et al., 2021) Modificado por Ana Espinel.

Materiales		Litotipos más frecuentes	Composición química ⁽¹⁾	Consistencia	Textura del regolito ⁽²⁾
Ígneos y metamórficos		1 Granitoide (granito, granodiorita, ademellita), sienita, diorita, gabro y peridotita. Gneis, esquistos (de protolito ígneo) y metaconglomerado	Silicea	Muy fuerte - Fuerte	Algo desequilibrada gruesa
		2 Pórfidos, riolita, andesita, basalto y lava basáltica. Pizarra, filita, esquistos (de protolito sedimentario), corneana y cuarcita			Algo desequilibrada fina
		3 Mármol, skarn y calco-esquistos	Caliza	Fuerte	Algo desequilibrada fina
Sedimentarios	Químicos	4 Sílex	Silicea	Muy fuerte	Algo desequilibrada fina
		5 Caliza, dolomía y yeso	Caliza	Media-Débil	Algo desequilibrada fina o fina
	Detríticos coherentes	6 Rudita (conglomerado y brecha) y samita (arenisca, arcosa y grauvaca)	Silicea	Variable	Gruesa o algo desequilibrada gruesa
		7 Pelita (argilita y limolita)		Media-Débil	Fina o algo desequilibrada fina
		8 Ruditas carbonatadas (conglomerado y brecha carbonatada) y samita carbonatada (calcoarenita)	Calcosilicea	Variable	Gruesa o algo desequilibrada gruesa
9 Pelita carbonatada (marga)	Media-Débil	Fina o algo desequilibrada fina			

En base a la interpretación de la Tabla 2, podemos definir que los principales litotipos según Pemán *et al.* son los de tipo 5 y 9, correspondiéndose el litotipo 5 al código 910065 según los datos aportados por la Junta de Castilla y León y el 9 al 910066 respectivamente (2021). Cabe destacar que ambos litotipos son muy similares en sus propiedades, ya que ambos poseen una consistencia media-débil y la textura del regolito (suelo) es algo desequilibrada fina (textura con presencia notable de elementos finos: franco-limosa, franco-arcillosa, franco-arenoso-limosa, franco-arenoso-arcillosa) o fina (textura dominada por los elementos finos: limosa, arcillosa).

No obstante, estos litotipos también difieren en ciertas características, como los materiales de los que están formados y su composición química. A pesar de que ambos están formados por materiales de tipo sedimentario, es decir, generados como consecuencia de fenómenos de alteración, transporte y sedimentación sobre una roca anterior, la forma en que esta sedimentación ha tenido lugar es distinta:

- Sedimentación química: Se produce por concentración (evaporación del disolvente o sobresaturación de la disolución) o por precipitación.
- Sedimentación detrítica coherente: Se produce por disminución de energía del agente transportante. Al ser de tipo coherente, los granos que las forman son dependientes entre sí. (Unidad Docente de Edafología y Ecología, s.f.)

También es distinta la composición química:

- Caliza: Con contenido destacado de calcio (carbonatos o sulfatos)
- Calcosilicea: Con mezcla variable de minerales silicatos y minerales calizos.

4. FISIOGRAFÍA

La importancia de la descripción de las formas que adquiere el relieve radica en que, podemos asumir un comportamiento homogéneo de los balances de materia y energía en aquellas áreas que presenten una misma fisiografía (Tabla 3).

Tabla 3: *Tipología básica de las formas del relieve y sus implicaciones ecofisiológicas (Pemán et al., 2021).*

Balance de materia	Unidad fisiográfica - Formas de relieve		Implicaciones ecofisiológicas
Negativo –déficit- (áreas de exportación de materia)	Cima o ladera próxima a cima	Redondeada (lomas)	1 Reducida fertilidad potencial y capacidad de retención de agua (tendencia a la aridez edáfica) por escasez de elementos finos
		Aristada (cresta) o apuntada (espolones, picos o agujas)	2 Fertilidad potencial y capacidad de retención de agua especialmente escasas (propensión a una aridez edáfica elevada) por ausencia notable de elementos finos
		Llanura sobreelevada (meseta, etc.)	3 Fertilidad potencial algo reducida, con predisposición a condiciones de aridez edáfica (no hay pérdida notable de elementos finos)
Relativamente compensado	Ladera o cuesta	Suaves (de gradiente bajo; pendiente < 15 %)	4 Moderadas fertilidad potencial y capacidad de retención de agua (pérdida no excesiva de elementos finos)
		Inclinadas (de gradiente moderado; pendiente 15-35 %)	5 Fertilidad potencial y capacidad de retención de agua escasas (cierta tendencia a la aridez edáfica) por elevada pérdida de elementos finos
		Escarpadas (de gradiente elevado; pendiente > 35 %)	6 Elevada fertilidad potencial, con buenas condiciones de humedad (debido a acumulación de elementos finos)
Positivo –superávit- (áreas de importación de materia)	Pie de ladera (piedemonte)		7 Buenas condiciones de humedad, con limitada acumulación de elementos finos (carácter lineal)
	Fondo de valle	Cerrados	8 Buenas condiciones de humedad, que incluso pueden ser excesivas (encharcamiento más o menos prolongado) y fertilidad potencial elevada (resultado de la acumulación de elementos finos)
		Abiertos (llanuras de inundación, etc.)	9 Fertilidad potencial y capacidad de retención de agua moderada (no hay pérdida excesiva de elementos finos). Pueden sufrir encharcamiento por elevación del nivel freático.
	Depresión		10
Llanura (no sobreelevada)		11	

La unidad fisiográfica que caracteriza la totalidad de la superficie del terreno son laderas o cuestas. Las implicaciones ecofisiológicas, van a variar en función de la pendiente (Tabla 3). A medida que se produce un incremento de la pendiente, se va reduciendo la fertilidad y la capacidad de retención de agua. Por otro lado, a medida que nos aproximamos a la meseta, la pérdida de elementos finos se incrementa.

4.1. DESCRIPCIÓN MORFOMÉTRICA.

La definición de los siguientes parámetros se ha realizado por herramientas de información geográfica (QGis) y el Modelo Digital del Terreno, aportado por el Instituto Geográfico Nacional (www.ign.es).

4.1.1. Altitud

A continuación, se detallan una serie de variables relacionadas con la altitud sobre el nivel del mar de nuestra zona de proyecto. El estudio de la altitud está justificado por el efecto de la altitud sobre otros condicionantes, como puede ser la temperatura (Cada 100 m que se ganan en altitud, se pierde 1° C de temperatura).

- **Cota máxima:** 832 ms.n.m
- **Cota mínima:** 764 ms.n.m
- **Rango altitudinal:** 68 m

Nuestra zona de proyecto se encuentra a una altitud media sobre el nivel del mar de 798 m. El desnivel de 68 m no va a afectar a la toma de decisiones de ejecución de la repoblación.

4.1.2. Inclinación o pendiente

El análisis de la pendiente de nuestro terreno va a definir las labores de mecanización de las tareas de repoblación y por ello va a ser un factor determinante para la definición de los rodales de repoblación. (Plano 8. Pendientes)

Pendiente media: 26,5%

De cara a su tipificación, podemos definir categorías de pendiente estrechamente asociadas al uso que hace el hombre del territorio, así:

- Del 0 al 5% de pendiente. Los terrenos son considerados llanos o poco inclinados. En nuestra zona de proyecto se corresponden con los cultivos de secano que rodean a las laderas
- Del 5 al 15% de pendiente: Los terrenos son considerados ligeramente inclinados correspondiéndose, en nuestro caso, con la zona de transición entre las tierras arables y las laderas.
- Del 15 al 35% de pendiente: Los terrenos son considerados inclinados, coincidiendo con las laderas.
- Pendientes superiores al 35%. Los terrenos son considerados escarpados. En nuestra zona de proyecto se corresponden con la cima de la ladera e inmediaciones.

4.1.3. Orientación

Este aspecto fisiográfico va a determinar la radiación solar que reciben las plantas. En nuestras latitudes, las laderas orientadas hacia el sureste son las que reciben los máximos de iluminación anual y los de orientación nordeste los mínimos. Observando el Plano 9. Orientaciones, se puede afirmar que la orientación de ladera predominante es la Sureste. Una menor representación la tienen las laderas de orientación Noroeste y Nordeste

4.1.4. Exposición

La exposición es un factor fisiográfico que aúna los factores pendiente y orientación. Así, las laderas inclinadas con orientación nordeste son consideradas como zonas de umbría y las inclinadas con orientación suroeste son zonas de solana. A grandes rasgos, podría decirse que las umbrías son más frescas y húmedas que las solanas.

El plano de orientaciones, por tanto, también podría hacer las veces del plano de exposición, ya que todas las laderas presentan inclinación. De esta manera, y, en base a lo descrito en el apartado 4.1.3. Orientación, se puede afirmar que la mayor parte de las laderas son zonas de solana.

La exposición de las laderas, junto con la pendiente, va a ser otro factor en base al cual se van a definir los rodales de repoblación de manera que, la elección de especies, a pesar de que en la totalidad de la repoblación se va a basar en el binomio *Pinus-Quercus*, va a ser distinta en las laderas de solana y umbría. En las laderas de umbría, se han escogido especies más exigentes, aprovechando la menor exposición.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo IV. Estudio de la cuenca

ÍNDICE DEL ANEJO IV: ESTUDIO DE LA CUENCA

1.	Introducción	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 de Gravelius (1914).....	3
2.1.4.	Índice de alargamiento	5
2.1.5.	Relación de elongación	6
2.1.6.	Amplitud de relieve.....	7
2.1.7.	Relación de relieve.....	8
2.1.8.	Rectángulo equivalente.....	9
2.1.9.	Curva hipsométrica	10
2.1.10.	Curva de frecuencias	28
2.1.11.	Altura media	39
2.2.	Índices de pendiente de la cuenca	45
2.2.1.	Índice de pendiente relativa.....	45
2.2.2.	Índice de pendiente media de la cuenca	46
2.3.	Coeficiente de masividad de Martonne (1940).....	47
2.4.	Coeficiente orográfico de fournier (1960)	48
2.5.	Factor topográfico de la MUSLE (1975)	49
3.	Parámetros físicos relacionados con la red de drenaje	52
3.1.	Longitud del cauce principal.....	52
3.2.	Perfil longitudinal del cauce principal.....	53
3.3.	Frecuencia de cauces	57
3.4.	Pendiente media del río	58
3.5.	Densidad de drenaje	59
3.6.	Índice de sinuosidad	60
3.7.	Coeficiente de torrencialidad.....	61
3.8.	Canal de alimentación.....	62
3.9.	Alejamiento medio.....	63
3.10.	Tiempo de concentración	64
3.11.	Distancia de escorrentía.....	65
4.	Interpretación global de la hidrología de la cuenca-Erosión.....	66

1. INTRODUCCIÓN

En objetivo de este anejo es la determinación de las características morfológicas de las cuencas hidrográficas que conforman el monte "El Cárcavo" sobre el que está planteado el proyecto. Además, se hará un análisis del efecto que estas características ejercen sobre el régimen hídrico de las cuencas.

La delimitación de las cuencas se ha apoyado en el Modelo Digital del Terreno (MDT) con paso de malla cada 5 m aportado por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Para la obtención de la cartografía relativa a la morfometría de cada una de las cuencas se ha empleado el complemento r. watershed del Sistema de Información Geográfica (SIG) "QGis".

2. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA VERTIENTE

La cuenca vertiente, según Martínez de Azagra y Navarro (1996), se define como la porción del terreno caracterizada porque toda la escorrentía de la zona se dirige hacia un punto de convergencia. La importancia del estudio de los parámetros físicos de la cuenca vertiente del proyecto radica en que estos nos van a dar una idea de cómo se va a comportar la cuenca ante un evento hidrometeorológico.

2.1. PARÁMETROS DE FORMA

2.1.1. Superficie de la cuenca

En la Tabla 1, aparece definida la superficie de cada una de las subcuencas en que se ha dividido nuestra zona de proyecto, las cuales pueden apreciarse en el plano 10: Subcuencas

Tabla 1: Superficie de las subcuencas en que se ha dividido la zona del proyecto y clasificación en base a la Directiva Marco Aguas 2000/60/CE.

Cuenca	Superficie (ha)	Clasificación
1	2,88	Muy pequeña
2	2,50	Muy pequeña
3	2,56	Muy pequeña
4	3,47	Muy pequeña
5	9,68	Muy pequeña
6	4,66	Muy pequeña
7	3,85	Muy pequeña
8	7,24	Muy pequeña
9	2,78	Muy pequeña
10	3,53	Muy pequeña
11	2,36	Muy pequeña
12	1,53	Muy pequeña
13	5,47	Muy pequeña
14	2,17	Muy pequeña
15	5,80	Muy pequeña
16	2,47	Muy pequeña
17	1,00	Muy pequeña
18	2,97	Muy pequeña

Tabla 1 (Cont.): Superficie de las subcuencas en que se ha dividido la zona del proyecto y clasificación en base a la Directiva Marco Aguas 2000/60/CE.

Cuenca	Superficie (ha)	Clasificación
19	0,88	Muy pequeña
20	2,01	Muy pequeña
21	1,26	Muy pequeña
22	1,28	Muy pequeña
23	0,83	Muy pequeña
24	1,48	Muy pequeña
25	2,18	Muy pequeña
26	0,47	Muy pequeña

Tabla 2: Clasificación de cuencas en base a su tamaño según la Directiva Marco Aguas 2000/60/CE.

Cuencas	Tamaño (ha)
Muy pequeñas	< 1000
Pequeñas	1000-10000
Medianas	10000-100000
Grandes	100000-1000000
Muy grandes	>1000000

Dado que todas las cuencas son clasificadas como muy pequeñas, se puede asumir que, estas van a ser muy susceptibles a verse afectadas por las crecidas relámpago y van a tener una capacidad de embalse escasa.

2.1.2. Índice de Compacidad o de Gravelius (1914)

El índice de Gravelius es un parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de área igual a la de la cuenca. (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Este parámetro está muy relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico de manera que, cuanto más bajo sea el valor de este índice (nunca inferior a 1, valor asociado a una cuenca perfectamente circular), mayor será la concentración del agua (Consortio Pomca Quindío, 2018). Se calcula en base a la Ecuación (1).

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

Ecuación (1): Índice de compacidad de Gravelius

Donde:

- **P**: Perímetro de la cuenca
- **S**: Superficie de la cuenca

Tabla 3: Índice de Gravelius para cada una de las subcuencas que conforman el proyecto y clasificación de las mismas en base a su forma, así como parámetros intermedios.

Cuenca	Perímetro (m)	Superficie (m ²)	K _G	Forma
1	758,55	28874,00	1,25	Redonda

Tabla 3 (Cont.): Índice de Gravelius para cada una de las subcuencas que conforman el proyecto y clasificación de las mismas en base a su forma, así como parámetros intermedios.

Cuenca	Perímetro (m)	Superficie (m ²)	K _G	Forma
2	723,15	25034,00	1,28	Redonda-Ovalada
3	709,22	25676,00	1,24	Redonda
4	815,84	34714,00	1,23	Redonda
5	1207,10	96844,00	1,09	Redonda
6	874,43	46620,00	1,13	Redonda
7	828,02	38570,00	1,18	Redonda
8	1195,74	72489,00	1,24	Redonda
9	664,43	27812,00	1,12	Redonda
10	806,55	35367,00	1,20	Redonda
11	737,26	23606,00	1,34	Redonda-Ovalada
12	539,47	15316,00	1,22	Redonda
13	1114,95	54745,00	1,33	Redonda-Ovalada
14	676,89	21748,00	1,29	Redonda-Ovalada
15	1079,69	58067,00	1,25	Redonda
16	653,01	24721,00	1,16	Redonda
17	417,62	10024,00	1,17	Redonda
18	721,07	29722,00	1,17	Redonda
19	472,41	8832,00	1,41	Redonda-Ovalada
20	609,28	20120,00	1,20	Redonda
21	468,89	12624,00	1,17	Redonda
22	518,99	12842,00	1,28	Redonda
23	369,26	8286,00	1,14	Redonda
24	506,15	14839,00	1,16	Redonda
25	596,20	21833,00	1,13	Redonda
26	304,30	4729,00	1,24	Redonda

Tabla 4: Forma de una cuenca hidrográfica en base al índice de compacidad de Gravelius

Valor de K _G	Forma de la cuenca
$1 < K_G \leq 1,25$	Redonda
$1,25 < K_G \leq 1,5$	Redonda-Ovalada
$1,5 < K_G \leq 1,75$	Oblonga
$>1,75$	Alargada

La gran mayoría de las cuencas que conforman el monte "El Cárcavo" tienen una forma redonda, con valores de índice de compacidad muy próximos a la unidad, lo que implica que la concentración de agua en estas será elevada. En las cuencas de forma redonda-ovalada la concentración será menor.

2.1.3. Índice de forma de Gravelius (1914)

Este índice se estima a partir de la relación que existe entre el ancho del área de captación y la longitud de la cuenca. (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Se calcula en base a la Ecuación (2).

$$K_f = \frac{B}{L}$$

Ecuación (2): índice de forma de Gravelius

Donde:

- **K_f**: Índice de forma
- **B**: Ancho promedio del área de captación. Para la obtención del ancho promedio de las cuencas, al tratarse estas de un polígono irregular, se han tomado 10 medidas de ancho a intervalos de altitud más o menos iguales y se ha hallado la media de los mismos para cada una de las cuencas.
- **L**: Longitud axial de la cuenca (Longitud desde la sección de cierre al punto más alejado de la cuenca)

Este coeficiente relaciona la forma de la cuenca en estudio con la de un cuadrado, por lo que solo podría adquirir un valor de 1 si la cuenca tuviese una forma cuadrada (las cuales no existen en la realidad). Mide la tendencia de las cuencas hacia las crecidas, rápidas e intensas (valores grandes del coeficiente) o lentas y sostenidas (valores pequeños del coeficiente). (Consorcio Pomca Quindío, 2018)

Tabla 5: Índice de forma de Gravelius para cada una de las subcuencas que conforman el proyecto y clasificación de las mismas en base a su forma, así como parámetros intermedios.

Cuenca	Ancho medio de la cuenca (m)	Longitud axial (m)	K _F	Forma
1	127,45	263,59	0,48	Alargada
2	117,305	240,02	0,49	Alargada
3	106,32	282,16	0,38	Alargada
4	135,57	299,67	0,45	Alargada
5	281,6	380,49	0,74	Alargada
6	136,33	332,74	0,41	Alargada
7	133,97	284,57	0,47	Alargada
8	220,3	377,86	0,58	Alargada
9	131	229,43	0,57	Alargada
10	129,975	279,61	0,46	Alargada
11	141,25	246,23	0,57	Alargada
12	77,43	203,31	0,38	Alargada
13	154,984	404,39	0,38	Alargada
14	84,42	254,45	0,33	Alargada
15	207,43	363,63	0,57	Alargada
16	150,68	212,84	0,71	Alargada
17	87,67	155,85	0,56	Alargada
18	189,18	243,65	0,78	Alargada
19	45,348	191,01	0,24	Alargada
20	103,18	209,69	0,49	Alargada
21	68,11	195,54	0,35	Alargada
22	69,32	178,44	0,39	Alargada
23	96,754	135,79	0,71	Alargada
24	86,55	183,27	0,47	Alargada

Tabla 5 (Cont.): *Índice de forma de Gravelius para cada una de las subcuencas que conforman el proyecto y clasificación de las mismas en base a su forma, así como parámetros intermedios*

Cuenca	Ancho medio de la cuenca (m)	Longitud axial (m)	K _F	Forma
25	97,554	232,11	0,42	Alargada
26	63,75	111,63	0,57	Alargada

Tabla 6: *Forma y comportamiento hidrológico de una cuenca hidrográfica en base al índice de compacidad de Gravelius*

Valor de K _f	Forma y características
< 1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
1	Cuadrada
>1	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas

En base a la información de la Tabla 5 se puede afirmar que las cuencas son alargadas y, por tanto, no son propensas a presentar crecidas súbitas ante episodios de lluvias intensas.

2.1.4. Índice de alargamiento

Este parámetro relaciona la longitud del cauce de la cuenca y el ancho máximo de la misma, por lo tanto, define si la cuenca es alargada (valor mucho mayor a la unidad) o achatada (valores menores a la unidad). Se calcula en base a la Ecuación (3)

$$I_A = \frac{L}{A}$$

Ecuación (3): Índice de alargamiento

Donde:

- **L:** Longitud axial de la cuenca (m)
- **A:** Ancho máximo de la cuenca (m)

Tabla 7: *Índice de alargamiento para cada una de las subcuencas que conforman el proyecto y clasificación de las mismas en base a su alargamiento, así como parámetros intermedios.*

Cuenca	Longitud axial (m)	Ancho máximo (m)	I _A	Alargamiento
1	263,59	158,15	1,67	Alargada
2	240,02	216,23	1,11	Alargada
3	282,16	112,20	2,51	Alargada
4	299,67	203,55	1,47	Alargada
5	380,49	430,23	0,88	Achatada

Tabla 7 (Cont.): *índice de alargamiento para cada una de las subcuencas que conforman el proyecto y clasificación de las mismas en base a su alargamiento, así como parámetros intermedios.*

Cuenca	Longitud axial (m)	Ancho máximo (m)	I _A	Alargamiento
6	332,74	202,74	1,64	Alargada
7	284,57	255,38	1,11	Alargada
8	377,86	280,38	1,35	Alargada
9	229,43	177,93	1,29	Alargada
10	279,61	188,93	1,48	Alargada
11	246,23	214,86	1,15	Alargada
12	203,31	118,18	1,72	Alargada
13	404,39	291,63	1,39	Alargada
14	254,45	129,77	1,96	Alargada
15	363,63	284,87	1,28	Alargada
16	212,84	231,83	0,92	Achatada
17	155,85	102,06	1,53	Alargada
18	243,65	264,70	0,92	Achatada
19	191,01	82,52	2,31	Alargada
20	209,69	187,29	1,12	Alargada
21	195,54	89,40	2,19	Alargada
22	178,44	78,01	2,29	Alargada
23	135,79	106,25	1,28	Alargada
24	183,27	128,37	1,43	Alargada
25	232,11	143,60	1,62	Alargada
26	111,63	111,44	1,00	Alargada

Tabla 8: *Características de una cuenca hidrográfica en base al índice de alargamiento.*

I _A	Características
I _A >1	Cuenca alargada
I _A <1	Cuenca achatada y por lo tanto el cauce principal es corto

La mayor parte de las cuencas zona alargadas, por lo que el sistema va a tener una buena capacidad (a grandes rasgos) de absorber mejor una alta precipitación sin generar crecidas desmesuradas.

2.1.5. Relación de elongación

Este parámetro estudia la forma de la cuenca comparando su superficie con la que forma la circunferencia que se formaría en la cuenca a partir del eje máximo. Cuanto más difiera este valor de la unidad (cuenca perfectamente circular), más alargada será la cuenca. Se calcula en base a la Ecuación (4)

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

Ecuación (4): Relación de elongación

Tabla 9: Índice de alargamiento para cada una de las subcuencas que conforman el proyecto y clasificación de las mismas en base a su alargamiento, así como parámetros intermedios.

Cuenca	Superficie (m ²)	Longitud axial (m)	R _E
1	28874,00	263,59	0,53
2	25034,00	240,02	0,55
3	25676,00	282,16	0,41
4	34714,00	299,67	0,49
5	96844,00	380,49	0,85
6	46620,00	332,74	0,54
7	38570,00	284,57	0,61
8	72489,00	377,86	0,65
9	27812,00	229,43	0,67
10	35367,00	279,61	0,58
11	23606,00	246,23	0,50
12	15316,00	203,31	0,47
13	54745,00	404,39	0,43
14	21748,00	254,45	0,43
15	58067,00	363,63	0,56
16	24721,00	212,84	0,69
17	10024,00	155,85	0,53
18	29722,00	243,65	0,64
19	8832,00	191,01	0,31
20	20120,00	209,69	0,58
21	12624,00	195,54	0,42
22	12842,00	178,44	0,51
23	8286,00	135,79	0,57
24	14839,00	183,27	0,56
25	21833,00	232,11	0,52
26	4729,00	111,63	0,48

En base a los valores obtenidos de relación de elongación podemos definir que, por regla general, las cuencas de las que se compone el monte del proyecto son alargadas.

2.1.6. Amplitud de relieve

La amplitud del relieve es la diferencia entre la cota máxima y la mínima de cada cuenca y, por lo tanto, la diferencia de distancia vertical que tiene que recorrer el agua hasta abandonar la cuenca. Se calcula en base a la Ecuación (5).

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

Ecuación (5): Amplitud de relieve

Tabla 10: Cotas máxima y mínima para cada una de las subcuencas que conforman el proyecto y amplitud de relieve de las mismas

Cuenca	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	A _R (m)
1	830	771	59
2	830	765	65
3	831	764	67
4	831	776	55
5	832	776	56
6	831	765	66
7	831	785	46
8	831	764	67
9	831	777	54
10	831	786	45
11	832	784	48
12	832	786	46
13	832	785	47
14	831	786	45
15	832	789	43
16	832	794	38
17	827	795	32
18	831	779	52
19	831	770	61
20	828	767	61
21	831	780	51
22	831	797	34
23	828	807	21
24	831	796	35
25	831	798	33
26	832	820	12

2.1.7. Relación de relieve

La relación de relieve se calcula por medio del cociente entre la amplitud del relieve y la longitud axial (ambas previamente calculadas). La raíz cuadrada de la relación del relieve equivale al índice de pendiente relativa de la cuenca. Se calcula en base a la Ecuación (6).

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

Ecuación (6): Relación de relieve

La pendiente relativa de la cuenca se calcula a partir de la Ecuación (7).

$$J_r = \sqrt{R_R} \cdot 100$$

Ecuación (7): Pendiente relativa de la cuenca.

Tabla 11: *Relación de relieve e índice de pendiente relativa para cada una de las cuencas que conforman el proyecto, así como parámetros intermedios.*

Cuenca	A _R (m)	L (m)	R _R	J _R (%)
1	59	263,59	0,22	47,31
2	65	240,02	0,27	52,04
3	67	282,16	0,24	48,73
4	55	299,67	0,18	42,84
5	56	380,49	0,15	38,36
6	66	332,74	0,20	44,54
7	46	284,57	0,16	40,21
8	67	377,86	0,18	42,11
9	54	229,43	0,24	48,51
10	45	279,61	0,16	40,12
11	48	246,23	0,19	44,15
12	46	203,31	0,23	47,57
13	47	404,39	0,12	34,09
14	45	254,45	0,18	42,05
15	43	363,63	0,12	34,39
16	38	212,84	0,18	42,25
17	32	155,85	0,21	45,31
18	52	243,65	0,21	46,20
19	61	191,01	0,32	56,51
20	61	209,69	0,29	53,94
21	51	195,54	0,26	51,07
22	34	178,44	0,19	43,65
23	21	135,79	0,15	39,33
24	35	183,27	0,19	43,70
25	33	232,11	0,14	37,41
26	12	111,63	0,11	32,79

2.1.8. Rectángulo equivalente

El rectángulo equivalente de una determinada cuenca es aquel rectángulo que tiene la misma superficie y perímetro que esta e igual distribución hipsométrica, por lo que también tendrá el mismo coeficiente de Gravelius. (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Las ecuaciones para hallar las dimensiones del lado mayor (L, Ecuación (8)) y menor (l, Ecuación (9)) del rectángulo equivalente se indican a continuación.

$$L_{Re} = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16 \cdot S}}{4}$$

Ecuación (8): Dimensión del lado mayor del rectángulo equivalente.

$$l_{Re} = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16 \cdot S}}{4}$$

Ecuación (9): Dimensión del lado menor del triángulo equivalente.

*En el caso de que $P^2 < 16S$, no existe el rectángulo equivalente (□)

Tabla 12: Lado mayor (L) y lado menor (l) del rectángulo equivalente de cada una de las subcuencas que conforman el proyecto.

Cuenca	P (m)	S (m ²)	L _{Re}	l _{Re}
1	758,55	28874,00	273,83	105,45
2	723,15	25034,00	268,25	93,32
3	709,22	25676,00	253,20	101,40
4	815,84	34714,00	286,94	120,98
5	1207,10	96844,00	—	—
6	874,43	46620,00	252,80	184,41
7	828,02	38570,00	272,44	141,57
8	1195,74	72489,00	428,83	169,04
9	664,43	27812,00	—	—
10	806,55	35367,00	274,37	128,90
11	737,26	23606,00	286,13	82,50
12	539,47	15316,00	188,47	81,26
13	1114,95	54745,00	430,23	127,25
14	676,89	21748,00	252,22	86,23
15	1079,69	58067,00	391,54	148,30
16	653,01	24721,00	207,19	119,32
17	417,62	10024,00	134,00	74,80
18	721,07	29722,00	232,94	127,60
19	472,41	8832,00	189,63	46,57
20	609,28	20120,00	207,83	96,81
21	468,89	12624,00	150,65	83,80
22	518,99	12842,00	192,93	66,56
23	369,26	8286,00	107,68	76,95
24	506,15	14839,00	160,79	92,29
25	596,20	21833,00	168,62	129,48
26	304,30	4729,00	108,61	43,54

Una vez hallados L y l, sobre el lado mayor del rectángulo equivalente, lo que se correspondería con el ancho, se trazan los valores S_i/l , siendo S_i ($i=1, 2...n$) la superficie de la cuenca por encima de la cota tomada. (Representación de los rectángulos equivalentes junto a las curvas hipsométricas).

2.1.9. Curva hipsométrica

La curva hipsométrica es una primera aproximación al comportamiento global de altitud de la cuenca y la dinámica del ciclo de erosión, siendo esta una representación gráfica del relieve de la cuenca en función de las superficies correspondientes.

En la Tabla 13, se muestran los datos necesarios para hallar la curva hipsométrica de cada una de las subcuencas que conforman la zona del proyecto, siendo estos la superficie acumulada por encima de cada curva de nivel (con equidistancia de 10 metros) en m² y el porcentaje que supone esta superficie con respecto a la superficie total de cada una de las subcuencas.

Tabla 13: Datos para la representación de la curva hipsométrica de cada una de las subcuencas que conforman la zona del proyecto.

Altitud	Superficie por encima (m ²)	% Superficie con respecto al total
1		
830	0	0.00
820	1519.604	5.26
810	5,460	18.91
800	10750	37.24
790	15800	54.73
780	23640	81.88
771	28870	100.00
2		
830	0.00	0.00
820	8.75	0.03
810	538.56	2.15
800	1803.44	7.21
790	3763.24	15.03
780	7657.13	30.59
770	15300.00	61.13
765	25030.00	100.00
3		
831	0.00	0.00
830	403.47	1.57
820	2033.58	7.92
810	3929.64	15.30
800	6706.64	26.12
790	10440.00	40.65
780	15850.00	61.72
770	23460.00	91.36
764	25680.00	100.00
4		
831	0	0
830	1105.74	3.19
820	2869.52	8.27
810	4955.40	14.28
800	8225.28	23.70
790	13810.00	39.79
780	23170.00	66.75
776	34710.00	100.00
5		
832	0.00	0.00
830	5774.31	5.96
820	18610.00	19.22
810	33390.00	34.48
800	50020.00	51.65

Altitud	Superficie por encima (m ²)	% Superficie con respecto al total
790	73020.00	75.40
780	92590.00	95.61
776	96840.00	100.00
6		
831	0.00	0.00
830	220.55	0.47
820	1295.95	2.78
810	3085.11	6.62
800	6813.24	14.61
790	13800.00	29.60
780	28390.00	60.90
770	37520.00	80.48
765	46620.00	100.00
7		
831	0.00	0.00
830	2579.69	6.69
820	8831.34	22.90
810	16083.97	41.70
800	25688.79	66.60
790	35016.02	90.79
785	38570.00	100.00
8		
831	0.00	0.00
830	455.70	0.63
820	2369.78	3.27
810	5770.78	7.96
800	11600.00	16.00
790	20940.00	28.89
780	35470.00	48.93
770	67840.00	93.59
764	72490	100
9		
831	0.00	0.00
830	283.28	1.02
820	2546.07	9.16
810	5906.01	21.24
800	12080.00	43.44
790	18620.00	66.95
780	26890.00	96.69
777	27810.00	100.00
10		
831	0.00	0.00
830	2509.98	7.10
820	8405.86	23.77

Altitud	Superficie por encima (m ²)	% Superficie con respecto al total
810	15940.00	45.07
800	24620.00	69.61
790	34140.00	96.52
786	35370.00	100.00
11		
832	0.00	0.00
830	633.53	2.68
820	3842.52	16.28
810	8094.89	34.29
800	14458.97	61.25
790	21552.29	91.30
784	23606.00	100.00
12		
832	0.00	0.00
830	629.41	4.11
820	3945.27	25.75
810	7393.24	48.26
800	11100.00	72.45
790	14530.00	94.84
786	15320.00	100.00
13		
832	0.00	0.00
830	6182.39	11.29
820	21150.00	38.64
810	36020.00	65.80
800	43560.00	79.58
790	52780.00	96.42
785	54740.00	100.00
14		
831	0.00	0.00
830	2761.69	12.70
820	7856.23	36.12
810	12710.00	58.44
800	16950.00	77.93
790	20810.00	95.68
786	21750.00	100.00
15		
832	0.00	0.00
830	9296.49	16.01
820	25651.95	44.18
810	39035.55	67.23
800	51908.11	89.39
790	58028.30	99.93
789	58067.00	100.00

Altitud	Superficie por encima (m ²)	% Superficie con respecto al total
16		
832	0.00	0.00
830	2405.89	9.73
820	8201.13	33.18
810	15350.00	62.10
800	22560.00	91.26
794	24720.00	100.00
17		
827	0.00	0.00
820	1868.49	18.65
810	4306.09	42.97
800	7678.64	76.63
795	10020.00	100.00
18		
831	0.00	0.00
830	762.72	2.57
820	3745.78	12.60
810	7591.94	25.54
800	13560.00	45.63
790	21010.00	70.69
780	29600.00	99.60
779	29720.00	100.00
19		
831	0.00	0.00
830	57.29	0.65
820	450.78	5.10
810	1029.66	11.66
800	1605.34	18.18
790	2981.26	33.76
780	5467.67	61.91
770	8831.90	100.00
20		
828	0.00	0.00
820	68.48	0.34
810	743.96	3.70
800	1450.23	7.21
790	3531.48	17.55
780	9376.31	46.60
770	17575.12	87.35
767	20120.00	100.00
21		
831	0.00	0.00
830	609.12	4.83
820	1803.03	14.30

Altitud	Superficie por encima (m ²)	% Superficie con respecto al total
810	3433.85	27.23
800	4567.29	36.22
790	8284.07	65.69
780	12610.00	100.00
22		
831	0	0
830	2467.65	19.74
820	5071.25	40.56
810	7854.66	62.82
800	11483.55	91.84
797	12503.55	100.00
23		
828	0.00	0.00
820	2665.90	32.17
810	7000.16	84.48
807	8285.84	100.00
24		
831	0.00	0.00
830	127.97	0.86
820	2677.32	18.04
810	9480.99	63.89
800	14720.00	99.19
796	14840.00	100.00
25		
831	0.00	0.00
830	1648.92	7.55
820	5957.90	27.29
810	13060.00	59.83
800	20770.00	95.14
798	21830.00	100.00
26		
832	0.00	0.00
830	1039.53	18.02
820	5768.14	100.00

A continuación, se adjuntarán los gráficos de representación de las curvas hipsométricas de cada una de las subcuencas que conforman la zona del proyecto, con sus correspondientes rectángulos equivalentes (las subcuencas 5 y 9 no tienen rectángulo equivalente).

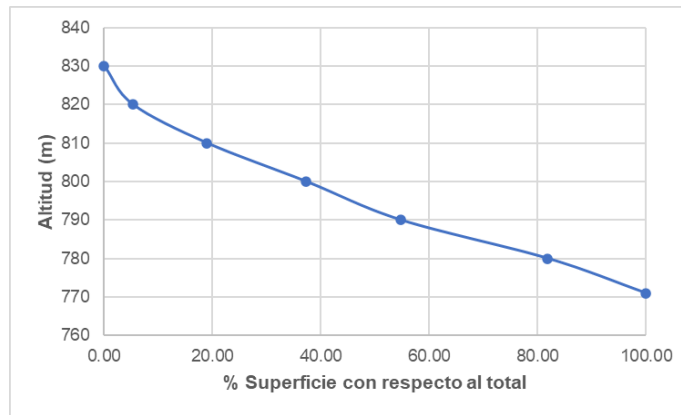


Figura 1: Curva hipsométrica de la subcuenca 1



Figura 2: Rectángulo equivalente de la subcuenca 1

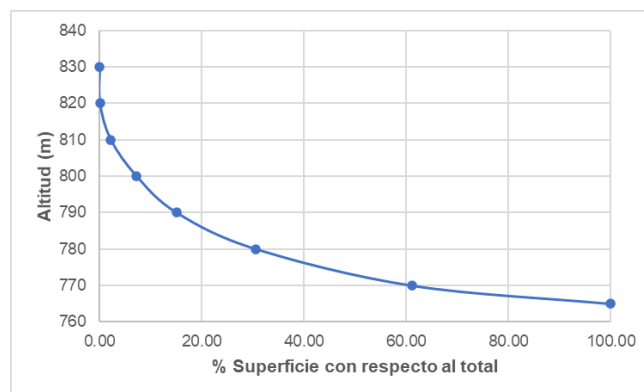


Figura 3: Curva hipsométrica de la subcuenca 2

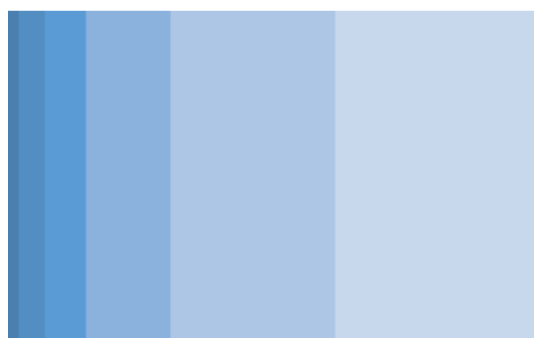


Figura 4: Rectángulo equivalente de la subcuenca 2

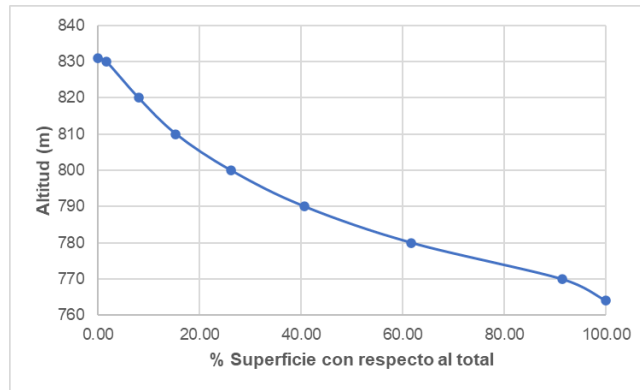


Figura 5. Curva hipsométrica de la subcuenca 3



Figura 6: Rectángulo equivalente de la subcuenca 3

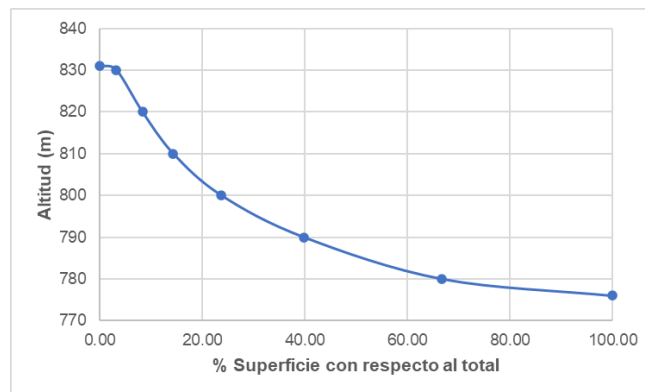


Figura 7: Curva hipsométrica de la subcuenca 4

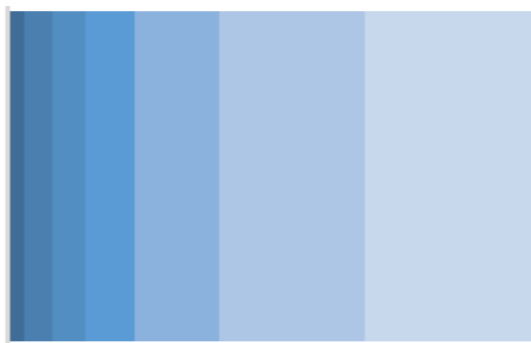


Figura 8: Rectángulo equivalente de la subcuenca 4

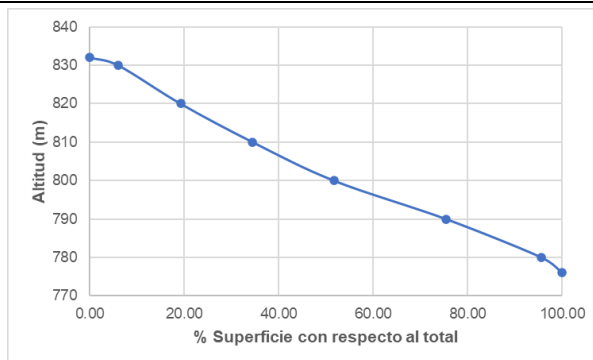


Figura 9: Curva hipsométrica de la subcuenca 5

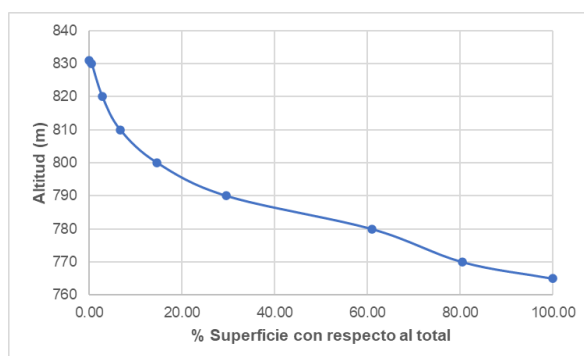


Figura 10: Curva hipsométrica de la subcuenca 6

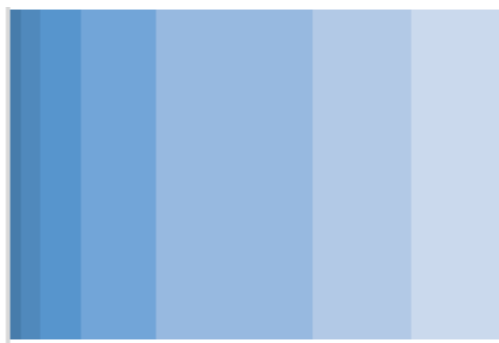


Figura 11: Rectángulo equivalente de la subcuenca 6

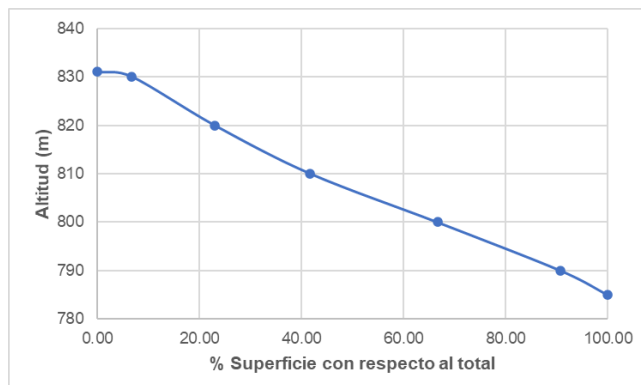


Figura 12: Curva hipsométrica de la subcuenca 7

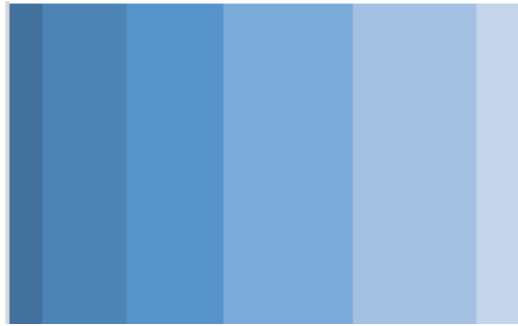


Figura 13: Rectángulo equivalente de la subcuenca 7

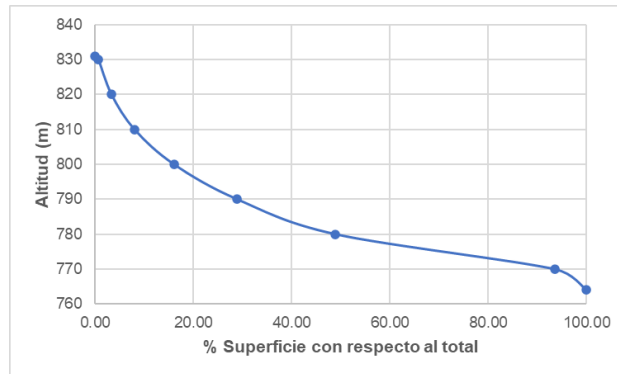


Figura 14: Curva hipsométrica de la subcuenca 8

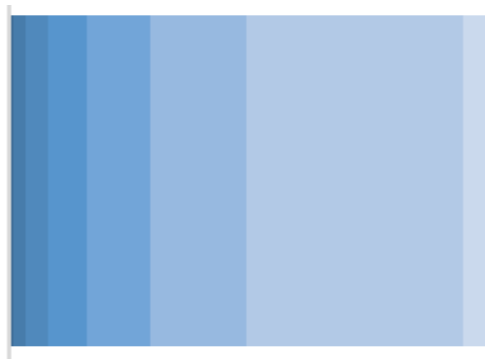


Figura 15: Rectángulo equivalente de la subcuenca 8

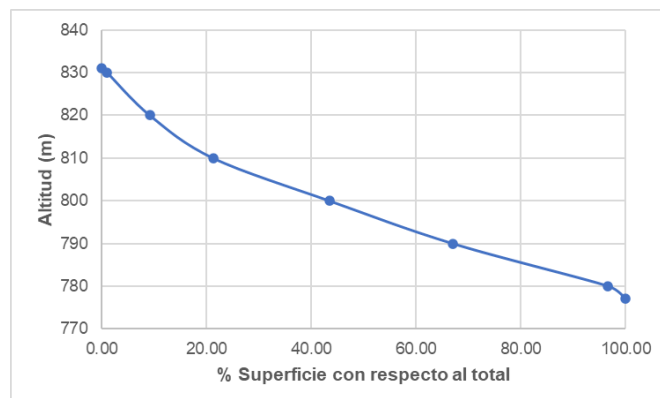


Figura 16: Curva hipsométrica de la subcuenca 9

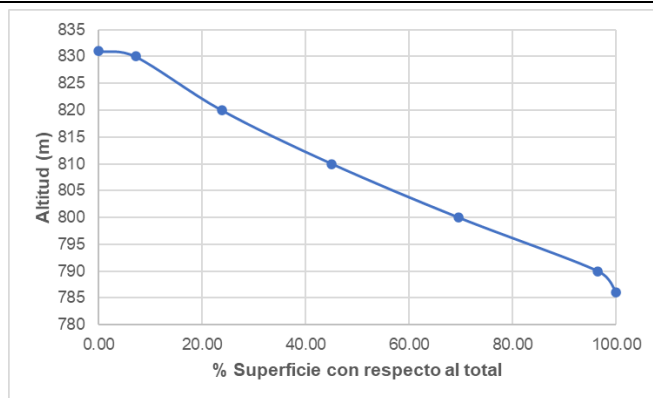


Figura 17: Curva hipsométrica de la subcuenca 10



Figura 18: Rectángulo equivalente de la subcuenca 10

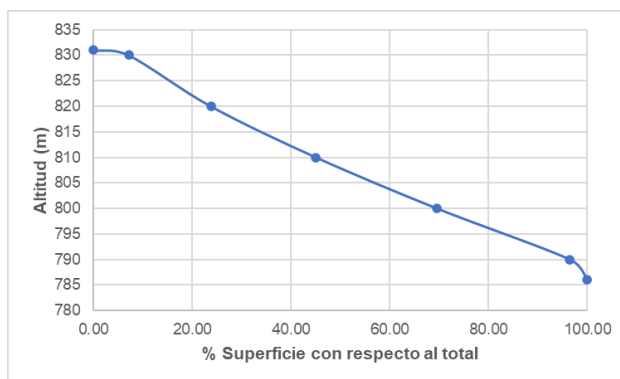


Figura 19: Curva hipsométrica de la subcuenca 11

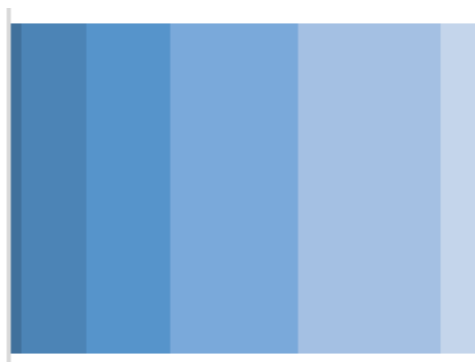


Figura 20: Rectángulo equivalente de la subcuenca 11



Figura 21: Curva hipsométrica de la subcuena 12



Figura 22: Rectángulo equivalente de la subcuena 12

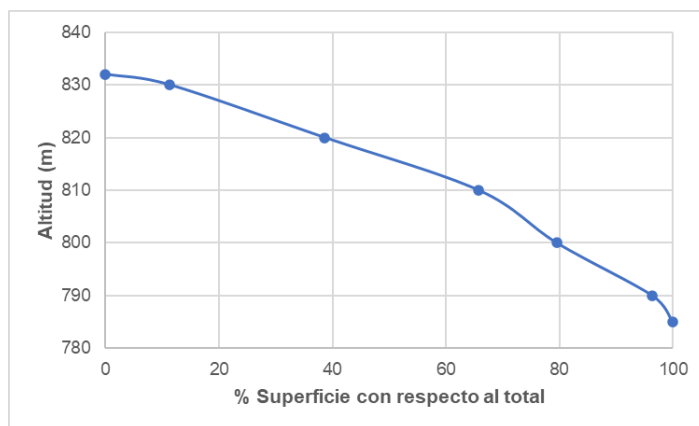


Figura 23: Curva hipsométrica de la subcuena 13



Figura 24: Rectángulo equivalente de la subcuena 13

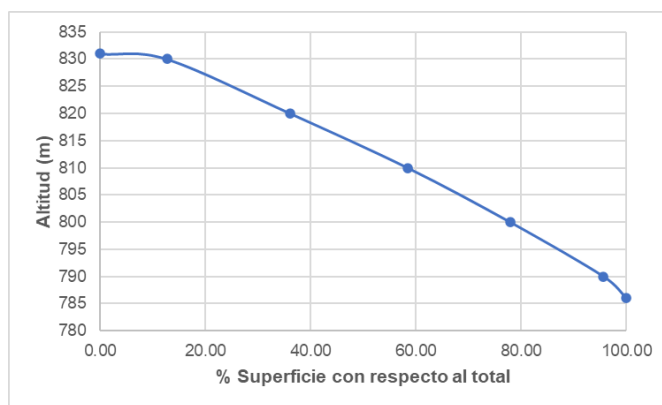


Figura 25: Curva hipsométrica de la subcuenca 14

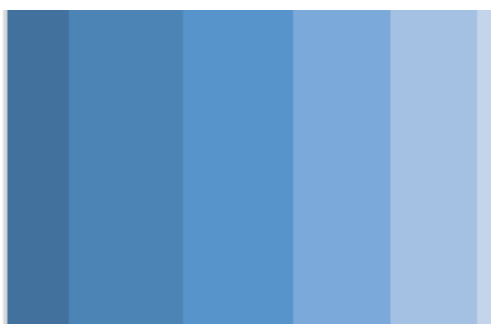


Figura 26: Rectángulo equivalente de la subcuenca 14

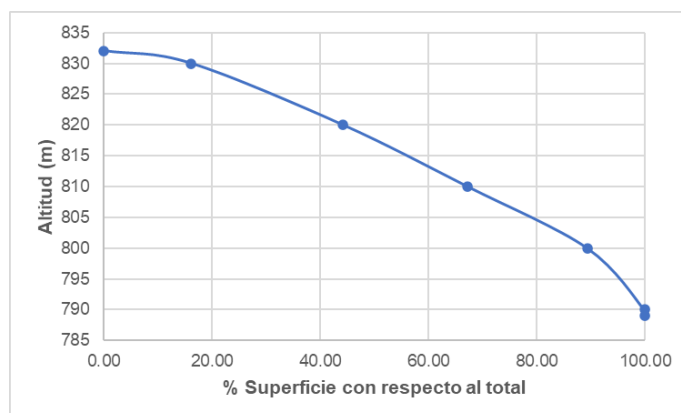


Figura 27: Curva hipsométrica de la subcuenca 15



Figura 28: Rectángulo equivalente de la subcuenca 15

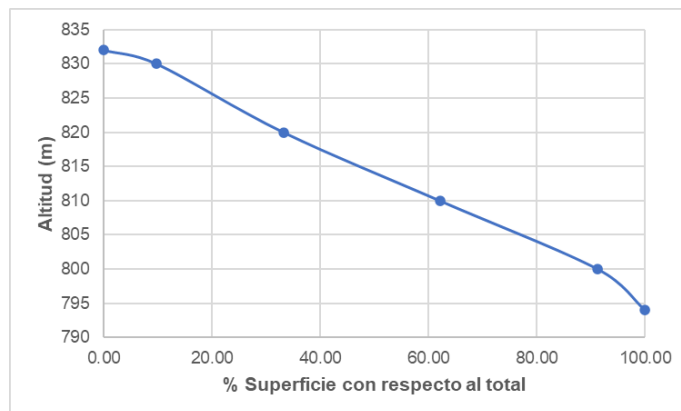


Figura 29: Curva hipsométrica de la subcuenca 16



Figura 30: Rectángulo equivalente de la subcuenca 16

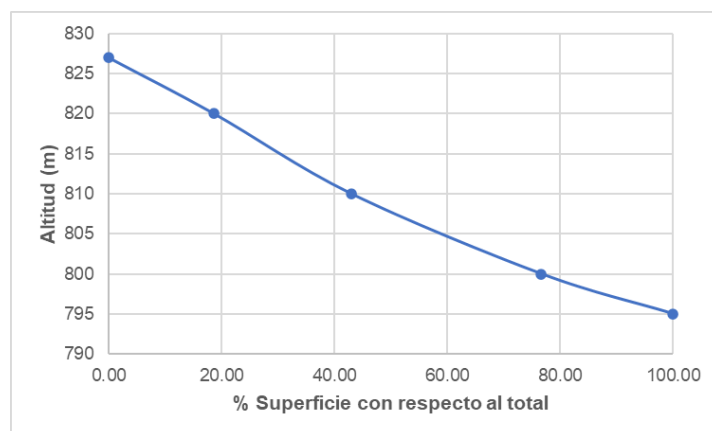


Figura 31: Curva hipsométrica de la subcuenca 17

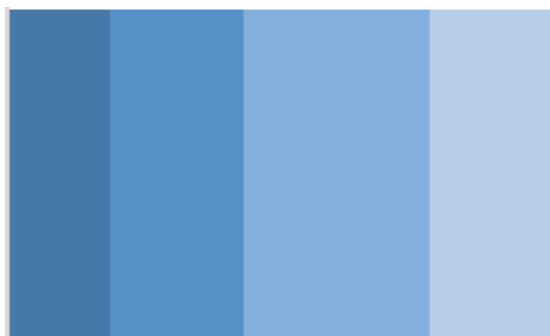


Figura 32: Rectángulo equivalente de la subcuenca 17

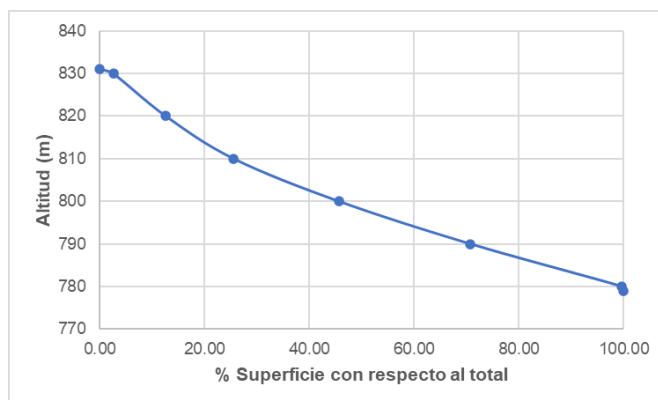


Figura 33: Curva hipsométrica de la subcuenca 18



Figura 34: Rectángulo equivalente de la subcuenca 18



Figura 35: Curva hipsométrica de la subcuenca 19



Figura 36: Rectángulo equivalente de la subcuenca 19

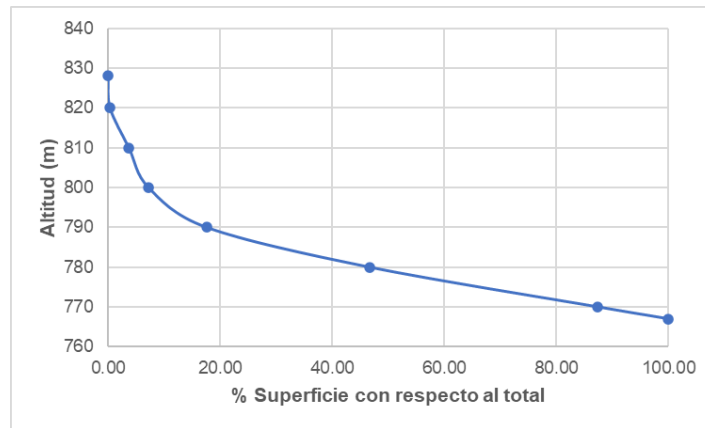


Figura 37: Curva hipsométrica de la subcuenca 20



Figura 38: Rectángulo equivalente de la subcuenca 20

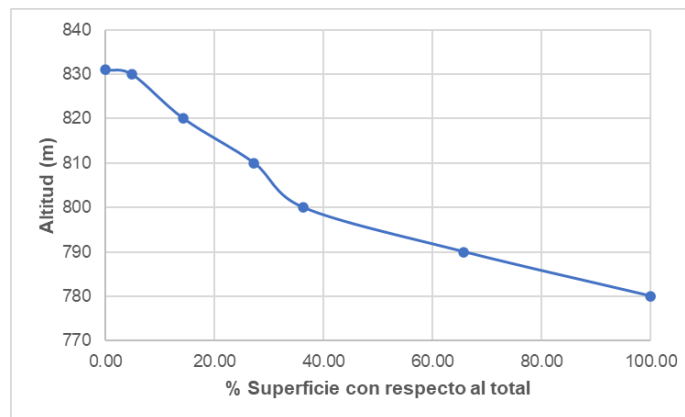


Figura 39: Curva hipsométrica de la subcuenca 21



Figura 40: Rectángulo equivalente de la subcuenca 21

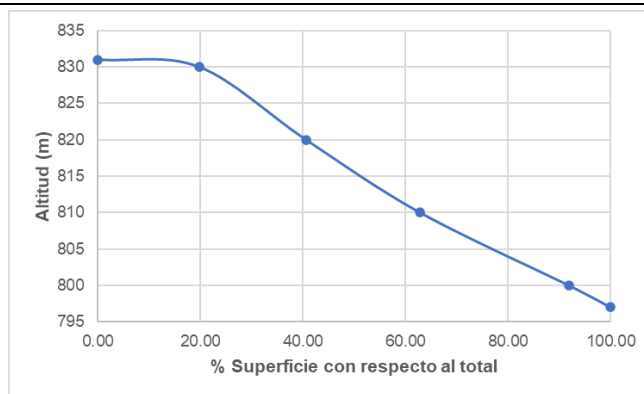


Figura 41: Curva hipsométrica de la subcuenca 22



Figura 42: Rectángulo equivalente de la subcuenca 22

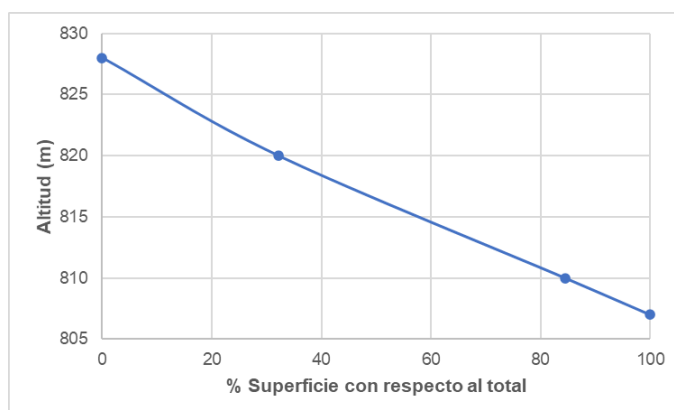


Figura 43: Curva hipsométrica de la subcuenca 23



Figura 44: Rectángulo equivalente de la subcuenca 23

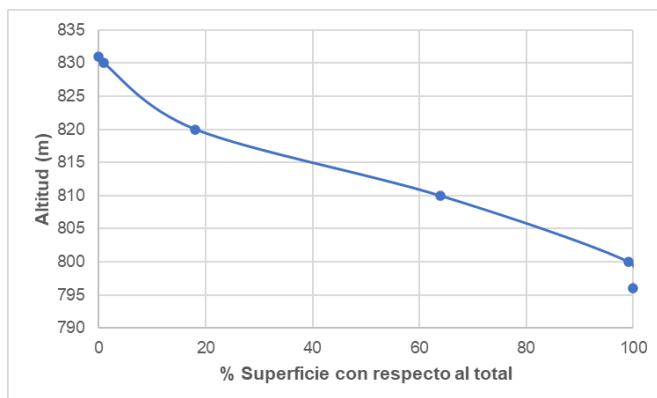


Figura 45: Curva hipsométrica de la subcuenca 24



Figura 46: Rectángulo equivalente de la subcuenca 24

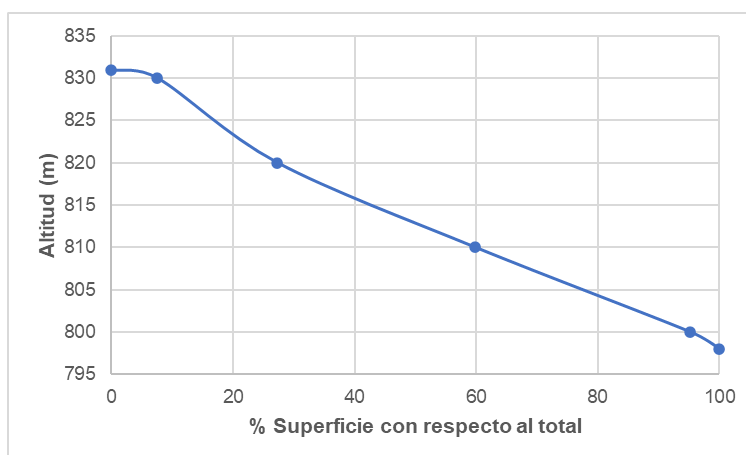


Figura 47: Curva hipsométrica de la subcuenca 25



Figura 48: Rectángulo equivalente de la subcuenca 25

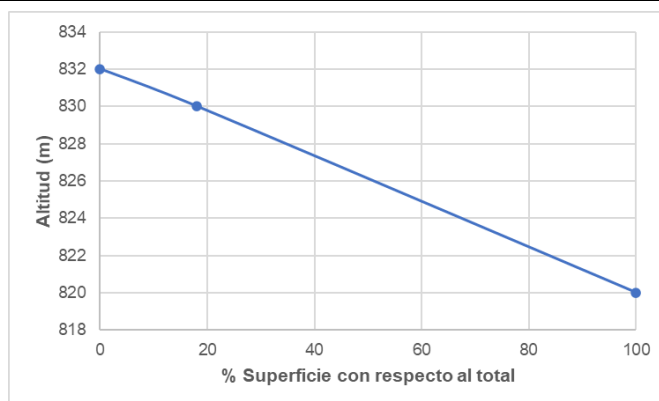


Figura 49: Curva hipsométrica de la subcuenca 26



Figura 50: Rectángulo equivalente de la subcuenca 26

2.1.10. Curva de frecuencias

Tabla 14: Datos para la representación de las curvas de frecuencia de cada una de las subcuencas que conforman la zona del proyecto.

Intervalos	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
1		
771-780	5230	18.12
780-790	7840	27.16
790-800	5050	17.49
800-810	5290.088	18.32
810-820	3940.308	13.65
820-830	1519.604	5.26
2		
765-770	9730	38.87
770-780	7642.866	30.53
780-790	3893.896	15.56
790-800	1959.794	7.83
800-810	1264.886	5.05
810-820	529.812	2.12
820-830	8.746	0.03
3		

Intervalos	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
764-770	2220	8.64
770-780	7610	29.63
780-790	5410	21.07
790-800	3733.358	14.54
800-810	2777.003	10.81
810-820	1896.056	7.38
820-830	1630.114	6.35
830-831	403.469	1.57
4		
776-780	11540	33.25
780-790	9360	26.97
790-800	5584.725	16.09
800-810	3269.875	9.42
810-820	2085.877	6.01
820-830	1763.787	5.08
830-831	1105.736	3.19
5		
776-780	4250	4.39
780-790	19570	20.21
790-800	23000	23.75
800-810	16630	17.17
810-820	14780	15.26
820-830	12835.691	13.25
830-832	5774.309	5.96
6		
765-770	9100	19.52
770-780	9130	19.58
780-790	14590	31.30
790-800	6986.76	14.99
800-810	3728.128	8.00
810-820	1789.158	3.84
820-830	1075.408	2.31
830-831	220.546	0.47
7		
785-790	3553.98	9.21
790-800	9327.23	24.18
800-810	9604.82	24.90
810-820	7252.63	18.80
820-830	6251.65	16.21
830-831	2579.69	6.69
8		
764-770	4650	6.41
770-780	32370	44.65
780-790	14530	20.04

Intervalos	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
790-800	9340	12.88
800-810	5829.22	8.04
810-820	3400.996	4.69
820-830	1914.085	2.64
830-831	455.699	0.63
9		
777-780	920	3.31
780-790	8270	29.74
790-800	6540	23.52
800-810	6173.99	22.20
810-820	3359.939	12.08
820-830	2262.788	8.14
830-831	283.283	1.02
10		
786-790	1230	3.48
790-800	9520	26.92
800-810	8680	24.54
810-820	7534.136	21.30
820-830	5895.885	16.67
830-831	2509.979	7.10
11		
784-790	2053.71	8.70
790-800	7093.32	30.05
800-810	6364.08	26.96
810-820	4252.37	18.01
820-830	3208.99	13.59
830-832	633.53	2.68
12		
786-790	790	5.16
790-800	3430	22.39
800-810	3706.765	24.20
810-820	3447.965	22.51
820-830	3315.864	21.64
830-832	629.406	4.11
13		
785-790	1960	3.58
790-800	9220	16.84
800-810	7540	13.77
810-820	14870	27.16
820-830	14967.612	27.34
830-832	6182.388	11.29
14		
786-790	940	4.32
790-800	3860	17.75

Intervalos	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
800-810	4240	19.49
810-820	4853.773	22.32
820-830	5094.533	23.42
830-831	2761.694	12.70
15		
789-790	38.7	0.07
790-800	6120.19	10.54
800-810	12872.56	22.17
810-820	13383.6	23.05
820-830	16355.46	28.17
830-832	9296.49	16.01
16		
794-800	2160	8.74
800-810	7210	29.17
810-820	7148.87	28.92
820-830	5795.242	23.44
830-832	2405.888	9.73
17		
795-800	2341.357	23.37
800-810	3372.556	33.66
810-820	2437.594	24.33
820-827	1868.493	18.65
18		
779-780	120	0.40
780-790	8590	28.90
790-800	7450	25.07
800-810	5968.057	20.08
810-820	3846.165	12.94
820-830	2983.056	10.04
830-831	762.722	2.57
19		
770-780	3364.229	38.09
780-790	2486.404	28.15
790-800	1375.921	15.58
800-810	575.683	6.52
810-820	578.881	6.55
820-830	393.494	4.46
830-831	57.285	0.65
20		
767-770	2544.88	12.65
770-780	8198.81	40.75
780-790	5844.83	29.05
790-800	2081.25	10.34
800-810	706.27	3.51

Intervalos	Superficie entre curvas (m ²)	% Superficie relativa al total
810-820	675.48	3.36
820-828	68.48	0.34
21		
780-790	4325.395	34.30
790-800	3717.315	29.48
800-810	1133.444	8.99
810-820	1630.82	12.93
820-830	1193.906	9.47
830-831	609.12	4.83
22		
797-800	1020	8.16
800-810	3628.885	29.02
810-820	2783.412	22.26
820-830	2603.6	20.82
830-831	2467.651	19.74
23		
807-810	1285.675	15.52
810-820	4334.262	52.31
820-828	2665.901	32.17
24		
796-800	120	0.81
800-810	5239.014	35.30
810-820	6803.663	45.85
820-830	2549.352	17.18
830-831	127.971	0.86
25		
798-800	1060	4.86
800-810	7710	35.32
810-820	7102.104	32.53
820-830	4308.972	19.74
830-831	1648.924	7.55
26		
820-830	4728.606	81.98
830-832	1039.529	18.02

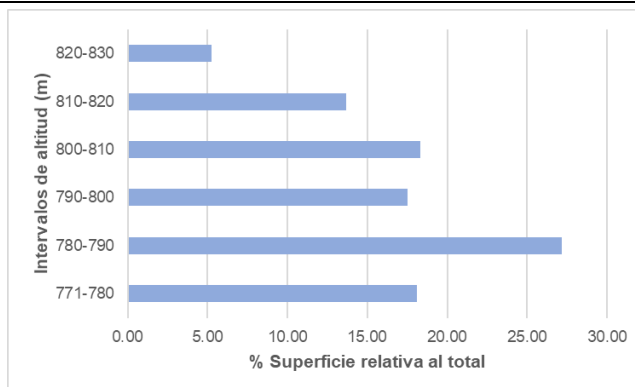


Figura 51: Curva de frecuencias de la cuenca 1

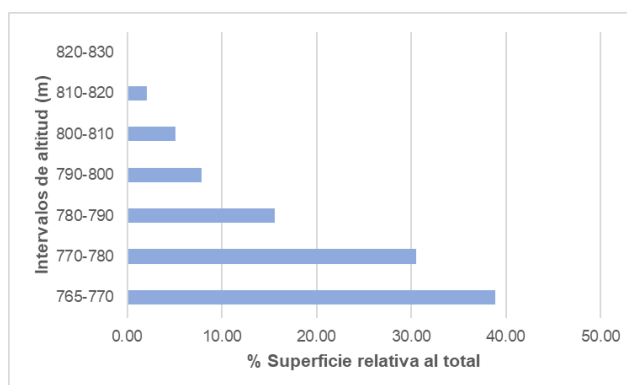


Figura 52: Curva de frecuencias de la cuenca 2

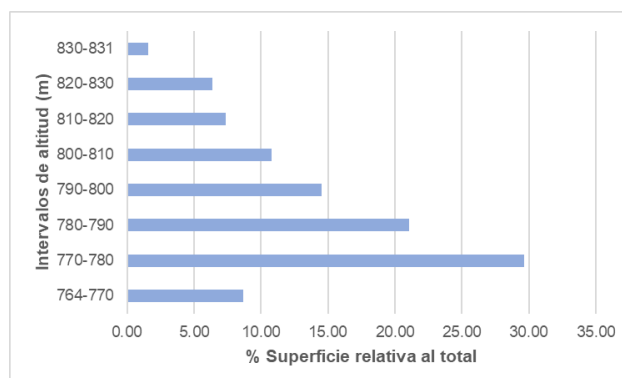


Figura 53: Curva de frecuencias de la cuenca 3

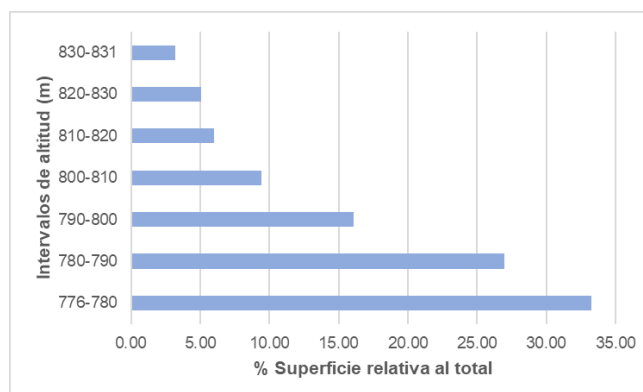


Figura 54: Curva de frecuencias de la cuenca 4

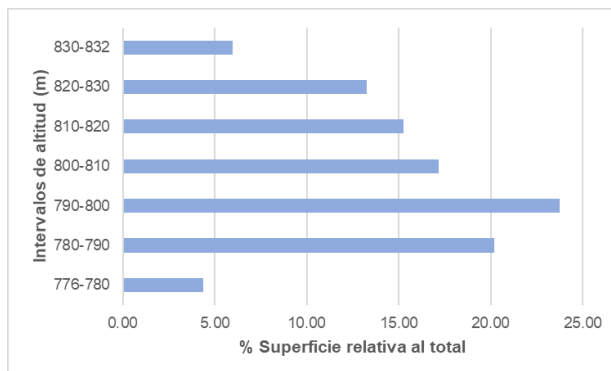


Figura 55: Curva de frecuencias de la cuenca 5

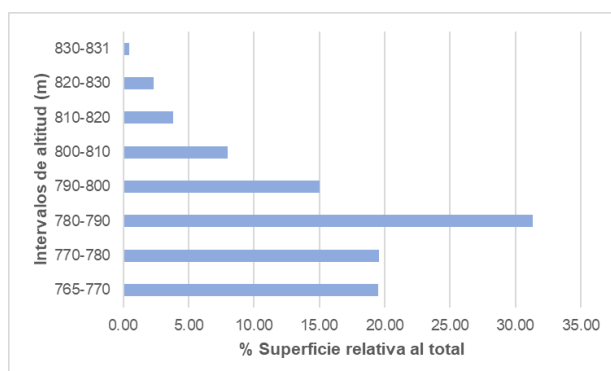


Figura 56: Curva de frecuencias de la cuenca 6

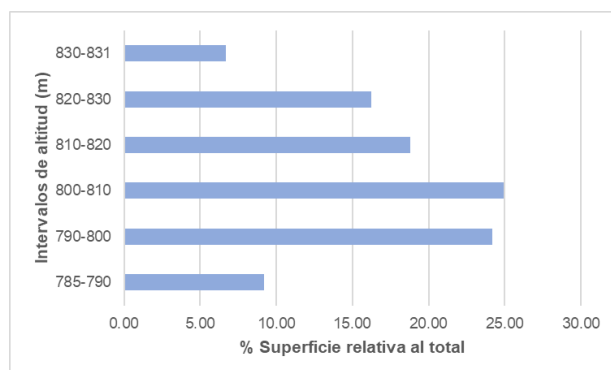


Figura 57: Curva de frecuencias de la cuenca 7

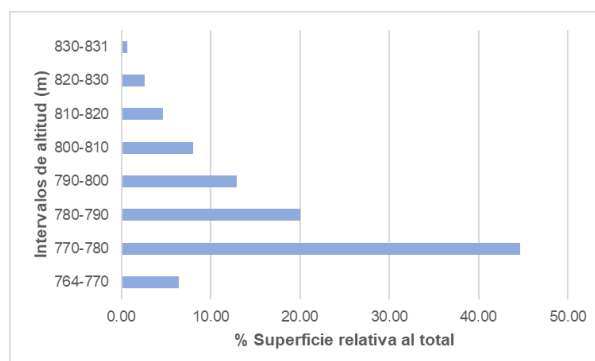


Figura 58: Curva de frecuencias de la cuenca 8

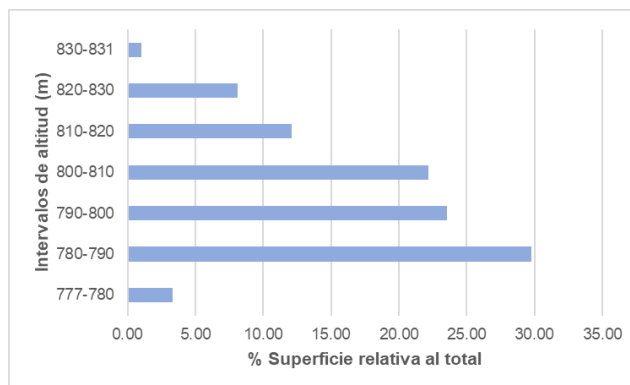


Figura 59: Curva de frecuencias de la cuenca 9

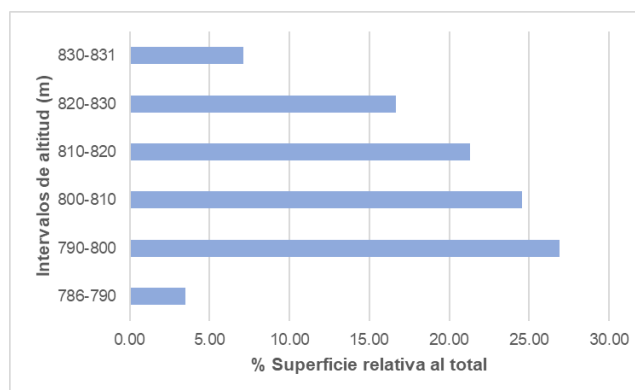


Figura 60: Curva de frecuencias de la cuenca 10

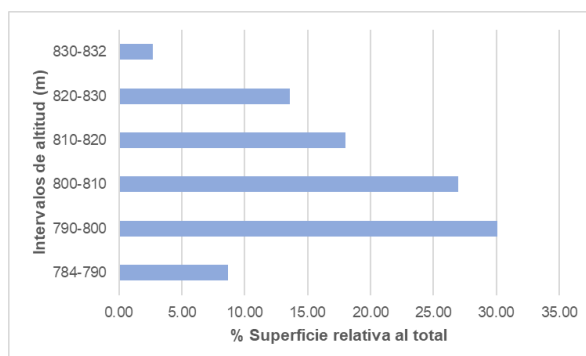


Figura 61: Curva de frecuencias de la cuenca 11

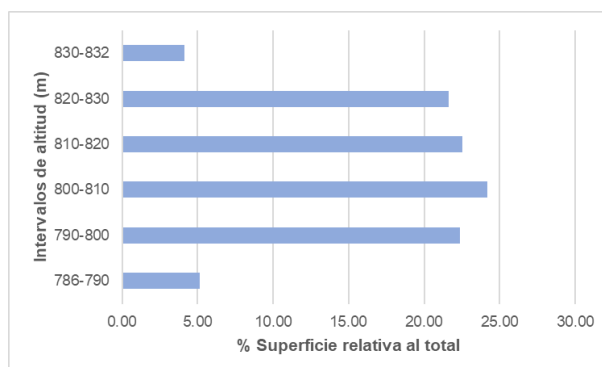


Figura 62: Curva de frecuencias de la cuenca 12

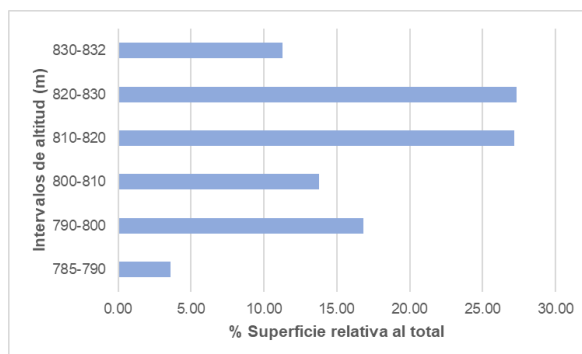


Figura 63: Curva de frecuencias de la cuenca 13

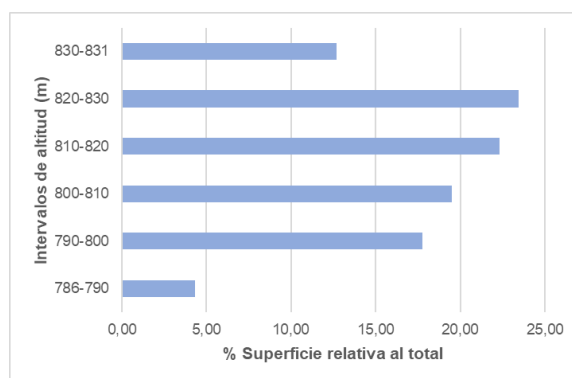


Figura 64: Curva de frecuencias de la cuenca 14

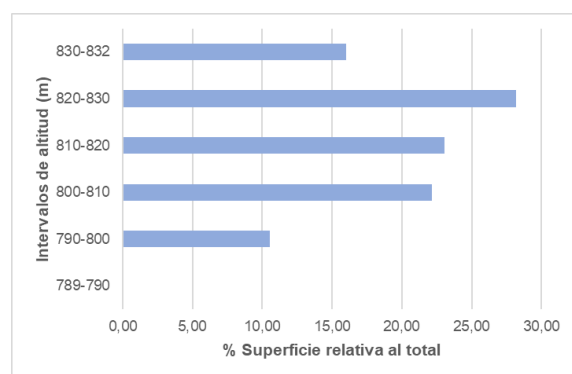


Figura 65: Curva de frecuencias de la cuenca 15

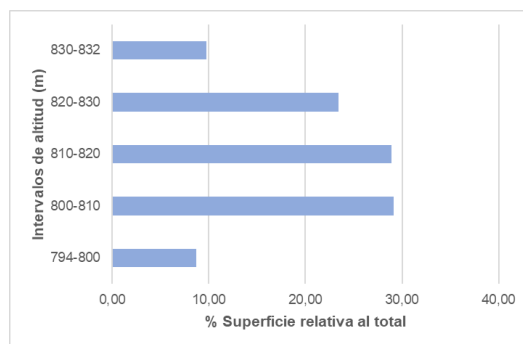


Figura 66: Curva de frecuencias de la cuenca 16

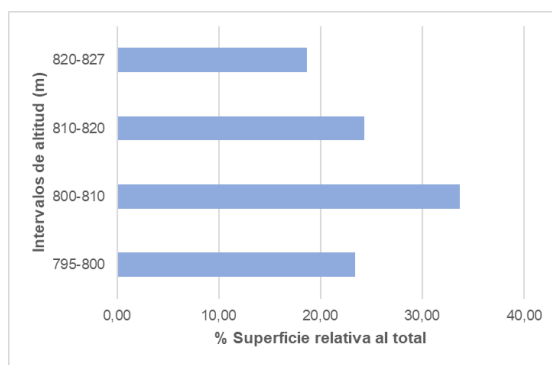


Figura 67: Curva de frecuencias de la cuenca 17

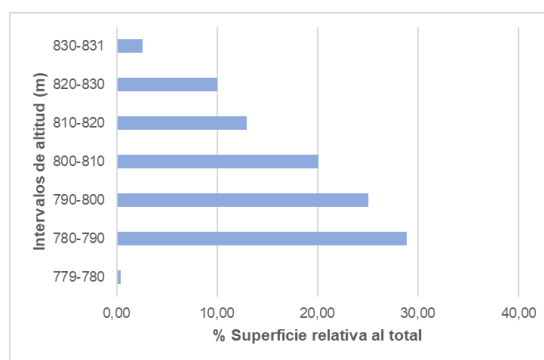


Figura 68: Curva de frecuencias de la cuenca 18

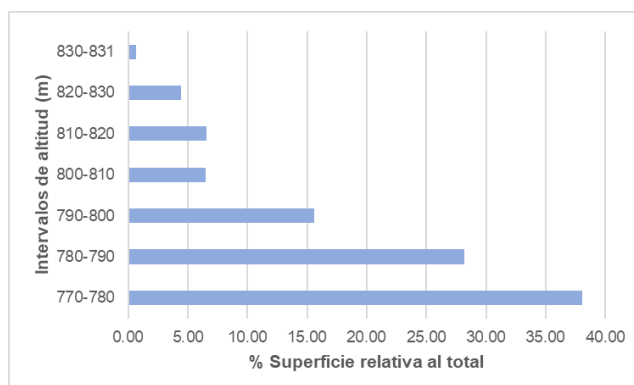


Figura 69: Curva de frecuencias de la cuenca 19

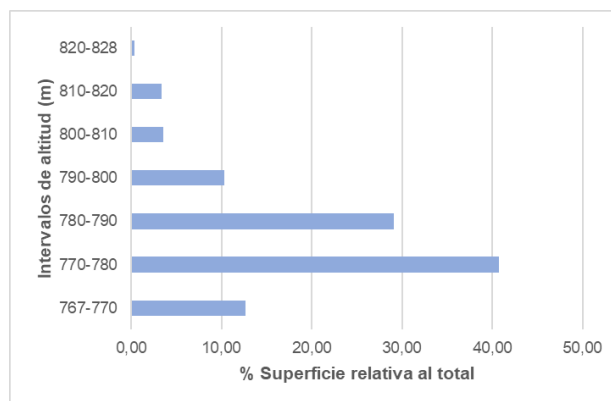


Figura 70: Curva de frecuencias de la cuenca 20

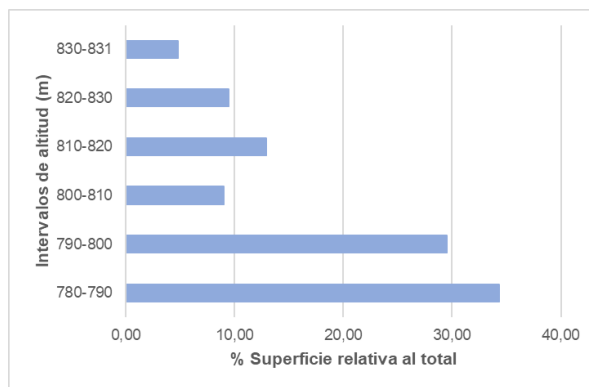


Figura 71: Curva de frecuencias de la cuenca 21

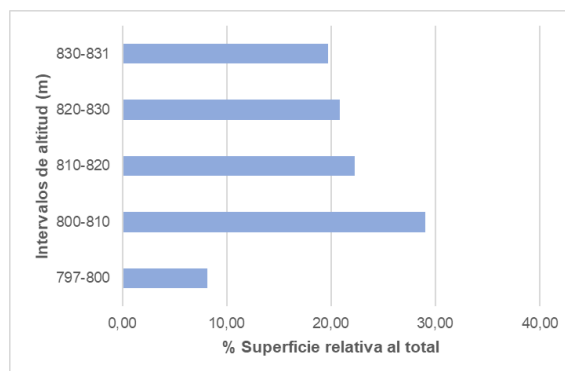


Figura 72: Curva de frecuencias de la cuenca 22

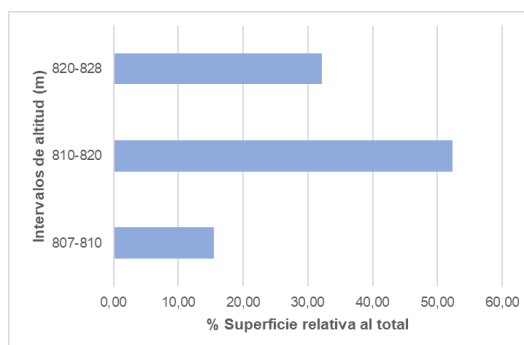


Figura 73: Curva de frecuencias de la cuenca 23

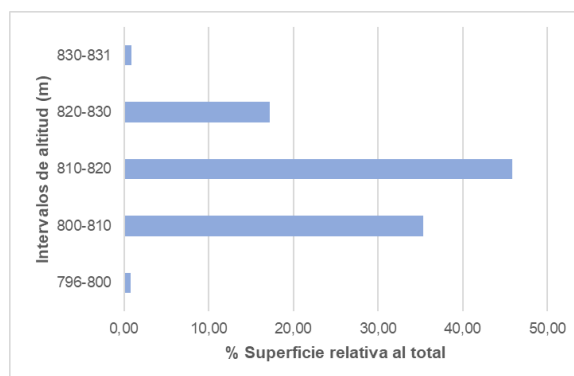


Figura 74: Curva de frecuencias de la cuenca 24

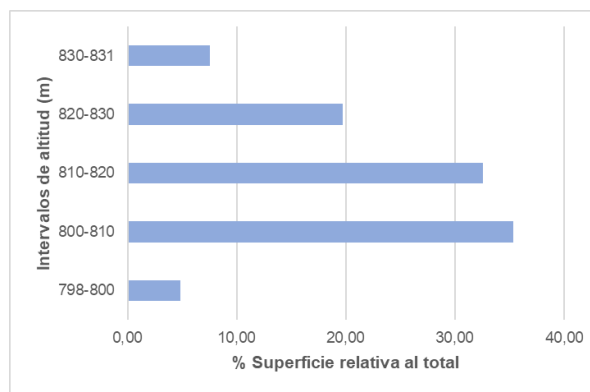


Figura 75: Curva de frecuencias de la cuenca 25

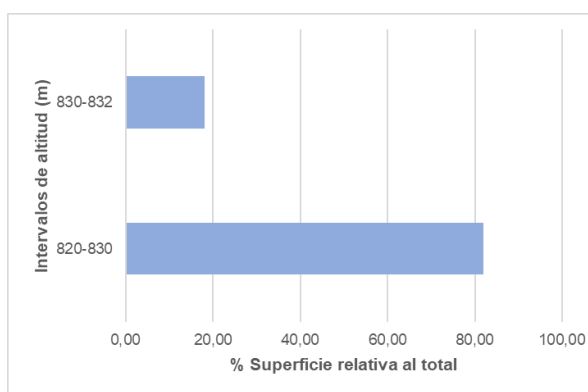


Figura 76: Curva de frecuencias de la cuenca 26

2.1.11. Altura media

La variación altitudinal de una determinada cuenca va a influir sobre el clima y, por tanto, sobre el régimen hidrológico. Para hallar la elevación media de cada una de las cuencas sobre el nivel del mar se emplea la Ecuación (10)

