



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio natural

**Proyecto de desarrollo de bosque corporativo
para absorción de CO₂ en 1,5 ha de zona
urbana en el término municipal de Guadalix
de la Sierra (Madrid)**

Alumno/a: Alejandro García Arranz

Tutor/a: Carlos del Peso Taranco

Julio de 2023



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de desarrollo de bosque corporativo
para absorción de CO₂ en 1,5 ha de zona
urbana en el término municipal de Guadalix
de la Sierra (Madrid)**

Documento 1. Memoria

Alumno/a: Alejandro García Arranz

Tutor/a: Carlos del Peso Taranco

Julio de 2023

1. OBJETO DEL PROYECTO	2
1.1. Carácter de la transformación.....	2
1.2. Localización	3
1.3. Finalidad del proyecto	4
2. ANTECEDENTES	5
2.1. Motivación del proyecto	5
2.2. Promotor del proyecto.....	5
2.3. Estudios y programas previos.....	6
3. BASES DEL PROYECTO.....	6
3.1. Directrices del proyecto.....	6
3.1.1. Condicionantes impuestos por el promotor	6
3.1.2. Criterios de valor	6
3.2. Condicionantes del proyecto.....	7
3.2.1. Condicionantes internos.....	7
3.2.2. Condicionantes externos	17
3.3. Situación actual y evolución sin proyecto	21
4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	21
4.1. Bosque Corporativo	21
4.1.1. Elección de especies	21
4.1.2. Tratamiento de la vegetación preexistente	24
4.1.3. Preparación del terreno	24
4.1.4. Implantación vegetal	26
4.2. Cuidados posteriores	27
4.2.1. Protectores de plantas	27
4.2.2. Reposición de marras	28
4.2.3. Binas	28
4.2.4. Riegos	29
4.2.5. Podas	30
5. INGENIERÍA DEL PROYECTO	30
5.1. Bosque Corporativo	30
5.1.1. Preparación del terreno	30
5.1.2. Plantación	31
5.1.3. Trabajos complementarios.....	34
6. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	36
6.1. Período de ejecución	36
7. NORMATIVA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	37
8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	37
9. LEGISLACIÓN APLICABLE	37
10. EVALUACIÓN DEL PROYECTO	37
10.1. Evaluación económica	37
10.2. Evaluación social	38
10.3. Evaluación ecológica	38
10.4. Evaluación de impacto ambiental	38
11. PRESUPUESTO	39
11.1. Presupuesto de Ejecución Material.....	39
11.2. Presupuesto de Ejecución por Contrata	39

1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1. Carácter de la transformación

En un mundo donde los desafíos medioambientales son cada vez más apremiantes, la necesidad de adoptar medidas concretas para combatir el cambio climático y preservar nuestro entorno se vuelve imperativa. En línea con esta urgencia, ALD Automotive, en consonancia con su estrategia de sostenibilidad y su compromiso con la neutralidad climática, se ha embarcado en una iniciativa que busca abordar estos desafíos desde una perspectiva holística.

Para ello, se plantea como objetivo el desarrollo de un Bosque Corporativo en el municipio de Guadalix de la Sierra (Madrid), una herramienta que servirá para demostrar su responsabilidad social corporativa por el medio ambiente, compensando las emisiones de CO₂ generadas en su actividad de automoción y mejorando su imagen frente a la sociedad y el resto de las empresas.

La zona donde se va a realizar el proyecto se encuentra ubicada en el municipio de Guadalix de la Sierra (Madrid) y consta de una superficie de 1,36 hectáreas clasificadas como suelo urbano sin edificar. Dado el gran crecimiento urbanístico del municipio en los últimos años, con la creación de numerosas urbanizaciones en las zonas colindantes a la parcela, esta área constituye una antigua escombrera que actualmente se encuentra inutilizada, pero que, debido al alto grado de antropización presente en la zona y el continuo crecimiento y desarrollo de la población local, en un futuro cercano esta sería destinada a la creación de nuevas edificaciones.

Gracias a la realización de este proyecto, la parcela pasará a clasificarse como suelo forestal, instaurándose sobre ella una nueva masa forestal que será resiliente en el tiempo y establecerá un cinturón verde que dará continuidad a la masa vegetal presente en el municipio de Guadalix de la Sierra, aportando numerosos servicios ecosistémicos, sociales y ambientales.

Para llevar a cabo este objetivo, ALD Automotive se ha sumado a la sección de proyectos de absorción dentro del Registro Huella, establecido por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). Esta inscripción permitirá obtener mediciones precisas y verificables de las absorciones de carbono logradas por el Bosque Corporativo, brindando transparencia y confiabilidad en la compensación de emisiones.

Esta iniciativa va más allá de la mera compensación de emisiones y muestra un compromiso genuino de la empresa privada con la sostenibilidad, la responsabilidad social corporativa y el medio ambiente, acercando esta tipología de proyectos a una sociedad cada vez más consciente de la necesidad de desarrollar prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente y sirviendo de ejemplo para otras muchas empresas que busquen contribuir con esta causa.

Además, se busca dar valor y visibilidad a un nicho de mercado en pleno auge y no muy conocido por el sector forestal, altamente capacitado para el desarrollo de esta tipología de proyectos de manera efectiva.

1.2. Localización

La parcela objeto del proyecto se encuentra ubicada en el término municipal de Guadalix de la Sierra, situado a 49 km al norte de Madrid, y abarca una superficie total de 1,36 hectáreas. (Ver Figuras 1 y 2).

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

- Coordenada X: 440.442 m
- Coordenada Y: 4.514.244 m

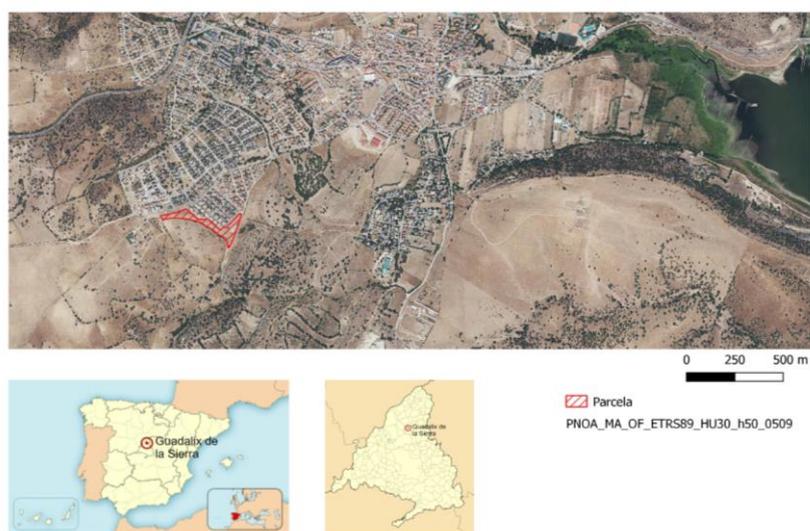


Figura 1. Localización de la zona del proyecto. Realización propia mediante Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (2018).

El acceso a la parcela es muy sencillo ya que se encuentra en el interior del municipio, la mejor forma es acceder desde la vía urbana denominada “Camino de Chozas”, para mayor detalle sobre la ubicación de la parcela se puede observar el *Documento Nº 3: Planos*.

El término municipal de Guadalix de la Sierra limita al (Ver Figura 2):

- Norte: con Navalafuente y Miraflores de la Sierra.
- Sur: con terrenos de uso agrícola y forestal hasta llegar a una de las elevaciones más relevantes de la zona, el Cerro de San Pedro (1.425 m).
- Este: con Pedrezuela y El Vellón.
- Oeste: con Soto del Real.

La parcela tiene una altitud media sobre el nivel del mar de 854 metros, limitando en la zona norte con la parte urbana del municipio de Guadalix de la Sierra, y alrededor con terrenos agrícolas similares a los destinados a la zona de proyecto, suelos con cobertura herbácea parcial y escasa vegetación arbórea.

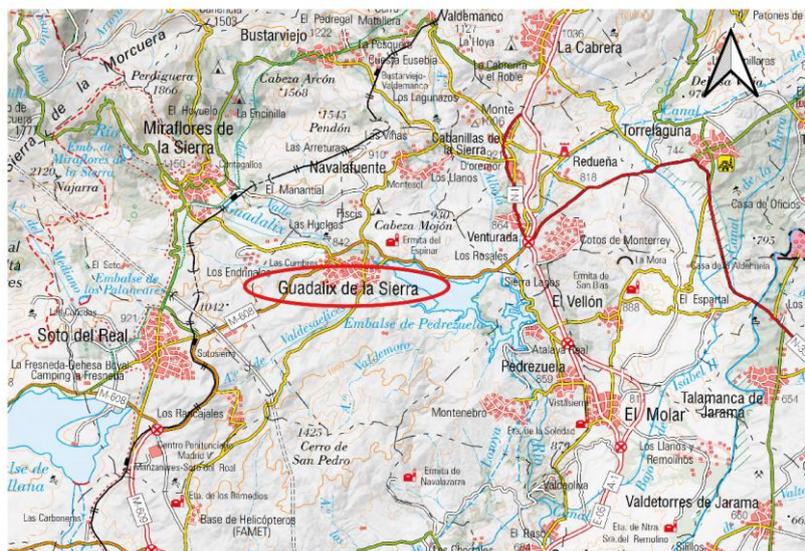


Figura 2. Situación del municipio de Guadalix de la Sierra (IBERPIX,2023)

1.3. Finalidad del proyecto

Con este proyecto se pretende lograr lo siguiente:

- Desarrollar un bosque corporativo que sirva como herramienta y ejemplo de responsabilidad social corporativa por el medio ambiente frente a la sociedad y el resto de las empresas.
- Aumentar la captación de CO₂, actuando como sumidero de carbono y contribuyendo en la regulación tanto del microclima local como del clima global.
- Conseguir una masa forestal estable y madura que sea resiliente en el tiempo.
- Obtener unas absorciones de CO₂ medibles y verificables mediante el registro del proyecto en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Crear un hábitat adecuado y accesible para diversas especies faunísticas, funcionando como refugio y aportando alimento a las diferentes especies que habitan en la zona.
- Establecer una cubierta vegetal que detenga la degradación de la zona y mejore las condiciones edáficas.

- Mejorar el aspecto paisajístico y visual del entorno local, actuando como fuente de salud física y psíquica.
- Utilización de especies pertenecientes a la vegetación potencial de la zona e históricamente presentes en la región, que generarán un mayor interés e implicación por parte de la población local, mejorando la sensación de arraigo y pertenencia al municipio de Guadalix de la Sierra.
- Creación de numerosos servicios ecosistémicos culturales y sociales que permitan un disfrute activo y/o pasivo del bosque.
- Frenar el continuo avance en la construcción de nuevas infraestructuras residenciales, generando una nueva superficie que será clasificada como “suelo forestal” sustituyendo a la actual clasificación de “suelo urbano sin edificar”.

2. ANTECEDENTES

2.1. Motivación del proyecto

La realización de este proyecto busca la recuperación y el aprovechamiento de una zona urbana actualmente inutilizada, donde se establecerá una masa forestal mediante la cual, ALD Automotive podrá atribuirse unas absorciones de CO₂ (ver *Anexo 7. Cálculo de absorciones de CO₂*) que compensarán parte del impacto generado en su actividad de automoción. Por otro lado, la zona seleccionada dejará de estar clasificada como suelo urbano sin edificar y pasará a ser suelo de uso forestal, estableciéndose un Bosque Corporativo que aportará numerosos servicios ecosistémicos en el municipio

La realización de esta tipología de proyectos en zonas urbanas aumentará el interés y la implicación de la sociedad presente en el municipio, y servirá de ejemplo para otras muchas empresas que pretendan impulsar su compromiso con la sostenibilidad, la conservación del medio ambiente y la mitigación del cambio climático.

Además, la realización de este proyecto servirá para dar valor y visibilidad a un nicho de mercado no muy conocido por el sector forestal, y que puede ser de gran importancia debido al constante auge que está sufriendo.

2.2. Promotor del proyecto

En este proyecto, se muestra un convenio entre dos partes promotoras del proyecto, por un lado, se encuentra el más importante, ALD Automotive, quién asumirá los costes de inversión del proyecto y recibirá los beneficios en forma de compensación de emisiones de CO₂, mejorando su imagen frente a la sociedad y el resto de las empresas.

Por otro lado, se encuentra el Ayuntamiento de Guadalix de la Sierra, propietario del terreno y quién asumirá los gastos asociados al mantenimiento y cuidados culturales

de la plantación, recibirá el beneficio de obtener un nuevo espacio verde que mejorará las condiciones paisajísticas y la calidad de vida de la población local.

2.3. Estudios y programas previos

En el municipio de Guadalix de la Sierra no se encuentra ningún otro proyecto de Bosque Corporativo, por lo que cabe destacar el interés de desarrollar esta tipología de proyectos tanto para el Ayuntamiento, la empresa y la propia población del municipio.

3. BASES DEL PROYECTO

3.1. Directrices del proyecto

3.1.1. Condicionantes impuestos por el promotor

Para la correcta ejecución de este proyecto, se han impuesto los siguientes condicionantes por parte del promotor:

- La inversión inicial y los gastos de mantenimiento deberán reducirse lo máximo posible siempre y cuándo se cumplan los fines para los que este proyecto se ha diseñado.
- Deberá respetarse al máximo el entorno, utilizando técnicas con el menor impacto ambiental posible para la ejecución del proyecto.
- Establecer una masa forestal estable, madura y resiliente en el tiempo, que asegure la fijación de CO₂.
- Realizar todas las labores del proyecto con calidad para obtener el menor número de marras posible.
- La mano de obra que ejecute el proyecto deberá ser cualificada, aun así, el día de la plantación se contará con la visita de empleados de ALD Automotive, familiares y vecinos del municipio para aumentar su implicación e interés por el Bosque Corporativo y los beneficios que este conlleva.

3.1.2. Criterios de valor

Dado que la actuación se va a dar en una superficie actualmente inutilizada y clasificada como suelo urbano sin edificar, el hecho de convertirse en suelo de uso forestal evitará el continuo desarrollo de construcciones urbanas y favorecerá la generación de un nuevo cinturón verde que dará continuidad a la infraestructura vegetal del municipio, mejorando el impacto paisajista y aportando numerosos beneficios sociales a la población.

También se priorizará la utilización de especies naturalmente propias de la zona con el fin de establecer una masa forestal que sea resiliente en el tiempo y pueda garantizar la fijación de CO₂, contribuyendo así a mitigar los efectos del cambio climático, pero siempre respetando el entorno, sus costumbres y aumentando el sentimiento de arraigo y pertenencia por parte de la población de Guadalix de la Sierra.

Además, a través de la ejecución de este proyecto se ofrecerá una visión más amplia a la sociedad y al resto de empresas, con el fin de mostrar una herramienta beneficiosa para todos, pero sobre todo para el planeta.

3.2. Condicionantes del proyecto

3.2.1. Condicionantes internos

Al desarrollar el proyecto, se considerarán los condicionantes específicos de la zona en la que se llevará a cabo. Algunos de estos condicionantes son los siguientes:

Climatología

Para el estudio climatológico se han utilizado los datos facilitados por la *AEMET* correspondientes a dos observatorios, uno de tipo pluviométrico ubicado en la presa del Vellón y otro de tipo termométrico ubicado en Soto del Real. Ambas estaciones han sido escogidas debido a su cercanía y similitud con las características de la zona del proyecto.

Las características de las dos estaciones pueden verse detalladas a continuación.

Tabla 1. Información del observatorio pluviométrico de la presa del Vellón.

Nombre del observatorio	Presa del Vellón
Provincia	Madrid
Cuenca hidrográfica	Tajo
Indicativo climatológico	3121E
Tipo de observatorio	Pluviométrico
Coordenadas UTM	X: 447.295 Y: 4.511.680 (ETRS89 30N)
Altitud	817 m
Período de datos (30 años)	1991-2021

Tabla 2. Información del observatorio termométrico de Soto del Real.

Nombre del observatorio	Soto del Real
Provincia	Madrid
Cuenca hidrográfica	Tajo
Indicativo climatológico	3183
Tipo de observatorio	Termométrico
Coordenadas UTM	X: 433.483 Y: 4.511.637 (ETRS89 30N)
Altitud	895 m

Período de datos (15 años)	2007-2022
----------------------------	-----------

A continuación, se muestra la siguiente tabla de precipitaciones medias mensuales, así como la precipitación media anual, todas ellas expresadas en milímetros. Para ello, se ha utilizado la serie de datos de 30 años del observatorio de la presa del Vellón.

Tabla 3. Precipitaciones medias de cada mes a partir de la serie de datos de 30 años.

[mm]	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P
P _{mes}	59,5	47,5	36,3	51,3	53,4	32,3	14,4	15,2	35,9	60,4	75,4	81,5	563,0

Así pues, la precipitación media anual es de 563 milímetros y los meses que presentan mayores precipitaciones medias son noviembre y diciembre, mientras que los meses de verano constituyen la época de sequía estival con un notable descenso de las precipitaciones.

Por otro lado, los datos de temperaturas se obtienen del observatorio termométrico de Soto del Real (Madrid). En la siguiente tabla se muestran las temperaturas medias mensuales (tm), las temperaturas medias de las máximas (T) y de las mínimas (t), todas ellas expresadas en grados centígrados.

Tabla 4. Información sobre temperaturas para el período de 15 años seleccionado.

[°C]	Ene.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
T	8,1	9,5	12,5	14,2	18,7	25,2	29,5	29,2	24,7	17,3	11,9	8,9	17,5
tm	3,7	4,7	7,0	8,6	12,7	18,3	21,9	21,6	17,9	12,0	7,3	4,8	11,7
t	-0,6	-0,1	1,5	3,1	6,6	11,3	14,2	14,0	11,2	6,6	2,6	0,7	5,9

Gracias a la interpretación de esta tabla puede destacarse que la temperatura media anual es de 11,7 °C. El período más frío se comprende los meses de invierno, siendo enero el mes con la temperatura media más baja, con 3,7 °C. También se aprecia que, durante la época estival se dan las temperaturas más altas, coincidiendo a su vez con la ausencia de precipitaciones, siendo julio el mes con la temperatura media más elevada, 21,9 °C.

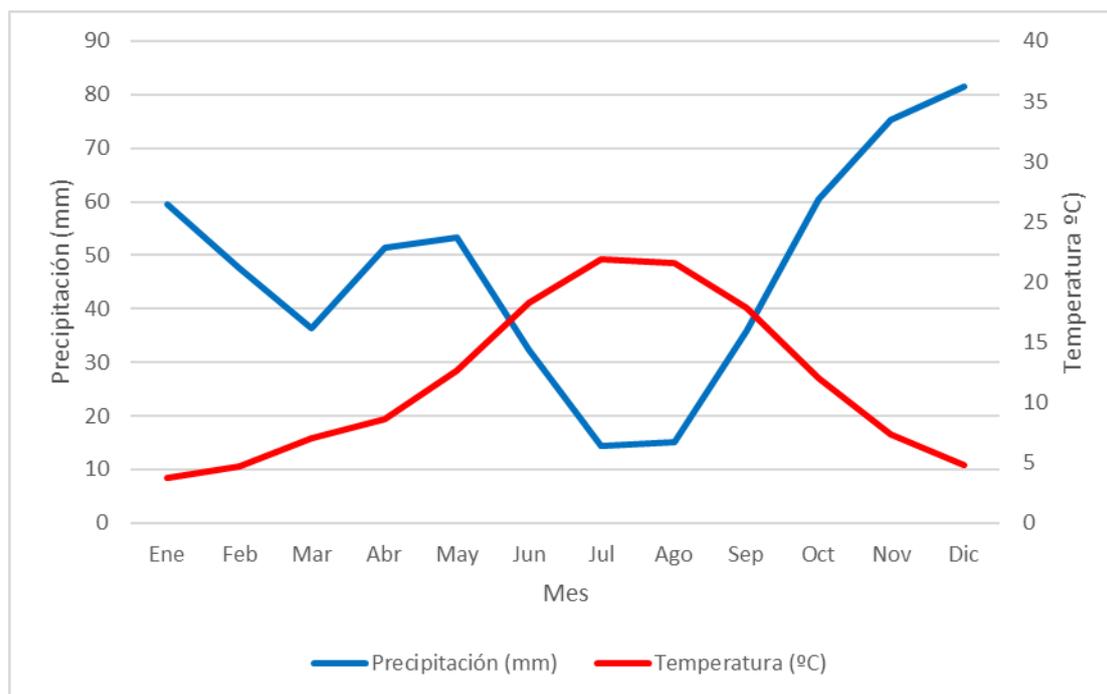


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de Gausson.

Mediante el diagrama ombrotérmico de Gausson, que consiste en la representación mixta de las temperaturas y precipitaciones medias mensuales, se pueden identificar fácilmente aquellos meses en los que se produce la época de sequía. En este caso, cuando la línea de precipitaciones se encuentra por debajo de la línea de temperatura, coincide con la época estival representada por los meses de junio, julio y agosto, extendiéndose al mes de septiembre.

Gracias a esta representación mixta, puede confirmarse que la zona donde se ubica el proyecto pertenece al clima mediterráneo, caracterizado por tener un verano seco y caluroso.

Para realizar un estudio climático más completo de la zona donde se encuentra ubicada el proyecto, se ha decidido calcular diferentes índices climáticos que aporten información más detallada. Se muestran a continuación los resultados de algunos de los índices calculados. Para más información ver *Anejo I. Estudio climatológico*.

Tabla 5. Índices climáticos de la zona de estudio.

Índice de Lang	Zona húmeda de estepa y sabana
Índice de Vernet	Clima mediterráneo
Índice de Dantin-Revenga	Zona semiárida
Índice de Martone	Región de olivos y cereales
Índice de oceanidad de Kerner	Clima semimarinero
Índice de Rivas - Martínez	Continental, subcontinental atenuado

Edafología

A) Contexto

En este apartado se estudian las características edafológicas del suelo donde se ubica el proyecto, para obtener información más detallada puede consultarse el Anexo II. Estudio edafológico.

Mediante la utilización de información cartográfica, concretamente el Mapa de asociaciones de suelos de la Comunidad de Madrid, elaborado por el Instituto de Edafología y Biología Vegetal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIS), que categoriza la tipología de suelos en función de la clasificación FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), se obtiene que la superficie donde se ubica la parcela objeto de estudio corresponde con la tipología de suelos Cambisoles húmicos (CMu).

Estos suelos se caracterizan por estar medianamente evolucionados, con un horizonte A úmbrico o móllico, rico en materia orgánica y con buen espesor, que se establecen sobre granitos, pizarras y areniscas.

Concretamente, la zona de estudio está categorizada según el Mapa de vegetación y usos del suelo de la Comunidad de Madrid, como zona de pastos establecidos sobre granitos, neises o micacitas, cercana a zonas de matorral calcícola.

B) Análisis

La zona donde se ubica el proyecto tiene una pendiente inferior al 5 %, constituye una antigua escombrera que fue utilizada durante la construcción de nuevas urbanizaciones colindantes. Debido a este hecho, el suelo se ha visto alterado por la presencia humana.

Para caracterizar detalladamente las propiedades físicas y químicas del suelo es fundamental realizar un correcto análisis de este, de esta forma se definirán las características edáficas del suelo para garantizar el éxito del proyecto.

Se decide analizar una muestra de suelo en el laboratorio de edafología y técnicas analíticas REDLAB-212, ubicado en Madrid.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 6. Textura del suelo.

Granulometría	Diámetro (mm)	%
Arena	2,0 – 0,05	41,2
Limo	0,05 – 0,002	23,7
Arcilla	<0,002	35,1
Textura	USDA	Franco arcillosa

Tabla 7. Resultados análisis del suelo.

Parámetro	Valor	Unidad	Resultado
pH	8,2	-	Básico
Carbonato (CaCO ₃)	39	%	Alto
Materia orgánica	1,94	%	Normal
Sodio asimilable	0,22	meq/100g	Bajo
Magnesio asimilable	1,88	meq/100g	Normal
Fósforo asimilable	6	mg/kg	Bajo
Potasio asimilable	167	mg/kg	Bajo
Calcio asimilable	41	meq/100g	Alto
Conductividad	1,8	mS/cm	No salino

C) Interpretación de resultados

La parcela donde se ubica el proyecto está constituida por un suelo de textura franco-arcillosa, con un pH de 8,2 que corresponde con un suelo de carácter básico donde es frecuente encontrar carbonatos libres de calcio o magnesio, en este caso, la presencia de carbonato cálcico (CaCO₃) es del 39%.

El suelo cuenta con un porcentaje de materia orgánica del 1,94%, considerado aceptable y dentro del rango normal para muchos suelos agrícolas. Además, es importante destacar que la conductividad eléctrica presente en el suelo es de 1,8 mS/cm, lo cual indica que es un suelo no salino y que tendrá un efecto despreciable a la hora de seleccionar las especies vegetales que formen el Bosque Corporativo.

Así pues, este tipo de suelos tienen una alta productividad agrícola ya que combinan una textura suelta debida a la alta presencia de arenas, con una alta capacidad fértil y de retención de agua gracias a la presencia de limos y arcillas respectivamente. Además, no presentan afloramientos rocosos que puedan condicionar la maquinaria a utilizar durante las diferentes etapas del proyecto. Por otro lado, al tratarse de una antigua escombrera, aún se aprecian algunos vestigios de aquella actividad, encontrándose elementos gruesos en forma de gravas ($\varnothing = 0,2 - 6$ cm) y cantos ($\varnothing = 6 - 20$ cm), pero sin considerarse perjudiciales para la correcta realización del proyecto.

Vegetación

En este apartado se detalla la información relativa al estudio de vegetación, para ello se ha tenido en cuenta la vegetación potencial y actual de la zona.

- Vegetación potencial

A) Ámbito biogeográfico

Mediante la utilización del documento “Memoria del mapa de series de vegetación de España” el ámbito biogeográfico al que pertenece la parcela es el siguiente:

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

B) Series de vegetación

Mediante la utilización cartográfica del mapa de series de vegetación de España, escala 1:400.000 (Rivas Martínez, 1987), publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, la zona objeto del proyecto se ubica en una única serie de vegetación, la 19 b. (Ver Figura 4).