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

Ecuación (10): Altura media (A_m) de una cuenca

Donde:

- **H_i**: Altura media entre dos curvas de nivel con respecto a la cota más baja de la cuenca (m)
- **S_i**: Superficie comprendida entre dos curvas de nivel (m²)
- **S**: Superficie de la cuenca (m²)

Tabla 15: *Altitud media y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas vertientes que conforman el proyecto.*

ALTITUD MEDIA			
1			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m ²)	HixSi
771-780	4,5	5230	23535

ALTITUD MEDIA			
780-790	9	7840	70560
790-800	19	5050	95950
800-810	29	5290,088	153412,552
810-820	39	3940,308	153672,012
820-830	49	1519,604	74460,596
TOTAL		28870	571590,16
A_m (m s.n.m.)			790,80
2			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
765-770	2,5	9730	24325
770-780	10	7642,866	76428,66
780-790	20	3893,896	77877,92
790-800	30	1959,794	58793,82
800-810	40	1264,886	50595,44
810-820	50	529,812	26490,6
820-830	60	8,746	524,76
TOTAL		25030	315036,2
A_m (m s.n.m.)			777,59
3			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
764-770	3	2220	6660
770-780	11	7610	83710
780-790	21	5410	113610
790-800	31	3733,358	115734,098
800-810	41	2777,003	113857,123
810-820	51	1896,056	96698,856
820-830	61	1630,114	99436,954
830-831	71	403,469	28646,299
TOTAL		25680	658353,33
A_m (m s.n.m.)			789,64
4			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
776-780	2	11540	23080
780-790	9	9360	84240
790-800	19	5584,725	106109,775
800-810	29	3269,875	94826,375
810-820	39	2085,877	81349,203
820-830	49	1763,787	86425,563
830-831	59	1105,736	65238,424
TOTAL		34710	541269,34
A_m (m s.n.m.)			791,59
5			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
776-780	2	4250	8500
780-790	9	19570	176130

ALTITUD MEDIA			
790-800	19	23000	437000
800-810	29	16630	482270
810-820	39	14780	576420
820-830	49	12835,691	628948,859
830-832	59	5774,309	340684,231
TOTAL		96840	2649953,09
A_m (m s.n.m.)			803,36
6			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
765-770	2,5	9100	22750
770-780	10	9130	91300
780-790	20	14590	291800
790-800	30	6986,76	209602,8
800-810	40	3728,128	149125,12
810-820	50	1789,158	89457,9
820-830	60	1075,408	64524,48
830-831	70	220,546	15438,22
TOTAL		46620	933998,52
A_m (m s.n.m.)			785,03
7			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
785-790	2,5	3553,98	8884,95
790-800	10	9327,23	93272,3
800-810	20	9604,82	192096,4
810-820	30	7252,63	217578,9
820-830	40	6251,65	250066
830-831	50	2579,69	128984,5
TOTAL		38570	890883,05
A_m (m s.n.m.)			808,10
8			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
764-770	3	4650	13950
770-780	11	32370	356070
780-790	21	14530	305130
790-800	31	9340	289540
800-810	41	5829,22	238998,02
810-820	51	3400,996	173450,796
820-830	61	1914,085	116759,185
830-831	71	455,699	32354,629
TOTAL		72490	1526252,63
A_m (m s.n.m.)			785,05
9			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
777-780	1,5	920	1380
780-790	8	8270	66160

ALTITUD MEDIA			
790-800	18	6540	117720
800-810	28	6173,99	172871,72
810-820	38	3359,939	127677,682
820-830	48	2262,788	108613,824
830-831	58	283,283	16430,414
TOTAL		27810	610853,64
A_m (m s.n.m.)			798,97
10			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
786-790	2	1230	2460
790-800	9	9520	85680
800-810	19	8680	164920
810-820	29	7534,136	218489,944
820-830	39	5895,885	229939,515
830-831	49	2509,979	122988,971
TOTAL		35370	824478,43
A_m (m s.n.m.)			809,31
11			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
784-790	3	2053,71	6161,13
790-800	11	7093,32	78026,52
800-810	21	6364,08	133645,68
810-820	31	4252,37	131823,47
820-830	41	3208,99	131568,59
830-832	51	633,53	32310,03
TOTAL		23606	513535,42
A_m (m s.n.m.)			805,75
12			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
786-790	2	790	1580
790-800	9	3430	30870
800-810	19	3706,765	70428,535
810-820	29	3447,965	99990,985
820-830	39	3315,864	129318,696
830-832	49	629,406	30840,894
TOTAL		15320	363029,11
A_m (m s.n.m.)			809,70
13			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
785-790	2,5	1960	4900
790-800	10	9220	92200
800-810	20	7540	150800
810-820	30	14870	446100
820-830	40	14967,612	598704,48
830-832	50	6182,388	309119,4

ALTITUD MEDIA			
TOTAL		54740	1601823,88
A_m (m s.n.m.)			814,26
14			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
786-790	2	940	1880
790-800	9	3860	34740
800-810	19	4240	80560
810-820	29	4853,773	140759,417
820-830	39	5094,533	198686,787
830-831	49	2761,694	135323,006
TOTAL		21750	591949,21
A_m (m s.n.m.)			813,22
15			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
789-790	0,5	38,7	19,35
790-800	6	6120,19	36721,14
800-810	16	12872,56	205960,96
810-820	26	13383,6	347973,6
820-830	36	16355,46	588796,56
830-832	46	9296,49	427638,54
TOTAL		58067	1607110,15
A_m (m s.n.m.)			816,68
16			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
794-800	3	2160	6480
800-810	11	7210	79310
810-820	21	7148,87	150126,27
820-830	31	5795,242	179652,502
830-832	41	2405,888	98641,408
TOTAL		24720	514210,18
A_m (m s.n.m.)			814,80
17			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
795-800	2,5	2341,357	5853,3925
800-810	10	3372,556	33725,56
810-820	20	2437,594	48751,88
820-827	30	1868,493	56054,79
TOTAL		10020	144385,6225
A_m (m s.n.m.)			809,41
18			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
779-780	0,5	120	60
780-790	6	8590	51540
790-800	16	7450	119200
800-810	26	5968,057	155169,482

ALTITUD MEDIA			
810-820	36	3846,165	138461,94
820-830	46	2983,056	137220,576
830-831	56	762,722	42712,432
TOTAL		29720	644364,43
A_m (m s.n.m.)			800,68
19			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
770-780	5	3364,229	16821,145
780-790	15	2486,404	37296,06
790-800	25	1375,921	34398,025
800-810	35	575,683	20148,905
810-820	45	578,881	26049,645
820-830	55	393,494	21642,17
830-831	65	57,285	3723,525
TOTAL		8831,897	160079,475
A_m (m s.n.m.)			788,13
20			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
767-770	1,5	2544,88	3817,32
770-780	8	8198,81	65590,48
780-790	18	5844,83	105206,94
790-800	28	2081,25	58275
800-810	38	706,27	26838,26
810-820	48	675,48	32423,04
820-828	58	68,48	3971,84
TOTAL		20120	296122,88
A_m (m s.n.m.)			781,72
21			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
780-790	5	4325,395	21626,975
790-800	15	3717,315	55759,725
800-810	25	1133,444	28336,1
810-820	35	1630,82	57078,7
820-830	45	1193,906	53725,77
830-831	55	609,12	33501,6
TOTAL		12610	250028,87
A_m (m s.n.m.)			799,83
22			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
797-800	1,5	1020	1530
800-810	8	3628,885	29031,08
810-820	18	2783,412	50101,416
820-830	28	2603,6	72900,8
830-831	38	2467,651	93770,738
TOTAL		12503,548	247334,034

ALTITUD MEDIA			
A_m (m s.n.m.)			816,78
23			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
807-810	1,5	1285,675	1928,5125
810-820	8	4334,262	34674,096
820-828	18	2665,901	47986,218
TOTAL		8285,838	84588,8265
A_m (m s.n.m.)			817,21
24			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
796-800	2	120	240
800-810	9	5239,014	47151,126
810-820	19	6803,663	129269,597
820-830	29	2549,352	73931,208
830-831	39	127,971	4990,869
TOTAL		14840	255582,8
A_m (m s.n.m.)			813,22
25			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
798-800	1	1060	1060
800-810	7	7710	53970
810-820	17	7102,104	120735,768
820-830	27	4308,972	116342,244
830-831	37	1648,924	61010,188
TOTAL		21830	353118,2
A_m (ms.n.m.)			814,18
26			
Altura (m)	Altura media (m)	Superficie (m²)	HixSi
820-830	5	4728,606	23643,03
830-832	15	1039,529	15592,935
TOTAL		5768,135	39235,965
A_m (m s.n.m.)			826,80

En la Tabla 15, aparecen resumidos los parámetros intermedios que han sido necesarios para el cálculo de la altitud media de cada una de las cuencas que conforman la zona del proyecto, así como el valor de esta, expresada en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.).

2.2. ÍNDICES DE PENDIENTE DE LA CUENCA

2.2.1. Índice de pendiente relativa

El índice de pendiente relativa se trata de una primera aproximación de la pendiente de una cuenca, ya que solo considera el desnivel entre la cota más alta y la más baja de esta y la longitud axial.

El índice de pendiente relativa de la cuenca ha sido previamente calculado en el apartado 2.1.7. Relación de relieve, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 16: *Índice de pendiente relativa para cada una de las subcuencas del proyecto.*

Cuenca	J _R (%)
1	47,31
2	52,04
3	48,73
4	42,84
5	38,36
6	44,54
7	40,21
8	42,11
9	48,51
10	40,12
11	44,15
12	47,57
13	34,09
14	42,05
15	34,39
16	42,25
17	45,31
18	46,20
19	56,51
20	53,94
21	51,07
22	43,65
23	39,33
24	43,70
25	37,41
26	32,79

2.2.2. Índice de pendiente media de la cuenca

Para calcular el índice de pendiente media de una cuenca se considera que la pendiente media de la cuenca es la media ponderada de todas las superficies elementales en las que la línea de máxima pendiente es constante. El cálculo del índice de pendiente media de una determinada cuenca es la siguiente se hace a partir de la Ecuación (11):

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

Ecuación (11): Índice de pendiente media de la cuenca.

Donde:

- **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 17: Índice de pendiente media y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas que conforman el proyecto.

Cuenca	D (m)	L _t (m)	S (m ²)	J _c (%)
1	10	146,75	28874,00	5,08
2	10	701,15	25034,00	28,01
3	10	652,15	25676,00	25,40
4	10	734,4	34714,00	21,16
5	10	2731,98	96844,00	28,21
6	10	879,01	46620,00	18,85
7	10	1285,6	38570,00	33,33
8	10	1397,91	72489,00	19,28
9	10	764,77	27812,00	27,50
10	10	1026,43	35367,00	29,02
11	10	683,04	23606,00	28,94
12	10	421,77	15316,00	27,54
13	10	1293,2	54745,00	23,62
14	10	640,83	21748,00	29,47
15	10	1470,22	58067,00	25,32
16	10	762,91	24721,00	30,86
17	10	266,93	10024,00	26,63
18	10	899,79	29722,00	30,27
19	10	222,16	8832,00	25,15
20	10	598,3	20120,00	29,74
21	10	354,94	12624,00	28,12
22	10	339,72	12842,00	26,45
23	10	213,82	8286,00	25,80
24	10	326,76	14839,00	22,02
25	10	486,18	21833,00	22,27
26	10	153,55	4729,00	32,47

Dado que la pendiente de todas las cuencas es superior al 6%, existe riesgo de torrencialidad en todas ellas (excepto en la primera). (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

2.3. COEFICIENTE DE MASIVIDAD DE MARTONNE (1940)

Este coeficiente relaciona la altura media de la cuenca (la cual se podría interpretar como el centro de gravedad de la misma) con la superficie total de la misma. En el caso de que este coeficiente tomase valores altos, la cuenca tendría un carácter montañoso (en el que en pequeñas extensiones de terreno se producen grandes descensos de altitud), y si tomase valores pequeños, la cuenca sería más llana, con un relieve menos acentuado. (Consortio Pomca Quindío, 2018). Se calcula en base a la Ecuación (12).

$$tg \alpha = \frac{A_m}{S (km^2)}$$

Ecuación (12): Coeficiente de masividad de Martonne

*En este caso, A_m se indica sobre la cota más baja de cada cuenca

Tabla 18: Índice de masividad de Martonne y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas de la zona del proyecto.

Cuenca	A_m (m)	S (km ²)	tg α
1	19,8	0,0289	685,74
2	12,59	0,0250	502,92
3	25,64	0,0257	998,60
4	15,59	0,0347	449,10
5	27,36	0,0968	282,52
6	20,03	0,0466	429,64
7	23,1	0,0386	598,91
8	21,05	0,0725	290,39
9	21,97	0,0278	789,95
10	23,31	0,0354	659,09
11	21,75	0,0236	921,38
12	23,7	0,0153	1547,40
13	29,26	0,0547	534,48
14	27,22	0,0217	1251,61
15	27,68	0,0581	476,69
16	20,8	0,0247	841,39
17	14,41	0,0100	1437,55
18	21,68	0,0297	729,43
19	18,13	0,0088	2052,76
20	14,72	0,0201	731,61
21	19,83	0,0126	1570,82
22	19,78	0,0128	1540,26
23	10,21	0,0083	1232,20
24	17,22	0,0148	1160,46
25	36,18	0,0218	1657,12
26	6,8	0,0047	1437,94

En la Tabla 18 podemos apreciar que los valores del coeficiente masividad de Martonne son elevados y, en consecuencia, los terrenos que conforman las cuencas, escarpados.

2.4. COEFICIENTE OROGRÁFICO DE FOURNIER (1960)

El coeficiente orográfico de Fournier (1960) expresa el potencial de degradación de una determinada cuenca, creciendo este a medida que aumenta la altura media del relieve y el coeficiente de masividad. Suele tomar valores elevados en el caso de microcuencas de carácter montañoso (Consortio Pomca Quindio, 2018). El coeficiente orográfico de Fournier se calcula en base a la Ecuación (13).

$$C_o = A_m \cdot tg \alpha$$

Ecuación (13): Coeficiente orográfico de Fournier

Tabla 19: Coeficiente orográfico de Fournier y parámetros de cálculo intermedios para las cuencas que conforman la zona del proyecto.

Cuenca	A _m (m)	tg α (m/km ²)	C _o (m ² /ha)
1	19,8	685,74	135,78
2	12,59	502,92	63,32
3	25,64	998,60	256,04
4	15,59	449,10	70,01
5	27,36	282,52	77,30
6	20,03	429,64	86,06
7	23,1	598,91	138,35
8	21,05	290,39	61,13
9	21,97	789,95	173,55
10	23,31	659,09	153,63
11	21,75	921,38	200,40
12	23,7	1547,40	366,73
13	29,26	534,48	156,39
14	27,22	1251,61	340,69
15	27,68	476,69	131,95
16	20,8	841,39	175,01
17	14,41	1437,55	207,15
18	21,68	729,43	158,14
19	18,13	2052,76	372,17
20	14,72	731,61	107,69
21	19,83	1570,82	311,49
22	19,78	1540,26	304,66
23	10,21	1232,20	125,81
24	17,22	1160,46	199,83
25	36,18	1657,12	599,55
26	6,8	1437,94	97,78

Según Martínez de Azagra y Navarro (1996), cuando el Coeficiente orográfico de Fournier es superior a 6 m²/ha, el relieve es pronunciado y el riesgo de torrencialidad es alto. Como se puede apreciar en el Tabla 19, este valor es superado por mucho en la totalidad de las cuencas, por lo que se puede afirmar que el relieve de estas es muy pronunciado.

2.5. FACTOR TOPOGRÁFICO DE LA MUSLE (1975)

El factor topográfico de del terreno de la MUSLE, forma, junto con los factores K, R, C y P, la Ecuación Universal de Pérdidas del Suelo. Esta permite el cálculo de pérdidas de suelo pro erosión laminar y en regueros medias para un terreno homogéneo en pendiente, suelo, vegetación y clima.

Este factor topográfico LxS depende de la longitud de la pendiente (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 de

la inclinación de la pendiente, S, factor que refleja la influencia que tiene el gradiente de la pendiente en los procesos de erosión. (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

El factor topográfico de la MUSLE se calcula en base a las siguientes ecuaciones, dependiendo de si la pendiente de la cuenca es superior o inferior (no aplicable a nuestro caso) al 9%:

$$LxS = \left(\frac{\gamma}{22,13}\right)^{0,3} \cdot (0,065 + 0,045 \cdot s + 0,065 \cdot s^2)$$

Ecuación (14): Factor topográfico de la MUSLE para cuencas con pendientes inferiores al 9%

$$LxS = \left(\frac{\gamma}{22,13}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{S}{9}\right)^{1,3}$$

Ecuación (15): Factor topográfico de la MUSLE para cuencas con pendientes superiores al 9%

A su vez:

$$\gamma = 500 \cdot \frac{S (km^2)}{L_{TRios}(km)}$$

Donde:

- λ : Longitud media de la ladera
- s : Pendiente media de la cuenca (J_C)
- L_{rios} : Longitud de los cursos de agua de la cuenca

Tabla 20: Factor topográfico de la MUSLE y parámetros de cálculo intermedios para las cuencas que conforman la zona del proyecto.

Cuenca	S (km ²)	L _{TR} (km)	λ	J_C	LxS	Característica terreno
1	0,0289	0,928	15,56	5,08	0,43	Suave
2	0,0250	0,801	15,62	28,01	3,94	Suave
3	0,0257	0,659	19,48	25,40	3,71	Suave
4	0,0347	1,053	16,49	21,16	2,78	Suave
5	0,0968	3,065	15,80	28,21	3,99	Suave
6	0,0466	1,222	19,07	18,85	2,50	Suave
7	0,0386	1,362	14,16	33,33	4,80	Suave
8	0,0725	2,416	15,00	19,28	2,40	Suave
9	0,0278	0,956	14,55	27,50	3,77	Suave
10	0,0354	1,238	14,28	29,02	4,02	Suave
11	0,0236	0,933	12,65	28,94	3,86	Suave
12	0,0153	0,533	14,37	27,54	3,76	Suave
13	0,0547	1,469	18,63	23,62	3,33	Suave
14	0,0217	0,578	18,81	29,47	4,45	Suave
15	0,0581	0,598	48,51	25,32	4,86	Suave
16	0,0247	0,801	15,43	30,86	4,45	Suave
17	0,0100	0,471	10,64	26,63	3,29	Suave

Tabla 20 (Cont.): Factor topográfico de la MUSLE y parámetros de cálculo intermedios para las cuencas que conforman la zona del proyecto.

Cuenca	S (km ²)	L _{TR} (km)	λ	J _c	LxS	Característica terreno
18	0,0297	1,157	12,84	30,27	4,11	Suave
19	0,0088	0,325	13,59	25,15	3,29	Suave
20	0,0201	0,633	15,89	29,74	4,28	Suave
21	0,0126	0,513	12,31	28,12	3,69	Suave
22	0,0128	0,368	17,45	26,45	3,78	Suave
23	0,0083	0,308	13,43	25,80	3,39	Suave
24	0,0148	0,382	19,41	22,02	3,08	Suave
25	0,0218	0,696	15,68	22,27	2,93	Suave
26	0,0047	0,088	26,89	32,47	5,62	Moderado

Tabla 21: Valores del factor topográfico de la MUSLE y características del terreno.

Valor factor LxS	Características
< 5	Suave
5-10	Moderado
10-20	Abrupto
>20	Muy abrupto

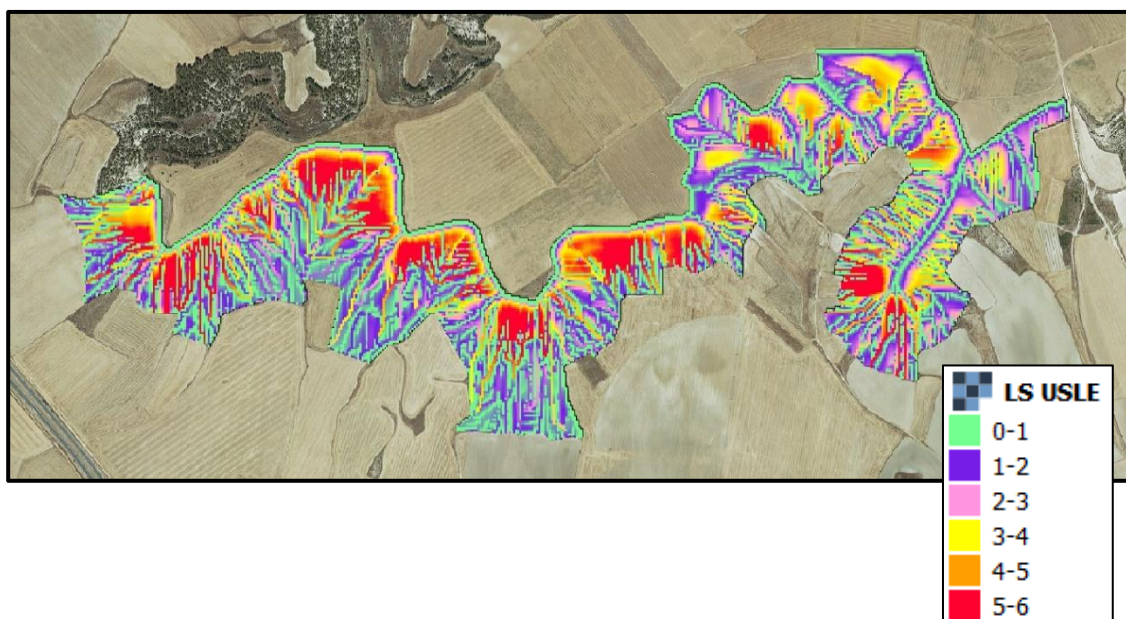


Figura 77: Factor topográfico y leyenda de interpretación del terreno en la zona del proyecto.

En la Figura 77 podemos apreciar que los valores más elevados de factor topográfico del terreno se alcanzan en las laderas, donde la pendiente es mayor, reduciéndose este a medida que nos acercamos a la campiña.

3. PARÁMETROS FÍSICOS RELACIONADOS CON LA RED DE DRENAJE

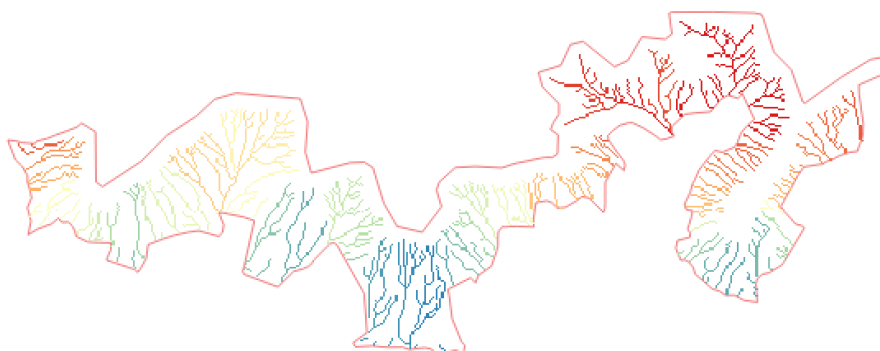


Figura 78: Sistema de drenaje de la zona del proyecto.

3.1. LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

La importancia del estudio de la longitud del cauce principal radica en su relación directa tanto con los caudales como con las duraciones promedias totales de los fenómenos torrenciales. Así, una longitud mayor del cauce principal supone mayores tiempos de desplazamiento de las crecidas y, con ello, una mayor atenuación de las mismas.

Tabla 22: Longitud del cauce principal de cada una de las cuencas del proyecto.

Cuenca	Longitud del cauce principal (m)
1	205,6
2	189,03
3	252,35
4	253,59
5	361,48
6	327,24
7	224,36
8	323,07
9	187,01
10	226,32
11	128,46
12	170,54
13	382,5
14	283,1
15	315,72
16	189,57
17	127,39
18	144,49
19	146,19

Tabla 22 (Cont.): Longitud del cauce principal de cada una de las cuencas del proyecto.

Cuenca	Longitud del cauce principal (m)
20	172,7
21	188,8
22	185,64
23	78,86
24	143,59
25	183,64
26	60

3.2. PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL

Para el trazado del perfil longitudinal del cauce principal se he empleado el programa Google Earth. El eje de referencia ha sido en todos los casos la longitud axial de la cuenca, que conecta los puntos de mayor y menor altitud.



Figura 79: Perfil longitudinal de la cuenca 1.



Figura 80: Perfil longitudinal de la cuenca 2.



Figura 81: Perfil longitudinal de la cuenca 3.

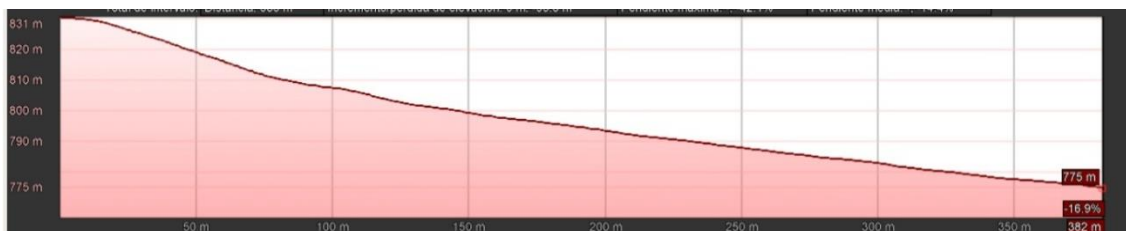


Figura 82: Perfil longitudinal de la cuenca 4.



Figura 13: Perfil longitudinal de la cuenca 5

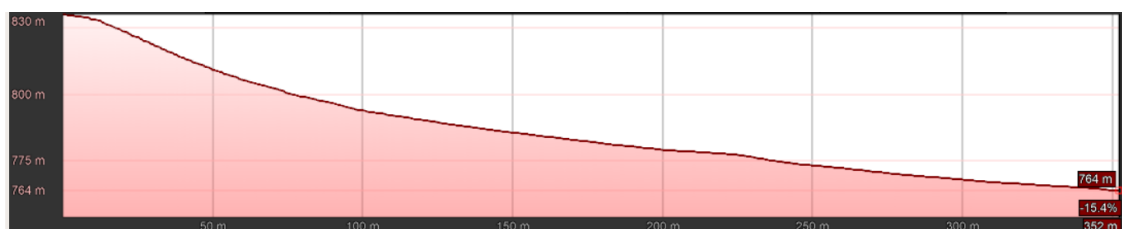


Figura 84: Perfil longitudinal de la cuenca 6



Figura 85: Perfil longitudinal de la cuenca 7.



Figura 86: Perfil longitudinal de la cuenca 8.



Figura 87: Perfil longitudinal de la cuenca 9.



Figura 88: Perfil longitudinal de la cuenca 10.



Figura 89: Perfil longitudinal de la cuenca 11



Figura 90: Perfil longitudinal de la cuenca 12



Figura 91: Perfil longitudinal de la cuenca 13



Figura 92: Perfil longitudinal de la cuenca 14



Figura 93: Perfil longitudinal de la cuenca 15



Figura 94: Perfil longitudinal de la cuenca 16



Figura 95: Perfil longitudinal de la cuenca 17

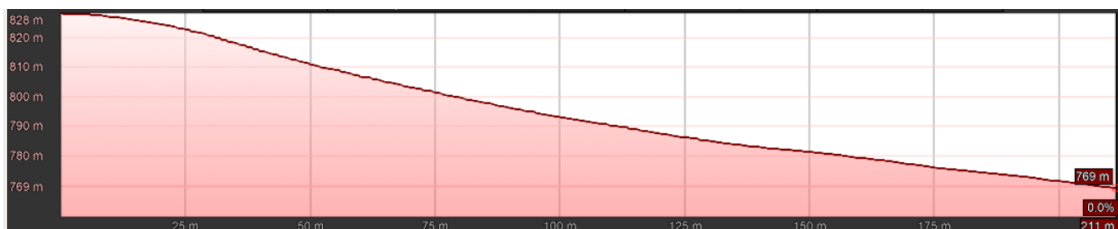


Figura 96: Perfil longitudinal de la cuenca 18



Figura 97: Perfil longitudinal de la cuenca 19



Figura 99: Perfil longitudinal de la cuenca 21



Figura 100: Perfil longitudinal de la cuenca 23



Figura 101: Perfil longitudinal de la cuenca 24



Figura 102: Perfil longitudinal de la cuenca 25



Figura 103: Perfil longitudinal de la cuenca 26

3.3. FRECUENCIA DE CAUCES

La frecuencia de cauces es un parámetro que relaciona el número de cauces que existen en una cuenca con el área de la misma. La frecuencia de cauces se calcula en base a la Ecuación (16):

$$F = \frac{\sum_{i=1}^k N_i}{S}$$

Ecuación (16): Frecuencia de cauces.

Tabla 23: Frecuencia de cauces y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas que conforman el proyecto.

Cuenca	Nº de cauces	S (km ²)	F (cauces/km ²)
1	9	0,029	311,70
2	12	0,025	479,35
3	7	0,026	272,63
4	8	0,035	230,45
5	28	0,097	289,12
6	8	0,047	171,60
7	16	0,039	414,83
8	17	0,072	234,52
9	11	0,028	395,51
10	13	0,035	367,57
11	10	0,024	423,62
12	6	0,015	391,75
13	15	0,055	274,00
14	7	0,022	321,87
15	20	0,058	344,43
16	10	0,025	404,51
17	5	0,010	498,80
18	15	0,030	504,68
19	4	0,009	452,90
20	6	0,020	298,21
21	8	0,013	633,71
22	4	0,013	311,48
23	7	0,008	844,80
24	4	0,015	269,56
25	7	0,022	320,62
26	2	0,005	422,92

3.4. PENDIENTE MEDIA DEL RÍO

La pendiente media del río se calcula por medio del cociente entre la amplitud del relieve y la longitud del río principal ($L_{río}$) (Ecuación (17)).

$$J_{río} = \frac{H_{max} - H_{min}}{L_{río}}$$

Ecuación (17): Cálculo de la pendiente media del río.

Tabla 24: Pendiente media del río y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas.

Cuenca	H _{max} (m)	H _{min} (m)	L _r (m)	J _{río} (%)
1	830	771	195,6	30,16
2	830	765	179,03	36,31
3	831	764	242,35	27,65
4	831	776	243,59	22,58

Tabla 24 (Cont.): *Pendiente media del río y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas.*

Cuenca	H _{max} (m)	H _{min} (m)	L _r (m)	J _{río} (%)
5	832	776	351,48	15,93
6	831	765	317,24	20,80
7	831	785	214,36	21,46
8	831	764	313,07	21,40
9	831	777	177,01	30,51
10	831	786	216,32	20,80
11	832	784	118,46	40,52
12	832	786	160,54	28,65
13	832	785	372,5	12,62
14	831	786	273,1	16,48
15	832	789	305,72	14,07
16	832	794	179,57	21,16
17	827	795	117,39	27,26
18	831	779	134,49	38,66
19	831	770	136,19	44,79
20	828	767	162,7	37,49
21	831	780	178,8	28,52
22	831	797	175,64	19,36
23	828	807	68,86	30,50
24	831	796	133,59	26,20
25	831	798	173,64	19,00
26	832	820	50	24,00

3.5. DENSIDAD DE DRENAJE

La densidad de drenaje de una determinada cuenca se calcula mediante el cociente entre la longitud de los ríos y el área de dicha cuenca (Ecuación (18))

$$D_d = \frac{L_{TR\text{ríos}}}{S}$$

Ecuación (18): Densidad de drenaje

Tabla 25: *Densidad de drenaje y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas del proyecto.*

Cuenca	L _{TR} (km)	S (km ²)	D _d (km/km ²)	Clasificación
1	0,928	0,029	32,129	Alta/Fina
2	0,801	0,025	32,000	Alta/Fina
3	0,659	0,026	25,672	Alta/Fina
4	1,026	0,035	29,551	Alta/Fina
5	3,065	0,097	31,653	Alta/Fina
6	1,222	0,047	26,216	Alta/Fina
7	1,362	0,039	35,303	Alta/Fina
8	2,416	0,072	33,335	Alta/Fina
9	0,956	0,028	34,363	Alta/Fina

Tabla 25 (Cont.): *Densidad de drenaje y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas del proyecto.*

Cuenca	L _{TR} (km)	S (km ²)	D _d (km/km ²)	Clasificación
10	1,238	0,035	35,004	Alta/Fina
11	0,933	0,024	39,514	Alta/Fina
12	0,533	0,015	34,784	Alta/Fina
13	1,469	0,055	26,838	Alta/Fina
14	0,578	0,022	26,580	Alta/Fina
15	2,598	0,058	44,749	Alta/Fina
16	0,801	0,025	32,400	Alta/Fina
17	0,471	0,010	46,972	Alta/Fina
18	1,157	0,030	38,930	Alta/Fina
19	0,325	0,009	36,803	Alta/Fina
20	0,633	0,020	31,468	Alta/Fina
21	0,513	0,013	40,625	Alta/Fina
22	0,368	0,013	28,652	Alta/Fina
23	0,308	0,008	37,218	Alta/Fina
24	0,382	0,015	25,763	Alta/Fina
25	0,696	0,022	31,893	Alta/Fina
26	0,088	0,005	18,594	Media

Tabla 26: *Valores de densidad de drenaje y clasificación y características de las cuencas en base a este.*

Densidad de drenaje (km/km ²)	Clasificación y características
1-10	Baja/Gruesa: Materiales resistentes y/o buena cubierta vegetal. Terrenos arenosos con mucha infiltración
10-20	Media: Materiales blandos con moderada cubierta vegetal
20-40	Alta/fina: Materiales muy blandos y/o cubierta vegetal escasa.

Como se puede apreciar en las Tablas 25 y 26, la práctica totalidad de las cuencas que conforman el área de proyecto tienen una densidad de drenaje alta, esto quiere decir que los terrenos que las conforman, al tener una cubierta vegetal escasa y unos materiales del suelo blandos, la infiltración es deficiente y, en consecuencia, hay un gran drenaje superficial.

3.6. ÍNDICE DE SINUOSIDAD

El índice de sinuosidad es un parámetro adimensional que, por medio de la relación entre la longitud real del cauce (longitud del cauce principal) y la longitud en línea recta desde el nacimiento hasta la sección de cierre (longitud axial), indica si se trata de un cauce recto (valores cercanos a la unidad) o, por el contrario, uno sinuoso. El índice de sinuosidad se calcula en base a la Ecuación (19)

$$I_{\text{sinuosidad}} = \frac{L_{\text{real}}}{L_{\text{recta}}}$$

Ecuación (19): índice de sinuosidad

Tabla 27: Índice de sinuosidad de cada una de las cuencas y parámetros de cálculo intermedios.

Cuenca	L _{real} (m)	L _{recta} (m)	I _{sinuosidad}	Tipo de cauce
1	195,6	263,59	0,74	Recto
2	179,03	240,02	0,75	Recto
3	242,35	282,16	0,86	Recto
4	243,59	299,67	0,81	Recto
5	351,48	380,49	0,92	Recto
6	317,24	332,74	0,95	Recto
7	214,36	284,57	0,75	Recto
8	313,07	377,86	0,83	Recto
9	177,01	229,43	0,77	Recto
10	216,32	279,61	0,77	Recto
11	118,46	246,23	0,48	Recto
12	160,54	203,31	0,79	Recto
13	372,5	404,39	0,92	Recto
14	273,1	254,45	1,07	Recto
15	305,72	363,63	0,84	Recto
16	179,57	212,84	0,84	Recto
17	117,39	155,85	0,75	Recto
18	134,49	243,65	0,55	Recto
19	136,19	191,01	0,71	Recto
20	162,7	209,69	0,78	Recto
21	178,8	195,54	0,91	Recto
22	175,64	178,44	0,98	Recto
23	68,86	135,79	0,51	Recto
24	133,59	183,27	0,73	Recto
25	173,64	232,11	0,75	Recto
26	50	111,63	0,45	Recto

Tabla 28: Valores del índice de sinuosidad y tipo de cauce en base a ellos.

Valor del índice de sinuosidad	Tipo de cauce
<1,1	Recto
1,1-1,3	Sinuoso
>1,3	Meandriforme

Como podemos ver en la Tabla 27, la totalidad de los cauces son rectos, lo que quiere decir que, el recorrido que tienen que hacer para abandonar la cuenca es pequeño y el riesgo de torrencialidad alto.

3.7. COEFICIENTE DE TORRENCIALIDAD

Este índice se calcula por medio del cociente entre el número de cauces de orden 1 ente el área total de la cuenca (Ecuación (20)).

Los cauces de orden uno (N_1) son aquellos que no tienen cauces tributarios (ningún curso de agua confluye en ellos).

$$C_{\text{Torrencialidad}} = \frac{N_1 \cdot D_d}{S(\text{km}^2)}$$

Ecuación (20): Coeficiente de torrencialidad

Tabla 29: *Coficiente de torrencialidad y parámetros de cálculo intermedios de cada una de las subcuencas que conforman la zona del proyecto.*

Cuenca	N_1	D_d	S (km ²)	C_T
1	9	32,129	0,029	1001,47
2	12	32,000	0,025	1533,94
3	7	25,672	0,026	699,89
4	8	29,551	0,035	681,03
5	28	31,653	0,097	915,16
6	8	26,216	0,047	449,87
7	16	35,303	0,039	1464,49
8	17	33,335	0,072	781,78
9	11	34,363	0,028	1359,08
10	13	35,004	0,035	1286,66
11	10	39,514	0,024	1673,90
12	6	34,784	0,015	1362,65
13	15	26,838	0,055	735,35
14	7	26,580	0,022	855,52
15	20	44,749	0,058	1541,29
16	10	32,400	0,025	1310,61
17	5	46,972	0,010	2342,99
18	15	38,930	0,030	1964,73
19	4	36,803	0,009	1666,78
20	6	31,468	0,020	938,40
21	8	40,625	0,013	2574,46
22	4	28,652	0,013	892,45
23	7	37,218	0,008	3144,19
24	4	25,763	0,015	694,45
25	7	31,893	0,022	1022,52
26	2	18,594	0,005	786,37

3.8. CANAL DE ALIMENTACIÓN

Según Martínez de Azagra y Navarro (1996), el canal de alimentación son los kilómetros cuadrados de cuenca que son necesarios para recoger 1 km de cauce, y se corresponde con la inversa de la densidad de drenaje. Se calcula por medio de la Ecuación (21).

$$C_a = \frac{1}{D_d}$$

Ecuación (21): Canal de alimentación de una cuenca

Tabla 30: Canal de alimentación de cada una de las subcuencas.

Cuenca	D _d (km ² /km)	C _a (km/km ²)
1	32,129	0,031
2	32,000	0,031
3	25,672	0,039
4	29,551	0,034
5	31,653	0,032
6	26,216	0,038
7	35,303	0,028
8	33,335	0,030
9	34,363	0,029
10	35,004	0,029
11	39,514	0,025
12	34,784	0,029
13	26,838	0,037
14	26,580	0,038
15	44,749	0,022
16	32,400	0,031
17	46,972	0,021
18	38,930	0,026
19	36,803	0,027
20	31,468	0,032
21	40,625	0,025
22	28,652	0,035
23	37,218	0,027
24	25,763	0,039
25	31,893	0,031
26	18,594	0,054

3.9. ALEJAMIENTO MEDIO

El alejamiento medio es un parámetro adimensional que hace referencia al recorrido que tiene que hacer la red de drenaje de la cuenca y se calcula a través de la Ecuación (22).

$$a_m = \frac{L_{TRíos}}{\sqrt{S}}$$

Ecuación (22): Alejamiento medio.

Tabla 31: Alejamiento medio y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas.

Cuenca	L _{TRíos} (m)	S (m ²)	a _m
1	927	28874	5,46
2	801,1	25034	5,06
3	659,15	25676	4,11
4	1025,85	34714	5,51
5	3065,37	96844	9,85

Tabla 31 (Cont.): *Alejamiento medio y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las cuencas*

Cuenca	L _{TRíos} (m)	S (m ²)	a _m
6	1222,19	46620	5,66
7	1361,65	38570	6,93
8	2416,45	72489	8,98
9	955,69	27812	5,73
10	1237,99	35367	6,58
11	932,77	23606	6,07
12	532,75	15316	4,30
13	1469,23	54745	6,28
14	578,06	21748	3,92
15	2598,45	58067	10,78
16	800,95	24721	5,09
17	470,85	10024	4,70
18	1157,09	29722	6,71
19	325,04	8832	3,46
20	633,13	20120	4,46
21	512,85	12624	4,56
22	367,95	12842	3,25
23	308,39	8286	3,39
24	382,29	14839	3,14
25	696,31	21833	4,71
26	87,93	4729	1,28

3.10. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración se define como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida de a la misma. También se puede interpretar como el tiempo que se tarda en alcanzar el caudal punta.

La definición de este parámetro es vital de cara a la planificación en el uso de suelos y en la gestión de recursos hídricos y se calcula a través de la Ecuación (23).

$$T_c = 0.3 \cdot \left(\frac{L_{TR}}{J_{Río}^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Ecuación (23): Tiempo de concentración.

Donde:

- **P_m**: Pendiente media del cauce principal (m/m)

Tabla 32: *Tiempo de concentración (horas y minutos) de cada una de las cuencas y parámetros de cálculo intermedios.*

Cuenca	L _{TRíos} (m)	J _{Río} (m/m)	T _c (h)	T _c (min)
1	0,927	0,302	0,356	21,338
2	0,8011	0,363	0,307	18,436

Tabla 32 (Cont.): *Tiempo de concentración (horas y minutos) de cada una de las cuencas y parámetros de cálculo intermedios.*

Cuenca	L _{TRíos} (m)	J _{Río} (m/m)	T _C (h)	T _C (min)
3	0,65915	0,276	0,279	16,741
4	1,02585	0,226	0,406	24,350
5	3,06537	0,159	0,996	59,781
6	1,22219	0,208	0,471	28,252
7	1,36165	0,215	0,508	30,490
8	2,41645	0,214	0,786	47,174
9	0,95569	0,305	0,363	21,791
10	1,23799	0,208	0,475	28,530
11	0,93277	0,405	0,338	20,270
12	0,53275	0,287	0,236	14,144
13	1,46923	0,126	0,596	35,734
14	0,57806	0,165	0,279	16,717
15	2,59845	0,141	0,900	53,989
16	0,80095	0,212	0,340	20,425
17	0,47085	0,273	0,217	12,999
18	1,15709	0,387	0,402	24,090
19	0,32504	0,448	0,149	8,925
20	0,63313	0,375	0,255	15,324
21	0,51285	0,285	0,229	13,752
22	0,36795	0,194	0,192	11,502
23	0,30839	0,305	0,154	9,225
24	0,38229	0,262	0,186	11,179
25	0,69631	0,190	0,312	18,742
26	0,08793	0,240	0,062	3,720

Como se puede ver en la Tabla 32, el tiempo que se tarda en alcanzar los caudales punta son muy pequeños (inferiores a 3 horas). Esto hace que las cuencas del proyecto sean muy susceptibles a crecidas relámpago.

3.11. DISTANCIA DE ESCORRENTÍA

Según Martínez de Azagra y Navarro (1996), la distancia de escorrentía es la relación existente ente la superficie de toda la cuenca y la longitud de todos los cursos de agua. Se calcula mediante la Ecuación (24).

$$D_e = 0.5 \cdot \frac{S}{L_{TRíos}}$$

Ecuación (24): Distancia de escorrentía

Tabla 33: *Distancia de escorrentía y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las subcuencas que conforman la zona del proyecto.*

Cuenca	L _{TR} (m)	S (m ²)	D _e (m)	D _e (km)
1	0,927	28874	15573,894	15,574
2	0,8011	25034	15624,766	15,625

Tabla 33 (Cont.): *Distancia de escorrentía y parámetros de cálculo intermedios para cada una de las subcuencas que conforman la zona del proyecto*

Cuenca	L _{TR} (m)	S (m ²)	D _e (m)	D _e (km)
3	0,65915	25676	19476,599	19,477
4	1,02585	34714	16919,628	16,920
5	3,06537	96844	15796,462	15,796
6	1,22219	46620	19072,321	19,072
7	1,36165	38570	14162,964	14,163
8	2,41645	72489	14999,069	14,999
9	0,95569	27812	14550,743	14,551
10	1,23799	35367	14284,041	14,284
11	0,93277	23606	12653,709	12,654
12	0,53275	15316	14374,472	14,374
13	1,46923	54745	18630,507	18,631
14	0,57806	21748	18811,196	18,811
15	2,59845	58067	11173,392	11,173
16	0,80095	24721	15432,299	15,432
17	0,47085	10024	10644,579	10,645
18	1,15709	29722	12843,426	12,843
19	0,32504	8832	13586,02	13,586
20	0,63313	20120	15889,312	15,889
21	0,51285	12624	12307,692	12,308
22	0,36795	12842	17450,741	17,451
23	0,30839	8286	13434,288	13,434
24	0,38229	14839	19408,041	19,408
25	0,69631	21833	15677,644	15,678
26	0,08793	4729	26890,709	26,891

4. INTERPRETACIÓN GLOBAL DE LA HIDROLOGÍA DE LA CUENCA-EROSIÓN

Observando el Plano 5. Estados erosivos, se puede apreciar que en la práctica totalidad de la zona del proyecto (a excepción de la zona este) las tasas de erosión superan la establecida como admisible por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (11,2 toneladas de suelo por hectárea y año), llegando a quintuplicarse en la que se ha definido como la parte central de la zona del proyecto.

Estas altas tasas de erosión son la consecuencia de:

1. Las características topográficas de la zona en que se ha planteado el proyecto: El tamaño pequeño de las cuencas, junto con las elevadas pendientes (descenso muy pronunciado de altitud en una distancia horizontal reducida) da lugar a que las escarpadas subcuencas sean muy susceptibles a verse afectadas de manera negativa ante crecidas relámpago (caudal punta elevado en un reducido tiempo de concentración, inferior a las 3 horas) y, por ende, el riesgo de torrencialidad en ellas es elevado. El factor topográfico (LxS) de la USLE llega a alcanzar valores

-
- superiores a 5, especialmente a medida que nos acercamos a la parte superior de las laderas.
2. La ausencia prácticamente total de vegetación en las laderas, lo que hace que el factor C de la USLE (Factor de protección de la cubierta vegetal) alcance valores máximos (ausencia total de interceptación de la lluvia) y que la infiltración sea deficiente, dando lugar a un gran drenaje superficial.
 3. La ausencia de prácticas de conservación del suelo, da lugar a que, junto con las elevadas pendientes, el factor P de la USLE alcance también valores máximos
 4. La alta erodibilidad que presentan los suelos, dando lugar a un elevado valor del factor K de la USLE. Este alto valor de K se debe, a su vez, al escaso contenido de materia orgánica del suelo, a la escasa capacidad de infiltración de este y a la estructura granular media-gruesa del suelo; Un suelo cuya roca madre está caracterizada por una alta representación de arcillas, margas y yesos, clases litológicas que dan lugar a los mayores valores de K (superiores a $0,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1} \cdot \text{hJ}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}$ según Gisbert *et al.* (s.f.)).

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo V. Vegetación y usos del suelo

ÍNDICE DEL ANEJO V: VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

1.	Vegetación potencial	1
1.1.	Ámbito biogeográfico	1
1.2.	Pisos bioclimáticos	3
1.3.	horizontes bioclimáticos	4
1.4.	Heladas	5
1.5.	Período de actividad vegetal	5
1.6.	Tipos de invierno	6
1.7.	Ombroclima	6
1.8.	Clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990)	7
2.	Series de vegetación	8
2.1.	Mapas de series de vegetación	8
2.2.	Descripción de las series	8
2.3.	Etapas de regresión y bioindicadores	9
3.	Usos de suelo y vegetación actual (Vegetación real)	10
3.1.	Usos del suelo	10
3.2.	Inventario de vegetación	10

1. VEGETACIÓN POTENCIAL

Como define Rivas-Martínez, la vegetación potencial es (1987):

“Comunidad vegetal estable que existiría en un área dada como consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva si el hombre dejase de influir y alterar los ecosistemas vegetales. En la práctica se considera a la vegetación potencial como sinónimo de clímax e igual a la vegetación primitiva”.

Teniendo en cuenta esto, podría definirse la vegetación potencial, a grandes rasgos, como la vegetación futura que podríamos esperar en la zona de nuestro proyecto.

1.1. ÁMBITO BIOGEOGRÁFICO

En este apartado se definirá, en base a una serie de rangos o jerarquías, la tipología biogeográfica de nuestra zona de proyecto según Rivas-Martínez siendo estos rangos los siguientes (1987):

1. **Reino:** De los seis reinos que se definen a nivel mundial (Holártico, Paleotropical, Neotropical, Neotropical, Capense, Australiano y Antártico), el continente europeo forma parte del reino Holártico (Holarctis)
2. **Región:** Como se puede observar en la *Figura 1*, de las dos regiones biogeográficas definidas por Braun-Blanquet (1923, como se citó en Rivas-Martínez, 1987) y Meusel, Jaeger y Weinert (1965, como se citó en Rivas-Martínez, 1987) para Europa, (región Eurosiberiana y región Mediterránea), la mayor parte del territorio español, incluyendo el municipio de Bercero, forma parte de la región Mediterránea.
3. **Subregión:** A su vez, la región Mediterránea, se divide en la subregión Mediterránea occidental y en la subregión Mediterránea oriental, perteneciendo el municipio de Bercero a la occidental.
4. **Superprovincia:** Tanto para la definición del rango superprovincia como para la definición del rango provincia, nos vamos a basar en el mapa que aparece en la *Figura 2*.

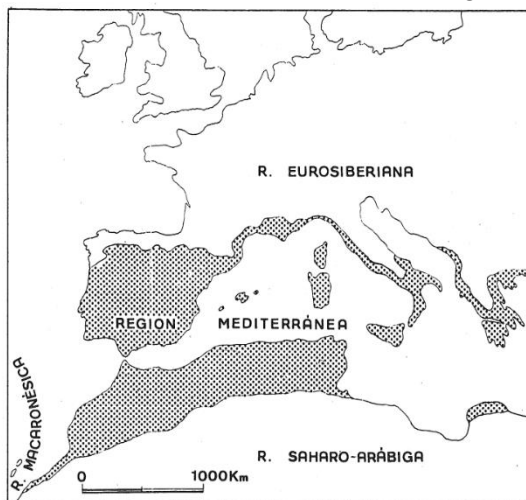
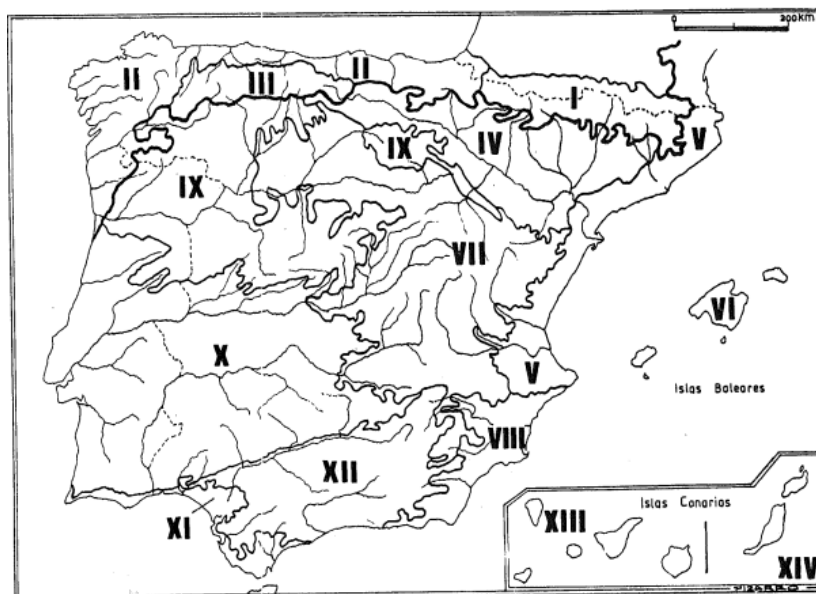


Figura 1: Regiones biogeográficas de Europa occidental y África del Norte (Rivas-Martínez, 1987)

La zona del proyecto se corresponde con la Superprovincia Mediterráneo-Iberoatlántica.

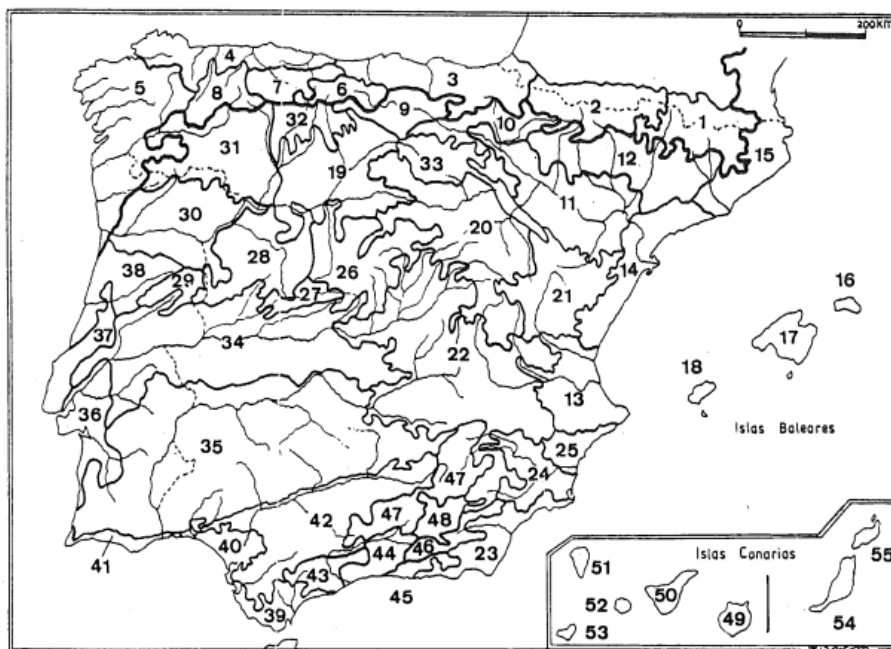
5. **Provincia:** En base a la Figura 2, podemos decir que nuestra zona de proyecto se corresponde con la Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa (IX)



Mapa 3.—Provincias biogeográficas de España y Portugal (Península Ibérica, Baleares y Canarias).—Región Eurosiberiana. I: Pirenaica. II: Cántabro-atlántica. III: Orocantábrica.—Región Mediterránea. IV: Aragonesa. V: Catalano-Valenciano-Provenzal. VI: Balear. VII: Castellano-Maestrazgo-Manchega. VIII: Murciano-Almeriense. IX: Carpetano-Ibérico-Leonesa. X: Luso-Extremadurens. XI: Gaditano-Onubense-Algarviense. XII: Bética.—Región Macaronésica. XIII: Canaria Occidental. XIV: Canaria Oriental.

Figura 2: Provincias biogeográficas de España y Portugal. Fuente: Rivas-Martínez, (1987)

6. **Sector:** Para la definición del sector nos vamos a basar en la Figura 3. Como se puede ver, el municipio de Bercero se encuentra formando parte del sector Guadarrámico (26)



Mapa 4.—Sectores biogeográficos de España y Portugal (Península Ibérica, Baleares y Canarias).

Figura 3. Sectores biogeográficos de España y Portugal. Fuente: Rivas-Martínez (1987)

Como se puede ver (Figura 3), el municipio de Bercero se encuentra formando parte del sector Guadarrámico (26)

A continuación, se adjunta una tabla resumen (Tabla 1) con toda la información recogida en este apartado de descripción del ámbito biogeográfico de nuestra zona de proyecto.

Tabla 1: *Tabla resumen del ámbito biogeográfico de nuestra zona de proyecto.*

Reino	Holártico
Región	Mediterránea
Subregión	Mediterránea occidental
Superprovincia	Mediterráneo Ibero-Atlántica
Provincia	Carpetano-Ibérico-Leonesa
Sector	Guadarrámico

1.2. PISOS BIOCLIMÁTICOS

Los pisos bioclimáticos se pueden definir como cada uno de los tipos que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. (Rivas-Martínez, 1987)

En base al mapa de pisos bioclimáticos de la Península Ibérica (*Figura 4*), podemos decir que nuestra zona de proyecto se corresponde con el piso bioclimático Supramediterráneo.

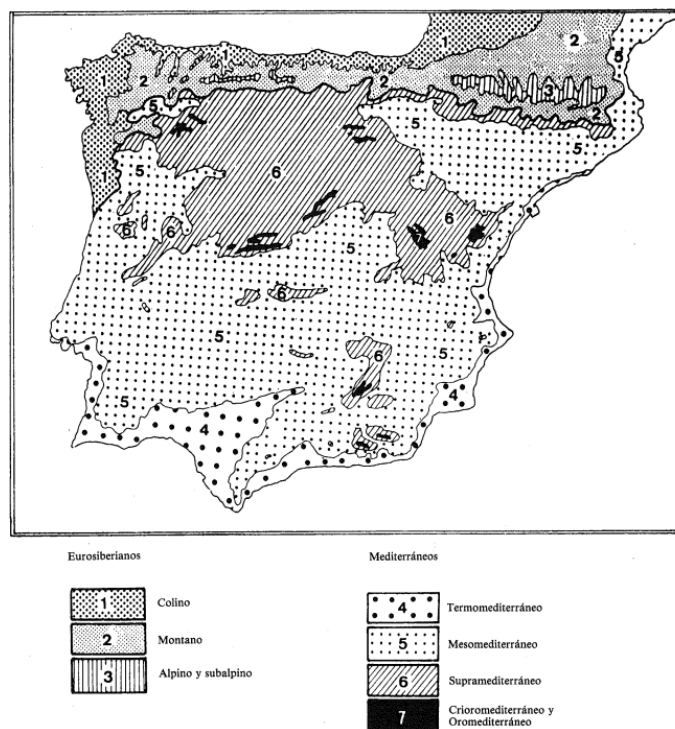


Figura 4: Pisos bioclimáticos de la Península Ibérica. Fuente: Rivas-Martínez, 1987

Sin embargo, en base al índice de termicidad que hemos calculado en el Anejo 1: Estudio climático, y que nos ha dado un valor de 213, deberíamos decir que nuestra zona de proyecto pertenece al piso bioclimático Mesomeditarréno y no al Supramediterráneo.

Tabla 2: Clasificación de los pisos climáticos presentes en la región Mediterránea en base a los valores del índice de termicidad según Rivas-Martínez (1987). Fuente: Rivas-Martínez (1987)

Región Mediterránea:

E)	Crioromediterráneo	T < 4°, m < -7°, M < 0°, It < -30.
F)	Oromediterráneo ...	T 4 a 8°, m -7 a -4°, M 0 a 2°, It -30 a 60.
G)	Supramediterráneo .	T 8 a 13°, m -4 a -1°, M 2 a 9°, It 60 a 210.
H)	Mesomediterráneo .	T 13 a 17°, m -1 a -4°, M 9 a 14°, It 210 a 350.

Teniéndose en cuenta esta discordancia, se considerará que nuestra zona se corresponde con el piso climático mesomediterráneo, y, achacaremos esta pequeña discrepancia con respecto al intervalo fijado para este piso por Rivas-Martínez (1987) al incremento de temperaturas que se ha dado entre 1987 (año de redacción del mapa de series de vegetación) y 2022 (año de redacción del proyecto).

Además, no se va a dar importancia a esta pequeña discordancia pues, según Pemán *et al.*, (2021), los modelos de sucesión vegetal tienen una interpretación amplia y flexible y no albergan consideraciones precisas e inequívocas.

1.3. HORIZONTES BIOCLIMÁTICOS

Dentro de los pisos climáticos, los horizontes (también denominados subpisos) bioclimáticos definen cambios en la distribución de series de vegetación facieaciones o comunidades. Dentro de la región Mediterránea, se consideran, en base al valor del índice de termicidad, los siguientes horizontes bioclimáticos (Tabla 3):

Tabla 3: Horizontes bioclimáticos de la región mediterránea en base al valor del índice de termicidad. Fuente: Rivas-Martínez, 1987.

Crioromediterráneo superior	menos de -70
Criomediterráneo inferior	-70 a -30
Oromediterráneo superior	-29 a 0
Oromediterráneo inferior	1 a 60
Supramediterráneo superior	61 a 110
Supramediterráneo medio	111 a 160
Supramediterráneo inferior	161 a 210
Mesomediterráneo superior	211 a 260
Mesomediterráneo medio	261 a 300
Mesomediterráneo inferior	301 a 350
Termomediterráneo superior	351 a 410
Termomediterráneo inferior	411 a 470
Inframediterráneo superior (*)	471 a 510
Inframediterráneo inferior (*)	más de 510

Vamos a considerar (ver discordancia descrita en el apartado anterior) que nuestra zona de proyecto se encuentra en el horizonte **Supramediterráneo inferior**.

1.4. HELADAS

Las heladas son consideradas como otro buen indicador del termoclima de una zona concreta. Las heladas (H) estadísticamente posibles en los distintos meses del año (siendo I enero y XII diciembre) para la región mediterránea y conociendo el piso bioclimático son (Tabla 4):

Tabla 4: *Heladas estadísticamente posibles en los distintos meses del año para la región mediterránea y en base a los pisos bioclimáticos. Fuente: Rivas-Martínez, 1987.*

Región Mediterránea:

E)	Crioromediterráneo	H I-XII
F)	Oromediterráneo	H I-XII
G)	Supramediterráneo	H IX-VI
H)	Mesomediterráneo	H X-IV
I)	Termomediterráneo	H XII-II
J)	Inframediterráneo	H 0

Para el piso que nos corresponde, el supramediterráneo, el período de heladas estadísticamente posibles abarca el periodo de meses septiembre-julio

1.5. PERÍODO DE ACTIVIDAD VEGETAL

Según Rivas-Martínez *et al.* el periodo de actividad vegetal se da a partir de los 7,5 °C de temperatura media mensual, a partir de este valor, el incremento de la biomasa es apreciable (1984, como se citó en Rivas-Martínez, 1987). En la Tabla 5 se muestran los valores de Pav en base a los pisos climáticos de la región Mediterránea.

Tabla 5: *Valores del periodo de actividad vegetal (Pav) para los pisos bioclimáticos pertenecientes a la región Mediterránea. Fuente: Rivas-Martínez, 1987.*

Región Mediterránea:

Piso Crioromediterráneo ..	Pav: 2 a 3
Piso Oromediterráneo	Pav: 4 a 6
Piso Supramediterráneo ...	Pav: 7 a 8
Piso Mesomediterráneo ...	Pav: 9 a 11
Piso Termomediterráneo ..	Pav: 12
Piso Inframediterráneo	Pav: 12

Para el piso bioclimático supramediterráneo, el período de actividad vegetal abarca de 7 a 8 meses.

1.6. TIPOS DE INVIERNO

Los tipos de invierno hacen referencia a una amplitud termoclimática correspondiente a las medias de las mínimas del mes más frío del año. Los tipos de invierno aparecen unificados, de manera que su calificación solo depende de la temperatura media y no de la región en la que nos encontremos.

En base al valor de temperatura media de las mínimas del mes más frío obtenida en el anejo climático (0,34 °C) y la Tabla 6, podremos calificar los inviernos de nuestra zona de proyecto como frescos.

Tabla 6: *Tipos de invierno en base a los valores de temperatura media mínima del mes más frío. Fuente: Rivas-Martínez, 1987.*

Extremadamente frío	<	-7°
Muy frío	-7° a	-4°
Frío	-4° a	-1°
Fresco	-1° a	2°
Templado	2° a	5°
Cálido	5° a	9°
Muy cálido	9° a	14°
Extremadamente cálido	<	14°

1.7. OMBROCLIMA

Según Font Quer, el ombroclima es la parte del clima que se refiere a las lluvias o a las precipitaciones (1953, como se citó en Rivas-Martínez, 1987). Dentro de cada piso bioclimático, en base a los valores de precipitación, podemos distinguir diversos tipos de vegetación, que se corresponden, a grandes rasgos, con otras unidades ombroclimáticas.

Tabla 7: *Ombroclimas en base a el valor de precipitación media anual. Fuente: Rivas-Martínez, 1987.*

En la región Mediterránea peninsular:

1. Árido P < 200 mm.
2. Semiárido P 200-350 mm.
3. Seco P 350-600 mm.
4. Subhúmedo P 600-1.000 mm.
5. Húmedo P 1.000-1.600 mm.
6. Hiperhúmedo P > 1.600 mm.

En base al valor de precipitación media anual calculada en el anejo climático (432,7 mm) y a la Tabla 7, podremos definir el ombroclima de la zona de nuestro proyecto como seco.

1.8. CLASIFICACIÓN FITOCLIMÁTICA DE ALLUÉ ANDRADE (1990)

La Figura 5 nos muestra la clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990) para nuestra zona de proyecto, la cual desarrolló en base a los datos del Instituto Nacional de Meteorología, las series de vegetación de Rivas-Martínez (1987) y al trabajo de campo.

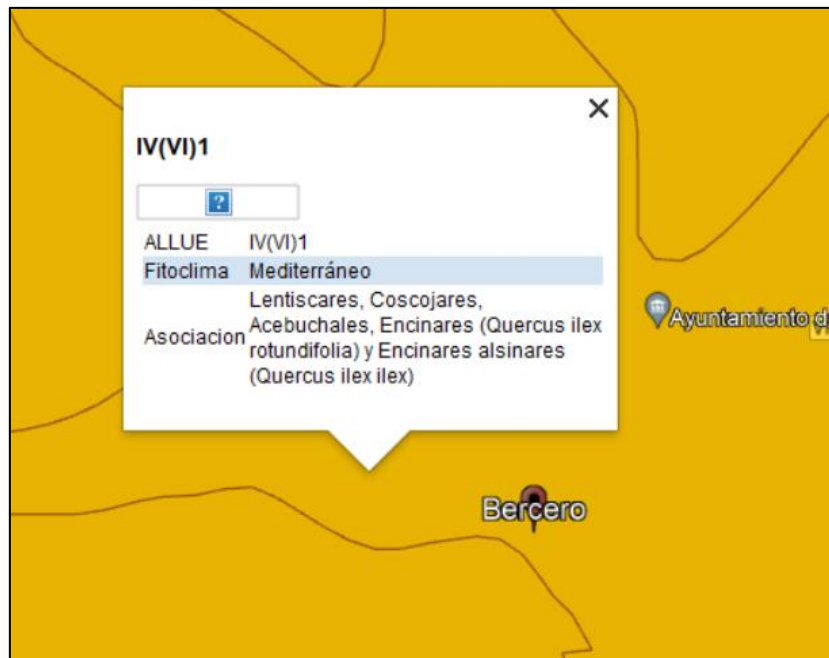


Figura 5: Clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990) para nuestra zona de proyecto. Fuente: Allué, 1990.

Por un lado, el código de Allué hace referencia a la caracterización de los subtipos de vida vegetal, correspondiéndose nuestra zona de proyecto con el código IV(VI)1.

Tabla 8: Código de Allué y tipo fitoclimático, asociaciones potenciales de vegetación y orden que le corresponde. Fuente: Rivas-Martínez (1987).

Tipo fitoclimático	Asociaciones potenciales de vegetación	Allué	Orden
Árido	Espinales de azufaifo, Cornicales	III(IV)	1
Mediterráneos	Lentiscales, Coscojares, Acebuchales, Encinares (<i>Quercus ilex rotundifolia</i>) y Encinares alsinares (<i>Quercus ilex ilex</i>)	IV(III)	2
		IV(VII)	3
		IV1	3
		IV2	4
		IV3	5
		IV4	6
		IV(VI)1	7
Nemorales	Quejigares, Melojares o Rebollares, Encinares alsinares, Robledales pubescentes y pedunculados, Hayedos	IV(VI)2	8
		VI(IV)1	9
		VI(IV)2	10
		VI(IV)3	11
		VI(IV)4	12
		VI(VII)	13
		VI(V)	14
VI	15		

Tabla 9 (Cont.): Código de Allué y tipo fitoclimático, asociaciones potenciales de vegetación y orden que le corresponde. Fuente: Rivas-Martínez (1987).

Tipo fitoclimático	Asociaciones potenciales de vegetación	Allué	Orden
Oroborealoides	Pinares de silvestre, Pinares moros, Robledales pubescentes, Hayedos, Pastos alpinos y alpinoideos	VIII(VI)	16
		X(VIII)	17
		X(IX)1	18
		X(IX)2	18

Interpretando la Tabla 8, nuestra zona de proyecto es de fitoclima mediterráneo (Orden 7) y las asociaciones potenciales de vegetación se corresponden con: Lentiscales (*Pistacia lentiscus*), Coscojares (*Quercus coccifera*), Acebuchales (*Olea europaea* var. *sylvestris*), Encinares (*Quercus ilex rotundifolia*) y Encinares alsinares (*Quercus ilex ilex*).

2. SERIES DE VEGETACIÓN

Según Rivas-Martínez, se define serie de vegetación como (1987):

“Unidad geobotánica sucesionista y paisajística que trata de expresar todo el conjunto de comunidades vegetales que pueden hallarse en unos espacios teselares afines como resultado del proceso de la sucesión, lo que incluye tanto los tipos de vegetación representativos de la etapa madura del ecosistema vegetal como las comunidades iniciales o subseriales que los reemplazan”.

2.1. MAPAS DE SERIES DE VEGETACIÓN

En el Plano 11: Series de vegetación de Rivas-Martínez (1987) podemos apreciar que nuestra zona de estudio se corresponde con la serie de vegetación 22 a, y zonas próximas al municipio de Bercero se corresponden con las series de vegetación I y 19 b, pero estas no van a ser descritas al no ser relevantes para el proyecto.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SERIES

La serie de vegetación 22 a presenta las siguientes características:

- **Región (II): Región Mediterránea.** Definiéndose la región como un territorio extenso con especies, géneros e incluso familias propias. (Allué, 1990)
- **Azonal (z): Series climatófilas.** Definiéndose azonal como la vegetación que se desarrolla cuando las condiciones del suelo predominan sobre el resto de las condiciones ambientales del lugar. (*op cit.*)
- **Piso (G): Piso supramediterráneo.** Siendo el piso la zonificación en función del gradiente térmico altitudinal. (*op cit.*)
- **Leyenda de la serie:** Supramediterránea castellano-maestrazgo-manchega basófila de *Quercus rotundifolia*. o encina. Su nombre

fitosociológico es el de *Junipero thuriferae-Querceto rotundifoliae. sigmetum. (op cit.)*.

- **Vegetación potencial: Encinares**

2.3. ETAPAS DE REGRESIÓN Y BIOINDICADORES

Para la serie de vegetación 22 a, podemos definir las siguientes características de la serie (Tabla 9).

Tabla 10: *Etapas de regresión y bioindicadores de la serie de vegetación 22 a de Rivas-Martínez (1987).*

Etapas de regresión	Especies presentes
I. Bosque	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Juniperus thurifera</i> <i>Juniperus hemisphaerica</i> <i>Rhamnus infectoria</i>
II. Matorral denso	<i>Rosa agrestis</i> <i>Rosa micrantha</i> <i>Rosa cariotii</i> <i>Crataegus monogyna</i>
III. Matorral degradado	<i>Genista pumita</i> <i>Linum appressum</i> <i>Fumana procumbens</i> <i>Globularia vulgaris</i>
IV. Pastizales	<i>Festuca hystrix</i> <i>Dactylis hispánica</i> <i>Koeleria vallesiana</i>
Bioindicadores	<i>Quercus ilex</i> <i>Asplenium onopteris</i> <i>Luzula forsteri</i> <i>Teucrium scorodonia</i> <i>Erica arborea</i>

Tabla 11 (Cont.): *Etapas de regresión y bioindicadores de la serie de vegetación 22 a de Rivas-Martínez (1987).*

Etapas de regresión	Especies presentes
	<i>Cytisus scoparius</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Erica scoparia</i>

Esta serie supramediterránea calcícola seca, se corresponde en su clímax con un bosque denso de encinas, que podría llegar a albergar sabinas y enebros. Sus bosques no suelen tener un sotobosque denso, y si lo tienen, este es pobre en especies arbustivas del bosque mediterráneo esclerófilo, como tomillares o salviares.

3. USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN ACTUAL (VEGETACIÓN REAL)

En este apartado nos vamos a referir a la vegetación que existe en la zona en el momento de ejecución del proyecto. Su importancia radica en que modula un gran número de procesos ecológicos sobre los que se va actuar.

3.1. USOS DEL SUELO

La vocación de los terrenos tanto del páramo como de la campiña es eminentemente cerealista. La vegetación que se desarrolla en las laderas de los páramos presenta escaso valor trófico lo que, unido a las elevadas pendientes da lugar a que el uso de los suelos de estas sea forestal, al no existir posibilidad de mecanización agrícola. También aparecen pequeñas manchas de pasto arbustivo, pastizal y tierras arables, así como un vial (senda) en la parte nordeste del monte (Ver Plano 12. Vegetación y cultivos. Mapa Forestal Español).

También es importante destacar que, a pesar de que las laderas del proyecto se encuentran completamente desnudas, las laderas con las que colindan por el noroeste conforman un bosque de pino carrasco (*Pinus halepensis*) procedente de una repoblación de mediados del siglo XX.

3.2. INVENTARIO DE VEGETACIÓN

El inventario de vegetación que se presenta a continuación se ha definido, no solo en base a la identificación directa, sino que también se han consultado otras fuentes bibliográficas para su elaboración, las cuales se especificarán junto al nombre común de la especie.

Tabla 12: Clasificación de las especies de vegetación presentes en la zona del proyecto y alrededores.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Familia
Arbóreo	<i>Amygdalus communis</i>	Almendro	<i>Rosaceae</i>
Arbóreo	<i>Crataegus monogyna</i>	Espino albar	<i>Rosaceae</i>
Arbóreo	<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	<i>Pinaceae</i>
Arbóreo	<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero	<i>Pinaceae</i>
Arbóreo	<i>Populus alba</i>	Chopo blanco	<i>Salicaceae</i>
Arbustivo	<i>Coronilla minima</i>	Coronilla	<i>Fabaceae</i>
Arbustivo	<i>Rosa agrestis</i>	Escaramujo agreste	<i>Rosaceae</i>
Herbáceo	<i>Achillea ageratum</i>	Agerato (Lázaro, 2006)	<i>Asteraceae</i>
Herbáceo	<i>Alopecurus pratensis</i>	Cola de zorro (Burgaz, 2015)	<i>Graminae</i>
Herbáceo	<i>Alopecurus arundinaceus</i>	Cola de zorra (Burgaz, 2015)	<i>Graminae</i>
Herbáceo	<i>Erophila verna</i>	Pan y queso (Burgaz, 2015)	<i>Cruciferae</i>
Herbáceo	<i>Euphorbia serrata</i>	Yerbecilla temprana (Burgaz, 2015)	<i>Euphorbiaceae</i>
Herbáceo	<i>Helianthemum salicifolium</i>	Mirasol (Burgaz, 2015)	<i>Cistaceae</i>
Herbáceo	<i>Helychrisum stoechas</i>	Siempreviva	<i>Asteraceae</i>
Herbáceo	<i>Lepidium subulatum</i>	Boja (Burgaz, 2015)	<i>Cruciferae</i>
Herbáceo	<i>Mercurialis tomentosa</i>	Blanqueta	<i>Euphorbiaceae</i>
Herbáceo	<i>Paronychia capitata</i>	Asperilla (Burgaz, 2015)	<i>Caryophyllaceae</i>
Herbáceo	<i>Polygonum arenastrum</i>	Sanguinaria (Burgaz, 2015)	<i>Polygonaceae</i>
Herbáceo	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	<i>Lamiaceae</i>
Herbáceo	<i>Sedum gypsicolum</i>	Uña de gato (Burgaz, 2015)	<i>Crassulaceae</i>
Herbáceo	<i>Stachelina dubia</i>	Hierba pincel	<i>Asteraceae</i>
Herbáceo	<i>Taraxacum obovatum</i>	Diente de león	<i>Compositae</i>
Herbáceo	<i>Thymus mastigophorus</i>	Tomillejo	<i>Lamiaceae</i>
Herbáceo	<i>Tulipa sylvestris</i>	Tulipán de monte (Burgaz, 2015)	<i>Liliaceae</i>
Herbáceo	<i>Valeraniella discoidea</i>	Canónigos de flor rosa (Burgaz, 2015)	<i>Valerianaceae</i>
Herbáceo	<i>Veronica arvensis</i>	Borroncillo (Burgaz, 2015)	<i>Scrophulariaceae</i>
Herbáceo	<i>Veronica persica</i>	Azuletes (Burgaz, 2015)	<i>Scrophulariaceae</i>
Herbáceo	<i>Veronica praecox</i>	Ganillerina temprana (Burgaz, 2015)	<i>Scrophulariaceae</i>

Como se puede apreciar en la Tabla 10, el número de especies arbóreas que se dan en la zona del proyecto y en los alrededores, es poco numeroso, limitándose a pies dispersos de *Pinus halepensis* en las laderas, el pinar de *Pinus halepensis* previamente mencionado, y un pinar de *Pinus pinea* cercano a la zona del proyecto. También en el entorno del municipio se han podido apreciar ejemplares de *Amygdalus communis*, *Populus alba* y *Crataegus monogyna*.

Las especies pertenecientes al estrato arbustivo representan una fracción muy baja del inventario. No obstante, las especies pertenecientes al estrato herbáceo son las dominantes en la zona del proyecto, conformando la flora gipsícola típica que se desarrolla sobre afloramientos yesíferos, y siendo un indicador de la elevada degradación de la zona.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VI: Estudio de fauna

ÍNDICE DEL ANEJO VI: ESTUDIO DE FAUNA

1.	Introducción	1
2.	Inventario	1
2.1.	Anfibios	2
2.2.	Reptiles.....	2
2.3.	Aves.....	3
2.4.	Mamíferos.....	6
3.	Posible incidencia de la fauna sobre el proyecto	7
3.1.	Elección de especies y tratamientos culturales.	7
3.2.	Método de repoblación.....	9
4.	Posible incidencia del proyecto sobre la fauna.....	10
5.	Importancia cinegética de la zona	10
6.	Presencia de ganado doméstico	11
7.	Zonas de protección de la Red Natura 2000 cercanas	11

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se tratarán de exponer todas las especies de animales que se pueden encontrar en la zona en la que se realizará el proyecto, en el término municipal de Bercero (Valladolid).

Este anejo es importante desde dos puntos de vista:

- Desde el punto de vista de la repoblación, las comunidades faunísticas presentes van a afectar a la toma de decisiones del proyecto, como pueden ser los cuidados culturales, el método de repoblación...
- Desde el punto de vista faunístico, las decisiones tomadas para llevar a cabo la repoblación pueden afectar a las comunidades animales.

2. INVENTARIO

Las especies que se citarán en el inventario o bien han sido percibidas de manera visual en los alrededores de la zona del proyecto, o se han visto restos propios de la especie (materiales de desecho, signos de haber comido, rastros...)

De los taxones citados en el inventario se indicará (y en este orden): Nombre científico, nombre común y, si aparece, la categoría de estado de conservación en España que aparecen en el Libro rojo de los vertebrados de España del ICONA (1992). Estas categorías son:

- **(Ex) Extinto:** Taxón no localizado con certeza en estado silvestre en los últimos 50 años.
- **(Ex?) ¿Extinto?:** Taxón para el que no se cumple el requisito de 50 años de la categoría anterior, pero de que se tiene constancia de que está de hecho extinguido.
- **(EN) En peligro:** Taxón en peligro de extinción y cuya supervivencia es improbable si los factores causales continúan actuando. Se incluyen aquellos taxones que se juzgan en peligro inminente de extinción, porque sus efectivos han disminuido hasta un nivel crítico o sus hábitats han sido drásticamente reducidos. Así mismo se incluyen los taxones que posiblemente están extinguidos, pero que han sido vistos con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.
- **(V) Vulnerable:** Taxones que entrarían en la categoría "En peligro" en un futuro próximo si los factores causales continuaran actuando. Se incluyen aquellos taxones en los que todas o la mayoría de sus poblaciones sufren regresión debido a sobreexplotación, a amplia destrucción del hábitat o a cualquier otra perturbación ambiental. También se incluyen en esta categoría taxones con poblaciones que han sido gravemente reducidas y cuya supervivencia no está garantizada, y los de poblaciones aún abundantes pero que están amenazados por factores adversos de importancia en toda su área de distribución.

- **(R) Rara:** Taxones con poblaciones pequeñas, que sin pertenecer a las categorías "En peligro" o "Vulnerable", corren riesgo. Normalmente estos taxones se localizan en áreas geográficas o hábitats restringidos, o bien presentan una distribución rara en un área más extensa.
- **(I) Indeterminada:** Taxones que se sabe pertenecen a una de las categorías "En peligro", "Vulnerable" o "Rara", pero de los que no existe información suficiente para decidir cuál es la apropiada.
- **(K) Insuficientemente conocida:** Taxones que se sospecha pertenecen a alguna de las categorías precedentes, aunque no se tiene certeza debido a la falta de información.
- **(O) Fuera de peligro:** Taxones incluidos anteriormente en alguna de las categorías precedentes, pero que ahora se consideran relativamente seguros porque se han tomado medidas efectivas de conservación o porque se han eliminado los factores que amenazaban su supervivencia.
- **(NA) No amenazada:** Taxones que no presentan amenazas evidentes. En la práctica, las categorías "En peligro" y "Vulnerable" pueden incluir temporalmente taxones cuyas poblaciones están empezando a recuperarse a consecuencia de medidas de conservación, pero cuya recuperación es todavía insuficiente para justificar su traslado a otra categoría.
- En el caso de que no se indique ninguna categoría, significa que el taxón no aparece en el Libro rojo de los vertebrados de España (1992)

2.1. ANFIBIOS

FAMILIA HYLIDAE

- *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758) – Ranita de San Antonio **(NA)**

FAMILIA RANIDAE

- *Pelophylax perezi* (Lopez-Seoane, 1885) - Rana común

2.2. REPTILES

FAMILIA COLUBRIDAE

- *Malpolon monspessulanus* (Hermann, 1804) - Culebra bastarda **(NA)**

FAMILIA LACERTIDAE

- *Podarcis hispanica* (Steindachner, 1870) - Lagartija Ibérica **(NA)**
- *Timon lepidus* (Daudin, 1802) – Lagarto ocelado **(NA)**

FAMILIA SCINCIDAE

- *Chalcides chalcides* (Linnaeus, 1758) - Eslizón tridáctilo **(NA)**

2.3. AVES

FAMILIA ACCIPITRIDAE

- *Accipiter gentilis* (Linnaeus, 1758) - Azor (**K**)
- *Buteo buteo* (Linnaeus, 1758) - Ratonero común (**NA**)
- *Circus cyaneus* (Linnaeus, 1758) - Aguilucho pálido (**K**)
- *Cyrcus pygarpus* (Linnaeus, 1758) - Aguilucho cenizo (**V**)
- *Hieraaetus pennatus* (Gmelin, 1788) - Aguila calzada (**NA**)
- *Milvus migrans* (Boddaert, 1783) - Milano negro (**NA**)

FAMILIA ACROCEPHALIDAE

- *Hippolais polyglotta* (Veillot, 1817) - Zarcero común

FAMILIA ALAUDIDAE

- *Alauda arvensis* (Linnaeus, 1758) - Alondra común (**NA**)
- *Calandrella brachydactyla* (Leisler, 1814) - Terrera común
- *Galerida cristata* (Linnaeus, 1758) - Cogujada común
- *Galerida theklae* (Linnaeus, 1758) - Cogujada montesina

FAMILIA ANATIDAE

- *Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1758) - Anade real (**NA**)

FAMILIA APODIDAE

- *Apus apus* (Linnaeus, 1758) – Vencejo común (**NA**)

FAMILIA CAPRIMULGIDAE

- *Caprimulgus europaeus* (Linnaeus, 1758) - Chotacabras europeo (**K**)

FAMILIA CERTHIIDAE

- *Certhia brachydactyla* (Brehm, 1820) - Agateador común

FAMILIA CETTIIDAE

- *Cettia cetti* (Temminck, 1820) - Ceta ruiseñor

FAMILIA COLUMBIDAE

- *Columba livia* (Gmelin, 1789) - Paloma bravía
- *Columba oenas* (Linnaeus, 1758) - Paloma zurita (**K**)
- *Columba palumbus* (Linnaeus, 1758) - Paloma torcaz
- *Streptopelia turtur* (Linnaeus, 1758) - Tórtola europea (**V**)

FAMILIA CORVIDAE

- *Corvus corax* (Linnaeus, 1758) - Cuervo común

- *Corvus corone* (Linnaeus, 1758) - Corneja negra
- *Corvus monedula* (Linnaeus, 1758) - Grajilla occidental
- *Pica pica* (Linnaeus, 1758) - Urraca común

FAMILIA CUCULIDAE

- *Cuculus canorus* (Linnaeus, 1758) - Cuco común

FAMILIA EMBERIZIDAE

- *Miliaria calandra* (Linnaeus, 1758) - Triguero (**NA**)
- *Emberiza cirrus* (Linnaeus, 1766) - Escribano soteño (**NA**)

FAMILIA ESTRIGIDAE

- *Asio otus* (Linnaeus, 1758) - Búho chico

FAMILIA FALCONIDAE

- *Falco tinnunculus* (Linnaeus, 1758) - Cernícalo vulgar (**NA**)

FAMILIA FRINGILLIDAE

- *Carduelis cannabina* (Linnaeus, 1758) - Pardillo común (**NA**)
- *Carduelis carduelis* (Linnaeus, 1758) - Jilguero (**NA**)
- *Carduelis chloris* (Linnaeus, 1758) - Verderón común (**NA**)
- *Fringilla coelebs* (Linnaeus, 1758) - Pinzón vulgar (**NA**)
- *Serinus serinus* (Linnaeus, 1766) - Verdecillo (**NA**)

FAMILIA HIRUNDINIDAE

- *Hirundo rustica* (Linnaeus, 1758) - Golondrina común

FAMILIA LANIIDAE

- *Lanius excubitor* (Linnaeus, 1758) - Alcaudón norteño
- *Lanius senator* (Linnaeus, 1758) - Alcaudón común (**VU**)

FAMILIA MOTACILLIDAE

- *Motacilla flava* (Linnaeus, 1766) - Calandria común

FAMILIA MUSCICAPIDAE

- *Oenanthe oenanthe* (Linnaeus, 1758) - Collalba gris
- *Phoenicurus ochruros* (Linnaeus, 1758) - Colirrojo tinzón
- *Saxicola torquatus* (Linnaeus, 1766) - Tarabilla africana

FAMILIA ORIOLIDAE

- *Oriolus oriolus* (Linnaeus, 1758) - Oropéndola europea

FAMILIA PARIDAE

- *Parus caeruleus* (Linnaeus, 1758) - Herrerillo común
- *Parus major* (Linnaeus, 1758) - Carbonero común

FAMILIA PASSERIDAE

- *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) - Gorrión doméstico (**NA**)
- *Passer montanus* (Linnaeus, 1758) - Gorrión molinero (**NA**)

FAMILIA PHASIANIDAE

- *Alectoris rufa* (Linnaeus, 1758) - Perdiz roja (**NA**)
- *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758) - Codorniz común (**NA**)

FAMILIA PHYLLOSCOPIDAE

- *Phylloscopus bonelli* (Vieillot, 1819) - Mosquitero papialbo
- *Phylloscopus collybita* (Vieillot, 1817) - Mosquitero común

FAMILIA PICIDAE

- *Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758) - Pico picapinos (**VU**)
- *Picus viridis* (Linnaeus, 1758) - Pito real

FAMILIA RALLIDAE

- *Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758) - Gallineta común

FAMILIA REMIZIDAE

- *Remiz pendulinus* (Linnaeus, 1758) - Pájaro moscón europeo

FAMILIA STRIGIDAE

- *Athene noctua* (Scopoli, 1769) - Mochuelo común

FAMILIA STURNIDAE

- *Sturnus unicolor* (Temminck, 1820) - Estornino (**NA**)

FAMILIA SYLVIIDAE

- *Acrocephalus scirpaceus* (Hermann, 1804) - Carricero común (**NA**)
- *Sylvia cantillans* (Pallas, 1764) - Curruca carrasqueña
- *Sylvia undata* (Boddaert, 1783) - Curruca rabilarga

FAMILIA TROGLODYTIDAE

- *Troglodytes troglodytes* (Linnaeus, 1758) - Chochín común

FAMILIA TURDIDAE

- *Luscinia megarhynchos* (Brehm, 1831) - Ruiseñor común
- *Turdus merula* (Linnaeus, 1758) - Mirlo común

FAMILIA TYTONIDAE

- *Tyto alba* (Scopoli, 1769) - Lechuza común (**EN**)

FAMILIA UPUPIDAE

- *Upupa epops* (Linnaeus, 1758) – Abubilla

2.4. MAMÍFEROS

FAMILIA CANIDAE

- *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758) – Zorro (**NA**)
- *Canis lupus* (Linnaeus, 1758) – Lobo (**V**)

FAMILIA CERVIDAE

- *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758)- Corzo (**NA**)

FAMILIA CRICETIDAE

- *Arvicola sapidus* (Miller, 1908) - Rata de agua (**NA**)
- *Microtus arvalis* (Pallas, 1779) - Topillo campesino (**NA**)

FAMILIA ERINACEIDAE

- *Erinaceus europaeus* (Linnaeus, 1758) - Erizo europeo occidental (**NA**)

FAMILIA GLIRIDAE

- *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) - Lirón careto (**NA**)

FAMILIA LEPORIDAE

- *Lepus granatensis* (Rosenhauer, 1856) - Liebre ibérica (**NA**)
- *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758) – Conejo de monte (**NA**)

FAMILIA MOLOSSIDAE

Tadarida teniotis (Rafinesque, 1814) - Murciélago rabudo (**K**)

FAMILIA MURIDAE

- *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758) - Ratón leonado (**NA**)
- *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) - Ratón doméstico (**NA**)
- *Mus spretus* (Latast, 1883) - Ratón moruno (**NA**)
- *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) - Rata común (**NA**)

FAMILIA MUSTELIDAE

- *Mustela nivalis* (Linnaeus, 1766) – Comadreja

FAMILIA SORICIDAE

- *Crocidura russula* (Hermann, 1780) – Musaraña común (NA)

FAMILIA SUIDAE

- *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) – Jabalí (NA)

FAMILIA VESPERTILIONIDAE

- *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) - Murciélago ratonero grande (V)
- *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) - Murciélago común (NA)
- *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829) - Murciélago orejudo gris

3. POSIBLE INCIDENCIA DE LA FAUNA SOBRE EL PROYECTO

La fauna presente en la zona del proyecto ha de ser considerada a la hora de tomar ciertas decisiones que van a condicionar el éxito de la repoblación:

3.1. ELECCIÓN DE ESPECIES Y TRATAMIENTOS CULTURALES.

Para la elección de especies arbóreas con las que se restaurarán las laderas, es necesario tener en cuenta la sensibilidad que presentan ciertas especies a los daños que puede causar la fauna silvestre de la zona (Tabla 1). De la misma manera, si hubiese presencia de ganado doméstico sería necesaria la acotación del repoblado, hasta que la masa alcanzase un estado de madurez adecuado.

Tabla 1: *Sensibilidad de las especies forestales a los daños producidos por la fauna silvestre. Fuente: Pemán et al., (2021).*

Daños	Sensibilidad		
	Alta	Media	Nula o débil
Ramoneo	<i>Abies</i> spp. <i>Prunus avium</i> <i>Quercus rubra</i> <i>Fraxinus</i> spp.	<i>Pinus sylvestris</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus pinaster</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Castanea sativa</i> <i>Juglans</i> spp.	<i>Betula</i> spp. <i>Alnus glutinosa</i> <i>Tilia</i> spp.
Escodado	<i>Abies</i> spp. <i>Prunus avium</i> <i>Quercus rubra</i> <i>Fraxinus</i> spp.	<i>Abies</i> spp.	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Quercus robur</i> <i>Q. petraea</i>
Descortezado	<i>Fraxinus</i> spp. <i>Castanea sativa</i> <i>Acer</i> spp. <i>Sorbus</i> spp.	<i>Pseudotsuga menziessi</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Populus</i> spp. <i>Fagus sylvatica</i> <i>Tilia</i> spp.	<i>Abies</i> spp. <i>Quercus robur</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Larix</i> spp. <i>Alnus glutinosa</i> <i>Tilia</i> spp.
Roído de corteza	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Quercus robur</i> <i>Q. petraea</i>	<i>Prunus avium</i> <i>Fraxinus</i> spp. <i>Populus tremula</i> <i>Salix</i> spp. <i>Pseudotsuga menziessi</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Pinus nigra</i>	Otras coníferas

Como se puede ver en la Tabla 1, las especies del género *Pinus*, interesándonos para el proyecto *Pinus halepensis* y *Pinus pinea* (Anejo VIII: Estudio de alternativas) las cuáles serán las protagonistas de la repoblación, no son especialmente sensibles a los daños producidos por fauna silvestre. No obstante, *Quercus faginea*, especie acompañante de la repoblación, presenta una ligera sensibilidad al roído de corteza

A continuación, se hará una breve descripción de estos daños y se citarán los principales grupos de animales que causan cada uno de ellos:

- **Ramoneo (Lepóridos, ciervos, cabras y ganado doméstico):** Consumo de hojas, tallos, brotes o ramas por parte de los herbívoros con una finalidad alimenticia, siendo la época más sensible a este daño la coincidente con el periodo vegetativo. Genera daños en la conformación del pie (pérdida de la guía terminal), en la forma o en la ramificación, dando lugar a una disminución de la tasa general de crecimiento.
- **Escodado (Cérvidos macho):** Consiste en el frotamiento de las cuernas contra los tallos y ramas de poco grosor debido a la necesidad de desprender el epitelio veloso que cubre la cuerna durante su desarrollo o por marcaje territorial (en el caso de los corzos). La época donde estos daños son más notables son la primavera (generando desprendimiento de la corteza y el cambium, pudiendo llegar a suponer la muerte si se llega a anillar el tronco) y el verano (rascado durante el celo).
- **Descortezado (Ciervos y cabras):** Arranque de la corteza con finalidad alimenticia. Aunque puede tener lugar durante todo el año, las consecuencias para los árboles son peores durante el periodo vegetativo, ya que la corteza se desprende más fácilmente. Supone una pérdida de crecimiento y puede alterar a la resistencia mecánica del árbol. La altura de este daño suele localizarse entre los 0,7 m y los 1, 2 m.
- **Roído de la corteza (lepóridos):** Incisión en el tronco de los pies jóvenes (diámetro inferior a los 6 cm) con una finalidad alimenticia. La altura de esta incisión va a depender en función de si la ha provocado un conejo (50 cm) o una liebre (70 cm). Este daño se da sobre todo en invierno, cuando la vegetación herbácea escasea. En el caso de que se anille el tallo de estas plantas jóvenes, puede dar lugar a su muerte.

Frente a estos posibles daños se presentan una serie de alternativas para proteger el terreno repoblado (Tabla 2).

Tabla 2: *Alternativas para la protección del repoblado. Fuente: Pemán et al., (2021).*

Especie	Cerramiento perimetral metálico	Cerramiento perimetral eléctrico	Repelentes	Protectores individuales
Roedores (<i>Apodemus sylvaticus</i> , <i>Mus spretus</i> , etc.)	No viable	No viable	Opcional	Eficaz
Conejos y liebres (<i>Oryctolagus cuniculus</i> , <i>Lepus granatensis</i>)	Eficaz	No viable	Opcional	Eficaz
Corzos (<i>Capreolus capreolus</i>), ciervos (<i>Cervus elaphus</i>) y cabras (<i>Capra pyrenaica</i> , <i>C. hircus</i>)	Eficaz	Opcional	Opcional	Eficaz
Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)	Eficaz	Eficaz	Opcional	No viable, a excepción de las jaulas metálicas
Ganado doméstico	Eficaz	Eficaz	No viable	Opcional

Como se ha mencionado previamente, la especie de la repoblación que presentará una mayor susceptibilidad de ser atacada por fauna silvestre será *Quercus faginea*, la cual deberá protegerse del ataque de conejos y corzos mediante protectores individuales.

En el caso de que sea necesaria la instalación de tubos protectores, la altura del mismo va a variar en función de la especie animal de la que se quiera proteger a la planta (Tabla 3).

Tabla 3: *Altura mínima necesaria que deben tener los tubos protectores de las plántulas de una repoblación en base a la especie animal de la que se quiera proteger a la planta. (Fuente: Agrobyte, 2010).*

Especie animal	Altura mínima de los protectores (m)
Conejo	0,60
Liebre	0,75
Corzo y oveja	1,20
Ganado vacuno	1,50
Ciervo	1,80

En conclusión, las principales especies animales de las que hay que proteger la repoblación son del conejo de monte, del corzo y de la predación de semillas por parte del jabalí.

3.2. MÉTODO DE REPOBLACIÓN

En el caso de que el método de repoblación sea por siembra, habrá que tener especial cuidado con los predadores de semillas: aves, roedores, lepóridos y ungulados; Si existe riesgo de predación por parte del jabalí, más conveniente será el empleo de protectores de semilla o repelentes. (Focardi *et al.* (2009, como se citó en Pemán *et al.*, 2021))

4. POSIBLE INCIDENCIA DEL PROYECTO SOBRE LA FAUNA

Las repoblaciones forestales pueden llegar a aportar grandes **beneficios** a las comunidades faunísticas. Más concretamente, según Purroy *et al.* (1990, como se citó en Pemán *et al.*, 2021), los pinares de repoblación pueden llegar a ser puntos de acogida de grandes poblaciones de ungulados. No obstante, cuanto más coetánea, monoespecífica y homogénea sea la repoblación, más pobres en materia de diversidad serán las comunidades que lo habiten.

Las repoblaciones forestales también pueden generar **perjuicios** sobre la fauna de la zona. Según Iñigo *et al.*, (2010, como se citó en Pemán *et al.*, 2021) estos son los siguientes:

- La alteración de los hábitats de terrenos agrícolas, superficies de eriales o pastos es especialmente perjudicial para las aves esteparias, las cuales son muy sensibles a las alteraciones de su hábitat. En el inventario de aves de nuestro proyecto, se pueden encontrar varias especies pertenecientes a esta categoría avícola: Calandria, la corneja, el aguilucho cenizo o la perdiz. A pesar de que nuestro proyecto no consiste en la repoblación de un terreno de carácter agrario, las laderas sujeto de intervención están rodeadas de tierras arables por lo que es probable que, durante la fase de ejecución del proyecto, las aves esteparias previamente citadas se vean afectadas de manera negativa por el constante tránsito de maquinaria y personas.
- Los desbroces de matorral previos a la plantación pueden afectar de manera negativa a las especies cuyo hábitat estaba ligado a estos matorrales, como pueden ser (en nuestra zona de proyecto): el mirlo, las currucas, las tarabillas o el escribano. No obstante, como no se va a ejecutar desbroce de matorral previo a la plantación (Anejo IX: Ingeniería del Proyecto) la fauna ligada a matorrales no se va a ver afectada
- De manera indirecta, la modificación del hábitat puede afectar a las rapaces diurnas y nocturnas, al modificarse el hábitat de sus presas.

5. IMPORTANCIA CINEGÉTICA DE LA ZONA

Hay un coto privado de caza de matrícula (VA-10303). Entre las especies cinegéticas cabe destacar, entre las especies consideradas como caza menor, el conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*), la liebre ibérica (*Lepus granatensis*), la perdiz roja (*Alectoris rufa*) y la codorniz común (*Coturnix coturnix*). Entre las especies cinegéticas de caza mayor es importante destacar la presencia tanto de jabalí (*Sus scrofa*) como de corzo (*Capreolus capreolus*).

6. PRESENCIA DE GANADO DOMÉSTICO

Cabe destacar, que, muy cerca del monte "El Cárcavo" cruzan numerosas vías pecuarias (Plano 13: Red Natura 2000 y vías pecuarias), como las denominadas "Cañada Real Coruñesa", la "Colada del Camino de Carbelloto" o la "Colada de Villaxesmir a San Cebrián de Mazote". No obstante, estas no están en uso por lo que el ganado doméstico no va a suponer una amenaza para la repoblación.

7. ZONAS DE PROTECCIÓN DE LA RED NATURA 2000 CERCANAS

El municipio de Bercero (Plano 13: Red Natura 2000 y vías pecuarias) se encuentra en los entornos del LIC (Lugar de Interés Comunitario) Montes Torozos y Riberas del Duero, y en los entornos de la zona ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) y LIC de Riberas de Castronuño, lo que puede explicar la gran abundancia de aves que se avistan en nuestra zona de proyecto.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VII. Estudio socioeconómico

ÍNDICE DEL ANEJO VII: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

1.	Población y densidad	3
2.	Economía.....	4
3.	Infraestructuras	5
3.1.	Carreteras y accesos a la zona de estudio.....	5
3.2.	Infraestructuras urbanas	5
4.	Actitud de la población frente a los trabajos forestales	6
5.	Influencia del proyecto sobre la zona y sobre la población	6

1. POBLACIÓN Y DENSIDAD

La evolución poblacional por sexos y total del municipio de Bercero, del cual forma parte el monte "El Cárcavo" y cuyo núcleo poblacional se encuentra al sureste de este (Plano 2. Situación), aparece reflejada en la Tabla 1, habiendo sido obtenidos estos datos del Instituto Nacional de Estadística (I.N.E., s.f.).

*Para el año 1997 no hay datos porque no se hizo revisión del padrón dicho año.

Tabla 1: *Población total y por sexos en el municipio de Bercero para la serie de datos 1996-2021 (excluido el año 1997). Fuente: Instituto Nacional de Estadística (I.N.E., 2022).*

Año	Hombres	Mujeres	Total
1996	157	138	295
1997	0	0	0
1998	154	138	292
1999	154	138	292
2000	150	133	283
2001	148	135	283
2002	140	127	267
2003	133	119	252
2004	132	116	248
2005	131	103	234
2006	130	104	234
2007	130	108	238
2008	128	107	235
2009	124	102	226
2010	130	105	235
2011	126	101	227
2012	117	99	216
2013	118	102	220
2014	118	103	221
2015	117	101	218
2016	119	96	215
2017	116	95	211
2018	115	95	210
2019	112	95	207
2020	108	88	196
2021	110	85	195

En base a esta serie de datos, se ha podido obtener la *Figura 1*, que nos muestra de una manera más visual la magnitud de la población del municipio.

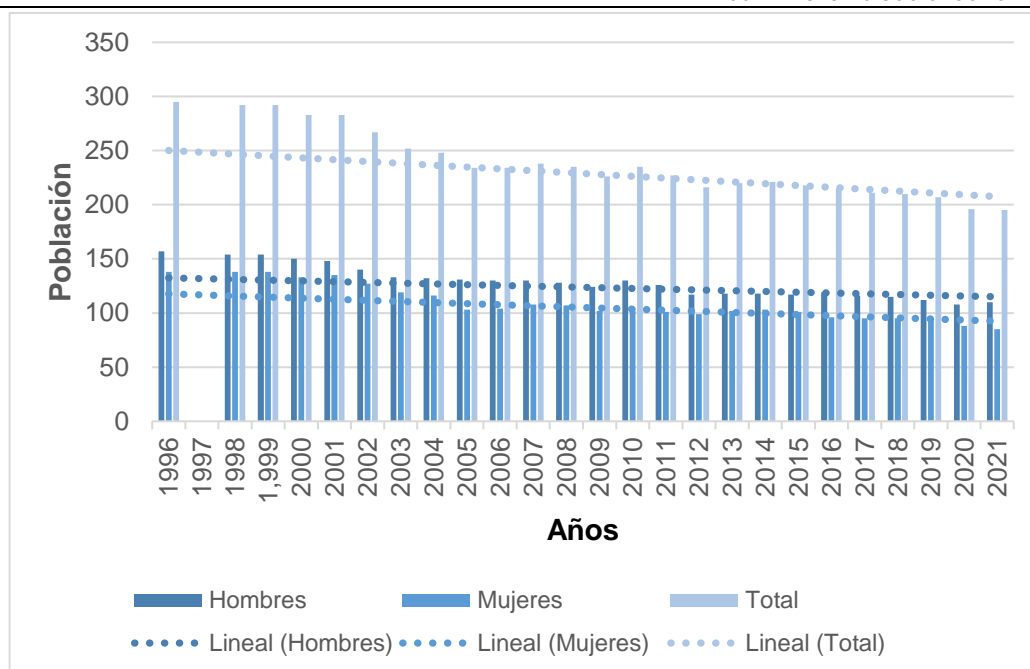


Figura 1: Población total y por sexos en la localidad de Bercero y evolución de la total (línea de tendencia-punteada) para la serie de años 1996-2021 (excluido el año 1997).

En la Figura 1 se puede apreciar que la población, tanto femenina como masculina ha ido disminuyendo con el paso de los años, siendo esta tendencia ligeramente más acusada en el caso de las mujeres.

Teniendo en cuenta la superficie total que abarca el municipio (41, 43 km²) y la población empadronada en este en el año 2021 (datos aún no disponibles para el año 2022), obtenemos una densidad de población de 4,7 habitantes /km². Comparando este dato con la densidad de población media a nivel nacional (94 habitantes/km²) comprobamos que esta densidad está muy por debajo de la media española.

2. ECONOMÍA

Tabla 2: Número de trabajadores y porcentaje con respecto al total afiliados a la seguridad social según actividad económica en el municipio de Bercero. (Fuente: Rodríguez, 2020)

	Trabajadores		Empresas	
	Número	%	Número	%
Agricultura	28	75,7	4	66,7
Industria	0	0,0	0	0,0
Construcción	1	2,7	0	0,0
Servicios	8	21,6	2	33,3
No consta	0	0,0	0	0,0
Total	37	100,0	6	100,0
Autónomos	28	75,7		

En base a estos datos, se puede afirmar que la actividad económica más potente en el municipio es la agricultura, principalmente de secano

3. INFRAESTRUCTURAS

3.1. CARRETERAS Y ACCESOS A LA ZONA DE ESTUDIO

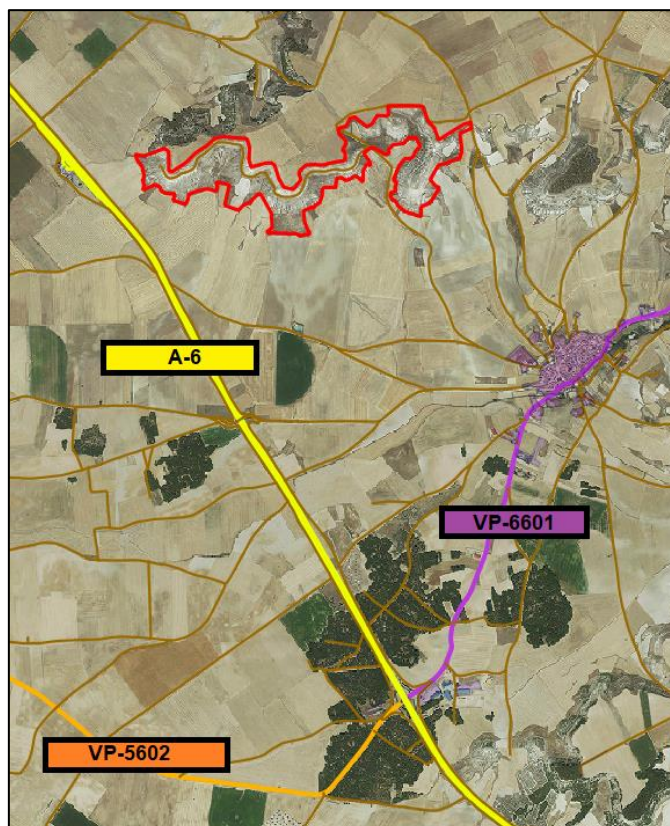


Figura 2: Carreteras y vías de acceso (caminos) a la zona del proyecto (rojo).

Como se puede apreciar en la *Figura 2*, el municipio de Bercero (polígono morado) es atravesado por la VP-6601, la cual le comunica con el municipio vecino, Berceruelo, por el extremo nordeste. La autovía más cercana al municipio es la A-6. Para acceder a la zona del proyecto (rojo) es necesario el uso de caminos (marrón) que, sin estar asfaltados, permiten un acceso de manera cómoda y segura.

El municipio se encuentra ubicado a 36,7 km de la capital de provincia y a 10, 4 km del municipio de Tordesillas.

3.2. INFRAESTRUCTURAS URBANAS

El municipio, pese a ser pequeño y contar con una baja densidad de habitantes, cuenta con un consultorio médico, siendo esta una infraestructura muy conveniente para nuestro proyecto en caso de que sea necesaria atención médica en casos de poca severidad durante la fase de ejecución de las obras. La cercanía al municipio de Tordesillas, de mayor importancia, permitirá la atención de lesiones o consultas médicas en casos de mayor severidad.

Los hogares disponen de una buena red de abastecimiento de agua corriente y suministro eléctrico. El municipio está electrificado en su totalidad y con iluminación pública. Existe una red de alcantarillado.

A mayores, el municipio cuenta con 8 parques-jardines, 3 instalaciones deportivas, un cementerio, un centro de enseñanza y un ayuntamiento.

4. ACTITUD DE LA POBLACIÓN FRENTE A LOS TRABAJOS FORESTALES

Dado que los terrenos en la actualidad son totalmente improductivos y están depositando sedimentos en las tierras de cultivo contiguas, la restauración no entra en conflicto con ningún uso actual del terreno.

Los servicios ecosistémicos que satisfará la repoblación en un futuro (Apartado 5) hacen que sea esperable un buen recibimiento de los trabajos de restauración y repoblación de las cárcavas por parte de la repoblación.

5. INFLUENCIA DEL PROYECTO SOBRE LA ZONA Y SOBRE LA POBLACIÓN

El presente proyecto satisfaría, el menos de manera teórica, los siguientes grupos de servicios ecosistémicos, una vez la repoblación haya alcanzado un estado de madurez tal que pueda englobarse en la categoría de bosque (Pemán *et al*, 2021):

- **Acogida o mantenimiento:** Principalmente mejora de la biodiversidad y favorecimiento de la edafogénesis (proceso natural de formación de los suelos).
- **Abastecimiento:** A pesar de no ser una repoblación de carácter productor, de ella se podrían extraer ciertos productos como podrían ser los hongos. Los pinares (*Pinus halepensis* y *Pinus pinea*) xerófilos sobre sustratos calcáreos de carácter protector en los ecosistemas mediterráneos son productores de *Hygrophorus limacinus*, *Lactarius sanguiflus* y diversas especies pertenecientes al género *Suillus*. También puede ser productores de algunas trufas apreciadas en la actualidad, como *Tuber borchii*. Por otro lado, los montes de quercíneas sobre suelos calizos (*Quercus ilex* y *Quercus faginea*) son productores de *Tuber melanosporum* y *Tuber aestivum*, así como de *Boletus lepidus* o *Hygrophorus russula* (Oria, s.f.a). Además, la especie *Crataegus monogyna*, la cual se introducirá como accesoria en la repoblación, presenta interés apícola.
- **Regulación:** Este es el grupo de servicios ecosistémicos que va a tener una mayor repercusión. Los más importantes serán la regulación del ciclo hidrológico y el control de avenidas y calidad de las aguas. También se pueden destacar la protección frente a la erosión eólica y frente al movimiento de tierras. Por otro lado, la capacidad que tendrá el futuro bosque para liberar oxígeno y fijar dióxido de carbono, permitirá la regulación de la composición de la atmósfera y la mitigación del cambio climático.
- **Culturales:** El más importante será la generación de empleo durante el periodo de ejecución de las obras (ya que, se dará prioridad como trabajadores a personas pertenecientes al municipio y alrededores siempre y cuando tengan la formación pertinente). También se incrementará la calidad paisajística de la zona.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VIII. Estudio de alternativas

ÍNDICE DEL ANEJO VIII: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1.	Repoblación	1
1.1.	Elección de especies	1
1.1.1.	Identificación de alternativas	1
1.1.2.	Condicionantes internos	5
1.1.3.	Condicionantes externos	5
1.1.4.	Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	6
1.1.5.	Evaluación de las alternativas	6
1.1.6.	Resumen de los métodos de selección de las especies	12
1.1.7.	Elección definitiva de las especies	14
1.2.	Tratamiento de la vegetación preexistente	17
1.3.	Preparación del terreno.....	17
1.3.1.	Identificación de las alternativas.....	17
1.3.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	22
1.3.3.	Efectos de la preparación del terreno sobre los objetivos del proyecto 22	
1.3.4.	Evaluación de las alternativas	23
1.3.5.	Elección del método de preparación del terreno.....	24
1.4.	Época de plantación y siembra	25
1.4.1.	Identificación de las alternativas.....	25
1.4.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	25
1.4.3.	Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.	26
1.4.4.	Evaluación de las alternativas de época de siembra y plantación. .	26
1.4.5.	Elección definitiva de la época de siembra y plantación	26
1.5.	Implantación vegetal	27
1.5.1.	Identificación de las alternativas.....	27
1.5.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	29
1.5.3.	Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	29
1.5.4.	Evaluación de los métodos de implantación.	29
1.5.5.	Elección definitiva de los métodos de implantación	31
2.	Cuidados posteriores	32
2.1.	Protectores de plántulas.....	32
2.1.1.	Identificación de las alternativas.	32
2.1.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes	34
2.1.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	34
2.1.4.	Evaluación de las alternativas.....	34

2.1.5. Elección definitiva del método.....	35
2.2. Protectores de las semillas	36
2.2.1. Identificación de las alternativas.....	36
2.2.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	36
2.2.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	37
2.2.4. Evaluación de las alternativas	37
2.2.5. Elección definitiva del método	38
2.3. Reposición de marras	38
2.4. Control de la competencia por la vegetación herbácea	39
2.5. Riegos.....	39
2.5.1. Identificación de las alternativas.....	39
2.5.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	40
2.5.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	40
2.5.4. Evaluación de las alternativas	40
2.5.5. Elección definitiva del método	41
2.6. Podas.....	42

1. REPOBLACIÓN

1.1. ELECCIÓN DE ESPECIES

1.1.1. Identificación de alternativas

A continuación, se enumerará y hará una breve descripción de las características ecológicas de las especies vegetales entre las que se va a realizar el estudio de alternativas:

Familia *Pinaceae*.

1. *Cedrus atlántica* (Cedro del Atlas)

El cedro del Atlas es una especie que forman bosques en las laderas de las montañas entre los 1370 y los 2200 ms.n.m., a menudo en bosques puros o mezclado con enebros, encinas y arces. Se trata de una especie originaria de Argelia y Marruecos pero aparece naturalizada en puntos dispersos del litoral Atlántico y mediterráneo de la Península. (Hooker, 1862)

2. *Cupressus arizonica* (Arizónica, Ciprés de Arizona)

Conífera ornamental originaria de México, muy empleada por su resistencia a la continentalidad y su carácter xerófilo. Además, es una especie muy resistente y rústica, con una gran tolerancia a la polución antrópica y a suelos yesosos. (Oria, s.f.b)

3. *Pinus halepensis* (Pino carrasco)

Se trata de una especie natural de la Cuenca del Mediterráneo. Es la especie de pino ibérico más xerotérmica y termófila, distribuyéndose principalmente por las provincias litorales y laderas secas y soleadas de la mitad oriental de la Península Ibérica, entre el nivel del mar y los 1000 m de altitud. Está presente en terrenos calcícolas, se adapta a suelos muy pobres con yeso y tiene un carácter heliófilo. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.a)

El pino carrasco, según Ruiz de la Torre *et al.* es capaz de sobrevivir en zonas de gran erosionabilidad, incluso en terrenos acaravados y fue la principal especie que se implantó en las grandes repoblaciones del siglo XX (1996).

4. *Pinus nigra* subsp. *salzamannii* (Pino laricio)

El pino laricio es una especie predominante de zonas de montaña, que aparece en España por encima de los 500 m y hasta los 2000 m (aunque aparece en pendientes moderadas y bajas). (Ministerio de agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.b).

Esta subespecie presenta dos variedades o ecotipos en la Península Ibérica:

- *Pinus nigra* subsp. *salzamannii* var. *pyrenaica*: Ubicada en el prepirineo y montañas catalanas, se distribuye desde los 500 hasta los 1400 m. Calcícola y con poca resistencia a la continentalidad.
- *Pinus nigra* subsp. *salzamannii* var. *hispanica*: Aparece en el Sistema Ibérico, Sistema Central y montañas del sureste peninsular desde los 800 a los 2000 m. Especie que tolera tanto terrenos calizos como silíceos y resiste fríos intensos.

5. *Pinus pinaster* (Pino resinero)

Pino de amplia distribución en la Península Ibérica, especialmente por el mediterráneo occidental y la costa Atlántica. Debido a su diversidad climática, se diferencian dos subespecies:

- **Atlántica:** Higrófila (> 600 mm), termófila (0-1000 m) y de suelos silíceos.
- **Mediterránea:** Xerófila (300-400 mm), se desarrolla de los 0 a los 2000 m y es propia de suelos silíceos (aunque tolera calizos)

Aparece desde el nivel del mar hasta los 1500 m, siendo más frecuente en la franja 600-1400 m. Se trata de una especie heliófila y pirófila, resistente tanto a sequías como a heladas (Oria, s.f.b).

6. *Pinus pinea* (Pino piñonero)

Pino xerófilo natural de la Cuenca del Mediterráneo que cuenta con una amplia extensión en la Península Ibérica en una amplia franja desde el Nordeste hasta el Sureste, quedando excluido de la zona Atlántica. Forma bosques en suelos silíceos y arenosos (tolera suelos calizos) y presenta una gran resistencia a los incendios por su corteza gruesa y copa elevada. Desaparece por encima de los 1000 m, siendo más frecuente por debajo de los 800 m. Aparece asociado a temperaturas máximas estivales altas y precipitaciones bajas y es de temperamento heliófilo. (Fady *et al.*, 2008).

Familia *Fagaceae*

7. *Quercus faginea* (Quejigo)

El Quejigo es propio de los países del Mediterráneo occidental, de gran extensión por toda España, aunque con menos frecuencia en la zona Atlántica. Especie xerófila que requiere unos 400 mm de lluvia anual y soporta sequías muy intensas, ubicada entre los 500 y los 1000 m de altitud. (Oria, s.f.c)

Se ubica principalmente en terrenos calizos y margosos, y posee una capacidad de retención de humedad mayor que la encina. Frecuentemente asociada a encina, enebros y pinos mediterráneos en los páramos.

8. *Quercus ilex* (Encina)

Especie típica de los bosques mediterráneos, pudiéndose encontrar sobre todo tipo de sustratos, llegando a tolerar yesos y terrenos muy secos, y en climas tanto suaves como continentales. Generalmente se desarrolla desde los 0 a los 1400 m, sin embargo, se han encontrado ejemplares a 1900 m.

Se trata de una especie adaptada a la sequía estival y es una de las más características tanto de España como del ámbito mediterráneo.

Podemos diferenciar dos subespecies:

- ***Quercus ilex* subsp. *ilex*:** Aparece en zona más costeras, con una humedad y regímenes de precipitaciones mayor; Propia de sustratos calizos se desarrolla desde los 0 a los 1200 m de altitud.
- ***Quercus ilex* subsp. *ballota*:** Ubicada en el interior de la península, donde hay una mayor continentalidad, o en el litoral de clima cálido seco, desarrollándose desde los 0 a los 1400 m de altitud. (Villar-Salvador *et al.*, 2014).

9. *Quercus pyrenaica* (Rebollo)

Especie que aparece ampliamente representada en la Península Ibérica desde los 0 hasta los 1700 m y en laderas y faldas de montañas silíceas, siendo su presencia más rara en calizas o dolomías cristalinas. Forma bosques que conforman un anillo siguiendo las zonas de mayor altitud alrededor de Castilla y León. Además, es una especie higrófila, aunque tolera fuertes sequías en verano y continentalidad. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.c).

10. *Quercus suber* (Alcornoque)

El alcornoque aparece ligado al entrono de Extremadura, Cádiz y costa septentrional de Cataluña principalmente. Se asocia a mínimas estivales relativamente bajas y máximas invernales altas (no tolera las heladas), requiriendo una precipitación media anual superior a los 600 mm. Aparece por debajo de los 900 metros y en pendientes más bien bajas. Aparece en suelos ácidos. (Oria, s.f.c)

Familia Cupressaceae

11. *Juniperus communis* (Enebro)

Enebro de amplia distribución tanto mundial como por el territorio nacional. En España aparece preferentemente en el sector Nororiental con más frecuencia entre los 400 y los 1700 m. Es una especie higrófila que se asocia con precipitaciones invernales moderadas o bajas y máximas estivales moderadas. Propia de terrenos silíceos aunque tolera calizos. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.d).

12. *Juniperus oxycedrus* (Enebro de la Miera)

Presenta una distribución más meridional que *Juniperus communis*. No aparece formando masas puras, sino que aparece acompañando a encinas, pinos, alcornoques, quejigos y sabinas. Es frecuente entre los 100 y los 1400 m en pendientes más bien bajas. Sustituye al enebro común en las regiones costeras y en las colinas secas del sur peninsular (especie xerófila) y es indiferente edáfico. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.e).

13. *Juniperus thurifera* (Sabina albar)

La sabina albar se presenta como bosques abiertos en un amplio arco con máximo de distribución en la zona centro-oriental de la Península. Aparece preferentemente entre los 800 y los 1500 m, aunque tiene presencia menor desde los 300 y marginal hasta los 1900 m. Más frecuente en zonas de pendientes bajas, a veces moderadas y evita las insolaciones muy bajas. Especie calcícola xerófila que se asocia con precipitaciones estivales intermedias y otoñales más bien escasa y con temperaturas invernales moderadas. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.f).

Familia Fabaceae

14. *Cytisus scoparius* (Escoba negra).

Se trata de un arbusto perenne que rara vez vive más de 10-15 años. Aparece en los claros y bordes de los montes, sobre todo en robledales y pinares aclarados sobre terrenos silíceos en zonas bajas y secas y hasta los 1800 m de altitud.

Llegada a una determinada edad, la especie se seca completamente, convirtiéndose en un gran peligro en caso de incendio forestal. (Oria, s.f.d)

15. *Retama sphaerocarpa* (Retama común)

Especie propia de terrenos secos con raíces muy profundas que aparece en bordes y claros de bosques. Una vez alcanza la edad adulta se seca, por lo que es pirófito muy inflamable en caso de incendio forestal.

La retama común es xerófila, termófila y principalmente silicícola, pero puede hallarse de vez en cuando en terrenos calizos. (Oria, s.f.d).

Familia *Lamiaceae*

16. *Rosmarinus officinalis* (Romero)

Especie típicamente mediterránea propia de zonas bajas y secas, indiferente al sustrato (aunque prefiere terrenos calizos), xerófila y termófila. Los romerales se forman generalmente en terrenos en los que anteriormente hubo encinares.

El romero es una leñosa pirófito propia de terreno secos y bien iluminados, frecuente en comunidades vegetales castigadas repetidamente por incendios forestales (Oria, s.f.d).

Familia *Rosaceae*

17. *Amygdalus communis* o *Prunus dulcis* (Almendro)

Especie propia de terrenos secos y climas suaves, especialmente sensible a las heladas tardías. Se ubica preferentemente sobre suelos calizos, sueltos y profundos y aparece desde el nivel del mar hasta los 1400 m.

18. *Crataegus monogyna* (Espino albar)

El espino albar es un árbol caducifolio ampliamente distribuido por toda la Península y no presenta requerimientos estrictos (indiferente edáfico, resistente a la continentalidad y que se distribuye en el rango altitudinal 0-1600 m). No forma bosques, sino que crece en numerosos hábitats, desde orlas de bosques hasta bordes de caminos, sebes y orillas de ríos. Aparece desde el nivel del mar hasta los 2000 m, aunque presenta una mayor presencia en la franja de altitud 600-1300 m. Evita las insolaciones extremas y las umbrías más profundas (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.g).

19. *Prunus spinosa* (Endrino)

El endrino es un arbusto espinoso que aparece formando parte de espinares, setos y orlas de bosques, así como disperso en taludes, bordes de caminos y riberas (en sustratos tanto calizos como silíceos).

Habitual de las laderas pedregosas de las montañas, aparece preferentemente desde los 500 hasta los 1700 m de altitud (pudiendo aparecer a alturas inferiores). Se asocia con temperaturas estivales, tanto mínimas como máximas relativamente bajas. Presenta una amplia distribución en la mitad Norte de la Península, estando ausente en la mitad Sur (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.h).

20. *Sorbus domestica* (Serbal)

Especie que en España se distribuye principalmente por la mitad oriental, así como por Castilla y León en Zamora, León, Palencia, Burgos y Soria y en la Rioja, Álava y Mallorca.

El Serbal crece en márgenes y claros de bosques xerófilos, esclerófilos y subesclerófilos mediterráneos y matorrales de encina, quejigo y rebollo así como en pinares de pino negral o carrasco.

Es una especie de temperamento heliófilo o de media luz (puede llegar a comportarse como especie de media sombra en climas cálidos y secos), calcícola, xerófila y termófila. Se le considera como postpionera en los claros de montes mediterráneos con terrenos profundos y secos. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.h).

Familia *Ephedraceae*

21. *Ephedra distachya* (Cañadillo)

Esta especie es una mata muy resistente ubicada en laderas secas con margas calizas y yesos. Tiene un marcado carácter continental y xerófilo y se desarrolla de los 0 a los 1500 m en zonas del interior peninsular.

Es considerada una especie de gran valor protector de suelos muy degradados, así como un refugio para la caza menor. Resiste bajo la sombra de pinos y cipreses en las repoblaciones.

1.1.2. Condicionantes internos

Los principales condicionantes internos que se presentan en la elección de las especies son:

- Altitud media: 798, 88 ms.n.m.
- Precipitación media anual: 432, 7 mm
- Precipitación media estival: 58, 88 mm
- Temperatura media anual: 12, 74 °C
- Temperatura media del mes más frío: 4,3 °C (Enero)
- Temperatura media del mes más cálido: 22,26 °C (Julio)
- Duración media del período de sequía: Junio-Septiembre
- Duración media del periodo de heladas: Noviembre-Abril
- Suelo: Franco/Franco-Arcilloso
- pH: Básico.

1.1.3. Condicionantes externos

El objetivo de esta repoblación es de carácter protector: La forestación es considerada como una ayuda a la naturaleza, al invertir el proceso degradatorio y anticipa en varios estadios su evolución hacia un ecosistema de bosque, siendo este el óptimo grado que puede alcanzar una masa de vegetación para el control de los fenómenos erosivos.

Para la consecución de este objetivo es necesario que la masa perdure en el tiempo y que alcance el citado estado de madurez en la mayor brevedad posible.

Además, se pretende fomentar la sucesión natural de la zona, por lo que se utilizarán especies autóctonas.

1.1.4. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La elección de la especie o especies del proyecto de repoblación es de gran trascendencia ya que son las que conformarán la masa forestal que, a diferencia del resto de decisiones del proyecto, perdurará en el tiempo.

Especialmente importante es la elección de la especie teniendo en cuenta que el terreno lleva mucho tiempo desprovisto de vegetación y el suelo ha sufrido grandes degradaciones y el microclima que aparece es diferente al que puede aparecer en zonas arboladas próximas. Es por ello que no podemos considerar únicamente el criterio de especies de masas cercanas, sino que se tiene que tener en cuenta la severidad de las condiciones climáticas y del terreno para llegar a alcanzar los fines de la repoblación.

Una mala elección de especies puede dar lugar a que no se alcancen los objetivos protectores de la misma.

1.1.5. Evaluación de las alternativas

1.1.5.1. Cuadernos de zona de la Junta de Castilla y León

Uno de los métodos de evaluación de las especies a introducir consiste en el empleo de los cuadernos de zona aportados por la Junta de Castilla y León, perteneciendo, el municipio de Bercero y la zona del proyecto al cuaderno de zona nº 23- "Pinares Centro" (Comarca 10 "Tierra de Pinares") que abarca diversos municipios de las provincias de Ávila, Salamanca, Segovia, Valladolid y Zamora (2014)

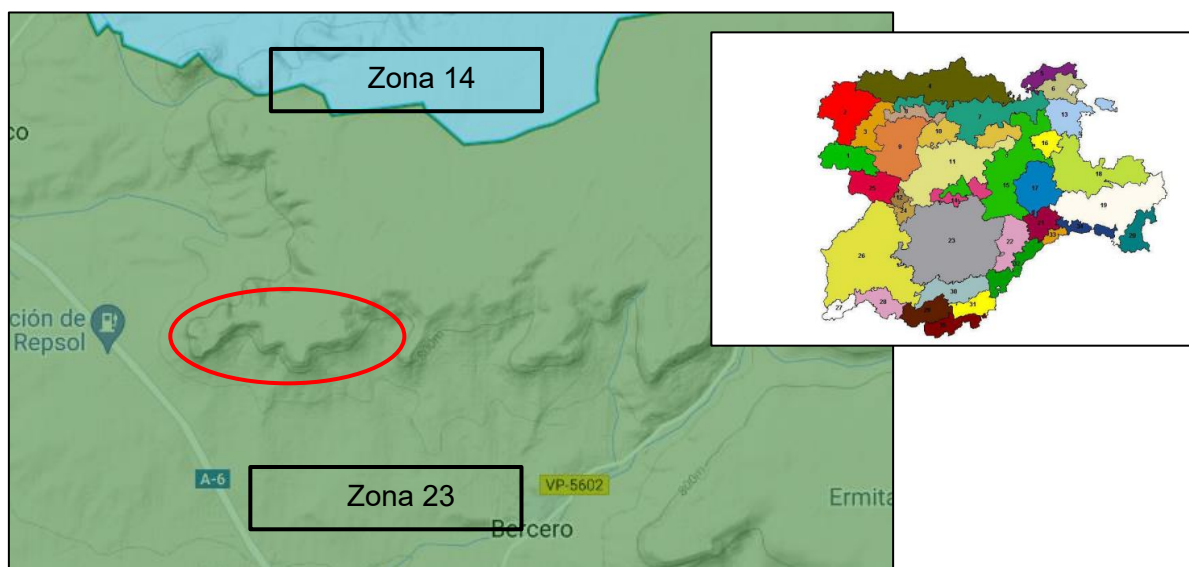


Figura 1: Mapa de zonificación de los cuadernos de zona a nivel autonómico (derecha) y para la zona del proyecto e inmediaciones (izquierda).

Una vez conocida la zona a la que pertenece el municipio de Bercero, es necesario identificar las estaciones (porciones del terreno con características ecológicas semejantes) presentes en los terrenos a forestar. Para ello, se empleará la denominada "Clave de estaciones" (Figura 1). Para la determinación de la estación en base a esta clave se han tenido en cuenta las características litológicas de la estación, así como la pendiente, obviándose el factor vegetación, al encontrarse la totalidad de la zona a reforestar desprovista de esta.

Tabla 1: Clave de estaciones del Cuaderno de Zona Nº 23. (Junta de Castilla y León, 2014).

SUELO/LITOLOGÍA ⁽¹⁾	PENDIENTE ⁽²⁾	VEGETACIÓN ⁽³⁾	ESTACIÓN
Terrenos arenosos	<10 %	Indiferente	1
	>10 %	Indiferente	2
Calizas de los páramos	<10 %	Indiferente	3
	10-30 %	Indiferente	4
	>30 %	Indiferente	5
Margas yesíferas	10-30 %	Indiferente	6
	>30 %	Indiferente	7
Terrenos arcillosos	<10 %	Herbáceas o matorral ligero	8
		Matorral denso	9
	10-30 %	Herbáceas o matorral ligero	10
		Matorral denso	11
Terrenos francos	<10 %	Herbáceas o matorral ligero	12
		Matorral denso	13
	10-30 %	Herbáceas o matorral ligero	14
		Matorral denso	15
	30-60 %	Herbáceas o matorral ligero	16
		Matorral denso	17
Terrenos francos, profundos y fértiles	<10 %	Herbáceas o matorral ligero	18
		Matorral denso	19
	10-30 %	Herbáceas o matorral ligero	20
		Matorral denso	21
Suelos de vega o depresiones húmedas.	<10 %	Indiferente	22
Zonas húmedas, prados juncuales, bodones y otros, con influencia de acuíferos o alta salinidad		Zonas no aptas para ser repobladas en el marco de este programa.	

Para el criterio de pendiente nos vamos a basar en el mapa de pendientes obtenido a partir del Modelo de Elevaciones del Terreno para los intervalos que aparecen en la *Figura 2*.

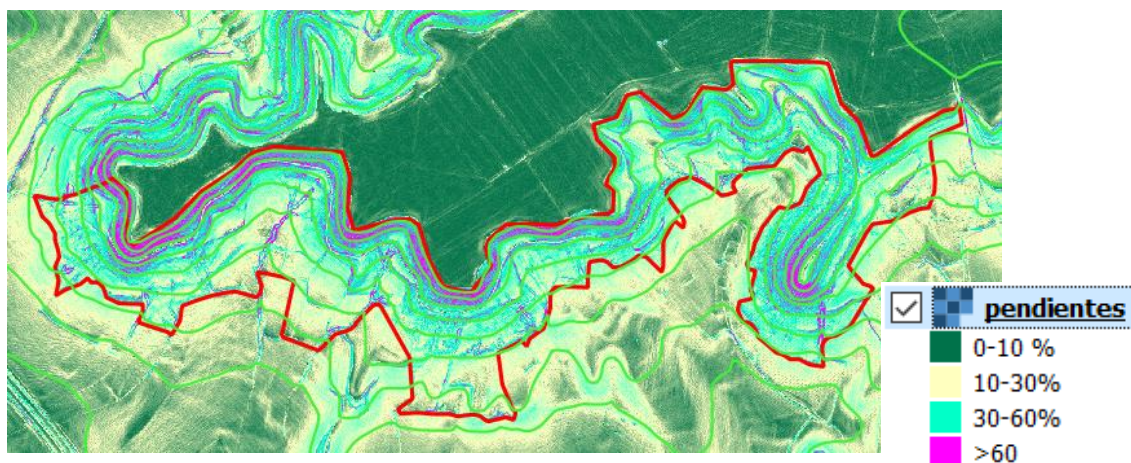


Figura 2: Mapa de pendientes para la zona del proyecto y leyenda. Intervalos de pendientes definidos en base a los requerimientos para definir la estación.

A grandes rasgos, los intervalos de pendientes que se definen en la clave de estación, para nuestra zona de proyecto se corresponden con los pies de ladera-llanura (pendientes suaves inferiores al 10%), media ladera (pendiente intermedia del 10 al 30%) y partes altas de las laderas (pendiente fuerte superior al 30%).

En lo referente al factor suelo/litología, conocemos que el litotipo predominante son las calizas, las margas y los yesos.

En base a lo previamente expuesto, podemos concluir que las estaciones que se corresponden con la zona a repoblar son la 6 y la 7. A continuación, se adjuntan las

figuras descriptivas de cada una de ellas, en las que se especifica tanto la preparación del terreno necesaria como las especies que pueden emplearse en la repoblación, diferenciándolas entre accesorias (aquellas con porcentaje de presencia reducido al no formar parte de la masa principal) y las principales (las que conforman la masa principal), considerándose como tal las aconsejables y posibles.

Tabla 2: Descripción de la estación 6 del Cuaderno de Zona Nº 23. (Junta de Castilla y León, 2014).

Estación 6		
Especies aconsejables (60-100%)	<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero
Especies posibles (0-30%)	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i> (1) <i>Pinus halepensis</i>	Encina Quejigo Pino carrasco
Especies accesorias (0-10%)	<i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Juniperus thurifera</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Amygdalus communis</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Sorbus domestica</i> <i>Crataegus monogyna</i>	Retama de bolas Enebro de la Miera Sabina albar Enebro Romero Almendro Endrino Serbal Espino majuelo
Preparación del terreno	Subsolado lineal/doble (pte. 10-30%) con o sin gradeo previo Fajas rozadas subsoladas	
Observaciones	(1) Preferentemente en orientaciones de umbría.	

Tabla 3: Descripción de la estación 7 del Cuaderno de Zona Nº 23. (Junta de Castilla y León, 2014).

Estación 7		
Especies aconsejables (60-100%)	<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero
Especies posibles (0-30%)	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i> (1) <i>Pinus halepensis</i>	Encina Quejigo Pino carrasco
Especies accesorias (0-10%)	<i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Juniperus thurifera</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Amygdalus communis</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Sorbus domestica</i> <i>Crataegus monogyna</i>	Retama de bolas Enebro de la Miera Sabina albar Enebro Romero Almendro Endrino Serbal Espino majuelo
Preparación del terreno	Ahoyado mecanizado sin roza previa Ahoyado con retroaraña.	
Observaciones	(1) Preferentemente en orientaciones de umbría.	

Como podemos apreciar, las especies consideradas como aconsejables, posibles y accesorias son las mismas en las 2 estaciones que componen la zona del proyecto, variando exclusivamente el método de preparación del terreno a medida que se incrementa la pendiente.

1.1.5.2. Evaluación por objetivo preferente de la repoblación

Dado que la repoblación es de carácter protector, se requiere de una especie arbórea que pueda llegar a alcanzar un estado de madurez tal que permita la evolución del conjunto del sistema hacia un ecosistema boscoso.

La repoblación propuesta en el proyecto, debido a la severidad climática (climas extremos), hídrica (sequía en verano e irregularidad pluviométrica), edáfica (terrenos muy degradados) y topográfica (laderas de pendientes muy elevadas) presenta muchas limitaciones en cuanto a las especies arbóreas que puedan lograr instalarse. De esta manera, las especies higrófilas y exigentes en nutrientes van a quedar excluidas, siendo elegidas las de carácter frugal y xerófilo. También hay que añadir la condición de que la especie ha de tener preferentemente un carácter robusto ya que, en las primeras edades, va a tener que desarrollarse en condiciones de fuerte insolación.

En nuestro país las especies que reúnen estos requisitos son aquellas pertenecientes al género *Pinus* especies que, además, favorecen la creación de un ecoclima menos xerófilo que permitirá la introducción de las especies climáticas más exigentes bien en una segunda fase del proceso restaurador o como acompañantes de la repoblación si el medio lo permite (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.). Por otra parte, la potencia y plasticidad de los sistemas radicales de los pinos refuerzan su papel protector y mejorador del suelo.

Teniendo en cuenta que, como se ha dicho previamente, se quiere alcanzar una masa madura en el menor tiempo posible, tendrán preferencia (a igualdad de condiciones) aquellas especies que presenten un crecimiento rápido. González Vázquez propuso una clasificación de diversas especies forestales en base a la velocidad de crecimiento longitudinal de las mismas, definiéndose el crecimiento de una especie forestal como la medida del desarrollo o crecimiento de la parte aérea tanto del individuo como de la masa (1938). Esta es la siguiente:

Tabla 4: Velocidad de crecimiento de diversas especies y genero forestales según González (1938)

Grupo	Velocidad de crecimiento	Ejemplos
1	Sumamente rápido	Eucaliptos y <i>Pinus radiata</i>
2	Muy rápido	Chopos, abedul, sauces, <i>Pinus pinaster</i> ssp. <i>Mesogeensis</i> , <i>Pseudotsuga</i> sp.
3	Rápido	Aliso, arces, fresnos, <i>Pinus halepensis</i> , <i>P. pinea</i> , <i>Castanea sativa</i>
4	Bastante rápido	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus canariensis</i> , <i>Quercus pyrenaica</i> , <i>Q. suber</i> , <i>Q. faginea</i>
5	Poco rápido	Robles, <i>Quercus ilex</i> , <i>Abies pinsapo</i> , <i>Pinus nigra</i>
6	Lento	Abeto, <i>Pinus uncinata</i>
7	Muy lento	Tejo

Otro aspecto de relevancia a considerar teniendo en cuenta el objetivo protector de la repoblación (que condiciona que la masa tenga que llegar a alcanzar un estado de madurez elevado) y la zona del proyecto, es la necesidad de evitar las especies que tengan un carácter inflamable: *Retama sphaerocarpa*, *Rosmarinus officinalis* y *Cytisus scoparius*.

Otro aspecto que se considerará es que las especies elegidas sean autóctonas. Las especies que no cumplen este criterio (no por ello alóctonas, muchas de ellas fuertemente naturalizadas en la Península) son: *Cedrus atlántica*, *Cupressus arizonica*, *Cytisus scoparius*, *Juniperus communis* y *Prunus dulcis*.

1.1.5.3. Método por criba de factores del medio

A continuación, se compararán las características físicas y ecológicas del medio en el que se ubica la zona del proyecto con los requerimientos ecológicos de las especies citadas y descritas en el apartado 1.1.1.: Identificación de alternativas y se va a definir aquellas especies que no son aptas en base a las limitaciones impuestas por el medio.

Altitud

La zona del proyecto tiene una altitud media de aproximadamente 800 m. La mayoría de las especies sujetas a ser elegidas para ser implantadas en la repoblación son termófilas, es decir, se desarrollan en un intervalo de amplitud amplio que abarca desde los 0 hasta los 1000 ms.n.m. por lo que solo hay una especie que no satisface el requerimiento altitudinal: *Cedrus atlántica* (Especie montañosa que se desarrolla desde los 1370 a los 2200 metros sobre el nivel del mar).

Precipitaciones

Con este factor se van a excluir a todas aquellas especies que tengan un carácter higrófilo, es decir, que requieren una precipitación media anual superior a los 600 mm: *Pinus pinaster* subsp. *atlántica*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus suber* y *Juniperus communis*.

Sequía y heladas

Aquí se van a excluir a todas aquellas especies sensibles a episodios intensos de heladas y sequías: *Quercus suber*, *Juniperus communis*, *J. thurifera*, *Prunus spinosa* y *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* var. *pyrenaica*

Suelo

Dado que los terrenos en los que se ubica la repoblación tienen un pH básico, por medio de este factor se van a excluir a todas aquellas especies cuyos requerimientos edáficos sean silicícolas: *Pinus pinaster* subsp. *atlántica*, *Quercus suber*, *Quercus pyrenaica* y *Cytisus scoparius*.

1.1.5.4. Inventario realizado en la zona de estudio/Experiencia de repoblaciones cercanas

El inventario de especies de vegetación presentes en la zona de estudio aparece en el Anejo V. Vegetación.

Este método de elección de las especies que van a formar parte de la repoblación va a tener una ponderación alta ya que, el hecho de que estén presentes en la zona de estudio o zonas cercanas a esta hace que sea probable su supervivencia.

Como ya se ha mencionado, la repoblación con la que la zona linda por el oeste, está conformada por ejemplares de *Pinus halepensis*, y hay algún individuo aislado de la especie en las laderas que conforman el monte “El Cárcavo”.

El resto de especies que se van a recibir puntuación por este método, no necesariamente se van a encontrar en la zona del proyecto, también pueden encontrarse en zonas cercanas.

También cabe mencionar que tanto *Pinus halepensis* como *Pinus pinea* fueron especies muy empleadas en repoblaciones de carácter protector en el territorio español desde 1879 a 1997. En este periodo, y según Vadell *et al.*, la superficie repoblada con *P. halepensis* fue de 518273 ha (el 14,59% de la superficie repoblada en este periodo) y con *P. pinea* fue de 253556 ha (el 7, 14%) (2019).

1.1.5.5. Método de series de vegetación de Rivas Martínez (1987)

Las tablas de juicio biológico y ecológico elaboradas por Rivas-Martínez muestran la idoneidad de diferentes especies vegetales para las distintas series de vegetación, en base a criterios biológicos y ecológicos respectivamente. Nuestra zona de proyecto, como se puede apreciar en el Plano 11: Series de vegetación de Rivas-Martínez (1987), pertenece a la serie de vegetación 22 a: Supramediterráneo castellano-maestrazgo-manchea basófila de *Quercus rotundifolia* o encina.

A continuación, se adjunta, la tabla de juicios biológicos para la serie de vegetación 22 a (Región Mediterránea). Los símbolos que aparecen en ella tienen la siguiente interpretación:

- **p**: Posible
- **d**: dudoso
- **-**: No viable

Tabla 5: *Tabla de juicios biológicas sobre repoblaciones para la serie de vegetación 22 a de Rivas-Martínez (1987)*

<i>Pinus uncinata</i>	-
<i>Pinus sylvestris</i>	-
<i>Pinus nigra</i>	p
<i>Pinus pinaster (pinaster)</i>	d
<i>Pinus pinea</i>	-
<i>Pinus halepensis</i>	d
<i>Pinus radiata</i>	-
<i>Eucalyptus</i>	-
<i>Castanea sativa</i>	-
<i>Quercus rotundifolia</i>	p
<i>Quercus faginea</i>	d

En la Tabla 5, se muestra la tabla de juicios ecológicos sobre repoblaciones para la serie de vegetación 22 a (Región Mediterránea). Los símbolos que aparecen en ella tienen la siguiente interpretación:

- **p-**: Posible negativo
- **d-**: Dudoso negativo

- -: No viable
- p+: Posible positivo
- d+: Dudoso positivo

Tabla 6: *Tabla de juicios ecológicos sobre repoblaciones para la serie de vegetación 22 a de Rivas-Martínez (1987)*

<i>Pinus uncinata</i>	-
<i>Pinus sylvestris</i>	-
<i>Pinus nigra</i>	p-
<i>Pinus pinaster (pinaster)</i>	d-
<i>Pinus pinea</i>	-
<i>Pinus halepensis</i>	d-
<i>Pinus radiata</i>	-
<i>Eucalyptus</i>	-
<i>Castanea sativa</i>	-
<i>Quercus rotundifolia</i>	p+
<i>Quercus faginea</i>	d+

1.1.6. Resumen de los métodos de selección de las especies.

Los métodos de selección de las especies anteriormente citados y desarrollados van a ser la base del análisis multicriterio que se va a llevar a cabo para la definición de la especie o especies vegetales a implantar en el área objeto de repoblación. Es importante destacar que no todos los métodos o condicionantes van a tener el mismo valor de ponderación, al considerarse más relevantes que otros para la correcta sucesión del proyecto. Estos valores de ponderación serán los siguientes:

Tabla 7: *Ponderación a efectos del análisis multicriterio para la elección de las especies vegetales de la repoblación*

	Método de selección	Ponderación
Evaluación por objetivo preferente	1. Cuadernos de zona	1
	2. Frugalidad	1,5
	3. Inflamabilidad	2
	4. Velocidad de crecimiento	1
	5. Autóctona	2
	6. Criba por factores del medio	2
	7. Inventario de especies de la zona	2
	8. Series de Rivas-Martínez	1

La justificación de los valores de la ponderación es la siguiente:

- El método de series de vegetación de Rivas-Martínez y los Cuadernos de Zona tiene un valor 1 porque, a pesar de ser unas memorias muy informativas, son una primera aproximación a las especies que se recomienda implantar en cada zona, pero que no recogen todas las particularidades y complejidades que se puedan dar en todo el territorio que engloba el cuaderno de zona. La velocidad de crecimiento también presenta un valor 1 porque es un primer indicativo del mayor o menor

desarrollo de una determinada masa (estando este definido por muchas otras variables).

- La frugalidad de las especies ha recibido un valor de ponderación 1,5 no solo debido a que ambos forman parte de los objetivos preferentes de la repoblación, también porque pueden condicionar el futuro de la misma.
- Los métodos de selección que han recibido un valor ponderativo 2 son la inflamabilidad, la criba por factores del medio, el carácter autóctono y el inventario de especies de la zona. El primero se debe a que es un criterio que, si no se satisface, puede poner en grave peligro la consecución de los objetivos de la repoblación, y los otros dos a que queremos conformar un ecosistema que no diste mucho del que cabría esperar teniendo en cuenta la zona (favoreciéndose así una buena opinión popular) y los condicionantes ecológicos.

Una vez definidos el criterio por el que se ha adjudicado el valor de ponderación de cada método, se define el criterio de calificación de cada una de las especies en base a cada uno de los métodos:

- Los valores de calificación serán del 0 al 5 (posterior ponderación)
- De manera general (en el siguiente punto especificaciones) habrá una relación directa entre la puntuación y el criterio; Ejemplo: Cuanta más coincidencia haya entre los requerimientos ecológicos de una especie con las características de la zona mayor puntuación (5) y cuanto menos coincidencia, menor puntuación (0); En los cuadernos de zona las especies que aparecen como aconsejables tendrán más valor que las posibles; En el caso del método de Rivas-Martínez, las dudosas tendrán una menor puntuación que las posibles.
- En el caso de la inflamabilidad, esta relación será indirecta: A mayor inflamabilidad de una especie, menor puntuación
- Se dará una puntuación de 0 a aquellas especies que no se encuentren ni en la zona del proyecto ni en los alrededores. Las especies que reciban puntuación, o bien se encuentran en la zona del proyecto (5) o bien en sus alrededores (Valores del 1 al 4 en función de la lejanía a este).

Tabla 8: Resumen de lo valores obtenidos de cada especie vegetal en el análisis multicriterio. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).

	Métodos de selección																TOTAL
	1		2		3		4		5		6		7		8		
Especie	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	
<i>Cedrus atlantica</i>	1	1	3.5	5.25	5	10	3	3	1	1	3	6	0	0	1	1	27.25
<i>Cupressus arizonica</i>	1	1	4	6	5	10	3	3	1	1	5	10	0	0	1	1	32
<i>Pinus halepensis</i>	4	4	5	7.5	5	10	4	4	5	5	5	10	5	10	3	3	53.5
<i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i>	1	1	4.5	6.75	5	10	2.5	2.5	5	5	3	6	0	0	4.5	4.5	35.75
<i>Pinus pinaster</i>	1	1	4.5	6.75	2	4	5	5	5	5	2	4	0	0	3	3	28.75
<i>Pinus pinea</i>	5	5	4.5	6.75	5	10	4	4	5	5	5	10	4	8	1	1	49.75
<i>Quercus faginea</i>	4	4	2.5	3.75	5	10	3	3	5	5	5	10	0	0	3.5	3.5	39.25
<i>Quercus ilex</i>	4	4	2.5	3.75	5	10	2.5	2.5	5	5	5	10	0	0	5	5	40.25
<i>Quercus pyrenaica</i>	1	1	2	3	5	10	3	3	5	5	2	4	0	0	1	1	27

Tabla 8 (Cont.): Resumen de lo valores obtenidos de cada especie vegetal en el análisis multicriterio. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).

	Métodos de selección																TOTAL
	1		2		3		4		5		6		7		8		
Especie	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	
<i>Quercus suber</i>	1	1	2	3	5	10	3	3	5	5	1	2	0	0	1	1	25
<i>Juniperus communis</i>	5	5	2.5	3.75	5	10	2	2	1	1	2	4	0	0	1	1	26.75
<i>Juniperus oxycedrus</i>	5	5	2	3	5	10	2	2	5	5	5	10	0	0	1	1	36
<i>Juniperus thurifera</i>	5	5	3	4.5	5	10	2	2	5	5	3	6	0	0	1	1	33.5
<i>Cytisus scoparius</i>	1	1	1	1.5	1	2	2	2	1	1	3	6	2	4	1	1	18.5
<i>Retama sphaerocarpa</i>	5	5	1	1.5	1	2	2	2	5	5	5	10	0	0	1	1	26.5
<i>Rosmarinus officinalis</i>	5	5	1	1.5	1	2	1	1	5	5	5	10	5	10	1	1	35.5
<i>Amygdalus communis</i>	5	5	1	1.5	5	10	2	2	1	1	5	10	1	2	1	1	32.5
<i>Crataegus monogyna</i>	5	5	3	4.5	5	10	2	2	5	5	5	10	3	6	1	1	43.5
<i>Prunus spinosa</i>	5	5	1	1.5	5	10	2	2	5	5	3	6	0	0	1	1	30.5
<i>Sorbus domestica</i>	5	5	1	1.5	5	10	2	2	5	5	5	10	0	0	1	1	34.5
<i>Ephedra distachya</i>	1	1	3	4.5	5	10	2	2	5	5	5	10	0	0	1	1	33.5

1.1.7. Elección definitiva de las especies

Esta elección definitiva de las especies va a estar guiada principalmente por la puntuación obtenida en el análisis multicriterio (Tabla 8). No obstante, esta decisión no se va a limitar a elegir aquellas especies que hayan obtenido un valor mayor en este.

Como especies principales se van a emplear especies del género *Pinus* y *Quercus*, una mezcla de conífera y frondosa que ha demostrado ser muy exitosa en repoblaciones de este tipo. Además, se escogerá una especie accesoria de porte arbustivo.

Las especies que se emplearán en la repoblación serán: *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex* y *Crataegus monogyna*. La elección de esta masa mixta de conífera y frondosas se basa en el principio silvícola generalmente aceptado de que las masas mixtas son más estables frente a daños bióticos y abióticos que las masas monoespecíficas, por lo que se han empleado varias especies compatibles con la estación ecológica del monte. La elección de una especie matorral (*Crataegus monogyna*) es debida a la gran degradación del terreno y a la acusada limitación de los recursos, lo que hace necesaria la introducción de una especie con buena capacidad de rebrote y crecimiento inicial rápido. Pese a que estas son las especies que se han elegido para la repoblación, no todas estarán presentes en todos los rodales. Así, en todas las laderas estará presente como principal *Pinus halepensis* y *Crataegus monogyna* como accesoria pero las acompañantes serán *Pinus pinea* y *Quercus ilex* en las laderas con orientación de solana y *Quercus faginea* en las laderas con orientación de umbría.

La mezcla de especies dentro de los rodales de repoblación (Anejo IX: Ingeniería del proyecto) será pie a pie, ya que el objetivo de esta mezcla es beneficiar el establecimiento de una especie mediante el uso de una especie acompañante.

A continuación, se hará una descripción más detallada de cada una de las especies que conforman la repoblación, que será complementaria a la previa descripción de la ecología de las mismas en el apartado 1.1.1. Identificación de alternativas (Las fuentes de información, a no ser que se especifique lo contrario, van a ser las mismas que las definidas en el apartado 1.1.1.):

***Pinus halepensis* Mill. (Pino Carrasco).**

Es un árbol mediano que, en buenas condiciones, puede llegar a alcanzar los 22 metros de altura (el porte suele estar influenciado por las condiciones adversas en las que vegeta habitualmente).

Presenta un crecimiento longitudinal relativamente rápido, en comparación con el resto de los pinos españoles y su longevidad es reducida, pudiendo vivir de 200 a 250 años según Nahal (1962).

Es el árbol más representativo de las zonas semiáridas mediterráneas.

Con frondosas, la mezcla más frecuente es con encinas (en zonas frescas del litoral mediterráneo y pinares continentales), con alcornoque (en Cataluña, Castellón y Valencia) y con quejigo (en umbrías).

Es una especie espontánea que participa en diversas comunidades con significados dinámicos variados y que puede llegar a formar bosques climácicos en las zonas basales térmicas de la cuenca mediterránea.

El principal riesgo para las masas de pinos carrasco es el fuego debido a la imposibilidad de una efectiva regeneración natural por falta de semillas. Con respecto a las plagas, los insectos como la cochinilla (*Matsucoccus josephii*) son la mayor amenaza en el mediterráneo y, la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) puede llegar a producir graves defoliaciones, aunque no suele ser mortal.

***Pinus pinea* L. (Pino piñonero).**

Pino caracterizado por su porte aparasolado que llega a alcanzar los 30 m de altura.

Se trata de una especie propia de zonas con clima mediterráneo, con veranos prolongados y secos e inviernos de templados a relativamente fríos como los castellanos.

Aunque la diversidad genética del pino piñonero es baja, es una especie raramente atacada por plagas y enfermedades. No obstante, la roya vesicular (*Cronartium flaccidum*), la roya deformante (*Melampsora populnea* sp. *pinitorqua*) y la roya de las acículas (*Coleosporium tussilaginis*) pueden producir daños severos en plántulas y poblaciones jóvenes. Se trata de una especie de pino menos sensible al fuego debido a la altitud a la que se encuentra su copa y al grosor de su corteza.

***Quercus ilex* L. (Encina)**

Árbol perennifolio que presenta una copa amplia y redondeada propio de la zona mediterránea (también puede presentar porte arbustivo). Llega a alcanzar alturas de entre 8 y 15 metros.

Florece en los meses de abril a mayo y fructifica en los meses de octubre y noviembre.

Árbol muy característico del mediterráneo, es resistente tanto a la sequía como a las heladas, y conforma uno de los bosques característicos de la Península.

Entre las principales amenazas a la especie se encuentran los insectos defoliadores (como *Tortrix viridana*, *Lymantria dispar* o *Malacosoma neustria* entre otros) y los perforadores (como *Cerambyx cerdo*)

***Quercus faginea* Lam. (Quejigo)**

Árbol cuya altura oscila entre los 7 y los 30 metros de altura (también puede aparecer en forma de arbusto). El quejigo, gracias a su capacidad para fijar el suelo, contribuye a frenar el proceso de desertificación.

Especie caducifolia o marcescente que es menos resistente al calor que la encina.

Entre las principales plagas caben destacar las producidas por los siguientes insectos: *Tortrix viridana*, *Catocala nymphagoga* y *Cerambyx cerdo*. La principal enfermedad que afecta al quejigo es el oidio del roble.

***Crataegus monogyna* Jacq. (Espino albar, majuelo)**

Arbusto o árbol muy espinoso que puede llegar a alcanzar los 10 metros de altura. Presenta flores blancas y numerosas agrupadas en corimbos y olorosas que atraen a una gran cantidad de insectos y 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.

Florece en marzo, abril o mayo y sus frutos maduran en septiembre u octubre.

Tabla 9: *Especies más interesantes para la restauración de ecosistemas degradados y características más importantes calificadas de cada una de ellas. Fuente: Martínez de Azagra et al. (2006).*

Especie ¹	GX ²	T ³	C ⁴	PS ⁵	VP ⁶	VF ⁷	IS ⁸	VA ⁹	MI ¹⁰
<i>Atriplex halimus</i>	X	1	R	2 - 3	A	MA	B	B	S, P
<i>Cedrus atlantica</i>	MX	15	M	3	MA	---	M	---	P
<i>Ceratonia siliqua</i>	MX	7	L	4	MA	A	B	B	S, P
<i>Chamaerops humilis</i>	X	2	L	1	A	B	M	A	S, P
<i>Colutea arborescens</i>	MX	3	M	3	M	A	B	M	S, P
<i>Crataegus monogyna</i>	MX	4	M	4	M	B	B	M	P
<i>Cupressus sempervirens</i>	X	10	L	2 - 3	A	B	M	---	S
<i>Ephedra fragilis</i>	X	1	M	3	A	M	B	---	S, P
<i>Genista ramosissima</i>	X	1	M	2	A	---	B	M	S, P
<i>Genista spartioides</i>	X	1	M	2	MA	---	B	M	S, P
<i>Juniperus oxycedrus</i>	X	5	L	3	MA	B	B	B	P
<i>Juniperus phoenicea</i>	X	4	ML	3	MA	B	B	B	P
<i>Juniperus thurifera</i>	X	10	ML	3	MA	B	M	B	P
<i>Olea europaea</i>	X	5	L	4	M	A	A	B	P
<i>Ononis speciosa</i>	X	1	M	3	MA	A	B	A	S, P
<i>Periploca laevigata</i>	XX	2	M	3 - 4	A	MA	B	B	P
<i>Pinus halepensis</i>	X	15	M	2 - 3	MA	---	A	---	S, P
<i>Pinus pinea</i>	MX	16	M	3	MA	B	A	---	S, P
<i>Pistacia lentiscus</i>	X	5	L	2 - 3	A	M	B	B	S, P
<i>Prunus dulcis</i>	X	8	M	4	M	B	B	A	P
<i>Quercus coccifera</i>	X	2	M	2 - 3	MA	M	A	B	S, P
<i>Quercus ilex</i>	MX	10	L	4	MA	A	A	B	S, P
<i>Retama sphaerocarpa</i>	X	2	M	2 - 3	A	B	B	M	S, P
<i>Rhamnus lycioides</i>	X	1	M	3	M	B	B	B	S
<i>Salsola genistoides</i>	XX	1	L	1	A	B	B	---	S
<i>Sorbus domestica</i>	MX	7	M	4 - 5	A	M	B	A	P
<i>Spartium junceum</i>	MX	3	R	2 - 3	A	M	B	A	S, P
<i>Tetraclinis articulata</i>	X	6	L	3	A	M	B	---	P
<i>Ziziphus lotus</i>	XX	2	M	2 - 3	A	A	B	B	P
<i>Acacia cyanophylla</i> *	X	5	R	3	A	B	B	A	P
<i>Acacia cyclops</i> *	X	4	R	3	A	B	B	A	P
<i>Eucalyptus brockwayi</i> *	X	16	R	3	A	M	A	M	P
<i>Maytenus senegalensis</i> *	XX	2	L	1	M	M	B	B	P
<i>Robinia pseudacacia</i> *	MX	14	M	4	A	A	M	M	S, P

¹ Nombre científico de la especie
² Grado de xerofilia: XX = hiperxerófila; X = xerófila; MX = mesoxerófila
³ Talla: valor medio en condiciones semiáridas (en metros); T ≥ 1 m
⁴ Crecimiento: MR = muy rápido; R = rápido; M = medio; L = lento; ML = muy lento
⁵ Profundidad de suelo requerida (en metros)
⁶ Valor protector: MA = muy alto; A = alto; M = medio; B = bajo
⁷ Valor forrajero: MA = muy alto; A = alto; M = medio; B = bajo
⁸ Interés setero: A = alto; M = medio; B = bajo
⁹ Valor apical: MA = muy alto; A = alto; M = medio; B = bajo
¹⁰ Método de implantación: S = siembra; P = plantación
 * Especies exóticas

Además, en la Tabla 9 se aprecia que, todas las especies escogidas para la repoblación presentan un valor protector (en la tabla VP) muy alto (*Quercus faginea* no aparece en la figura, pero se asume que presenta el valor protector de las especies de su género que sí aparecen representadas).

1.2. TRATAMIENTO DE LA VEGETACIÓN PREEXISTENTE

La decisión del tratamiento sobre la vegetación preexistente en una repoblación se hace en base a la posible interacción que se puede dar entre las nuevas plántulas con la vegetación existente. En el caso de los ecosistemas mediterráneos la competencia se suele establecer sobre el agua, al ser este el recurso más limitante; Otros recursos por los que compiten las especies son el espacio físico, aéreo y radical por la luz y por los nutrientes. En el caso de que las plantas tuviesen que competir por estos recursos, su capacidad de crecimiento se vería restringida y, el alcance de los objetivos de la repoblación, atrasado o comprometido.

Dado que la práctica totalidad de las laderas están desnudas (y que, en base a las imágenes históricas se comprueba que esta situación se lleva dando durante mucho tiempo), apareciendo puntualmente ejemplares aislados de *Pinus halepensis* y especies de porte bajo como *Helychrisum stoechas* y *Stachys dubia*, no se considera necesario el tratamiento de la vegetación preexistente porque no se considera que vaya a existir una competencia por el espacio aéreo, radical, por los nutrientes o por los recursos hídricos. Los pocos ejemplares que hay están muy separados entre ellos de manera que los nuevos brinzales no van a quedar dominados.

Como se ha definido previamente, los escasos pies existentes no serán eliminados de la repoblación y serán respetados en el proceso de preparación del terreno. Tampoco serán considerados a efectos del cálculo del presupuesto ya que su presencia es prácticamente inapreciable.

1.3. PREPARACIÓN DEL TERRENO

En el caso de las repoblaciones de carácter forestal, la preparación del terreno es únicamente física, con el fin de mejorar las propiedades físicas del perfil (profundidad, permeabilidad, capacidad de retención de agua), siendo injustificado, con carácter general, el empleo de enmiendas o abonados para mejorar la fertilidad o modificar la humificación (reduciéndose a repoblaciones forestales de alta productividad, no siendo este nuestro caso)

1.3.1. Identificación de las alternativas

Se citarán y describirán brevemente las alternativas que se evaluarán en el análisis multicriterio para la preparación del terreno. El método operativo que se deberá seguir, así como las herramientas y características de la maquinaria, se especificará en el pliego de condiciones para la alternativa o alternativas elegidas. La descripción de cada una de estas técnicas de preparación del terreno se ha elaborado en base a la información aportada por el Inventario de Tecnologías Disponibles en España para la Lucha contra la Desertificación (Ministerio de Medio Ambiente y del Medio Rural y Marino, 2008a).

1. Raspas/Casillas

- Descripción: Cava de profundidad baja o media realizada con pico o azada, sin extraer la tierra del agujero. Las casillas suelen ser de 40 cm x 40 cm en superficie, y con una profundidad de 10 cm (casilla somera) o de 30 cm (casilla picada). Es una preparación propia de siembras, sobre todo en zonas con fuertes sequías y de difícil acceso
- Condicionantes: Solo recomendable en terrenos de difícil acceso, con pendientes superiores al 40%, con matorral no muy fuerte y para repoblaciones mediante siembra.
- Efectos: Efecto hidrológico muy reducido, así como la mejora del perfil. Efecto paisajístico inapreciable
- Rendimiento: Rendimiento medio para las someras (5-12 jornales/ha) y para picadas de 20 jornales/hora, con una densidad de 1500 raspas/ha.