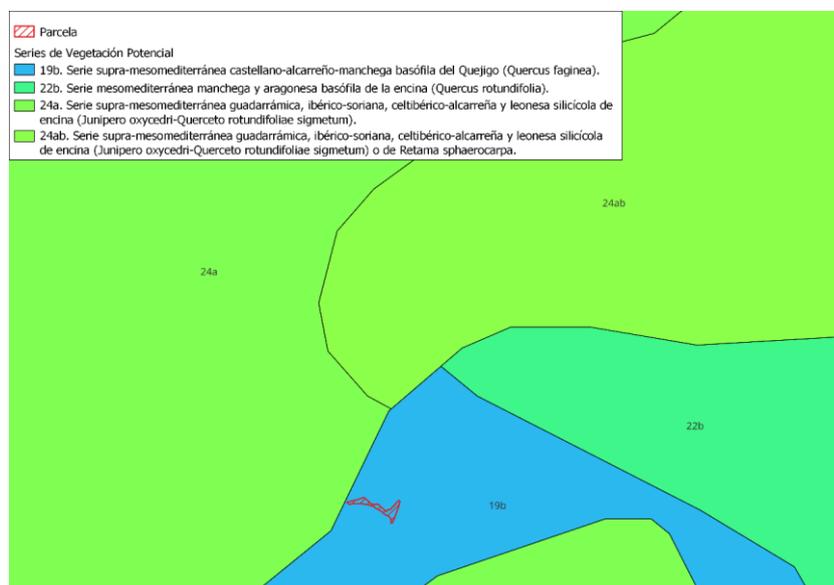


Figura 4. Mapa de vegetación potencial de elaboración propia a partir de las Series de Vegetación de Rivas-Martínez.

El nombre fitosociológico de esta serie es *Cephalanthero longifoliae* – *Qcto. Fagineae sigmetum*, pertenece a la serie *Supra-mesomediterránea castellano-alcarreño-manchega* basófila del *Quercus faginea* o quejigo.

Tal y como detalla Rivas-Martínez en el documento “Memoria del mapa de series de vegetación de España”, las series supramesomediterráneas basófilas del quejigo (*Quercus faginea*) corresponde en su etapa madura o clímax a un bosque denso en el que predominan los árboles caducifolios o marcescentes (*Aceri-Quercion faginea*). Estos bosques eútrofos suelen estar sustituidos por espinares (*Prunetalia*) y pastizales vivaces en los que abundan los caméfitos (*Brometalia*, *Rosmarinetalia*, etc.).

Los bioindicadores de esta serie son: *Quercus faginea*, *Acer granatense*, *Paeonia humilis*, *Cephalanthera longifolia*, *Rosa agrestis*, *Berberis seroi*, *Berberis hispanica*, *Brachypodium phoenicoides* o *Bromus erectus*.

Así pues, la zona de estudio corresponde principalmente con quejigares basófilos de ombroclima seco (entre 350 y 600 mm). La vocación de este tipo de territorio es agrícola, ganadera o forestal, dependiendo de las condiciones topográficas, el grado de conservación del suelo y los diferentes usos tradicionales de estas comarcas.

Para satisfacer los objetivos del proyecto es fundamental implantar una comunidad vegetal que sea resiliente en el tiempo, por lo que será necesario tener en cuenta esta vegetación potencial para seleccionar aquellas especies naturalmente mejor adaptadas a este entorno.

- Vegetación actual

Al tratarse de una superficie de uso urbano y con vistas a instalar edificaciones en un futuro, la parcela se caracteriza por ser un terreno baldío con escasa vegetación. En su interior únicamente puede apreciarse cobertura herbácea parcial, formada por gramíneas y leguminosas. Es en los límites perimetrales, donde comienzan los primeros signos de regeneración natural, encontrándose en la zona de cuneta cercana a la vía urbana estratos arbustivos de Quejigo (*Quercus faginea*) y Rosal silvestre (*Rosa agrestis*).



Figura 5. Foto de estado actual de la parcela. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, a pie de campo se pueden observar 15 pies de ciprés común (*Cupressus sempervirens*) en los límites interiores colindantes con las zonas agrícolas, estos fueron plantados por el Ayuntamiento de Guadalix de la Sierra con la intención de establecer un apantallamiento visual que aisle una infraestructura de su propiedad. (Ver Figura 6).

En esta misma imagen también se aprecia un ejemplar adulto de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y otro joven que da muestras de la capacidad de regeneración natural de esta especie en la zona de estudio.



Figura 6. Foto de vegetación actual de la parcela. Fuente: Elaboración propia.

Ya en las zonas de pasto ubicadas en el exterior de la parcela, se extienden formaciones arbustivas de matorral calcícola, las cuales cubren parcialmente la superficie hasta llegar a zonas con mayor altitud formadas por encinares adhesados de *Quercus ilex* (encina) y *Quercus faginea* (quejigo). Estas especies destacan sobre el resto ya que están perfectamente adaptadas a las condiciones climáticas y a los suelos aquí presentes. (Ver Figura 7).



Figura 7. Vegetación actual en el entorno de la parcela. Fuente: Elaboración propia.

Fauna

El área de actuación se encuentra dentro de la cuadrícula de 10x10 Km codificada como 30TVL41, del Inventario Español de Especies Terrestres (Ver Figura 8). Con la

información disponible en la misma, se ha realizado el inventario de fauna característico del territorio.

En la cuadrícula 30TVL41 se encuentran un total de 162 especies diferentes, las cuales se distribuyen en 12 mamíferos, 121 aves, 8 anfibios, 14 reptiles y 7 peces. Dado que la parcela de estudio tiene un contexto urbano, sólo se tendrán en cuenta aquellas especies que puedan influir o verse influidas por la realización de este proyecto.

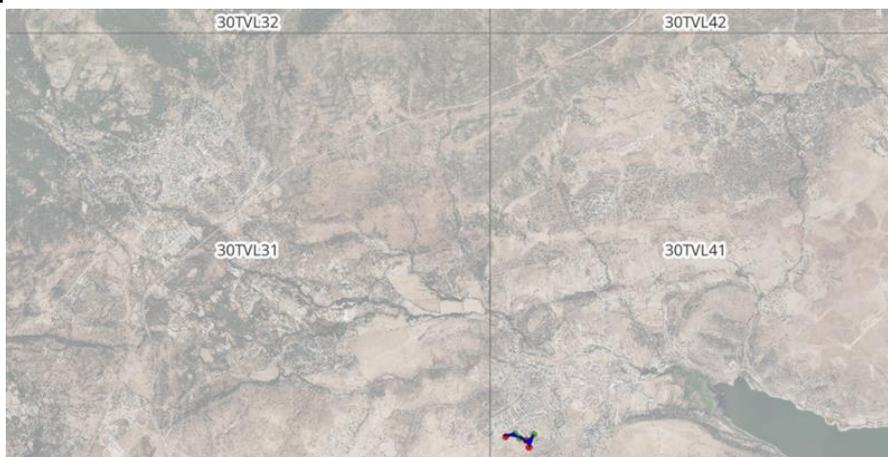


Figura 8. Ubicación de la parcela dentro de la cuadrícula 30TVL41, del Inventario Español de Especies Terrestres.

Potencial incidencia de la fauna sobre el proyecto

Debido al grado de antropización, con presencia de numerosas urbanizaciones en los alrededores de la parcela, no es frecuente encontrar una gran variedad de especies animales en el entorno.

Sin embargo, numerosos cultivos sufren ataques provenientes de lagomorfos como el conejo (*oryctolagus cuniculus*), una especie cuyas poblaciones están disminuyendo en zonas de monte (donde a nivel nacional actúan como presa principal de especies como el linco y águila imperial) y se disparan en los campos agrícolas y zonas urbanas como esta, ya que encuentran lugares más seguros y con menos riesgo de ser depredados.

Con menor impacto sobre el proyecto, cabe destacar la presencia de corzo (*capreolus capreolus*) y jabalí (*sus scrofa*) en las zonas de matorral y encinar cercanas a la parcela, donde al igual que el conejo, buscan cobijo y alimento.

Por otro lado, la parcela está situada junto a una vía pecuaria, donde, aunque cada vez sea más escasa la realización de esta actividad en la zona, el tránsito de ganado ovino hacia las zonas de pasto colindantes a la parcela puede poner en riesgo el crecimiento y desarrollo del bosque corporativo. (Ver Figura 9).



Figura 9. Ganado ovino a su paso por la vía pecuaria colindante a la parcela.

Con este contexto, al estar ubicado en una zona urbana en el interior del municipio y tener un alto grado de antropización en los alrededores, el riesgo de sufrir daños a causa de la fauna se reduce notablemente, siendo las especies comentadas las únicas que pueden causar algún daño en el desarrollo de la plantación.

De esta forma, para evitar y contrarrestar posibles daños causados por la presencia de estos animales, durante la etapa de plantación se instalarán tubos protectores alrededor de cada una de las plántulas, aumentando así las posibilidades de arraigo y supervivencia de estas al prevenir posibles riesgos asociados a la presencia de fauna ubiquista.

Contexto hidrológico

La zona donde se localiza el proyecto pertenece a la Cuenca del Tajo, su principal cauce fluvial es el río Guadalix, que nace en las estribaciones de Bustarviejo y recorre el territorio del término municipal de Guadalix de la Sierra de este a oeste.

A su entrada en dicho término se une con los arroyos que proceden de Miraflores, conocido como el paraje de Entrerríos, hasta desembocar en el embalse de Pedrezuela y continuar su recorrido desembocando en el río Jarama, uno de los afluentes más importantes del Tajo.

Hay que destacar que el territorio de Guadalix de la Sierra tiene una compleja red de aguas subterráneas y acuíferos que afloran a través de manantiales y fuentes.

A continuación, se muestra un mapa hidrológico de realización propia a partir del mapa de la Cuenca Hidrográfica del Tajo, donde se representan los principales cursos de agua que atraviesan el término municipal y constituyen el contexto hidrológico de la zona de estudio.



Figura 10. Contexto hidrológico de Guadalix de la Sierra.

3.2.2. Condicionantes externos

Condicionantes impuestos por el MITERD

Tal y como se detalla en el documento presente en la página web del MITERD “*Información sobre la sección de proyectos de absorción de dióxido de carbono*” y siguiendo la tipología de proyectos A, que consiste en la realización de repoblaciones forestales con cambio de uso de suelo, se describen a continuación las condiciones básicas que debe cumplir el proyecto para poder ser inscrito en el Registro Huella de este ministerio.

- La parcela debe estar situada en territorio nacional, con una superficie mínima de 1 hectárea.
- Los árboles en madurez deben tener una cubierta mínima en copas del 20% y una altura potencial de 3 metros.
- Debe darse una conversión en el uso del suelo, de agrícola o urbano a forestal. Para ello será necesario detallar las referencias catastrales de las parcelas objeto de proyecto.
- El promotor debe comprometerse a garantizar la perduración de la masa forestal durante un período mínimo de 30 años.
- La puesta en marcha del proyecto debe ser posterior a la campaña de plantación 2012-2013. Coincidiendo esta fecha con el punto de partida del segundo período de compromiso del Protocolo de Kioto.
- Deben excluirse aquellos árboles forestales de cultivo de ciclo corto, cuya duración se prolonga como máximo 8 años.
- Debe presentarse un plan de gestión que garantice el éxito de la actuación, estableciéndose un cronograma de actuaciones a realizar en el proyecto.

- Se inscribirán las absorciones de CO₂ generadas en el proyecto y calculadas mediante las metodologías que facilita el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, de forma que estas puedan ser verificadas. (Ver Anexo VII. Cálculo de absorciones de CO₂).

Estado catastral

El terreno es propiedad del Ayuntamiento de Guadalix de la Sierra, como se puede ver en la información obtenida de la Sede Electrónica de Catastro y representada en la Tabla 8, la superficie escogida para la realización de este proyecto está formada por dos parcelas clasificadas como “Urbanas sin edificar”.

Tabla 8. Referencias catastrales de la parcela.

Parcela	Referencia Catastral	Clase	Uso Principal	Superficie (m ²)
1	0544911VL4104S0001XX	Urbano	Sin edificar	6.955
2	0544908VL4104S0001XX	Urbano	Sin edificar	6.629

Este hecho es fundamental ya que uno de los condicionantes impuestos por el MITERD para la inscripción de este tipo de proyectos en el Registro Huella de proyectos de absorción de CO₂, es que se dé un cambio de uso en el suelo (de agrícola/urbano a forestal).

A continuación, se muestran las dos parcelas seleccionadas para la realización de este proyecto en Guadalix de la Sierra.

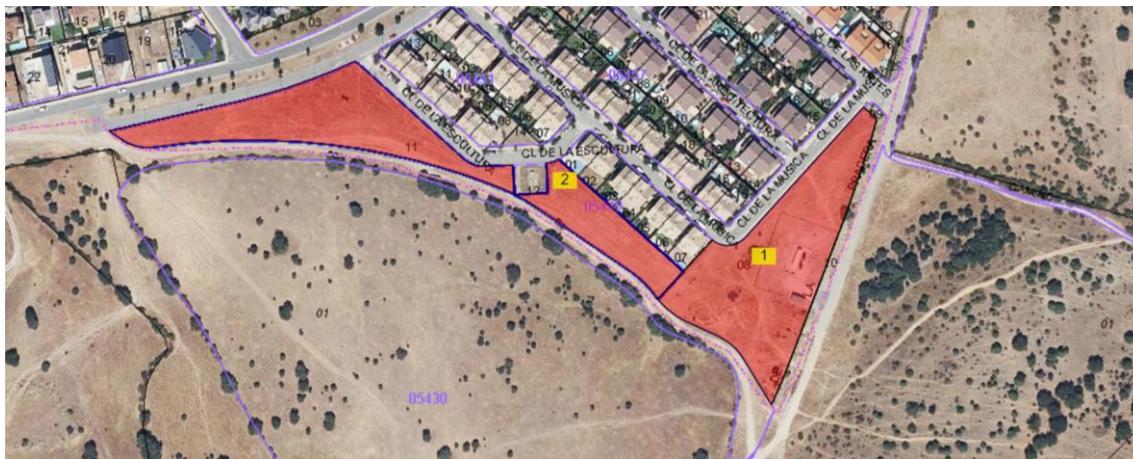


Figura 11. Parcelas obtenidas de la Sede Electrónica de Catastro.

Condicionantes socioeconómicos

Debido a la cercanía de Guadalix de la Sierra con Madrid (49 km), el municipio ha experimentado un aumento poblacional muy importante en las últimas décadas, sobre todo en los últimos 20 años. En los años 90 la población del municipio rondaba los 2.000 habitantes mientras que actualmente cuenta con una población de 6.672 habitantes.

La densidad poblacional del municipio es de 109,30 hab/km², llegando incluso a superar la densidad nacional de 93,55 habitantes/km². Según la serie de datos comprendida entre 2003 y 2022, obtenida del INE (Instituto Nacional de Estadística), se puede observar en la *Figura 12* el crecimiento poblacional experimentado en el municipio en los últimos años, con una tasa de crecimiento del 2,6 % para 2022.

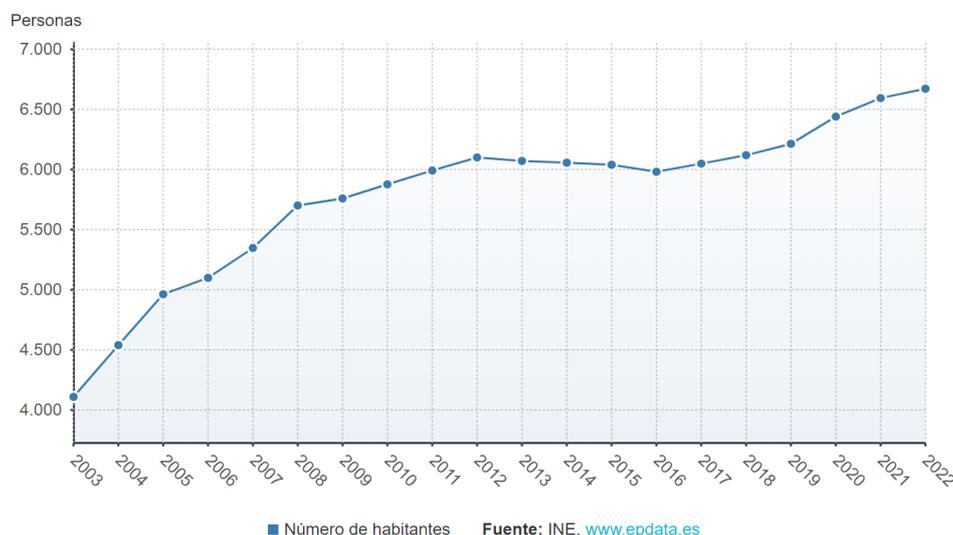


Figura 12. Evolución de la población de Guadalix de la Sierra a través de la información del INE.

Este crecimiento demográfico se debe principalmente a la enorme concentración de oferta laboral en la capital española, ya que gran parte de la población de Guadalix de la Sierra se desplaza diariamente a Madrid a realizar su tarea laboral, convirtiéndose a este municipio en una ciudad dormitorio.

A continuación, se muestra en la *Figura 13* obtenida de la web “*foro-ciudad*” las edificaciones del municipio por década de construcción, comprobándose el aumento masivo de urbanizaciones en los últimos 20 años (color verde y azul), lo cual está directamente relacionado con el crecimiento demográfico experimentado desde los años 90.

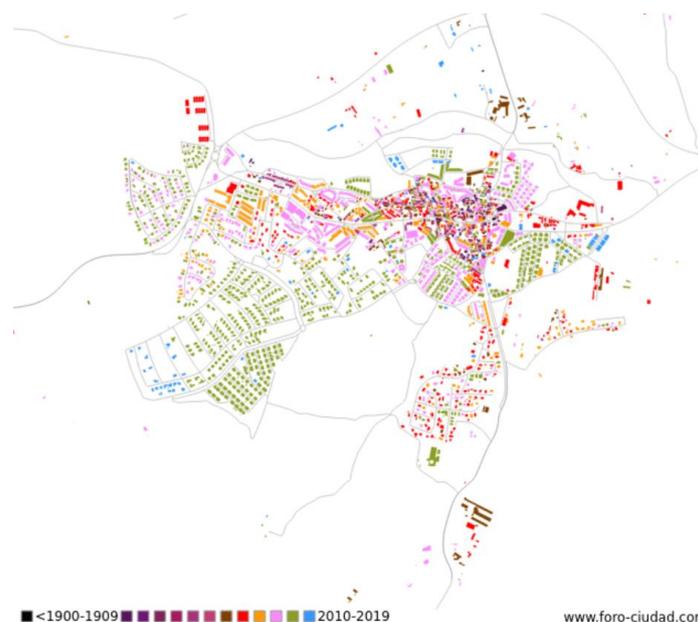


Figura 13. Crecimiento de construcciones residenciales en los últimos años en Guadalix de la Sierra. Fuente: Foro Ciudad.

Históricamente, el pueblo de Guadalix de la Sierra contaba con una elevada actividad agrícola y ganadera. Sin embargo, la construcción del embalse de El Vellón incidió de manera negativa en la actividad tradicional del pueblo, dejando inutilizadas diferentes vías pecuarias e infraestructuras y anegando amplias zonas de pastos.

Sin embargo, como muestra el Banco de Datos Municipal de la Comunidad de Madrid, el embalse también aportó diferentes beneficios al municipio que hoy en día pueden verse representados en el sector servicios, que ocupa el 81% de la actividad económica del municipio siendo su mayor actividad el turismo, seguido de la construcción (13%), y escasamente representado por la agricultura y ganadería con un 6%.

Tras esta contextualización se entiende mejor la motivación de este proyecto, aprovechando una parcela de uso urbano que con total seguridad iría destinada a la construcción de nuevas edificaciones y estableciendo un bosque corporativo que podrá actuar como cinturón verde, dando continuidad a las zonas vegetales de la zona y proporcionando numerosos beneficios a su población.

Acceso parcela

Debido a que la parcela se encuentra ubicada en terreno urbano dentro del propio municipio de Guadalix de la Sierra, la presencia de zonas asfaltadas es total en los alrededores y el acceso a esta resulta realmente sencillo con cualquier tipo de vehículo.

La mejor forma para acceder es desde la vía urbana denominada “Camino de Chozas”.

Condicionantes legales y normativos

En el desarrollo de este proyecto, se prestará especial atención al cumplimiento de las leyes y regulaciones tanto a nivel europeo como nacional y local en la comunidad de Madrid, donde se ubica el municipio de Guadalix de la Sierra.

Se considerarán específicamente la legislación ambiental y las normas relacionadas con la seguridad y salud laboral aplicables al proyecto.

Para obtener información más detallada sobre la legislación pertinente, se recomienda consultar el *Anexo 6. Legislación aplicable*.

3.3. Situación actual y evolución sin proyecto

Como se ha comentado previamente, se trata de un terreno de uso urbano propiedad del Ayuntamiento de Guadalix de la Sierra. Esta área constituye una antigua escombrera debido a la construcción de numerosas urbanizaciones en las zonas colindantes. En la actualidad, esta parcela se encuentra inutilizada y constituye un terreno baldío con escasa vegetación.

Dado el continuo crecimiento poblacional del municipio y la consecuente construcción de nuevas infraestructuras residenciales, en un futuro cercano esta parcela sería destinada para la construcción de nuevas viviendas. Mediante la realización de este proyecto, la parcela pasará a tener un uso forestal, estableciéndose una masa forestal resiliente en el tiempo que permitirá frenar el avance de nuevas construcciones y brindará un espacio verde que aportará numerosos servicios ecosistémicos en el ámbito social y ambiental.



Figura 14. Foto de urbanizaciones cercanas.

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4.1. Bosque Corporativo

4.1.1. Elección de especies

A) Identificación de alternativas

Para la realización de este análisis, se han tomado como referencia las especies comúnmente utilizadas para la ejecución de proyectos de absorción de CO₂ en la Comunidad de Madrid, así como el Cuarto Inventario Forestal Nacional.

También se ha tenido en cuenta la vegetación potencial de la zona y las especies presentes en los alrededores de la parcela de estudio.

Mediante este análisis se determinarán las especies más adecuadas para el establecimiento de una masa forestal resiliente en el tiempo, que asegure la absorción de CO₂ y constituya un cinturón verde que dé continuidad a la masa vegetal del municipio, frenando el creciente avance de nuevas construcciones residenciales.

A continuación, pueden verse representadas en la *Tabla 9* las diferentes alternativas de especies vegetales que pueden ser de aplicación a este proyecto.

Tabla 9. Alternativas de especies vegetales para el proyecto.

CONÍFERAS		FRONDOSAS	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Pinus sylvestris</i>	Pino silvestre	<i>Quercus ilex ballota</i>	Encina
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	<i>Quercus faginea</i>	Quejigo
<i>Pinus pinaster</i>	Pino resinero	<i>Quercus pyrenaica</i>	Melojo
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Enebro de Miera	<i>Celtis australis</i>	Almez
-	-	<i>Crataegus monogyna</i>	Majuelo
-	-	<i>Prunus avium</i>	Cerezo silvestre
-	-	<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso común
-	-	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresno sureño
-	-	<i>Ulmus minor</i>	Olmo común
-	-	<i>Acer monspessulanum</i>	Arce Montpellier
-	-	<i>Prunus spinosa</i>	Endrino
-	-	<i>Sorbus aucuparia</i>	Serbal

B) Restricciones impuestas por los condicionantes

Se pueden identificar dos tipos de condicionantes: los **internos**, que se refieren a las características intrínsecas del área, como el suelo, clima y topografía; y los **externos**, que son las limitaciones impuestas por el promotor, como regulaciones legales y requisitos técnicos.

Tanto los condicionantes internos como los externos son tomados en cuenta para garantizar que el proyecto se adecúe al entorno natural y cumpla con las exigencias establecidas.

Condicionantes internos:

- Temperatura media anual: 11,7 °C.
- Temperatura media del mes más frío: 3,7 °C (enero).
- Temperatura media del mes más cálido: 21,9 °C (julio).
- Precipitación media anual: 563 mm.

- Precipitación estival: 61,9 mm.
- Duración media del período de sequía: junio-septiembre.
- Duración media del período de heladas: noviembre-marzo
- Pendiente media: < 5 %.
- Altitud media: 854 m.
- Tipo de suelo: Franco - arcilloso
- pH: 8,2 (básico).

Condicionantes externos:

Dado el que el objetivo principal del proyecto es el establecimiento de una masa forestal con capacidad de absorción de CO₂ durante un período mínimo de permanencia de 30 años, a la hora de seleccionar las especies se tendrá en cuenta que estas pertenezcan a la vegetación potencial de la zona, tratando de garantizar un mejor arraigo, desarrollo y durabilidad del Bosque Corporativo.

Además, se considerarán los “*Factores de absorción de las especies forestales españolas*” publicados por el MITERD para el cálculo de absorciones ex ante de CO₂. De esta forma, y en línea con el objetivo principal de este proyecto, se priorizarán también aquellas especies forestales que presenten una mayor capacidad de absorción de CO₂ para el período de permanencia del proyecto.

Por otro lado, el MITERD establece la obligatoriedad de descartar especies forestales de cultivo de ciclo corto, cuya duración se prolonga como máximo 8 años.

También, dado que la parcela propiedad del Ayuntamiento está ubicada en el interior del municipio de Guadalix de la Sierra y enmarcada en zonas residenciales, se seleccionarán especies típicas del entorno que aumenten el sentimiento de arraigo y pertenencia a la zona por parte de la población, combinado con especies típicas de uso ornamental que aporten una mejora visual del paisaje y proporcionen un disfrute activo/pasivo a la población.

C) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto es contribuir en la lucha contra el cambio climático mediante el desarrollo de un Bosque Corporativo ubicado en zonas urbanas, de esta forma se establecerá una masa forestal resiliente en el tiempo que reducirá la concentración de CO₂ procedente de la atmósfera y contrarrestará el continuo avance de nuevas construcciones residenciales en el municipio.

Para ello, será necesario tener en cuenta factores como la capacidad de absorción de CO₂ para garantizar el objetivo principal del proyecto. Además, mediante la utilización de especies históricamente presentes en la región y pertenecientes a la vegetación potencial de la zona, se fomenta el establecimiento de una masa forestal resiliente en el tiempo y que aumente el interés social por parte de la población local, fomentando así su sentimiento de arraigo y pertenencia al municipio.

Además, se considerará también la utilización de especies de uso ornamental que mejoren la estética visual del paisaje y den continuidad a la masa vegetal del municipio.

Este proyecto pretende servir de ejemplo para otras empresas y poder así llevar a cabo más plantaciones similares que mejoren las condiciones sociales y ambientales de la zona.