2. Empleo de barrón o plantamón

- Descripción: 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
- Condicionantes: Este método está condicionado por la pedregosidad interna del perfil y las texturas arcillosas (hay que evitar que el suelo se compacte alrededor del sistema radical). Se emplea en terrenos con muchos afloramientos rocosos imposibles de mecanizar pero con zonas discontinuas arenosas o francas
- Efectos: Los efectos a nivel hidrológico, paisajístico o de mejora del perfil son inapreciables
- Rendimiento: 110-180 pies/jornal, incluyendo la plantación.

Ahoyado

3. Ahoyado con retroexcavadora tipo "araña"

- Descripción: Apertura de hoyos con el apero de la retroaraña en pendientes fuertes o terrenos pedregosos. En líneas de máxima pendiente puede trabajar con pendientes superiores al 100%, y a media ladera, en pendientes de hasta el 70%. El hoyo realizado es muy bueno a efectos de la repoblación debido a la gran cantidad de materiales que remueve que, en función del apero que lleve, puede ser de hasta un metro de profundidad. Esta apertura de hoyos favorece a la planta a colocar ya que la tierra se oxigena, se carga de humedad con mayor facilidad e incluso el sistema radicular de la planta se desarrolla más rápidamente
- Condicionantes: No presenta limitaciones destacadas

- Efectos: El impacto provocado por su avance es mínimo, al ir levantándose a voluntad
- Rendimiento: 50-87 hoyos/hora

4. Ahoyado manual

- Descripción: Labor de profundidad media a profunda, con hoyos de dimensiones de aproximadamente 40x40x40 cm. Es un proceso puntual de excavación de hoyos con herramientas manuales en el que se extrae la tierra y se deposita en su proximidad
- Condicionantes: La época de ejecución de esta labor ha de ser cuando el terreno tiene buen tempero y no sufre heladas. La mayor limitación es su coste, por lo que se emplea cuando el resto de procesos mecanizados son imposibles, donde el respeto por el paisaje lo impone o donde existe un fuerte paro laboral. La sequía limita este método por el adecuamiento del suelo, sobre todo en suelos arcillosos. No tiene limitaciones ni por la pendiente, ni por la pedregosidad del perfil, ni por la superficial ni por los afloramientos rocosos.
- Efectos: Efecto hidrológico muy limitado, contribuyendo en poca medida a la reducción de la escorrentía. Efecto paisajístico muy reducido.
- Rendimiento: 18 - 20 hoyos/hora en suelos sueltos y 5 hoyos/hora en suelos más o menos compactos.
- Rendimiento: Rendimiento medio para las someras (5-12 jornales/ha) y para picadas de 20 jornales/hora, con una densidad de 1500 raspas/ha.

5. Ahoyado con barrena

- Descripción: Preparación de hoyos de profundidad de media alta y anchura variable, mediante el empleo de barrenas helicoidales. La labor que se hace es un hoyo de sección circular y con extracción parcial de la tierra.
- Condicionantes: Su uso no está muy generalizado al ámbito forestal por las limitaciones de los suelos del monte, sobre todo por su pedregosidad y porque es un método válido únicamente para suelos profundos y homogéneos
- Efectos: Efectos hidrológicos y paisajísticos inapreciables.
- Rendimiento: El rendimiento varía con la densidad de la plantación, la potencia del tractor y la profundidad del ahoyado. A grandes rasgos, 15 - 20 hoyos/hora de 2 peones con ahoyadora en suelos más o menos sueltos.

6. Ahoyado con retroexcavadora

- Descripción: Preparación consistente en la remoción del suelo con el cazo de la retroexcavadora. Labor ampliamente usada por su excelente labor sobre el suelo, tanto por la profundidad como por el volumen de tierra removido. Las dimensiones mínimas aconsejables de los hoyos son 0,6 m de largo por 0,5 m de ancho y 0,5 m de profundidad, lo que se consigue utilizando cazos de 40 a 50 cm.

- Condicionantes: La limitación de la pendiente es poco estricta, pudiendo trabajar hasta en un 65% de pendiente en caso de ausencia de afloramientos rocosos
- Efectos: Buen efecto hidrológico y apenas impacto paisajístico
- Rendimiento: 50 hoyos/hora de retroexcavadora 90 CV.

7. Ahoyado mecanizado con subsolador o rejón

- Descripción: Consiste en el empleo del subsolador de una excavadora. El rejón (incorporado en la parte trasera) se clava en el suelo, rompiendo los horizontes. Para el ahoyado va haciendo golpes, clavando el rejón. El tractor levanta el rejón y lo clava según va avanzando hasta que está totalmente clavado. En este desplazamiento se abre un hoyo de sección triangular. Normalmente el tractor se desplaza en línea de pendiente. En ocasiones se le añade en el rejón placas delanteras o aletas laterales, de forma que se amplie el volumen de tierra trabajado. La profundidad oscila entre 40 y 80 cm
- Condicionantes: No hay limitaciones salvo que haya grandes afloramientos rocosos. Al trabajar en línea de pendiente, el límite es el 60%
- Efectos: Impacto visual pequeño. La defensa contra la erosión y la infiltración conseguida son pequeñas

8. Banquetas con microcuenca

- Descripción: Estructuras puntuales especialmente diseñadas para el manejo de la escorrentía de la ladera y su aprovechamiento por las plantas repobladas. Están constituidas por un área de impluvio delimitada por caballones laterales y un área de recepción (banqueta) en la que se realiza la plantación. Las banquetas se construyen con retroexcavadora y los regueros laterales manualmente o por arado de doble vertedera acoplado a un tractor si la vegetación lo permite. El contrapendiente que se otorga a la banqueta también se ejecuta manualmente.
- Condicionantes: No presenta limitaciones importantes por la pendiente (la limitación de la propia maquinaria)
- Efectos: Efecto hidrológico es muy favorable para reducir la escorrentía. Efecto sobre el paisaje es poco apreciable. Se está empleando recientemente en repoblaciones protectoras con fuertes pendientes y bajo clima muy torrencial
- Rendimiento: 18-36 unidades de banqueta (incluido marcaje y formación de microcuencas) por jornal.

9. Cuencas de contorno discontinuo

- Descripción: Sistemas de recolección de escorrentía para ponerla a disposición de la planta repoblada. Son terrazas de absorción paralelas construidas siguiendo curvas de nivel en terrenos con cierta pendiente. Estas fajas cortan la pendiente natural del terreno y lo dividen en dos zonas: la cuenca receptora y la base de la cuenca, formada por un caballón o faja de reducida pendiente, con un dispositivo de desagüe para evacuar los excedentes de agua directamente a la red secundaria de drenaje. Este sistema exige un cuidadoso diseño y una buena nivelación de la base de la cuenca.

El dimensionamiento del canal, que constituye la base de la cuenca, y la separación entre dos canales contiguos depende de la pendiente del terreno, de las precipitaciones, del suelo y de la especie a introducir con el fin de que cada línea de plantas tenga el agua necesaria para cubrir su demanda hídrica en el periodo de implantación y primeros desarrollos. Las cuencas se construyen con tractores de alta estabilidad o con tractor con arado de vertedera acoplado. La profundidad de la labor es de unos 70 cm y la anchura del caballón 1,25 m.

- Condicionantes: La pendiente límite del terreno es el 30%
- Efecto: La presencia de caballones altera temporalmente la superficie del suelo, efecto que se mitiga cuando se desarrolla la repoblación. No constituyen una labor continua (al ser fajas intermitentes) lo que reduce su efecto sobre el paisaje.
- Rendimiento: 6-10 unidades/hora

10. Subsolado lineal

- Descripción: Consiste en la rotura de los horizontes del suelo sin mezclarlos, aumentándose así la profundidad de perfil y proporcionando a las raíces un medio fácil para su desarrollo, además de favorecer la infiltración de agua. 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. Preparación de gran eficacia en todo tipo de suelos. El desarrollo de las plantas sobre el surco subsolado es más rápido que en ahoyados
- Condicionantes: Limitación del 35% de pendiente y no debe existir abundancia de elementos rocosos.
- Efectos: Efecto hidrológico bastante notable (Si se realiza siguiendo las curvas de nivel hasta el 30%, produce un efecto muy beneficioso sobre el control de la escorrentía superficial). El efecto paisajístico del subsolado es inapreciable.
- Rendimiento: 4 horas/ha para ejecutar 5000 m/ha de subsolado con dos Ripper.

Acaballonado

11. Acaballonado superficial

- Descripción: En curva de nivel se ejecuta 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 realiza una preparación del suelo lineal, con inversión de horizontes muy limitada debido al decapado de unos 5 cm, mecanizada y de profundidad alta
- Condicionantes: Limitado a pendientes inferiores al 35%. No presenta limitaciones edáficas, pero se recomienda para suelos silíceos degradados
- Efectos: Efecto hidrológico del subsolado muy beneficioso, aunque el impacto paisajístico es elevado debido a las fajas paralelas de diferente color debido al decapado

- Rendimiento: 4 a 6 horas/ha para ejecuciones con 5000 m/ha con separación entre fajas de 1 metro.

12. Acaballonado con desfonde

- Descripción: 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. 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.
- Condicionantes: Método limitado por una pendiente del 30% y es más recomendado en terrenos silíceos, homogéneos, poco evolucionados y erosionables.
- Efectos: Efecto hidrológico muy positivo cuando los surcos están bien nivelados, ya que permite que la escorrentía se almacene sobre ellos aumentando el tiempo de infiltración.
- Rendimiento: Para 3000 m/ha de caballón, precisa 3 horas/ha.

13. Aterrazado con subsolado

- Descripción: Consiste en la elaboración de terrazas horizontales o con contrapendiente, según curvas de nivel ejecutando un desmonte 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 desmonte 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.
- Condicionantes: Limitado su uso a por pendientes inferiores al 35% y superiores al 60%.
- Efectos: Método con el que se consigue una mayor retención de la escorrentía, pero con un gran impacto paisajístico
- Rendimiento: 2500 metros de terraza/ha está entre 6 y 12 horas/ha.

1.3.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Entre los **condicionantes internos** se encuentran las elevadas pendientes en determinadas zonas.

Entre los **condicionantes externos** se considerarán los efectos preferentes definidos para el proyecto, es decir, se elegirán aquellos métodos de preparación que sean menos erosivos. A igualdad de condiciones se emplearán aquellos métodos que impliquen una inversión económica menor.

1.3.3. Efectos de la preparación del terreno sobre los objetivos del proyecto

La preparación del terreno en las repoblaciones va a tener tres **objetivos básicos**:

1. El alojo de las plantas o las semillas
2. Facilitar el arraigo y el primer desarrollo de las plantas
3. Mejorar las propiedades edáficas deficientes del rodal que se repuebla.

Los **objetivos particulares** de la preparación física del terreno son los siguientes:

1. Aumento de la profundidad útil del perfil: Al disgregar las capas profundas del suelo mediante la acción mecánica, con la finalidad de facilitar una mayor profundización de los sistemas radicales. En el caso de las repoblaciones de carácter protector esto es especialmente importante, ya que uno de los requerimientos para que se reduzca la erosión es que el suelo esté sujeto, siendo las raíces las que ejecuten esta labor; A su vez, un sistema radical más extenso puede compensar la baja fertilidad y las posibles sequías.
2. Aumento de la capacidad de retención de agua del perfil: Por medio del aumento de la profundidad de este y con ello, la profundidad de enraizamiento. El incremento de la profundidad a su vez supone una mejora del régimen hídrico, siendo esto vital en el caso de un terreno tan afectado por las sequías como es el del proyecto.
3. Aumentar la posibilidad y velocidad de infiltración de agua: Al producir un mullido de los horizontes afectados por las labores mecánicas, se reduce la escorrentía y con ello la erosión hídrica.
4. Facilitar las labores de plantación o siembra

1.3.4. Evaluación de las alternativas

En el presente apartado, se desarrollará el análisis multicriterio para la elección del método o métodos de preparación del terreno que se llevarán a cabo en la repoblación.

Los factores o variables que se tendrán en cuenta, con la ponderación correspondiente, serán los siguientes:

Tabla 10: *Ponderación a efectos del análisis multicriterio para la elección de los métodos de preparación del terreno.*

Variables	Ponderación
1. Adaptabilidad al terreno (pdte., pedregosidad, tipo de suelo)	1,5
2. Favorecimiento del arraigo de la planta	2
3. Efecto hidrológico	2
4. Impacto paisajístico.	1
5. Rendimiento	1
6. Coste	1

La justificación de esta ponderación es la siguiente:

- La ponderación de las variables 2 y 3 es la más alta porque son las que satisfacen el objetivo preferente de la repoblación.

- La adaptabilidad al terreno de la máquina o, en general, el método empleado, adquiere una ponderación de 1, 5 porque, aunque no afecte directamente al objetivo principal de la repoblación, es muy condicionante a la hora de ejecutar esta
- Las variables que han adquirido un valor de ponderación 1 es porque atienden a criterios económicos o estéticos y no afectan ni a la ejecución ni al alcance de los objetivos.

Una vez definidos los criterios por los que se ha adjudicado el valor de ponderación de cada método, se define el criterio de calificación de los protectores en base a las variables:

- Variables que adquieren una relación directa con la ponderación: 1, 2, 3, 5
- Variables que adquieren una relación indirecta con la ponderación: 4, 6

Tabla 11: Resumen de los valores obtenidos para cada método de preparación del terreno en el análisis multicriterio. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).

	VARIABLES												T
	1		2		3		4		5		6		
Método preparación	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	
Raspas / Casillas	4	6	3	6	1	2	5	5	1	1	1	1	21
Empleo de barrón/Plantamón	3	4,5	3	6	1	2	5	5	1	1	1	1	19,5
Ahoyado con retroaraña	5	7,5	5	10	4	8	5	5	4	4	4	4	38,5
Ahoyado manual	5	7,5	4	8	2	4	5	5	1	1	1	1	26,5
Ahoyado con barrena	3	4,5	3,5	7	1	2	5	5	3	3	3	3	24,5
Ahoyado con retroexcavadora	3,5	5,25	5	10	4	8	4	4	4	4	4	4	35,25
Ahoyado mecanizado con subsolador	4	6	4	8	2	4	4	4	4	4	4	4	30
Banqueta con microcuenca	5	7,5	4	8	5	10	4	4	3	3	3	3	35,5
Cuencas de contorno discontinuo	3,5	5,25	4	8	4	8	4	4	4	4	4	4	33,25
Subsolado lineal	3	4,5	4	8	4	8	5	5	4	4	4	4	33,5
Acaballonado superficial	2,5	3,75	3	6	4	8	1	1	3	3	3	3	24,75
Acaballonado con desfonde	2	3	4	8	4	8	2	2	3	3	3	3	27
Aterrazado con subsolado	3	4,5	5	10	5	10	1	1	4	4	4	4	33,5

1.3.5. Elección del método de preparación del terreno

El método que se va a emplear para la preparación del terreno por su efecto protector de los suelos y por la buena puntuación total obtenida en el análisis multicriterio va a ser el de banquetas con microcuenca. Según De Simón *et al.* (2006), la captación

de escorrentías superficiales con microcuencas en zonas mediterráneas secas-semiáridas es un método eficaz para aumentar los recursos hídricos disponibles que de otra manera no se aprovechan ya que aquellos suelos (que normalmente se han considerado problemáticos para ser forestados por su perfil desestructurado y la escasa o nula cobertura vegetal que presentan) son los que mejor responden a esta técnica.

Este método consiste en la remoción del suelo sin extracción de la tierra en un volumen de forma prismática mediante la acción de la cuchara de una retroexcavadora o una retroaraña (En el caso concreto del presente Proyecto, la apertura de banquetas se ejecutará con retroaraña cuando las pendientes sean superiores al 55% y con retroexcavadora en el resto y en línea de máxima pendiente). El prisma removido es posteriormente refinado en su plataforma y se ejecutan, con azada, los regueros para conformar una banqueta con microcuenca). También con azada se levantará una contrapendiente o alcorque de unos 15 cm.

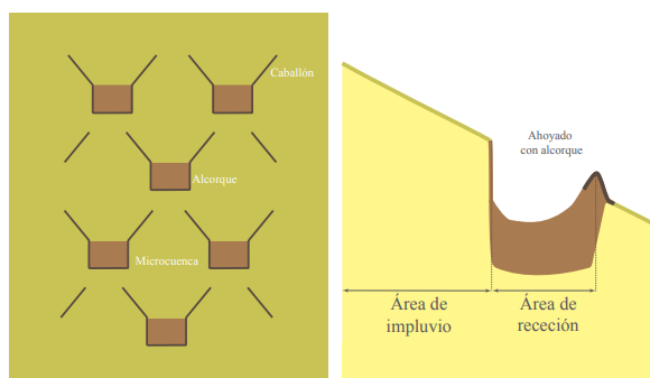


Figura 3: Banquetas con área de impluvio y alcorque: Vista en planta (izquierda) y sección por línea de máxima pendiente de una microcuenca (derecha). Fuente: Pemán *et al*, 2021.

1.4. ÉPOCA DE PLANTACIÓN Y SIEMBRA

1.4.1. Identificación de las alternativas

La fecha de plantación/siembra va a variar entre finales de otoño (siembras y plantaciones tempranas) y finales de invierno-principios de primavera (siembras y plantaciones tardías).

1.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Plantación

Para determinar, a grandes rasgos, la campaña de plantación, se seguirán los siguientes criterios (Que se corresponden con los **condicionantes internos**)

1. La temperatura media mensual deberá ser inferior a 8°C.: Noviembre-febrero
2. La temperatura media de las mínimas será superior a 0°C: Todo el año
3. La precipitación media mensual (mm) será mayor que el doble de la temperatura media en grados centígrados (Fuera del período de sequía): Octubre-mayo.

4. Fuera del periodo de heladas: 7 mayo-11 de noviembre

Dentro del periodo de campaña no todos los días serán útiles, sino que solo se plantará cuando exista el tempero adecuado en el terreno y no se estén produciendo vientos fuertes, humedades relativas bajas y heladas (siendo estas especialmente incompatibles con la plantación por el riesgo de descalce y los daños sobre la parte aérea y radical). También serán excluidos los días en que el terreno esté encharcado.

Siembra

Los principales condicionantes internos para determinar la época de siembra será la época de lluvias regulares, el riesgo de heladas y el riesgo de predación. Este último factor se anula con la introducción de los protectores de semilla.

Con respecto a las condiciones climáticas, si las lluvias otoñales son más seguras que las de primavera y el periodo de sequía estival es prolongado, será más seguro realizar la siembra en otoño (para conseguir que el desarrollo de los brinzales al llegar al verano sea el máximo posible).

El único **condicionante externo** es el objetivo preferente protector de la repoblación. Dado que no existe ningún otro condicionante externo, la elección de la época de plantación se hará en base a los condicionantes internos.

1.4.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.

La elección de la fecha de plantación y siembra está justificada por que, uno de los factores que condiciona el éxito del establecimiento de la planta en el monte es las condiciones ambientales del medio, en concreto, la temperatura y la disponibilidad de agua (Burdett 1990, Margolis y Brand 1990 como se citó en Pemán *et al.*, 2021)

1.4.4. Evaluación de las alternativas de época de siembra y plantación.

En ensayos realizados por corchero *et al.* (2002) y Valle *et al.* (2005) (como se citó en Pemán *et al.*, 2021) con *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Quercus ilex* se demostró que las plantaciones tempranas (en otoño) eran más convenientes al permitir el desarrollo del sistema radical antes de que la temperatura del suelo alcance los mínimos invernales.

Por otro lado, en base a los condicionantes internos podemos decir que, a grandes rasgos, la campaña de plantación va a oscilar entre noviembre y febrero.

1.4.5. Elección definitiva de la época de siembra y plantación

A pesar de que la fecha que aúna todos los requisitos impuestos por los condicionantes internos es el 1 de noviembre, esta fecha se va a adelantar debido a que las dimensiones del proyecto y el número de días necesario para que se ejecute la totalidad de la plantación son elevadas (ya sin considerar posibles inclemencias climáticas) y se entraría en el periodo de heladas, circunstancia que podría comprometer el éxito de la repoblación.

Es por ello que tanto la siembra como la plantación se van a plantear para el 1 de octubre, por lo previamente expuesto y porque las plantaciones y siembras tempranas son más recomendadas en los ecosistemas mediterráneos. Una vez tenga lugar esta fecha, la plantación o la siembra podrán retrasarse en el caso de que haya heladas, fuertes vientos, no exista el tempero adecuado en el terreno o haya humedades relativas bajas. Esta fecha de plantación se intentará retrasar lo menos posible para evitar entrar en el periodo de heladas probables. En caso de tener que atrasar o la plantación o la siembra hasta pasada la fecha de inicio de heladas, se atrasará la siembra, ya que las semillas, al estar enterradas, son menos sensibles al descenso de las temperaturas.

1.5. IMPLANTACIÓN VEGETAL

1.5.1. Identificación de las alternativas

Los métodos de implantación de la vegetación según la forma de implantación son los siguientes:

1.5.1.1. Según el material forestal implantado

1. Siembra

La siembra consiste en la introducción de los frutos o las semillas (una vez controlada su identidad genética y los criterios de calidad exigidos) en un terreno preparado previamente o no.

Ventajas:

- Obtener a igualdad de esfuerzo una elevada densidad en la masa
- Esta mayor densidad definirá una poda natural más eficaz
- Las masas estarán mejor adaptadas a las variaciones de calidad del suelo

Inconvenientes:

- Mayor coste posterior a la siembra (procedente de las operaciones selvícolas)
- Preparación del suelo cuidadosa para asegurar que exista un buen contacto entre la semilla y el suelo.

2. Plantación a raíz desnuda

Las plantas a raíz desnuda son aquellas que se han producido directamente en el suelo de las eras de cultivo del vivero, sin limitaciones para el crecimiento del sistema radical, el cual estará desnudo a la hora de ser trasplantado al monte. Sistema recomendado en terrenos en los que la humedad no es un factor limitante (Cultivos de *Populus*, *Castanea*, *Acer*, *Fagus*...)

Ventajas:

- El sistema radical se ha desarrollado sin limitaciones
- Los costes de producción y transporte son menores

Inconvenientes:

- Parte del sistema radical se pierde al arrancarse de las eras
- Riesgo de desecación del sistema radical durante su manejo anterior a la plantación, lo que supone una pérdida de viabilidad
- Mayor exigencia en las condiciones de humedad del suelo para la plantación

- Época de plantación más condicionada en el tiempo.
- Requiere más capacitación del personal para ejecutar la plantación

3. Plantación en contenedor o en envase

La planta es cultivada en un contenedor forestal que contiene un sustrato de cultivo. Cuando finaliza el periodo de cultivo en vivero, en el interior del envase se habrá formado el cepellón (Conjunto cohesionado de raíces y de sustrato adherido a las mismas). La planta se introduce en el monte con su cepellón tras retirar el contenedor (o no, en función de la composición de este).

Ventajas:

- Sistema radical más protegido
- La planta está más adaptada a resistir condiciones adversas en cuanto a la disponibilidad de agua del suelo
- La época de plantación es más larga
- El riesgo de desecación en el proceso de anterior al trasplante al monte es menor.

Inconvenientes:

- El patrón natural del desarrollo del sistema radical es modificado (al no desarrollarse libremente sino en un envase)
- Los costes de producción y transporte son mayores (de 5 a 10 veces más que el de la planta a raíz desnuda).

Cabe destacar que, en ámbitos mediterráneos frecuentemente castigados por las sequías, hay algunas especies que se desarrollan mejor por el método de siembra y otra se desarrollan mejor por plantación. Se ha demostrado que la siembra de bellota con tubo protector es un método eficaz de implantación de especies del género *Quercus* en zonas con condiciones climáticas de precipitaciones. No obstante, en el caso de siembra de especies del género *Pinus*, también a 15 cm de profundidad, tuvo buenos resultados en el periodo mayo-junio, pero la sequía y el calor al llegar el verano provocó su marchitamiento (Carreras *et al.*, 1997). Para el caso de especies del género *Quercus*, además de un mejor arraigo, la siembra termina por dar lugar a árboles de mejor crecimiento y mayor longevidad que las plantaciones. (Montoya, 1995).

1.5.1.2. Según la forma de ejecución

1. Manual

La planta o semilla se introduce en el suelo por los operarios. No presenta limitaciones ni de pendiente ni edáficas, pero debe haber el tempero necesario en el suelo.

2. Mecanizada

Para el caso de las siembras consiste en la introducción o dispersión de las semillas en el suelo previamente preparado (o no) por medio de una sembradora. En el caso de las plantaciones consiste en el trasplante realizado mediante el arrastre con in tractor de máquinas plantadoras. Este método presenta limitaciones de pendiente, pedregosidad y tipo de suelo, pero el rendimiento es mayor

3. Simultánea

La implantación tiene lugar a la vez que la preparación del terreno. Su uso está generalizado a plantaciones choperas, pero no a repoblaciones de este tipo.

1.5.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

El principal condicionante interno es la marcada sequía que se da durante la época estival y las pendientes.

Los condicionantes externos que se presentan para la elección de las alternativas de implantación son el objetivo protector de la repoblación, por el que se intentará a toda costa que el porcentaje de éxito de la implantación sea el mayor posible. A igualdad de condiciones, se escogerá aquel método que sea más económico.

1.5.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Una densidad elevada inicial favorece la cobertura del suelo y, por ello, el alcance de los objetivos protectores de la repoblación.

El objetivo protector también implica que el número de marras debe ser el mínimo y, en zonas de carácter árido-semiárido, esto se consigue mediante la implantación de plantas con cepellón (en contenedor).

Por otro lado, la plantación manual requiere de más personal, por lo que, desde el punto de vista social, es un método de implantación muy bien recibido, aunque desde el punto de vista económico encarece mucho los costes.

1.5.4. Evaluación de los métodos de implantación.

La ponderación que se tendrá en cuenta para la valoración del método de implantación según el material implantado será la siguiente:

Tabla 12: Ponderación a efectos del análisis multicriterio para la elección de los métodos de implantación según el material implantado.

Variables	Ponderación
1. Adaptabilidad de la planta	2
2. Riesgo de desecación en el manejo	1,5
3. Periodo de plantación	1
4. Desarrollo del sistema radical	2
5. Costes	1

Los criterios para justificar esta ponderación son los siguientes:

- La adaptabilidad de la planta y el desarrollo del sistema radical adquieren el valor de ponderación mayor por ser el que más va a determinar la viabilidad a largo plazo de la implantación (y el riesgo futuro de marras).
- El riesgo de desecación en el manejo adquiere un valor 1,5 porque, a pesar de también ser determinante del éxito de la implantación, es un factor sobre el que se puede ejercer un mayor control.

- El periodo de plantación y los costes adquieren un valor de ponderación 1 porque se puede actuar sobre el y porque el económico no es el objetivo preferente de la repoblación respectivamente.

El criterio para la calificación de cada uno de los métodos de implantación en base al material que se implante será el siguiente:

- La calificación va a ser del 1 al 5
- Las variables 1, 3 y 4 mantienen una relación directa con la calificación; Ej.: A mayor desarrollo del sistema radical, mejor puntuación.
- Las variables 2 y 5 mantienen una relación indirecta con la calificación; Ej.: A mayor riesgo de desecación en el manejo, peor puntuación.

La ponderación que se tendrá en cuenta para la valoración del método de implantación según la forma de ejecución será el siguiente:

Tabla 13: Ponderación a efectos del análisis multicriterio para la elección de los métodos de implantación

Variables	Ponderación
1. Accesibilidad	2
2. Coste	1
3. Rendimiento	1

Los criterios para justificar esta ponderación son los siguientes:

- La accesibilidad ha adquirido un valor de ponderación 2 por ser la única variable limitante.
- El coste y el rendimiento han recibido un valor de ponderación 1 porque el económico no es uno de los objetivos preferentes de la repoblación.

El criterio para la calificación de cada uno de los métodos de implantación será el siguiente:

- Calificación del 1 al 5
- Relación directa variable-calificación a excepción del coste (para el que esta relación será indirecta).

Tabla 14: Resumen de lo valores obtenidos para cada método de implantación según el material implantado en el análisis multicriterio. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).

Especies del género <i>Pinus</i> y <i>Crataegus monogyna</i>											
	VARIABLES										T
	1		2		3		4		5		
	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	
Siembra	3	6	5	7,5	4	4	3	6	5	5	28,5
Plantación a raíz desnuda	2	4	1	1,5	2	2	5	10	4	4	21,5
Plantación en contenedor	5	10	5	7,5	5	5	3	6	2	2	30,5
Especies del género <i>Quercus</i>											
	VARIABLES										

Tabla 14 (Cont.): Resumen de lo valores obtenidos para cada método de implantación según el material implantado en el análisis multicriterio. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).

	1		2		3		4		5		T
	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	
Siembra	5	10	5	7,5	4	4	5	10	5	5	36,5
Plantación a raíz desnuda	2	4	1	1,5	2	2	5	10	4	4	21,5
Plantación en contenedor	3	6	5	7,5	5	5	3	6	2	2	26,5

Como se puede observar en la Tabla 14, los métodos de implantación según el material implantado que han obtenido una mayor puntuación han sido, para especies del género *Pinus* y la especie *Crataegus monogyna*, la plantación en contenedor y para las especies del género *Quercus* la siembra.

A su vez, los resultados del análisis multicriterio para los métodos de implantación según la forma de ejecución es el siguiente:

Tabla 15: Resumen de los valores obtenidos para cada método de implantación según la forma de ejecución en el análisis multicriterio. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).

	VARIABLES						T
	1		2		3		
	V	VP	V	VP	V	VP	
Manual	5	10	2	2	3	3	15
Mecanizada	2	4	5	5	4	4	13
Simultánea	1	2	3	3	5	5	10

En la Tabla 15 se puede comprobar que el método de implantación que ha obtenido una mayor puntuación es la plantación manual.

1.5.5. Elección definitiva de los métodos de implantación

Para las especies elegidas que pertenecen al género *Quercus* (*Quercus faginea* y *Quercus ilex*): Siembra a mano. Cabe destacar que, como hay riesgo de depredación por herbívoros (causa más frecuente de fracaso de repoblaciones con especies del género *Quercus*) será necesaria la elección de un método de protección de las semillas (Apartado 2.2.5.)

Para las especies elegidas pertenecientes al género *Pinus* (*Pinus halepensis* y *Pinus pinea*) y la especie *Crataegus monogyna*: Plantación en envase o contenedor manual.

La mezcla de especies será pie a pie, ya que se quiere beneficiar el establecimiento de una especie mediante el uso de una especie acompañante y es el método más conveniente en repoblaciones de carácter protector (Serrada, 2000).

2. CUIDADOS POSTERIORES

2.1. PROTECTORES DE PLÁNTULAS

La protección de las plántulas que conformarán en un futuro la nueva masa forestal no solo permite disminuir el porcentaje de marras en la repoblación (con el consiguiente ahorro económico) sino también favorecer un mayor desarrollo de la planta, tanto de su parte aérea como de su parte radical, para asegurar un rápido establecimiento de la masa. En los ecosistemas mediterráneos, los principales herbívoros que pueden causar daños en las repoblaciones forestales son los roedores, lepóridos, jabalí, los corzos y los ciervos. Como se ha especificado en el Anejo VI. Estudio de fauna, las principales especies de fauna que pueden comprometer el éxito de la repoblación en la zona del proyecto son el conejo de monte, el jabalí (riesgo de depredación de semilla) y el corzo.

2.1.1. Identificación de las alternativas.

La información acerca de los protectores de plántulas que se expone a continuación aparece en Pemán *et al.* (2021)

Cerramientos perimetrales

- Descripción: Consiste en la instalación de una barrera metálica o eléctrica a lo largo del perímetro de la repoblación para evitar el paso de herbívoros. Su carácter puede ser temporal o permanente (vida útil de aproximadamente 20 años). Desde el punto de vista económico, es más factible que los protectores individuales
- Limitaciones: Requiere de un mantenimiento cuidadoso ya que si se rompe por cualquier punto el conjunto de la repoblación queda desprotegido. Con respecto a la protección individual presenta el inconveniente de que su instalación es incompatible con otros usos sobre la superficie del terreno, como el recreativo. Para animales con una buena capacidad excavadora se requiere de una buena profundización de la estructura, encareciendo su instalación.
- Finalidad: Protección física
- Daños de los que protege: Daños de herbívoros
- Valores ambientales que modifica: Ninguno

Protectores individuales

1. Protectores enrollables

- Descripción: Son materiales plásticos (tubos en espiral: PVC; Fil monocapas: Polipropileno; Mallas: Poliolefina) que se enrollan alrededor del tronco del árbol sin requerir tutores. Los protectores en espiral suelen estar perforados para favorecer la ventilación, evitándose así el desarrollo de hongos. Su gramaje ha de ser elevado para darle rigidez sin que esto llegue a comprometer el crecimiento secundario del tronco por estrangulamiento. Se comercializan en distintas dimensiones (diámetros entre 3 y 11 cm y alturas entre 50 y 110 cm).
- Limitaciones: El tronco ha de estar desprovisto de ramas. En caso de no estar ventilado, es frecuente la aparición de insectos perforadores en frondosas. La duración mínima es de 3 a 5 años (cuentan con un estabilizador contra la radiación ultravioleta).

- Finalidad: Protección física
 - Daños de los que protege: Daños de herbívoros
 - Valores ambientales que modifica: Ninguno
- 2. Protectores de malla: Malla cinética (Luz de malla > 1 cm)**
- Descripción: Mallas reticuladas que pueden ser metálicas o plásticas y, debido al tamaño de la luz de malla, no hay alteración de las condiciones ambientales alrededor de la planta. Una vez la plantación se ha asegurado es recomendable proceder a su eliminación ya que pueden dañar el árbol incrustándose en las ramas y el tronco
 - Limitaciones: Requiere de la presencia de tutores u otros refuerzos longitudinales para otorgar resistencia al conjunto del protector.
 - Finalidad: Protección física
 - Daños de los que protege: Protege de daños de cualquier herbívoro, al comercializarse en diversas dimensiones
 - Valores ambientales que modifica: Ninguno.
- 3. Protectores de malla: Mallas de sombreo (Luz de malla < 3 mm)**
- Descripción: Mallas plásticas reticuladas elaboradas con polietileno o polipropileno.
 - Limitaciones: Para que la estructura tenga rigidez, es necesario la presencia de tutores u otros refuerzos longitudinales. Unas tasas bajas de iluminación obligarían a las plantas a adaptarse a la sombra, lo que implicaría cambios en la morfología de las hojas. Estas tasas bajas de iluminación también podrían suponer, en especies poco tolerantes a la sombra, una mayor predisposición a ser atacadas por hongos
 - Finalidad: Protección física y creación de un ambiente favorable para el crecimiento. Este ambiente favorable es ambiguo, habiéndose demostrado en simulaciones que el sombreo durante la época estival es muy favorable en especies de temperamento robusto, pero no en plantas delicadas.
 - Daños de los que protege: Al comercializarse en distintas dimensiones, puede proteger de cualquier herbívoro
 - Valores ambientales que modifica: Luz (reduciendo la radiación incidente y por tanto la temperatura de las hojas) y viento
- 4. Tubos invernadero**
- Descripción: Dispositivos de plástico (transparentes o translúcidos) que, a la vez que protegen a la planta de los animales, crean un efecto invernadero en el interior de ellos. Su diseño y dimensiones varían en función de las necesidades particulares de cada repoblación.
 - Limitaciones: Si no está perforada puede tener lugar un incremento de la temperatura del aire en el interior del tubo. De las estructuras de protección individuales es la menos económica.
 - Finalidad: Protección física y creación de un ambiente favorable para el crecimiento.
 - Daños de los que protege: Al comercializarse en distintas dimensiones, puede proteger de cualquier herbívoro

- Valores ambientales que modifica: Luz, temperatura, humedad, viento, concentración de CO₂

2.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

El principal condicionante interno es la necesidad de proteger a la repoblación del ataque de la fauna herbívora y de la severidad climática de la zona.

El principal condicionante externo es el objetivo protector de la repoblación, por lo que se debe garantizar, en la medida de lo posible, el establecimiento de las plántulas y la reposición de marras.

2.1.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.

Una mala elección de alternativa puede suponer una necesidad futura de reposición de marras, retrasándose así la evolución del proyecto hacia el objetivo deseado, con el consiguiente encarecimiento del mismo.

2.1.4. Evaluación de las alternativas

En este análisis multicriterio, las variables que se tendrán en cuenta y su valor de ponderación será el siguiente:

Tabla 16: *Ponderación a efectos del análisis multicriterio para la elección de protectores de las plántulas.*

Variable	Ponderación
1. Coste	1
2. Compatibilidad con otros usos del terreno	1
3. Mejora condiciones desarrollo plántula	2
4. Resistencia	1,5
5. Protección	1,5
6. Mantenimiento	1
7. Ventilación	1,5

La justificación de esta ponderación es la siguiente:

- La mejora de las condiciones de desarrollo de la plántula es la que tiene una mayor ponderación debido a que es la que puede llegar a satisfacer en mayor medida el objetivo protector de la repoblación.
- La resistencia, ventilación y protección adquieren un valor de 1,5 porque, aunque también afecten al objetivo preferente de la repoblación, son variables fácilmente modificables al hacer modificaciones en las dimensiones, diseño o mediante la implantación de soportes
- El coste y la compatibilidad con otros usos del terreno han tomado un valor de ponderación 1 debido a que ni la economía ni la compatibilización con otros usos como puede ser el recreativo son los objetivos preferentes de la repoblación.

Una vez definidos el criterio por el que se ha adjudicado el valor de ponderación de cada método, se define el criterio de calificación de los protectores en base a las variables:

- La calificación puede tomar valores del 0 al 5
- En el caso de compatibilidad con otros usos del terreno, mejora de las condiciones de desarrollo de la plántula, resistencia, protección y ventilación la relación entre idoneidad y puntuación es más directa; Ejemplo: Cuanta mayor sea la resistencia, mayor será la puntuación.
- En el caso del coste y el mantenimiento, esta relación será inversa; Ejemplo: A mayor coste, menor puntuación.

Tabla 17: Resumen de lo valores obtenidos para cada método de protección de las plántulas en el análisis multicriterio. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).

	VARIABLES														T
	1		2		3		4		5		6		7		
	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	
Cerramientos perimetrales	5	5	1	1	1	2	5	7,5	5	7,5	1	1	5	7,5	31,5
Protectores enrollables	4	4	5	5	1	2	2	3	2	3	5	5	4	6	28
Malla cinegética	3	3	5	5	1	2	3	4,5	4	6	5	5	3	4,5	30
Malla de sombreado	3	3	5	5	4	8	2,5	3,75	3	4,5	5	5	3	4,5	33,75
Tubos invernadero	1	1	5	5	5	10	5	7,5	4	6	5	5	3	4,5	39

2.1.5. Elección definitiva del método

El método de protección de las plántulas que se empleará serán los tubos invernaderos individuales, por ser el que ha obtenido una mayor en el análisis multicriterio (el cual consideraba siempre como prioritario el objetivo protector).

A su vez, estos tubos protectores tendrán las siguientes características:

- Número de capas: 2. Esto permite la creación de una capa de aire entre ambas, ejerciendo un efecto aislante
- Espesor: Normal (2 - 3 mm).
- Color: Verde, al ser el que crea un ambiente más favorable para el crecimiento de la plántula
- Ventilación: Tubo con perforaciones tipo malla, al ser esta la ventilación más recomendada para ambientes extremos propios del semiárido mediterráneo (donde interesa el sombreado sin que se produzca un aumento de temperatura)
- Altura: En función de la fauna de la que se quiere proteger a las plántulas, en nuestro caso, del conejo de monte y del corzo, por lo que la altura mínima que deberán tener los protectores será de 1,20 m. Estos irán fijados por medio de bridas a un tutor de acacia de 1,70 metros a de altura.

2.2. PROTECTORES DE LAS SEMILLAS

2.2.1. Identificación de las alternativas

La información acerca de los protectores de semillas que se expone a continuación aparece en Pemán *et al.* (2021)

1. Tubo protector

(Descrito en el apartado X) Pese a las innumerables ventajas que ofrece este método de protección de plántulas (aumento de la humedad del suelo, disminución de formación de la costra superficial al reducir el impacto directo de la gota de lluvia sobre el suelo confinado en su interior...) no protege a la semilla de los ataques de jabalí.

2. Protector malla

Protector metálico que protege a la semilla y a la planta que se desarrolla en su interior (Reque y Martín, 2015). Se compone de una parte cónica en su extremo inferior, que es donde se colocan las semillas, y de una parte cilíndrica en su parte superior que ejerce la función de malla cinegética. La luz de la malla es de 6 mm y está formada con acero galvanizado de 0,6 mm de diámetro. La parte cilíndrica tiene una altura de 36 cm y un diámetro de 6 cm. En la unión de la parte cónica con la cilíndrica hay un ala que recorre toda la sección circular para evitar la formación de galerías por parte de los roedores. En el último prototipo del modelo se ha añadido una esfera de plástico para evitar la predación por parte de los roedores que hayan podido ascender por la malla

3. Seed shelter

Consistente en una cápsula en forma de octaedro de plástico formada por dos piezas piramidales que se separan por su base. Los vértices de ambas pirámides están truncados para permitir el paso de las raíces y del epicótilo de la planta. Ha demostrado ser un protector eficaz frente a la predación de bellotas por roedores.

4. Repelentes

Son sustancias naturales o sintéticas que producen un efecto de rechazo en determinados vertebrados. Hay que tener en cuenta que no existen sustancias repelentes de forma intrínseca, y que sustancias consideradas repelentes en un momento dado pueden dejar de serlo. Como productos repelentes para las siembras se ha usado el polvo de minio, las mezclas de alquitrán y petróleo o remedios caseros (por ejemplo, cabello). Se han descrito cuatro formas de actuación de los productos repelentes (Trent *et al.* 2001, como se citó en Pemán *et al.*, 2021): aquellos que inducen miedo, los que generan rechazo condicionado, los que producen irritación o malestar y los de mal sabor

2.2.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Entre los condicionantes internos cabe destacar la presencia de jabalí, corzo y conejo de monte en la zona de repoblación o sus alrededores

Entre los condicionantes externos cabe destacar la opinión popular con respecto a ciertas técnicas de protección como los repelentes que, si bien no generan daño al animal, les genera malestar. Además, los repelentes son poco selectivos por lo que puede provocar irritación a otras muchas especies que no surgen perjuicio a la repoblación

2.2.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La correcta (o incorrecta) elección del método de protección de las semillas puede va a definir el éxito (o no) del arraigo de las especies que suponen un mayor porcentaje de frondosas en la repoblación, las pertenecientes al género *Quercus*.

2.2.4. Evaluación de las alternativas

Se realizará el análisis multicriterio para elegir el método de protección de las semillas.

La ponderación que se ha adjudicado a cada criterio de valoración aparece adjunta en la siguiente tabla:

Tabla 18: *Ponderación a efectos del análisis multicriterio para la elección de los métodos de implantación*

Variables	Ponderación
1. Protección frente a jabalí	2
2. Protección frente a otros herbívoros	2
3. Aceptación popular	1
4. Coste	1

La justificación de esta ponderación es la siguiente:

- La protección frente a jabalí y frente a otros herbívoros adquiere el doble de puntuación que otras variables porque son determinantes para la consecución de los objetivos de la repoblación.
- La aceptación popular y el coste solo han adquirido un valor 1 en la ponderación por no afectar al objetivo preferente de la repoblación.

El criterio de calificación de cada uno de los protectores de semilla será el siguiente:

- Valoración del 1 al 5
- Relación directa entre la variable y la calificación a excepción del coste (a mayor coste menor puntuación).

Tabla 19: *Resumen de los valores obtenidos para cada protector de semillas en el análisis multicriterio. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).*

	VARIABLES								T
	1		2		3		4		
	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	
Tubo protector	1	2	3	6	5	5	5	5	18
Protector malla	5	10	5	10	5	5	3	3	28
Seed shelter	3	6	5	10	5	5	3	3	24
Repelentes	3	6	3	6	1	1	5	5	18

2.2.5. Elección definitiva del método

El resultado del análisis multicriterio define al protector de malla como el método más adecuado de protección de semillas. Este protector de semilla protege frente a la predación de roedores, jabalís y herbívoros (Reque y Martín, 2013).

2.3. REPOSICIÓN DE MARRAS

El concepto de marras en una repoblación hace referencia a la tasa de mortalidad de las plantas que se produce en la repoblación en los años posteriores a su plantación o siembra (en el caso de las siembras, el concepto hace referencia a la falta de germinación o a las plantas muertas una vez germinadas). Aunque esta mortandad pueda darse a lo largo de todo el periodo vital de una masa forestal, es durante los primeros años de vida cuando es más notable, por la falta de arraigo o establecimiento de la planta en el monte. La operación de reponer las marras consiste en la sustitución manual de las plantas muertas en los años inmediatos a la plantación. (Serrada, 2000)

En el caso de que en revisiones posteriores a que haya tenido lugar la plantación se haya localizado alguna marra, no siempre será necesario reponerla, sino que se establecerá un porcentaje de marras admisibles por especies (Tabla 20). Si las marras superan dichos límites se deberá proceder a su reposición.

Tabla 20: Límite admisible de marras en función de la densidad inicial. (Serrada, 2000)

Densidad inicial (pies ha ⁻¹)	Porcentaje de marras admisible (%)
400 a 1000	< 5
1000 a 2000	< 10
2000 a 2500	15
> 2500	20

En base a lo expuesto en la Tabla 20 y a la densidad inicial de la repoblación, el porcentaje admisible de marras ha de ser inferior al 10%, por lo que se fijará en un 5%.

La reposición de marras suele ser hasta el tercer o cuarto año de la plantación como máximo (de otra forma, las plantas repuestas estarán dominadas). Dado el carácter protector de la repoblación, la reposición de marras tendrá lugar en el invierno del año 2 y la planta empleada en la reposición será la misma especie que la extraída. No obstante, para el caso de que se necesite reponer marras de especies pertenecientes al género *Quercus* (*Quercus ilex* y *Quercus faginea*), el material con el que se hará la reposición ya no será semilla sino planta en envase de capacidad superior a 250 cc para reducir, en la medida de lo posible, el riesgo de que los nuevos pies implantados queden dominados por los que sí han logrado establecerse (ya que las semillas necesitan un tiempo para germinar).

Las nuevas plantas introducidas deberán protegerse con un tubo invernadero de 1, 20 m (con las mismas características que los descritos para la plantación inicial) fijados al suelo con un tutor de acacia de 1, 70 m de altura.

2.4. CONTROL DE LA COMPETENCIA POR LA VEGETACIÓN HERBÁCEA

Dado que la cobertura herbácea es dispersa y de bajo crecimiento, tiene escasa influencia sobre los nuevos brinzales introducidos, se considera que este cuidado no es pertinente para el caso de este proyecto.

2.5. RIEGOS

Aunque los riegos no siempre son necesarios, si tenemos en cuenta el marcado carácter mediterráneo, por sus especiales condiciones climáticas, con un largo período seco y una acusada irregularidad meteorológica que favorece períodos anormales de sequía, va a ser conveniente considerar la posibilidad de riego.

El agua es uno de los factores que más limita la supervivencia de los brinzales en el momento del establecimiento. Las plantas sufren de un fuerte estrés hídrico durante los periodos secos posteriores a la plantación, afectando a la funcionalidad de la planta por la fuerte pérdida de turgencia celular. Según Coleman (2007, como se citó en Pemán *et al.*, 2021), el riego mejora el desarrollo de las raíces, aumentando la profundidad efectiva del sistema radical, lo que les permite explorar un mayor volumen de suelo y acceder a una mayor cantidad de reservas hídricas, induciendo un mayor crecimiento de la parte aérea del brinzal. El más directo, y posiblemente el más eficaz método de reducción del estrés hídrico de la planta es mediante el riego.

Aunque los riegos son considerados como una práctica poco habitual en repoblaciones forestales, en el caso de que se utilicen especies de temperamento más delicado, como pueden ser las frondosas, o en caso de que sea necesario asegurar unos valores mínimos de supervivencia (como en el caso de las repoblaciones hidrológicas), será necesario recurrir a los riegos.

2.5.1. Identificación de las alternativas

1. No realizar riegos (O riegos de socorro en años extremadamente secos)

Se considera una opción completamente válida, incluso en zonas áridas, si la repoblación se ha ejecutado de manera adecuada: Correcta eliminación de la vegetación preexistente, correcta preparación del suelo con sistema de recolección de agua (perfilando áreas de impluvio o áreas de recepción) y plantación o siembra de calidad y en el momento adecuado. Si se cumplen estos criterios, y los años no vienen extremadamente secos, la repoblación prosperará con un bajo porcentaje de marras (Martínez de Azagra y del Río, s.f.). En caso de que los años sean extremadamente secos, se plantean riegos de socorro, de actuación urgente de rescate hídrico ante sequías extremas, dándose estas en ambientes mediterráneos durante la época estival. El método de preparación por microcuencas favorece mucho el efecto hídrico, pero su actuación solo es efectiva cuando hay precipitaciones que recoger.

2. Riegos por goteo estándar

Consiste en la aplicación lenta y localizada de agua a la planta, por lo que el gasto de agua es menor y más eficiente. Mediante un sistema de tuberías y dosificadores de agua a pie de planta, el agua infiltra directamente hacia el sistema radicular de las plantas. Uso muy extendido en viveros, no obstante, su aplicación presenta muchos inconvenientes en el monte: Ruido de los

laterales de riego por los animales, obturación de emisores... Además, su coste es muy elevado y más en el monte en el que la distancia entre plantas es mayor. (Bainbridge (2007, como se citó en Martínez de Azagra y del Río, s.f.)

3. Microrriegos

Los micro-riegos (denominados como tal porque la dotación anual de agua que requieren es de apenas 10 m³/ha) son aconsejables para reducir el riesgo de arrastres por estrés hídrico (muy acusado en la zona del proyecto) (*op cit.*) Es un método muy útil para oasisar (proceso contrario a la desertificación) laderas secas. Además, permiten ampliar el periodo de plantación siembra y son complementarios a las técnicas de recolección de agua (en el caso del proyecto por microcuencas). Presentan el inconveniente de su elevado coste y la necesidad de disponer de una fuente de agua en cantidad suficiente.

Son riegos localizados (junto a cada planta), deficitarios (cerca del punto de marchitez permanente) y temporales (hasta que la vegetación alcance autonomía hídrica). En el caso de que esta alternativa de riego sea la elegida, se procederá a analizar todas las alternativas de micro-riego existentes.

4. **Riegos de apoyo:** También son denominados riegos de mantenimiento, y son los que se aplican de manera regular durante la época estival hasta asegurar el adecuado establecimiento de la repoblación y durante un periodo que puede durar varios años (Martínez de Azagra y del Río, s.f.). Son considerados riegos muy recomendables en zonas semidesérticas donde el riesgo de arrastres por estrés hídrico es elevado.

2.5.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

El principal condicionante interno que nos encontramos es la extrema sequía estival, la gran extensión de superficie que abarca el proyecto y las características del terreno.

El principal condicionante externo es el carácter protector de la repoblación. A igualdad de idoneidad, se escogerá el método más económico.

2.5.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La buena elección de esta alternativa puede ser definitiva del porcentaje futuro de arrastres. Además, la diferencia entre implementar riego o no implementarlo va a suponer el encarecimiento del proyecto.

2.5.4. Evaluación de las alternativas

En este apartado se realizará el análisis multicriterio para calificar la idoneidad de los sistemas de riego.

Las variables que se tendrán en cuenta, así como su ponderación serán las siguientes:

Tabla 21: Ponderación a efectos del análisis multicriterio para la elección del riego

Variables	Ponderación
1.Eficiencia de aplicación	1,5

Tabla 21 (Cont.): Ponderación a efectos del análisis multicriterio para la elección del riego

Variables	Ponderación
2. Coste	1
3. Idoneidad zonas áridas-semiáridas	2
4. Mantenimiento	1

La justificación de la ponderación es la siguiente:

- La idoneidad para zonas áridas-semiáridas ha recibido la mayor ponderación por ser la variable que más va a definir el porcentaje de marras futuro.
- La eficiencia de aplicación ha recibido una ponderación de 1,5 porque, dado que se está ejecutando un proyecto de restauración hidrológico-forestal, se tratará de que las actuaciones que se lleven a cabo sean afines con el objetivo protector de aguas, siendo, el derroche de esta, contrario a este.
- El mantenimiento y el coste han recibido la menor ponderación por responder únicamente a criterios económicos (ajenos a el objetivo prioritario).

El criterio de calificación en base a las variables es el siguiente:

- Los valores que puede tomar son del 1 al 5
- Relación directa con la calificación a excepción del coste y el mantenimiento (relación indirecta).

En la siguiente tabla aparecen los resultados del análisis multicriterio:

Tabla 22: Resumen de lo valores obtenidos para cada alternativa de riego. V= Valor, VP=Valor ponderado, T=Total (Suma de los valores ponderados).

	VARIABLES								T
	1		2		3		4		
	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	
No realizar riegos (Riego de socorro por alcorque)	2	3	5	5	3	6	5	5	19
Riego por goteo estándar	3	4.5	1	1	2	4	1	1	10.5
Micro-Riegos	5	7.5	2	2	4	8	2	2	19.5
Riegos de apoyo	2	3	3	3	5	10	5	5	21

2.5.5. Elección definitiva del método

El sistema de riego que se ha elegido como cuidado posterior a la repoblación teniendo en cuenta la buena puntuación obtenida en el análisis multicriterio y las exigencias impuestas por las características del medio, han sido los riegos de apoyo.

Con la aplicación de estos riegos localizados, se estimulará el crecimiento superficial de algunas raíces (que se concentran en la zona humectada); Al mismo tiempo, las especies xerófilas, aprovecharán este aporte extraordinario de agua para enraizar en profundidad, gracias a su sistema radicular pivotante (el cual penetra en el subsuelo en busca de reservas hídricas). El crecimiento de la parte aérea de los brinzales también se verá favorecido, aunque este crecimiento será menos apreciable que el radicular, siendo casi imperceptible durante los primeros años para las especies *Quercus ilex* y *Quercus faginea* (Martínez de Azagra y del Río, s.f.).

Estos riegos se ejecutarán con un camión cisterna que dotará a cada planta con 1,8 litros de agua una vez al mes durante los meses de verano (desde julio hasta septiembre ambos incluidos) de manera que cada brinzal recibirá una dosis de 5,4 L de agua cada verano. Estos estarán programados para los dos primeros años desde que tenga lugar la repoblación, que es cuando se considera que las plantas van a disponer de la autonomía hídrica necesaria para poder subsistir independientemente de la aleatoriedad de las lluvias que caracterizan la zona del proyecto y, en general, todas las zonas de clima mediterráneo.

En el caso de que, en uno de los dos veranos (o los dos) en los que está programada la aplicación de riego, se produzcan episodios de lluvias estivales excepcionalmente cuantiosas, se podrá reducir la dosis de riego o incluso suprimir, de manera que se eviten daños a las plántulas por asfixia o pudrición radicular.

2.6. PODAS

A grandes rasgos, las podas se definen como el tratamiento cultural mediante el cual se busca que el árbol tenga el porte más adecuado según los objetivos que se hayan establecido en el momento de la plantación. Estas podas de guiado inicial buscarán la formación de fustes únicos y rectos. Esta primera poda se hará limpiando hasta 1/3 de la altura del árbol y a los 10 años de la plantación. Esta poda se hará en la época de parada vegetativa de los árboles, es decir, invierno y preferiblemente a mediados de la estación.

Se podarán las especies de la repoblación pertenecientes a los géneros *Pinus* y *Quercus*, pero no los árboles pertenecientes a la especie *Crataegus monogyna*.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo IX. Ingeniería del proyecto

ÍNDICE DEL ANEJO IX: INGENIERÍA DEL PROYECTO

1.	Repoblación	1
1.1.	Apeo de rodales	1
1.2.	Preparación del terreno.....	2
1.2.1.	Maquinaria y aperos.....	2
1.2.2.	Intensidad de la actuación.....	3
1.2.3.	Ejecución de la actuación.....	4
1.2.4.	Rendimientos	4
1.3.	Plantación	6
1.3.1.	Tipo de planta.....	6
1.3.2.	Necesidades de la planta	7
1.3.3.	Viveros	9
1.3.4.	Alzado, almacenamiento, transporte y recepción en el monte de las plantas o semillas	10
1.3.5.	Época de plantación y siembra.....	11
1.3.6.	Herramientas.....	11
1.3.7.	Distribución de la planta	11
1.3.8.	Plantación y siembra	11
1.3.9.	Rendimientos	12
1.4.	Riegos.....	14
1.5.	Reposición de marras	16
1.6.	Podas.....	17
1.7.	Claros y clareos	17
1.8.	Resumen de los medios humanos, materiales y medios mecánicos ..	17
1.8.1.	Medios humanos	17
1.8.2.	Medios mecánicos.....	19
2.	Trabajos complementarios	19
2.1.	Colocación de protectores.....	19
2.1.1.	Procedimiento	19
2.1.2.	Rendimiento	20
2.2.	Protección contra plagas y enfermedades	21

1. REPOBLACIÓN

1.1. APEO DE RODALES

En este apartado se definirán los rodales de repoblación (Plano 14. Apeo de rodales), definiéndose estos como las unidades de terreno con potencialidades y riesgos homogéneos respecto a las tareas de repoblación. En estas superficies, el tratamiento en término de especies, método de repoblación, procedimiento de preparación del suelo y técnica de plantación es el mismo.

Para la definición de los rodales de repoblación se han superpuesto los planos de pendientes y orientación (Planos 8 y 9 respectivamente). Las laderas de umbría van a repoblarse con *Pinus halepensis*, *Quercus faginea* y *Crataegus monogyna*. Las laderas con orientación de solana van a repoblarse con *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Quercus ilex* y *Crataegus monogyna*. A su vez, dentro de este primer criterio de definición de rodales se han diferenciado, a efectos de la preparación del terreno, aquellas zonas con pendiente superior al 55% del resto, que se mecanizarán con retroaraña y retroexcavadora respectivamente. Estos límites operativos para la maquinaria se han establecido en base a las indicaciones que aparecen en la Tabla 1. La superficie correspondiente a caminos y sendas se ha excluido de los rodales de repoblación por los siguientes motivos:

- Facilitar la defensa del terreno ante un posible incendio forestal (o la retirada en caso de emergencia).
- Motivos recreativos: Ya que estos caminos y senderos son disfrutados por ciclistas y senderistas.
- Otorgan acceso a las distintas zonas de la repoblación, facilitando las labores de la misma o posibles acciones futuras

Tabla 1: *Tipología de pendientes y posibilidades de mecanización de trabajos asociados al proceso repoblador (Fuente: Pemán et al., 2021)*

Pendientes		Posibilidades de mecanización		
Denominación	Rangos	En toda la superficie	En curvas de nivel	En línea de máxima pendiente
Terrenos llanos o poco inclinados	0 – 5 %	Sin restricciones para la mecanización. Uso de todo tipo de tractores y equipos		
Terrenos ligeramente inclinados	5 – 15 %			
Terrenos inclinados	15 - 25 %	No viable para tractores agrícolas	Todo tipo de tractores de cadenas. Retroexcavadora	
	25 – 35 %	No viable	Tractores de cadenas	Tractores de cadenas y retroexcavadoras
Terrenos escarpados	35 – 55 %	No viable	Tractores de alta estabilidad	Tractores de cadenas. Retroexcavadoras y retroaraña
	55 - 75 %	No viable	No viable	Retroaraña
	> 75 %	Limitante para trabajar sobre la ladera. Únicamente hidrosiembras		

Los rodales en los que queda dividida la zona del proyecto y la superficie en hectáreas de cada uno de ellos es la que aparece en la siguiente tabla:

Tabla 2: Rodales en los que queda dividido el proyecto de repoblación, superficie (S) en hectáreas de cada uno de ellos y pendiente media (%)

Rodal	S (ha)	Pendiente media (%)
1	0,98	55-75
2	1,40	35-55
3	1,23	55-75
4	7,26	15-25
5	3,02	55-75
6	0,68	20-30
7	1,15	55-75
8	4,81	15-25
9	5,15	20-30
10	0,56	55-75
11	0,63	55-75
12	2,26	30-45
13	0,35	55-75
14	7,26	20-30
15	2,87	25-35
16	8,03	30-40
17	1,42	15-25
18	5,53	25-35
19	1,41	25-35
20	9,31	25-35
21	1,44	55-75
22	0,91	55-75
23	8,13	25-35

1.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

1.2.1. Maquinaria y aperos

Como se ha mencionado previamente, en el Anejo VIII. Estudio de alternativas, el método de preparación del terreno elegido para la totalidad de la zona del proyecto ha sido el de banquetas con microcuenca. Sin embargo, hay diferencias en cuanto a la mecanización de la labor de ahoyado, en base a la pendiente del terreno. Así, en las zonas más altas de la ladera en las que la pendiente se movía entre los valores 55-75%, se ha escogido la retroaraña con potencia igual o superior a los 100 CV y en las zonas medias y bajas de ladera en que las pendientes eran inferiores al 55%, la preparación del terreno se ejecutará con retroexcavadora oruga hidráulica y potencia de al menos 100 CV. Los caballones laterales (con profundidad mínima de 20 cm) y la contrapendiente, de aproximadamente 15 cm, se harán manualmente independientemente de la pendiente del terreno.

Consiste en la remoción del suelo, sin extracción de la tierra, en un volumen de forma prismática mediante la acción de la cuchara de una retroexcavadora. El prisma removido es posteriormente refinado en su plataforma y se ejecutan, con azada, los regueros para conformar una banqueta con microcuenca. También con azada se levantará la contrapendiente. Por tanto, en esta técnica deben distinguirse dos elementos:

1. La microcuenca o zona de impluvio
2. La banqueta o zona de recepción de la escorrentía, que es donde se coloca la planta.

Equipos y aperos. El único equipo necesario es una retroexcavadora hidráulica tipo oruga y con cazo de 40 a 50 cm, de buena estabilidad (Rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23) o una retroaraña (Rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22), ambas con una potencia igual o superior a los 100 CV.

Rendimiento. Varía con la pendiente, el espaciamiento de las banquetas, su tamaño y la potencia de la máquina. Se han estimado valores de entre 30 y 55 banquetas h-1 para la retroexcavadora convencional (García-Latorre 1998) y de 50 a 70 banquetas h-1 con retroaraña.

1.2.2. Intensidad de la actuación

Como se ha mencionado antes, la intensidad de actuación queda definida por la elección de las microcuencas como forma de preparación del terreno, debido a sus dimensiones y al coste. La densidad de plantación será de 1111 (aproximable a 1100) plantas/ha. Esto implica que el marco de plantación sea de 3 m x 3 m.

Las dimensiones de los hoyos que se han abierto serán de 0,6 m x 0,6 m x 0,6 m.

El número de hoyos que se requerirá que la maquinaria (retroexcavadora y retroaraña) abra en cada rodal será el siguiente:

Tabla 3: *Número de hoyos necesarios en cada rodal.*

Rodal	Hoyos
1	1089
2	1556
3	1366
4	8066
5	3356
6	756
7	1278
8	5344
9	5721
10	622
11	700
12	2511
13	388
14	8066
15	3189
16	8921
17	1578
18	6144
19	1567
20	10344
21	1600
22	1012

Tabla 3 (Cont.): Número de hoyos necesarios en cada rodal.

Rodal	Hoyos
23	9033
TOTAL	84207

1.2.3. Ejecución de la actuación

Microcuencas: Ahoyado mecanizado con retroexcavadora (sin desbroce previo)→ Rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23

Con un marcado previo de banquetas, la retroexcavadora avanza en línea de máxima pendiente y hacia arriba, estacionándose de forma que desde un mismo punto puede realizar las banquetas correspondientes a tres líneas. En cada banqueta clava el cazo, gira, levanta y suelta la tierra en el mismo sitio, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones del prisma proyectado, que debe oscilar entre 0,6 y 1,2 m de longitud, 0,4 y 0,6 m de anchura y más de 0,6 m de profundidad (mínimo 0,6 x 0,6 x 0,6 m). Además, cada hoyo será refinado posteriormente, dándole una ligera contrapendiente de al menos 15 cm hacia la ladera (alcorque) con el fin de aumentar la capacidad de retención de agua. Con esta operación concluye la preparación del suelo propiamente dicha en su aspecto mecanizado. Se complementa manualmente, con azada unos canales laterales en ángulo de 45° que parten de los vértices superiores y que tienen la misión de dirigir el flujo de escorrentía superficial hacia la banqueta (De Simón, 1990, como se citó en Pemán *et al.*, 2021). Estos canales laterales tendrán una profundidad mínima de 20 cm.

La construcción de banquetas con microcuenca implica, por razón de sus dimensiones y de su coste, que la densidad total de estas estructuras resulte del orden de 1111 banquetas ha⁻¹. La separación de las líneas en curva de nivel debe ser de unos 3 m, igual que la separación entre ejes de banquetas dentro de una misma línea, colocando las banquetas de la línea consecutiva desfasadas, formando triángulos isósceles (Distribución al tresbolillo de las banquetas).

El número de hoyos que se abrirán con retroexcavadora es de 72796.

Microcuencas: Ahoyado mecanizado con retroaraña sin desbroce previo→ Rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22

El método operativo será el mismo que el descrito anteriormente para el resto de rodales, pero la maquinaria a emplear será la retroaraña

El número de hoyos que se abrirán con retroaraña será de 11411.

Para todos los rodales: El marcado de los hoyos del terreno se hará al menos 10 días antes de la preparación del terreno

1.2.4. Rendimientos

Los rendimientos que obtiene este método de preparación del terreno es de 30 (banquetas con retroexcavadora) y 50 unidades de banqueta (con retroaraña), incluido el marcado y la formación de microcuencas por hora

Microcuencas: Apertura de banquetas con microcuenca con retroexcavadora→ Rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23

Considerando la densidad que se ha definido para estos rodales de 1111 plantas/ha (aproximable a 1100 plantas/ha) y que el rendimiento para la formación de banquetas (abiertas con retroexcavadora convencional) incluido el marqueo y formación de microcuencas es de 30 por hora se estima que la preparación por microcuencas de 1 ha de terreno requerirá de 37 horas.

Teniendo en cuenta que un jornal dura 8 horas, con un descanso de 0,5 horas por jornal, (7,5 horas efectivas de trabajo) el número de jornales necesario para estos rodales será de aproximadamente 5 jornales/ha

Microcuencas: Apertura de banquetas con microcuenca con retroaraña→Rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22

Considerando la densidad que se ha definido para estos rodales de 1111 plantas/ha (aproximable a 1100 plantas/ha) y que el rendimiento para la formación de banquetas (abiertas con retroexcavadora convencional) incluido el marqueo y formación de microcuencas es de 50 por hora se estima que la preparación por microcuencas de 1 ha de terreno requerirá de 23 horas.

Teniendo en cuenta que un jornal dura 8 horas, con un descanso de 0,5 horas por jornal (7,5 horas efectivas de trabajo) el número de jornales necesarios para estos rodales será de aproximadamente 3 jornales/ha.

Tabla 4: Superficie, horas de trabajo y jornales necesarios para ejecutar la preparación del terreno en cada uno de los rodales. (Incluido marqueo, y formación de banquetas con microcuenca).

Rodal	S(ha)	Horas de trabajo	Jornales (7, 5 horas efectivas de trabajo)
1	0,98	22,64	3,02
2	1,40	51,92	6,92
3	1,23	28,30	3,77
4	7,26	268,69	35,82
5	3,02	69,45	9,26
6	0,68	25,18	3,36
7	1,15	26,43	3,52
8	4,81	177,81	23,71
9	5,15	190,73	25,43
10	0,56	12,92	1,72
11	0,63	14,41	1,92
12	2,26	83,79	11,17
13	0,35	8,06	1,08
14	7,26	268,52	35,80
15	2,87	106,23	14,16
16	8,03	297,28	39,64
17	1,42	52,54	7,01
18	5,53	204,69	27,29
19	1,41	52,31	6,97
20	9,31	344,51	45,93
21	1,44	33,23	4,43
22	0,91	20,95	2,79
23	8,13	300,75	40,10

Tabla 4 (Cont.): Superficie, horas de trabajo y jornales necesarios para ejecutar la preparación del terreno en cada uno de los rodales. (Incluido marqueo, y formación de banquetas con microcuenca).

Rodal	S(ha)	Horas de trabajo	Jornales (7, 5 horas efectivas de trabajo)
TOTAL	75,82	2661,34	354,85

1.3. PLANTACIÓN

1.3.1. Tipo de planta

A continuación, se pasará a citar las especies que conformarán el conjunto de la repoblación y las características de cada una.

La justificación del material implantado aparece en el Anejo VIII: Estudio de alternativas. El número de savias (definiéndose las savias como el número de períodos vegetativos de la planta) y la región de procedencia se ha definido en base a las indicaciones que aparecen en el Cuaderno de Zona N° 23: Pinares Centro.

Tabla 5: Especies a introducir en la repoblación y características (Tipo, savias, tamaño del contenedor y procedencia) de cada una de ellas. Tabla elaborada en base a las indicaciones del Cuaderno de Zona N° 23.

Especie	Tipo	Savias	Tamaño del contenedor	Región de procedencia
<i>Pinus halepensis</i>	Envase forestal	1	300 cc	19- Repoblaciones de la Meseta Norte
<i>Pinus pinea</i>	Envase forestal	1	300 cc	1- Meseta Norte
<i>Quercus ilex</i>	Semilla	–	–	2- Cuenca Central del Duero
<i>Quercus faginea</i>	Semilla	–	–	7- Páramos Castellanos
<i>Crataegus monogyna</i>	Envase forestal	1	300 cc	RIU nº 17 (Tierras del Pan y del Vino) y 16 (Páramos del Duero-Fosa de Almazán)

Todos los materiales forestales de reproducción utilizados deberán disponer del Pasaporte Fitosanitarios y del documento del proveedor regulado por el RD 289/2003 y demás disposiciones aplicables.

En el caso de que para alguna especie apareciesen varias regiones de procedencia recomendadas en el cuaderno de zona (Como ha sido el caso de *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Crataegus monogyna*) para la elección definitiva de la región de procedencia se he empleado el criterio de proximidad geográfica.

Las calidades exigibles a las semillas y a las plantas en contenedor vienen especificadas en el Documento 3: Pliego de condiciones.

1.3.2. Necesidades de la planta

Proceden a especificarse las necesidades de planta para cada uno de los rodales desglosado por especies. Además, ante la posibilidad de daños sobre los materiales forestales de reproducción en el proceso logístico de traslado desde el vivero hasta su plantación (temperaturas extremas, desecación de la parte aérea y radical, sufrir daños mecánicos o sufrir problemas sanitarios durante el almacenamiento), el porcentaje de plantas o semillas que se solicitará al vivero se incrementará en un 5%.

Se han elegido densidades iniciales de plantación elevadas para abreviar el plazo de obtención de espesura con la confianza de que, a través de claras y clareos, no existirá inconveniente en reducir la competencia en edades posteriores.

Tabla 6: Necesidades de planta por especies para cada uno de los rodales que conforman la repoblación.

Rodal	S (ha)	Densidad de plantación (pies/ha)	Especies	%	Planta (+5%)
1	0,98	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	800,25
			<i>Quercus faginea</i>	20	228,64
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	114,32
2	1,4	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1143,22
			<i>Quercus faginea</i>	20	326,63
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	163,32
3	1,23	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	717,43
			<i>Pinus pinea</i>	30	430,46
			<i>Quercus ilex</i>	15	215,23
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	71,74
4	7,26	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	4234,58
			<i>Pinus pinea</i>	30	2540,75
			<i>Quercus ilex</i>	15	1270,37
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	423,46
5	3,02	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	2466,09
			<i>Quercus faginea</i>	20	704,60
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	352,30
6	0,68	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	555,28
			<i>Quercus faginea</i>	20	158,65
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	79,33
7	1,15	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	670,77
			<i>Pinus pinea</i>	30	402,46
			<i>Quercus ilex</i>	15	201,23
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	67,08
8	4,81	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	2805,55
			<i>Pinus pinea</i>	30	1683,33
			<i>Quercus ilex</i>	15	841,67
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	280,56
9	5,15	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	3003,87
			<i>Pinus pinea</i>	30	1802,32

Rodal	S (ha)	Densidad de plantación (pies/ha)	Especies	%	Planta (+5%)
			<i>Quercus ilex</i>	15	901,16
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	300,39
10	0,56	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	326,63
			<i>Pinus pinea</i>	30	195,98
			<i>Quercus ilex</i>	15	97,99
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	32,66
11	0,63	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	514,45
			<i>Quercus faginea</i>	20	146,99
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	73,49
12	2,26	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1845,48
			<i>Quercus faginea</i>	20	527,28
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	263,64
13	0,35	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	204,15
			<i>Pinus pinea</i>	30	122,49
			<i>Quercus ilex</i>	15	61,24
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	20,41
14	7,26	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	4234,58
			<i>Pinus pinea</i>	30	2540,75
			<i>Quercus ilex</i>	15	1270,37
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	423,46
15	2,87	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	2343,60
			<i>Quercus faginea</i>	20	669,60
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	334,80
16	8,03	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	4683,70
			<i>Pinus pinea</i>	30	2810,22
			<i>Quercus ilex</i>	15	1405,11
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	468,37
17	1,42	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1159,55
			<i>Quercus faginea</i>	20	331,30
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	165,65
18	5,53	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	3225,51
			<i>Pinus pinea</i>	30	1935,31
			<i>Quercus ilex</i>	15	967,65
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	322,55
19	1,41	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1151,38
			<i>Quercus faginea</i>	20	328,97
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	164,48
20	9,31	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	5430,29
			<i>Pinus pinea</i>	30	3258,17
			<i>Quercus ilex</i>	15	1629,09
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	543,03
21	1,44	1111	<i>Pinus halepensis</i>	70	1175,88
			<i>Quercus faginea</i>	20	335,97

Tabla 6 (Cont.): Necesidades de planta por especies para cada uno de los rodales que conforman la repoblación.

Rodal	S (ha)	Densidad de plantación (pies/ha)	Especies	%	Planta (+5%)
			<i>Crataegus monogyna</i>	10	167,98
22	0,91	1111	<i>Pinus halepensis</i>	50	530,78
			<i>Pinus pinea</i>	30	318,47
			<i>Quercus ilex</i>	15	159,23
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	53,08
			<i>Pinus halepensis</i>	50	4742,03
23	8,13	1111	<i>Pinus pinea</i>	30	2845,22
			<i>Quercus ilex</i>	15	1422,61
			<i>Crataegus monogyna</i>	5	474,20

Las especies que suponen un mayor porcentaje de presencia en los rodales son las especies del género *Pinus*, por su carácter frugal y xerófilo. Además, al ser coníferas de hoja perenne, la protección del suelo una vez se haya asentado la masa va a estar garantizada pues la presencia de cubierta arbórea todo el año va a aumentar la interceptación de gotas de lluvia. Los pinos permitirán el asentamiento de las especies más exigentes, las del género *Quercus* y la introducción de *Crataegus monogyna* como especie accesoria va a suponer un aumento de la biodiversidad florística, a la par de favorecer la evolución de las cuencas hacia un ecosistema de bosque.

Las necesidades de planta (cantidades que se solicitarán al vivero) por especies serán las siguientes:

Tabla 7: Necesidad de planta o semilla (especies del género *Quercus*) por especies.

Especie	Necesidad de planta	Necesidad de semilla
<i>Pinus halepensis</i>	47965	
<i>Pinus pinea</i>	20886	
<i>Quercus ilex</i>	-	20886
<i>Quercus faginea</i>	-	7518
<i>Crataegus monogyna</i>	5360	

En el caso de las especies del género *Quercus*, cuyas semillas van a ir introducidas en el protector de semillas tipo malla patentado por Reque y Martín (2013), las necesidades de semilla se duplican, ya que se van a introducir dos por protector para aumentar las probabilidades de germinación.

1.3.3. Viveros

Para la reducción de costes en el proceso de transporte de plantas y semillas, se escogerán los viveros que tengan el material forestal de nuestra elección disponible y que diste menos de 100 km de la zona de proyecto.

1.3.4. Alzado, almacenamiento, transporte y recepción en el monte de las plantas o semillas

En este apartado se describirá el manejo de la planta desde su alzado en el vivero hasta que es plantada por el plantador una vez seleccionadas en el vivero primero a grandes rasgos y luego para el caso concreto del proyecto teniendo en cuenta las necesidades de planta y de semillas previamente expuestas. En este proceso se diferencian cuatro etapas:

1) Alzado de la planta.

Para las plantas en contenedor, esta no será extraída del envase (estos deberán ser devueltos al vivero una vez realizada la plantación) y se colocarán en cajas para la realización del transporte

2) Almacenamiento y manejo de la planta en el vivero hasta el transporte

Las plantas se almacenarán en cajas de cartón. En el caso de las semillas de *Quercus ilex* y *Quercus faginea*, no se tolerarán periodos de almacenamiento superiores a los 3 años, ya que, al ser estas recalcitrantes, son muy sensibles a la desecación. Su conservación debe realizarse en el intervalo de temperaturas -3 y 5°C y su almacenamiento en bolsas de polietileno

3) Transporte

Esta fase consiste en el traslado de la planta desde el vivero hasta la zona de acopio de la planta en el monte. En el caso de las plantas de *Pinus* y *Crataegus monogyna* el transporte será en cajas de cartón (en las mismas cajas en las que han sido almacenadas) al requerir menos espacio de almacenamiento y a la protección física que otorga la caja durante el almacenamiento, transporte y manejo. Las semillas de *Quercus ilex* y *Quercus faginea* también serán transportadas en cajas. El transporte intentará hacerse en días nublados o a primera hora de la mañana para evitar la desecación de la misma y no será necesario el transporte en camión refrigerado debido a que el tiempo de transporte va a ser reducido. Debido a los daños que puede sufrir la planta durante este proceso, el transporte debe hacerse en camiones con la caja cerrada para evitar desecaciones y la carga debidamente amarrada para evitar golpes y daños físicos durante el trayecto. Estos vehículos de transporte han de ser de aluminio o estar pintados de blanco para reflejar la luz del sol y deberán ir equipados con estantes para evitar el daño mecánico a las plantas (Landis, 1990). Para esta labor será necesario un camión de potencia superior a 130 CV.

4) Recepción y mantenimiento de la planta en el monte hasta su plantación

Para el almacenamiento de la planta en contenedor se debe elegir un lugar resguardado del viento, protegido de las heladas y donde se disponga de agua para la realización de los riegos de mantenimiento (en el momento de la plantación el sustrato debe estar lo más próximo posible a la saturación). En la medida de lo posible, se evitará el transporte de lotes muy numerosos para así reducir los tiempos de espera de plantación (esto supondrá un aumento de los desplazamientos hasta el lugar de almacenamiento de las plantas)

Para el caso concreto de nuestro proyecto, y teniendo en cuenta las necesidades de planta y semillas, así como los volúmenes de contenedor (300 cc para *Pinus halepensis*, *P. pinea* y para *Crataegus monogyna*) previamente definidas:

Se requiere un total de 74211 plantas y 28404 semillas. Las plantas irán transportadas en cajas de cartón ligeras de pared perforada de dimensiones 50 x 30 x

30 cm (45000 cm³) en las que entran 50 plantas en contenedor. Considerando que el camión tiene una capacidad de transporte de 9 m³, en un viaje se podrán transportar 200 cajas, 10000 plantas por viaje, por lo que se necesitarán aproximadamente 8 viajes (7, 4) solo para el transporte de plantas. Con respecto a las bellotas, suponiendo que estas tienen un volumen de unos 3 cm³ cada una (contando los huecos de aire que se forman entre ellas al ser apiladas), una caja de 45000 cm³ va a poder transportar un total de 15000 bellotas, lo que hace que se requieran dos cajas de bellotas (90000 cm³ del camión), las cuales pueden ir incluidas en los 8 viajes previamente definidos (estos viajes son de ida y vuelta desde el vivero a la zona del proyecto).

Se estima que para cada viaje de ida y vuelta se precisa medio jornal de trabajo de un conductor y un peón por lo que los jornales empleados en el transporte de la planta serán de 4 jornales de conductor y 4 jornales de peón.

1.3.5. Época de plantación y siembra

La plantación y siembra se programarán para el 1 de octubre. Esto se debe a que es la fecha que, permite ejecutar la plantación sin comprometer su éxito (Anejo VIII: Estudio de alternativas) y a que las plantaciones tempranas (otoño) han demostrado ser más exitosas en ambientes mediterráneos.

Cuando llegue esta fecha, la plantación y siembra se podrá retrasar (siempre lo menos que se pueda) por motivos de heladas, fuertes vientos, déficit de humedad en el suelo o si el terreno no presenta el tempero adecuado. Se evitará en la medida de lo posible atrasar la plantación hasta el punto de entrar en el periodo de heladas probables (11 de noviembre). En caso de que se precise atrasar la plantación o la siembra hasta entrada la fecha de heladas, se atrasará la siembra, al ser las semillas menos sensibles al descenso de temperaturas por estar enterradas.

1.3.6. Herramientas

Tanto la plantación como la siembra serán manuales con una azada de boca estrecha.

1.3.7. Distribución de la planta

Tanto las plantas en envase como las semillas se irán llevando a la zona del proyecto a medida que estas sean necesarias. Esta distribución tendrá lugar a primera hora de la mañana y en cantidades suficientes para asegurar su disponibilidad a lo largo de la jornada laboral planteada.

Como se ha mencionado previamente, en el caso de que, una vez recibida en monte, la humedad del cepellón de la planta esté alejada de su punto de saturación será necesaria la aplicación de riegos de mantenimiento antes de su implantación definitiva.

1.3.8. Plantación y siembra

Como se ha mencionado anteriormente, tanto la plantación como la siembra se ejecutarán de manera manual debido a las limitaciones que presenta el terreno del proyecto.

Para la plantación manual y con el uso de la azada de boca estrecha, se procederá a la apertura de una cata sobre el terreno previamente preparado, se eliminarán las piedras que pudiesen existir en la cata y se coloca la planta (previamente retirada de su envase con un ligero tirón del cuello de la raíz) de la siguiente manera:

- El tallo de la planta siempre debe quedar recto y el cepellón deberá colocarse de tal manera que no sufra ningún tipo de deformación (porque el hoyo sea estrecho o poco profundo).
- En los hoyos abiertos antes de la plantación deben disgregarse los terrones de tierra y eliminarse las piedras de su interior.
- Una vez se haya enterrado la planta (al nivel del cuello de la raíz) se compactará con el pie la tierra alrededor de la misma para garantizar un adecuado contacto suelo-raíz.
- Una vez haya tenido la plantación es necesario comprobar que no haya bolsas de aire alrededor del sistema radical. Para ello, se dará un pequeño tirón al tallo de la planta y se comprobará su resistencia a la extracción.

Una vez colocada la plántula en la cata, esta se cerrará mediante el aporte de tierra y se compactará con el pie la tierra alrededor de ella. Por último, se hará una media luna en el terreno y alrededor de la plántula a modo de microcuenca para facilitar la retención de agua por escorrentía.

Para la colocación del tubo protector cerrado alrededor de la planta por el plantador, este deberá ser enterrado ligeramente y posteriormente deberá aporarse (no deberá ser excesivo para evitar deformaciones en el tubo, aplastamiento de la planta y sombreo excesivo en el interior) y compactarse la tierra alrededor del mismo. La fijación del tubo invernadero protector de las plántulas al tutor de acacia tendrá lugar mediante bridas, y el tutor (de 1,70 metros de altura) deberá enterrarse un mínimo de 30 cm.

La siembra manual y por puntos, que se realiza con tubos protectores, consistirá en la introducción del protector con las dos semillas en el suelo. Para evitar deformaciones en la raíz cuando la bellota empiece a germinar, se procurará, en la medida de lo posible, que la semilla quede dispuesta en el interior del protector de manera horizontal. También se extraerá, con la ayuda de la azada, la tierra del hoyo, el cual deberá tener una profundidad de entre 10 y 15 cm y se colocará el protector de semillas. A continuación, se echa tierra fina sin piedras hasta que tanto la bellota como la corona de alambre quede completamente cubierta y se continúa echando hasta que también quede cubierta la pelota del interior del tubo. En este caso, a diferencia de la plantación, la tierra no deberá quedar excesivamente compactada, sino que deberá quedar un poco suelta para facilitar la germinación de la semilla.

La mezcla de especies, como se ha especificado en el Anejo VIII: Estudio de alternativas será pie a pie.

1.3.9. Rendimientos

El rendimiento de la plantación manual de plantas en contenedor y con protector según Serrada será de 150 plantas por jornal (2000). Los jornales para la plantación (*Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Crataegus monogyna*) para cada uno de los rodales de repoblación son los siguientes:

Tabla 8: *Jornales necesarios para la plantación (Pinus halepensis, Pinus pinea y Crataegus monogyna) de cada rodal.*

Rodal	S (ha)	Nº plantas	Jornales
1	0,98	871	5,81
2	1,40	1245	8,30
3	1,23	1161	7,74
4	7,26	6856	45,71
5	3,02	2685	17,90
6	0,68	605	4,03
7	1,15	1086	7,24
8	4,81	4542	30,28
9	5,15	4863	32,42
10	0,56	529	3,53
11	0,63	560	3,73
12	2,26	2009	13,39
13	0,35	330	2,20
14	7,26	6856	45,71
15	2,87	2551	17,01
16	8,03	7583	50,55
17	1,42	1262	8,41
18	5,53	5222	34,81
19	1,41	1254	8,36
20	9,31	8792	58,61
21	1,44	1280	8,53
22	0,91	860	5,73
23	8,13	7678	51,19
TOTAL			471,20

El Gobierno de Navarra, en la siembra por puntos con colocación de tubo protector, estima un rendimiento de 47 horas los mil puntos (21, 27 puntos por hora). A efectos del cálculo, no se van a duplicar las semillas (como se hizo en el apartado de necesidades de la planta) ya que, a efectos de trabajo, solo es necesario calcular los puntos-hoyos. Para el cálculo de los jornales se ha incluido la media hora de descanso (7, 5 horas efectivas de trabajo).

Tabla 9: *Jornales necesarios para la siembra (Quercus ilex y Quercus faginea) de cada rodal.*

Rodal	S (ha)	Nº hoyos	Nº horas	Jornales
1	0,98	218	10,25	1,37
2	1,40	311	14,62	1,95
3	1,23	205	9,64	1,29
4	7,26	1210	56,89	7,59
5	3,02	671	31,55	4,21
6	0,68	151	7,10	0,95
7	1,15	192	9,03	1,20
8	4,81	802	37,71	5,03
9	5,15	858	40,34	5,38

Tabla 9 (Cont.): *Jornales necesarios para la siembra (Quercus ilex y Quercus faginea) de cada rodal.*

Rodal	S (ha)	Nº hoyos	Nº horas	Jornales
10	0,56	93	4,37	0,58
11	0,63	140	6,58	0,88
12	2,26	502	23,60	3,15
13	0,35	58	2,73	0,36
14	7,26	1210	56,89	7,59
15	2,87	638	30,00	4,00
16	8,03	1338	62,91	8,39
17	1,42	316	14,86	1,98
18	5,53	922	43,35	5,78
19	1,41	313	14,72	1,96
20	9,31	1552	72,97	9,73
21	1,44	320	15,04	2,01
22	0,91	152	7,15	0,95
23	8,13	1355	63,70	8,49
TOTAL				84,80

En total, para todos los rodales, el proceso de plantación y siembra va a requerir de 556 jornales.

1.4. RIEGOS

Como ya se definió en el Anejo VIII. Estudio de alternativas, se han propuesto los riegos de apoyo como cuidado posterior a la repoblación.

Para el cálculo de la dosis de riego necesaria se van a utilizar las indicaciones propuestas por Martínez de Azagra y del Río (s.f.).

Se estimará que un brinzal de dos savias ocupa una superficie de unos 0,04 m² y, se tomará, como valor de evapotranspiración potencial en la zona del proyecto, el del mes de julio (mes en el que se alcanzan valores de evapotranspiración potencial más elevados), que toma valores de 135,16 L/m² (Anejo I: Estudio climático).

La ETP correspondiente a la superficie que ocupa el brinzal valdrá:

$$135 \frac{L}{m^2} \cdot 0,04 m^2 = 5,4 L$$

Ecuación (1): Cálculo de la evapotranspiración potencial correspondiente a la superficie que ocupa un brinzal.

No obstante, como todas las especies que se han elegido para conformar el conjunto de la repoblación presentan carácter xerofítico, no funcionan a ETP, sino que consumen mucha menos agua (un tercio, por fijar un valor aproximado). Luego las necesidades del brinzal serán las siguientes:

$$5,4 \frac{L}{\text{Brinzal}} \cdot \frac{1}{3} = 1,8 \frac{L}{\text{Brinzal}}$$

Ecuación (2): Necesidades de un brinzal (especies xerofíticas) para superar el mes más desfavorable

Dado que los riegos se programarán para que tengan lugar durante los meses de verano (de julio a septiembre ambos incluidos), las necesidades de agua por temporada van a ser de 5,4 L (1,8 L al mes durante 3 meses).

Estos riegos se ejecutarán con un camión cisterna que dotará a cada planta de 1,8 litros de agua una vez al mes durante los meses de verano (desde julio hasta septiembre). Es decir, a cada planta se le aportará, cada verano, un total de 5,4 litros de agua.

Estos estarán programados para los dos primeros años desde que tenga lugar la repoblación, que es cuando se considera que las plantas van a disponer de la autonomía hídrica, por lo que cada planta recibirá 10,8 litros de agua entre los dos años en que se han programado los riegos.

En la Tabla 10 se muestran las necesidades de agua por rodal y totales. Estas necesidades se indicarán tanto para cada año como para los dos años en que se ha programado el aporte de agua.

Tabla 10: Necesidades de agua por rodales y total en el primer verano tras la repoblación y en conjunto (primer y segundo verano tras la repoblación).

Rodal	Hoyos	Riego (5,4 L/Brinjal) - 1 ^{er} verano	Riego (10,8 L/Brinjal) - 1 ^{er} y 2 ^o verano
1	1089	5880.6	11761.2
2	1556	8402.4	16804.8
3	1366.00	7376.4	14752.8
4	8066.00	43556.4	87112.8
5	3356	18122.4	36244.8
6	756	4082.4	8164.8
7	1278	6901.2	13802.4
8	5344	28857.6	57715.2
9	5721	30893.4	61786.8
10	622	3358.8	6717.6
11	700	3780	7560
12	2511	13559.4	27118.8
13	388	2095.2	4190.4
14	8066	43556.4	87112.8
15	3189	17220.6	34441.2
16	8921	48173.4	96346.8
17	1578	8521.2	17042.4
18	6144	33177.6	66355.2
19	1567	8461.8	16923.6
20	10344	55857.6	111715.2
21	1600	8640	17280
22	1012	5464.8	10929.6
23	9033	48778.2	97556.4
TOTAL	84207	454717.8	909435.6

Teniendo en cuenta que cada camión cisterna tiene una capacidad de 10000 litros de agua, para regar la totalidad de la superficie repoblada se requerirá de 45,47 camiones (46 camiones) cada año y 16 camiones cada mes, 92 camiones los dos años en que se han programado los riegos.

Cada unidad de riego supone la administración de 70 litros de agua, y el rendimiento aproximado es de 1000 unidades de riego por hora, de manera que, el vaciado de los camiones cisterna va a requerir de 13 horas efectivas de trabajo entre las dos temporadas (6,5 horas cada verano)

El suministro de agua a las plantas se hará a última hora del día (antes de que anochezca) de manera que el agua puede percolar en el suelo durante la noche, aprovechando las horas del día en las que la evaporación del agua es menor.

Estos riegos se programarán para que tengan lugar a principios de cada mes (a no ser que, como se ha indicado antes, tenga lugar un episodio de lluvias que permita compensar la elevada evapotranspiración característica de los meses de verano, en cuyo caso, no se aplicará la dosis de riego previamente indicada) y se procurará que el periodo de ejecución de este tratamiento no sobrepase el día 15 de cada mes.

1.5. REPOSICIÓN DE MARRAS

El porcentaje de marras se evaluará de la siguiente forma:

El límite admisible de marras por especies teniendo en cuenta la densidad inicial de plantación y siembra que se ha planteado para la repoblación (siendo esta la misma para todos los rodales), será inferior al 10%, por lo que se fijará este porcentaje de marras admisible en un 5%. Este porcentaje de marras es aplicado por rodales o zonas evaluadas individualmente, no en el conjunto del monte.

La época para realizar la evaluación de marras será en el invierno del año 2 tras la plantación o siembra. En el caso de producirse una sequía estival anómala habrá que considerar su impacto en las marras para diferenciar de aquellas que se deben a una mala ejecución de la obra.

El proceso de reposición de marras será siempre manual.

El año de reposición de marras va variar dependiendo de si la responsabilidad de reposición recae en el contratista o en el proyectista:

- El contratista es responsable cuando no se siguen las prescripciones técnicas del proyecto. En este caso, la reposición debe hacerse al año siguiente y antes de que finalice el plazo de garantía.
- El proyectista es el responsable cuando ha habido una elección equivocada de alguna de las decisiones del proyecto. En este caso, será el promotor/proyectista el que valore el momento más adecuado para la reposición que estará en función de cuando considere que la repoblación se pueda considerar como establecida y del crecimiento de la especie repoblada. En el caso de las especies autóctonas (como las elegidas para el proyecto), las marras se pueden reponer hasta el tercer o cuarto año de la plantación como máximo (para evitar que las nuevas plantas sean pies dominados).

La especie de planta con el que se hará la reposición, teniendo en cuenta el carácter protector de la repoblación, será la misma. No obstante, en caso de reposición de especies pertenecientes al género *Quercus* (*Quercus ilex* o *Quercus faginea*) el material vegetal de reposición ya no será semilla si no que será planta en envase con capacidad superior a 250 cc para evitar que los nuevos pies repuestos queden dominados (ya que las semillas aún no estarían germinadas).

Todas las plantas con las que se haga la reposición tendrán que tener un tubo protector invernadero de 1,20 m (con las mismas características que los de la plantación inicial) fijado al suelo con un tutor de acacia de 1,70 m.

1.6. PODAS

Las podas se han planteado a los 10 años de edad de la masa, y a una altura de 1/3 del total del árbol, con esta acción, se rompe la continuidad vertical del combustible y, con ello, el riesgo de incendio. Además, se mejorará la calidad de la masa.

Las podas se ejecutarán en la época de parada vegetativa (invierno) y preferiblemente a mediados de la estación. El corte se hará, en la medida de lo posible, lo más pegado al tronco.

Se deberá tener un cierto control del diámetro y número de las ramas que son eliminadas, pues van a tener una relación directa con el tiempo de cicatrización, además de suponer una reducción de la cantidad de hojas que hacen la fotosíntesis.

Sólo se podarán los árboles de la repoblación pertenecientes a los géneros *Pinus* y *Quercus*.

1.7. CLARAS Y CLAREOS

Se considera clareo a la operación selvícola por la cual se extraerán de la masa principal los pies sobrantes de los primeros estadíos de la masa (repoblado y monte bravo). De esta extracción no se percibirá ningún tipo de aprovechamiento a nivel comercial. El material deberá ser retirado y triturado en un periodo de tiempo que no supere las dos semanas, para reducir el riesgo de plagas, enfermedades e incendios forestales.

1.8. RESUMEN DE LOS MEDIOS HUMANOS, MATERIALES Y MEDIOS MECÁNICOS

1.8.1. Medios humanos

Marcado de los hoyos/banquetas

Previa a la preparación del terreno, se requiere el marcado de las futuras banquetas de este con una distribución al tresbolillo con una estaca (donde irá situado el hoyo futuro).

El rendimiento del marcado de hoyos/banquetas es de aproximadamente 100 hoyos/hora y para realizar la labor se requiere de un jefe de cuadrilla y un peón forestal. Teniendo en cuenta que el conjunto de la repoblación va a estar conformado por 88413 hoyos, se requerirá de 884 horas de trabajo, el equivalente a 118 jornales (Con 7,5 horas de trabajo efectivo cada jornal).

Como se ha especificado previamente, esta labor tendrá lugar al menos 10 días antes del inicio de las obras de preparación del terreno. Este trabajo se iniciará el 1 de mayo.

El rendimiento del marqueo va incluido en el conjunto de preparación del terreno por microcuencas

Plantación y siembra manual

Tanto la plantación como la siembra (con tubos protectores) están planteadas para iniciarse el 1 de octubre, y tiene que evitarse, en la medida de lo posible que la ejecución de esta labor no sobrepase la fecha que marca el inicio del periodo de heladas (11 de noviembre). El número de días hábiles en este periodo (quitando domingos y festivos y suponiendo que algún día no se pueda trabajar por inclemencias climáticas) es de aproximadamente 35 días. No obstante, se programará para que estas labores finalicen el 4 de noviembre de manera que la repoblación no se vea afectada por un adelanto de la fecha de primera helada inusual.

Como se ha estimado previamente, el proceso de plantación y siembra requerirá de 556 jornales de trabajo, lo que supone 16 obreros y 1 capataz.

Este proceso comenzará en la parte alta de las laderas y continuará descendiendo por estas.

En caso de tener que retrasar o la labor de plantación o la de siembra hasta entrar en el periodo de heladas, lo que se hará dentro del periodo de heladas será la siembra ya que, al estar enterradas las semillas, el riesgo de que su germinación se vea comprometida por las bajas temperaturas es menor que para las plantas en envase.

Trabajos complementarios para la definición de las microcuencas con caballones

Para esta labor se requiere de un peón y de un jefe de cuadrilla forestal

Riegos

El conjunto de la repoblación, requerirá del aporte de 454717,8 litros por temporada. Considerando que cada camión tiene una capacidad de 10000 litros, se requerirá de 46 camiones cisterna cada año en que se ha programado el suministro de agua a la repoblación (16 camiones cada mes).

Teniendo en cuenta el riesgo que supone para la supervivencia de los brinzales el estrés hídrico, se intentará que el aporte de agua tenga lugar en el menos tiempo posible (se procurará que se haya aplicado la totalidad de la dosis de riego antes del día 15 de cada mes)

El rendimiento aproximado es de 1000 unidades de riego por hora (cada unidad de riego comprende 70 litros de agua), por lo que se requiere de el vaciado de los camiones cisterna va a requerir de 6,5 horas efectivas de trabajo cada verano (13 horas efectivas de trabajo entre las dos temporadas)

Estos riegos, para evitar las horas de mayor insolación y, en consecuencia, mayor evapotranspiración, se ejecutarán a última hora de la tarde no pudiendo ejecutarse este tratamiento bajo ninguna circunstancia, una vez haya tenido lugar la puesta de sol.

1.8.2. Medios mecánicos

Apertura mecanizada de banquetas con retroexcavadora

Esta actuación afecta a los rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23 y su ejecución requiere de 323,34 jornales (aproximable a 323 jornales y medio de maquinaria). Dadas las dimensiones del proyecto, se requerirá del trabajo simultáneo de 5 retroexcavadoras.

Como se requiere que la preparación del terreno esté efectuada al menos dos meses antes de que comience la plantación, estas obras se iniciarán el 15 de mayo y terminarán (considerando domingos y festivos y los días que no se ha podido trabajar por inclemencias climáticas) el 5 de agosto.

Apertura mecanizada de banquetas con retroaraña

Esta actuación afecta a los rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22 y su ejecución requiere de 30, 21 jornales (aproximable a 30 jornales y medio de maquinaria).

Como se requiere que la preparación del terreno esté efectuada al menos dos meses antes de que comience la plantación, estas obras se iniciarán el 15 de mayo y terminarán (considerando domingos y festivos y los días que no se ha podido trabajar por inclemencias climáticas) el 25 de junio.

2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

2.1. COLOCACIÓN DE PROTECTORES

2.1.1. Procedimiento

2.1.1.1. Protector de plántulas (tubo invernadero)

Estos tubos de plástico de plástico bicapa y perforados tendrán una altura de 1,20 m. Junto a estos, se colocará un tutor de acacia de 1,70 m de altura, al que quedarán unidos por bridas.

Estos protectores se colocarán alrededor de las plántulas y las semillas con el objetivo de otorgar a estas protección física y un ambiente favorable a su desarrollo. Una vez superado el riesgo de predación han de ser retirados para que no se produzcan deformaciones en la ramificación.

2.1.1.2. Protector de semillas (Reque y Martín, 2013)

Para las bellotas de *Quercus ilex* y *Quercus faginea*, el método de protección será la colocación de tubos protectores de semilla mixtos (que también requieren de tutor de acacia de 1,70 m). Estos tubos son mixtos porque su parte superior está formada por los tubos protectores de brinzales y la parte inferior, conformada por una malla metálica, se compone de un embudo hecho de la propia malla en cuyo interior se encuentra una pelota de plástico que evita que cualquier herbívoro tenga acceso a la semilla.

La parte superior (tubo de plástico) al igual que para los brinzales, deberá ser retirada una vez se haya superado el riesgo de depredación (cuando se supere el tamaño de 1, 20 m del tubo). No obstante, la parte inferior (malla metálica) y el hilo que une los alambres, se oxidarán y degradarán en el terreno, de manera que no suponen un impedimento para el crecimiento radicular. Para el correcto dimensionamiento del protector, la malla deberá tener unas medidas de 53 celdillas en el lado mayor y 32

celdillas en el lado menor. El lado de la cuadrícula debe ser de 6 x 6 mm con un grosor de alambre de 1 mm.

Los protectores funcionen de manera tal que las semillas encapsuladas con la malla metálica, junto con los pinchos de alambre que se han formado, hacen que el jabalí no pueda comérselas. Los ratones, por otro lado, olerán las semillas e intentarán acceder a ellas, pero se encontrarán con la valona y abandonarán.

La esfera agujerada es una pelota de ping-pong y su finalidad es la de no dejar salir la semilla al exterior en caso de ataque de depredadores y no dejar que entren los roedores por la parte superior del protector.

Una vez colocado el protector dentro del hoyo, este se entierra hasta alcanzar el nivel superior. La tierra se introduce en el interior del cilindro manualmente.



Figura 1: Detalle del protector de semilla (Reque y Martín, 2013): Niveles de enterramiento, pasadores y semillas. (Fuente: Martín, 2018).

Para introducir las semillas en el protector, se introducen las dos bellotas de la especie (las dos bellotas han de ser de la misma especie de quercínea) y después se posicionan las pestañas antirretroceso de la pelota.

2.1.2. Rendimiento

El rendimiento tanto para la colocación del protector de brinzales como para la colocación del protector de semillas se ha englobado en el proceso de plantación y de siembra.

2.2. PROTECCIÓN CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES

Aunque no se puede prever las posibles plagas o enfermedades que vayan a afectar a la masa de la repoblación, como principales medidas preventivas se considerarán:

- Eliminar las plantas del vivero que presentan daños de hongos o insectos (Se considerará que las eliminadas no serán superiores al incremento de necesidad de planta previamente planteado).
- Si la repoblación cercana tiene alguna plaga debe vigiarse periódicamente la plantación, eliminándose rápidamente cualquier brote de plaga.
- En el caso de que se observe una mortandad alta sin causa aparente, debe consultarse al servicio de plagas de la Consejería competente, para que haga las recomendaciones competentes.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo X. Preparación del suelo y economía del agua. MODIPÉ

ÍNDICE DEL ANEJO X: PREPARACIÓN DEL SUELO Y ECONOMÍA DEL AGUA. MODIPÉ

1.	Introducción	1
2.	Preparación del suelo y economía del agua.....	1
3.	Justificación de los datos de entrada introducidos en el programa MODIPÉ2	
3.1.	Datos de la sistematización del terreno.....	2
3.1.1.	Número de curva de la ladera actual en condición II (NAC)	2
3.1.2.	Área de impluvio (S_1).....	3
3.1.3.	Área de recepción (S_2)	3
3.1.4.	Nº de curva del área de impluvio en condición II (NI)	3
3.1.5.	Nº de curva del área de recepción en condición II (NR)	4
3.1.6.	Capacidad de embalse del área de recepción (I):.....	4
3.2.	Datos sobre lluvias y condiciones previas de humedad del terreno.....	5
4.	Resultados: número de curva y umbrales de escorrentía.....	5
5.	Resultados: lluvia y condiciones de humedad	7
6.	Condición hidrológica del futuro bosque.....	9

1. INTRODUCCIÓN

El modelo hidrológico MODIPÉ ha sido desarrollado por Andrés Martínez De Azagra Paredes con la financiación del ICONA (a través del proyecto LUCDEME - Lucha contra la Desertificación en el Mediterráneo).

MODIPÉ (MODificación de Precipitaciones por Escorrentía) es un modelo hidrológico sobre recolección de agua basado en el método del número de curva que estima la infiltración o disponibilidad hídrica en una ladera degradada antes y después de la intervención proyectada. El programa está especialmente pensado para el diseño de repoblaciones forestales en zonas áridas o semiáridas. (Martínez de Azagra *et al.*, 2006)

En el presente anejo, se van a indicar los datos introducidos en el modelo hidrológico MODIPÉ, su justificación en base al caso concreto del presente proyecto e interpretación de estos. Además, se hará una pequeña comparación entre cual sería la evolución de la repoblación si no se aplicase un sistema de recolección de agua en sus laderas con respecto al planteamiento propuesto - Ahoyado con alcorque; Microcuencas (Más especificaciones en el Apartado 2. Preparación del suelo y economía del agua).

2. PREPARACIÓN DEL SUELO Y ECONOMÍA DEL AGUA

Según Martínez de Azagra *et al.* la preparación del suelo afecta a cuatro factores relativos a la disponibilidad hídrica del terreno repoblado y a la erosión que se produzca por y tras la intervención: Alteración en la microtopografía original del terreno, cambio en su capacidad de infiltración, reducción de la vegetación preexistente y cambio en la profundidad del perfil edáfico (2006).

El presente Proyecto de restauración hidrológico-forestal se ubica en una zona donde la fuerte sequía estival, las fuertes pendientes y la ausencia de cubierta vegetal hacen que se requiera de una buena preparación del terreno para evitar que haya un riesgo de marras desmesurado o incluso evitar el fracaso de la misma, especialmente durante el primer año, ya que la disponibilidad hídrica de los brinzales en este periodo es fundamental para su arraigo y establecimiento.

En la *Figura 1*, se muestran las regiones del planeta oasisificables, estando prácticamente la totalidad del territorio español y el monte "El Cárcavo" donde se ha planteado el presente proyecto, incluido.

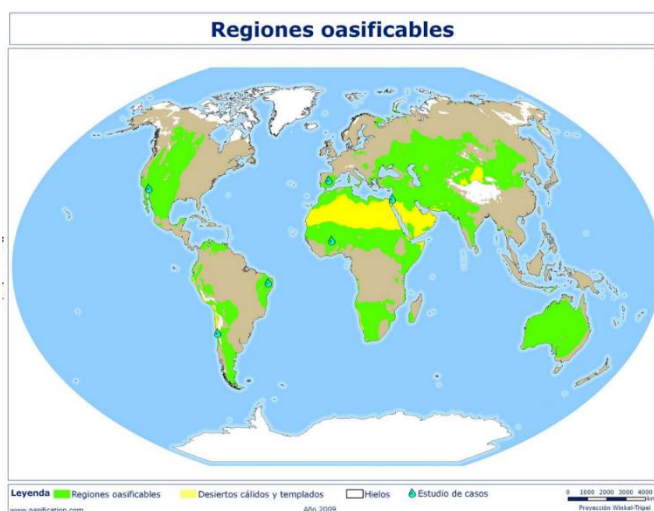


Figura 1: Mapa de regiones oasisificables. Fuente: Martínez de Azagra *et al.*, 2006.

Es por ello que el sistema de preparación del terreno elegido consiste en un sistema de recolección de agua conformado por un ahoyado con alcorque y delimitación de microcuencas mediante caballones laterales que conectarán en un ángulo de 45° (con respecto al centro del hoyo; 21° con respecto a sus esquinas) con los árboles inmediatamente superiores. Este sistema de recolección de agua estará formado por:

- Un área de impluvio: Formada por la microcuenca, que recogerá el agua ante un episodio de lluvias y la derivará hacia el área de recepción
- Un área de recepción: Formado por el hoyo/banqueta de forma prismática con un pequeño alcorque de 15 cm que favorecerá que el agua se dirija hacia esta área de recepción.

La perfecta delimitación de los caballones, de manera que todos los hoyos estén conectados entre sí por estos, hace que el sistema de recolección de agua sea primario y pleno, de manera que la totalidad de la escorrentía de la superficie es puesta a disposición de los brinzales (a diferencia de la sistematización incompleta en la que parte de la escorrentía generada en las laderas se pierde).

Con este sistema de preparación del terreno se va a conseguir que los brinzales se beneficien, hidrológicamente hablando, de la propia degradación del terreno: Estos cosecharán el agua de la escorrentía generada en las laderas. Por otro lado, desde el punto de vista de la erosión, las laderas se beneficiarán de que el recorrido de la escorrentía se reduzca al recorrido longitudinal del área de recepción, al ser captada esta por los hoyos.

3. JUSTIFICACIÓN DE LOS DATOS DE ENTRADA INTRODUCIDOS EN EL PROGRAMA MODIPÉ

3.1. DATOS DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL TERRENO

3.1.1. Número de curva de la ladera actual en condición II (NAC)

Para la determinación de todos los números de curva del presente anejo se ha hecho uso del programa NUMCUR, también diseñado por los creadores de MODIPÉ.

La determinación del número de curva se ha hecho paso a paso, en lugar de empleando las tablas de número de curva.

Se ha considerado un solo complejo hidrológico ya que las condiciones hidrológicas de las laderas son homogéneas.

Los números de curva pueden tomar valores de entre 0 a 100 (estos incluidos), correspondiéndose el valor 100 con terrenos completamente impermeables (en los que toda la precipitación se transforma en escorrentía).

El porcentaje de arenas, limos y arcillas del suelo de las laderas es el siguiente (Anejo II. Estudio edafológico)

- % Arena = 34,5
- % Limo = 41,1
- % Arcilla = 24,4

En base a esto, el suelo pertenece al grupo C.

Teniendo en cuenta el tipo de suelo y la indicación de que las laderas están desnudas, el número de curva obtenido es 91.

3.1.2. Área de impluvio (S_1)

El área de impluvio, como se ha mencionado anteriormente, es el generador de la escorrentía que va a ser aprovechada en el área de recepción.

Para hallarla nos vamos a basar en la siguiente Ecuación (1) de cálculo de superficie para una sistematización primaria completa.

$$S = S_1 + S_2 = S_p$$

Ecuación (1): Cálculo de S (Tamaño de la unidad sistematizada), S_p (Superficie destinada a cada planta), S_1 (Superficie del área de impluvio) y S_2 (Superficie del área de recepción).

Para el cálculo de la superficie destinada a cada planta (S_p) se ha empleado la Ecuación (2).

$$S_p = \frac{10000 \left(\frac{m^2}{ha} \right)}{\text{Densidad de plantacion} \left(\frac{pies}{ha} \right)} = \frac{10000 \left(\frac{m^2}{ha} \right)}{1111 \left(\frac{pies}{ha} \right)} = \frac{9 m^2}{pie}$$

Ecuación (2): Cálculo de la superficie de ladera destinada a la recolección de agua de cada planta.

Por tanto, tanto S como S_p van a medir $9 m^2$, coincidiendo con la superficie definida por el marco de plantación $3 \times 3 m$.

Para el cálculo de S_1 , se empleará la siguiente diferencia, derivada de la Ecuación (1) (El dato S_2 aparece calculado en el apartado 3.1.3.)

$$S_1 = S_p - S_2 = 9 m^2 - 0,36 m^2 = 8,64 m^2$$

Ecuación (3): Cálculo del área de impluvio del sistema de recolección de agua.

3.1.3. Área de recepción (S_2)

Para el cálculo del área de recepción se toman las medidas de la base del hoyo (Anejo IX. Ingeniería de las obras). Este hoyo es prismático de dimensiones $0,6 \times 0,6 \times 0,6 m$. Por tanto, el área de recepción será el siguiente:

$$S_2 = 0,6 m \cdot 0,6 m = 0,36 m^2$$

Ecuación 4: Cálculo del área de recepción del sistema de recolección de agua

3.1.4. Nº de curva del área de impluvio en condición II (NI)

El número de curva del área de impluvio va a ser el mismo que el de la ladera ya que las labores de preparación del terreno han sido puntuales. Por lo tanto, el número de curva del área de impluvio va a ser 91.

3.1.5. Nº de curva del área de recepción en condición II (NR)

Para la determinación del número de curva del área de recepción de la escorrentía, el correspondiente al hoyo, se van a tomar las indicaciones que aparecen en la *Figura 1* para la labor ahoyado con alcorque; Microcuencas. La figura se corresponde con la imagen que aparece en la el botón de ayuda del programa .

LABOR	ESQUEMA	NUMERO DE CURVA	CAPA
Ladera inalterada		NI = NR = NAC	0
Ahoyado con alcorque; Microcuencas		NI = NAC NR ≠ NAC ¹	> 0
Acaballonado según curvas de nivel; Subsolado con rejón modificado		NI = NAC NR ≠ NAC ¹	> 0
Acaballonado superficial		NI > NAC NR ≠ NAC ¹	> 0
Aterrazado en contrapendiente		NI > NAC NR ≠ NAC ¹	> 0
Zanja de infiltración		NI = NAC NR ≠ NAC ¹	> 0
Subsolado lineal; Subsolado pleno		NI = NAC NR < NAC ²	≠ 0
Laboreo pleno según curvas de nivel		NI = NR > NAC ³	≠ 0

¹ A falta de ensayos de campo y para estar del lado de la seguridad: NR > NAC
² En litosuelos y estando el terreno seco (a tempero)
³ El efecto hidrológico global es negativo, pues el aumento del número de curva predomina sobre CAPA (≠ 0)

Figura 2: Ventana de ayuda del programa MODIPÉ para la determinación del número de curva del área de recepción (NR) en base a los métodos de preparación del terreno.

Para la preparación del terreno planteada en el proyecto, se establece que NR ha de ser distinto de NAC (siendo este igual que NI). Para estar del lado de la seguridad, se va a fijar un valor del número de curva del área de recepción de 94.

3.1.6. Capacidad de embalse del área de recepción (L):

El área de recepción tiene las dimensiones previamente citadas de un prisma, cuyo volumen es el siguiente:

$$0,6 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} = 0,216 \text{ m}^3$$

Este valor aproximado e incrementado ligeramente debido a que el alcorque incrementa ligeramente la capacidad de embalse, se va a concretar este valor en 0,23 m³ (230 L).

3.2. DATOS SOBRE LLUVIAS Y CONDICIONES PREVIAS DE HUMEDAD DEL TERRENO

Se va a escoger la opción de precipitaciones de un año, concretamente para los datos del año 2021, por tener los datos de todos los meses y por ser el más cercano al 2022, por lo que es más probable que sea más parecido desde el punto de vista de las precipitaciones. Además, en base al índice de humedad que se ha calculado para este año 2021 (*Anejo I: Estudio climático*) se puede afirmar que se trata de un año "normal" desde el punto de vista hidrológico, es decir, con precipitaciones anuales que adquieren valores muy próximos a la media de 432,73 mm calculada para el periodo de años que comprende el periodo 1974-2021 en base a los datos de la estación meteorológica de Valladolid (Valladolid).

Para esta opción, las variables solicitadas son:

- **P_{mes}**: La precipitación mensual (mm)
- **M_{max}**: La precipitación máxima diaria del mes (mm)
- **N**: Número de días con precipitación apreciable (si $P \geq 0,1$ mm)

Tabla 1: Datos de entrada en el programa MODIPÉ sobre lluvias y condiciones previas de humedad del terreno para el año 2021.

	P_{mes} (mm)	M_m (mm)	N
Enero	26,6	9,0	10
Febrero	69,4	15,4	12
Marzo	1,6	1,0	3
Abril	59,9	13,0	15
Mayo	19,0	6,8	9
Junio	35,6	8,6	11
Julio	0,0	0,0	0
Agosto	0,0	0,0	0
Septiembre	67,4	19,2	8
Octubre	36,2	11,6	8
Noviembre	48,2	18,8	9
Diciembre	31,8	13,8	10

4. RESULTADOS: NÚMERO DE CURVA Y UMBRALES DE ESCORRENTÍA

Los datos de salida del programa MODIPÉ tras haber introducido los de entrada en el programa MODIPÉ son los siguientes:

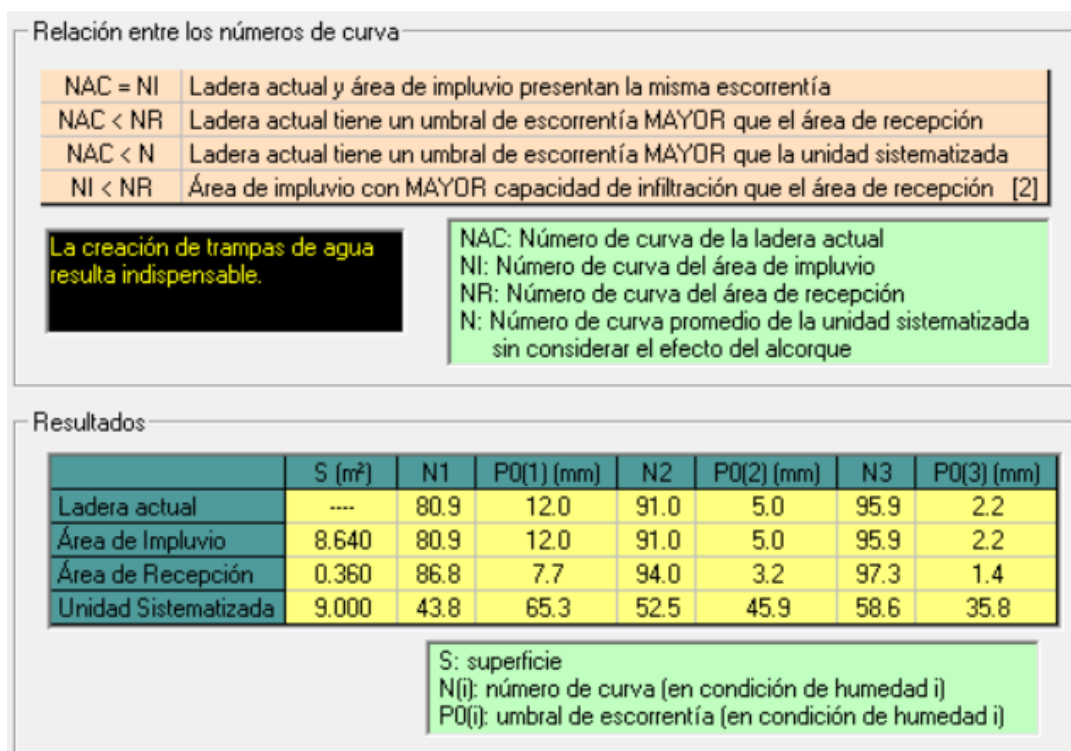


Figura 3: Datos de salida del modelo MODIPÉ de relación entre los números de curva y umbrales de escorrentía.

Para la interpretación de estos es necesario aclarar que las condiciones previas de humedad (J) pueden tomar valores del 1 al 3:

- J= 1: Suelo muy seco
- J= 2: Suelo en situación intermedia
- J= 3: Suelo muy húmedo

Los números de curva introducidos en los datos de entrada se corresponden con la condición intermedia de humedad (J=2), que es con la que trabaja el programa NumCur.

P₀ es el umbral de escorrentía (mm): Cantidad de lluvia a partir de la cual comienza la escorrentía. Este umbral depende directamente del número de curva y se calcula en base a la Ecuación (5).

$$P_0 = 0,2 \cdot \frac{25400 - 254 \cdot N}{N}$$

Ecuación (5): Cálculo del umbral de escorrentía en base a los números de curva. Fuente: Martínez de Azagra *et al.*, 2006.

A este umbral de escorrentía también se le puede denominar como precipitación límite, pues es la precipitación a partir de la cual se empieza a generar escorrentía.

Por tanto, se puede comprobar que, cuanto más alto sea el valor de condición de humedad previa, menor es el umbral de escorrentía, al estar el suelo más saturado de

agua (ante igualdad de precipitación, en un suelo con $J=3$ se generará escorrentía antes que en un suelo con $J=1$).

Lo más destacable de los datos obtenidos es:

1. La indicación de que, en base a los datos de entrada de nuestra ladera, la creación de trampas de agua resulta indispensable.
2. La comprobación de que, por un lado, la creación de microcuencas va a generar una disminución de los valores de los números de curva y, con ello, se va a incrementar el umbral de escorrentía (Se requerirá de un episodio de lluvia más intenso para que se genere escorrentía).
3. Observando las columnas 4 y 5 de la Figura 3 (las cuales se corresponden con una condición media de humedad, $J=2$) se puede afirmar que el número de curva de 91 se corresponde con un umbral de escorrentía muy pequeño (5 mm, mientras que, para la unidad sistematizada (número de curva de 52,5 mm), el umbral de escorrentía (o precipitación límite) vale 45,9 mm. En base a este dato se puede afirmar que la microcuenca será endorreica salvo que tenga lugar una tormenta muy fuerte. Además, por tratarse de un número de curva muy alto, se producirán cosechas en el área de recepción cuando caigan chubascos mayores de 5 mm.
4. Si se analizan las columnas 2 y 3 de la Figura 3 (las cuales se corresponden con una condición baja de humedad, $J=1$) se puede observar que, al igual que para $J=2$, la unidad sistematizada (número de curva 43,8) presenta un umbral de escorrentía muy superior al de la ladera actual (65,3 mm frente a 12 mm). Al igual que para condiciones de humedad intermedias, la microcuenca será endorreica a no ser que se produzcan lluvias excepcionalmente cuantiosas y las cosechas de agua en el área de recepción cuando caigan chubascos superiores a 12 mm.
5. Para $J=3$, condiciones altas de humedad (columnas 6 y 7 de la Figura 3), al igual que en los casos anteriores, se comprueba que, el umbral de escorrentía en la unidad sistematizada es mucho mayor que en la ladera actual (35,8 mm frente a 2,2 mm) resultado de una disminución del número de curva.

5. RESULTADOS: LLUVIA Y CONDICIONES DE HUMEDAD

En base a los datos introducidos (Ver apartado 3.2), el programa MODIPÉ ha aportado los siguientes resultados parciales para 3 casos distintos.

Antes de presentar los resultados se va a hacer una aclaración del significado de algunos parámetros que no se han definido previamente:

- P_{V1} : Precipitación caída en el aguacero virtual 1 (mm)
- N_1 : Número de veces que ocurre el aguacero virtual 1
- P_{V2} : Precipitación caída en el aguacero virtual 2 (mm)
- N_2 : Número de veces que ocurre el aguacero virtual 2
- P_5 : Precipitación acumulada los cinco días previos al aguacero.
- J : Condiciones de humedad para el mes

Los tres casos que propone el programa MODIPÉ para analizar el comportamiento de la ladera ante un año son los siguientes:

1. Caso I: Mínima escorrentía

Este caso es el más desfavorable desde el punto de vista de la escorrentía (menor posibilidad de cosechas de agua) pues se dará cuando todos los días (excepto el de lluvia máxima) caiga la misma precipitación.

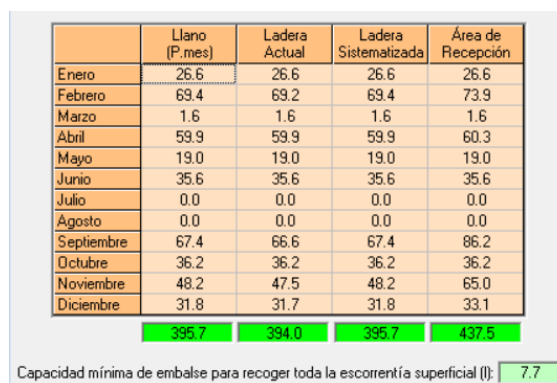
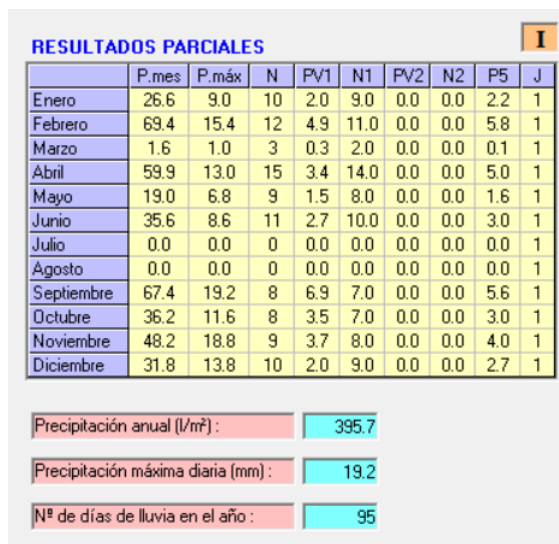


Figura 4: Datos de salida parciales del modelo MODIPÉ de precipitación para el Caso I: Mínima escorrentía

Figura 5: Datos de salida parciales del modelo MODIPÉ de disponibilidades hídricas para el Caso I: Mínima escorrentía

Del análisis de la Figura 4 y Figura 5 se puede deducir que, con las dimensiones que se han dado a los hoyos del proyecto, se sobrepasa por mucho la capacidad mínima de embalse para la recolección de la escorrentía superficial de manera que, toda la escorrentía podrá ser recogida por el hoyo (en este caso de mínima escorrentía)

2. Caso II: Máxima escorrentía

Este caso es el más favorable desde el punto de vista de la escorrentía (mayor posibilidad de cosechas de agua) pues se da cuando apenas hay precipitación en varios días y en los restantes llueve casi igual que el día de lluvia máxima.

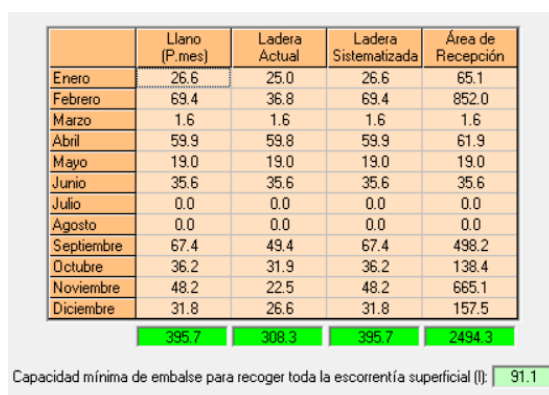
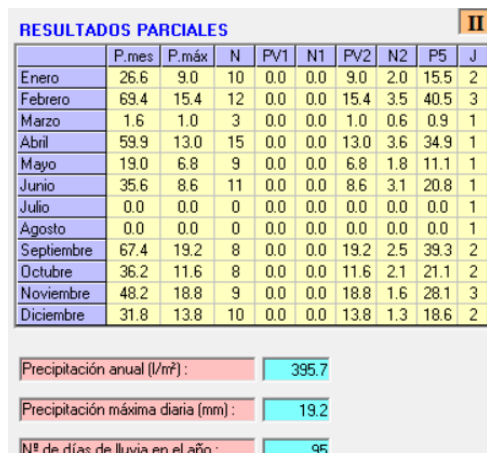


Figura 6: Datos de salida parciales del modelo MODIPÉ de precipitación para el Caso II: Máxima escorrentía

Figura 7: Datos de salida parciales del modelo MODIPÉ de disponibilidades hídricas para el Caso II: Máxima escorrentía

Del análisis de la Figura 6 y de la Figura 7 podemos decir que, ante el episodio de lluvia más extremo, teniendo en cuenta las dimensiones que se han dado a los hoyos de la repoblación, estos podrán recoger y aprovechar la totalidad de la escorrentía generada

3. Caso III: Escorrentía intermedia

Este se trata de un caso intermedio entre el Caso I y el caso II

RESULTADOS PARCIALES									
	P.mes	P.máx	N	PV1	N1	PV2	N2	P5	J
Enero	26.6	9.0	10	2.0	3.5	5.5	2.0	6.4	1
Febrero	69.4	15.4	12	4.9	3.7	10.2	3.5	14.5	2
Marzo	1.6	1.0	3	0.3	0.7	0.7	0.6	0.5	1
Abril	59.9	13.0	15	3.4	5.2	8.2	3.6	11.6	1
Mayo	19.0	6.8	9	1.5	3.1	4.2	1.8	4.8	1
Junio	35.6	8.6	11	2.7	3.4	5.7	3.1	7.8	1
Julio	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
Agosto	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
Septiembre	67.4	19.2	8	6.9	2.2	13.0	2.5	17.3	1
Octubre	36.2	11.6	8	3.5	2.4	7.6	2.1	9.4	1
Noviembre	48.2	18.8	9	3.7	3.2	11.2	1.6	12.4	1
Diciembre	31.8	13.8	10	2.0	3.8	7.9	1.3	8.1	1

Precipitación anual (l/m²): 395.7
 Precipitación máxima diaria (mm): 19.2
 Nº de días de lluvia en el año: 95

Figura 8: Datos de salida parciales del modelo MODIPÉ de precipitación para el Caso III: Escorrentía intermedia.

	Llano (P.mes)	Ladera Actual	Ladera Sistemizada	Área de Recepción
Enero	26.6	26.6	26.6	26.6
Febrero	69.4	63.3	69.4	215.4
Marzo	1.6	1.6	1.6	1.6
Abril	59.9	59.9	59.9	60.3
Mayo	19.0	19.0	19.0	19.0
Junio	35.6	35.6	35.6	35.6
Julio	0.0	0.0	0.0	0.0
Agosto	0.0	0.0	0.0	0.0
Septiembre	67.4	66.6	67.4	87.3
Octubre	36.2	36.2	36.2	36.2
Noviembre	48.2	47.5	48.2	65.0
Diciembre	31.8	31.7	31.8	33.1
	395.7	388.0	395.7	580.2

Capacidad mínima de embalse para recoger toda la escorrentía superficial (l): 28.1

Figura 9: Datos de salida parciales del modelo MODIPÉ de disponibilidades hídricas para el Caso III: Escorrentía intermedia.

6. CONDICIÓN HIDROLÓGICA DEL FUTURO BOSQUE.

En base a lo propuesto en el proyecto, dentro de 80 años se espera un ecosistema de bosque conformado principalmente por especies de coníferas pertenecientes al género *Pinus* (*Pinus halepensis* y *Pinus pinea*) y frondosas pertenecientes al género *Quercus* (*Quercus ilex* y *Quercus faginea*). Además, se ha introducido la especie arbustiva *Crataegus monogyna*, como accesoria en la repoblación.

Se espera que en este periodo se pase de un suelo tipo C a un suelo tipo B, debido a una mejora en la estructura del suelo y a un aumento de la profundidad de este, lo que hará que aumente su capacidad de infiltración. Los suelos tipo B poseen una mayor tasa de infiltración ($20 < f_c < 50$ mm/h) que los suelos tipo C ($1 < f_c \leq 20$ mm/h) (Ferrer-Juliá, 2003). Esta mejora de las condiciones edáficas también facilitará a las raíces la exploración del medio edáfico, siendo más fácil para la planta el acceso a las reservas hídricas del propio sistema forestal, induciendo un mayor crecimiento de la parte aérea del brinzal.

Por tanto, se espera que el número de curva actual de las laderas, 91 pueda, gracias a la repoblación, alcanzar el número de curva de 60.

Como se prevé que esta evolución favorable de la capacidad de infiltración se produzca en 80 años, la disminución anual del número de curva valdrá, de media: 0,39

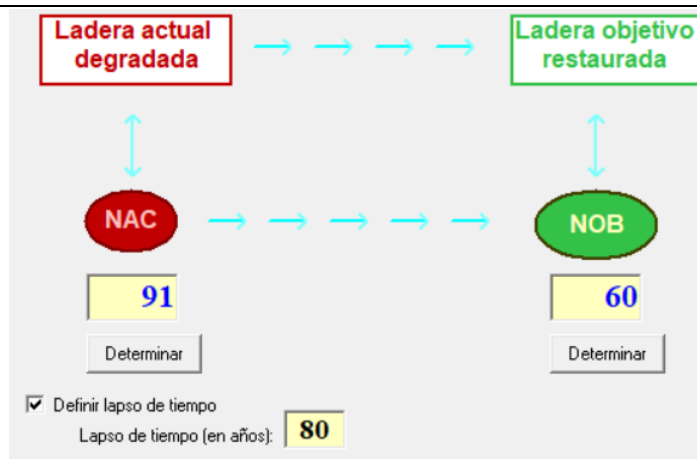


Figura 10: Datos de entrada del programa NumCur para el cálculo de la disminución anual del número de curva.

Números de curva y umbrales de escorrentía correspondientes				
Condición(J)	NAC(J)	PAC(J)	NOB(J)	POB(J)
1	80.9	12.0	38.7	80.6
2	91.0	5.0	60.0	33.9
3	95.9	2.2	77.5	14.7

Lapso temporal considerado: **80** años. $\frac{\Delta N}{\Delta t} =$ **0.39**

Figura 11: Datos de salida del programa NumCur de números de curva y umbrales de escorrentía correspondientes actuales (NAC y PAJ) y objetivos (NOB y POB)

Podemos deducir que, con la mejora de las condiciones edáficas e hidrológicas de las laderas como consecuencia de la introducción de cubierta vegetal, se va a reducir el valor de los números de curva (en 0,39 unidades por año) independientemente de la condición de humedad. Análogamente, se va a incrementar el valor de los umbrales de escorrentía.

Por último, hay que aclarar que, el efecto de mejora hidrológica que aportan las microcuencas no es permanente ya que los caballones se irán desdibujando con el paso del tiempo. No obstante, para cuando esto ocurra, se asume que los antiguos brinzales habrán alcanzado un estado de madurez tal que tendrán autonomía hídrica y podrán subsistir bajo las exigentes condiciones del medio en el que se ubican sin el sistema de recolección de agua aquí planteado.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XI. Programa de ejecución y puesta en marcha de las obras

ÍNDICE DEL ANEJO XI: PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS

1.	Programa de ejecución y puesta en marcha de las obras	1
1.1.	Repoblación	1
1.1.1.	Marcado de hoyos.....	1
1.1.2.	Apertura de banquetas con retroexcavadora y delimitación de microcuenca.....	1
1.1.3.	Apertura de banquetas con retroaraña y delimitación de microcuenca.....	1
1.1.4.	Plantación y siembra manual.....	1
1.2.	Trabajos complementarios	2
1.2.1.	Colocación de los protectores de planta y semilla	2
1.2.2.	Riegos.....	2
2.	Esquema del programa de ejecución	2
2.1.	Diagrama de Gantt.....	2
2.2.	Diagrama de PERT	4

1. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS

1.1. REPOBLACIÓN

Para el cálculo de los días necesarios de ejecución de una determinada labor se han excluido los domingos y festivos, así como una serie de días en los que se estima que no se va a poder trabajar por condiciones climáticas adversas u otras circunstancias que puedan dificultar las obras o incluso poner en riesgo a los trabajadores o la consecución de la repoblación.

1.1.1. Marcado de hoyos

Para la ejecución de la labor de marcado de hoyos (banquetas) se requiere de una jefe de cuadrilla y un peón forestal. Esta labor requiere de 118 jornales de trabajo (con 7,5 horas efectivas cada uno), se iniciará el 20 de abril y finalizará el 5 de mayo.

1.1.2. Apertura de banquetas con retroexcavadora y delimitación de microcuenca

Esta labor se ha de iniciar al menos dos meses antes de que se inicie la plantación y, teniendo en cuenta los jornales necesarios para ejecutarla (323 jornales y medio) la fecha de inicio será el 15 de mayo y la de finalización el 5 de agosto.

1.1.3. Apertura de banquetas con retroaraña y delimitación de microcuenca.

Esta labor ha de iniciarse al menos dos meses antes de que tenga lugar la plantación y, teniendo en cuenta los jornales necesarios para ejecutarla (aproximadamente 30 jornales y medio) la fecha de inicio será el 15 de mayo y terminará el 25 de junio.

1.1.4. Plantación y siembra manual

Tanto la plantación como la siembra, labores que conjuntamente requieren de 556 jornales de trabajo, se iniciarán el 1 de octubre y finalizarán el 4 de noviembre (se pueden alargar hasta la fecha de primera helada).

Los días que se han estimado para la ejecución de la siembra y plantación es análoga a la de colocación de tubos protectores de plántulas y semillas, ya que es una labor que se ejecuta conjuntamente.

Además, en base a las necesidades de planta y semilla que se han de llevar al monte, se ha concretado que se necesitan 4 jornales de conductor y 4 jornales de peón. El transporte y aviverado de la planta en monte será un proceso paralelo a la plantación ya que se irá suministrando a medida que se requiera en monte (Aproximadamente un viaje de suministro de planta al monte cada 4 días)

1.2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

1.2.1. Colocación de los protectores de planta y semilla

La colocación de los protectores de planta y los protectores mixtos de planta y semilla será paralela a la plantación y siembra respectivamente. Es por ello que la fecha de inicio y finalización de esta labor es del 1 de octubre al 4 de noviembre.

1.2.2. Riegos

Los riegos se han programado para que se ejecuten una vez al mes durante el periodo estival (julio-septiembre, ambos incluidos) y para los dos veranos siguientes a que haya tenido lugar la plantación y la siembra. Estos riegos mensuales se aplicarán en la primera semana de cada mes, y se estima que la aplicación de riegos mensuales requiere de menos de 3 horas.

2. ESQUEMA DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN

2.1. DIAGRAMA DE GANTT

A continuación, se adjunta el esquema del programa de ejecución, en el que se detalla las fechas en las que se plantea el inicio y fin de cada una de las obras que componen el proyecto (Tabla 1).

Hay una serie de trabajos que están planteados en el proyecto pero que no aparecen en el diagrama. Esto se debe a que son obras planteadas a futuro, una vez haya tenido lugar la implantación vegetal. Estas obras o trabajos son:

- La reposición de marras que, como ya se ha especificado, tendrá lugar en invierno del segundo año tras la repoblación (El porcentaje de marras admisible será del 5%).
- La retirada de los tubos protectores de plantas una vez se haya superado el riesgo de depredación por parte de herbívoros (Una vez la planta asome por la parte superior del tubo).
- Las podas, que, como se ha indicado en el Anejo IX. Ingeniería del Proyecto, se ejecutarán a los 10 años una vez haya tenido lugar la plantación.

Tabla 1: Resumen del programa de ejecución del proyecto (Estimación optimista).

MES	ABR				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEP.				OCTUBRE				NOV.				JULIO (+1 AÑO)				AGOSTO (+1 AÑO)				SEP. (+1 AÑO)				JULIO (+2 AÑO)				AGOSTO (+2 AÑO)				SEP. (+2 AÑO)			
	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	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
SEMANA																																																								
Marcado de banquetas																																																								
Banquetas con retroexcavadora y microcuenca																																																								
Banquetas con retroaraña y microcuenca																																																								
Transporte y aviverado																																																								
Plantación con tubo protector																																																								
Siembra con protector de semilla y tubo protector																																																								
Riegos de apoyo																																																								

2.2. DIAGRAMA DE PERT

Además del diagrama de Gantt, se va a plantear el diagrama de PERT (Program Evaluation and Review Technique, 1958). Este diagrama sirve para determinar el tiempo de ejecución del Proyecto, los plazos de ejecución de actividades y holguras.

Para la elaboración del diagrama de PERT se van a seguir una serie de pasos:

1. Actividades a realizar y tiempos adjudicados a cada una de ellas.
 - A. Marcado de banquetas/hoyos = 12 días
 - B. Apertura de banquetas con retroexcavadora y delimitación de microcuencas = 70 días
 - C. Apertura de banquetas con retroaraña y delimitación de microcuencas = 35 días
 - D. Suministro y aviverado de planta = 8 días (8 viajes)
 - E. Plantación y colocación de los tubos protectores + Siembras y colocación de los protectores de semilla y tubo protector = 30 días.
 - F.1. Riegos de apoyo y socorro (1er año) = 70 días
 - F.2. Riegos de apoyo y socorro (2º año) = 70 días
2. Cuadro de prelación
A continuación, se muestra el cuadro de prelación, en el que se establecen las actividades que preceden a cada una de las que conforman el proyecto.

Tabla 2: Cuadro de prelación entre las distintas actividades que conforman el proyecto.

Actividades	Precedentes
A	-
B	A
C	A
D	-
E	A, B, C, D
F1	A, B, C, D, E
F2	A, B, C, D, E, F1

3. Matriz de encadenamientos

Tabla 3: Matriz de encadenamientos de las distintas labores que conforman el proyecto.

	A	B	C	D	E	F1	F2
A							
B	X						
C	X						
D							
E	X	X	X	X			
F1	X	X	X	X	X		
F2	X	X	X	X	X	X	

4. Diagrama de Red

El diagrama de Red se elabora con el fin de conocer los posibles retrasos que pueden surgir a lo largo del proceso de ejecución de las obras.

Como se ha mencionado previamente (En el presente anejo y en el Anejo IX: Ingeniería de las obras), los tiempos de ejecución se han calculado optando siempre por la seguridad y estimando una serie de días en los que no se va a poder trabajar por motivos climáticos u otras circunstancias adversas. Es por ellos que la parte superior de los recuadros (En azul oscuro, correspondientes a las fechas más tempranas de comienzo y fin de las obras) coinciden con las fechas de la parte inferior de los recuadros de cada una de las actividades (En azul claro, correspondientes a las fechas más tardías de comienzo y fin de las obras). Por lo tanto, el diagrama de red representado va a coincidir con el camino crítico (cuando las fechas de inicio y fin más favorables coinciden con las más desfavorables) de manera que, un retraso en alguna de las actividades va a suponer el retraso del resto de las actividades (aunque es poco probable)

Tabla 4: Resumen de las actividades, prelacones y tiempos de ejecución adjudicados a cada una.

Actividades	Precedentes	Tiempos (días)
A	-	12
B	A	70
C	A	35
D	-	8
E	A, B, C, D	70
F1	A, B, C, D, E	70
F2	A, B, C, D, E, F1	70

Para la elaboración del diagrama de red se han considerado los 2 meses que deben pasar desde que se finaliza la preparación del terreno hasta que se inicia la plantación. Estos dos meses no consideran los festivos, domingos o posibles adversidades ambientales ya que es un tiempo que se deja de margen por motivos ecológicos y no laborales.

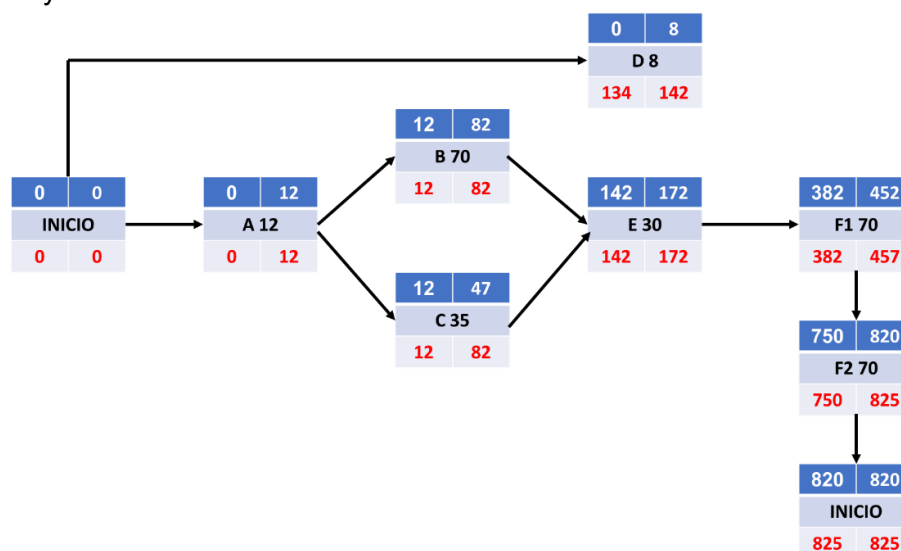


Figura 1: Diagrama de red de planificación de los tiempos de ejecución de cada una de las actividades del proyecto.

Para la aplicación de la dosis de riego se han contabilizado 70 días, siendo este periodo desde que se inicia la aplicación de la dosis de julio hasta que finaliza la aplicación de la dosis de riego de agosto

5. Holguras

Tabla 5: Tabla de holguras de cada una de las actividades

Actividad	Holgura
A	12-12=0
B	82-82=0
C	82-47=35
D	142-8=134
E	172-172=0
F1	457-452=5
F2	825-820=5

Como cabría esperar, no hay holguras para las actividades porque el diagrama de red coincide con el período crítico.

No obstante, para la actividad C sí que hay holgura porque se ha programado su inicio a la par que B, pero el proceso de ejecución de B es más largo, y D no puede comenzar hasta que tanto B como C estén finalizados. La aplicación de los riegos también presenta cierta holgura pues se estima que se van a aplicar las dosis en 10 días, pero si se alarga este periodo 5 días no supondría inconveniente.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XII. Justificación de precios

ÍNDICE DEL ANEJO XII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

1.	Precios básicos.....	1
1.1.	Mano de obra.....	1
1.2.	Maquinaria.....	1
1.3.	Coste de los materiales.....	1
2.	Cuadro de precios de las unidades de obra descompuestas.....	3
	Capítulo I: Preparación del terreno.....	3
	Capítulo II: Plantación y siembra.....	5
	Capítulo III: Riegos.....	12

1. PRECIOS BÁSICOS

Para la justificación de los precios básicos se han empleado distintas tarifas forestales (T.F.) en base a la que se ajustase más a la labor que se quiere llevar a cabo. Estas tarifas son las tarifas del Grupo Tragsa, las tarifas forestales de la consejería de agricultura, desarrollo rural, población y territorio de la Junta de Extremadura y las tarifas forestales de Navarra, todas ellas actualizadas al año 2022.

1.1. MANO DE OBRA

Ud.	Concepto	Precio (€)- T.F.Tragsa	Precio (€)- T.F.Navarra	Precio (€)- T.F.Extremadura
h	Jefe cuadrilla R.G.		26,00	
h	Peón forestal R.G.		20,00	
h	Peón	20,91	20,91	10,17
h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	22,23	
h	Peón especializado R.G.			
h	Capataz			13,82

1.2. MAQUINARIA

Ud.	Concepto	Precio (€)- T.F.Extremadura	Precio (€)-T.F.Navarra
h	Retroexcavadora orugas hidráulica 71/100 CV		59,85
h	Retroaraña 71/100 CV	66,12	
km	Camión forestal 131-160 CV		1,87
h	Cisterna (1000 l)		47,32
h	Camión cisterna 131/160 CV		45,92
h	Motosierra		3,00
jor.	Vehículo todoterreno 71-85 cv c/remolque	79,24	

1.3. COSTE DE LOS MATERIALES

Ud.	Concepto	Precio (€)- T.F.Extremadura	Precio (€)-T.F.Navarra
l	Pintura espray marcador ecológica para uso externo		16,50
h	GPS de precisión (monofrecuencia)		7,51
ud.	Estaca madera acacia 50 cm (30x30 cm)		0,40
ud.	Tubo protector 1,20 m		1,43
ud.	Tutor de acacia o similar 1,70 m/30 mmx30 mm		2,23
ud.	Tutor madera 3x3 cm altura ≤1 m (p.o.)	0,34	
m ³	Agua (p.o.)		0,96
ud.	Ud. de planta de <i>Pinus halepensis</i> en alveolo 300		0,84

	cc, edad 1+0, altura 010/020	
ud.	Ud. de planta de <i>Pinus pineae</i> en alveolo 300 cc	0,80
ud.	Ud. de planta de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300 cc	0,90
kg	<i>Quercus ilex</i> ES. 45-11 Región extremeñadureñse AMARILLA	4,00
kg	<i>Quercus faginea</i> ES. 44-15 Sierra Moreña Oriental AMARILLA	5,90
ud.	Protector de semilla (Reque y Martín, 2015)	1,50

2. CUADRO DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DESCOMPUESTAS

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1.	NRPO032		m	Metro lineal de replanteo o señalamiento sobre el terreno empleando pequeñas estacas de madera (acacia) de 50 cm (30x30 mm) marcadas mediante el uso de pintura espray ecológica de uso exterior localizando los puntos con GPS de precisión (monofrecuencia) según plano facilitado.			
	O002	0,005	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,13	
	O001	0,005	h	Peón Forestal R.G.	20,00	0,10	
	P0427	0,000	l	Pintura Espray marcador ecológica para uso externo	16,50	0,00	
	P0428	0,100	ud.	Estaca de madera (acacia) de 50 cm (30X30 cm)	0,40	0,04	
	MX020	0,005	h	GPS de precisión (monofrecuencia)	7,51	0,04	
	%001	0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
	TOTAL PARTIDA						
1.2.	NRPT037		Ud	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60x60x60cm, con retroexcavadora, en terreno suelto. Densidad de plantación superior o igual a 700pl/ha y/o plantación no dispersa.			
	MA011	0,0122	h	Retroexcavadora oruga hidráulica 71/100 CV	59,85	0,73	
	%001	0,0073	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
TOTAL PARTIDA							0,74
1.3.	SOGF22C107		Mil	Apertura o remoción mecanizada de mil hoyos de 60x60x60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 50%, y hasta donde ésta lo permita. Con una densidad de hoyos entre 700-1200 hoyos/ha			
	MA.43	16,500	h	Retroaraña 71/100 CV	66,12	1090,98	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
				TOTAL PARTIDA			1090,99
1.4.			mil.	Marqueo y formación manual de microcuencas mediante caballones (Profundidad mínima 20 cm) que parten de la parte superior del hoyo-banqueta formando un ángulo de 45º hasta encontrar con la parte inferior de los hoyos de los pies inmediatamente superiores.			
	O01009	26,32	h	Peón	20,91	550,45	
	O01007	3,74	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	83,21	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			633,67
1.5.	F02143		Mil	Realización de rebalseta o pequeño alcorque, alrededor de la planta, para incrementar la recogida del agua			
	O01009	24,93	h	Peón	20,91	521,45	
	O01007	3,56	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	79,21	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			600,67

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1.	NRPO031		km	Coste por km de transporte de planta forestal, del vivero al lugar de realización de la plantación, mediante el uso de un camión forestal de 131-160 Cv			
	MA033	1,00	Km	Camión forestal 131-160 CV	1,87	1,87	
	%002	2,50	%	Costes indirectos	0,02	0,05	
	TOTAL PARTIDA						
2.2.	F02079		mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.			
	O01009	1,66	h	Peón	20,91	34,77	
	O01007	0,24	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	5,29	
	%001	0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
	TOTAL PARTIDA						
2.3.	F02080		mil	Distribución planta bandeja >250 cm³, distancia <=500 m, pte>50% Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.			
	O01009	1,99	h	Peón	20,91	41,72	
	O01007	0,28	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	6,34	
		0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
				TOTAL PARTIDA			48,06
2.4.	NRPP001		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i>			
	O002	0,002	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,28	
	NRPPLF01019	1	ud.	Ud. de planta de <i>Pinus halepensis</i> en alveolo de 300 cc, edad 1+0, altura 010/020	0,84	0,84	
	%001	0,0033	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,12
2.5.	NRPP004		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i> .			
	O002	0,0025	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,07	
	O001	0,0171	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,34	
	NRPPLF01019	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Pinus halepensis</i> en alveolo de 300 cc, edad 1+0, altura 010/020	0,84	0,84	
	%001	0,0041	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,25
2.6.	NRPP001		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i>			
	O002	0,002	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,28	

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
	NRPPLF01025	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Pinus pinea</i> en alveolo de 300 cc	0,80	0,80	
	%001	0,0033	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,13
2.7.	NRPP004		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i>			
	O002	0,0025	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,07	
	O001	0,0171	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,34	
	NRPPLF1025	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Pinus pinea</i> en alveolo de 300 cc	0,80	0,80	
	%001	0,0041	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,21
2.8.	NRPP001		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i>			
	O002	0,002	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,28	
	NRPPLF02033	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo 300 cc	0,90	0,90	
	%001	0,0033	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,23
2.9.	NRPP004		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i>			

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
	O002	0,0025	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,07	
	O001	0,0171	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,34	
	NRPPLF02033	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo 300 cc	0,90	0,90	
	%001	0,0041	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,31
2.10.	NRPP062		ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1, 20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte.			
	O002	0,0058	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,15	
	O001	0,0416	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,83	
	P0401	1,00	ud	Tubo protector 1,20 m	1,43	1,43	
		0,0075	kg	<i>Quercus ilex</i> ES.45-11 Región extremeñadureñse AMARILLA. (2 semillas)	4,00	0,03	
		1,00	ud.	Protector de semilla (Reque y Martín, 2015)	1,50	1,50	
	%001	0,0165	%	Costes indirectos	1,00	0,02	
				TOTAL PARTIDA			3,96
2.11.	NRPP063		ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte.			
	O002	0,0070	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,18	
	O001	0,0499	h	Peón forestal R.G.	20,00	1,00	
	P0401	1,00	ud.	Tubo protector 1,20 m	1,43	1,43	
		0,0075	kg	<i>Quercus ilex</i> ES.45-11 Región	4,00	0,03	

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
	%001	1,00	ud.	extremadurese AMARILLA	1,50	1,50	
		0,0185%	%	Protector de semilla (Reque y Martín, 2015)	1,00	0,02	
				Costes indirectos			
				TOTAL PARTIDA			4,16
2.12.	NRPP062		ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m, y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte.			
	O002	0,0058	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,15	
	O001	0,0416	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,83	
	P0401	1,00	ud.	Tubo protector 1,20 m	1,43	1,43	
		0,0075	kg	<i>Quercus faginea</i> ES.44-15 Región extremadurese AMARILLA	5,90	0,04	
		1,00	ud.	Protector de semilla (Reque y Martín, 2015)	1,50	1,50	
	%001	0,0165	%	Costes indirectos	1,00	0,02	
				TOTAL PARTIDA			3,97
2.13.	NRPP063		ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte. (2 semillas)			
	O002	0,0070	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,18	
	O001	0,0499	h	Peón forestal R.G.	20,00	1,00	
	P0401	1,00	ud.	Tubo protector 1,20 m	1,43	1,43	
		0,0075	kg	<i>Quercus faginea</i> ES.44-15 Región extremadurese AMARILLA	5,90	0,04	

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
		1,00	ud	Protector de semilla (Reque y Martín, 2015)	1,50	1,50	
	%001	0,0185	%	Costes indirectos	1,00	0,02	
				TOTAL PARTIDA			4,17
2.14.	NRPO009		ud.	Colocación de tutor de acacia o similar de 1,70 m de altura, hincado en el fondo de la hoya de plantación y sujetado con bridas. (<i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus faginea</i>).			
	O002	0,0013	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,03	
	O001	0,0100	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,20	
	P0410	1,00	ud.	Tutor de acacia o similar 1,70 m/30 x 30 mm	2,23	2,23	
	%001	0,0091	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			2,47
2.15.	F02145		mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 1,20 m, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%			
	O01009	1,16	h	Peón	20,91	24,34	
	O01007	0,16	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	3,69	
		0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			28,03
2.16.	F02146		mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 1,20 m, en terreno con pendiente superior al 50%.			
	O01009	1,32	h	Peón	20,91	27,81	
	O01007	0,18	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	4,22	
		0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			32,03

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.17.	F02139		mil	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 1,20 m de altura, para la protección de planta de repoblación, incluso tutor de madera de acacia de 1,70 m. Para <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus pinea</i> y <i>Crataegus monogyna</i> . Este precio incluye el clavado del tutor 20 cm. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo			
	O01007	17,64	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	392,18	
	O01009	57,00	h	Peón	20,91	1191,87	
	P08052	1000	ud.	Tutor de acacia o similar 1,7 m/30 mm x 30 mm	2,23	2230,00	
		0,0091	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			3814,06
2.18.	SOGF22.C.3.140		mil	Retirada de tubos protectores y tutores, incluyendo transporte y descarga en vertedero autorizado			
	MO.1	30,50	h	Peón	10,17	310,19	
	MO.21	3,50	h	Capataz	13,82	48,37	
	MA.63	1,00	jor.	Vehículo todoterreno 71-85 cv c/remolque	79,24	79,24	
		2,50	%	Costes indirectos	0,02	0,05	
				TOTAL PARTIDA			437,85

CAPÍTULO III: RIEGOS

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1.	NRPO019		ud.	Riego de 70l para planta forestal.			
	O002	0,0010	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,03	
	MA029	0,00025	h	Cisterna 10000 l	47,32	1,18	
	P010509	0,0700	m ³	Agua (p.o.)	0,96	0,07	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			1,29

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XIII. Legislación aplicable

ÍNDICE DEL ANEJO XIII: LEGISLACIÓN APLICABLE

1.	Legislación forestal	1
1.1.	Legislación internacional	1
1.2.	Legislación Comunidad europea	2
1.3.	Legislación nacional	3
1.3.1.	Legislación acerca de los montes	3
1.3.2.	Legislación de aguas	3
1.3.3.	Legislación acerca del material forestal	4
1.3.4.	Legislación sobre impacto ambiental	4
1.4.	Legislación autonómica	5
2.	Legislación seguridad y salud laboral	5
3.	Legislación acerca de la contratación	7
3.1.	Legislación comunidad europea	7
3.2.	Legislación nacional	8
3.2.1.	Legislación acerca de la contratación de las administraciones públicas	8
3.2.2.	Legislación relativa al precio y al pago del precio	9
3.2.3.	Otra legislación propia de la administración	9
4.	Legislación sobre la redacción de proyectos	10

En el presente anejo se describirá el marco legal en el que se inscriben los proyectos de repoblación forestal tanto a nivel internacional como comunitario, nacional y autonómico.

1. LEGISLACIÓN FORESTAL

1.1. LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

A escala global, caben destacar tres procesos por su influencia en la política forestal de Europa y España.

- 1) Organización de Naciones Unidas
 - Panel Intragubernamental de Bosques (IPF, 1995-1997)
 - Foro Intergubernamental de Bosques (IFF, 1997-2000)
 - Foro Forestal de las Naciones Unidas (UNFF, 2000)
- 2) Conferencias Ministeriales Paneuropeas
 - Conferencia Ministerial sobre Protección de los Bosques de Europa (Estrasburgo, 1990)
 - Segunda Conferencia Ministerial (Helsinki, 1993)
 - Tercera Conferencia Ministerial (Lisboa, 1998)
- 3) La Cumbre de la Tierra de Río
 - El Convenio de Diversidad Biológica (CBD)
 - El Convenio Marco sobre el Cambio Climático (CMCC)
 - El Convenio de Luchas contra la Desertificación (CCD)
- 4) Otros instrumentos ambientales globales

A parte de las conferencias citadas anteriormente, también cabe mencionar otros acuerdos, convenios o protocolos que pueden afectar, de manera indirecta, a la toma de decisiones relativas a la planificación forestal. Entre ellos caben destacar:

- La convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (Convenio de Bonn, 1979)
- Acuerdo específico relativo a las aves acuáticas migratorias afro-euroasiáticas (AEWA, 1996)
- El convenio de conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa (Convenio de Berna, 1986)
- Convenio sobre comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES, 1975)
- Convenio relativo a humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar, Irán, 1971)
- Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo 1995 (Convenio de Barcelona, 1976)
- Estrategia Paneuropea de la Diversidad Biológica y del Paisaje (ECNC, 1996)
- Convención Europea del Paisaje (Convenio de Florencia, 2000)
- 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 COMUNIDAD EUROPEA

No existe una política forestal común a nivel europeo (a excepción del corcho, el único producto forestal incluido en el anexo 2 de los Tratados de la Unión). En principio los montes son responsabilidad de los Estados miembros pero su papel como motores del desarrollo rural, sustento y elemento fundamental de la biodiversidad y como fuente de bienes y servicios sujetos a las leyes del mercado hace que estén incluidos dentro de las políticas de la Unión.

Existen tres políticas de la Unión Europea que inciden sobre los montes a modo de nexo entre la Unión y sus Estados Miembros:

- 1) El Reglamento comunitario sobre desarrollo rural (Reg, (CE) N° 1257/1999 del Consejo)
- 2) Los reglamentos de Protección de Bosques.
 - El Reglamento (CEE) n° 2158/92 del Consejo, de protección de los bosques comunitarios contra los incendios
 - El Reglamento (CEE) n° 3528/86 del Consejo de protección de los bosques en la Comunidad contra la contaminación atmosférica
- 3) La Estrategia Forestal de la Unión Europea (1998)
- 4) Las Directivas
 - 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.
 - Directiva 2013/17/UE del Consejo por la que se adaptan determinadas directivas en el ámbito del medio ambiente, con motivo de la adhesión de la República de Croacia

- Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres (Directiva Aves)

1.3. LEGISLACIÓN NACIONAL

Cuando se aprobó la vigente Constitución Española el 6 de diciembre de 1978, se fueron promulgando los 19 Estatutos de Autonomía que conforman en la actualidad el actual Estado Español, con el consiguiente proceso gradual de traspaso de competencias de administración y gestión de terrenos forestales y los correspondientes recursos humanos y medios naturales desde el Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (ICONA, en donde hasta entonces residían todas las competencias en la materia) hacia cada una de las Comunidades Autónomas. Este proceso de transferencia en materia forestal tuvo su culmen en 1986.

1.3.1. Legislación acerca de los montes

- Ley 43/2003 de Montes, modificada por la ley 21/2015 del 20 de julio
- Decreto 485/1962, de 22 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Montes.

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 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.

- 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.
- Reglamento (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de octubre de 2016 relativo a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales, por el que se modifican los Reglamentos (UE) nº 228/2013, (UE) nº 652/2014 y (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan las Directivas 69/464/CEE, 74/647/CEE, 93/85/CEE, 98/57/CE, 2000/29/CE, 2006/91/CE y 2007/33/CE del Consejo.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2313 de la Comisión, de 13 de diciembre de 2017, por el que se establecen las especificaciones de formato del pasaporte fitosanitario para los traslados en el territorio de la Unión y del pasaporte fitosanitario para la introducción y los traslados en una zona protegida
- Reglamento de Ejecución (UE) 2019/2072 de la Comisión, de 28 de noviembre de 2019, por el que se establecen condiciones uniformes para la ejecución del Reglamento (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales, se deroga el Reglamento (CE) nº 690/2008 de la Comisión y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2018/2019 de la Comisión.

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 diciembre, de evaluación ambiental
- Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de enero. Texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (BOE de 26 de enero de 2008).
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (BOE de 29 de abril de 2006).
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE de 24 de octubre de 2007).
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental (BOE de 23 de diciembre de 2008).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13 de febrero de 2008).
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Nacional y de la Biodiversidad (BOE de 14 de diciembre de 2007).
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de vías pecuarias (BOE de 24 de marzo de 1995).

- Ley 11/2012, de 19 de diciembre, BOE 20/12/2012. de medidas urgentes en materia de medio ambiente. (BOE 12/06/2013).
- Código Técnico de la Edificación (CTE).

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 (BOE de 28 de julio de 2008)
- 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 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

- Constitución Española del 6 de diciembre de 1978 (Arts. 15, 40.2 y 43)
- Real Decreto 1495/1986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. 21-07-86) Y Reales Decretos 590/1989 (B.O.E. 03-06-89) y 830/1991 (B.O.E. 31-05-91) de modificación del primero.
- Directiva Comunitaria 89/391/C.E.E. 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.
- Real Decreto 245/1989 sobre la determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11-03-1989). Modificado por las Órdenes de 17-11-89 (B.O.E. 01-12-89), 18-07-91 (B.O.E. 26-07-91) y 29-03-96 (B.O.E. 12-04-96).
- Real Decreto 2042/1994 de 14 de octubre, por el que se regula la Inspección Técnica de Vehículos (I.T.V.)
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 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 las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- 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 39/1997 del 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 1215/1997 del 18 de julio sobre la Utilización de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 576/1997, sobre la modificación del Reglamento General, en relación a la gestión de las Mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el 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).
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básico de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Orden de 27 de junio de 1977 por la que se aprueba y desarrolla el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 10 de marzo de 1988, por la que se modifica la I.T.C. MIE-AP5 referente a extintores de incendios que figura como anexo a la presente Orden; asimismo, se hacen obligatorias las normas UNE 62.080 y UNE 62.081, relativas al cálculo, construcción y recepción de botellas de acero con o sin soldadura para gases comprimidos, licuados o disueltos, que complementa el R.D. 12447/1979, de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 27 de julio de 1999, por el que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Ley 55/1999, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social. Modificación del texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio.
- Real Decreto Legislativo 5/2000 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el orden Social.
- Real Decreto 347/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (B.O.E. 1-4-2001) que deroga el segundo párrafo del artículo 18 y el anexo 2 del Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por el Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1428/2003 de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación de desarrollo del texto articulado de la ley sobre Tráfico, Circulación de vehículos a motor y Seguridad Vial.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores, contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres. Disposición adicional duodécima. Modificaciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores, Deroga el R.D. de 25 de septiembre de 1934.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas y remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.
- Todas aquellas disposiciones reglamentarias no mencionadas previamente que, tendentes tanto a la protección de los trabajadores como de terceras personas ajenas a la obra, estén o puedan entrar en vigor durante el tiempo de ejecución de la obra.

3. LEGISLACIÓN ACERCA DE LA CONTRATACIÓN

3.1. LEGISLACIÓN 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
- 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.

3.2.1. Legislación acerca de la contratación de las administraciones públicas

- 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 (en siguientes normativas LCSP)
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el /Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Decreto 3854/1970 por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.

- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Estudios y Servicios Técnicos
- Decreto 3650/1970, de 19 de diciembre, de Fórmulas tipo de revisión de precios.
- Orden de 8 de marzo de 1972, por la que se aprueba el Pliego de Cláusulas Generales para la Contratación de Estudios y Servicios Técnicos (BOE del 30 de marzo de 1972).
- Orden EHA 1490/2010, de 28 de marzo, que desarrolla la LCSP. Regula el funcionamiento del Registro Oficial de Licitadores y empresas clasificadas del Estado. (BOE 10/06/2010).
- Orden FOM 226/2010, de 26 de Julio, que regula el ámbito de actuación y las funciones de la Subdirección General de Inspección de Servicios y Obras del Ministerio de Fomento, (BOE 13/08/2010 y rectificación en BOE 21/10/2010).
- Ley 2/2011, de 04 de marzo, de Economía Sostenible. (BOE05/03/2011, JE).
- Glosario de términos LCSP.
- Orden FOM/1824/2013, de 30 de septiembre, por la que se fija el porcentaje a que se refiere el artículo 131 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, a aplicar en el Ministerio de Fomento. (BOE 10/10/2013).

3.2.2. Legislación relativa al precio y al pago del precio

- Ley 3/2004, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales.
- Índices de revisión de precios de mano de obra y materiales aplicables a los contratos de las Administraciones Públicas, desde el año 2000 hasta la actualidad. Rev.-11 (20/04/15)
- 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.
- Resolución de 3 de enero de 2013, de la Secretaría General del Tesoro y Política Financiera, por la que se hace público el tipo legal de interés de demora aplicable a las operaciones comerciales durante el primer semestre natural del año 2013.
- Tipo legal de interés de demora. Series desde año 2011.

3.2.3. Otra legislación propia de la administración

- 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.

- Orden HAP/1406/2012, de 15 de junio, por la que se modifica la composición de los órganos colegiados integrados en la Junta Consultiva de Contratación Administrativa del Estado.
- Dictámenes Consejo de Estado sobre normativa de contratación administrativa
- Dictamen 1748/2011. Proyecto de R.D. Legislativo por el que se aprueba el
- Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Dictamen 2697/2010. Proyecto de R.D. por el que se modifica el R.D. 817/2009, por el que se desarrolla parcialmente la LCSP, y se habilita al Ministro de Economía y Hacienda para modificar sus anexos.
- Dictamen 470/2009. Proyecto de R.D. por el que se desarrolla parcialmente la LCSP en materia de clasificación de contratistas y órganos competentes en materia de contratación.
- Estudio. Calificación de los contratos por su objeto. Doctrina de las Juntas Consultivas.
- Consulta vinculante V2583-12, de la Dirección General de Tributos, sobre inversión del sujeto pasivo del IVA en las ejecuciones de obra.