D) Elección de especies

En este apartado se muestra la elección definitiva de las especies vegetales seleccionadas, para ver con más detalle la evaluación de las alternativas puede consultarse el *Anexo 3. Estudio de alternativas* donde aparecen las cribas realizadas por condicionantes internos y externos.

Así pues, las especies finalmente seleccionadas para la realización de este proyecto pueden verse representadas en la *Tabla 10*.

Tabla 10. Especies seleccionadas para el Bosque Corporativo.

Nombre científico	Nombre común
<i>Quercus ilex ballota</i>	Encina
<i>Quercus faginea</i>	Quejigo
<i>Celtis australis</i>	Almez
<i>Acer monspessulanum</i>	Arce de Montpellier

Como se ha comentado previamente, se combinan especies potenciales e históricamente presentes en la zona como es el caso de *Quercus ilex ballota* y *Quercus faginea*, con otras especies con mayor capacidad de absorción de CO₂, de uso ornamental y que mejorarán la estética visual de la zona como es el caso de *Celtis australis* y *Acer monspessulanum*.

4.1.2. Tratamiento de la vegetación preexistente

Como se ha comentado a lo largo de la realización de este proyecto, la vegetación presente en la parcela de estudio es escasa, predominando sobre esta una cubierta herbácea parcial y algún individuo aislado de porte arbóreo, concretamente 15 pies de ciprés común (*Cupressus sempervirens*) plantados por el Ayuntamiento de Guadalix de la Sierra para establecer un apantallamiento visual que aisle una infraestructura de su propiedad, y un ejemplar adulto y otro joven de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

Dado este contexto y la escasa densidad de especies vegetales presentes en la parcela, se considera innecesario realizar un tratamiento sobre la vegetación preexistente y este simplemente se realizará de manera puntual y paralela a la preparación del terreno para favorecer la implantación vegetal, en la zona próxima a la planta. De esta forma, se pretende conservar la escasa vegetación que de forma natural ha estado contribuyendo a la fijación del suelo y reducir así el riesgo de erosión.

4.1.3. Preparación del terreno

A) Identificación de alternativas

A continuación, se muestran los diferentes métodos que pueden utilizarse como alternativa para la preparación del terreno en este proyecto. Para obtener información más detallada sobre estos métodos y su evaluación puede consultarse el *Anexo 3. Estudio de alternativas*.

- Ahoyado manual
- Ahoyado con barrena
- Ahoyado con retroexcavadora

B) Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

- Suelo sin afloramientos rocosos en la zona donde se ubica el proyecto.
- Pendiente inferior al 5%, buena accesibilidad y sin complicaciones desde la vía urbana "Camino de chozas".
- Textura franco-arcillosa.
- Superficie inferior a 1,5 hectáreas.

Condicionantes externos:

- El aspecto económico no representará una limitación en la toma de decisiones. En caso de que diferentes alternativas arrojen resultados similares, se seleccionará el método que aporte un mayor rendimiento en la realización de las labores.
- Se tratará de escoger aquel método con mejor impacto paisajístico y ecológico.

C) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Mediante la preparación del terreno se pretenden crear las condiciones ideales para el éxito de la instalación de la masa vegetal, favoreciendo el desarrollo y arraigo del sistema radicular y facilitando la posterior labor de plantación. Además, se mejorarán los procesos de infiltración del agua, reduciendo la erosión y mejorando la calidad de vida de las plantas.

D) Elección del método de preparación del terreno

Teniendo en cuenta las condiciones presentes en la parcela y dado que el objetivo principal es conseguir establecer una masa forestal con capacidad de absorción de CO₂ durante un período mínimo de permanencia de 30 años, se decide que el método más adecuado para realizar una exitosa preparación del terreno que aumente las posibilidades de arraigo y desarrollo de las plántulas, es la preparación puntual mediante ahoyado con retroexcavadora, que realizará hoyos de 60 x 60 x 60 centímetros al tresbolillo.

Además, formará alcorques de 15 cm de profundidad que favorezcan la retención de agua y aumenten la capacidad de supervivencia y desarrollo del Bosque Corporativo.

4.1.4. Implantación vegetal

A) Identificación de alternativas

Dada la importancia que tiene el correcto arraigo, supervivencia y desarrollo de la masa vegetal para la consecución de los objetivos del proyecto, se descarta inicialmente el método de implantación vegetal mediante siembra, ya que, en caso de darse la germinación de las semillas, las plantas recién germinadas presentan mayor debilidad y son más propicias a sufrir daños a causa de fenómenos adversos.

Así pues, se muestran a continuación los métodos que pueden utilizarse como alternativa para la implantación vegetal en este proyecto considerando dos aspectos fundamentales, la forma de implantación y la forma de ejecución.

Para obtener información más detallada sobre la tipología de alternativas propuesta y su evaluación, puede consultarse el *Anexo 3. Estudio de alternativas*.

Según la forma de implantación:

- Plantación a raíz desnuda.
- Plantación en envase o contenedor.

Según la forma de ejecución:

- Manual
- Mecanizada

B) Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

Dado que la pendiente presente en la parcela es inferior al 5 %, la superficie que ocupa es de 1,36 hectáreas y las facilidades de acceso son óptimas, los condicionantes internos que deben ser tenidos en cuenta para la elección del método de implantación vegetal son la adaptabilidad de la planta al período de sequía estival y a las heladas invernales, características propias del clima mediterráneo donde se ubica Guadalix de la Sierra.

Condicionantes externos:

Para la consecución de los objetivos del proyecto, es necesario establecer una masa vegetal que asegure el mayor porcentaje de éxito en su arraigo y desarrollo, de esta forma cuanto antes se establezca y crezca el Bosque Corporativo, más se maximizará su potencial de absorción de carbono.

Así pues, se elegirá el método de implantación con mayor calidad, sin priorizar la economía.

Por otro lado, y dado que tanto ALD Automotive como el Ayuntamiento de Guadalix de la Sierra quieren contar con la visita de empleados, familiares y vecinos del municipio,

se priorizará el método de ejecución manual, aumentando así su implicación e interés por el Bosque Corporativo y los beneficios que conlleva esta tipología de proyectos.

C) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Como se ha destacado anteriormente, el éxito del proyecto se basa en la necesidad de garantizar la buena adaptación y supervivencia de las plantas, de esta forma, el método que garantiza un menor número de marras se corresponde con la plantación en contenedor, ya que garantiza un mayor porcentaje de supervivencia y éxito teniendo en cuenta la sequía estival presente en la zona.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la superficie de la parcela es de 1,36 hectáreas, y que, tanto el Ayuntamiento de Guadalix de la Sierra como ALD Automotive buscan fortalecer el vínculo entre la sociedad y el Bosque Corporativo, el método de ejecución manual es más inclusivo y permite a familiares y vecinos ser partícipes del desarrollo de esta tipología de proyectos para fomentar la mitigación del cambio climático.

D) Elección del método de implantación vegetal

Conforme a lo comentado anteriormente, la alternativa seleccionada se corresponde con la plantación en contenedor ejecutada de forma manual. De esta forma aumentarán notablemente las posibilidades de arraigo y supervivencia de las plantas y se favorecerá tanto la creación de puestos de trabajo cualificados, como la implicación de la sociedad con esta tipología de proyectos de absorción de CO₂ que tanto contribuyen en la lucha contra el cambio climático.

4.2. Cuidados posteriores

4.2.1. Protectores de plantas

A) Identificación de alternativas

Para prevenir los posibles daños causados por fenómenos climáticos adversos o por fauna silvestre, se deciden estudiar las diferentes alternativas protectoras que garanticen el correcto desarrollo de las plántulas. Para obtener información más detallada sobre la evaluación de las alternativas seleccionadas puede consultarse el *Anexo 3. Estudio de alternativas*.

Las tipologías de tubo protector que se plantean como alternativa para este proyecto son:

- Tubo invernadero
- Tubo protector

B) Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

El principal condicionante interno que se plantea en este proyecto es la necesidad de proteger las plantas jóvenes de las posibles adversidades atmosféricas, así como de la fauna herbívora presente en la zona del proyecto.

Condicionantes externos:

El principal condicionante externo, se basa en asegurar el máximo porcentaje de éxito en el arraigo y desarrollo de las plantas para la consecución de una masa forestal capaz de absorber CO₂ atmosférico durante un período mínimo de permanencia de 30 años, para ello será necesario seleccionar aquellos tubos que confieran mayor protección a las plántulas y aseguren su desarrollo.

C) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Mediante la instalación de tubos protectores se trata de asegurar el éxito del desarrollo de la masa vegetal, por lo que para la consecución de los objetivos del proyecto es fundamental aportar protección a las plántulas desde el inicio.

D) Elección definitiva de los protectores de planta

Se ha seleccionado como método protector más adecuado para las plántulas el tubo protector, principalmente por ser el tipo de protectores que establece un microclima mejor para el desarrollo inicial de las plántulas, aumentando enormemente la probabilidad de éxito del proyecto.

De forma simultánea a la realización de la implantación vegetal, estos tubos protectores serán colocados por lo operarios para proporcionar protección a las plántulas. A su vez, se instalarán tutores que aportarán mayor estabilidad y sujeción.

4.2.2. Reposición de marras

Aunque se hayan seleccionado las alternativas más favorables para asegurar el éxito de la plantación, es posible que aparezca un pequeño porcentaje de marras, sin embargo, no se aceptará un porcentaje de mortalidad superior al 10 %.

De este modo, y para asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo se llevará a cabo una reposición de marras al año siguiente de la plantación, de tal forma que puedan sustituirse para cumplir con los objetivos del proyecto.

Debido a que las especies seleccionadas no son de crecimiento rápido, el segundo y tercer año se continuará valorando la reposición de marras en función de la evolución y progreso de la plantación.

4.2.3. Binas

Debido a la escasa presencia de vegetación en la zona de la parcela, esta operación no se considera necesaria para garantizar el correcto desarrollo de la masa vegetal, además se considera positiva la presencia de la vegetación preexistente ya que

contribuye a mejorar las condiciones físicas del suelo, aportando mayor fijación y contribuyendo a la protección del suelo frente a fenómenos erosivos.

4.2.4. Riegos

A) Identificación de alternativas

Como se viene haciendo a lo largo de todo el estudio de alternativas, se muestran a continuación las diferentes alternativas propuestas para su aplicación en este proyecto. Para obtener información más detallada sobre la evaluación de las alternativas de riego puede consultarse el *Anexo 3. Estudio de alternativas*.

- Sin riegos
- Riego por goteo
- Riego a manta
- Riego por alcorques

B) Restricciones impuestas por los condicionantes

Condicionantes internos:

Dado que la zona donde se ubica la parcela cuenta con una precipitación media anual de 563 mm y la sequía estival es un factor determinante para tener en cuenta, en los condicionantes internos se puede destacar la necesidad de realizar un aporte hídrico para garantizar la supervivencia de las plántulas.

Condicionantes externos:

Dado que la finalidad del proyecto es establecer una masa forestal que sea capaz de absorber CO₂ atmosférico, es necesario asegurar el correcto desarrollo y crecimiento de las plantas para garantizar el éxito del proyecto, para ello será necesario seleccionar el método de riego más eficaz y que mejor se adapte a la zona de actuación.

C) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La aplicación de riegos, independientemente de su tipo, juega un papel crucial para asegurar la supervivencia y el crecimiento saludable de las plantas. Además de su influencia en el éxito del Bosque Corporativo, los riegos también supondrán un impacto económico importante en el proyecto.

D) Elección del método de riego definitivo

Se ha considerado que el método de riego más efectivo para su aplicación en este proyecto es el riego por alcorques, ya que es un método que permite un control más preciso y fácil del riego, optimizando la cantidad de agua que se deposita en cada alcorque y permitiendo realizar riegos de socorro o de emergencia cuando la plantación lo solicite.

Para ello, se realizará un primer riego de instalación al finalizar la tarea de plantación. Posteriormente, y de cara a la supervivencia de las plantas durante la época de sequía estival, se realizarán 6 riegos a razón de 30 litros por alcorque y riego durante los meses de verano (junio-septiembre), con una separación entre ellos de aproximadamente 3 semanas.

De manera general, este proceso se realizará durante los dos primeros años tras la plantación, momento en el que se considera que la planta ya es capaz de mantener una autonomía hídrica.

Sin embargo, debido a la ventaja que presenta este método de poder realizar riegos de emergencia de forma sencilla e inmediata, este proceso puede disminuirse o aumentarse en función de las necesidades hídricas que presente la plantación.

4.2.5. Podas

Dado que se utilizarán plantas jóvenes de 1 o 2 savias, el proceso de podas aún no se contempla y se irá evaluando en función de las necesidades de crecimiento que presente la plantación, asegurando de esta forma su correcto desarrollo y garantizando el máximo potencial de absorción de CO₂ del Bosque Corporativo.

Aún así, es probable que sean necesarias a partir de los 15 años, de tal forma que se evite una densidad demasiado elevada que pueda generar riesgos de plagas o incendios en la plantación.

5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Bosque Corporativo

La superficie de actuación se distribuye en un total de 1,36 hectáreas, no considerándose necesaria la distinción entre rodales ya que las condiciones edáficas y climatológicas son idénticas.

5.1.1. Preparación del terreno

Como se ha comentado previamente, la vegetación actualmente presente en la parcela es escasa, considerándose innecesario realizar un tratamiento sobre la vegetación preexistente ya que no va a poner en riesgo la supervivencia y desarrollo de las plantas, ni va a ser un inconveniente a la hora de realizar las tareas de plantación.

De esta forma, se plantea directamente la preparación del terreno.

A) Maquinaria y aperos

Para la preparación del terreno, se utilizará el método de ahoyado mecanizado con retroexcavadora en la totalidad de la parcela, este método se ha considerado el más apropiado dadas las condiciones favorables del terreno.

La retroexcavadora seleccionada tendrá una potencia mínima de 100 CV y se espera que ofrezca un rendimiento comprendido entre los 40 y los 65 hoyos por hora.

Dada la homogeneidad de la superficie, la máquina podrá desplazarse en condiciones óptimas a lo largo de la parcela, de tal forma que se estacione en un punto y pueda ir realizando hoyos de calidad de 60 x 60 x 60 centímetros y depositando la tierra en el mismo lugar.

B) Intensidad de la actuación

Dado el principal objetivo de absorción de CO₂ de este proyecto, se ha considerado apropiado utilizar un marco de plantación 3 x 3 metros al tresbolillo que asegure una densidad de 1.100 pies/ha, aumentando al máximo la capacidad de fijación de CO₂ de la parcela sin poner en riesgo el desarrollo de la plantación.

Como se ha comentado previamente, la elección de este método viene motivada por la necesidad de realizar hoyos de calidad que aseguren el correcto arraigo y desarrollo de las plántulas. Para garantizar el éxito de esta actuación, la retroexcavadora realizará el proceso de ahoyado tantas veces como sea necesario hasta alcanzar las dimensiones de hoyo de 60 x 60 x 60 centímetros.

C) Ejecución de la actuación

Para la correcta ejecución de la actuación y siguiendo el marco de plantación de 3 x 3 metros al tresbolillo, será necesario realizar un marcado previo de los hoyos antes de su apertura. Este proceso será realizado una semana antes de la preparación del terreno por una cuadrilla de 4 operarios y un capataz.

D) Rendimientos

Como se ha comentado previamente, mediante la utilización de este método, se espera un rendimiento aproximado de 65 hoyos/hora. Dada la densidad escogida para la realización de este proyecto (1.100 pies/ha), se estima un rendimiento de 17 horas por hectárea.

Siguiendo este planteamiento, la ejecución de esta labor en la totalidad de la parcela (1,3 ha) supondría un total de 22 horas de trabajo, es decir, 2,75 jornales de 8 horas.

5.1.2. Plantación

A) Tipo de planta

A continuación, se muestra una tabla resumen con las distintas especies que se utilizarán en el proyecto, así como sus principales características y procedencia.

Tabla 11. Características del MF.

Especie	Tipo	Savias	Región de procedencia
<i>Quercus faginea</i>	Contenedor	2	8. Sur del Sistema Central
<i>Quercus ilex</i>	Contenedor	2	8. Sur de Guadarrama
<i>Celtis australis</i>	Contenedor	2	-

<i>Acer monspessulanum</i>	Contenedor	2	-
----------------------------	------------	---	---

Para más información sobre las características que deben presentar las plantas para ser introducidas en este proyecto puede consultarse el *Anexo 4. Ingeniería del proyecto*.

B) Necesidades de planta

En este apartado se detalla la cantidad de unidades de cada especie que será necesaria para la realización de este proyecto. Es posible que durante el proceso de transporte o de plantación las plántulas sufran algún daño, para prevenir este riesgo y asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo, se considera necesario aumentar un 5% el número de unidades de cada especie.

Así pues, teniendo en cuenta que la superficie de la parcela donde se va a realizar el proyecto es de 1,36 hectáreas, y que la densidad establecida para la plantación es de 1.100 pies/hectárea, se obtiene un total de 1.496 (1.570 → +5%) unidades distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 12. Necesidades de planta.

Especie	Porcentaje (%)	Uds. (+ 5 %)
<i>Quercus ilex</i>	30	471
<i>Quercus faginea</i>	30	471
<i>Celtis australis</i>	20	314
<i>Acer monspessulanum</i>	20	314

Con la aplicación de estos porcentajes se busca instaurar una masa forestal que combine diferentes factores, por un lado, la elección de las especies del género *Quercus* garantiza una mayor capacidad de supervivencia y adaptación al medio, se trata de especies pertenecientes a la vegetación potencial de la zona y forman parte del ecosistema local, promoviendo de esta forma la conservación de la biodiversidad a nivel local y regional.

De esta forma se busca asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo durante un período mínimo de permanencia de 30 años, además, estas especies poseen un alto valor cultural en la región y aumentarán el interés de la población local por el desarrollo de este proyecto, mejorando su sentimiento de arraigo y pertenencia a Guadalix de la Sierra.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la parcela es de uso urbano y se encuentra ubicada en plena zona residencial, se ha considerado apropiada la utilización de *Acer monspessulanum* y *Celtis australis* a una intensidad del 40%. Especies que, como se comprobó en el estudio de alternativas, aparte de tener importante valor ornamental y atractivo estético, cuentan con una elevada capacidad de absorción de CO₂, hecho fundamental que contribuirá a la consecución del objetivo principal del proyecto, la fijación de CO₂.

C) Vivero

Se ha considerado el vivero “El Mirador” como el más adecuado para el suministro de las plantas, ya que se encuentra ubicado en la cercana localidad de Soto del Real, a escasos 10 km de la zona de proyecto, y está especializado en producción de plantas mediterráneas y autóctonas, así como en una amplia variedad de especies ornamentales.

De esta forma se reducirán costos de transporte y tiempo, optimizando el presupuesto y reduciendo el estrés hídrico de las plantas.

D) Transporte

El transporte de plantas desde el vivero hasta el lugar de plantación es un proceso crucial para garantizar el éxito del proyecto, así pues, se ha considerado necesaria la planificación previa de este proceso.

En primer lugar, se coordinará con el vivero la fecha y hora de recogida de las plantas para tratar de asegurar unas condiciones adecuadas de temperatura y humedad, evitando los períodos de calor extremo o sequía.

Durante el transporte, es esencial manejar las plantas con cuidado para evitar daños en las raíces, tallos y hojas. Para ello las plantas se servirán en bandejas de 30 x 48,5 cm formadas por 40 alveolos de 220 cc, y serán protegidas mediante cajas tapadas de 30 x 50 cm de dimensión.

Será necesario el transporte de 1.570 plantas, lo que supone un total de 40 bandejas en total, cantidad pequeña y que debido a la cercanía del vivero con la parcela podrá realizarse en un único viaje mediante la utilización de un vehículo ligero. Sin embargo, si se considera necesario y debido a la cercanía del vivero, podrá realizarse el transporte de manera escalonada para garantizar las perfectas condiciones de la planta.

Para la correcta realización de este proceso se estiman 2 horas de jornada laboral de un conductor y un peón.

E) Época de plantación

Para asegurar el correcto arraigo y supervivencia de las plántulas es fundamental evitar el período de heladas, que presenta condiciones climáticas adversas que pueden causar graves daños a las plántulas. Además, es necesario que las plantas estén en parada vegetativa para la realización de este proceso.

Dado que el período de riesgo de heladas se establece entre finales de noviembre y febrero, se considera que el mejor momento para realizar la plantación sea durante el mes de octubre.

F) Herramientas manuales

El proceso de plantación será realizado por los operarios cualificados, que mediante la ayuda de una azada llevarán a cabo la implantación vegetal.

G) Distribución de planta

Como se ha comentado anteriormente, se considera suficiente un único viaje para transportar el material forestal. Las plantas estarán introducidas en cajas para mantener unas condiciones apropiadas de humedad y temperatura.

Por otro lado, al tratarse de una superficie pequeña y sin ser un número elevado de plántulas, el proceso de distribución no presenta graves dificultades y comenzará a primera hora de la mañana con condiciones climáticas apropiadas para asegurar su correcta realización en tiempo y calidad.

H) Implantación vegetal

Al tratarse de una superficie pequeña y tratando de aumentar el interés de la población local en este tipo de proyectos, se ha determinado que el mejor método para realizar este proceso sea manual, de esta forma los operarios irán introduciendo la planta en los hoyos previamente hechos al tresbolillo.

Para la correcta realización de este proceso, se empleará exclusivamente la tierra del hoyo correspondiente. Es necesario manipular la planta cuidadosamente y colocarla de manera vertical en el hoyo, además es importante compactar la tierra ligeramente con la ayuda de la azada para evitar la presencia de vacíos de aire.

El operario realizará también un alcorque alrededor de cada una de las plantas con una profundidad mínima de 15 cm, contribuyendo así a la capacidad de retención hídrica de las plantas y a su absorción por las raíces.

En paralelo a este proceso se realizará la colocación de tubos protectores y finalmente se aportará un primer riego de asentamiento en cada uno de los alcorques.

I) Rendimientos

Según Serrada (2000), el rendimiento de plantación manual mediante el uso de plantas en contenedor es de 150 plantas por jornal.

Siguiendo este razonamiento, y teniendo en cuenta que la superficie de la parcela es de 1,36 ha y se ha elegido una densidad de plantación de 1.100 pies por hectárea, el número de plantas a introducir en la parcela es de 1.496.

De este modo, serán necesarios 9,97 (10) jornales de 8 horas para la realización de la tarea de plantación en la totalidad de la parcela.

5.1.3. Trabajos complementarios

A) Colocación de protectores

Esta labor se realizará de forma simultánea a la tarea de plantación, los protectores serán colocados alrededor de cada una de las plántulas por los operarios, de tal forma

que queden protegidos frente a posibles daños causados por animales o condiciones climáticas adversas.

Los tubos protectores seleccionados tendrán una altura suficiente de 60 cm y serán de material plástico rígido, estos serán retirados cuando las plantas adquieran un porte suficiente para sobrevivir de manera independiente.

A su vez, se colocará también un tutor de acacia de 80 cm que confiera mayor estabilidad y firmeza al tubo protector, asegurando así el correcto desarrollo de las plántulas.

B) Riegos

Para asegurar la supervivencia de las plantas y garantizar así el éxito del proyecto, se establece la necesidad de realizar riegos durante la época estival, así pues, durante los meses de verano (junio-septiembre) se realizarán 6 riegos a razón de 30 litros por alcorque y riego, con una separación entre ellos de aproximadamente 3 semanas.

Este proceso se realizará durante los primeros años tras la plantación, momento en el que se considera que la planta ya es capaz de mantener una autonomía hídrica. Aún así, tanto la frecuencia como la cantidad puede verse modificada en función de las necesidades que presente la plantación.

Teniendo en cuenta los volúmenes de agua propuestos para cada una de las plantas, en cada uno de los riegos será necesaria la presencia de 4 camiones cisterna de 10.000 litros.

C) Reposición de marras

Para la realización de este proyecto se han seleccionado las alternativas y metodologías más favorables para asegurar el éxito de la plantación, de esta forma no se prevé un número de marras elevado y no se aceptará un porcentaje de mortalidad superior al 10 %.

De este modo, para asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo, se llevará a cabo una reposición de marras al año siguiente de la plantación, de tal forma que puedan reponerse las plántulas muertas para lograr establecer una masa forestal resiliente en el tiempo. Este proceso podrá repetirse durante el segundo y tercer año de plantación en caso de que sea necesario para satisfacer las necesidades del proyecto.

D) Podas

Según Serrada (2000), este proceso consiste en la supresión de ramas de los árboles en pie, sean muertas o vivas, de forma artificial para conseguir diversos objetivos entre los que se pueden encontrar mejoras sanitarias, aprovechamientos o prevención de incendios.

Durante los 30 años de período de permanencia de este proyecto, ALD Automotive se atribuirá las absorciones de CO₂ generadas por el Bosque Corporativo. Así pues, para maximizar este beneficio, se considera positivo no realizar podas durante los primeros años, manteniendo la mayor densidad posible de superficie vegetal para la consecución de los objetivos del proyecto.

Sin embargo, aproximadamente a partir de los 15 años pueden considerarse necesarias debido a la aparición de ramas dañadas o enfermas, necesidades de control de envergadura para mejoras en el desarrollo arbóreo, o para prevenir posibles riegos de plagas o incendios.

En ese caso, estas se realizarán de manera puntual en aquellos árboles que presenten necesidades y siempre en parada vegetativa. Para ello se utilizarán herramientas afiladas, realizando cortes precisos y limpios lo más cercanos al tronco posible, pero con precaución de no dañarlo.

6. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

En este apartado se muestra gráficamente el calendario del programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto.

Las tablas de actividades con fecha comienzo y duración están detallados en el *Anexo 5. Plan de ejecución y puesta en marcha del proyecto.*

MES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MARCADO DE HOYOS																												
AHOYADO CON RETROEXCAVADORA																												
TRANSPORTE DEL M.F.																												
IMPLANTACIÓN																												
COLOCACIÓN DE PROTECTORES																												

6.1. Período de ejecución

Como se ha comentado a lo largo de este proyecto, no se considera necesario realizar un tratamiento de la vegetación preexistente. De esta forma, el proyecto comenzará con el marcado de hoyos a mediados de mayo de 2023, justo la semana previa a la realización del ahoyado con retroexcavadora.

Este será el punto de partida para llevar a cabo las siguientes etapas del proyecto, que continuarán en octubre con la ejecución de la plantación.

En 2024 y 2025 se realizará la reposición de marras en caso de que sea necesario y se aplicarán los riegos programados durante la época estival.