4. LEGISLACIÓN SOBRE LA REDACCIÓN DE PROYECTOS

- 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.
- Norma UNE 157001:2002, que establece los criterios generales para la elaboración de los proyectos.
- ORDEN CIRCULAR 2/1986. Normas para la redacción de proyectos básicos.
- ORDEN CIRCULAR 1/04. Normas para la redacción de la propuesta de modificación de contratos de obra.
- ORDEN CIRCULAR 02/2004. 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.
- Informe de la Abogacía del Estado sobre la responsabilidad del contratista-consultor por errores de proyectos elaborados para la Administración

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XIV. Estudio de seguridad y salud

ÍNDICE DEL ANEJO XIV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1.	Introducción	1
1.1.	Justificación y contenidos del Estudio de seguridad y salud.....	1
1.2.	Objeto del estudio	2
2.	Identificación de la obra	2
2.1.	Tipo de obra, proyecto al que se refiere	2
2.2.	Localización y accesos	2
3.	Estudio de seguridad y salud	2
3.1.	Autor del Estudio de Seguridad y Salud	2
3.2.	Presupuesto.....	3
3.3.	Número de operarios previsto	3
3.4.	Plazo de ejecución de las obras.....	3
4.	Legislación implicada	3
5.	Memoria.....	5
5.1.	Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.....	5
5.1.1.	Medidas preventivas	5
5.1.2.	Primeros auxilios y asistencia sanitaria a accidentados.....	6
5.2.	Circunstancias especiales de la obra	6
5.2.1.	Riesgos derivados de factores climáticos	6
5.2.2.	Riesgos derivados de factores meteorológicos	7
5.2.3.	Riesgos derivados de la fauna y flora.....	7
5.2.4.	Riesgos derivados de la orografía	8
5.3.	Descripción de la obra y sus fases.....	8
5.4.	Análisis general de riegos	8
5.5.	Análisis de riesgos y medidas preventivas en las fases de obra	9
5.5.1.	Ahoyado con retroaraña	9
5.5.2.	Apertura manual de caballos y levantamiento del alcorque.	11
5.5.3.	Plantación manual y colocación de tubos protectores	12
5.5.4.	Actividades de carga y descarga de materiales.....	12
5.6.	Análisis de riesgos y medidas preventivas en los oficios previstos.....	13
5.6.1.	Capataz forestal	13
5.6.2.	Trabajador forestal	14
5.6.3.	Operario de maquinaria pesada	15
5.7.	Análisis de riesgos y medidas preventivas en la maquinaria	17
5.7.1.	Medidas preventivas generales	17
5.7.2.	Retroaraña	17
5.7.3.	Retroexcavadora	19

5.7.4.	Camión cisterna	21
5.7.5.	Todoterreno	23
5.8.	Otras medidas de seguridad y salud a adoptar en la obra.....	24
5.9.	Obligaciones del promotor	24
5.10.	Obligaciones del contratista	24
5.11.	Coordinador en materia de seguridad y salud	25
5.12.	Libro de incidencias	25
5.13.	Paralizaciones en los trabajos.....	25
6.	Planos.....	27
7.	Pliego de condiciones	32
7.1.	Condiciones generales.....	32
7.2.	Normas y condiciones técnicas a cumplir por el Equipo de Protección Individual (E.P.I.) a utilizar en esta obra.....	32
7.2.1.	Botas de seguridad impermeables	32
7.2.2.	Botas de seguridad	33
7.2.3.	Botas de seguridad forestales	33
7.2.4.	Casco de protección, clase N.....	33
7.2.5.	Comando de abrigo.....	33
7.2.6.	Gafas antiproyecciones.....	34
7.2.7.	Cinturón antivibratorio	34
7.2.8.	Guantes de trabajo.....	34
7.2.9.	Guantes de trabajo impermeables.....	35
7.2.10.	Mascarilla antipartículas con filtro mecánico recambiable	35
7.2.11.	Ropa impermeable	35
7.3.	Normas generales y condiciones técnicas cumplir por la maquinaria a utilizar en esta obra.....	36
8.	Mediciones.....	37
9.	Presupuesto.....	38
9.1.	Cuadro de precios Nº 1	38
9.2.	Cuadro de precios Nº 2.....	40
9.3.	Presupuestos parciales	41
9.4.	Presupuesto general	42

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN Y CONTENIDOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El presente Estudio de seguridad y salud se ha elaborado para dar cumplimiento a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción que aparecen en el Real Decreto 1627/197, de 24 de octubre. El citado Real Decreto se encuentra en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

En base a lo dispuesto en el artículo 4 del Real Decreto previamente citado, el promotor estará obligado a que, en la fase de redacción del proyecto, se elabore el estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450 759,1 €).
- b. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente
- c. Que el volumen de la mano de obra estimada, entendida por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra sea superior a 500
- d. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas

Por tanto, la necesidad de elaborar un estudio de seguridad y salud se justifica en base al presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto, el cual adquiere una cifra de **(907 668,55 €) NOVECIENTOS SIETE MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

En el artículo 5 del Real Decreto 1627/197, de 24 de octubre, se especifican los contenidos mínimos que debe tener el estudio de seguridad y salud, el cual será elaborado por un técnico competente designado por el promotor. Los documentos que debe contener cualquier estudio de seguridad y salud son:

1. Una memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que vayan a utilizarse o cuya utilización futura sea prevista. En esta también se identificarán los riesgos laborales que pueden ser evitados (indicando las medidas necesarias para ello) y los que no pueden eliminarse (indicando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos). Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios con los que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra y una descripción de las condiciones del entorno en que se realiza la obra, así como la tipología de los materiales que van a emplearse en esta, la determinación del proceso constructivo y el orden de ejecución de los trabajos.
2. Pliego de condiciones particulares: En él aparecerán reflejadas las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas de la obra en cuestión. También se incluirán en este las normas de utilización y conservación de las máquinas, herramientas y equipos preventivos.

3. Planos: En estos se incluirán las representaciones gráficas necesarias para una mejor definición e interpretación de las medidas preventivas definidas en la memoria.
4. Mediciones: Se incluirán las mediciones de todos los elementos de seguridad y salud que hayan sido proyectados o definidos.
5. Presupuesto: En el que se indicarán los gastos previstos para la correcta ejecución de lo dispuesto en el estudio de seguridad y salud.

1.2. OBJETO DEL ESTUDIO

Con la elaboración del presente Estudio de seguridad y salud se pretenden definir las directrices necesarias para propiciar una actuación preventiva eficaz desde el punto de vista de los riesgos laborales que se suelen dar en el tipo de obras descritas para el presente Proyecto (Ver apartado 2.1. Tipo de obra, proyecto al que se refiere). Estas directrices servirán de base para que, toda persona que participe en la ejecución de las obras del Proyecto en el que se encuentra incluido el presente estudio, pueda llevar estas a efecto en las mejores condiciones en lo relativo a garantizar el mantenimiento de la salud, integridad física y la vida de los empleados que en ellas participan.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

2.1. TIPO DE OBRA, PROYECTO AL QUE SE REFIERE

Las obras, objeto del presente Estudio de seguridad y salud, encuadrado en el "Proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte El Cárcavo perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid)" están destinadas a la ejecución de una repoblación de tipo protector mediante la implantación de diversas especies forestales (pertenecientes al género *Pinus* y *Quercus* fundamentalmente) y mediante la creación de un sistema de recolección de agua sobre el propio terreno.

2.2. LOCALIZACIÓN Y ACCESOS

El proyecto al que se refiere el presente Estudio se plantea en las laderas del denominado monte "El Cárcavo" el cual se encuentra en el municipio de Bercero (Valladolid). Para acceder al municipio se dispone de la autovía A-6 y de las carreteras VP-5602 y VP-6601 (transcurriendo esta por el núcleo urbano de Bercero). Para acceder a la zona del proyecto se puede hacer uso de diversos caminos que, sin estar asfaltados, permiten un acceso seguro.

Para una descripción más exhaustiva de las características del terreno en que se ejecutarán las obras ver los documentos: memoria, anejos a la memoria y planos.

3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1. AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nombre y apellidos: Ana Espinel Gómez

Titulación: Ingeniería Técnica Forestal

Colegiado en: Palencia. Nº de colegiado: -

Ciudad: Palencia.

3.2. PRESUPUESTO

El presupuesto de Ejecución Material del Proyecto asciende a la cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (678 742,85 €)

El presupuesto de Ejecución Material del presente Estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de CINCO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS (5 367,75)

3.3. NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTO

El número de operarios previsto para el cálculo de consumo de "Equipos de Protección Individual" será de 35

3.4. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras (sin tener en cuenta los cuidados posteriores de riegos, podas y reposición de marras) será de 198 días (6 meses y medio aproximadamente) (del 20 de abril al 4 de noviembre)

4. LEGISLACIÓN IMPLICADA

- Constitución Española del 6 de diciembre de 1978 (Arts. 15, 40.2 y 43)
- Real Decreto 1495/1986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. 21-07-86) Y Reales Decretos 590/1989 (B.O.E. 03-06-89) y 830/1991 (B.O.E. 31-05-91) de modificación del primero.
- Directiva Comunitaria 89/391/C.E.E. 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.
- Real Decreto 245/1989 sobre la determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11-03-1989). Modificado por las Órdenes de 17-11-89 (B.O.E. 01-12-89), 18-07-91 (B.O.E. 26-07-91) y 29-03-96 (B.O.E. 12-04-96).
- Real Decreto 2042/1994 de 14 de octubre, por el que se regula la Inspección Técnica de Vehículos (I.T.V.)
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 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 las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- 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 39/1997 del 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 1215/1997 del 18 de julio sobre la Utilización de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 576/1997, sobre la modificación del Reglamento General, en relación a la gestión de las Mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el 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).
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básico de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Orden de 27 de junio de 1977 por la que se aprueba y desarrolla el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 10 de marzo de 1988, por la que se modifica la I.T.C. MIE-AP5 referente a extintores de incendios que figura como anexo a la presente Orden; asimismo, se hacen obligatorias las normas UNE 62.080 y UNE 62.081, relativas al cálculo, construcción y recepción de botellas de acero con o sin soldadura para gases comprimidos, licuados o disueltos, que complementa el R.D. 12447/1979, de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 27 de julio de 1999, por el que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Ley 55/1999, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social. Modificación del texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio.
- Real Decreto Legislativo 5/2000 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el orden Social.
- Real Decreto 347/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (B.O.E. 1-4-2001) que deroga el segundo párrafo del artículo 18 y el anexo 2 del Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por el Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1428/2003 de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación de desarrollo del texto articulado de la ley sobre Tráfico, Circulación de vehículos a motor y Seguridad Vial.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores, contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres. Disposición adicional duodécima. Modificaciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores, Deroga el R.D. de 25 de septiembre de 1934.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas y remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.
- Todas aquellas disposiciones reglamentarias no mencionadas previamente que, tendentes tanto a la protección de los trabajadores como de terceras personas ajenas a la obra, estén o puedan entrar en vigor durante el tiempo de ejecución de la obra.

5. MEMORIA

5.1. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

5.1.1. Medidas preventivas

5.1.1.1. Reconocimientos médicos

Antes de que tenga lugar el comienzo de las obras, todo empleado deberá ser sometido a un reconocimiento médico que garantice que posee las condiciones físicas y psicológicas necesarias para llevar a cabo las labores que las obras requieran.

5.1.1.2. Análisis del agua y los factores ambientales potencialmente dañinos

El agua destinada al consumo de los trabajadores que no provenga de la red de abastecimiento de una población, o no se trate de agua embotellada, será objeto de un análisis para garantizar su potabilidad.

5.1.2. Primeros auxilios y asistencia sanitaria a accidentados

Teniendo en cuenta las características de las obras a ejecutar y el número de trabajadores, no se considera pertinente la creación de instalaciones provisionales de asistencia sanitaria.

De acuerdo con lo dispuesto en el apartado A del Anexo VI del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la obra deberá disponer de un botiquín portátil de primeros auxilios que contenga, como mínimo: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este botiquín deberá revisarse mensualmente y todo el material que se utilice deberá ser repuesto con la mayor brevedad posible.

El botiquín se ubicará en una zona visible, de conocimiento por los trabajadores y perfectamente señalizada. Junto al botiquín se colocará un cartel en el que aparezcan indicados el teléfono y dirección de los centros médicos más próximos, la distancia desde la zona del proyecto y los servicios de emergencia existentes en la zona.

Emergencias

- Emergencias 112
- Extinción de Incendios, Salvamento y Protección civil 080

Centros médicos

- Consultorio médico de Bercero (1 km) 983 796 660
- Centro de salud de Tordesillas (10 km) 983 771 750
- Hospital Clínico Universitario de Valladolid (41 km) 983 420 003
- Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid (43 km) 983 420 400

5.2. CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES DE LA OBRA

El presente proyecto se plantea en el monte, por lo que va a haber una serie de riesgos asociados a las características del medio, por lo que son difícilmente evitables. Son los riesgos asociados a factores climáticos, faunísticos y florísticos y orográficos.

5.2.1. Riesgos derivados de factores climáticos

5.2.1.1. Por altas temperaturas

- Deshidratación
- Insolación
- Golpes de calor
- Quemaduras

Medidas preventivas:

- Mantenerse constantemente hidratado mediante la ingesta de agua o algún tipo de bebida isotónica (nunca bebidas alcohólicas)
- Cubrir la cabeza con gorra o un casco ligero
- Facilitar la transpiración del cuerpo manteniendo la piel limpia y sustituyendo las prendas en caso de que estas se humedezcan
- Proteger las extremidades expuestas, cara y nuca del sol, escogiendo una vestimenta apropiada y uso de crema solar de alta protección

- Limitar las actividades que generen una mayor fatiga en las horas centrales del día
- Ante un golpe de calor, el afectado deberá ser acomodado en una zona fresca y se le deberá suministrar agua salada

5.2.1.2. Por bajas temperaturas

- Hipotermia
- Congelación

Medidas preventivas:

- Cubrir con prendas de abrigo, especialmente aquellas partes del cuerpo que son más susceptibles de perder calor (pies y cabeza).
- Utilizar calzado adecuado y dos pares de calcetines, uno de lana y otro de algodón.
- Intentar, en la medida de lo posible, que la ejecución de las obras tenga lugar durante las horas del día en que hay una mayor insolación y, por ello, una temperatura más elevada.
- Ante síntomas de hipotermia o congelación (escalofríos, balbuceos, pulso débil, falta de energía, desorientación, balbuceo...), se debe atender al afectado retirándole la ropa (en caso de que estuviese húmeda), abrigándole y suministrándole bebida caliente.

5.2.2. **Riesgos derivados de factores meteorológicos**

Aquí están incluidos los riesgos derivados de la exposición a fenómenos hidrometeorológicos tales como la lluvia, granizo o nieve, las tormentas eléctricas o vientos excesivamente fuertes. Estos riesgos pueden dar lugar a hipotermias, electrocuciones o incrementar la posibilidad de que aparezcan otros riesgos.

Medidas preventivas:

- Emplear vestimentas adecuadas a la época de realización de los trabajos
- Tener prevista alguna zona de cobijo en caso de lluvia, especialmente en épocas o localizaciones lluviosas.
- Ante condiciones adversas, paralizar la ejecución de las obras y reiniciarlas cuando estas mejoren.
- En caso de tormenta eléctrica, no utilizar vehículos ni permanecer en lugares elevados, lugares despejados, bajo árboles aislados ni cerca de postes o tendidos eléctricos.

5.2.3. **Riesgos derivados de la fauna y flora**

- Infección por heridas y cortes generados por especies vegetales espinosas
- Picaduras de insectos o arácnidos, los cuales pueden ser vectores de enfermedades y/o portadores de veneno.
- Mordeduras y otros daños.

Medidas preventivas:

- Proteger las manos debidamente mediante usos de guantes
- Uso de prendas de ropa de manga larga para proteger a las extremidades del cuerpo del contacto con la vegetación.
- Prestar atención a la presencia de fauna susceptible de generar daño al personal de las obras, tales como colmenas, avisperos, arañas o serpientes.
- Evitar la perturbación directa de la fauna
- Otorgar atención médica a los afectados por las posibles mordeduras o picaduras.

5.2.4. Riesgos derivados de la orografía

- Caídas al mismo y distinto nivel
- Desprendimientos
- Esguinces y torceduras

Medidas preventivas:

- Realizar un estudio del terreno antes de la ejecución de los trabajos y adecuación de los mismos en base a este.
- Señalización de posibles focos de peligro
- Realizar los desplazamientos de manera segura, pisando en firme y evitando terrenos que, por sus características de relieve, sean más susceptibles de dar lugar a accidentes.
- En trabajos en pista y sobre suelo embarrado, se usarán botas de seguridad impermeables.

5.3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES

Las obras necesarias para la correcta ejecución del presente Proyecto se agruparán, a efectos del estudio de seguridad y salud, en las siguientes fases:

- Preparación del terreno: En esta fase se engloba el marcado de banquetas, la apertura de banquetas con retroexcavadora y delimitación de las microcuencas y la apertura de banquetas con retroaraña y delimitación de las microcuencas.
- Plantación y siembra: Fase que incluye desde el alzado en vivero hasta la colocación de los tubos protectores de plantas y los protectores de semillas.
- Riegos de apoyo: Los cuales están programados para que tengan lugar una vez al mes a lo largo de los dos veranos posteriores a que haya tenido lugar la plantación y siembra.

5.4. ANÁLISIS GENERAL DE RIEGOS

Teniendo en cuenta las obras descritas, los riesgos detectables son los siguientes:

1. Los riesgos derivados del propio trabajo de los trabajadores
2. Los riesgos derivados de la localización de las obras

3. Los riesgos derivados del uso de los materiales destinados a la ejecución de las obras.

Estos riesgos pueden aparecer aislados o no, de manera que, en cada fase de obra no solo será necesario considerar las medidas preventivas específicas de la misma, sino que se deberán emplear dispositivos y observar conductas o normas propias de otras fases de obra

5.5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LAS FASES DE OBRA

5.5.1. Ahoyado con retroaraña

5.5.1.1. Riesgos detectables

- Atropello
- Desplazamientos incontrolados de la maquina debido a la presencia de barrizales, terrenos descompuestos y trabajos al borde de taludes
- Vuelco de la máquina por circulación de la misma en condiciones de inclinación superiores a la admisible.
- Incendio
- Caída de personas a distinto nivel
- Exposición a ruido, vibraciones y polvo
- Sobreesfuerzos
- Choque contra otros vehículos
- Atrapamiento
- Golpes y/o cortes por objetos y/o herramientas
- Contacto térmico

5.5.1.2. Medidas preventivas

- A los operarios que manejen este tipo de máquinas se les deberá entregar las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente. Además, quedará constancia escrita de esta entrega.
- Para subir y bajar de la retroaraña se usarán los peldaños y asideros destinados a ello. Esta subida será de manera frontal, mirando a la propia máquina y usando el pasamanos, nunca encaramándose a través de las ruedas. La bajada nunca se realizará de un salto.
- No permitir el acceso de personas no autorizadas a la retroaraña
- No realizar ajustes con el motor de la máquina en funcionamiento
- No trabajar con la retroaraña en caso de que se sospeche que hay una avería, por muy leve que sea esta sospecha.
- En caso de que se lleven a cabo labores de mantenimiento, antes se deberá apoyar la cuchara en el suelo, parar el motor, accionar el freno de mano y el bloqueo de la máquina (en este orden).
- En caso de que se requiera levantar la tapa del radiador se deberá esperar a que esta se enfríe.
- En caso de que se vayan a tocar líquidos corrosivos es necesario protegerse con los guantes de seguridad adecuados.
- Tanto el cambio del aceite del motor como el del sistema hidráulica deberá hacerse en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería (electrolitos) desprenden gases inflamables por lo que, en caso de que sea necesaria su manipulación, no se debe bajo

ninguna circunstancia, fumar o acercar fuego. Si se requiere tocar el líquido de la batería deberá hacerse con guantes de seguridad adecuados.

- Si se requiere manipular el sistema eléctrico, se debe primero quitar la llave del contacto y desconectar la máquina.
- No se liberarán los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Se debe trabajar con la presión de neumáticos recomendada por el fabricante de la máquina.
- El asiento deberá estar ajustado de manera que se tenga un fácil acceso a los controles y el trabajo sea más agradable y seguro.
- La cabina de la retroaraña que se use en obra será la indicada por el fabricante.
- Se prohíbe, mientras la máquina esté en uso, la permanencia de personas en el entorno definido por la distancia máxima de alcance del brazo excavador.
- Las retroarañas a contratar para obra cumplirán todos los requisitos para que puedan autodesplazarse por carretera.
- Está prohibido abandonar la retroaraña con el motor de esta en marcha y sin antes haber depositado la cuchara en el suelo.
- Las cucharas cargadas se deberán ascender y descender lentamente.
- Se prohíbe el transporte de personas que no sean el maquinista en el interior de la retroaraña salvo en casos de emergencia. También está prohibido utilizar el brazo articulado o la cuchara elevar a personas y acceder así a trabajos puntuales.
- Las retroarañas que se utilicen en obra han de estar dotadas de un extintor timbrado y con las revisiones al día, así como un botiquín portátil de primeros auxilios.
- Está prohibido acceder a la cabina de la retroaraña con prendas o accesorios no ceñidos, tales como cadenas o relojes, que puedan engancharse en los controles o elementos salientes.
- En caso de que se den condiciones fuertes de viento, se prohíbe el manejo de cuchara a pleno llenado.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroaraña.
- El cambio de posición de la retroaraña tendrá lugar situando el brazo en el sentido de la marcha.
- Para evitar vuelcos de la máquina asociados a fatiga del terreno, se prohíbe estacionar la retroaraña en zonas de influencia de los bordes de taludes, zanjas y similares.

5.5.1.3. Equipos de protección individual

- Gafas antiproyecciones
- Guantes de goma
- Cinturón antivibratorio
- Botas de seguridad
- Protector auditivo
- Máscara antipolvo

5.5.2. Apertura manual de caballos y levantamiento del alcorque.

5.5.2.1. Riesgos detectables

- Caída de personas al mismo nivel
- Golpes y/o cortes por objetos y/o herramientas
- Proyección de partículas y fragmentos
- Sobreesfuerzos
- Mordeduras o picaduras por seres vivos
- Exposición a temperaturas ambientales extremas

5.5.2.2. Medidas preventivas

- Apoyar los pies firmemente en el suelo durante el trabajo
- Pisar sobre suelo firme en los desplazamientos ladera abajo, no correr
- Cuando se estén manejando herramientas, evitar subirse y andar sobre ramas, rocas...
- Nunca tirar la herramienta a otro compañero en caso de que este la necesite, siendo obligatorio dársela siempre en mano.
- Tanto durante la ejecución de trabajos como en los desplazamientos, se debe guardar la distancia de seguridad con respecto a otros compañeros (3 - 5 m).
- La unión entre el mango y la parte metálica de la herramienta tiene que ser segura y ninguna de las partes debe presentar fisuras y/o deterioro.
- Tener despejada de ramas la trayectoria de la herramienta.
- Para evitar que los brazos se crucen entre sí mientras se esté usando la herramienta, el trabajador debe posicionarse correctamente antes de empezar la labor.
- No dirigir los golpes hacia los pies o a zonas cercanas a estos.
- En el transporte de herramientas en el vehículo, estas deberán ir depositadas en la caja portaherramientas, la cual a su vez irá bien sujeta y tapada.
- En el desplazamiento por el monte, la herramienta se debe coger por el mango próximo a la parte metálica y con el brazo estirado, paralelo al cuerpo.
- En el caso de que los trabajos se desarrollen en terrenos de elevadas pendientes o pedregosidad, se deberá prestar atención a los posibles desplomes o desprendimientos que se puedan dar en las zonas superiores a nuestra área de trabajo.
- Evitar las posturas incómodas y forzadas trabajando a una altura correcta.
- El ritmo de trabajo ha de ser constante.
- Al coger útiles del suelo, no se meterán las manos directamente debajo de ellos
- El equipo de seguridad debe ir correctamente colocado
- Durante los descansos en invierno se utilizará ropa de abrigo, y en verano se protegerá la cabeza del sol mediante una gorra o sombrero.

5.5.2.3. Equipos de protección individual

- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad forestales (con puntera metálica), suela antideslizante, hidrofugadas y lo suficientemente altas para que recojan el tobillo.
- Gafas antiproyecciones (en terrenos pedregosos)
- Ropa de trabajo

- Ropa de abrigo (en invierno)
- Gorra o sombrero (en verano)

5.5.3. Plantación manual y colocación de tubos protectores

En las labores de plantación manual, tanto los riesgos detectables como las medidas preventivas y los equipos de protección individual son los mismos que los descritos en el apartado anterior para la apertura manual de caballones y levantamiento de alcorque

5.5.4. Actividades de carga y descarga de materiales

5.5.4.1. Riesgos detectables

- Desprendimiento de materiales de la carga o desplome de la misma.
- Rotura de la bandeja de carga o pale de transporte de la carga
- Cortes
- Atrapamientos con partes fijas en las instalaciones de carga/descarga.
- Contactos eléctricos
- Rotura de los elementos de elevación.

5.5.4.2. Medidas preventivas

- Tanto los conductores como los obreros encargados de las tareas de carga y descarga de materiales han de recibir una copia de las instrucciones de seguridad relacionadas con su labor. Además, deberán firmar el recibí para que quede constancia de su entrega.
- Los vehículos de transporte de materiales deberán encontrarse en condiciones adecuadas de funcionamiento, con las labores de mantenimiento y revisiones pertinentes para tal fin.
- Los puntos de escape del motor deberán ser revisados periódicamente a fin de evitar la emisión involuntaria e imprevista de gases nocivos al interior de la cabina de la máquina.
- La presión de los neumáticos deberá ser revisada con frecuencia y deberá adecuarse a las condiciones recomendadas por el fabricante.
- Tanto la cabina de las máquinas como la caja de los vehículos de transporte deberán mantenerse limpias.
- Todos los vehículos de transporte deberán disponer de un extintor con las revisiones correspondientes y con su capacidad al completo.
- Los conductores de los vehículos de transporte de material deberán informar del estado de las pistas por las que deban circular. En caso de que las pistas o firmes no estén en las condiciones adecuadas, no se circulará por ellos.
- La subida y bajada a los vehículos de transporte de materiales tendrá de lugar de manera frontal y usando los asideros dispuestos a tal fin. La bajada nunca tendrá lugar de un salto (a no ser que se haya entrado en contacto con una línea eléctrica).
- Antes de abandonar el vehículo o la máquina de transporte de materiales, el operario deberá apagar el motor y accionar el freno de mano.
- Se evitará subir al vehículo de transporte de materiales con calzado manchado de barro o grasa.
- No se transportarán materiales y personas en el mismo vehículo.

- En el caso de que se transporten herramientas, los elementos cortantes de las mismas deberán ser protegidos para su transporte, carga y descarga. Asimismo, estos deberán ser colocados de forma adecuada para impedir su caída, desplome o movimiento.
- No se asignarán puestos de carga y descarga a obreros con patologías dorsolumbares.
- Se evitará la carga y descarga manual de los materiales. En caso de que esto no se pueda evitar, los obreros adoptarán posturas que minimicen el riesgo de lesión lumbar.
- Para iniciar una maniobra de carga y descarga de material, será necesario primero haber apagado el motor, accionado el freno de mano y calzar las cuatro ruedas. Estas maniobras tendrán lugar en zonas llanas y a la velocidad mínima.
- Los vehículos de transporte no se cargarán por encima del peso indicado por el fabricante, para evitar averías por sobrecarga del mismo.
- La presencia de personas en la caja del camión o en sus alrededores queda terminantemente prohibida mientras estén teniendo lugar las maniobras de carga y descarga.

5.5.4.3. Equipos de protección

- Taco de inmovilización de ruedas
- Topes para balizamiento de vehículos de transporte estacionados para la carga y descarga
- Señalización de seguridad
- Barandillas anticaídas
- Escalera de mano
- Extintores

5.6. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS OFICIOS PREVISTOS

Todo el personal vinculado a la obra deberá estar dado de alta en la Seguridad Social y estar capacitado física y psicológicamente para el trabajo que vaya a desempeñar. Asimismo, los trabajadores deberán estar formados en materia de prevención de los riesgos derivados de su labor de trabajo específica y dotado con el equipo de protección individual correspondiente a este trabajo.

5.6.1. Capataz forestal

5.6.1.1. Riesgos detectables

- Caída de personas al mismo nivel
- Golpes y/o cortes por objetos y/o herramientas
- Proyección de partículas y fragmentos
- Sobreesfuerzos
- Accidentes de tránsito
- Mordeduras o picaduras por seres vivos
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Ruido

5.6.1.2. Medidas preventivas

- Apoyar los pies firmemente en el suelo durante el trabajo
- Pisar sobre suelo firme en los desplazamientos ladera abajo, no correr
- Evitar subirse y andar sobre ramas, rocas...
- Nunca tirar la herramienta a otro compañero en caso de que este la necesite, siendo obligatorio dársela siempre en mano.
- Tanto durante la ejecución de trabajos como en los desplazamientos, se debe guardar la distancia de seguridad con respecto a otros compañeros (3 - 5 m).
- En el transporte de herramientas en el vehículo, estas deberán ir depositadas en la caja portaherramientas, la cual a su vez irá bien sujeta y tapada.
- En el caso de que los trabajos se desarrollen en terrenos de elevadas pendientes o pedregosidad, se deberá prestar atención a los posibles desplomes o desprendimientos que se puedan dar en las zonas superiores a nuestra área de trabajo.
- Al coger útiles del suelo, no se meterán las manos directamente debajo de ellos
- El equipo de seguridad debe ir correctamente colocado en función de los trabajos que estén realizando los trabajadores a su cargo, con especial atención al uso de gafas de seguridad en las inmediaciones de trabajadores con desbrozadora o motosierra.
- Durante los descansos en invierno se utilizará ropa de abrigo, y en verano se protegerá la cabeza del sol mediante una gorra o sombrero.

5.6.1.3. Equipos de protección individual

- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad forestales (con puntera metálica), suela antideslizante, hidrofugadas y lo suficientemente altas para que recojan el tobillo.
- Gafas de protección (si se encuentra cerca de trabajadores con desbrozadora o motosierra)
- Funda de trabajo
- Ropa de abrigo (en invierno)
- Gorra o sombrero (en verano)

5.6.2. Trabajador forestal

5.6.2.1. Riesgos detectables

- Caída de personas al mismo nivel
- Golpes y/o cortes por objetos y/o herramientas
- Contactos eléctricos (rayos)
- Sobreesfuerzos
- Accidentes de tránsito
- Mordeduras o picaduras por seres vivos
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Ruido

5.6.2.2. Medidas preventivas

- Caminar con precaución y por terrenos despejados. Asimismo, las zonas de paso deberán estar despejadas.
- La subida y bajada de las zonas en las que se están llevando a cabo las labores deberá tener lugar con precaución, especialmente cuando el terreno esté mojado por la lluvia o el rocío. También se prestará atención a no pisar raíces de árboles o rocas en condiciones de humedad.
- En terrenos rocosos se deberá transitar con precaución, asegurando la estabilidad de las rocas antes de seguir avanzando.
- En cortados no acercarse justo hasta el borde
- Si una tormenta tiene lugar cuando el trabajador está a la intemperie se debe buscar refugio bajo arbolado denso (nunca bajo árboles aislados), en una cueva, valle o bajo grandes rocas o paredes. Se evitarán siempre las líneas eléctricas, cerramientos metálicos, los espacios abiertos y las construcciones que no dispongan de pararrayos.
- Al transitar por caminos para acceder o dejar la zona de las obras, se deben observar con precaución las normas de tráfico y tener en consideración que son vías de circulación lenta.
- Al coger útiles del suelo, no se meterán las manos directamente debajo de ellos

5.6.2.3. Equipos de protección individual

- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad forestales (con puntera metálica), suela antideslizante, hidrofugadas y lo suficientemente altas para que recojan el tobillo.
- Gafas antiproyecciones (en terrenos pedregosos)
- Ropa de trabajo
- Ropa de abrigo (en invierno)
- Gorra o sombrero (en verano)

5.6.3. Operario de maquinaria pesada

5.6.3.1. Riesgos detectables

- Atropello
- Desplazamientos incontrolados de la maquina debido a la presencia de barrizales, terrenos descompuestos y trabajos al borde de taludes
- Vuelco de la máquina por circulación de la misma en condiciones de inclinación superiores a la admisible.
- Incendio
- Caída de personas a distinto nivel
- Exposición a ruido, vibraciones y polvo
- Sobreesfuerzos
- Choque contra otros vehículos
- Atrapamiento
- Golpes y/o cortes por objetos y/o herramientas
- Contacto térmico

5.6.3.2. Medidas preventivas

- A los operarios que manejen este tipo de máquinas se les deberá entregar las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente. Además, quedará constancia escrita de esta entrega.
- Para subir y bajar de la retroaraña se usarán los peldaños y asideros destinados a ello. Esta subida será de manera frontal, mirando a la propia máquina y usando el pasamanos, nunca encaramándose a través de las ruedas. La bajada nunca se realizará de un salto.
- No permitir el acceso de personas no autorizadas a la retroaraña
- No realizar ajustes con el motor de la máquina en funcionamiento
- No trabajar con la retroaraña en caso de que se sospeche que hay una avería, por muy leve que sea esta sospecha.
- En caso de que se lleven a cabo labores de mantenimiento, antes se deberá apoyar la cuchara en el suelo, parar el motor, accionar el freno de mano y el bloqueo de la máquina (en este orden).
- En caso de que se requiera levantar la tapa del radiador se deberá esperar a que esta se enfríe.
- En caso de que se vayan a tocar líquidos corrosivos es necesario protegerse con los guantes de seguridad adecuados.
- Tanto el cambio del aceite del motor como el del sistema hidráulica deberá hacerse en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería (electrolitos) desprenden gases inflamables por lo que, en caso de que sea necesaria su manipulación, no se debe bajo ninguna circunstancia, fumar o acercar fuego. Si se requiere tocar el líquido de la batería deberá hacerse con guantes de seguridad adecuados.
- Si se requiere manipular el sistema eléctrico, se debe primero quitar la llave del contacto y desconectar la máquina.
- No se liberarán los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Se debe trabajar con la presión de neumáticos recomendada por el fabricante de la máquina.
- El asiento deberá estar ajustado de manera que se tenga un fácil acceso a los controles y el trabajo sea más agradable y seguro.
- La cabina de la retroaraña que se use en obra será la indicada por el fabricante.
- Se prohíbe, mientras la máquina esté en uso, la permanencia de personas en el entorno definido por la distancia máxima de alcance del brazo excavador.
- Las retroarañas a contratar para obra cumplirán todos los requisitos para que puedan autodesplazarse por carretera.
- Está prohibido abandonar la retroaraña con el motor de esta en marcha y sin antes haber depositado la cuchara en el suelo.
- Las cucharas cargadas se deberán ascender y descender lentamente.
- Se prohíbe el transporte de personas que no sean el maquinista en el interior de la retroaraña salvo en casos de emergencia. También está prohibido utilizar el brazo articulado o la cuchara elevar a personas y acceder así a trabajos puntuales.
- Las retroarañas que se utilicen en obra han de estar dotadas de un extintor timbrado y con las revisiones al día, así como un botiquín portátil de primeros auxilios.

- Está prohibido acceder a la cabina de la retroaraña con prendas o accesorios no ceñidos, tales como cadenas o relojes, que puedan engancharse en los controles o elementos salientes.
- En caso de que se den condiciones fuertes de viento, se prohíbe el manejo de cuchara a pleno llenado.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroaraña.
- El cambio de posición de la retroaraña tendrá lugar situando el brazo en el sentido de la marcha.
- Para evitar vuelcos de la máquina asociados a fatiga del terreno, se prohíbe estacionar la retroaraña en zonas de influencia de los bordes de taludes, zanjas y similares.

5.6.3.3. Equipos de protección individual

- Gafas antiproyecciones (cabina abierta)
- Guantes de goma (mantenimiento)
- Cinturón antivibratorio
- Botas de seguridad
- Protector auditivo (cabina no insonorizada)
- Máscara antipolvo (cabina abierta).

5.7. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA MAQUINARIA

5.7.1. Medidas preventivas generales

- Nunca habrá un maquinista solo trabajando en el monte. Será obligatorio que haya al menos una persona cercana a este para dar la voz de alarma en caso de accidente.
- Según la normativa vigente, todos los vehículos y la maquinaria de obra están obligados a llevar instalado un cinturón de seguridad, y los operarios que las manejen deberán llevarlo debidamente abrochado y colocado mientras la máquina esté en movimiento.
- Ni los vehículos ni la maquinaria podrán superar las pendientes longitudinales o transversales que aparecen en el manual de instrucciones del fabricante. Tampoco se podrá superar la carga máxima. Este manual de instrucciones se encontrará en el interior de la máquina o vehículo.
- Todas las máquinas o vehículos que estén trabajando en la obra deberá pasar, antes de ponerse a funcionar, los trabajos de mantenimiento indicados por el fabricante.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos próximos a la maquinaria deberán llevar ropa de trabajo de alta visibilidad.
- Se prohíbe el acceso a obra a todas las máquinas cuya tracción motriz se produzca mediante circuito hidráulico debido a las fuertes pendientes por las que se transita en obras forestales.

5.7.2. Retroaraña

5.7.2.1. Riesgos detectables

- Atropello
- Desplazamientos incontrolados de la maquina debido a la presencia de barrizales, terrenos descompuestos y trabajos al borde de taludes

- Vuelco de la máquina por circulación de la misma en condiciones de inclinación superiores a la admisible.
- Incendio
- Caída de personas a distinto nivel
- Exposición a ruido, vibraciones y polvo
- Sobreesfuerzos
- Choque contra otros vehículos
- Atrapamiento
- Golpes y/o cortes por objetos y/o herramientas
- Contacto térmico

5.7.2.2. Medidas preventivas

- A los operarios que manejen este tipo de máquinas se les deberá entregar las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente. Además, quedará constancia escrita de esta entrega.
- Para subir y bajar de la retroaraña se usarán los peldaños y asideros destinados a ello. Esta subida será de manera frontal, mirando a la propia máquina y usando el pasamanos, nunca encaramándose a través de las ruedas. La bajada nunca se realizará de un salto.
- No permitir el acceso de personas no autorizadas a la retroaraña
- No realizar ajustes con el motor de la máquina en funcionamiento
- No trabajar con la retroaraña en caso de que se sospeche que hay una avería, por muy leve que sea esta sospecha.
- En caso de que se lleven a cabo labores de mantenimiento, antes se deberá apoyar la cuchara en el suelo, parar el motor, accionar el freno de mano y el bloqueo de la máquina (en este orden).
- En caso de que se requiera levantar la tapa del radiador se deberá esperar a que esta se enfríe.
- En caso de que se vayan a tocar líquidos corrosivos es necesario protegerse con los guantes de seguridad adecuados.
- Tanto el cambio del aceite del motor como el del sistema hidráulica deberá hacerse en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería (electrolitos) desprenden gases inflamables por lo que, en caso de que sea necesaria su manipulación, no se debe bajo ninguna circunstancia, fumar o acercar fuego. Si se requiere tocar el líquido de la batería deberá hacerse con guantes de seguridad adecuados.
- Si se requiere manipular el sistema eléctrico, se debe primero quitar la llave del contacto y desconectar la máquina.
- No se liberarán los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Se debe trabajar con la presión de neumáticos recomendada por el fabricante de la máquina.
- El asiento deberá estar ajustado de manera que se tenga un fácil acceso a los controles y el trabajo sea más agradable y seguro.
- La cabina de la retroaraña que se use en obra será la indicada por el fabricante.
- Se prohíbe, mientras la máquina esté en uso, la permanencia de personas en el entorno definido por la distancia máxima de alcance del brazo excavador.
- Las retroarañas a contratar para obra cumplirán todos los requisitos para que puedan autodesplazarse por carretera.

- Está prohibido abandonar la retroaraña con el motor de esta en marcha y sin antes haber depositado la cuchara en el suelo.
- Las cucharas cargadas se deberán ascender y descender lentamente.
- Se prohíbe el transporte de personas que no sean el maquinista en el interior de la retroaraña salvo en casos de emergencia. También está prohibido utilizar el brazo articulado o la cuchara elevar a personas y acceder así a trabajos puntuales.
- Las retroarañas que se utilicen en obra han de estar dotadas de un extintor timbrado y con las revisiones al día, así como un botiquín portátil de primeros auxilios.
- Está prohibido acceder a la cabina de la retroaraña con prendas o accesorios no ceñidos, tales como cadenas o relojes, que puedan engancharse en los controles o elementos salientes.
- En caso de que se den condiciones fuertes de viento, se prohíbe el manejo de cuchara a pleno llenado.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroaraña.
- El cambio de posición de la retroaraña tendrá lugar situando el brazo en el sentido de la marcha.
- Para evitar vuelcos de la máquina asociados a fatiga del terreno, se prohíbe estacionar la retroaraña en zonas de influencia de los bordes de taludes, zanjas y similares.

5.7.2.3. Equipos de protección individual

- Gafas antiproyecciones
- Guantes de goma
- Cinturón antivibratorio
- Botas de seguridad
- Protector auditivo
- Máscara antipolvo

5.7.3. Retroexcavadora

5.7.3.1. Riesgos detectables

- Atropello
- Desplazamientos incontrolados de la máquina debido a la presencia de barrizales, terrenos descompuestos y trabajos al borde de taludes
- Vuelco de la máquina por circulación de la misma en condiciones de inclinación superiores a la admisible.
- Incendio
- Caída de personas a distinto nivel
- Exposición a ruido, vibraciones y polvo
- Sobreesfuerzos
- Choque contra otros vehículos
- Atrapamiento
- Golpes y/o cortes por objetos y/o herramientas
- Contacto térmico

5.7.3.2. Medidas preventivas

- A los operarios que manejen este tipo de máquinas se les deberá entregar las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente. Además, quedará constancia escrita de esta entrega.
- Para subir y bajar de la retroexcavadora se usarán los peldaños y asideros destinados a ello. Esta subida será de manera frontal, mirando a la propia máquina y usando el pasamanos, nunca encaramándose a través de las ruedas. La bajada nunca se realizará de un salto.
- No permitir el acceso de personas no autorizadas a la retroexcavadora
- No realizar ajustes con el motor de la máquina en funcionamiento
- No trabajar con la retroexcavadora en caso de que se sospeche que hay una avería, por muy leve que sea esta sospecha.
- En caso de que se lleven a cabo labores de mantenimiento, antes se deberá apoyar la cuchara en el suelo, parar el motor, accionar el freno de mano y el bloqueo de la máquina (en este orden).
- En caso de que se requiera levantar la tapa del radiador se deberá esperar a que esta se enfríe.
- En caso de que se vayan a tocar líquidos corrosivos es necesario protegerse con los guantes de seguridad adecuados.
- Tanto el cambio del aceite del motor como el del sistema hidráulica deberá hacerse en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería (electrolitos) desprenden gases inflamables por lo que, en caso de que sea necesaria su manipulación, no se debe bajo ninguna circunstancia, fumar o acercarse al fuego. Si se requiere tocar el líquido de la batería deberá hacerse con guantes de seguridad adecuados.
- Si se requiere manipular el sistema eléctrico, se debe primero quitar la llave del contacto y desconectar la máquina.
- No se liberarán los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Se debe trabajar con la presión de neumáticos recomendada por el fabricante de la máquina.
- El asiento deberá estar ajustado de manera que se tenga un fácil acceso a los controles y el trabajo sea más agradable y seguro.
- La cabina de la retroexcavadora que se use en obra será la indicada por el fabricante.
- Se prohíbe, mientras la máquina esté en uso, la permanencia de personas en el entorno definido por la distancia máxima de alcance del brazo excavador.
- Las retroexcavadoras a contratar para obra cumplirán todos los requisitos para que puedan autodesplazarse por carretera.
- Está prohibido abandonar la retroexcavadora con el motor de esta en marcha y sin antes haber depositado la cuchara en el suelo.
- Las cucharas cargadas se deberán ascender y descender lentamente.
- Se prohíbe el transporte de personas que no sean el maquinista en el interior de la retroexcavadora salvo en casos de emergencia. También está prohibido utilizar el brazo articulado o la cuchara elevar a personas y acceder así a trabajos puntuales.
- Las retroexcavadoras que se utilicen en obra han de estar dotadas de un extintor timbrado y con las revisiones al día, así como un botiquín portátil de primeros auxilios.

- En caso de topar con cables eléctricos, no se debe salir de la máquina hasta haber interrumpido este contacto y alejado a la retroexcavadora del lugar. Después se deberá saltar de la cabina sin tocar nunca a la vez el terreno y la máquina.
- Está prohibido acceder a la cabina de la retroexcavadora con prendas o accesorios no ceñidos, tales como cadenas o relojes, que puedan engancharse en los controles o elementos salientes.
- En caso de que se den condiciones fuertes de viento, se prohíbe el manejo de cuchara a pleno llenado.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.
- El cambio de posición de la retroexcavadora tendrá lugar situando el brazo en el sentido de la marcha.
- Para evitar vuelcos de la máquina asociados a fatiga del terreno, se prohíbe estacionar la retroexcavadora en zonas de influencia de los bordes de taludes, zanjas y similares.

5.7.3.3. Equipos de protección individual

- Gafas antiproyecciones (cabina abierta)
- Guantes de goma (mantenimiento)
- Cinturón antivibratorio
- Botas de seguridad
- Protector auditivo (Cabina no insonorizada)
- Máscara antipolvo (Cabina abierta)

5.7.4. Camión cisterna

5.7.4.1. Riesgos detectables

- Caídas a distinto nivel
- Golpes contra materiales u objetos
- Vuelco del camión
- Atropellos
- Polvo y ruido ambiental
- Atrapamiento
- Proyección de objetos
- Desplome de tierras
- Contacto con líneas eléctricas
- Quemaduras durante las labores de mantenimiento
- Sobreesfuerzos
- Incendio

5.7.4.2. Medidas preventivas

A todos los conductores de los camiones cisterna se les entregará la normativa preventiva que se indica a continuación. Además, habrá constancia escrita de esta entrega.

- Los camiones cisterna que trabajen deberán estar dotados de los siguientes elementos, los cuales además deberán estar en perfectas condiciones para su funcionamiento:
 - o Faros de marcha hacia adelante y de marcha de retroceso.

- Intermitentes de cambio de dirección
- Pilotos de posición (delanteros y traseros) y de balizamiento superior delantero.
- Servofrenos
- Frenos de mano
- Bocina automática de marcha de retroceso
- Cabina de seguridad antivuelco.
- Antes de que tengan lugar las labores propias de la maquinaria y con periodicidad diaria, se comprobará el correcto funcionamiento del motor, neumáticos, frenos...para prevenir riesgos derivados de avería. Esta inspección diaria de los camiones deberá ser controlada por el personal competente y, en caso de avería, ha de repararse antes de reanudar los trabajos.
- No se debe subir al camión apoyándose sobre las ruedas, llantas u otros salientes.
- No se debe saltar directamente al suelo, si no es por peligro inminente, como en caso de contacto con tendido eléctrico.
- No se deben realizar ajustes en el camión con el motor en marcha.
- No se debe permitir bajo ninguna circunstancia que personal no autorizado acceda al camión cisterna y mucho menos que pueda llegar a conducirlo.
- Todos los camiones cisterna deberán tener en su interior un extintor con las revisiones pertinentes y un botiquín de primeros auxilios.
- Antes de abandonar la cabina se debe accionar el freno de mano.
- Para evitar incendios, está prohibido guardar combustibles o trapos grasientos en el interior del camión.
- No abrir la tapa del radiador hasta que el motor se haya enfriado por completo ya que el vapor desprendido puede producir quemaduras graves.
- El cambio del aceite debe hacerse en frío.
- Está prohibido fumar cuando se manipule la batería ni cuando se esté suministrando combustible.
- En caso de que se necesite tocar el electrolito de la batería, deberá hacerse con guantes de seguridad frente a agentes cáusticos o corrosivos.
- Para manipular el sistema eléctrico del camión se deba antes apagar el motor y extraer la llave del contacto.
- Para evitar accidentes por movimientos no deseados, no se deben libera los frenos del camión en posición de parada sin antes haber instalado los tacos de inmovilización.
- La presión de inflado de los neumáticos debe ser la indicada por el fabricante. En el inflado de los neumáticos, hay que situarse detrás de la banda de rodadura, apartado el punto de conexión ya que un reventón del conducto de goma o de la boquilla puede convertir al conjunto en un látigo.
- Si durante la conducción el camión sufre un reventón no se debe intentar cambiar la dirección del camión. Por el contrario, se deberá mantener el volante en el sentido de la marcha, de otra forma no se podrá controlar.
- En caso de que se produzcan un agarrotamiento del freno, se deben evitar las colisiones frontales o con otros vehículos. Se intentará, en la medida de lo posible, reducir la velocidad mediante roces laterales suaves o mediante la introducción en terrenos blandos.
- Antes de acceder a la cabina del camión se debe comprobar que no haya nadie dormitando a la sombra de este, dando una vuelta alrededor.

- En caso de contacto con líneas eléctricas, se debe permanecer en su punto solicitando auxilio mediante el uso de la bocina. Una vez le hayan garantizado que puede abandonar el camión, debe descender por la escalera como lo haría normalmente y desde el último peldaño saltar lo más lejos posible sin tocar el camión y el terreno a la vez para evitar posibles descargas eléctricas. Nadie deberá tocar el camión, ya que hay alto riesgo de electrocución.
- Está prohibido trabajar en el radio de acción de los camiones cisterna.
- Los camiones cisterna estacionados deberán estar señalizados mediante "Señales de peligro".
- Está prohibido cargar los camiones por encima de la carga máxima especificada por el fabricante.

5.7.4.3. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad con suela antideslizante
- Guantes de cuero (mantenimiento)
- Guantes de goma (mantenimiento)
- Chaleco reflectante.

5.7.5. Todoterreno

5.7.5.1. Riesgos detectables

- Los derivados del tráfico
- Vuelco
- Atrapamiento
- Caída de personas a distinto nivel
- Atropello de personas
- Choque contra otros vehículos u objetos
- Quemaduras durante las labores de mantenimiento.

5.7.5.2. Medidas preventivas

- Todos los conductores del vehículo todoterreno deben estar en posesión del carné de conducir tipo B (o superior).
- Todos los vehículos deben tener la ITV al día y deben estar en perfectas condiciones de mantenimiento para el transporte de herramientas y personas.
- Se respetarán las reglas indicadas en el Código de Circulación, incluso en pistas forestales.
- No se circulará en pendientes superiores a las indicadas por el fabricante en el manual de instrucciones.
- Si se llevan a cabo labores de mantenimiento del vehículo, se debe tener cuidado con no tocar las partes calientes del motor.
- Todos los vehículos todoterreno deben tener un botiquín de primeros auxilios y un extintor con las revisiones pertinentes.
- En caso de que se requiera manipular el sistema eléctrico del vehículo, se debe desconectar el motor y extraer completamente la llave del contacto.
- Los conductores deberán controlar las comidas copiosas y está prohibida la ingesta de bebidas alcohólicas antes o durante la conducción.

5.7.5.3. Equipos de protección individual

Es obligatorio siempre el uso del cinturón de seguridad, tanto en carretera como en pistas y caminos.

5.8. OTRAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD A ADOPTAR EN LA OBRA

- Todos los equipos de seguridad, equipos de protección individual y las protecciones colectivas han de estar homologados y con marcado CE, adaptados del R.D. 773/97
- Todos los operarios llevarán los E.P.I. indicados para cada actividad. A mayores, y como norma para la prevención de atropellos, deberán llevar puesta una prenda con algún elemento reflectante siempre que se encuentren en la obra, para hacerse visibles por los conductores de vehículos y maquinaria que estén trabajando en la obra. También para prevenir atropellos, toda la maquinaria y vehículos presentes en la obra deberán llevar activado un dispositivo sonoro de marcha atrás y luz rotativa ámbar.
- En caso de haber riesgo de caída de objetos por altura, los operarios llevarán puesto casco. También es obligatorio el uso permanente de botas con puntera y suela de seguridad.
- Los operarios que manejen los vehículos de la obra, así como los maquinistas, estarán en posesión del carné de conducir reglamentario y del carné profesional reglamentario (en caso de no ser obligatorio el carnet profesional). Además, cada operario dispondrá del certificado de formación específica, en el que debe aparecer reflejado: el nombre del operario, la descripción de la máquina o equipo para el que se impartió la formación, la fecha del mismo, duración y entidad autorizada que lo impartió.
- El contratista se asegurará de que los viajes por donde circulen o vayan a trabajar los vehículos de obra van a resistir el peso de los mismo antes de iniciarse los trabajos.

5.9. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

El promotor está obligado a designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, antes del inicio de los trabajos cuando en la ejecución de estos, intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajos autónomos.

Pese al nombramiento de un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, la responsabilidad final recaerá sobre el promotor.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997.

5.10. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Las funciones a cumplir por el contratista serán las siguientes:

- Aplicar los principios de acción preventiva recogidos en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Asegurar un buen estado de limpieza en la obra
- 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 depósito de materiales.
- Asegurar a cooperación entre todos los intervinientes 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 además responsable de la correcta ejecución de las medidas preventivas definidas en el Plan y de las obligaciones que le correspondan.

5.11. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador en materia de seguridad y salud deberá, durante la fase de ejecución de las obras, desarrollar las siguientes funciones:

Durante la obra, deberá desarrollar 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 RD 1627/1997.
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad, incluidos en este documento.
- Aprobar el Estudio Básico de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, y aprobar las modificaciones de este, en caso de que existan, antes del inicio 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 a cualquier persona no autorizada.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

5.12. LIBRO DE INCIDENCIAS

En la zona de trabajo existirá un libro de incidencias para llevar un control y seguimientos del Plan de Seguridad y Salud. Este constará de dos hojas por duplicado, y será facilitado por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

5.13. PARALIZACIONES EN LOS TRABAJOS

En el caso de que el contratista en materia de Seguridad y Salud viese, durante la ejecución de las obras, un incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud

indicadas en el Plan de Seguridad y Salud, advertirá al contratista y dejará constancia de ello en el Libro de Incidencias.

En el caso de que haya un incumplimiento continuado de las medidas de seguridad y salud indicadas en el plan o de que haya circunstancias graves de riesgo inminente para los trabajadores, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud tendrá el poder de paralizar ciertos trabajos o incluso la totalidad de la obra. En el caso de que se paralicen algunos o la totalidad de los trabajos, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud notificará este hecho a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia de Valladolid, y notificará tanto al contratista como a los representantes de los trabajadores afectados dicha paralización.

Valladolid, a 30 de septiembre de 2022



Fdo.: Ana Espinel Gómez

6. PLANOS

En el presente Estudio de Seguridad y Salud se adjuntarán los siguientes planos:

1. Señales de riesgos (Planos 1 y 2)
2. Plano de evacuación a la capital de Provincia (Valladolid) en caso de que se alguno de los trabajadores necesite asistencia médica especializada (Plano 3)
3. Número de emergencias (Plano 4)

 <p>ACCESO PROHIBIDO AL PERSONAL NO AUTORIZADO</p>	 <p>CIRCULACION PROHIBIDA</p> <p><small>MPL SOLUCIONES PR 007 ISO 7010</small></p>															
 <p><small>IMPRESA 019,2m x 0,465/97</small></p> <p>¡ATENCIÓN! ZONA EN OBRAS</p>	 <p>MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO</p> <p><small>MPL SOLUCIONES AD 027 ISO 7010</small></p>															
<p>TODAS SEÑALES UTILIZADAS EN LA OBRA CUMPLIRÁN CON EL R.D. 485/97 Y SERÁN SIMILARES A ESTAS</p>																
<table border="1"> <tr> <td colspan="3" data-bbox="596 1565 1353 1630">  <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="596 1630 1353 1749"> <p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="596 1749 967 1809"> <p>PLANO</p> </td> <td data-bbox="967 1749 1161 1809"> <p>SEÑALES DE RIESGOS EN LA OBRA</p> </td> <td data-bbox="1161 1749 1353 1809"> <p>Nº PLANO 1</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="596 1809 967 1942"> <p>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</p> <p>Sistema de referencia: ETRS89.</p> <p>Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.</p> </td> <td data-bbox="967 1809 1161 1877"> <p>ESCALA SIN ESCALA</p> </td> <td data-bbox="1161 1809 1353 1877"> <p>FECHA 30/08/2022</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="596 1942 967 2020"> <p>PROMOTOR</p> <p>Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004</p> </td> <td colspan="2" data-bbox="967 1877 1353 2020"> <p>FIRMA</p>  <p>Fdo.: Ana Espinel Gómez</p> </td> </tr> </table>		 <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</p>			<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)</p>			<p>PLANO</p>	<p>SEÑALES DE RIESGOS EN LA OBRA</p>	<p>Nº PLANO 1</p>	<p>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</p> <p>Sistema de referencia: ETRS89.</p> <p>Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.</p>	<p>ESCALA SIN ESCALA</p>	<p>FECHA 30/08/2022</p>	<p>PROMOTOR</p> <p>Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004</p>	<p>FIRMA</p>  <p>Fdo.: Ana Espinel Gómez</p>	
 <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</p>																
<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)</p>																
<p>PLANO</p>	<p>SEÑALES DE RIESGOS EN LA OBRA</p>	<p>Nº PLANO 1</p>														
<p>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</p> <p>Sistema de referencia: ETRS89.</p> <p>Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.</p>	<p>ESCALA SIN ESCALA</p>	<p>FECHA 30/08/2022</p>														
<p>PROMOTOR</p> <p>Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004</p>	<p>FIRMA</p>  <p>Fdo.: Ana Espinel Gómez</p>															



PISTA FORESTAL

EXTREME LA PRECAUCIÓN

FIRME ESTRECHO E IRREGULAR

CURVAS PRONUNCIADAS

FUERTES PENDIENTES Y DESNIVELES

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
PLANO	RIESGOS EN LA OBRA	Nº PLANO 2
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	ESCALA	FECHA
Sistema de referencia: ETRS89.	SIN ESCALA	30/08/2022
Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	FIRMA	
PROMOTOR		
Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004	Fdo.: Ana Espinel Gómez	

ANEJO XIV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD





TELÉFONOS DE EMERGENCIAS

- Emergencias **112**
- Extinción de incendios, salvamento y protección civil **080**

TELÉFONOS DE LOS CENTROS MÉDICOS MÁS PRÓXIMOS

- Consultorio médico de Bercero (1 km) **983 796 660**
- Centro de Salud de Tordesillas (10 km) **983 771 750**
- Hospital Clínico Universitario de Valladolid (41 km) **983 420 003**
- Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid (43 km) **983 420 400**

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
Teléfonos de emergencias y de los centros médicos más próximos a la zona de las obras		Nº PLANO 4
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	SIN ESCALA	30/08/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004	FIRMA  Fdo.: Ana Espinel Gómez	

7. PLIEGO DE CONDICIONES

7.1. CONDICIONES GENERALES

- Todos los equipos de protección individual que se utilicen en las obras contempladas en el presente Proyecto estarán certificados y portarán de modo visible el marcado CE.
- A excepción de aquellos equipos que estén homologados para uso colectivo, se entiende que los equipos de protección individual son personales e intransferibles. En caso de que haya cambios de personal, se requerirá del acopio de las prendas usadas, para eliminarlas de la obra.
- Está autorizado el uso de los E.P.I. durante el período de vigencia que fije el fabricante. Una vez llegue la fecha de caducidad, se eliminará dicho E.P.I.
- Todos los equipos de protección individual que estén deteriorados o rotos serán reemplazados de inmediato, quedando constancia de este cambio, así como el nombre y la empresa de la persona que recibe el nuevo E.P.I.

7.2. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS A CUMPLIR POR EL EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (E.P.I.) A UTILIZAR EN ESTA OBRA.

7.2.1. Botas de seguridad impermeables

Especificación técnica

Botas de seguridad en varias tallas, fabricadas en cloruro de polivinilo de media caña, con talón y empuñadura reforzada. Las botas han de estar dotadas de puntera y plantilla metálica, ambas embutidas en el P.V.C. y con plantilla antisudor. Homologadas en E.N. 345.

Obligación de uso

Las botas de seguridad impermeables son obligatorias en trabajos en pistas y obras de fábrica donde los trabajadores deban caminar o estar sobre suelos embarrados, mojados o inundados.

Ámbito de utilización obligatoria

En las fases de movimiento de tierra y obras de fábrica. No se usarán en trabajos forestales en zonas de pendiente superiores al 25%.

Los empleados obligados al uso de las botas de P.V.C. impermeables son:

- Los maquinistas de movimiento de tierras, cuando el terreno esté embarrado o encharcado, para acceder o salir de la máquina.
- Peones especialistas de excavación o cimentación
- Peones empleados obras de fábrica.

7.2.2. Botas de seguridad

Especificación técnica

Botas de seguridad en varias tallas antirriesgos mecánicos. Fabricadas con serraje y loneta y dotadas de puntera reforzada, suela antideslizante y plantilla antisudor. Ajustable mediante cordones. Homologadas en E.N. 345

Obligación de uso

Para conductores de tractor y maquinaria pesada.

Ámbito de utilización obligatoria

Toda la obra (Conductores de maquinaria)

7.2.3. Botas de seguridad forestales

Especificación técnica

Botas de seguridad en varias tallas antirriesgos mecánicos. Fabricadas con serraje y loneta o similar y dotadas de puntera reforzada, suela de goma con resaltes (tipo monte) y plantilla antisudor. Ajustable mediante cordones y con la altura de caña necesaria para la correcta sujeción de los tobillos (no inferior a los 14 cm). Homologadas en E.N. 345.

Obligación de uso

En todas aquellas unidades de obra forestales que se ejecuten de manera manual, exceptuando los trabajos con motosierra y tratamientos con herbicidas.

Ámbito de utilización obligatoria.

Toda la obra (trabajadores forestales, capataces, jefes de obra y dirección facultativa).

7.2.4. Casco de protección, clase N

Especificación técnica

Casco de protección clase N con arnés de adaptación de apoyo sobre el cráneo con cintas textiles de amortiguación. Además, estará equipado con anisudatorio frontal y homologado en E.N. 397

Obligación de uso

En la totalidad de la zona de la obra y durante la realización de cualquier labor, con riesgo de caída de objetos, golpes por herramientas...

Ámbito de utilización obligatoria

En toda la obra (Todo el personal, capataces, jefes de obra y dirección facultativa).

7.2.5. Comando de abrigo

Especificación técnica

Comando de abrigo en tejido sintético de color verde, forrado de guateado sinteticotérmico e impermeable. El comando de abrigo se cerrará por cremallera y clips y dispondrá de una capucha de uso a voluntad del usuario, así como bolsillos.

Obligación de uso

En condiciones de bajas temperaturas, a voluntad del usuario, en trabajos que se ejecuten al aire libre

Ámbito de utilización obligatoria

Toda la obra (todo el personal, capataces, jefes de obra y dirección facultativa)

7.2.6. Gafas antiproyecciones

Especificación técnica

Gafas antiproyecciones con montura de vinilo para prevenir de los daños derivados de la proyección de partículas. Deberán poseer ventilación directa y estar homologadas en E.N. 166

Obligación de uso

En la ejecución de trabajos con motoimplementos o en los que haya riesgo de proyección de partículas

Ámbito de utilización obligatoria

En toda la obra (Operadores de motosierra y desbrozador, aplicación de tratamiento herbicida, ahoyado en terreno pedregoso y, en general, cualquier otro trabajo en el que exista riesgo de proyección de partículas).

7.2.7. Cinturón antivibratorio

Especificación técnica

El cinturón antivibratorio se compone de una faja elástica destinada a la protección de la cintura y las vértebras lumbares. Ha de estar disponible en diversas tallas para ofrecer protección contra movimientos vibratorios u oscilatorios.

Obligación de uso

En todos aquellos trabajos que se ejecuten sobre o con máquinas que transmitan vibraciones al cuerpo

Ámbito de utilización obligatoria

Toda la obra (maquinistas)

7.2.8. Guantes de trabajo

Especificación técnica

Guantes fabricados en cuero y loneta o similar con sistema de fijación a la mano mediante gomas.

Obligación de uso

En todos los trabajos que impliquen el manejo de herramientas manuales o motodesbrozadora, así como en las labores de mantenimiento de maquinaria y vehículos.

Ámbito de utilización obligatoria

En toda la obra (todos los trabajadores)

7.2.9. Guantes de trabajo impermeables

Especificación técnica

Guantes fabricados en loneta de algodón, impermeables gracias al revestimiento en P.V.C.

Obligación de uso

En todos aquellos trabajos que impliquen el manejo de elementos mojados o húmedos que exijan una mayor resistencia a la perforación del guante.

Ámbito de utilización obligatoria

Toda la obra (todos los trabajadores)

7.2.10. Mascarilla antipartículas con filtro mecánico recambiable

Especificación técnica

Mascarilla fabricada en P.V.C., de cubrición total de las vías respiratorias, nariz y boca, con portafiltros mecánico y primer filtro para su uso inmediato, adaptable a la cabeza mediante bandas elásticas textiles, con regulación de presión. La mascarilla antipartículas estará dotada de válvulas de expulsión de expiración de cierre simple por sobrepresión al respirar.

Obligación de uso

En cualquier trabajo en el que haya exposición al polvo o en lugares de concentración de este

Ámbito de utilización obligatoria

En toda la obra (Oficiales, ayudantes y peones en trabajos en los que se genere concentración de polvo).

7.2.11. Ropa impermeable

Especificación técnica

Ud. de ropa impermeable, termocostida y fabricada en policloruro de vinilo, compuesta por chaqueta y pantalón. La chaqueta ha de disponer de bolsillos laterales delanteros y de cierre por abotonadura simple. El pantalón se ajusta y sujeta a la cintura mediante una cinta de algodón embutida en el mismo.

Obligación de uso

Su uso es obligatorio cuando se estén realizando trabajos en que se esté expuesto a salpicaduras o bajo tiempo lluvioso leve.

Ámbito de utilización obligatoria

Todos los trabajadores en toda la obra

7.3. NORMAS GENERALES Y CONDICIONES TÉCNICAS CUMPLIR POR LA MAQUINARIA A UTILIZAR EN ESTA OBRA

Como norma general, toda la maquinaria que sea utilizada en obra irá provista del certificado "C.E." o estará certificada por una O.C.A. (Organismo de Control Autorizado).

Los límites operativos (pendientes que no se deben superar) de la maquinaria a utilizar en obra son los siguientes (salvo en pistas previamente existentes que sustenten tráfico rodado):

- 75% para arañas
- 50% para orugas
- 30% para ruedas

No obstante, si la pendiente límite indicada en la ficha técnica de la máquina es más restrictiva que las indicadas previamente, se tomarán estos valores como límites operativos de la maquinaria.

Los operarios de la maquinaria tendrán un conocimiento perfecto del funcionamiento de estas, habiendo sido instruidos y recibido formación práctica antes de comenzar a trabajar en la obra. También deberán tener un conocimiento perfecto del manual de instrucciones del fabricante, del que se les entregará una copia.

Todos los dispositivos de seguridad de las máquinas funcionarán correctamente, estando prohibido el uso de cualquier máquina en la que los dispositivos de seguridad puestos por el fabricante hayan sido modificados o puestos fuera de funcionamiento.

Con cierta periodicidad, se comprobará el buen funcionamiento de los sistemas de seguridad de las máquinas. Para pasar estas revisiones, las máquinas tendrán el mantenimiento necesario, estando en perfecto estado para comenzar los trabajos.

Valladolid, a 30 de septiembre de 2022



Fdo.: Ana Espinel Gómez

8. MEDICIONES

Código	Ud.	Descripción	Cantidad
SS.1.1	ud.	Casco de seguridad homologado	29
SS.1.3.	ud.	Gafas protectoras contra partículas homologadas	33
SS.1.5.	ud.	Mascarilla antipartículas	6
SS.1.9.	ud.	Juego tapones antiruido silicona	6
SS.2.1.	ud.	Cinturón antilumbago/antivibratorio	6
SS.2.3.	ud.	Mono de trabajo poliéster-algodón	35
SS.2.4.	ud.	Traje impermeable P.V.C.	35
SS.2.6.	ud.	Parka para frío	35
SS.2.8.	ud.	Peto reflectante	35
SS.3.6.	ud.	Par guantes vacuno	35
SS.3.1.	ud.	Par guantes lona fuerte/algodón revestidos en P.V.C.	35
SS.6.8.	ud.	Extintor polco ABC 9 kg	1
SS.6.10	ud.	Botiquín portátil de obra	6
SS.6.11.	ud.	Reconocimiento médico	35
SS.4.6.	ud.	Par botas de monte puntera, resistente a perforación	35
SS.4.1.	ud.	Par botas altas de agua	35

9. PRESUPUESTO

Para la elaboración del presupuesto del presente Estudio de Seguridad y Salud se han empleado las tarifas forestales de la consejería de agricultura, desarrollo rural, población y territorio de la Junta de Extremadura.

9.1. CUADRO DE PRECIOS Nº 1

Código	Ud.	Descripción	Importe (€)- Letra	Importe (€)-Cifra
SS.1.1	ud.	Casco de seguridad homologado	DOS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	2,51
SS.1.3.	ud.	Gafas protectoras contra partículas homologadas	SEIS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	6,42
SS.1.5.	ud.	Mascarilla antipartículas	UN EURO con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	1,57
SS.1.9.	ud.	Juego tapones antiruido silicona	UN EURO con VEINTITRÉS CÉNTIMOS	1,23
SS.2.1.	ud.	Cinturón antilumbago/antivibratorio	DOCE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	12,51
SS.2.3.	ud.	Mono de trabajo poliéster-algodón	TRECE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	13,75
SS.2.4.	ud.	Traje impermeable P.V.C.	SIETE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	7,50
SS.2.6.	ud.	Parka para frío	DIECIOCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	18,76
SS.2.8.	ud.	Peto reflectante	OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	8,76
SS.3.6.	ud.	Par guantes vacuno	UN EURO con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	1,24
SS.3.1.	ud.	Par guantes lona fuerte/algodón revestidos en P.V.C.	UN EURO con SESENTA Y	1,62

			DOS CÉNTIMOS	
SS.6.7.	ud.	Extintor polco ABC 9 kg	SETENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	71,96
SS.6.10	ud.	Botiquín portátil de obra	CUARENTA Y UN EUROS con TRECE CÉNTIMOS	41,13
SS.6.11.	ud.	Reconocimiento médico	CINCUENTA Y UN EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	51,25
SS.4.6.	ud.	Par botas de monte puntera, resistente a perforación	VEINTITRES EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	23,30
SS.4.1.	ud.	Par botas altas de agua	SIETE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	7,50

9.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 2

Todas las unidades o partidas previamente descritas no tienen descomposición, por lo que el cuadro de precios Nº 2 va a ser igual al cuadro de precios Nº1.

9.3. PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
SS.1.1	ud.	Casco de seguridad homologado	29	2,51	72,79
SS.1.3.	ud.	Gafas protectoras contra partículas homologadas	33	6,42	211,86
SS.1.5.	ud.	Mascarilla antipartículas	6	1,57	9,42
SS.1.9.	ud.	Juego tapones antiruido silicona	6	1,23	7,38
SS.2.1.	ud.	Cinturón antilumbago/antivibratorio	6	12,51	75,06
SS.2.3.	ud.	Mono de trabajo poliéster- algodón	35	13,75	474,95
SS.2.4.	ud.	Traje impermeable P.V.C.	35	7,50	262,50
SS.2.6.	ud.	Parka para frío	35	18,76	656,60
SS.2.8.	ud.	Peto reflectante	35	8,76	306,60
SS.3.6.	ud.	Par guantes vacuno	35	1,24	43,40
SS.3.1.	ud.	Par guantes lona fuerte/algodón revestidos en P.V.C.	35	1,62	56,70
SS.6.7.	ud.	Extintor polco ABC 9 kg	1	71,96	71,96
SS.6.10	ud.	Botiquín portátil de obra	6	41,13	246,78
SS.6.11.	ud.	Reconocimiento médico	35	51,25	1793,75
SS.4.6.	ud.	Par botas de monte puntera, resistente a perforación	35	23,30	815,50
SS.4.1.	ud.	Par botas altas de agua	35	7,50	262,50

9.4. PRESUPUESTO GENERAL

Capítulo	Resumen	Importe
	Seguridad y salud	5 367,75
	PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	5 367,75
	Gastos generales (13% P.E.M)	697,81
	I.V.A. (21%)	1 273,76
	TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD	7 339,32

El **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** del Proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte "El Cárcavo" ubicado en el municipio de Bercero (Valladolid) asciende a la cantidad de **SIETE MIL TRESCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS (7 339,32 €)**.

Valladolid, a 30 de septiembre de 2022



Fdo.: Ana Espinel Gómez

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XV. Bibliografía

Agencia Estatal de Meteorología (s.f.). *Predicción por municipios. Bercero (Valladolid)*. <https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/municipios/bercero-id47017>.

AGRIInova SCIENCE (s.f.). La utopía del 5% de la materia orgánica. *AGRIInova SCIENCE*. <https://agri-nova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>.

Agrobyte (2010). *Manual de silvicultura del Castaño en Galicia*. <http://www.agrobyte.com/agrobyte/publicaciones/castano/indice.html>.

Aguiló Bonnin, J. (1995). Erosión y desertificación. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 3 (105), pp. 611-617.

Allué, J.L., (1990). *Atlas Fitoclimático de España. Taxonomías*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Departamento de Sistemas Forestales. Madrid.

Almorox, J., De Antonio R., Saa A., Díaz M.C. y Gascó J.M. (1994). *Métodos de estimación de la erosión hídrica*. Agrícola Española.

Banco de Datos de Suelos Forestales (FOREDAF) (2022). U.d. Edafología y Ecología. Departamento de Silvopascicultura. ET.S.I. Montes (U.P.M.).

Base de datos abiertos de la Junta de Castilla y León (2016). *Capa de litología del Mapa Geológico de Castilla y León 1:100.000*. https://opendata.jcyl.es/ficheros/cart/a2t04_geologia/.

Burgaz, A.R. (2015). *Contribución al estudio de la flora y vegetación gipsófila de la provincia de Valladolid y sureste de la de Palencia* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas]. E-Prints Complutense. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/53381/1/5310034984.pdf>.

Carreras Egaña, C., Sánchez Hoyos, J., Reche Pérez P., Herrero Hinojo, D., Navarro Encinas, A. y Navío Oliver, J.J. (1997). Primeros resultados de una repoblación mediante siembra con protectores en Vélez-Rubio (Almería). *Cuadernos de la S.E.C.F.*, 4, pp. 135-139. <https://doi.org/10.31167/csef.v0i4.9104>

CEC (1992). *CORINE soil erosion risk and important land resources in the southern regions of the European Community*.

Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural Población y Territorio. Dirección General de Política Forestal (2022). Tarifas Forestales de la Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio. http://extremambiente.juntaex.es/files/2022/ordenacionforestal/tarifasforestales2022/TarifasSOGF_2022.pdf.

Consortio Pomca Quindío. (2018). Caracterización de la cuenca del río La Vieja. *Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río La Vieja*. https://quindio.gov.co/home/Cartilla_POMCA.compressed.pdf.

Delgado, J. (2011). Un paseo de 25 millones de años con los fósiles y minerales como testigos de la historia geológica de Valladolid. Guión del itinerario: Valladolid-Megeces. *Geología 10 Valladolid*. <https://docplayer.es/34059039-Un-paseo-de-25-millones-de-anos-con-los-fosiles-y-minerales-como-testigos-de-la-historia-geologica-de-valladolid.html>.

Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.a). *Guión del trabajo de climatología.*

Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.b). *Tema 13: Factores del clima.*

Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (s.f.c). *Tema 15. Índices y clasificaciones climáticas.*

De Simón Navarrete, E., Ripoll Morales, M.A., Fernández Ondoño, E., Navarro Reyes, F.B., Jiménez Morales y M.N., Gallego Teruel, E. (2006). Eficacia de las microcuencas en la supervivencia de pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) y encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) en distintos ambientes mediterráneos. *Investigaciones Agrarias*, 15 (2), pp. 218-230. https://www.researchgate.net/publication/28126749_Eficacia_de_las_microcuencas_en_la_supervivencia_de_pino_carrasco_Pinus_halepensis_Mill_y_encina_Quercus_ilex_L_subsp_ballota_Desf_Samp_en_distintos_ambientes_mediterraneos.

Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). *Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012. Castilla y León. Valladolid. 2010.* https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/libro_ines_47_valladolid_adb4_tcm30-153812.pdf.

Fady, B., Fineschi, S. y Vendramin, G.G. (2008). *EUFORGEN*. Guía técnica para la conservación genética y utilización del pino piñonero (*Pinus pinea*). Traducción: Prada, A. Foresta. Madrid. España. <http://www.redforesta.com/wp-content/uploads/2011/07/pinus-pinea.pdf>.

FAO (s.f.). *Chapter 2- Penman-Monteith equation.* <https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e06.htm>.

FAO-Unesco (1981). *Soil map of the world. Volumen V Europe.* <https://www.fao.org/3/as354e/as354e.pdf>.

Ferrer - Juliá, M. (2003). *Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva: perfiles de suelos y teledetección*. Cuadernos de investigación. CEDEX, Madrid.

Fuentes Delgado, D., Valdecantos Dema, A. y Vallejo Calzada, V.R. (2004). Plantación de *Pinus halepensis* Mill. Y *Quercus ilex* subsp. *ballota* (desf) Samp. En condiciones mediterráneas secas utilizando microcuencas. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. Actas de la III Reunión sobre Repoblaciones Forestales* (17), pp. 157-161. <https://doi.org/10.31167/csef.v0i17.9415>.

Gandullo J.J. (1985). *Ecología vegetal*. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S.I. de Montes, Madrid.

Gisbert Blanquer, J.M., Ibáñez Asensio, S. y Moreno Ramón, H. (s.f.). La textura de un suelo. *Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia.* https://www.researchgate.net/publication/50839531_La_textura_del_suelo.

Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente (2022). Tarifas Forestales de Navarra. <http://www.navarra.es/NR/ronlyres/F8D69F46-A996-4090-8C10-8AD400A48F6C/479189/TFNAVERSION117.pdf>.

González de Tánago, M. (1991). La ecuación universal de pérdidas de suelo. Pasado, presente y futuro, *Ecología* (5), pp. 13-50. https://www.miteco.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia_05_02_tcm30-100846.pdf.

González Vázquez, E. (1938). *Selvicultura, Libro primero. Fundamentos naturales de la Selvicultura. Los bosques ibéricos*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Valencia.

Grupo Tragsa (2022). *Tarifas 2022 para encomiendas sujetas a impuestos: Trabajos Forestales y Medioambientales*. <http://tarifas.tragsa.es/prestowebisapi.dll?FunctionGo&path=Tragsa2022W-Act-sujetas.cfg>.

Hooker, J.D. (1862). On the Cedars of Lebanon, Taurus, Argelia and India. *Nat. Hist. Rev* (2), pp. 11-18.

Institut d'Estudis Catalans (s.f.). *Asociación de suelos*. <https://www.iec.cat/mapasols/Cas/Associacions.asp?Grup=A&Opcio=3>.

Instituto Geológico y Minero de España (2007a). *Memoria del Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja nº 371 (Tordesillas)*. <https://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/memorias/MMagna0371.pdf>.

Instituto Geográfico Nacional (s.f.). www.ign.es

Instituto Geológico y Minero de España (2007b). *MAGNA-50 mapa geológico Nacional a escala 1:50.000 (2ª serie). Hoja nº 371 (Tordesillas)*. http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/pdfs/d3_G50/Magna50_371.pdf.

Instituto Nacional de Estadística (s.f.). *Población por sexos, nacionalidad (español/extranjero) y edad (grandes grupos)*. <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=33951>.

Instituto Tecnológico Agrario de la Junta de Castilla y León (s.f.). *Portal de suelos. Visor de datos*. https://suelos.itacyl.es/visor_datos.

Junta de Castilla y León (2014). Reforestación y creación de superficies forestales 2014-2020. Cuaderno de zona nº 23: Pinares Centro.

Lázaro Bello, J.A. (2006). Apuntes corológicos sobre la flora vascular de los montes Torozos (Valladolid, España). *Flora Montibérica* (32), pp. 3-7.

Landis T.D., Tinus, R.W., Mc Donald, S.E. y Barnett, J.P. (1990). *Manual de viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Volumen 7: Manejo de la Planta, Almacenamiento y Plantación*.

Martín Sánchez, E. (2015). *Protector de semillas r.-Fases de Construcción* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=h1oHrtYwVuY>.

Martín Sánchez, E. (2018). Protector de semillas para restauración forestal (fotos). *Blogger*. http://ghidrologia.blogspot.com/2018/03/protector-de-semillas-para-restauracion_21.html.

Martínez de Azagra, A. y Del Río San José, J. (s.f.). Los riegos de apoyo y socorro en repoblaciones forestales. *Foresta*, pp. 32-47. <http://www.oasification.com/archivos/Riegos%20de%20apoyo%20y%20socorro.pdf>.

Martínez de Azagra, A., Mongil, J. y Rojo, L. (2006). Conceptos, modelos y ejemplos sobre oasificación. *Ecología* (20), pp. 453-470. https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_REPN%2FECO_20_06_20_453_470.pdf.

Martínez de Azagra Paredes A. y Navarro Hevia J. (1996). Hidrología forestal: El ciclo hidrológico. *Hidrología Forestal y Recuperación de Espacios Degradados*. Universidad de Valladolid. (Sin publicar).

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.a). *Los pinares de pino carrasco*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/phalepensis_tcm30-153816.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.b). *Pinus nigra*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/Pinus_nigra_tcm30-200477.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.c). *Quercus pyrenaica*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/Quercus_pyrenaica_tcm30-200503.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.d). *Juniperus communis*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/Juniperus_communis_tcm30-200426.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.e). *Juniperus oxycedrus*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/Juniperus_oxycedrus_tcm30-200428.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.f). *Juniperus thurifera*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/Juniperus_thurifera_tcm30-200432.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.g). *Crataegus monogyna*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/Crataegus_monogyna_tcm30-200369.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.h). *Prunus spinosa*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/Prunus_spinosa_tcm30-200487.pdf.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.i). *Sorbus domestica*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/Sorbus_domestica_tcm30-200541.pdf.

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (s.f.). *Técnicas de reforestación con encinas, alcornoques y otras especies de Quercus mediterráneas*. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1995_07-08.pdf.

Ministerio de Medio Ambiente (2004). *Libro rojo de las aves de España*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/lrcompletoparaweb_tcm30-207942.pdf.

Ministerio de Medio Ambiente y de Medio Rural y Marino (2008). *Programa de Acción Nacional contra la Desertificación*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/Resumen_PAND_agosto_2008_tcm30-152608.pdf.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008a). *Inventario de Tecnologías disponibles en España para la lucha contra la desertificación. Técnicas de preparación del suelo para repoblaciones forestales en ambientes áridos y semiáridos*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/0904712280144d78_tcm30-152824.pdf.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Restauración hidrológico forestal*. [Restauración hidrológico forestal \(miteco.gob.es\)](https://www.miteco.gob.es).

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2017). *Clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990)* [Dataset].

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Mapa de Productividad. Potencial Forestal. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/productividad_potencial_descargas.aspx.

Montoya Oliver, J.M. (1995). *Técnicas de reforestación con encinas, alcornoques y otras especies de Quercus mediterráneos*. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1995_07-08.pdf.

Mundet, R., Baiges, T., Beltrán y M., Torrell, A. (2018). *Guía de recomendaciones y medidas de adaptación al cambio climático en la gestión de Quercus suber. Proyecto Life+SUBER*.

Nahal, I. (1962). *Le pin d'Alep. (Pinus halepensis Mill). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et Sylvicole*. Annales de la Station de Reserches et Expérimentations Forêstieres et de l'École Nationale de Eaux et orêts. Nancy.

Navarro Hevia, J. (s.f.). Tema 10: La erosión hídrica. Magnitudes, procesos y formas. *Hidrología Forestal y Recuperación de Espacios Degradados*. Universidad de Valladolid. (Sin publicar).

Oria de Rueda, J.A. (s.f.a). Hongos forestales de especial importancia. *Departamento de Ciencias Agroforestales de la ETSIIAA de Palencia*. (Sin publicar).

Oria de Rueda, J.A. (s.f.b.). Tema 8. Gimnospermas=Pinophyta (*Gimnospermae*). *Departamento de Ciencias Agroforestales de la ETSIIAA de Palencia*. (Sin publicar).

Oria de Rueda, J.A. (s.f.c.). El género *Quercus*. *Departamento de Ciencias Agroforestales de la ETSIIAA de Palencia*. (Sin publicar).

Oria de Rueda, J.A. (s.f.d.). Orden Fabales. *Departamento de Ciencias Agroforestales de la ETSIIAA de Palencia*. (Sin publicar).

Oria de Rueda, J.A. (s.f.e.). Orden Lamiales. *Departamento de Ciencias Agroforestales de la ETSIIAA de Palencia*. (Sin publicar).

Oroño del Cotillo, F., Villar Salvador, P., Domínguez Lerena, S., Nicolás Peragón, J.L. y Peñuelas Rubira, J. (2001). Influencia de la siembra y plantación con dos tipos de tubos protectores en el desarrollo de una repoblación de *Quercus faginea* [Comunicación en congreso]. Congreso Forestal Español, Granada.

https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/recursos-geneticos/tubos_quejigo_tcm30-155948.pdf.

Pemán García, J., Navarro Cerrillo, R.M., Prada Sáez, M.A. y Serrada Hiero, R. (2021). *Bases técnicas y ecológicas del proyecto de repoblación forestal. Tomo 1*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

Rawls, W.J. & Brakensiek, D.L. (1989). *Estimation of soil water retention and hydraulic properties. In Morel- Seytoux (Ed.) Unsaturated flow in hydrologic modeling theory and practice* (pp. 275- 300). Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publishers.

Reque, J.A. y Martín, E. (2013). *Protector de semillas para siembra en trabajos de forestación* (España Patente no. 2 383 420 B1). Oficina española de patentes y marcas. <https://consultas2.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=P201001505>.

Reque, J.A. y Martín, E. (2015). Designing acorn protection for direct seeding of Quercus species in high predation areas. *Forest Systems*, 24 (1), pp.1-5, <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015241-05632>.

Reque Kilchenmann, J., Llamas Losada, M.A., Pando Fernández, V., Martín Sánchez, E. y Rodríguez León, R. (26-30 de junio, 2017). *¿Plantar o sembrar bellotas? Experiencia a nivel operacional en diversificación de pinares* [Comunicación en congreso]. 7º Congreso Forestal Español. Gestión del monte: Servicios ambientales y bioeconomía, Plasencia. http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/18316/18055.

Rivas-Martínez, S. (1987). *Memorias del Mapa de Series de Vegetación de España*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/memoria_mapa_series_veg.aspx.

Rodríguez López, A.C. (2020). *Proyecto de repoblación forestal en el término municipal de Bercero, Valladolid* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias]. Uva-Doc. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/46187>.

Ruiz de la Torre, J., Carreras, C., García, I. y Oti, M. (1996). *Manual de la flora para la restauración de áreas críticas y diversificación en masas forestales*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Sánchez San Román, F.J. (s.f.). Evapotranspiración. Concepto de evapotranspiración. Utilidad. Unidades. *Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca*. <https://hidrologia.usal.es>.

Serrada, R. (2000). Apuntes de repoblaciones forestales. Capítulo I: Concepto y elección de especies. FUCOVASA. Madrid.

Unidad Docente de Edafología y Ecología (s.f.). *Rocas sedimentarias. E.T.S.I. de Montes* – U.P.M. <http://www2.montes.upm.es/dptos/dsrn/edafologia/aplicaciones/qimr/Manual/Sedimentarias.html>.

Unidad Docente de Hidrología y Proyectos Forestales de la Universidad de Valladolid (2016). Tema 6: Las precipitaciones.

Vadell Guiral, E., De Miguel Magaña, S. y Pemán García, J. (2019). La repoblación forestal en España: Las especies utilizadas desde 1877 a partir de las cartografías forestales. *Historia agraria* (77), pp. 107-136. DOI 10.26882/histagrar.077e05v.

Villar-Salvador, P., Peragón, J.L., Guerrero, N. y Uscola, M. (2014). *Quercus ilex* L. https://www.researchgate.net/publication/259196301_Quercus_ilex_L.

Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington DC: USDA.

PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Google Earth Pro (Nº de version 9.176.0.1).

MODIPÉ-Modificación de precipitaciones Modelo sobre recolección de agua para la restauración forestal (2004).

NumCur. Determinación de números de curva-Programa de apoyo a MODIPÉ. (2006)

Paquete Microsoft Office 2007.

QGIS Desktop (Nº de versión 3.18). (2020). Windows. QGIS.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo XVI. Fotográfico



Figura 1: Zona del proyecto (Monte “El Cárcavo”) vista desde VP-5602 (Cara Oeste) . Fuente: Google Earth Pro.



Figura 2: Páramo del monte “El Cárcavo” (Zona del proyecto).



Figura 3: Ejemplar de “Siempreviva” (*Helichrysum stoechas*) en la zona del proyecto.



Figura 4: Ejemplar de “hierba pincel” (*Staehelina dubia*) en la zona del proyecto.



Figura 5: Ejemplar de "Pino carrasco" (*Pinus halepensis*) en la zona del proyecto.



Figura 6: Madriguera de conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*) en uso (izquierda) y ecotrofos de la especie (derecha) en la zona del proyecto.

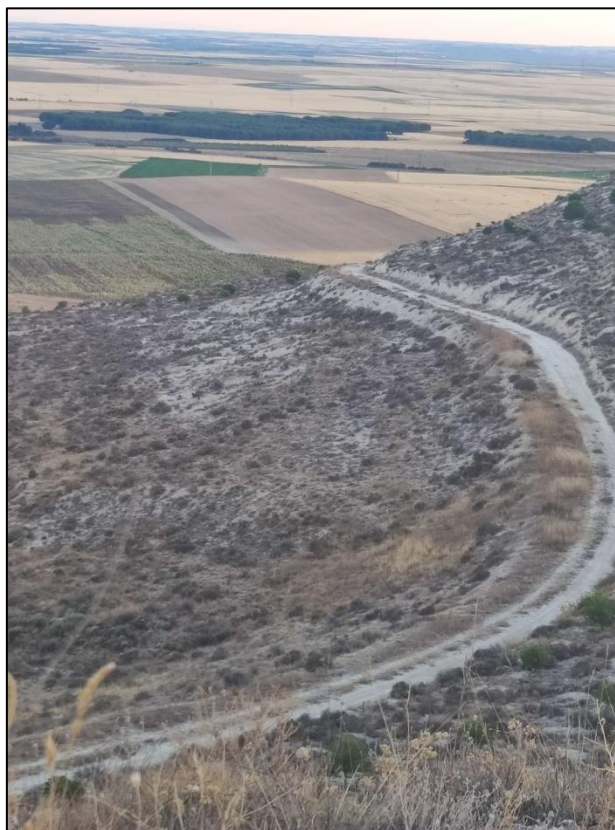


Figura 7: Camino en la zona del proyecto.

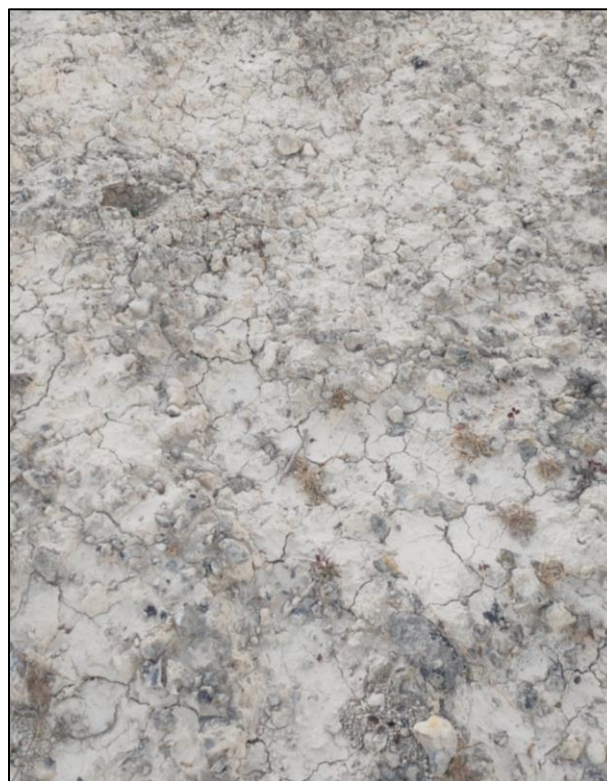


Figura 8: Suelo encostrado característico de la zona del proyecto debido a la escasa resiliencia que este presenta frente al impacto de las gotas de lluvia



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 las laderas del monte “El Cárcavo”
perteneiente al municipio de Bercero
(Valladolid).**

Documento 2. Planos

Alumno/a: Ana Espinel Gómez

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Diciembre de 2022

ÍNDICE GENERAL DEL DOCUMENTO 2: PLANOS.

PLANO Nº 1: LOCALIZACIÓN.

PLANO Nº 2: SITUACIÓN.

PLANO Nº 3: DESCRIPTIVO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

PLANO Nº 4: RIESGO DE DESERTIFICACIÓN.

PLANO Nº 5: ESTADOS EROSIVOS.

PLANO Nº 6: EDAFOLÓGICO (FAO).

PLANO Nº 7: LITOLÓGICO.

PLANO Nº 8: PENDIENTES.

PLANO Nº 9: ORIENTACIONES.

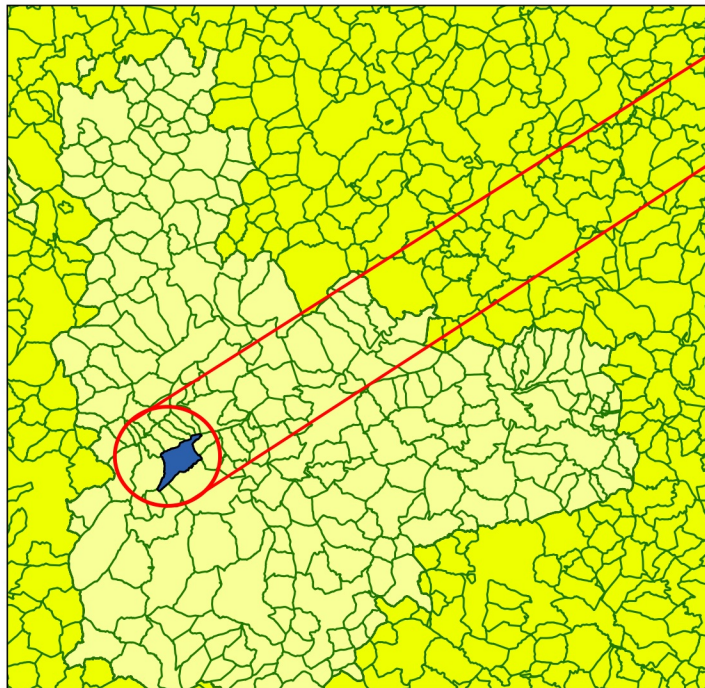
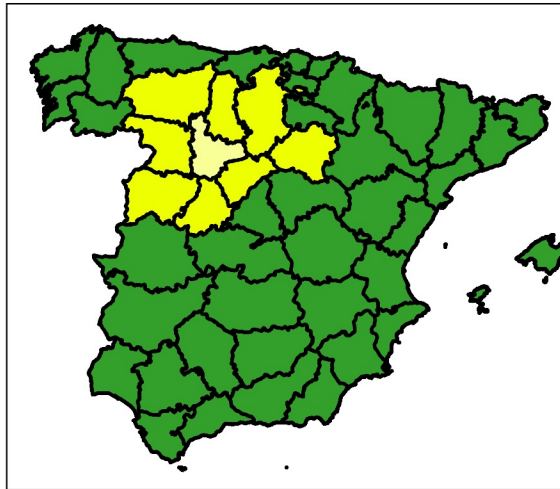
PLANO Nº 10: SUBCUENCAS

PLANO Nº 11: SERIES DE VEGETACIÓN DE RIVAS-MARTÍNEZ (1987).

PLANO Nº 12: VEGETACIÓN Y CULTIVOS. MAPA FORESTAL ESPAÑOL.

PLANO Nº 13: RED NATURA 2000 Y VÍAS PECUARIAS.

PLANO Nº 14: APEO DE RODALES.



0 10 20 30 40 km



Fuente: Centro de descargas del CNIG
(Centro Nacional de Información Geográfica)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TÍTULO PROYECTO

Proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte
"El Cárcavo" perteneciente al municipio de Berceo (Valladolid).

PLANO

Plano de localización

Nº PLANO

1

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema de referencia: ETRS89.

Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.

ESCALA

1:400.000

FECHA

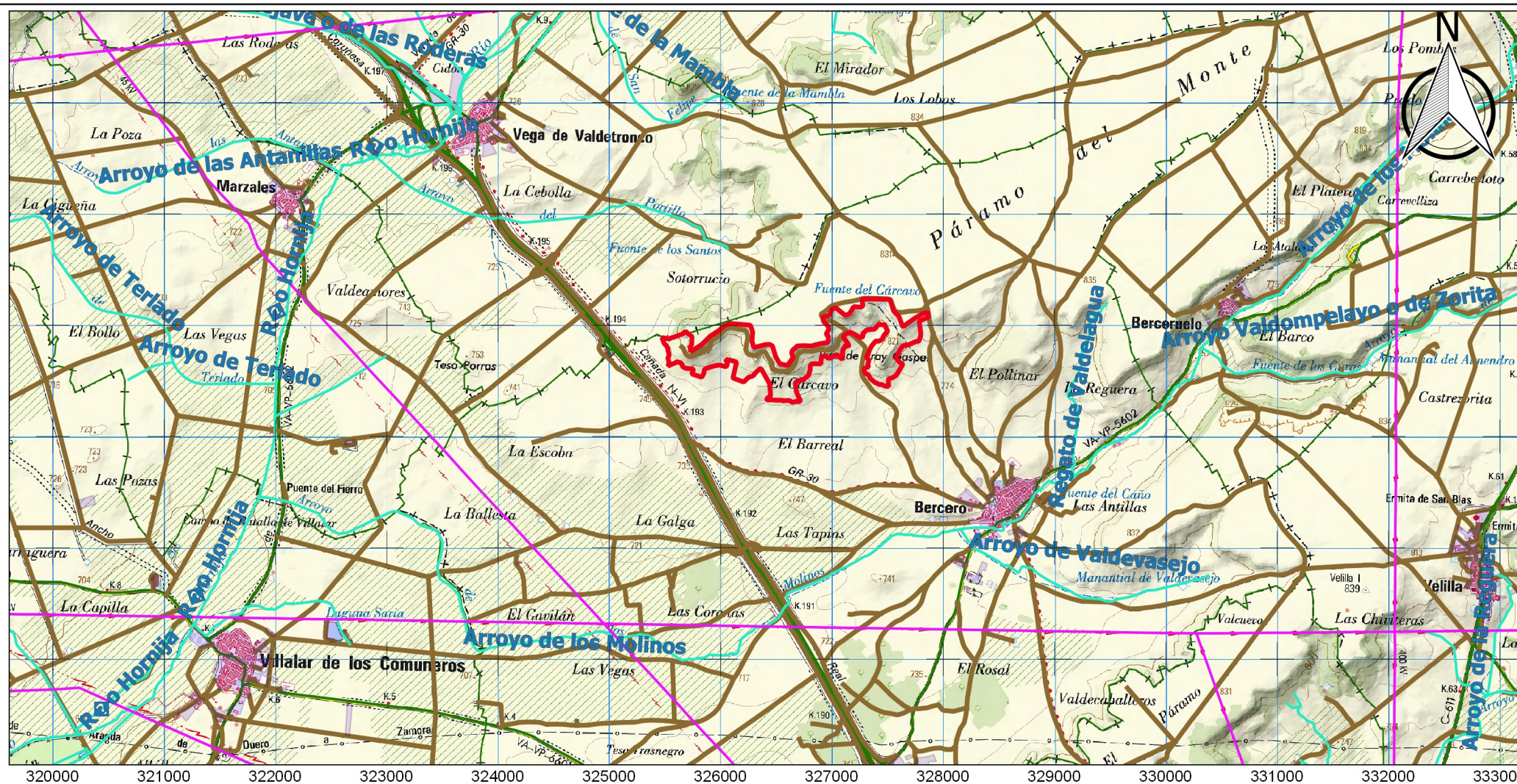
28/06/2022

FIRMA

PROMOTOR

Universidad de Valladolid, Avd. de Madrid 44,
34004 (Palencia)

Fdo.: Ana Espinel Gómez
Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



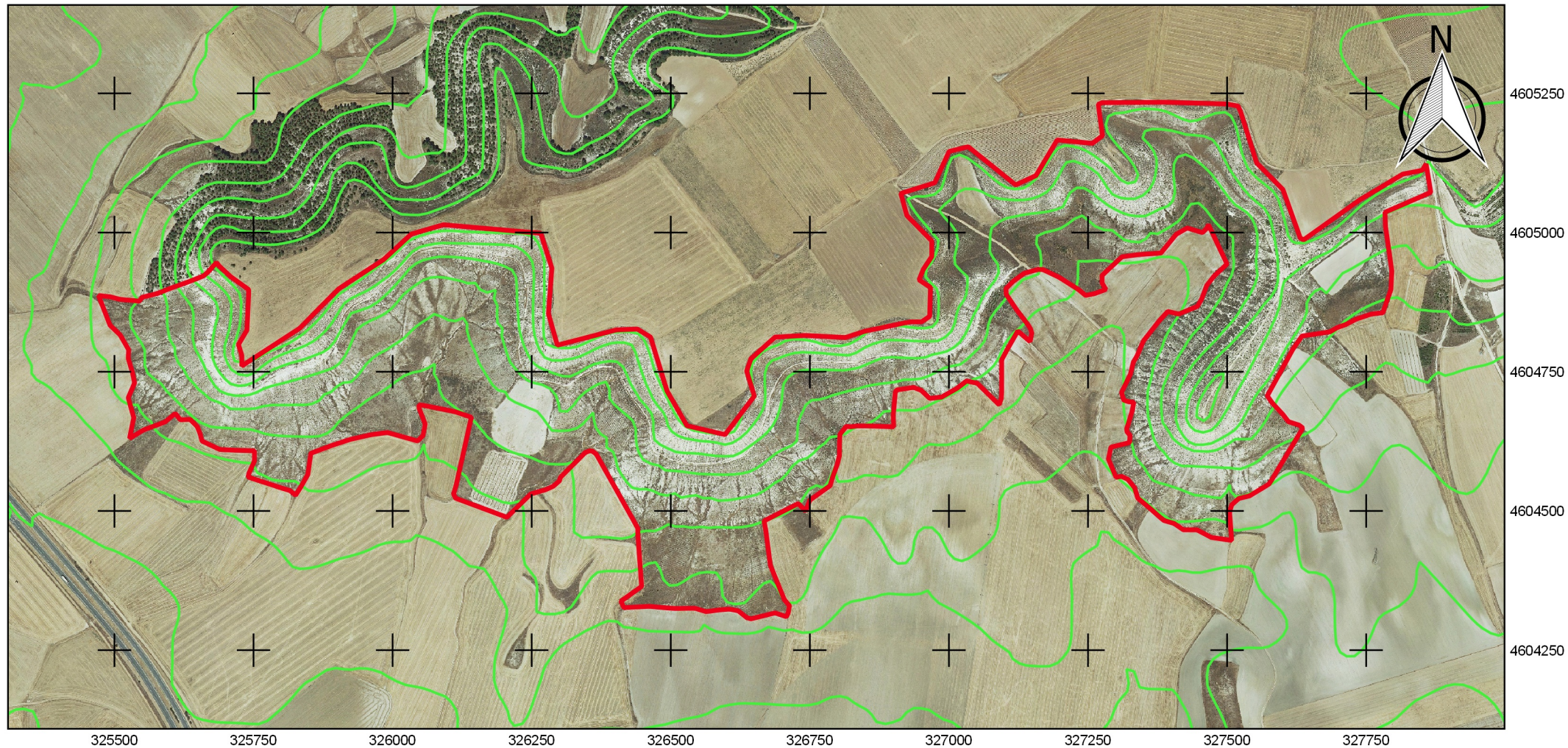
Leyenda



- Zona del proyecto
- Líneas eléctricas
- Caminos
- Carreteras
- Cursos agua
- Núcleos de población
- Límites municipales





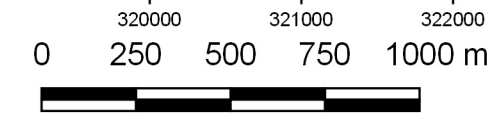
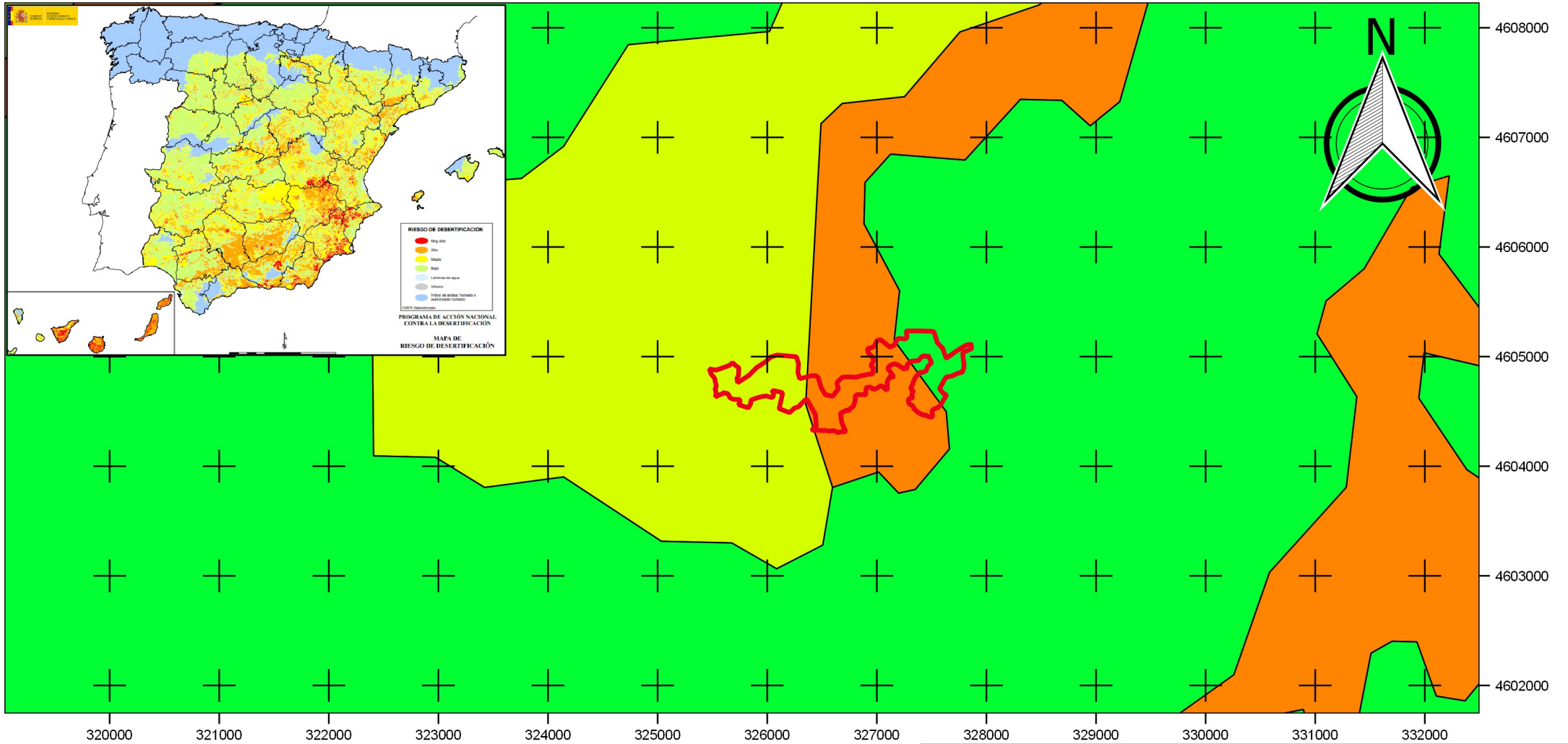
Fuente: Centro de descargas del CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica)

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TÍTULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte "El Cárcavo" perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid).		
PLANO Plano de situación	Nº PLANO 2	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:50.000	FECHA 30/06/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 44, 34004 (Palencia)		FIRMA Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Leyenda	
	Zona del proyecto
	Curvas de nivel_Equidistancia: 10 m

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
TÍTULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte "El Cárcavo" perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid).		
PLANO Plano descriptivo de la situación actual	Nº PLANO 3	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:10.000	FECHA 30/06/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avd. de Madrid 44, 34004 (Palencia)		FIRMA  Ana Espinel Gómez Fdo.: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

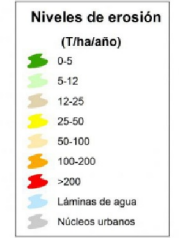
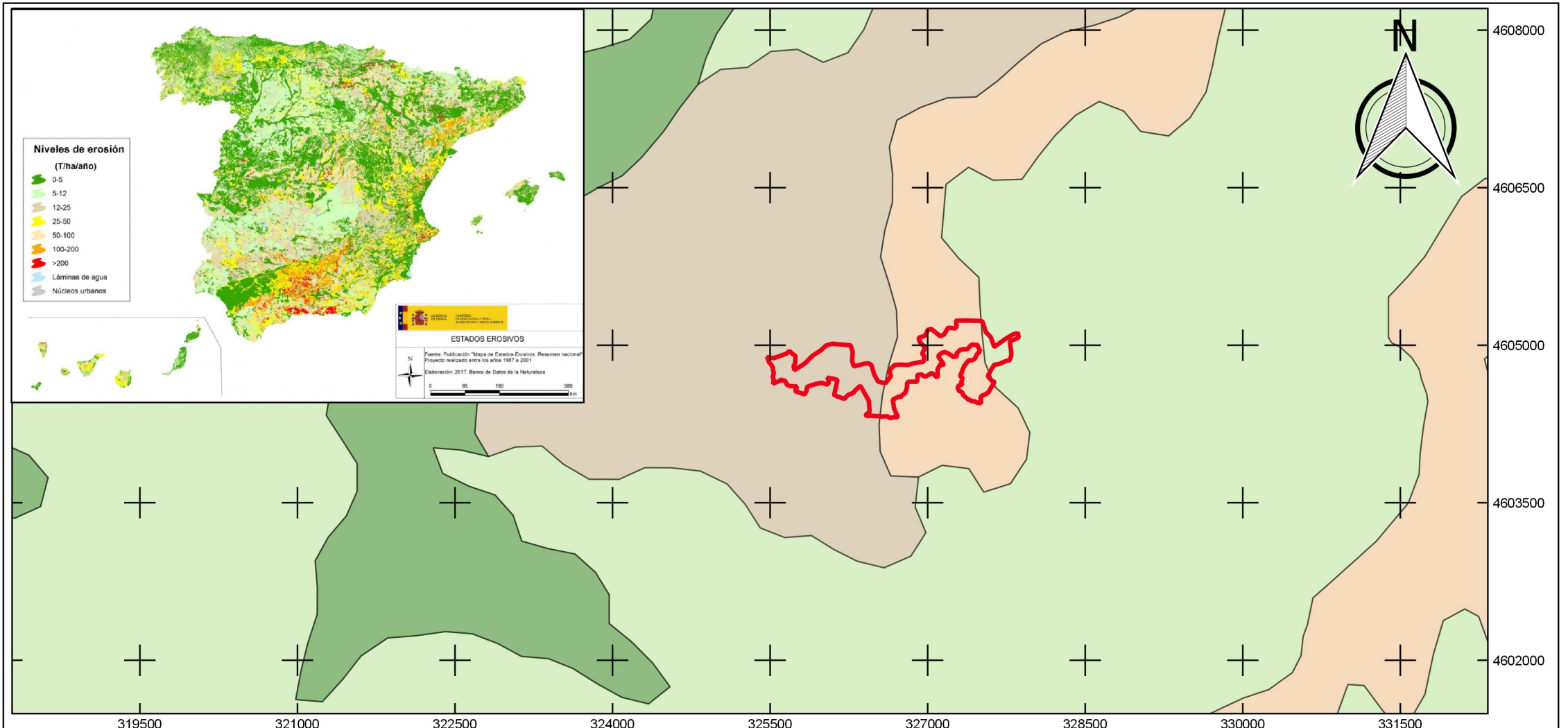


Leyenda

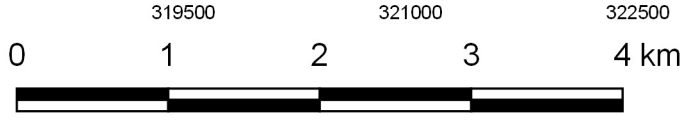
	Zona del proyecto
	Riesgo de desertificación bajo
	Riesgo de desertificación medio
	Riesgo de desertificación alto

Fuente: Centro de descargas del CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica)

<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</p>		
<p>TÍTULO PROYECTO Proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte "El Cárcavo" perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid)</p>		
<p>PLANO Riesgo de desertificación</p>	<p>Nº PLANO 4</p>	
<p>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.</p>	<p>ESCALA 1:50000</p>	<p>FECHA 29/06/2022</p>
<p>PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avd. de Madrid 44, 34004 (Palencia)</p>		<p>FIRMA Ana Espinel Gómez Fdo.: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural</p>



ESTADOS EROSIVOS
 Fuente: Publicación 'Mapa de Estados Erosivos. Resumen nacional' Proyecto realizado entre los años 1997 a 2001.
 Elaboración: 2017, Banco de Datos de la Naturaleza



Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza (BDN)

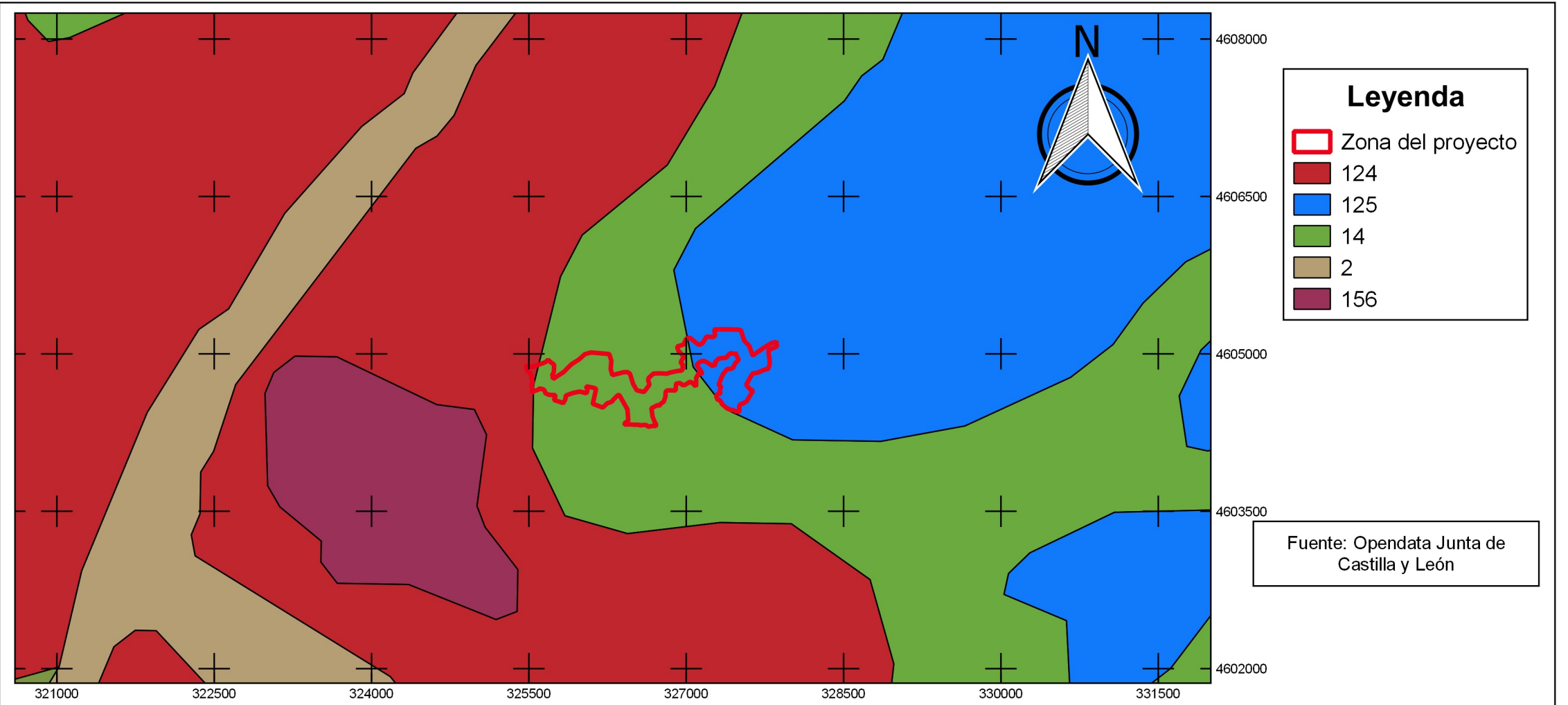
Legenda

Zona del proyecto

Estados erosivos (T/ha/año)

- 0-5
- 5-12
- 12-25
- 25-50
- 50-100

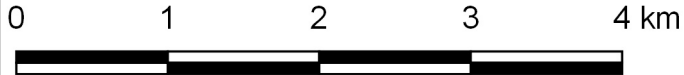
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
PLANO Plano de Estados Erosivos	Nº PLANO 5	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:50000	FECHA 06/09/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)	FIRMA Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	



Leyenda

- Zona del proyecto
- 124
- 125
- 14
- 2
- 156

Fuente: Opendata Junta de Castilla y León

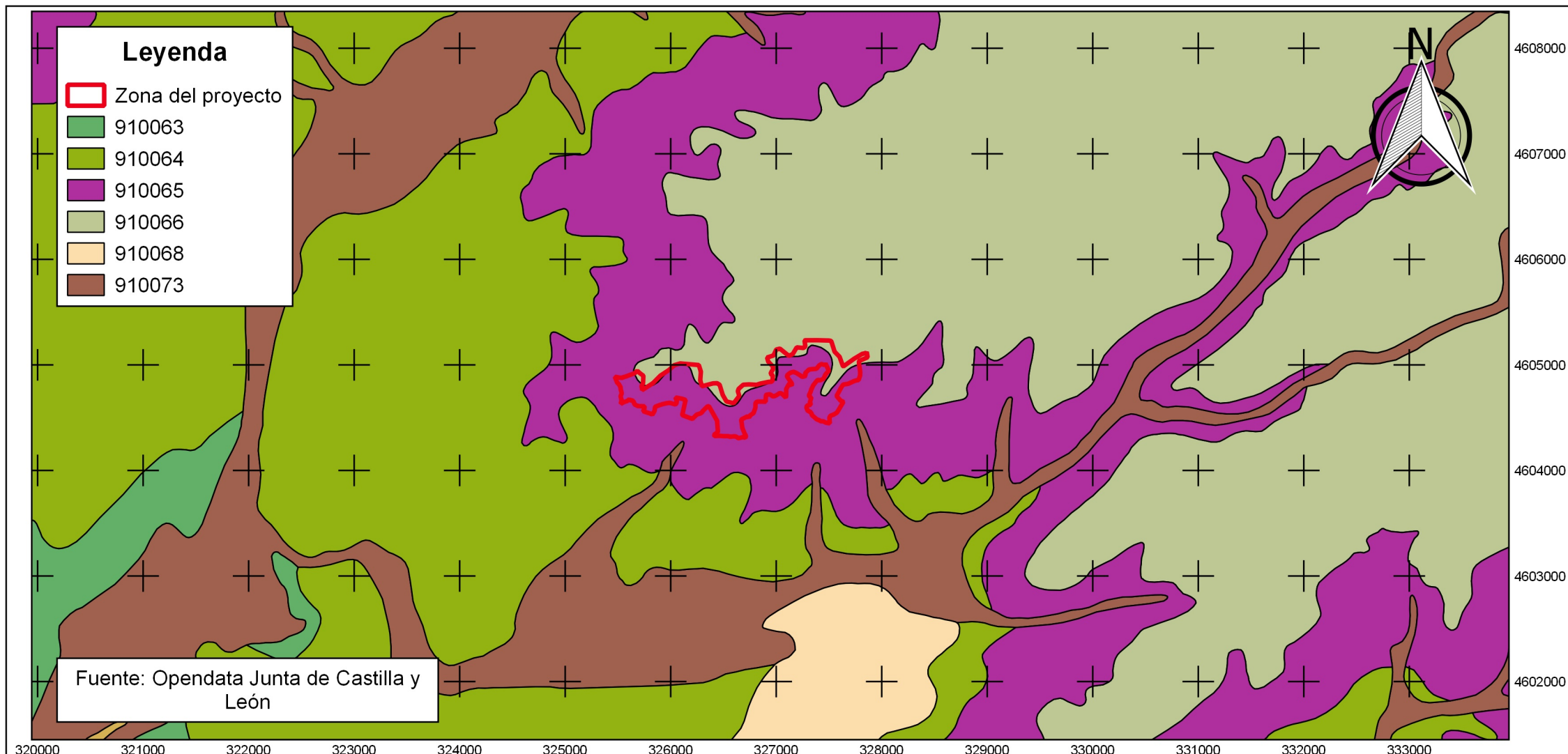


Código	Asociación/Tipo de suelo	Textura
124	(FLc) Fluvisol calcárico + (RGc) Regosol calcárico	Gruesa
125	(CMx) Cambisol crómico	Gruesa
14	(CMc) Cambisol calcárico	Gruesa
2	(FLC) Fluvisol calcárico + (Fle) Fluvisol cútrico	Gruesa y media
156	(LVk) Lluvisol cálcico + (LVa) Lluvisol álbico	Fina

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCCERO (VALLADOLID)

PLANO Edafológico (FAO)	Nº PLANO 6
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:50000 FECHA 06/09/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)	FIRMA Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Fuente: Opendata Junta de Castilla y León

320000 321000 322000 323000 324000 325000 326000 327000 328000 329000 330000 331000 332000 333000

0 1 2 3 4 km



Código	Era	Periodo	Significado
910063	Cenozoico	Mioceno inferior-medio	Conglomerados, arenas, arcillas y calizas
910064	Cenozoico	Mioceno medio-superior	Arcillas y limos, areniscas, microconglomerados, areniscas y maargas
910065	Cenozoico	Mioceno superior	Margas, arcillas margosas, niveles calcáreos y yesíferos
910066	Cenozoico	Mioceno superior	Calizas con gasterópodos, dolomías e intercalados de margas con yesos
910068	Cenozoico	Pleistoceno	Cantos, arenas, arcillas, limos
910073	Cenozoico	Holoceno	Arenas, limos, arcillas, cantos (Fondos de valles y llanuras fluviales)

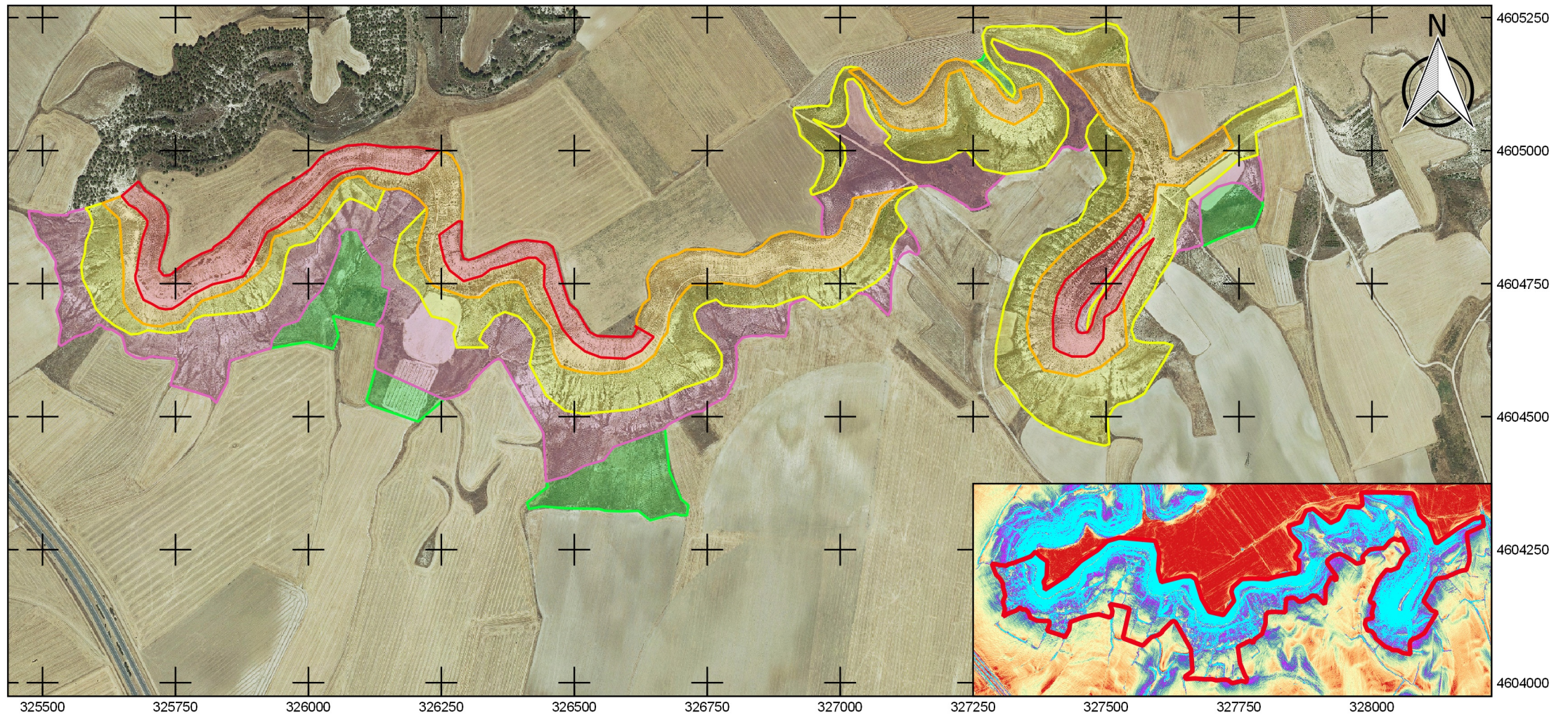
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TÍTULO PROYECTO
Proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte "El cárcavo" perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid).

PLANO Litológico	Nº PLANO 7
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:50.000
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 44, 34004 (Palencia)	FECHA 01/07/2022

FIRMA

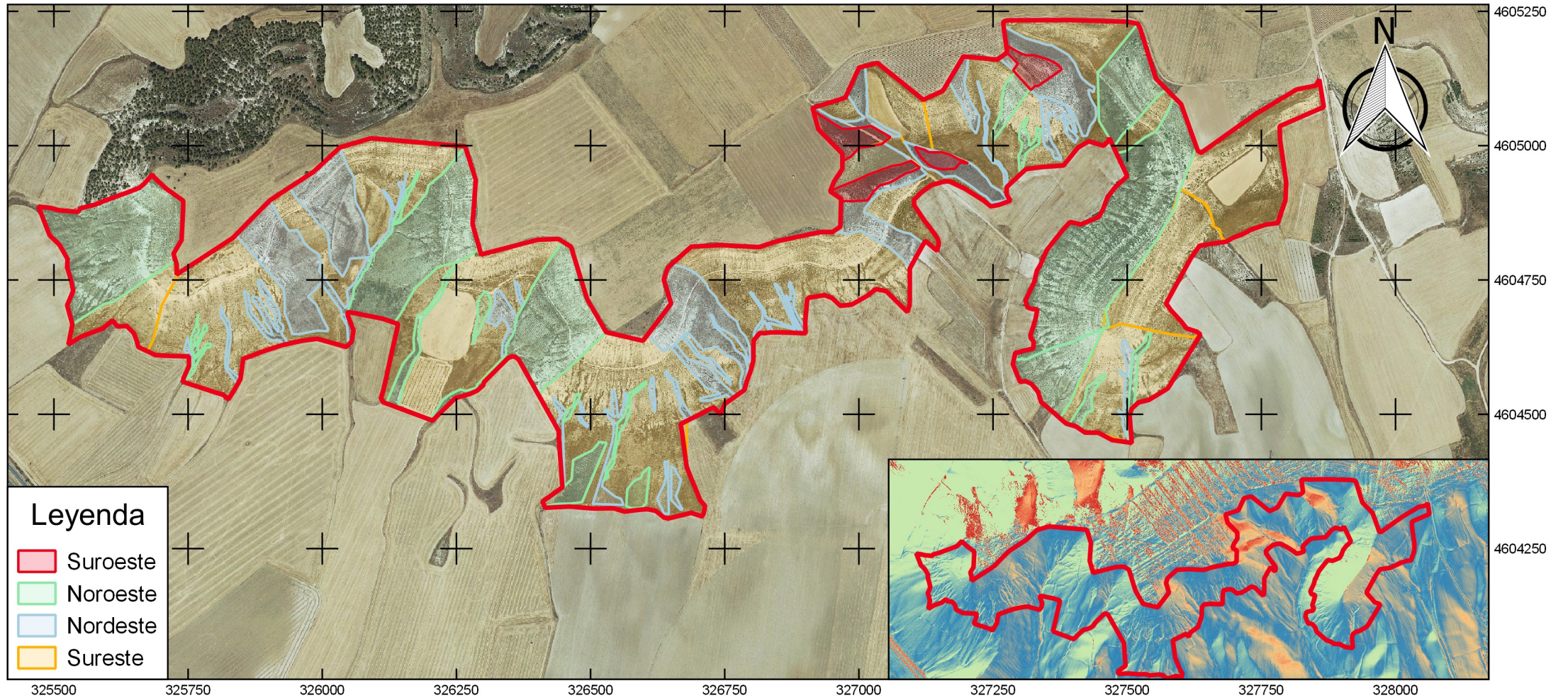
Ana Espinel Gómez
Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Fdo.: Natural



Fuente: Centro de Descargas del CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica)

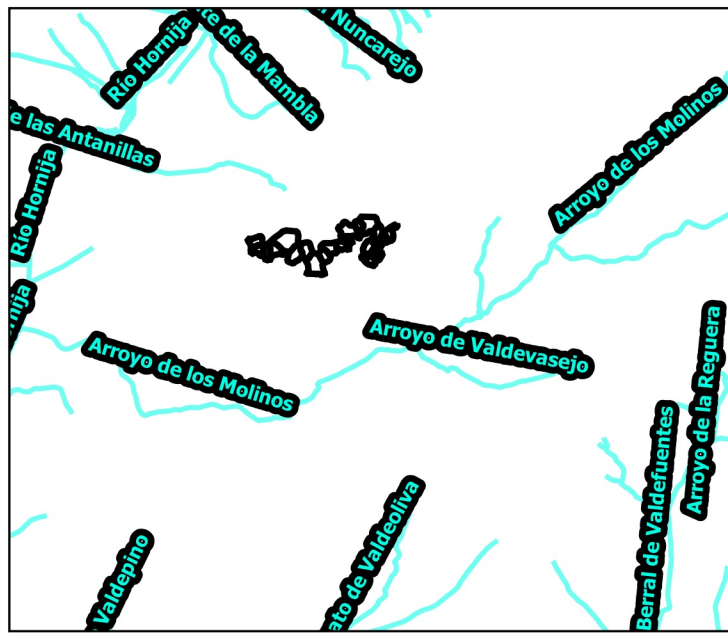
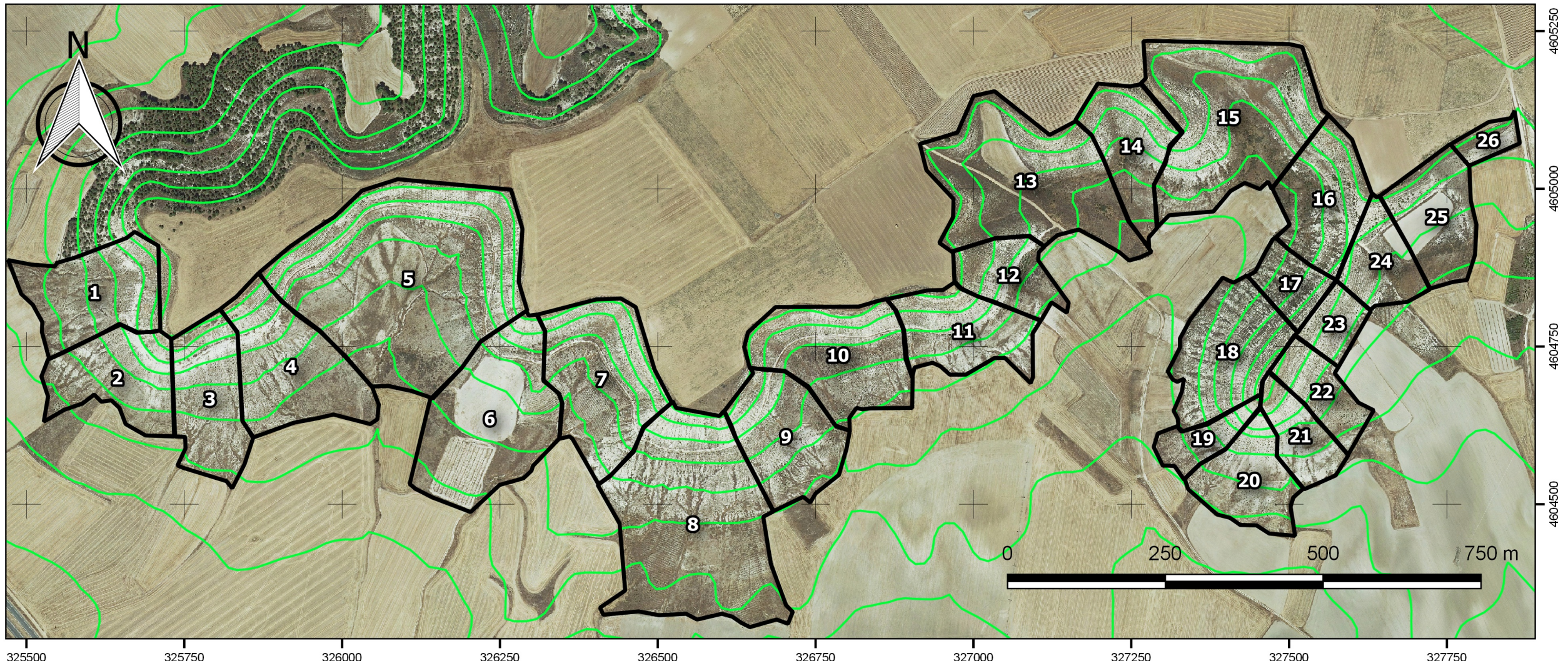
Leyenda	
	55-75 %
	35-55 %
	25-35 %
	15-25 %
	0-15 %

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
PLANO Pendientes	Nº PLANO 8	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:10000	FECHA 05/07/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)	FIRMA  Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	



Fuente: Centro de Descargas del CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica)

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
PLANO Plano de orientaciones	Nº PLANO 9	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:10000	FECHA 05/07/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)		FIRMA  Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



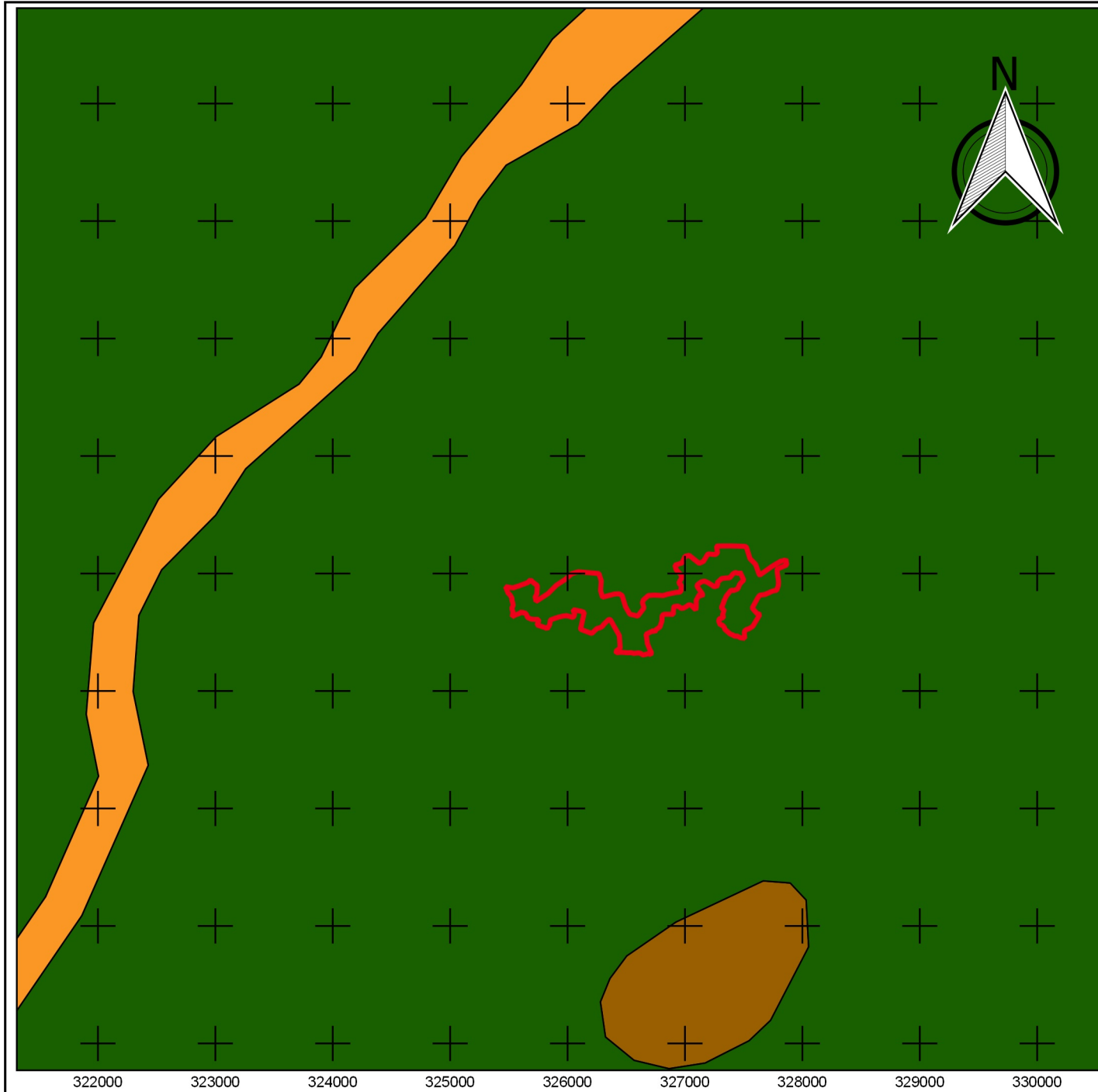
Leyenda

— Curvas de nivel_Equidistancia: 10 m

▭ Subcuencas

Fuente Ortofoto: Centro de Descargas
del CNIG

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
PLANO Subcuencas	Nº PLANO 10	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:7500	FECHA 20/07/2022
	FIRMA 	
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)		
Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural		



Leyenda

Zona del proyecto

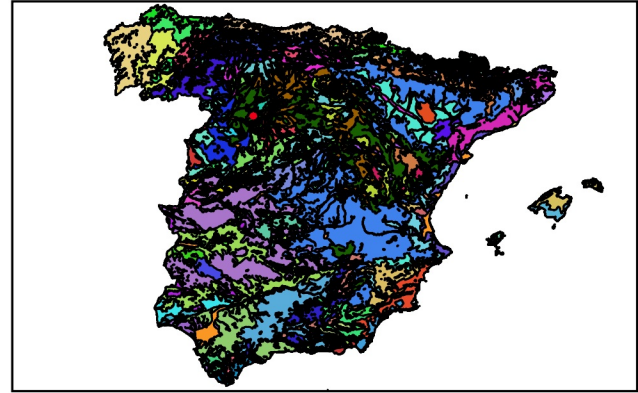
Serie de vegetación de Rivas-Martínez (1987)

- Serie I
- Serie 19 b
- Serie 22a

Serie I: Geomegaseries riparias mediterráneas y regadíos (R)

Serie 19b: Supramesomediterránea castellano-alcarreno-manchega basófila de *Quercus faginea* o quejigo (*Cephalanthero longifoliae*-*Qcto. fagineae sigmetum*). (QUEJIGARES)

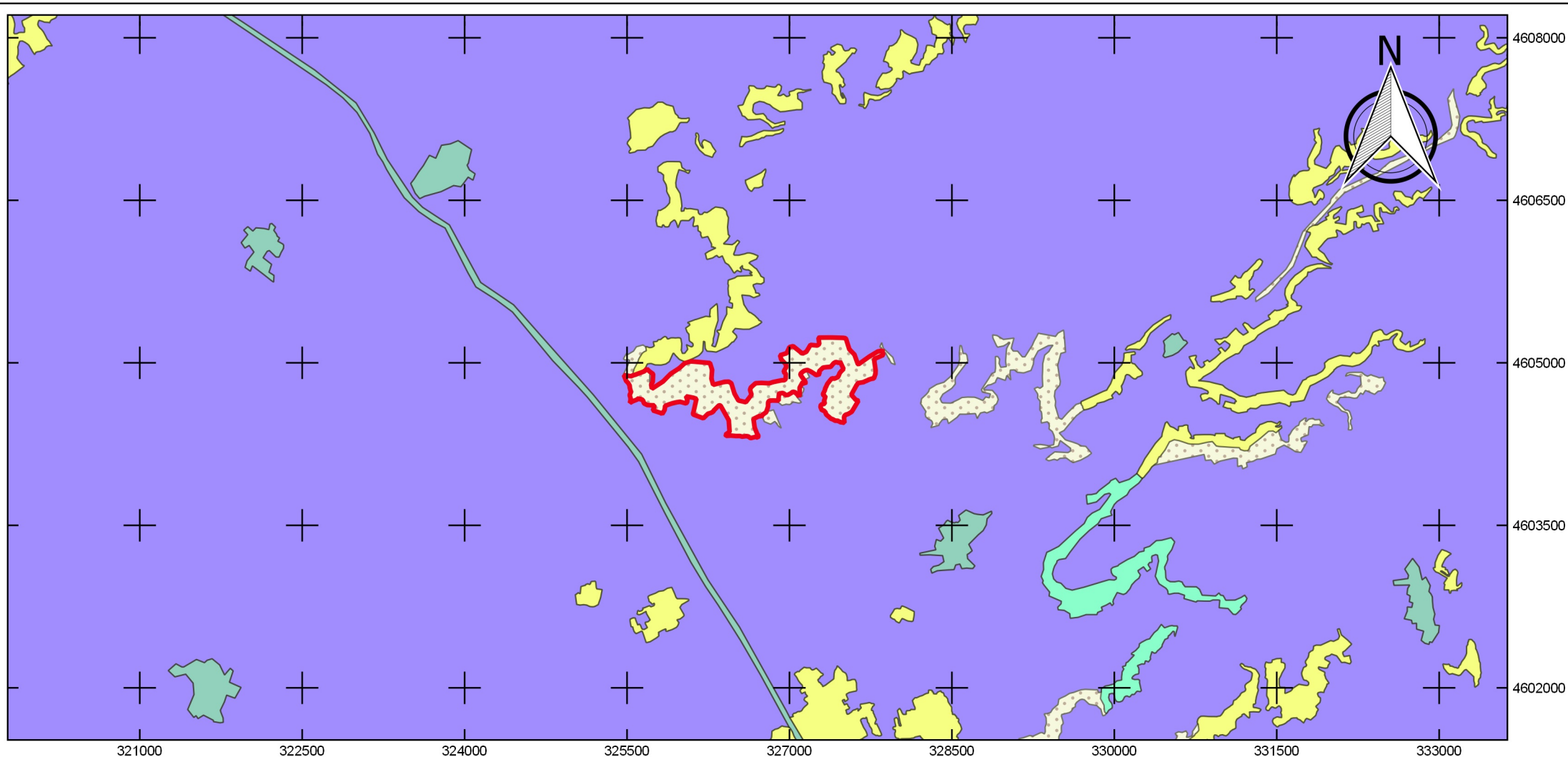
Serie 22 a: Supramediterráneo castellano-maestrazgo-manchega basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Junipero thuriferae*-*Qcto. rot. e sigmetum*) (ENCINARES)



Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza (BDN) del MITECO

4609000
4608000
4607000
4606000
4605000
4604000
4603000
4602000
4601000

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
PLANO Series de vegetación de Rivas-Martínez (1987)	Nº PLANO 11	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:50000	FECHA 30/08/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)		FIRMA Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



0 1 2 3 4 km



Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Leyenda

Zona del proyecto

Usos del suelo

Desarbolado

Cultivos

Artificial

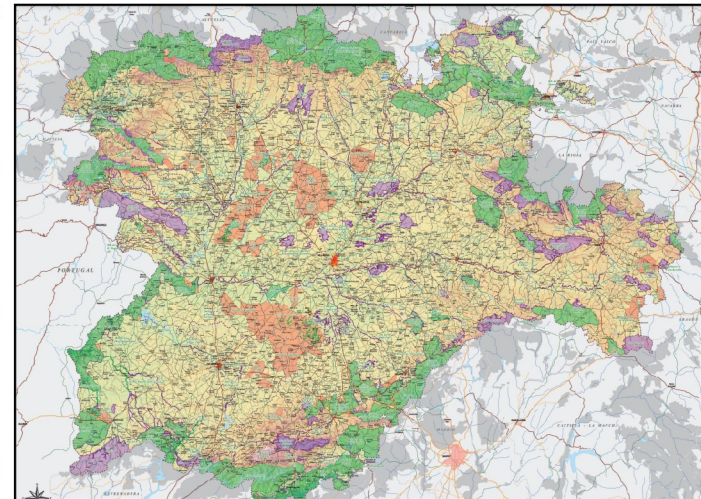
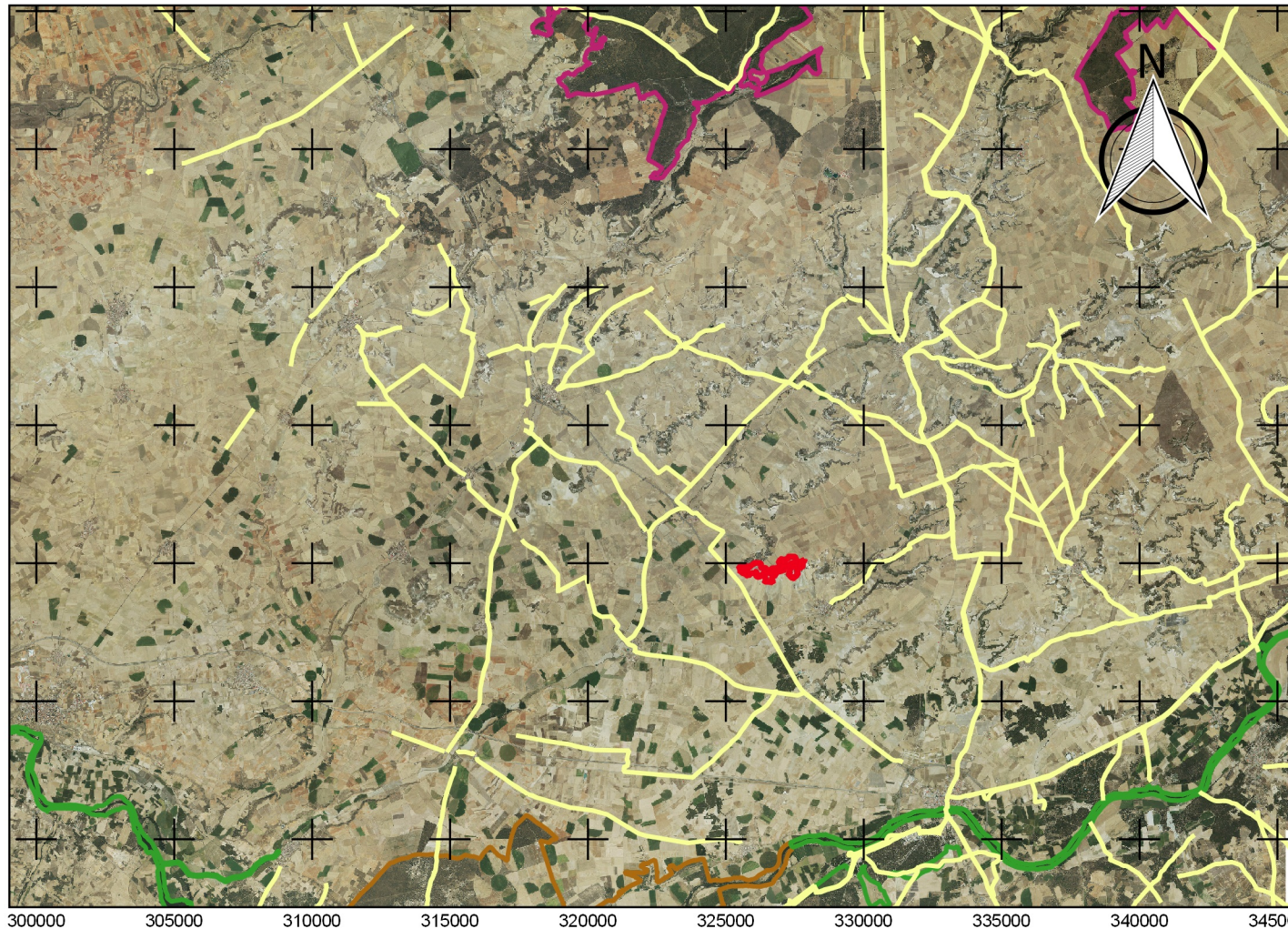
Arbolado malo

Arbolado disperso

Arbolado

Agua

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERGERO (VALLADOLID)		
PLANO Plano de vegetación y cultivos. Mapa Forestal Español	Nº PLANO 12	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:50000	FECHA 06/09/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)	FIRMA Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	





Leyenda

- Zona del proyecto
- Vías pecuarias
- Zonas Red Natura 2000 (ZEPA y LIC)**
- Montes Torozos (LIC)
- Riberas de Castronuño (ZEPA Y LIC)
- Riberas del Duero (LIC)

0 5 10 15 20 km





Fuente: Opendata Junta de Castilla y León

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
PLANO Zonas pertenecientes a la Red Natura 2000 y vías pecuarias	Nº PLANO 13	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:250.000	FECHA 04/07/2020
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)	FIRMA  Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	



Rodal	S (ha)	Preparación del terreno	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4
1	0,98	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
2	1,40	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
3	1,23	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
4	7,26	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
5	3,02	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
6	0,68	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
7	1,15	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
8	4,81	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
9	5,15	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
10	0,56	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
11	0,63	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
12	2,26	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
13	0,35	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
14	7,26	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
15	2,87	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
16	8,03	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
17	1,42	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
18	5,53	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
19	1,41	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
20	9,31	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
21	1,44	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (70%)	<i>Q. faginea</i> (20%)	<i>C. monogyna</i> (10%)	-
22	0,91	Ahoyado con retroaraña	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)
23	8,13	Ahoyado con retroexcavadora	<i>P. halepensis</i> (50%)	<i>P. pinea</i> (30%)	<i>Q. ilex</i> (15%)	<i>C. monogyna</i> (5%)

Ver Anejo IX: Ingeniería del proyecto para más especificaciones.
 El ahoyado será con alcorque. Cada banqueta estará delimitada por caballones laterales definidos a mano.
 La disposición de las líneas de plantación será al tresbolillo, y las densidades de plantación en todos los rodales de 1100 pies /ha

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)		
PLANO Apeo de rodales de repoblación	Nº PLANO 14	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Sistema de referencia: ETRS89. Proyección cartográfica: UTM huso 30 norte.	ESCALA 1:7000	FECHA 09/08/2022
PROMOTOR Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 34, 34004 (Palencia)	FIRMA  Fdo.: Ana Espinel Gómez Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal
de las laderas del monte “El Cárcavo”
perteneiente al municipio de Bercero
(Valladolid).**

Documento 3. Pliego de Condiciones

Alumno/a: Ana Espinel Gómez

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Diciembre de 2022

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Título I: Pliego de condiciones técnicas para el proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte “El Cárcavo” perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid).....	2
A. Condiciones técnicas particulares para la repoblación	2
Capítulo 1. Descripción de las obras	2
1.1. Alcance de las condiciones.....	2
1.2. Localización de las obras	2
1.3. Objeto de las obras	2
1.4. Instrucciones sobre la forma de tratamiento del suelo	2
1.5. Detalles de ejecución.....	3
1.6. Obras y trabajos no incluidos.....	10
1.7. Reparación de afecciones	11
Capítulo 2. Unidades de obra.....	11
2.1. Condiciones generales de medición y abono.....	11
2.2. Condiciones específicas de medición y abono.....	12
2.3. Condiciones generales que deben cumplir los materiales.....	12
2.4. Forma de realizar los trabajos.....	17
2.5. Programa de pruebas al que han de someterse los trabajos de repoblación	23
B. Condiciones técnicas particulares para los riegos de apoyo	26
Capítulo 1. Descripción de las obras	26
Capítulo 2. Unidades de obra	26
Capítulo 3. Forma de realizar los trabajos	27
Capítulo 4. Programa de pruebas	27
Título II: Pliego de condiciones de índole facultativo para el proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte “El Cárcavo” perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid).....	28
Capítulo 1: Dirección e inspección de las obras.	28
1.1. Dirección de las obras	28
1.2. Ingeniero director de las obras	28
1.3. Unidad administrativa a pie de obra.....	28
1.4. Inspección de obras.....	28
1.5. Funciones del Ingeniero Director de las Obras	28
1.6. Representante del contratista	29
1.7. Partes e informes	30
1.8. Órdenes al contratista.....	30

1.9. Libro de órdenes.....	30
Capítulo 2: Trabajos preparatorios para la ejecución de las obras.....	30
2.1. Comprobación del replanteo	30
2.2. Fijación de los puntos de replanteo y conservación de los mismos.....	30
Capítulo 3: Desarrollo y control de las obras	31
3.1. Replanteo de detalle de las obras.....	31
3.2. Equipos y maquinaria	31
3.3. Ensayos.....	31
3.4. Materiales	31
3.5. Trabajos nocturnos	32
3.6. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos	32
3.7. Construcción y conservación de desvíos	32
3.8. Señalización de las obras	32
3.9. Precauciones especiales durante la ejecución de las obras	32
3.10. Modificaciones de obra	33
Capítulo 4: Responsabilidades especiales del contratista durante la ejecución de la obra.....	34
4.1. Daños y perjuicios	34
4.2. Objetos encontrados.....	34
4.3. Evasión de contaminaciones	34
4.4. Permisos y licencias	34
4.5. Personal del contratista	34
4.6. Edificios o materiales que la administración forestal entregue al contratista para su utilización.....	35
4.7. Envases recuperables	35
Capítulo 5: Disposiciones generales.	35
5.1. Periodos de ejecución.....	35
5.2. Conservación durante la ejecución y plazo de garantía	36
Capítulo 6: Disposiciones varias	36
4.1. Cuestiones no previstas en este pliego	36
Título III: Pliego de condiciones de índole económica para el proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte “El Cárcavo” perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid).....	37
Capítulo 1: Medición y abono de las obras.....	37
1.1. Medición de las obras.....	37
1.2. Abono de las obras.....	37
1.3. Otros gastos por cuenta del contratista	39

Título IV: Pliego de condiciones de índole legal para el proyecto de restauración hidrológico-forestal de las laderas del monte “El Cárcavo” perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid).....	41
Capítulo 1: Documentos que definen	41
1.1. Descripción.....	41
1.2. Planos	41
1.3. Contraindicaciones, omisiones o errores	41
1.4. Planos de detalle	41
1.5. Documentos que se entregan al contratista.....	42
1.6. Rescisión del contrato	42
1.7. Tramitación de propuestas	43
1.8. Cuestiones no previstas en el pliego	44

En el presente Pliego de Condiciones, dirigido a las obras de restauración hidrológico forestal de las laderas del monte "El Cárcavo" perteneciente al municipio de Bercero (Valladolid) 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.

También se establecen las condiciones sobre las formas de medir y valorar las distintas unidades de obra, así como las disposiciones generales que, junto con la legislación vigente, regirán durante la efectividad del Contrato de Obras.

Las condiciones e instrucciones citadas a lo largo de este Pliego serán aplicadas en las obras de restauración hidrológico forestal del monte "El Cárcavo" ubicado en el municipio de Bercero 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.

Es obligación de la contrata y de los diferentes agentes que intervienen en la obra el conocimiento del presente pliego, al igual que el cumplimiento de todos sus puntos.

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.

En el caso de que se den contradicciones entre los documentos de carácter contractual, siendo estos el Pliego de Condiciones, Planos y Presupuesto, la labor de interpretación correrá a cargo del Ingeniero Director de la Obra, estableciéndose el criterio general de que, salvo contraindicación, prevalecerá lo definido en el presente Pliego de Condiciones.

En el caso de que aparezcan contradicciones entre la legislación y lo dispuesto en el presente Proyecto, prevalecerán las disposiciones generales (Leyes, Reglamentos y Reales Decretos). No obstante, en caso de que se den contradicciones entre el Proyecto y la normativa técnica, prevalecerá, como criterio general, lo indicado en el presente Proyecto, salvo que en el Pliego se indique expresamente que es de aplicación preferente un artículo preciso de una norma concreta; En ese caso, prevalecerá lo definido en el citado artículo.

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE “EL CÁRCAVO” PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID).

A. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA REPOBLACIÓN

CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1. Alcance de las condiciones

Las prescripciones aquí definidas se aplicarán en los casos que correspondan a la ejecución de las obras que pertenezcan a la repoblación del presente Proyecto de restauración hidrológico-forestal del monte “El Cárcavo” ubicado en el municipio de Bercero (Valladolid), cuya descripción aparece en la memoria del mismo.

Contiene las condiciones técnicas que, junto con las particulares que se establezcan en el contrato, deberán regir en la ejecución de dichas obras.

1.2. Localización de las obras

Las obras a ejecutar estarán ubicadas en el término municipal de Bercero, perteneciente a la provincia de Valladolid, en las laderas que conforman el monte “El Cárcavo”

1.3. Objeto de las obras

El Proyecto tiene como objeto la ejecución de una repoblación de carácter protector en diversas laderas detalladas en los planos y comprende, por tanto, todos los trabajos, obras, operaciones y materiales necesarios para que el mismo quede ejecutado de acuerdo con los Planos y Prescripciones de este Pliego.

Todas las obras que aquí se describan aparecen incluidas en el Proyecto, y deberán ejecutarse en base a este salvo modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras autorizadas por la superioridad

En los Planos aparecen especificadas las referencias altimétricas y planimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y ejecución de los trabajos.

1.4. Instrucciones sobre la forma de tratamiento del suelo

Siendo el suelo del monte un factor fundamental sobre el que se asienta la repoblación y se asentará la futura masa forestal, deberán tenerse en cuenta en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, las relativas a su tratamiento de forma que los postulados ecológicos básicos se complementen con la finalidad protectora de la repoblación y asistan al mejor logro de esta finalidad.

A efectos de facilitar la infiltración y el crecimiento radicular y, mejorar las condiciones edáficas y, a grandes rasgos, reducir las tasas de erosión en las laderas,

se harán microcuencas con área de impluvio (con una profundidad de 60 cm) delimitada por caballones laterales y alcorque. Para la apertura de banquetas se ahoyará con retroexcavadora y retroaraña (ambos con potencia superior a los 100 CV) siguiéndose la línea de máxima pendiente y según los rodales definidos en la Memoria e incluidos en los Planos. Para la definición de caballones laterales, se requiere de un operario con una azada que abra unos canales laterales en ángulo de 21° que parten de los vértices superiores de cada hoyo. Esto será común a todos los rodales

Es necesario considerar las observaciones indicadas en la Memoria con respecto a las condiciones de pendiente y edáficas destacadas a la hora de hacer una evaluación del medio en que se ubica el presente Proyecto.

De acuerdo con lo establecido en la Memoria del Proyecto, no será necesaria la realización de ningún tratamiento sobre la vegetación preexistente.

Cualquier variación de lo expuesto anteriormente durante la ejecución de las obras, por no haberse tenido en cuenta en el Proyecto, es competencia del Ingeniero Director de las Obras.

1.5. Detalles de ejecución

1.5.1. Procesos en la repoblación

Las fases que componen el conjunto de la repoblación y que se den seguir para la correcta consecución de la misma son las siguientes:

1. Preparación del terreno
2. Distribución de la planta
3. Plantación y colocación de protector
4. Siembra y colocación de protector.

A continuación, se describirán estas con un mayor grado de detalle:

1. Preparación del terreno

La preparación del terreno es la actuación por la cual se realiza la remoción del terreno para el posterior alojamiento de la planta o la semilla de las especies elegidas en plantación, a efectos de facilitar su supervivencia y arraigo en el terreno en los primeros estadios de crecimiento.

La preparación del terreno, es la misma en todos los rodales de repoblación: Microcuencas formadas por hoyos (áreas de recepción de agua de escorrentía con contrapendiente o alcorque de 20 cm de profundidad mínima) delimitadas por caballones laterales que forman un ángulo de 21° y parten del vértice superior de cada hoyo (45° si la medición se realiza desde el centro del hoyo)

La apertura de los caballones laterales y el levantamiento de alcorque nivelado alrededor del punto de plantación (de altura mínima 15 cm) para la recolección de agua de escorrentía, se ejecuta de la misma manera en todos los rodales de repoblación, de manera manual con azada. No obstante, la apertura de hoyos va a variar entre rodales, dependiendo de la pendiente media de estos:

- En los rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23, en lo que la pendiente es inferior al 55%, el ahoyado será mecanizado, con una retroexcavadora de potencia igual o superior a 100 CV que

se moverá siguiendo la línea de máxima pendiente y que abrirá hoyos con unas dimensiones de 60 x 60 x 60 cm. El método operativo de esta máquina consiste en estacionar en un punto y abrir los hoyos a los que alcance su brazo hidráulico, depositando la tierra sobre el mismo hoyo. Previa a esta apertura de hoyos, se hará el marcado de los mismos de manera manual

- En los rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22, en los que la pendiente oscila entre los valores 55-75%, el ahoyado será mecanizado con una retroaraña de potencia igual o superior a 100 CV que se moverá siguiendo la línea de máxima pendiente y que abrirá con el cazo hoyos con unas dimensiones de 60 x 60 x 60 cm. El método operativo de esta máquina (provista de dos ruedas y dos patas hidráulicas extensibles) consiste en avanzar por la ladera apoyando su cazo en el suelo (a modo de punto de apoyo), seguido de la apertura del hoyo con deposición de la tierra extraída sobre el mismo. Previa a esta apertura de hoyos, se hará el marcado de los mismos de manera manual.

Tanto en el ahoyado con retroaraña como en el ahoyado con retroexcavadora, la tierra removida deberá quedar suelta y refinada tras la correspondiente actuación. Asimismo, estará ausente de piedras, raíces o cualquier otro elemento que pueda dificultar el arraigo y crecimiento de la planta o la semilla. La calidad y, en consecuencia, validez, de los trabajos acabados será determinada a juicio del Director de los trabajos (o persona en quien delegue)

Las características de la zona de repoblación, distribución en el espacio y las actuaciones proyectadas aparecen descritas con más detalle en los documentos de Memoria, Anejos y Planos, por lo que esta información no se vuelve a incluir en el Pliego.

2. Distribución de la planta

Para la distribución de las plantas y semillas al monte se precisará de 8 viajes de ida y vuelta desde el vivero hasta la zona de localización del Proyecto.

Estos viajes de transporte del material vegetal serán en camiones con una capacidad de 9 m³.

Las plantas serán transportadas en cajas de cartón ligeras de pared perforada de dimensiones 50 x 30 x 30 cm y las bellotas en cajas con capacidad de 45000 cm³.

3. Plantación y colocación del protector

Tanto la plantación como la colocación de protectores va a tener lugar de manera manual con azada de boca estrecha

La densidad de planta está condicionada por el método de preparación elegido, de manera que en todos los rodales va a ser la misma: 1111 plantas/ha. La necesidad de planta va a variar en función de la superficie de los rodales (esta estará incrementada en un 5% para suplir las posibles plantas dañadas en el proceso logístico de distribución al monte)

El marco de plantación va a ser de 3 x 3 m y al tresbolillo y la mezcla de especies pie a pie.

La colocación de protectores de las plántulas será simultánea a la plantación. Estos tubos serán cerrados, verdes, con dos capas, microperforados y tendrán una altura de 1,20. Para garantizar su correcta fijación al suelo irán unidos a un tutor de acacia de 1,70 m con bridas. Estos tutores, una vez se haya superado el riesgo de depredación (una vez sobresalgan del tubo) podrán recuperarse.

4. Siembra y colocación de protector de semilla.

Tanto la siembra como la colocación de protectores va a tener lugar de manera manual con azada de boca estrecha.

La densidad de semilla está condicionada por el método de preparación elegido, de manera que va a ser la misma en todos los rodales: 1111 plantas/ha. La necesidad de semilla (También incrementada en un 5%) va a variar en función de la superficie de los rodales y estará duplicada por dos (al introducirse dos semillas por protector).

El marco de plantación va a ser de 3 x 3 m y al tresbolillo y la mezcla de especies pie a pie.

La colocación de los protectores de siembra (Reque y Martín, 2015, nº patente: ES 2383420 A1) tendrá lugar de manera simultánea a la plantación. La parte superior del tubo protector de semilla, que será el mismo que el colocado para la protección de plántulas serán retirados una vez haya germinado la semilla y la plántula resultante hay alcanzado un tamaño suficiente (una vez sobresalgan del tubo, que será cuando ya no hay riesgo de predación)

Las partes de los protectores de semilla vienen definidas de manera más amplia en los documentos de Memoria, Anejos y Planos

1.5.2. Descripción de las obras

Las obras se ejecutarán de acuerdo con lo dispuesto en los Planos, las prescripciones presentes en este pliego y las órdenes complementarias del Ingeniero Director de las Obras.

Localización de las obras

La superficie de la zona a repoblar afecta a aproximadamente 76 hectáreas del denominado monte "El Cárcavo", el cual está ubicado en el municipio de Bercero, en la provincia de Valladolid.

La distribución de la zona de la repoblación se encuentra indicada en la Memoria, Anejos y Planos del presente Proyecto.

Apeo de rodales

Los rodales de repoblación han sido definidos en base a la pendiente, siendo esta la principal limitación para la mecanización de las labores de preparación del suelo, y en base a la exposición de las laderas (las especies elegidas para implantar en las laderas de umbría son más exigentes que aquellas elegidas para las laderas de solana).

En base a estos dos criterios (pendiente y exposición) se han definido 23 rodales de repoblación, definidos, localizados y caracterizados tanto en la Memoria como en los Planos de este Proyecto.

Las actuaciones que se llevarán a cabo en cada uno de los rodales serán las siguientes:

- Rodal 1
 - Superficie: 0,98 ha
 - Pendiente media (%): 55-75
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 2
 - Superficie: 1,4 ha
 - Pendiente media (%): 35-55
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 3
 - Superficie: 1,23 ha
 - Pendiente media (%): 55-75
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 4
 - Superficie: 7,26 ha
 - Pendiente media (%): 15-25
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 5
 - Superficie: 3,02 ha
 - Pendiente media (%): 55-75
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m

- Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 6
 - Superficie: 0,68 ha
 - Pendiente media (%): 20-30
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 7
 - Superficie: 1,15 ha
 - Pendiente media (%): 55-75
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 8
 - Superficie: 4,81 ha
 - Pendiente media (%): 15-25
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 9
 - Superficie: 5,15 ha
 - Pendiente media (%): 20-30
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 10
 - Superficie: 0,56 ha
 - Pendiente media (%): 55-75
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m

- Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 11
 - Superficie: 0,63 ha
 - Pendiente media (%): 55-75
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 12
 - Superficie: 2,26 ha
 - Pendiente media (%): 30-45
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 13
 - Superficie: 0,35 ha
 - Pendiente media (%): 55-75
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 14
 - Superficie: 7,26 ha
 - Pendiente media (%): 20-30
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 15
 - Superficie: 2,87 ha
 - Pendiente media (%): 25-35
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m

- Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 16
 - Superficie: 8,03 ha
 - Pendiente media (%): 30-40
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 17
 - Superficie: 1,42 ha
 - Pendiente media (%): 15-25
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 18
 - Superficie: 5,53 ha
 - Pendiente media (%): 25-35
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 19
 - Superficie: 1,41 ha
 - Pendiente media (%): 25-35
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 20
 - Superficie: 9,31 ha
 - Pendiente media (%): 25-35
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m

- Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 21
 - Superficie: 1,44 ha
 - Pendiente media (%): 25-35
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (70%), *Quercus faginea* (20%), *Crataegus monogyna* (10%)
- Rodal 22
 - Superficie: 0,91 ha
 - Pendiente media (%): 55-75
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %)
- Rodal 23
 - Superficie: 8,13 ha
 - Pendiente media (%): 25-35
 - Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora
 - Método de plantación: Manual
 - Densidad: 1111 plantas/ha
 - Marco de plantación: 3 x 3 m
 - Especies a implantar y porcentaje de representación: *Pinus halepensis* (50 %), *Pinus pinea* (30 %), *Quercus ilex* (15 %) *Crataegus monogyna* (5 %).

En todos los rodales la distribución de las plantas será al tresbolillo y la mezcla de especies pie a pie.

La preparación del terreno indicada en el apeo de rodales se refiere únicamente a la mecanización del ahoyado (que varía en función de las limitaciones impuestas por la pendiente). La preparación del terreno completa consistirá, en todos los rodales, en la formación de microcuencas compuestas por banquetas con alcorque y caballones laterales que definirán el área de impluvio.

1.6. Obras y trabajos no incluidos

Todos aquellos trabajos o unidades de obra que no aparezcan contempladas en el Proyecto o en el presente Pliego, se ejecutarán de acuerdo con lo dispuesto como reglas de buena ejecución, debiendo seguir el adjudicatario las normas extraordinarias que para cada caso señale la Dirección de Obra.

1.7. Reparación de afecciones

La superficie en la que se ejecutan las actuaciones que se describirán a continuación deberá quedar libre de desechos y basuras en general (latas, envases de vidrio...). En caso de incumplimiento, se podrá exigir al contratista en concepto de daños, el pago del 2% del Presupuesto de Adjudicación, al margen de otras sanciones que pudieran proceder.

De la misma manera, los daños ocasionados a los caminos o infraestructuras forestales que hayan sido afectados por la ejecución de las obras o la circulación de la maquinaria por las mismas, deberán ser reparados, pudiendo ser utilizada la fianza para reparar subsidiariamente los daños.