7. NORMATIVA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La información correspondiente a este apartado puede verse detallada en el Pliego de Condiciones del proyecto, donde se detalla la normativa establecida para la ejecución de las obras del Bosque Corporativo.

8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

La información correspondiente a la normativa de este apartado puede verse detallada en el *Anexo 11. Estudio básico de seguridad y salud laboral.*

9. LEGISLACIÓN APLICABLE

La información correspondiente a la legislación aplicable que deberá tenerse en cuenta para la ejecución de este proyecto se encuentra detallada en el *Anexo 6. Legislación aplicable.*

10. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

En este apartado se evalúan desde el punto de vista económico, social, ecológico y social, los posibles beneficios que supone el desarrollo de este proyecto.

10.1. Evaluación económica

La empresa ALD Automotive se involucra en la realización de este proyecto con la finalidad de implementar un Bosque Corporativo capaz de absorber CO₂ atmosférico, de esta forma podrá mejorar sus rendimientos operacionales a través de una reducción de emisiones en su actividad de automoción y mejorar su imagen frente a la sociedad el resto de las empresas.

A través de la implementación de este proyecto, el Bosque Corporativo de ALD Automotive será inscrito dentro del Registro Huella del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. A través de esta inscripción, se aporta mayor visibilidad a la empresa, se genera una percepción positiva de la marca y se establece una diferenciación frente a la competencia.

Los consumidores cada vez son más conscientes de las prácticas sostenibles y prefieren confiar en empresas que demuestren un compromiso ambiental tangible. De esta forma, desarrollar un Bosque Corporativo genera mayor confianza en los clientes, fortalece su lealtad a largo plazo y aumenta la capacidad de marketing y comunicación, lo cual genera beneficios económicos en los ingresos de la empresa. Además, el desarrollo de esta tipología de proyectos contribuye a la obtención de créditos de carbono para la empresa, estos pueden comprarse y venderse en el mercado internacional de carbono con el objetivo de que aquellas entidades que lo necesiten puedan cumplir con compromisos de reducción de emisiones o compensar las suyas propias.

Un crédito de carbono equivale a una tonelada de CO₂ y tiene un precio medio de 80 €/t CO₂, este valor varía mucho en función del tipo de mercado en el que se negocie, la oferta y la demanda, y la evolución de las políticas gubernamentales.

10.2. Evaluación social

Es una iniciativa que va más allá de la mera compensación de emisiones y muestra un compromiso genuino con la sostenibilidad y la responsabilidad social. Esto puede generar beneficios económicos y fortalecer la posición de la empresa en el mercado, alineándola con las expectativas de una sociedad cada vez más preocupada por el medio ambiente y la responsabilidad corporativa.

El desarrollo de un Bosque Corporativo cuenta con la participación y el compromiso de los empleados y de la población local del municipio, a través de esta iniciativa se fortalecen lazos entre la empresa, la comunidad local y el medio ambiente.

Además, el hecho de que esta tipología de proyecto se lleve a cabo en una parcela degradada de uso urbano, proporciona un nuevo espacio verde accesible para la población, promoviendo la salud y el bienestar de las personas. De esta forma se establecerá un nuevo cinturón verde que dará continuidad a la masa vegetal del municipio de Guadalix de la Sierra y contribuirá a la mejora estética y paisajística de la zona.

El hecho de que los empleados, familiares y habitantes de Guadalix de la Sierra puedan estar presentes en el desarrollo del proyecto, fomenta una herramienta de educación ambiental que permite acercar a personas poco relacionadas con este ámbito y transmitirles la importancia de los bosques, la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad, fomentando así una mayor concienciación y conexión con el medio ambiente.

10.3. Evaluación ecológica

En primer lugar, y en línea con el principal objetivo de este proyecto, los bosques corporativos actúan como sumideros de carbono y promueven la mitigación del cambio climático y la reducción de gases de efecto invernadero en la atmósfera, mejorando la calidad del aire.

Por otro lado, al ubicarse en un terreno baldío con escasa vegetación, el establecimiento de una masa forestal resiliente en el tiempo contribuirá a prevenir procesos erosivos, aportando una cobertura vegetal que mejore la fijación del suelo y evite la escorrentía superficial. Además, mediante la utilización de especies naturalmente ubicadas en la zona del proyecto, se genera un hábitat natural que favorece la conservación de la fauna y flora local.

10.4. Evaluación de impacto ambiental

Este proyecto se desarrolla en una superficie de 1,36 hectáreas, por lo que según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, no es necesario realizar un Estudio de Impacto Ambiental ya que la superficie no es superior a 50 hectáreas.

11. PRESUPUESTO

En este apartado se muestra el Presupuesto de Ejecución Material y el Presupuesto de Ejecución por Contrata. Para obtener información más detallada puede consultarse el *Documento 5. Presupuesto*.

11.1. Presupuesto de Ejecución Material

Preparación del terreno	1.805,5 €
Plantación	6.393,52 €
Riegos durante la época estival	16.830,00 €
Seguridad y salud	1.178,53 €
Total Presupuesto Ejecución Material	26.207,55 €

‘ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DEL PROYECTO DE PROYECTO DE DESARROLLO DE BOSQUE CORPORATIVO PARA ABSORCIÓN DE CO2 EN 1,3 ha DE ZONA URBANA EN GUADALIX DE LA SIERRA (MADRID) A VEINTISEIS MIL DOSCIENTOS SIETE EUROS COMA CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS (26.207,55 €)

11.2. Presupuesto de Ejecución por Contrata

Presupuesto Ejecución Material	26.207,55 €
Gastos generales (13 %)	3.406,98 €
Beneficio industrial (6 %)	1.572,45 €
Total parcial – Precio	31.189,98 €
I.V.A. (21 %)	6.549,26 €
Total Ejecución por Contrata	37.736,24 €

‘ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA DEL PROYECTO DE PROYECTO DE DESARROLLO DE BOSQUE CORPORATIVO PARA ABSORCIÓN DE CO2 EN 1,3 ha DE ZONA URBANA EN GUADALIX DE LA SIERRA (MADRID) A TREINTAISIETE MIL SETECIENTOS TREINTAISEIS EUROS COMA VEINTICUATRO CÉNTIMOS (37.736,24 €)

Palencia, julio de 2023



Fdo.: Alejandro García Arranz.

ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE GENERAL DE ANEJOS A LA MEMORIA

1. ANEJO I. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO
2. ANEJO II. ESTUDIO EDAFOLÓGICO
3. ANEJO III. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
4. ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO
5. ANEJO V. PLAN DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA
6. ANEJO VI. LEGISLACIÓN APLICABLE
7. ANEJO VII. CÁLCULO DE LAS ABSORCIONES DE CO₂
8. ANEJO VIII. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
9. ANEJO IV. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
10. ANEJO X. BIBLIOGRAFÍA

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo I. Estudio climático

1. DATOS INICIALES	2
1.1. Datos pluviométricos	3
1.2. Datos termométricos	6
1.3. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson.....	8
1.4. Días de lluvia	9
2. ÍNDICES CLIMÁTICOS	10
2.1. Índice de Lang	10
2.2. Índice de Vernet	10
2.3. Índice de Dantin-Revenga.....	11
2.4. Índice de Martone.....	12
3. ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD	12
3.1. Índice de oceanidad de Kerner	12
3.2. Índice de Rivas-Martínez.....	13
4. CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN	14
5. BIOCLIMATOLOGÍA	15
5.1. Índice de termicidad	15
5.2. Pisos bioclimáticos	15
5.3. Horizontes bioclimáticos.....	16
5.4. Período de actividad vegetal	16
5.5. Ombroclima	16
5.6. Índice de aridez estival bimensual	17
6. CONCLUSIONES.....	17

1. DATOS INICIALES

Para la realización de este estudio es necesario contar una serie de datos representativa y que provenga de observatorios con características geográficas semejantes a la zona donde se ubica el proyecto. Así pues, se han utilizado datos facilitados por la AEMET a través de dos observatorios cercanos a la zona de estudio.

Por un lado, se ha seleccionado el observatorio pluviométrico ubicado en la presa del Vellón, de donde se ha obtenido el período mínimo de datos pluviométricos de 30 años (ver *Tabla 1*).

Por otro lado, se ha seleccionado el observatorio termométrico ubicado en Soto del Real, de donde se ha obtenido el período mínimo de datos termométricos de 15 años (ver *Tabla 2*).

Así pues, ambos observatorios han sido seleccionados ya que comparten características semejantes con la zona de estudio y cuentan con los datos necesarios para la correcta caracterización climática del proyecto.

Es importante destacar, que, para la realización de todos los cálculos presentes en este estudio climático, se utiliza como base y referencia la colección de apuntes de la asignatura “Edafología y climatología”, impartida en el Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia.

A continuación, se muestra detallada la información característica de cada uno de los observatorios seleccionados:

Tabla 1. Información característica del observatorio pluviométrico de la presa del Vellón (Madrid).

Nombre del observatorio	Presas del Vellón
Provincia	Madrid
Cuenca hidrográfica	Tajo
Indicativo climatológico	3121E
Tipo de observatorio	Pluviométrico
Coordenadas UTM	X: 447.295 Y: 4.511.680 (ETRS89 30N)
Altitud	817 m
Período de datos (30 años)	1991-2021

Tabla 2. Información característica del observatorio termométrico de Soto del Real (Madrid).

Nombre del observatorio	Soto del Real
Provincia	Madrid
Cuenca hidrográfica	Tajo
Indicativo climatológico	3183
Tipo de observatorio	Termométrico
Coordenadas UTM	X: 433.483 Y: 4.511.637 (ETRS89 30N)
Altitud	895 m

Período de datos (15 años)	2007-2022
-----------------------------------	-----------

1.1. Datos pluviométricos

A continuación, se muestra en la *Tabla 3* la serie de datos pluviométricos facilitados por la AEMET a través del observatorio pluviométrico de la presa del Vellón, ubicado a menos de 10 km y con características semejantes a la zona de estudio. Se utiliza como base para la realización de los cálculos pertinentes el período comprendido entre 1991 y 2021.

En ella aparece la precipitación total de cada mes, la precipitación total de cada año (P), la precipitación media de cada mes (P_{mes}) y la precipitación media anual.

Tabla 3. Precipitación total y media de cada mes y año para la serie de datos pluviométricos de 1991 a 2021 del observatorio de la presa del Vellón.

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P.
1991	44,4	46,9	42,1	52,8	56,3	31,3	10,1	15,9	29,4	60,8	78,9	85,4	554,4
1992	78,7	38,4	23,6	46,6	56,6	37,6	13,3	7,0	61,6	78,6	94,5	78,3	614,7
1993	42,6	43,9	40,9	51,7	46,3	48,6	16,4	9,8	21,7	53,3	61,3	47,8	484,3
1994	63,4	48,8	25,0	79,3	72,4	39,2	12,4	14,5	35,9	74,1	67,0	60,7	592,7
1995	38,1	55,0	46,4	36,5	41,8	15,2	9,1	11,5	44,1	57,9	48,1	80,1	483,8
1996	56,0	39,2	31,6	62,9	74,3	37,7	18,7	16,4	53,6	85,5	97,4	52,6	626,0
1997	30,8	43,8	39,5	68,4	76,4	36,7	12,9	16,3	35,0	53,3	113,3	115,8	642,3
1998	43,7	34,7	25,2	39,6	44,3	23,3	16,0	12,3	32,2	53,7	103,4	56,0	484,4
1999	71,9	39,1	27,3	38,3	55,2	30,2	7,1	13,5	43,6	48,7	90,2	51,5	516,7
2000	43,2	55,3	43,2	62,2	48,9	47,1	23,2	17,6	23,4	75,8	70,1	83,8	593,7
2001	106,1	39,9	30,8	26,3	42,1	36,7	8,8	12,2	37,6	76,0	65,8	145,4	627,7
2002	42,0	26,6	38,3	42,0	43,5	40,7	10,5	20,2	47,7	57,2	76,5	89,1	534,4
2003	39,7	40,5	63,5	53,0	43,5	34,9	18,5	18,0	40,4	52,7	87,3	61,9	554,0
2004	89,4	54,3	55,3	48,3	55,1	21,2	8,9	16,2	25,5	59,8	55,4	66,9	556,4
2005	73,0	59,5	26,2	40,9	61,3	27,0	10,3	10,8	31,3	72,3	64,0	84,3	560,9
2006	46,7	55,5	37,3	70,6	47,9	26,6	16,5	7,6	32,7	58,3	68,4	62,9	531,1
2007	67,0	53,8	37,2	53,2	44,9	37,9	11,4	14,2	34,6	49,6	84,5	58,8	547,0

2008	38,8	51,9	40,2	48,1	44,9	13,2	13,1	12,7	17,9	75,1	65,0	52,3	473,1
2009	72,5	40,3	41,9	56,5	45,1	38,8	17,1	5,9	53,2	49,9	52,6	93,2	567,1
2010	107,4	45,8	38,6	53,9	47,9	25,8	17,5	18,2	40,0	55,9	48,6	85,1	584,8
2011	52,9	64,6	24,9	58,3	76,9	35,0	14,8	20,8	28,5	41,8	52,9	74,4	545,8
2012	49,8	36,4	25,8	50,8	57,2	29,2	8,9	22,8	29,7	57,6	49,4	148,4	565,9
2013	67,6	42,9	37,2	58,9	63,3	36,4	20,2	26,0	25,6	74,1	118,8	102,4	673,4
2014	72,1	61,9	46,2	35,1	67,7	32,9	19,3	23,1	37,3	51,4	95,1	98,2	640,2
2015	40,6	46,4	24,6	60,4	48,2	30,4	15,3	17,0	55,7	46,2	101,6	115,3	601,7
2016	71,6	40,1	26,5	60,6	39,7	28,6	23,7	17,9	19,5	51,1	98,7	71,8	550,0
2017	46,3	43,2	48,7	37,3	47,3	25,6	12,8	16,7	29,1	66,1	54,0	82,6	509,6
2018	58,2	59,7	43,5	51,3	51,5	27,9	17,8	14,1	32,4	31,7	99,8	68,3	556,2
2019	60,0	72,8	31,9	39,6	56,8	39,2	15,9	11,1	32,2	70,0	64,2	103,0	596,6
2020	66,4	31,0	37,3	53,1	49,8	32,0	16,2	15,0	33,0	57,3	56,0	61,8	509,0
2021	64,0	60,8	24,6	53,5	47,4	35,2	9,8	15,1	46,7	75,3	54,4	89,4	576,4
P_{mes}	59,5	47,5	36,3	51,3	53,4	32,3	14,4	15,2	35,9	60,4	75,4	81,5	563,0

A continuación, se muestra gráficamente en la *Figura 1* la precipitación media de cada mes a partir de la serie de datos comprendida entre 1991 y 2021.

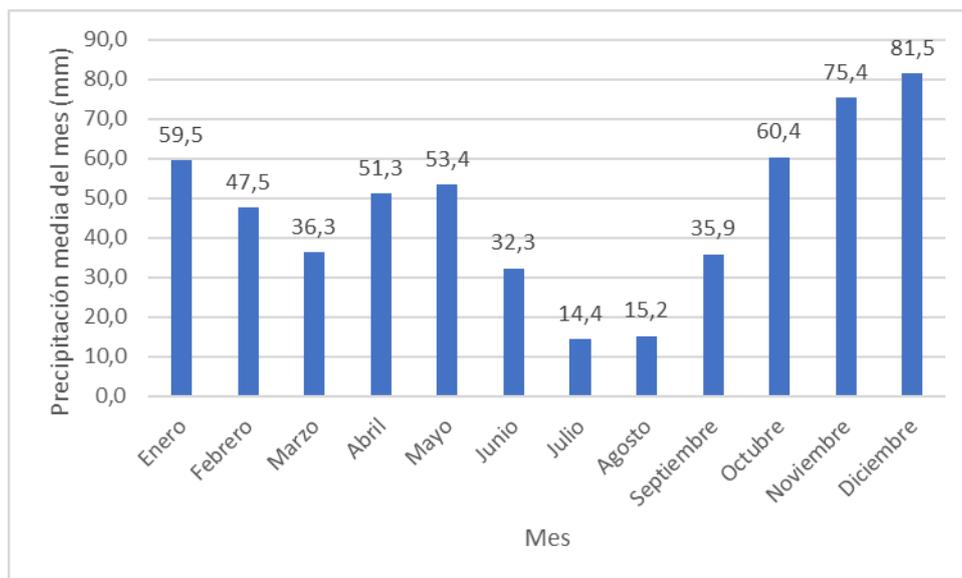


Figura 1. Precipitación media de cada mes para la serie de datos de 1991 a 2021, en mm.

Así pues, se observa que la precipitación media anual es de 563 mm. Los meses con mayor precipitación son noviembre (75,4 mm) y diciembre (81,5 mm). Por otro lado, los meses con menos precipitación son julio (14,4 mm) y agosto (15,2 mm).

Por otro lado, se muestra gráficamente en la *Figura 2* las precipitaciones medias de cada estación para el período de datos pluviométricos comprendido entre 1991 y 2021. Siendo primavera (marzo, abril y mayo), verano (junio, julio y agosto), otoño (septiembre, octubre y noviembre) e invierno (diciembre, enero y febrero).

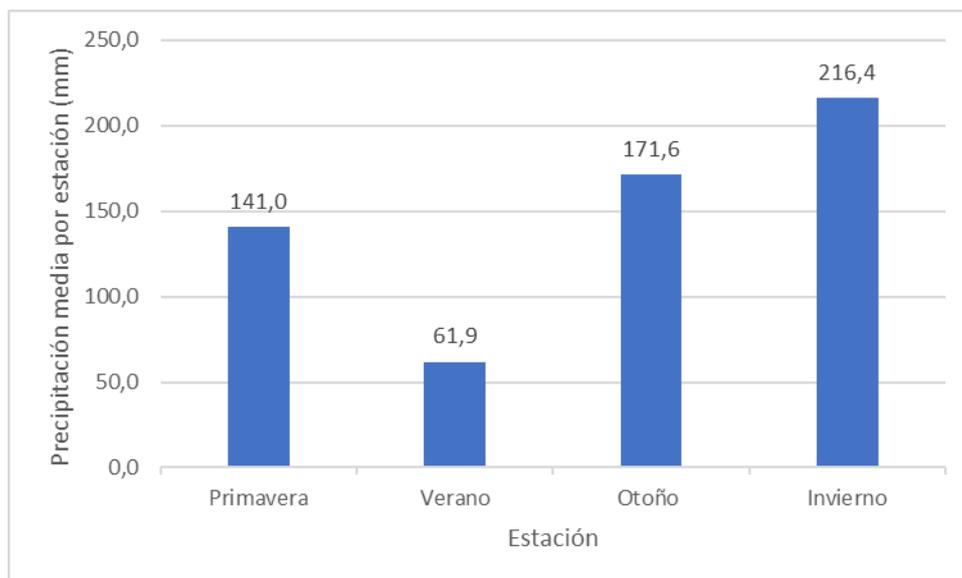


Figura 2. Precipitación media de cada estación para la serie de datos de 1991 a 2021, en mm.

Se puede apreciar que la estación con mayor precipitación es invierno, alcanzando los 216,4 mm. Por su parte, verano es la época con mayor escasez de precipitaciones, reduciéndose la cifra hasta los 61,9 mm.

1.2. Datos termométricos

Para la realización de este apartado se utilizará la serie de datos termométricos para el período de 15 años y facilitados por la AEMET a través del observatorio termométrico ubicado en Soto del Real, a menos de 10 km de la zona de estudio y con características climáticas semejantes.

Los términos de interés, y que serán de aplicación para la realización de los cálculos son los siguientes:

- Ta: Temperatura máxima absoluta
- T'a: Temperatura media de las máximas absolutas
- T: Temperatura media de las máximas
- tm: Temperatura media mensual
- t: Temperatura media de las mínimas
- ta: Temperatura mínima absoluta
- t'a: Temperatura media de las mínimas absolutas

Así pues, se muestran a continuación en la *Tabla 4* dichos datos termométricos.

Tabla 4. Datos de temperaturas obtenidos a partir de la serie de datos de 15 años del observatorio termométrico de Soto del Real (Madrid), en °C.

° C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ta	16,6	19,5	22,7	25,4	30,6	35,1	36,0	36,3	34,5	27,3	21,1	18,4
T'a	14,1	16,0	19,6	21,9	26,9	31,9	34,4	34,5	31,3	23,7	18,1	15,3
T	8,1	9,5	12,5	14,2	18,7	25,2	29,5	29,2	24,7	17,3	11,9	8,9
tm	3,7	4,7	7,0	8,6	12,7	18,3	21,9	21,6	17,9	12,0	7,3	4,8
t	-0,6	-0,1	1,5	3,1	6,6	11,3	14,2	14,0	11,2	6,6	2,6	0,7
ta	-9,2	-9,0	-6,8	-4,2	-1,3	3,5	6,6	6,9	3,0	-1,4	-5,4	-7,6
t'a	-5,3	-4,7	-3,6	-1,6	0,8	6,1	9,4	9,3	5,7	1,5	-2,6	-4,3

Para una mejor interpretación de los datos se muestra a continuación la *Figura 3*, que contiene una representación gráfica de los diferentes datos termométricos.

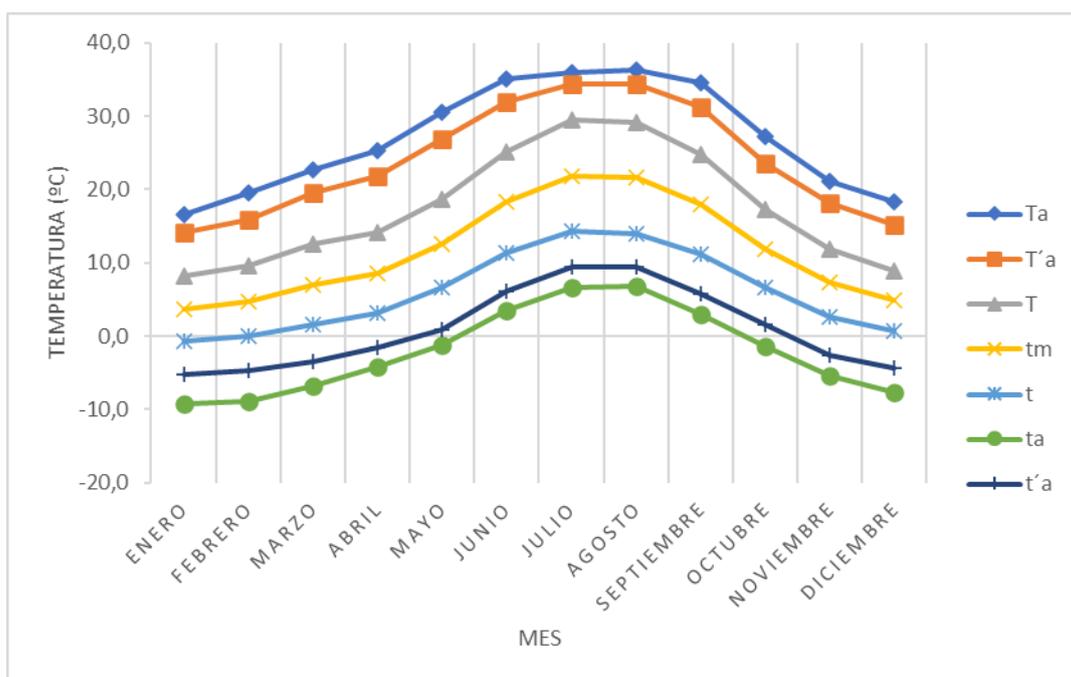


Figura 3. Representación gráfica de los datos de temperatura para la serie de datos de 15 años del observatorio termométrico de Soto del Real (Madrid).

Así pues, se observa que la máxima absoluta (Ta) se da en el mes de agosto (36,3 °C), y la mínima absoluta (ta) se alcanza en el mes de enero (- 9,2 °C). Desde el punto de vista de las estaciones, con la llegada de la primavera comienza a aumentar la temperatura media (tm), manteniéndose elevada hasta comienzos de otoño. Mientras que el período de heladas comienza a ser visible en noviembre y va aumentando conforme avanza el invierno hasta la llegada de la primavera.

Se repite el mismo proceso, pero esta vez en función de las cuatro estaciones del año, siendo primavera (marzo, abril y mayo), verano (junio, julio y agosto), otoño (septiembre, octubre y noviembre) e invierno (diciembre, enero y febrero).

Tabla 5. Datos de temperatura para cada una de las estaciones, a partir de la serie de datos termométricos de 15 años obtenidos del observatorio de Soto del Real (Madrid), en °C.

°C	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Ta	30	36,3	34,5	19,5	30,1
T'a	22,8	33,6	24,4	15,1	24
T	15,1	28	18	8,8	17,5
tm	9,4	20,6	12,4	4,4	11,7
t	3,7	13,2	6,8	0	5,9
ta	-6,8	3,5	-5,4	-9,2	-4,5

t _a	-1,5	8,3	1,5	-4,8	0,9
----------------	------	-----	-----	------	-----

De la interpretación de esta tabla puede destacarse que la temperatura media anual (tm) es de 11,7 °C.

Para tener una visión más completa de cómo han evolucionado las temperaturas a lo largo del período de años seleccionado (2007-2022), se representa a continuación en la *Figura 4* las temperaturas medias anuales registradas en el observatorio termométrico de Soto del Real.

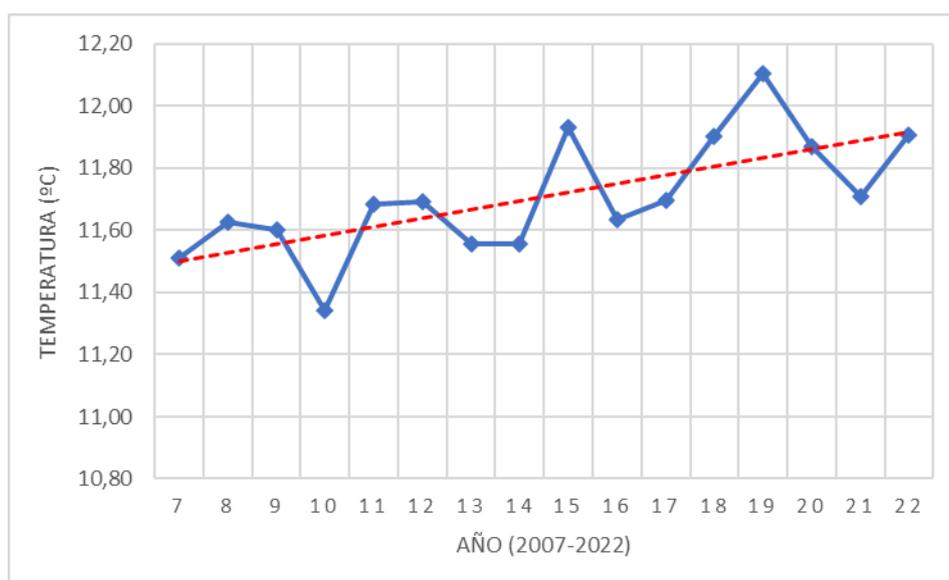


Figura 4. Representación gráfica de la evolución de las temperaturas durante el período seleccionado de 15 años.

Gracias a esta representación gráfica se puede apreciar como existe una tendencia de crecimiento de temperaturas en estos años. Aun así, cada aproximadamente 2 años se producen períodos más cálidos (por encima de la línea roja) que se van alternando con otros más fríos (por debajo de la línea roja).

1.3. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson

Se realiza esta representación con la intención de observar el período de tiempo durante el cual se produce sequía. Consiste en una representación mixta de las temperaturas y precipitaciones medias de cada mes.

Para la correcta realización de este climodiagrama ha de tenerse en cuenta esta relación $\rightarrow P = 2 \times tm$.

Para determinar si existe un período de sequía, es necesario comprobar en la gráfica que las precipitaciones estén por debajo de las temperaturas, durante ese período existirá sequía.

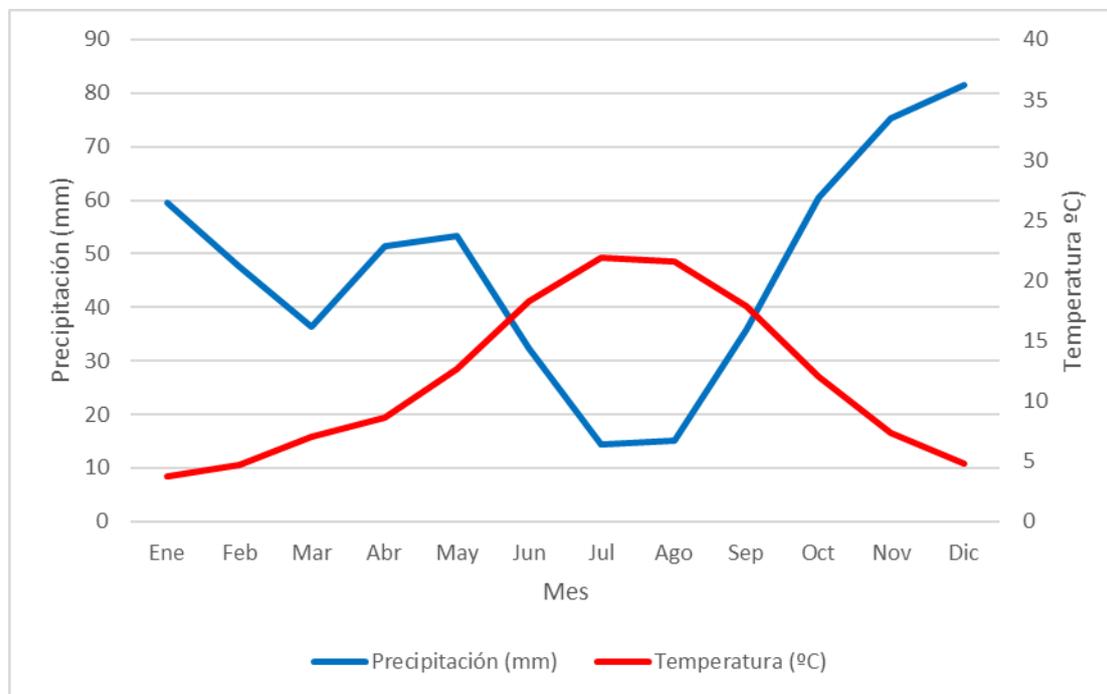


Figura 5. Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen, realizado mediante la representación mixta de las temperaturas y precipitaciones medias de la zona de estudio.

Así pues, tras esta representación se aprecia que durante los meses de verano (junio, julio y agosto) y extendiéndose hasta septiembre se produce período de sequía. Esta sequía estival es muy característica del clima mediterráneo donde se ubica el proyecto.

1.4. Días de lluvia

En este apartado se muestran los días medios de lluvia que se producen cada mes, este dato se considera importante para el proyecto para determinar la frecuencia de lluvias que se produce mensualmente y las posibles necesidades de riego que pueda presentar el proyecto.

Al igual que para el resto de los resultados, se utilizará el histórico de datos de 30 años (1991-2021) del observatorio pluviométrico de la presa del Vellón.

Pueden verse representados los días de lluvia mensuales a continuación:

Tabla 6. Días de lluvia de cada mes para el período de años de 1991 a 2021.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días lluvia	8	7	6	8	9	6	3	3	5	8	8	10

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

Cabe destacar los meses de diciembre (10) y mayo (9) como aquellos con un mayor número de días de lluvia con respecto al resto. Sin embargo, durante los meses de julio y agosto únicamente se dan 3 días de lluvia respectivamente.

Desde el punto de vista de las estaciones, verano (junio, julio y agosto) simplemente cuenta con 12 días de lluvia en total, mientras que en invierno y primavera se da aproximadamente el doble de días de lluvia, 25 y 23 respectivamente.

Así pues, durante la época de sequía estival será fundamental la realización de riegos para la supervivencia de las plántulas y el consecuente éxito del Bosque Corporativo.

2. ÍNDICES CLIMÁTICOS

En este apartado se calcularán diferentes índices climáticos para tratar de caracterizar más en profundidad la zona de estudio.

2.1. Índice de Lang

Se trata de una medida utilizada para evaluar las condiciones de aridez de una región, para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula, mediante la cual se relaciona la precipitación (P) y temperatura (T) media anual, cuyas unidades vienen dadas en milímetros y grados centígrados respectivamente.

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

Como se ha calculado previamente, la zona donde se ubica el proyecto consta de una precipitación media anual de 563 mm y una temperatura media anual de 11,7 °C, sustituyendo estos valores en la fórmula mostrada, se obtiene un valor "I" de 48,1.

Se muestran a continuación los diferentes rangos de "I" para caracterizar la zona donde se ubica el proyecto según el índice de Lang.

Tabla 7. Rangos para caracterizar la zona según el índice de Lang.

Índice de Lang (I)	Clasificación
0-20	Desiertos
20-40	Zona árida
40-60	Zona húmeda de estepa y sabana
60-100	Zona húmeda de bosque de bosques claros
100-160	Zona húmeda de bosques importantes
<160	Zonas super húmedas, prados y tundras

Así pues, con el valor de $I = 48,1$, la zona donde se ubica el proyecto queda caracterizada según Lang como "Zona húmeda de estepa y sabana".

2.2. Índice de Vernet

A través de este índice se combinan diferentes factores para caracterizar el tipo de clima que hay en la zona. La fórmula utilizada es la siguiente:

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

Así pues, se relacionan e introducen los datos que se muestran a continuación (unidades dadas en milímetros y grados centígrados).

- H (Precipitación de la estación más lluviosa) → 216,4 mm
- h (Precipitación de la estación menos lluviosa) → 61,9 mm
- P (Precipitación media anual) → 563 mm
- Mv (Media de las temperaturas máximas estivales) → 28 mm
- Pv (Precipitación estival en mm) → 61,9 mm

La primera estación que tiene mínimos pluviométricos es el verano, de esta forma el índice se considera negativo. El resultado es de -12,4, para poder determinar el tipo de clima al que pertenece la zona, se muestran a continuación los diferentes tipos de clima según la clasificación de Vernet.

Tabla 8. Tipos de clima según la clasificación de Vernet.

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

De esta forma, se clasifica el clima de la zona del proyecto como “mediterráneo”.

2.3. Índice de Dantin-Revenga

Este índice relaciona la temperatura media anual y la precipitación anual según la fórmula que se muestra a continuación, siendo las unidades utilizadas grados centígrados y milímetros respectivamente.

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

Este índice trata de caracterizar la zona de estudio según la aridez que presente, así pues, sustituyendo los valores también utilizados para calcular el índice de Lang, se obtiene un resultado de 2,1.

Se muestran a continuación las diferentes zonas según la clasificación de Dantin-Revenga:

Tabla 9. Zonas según la clasificación de Dantin-Revenga.

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

De esta forma, la zona donde se ubica el proyecto queda clasificada como "Zona semiárida".

2.4. Índice de Martone

Por último, se calcula el índice de Martone, que relaciona también la precipitación media anual (P) y la temperatura media anual (T), en milímetros y °C respectivamente, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{I} = P / (T+10)$$

Sustituyendo los valores correspondientes, se obtiene que el índice de Martone es igual a 26.

Tabla 10. Clasificación según el índice de Martone.

I	Clasificación
0-5	Desértico
5-10	Semidesértico
10-20	Estepas y países mediterráneos
20-30	Región de olivos y cereales
30-60	Regiones subhúmedas, prados y bosques
<60	Regiones húmedas con exceso de agua

Así pues, la zona donde se ubica el proyecto queda clasificada como "Región de olivos y cereales" según Martone.

3. ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD

Este tipo de índices trata de caracterizar la zona de estudio en función de la influencia de las masas de agua con la diferencia térmica anual.

3.1. Índice de oceanidad de Kerner

Este índice relaciona la diferencia de temperaturas medias del mes de octubre y del mes de abril, con la diferencia de temperaturas del mes más cálido y el más frío.

De esta forma, tenemos los siguientes datos:

- Temperatura media del mes de octubre → 12 °C.
- Temperatura media del mes de abril → 8,6 °C.
- Temperatura media del mes más cálido (julio) → 21,9 °C.
- Temperatura media del mes más frío (enero) → 3,7 °C.

La fórmula utilizada es la siguiente:

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

Así pues, sustituyendo los datos mostrados se obtiene un valor de 18,7. Para determinar el tipo de clima al que pertenece la zona del proyecto, se muestra a continuación en la *Tabla 11* la clasificación climática según Kerner.

Tabla 11. Tipo de clima según el índice de Kerner.

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

De esta forma, la zona del proyecto se encuentra ubicado en el tipo de clima “Semimarítimo”.

3.2. Índice de Rivas-Martínez

Este índice, al igual que el de Kerner, también relaciona la diferencia de temperaturas entre el mes más cálido y el mes más frío, pero incluyendo una nueva variable, la altitud.

La fórmula utilizada para el cálculo es la siguiente:

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

Como se ha comentado previamente, la temperatura media del mes más cálido (julio) es de 21,9 °C y la del mes más frío (enero) es de 3,7 °C, mientras que la altitud donde se ubica el proyecto es de 854 metros.

Así pues, sustituyendo los valores mostrados en la fórmula de Rivas-Martínez, se obtiene un valor de 23,32, que según la clasificación climática que se muestra a continuación en la *Tabla 12*, pertenece al tipo “continental”, subtipo “subcontinental atenuado”.

Tabla 12. Clasificación climática según el índice de Rivas-Martínez.

Tipo	Subtipo	I
------	---------	---

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

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

4. CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN

El término municipal de Guadalix de la Sierra se enmarca en el sector norte de la Comunidad de Madrid. Desde el punto de vista climático esta zona geográfica está situada en el centro de la Península Ibérica, donde de acuerdo con los criterios de clasificación climática de Köppen existe un clima que se identifica con una variedad mediterránea de tipo Csa (templado con verano seco y caluroso).

Siendo:

- C → Grupo climático “Templado húmedo, Cálido mesotérmico”.
- s (Sommer) → Subgrupo climático cuya estación seca es el verano.
- a → Subdivisión con veranos calurosos.

A continuación se muestra en la *Figura 6*, la representación cartográfica de la clasificación climática de Köppen, donde se puede apreciar la ubicación de Guadalix de la Sierra (Madrid) dentro de la variedad Csa.



Figura 6. Mapa de clasificación climática de Köppen en la península ibérica.

5. BIOCLIMATOLOGÍA

5.1. Índice de termicidad

El primer paso para la caracterización bioclimática de la zona donde se ubica el proyecto es calcular el índice de termicidad, para ello se utilizarán los siguientes datos:

- Temperatura media anual (t_m) \rightarrow 11,7 °C.
- Temperatura media de las máximas del mes más frío (T_1) \rightarrow 8,1 °C.
- Temperatura media de las mínimas del mes más frío (t_1) \rightarrow -0,6 °C.

La fórmula donde se introducirán los datos es la siguiente: $It = (t_m + T_1 + t_1) \times 10$

Así pues el índice de termicidad donde se ubica el proyecto es del 192.

5.2. Pisos bioclimáticos

Según Rivas Martínez (1987), se entiende por piso bioclimático cada uno de los espacios que se suceden altitudinalmente, con las consiguientes variaciones de temperatura. Las unidades bioclimáticas se delimitan en función de las temperaturas, de las precipitaciones y de la distribución de ambas a lo largo del año.

Una vez determinado que la región a la que pertenece el proyecto es la mediterránea, se tratará de definir el piso bioclimático específico para este tipo de regiones.

A continuación se muestra una tabla con las diferentes posibilidades dentro de la región mediterránea:

Tabla 13. Clasificación de pisos bioclimáticos.

Pisos bioclimáticos	t_m	T_1	t_1	Índice termicidad
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

De esta forma, teniendo en cuenta los datos utilizados para el cálculo del índice de termicidad, puede verse que la zona donde se ubica el proyecto corresponde con el piso bioclimático “Supramediterráneo”.

5.3. Horizontes bioclimáticos

Una vez determinado el piso bioclimático “Supramediterráneo”, se tratará de determinar el horizonte bioclimático concreto al que pertenece, esto se hace teniendo en cuenta el valor del índice de termicidad (It) calculado en el apartado 5.1. Las posibilidades son:

Tabla 14. Clasificación de horizontes bioclimáticos.

Horizonte bioclimático	Índice de termicidad (It)
Superior	61 - 110
Medio	111 – 160
Inferior	161 - 210

Así pues, la zona del proyecto se ubica en el horizonte bioclimático inferior.

5.4. Período de actividad vegetal

Para determinar el período de actividad vegetal en la zona de estudio, es necesario saber el número de meses al año con temperatura media mayor a 7,5 °C.

En la zona donde se ubica el proyecto la temperatura media supera los 7,5 °C de abril a octubre, es decir, 7 meses de actividad vegetal.

5.5. Ombroclima

Para este apartado se tendrán en cuenta la precipitación media anual, que en la zona donde se ubica el proyecto es de 563 milímetros.

Se muestra a continuación la tipología de ombroclima según la precipitación media anual:

Tabla 15. Clasificación tipos de ombroclima.

Ombroclima	Precipitación
Árido	< 200

Semiárido	200 – 350
Seco	350 – 600
Subhúmedo	600 - 1000
Húmedo	1000 - 1600
Hiperhúmedo	>1600

Así pues, el ombroclima presente en la zona donde se ubica el proyecto es de tipo seco.

5.6. Índice de aridez estival bimensual

Dada la característica sequía estival del clima mediterráneo donde se encuentra Guadalix de la Sierra, se calcula este índice que relaciona las precipitaciones y temperaturas de julio y agosto (meses con precipitación mínima y temperatura máxima). Para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P_{julio} + P_{agosto}}{2 \cdot (T_{julio} + T_{agosto})}$$

Los datos a introducir son:

- Precipitación media julio (P_{julio}) → 14,4 mm.
- Precipitación media agosto (P_{agosto}) → 15,2 mm.
- Temperatura media julio (T_{julio}) → 21,9 °C.
- Temperatura media agosto (T_{agosto}) → 21,6 °C.

El resultado es de 0,34, lo que confirma una fuerte aridez estival (<1).

6. CONCLUSIONES

Gracias a la realización de este estudio, en el que se han analizado los datos termométricos y pluviométricos de los dos observatorios seleccionados, se puede determinar con certeza el clima mediterráneo en el que se ubica el proyecto, caracterizado principalmente por una fuerte sequía estival cuya consideración será fundamental para garantizar el éxito del proyecto.

De esta forma, para cumplir con los objetivos del proyecto es necesario asegurar la supervivencia de las plántulas y su correcto desarrollo, por lo que será necesario realizar riegos estivales que garanticen el buen desarrollo del Bosque Corporativo.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo II. Estudio edafológico

1. CONTEXTUALIZACIÓN	2
2. ANÁLISIS DEL SUELO	3
2.1. Resultados.....	3
3. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	4
3.1. Textura	4
3.2. Capacidad de campo.....	6
3.3. Punto de marchitez.....	6
3.4. Humedad aprovechable total	7
3.5. Humedad mínima	7
3.6. Afloramientos rocosos y pedregosidad superficial	7
4. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO	8
4.1. pH	8
4.2. Materia orgánica.....	9
4.3. Carbonatos	9
4.4. Conductividad eléctrica	9
4.5. Elementos asimilables.....	10
5. CONCLUSIONES	10

1. CONTEXTUALIZACIÓN

La zona donde se ubica el proyecto constituye una antigua escombrera que fue utilizada durante la construcción de nuevas urbanizaciones colindantes. Debido a este hecho, el suelo se ha visto alterado por la presencia humana

Se decide utilizar información cartográfica para realizar la caracterización de la zona, mediante el Mapa de asociaciones de suelos de la Comunidad de Madrid elaborado por el Instituto de Edafología y Biología Vegetal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y con fecha de última actualización el 18 de mayo de 2023, que categoriza la tipología de suelos en función de la clasificación FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).



Figura 1. Representación del tipo de suelo presente en la parcela a través del Mapa de asociaciones de suelos de la Comunidad de Madrid.

Así pues, la zona donde se ubica el proyecto está clasificada como Cambisoles húmicos (CMu), caracterizados por ser suelos medianamente evolucionados, con un horizonte A úmbrico o móllico, rico en materia orgánica y con buen espesor, que se establece sobre granitos, pizarras y areniscas.

Mediante el mapa litológico de la Comunidad de Madrid, se confirma que la zona donde se ubica el proyecto está constituida por pastos establecidos sobre arenas, margas y calizas, juntos con neises glandulares en alternancia con cuarcitas y pizarras. (Ver Figura 2).

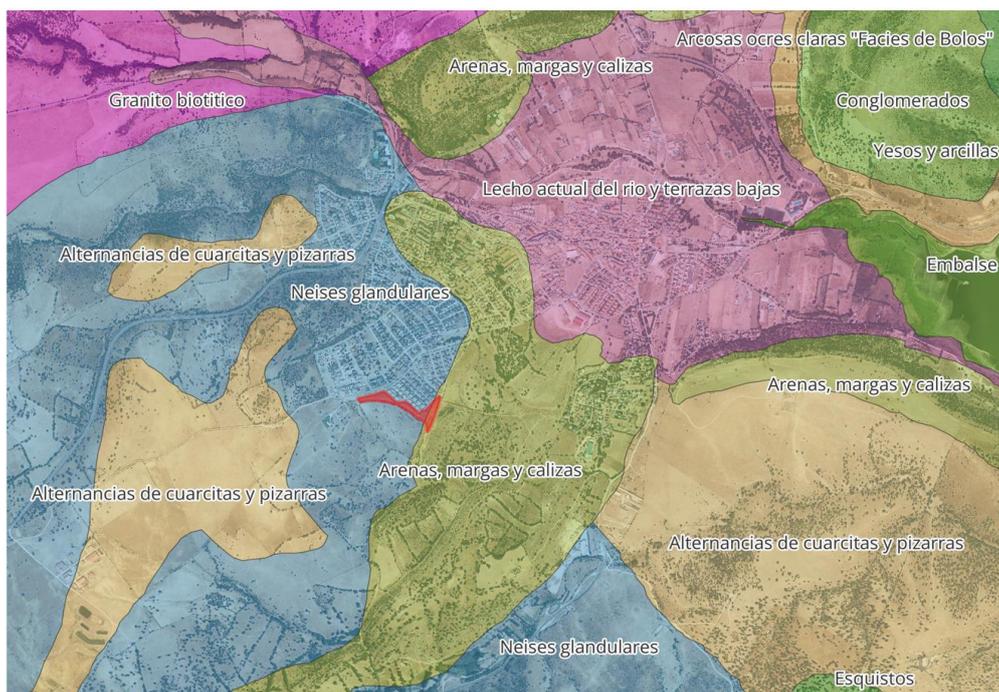


Figura 2. Representación de la parcela mediante el Mapa Litológico de la Comunidad de Madrid.

1. ANÁLISIS DEL SUELO

Es fundamental realizar un correcto análisis del suelo para garantizar el éxito del proyecto. Mediante este análisis se obtendrán las características fisicoquímicas del suelo, que serán determinantes para seleccionar las especies vegetales a implantar y las técnicas de preparación del terreno a utilizar.

Debido a que la superficie del terreno es de 1,36 hectáreas y presenta características homogéneas a lo largo de toda la parcela, se considera suficiente el análisis de una única muestra para obtener un resultado representativo.

El análisis es realizado en REDLAB-212, laboratorio de edafología y técnicas analíticas ubicado en Madrid.

2.1. Resultados

Tabla 1. Textura del suelo.

Granulometría	Diámetro (mm)	%
Arena	2,0 – 0,05	41,2
Limo	0,05 – 0,002	23,7
Arcilla	<0,002	35,1
Textura	USDA	Franco arcillosa

Tabla 2. Resultados análisis del suelo.

Parámetro	Valor	Unidad	Resultado
pH	8,2	-	Básico
Carbonato (CaCO ₃)	39	%	Alto
Materia orgánica	1,94	%	Normal
Sodio asimilable	0,22	meq/100g	Bajo
Magnesio asimilable	1,88	meq/100g	Normal
Fósforo asimilable	6	mg/kg	Bajo
Potasio asimilable	167	mg/kg	Bajo
Calcio asimilable	41	meq/100g	Alto
Conductividad	1,8	mS/cm	No salino

Para la interpretación de los datos obtenidos en el análisis y la realización de los cálculos pertinentes, se utilizará como base la colección de apuntes de la asignatura de Edafología y climatología, impartida en el Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia.

3. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

3.1. Textura

La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de las partículas de distintos tamaños que se encuentren en él, principalmente limo, arena y arcilla.

Los suelos compuestos por arena están formados por partículas de 2,0 a 0,05 milímetros, debido a su tamaño, los suelos arenosos tienen una estructura suelta y permiten un drenaje rápido del agua. Sin embargo, tienen una capacidad limitada para retener el agua y nutrientes, lo que puede provocar una escasez de nutrientes disponibles para las plantas.

Los suelos limosos están compuestos por partículas 0,05 – 0,002 milímetros, tamaño intermedio entre las partículas de arena y arcilla. Tienen una estructura más fina y cohesionada que las partículas de arena, lo que les permite retener agua y nutrientes por más tiempo.

Los suelos arcillosos están compuestos por las partículas más pequeñas (<0,002 milímetros), presentan una mayor capacidad de retención de agua en los espacios entre las partículas, lo que genera una estructura más pesada y compacta que puede derivar en problemas de drenaje y encharcamiento en condiciones de exceso de agua.

La zona donde se ubica el proyecto cuenta con unas proporciones de 41,2 % de Arena, 35,1 % de Arcilla y 23,7% de Limo, lo que da lugar a un suelo con textura **franco-arcillosa** según la clasificación de la USDA (*ver figura 3*).

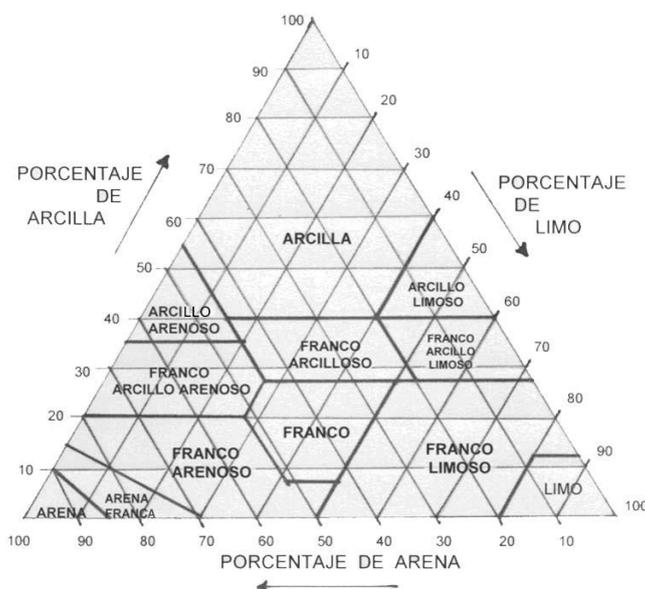


Figura 3. Triángulo de conductividad hidráulica para utilizado para clasificar la textura del suelo.

Así pues, el proyecto se encuentra ubicado en zonas consideradas de pasto, con elevada productividad agrícola ya que combinan una textura suelta debido alta presencia de arenas, con una alta capacidad fértil y de retención de agua gracias a la presencia de limos y arcillas respectivamente.

Además, estructuralmente se considera un terreno con presencia de agregados granulares fácilmente manejables, lo que facilita la infiltración y el drenaje del agua a través del suelo, aportando unas condiciones favorables para el éxito del desarrollo del Bosque Corporativo. (*Ver Figura 4*).



Figura 4. Foto de la tipología de suelo presente en la parcela, con presencia de agregados granulares.
Fuente: Elaboración propia.

3.2. Capacidad de campo

Según la FAO, la capacidad de campo (CC) es la cantidad de agua que el suelo es capaz de retener tras ser saturado y cuando ha dejado de drenar libremente evitando evapotranspiración y hasta que el potencial hídrico se estabilice.

Así pues, se considera importante su cálculo ya que es el nivel de humedad en el que las plantas pueden acceder al agua presente en el suelo de manera óptima. Se calcula a través de la siguiente fórmula (Fuentes Yagüe, 1998):

- $CC: (0,48 \times \% \text{ Arcilla}) + (0,162 \times \% \text{ Limo}) + (0,023 \times \% \text{ Arena}) + 2,63$

Así pues, se obtiene como resultado → **24,3 %**

La interpretación de este resultado es que, 100 gr de tierra seca retienen 27 gramos de agua.

3.3. Punto de marchitez

Según Fuentes Yagüe (2003, 25) a partir de la capacidad de campo, el agua del suelo se va perdiendo progresivamente por evaporación y absorbida por las plantas. Hay un momento en el que las plantas no son capaces de absorber toda el agua necesaria y se marchitan irreversiblemente, es ahí cuando se alcanza el punto de marchitez permanente (PMP).