CAPÍTULO 2. UNIDADES DE OBRA

2.1. Condiciones generales de medición y abono

Todas las obras será medidas en las unidades que aparecen en el Documento 5 del presente Proyecto: Presupuesto. Solo serán abonadas aquellas obras que se hayan ejecutado según las directrices dadas por el Ingeniero Director de las obras, de acuerdo con los precios recogidos en el Cuadro de Precios Nº 1 de dicho documento.

Será el Ingeniero Director de las obras el que, antes del inicio de estas, indicará al contratista el proceso que se deberá seguir para la recogida ordenada de datos (a fin de realizar la medición de las sucesivas fases de obra). Sin perjuicio de las particularidades derivadas del presente Pliego, el sistema a seguir se basará en que, no se dará inicio a ninguna obra sin que previamente se encuentre medida y conformada la anterior. Serán las dimensiones de los planos las que definan las dimensiones de las obras a ejecutar.

En caso de que sea necesaria la modificación de las dimensiones que figuran en los planos, estas serán ordenadas por escrito, a través de la correspondiente orden de ejecución, por el Ingeniero Director de las obras (o por las persona en quien delegue en su defecto). Si se da el caso, será el contratista quien firma el ENTERADO en el original, que quedará a poder del Ingeniero Director de las Obras. Este a su vez deberá entregar al contratista una copia firmada por él (o por la persona en quien delegue).

Una vez se haya finalizado una fase de obra dada, y antes de comenzar la siguiente, el Contratista deberá firmar el CONFORME a la medición correspondiente que, como se ha citado previamente, será conforma a los planos del Proyecto o los entregados por el Ingeniero Director de las obras (o persona en quien delegue) con la consiguiente orden de ejecución. Asimismo, el Ingeniero Director podrá ordenar la paralización de una determinada obra o trabajo hasta que el Contratista haya conformado las mediciones de la fase previa, sin que este tenga derecho a reclamación alguna por daños y perjuicios. Las mediciones parciales así ejecutadas por parte del Contratista tendrán carácter de definitivas.

En caso de que el contratista iniciase la siguiente fase de obra sin haber conformado la fase anterior, se dará por entendido que presta de manera implícita su conformidad a las mediciones del Ingeniero Director de las obras.

No se tendrán en cuenta las reclamaciones del Contratista a cerca de modificaciones realizadas, aumento de unidades... que no hayan derivado de una orden escrita emitida por el Ingeniero Director de obras (o persona en quien delegue).

Si fuese preciso ejecutar unidades de obra no contempladas en el Cuadro de Precios del Documento 5: Presupuesto del presente Proyecto, se establecerán los precios correspondientes con la normativa fijada en el Reglamento General de Contratación del Estado. En caso de que el contratista ejecutase estas unidades (sin establecimiento previo del precio) se entenderá que presta, de manera implícita, su conformidad a los precios que "a posteriori" serán fijados por la Administración para dichas unidades, renunciando al derecho de reclamación.

El medio normal para la transmisión de órdenes al Contratista será el Libro de órdenes, el cual se hallará bajo custodia en la Oficina de la Obra.

En las mediciones (tanto parciales como totales) se entenderá que conforman única y exclusivamente unidades de obra plenamente finalizadas, siendo únicamente objeto de abono aquellas unidades ejecutadas con arreglo a las condiciones del presente Pliego de condiciones y ordenadas por el Director de Obra.

2.2. Condiciones específicas de medición y abono

2.2.1. Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora y ahoyado con retroaraña.

La unidad de preparación puntual del terreno (ya sea con retroexcavadora o con retroaraña) será abonada en millares de unidades de preparación puntual, efectuadas con estricto cumplimiento de las condiciones especificadas en las presentes Prescripciones Técnicas y en las indicaciones del Proyecto, así como las determinadas por la Dirección de Obra.

La medición de unidades se realizará mediante el cálculo de relación entre superficie de preparación puntual (hectáreas) y densidad de actuación (millares de unidades de preparación por hectárea). Esta superficie de preparación será medida en proyección ortogonal según la metodología indicada por la Dirección de Obra. La densidad de actuación se podrá extraer de los datos expuestos en el Documento 4: Mediciones, en el Documento 2: Planos del presente Proyecto o de lo medido realmente en campo.

2.2.2. Plantación

La unidad de plantación se abonará en millares de unidades de plantación en base a los condicionantes establecidos en el presente Pliego de Condiciones y su cumplimiento a juicio del director de obra.

La medición se calculará mediante la relación entre la superficie de actuación (hectáreas) y la densidad de plantación establecida (millares de unidades de plantación por hectárea). Esta superficie de preparación será medida en proyección ortogonal según la metodología indicada por la Dirección de Obra. La densidad de actuación se podrá extraer de los datos expuestos en el Documento 4: Mediciones, en el Documento 2: Planos del presente Proyecto o de lo medido realmente en campo.

2.3. Condiciones generales que deben cumplir los materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir tanto las condiciones establecidas en el presente Pliego de Condiciones como las establecidas en la normativa vigente y deberán ser aprobados por Ingeniero Director de las Obras.

El contratista posee la libertad para obtener los materiales que se requieran en las obras sin modificación de los precios establecidos.

2.3.1. Plantas y semillas

En el caso de que el vivero de origen no esté fijado en el Proyecto, será el contratista el que elija el vivero de suministro que considere oportuno siempre y cuando la procedencia de la planta o semilla deberá ser la exigida en los documentos informativos del Proyecto.

No se podrá utilizar para la repoblación ninguna planta que no haya sido aprobada por el Ingeniero Director. La aceptación inicial de una planta o semilla no implica que esta no pueda ser rechazada en un futuro, si se encontraran defectos en su calidad y uniformidad.

En el caso de que el contratista acopiase plantas o semillas que no cumplieren las condiciones impuestas en el presente Pliego de Condiciones, el Ingeniero Director dará las órdenes para que estas sean separadas de las que sí que cumplan estas condiciones y sean sustituidas por otras más adecuadas sin riesgo de confusión.

Cuando la planta proceda de viveros de la Administración o sea proporcionada por esta, el contratista dará visto bueno a su calidad, expresándose así mediante acta levantada al efecto.

El contratista ha de cumplir con rigor las instrucciones sobre el manejo y cuidado de las plantas y semillas que se especifican en el presente Pliego de Condiciones. En caso de incumplimiento de alguna de estas instrucciones, el Ingeniero Director podrá ordenar la eliminación de la planta o semilla dañada por mala manipulación y, en el caso de que hubiese sido aportada por la administración, el precio que figure en el Proyecto será cargado al contratista.

El contratista debe cumplir la normativa europea de Comercialización de Material Genético, aportando los certificados tales como el Pasaporte Fitosanitario o el Certificado de Procedencia de la Semilla.

Las plantas a emplear deben presentar un aspecto de no haber sufrido desecaciones o temperaturas elevadas durante el transporte en especial, el referido a la turgencia y coloraciones adecuadas. Se cuidará especialmente su buen estado fitosanitario. Así mismo, el cuello de la raíz deberá estar bien lignificado y las partes verdes suficientemente endurecidas.

En ningún caso se admitirán procedencias de planta cuyo origen no se encuentre en la Península Ibérica.

La procedencia de cada una de las especies que se emplearán en la repoblación según lo estipulado por la normativa estatal vigente son las siguientes (Junta de Castilla y León, 2014):

Tabla 1: *Regiones de procedencia de las especies que se introducirán en la repoblación.*
Fuente: Junta de Castilla y León, 2014.

Especie	Región de procedencia
<i>Pinus halepensis</i>	Repoblaciones de la Meseta Norte

Tabla 1 (Cont.): *Regiones de procedencia de las especies que se introducirán en la repoblación.*

<i>Pinus pinea</i>	Meseta Norte
<i>Quercus ilex</i>	Cuenca Central del Duero
<i>Quercus faginea</i>	Páramos Castellanos
<i>Crataegus monogyna</i>	Tierras del Pan y del Vino

El empleo de plantas con la región de procedencia previamente indicada no abstiene en ningún caso de la obligación de que estas cumplan con las disposiciones que se indican en el presente Pliego y que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

Todos los materiales forestales deben disponer del pasaporte fitosanitario y del documento del proveedor regulado por el RD 289/2003 y demás disposiciones aplicables.

En el caso de las especies *Pinus halepensis* y *Pinus pinea*, se ha definido que la planta ha de venir en envase de 200 cc y la edad de esta ha de ser de una savia. En el caso de *Crataegus monogyna*, el envase será de 300 cc y la edad será de una savia.

A continuación, se definirán las características que atienden al cultivo y manejo de las plantas en contenedor:

- Sustrato: Este deberá poseer las características biológicas, químicas y físicas adecuadas para el cultivo de planta forestal y su porosidad será, como mínimo del ochenta por ciento.
- Contenedor: Los contenedores en los que se cultiven las plantas deberán cumplir las siguientes especificaciones:
 - Deberán disponer de dispositivo antiespiralizante, ya sea por la inclusión de guías direccionales o por la forma de sus paredes.
 - Las paredes de los contenedores deberán ser impermeables a las raíces de manera que estas no puedan pasar de un envase a otro
 - La sobreelevación de los envases sobre el terreno será como mínimo de 10 cm para producir autorepicado radical.
 - Debe permitir la extracción total y de manera sencilla del cepellón para su plantación, de manera que no haya desgarros ni deterioros del sistema radical.
 - No se admitirán aquellos sistemas en los que parte o la totalidad del contenedor se introduce en la tierra junto con la planta en el momento de la plantación.
 - La densidad máxima de cultivo será de cuatrocientos brinzales por metro cuadrado.
 - Han de ser retornables
- Manejo del cultivo: Una vez tenga lugar el alzado de la planta, el sistema radical deberá haber formado un cepellón compacto que permita un manejo sencillo de la planta en campo, sin desmoronamientos ni deterioros. Así mismo se rechazarán las plantas cultivadas con prácticas de cultivo no apropiadas que provoquen el revirado de las raíces, sin un claro geotropismo y sistemas radicales poco desarrollados y descompensados con la parte aérea. Las paredes de los envases deben

ser impermeables para evitar que las raíces pasen de un contenedor a otro. La parte aérea de las plantas en envase deberá tener, como mínimo, doce centímetros (12 cm) de longitud y deberá estar lo suficientemente endurecida como para que el tallo oponga resistencia a ser rallado con la uña.

Se evitará el uso de los envases en bolsas de plástico, bolsas desechables y porexpan, así como de todos aquellos que impidan la correcta extracción de la planta de su envase. El sustrato del envase no debe estar muy compactado y debe presentar cierta humedad en el momento previo a la plantación.

Las partidas de planta y semilla estarán constituidas por un mínimo de noventa y cinco por ciento de plantas de calidad cabal y comercial. Esta calidad cabal y comercial se definirá a continuación, para lo que se atenderán tanto a criterios cualitativos (referidos a conformación y estado sanitario) como a cuantitativos (referidos a cualificación según edades y dimensiones).

Los defectos que excluyen a las plantas de la calidad cabal y comercial son los siguientes:

- Plantas con heridas no cicatrizadas: Toda herida debe estar cicatrizada en el momento de la plantación, siendo únicamente admitidas heridas de poca cuantía que aparezcan en ramificaciones secundarias derivadas de la manipulación desde el alzado hasta el momento de la plantación.
- Plantas parcial o totalmente desecadas (en tallos y/o raíces).
- Plantas cuyo porte presente síntomas de raquitismo o de retraso
- Plantas que, aun cumpliendo la condición de porte, hayan sobrepasado la edad necesaria para alcanzarlo.
- Plantas que, siendo de hoja perenne, presenten el sistema foliar incompleto, decoloraciones o síntomas de clorosis.
- Tallo con fuerte curvatura.
- Tallo múltiple: Hace referencia a la existencia de varios tallos que surgen del cuello de la planta y que son susceptibles de desarrollarse independientemente.
- Tallo con muchas guías.
- Tallo y ramas con parada invernal incompleta (En el caso de plantaciones en otoño sí que se admitirán plantas en contenedor de estas características).
- Tallo desprovisto de yema terminal sana.
- Para especies arbóreas, más de un ejemplar por envase (sin deshermanar).
- Plantas que lleven en su cepellón plántulas de otras especies.
- Plantas que no vengan protegidas con el embalaje oportuno
- Ramificación inexistente o claramente insuficiente.
- Para el caso de especies de coníferas, serán excluidas aquellas que presenten más de la cuarta parte de las acículas de la última estación vegetativa dañadas.
- Daños mecánicos en la planta por manipulación o transporte inadecuado.
- Plantas que presenten daños en el cuello de la raíz
- Raíces que presenten problemas de reviramientos y remontes. Se excluirán los defectos en "bucle", en "S", en "Y" y en "L" y, en general,

todos aquellos que den lugar a una raíz principal que forme un ángulo igual o inferior a 110 ° con el tallo.

- Raíces secundarias inexistentes o gravemente amputadas.
- Plantas que presentan graves daños por organismos nocivos (hongos, roedores, insectos...)
- Plantas que presenten indicios de fermentaciones, enmohecimientos o recalentamiento debidos a un incorrecto almacenamiento o transporte, entendiéndose por indicios:
 - Elevación anormal de la temperatura en las cajas de transporte.
 - Olor característico de los procesos de fermentación
 - Enmohecimiento de partes aéreas o radicales.
 - Azulado de los tejidos internos de la raíz principal.

La Dirección de Obra podrá exigir un certificado que garantice todos estos requisitos y rechazar aquellas plantas que no los reúnan.

Las plantas estarán sometidas a la inspección de la Dirección de Obra en cualquier instante anterior a su plantación definitiva. La inspección en vivero no será considerada como aceptación; la inspección final y la consiguiente aceptación tendrán lugar en el momento de la plantación definitiva.

En el caso de las especies *Quercus ilex* y *Quercus faginea*, se ha definido que el material forestal ha introducir serán las semillas, siendo, las de ambas especies, de tipo recalcitrante. Para que las semillas sean aceptadas, se exigen los siguientes criterios de almacenaje:

- El periodo de almacenaje ha de ser inferior a los tres años
- El contenido de humedad de las semillas ha de ser superior al 40%, de manera que, no hay riesgo de desecación, con la consiguiente pérdida de viabilidad, vigor o incluso capacidad germinativa.
- Su conservación debe efectuarse en el rango de temperaturas -3 y 5°C, de manera que se ralentice la respiración y se eviten daños por congelación.
- Los recipientes en que se almacenen garantizar el intercambio gaseoso, así como minimizar las pérdidas de agua de las semillas. Los recipientes que cumplen estas características son principalmente las bolsas de polietileno o las cubas con tubos de ventilación.

El Contratista se verá obligado a sustituir todas las plantas y/o semillas rechazadas y correrán a su costa todos los gastos ocasionados por las sustituciones, sin que el posible retraso producido pueda repercutir en el plazo de ejecución de la obra.

2.3.3. Tubos protectores de planta

Los tubos protectores individuales de planta que se emplearán para proteger a la repoblación de posibles daños causados por la fauna tendrán las características que se describan a continuación.

Los tubos protectores a emplear serán de malla plástica de color verde de 1,20 metros de altura y estarán formados por dos capas que otorgarán al tubo un espesor de 2-3 mm. La malla será de 5x5 mm, con 190 hilos longitudinales y transversales y 15 cm

de diámetro. El material será polietileno de media densidad (PEMD) de densidad mínima 475 g/m². El material del tubo deberá estar tratado con aditivos antiultravioleta.

Podrán aceptarse tubos protectores de plantas con otras características siempre y cuando el Ingeniero Director de Obra lo considere oportuno y el nuevo material sea semejante al homologado.

2.3.4. Tubos protectores de semillas (Figura 1)

Los tubos protectores de semilla que se emplearán para proteger a la repoblación de posibles daños causados por la fauna tendrán las características que se describan a continuación.

Los hilos con que se fabriquen la malla cuadrada que conforma el eje central del protector han de tener una resistencia y capacidad de deformación permanente adecuadas. A su vez, el material de estos hilos debe ser biodegradable y, el diámetro del tubo cilíndrico principal, deberá tener unas dimensiones mínimas tal que puedan entrar dos semillas de quercínea sin problema.

La barrera en forma de "valona" deberá ofrecer protección total frente al ataque de los depredadores de semilla, así como estabilidad vertical al conjunto del tubo.

2.4. Forma de realizar los trabajos

La ejecución de las obras contempladas en este Proyecto se llevará a cabo en concordancia con los Planos y las indicaciones del Director de Obra, que será el encargado de resolver las cuestiones que pudieran derivarse de la interpretación de esos planos, así como las condiciones y detalles de ejecución.

Antes de iniciarse los trabajos, el Ingeniero Director de Obra indicará al Contratista las normas técnicas de actuación no contempladas en el presente Pliego y que puedan suscitar dudas y suministrará al Contratista cuanta información se precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de Obra, a propuesta del Contratista, y será compatible con los plazos programados.

2.4.1. Preparación del terreno

Los procesos operativos que se describirán a continuación solo se corresponden con la preparación del terreno referente al ahoyado, que estará mecanizado de forma diferente en base a las limitaciones impuestas por la pendiente (En los rodales con pendientes comprendidas entre el 55 y el 75% el ahoyado que conformará las banquetas de la microcuenca será con retroaraña y en terrenos con pendientes inferiores al 55 % el ahoyado será con retroexcavadora). Además del ahoyado mecanizado, la preparación del terreno requiere del empleo de medios humanos para el marcado de los hoyos previo a la apertura de los mismos, la definición de la contrapendiente y para la apertura de los caballones laterales definitorios del área de impluvio de cada microcuenca.

Proceso operativo: Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Este es el método de ahoyado que se ha escogido para los rodales 2, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 23.

La maquinaria que se empleará para la apertura de banquetas será una retroexcavadora hidráulica tipo oruga con cazo de 40 a 50 cm y con buena estabilidad, para abrir hoyos de una profundidad mínima de 1 m. La potencia mínima será de 100 CV

Proceso operativo: La máquina se desplazará en línea de máxima pendiente por la ladera apoyándose sobre el cazo. Previo a la apertura de hoyos retirará las piedras y la vegetación existente, y realizará todos aquellos hoyos que le permita hacer desde esa posición. Para la realización del hoyo se empleará el cazo de la retroexcavadora, extrayendo la tierra con este y dejándola caer volteada de nuevo, asegurándose que la remoción del terreno alcance los 60 cm de profundidad y procurando dejar la mayor cantidad de piedras posibles fuera de la tierra removida, para evitar la formación de cavidades y cámaras de aire. Será preciso picar al menos dos veces en cada punto con el fin de garantizar una adecuada remoción del terreno. Los hoyos a realizar tendrán unas dimensiones mínimas de 60 x 60 x 60 cm.

La distribución será al tresbolillo y la densidad de planta de 1111 plantas/ha.

Proceso operativo. Ahoyado mecanizado con retroaraña

Este es el método operativo que se ha escogido para los rodales 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 21 y 22.

La maquinaria empleada para la apertura de hoyos/banquetas será una retroaraña con potencia superior a los 100 CV que disponga de un brazo telescópico con cazo de 40-50 cm de anchura, dos patas hidráulicas regulables en longitud (recorrido máximo de 60 cm) y 400 L de capacidad.

Proceso operativo: La retroaraña, que se moverá en línea de máxima pendiente, fijará su posición, retirará, previo a la apertura del hoyo las piedras y la vegetación existente, y realizará todos aquellos hoyos que le permita hacer desde esa posición. La profundidad de la banqueta/hoyo será de al menos 60 cm y sus dimensiones mínimas de 60 x 60 x 60 cm. En la realización de la banqueta, se empleará el cazo, extrayendo la tierra con este y dejándola caer volteada de nuevo, asegurándose que la remoción del terreno alcance los 60 cm de profundidad y procurando dejar la mayor cantidad de piedras posibles fuera de la zona removida, para evitar la formación de cavidades y cámaras de aire. Será preciso picar al menos dos veces en cada punto con el fin de garantizar una adecuada remoción del terreno. Una vez realizados los hoyos, la máquina se desplaza por el terreno apoyando el cazo en el suelo (que le sirve de punto de apoyo) hasta la nueva posición.

La distribución será al tresbolillo y la densidad de planta de 1111 plantas/ha.

Como se ha mencionado previamente, la preparación del terreno no solo la comprende la labor mecanizada de ahoyado, sino que esta está complementada con el marcado previo y la definición de caballones laterales y la contrapendiente manualmente

Definición de la contrapendiente y de los caballones laterales

Un operario con una azada de boca estrecha y una vez haya finalizado la labor mecánica de apertura de hoyos, elaborará una contrapendiente de al menos 15 cm de altura. La apertura de los canales laterales o caballones también se ejecutará manualmente con una azada de boca estrecha y se abrirán formando un ángulo de 45 ° que parte de los vértices superiores.

El acaballonado es el procedimiento por el cual se realizan caballones, que son lomos de tierra formados por el volteo del material de los horizontes superficiales la profundidad de estos deberá ser de al menos 20 cm

Marcado previo de los hoyos

Dado que en todos los rodales la densidad de plantación es la misma, el marcado de los hoyos en todos los rodales seguirá el mismo espaciamiento (3 x 3 m) y una distribución al tresbolillo.

2.4.2. Suministro-transporte del material vegetal a implantar

Tanto las plantas con cepellón como las bellotas se trasladarán desde el vivero al monte en las mismas cajas de cartón en que han sido almacenadas, teniendo estas unas dimensiones de 50x30x30 cm.

Estas deberán ir debidamente amarradas, de manera que no haya riesgo de vuelco en el traslado.

El transporte de la planta se realizará a primera hora de la mañana, en las horas de menor calor del día, y nunca con vehículos descubiertos.

Durante el proceso de traslado de las plantas desde el vivero hasta el monte, se exigirá que la humedad del cepellón se mantenga casi en el punto de saturación hasta que tenga lugar la plantación definitiva. Además, el traslado desde el lugar de aviverado al monte, se hará con la planta debidamente cubierta, sin ser sometida al efecto desecante del viento ni a la insolación directa.

Para evitar que las plantas queden expuestas a fuertes corrientes de aire, los vehículos en que se transporten deberán ser de caja cerrada. Asimismo, este transporte se ejecutará de la manera más rápida posible y se tendrá especial cuidado en las operaciones de carga y descarga, siendo estas las más susceptibles de generar daños sobre el material vegetal.

Bajo ninguna circunstancia se transportarán al monte desde el vivero más plantas de las que diariamente puedan ser plantadas y nunca se sacará del aviverado más plantas de las que se puedan plantar el mismo día.

2.4.3. Control de la recepción del material vegetal

Es de obligado cumplimiento que las plantas pertenezcan a los géneros, especies, orígenes o cualquier característica que se haya especificado en el Documento 1: Memoria y satisfarán las condiciones de desarrollo, tamaño, edad, forma de cultivo y de transplante que se indiquen en el presente documento y en la memoria.

Será sujeto de ser controlada la calidad cabal y comercial según la definición de calidades estipuladas previamente en el pliego de condiciones.

Aquellas plantas que, durante los procesos de transporte, carga, descarga y acopio hayan resultado dañadas, deberán ser sustituidas a cargo del Contratista inmediatamente, en caso de que así lo ordenase la Dirección de Obra. Los gastos derivados de estas sustituciones correrán a cargo del contratista, sin que el posible retraso derivado de esta sustitución pueda repercutir en el plazo de ejecución de la obra

2.4.4. Almacenamiento en monte del material vegetal

En el caso de que se de alguna circunstancia por la que la plantación no pueda efectuarse inmediatamente tras la recepción de las plantas, estas deberán ser almacenadas atendiendo a las siguientes indicaciones:

Las plantas en envase se conservarán de manera que el sustrato esté húmedo de manera permanente durante el transporte al tajo y almacenado, debiendo estar saturado cuando tenga lugar la plantación.

Las plántulas deberán protegerse de la desecación, luz directa, calor excesivo, asfixia, congelación, golpes, roturas, variaciones bruscas de temperatura, vientos desecantes y contacto con sustancias tóxicas o perjudiciales

2.4.5. Plantación

La época de plantación queda especificada en el Título II del presente Pliego de Condiciones

Esta operación comprende la implantación de las especies arbóreas en los hoyos dispuestos a tal efecto. La operación se realizará por un operario con la ayuda de la azada de boca estrecha. La planta se depositará en vehículo a menos de 500 m de donde se realiza la plantación, y será transportada por un peón hasta las plantaciones. Otro operario las colocará y procederá al llenado del hoyo. Todos los operarios deberán extremar el cuidado de los envases, de forma tal que permita su recuperación y reutilización. Nunca se abandonarán envases en el monte.

La plantación será manual con una azada de boca estrecha de acero, ligera, de 1,5 a 1,8 kg y se realizará con el tempero del suelo adecuado de forma que la tierra movida quede compactada y ligada a las raíces. El procedimiento consistirá en cavar sobre la tierra previamente movida el hueco suficiente para que la planta quede enterrada hasta el cuello de la raíz.

Al comenzar la plantación el terreno deberá estar asentado, sin bolsas de aire, para lo que se deberá dejar pasar al menos dos meses entre la preparación del terreno y la plantación.

El punto de plantación es el hoyo abierto y todos deberán tener el terreno suelto y estar libres de matorral, broza o piedras.

Con la azada, se extraerá la cantidad de tierra suficiente para formar un hoyo de las medidas especificadas. Una vez se ha abierto el hoyo, cada planta será extraída de su respectivo envase poniendo mucho cuidado para que no se desmorone el cepellón.

La planta extraída de su envase se sujetará con una mano a la altura del cuello de la raíz introduciéndola en el centro del hoyo. El cepellón se entierra verticalmente hasta cubrir el cuello de la raíz). 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 alrededor del hoyo de la planta, siendo importante que se presione bien la tierra contra la planta para que no queden bolsas de aire y para hermanar las raíces con el terreno.

Para garantizar que las raíces quedan rectas, a la vez que se presiona la tierra contra la planta, se debe dar un tirón de esta hacia arriba.

No se plantará cuando las condiciones de tempero del suelo no sean las adecuadas o cuando las heladas, vientos, elevadas temperaturas o bajas humedades relativas hagan peligrar el éxito de la plantación.

Durante las operaciones que conllevan el manejo de la planta deberán atenderse con especial cuidado los siguientes puntos, siendo estos de obligado cumplimiento:

- Durante la plantación cada obrero llevará únicamente en cada cubo o contenedor las plantas que quepan con holgura y en ningún caso se dejará planta sin utilizar en un cubo. Para hacer un alto será necesario haber terminado las existencias del cubo.
- La plantación se ejecutará en la época establecida en el Documento 1: Memoria del presente Proyecto, con la savia parada y el suelo con tempero.
- No se realizarán labores de plantación en caso de que se haya dado un episodio de heladas.
- El suelo ha de estar perfectamente asentado y sin huecos, por lo que deben pasar, como mínimo, salvo indicación contraria de la dirección técnica, dos meses desde la ejecución de las obras de preparación del terreno.
- El operario se encargará de comprobar que la planta introducida queda en posición vertical, al igual que las raíces que, en ningún caso quedarán dobladas.
- Los alrededores de la planta quedarán bien compactados mediante el pisado del terreno circundante a la planta.
- Se procurará que la planta quede ubicada en el centro del hoyo, en el lugar que mejor esté preparado el terreno o en el que reciba más escorrentía.

2.4.6. Colocación de los protectores de plántulas

La colocación de los protectores de plántulas será simultánea a la plantación manual de estas. También será simultánea a la siembra. Previa a la colocación del tubo protector de plantas, será necesario dar la vuelta a la malla, de tal manera que la parte interior pase a ser la exterior

Los protectores se fijarán al sustrato mediante tutores de acacia de 1,70 m de alto y 1 cm de diámetro a las que irán unidos con una brida. La firmeza del protector se comprobará con pequeños tirones hacia arriba de la malla.

Por lo tanto, el trabajo consta de dos fases: el montaje del tutor en la malla y la colocación del protector en el terreno y alrededor de la planta.

La unión de los tutores de acacia a los tubos protectores mediante bridas tendrá lugar en el lugar de acopio de los materiales en la obra, y será previa a la plantación.

El proceso operativo a seguir para la correcta colocación de los protectores de planta es el siguiente:

- Se sujeta la malla entorno a la planta y se clava el tutor en el suelo unos 50 cm, asegurándose que el protector quede en posición totalmente vertical.
- Se realiza un pequeño aporcado enterrando ligeramente la malla (Aproximadamente 10 cm) hasta que el protector quede firme.

- Se comprueba la firmeza del protector con pequeños tirones hacia arriba de la malla.
- Durante todo el proceso se pondrá mucha atención para no dañar en ningún momento la planta.
- La longitud del tubo colocado será perfectamente vertical, con la planta centrada en su interior.

Se exige que los protectores se coloquen el mismo día de la plantación de manera que, una vez finalizado el trabajo diario, no haya ninguna planta desprovista de protector.

2.4.7. Siembra

La época de siembra queda detallada en el Título II del Pliego de Condiciones presente en este proyecto.

En este caso el material forestal introducido son bellotas de las especies *Quercus ilex* y *Quercus faginea*.

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.

Las semillas de especies pertenecientes al género *Quercus* son de tipo recalcitrante por lo que el almacenaje de las mismas no debe superar los 3 años y las temperaturas de conservación deben estar en el rango -3°C - $+5^{\circ}\text{C}$. Además, han debido de estar almacenadas en bolsas de polietileno dispuestas en cajas ventiladas que garanticen el intercambio gaseoso y las pérdidas de agua de las semillas

2.4.8. Colocación de los protectores de semillas

Dado que las semillas irán dentro de los protectores de semilla (Reque y Martín, 2015, nº patente: ES 2383420 A1), la colocación de estos será simultánea a la siembra.

Estos protectores son mixtos, al estar conformados en su parte superior por un tubo protector como los descritos previamente para la protección de las plántulas y en su parte inferior por una malla metálica de forma cilíndrica en cuya parte inferior se colocan las semillas. Esta parte inferior se cierra con forma de embudo para que los depredadores no puedan acceder a las semillas excavando por la parte inferior.

Al igual que con los protectores de las plántulas, el conjunto de la protección de la semilla (tubo invernadero y protector de semilla) deben ir fijados al sustrato con un tutor de acacia de al que irán unidos con una brida.

El hoyo en el que se introducirá el protector de semilla se abrirá manualmente con una azada de boca estrecha y se debe conseguir una profundidad de entre 10 y 15 cm. A continuación, se echa tierra del terreno desprovista de piedras hasta cubrir las semillas y encima de estas, se coloca una pelota de plástico que evite el acceso de depredadores a ella. Después se continúa echando tierra hasta que la pelota también quede cubierta. A diferencia del procedimiento seguido para la plantación de las plántulas, para la

siembra no se compactará la tierra, ya que esta deberá quedar suelta para facilitar la germinación de la semilla.

Una vez la semilla haya germinado y la plántula resultante tenga una altura suficiente, el tubo protector de plástico será retirado (el tubo protector de semilla se degrada en el propio terreno, por lo que no será necesaria su retirada). En el caso de que las dos semillas introducidas en el protector germinen será necesario escoger una de las dos plántulas (la que presente mejores atributos morfológicos) y eliminar la otra de manera simultánea a la retirada de los tubos protectores de plástico.

2.5. Programa de pruebas al que han de someterse los trabajos de repoblación

Para el control de la ejecución de las obras de repoblación se establecerá un programa de pruebas que se desarrollará en dos fases: Durante la realización de los trabajos y una vez haya finalizado el periodo de garantía.

2.5.1. Pruebas durante la ejecución de los trabajos

Fase de preparación del terreno

Se controlará la correspondencia entre dimensiones y especificaciones de la unidad ejecutada de tratamiento puntual con las dictadas por la Memoria y el Presupuesto del presente Proyecto, así como con las prescripciones dictadas por la Dirección de Obra.

Para la comprobación se tomará una muestra de cada quinientas unidades de preparación puntual del terreno, no admitiéndose, en ningún caso un porcentaje de unidades con error superior al cuatro por ciento de la muestra tomada. En caso de que no se supere el criterio mínimo de aceptación, en base al intervalo de tolerancia previamente definido, incurrirá el Contratista en penalización, siendo determinación de la Dirección de Obra la sanción a imponer, que podrá suponer la repetición de las operaciones de preparación puntual hasta aceptación o penalización económica por importe de hasta el 10% del presupuesto del Contrato.

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 5%.

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 (aquel que presente mejores atributos morfológicos).

2.5.2. 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 aajo 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.

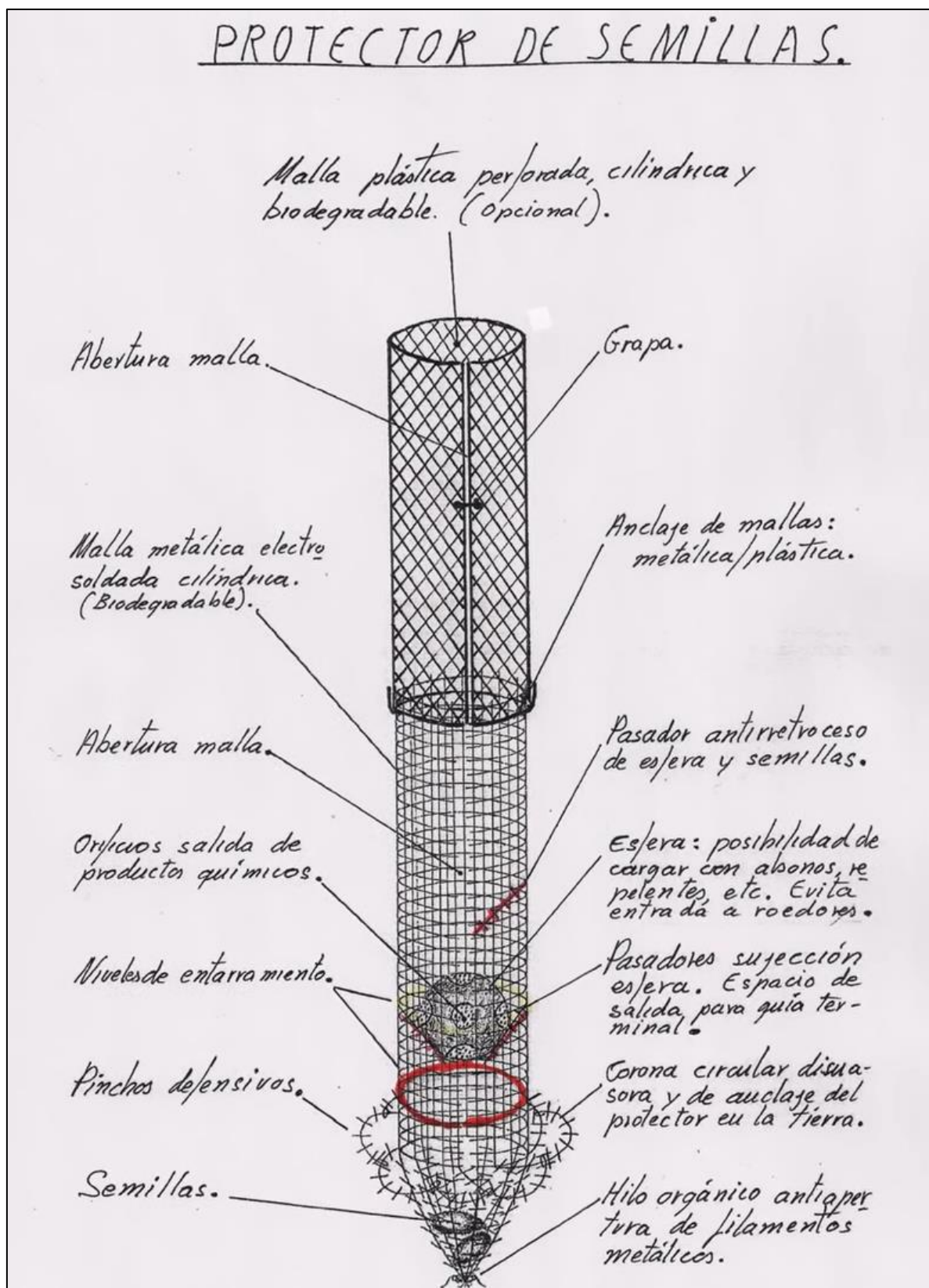


Figura 1: Esquema del protector de semilla para repoblaciones patente ES 2383420 B1. Fuente: Martín, 2015.

B. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LOS RIEGOS DE APOYO

Capítulo 1. Descripción de las obras

1.1. Alcance de las condiciones

Las condiciones que se expongan en el presente título se aplicarán en aquellos casos que se correspondan con la ejecución de las obras incluidas dentro de la unidad de inversión "riegos de apoyo".

1.2. Objeto de las obras

El objeto de aplicación de los riegos de apoyo es el de incrementar la capacidad de supervivencia de las nuevas plantas y semillas introducidas en el terreno repoblado, así como la reducción del riesgo futuro de marras por estrés hídrico, ya que este es el factor que genera una mayor mortandad en los brinzales en ámbitos mediterráneos.

Todas las obras se describen seguidamente, figuran en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras.

En las obras figuran las referencias planimétricas y altimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y realización de los riegos de apoyo.

1.3. Localización de las obras

Las obras a ejecutar estarán ubicadas en el término municipal de Bercero, perteneciente a la provincia de Valladolid, en las laderas que conforman el monte "El Cárcavo".

Capítulo 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 capítulo del presente pliego de condiciones se entenderán que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución. Asimismo, se entenderán incluidos los gastos ocasionados por la reparación de los daños inevitables causados por la maquinaria.

Estos riegos de apoyo se efectuarán durante los meses de estío, en los que se aporta unos 10 litros a cada planta.

2.2. Condiciones generales que deben cumplir los materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán de cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Condiciones y deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de las Obras.

El contratista tiene la libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los putos que estime convenientes sin modificación de los precios establecidos

Capítulo 3. Forma de realizar los trabajos

Complementarios a la repoblación, se han propuesto una serie de riegos para incrementar la viabilidad de la misma y reducir el riesgo de marras por estrés hídrico. Estos riegos están programados para que tengan lugar en los dos veranos (meses de julio a septiembre, ambos incluidos) posteriores a la repoblación.

Tanto la dosis como el número de riegos previstos se podrán modificar en función de las precipitaciones previstas, siempre bajo la aprobación del Ingeniero Director de Obra.

Las dosis de riego se aplicarán desde las partes altas de las laderas, realizando el tendido de manguera siguiendo la línea de máxima pendiente. El operario ejecutará el tendido de manguera y, posteriormente, procederá al riego a medida que se va recogiendo.

Se procurará que la aplicación de los riegos tenga lugar a última hora de la tarde (siempre y cuando haya luz natural) de manera que la evaporación del agua debido a las altas temperaturas que se dan durante el día en la época estival, sea menor.

Capítulo 4. Programa de pruebas

Se establecerá un programa de pruebas a efectos del control de la correcta ejecución de las obras, el cual se organizarán dos etapas: La primera, que tendrá lugar durante la ejecución de los trabajos, y la segunda, que tendrá lugar antes de que haya finalizado el periodo de garantía.

Todas las comprobaciones que se realicen, deberán estar en concordancia con las condiciones establecidas en la descripción del proceso operativo para la aplicación de los riegos previamente descrito (y especificado con mayor grado de detalle en el Documento 1: Memoria, del presente Proyecto).

Las citadas comprobaciones podrán ser efectuadas por el Director de las Obras en el momento y con la frecuencia que este crea oportuna. Asimismo, este podrá llevar a cabo cualquier otra comprobación que este estime necesaria para verificar la correcta ejecución de los trabajos.

TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE “EL CÁRCAVO” PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID).

CAPÍTULO 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 el responsable directo de la comprobación y vigilancia de la correcta ejecución de las obras contratadas.

1.3. Unidad administrativa a pie de obra

La unidad administrativa a pie de obra es la responsable de la organización inmediata de las obras que componen el proyecto.

En la ejecución de su trabajo, el Director de Obra 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 el presente Pliego se entiende por dirección de obra.

El jefe de la Unidad de Obras dependerá directamente del Ingeniero Director, siendo este último el que le indique las instrucciones y medios para garantizar el cumplimiento de su función de control y vigilancia.

1.4. Inspección de obras

En el caso de que haga una inspección de las obras por parte del personal determinado por la Administración, la cual puede tener lugar en cualquier momento a lo largo de la ejecución de las obras detalladas en el presente Proyecto, tanto el Ingeniero Director de Obra como el contratista deberán poner a su disposición los documentos y medios necesarios para que tenga lugar dicha inspección.

1.5. Funciones del Ingeniero Director de las Obras

Las funciones del Ingeniero Director de Obras son las siguientes:

- Obtener previamente los permisos necesarios de la Administración para la ejecución de las obras.
- Garantizar que la ejecución de las obras se ajuste al proyecto aprobado, o a sus modificaciones posteriores autorizadas, exigiendo al contratista el cumplimiento de las condiciones contractuales.

- Tomar decisiones acerca de la interpretación de los planos y de las condiciones de materiales y sistemas de ejecución de unidades de obra incluidos en este Pliego, siempre y cuando no se vean modificadas las condiciones del contrato.
- Definir aquellas condiciones técnicas que el actual Pliego de Condiciones deja a su criterio (suspensión de trabajos por heladas, calidad de planta, etc.)
- Asumir en caso de urgencia o gravedad, bajo su criterio y responsabilidad, la dirección en operaciones o trabajos en curso, para lo que el contratista deberá poner a su disposición personal y materiales.
- 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 contractuales.
- Realizar el replanteo de las obras.
- Estudiar las incidencias o problemas presentados en las obras, tramitando en caso de ser 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 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 ordenes al contratista por escrito y firmadas con arreglo a las normas habituales en las relaciones técnico-administrativas.
- Decir acerca de la buena ejecución de las obras, y en caso contrario suspenderlas.
- Asumir la representación de la propiedad frente al contratista.
- Aprobar el plan de Seguridad y Salud.

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 siguientes titulaciones: Ingeniería Técnica Forestal, Ingeniería Superior de Montes, Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Máster en Ingeniería de Montes. 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.
- Poner en marcha el plan de seguridad y salud

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, este 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.

CAPÍTULO 2: TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

2.1. Comprobación del replanteo

Posterior a la aprobación del proyecto y previa a la tramitación del expediente de contratación de la obra es obligatorio un replanteo del proyecto. Este consiste en la comprobación de la realidad geométrica del mismo, así como la disponibilidad de los terrenos necesarios para su ejecución.

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.

CAPÍTULO 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

Es obligación del contratista situar, como mínimo, los equipos de maquinaria necesarios para la ejecución de las obras.

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 deber 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

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Ingeniero Director y realizados solamente en las unidades de obra que este indique. El contratista deberá instalar los equipos de iluminación, del tipo e intensidad que el Ingeniero Director ordene y mantenerlos en perfecto estado.

3.6. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos

Los trabajos efectuados por el contratista, modificando lo prescrito en los documentos contractuales sin la debida autorización, en ningún caso serán abonables. Por ello está obligado a restablecer a su costa las condiciones originales.

El Contratista será responsable, además, de aquellos otros daños que puedan derivarse para la Administración. La misma responsabilidad acarreará la ejecución de los trabajos que el Director de Obra apunte como defectuosos.

3.7. Construcción y conservación de desvíos

Si por necesidades surgidas posteriormente, fuera necesaria la construcción de rampas de acceso, se construirán siguiendo las características que ordene el Ingeniero Director.

3.8. Señalización de las obras

El contratista queda obligado a señalizar 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

En caso de producirse lluvias intensas, tanto los trabajos de preparación como los de plantación podrán ser suspendidos por la Dirección de Obra cuando la pesadez del terreno, en base a las dificultades surgidas, así lo justifique

3.9.2. Sequía

En caso de que la falta de tempero del terreno pueda derivar en el fracaso de la repoblación, los trabajos de preparación del terreno y de plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director.

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 y a las instrucciones complementarias que figuren en el Título II de este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o que se dicten por el Ingeniero Director.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

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. Condiciones de viento

En condiciones de viento muy fuertes se suspenderán las operaciones de plantación, debido al grave perjuicio que pueden suponer. En el caso de ser absolutamente necesaria la colocación de las plantas en los hoyos, se evitará el riego hasta que se establezcan condiciones más favorables. Será el Director de Obra el que estime lo que es más oportuno.

3.9.8. 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

En el caso de que, a consecuencia de razones técnicas imprevistas, entre las que se pueden encontrar: falta de disponibilidad de planta, aparición de roca o falta de suelo en lugares no previstos, etc., no pueda realizarse las actuaciones proyectadas, el Ingeniero Director podrá ordenar la variación técnica que considere conveniente, siempre y cuando se respete la legislación vigente, y no se introduzcan modificaciones en los precios unitarios proyectados ni en el presupuesto aprobado.

Si el contratista no se encuentra conforme con las indicaciones del Ingeniero Director, 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 o el adjudicatario podrán introducir o ejecutar modificaciones en las obras comprendidas en el contrato sin la aprobación y/o autorización para ejecutarla.

CAPÍTULO 4: RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

4.1. Daños y perjuicios

El contratista será responsable, durante la ejecución de las obras, de todos los daños y perjuicios directos o indirectos ocasionados 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 causados.

4.2. Objetos encontrados

El contratista será el responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediatamente cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director de las Obras, 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, aire y/o cultivos, por efecto de los combustibles, aceites, residuos o desperdicios, o cualquier otro material que pueda ser perjudicial o deteriorar el entorno. Se tendrá especial cuidado en la recogida de basuras y restos de comidas y otros que deberán ser enterrados o retirados para su vertido en lugar conveniente.

Los límites de contaminación admisibles serán los definidos como tolerables según la Autoridad competente o las disposiciones vigentes.

4.4. Permisos y licencias

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarias para la ejecución de obras, con excepción de los correspondientes a las expropiaciones, servidumbres y servicios definidos en el contrato.

4.5. Personal del contratista

El contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico a que se comprometió en la licitación.

El Ingeniero Director tendrá la posibilidad de prohibir la permanencia en la obra del personal del contratista, por motivos de falta de: falta de obediencia y falta 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.

CAPÍTULO 5: DISPOSICIONES GENERALES.

5.1. Periodos de ejecución

5.1.1. Repoblación

Marcado de los hoyos

El marcado de los hoyos tendrá lugar de manera previa a las obras de preparación del terreno, desde el 20 de abril al 5 de mayo.

Apertura de banquetas con retroexcavadora y delimitación de microcuencas.

Estas obras comenzarán el 15 de mayo y finalizarán el 5 de agosto (Teniendo en cuenta domingos y festivos y los días que no se ha podido trabajar por inclemencias climáticas).

Apertura de banquetas con retroaraña y delimitación de microcuencas.

Estas obras comenzarán el 15 de mayo y finalizarán el 25 de junio (Teniendo en cuenta domingos y festivos y los días que no se ha podido trabajar por inclemencias climáticas).

Plantación y siembra manual

Las labores de plantación y siembra están planteadas para que comiencen el 1 de octubre y no deberán alargarse más del 11 de noviembre, que es la fecha en el que se inicia el periodo de heladas. Como fecha límite se establece el 4 de noviembre

Colocación de protectores de planta y semillas

La colocación de los tubos invernaderos protectores de las plántulas tendrá lugar de manera simultánea a la plantación y siembra. Es por ello que la fecha de inicio y finalización de esta labor es del 1 de octubre al 4 de noviembre.

Riegos

Los riegos se han programado para que se ejecuten una vez al mes durante el periodo estival (julio-septiembre, ambos incluidos) y para los dos veranos siguientes a que haya tenido lugar la plantación y la siembra. Estos riegos mensuales se aplicarán a principios de cada mes y se procurará que el periodo de ejecución de este tratamiento sea de 10 días, intentando no sobrepasar los 15 días.

5.1.2. Riegos

5.2. Conservación durante la ejecución y plazo de garantía

El adjudicatario queda comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto. Asimismo queda obligado a la conservación de las obras de infraestructura vial, de prevención de incendios, cerramientos y de cualquier otra obra auxiliar o instalación incluidas en el proyecto, durante el plazo de garantía a partir de la fecha de recepción provisional. Durante este plazo deberá realizar cuantos trabajos sean necesarios para mantener dichas obras en perfecto estado, de acuerdo con 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.

CAPÍTULO 6: DISPOSICIONES VARIAS

4.1. 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 se resolverán de acuerdo con la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público 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 LAS LADERAS DEL MONTE “EL CÁRCAVO” PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID).

CAPÍTULO 1: MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

1.1. Medición de las obras

Todas las mediciones se referirán a proyecciones en el plano horizontal. La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar, serán definidas en el Título I del presente Pliego para cada unidad de obra. Solamente podrá utilizarse la conversión de longitudes a superficies o viceversa, cuando expresamente lo autorice el Título I de este Pliego de Condiciones. En este caso, los factores de conversión serán definidos en el mismo; o, en su defecto por el Ingeniero Director, quien por escrito justificará al contratista los valores adoptados, previamente a la ejecución de la unidad correspondiente.

Para la medición, serán validados los levantamientos topográficos, utilización del GPS centimétrico y los datos que hayan sido conformados por el Ingeniero Director.

Todas las mediciones básicas necesarias para el abono al contratista, deberán ser conformadas por el Jefe de la Unidad Administrativa a pie de obra, y el representante del contratista, debiendo ser aprobadas por el Ingeniero Director.

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 240 la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, 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 243 de la Ley 9/2017 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 del 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 243 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público 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 provistos 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 por 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 LAS LADERAS DEL MONTE “EL CÁRCAVO” PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID)

CAPÍTULO 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. Contraindicaciones, 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 la Ley 9/2017 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 153 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público.

En el contrato de 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 211 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público. 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 9/2017 de Contratos del Sector Público:

- Acta de replanteo: Según indica el artículo 236 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 lo dispuesto en el artículo 237 de esta ley “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 210 de esta ley.
- Liquidación del contrato: “Excepto en los contratos de obras, que se regirán por lo dispuesto en el artículo 243, 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 210 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público.
- Certificaciones mensuales: Tal y como se indica en el artículo 240 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público “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 243 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público
- Plazo de garantía: Se realizará de acuerdo con lo estipulado en el artículo 210 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público: “En los contratos se fijará un plazo de garantía a contar desde 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 243 “Además, 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.

Valladolid, Agosto de 2022



Firmado: Ana Espinel Gómez.



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 las laderas del monte “El Cárcavo”
perteneiente al municipio de Bercero
(Valladolid).**

Documento 4. Mediciones

Alumno/a: Ana Espinel Gómez

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Diciembre de 2022

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 4: MEDICIONES

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO	1
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN Y SIEMBRA	3
CAPÍTULO III: RIEGOS	10
CAPÍTULO IV: SEGURIDAD Y SALUD	11

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº uds.	Medición
1.1.	NRPO032	m	Metro lineal de replanteo o señalamiento sobre el terreno empleando pequeñas estacas de madera (acacia) de 50 cm (30x30 mm) marcadas mediante el uso de pintura espray ecológica de uso exterior localizadno los puntos con GPS de precisión (monofrecuencia) según plano facilitado.		
			Total partida 1.1.	9110	9110
1.2.	NRPT037	ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o plantación no dispersa.		
			Rodal 2	1556	1556
			Rodal 4	8066	8066
			Rodal 6	0756	756
			Rodal 8	5344	5344
			Rodal 9	5721	5721
			Rodal 12	2511	2511
			Rodal 14	8066	8066
			Rodal 15	3189	3189
			Rodal 16	8921	8921
			Rodal 17	1578	1578
			Rodal 18	6144	6144
			Rodal 19	1567	1567
			Rodal 20	10344	10344
			Rodal 23	9033	9033
			Total partida 1.2.		72796
1.3.	SOGF22.C.1.07	mil	Apertura o remoción mecanizada de mil hoyos de 60x60x60 cm con retroaraña, pendiente superior al 50%, y hasta donde esta lo permite. Con una densidad de hoyos entre 700-1200 hoyos/ha		
			Rodal 1	1,089	1,089
			Rodal 3	1,366	1,366
			Rodal 5	3,356	3,356
			Rodal 7	1,278	1,278
			Rodal 10	0,622	0,622
			Rodal 11	0,700	0,700
			Rodal 13	0,388	0,388
			Rodal 21	1,600	1,600
			Rodal 22	1,012	1,012
			Total partida 1.3.		11,411
1.4.		mil	Marqueo y formación manual de microcuencas mediante caballones (Profundidad mínima 20 cm) que parten de la parte superior del hoyo-banqueta formando un ángulo de 45º hasta encontrar con la parte inferior de los hoyos de los pies inmediatamente superiores.		

			Rodal 1	1,089	1,089
			Rodal 2	1,556	1,556
			Rodal 3	1,366	1,366
			Rodal 4	8,066	8,066
			Rodal 5	3,356	3,356
			Rodal 6	0,756	0,756
			Rodal 7	1,278	1,278
			Rodal 8	5,344	5,344
			Rodal 9	5,721	5,721
			Rodal 10	0,622	0,622
			Rodal 11	0,700	0,700
			Rodal 12	2,511	2,511
			Rodal 13	0,388	0,388
			Rodal 14	8,066	8,066
			Rodal 15	3,189	3,189
			Rodal 16	8,921	8,921
			Rodal 17	1,578	1,578
			Rodal 18	6,144	6,144
			Rodal 19	1,567	1,567
			Rodal 20	10,344	10,344
			Rodal 21	1,600	1,600
			Rodal 22	1,012	1,012
			Rodal 23	9,033	9,033
			Total partida 1.4.		84,207
1.5.	F02143	mil	Realización de rebalseta o pequeño alcorque, alrededor de la planta, para incrementar la recogida del agua.		
			Rodal 1	1,089	1,089
			Rodal 2	1,556	1,556
			Rodal 3	1,366	1,366
			Rodal 4	8,066	8,066
			Rodal 5	3,356	3,356
			Rodal 6	0,756	0,756
			Rodal 7	1,278	1,278
			Rodal 8	5,344	5,344
			Rodal 9	5,721	5,721
			Rodal 10	0,622	0,622
			Rodal 11	0,700	0,700
			Rodal 12	2,511	2,511
			Rodal 13	0,388	0,388
			Rodal 14	8,066	8,066
			Rodal 15	3,189	3,189
			Rodal 16	8,921	8,921
			Rodal 17	1,578	1,578
			Rodal 18	6,144	6,144
			Rodal 19	1,567	1,567
			Rodal 20	10,344	10,344
			Rodal 21	1,600	1,600
			Rodal 22	1,012	1,012
			Rodal 23	9,033	9,033
			Total partida 1.5.		84,207

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº uds.	Medición
2.1.	NRPO031	km	Coste por km de transporte de planta forestal, del vivero al lugar de realización de la plantación, mediante el uso de un camión forestal de 131-160 Cv		
			Total partida 2.1.	400	400
2.2.	F02079	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.		
			Rodal 2	1,556	1,556
			Rodal 4	8,066	8,066
			Rodal 6	0,756	0,756
			Rodal 8	5,344	5,344
			Rodal 9	5,721	5,721
			Rodal 12	2,511	2,511
			Rodal 14	8,066	8,066
			Rodal 15	3,189	3,189
			Rodal 16	8,921	8,921
			Rodal 17	1,578	1,578
			Rodal 18	6,144	6,144
			Rodal 19	1,567	1,567
			Rodal 20	1,0344	1,0344
			Rodal 23	9,033	9,033
			Total partida 2.2.		63,4864
2.3.	F02080	mil	Distribución planta bandeja >250 cm ³ , distancia <=500 m, pte>50% Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.		
			Rodal 1	1,089	1,089
			Rodal 3	1,366	1,366
			Rodal 5	3,356	3,356
			Rodal 7	1,278	1,278
			Rodal 10	0,622	0,622
			Rodal 11	0,700	0,700
			Rodal 13	0,388	0,388
			Rodal 21	1,600	1,600
			Rodal 22	1,012	1,012
			Total partida 2.3.		11,411
2.4.	NRPP001	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y		

			<p>densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i></p> <p>Rodal 2 1089 1089 Rodal 4 4033 4033 Rodal 6 529 529 Rodal 8 2672 2672 Rodal 9 2861 2861 Rodal 12 1758 1758 Rodal 14 4033 4033 Rodal 15 2232 2232 Rodal 16 4461 4461 Rodal 17 1104 1104 Rodal 18 3072 3072 Rodal 19 1097 1097 Rodal 20 5172 5172 Rodal 23 4516 4516</p> <p>Total partida 2.4. 38629</p>	
2.5.	NRPP004	ud.	<p>Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i></p> <p>Rodal 1 762 762 Rodal 3 683 683 Rodal 5 2349 2349 Rodal 7 639 639 Rodal 10 311 311 Rodal 11 490 490 Rodal 13 194 194 Rodal 21 1120 1120 Rodal 22 506 506</p> <p>Total partida 2.5. 7054</p>	
2.6.	NRPP001	ud.	<p>Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i></p> <p>Rodal 4 2420 2420 Rodal 8 1603 1603 Rodal 9 1716 1716 Rodal 14 2420 2420 Rodal 16 2676 2676 Rodal 18 1843 1843 Rodal 20 3103 3103 Rodal 23 2710 2710</p> <p>Total partida 2.6. 18491</p>	
2.7.	NRPP004	ud.	<p>Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y</p>	

			<p>densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i></p> <p>Rodal 3 410 410 Rodal 7 383 383 Rodal 10 187 187 Rodal 13 117 117 Rodal 22 303 303</p> <p>Total partida 2.7. 1400</p>		
2.8.	NRPP001	ud.	<p>Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i></p> <p>Rodal 2 156 156 Rodal 4 403 403 Rodal 6 76 76 Rodal 8 267 267 Rodal 9 286 286 Rodal 12 251 251 Rodal 14 403 403 Rodal 15 319 319 Rodal 16 446 446 Rodal 17 158 158 Rodal 18 307 307 Rodal 19 157 157 Rodal 20 517 517 Rodal 23 452 452</p> <p>Total partida 2.8. 4198</p>		
2.9.	NRPP004	ud.	<p>Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i></p> <p>Rodal 1 109 109 Rodal 3 68 68 Rodal 5 336 336 Rodal 7 64 64 Rodal 10 31 31 Rodal 11 70 70 Rodal 13 19 19 Rodal 21 160 160 Rodal 22 51 51</p> <p>Total partida 2.9. 908</p>		
2.10.	NRPP062	ud.	<p>Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus ilex</i>. Incluye el protector</p>		

			y su transporte. <div style="text-align: right;"> Rodal 4 1210 Rodal 8 802 Rodal 9 858 Rodal 14 1210 Rodal 16 1338 Rodal 18 922 Rodal 20 1552 Rodal 23 1355 Total partida 2.10. </div>	1210 802 858 1210 1338 922 1552 1355	1210 802 858 1210 1338 922 1552 1355
2.11.	NRPP063	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte. <div style="text-align: right;"> Rodal 3 205 Rodal 7 192 Rodal 10 93 Rodal 13 58 Rodal 22 152 Total partida 2.11. </div>	205 192 93 58 152	205 192 93 58 152
2.12.	NRPP062	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte <div style="text-align: right;"> Rodal 2 311 Rodal 6 151 Rodal 12 502 Rodal 15 638 Rodal 17 316 Rodal 19 313 Total partida 2.12. </div>	311 151 502 638 316 313	311 151 502 638 316 313
2.13.	NRPP063	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte. <div style="text-align: right;"> Rodal 1 Rodal 5 Rodal 11 218 Rodal 21 671 Total partida 2.13. </div>	218 671 140 320	218 671 140 320
2.14.	NRPO009	ud.	Colocación de tutor de acacia o similar de 1,70 m de altura, hincado en el fondo de la hoya de plantación y sujetado con bridas. (<i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus faginea</i>).		1349

			Rodal 1 Rodal 2 Rodal 3 Rodal 4 Rodal 5 Rodal 6 Rodal 7 Rodal 8 Rodal 9 Rodal 10 Rodal 11 Rodal 12 Rodal 13 Rodal 14 Rodal 15 Rodal 16 Rodal 17 Rodal 18 Rodal 19 Rodal 20 Rodal 21 Rodal 22 Rodal 23 Total partida 2.14.	218 311 205 1210 671 151 192 802 858 93 140 502 58 1210 638 1338 316 922 313 1552 320 152 1355 13527	218 311 205 1210 671 151 192 802 858 93 140 502 58 1210 638 1338 316 922 313 1552 320 152 1355 13527
2.15.	F02145	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 1,20 m, en terreno con pendiente inferior o igual al 50% Rodal 2 Rodal 4 Rodal 6 Rodal 8 Rodal 9 Rodal 12 Rodal 14 Rodal 15 Rodal 16 Rodal 17 Rodal 18 Rodal 19 Rodal 20 Rodal 23 Total partida 2.15.	1,556 8,066 0,756 5,344 5,721 2,511 8,066 3,189 8,921 1,578 6,144 1,567 10,344 9,033 72,796	1,556 8,066 7,56 5,344 5,721 2,511 8,066 3,189 8,921 1,578 6,144 1,567 10,344 9,033 72,796
2.16.	F02146	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 1,20 m, en terreno con pendiente superior al 50%. Rodal 1 Rodal 3 Rodal 5 Rodal 7 Rodal 10	1,089 1,366 3,356 1,278 0,622	1,089 1,366 3,356 1,278 0,622

			Rodal 11	0,700	0,700
			Rodal 13	0,388	0,388
			Rodal 21	1,600	1,600
			Rodal 22	1,012	1,012
			Total partida 2.16.		11,411
2.17.	F02139	mil	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 1,20 m de altura, para la protección de planta de repoblación, incluso tutor de madera de acacia de 1,70 m. Para <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus pinea</i> y <i>Crataegus monogyna</i> . Este precio incluye el clavado del tutor 20 cm. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo.		
			Rodal 1	0,871	0,871
			Rodal 2	1,245	1,245
			Rodal 3	1,161	1,161
			Rodal 4	6,856	6,856
			Rodal 5	2,685	2,685
			Rodal 6	0,605	0,605
			Rodal 7	1,086	1,086
			Rodal 8	4,542	4,542
			Rodal 9	4,863	4,863
			Rodal 10	0,529	0,529
			Rodal 11	0,560	0,560
			Rodal 12	2,009	2,009
			Rodal 13	0,330	0,330
			Rodal 14	6,856	6,856
			Rodal 15	2,551	2,551
			Rodal 16	7,583	7,583
			Rodal 17	1,262	1,262
			Rodal 18	5,222	5,222
			Rodal 19	1,254	1,254
			Rodal 20	8,792	8,792
			Rodal 21	1,280	1,280
			Rodal 22	0,860	0,860
			Rodal 23	7,678	7,678
			Total partida 2.17.		70,680
2.18.	SOGF22.C.3.140	mil	Retirada de tubos protectores y tutores incluyendo transporte y descarga en vertedero autorizado		
			Rodal 1	1,089	1,089
			Rodal 2	1,556	1,556
			Rodal 3	1,366	1,366
			Rodal 4	8,066	8,066
			Rodal 5	3,356	3,356
			Rodal 6	0,756	0,756
			Rodal 7	1,278	1,278
			Rodal 8	5,344	5,344
			Rodal 9	5,721	5,721
			Rodal 10	0,622	0,622
			Rodal 11	0,700	0,700
			Rodal 12	2,511	2,511

			Rodal 13	0,388	0,388
			Rodal 14	8,066	8,066
			Rodal 15	3,189	3,189
			Rodal 16	8,921	8,921
			Rodal 17	1,578	1,578
			Rodal 18	6,144	6,144
			Rodal 19	1,567	1,567
			Rodal 20	10,344	10,344
			Rodal 21	1,600	1,600
			Rodal 22	1,012	1,012
			Rodal 23	9,033	9,033
			Total partida 2.18.		84,207

CAPÍTULO III: RIEGOS

Nº orden	Código	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Nº uds.	Medición
3.1.	NRPO019	ud.	Riego de 70 l para planta forestal.		
			Rodal 1	168,02	168,02
			Rodal 2	240,07	240,07
			Rodal 3	210,75	210,75
			Rodal 4	1244,47	1244,47
			Rodal 5	517,78	517,78
			Rodal 6	116,64	116,64
			Rodal 7	197,18	197,18
			Rodal 8	824,59	824,59
			Rodal 9	882,67	882,67
			Rodal 10	95,97	95,97
			Rodal 11	108,00	108,00
			Rodal 12	387,41	387,41
			Rodal 13	59,86	59,86
			Rodal 14	1244,47	1244,47
			Rodal 15	492,02	492,02
			Rodal 16	1376,38	1376,38
			Rodal 17	243,46	243,46
			Rodal 18	947,93	947,93
			Rodal 19	241,77	241,77
			Rodal 20	1595,93	1595,93
			Rodal 21	246,86	246,86
			Rodal 22	156,14	156,14
			Rodal 23	1393,66	1393,66
			Total partida 3.1.	12991,94	12991,94

CAPÍTULO IV: SEGURIDAD Y SALUD

Nº orden	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Nº uds.	Medición
4.1.	ud.	Estudio de seguridad y salud	1	1



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 las laderas del monte “El Cárcavo”
perteneiente al municipio de Bercero
(Valladolid).**

Documento 5. Presupuesto

Alumno/a: Ana Espinel Gómez

Tutor/a: Joaquín Navarro Hevia

Diciembre de 2022

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS N° 1	1
Capítulo I: Preparación del terreno.....	1
Capítulo II: Plantación y siembra.....	1
Capítulo III: Riegos.....	3
Capítulo IV: Seguridad y salud	3
CUADRO DE PRECIOS N° 2	4
Capítulo I: Preparación del terreno.....	4
Capítulo II: Plantación y siembra.....	5
Capítulo III: Riegos.....	12
Capítulo IV: Seguridad y salud	12
PRESUPUESTOS PARCIALES.....	13
Capítulo I: Preparación del terreno.....	13
Capítulo II: Plantación y siembra.....	13
Capítulo III: Riegos.....	15
Capítulo IV: Seguridad y salud	15
PRESUPUESTO GENERAL.....	16
Presupuesto general de ejecución material.....	16
Presupuesto general de ejecución por contrata.....	17

CUADRO DE PRECIOS Nº 1

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO

nº orden	Código	Ud.	Descripción de la ud. de obra	Importe (€)- Letra	Importe (€)- Cifra
1.1.	NRPO032	m	Metro lineal de replanteo o señalamiento sobre el terreno empleando pequeñas estacas de madera (acacia) de 50 cm (30x30 mm) marcadas mediante el uso de pintura spray ecológica de uso exterior localizadno los puntos con GPS de precisión (monofrecuencia) según plano facilitado.	CERO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS	0,31
1.2.	NRPT037	ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o plantación no dispersa.	CERO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	0,74
1.3.	SOGF22C107	mil	Apertura o remoción mecanizada de mil hoyos de 60x60x60 cm con retroaraña, pendiente superior al 50%, y hasta donde esta lo permite. Con una densidad de hoyos entre 700-1200 hoyos/ha	MIL NOVENTA EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	1090,99
1.4.		mil	Marqueo y formación manual de microcuencas mediante caballones (Profundidad mínima 20 cm) que parten de la parte superior del hoyo-banqueta formando un ángulo de 45º hasta encontrar con la parte inferior de los hoyos de los pies inmediatamente superiores.	SEISCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	633,67
1.5.	F02143	mil	Realización de rebalseta o pequeño alcorque, alrededor de la planta, para incrementar la recogida del agua	SEISCIENTIOS EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	600,67

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN Y SIEMBRA

nº orden	Código	Ud.	Descripción de la ud. de obra	Importe (€)- Letra	Importe (€)- Cifra
2.1.	NRPO031	km	Coste por Km de transporte de planta forestal, del vivero al lugar de realización de la plantación, mediante el uso de un camión forestal de 131-160 Cv	UN EURO con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	1,92
2.2.	F02079	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	CUARENTA EUROS con SEIS CÉNTIMOS	40,06
2.3.	F02080	mil	Distribución planta bandeja >250 cm³, distancia <=500 m, pte>50% Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido	CUARENTA Y OCHO EUROS con SEIS CÉNTIMOS	48,06

			con capacidad > 250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.		
2.4.	NRPP001	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i>	UN EURO con DOCE CÉNTIMOS	1,12
2.5.	NRPP004	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i> .	UN EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	1,25
2.6.	NRPP001	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i>	UN EURO con TRECE CÉNTIMOS	1,13
2.7.	NRPP004	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i>	UN EURO con VEINTIUN CÉNTIMOS	1,21
2.8.	NRPP001	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i>	UN EURO con VEINTITRES CÉNTIMOS	1,23
2.9.	NRPP004	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i>	UN EURO con TREINTA Y UNO CÉNTIMOS	1,31
2.10.	NRPP062	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte	TRES EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	3,96
2.11.	NRPP063	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte	CUATRO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	4,16
2.12.	NRPP062	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m, y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte.	TRES EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	3,97
2.13.	NRPP063	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 0,60cm y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte. (2 semillas)	CUATRO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	4,17
2.14.	NRPO009	ud.	Colocación de tutor de acacia o similar de 1,70 m de altura, hincado en el fondo de la hoyo de plantación y sujetado con bridas. (<i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus faginea</i>).	DOS EUROS con CUARENTA Y SIETE	2,47
2.15.	F02145	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 1,20 m, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%	VEINTIOCHO EUROS con TRES CÉNTIMOS	28,03
2.16.	F02146	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 1,20 m, en terreno con pendiente superior al 50%.	TREINTA Y DOS EUROS con TRES CÉNTIMOS	32,03

2.17.	F02139	mil	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 60 cm de altura, para la protección de planta de repoblación, incluso tutor de madera de acacia de 1,70 m. Para <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus pinea</i> y <i>Crataegus monogyna</i> . Este precio incluye el clavado del tutor 20 cm. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo	TRES MIL OCHOCIENTOS CATORCE EUROS con SEIS CÉNTIMOS	3814,06
2.18.	SOGF22C.	mil	Retirada de tubos protectores y tutores, incluyendo transporte y descarga en vertedero autorizado	CUATROCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	437,85

CAPÍTULO III: RIEGOS

nº orden	Código	Ud.	Descripción de la ud. de obra	Importe (€)-Letra	Importe (€)-Cifra
3.1.	NRPO019	ud.	Riego de 70l para planta forestal.	UN EURO con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	1,29

CAPÍTULO IV: SEGURIDAD Y SALUD

nº orden	Código	Ud.	Descripción de la ud. de obra	Importe (€)-Letra	Importe (€)-Cifra
4.1.	SS.1.1.	ud.	Estudio de seguridad y salud	SIETE MIL TRESCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	7339,32

CUADRO DE PRECIOS Nº 2

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1.	NRPO032		m	Metro lineal de replanteo o señalamiento sobre el terreno empleando pequeñas estacas de madera (acacia) de 50 cm (30x30 mm) marcadas mediante el uso de pintura espray ecológica de uso exterior localizadno los puntos con GPS de precisión (monofrecuencia) según plano facilitado.			
	O002	0,005	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,13	
	O001	0,005	h	Peón Forestal R.G.	20,00	0,10	
	P0427	0,000	l	Pintura Espray marcador ecológica para uso externo	16,50	0,00	
	P0428	0,100	ud.	Estaca de madera (acacia) de 50 cm (30X30 cm)	0,40	0,04	
	MX020	0,005	h	GPS de precisión (monofrecuencia)	7,51	0,04	
	%001	0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			0,31
1.2.	NRPT037		Ud	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60x60x60cm, con retroexcavadora, en terreno suelto. Densidad de plantación superior o igual a 700pl/ha y/o plantación no dispersa.			
	MA011	0,0122	h	Retroexcavadora oruga hidráulica 71/100 CV	59,85	0,73	
	%001	0,0073	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			0,74
1.3.	SOGF22C107		Mil	Apertura o remoción mecanizada de mil hoyos de 60x60x60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 50%, y hasta donde ésta lo permita. Con una densidad de hoyos entre 700-1200 hoyos/ha			
	MA.43	16,500	h	Retroaraña 71/100 CV	66,12	1090,98	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			1090,99
1.4.			mil.	Marqueo y formación manual de microcuencas mediante caballones			

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
				(Profundidad mínima 20 cm) que parten de la parte superior del hoyo-banqueta formando un ángulo de 45º hasta encontrar con la parte inferior de los hoyos de los pies inmediatamente superiores.			
	O01009	26,32	h	Peón	20,91	550,45	
	O01007	3,74	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	83,21	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			633,67
1.5.	F02143		Mil	Realización de rebalseta o pequeño alcorque, alrededor de la planta, para incrementar la recogida del agua			
	O01009	24,93	h	Peón	20,91	521,45	
	O01007	3,56	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	79,21	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			600,67

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1.	NRPO031		Km	Coste por Km de transporte de planta forestal, del vivero al lugar de realización de la plantación, mediante el uso de un camión forestal de 131-160 Cv			
	MA033	1,00	Km	Camión forestal 131-160 CV	1,87	1,87	
	%002	2,50	%	Costes indirectos	0,02	0,05	
				TOTAL PARTIDA			1,92
2.2.	F02079		mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.			

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
	O01009	1,66	h	Peón	20,91	34,77	
	O01007	0,24	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	5,29	
	%001	0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			40,06
2.3.	F02080		mil	Distribución planta bandeja >250 cm ³ , distancia <=500 m, pte>50% Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.			
	O01009	1,99	h	Peón	20,91	41,72	
	O01007	0,28	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	6,34	
		0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			48,06
2.4.	NRPP001		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i>			
	O002	0,002	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,28	
	NRPPLF01019	1	ud.	Ud. de planta de <i>Pinus halepensis</i> en alveolo de 300 cc, edad 1+0, altura 010/020	0,84	0,84	
	%001	0,0033	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,12
2.5.	NRPP004		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a			

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
				700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i> .			
	O002	0,0025	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,07	
	O001	0,0171	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,34	
	NRPPLF01019	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Pinus halepensis</i> en alveolo de 300 cc, edad 1+0, altura 010/020	0,84	0,84	
	%001	0,0041	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,25
2.6.	NRPP001		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i>			
	O002	0,002	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,28	
	NRPPLF01025	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Pinus pinea</i> en alveolo de 300 cc	0,80	0,80	
	%001	0,0033	%	Costes indirectos			
				TOTAL PARTIDA	1,00	0,00	1,13
2.7.	NRPP004		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i>			
	O002	0,0025	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,07	
	O001	0,0171	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,34	
	NRPPLF1025	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Pinus pinea</i> en alveolo de 300 cc	0,80	0,80	
	%001	0,0041	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,21

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.8.	NRPP001		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i>			
	O002	0,002	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,05	
	O001	0,0142	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,28	
	NRPPLF02033	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo 300 cc	0,90	0,90	
	%001	0,0033	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,23
2.9.	NRPP004		ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i>			
	O002	0,0025	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,07	
	O001	0,0171	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,34	
	NRPPLF02033	1,00	ud.	Ud. de planta de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo 300 cc	0,90	0,90	
	%001	0,0041	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			1,31
2.10.	NRPP062		ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1, 20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte.			
	O002	0,0058	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,15	
	O001	0,0416	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,83	
	P0401	1,00	ud	Tubo protector 1,20 m	1,43	1,43	
		0,0075	kg	<i>Quercus ilex</i> ES.45-11 Región extremadurensis	4,00	0,03	

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
	%001	1,00	ud.	AMARILLA. (2 semillas)	1,50	1,50	
		0,0165	%	Protector de semilla (Reque y Martín, 2015)			
				Costes indirectos	1,00	0,02	
				TOTAL PARTIDA			3,96
2.11.	NRPP063		ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte.			
	O002	0,0070	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,18	
	O001	0,0499	h	Peón forestal R.G.	20,00	1,00	
	P0401	1,00	ud.	Tubo protector 1,20 m	1,43	1,43	
		0,0075	kg	<i>Quercus ilex</i> ES.45-11 Región extremadurensis AMARILLA	4,00	0,03	
		1,00	ud.	Protector de semilla (Reque y Martín, 2015)	1,50	1,50	
	%001	0,0185%	%	Costes indirectos	1,00	0,02	
				TOTAL PARTIDA			4,16
2.12.	NRPP062		ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m, y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte.			
	O002	0,0058	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,15	
	O001	0,0416	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,83	
	P0401	1,00	ud.	Tubo protector 1,20 m	1,43	1,43	
		0,0075	kg	<i>Quercus faginea</i> ES.44-15 Región extremadurensis AMARILLA	5,90	0,04	
		1,00	ud.	Protector de semilla	1,50	1,50	

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
	%001	0,0165	%	(Reque y Martín, 2015) Costes indirectos	1,00	0,02	
				TOTAL PARTIDA			3,97
2.13.	NRPP063		ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte. (2 semillas)			
	O002	0,0070	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,18	
	O001	0,0499	h	Peón forestal R.G.	20,00	1,00	
	P0401	1,00	ud.	Tubo protector 1,20 m	1,43	1,43	
		0,0075	kg	<i>Quercus faginea</i> ES.44-15 Región extremeñadureñse AMARILLA	5,90	0,04	
		1,00	ud	Protector de semilla (Reque y Martín, 2015)	1,50	1,50	
	%001	0,0185	%	Costes indirectos	1,00	0,02	
				TOTAL PARTIDA			4,17
2.14.	NRPO009		ud.	Colocación de tutor de acacia o similar de 1,70 m de altura, hincado en el fondo de la hoya de plantación y sujetado con bridas. (<i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus faginea</i>).			
	O002	0,0013	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,03	
	O001	0,0100	h	Peón forestal R.G.	20,00	0,20	
	P0410	1,00	ud.	Tutor de acacia o similar 1,70 m/30 x 30 mm	2,23	2,23	
	%001	0,0091	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			2,47
2.15.	F02145		mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 1,20 m, en terreno			

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
	001009	1,16	h	con pendiente inferior o igual al 50%	20,91	24,34	
	001007	0,16	h	Peón	22,23	3,69	
		0,0031	%	Jefe de cuadrilla forestal	1,00	0,00	
				Costes indirectos			28,03
				TOTAL PARTIDA			
2.16.	F02146		mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 1,20 m, en terreno con pendiente superior al 50%.			
	001009	1,32	h	Peón	20,91	27,81	
	001007	0,18	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	4,22	
		0,0031	%	Costes indirectos	1,00	0,00	
				TOTAL PARTIDA			32,03
2.17.	F02139		mil	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 1,20 m de altura, para la protección de planta de repoblación, incluso tutor de madera de acacia de 1,70 m. Para <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus pinea</i> y <i>Crataegus monogyna</i> . Este precio incluye el clavado del tutor 20 cm. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo			
	001007	17,64	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,23	392,18	
	001009	57,00	h	Peón	20,91	1191,87	
	P08052	1000	ud.	Tutor de acacia o similar 1,7 m/30 mm x 30 mm	2,23	2230,00	
		0,0091	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			3814,06
2.18.	SOGF22.C.3.140		mil	Retirada de tubos protectores y tutores, incluyendo transporte			

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
	M0.1	30,50	h	y descarga en vertedero autorizado	10,17	310,19	
	MO.21	3,50	h	Peón	13,82	48,37	
	MA.63	1,00	jur.	Capataz	79,24	79,24	
		2,50	%	Vehículo todoterreno 71-85 cv c/remolque	0,02	0,05	
				Costes indirectos			
				TOTAL PARTIDA			437,85

CAPÍTULO III: RIEGOS

Nº orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1.	NRPO019		ud.	Riego de 70l para planta forestal.			
	O002	0,0010	h	Jefe cuadrilla R.G.	26,00	0,03	
	MA029	0,00025	h	Cisterna 10000 l	47,32	1,18	
	P010509	0,0700	m ³	Agua (p.o.)	0,96	0,07	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
				TOTAL PARTIDA			1,29

CAPÍTULO IV: SEGURIDAD Y SALUD

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.1.	1	ud.	Estudio de seguridad y salud	7339,32	7339,32	7339,32

PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la ud. de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1.	NRPO032	m	Metro lineal de replanteo o señalamiento sobre el terreno empleando pequeñas estacas de madera (acacia) de 50 cm (30x30 mm) marcadas mediante el uso de pintura espray ecológica de uso exterior localizando los puntos con GPS de precisión (monofrecuencia) según plano facilitado.	9110	0,31	2824,10
1.2.	NRPT037	ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pl./ha y/o plantación no dispersa.	72796	0,74	53869,04
1.3.	SOGF22C107	mil	Apertura o remoción mecanizada de mil hoyos de 60x60x60 cm con retroaraña, pendiente superior al 50%, y hasta donde esta lo permite. Con una densidad de hoyos entre 700-1200 hoyos/ha	11,411	1090,99	12449,28
1.4.		mil	Marqueo y formación manual de microcuencas mediante caballones (Profundidad mínima 20 cm) que parten de la parte superior del hoyo-banqueta formando un ángulo de 45º hasta encontrar con la parte inferior de los hoyos de los pies inmediatamente superiores.	84,207	633,67	53359,44
1.5.	F02143	mil	Realización de rebalseta o pequeño alcorque, alrededor de la planta, para incrementar la recogida del agua	84,207	600,67	50580,61

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la ud. de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1.	NRPO031	km	Coste por Km de transporte de planta forestal, del vivero al lugar de realización de la plantación, mediante el uso de un camión forestal de 131-160 Cv	400	1,92	768,00
2.2.	F02079	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	63,4864	40,06	2543,26

2.3.	F02080	mil	Distribución planta bandeja >250 cm ³ , distancia <=500 m, pte>50% Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad > 250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.	11,411	48,06	548,41
2.4.	NRPP001	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i>	38629	1,12	43264,48
2.5.	NRPP004	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus halepensis</i> .	7054	1,25	8817,50
2.6.	NRPP001	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i>	18491	1,13	20894,83
2.7.	NRPP004	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Pinus pinea</i>	1400	1,21	1694,00
2.8.	NRPP001	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i>	4198	1,23	5163,54
2.9.	NRPP004	ud.	Plantación Tipo 1, en terrenos con pendiente superior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 pl/ha y/o no dispersa de <i>Crataegus monogyna</i>	908	1,31	1189,48
2.10.	NRPP062	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte.	9247	3,96	36618,12
2.11.	NRPP063	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus ilex</i> . Incluye el protector y su transporte.	700	4,16	2912
2.12.	NRPP062	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m, y protector de semilla en terrenos con pendiente inferior o igual al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector	2231	3,97	8857,07

			y su transporte.			
2.13.	NRPP063	ud.	Siembra (2 semillas) con tubo protector de 1,20 m y protector de semilla en terrenos con pendiente superior al 50% de <i>Quercus faginea</i> . Incluye el protector y su transporte. (2 semillas)	1349	4,17	5625,33
2.14.	NRPO009	ud.	Colocación de tutor de acacia o similar de 1,70 m de altura, hincado en el fondo de la hoya de plantación y sujetado con bridas. (<i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus faginea</i>).	13527	2,47	33411,69
2.15.	F02145	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%	72,796	28,03	2040,47
2.16.	F02146	mil	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente superior al 50%.	11,411	32,03	365,49
2.17.	F02139	mil	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 1,20 m de altura, para la protección de planta de repoblación, incluso tutor de madera de acacia de 1,70 m. Para <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus pinea</i> y <i>Crataegus monogyna</i> . Este precio incluye el clavado del tutor 20 cm. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo	70,68	3814,06	269577,76
2.18.	SOGF22C.3.140	mil	Retirada de tubos protectores y tutores, incluyendo transporte y descarga en vertedero autorizado	84,207	437,85	36870,03

CAPÍTULO III: RIEGOS

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la ud. de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1.	NRPO019	ud.	Riego de 70l para planta forestal.	12991,94	1,29	16759,60

CAPÍTULO IV: SEGURIDAD Y SALUD

Nº orden	Ud.	Descripción de la ud. de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1.	ud.	Estudio de seguridad y salud	1	7339,32	7339,32

PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

Grupo de inversión 1: Repoblación

- Capítulo I: Preparación del terreno 173 082,47 €
- Capítulo II: Plantación y siembra 481 161,46 €

Total grupo de inversión 1 654 243,93 €

Grupo de inversión 2: Riegos de apoyo

- Capítulo III: Riegos 16 759,60 €

Total grupo de inversión 2 16 759,60 €

Grupo de inversión 3: Seguridad y Salud

- Capítulo IV: Seguridad y Salud 7 739,32 €

Total grupo de inversión 3 7 739,32 €

PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 678 742,85 €

ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID) A **SEISCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (678 742,85 €)**

Valladolid, noviembre de 2022



Fdo.: Ana Espinel Gómez

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	678 742,85 €
➤ Gastos generales(13% sobre PEM)	88 236,57 €
➤ Beneficio industrial (6% sobre PEM)	40 724,57 €
➤ Precio planta y semilla	62 750,7 €
TOTAL PARCIAL (Excepto precio planta y semilla)	744 953,29 €
➤ I.V.A. (21 % sobre el total parcial-Precio planta y semilla)	156 440,19 €
➤ I.V.A. Planta y semilla (10%)	6 275,07 €
PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA	907 668,55 €

ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LAS LADERAS DEL MONTE "EL CÁRCAVO" PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE BERCERO (VALLADOLID) A **NOVECIENTOS SIETE MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS (907 668,55 €)**.

Valladolid, noviembre de 2022



Fdo.: Ana Espinel Gómez