Se utiliza la siguiente fórmula para su cálculo (Fuentes Yagüe, 1998):

- $PM: (0,302 \times \% \text{ Arcilla}) + (0,102 \times \% \text{ Limo}) + (0,0147 \times \% \text{ Arena})$

Así pues, se obtiene como resultado → **13,6 %**.

La interpretación de este resultado es que, cuando la planta alcanza la marchitez, el suelo tiene 13,6 gramos de agua por cada 100 gramos de tierra seca.

3.4. Humedad aprovechable total

Según Fuentes Yagüe (2003,30), el agua disponible (AD) para las plantas es el agua comprendida entre la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitamiento (PM). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

- AD: CC – PM

Así pues, se obtiene como resultado → **10,7 %**.

La interpretación de este resultado es que, el suelo tiene 15 gramos de agua útil por cada 100 gramos de tierra seca.

3.5. Humedad mínima

Este concepto se refiere al mínimo contenido de agua que puede tener el suelo antes de alcanzar un estado crítico de sequedad que genere estrés hídrico en las plantas.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

- HM: PM + (0,33 x AD)

Así pues, se obtiene como resultado → **17,1 %**.

La interpretación de este resultado es que, la humedad mínima del suelo antes de que sufra daños la plantación es de 17,1 %, momento en el que debería realizarse un riego para asegurar la supervivencia de las plántulas y el consecuente éxito del proyecto.

3.6. Afloramientos rocosos y pedregosidad superficial

En este apartado se evalúa la presencia de afloramientos rocosos en la parcela, con la finalidad de determinar si supondrá un condicionante a tener en cuenta para la realización de los diferentes procesos que se llevarán a cabo a lo largo de la ejecución de este proyecto.

De esta forma, tras recorrer la parcela de 1,36 hectáreas, no se aprecian afloramientos rocosos que puedan condicionar la maquinaria a utilizar durante las fases de preparación del terreno o implantación vegetal.

En cuanto a la pedregosidad presente en la parcela, al tratarse de una antigua escombrera, aún se aprecian algunos vestigios de aquella actividad. Hay presencia de elementos gruesos fundamentalmente en forma de gravas ($\varnothing = 0,2 - 6$ cm) y cantos ($\varnothing = 6 - 20$ cm) que deberán tenerse en cuenta para seleccionar la maquinaria

correspondiente en las tareas a realizar en la parcela, pero sin considerarse perjudiciales para la correcta realización del proyecto.

4. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Las propiedades químicas del suelo desempeñan un papel crucial en el éxito de una plantación, ya que afectan a la disponibilidad de nutrientes para las plantas y a la capacidad del suelo para retener agua.

4.1. pH

El pH indica el grado de acidez o alcalinidad presente en el suelo, es un factor importante que afecta a la disponibilidad de nutrientes, la toxicidad de los elementos, la actividad microbiana y las relaciones hídricas del suelo. De esta forma, tiene un impacto significativo a la hora de determinar las especies vegetales que se desean incluir en el proyecto.

Es crucial considerar y ajustar el pH del suelo según las necesidades que presentan las especies vegetales a seleccionar para asegurar su óptimo desarrollo. Esto puede lograrse a través de la aplicación de enmiendas para corregir el pH, ya sea cal para elevarlo en suelos ácidos, o azufre para reducirlo en alcalinos.

Se muestra a continuación en la *Tabla 3* la clasificación según la USDA:

Tabla 3. Clasificación del suelo según el pH. USDA.

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

El pH presente en la parcela donde se ubica el proyecto tiene un valor de 8,2, por lo que, según la clasificación mostrada en la *Tabla 3*, corresponde con un suelo de carácter básico, donde es frecuente encontrar carbonatos libres de calcio o magnesio.

4.2. Materia orgánica

El contenido de materia orgánica en el suelo proviene de residuos vegetales y animales en diferentes etapas de descomposición, es crucial para la salud y fertilidad del suelo ya que proporciona nutrientes esenciales que serán asimilados por las especies vegetales seleccionadas en el proyecto.

Promueve una estructura del suelo favorable, ya que, a través de la formación de agregados con las arcillas, mejorará la capacidad de penetración y retención del agua, lo cual será muy importante durante la época de sequía estival que caracteriza el clima mediterráneo donde se ubica el proyecto.

La parcela objeto de estudio cuenta con un porcentaje de materia orgánica del 1,94 %, el cual se considera aceptable y dentro del rango normal para muchos suelos agrícolas.

4.3. Carbonatos

Los suelos establecidos sobre granitos, neises o micacitas, como es el caso de este proyecto, generalmente presentan carbonatos de calcio (CaCO₃) como el mineral predominante en su composición, lo cual se debe a la presencia de minerales como la calcita y la dolomita en estas rocas.

La presencia de carbonato cálcico en el suelo es del 39 %, considerándose un valor alto, pero totalmente esperado ya que el suelo presenta un carácter básico.

Este factor condicionará notablemente la selección de especies vegetales que conformen el Bosque Corporativo, teniendo que seleccionar aquellas que toleren esta concentración de carbonatos para asegurar el éxito del proyecto.

4.4. Conductividad eléctrica

Esta medida está relacionada con la concentración de sales disueltas en el suelo y que condicionará la salinidad de este. Conocer este valor es fundamental para determinar si supondrá una limitación a la hora de seleccionar las especies vegetales más adecuadas para garantizar el éxito del proyecto.

A través del análisis del suelo, se determina que el valor de conductividad eléctrica de este es de 1,8 mS/cm. Para poder interpretar y clasificar este valor, se utiliza la categorización propuesta por la USDA que se muestra a continuación en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Clasificación según la conductividad eléctrica. USDA.

Conductividad eléctrica (mS/cm)	Categoría
0 – 2	No salino
2 – 4	Ligeramente salino
4 – 8	Moderadamente salino

8 – 16	Fuertemente salino
> 16	Muy fuertemente salino

Así pues, con los valores de conductividad eléctrica presentes en la parcela, se puede determinar que el suelo pertenece a la categoría “No salino”, lo cual indica que no supondrá una limitación a la hora de seleccionar las especies vegetales del proyecto y la consecución de los objetivos de este.

4.5. Elementos asimilables

En este apartado se indican los contenidos de los diferentes elementos asimilables del suelo de la parcela.

- Fósforo asimilable → 6 mg/kg. Se considera un contenido bajo.

Es normal que la disponibilidad de fósforo sea baja en suelos de carácter básico, esto se debe a que el fósforo tiende a reaccionar con otros elementos, como el calcio, formando fosfatos poco solubles que no están fácilmente disponibles para las plantas.

- Potasio asimilable → 167 mg/kg. Se considera un contenido bajo.

Esto puede deberse a la competencia catiónica presente en los suelos de carácter básico, donde otros cationes con mayor afinidad como el calcio y el magnesio tienden a ocupar los sitios de intercambio en la superficie de las partículas del suelo.

- Calcio asimilable → 41 meq/100g. Se considera un contenido alto.

Como era de esperar, el contenido de calcio asimilable en el suelo es alto debido a la presencia de carbonatos de calcio, propio de suelos básicos como en el que se ubica el proyecto.

- Magnesio asimilable → 1,88 meq/100g. Se considera un contenido normal.

Se considera un contenido normal de magnesio asimilable, como conclusión puede deducirse que existe una competencia catiónica en el suelo, donde la alta presencia de carbonato cálcico da lugar a que el calcio tienda a ocupar los sitios de intercambio en la superficie de las partículas del suelo por delante de otros cationes como el magnesio y el potasio.

- Sodio asimilable → 0,22 meq/100g. Se considera un contenido bajo.

Se considera un contenido bajo, por lo que la parcela donde se ubica el proyecto no presentará exceso de sales.

5. CONCLUSIONES

Tras la realización de este análisis, se determina que el suelo presente en la parcela tiene una textura franco-arcillosa según la clasificación de la USDA.

Tiene una elevada productividad agrícola ya que son suelos que combinan una textura suelta debido a alta presencia de arenas, con una alta capacidad fértil y de retención de agua gracias a la presencia de limos y arcillas respectivamente.

No presenta afloramientos rocosos que puedan condicionar la maquinaria a utilizar durante las diferentes etapas del proyecto, y la presencia de gravas y cantos no se considera perjudicial para la para garantizar el éxito del Bosque Corporativo.

El pH tiene un valor de 8,2, por lo que corresponde con un suelo de carácter básico, donde es frecuente encontrar carbonatos libres de calcio o magnesio, en este caso la presencia de carbonato cálcico es del 39%.

Además, el suelo cuenta con un porcentaje de materia orgánica del 1,94 %, considerado aceptable y dentro del rango normal para muchos suelos agrícolas.

Por último, el valor de conductividad eléctrica de este es de 1,8 mS/cm, lo cual indica que es un suelo no salino y que tendrá un efecto despreciable a la hora de seleccionar las especies vegetales que formen el Bosque Corporativo.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo III. Estudio de alternativas

1. BOSQUE CORPORATIVO	2
1.1. Elección de especies.....	2
1.1.1. Identificación de alternativas.....	2
1.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	2
1.1.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	3
1.1.4. Evaluación de las alternativas.....	4
1.1.5. Elección definitiva de las especies.....	8
1.2. Tratamiento de la vegetación preexistente.....	8
1.3. Preparación del terreno.....	9
1.3.1. Identificación de las alternativas.....	9
1.3.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	11
1.3.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	11
1.3.4. Evaluación de las alternativas.....	11
1.3.5. Elección definitiva del método de preparación del terreno.....	12
1.4. Implantación vegetal.....	13
1.4.1. Identificación de las alternativas.....	13
1.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	14
1.4.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	14
1.4.4. Evaluación de las alternativas.....	15
1.4.5. Elección de la alternativa a desarrollar.....	15
2. CUIDADOS POSTERIORES	15
2.1. Protectores de plantas.....	15
2.1.1. Identificación de alternativas.....	15
2.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	16
2.1.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	16
2.1.4. Evaluación de las alternativas.....	16
2.1.5. Elección definitiva del método de protección.....	16
2.2. Reposición de marras.....	17
2.3. Binas.....	17
2.4. Riegos.....	17
2.4.1. Identificación de las alternativas.....	17
2.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	18
2.4.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	19
2.4.4. Evaluación de las alternativas.....	19
2.4.5. Elección definitiva del método de riego.....	19
2.5. Podas.....	20

1. BOSQUE CORPORATIVO

1.1. Elección de especies

1.1.1. Identificación de alternativas

Para la realización de este análisis, se han tomado como referencia las especies comúnmente utilizadas para la ejecución de proyectos de absorción de CO₂ en la Comunidad de Madrid, así como el Cuarto Inventario Forestal Nacional.

También se ha tenido en cuenta la vegetación potencial de la zona y las especies presentes en los alrededores de la parcela de estudio.

Mediante este análisis se determinarán las especies más adecuadas para el establecimiento de una masa forestal resiliente en el tiempo, que asegure la absorción de CO₂ y constituya un cinturón verde que dé continuidad a la masa vegetal del municipio, frenando el creciente avance de nuevas construcciones residenciales.

A continuación, pueden verse representadas en la *Tabla 1* las diferentes alternativas de especies vegetales que pueden ser de aplicación a este proyecto.

Tabla 1. Alternativas de especies vegetales que pueden ser de aplicación para este proyecto.

CONÍFERAS		FRONDOSAS	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Pinus sylvestris</i>	Pino silvestre	<i>Quercus ilex ballota</i>	Encina
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	<i>Quercus faginea</i>	Quejigo
<i>Pinus pinaster</i>	Pino resinero	<i>Quercus pyrenaica</i>	Melojo
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Enebro de Miera	<i>Celtis australis</i>	Almez
-	-	<i>Crataegus monogyna</i>	Majuelo
-	-	<i>Prunus avium</i>	Cerezo silvestre
-	-	<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso común
-	-	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresno sureño
-	-	<i>Ulmus minor</i>	Olmo común
-	-	<i>Acer monspessulanum</i>	Arce Montpellier
-	-	<i>Prunus spinosa</i>	Endrino
-	-	<i>Sorbus aucuparia</i>	Serbal

1.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

A) Condicionantes internos

- Temperatura media anual: 11,7 °C.
- Temperatura media del mes más frío: 3,7 °C (enero).
- Temperatura media del mes más cálido: 21,9 °C (julio).
- Precipitación media anual: 563 mm.
- Precipitación estival: 61,9 mm.
- Duración media del período de sequía: junio-septiembre.
- Duración media del período de heladas: noviembre-marzo

- Pendiente media: < 5 %.
- Altitud media: 854 m.
- Tipo de suelo: Franco - arcilloso
- pH: 8,2 (básico).

B) Condicionantes externos

Dado el que el objetivo principal del proyecto es el establecimiento de una masa forestal con capacidad de absorción de CO₂ durante un período mínimo de permanencia de 30 años, a la hora de seleccionar las especies se tendrá en cuenta que estas pertenezcan a la vegetación potencial de la zona, tratando de garantizar un mejor arraigo, desarrollo y durabilidad del Bosque Corporativo.

Además, se considerarán los “*Factores de absorción de las especies forestales españolas*” publicados por el MITERD para el cálculo de absorciones ex ante de CO₂. De esta forma, y en línea con el objetivo principal de este proyecto, se priorizarán también aquellas especies forestales que presenten una mayor capacidad de absorción de CO₂ para el período de permanencia del proyecto.

Por otro lado, el MITERD establece la obligatoriedad de descartar especies forestales de cultivo de ciclo corto, cuya duración se prolonga como máximo 8 años.

También, dado que la parcela propiedad del Ayuntamiento está ubicada en el interior del municipio de Guadalix de la Sierra y enmarcada en zonas residenciales, se seleccionarán especies típicas del entorno que aumenten el sentimiento de arraigo y pertenencia a la zona por parte de la población, combinado con especies típicas de uso ornamental que aporten una mejora visual del paisaje y proporcionen un disfrute activo/pasivo a la población.

1.1.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto es contribuir en la lucha contra el cambio climático mediante el desarrollo de un Bosque Corporativo ubicado en zonas urbanas, de esta forma se establecerá una masa forestal resiliente en el tiempo que reducirá la concentración de CO₂ procedente de la atmósfera y contrarrestará el continuo avance de nuevas construcciones residenciales en el municipio.

Para ello, será necesario tener en cuenta factores como la capacidad de absorción de CO₂ para garantizar el objetivo principal del proyecto. Además, mediante la utilización de especies históricamente presentes en la región y pertenecientes a la vegetación potencial de la zona, se fomenta el establecimiento de una masa forestal resiliente en el tiempo y que aumente el interés social por parte de la población local, fomentando así su sentimiento de arraigo y pertenencia al municipio.

Además, se considerará también la utilización de especies de uso ornamental que mejoren la estética visual del paisaje y den continuidad a la masa vegetal del municipio.

Este proyecto pretende servir de ejemplo para otras empresas y poder así llevar a cabo más plantaciones similares que mejoren las condiciones sociales y ambientales de la zona.

1.1.4. Evaluación de las alternativas

A) Criba por factores del medio

Para tratar de seleccionar las especies más adecuadas para la consecución de los objetivos del proyecto se realiza una criba por factores del medio, mediante la cual se descartarán aquellas especies que no se ajusten a las condiciones de la zona del proyecto.

Para ello se realizan cuatro cribas, una en función de la altitud, otra de precipitaciones, otra de temperatura y una última edáfica. Puede verse representada a continuación en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Criba por factores del medio.

ESPECIE	ALTITUD (m)	PRECIP (mm)	TEMP. (°C)	SUSTRATO	APTA
<i>Pinus sylvestris</i>	1000-1900	Higrófilo >600	Resiste frío y heladas	Indiferente	No
<i>Pinus halepensis</i>	0-900	Xerófilo >400	Tolera frío y heladas	Calizo	Sí
<i>Pinus pinaster</i>	0-1500	300-600, en el límite de requerimientos	-15 a 40 °C, no soportará períodos de sequía	Silíceo, aguanta caliza	No
<i>Juniperus oxycedrus</i>	0-1000	Xerófilo >300	Tolera frío y heladas	Indiferente	Sí
<i>Quercus pyrenaica</i>	800-1900	Higrófilo >600	Soporta entre -5 y 40 °C	Silíceo	No
<i>Quercus ilex ballota</i>	0-1400	Xerófilo >300	Inviernos fríos y veranos calurosos	Indiferente	Sí
<i>Quercus faginea</i>	200-1800	Xerófilo >400	Inviernos fríos y veranos calurosos	Indiferente	Si
<i>Prunus avium</i>	800-1600	Higrófilo >600	Vulnerable a la sequía y heladas tardías	Indiferente	No
<i>Celtis australis</i>	0-1000	Xerófilo >400	-15 a 38 °C	Indiferente	Sí
<i>Alnus glutinosa</i>	0-1000	Higrófilo, márgenes de río	No soporta heladas	Suelos neutros o ácidos	No
<i>Fraxinus</i>	0-1000	Termófilo,	Tolera inviernos	Indiferente,	No

<i>angustifolia</i>		asociado a ríos y suelos húmedos	fríos, pero no soporta períodos de sequía	suelos frescos	
<i>Ulmus minor</i>	0-1000	Higrófilo, zonas de vega y de ribera	Soporta heladas	Indiferente	No
<i>Acer monspessulanum</i>	0-1000	Xerófilo >400	Adaptado a sequía estival e invierno frío	Indiferente, prefiere calizos	Sí
<i>Crataegus monogyna</i>	0-1600	>400	No soporta heladas severas	Indiferente	Sí
<i>Prunus spinosa</i>	500-1700	>400	Temperaturas estivales relativamente bajas	Indiferente	Sí
<i>Sorbus aucuparia</i>	600-2000	Higrófilo >600	No soporta sequía estival	Silicícola	No

Tras este primer cribado, se consigue descartar aquellas especies cuyas características ecológicas no se adecúan a la zona de proyecto.

Además, para conseguir los objetivos del proyecto es fundamental tratar de asegurar el correcto arraigo y desarrollo del bosque corporativo, para ello, se ha realizado un cribado estricto en el que se han descartado especies que aun estando en los límites marcados por las características intrínsecas de la zona, presentan alguna exigencia superior al resto, como por ejemplo aquellas cuya presencia es más típica en zonas de vega o de ribera y que presentan requerimientos hídricos más exigentes (*Ulmus minor* y *Fraxinus angustifolia*).

B) Análisis de las tablas de juicio ecológico y biológico de Rivas Martínez (1987)

Como complemento a esta primera criba, se han consultado las tablas de juicio biológico y ecológico para la serie de vegetación 19b, donde se ubica el proyecto. Estas tablas muestran las especies utilizadas comúnmente en repoblaciones forestales en función de la serie de vegetación a la que pertenezca.

Desde el punto de vista biológico, el quejigo (*Quercus faginea*) aparece como especie posible, mientras que el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la encina (*Quercus ilex*) aparecen como dudosas.

Por otro lado, desde el punto de vista ecológico, el quejigo (*Quercus faginea*) aparece como especie posible positiva y la encina (*Quercus ilex*) como especie dudosa positiva. Sin embargo, el pino carrasco (*Pinus halepensis*) aparece como especie dudosa negativa.

Dado que las series de vegetación abarcan territorios muy amplios, estos resultados no deben tomarse como definitivos, pero sí como orientativos. De este modo, y considerando que las especies que actualmente ocupan las zonas cercanas a la parcela son principalmente la encina y el quejigo (*Quercus ilex* y *Quercus faginea* respectivamente), se mantienen estas dos especies como una opción muy probable para su utilización en el proyecto.

Sin embargo, se descarta la opción del pino carrasco (*Pinus halepensis*), especie considerada como dudosa y dudosa negativa en las tablas de juicio biológico y ecológico respectivamente, y que además no constituye una especie tan desarrollada en la zona. Esta especie suele aparecer en terrenos muy pobres, con condiciones edáficas y climáticas adversas y con una finalidad protectora o de regulación hidrológica, en cambio, el objetivo que se busca en este proyecto no es ese, si no el de establecer una masa forestal en el interior del municipio de Guadalix de la Sierra, que sea capaz de absorber CO₂ durante un período mínimo de 30 años, y que además esté formada por especies que mejoren la estética visual del paisaje y fomenten el sentimiento de arraigo y pertenencia a la zona por parte de la población local.

A continuación, se muestra el listado de especies que continúa el proceso de selección:

- Juniperus oxycedrus
- Quercus ilex ballota
- Quercus faginea
- Celtis australis
- Acer monspessulanum
- Crataegus monogyna
- Prunus spinosa

C) Criba por factores externos

Como se ha comentado a lo largo del proyecto, la finalidad principal es establecer una masa vegetal capaz de absorber CO₂ procedente de la atmósfera durante un período mínimo de permanencia de 30 años.

Una vez descartadas las especies no aptas para esta zona debido a sus características ecológicas, se analizan ahora otros parámetros tales como la capacidad de absorción de CO₂, la presencia en la zona de estudio y la disponibilidad en vivero.

Para ello se considerarán los valores aportados por el MITERD en el *Anexo B12* del documento "*Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono*" publicado por este mismo ministerio, y que reflejan las absorciones estimadas (t CO₂/pie) en función del período de permanencia de 20, 25, 30, 35 o 40 años.

Tabla 3. Criba por factores externos.

ESPECIE	ABSORCIÓN DE CO ₂ (t CO ₂ /pie) – 30 años	PRESENCIA EN LA ZONA	DISPONIBILIDAD EN VIVERO
<i>Juniperus oxycedrus</i>	0,02	Presencia media. Aparece en forma de bosques mixtos de coníferas y frondosas autóctonas (<i>Quercus ilex</i> con <i>Juniperus sp.</i>).	Media
<i>Quercus ilex ballota</i>	0,07	Presencia muy alta en los alrededores. Aparece en forma de encinares adehesados.	Alta
<i>Quercus faginea</i>	0,10	Presencia muy alta en los alrededores. Aparece en forma de quejigares adehesados.	Alta
<i>Celtis australis</i>	1,01	Uso común como ornamental y utilizado en otros proyectos de absorción de CO ₂ .	Media
<i>Acer monspessulanum</i>	0,22	Uso común como ornamental y utilizado en otros proyectos de absorción de CO ₂ .	Media
<i>Prunus spinosa</i>	0,22	Especie arbustiva distribuida por casi toda la península, utilizada en otros proyectos de absorción de CO ₂ .	Media
<i>Crataegus monogyna</i>	0,21	Especie arbustiva distribuida por casi toda la península, utilizada en otros proyectos de absorción de CO ₂ .	Media

Tras este análisis, pese a la buena experiencia del enebro (*Juniperus oxycedrus*) formando bosques mixtos de coníferas y frondosas junto a la encina (*Quercus ilex*), se descarta la utilización de esta especie debido a su escasa capacidad absorción de CO₂ (0,02 t CO₂/pie).

En cuanto a las dos especies de *Quercus* seleccionadas, serán incluidas en el proyecto debido a su elevada presencia en las zonas cercanas a la parcela, donde actúan como especies dominantes. De esta forma, la introducción de más ejemplares de encina y quejigo puede asegurar una buena garantía de supervivencia durante un

período de tiempo superior a 30 años. Además, la disponibilidad de planta en vivero es muy elevada.

Por otro lado, se descartan tanto el majuelo (*Crataegus monogyna*) como el espinillo albar (*Prunus spinosa*) debido a que habitualmente presentan un desarrollo más arbustivo y son más apreciados en ambientes silvestres aportando alimento y refugio a la fauna, mientras que para este proyecto ubicado en terreno urbano se buscan especies con un mayor uso ornamental y que sean atractivas para la población local.

Tras este último enfoque, se selecciona el arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*) debido a su alto valor ornamental, muy apreciado para la mejora paisajística en áreas mediterráneas debido a su belleza estacional y su característico color rojizo en otoño.

Por último, se selecciona también el almez (*Celtis australis*) debido a su elevado valor ornamental, con hojas verdes brillantes en verano que se tornan amarillentas en otoño, convirtiéndolo en una especie muy atractiva para la mejora estética de parques y jardines de la región mediterránea.

El almez es especialmente valioso desde el punto de vista ambiental ya que tiene una elevada capacidad de absorción de CO₂ (1,01 t CO₂/pie), la más alta entre las especies seleccionadas, lo que convierte a este árbol en una opción muy interesante para la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad del aire en entornos urbanos.

1.1.5. Elección definitiva de las especies

A continuación, se muestra una tabla con las especies finalmente seleccionadas.

Tabla 4. Elección definitiva de las especies.

Nombre científico	Nombre común
<i>Quercus ilex ballota</i>	Encina
<i>Quercus faginea</i>	Quejigo
<i>Celtis australis</i>	Almez
<i>Acer monspessulanum</i>	Arce de Montpellier

Como se ha comentado previamente, se combinan especies potenciales e históricamente presentes en la zona como es el caso de *Quercus ilex ballota* y *Quercus faginea*, con otras especies con mayor capacidad de absorción de CO₂, de uso ornamental y que mejorarán la estética visual de la zona como es el caso de *Celtis australis* y *Acer monspessulanum*.

1.2. Tratamiento de la vegetación preexistente

Como se ha comentado a lo largo de la realización de este proyecto, la vegetación presente en la parcela de estudio es escasa, predominando sobre esta una cubierta herbácea parcial y algún individuo aislado de porte arbóreo, concretamente 15 pies de ciprés común (*Cupressus sempervirens*) plantados por el Ayuntamiento de Guadalix

de la Sierra para establecer un apantallamiento visual que aisle una infraestructura de su propiedad, y un ejemplar adulto y otro joven de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

Dado este contexto y la escasa de densidad de especies vegetales presentes en la parcela, se considera innecesario realizar un tratamiento sobre la vegetación preexistente y este simplemente se realizará de manera puntual y paralela a la preparación del terreno para favorecer la implantación vegetal, en la zona próxima a la planta. De esta forma, se pretende conservar la escasa vegetación que de forma natural ha estado contribuyendo a la fijación del suelo y reducir así el riesgo de erosión.

1.3. Preparación del terreno

La preparación del terreno tiene como objetivo mejorar el perfil del suelo para aumentar su capacidad de absorción de agua. Esto permite que las plantas se establezcan más fácilmente al expandir sus raíces de manera eficiente, lo que a su vez facilita el arraigo y el desarrollo inicial de las plántulas.

Al tratarse de una superficie pequeña (inferior a 1,5 hectáreas) y con una finalidad de absorción de CO₂ ligada a la supervivencia de cada uno de los pies que se instalen en la parcela, la preparación del terreno más adecuada será de tipo puntual, facilitando de esta forma que la plantación de cada plántula sea exitosa.

1.3.1. Identificación de las alternativas

A continuación, se muestran los diferentes métodos que pueden utilizarse como alternativa para la preparación del terreno en este proyecto. Las descripciones dadas son de Serrada (2004).

Ahoyado manual

Consiste en la realización de hoyos cavados manualmente con dimensiones de 40x40x40 mediante la utilización de herramientas como la azada, el pico, zapapico y pala.

Previo a la realización del hoyo es necesario llevara a cabo un marcado, ya sea a marco real o al tresbolillo, aunque este proceso puede omitirse en caso de haberse realizado casillas de desbroce. Se deberá hacer cuando el terreno cuente con un buen tempero y no haya heladas, puede realizarse en línea de máxima pendiente o según curvas de nivel, dejando la tierra extraída aguas abajo.

Este procedimiento se realiza de forma puntual, se da inversión de horizontes y tiene un efecto hidrológico muy limitado, contribuyendo poco a la reducción de escorrentía.

Tiene un efecto paisajístico muy reducido y permite trabajar en zonas con pendiente o pedregosidad.

Rendimiento → 38-50 hoyos/jornal.

Ahoyado con barrena

Este método consiste en la apertura de hoyos cilíndricos de 30 cm de diámetro mediante la utilización de una barrena helicoidal accionada por motor, el ahoyado cuenta con una profundidad entre los 0,40 y los 1,00 metros en función del tipo de planta que se quiera introducir y el tipo de suelo. Se puede escoger el tipo de barrena a utilizar (helicoidal o romboidal) ya que se montan sobre equipos portátiles o motoahoyadoras manejadas por uno o dos operarios.

Es necesario realizar un marcado previo, la tierra extraída queda alrededor del hoyo, aunque nunca se extrae toda. Esta labor debe realizarse con un tempero adecuado, las roturas son frecuentes en suelos con elevada pedregosidad.

Se trata de un procedimiento puntual, con inversión parcial de horizontes, mecanizado y con una profundidad media-alta. Apenas presenta efectos hidrológicos o paisajísticos y no supone un problema en zonas con pendiente, ya que puede operar hasta en un 60%. El terreno debe carecer de matorral o haber sido desbrozado previamente.

Este método es común en repoblaciones de frondosas con plantones superiores a 1 metro de longitud, cultivos agrícolas abandonados o en repoblaciones ornamentales.

Rendimiento → Varía con la densidad de plantación, la potencia del motor y la profundidad del ahoyado.

Ahoyado con retroexcavadora

Este método consiste en la remoción del suelo sin extracción de tierra, mediante la utilización de la cuchara de una retroexcavadora. Posteriormente se ejecutan alrededor del hoyo alcorques que mejoran la capacidad de retención de agua por parte de las plantas.

Se utiliza una máquina retroexcavadora convencional, preferiblemente de cadenas, estable y con potencia superior a 100 CV.

Es necesaria la realización de un marcado previo de los hoyos, de tal forma que la máquina avance en línea de máxima pendiente hacia arriba, posteriormente y en zonas con pendiente, pueden realizarse plataformas horizontales o con contrapendiente que ayuden a recoger el agua de escorrentía.

Se trata de un procedimiento de preparación del terreno puntual, sin inversión de horizontes, mecanizado y de elevada profundidad. El efecto hidrológico es favorable si se forman microcuencas. No se ve muy limitado por la pendiente, ya que puede trabajar hasta un 65% de pendiente en caso de ausencia de afloramientos rocosos.

Rendimiento → Varía con la pendiente. 40-65 hoyos/hora.

1.3.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

A) Condicionantes internos

En cuanto a los condicionantes internos que pueden influir en la elección del método de preparación del terreno más adecuado pueden destacarse los siguientes:

- Sin afloramientos rocosos en la zona donde se ubica el proyecto.
- Pendiente inferior al 5%, buena accesibilidad y sin complicaciones desde la vía urbana "Camino de chozas".
- Textura franco-arcillosa, con costra yesífera superficial que aumentará su dureza durante la época de sequía estival.
- Superficie inferior a 1,5 hectáreas.

B) Condicionantes externos

En cuanto a los condicionantes externos que pueden influir en la elección del método de preparación del terreno más adecuado pueden destacarse los siguientes:

- El ámbito económico no será una limitación, en igualdad de resultados entre diferentes alternativas se escogerá aquel método que presente un mayor rendimiento.
- Se tratará de escoger aquel método con menor impacto paisajístico y ecológico.

1.3.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Mediante la preparación del terreno se pretenden crear las condiciones ideales para el éxito de la instalación de la masa vegetal, favoreciendo el desarrollo y arraigo del sistema radicular y facilitando la posterior labor de plantación. Además, se mejorarán los procesos de infiltración del agua, reduciendo la erosión y mejorando la calidad de vida de las plantas.

1.3.4. Evaluación de las alternativas

En este apartado se compararán los diferentes métodos de preparación del terreno

planteados para su aplicación en el proyecto. Para ello, en la *Tabla 5* se puntuarán del 1 al 5 los factores que se muestran a continuación:

- Pendiente: A mayor capacidad de trabajar en pendiente, mayor puntuación recibirá el método.
- Pedregosidad: El método recibirá mayor puntuación cuanto mayor facilidad presente para trabajar en zonas con pedregosidad.
- Retención de agua: Dado que se pretende establecer una masa forestal resiliente en el tiempo, la preparación del terreno debe favorecer el aumento de capacidad de retención de agua.
- Inversión de horizontes: Dado que la parcela donde se ubica el proyecto no es excesivamente rica en materia orgánica, se priorizará aquel método que no conlleve inversión de horizontes, tratando de garantizar la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de la cubierta vegetal.
- Rendimiento: Como se ha comentado previamente, se seleccionará el método con mayor rendimiento.
- Impacto paisajístico: Se busca alterar lo menos posible la zona del proyecto, por lo que el método que genere menor impacto recibirá mayor puntuación.

Tabla 5. Evaluación de las alternativas de preparación del terreno.

Método/Factor	Ahoyado manual	Ahoyado con barrena	Ahoyado con retroexcavadora
Pendiente	5	5	5
Pedregosidad	5	3	3
Retención agua	1	1	3
Inversión horiz.	1	2	5
Rendimiento	1	3	4
Imp. Paisajístico	4	2	4
Total	17	16	24

Dado que es una superficie pequeña y el objetivo principal es lograr una exitosa plantación para absorción de CO₂, se considera más apropiada una actuación puntual. En este sentido, el método más eficiente y adecuado es **el ahoyado con retroexcavadora**. Este método permitirá realizar los hoyos necesarios de manera precisa y eficiente, favoreciendo el arraigo y desarrollo de las plantas.

1.3.5. Elección definitiva del método de preparación del terreno

Una vez expuestas las condiciones presentes en la parcela y dado que el objetivo principal es conseguir una masa forestal con capacidad de absorción de CO₂ durante

un período mínimo de 30 años, se decide que el método más adecuado para realizar una exitosa preparación del terreno que aumente las posibilidades de arraigo y desarrollo de la superficie vegetal, es la preparación puntual mediante ahoyado con retroexcavadora, que realizará hoyos de 60 x 60 x 60 cm al tresbolillo, formando alcorques que favorezcan la retención de agua y aumenten la capacidad de supervivencia y desarrollo del bosque corporativo.

1.4. Implantación vegetal

1.4.1. Identificación de las alternativas

Dada la importancia que tiene el arraigo, supervivencia y desarrollo de la masa vegetal para la consecución de los objetivos del proyecto, se descarta inicialmente el método de implantación vegetal mediante siembra, ya que, en caso de darse la germinación de las semillas, las plantas recién germinadas presentan gran debilidad y tienen mayor riesgo de morir a causa de fenómenos adversos.

Así pues, se muestran a continuación los métodos que pueden utilizarse como alternativa para la implantación vegetal en este proyecto.

Plantación a raíz desnuda

Es el trasplante sobre suelos previamente preparados para plantas de edad variable, que han sido criadas en vivero generalmente durante 1 o 2 años, extraídas eliminando la tierra del interior del contenedor que envolvía sus raíces (Serrada, 2000).

Este método presenta un menor porcentaje de éxito en el arraigo que la plantación en contenedor. Además, no presenta buena adaptación a climas con aridez y es necesario utilizar la planta en savia parada.

Plantación en contenedor

Es el trasplante sobre suelos previamente preparados para plantas extraídas de su contenedor en el que han sido criadas en vivero durante 1 o 2 años, con su cepellón, conjunto de raíces con la tierra que las rodea, durante todo el proceso de cultivo, transporte y plantación (Serrada, 2000).

Este método es el que mayor coste supone, pero a su vez, el éxito de la plantación aumenta notablemente en comparación con el método a raíz desnuda. Tiene un porcentaje de supervivencia elevado en climas secos o con precipitaciones irregulares.

Por otro lado, el transporte y almacenamiento de las plantas en contenedor es más sencillo y no requiere que la planta esté en savia parada.

Una vez descritas las formas de implantación vegetal, se muestran a continuación las diferentes alternativas de **ejecución** de la actuación:

Manual

Los operarios introducen manualmente la planta en el suelo.

Mecanizada

Este método presenta limitaciones físicas apreciables en terrenos con características abruptas, el trasplante se realiza mediante la utilización de un tractor con máquinas plantadoras, lo que se transforma en un mayor rendimiento y menor coste que la plantación manual.

1.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

A) Condicionantes internos

Dado que la pendiente presente en la parcela es inferior al 5 % y las facilidades de acceso a esta son óptimas, los condicionantes internos que deben ser tenidos en cuenta para la elección del método de plantación son la adaptabilidad de la planta al período de sequía estival y a las heladas invernales, características propias del clima mediterráneo donde se ubica Guadalix de la Sierra.

B) Condicionantes externos

Para la consecución de los objetivos de este proyecto, es necesario establecer una masa vegetal que asegure el máximo porcentaje de éxito en su arraigo y desarrollo. Para ello, se elegirá el método de plantación con mayor calidad, sin priorizar la economía.

Asimismo, dada la importancia de esta tipología de proyectos de absorción de CO₂ para la sociedad, se busca la implicación de la población local y de los trabajadores y familiares de ALD Automotive para el establecimiento del bosque corporativo. Priorizándose el método de plantación manual.

1.4.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Dado que la plantación tiene como objetivo principal actuar como sumidero de CO₂, se debe conseguir un correcto arraigo y desarrollo de las plántulas a la vez que un número muy reducido de marras, de esta forma se conseguirá establecer una superficie vegetal en el menor tiempo posible. Para ello, el método de plantación en contenedor asegura un mayor porcentaje de supervivencia y éxito en repoblaciones.

Por otro lado, mediante la plantación manual se promueve la creación de puestos de trabajo en la zona local, además, en línea con el compromiso ambiental de ALD Automotive y en busca de la implicación de la población local con el bosque corporativo y el desarrollo de esta tipología de proyectos de absorción de CO₂, tanto el Ayuntamiento de Guadalix de la Sierra como ALD Automotive, proponen que la plantación sea ejecutada de forma manual, de tal manera que el día que se ejecute la plantación, los vecinos del pueblo y los trabajadores y empleados de ALD Automotive

Alumno/a: Alejandro García Arranz

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

Titulación de: Ingeniería Forestal y del Medio Natural

puedan desplazarse al lugar de actuación para ser partícipes de la instauración del bosque corporativo junto con los operarios, de esta forma pueden aprender sobre este tipo de actuaciones y se fortalece el vínculo y el compromiso de la sociedad con el medio ambiente y con la mitigación del cambio climático.

1.4.4. Evaluación de las alternativas

Como se ha destacado anteriormente, y en línea con la necesidad de garantizar la buena adaptación y la supervivencia de las plantas, el método más adecuado se corresponde con la plantación en contenedor, además es el método más adecuado teniendo en cuenta la sequía estival presente en la zona.

Por otro lado, teniendo en cuenta que las dimensiones de la parcela no superan las 1,5 hectáreas, y en busca de una implicación social que fortalezca el vínculo entre la sociedad y este tipo de proyectos, la mejor forma de ejecución es de tipo manual.

1.4.5. Elección de la alternativa a desarrollar

Finalmente, la alternativa seleccionada se corresponde con la plantación manual en contenedor. De esta forma aumentarán notablemente las posibilidades de arraigo y supervivencia de las plantas y se favorecerá tanto la creación de puestos de trabajo en la zona local, como el grado de implicación de la sociedad con esta tipología de proyectos de absorción que tanto contribuyen con la mitigación del cambio climático.

2. CUIDADOS POSTERIORES

2.1. Protectores de plantas

2.1.1. Identificación de alternativas

Debido a la cercanía de la parcela con otras superficies naturales, es posible que se dé la presencia de algún animal herbívoro que pueda causar daños durante el desarrollo de las plántulas, así como factores climáticos adversos que pongan en riesgo el éxito del proyecto, por ese motivo se realizará esta labor de protección.

En este apartado se seleccionará el tipo de tubo protector que presente más ventajas técnicas y económicas.

Tubo invernadero

Se trata de un tubo de plástico, claro y traslúcido. Favorecen al crecimiento inicial protegiendo a la planta de daños causados por la fauna silvestre, tratamientos herbicidas y rozas de matorral alrededor de los tubos. Existe una gran variedad de diseños que crean una especie de microclima en el interior del tubo que favorece al desarrollo de la planta y al éxito de la repoblación (Serrada, 2000).

Tubos protectores

Estos tubos aportan una serie de variables atmosféricas que mejorarán las probabilidades de éxito de la plantación. Es el método más completo ya que afecta a más variables como la luz, temperatura, humedad, viento y concentración de CO₂ (Serrada, 2000).

2.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

A) Condicionantes internos

En línea con lo comentado anteriormente, el cumplimiento de los objetivos de este proyecto pasa por garantizar el éxito de la plantación. Para ello, el principal condicionante interno es la necesidad de proteger las plantas jóvenes de las posibles adversidades atmosféricas, así como de la fauna herbívora presente en la zona del proyecto.

B) Condicionantes externos

El principal condicionante externo, se basa en asegurar el máximo porcentaje de éxito en el arraigo y desarrollo de las plantas para la consecución de una masa forestal con capacidad de absorción de CO₂ durante un período mínimo de permanencia de 30 años, esto se conseguirá mediante la instalación de tubos protectores.

2.1.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Mediante la instalación de protectores se trata de asegurar el éxito del desarrollo de la masa vegetal para la consecución de los objetivos del proyecto.

2.1.4. Evaluación de las alternativas

A continuación, puede verse representada en la *Tabla 6* una comparativa entre las principales características que presentan las dos modalidades de tubos. Se dará una puntuación del 1 al 5 a cada una de ellas para tratar de seleccionar el método más adecuado.

Tabla 6. Evaluación de alternativas de tubos protectores.

Método	Coste	Microclima	Ventilación	Resistencia	Total
Tubo invernadero	5	3	2	4	14
Tubo protector	4	5	5	4	18

2.1.5. Elección definitiva del método de protección

Se ha seleccionado como método protector más adecuado para las plántulas el tubo protector, principalmente por ser el tipo de protectores que establece un microclima mejor para el desarrollo inicial de las plántulas, aumentando enormemente la probabilidad de éxito del proyecto.

De forma simultánea a la realización de la implantación vegetal, estos tubos protectores serán colocados por lo operarios para proporcionar protección a las plántulas. A su vez, se instalarán tutores que aportarán mayor estabilidad y sujeción.

2.2. Reposición de marras

Según Serrada (2000), esta operación consiste en la sustitución de plantas muertas en los años inmediatos a la plantación, siempre se realiza de forma manual.

Aunque se hayan seleccionado las alternativas más favorables para asegurar el éxito de la plantación, es posible que aparezca un pequeño porcentaje de marras, sin embargo, no se aceptará un porcentaje de mortalidad superior al 10 %.

De este modo, y para asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo se llevará a cabo una reposición de marras al año siguiente de la plantación, de tal forma que puedan reponerse las plántulas muertas para poder establecer una masa resiliente en el tiempo que garantice los objetivos del proyecto.

Debido a que las especies seleccionadas no son de crecimiento rápido, el segundo y tercer año se continuará valorando la reposición de marras en función de la evolución y progreso de la plantación.

2.3. Binas

Según Serrada (2000), este proceso consiste en la eliminación herbácea de la zona del proyecto con el fin de eliminar la competencia con las plántulas introducidas.

Debido a la escasa presencia de vegetación en la zona de la parcela, esta operación no se considera necesaria para garantizar el correcto desarrollo de la masa vegetal, además se considera positiva la presencia de la vegetación preexistente ya que contribuye a mejorar las condiciones físicas del suelo, aportando mayor fijación y contribuyendo a la protección del suelo frente a fenómenos erosivos.

2.4. Riegos

2.4.1. Identificación de las alternativas

Sin riegos

Se considera en esta alternativa la realización de un único riego de instalación o asentamiento en el momento de la plantación, no considerándose ningún riego adicional tras este momento.

Riego por goteo

Mediante un sistema de tuberías y dosificadores de agua a pie de planta, el agua infiltra directamente hacia el sistema radicular de las plantas (Serrada, 2000).

Este método es ampliamente utilizado en agricultura, jardinería o huertos, ya que es un sistema de riego eficiente y preciso que proporciona agua de manera gradual y específica a cada planta.

Sin embargo, no es el método más recomendable en repoblaciones forestales, ya que la superficie es mayor y el coste económico aumenta. Por otro lado, la infraestructura de riego por goteo puede verse afectada por ciertos animales como roedores y lagomorfos.

Riego a manta

Según Serrada (2000), este método consiste en mojar toda la superficie de repoblación para asegurar que todo el suelo quede cubierto de agua.

Al tratarse de una zona con una pendiente inferior al 5 % se plantea este método como una de las alternativas de riego, sin embargo, por mínima que sea la pendiente puede considerarse un método menos eficiente que otros al producirse un arrastre de la capa superficial del terreno, con la consecuente pérdida de nutrientes que dificultaría el éxito de la plantación.

Riego por alcorques

Este método resulta muy recurrente cuando no se dispone de una infraestructura previa para la realización del riego, ya que por medio de una manguera alimentada de un camión cisterna puede ir depositándose el agua en cada uno de los alcorques. Se deberá depositar una cantidad mínima de 15 o 20 litros.

Además, este método es muy útil en situaciones de emergencia, como épocas de sequía, donde puede utilizarse para riegos con urgencia. Para la optimización de este sistema, se recomienda depositar una fina capa de tierra después de la realización del riego para evitar la evaporación directa del agua.

2.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

A) Condicionantes internos

Dado que la zona donde se ubica la parcela cuenta con una precipitación media anual de 563 mm y la sequía estival es un factor determinante para tener en cuenta, en los condicionantes internos se puede destacar la necesidad de realizar un aporte hídrico para garantizar la supervivencia de las plántulas.

B) Condicionantes externos

Además, como la finalidad principal del proyecto es establecer una masa forestal capaz de absorber CO₂ atmosférico, como condicionante externo destaca la necesidad de que la cubierta forestal se desarrolle lo antes posible, para ello será necesario un aporte hídrico que garantice el éxito del bosque corporativo.

2.4.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Dado que para garantizar el éxito del proyecto es necesaria la supervivencia y el desarrollo de las plántulas, la alternativa de no realizar riegos supondría casi con total seguridad la no supervivencia de gran parte de los pies implantados en la época de sequía estival.

Por lo tanto, se considera necesaria la realización de aportes hídricos para garantizar el éxito del bosque corporativo, aun sabiendo que supondrá un impacto económico elevado en los costes de ejecución del proyecto.

2.4.4. Evaluación de las alternativas

Para ayudar en la elección de la mejor alternativa de riego para la plantación, se muestra a continuación una tabla donde se evaluarán del 1 al 5 las diferentes características que presentan las técnicas de riego seleccionadas.

Tabla 7. Identificación de las alternativas de riego.

Método	Éxito	Cantidad agua	Coste	Pendiente	Total
Sin riegos	1	5	5	5	16
Riego por goteo	5	5	3	2	15
Riego a manta	3	2	3	2	10
Riego por alcorques	4	4	4	5	17

2.4.5. Elección definitiva del método de riego

Para garantizar el objetivo del proyecto y asegurar los potenciales beneficios que obtendrán todas las partes implicadas, se determina que el mejor método a utilizar sea el riego por alcorques.

Para ello, se realizará un primer riego de asentamiento al finalizar la tarea de plantación. Posteriormente, y de cara a la supervivencia de las plantas durante la época de sequía estival, en los meses de verano (junio-septiembre) se realizarán 6 riegos a razón de 30 litros por alcorque y riego, con una separación entre ellos de aproximadamente 3 semanas.

De manera general, este proceso se realizará durante los dos primeros años tras la plantación, cuando se considera que la planta ya es capaz de mantener una autonomía hídrica.

Sin embargo, una de las ventajas por las que se ha seleccionado este método es que permite realizar riegos de emergencia de forma sencilla e inmediata, por lo tanto, este proceso puede repetirse en función de las necesidades hídricas que presente la plantación.

2.5. Podas

Según Serrada (2000), este proceso consiste en la supresión de ramas de los árboles en pie, sean muertas o vivas, de forma artificial para conseguir diversos objetivos entre los que se pueden encontrar mejoras sanitarias, aprovechamientos o prevención de incendios.

Dado que se utilizarán plantas jóvenes de 1 o 2 savias, el proceso de podas aún no se contempla y se irá evaluando en función de las necesidades de crecimiento que presente la plantación, asegurando de esta forma su correcto desarrollo y garantizando el máximo potencial de absorción de CO₂ del bosque corporativo.

Aun así, es probable que sean necesarias a partir de los 15 años, de tal forma que se evite una densidad demasiado elevada que pueda generar riesgos de plagas o incendios en la plantación.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo IV. Ingeniería del proyecto

1.	BOSQUE CORPORATIVO	2
1.1.	Preparación del terreno	2
1.1.1.	Maquinaria y aperos	2
1.1.2.	Intensidad de la actuación	2
1.1.3.	Ejecución de la actuación	2
1.1.4.	Rendimientos	3
1.2.	Plantación	3
1.2.1.	Tipo de planta	3
1.2.2.	Necesidades de planta	4
1.2.3.	Vivero	5
1.2.4.	Transporte	5
1.2.5.	Época de plantación.....	5
1.2.6.	Herramienta.....	6
1.2.7.	Distribución de la planta	6
1.2.8.	Implantación vegetal.....	6
1.2.9.	Rendimientos	7
1.3.	Trabajos complementarios	7
1.3.1.	Colocación de protectores	7
1.3.2.	Riegos	8
1.3.3.	Reposición de marras	8
1.3.4.	Podas	9
1.4.	Resumen de los medios humanos, materiales y medios mecánicos	9
1.4.1.	Medio humanos.....	9
1.4.2.	Medios mecánicos	10

1. BOSQUE CORPORATIVO

La superficie de actuación se distribuye en un total de 1,5 hectáreas, no considerándose necesaria la distinción entre rodales ya que las condiciones edáficas y climatológicas son idénticas.

1.1. Preparación del terreno

Como se ha comentado previamente, la vegetación actualmente presente en la parcela es escasa, considerándose innecesario realizar un tratamiento sobre la vegetación preexistente ya que no va a poner en riesgo la supervivencia y desarrollo de las plantas, ni va a ser un inconveniente a la hora de realizar las tareas de plantación.

De esta forma, se plantea directamente la preparación del terreno.

1.1.1. Maquinaria y aperos

Para la preparación del terreno, se utilizará el método de ahoyado mecanizado con retroexcavadora en la totalidad de la parcela, este método se ha considerado el más apropiado dadas las condiciones favorables del terreno.

La retroexcavadora seleccionada tendrá una potencia mínima de 100 CV y se espera que ofrezca un rendimiento comprendido entre los 40 y los 65 hoyos por hora.

Dada la homogeneidad de la superficie, la máquina podrá desplazarse en condiciones óptimas a lo largo de la parcela, de tal forma que se estacione en un punto y pueda ir realizando hoyos de calidad (60x60x60) y depositando la tierra en el mismo lugar.

1.1.2. Intensidad de la actuación

Dado el principal objetivo de absorción de CO₂ de este proyecto, se ha considerado apropiado utilizar un marco de plantación 3 x 3 metros al tresbolillo que asegure una densidad de 1.100 pies/ha, aumentando al máximo la capacidad de fijación de CO₂ de la parcela sin poner en riesgo el desarrollo de la plantación.

Como se ha comentado previamente, la elección de este método viene motivada por la necesidad de realizar hoyos de calidad que aseguren el correcto arraigo y desarrollo de las plántulas. Para garantizar el éxito de esta actuación, la retroexcavadora realizará el proceso de ahoyado tantas veces como sea necesario hasta alcanzar las dimensiones de hoyo de 60 x 60 x 60 cm.

1.1.3. Ejecución de la actuación

Para la correcta ejecución de la actuación y siguiendo el marco de plantación de 3 x 3 metros al tresbolillo, será necesario realizar un marcado previo de los hoyos antes de

su apertura. Este proceso será realizado una semana antes de la preparación del terreno por una cuadrilla de 4 operarios y un capataz.

Tras esta labor, la retroexcavadora irá avanzando a través de la parcela y una vez estacionada en un punto podrá realizar tantos hoyos como la longitud de su brazo le permita, siempre respetando la obligatoriedad de establecer hoyos de 60 x 60 x 60 cm.

1.1.4. Rendimientos

Mediante la utilización de este método, se espera un rendimiento aproximado de 65 hoyos/hora. Dada la necesidad de realizar 1.496 hoyos, se estiman 23 horas de trabajo, es decir, 2,9 (3) jornales de trabajo de 8 horas.

1.2. Plantación

1.2.1. Tipo de planta

A continuación, se muestra una tabla resumen con las distintas especies que se utilizarán en el proyecto, así como sus principales características y procedencia.

Tabla 1. Características de las especies a introducir en el proyecto.

Especie	Tipo	Savias	Región de procedencia
<i>Quercus faginea</i>	Contenedor	2	8. Sur del Sistema Central
<i>Quercus ilex</i>	Contenedor	2	8. Sur de Guadarrama
<i>Celtis australis</i>	Contenedor	2	-
<i>Acer monspessulanum</i>	Contenedor	2	-

Para la realización de este apartado, se ha consultado la información disponible en la sección “*Recursos genéticos forestales y control de comercio*” que incluye la página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico”. Esta sección recoge información sobre la procedencia de especies forestales en España, así como características del material forestal de reproducción (MFR).

Según lo comentado anteriormente, es necesario garantizar la calidad de la planta desde diferentes puntos de vista, por un lado, se deberá disponer del documento del proveedor del material forestal regulado por el *RD 289/2003, de 7 de marzo*, así como el pasaporte fitosanitario del material forestal que se va a utilizar.

Además, para garantizar el correcto arraigo y desarrollo del bosque corporativo, las plántulas deberán presentar las siguientes características físicas:

- Ausencia de signos que demuestren una carencia nutricional, déficit hídrico o enfermedades. Para ello será necesario comprobar que las plántulas no presenten daños o anomalías en cuanto a coloración o enmohecimiento.
- Deberán presentar un correcto equilibrio entre la parte aérea y radical, sin presencia de tallos curvados o múltiples, y con un diámetro de raíz suficiente que aumente la capacidad de supervivencia de las plantas.

- Al utilizar plantas en contenedor, es necesario que este contenga un sustrato de buena calidad y con cierta humedad en el momento de realizar la tarea de implantación vegetal. Además, todos ellos tendrán una capacidad mínima de 200 cc.

1.2.2. Necesidades de planta

En este apartado se detalla la cantidad de unidades de cada especie que será necesaria para la realización de este proyecto. Es posible que durante el proceso de transporte o de plantación las plántulas sufran algún daño, para prevenir este riesgo y asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo, se considera necesario aumentar un 5% el número de unidades de cada especie.

Así pues, teniendo en cuenta que la superficie de la parcela donde se va a realizar el proyecto es de 1,36 hectáreas, y que la densidad establecida para la plantación es de 1.100 pies/hectárea, se obtiene un total de 1.496 (1.570 → +5%) unidades distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 2. Necesidades de planta.

Especie	Porcentaje (%)	Uds. (+ 5 %)
<i>Quercus ilex</i>	30	471
<i>Quercus faginea</i>	30	471
<i>Celtis australis</i>	20	314
<i>Acer monspessulanum</i>	20	314

Con la aplicación de estos porcentajes se busca instaurar una masa forestal que combine diferentes factores, por un lado, la elección de las especies del género *Quercus* garantiza una mayor capacidad de supervivencia y adaptación al medio, se trata de especies pertenecientes a la vegetación potencial de la zona y forman parte del ecosistema local, promoviendo de esta forma la conservación de la biodiversidad a nivel local y regional.

De esta forma se busca asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo durante un período mínimo de permanencia de 30 años, además, estas especies poseen un alto valor cultural en la región y aumentarán el interés de la población local por el desarrollo de este proyecto, mejorando su sentimiento de arraigo y pertenencia a Guadalix de la Sierra.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la parcela es de uso urbano y se encuentra ubicada en plena zona residencial, se ha considerado apropiada la utilización de *Acer monspessulanum* y *Celtis australis* a una intensidad del 40%. Especies que, como se comprobó en el estudio de alternativas, aparte de tener importante valor ornamental y atractivo estético, cuentan con una elevada capacidad de absorción de CO₂, hecho fundamental que contribuirá a la consecución del objetivo principal del proyecto, la fijación de CO₂.

1.2.3. Vivero

Para establecer qué vivero suministrará las plantas para el proyecto, es importante considerar algunos aspectos clave como la distancia a la que se encuentre y la reputación o experiencia en proyectos de características similares.

La utilización de un vivero cercano contribuye a reducir los costos y el tiempo de transporte de las plantas, optimizando el presupuesto y minimizando el estrés de estas durante el traslado. Además, aumentan las probabilidades de éxito en su establecimiento ya que están mejor adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la región.

Así pues, se ha considerado el vivero “El Mirador” como el más adecuado para el suministro de las plantas, ya que se encuentra ubicado en la cercana localidad de Soto del Real, a escasos 10 km de la zona de proyecto, y está especializado en producción de plantas mediterráneas y autóctonas, así como en una amplia variedad de especies ornamentales.

1.2.4. Transporte

El transporte de plantas desde el vivero hasta el lugar de plantación es un proceso crucial para garantizar el éxito del proyecto, así pues, se ha considerado necesaria la planificación previa de este proceso.

En primer lugar, se coordinará con el vivero la fecha y hora de recogida de las plantas para tratar de asegurar unas condiciones adecuadas de temperatura y humedad, evitando los períodos de calor extremo o sequía.

Durante el transporte, es esencial manejar las plantas con cuidado para evitar daños en las raíces, tallos y hojas. Para ello las plantas se servirán en bandejas de 30 x 48,5 cm formadas por 40 alveolos de 220 cc, y serán protegidas mediante cajas tapadas de 30 x 50 cm de dimensión.

Será necesario el transporte de 1.570 plantas, lo que supone un total de 40 bandejas en total, cantidad pequeña y que debido a la cercanía del vivero con la parcela podrá realizarse en un único viaje mediante la utilización de un vehículo ligero. Sin embargo, si se considera necesario y debido a la cercanía del vivero, podrá realizarse el transporte de manera escalonada para garantizar las perfectas condiciones de la planta.

Para la correcta realización de este proceso se estiman 2 horas de jornada laboral de un conductor y un peón.

1.2.5. Época de plantación

Para asegurar el correcto arraigo y supervivencia de las plántulas es fundamental evitar el período de heladas, que presenta condiciones climáticas adversas que pueden causar graves daños a las plántulas.

Como se ha comprobado en el estudio climático, Guadalix de la Sierra sufre un período de heladas comprendido entre finales de noviembre y febrero, de esta forma, estos meses no se consideran aptos para la realización de este proceso y se eliminan de la posible época de plantación.

Otro factor a tener en cuenta para la realización de esta labor es que las plantas deben estar en período de parada vegetativa, de esta forma, al tener una menor actividad de crecimiento requieren menor demanda de energía y agua, lo que reduce el estrés durante el trasplante y fortalece su sistema radicular, aumentando las posibilidades de supervivencia de las plántulas.

Así pues, para tratar de evitar los posibles riesgos mencionados, se determina que octubre es el mejor mes para realizar la labor de plantación.

1.2.6. Herramienta

El proceso de plantación se realizará manualmente mediante la utilización de una azada.

1.2.7. Distribución de la planta

Como se ha comentado anteriormente, se considera suficiente un único viaje para transportar el material forestal. Las plantas estarán introducidas en cajas para mantener unas condiciones apropiadas de humedad y temperatura.

Por otro lado, al tratarse de una superficie pequeña, el proceso de distribución no presenta graves dificultades y comenzará a primera hora de la mañana con condiciones climáticas apropiadas para asegurar su correcta realización en tiempo y calidad.

1.2.8. Implantación vegetal

Al tratarse de una superficie pequeña y tratando de aumentar el interés de la población local en este tipo de proyectos, se ha determinado que el mejor método para realizar este proceso sea manual, de esta forma los operarios irán introduciendo la planta en los hoyos previamente hechos al tresbolillo.

Para la correcta realización de este proceso, el operario se ayudará de una azada para extraer parte de la tierra del hoyo, después extraerá con cuidado la planta del alveolo,

e irá depositando cada una de ellas en los respectivos hoyos, de tal forma que el cepellón quede enterrado con suficiente profundidad.

Después de introducir la planta verticalmente en el hoyo, es importante compactar la tierra con la ayuda de la azada para reducir el volumen de espacios de aire en el suelo y mejorar la estabilidad de la planta.

Para mejorar la retención de agua y promover su absorción por las raíces, el operario hará un alcorque de forma ligeramente cóncava alrededor de cada una de las plántulas mediante la utilización de una azada. Es necesario que el alcorque cuente con una profundidad mínima de 15 cm.

Para promover el crecimiento saludable de las plántulas, paralelo a la labor de plantación se realizará la colocación de tubos protectores. De esta forma, se colocará uno en cada planta introducida con el fin de aportar estabilidad, protegerlas frente a animales herbívoros como conejos o ganado y generar un microclima favorable para su crecimiento.

Finalmente, se realizará un primer riego de asentamiento que garantice unas condiciones favorables de humedad. Para evitar la evaporación excesiva del agua de riego se cubrirá ligeramente la capa superficial del alcorque para que ayude a mantener la humedad.

1.2.9. Rendimientos

Según Serrada (2000), el rendimiento de plantación manual mediante el uso de plantas en contenedor es de 150 plantas por jornal. Siguiendo este razonamiento, y teniendo en cuenta que la superficie de la parcela donde se va a realizar el proyecto es de 1,36 ha y la densidad de plantación elegida es de 1.100 plantas por hectárea, el número de plantas a introducir en la parcela es de 1.496.

De este modo, serán necesarios 9,97 (10) jornales de 8 horas para la realización de la tarea de plantación en la totalidad de la parcela.

1.3. Trabajos complementarios

1.3.1. Colocación de protectores

Esta labor se realizará de forma simultánea a la tarea de plantación, los protectores serán colocados alrededor de cada una de las plántulas por los operarios, de tal forma que queden protegidas frente a posibles daños causados por animales o condiciones climáticas adversas.

Los tubos protectores seleccionados tendrán una altura suficiente de 60 cm y serán de material plástico, estos serán retirados cuando las plantas adquieran un porte suficiente para sobrevivir de manera independiente.

A su vez, se colocará también un tutor de acacia de 80 cm que confiera mayor estabilidad y firmeza en el desarrollo de las plántulas.

1.3.2. Riegos

En plantaciones ubicadas en regiones de clima mediterráneo, los riegos son esenciales debido a las características específicas de este tipo de clima, con veranos secos y calurosos donde las plantas pueden enfrentarse a condiciones de escasez hídrica.

Para asegurar la supervivencia de las plantas y garantizar así el éxito del proyecto se ha seleccionado el método de riego por alcorques mediante la utilización de camión cisterna, de esta forma se permite la realización de riegos de emergencia de forma sencilla e inmediata en función de las necesidades hídricas que presente la plantación.

A parte del primer aporte hídrico de asentamiento que se realizará tras la labor de plantación, durante los meses de verano (junio-septiembre) se realizarán 6 riegos a razón de 30 litros por alcorque y riego, con una separación entre ellos de aproximadamente 3 semanas.

De manera general, este proceso se realizará durante los dos primeros años tras la plantación, momento en el que se considera que la planta ya es capaz de mantener una autonomía hídrica al haber desarrollado correctamente el sistema radical. Aun así, dado que se debe asegurar el correcto desarrollo y supervivencia del bosque corporativo, esto podrá verse modificado en función de las necesidades que presente la plantación en ese momento.

Teniendo en cuenta los volúmenes de agua propuestos para cada una de las plantas, en cada uno de los riegos será necesaria la presencia de 4 camiones cisterna de 10.000 litros.

1.3.3. Reposición de marras

Para la realización de este proyecto se han seleccionado las alternativas y metodologías más favorables para asegurar el éxito de la plantación, de esta forma no se prevé un número de marras elevado y no se aceptará un porcentaje de mortalidad superior al 10 %.

De este modo, para asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo, se llevará a cabo una reposición de marras al año siguiente de la plantación, de tal forma que

puedan reponerse las plántulas muertas para lograr establecer una masa forestal resiliente en el tiempo. Este proceso podrá repetirse durante el segundo y tercer año de plantación en caso de que sea necesario para satisfacer las necesidades del proyecto.

1.3.4. Podas

Según Serrada (2000), este proceso consiste en la supresión de ramas de los árboles en pie, sean muertas o vivas, de forma artificial para conseguir diversos objetivos entre los que se pueden encontrar mejoras sanitarias, aprovechamientos o prevención de incendios.

El proceso de podas aún no se contempla y se irá evaluando en función de las necesidades de crecimiento que presente la plantación, asegurando de esta forma su correcto desarrollo y garantizando el máximo potencial de absorción de CO₂ del bosque corporativo.

Aun así, se plantea que puedan ser necesarias en ciertos árboles a partir de los 15 años para controlar su envergadura y desarrollo, de tal forma que se evite una densidad demasiado elevada que pueda generar riesgos de plagas o incendios en la plantación.

1.4. Resumen de los medios humanos, materiales y medios mecánicos

1.4.1. Medio humanos

A) Mercado de hoyos

Para la ejecución de esta tarea será necesaria la presencia de una cuadrilla formada por cuatro peones y un capataz, de tal forma que vayan marcando los hoyos con una estaca para facilitar la localización del hoyo en el momento de su apertura.

Rendimiento → 100 hoyos/hora.

Así pues, para la apertura de 1.496 hoyos se estiman 15 horas de trabajo, aproximadamente 2 jornales de 8 horas.

B) Implantación vegetal

Esta labor dará comienzo la primera semana de octubre, con la planta ya preparada en el vivero y en buenas condiciones de humedad y temperatura.

Estimando un rendimiento de implantación vegetal de forma manual de 150 plantas por jornal, y sabiendo que el número de plantas a introducir es de 1.496, serán necesarios 10 jornales de 8 horas para la realización de este proceso.

Así pues, esta labor será ejecutada por una cuadrilla de 10 obreros y un capataz en una jornada laboral.

C) Riegos

Se realizarán 6 riegos a razón de 30 litros por alcorque y riego con una separación entre de ellos de aproximadamente 3 semanas.

Teniendo en cuenta la presencia de 1.496 plantas en la parcela, y queriendo depositar 30 litros por alcorque y riego, serán necesarios 44.880 litros de agua en cada uno de los 6 riegos estivales.

Así pues, se utilizarán 4 camiones cisterna de 10.000 litros en cada uno de los riegos, que trabajarán de manera simultánea durante 1 jornal.

1.4.2. Medios mecánicos

A) Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Como se ha comentado previamente, mediante la utilización de este método, se espera un rendimiento aproximado de 65 hoyos/hora. Dada la necesidad de realizar 1.496 hoyos, se estiman 23 horas de trabajo, es decir, 2,9 (3) jornales de trabajo de 8 horas.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo V. Plan de ejecución

1. PLAN DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA	2
1.1. Bosque corporativo.....	2
1.1.1. Marcado de hoyos	2
1.1.2. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora	2
1.1.3. Implantación vegetal.....	2
1.1.4. Colocación de tubos protectores.....	2
2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS.....	3
2.1. Riegos.....	3
2.2. Reposición de marras.....	3
3. ESQUEMA DEL PLAN DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	3

1. PLAN DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

1.1. Bosque corporativo

1.1.1. Marcado de hoyos

Para la ejecución de esta tarea será necesaria la presencia de una cuadrilla formada por cuatro obreros y un capataz, de tal forma que vayan marcando los hoyos con una estaca para facilitar la localización del hoyo en el momento de su apertura.

Rendimiento → 100 hoyos/hora.

Así pues, para el marcaje de 1.496 hoyos se estiman 15 horas de trabajo que se distribuirán en dos días.

Comenzará el día 15 de mayo y se dará por concluida esta labor el día 16.

1.1.2. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Como se ha comentado previamente, mediante la utilización de este método, se espera un rendimiento aproximado de 65 hoyos/hora. Dada la necesidad de realizar 1.496 hoyos, se estiman 23 horas de trabajo, es decir, 2,9 (3) jornales de trabajo de 8 horas.

Esta tarea será ejecutada durante la última semana de mayo, con tiempo más que suficiente para favorecer un correcto asentamiento del suelo y mejorar su capacidad de captación y retención de agua, de esta forma se crearán unas condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas, facilitando el establecimiento de las raíces.

1.1.3. Implantación vegetal

Esta labor dará comienzo la primera semana de octubre, con la planta ya preparada en el vivero y en buenas condiciones de humedad y temperatura.

En primer lugar, será necesario el transporte del material forestal desde el vivero a la parcela donde se ubica el proyecto, para ello será necesario la mano de obra de un peón y un conductor, estimándose 2 horas de trabajo para la realización de esta tarea, que dará comienzo a primera hora de la mañana.

Estimando un rendimiento de implantación vegetal de forma manual de 150 plantas por jornal, y sabiendo que el número de plantas a introducir es de 1.496, serán necesarios 10 jornales de 8 horas para la realización de este proceso, que será realizado por una cuadrilla de 10 peones y un capataz.

1.1.4. Colocación de tubos protectores

Esta labor se realizará de forma paralela a la implantación vegetal, por lo que tendrá lugar durante la primera semana de octubre.

2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

2.1. Riegos

Para garantizar la supervivencia de las plantas durante la época de sequía estival, se realizarán 6 riegos a razón de 30 litros por alcorque y riego con una separación entre ellos de aproximadamente 3 semanas.

Esta labor dará comienzo aproximadamente durante la segunda semana de junio, cuando la escasez de precipitaciones comienza a ser notable, y se extenderá hasta el mes de septiembre.

De manera general, este proceso se realizará durante los dos primeros años tras la plantación, momento en el que se considera que la planta ya es capaz de mantener una autonomía hídrica al haber desarrollado correctamente el sistema radical.

Es necesario aclarar, que la frecuencia de riegos puede verse alterada en función de las necesidades que presenten las plántulas, pudiendo adelantarse o atrasarse si se considera necesario.

2.2. Reposición de marras

Para asegurar el correcto desarrollo del bosque corporativo, se llevará a cabo una reposición de marras al año siguiente de la plantación, de tal forma que puedan reponerse las plántulas muertas para lograr establecer una masa forestal resiliente en el tiempo.

Este proceso podrá repetirse durante el segundo y tercer año de plantación en caso de que sea necesario para satisfacer las necesidades del proyecto.

3. ESQUEMA DEL PLAN DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

A continuación, se muestra gráficamente mediante una tabla la distribución temporal de cada una de las etapas de ejecución y puesta en marcha del proyecto.

Tabla 1. Esquema de plan de ejecución y puesta en marcha del proyecto.

MES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MARCADO DE HOYOS																												
AHOYADO CON RETROEXCAVADORA																												
TRANSPORTE DEL																												

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VI. Legislación aplicable

1. LEGISLACIÓN FORESTAL	2
1.1. Normativa Comunitaria.....	2
1.2. Legislación nacional	2
1.2.1. Legislación recursos genéticos forestales.....	2
1.2.2. Legislación desertificación y restauración forestal	3
1.2.3. Legislación de impacto ambiental	3
1.2.4. Legislación proyectos de absorción	3
1.3. Legislación Comunidad de Madrid	3
2. LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	4
3. LEGISLACIÓN SOBRE REDACCIÓN DE PROYECTOS	4

1. LEGISLACIÓN FORESTAL

1.1. Normativa Comunitaria

La Unión Europea alberga un amplio marco normativo referente a temas de protección y conservación.

- Decisión 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, sobre el esfuerzo de los Estados Miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad.
- Directiva 2004/101/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kioto.
- Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva Hábitats).
- Directiva 1999/105/CE del Consejo del 22 de diciembre de 1999 sobre la comercialización de materiales forestales de reproducción.
- 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 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.
- Reglamento (UE) 2023/1115 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de mayo de 2023, relativo a la comercialización en el mercado de la unión y a la exportación desde la unión de determinadas materias primas y productos asociados a la deforestación y la degradación forestal, y por el que se deroga el reglamento (UE) 995/2010.

1.2. Legislación nacional

- Ley 43/2003 de Montes, modificada por la ley 21/2015, de 20 de julio.

1.2.1. Legislación recursos genéticos forestales

- Ley 30/2006, de 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos.

- Real Decreto 1220/2011, que modifica el RD 289/2003, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.
- Resolución de 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.
- Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.

1.2.2. Legislación desertificación y restauración forestal

- Orden ARM/2444/2008, de 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.
- Instrumento de ratificación del Convenio de las Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación, 1994, hecho en París el 17 de junio de 1994 (BOE nº 36, de 11 de febrero de 1994).

1.2.3. Legislación de impacto ambiental

- Ley 21/2013 del 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

1.2.4. Legislación proyectos de absorción

- Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.
- Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.
- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
- Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Ley 1/2023, de 20 de febrero, de cooperación para el desarrollo sostenible y la solidaridad global.

1.3. Legislación Comunidad de Madrid

- Orden 720/2023, de 13 de marzo, de la consejería de medio ambiente, vivienda y agricultura, por la que se amplía la relación de material forestal de reproducción de la categoría cualificado en la Comunidad de Madrid.

- Orden 178/2023, de 27 de enero, de la consejería de medio ambiente, vivienda y agricultura de la Comunidad de Madrid, por la que se crea la sección de biodiversidad del consejo de medio ambiente de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 6/2018, de 6 de febrero, del consejo de gobierno, por el que se crea la comisión interdepartamental de cambio climático de la Comunidad de Madrid.
- Orden 1823/2021, de 10 de diciembre, de la consejería de medio ambiente, vivienda y agricultura, por la que se aprueban las bases reguladoras para la concesión de ayudas contempladas en el plan de impulso al medio ambiente (PIMA) cambio climático.
- Orden 720/2023, de 13 de marzo, de la consejería de medio ambiente, vivienda y agricultura, por la que se amplía la relación de materiales de base para la producción de material forestal de reproducción de la categoría cualificado en la Comunidad de Madrid.

2. LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

- Real-Decreto 2/5015 del 23 de octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores aprobado y publicado en el Boletín Oficial del Estado el 10 de marzo de 1980.
- Ley 31/1995 del 8 de noviembre de 1995 por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real-Decreto 485/1997 del 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el 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 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real-Decreto 487/1997 del 14 de abril sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Artículos 40 y 43 de la Constitución Española de 1978 que reconoce el derecho al trabajo, a la salud y a la integridad física y encomienda a los poderes públicos velar por la seguridad e higiene en el trabajo.

3. LEGISLACIÓN SOBRE REDACCIÓN DE PROYECTOS

- Orden Circular 2/1986. Normas para la redacción de proyectos básicos.

- Orden Circular 1/2004. Normas para la redacción de la propuesta de modificación de contratos de obra.
- Orden Circular 2/2004. Tramitación de la recepción y certificación final de las Obras.
- Resolución Circular 3/2006. Sobre medidas a adoptar en materia de seguridad en el uso de instalaciones y medios auxiliares de obra.
- Norma UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Norma ISO 21500 de 2013. Directrices para la Dirección y Gestión de Proyectos.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VII. Cálculo de absorciones de CO₂

1. CONTEXTUALIZACIÓN	2
2. TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS DE ABSORCIÓN DE CO₂.....	2
2.1. Proyecto de absorción.....	2
2.2. Tipologías de proyectos	2
2.2.1. Tipo A	2
2.2.2. Tipo B	3
2.3. Requisitos	3
3. CÁLCULO DE LAS ABSORCIONES DE CO₂	4
3.1. Cálculo ex ante	4
3.1.1. Calculadora de absorciones del Ministerio.....	4
4. RESULTADO	7

1. CONTEXTUALIZACIÓN

En este documento se procede a explicar el proceso de registro y seguimiento de esta tipología de proyectos de absorción de CO₂, así como la metodología de cálculo de las absorciones de dióxido de carbono a través de las herramientas facilitadas por el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico.

Para ello se utilizará como base el documento “*Guía de proyectos forestales de absorción de CO₂*” que se encuentra disponible en la página web de este Ministerio.

2. TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS DE ABSORCIÓN DE CO₂

2.1. Proyecto de absorción

En el contexto del Registro, se denomina proyecto de absorción a aquel proyecto llevado a cabo en el país y que da lugar a la captura de CO₂ atmosférico a través de la absorción por parte de las plantas durante la fotosíntesis. Esta fijación de CO₂ ayuda a disminuir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, contribuyendo así a mitigar los efectos del cambio climático.

2.2. Tipologías de proyectos

Actualmente, se pueden identificar dos categorías de proyectos para su posterior registro en el MITERD:

2.2.1. Tipo A

Tal y como se describe en el documento “*Guía de proyectos forestales de absorción de CO₂*”, la tipología A corresponde a repoblaciones forestales con cambio de uso de suelo. Significándose esto, la transformación de una superficie en la que no ha habido un bosque durante un período mínimo de 22 años (31 de diciembre de 1989), a un bosque.

Definiéndose bosque en el marco del Registro, como aquella masa boscosa con las siguientes características:

- Superficie mínima → 1 hectárea.
- Cubierta mínima en copas de los árboles maduros: 20 %.
- Altura potencial de los árboles: 3 m en madurez.

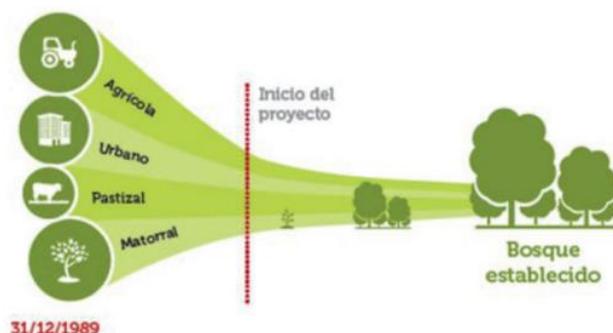


Figura 1. Proyectos forestales de absorción tipo A. Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y Oficina Española de Cambio Climático (OECC), 2018).

2.2.2. Tipo B

Tal y como se describe en el documento “*Guía de proyectos forestales de absorción de CO₂*”, la tipología B corresponde con aquellas actuaciones llevadas a cabo en territorios forestales incendiados, cuya finalidad es el establecimiento de la masa forestal existente.



Figura 2. Proyectos forestales de absorción tipo B. Fuente: (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y Oficina Española de Cambio Climático (OECC), 2018)

2.3. Requisitos

Los proyectos de absorción que se inscriban en el Registro Huella del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico deberán satisfacer los requisitos que se detallan a continuación:

- La parcela debe estar situada en territorio nacional, con una superficie mínima de 1 hectárea.
- Los árboles en madurez deben tener una cubierta mínima en copas del 20% y una altura potencial de 3 metros.
- Debe darse una conversión en el uso del suelo, de agrícola o urbano a forestal. Para ello será necesario detallar las referencias catastrales de las parcelas objeto de proyecto.
- El promotor debe comprometerse a garantizar la perduración de la masa forestal durante un período mínimo de 30 años.

- La puesta en marcha del proyecto debe ser posterior a la campaña de plantación 2012-2013. Coincidiendo esta fecha con el punto de partida del segundo período de compromiso del Protocolo de Kioto.
- Deben excluirse aquellos árboles forestales de cultivo de ciclo corto, cuya duración se prolonga como máximo 8 años.
- Debe presentarse un plan de gestión que garantice el éxito de la actuación, estableciéndose un cronograma de actuaciones a realizar en el proyecto.
- Se inscribirán las absorciones de CO₂ generadas en el proyecto y calculadas mediante las metodologías que facilita el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, de forma que estas puedan ser verificadas.

3. CÁLCULO DE LAS ABSORCIONES DE CO₂

Con el fin de registrar los proyectos de absorción de manera adecuada, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha desarrollado un método simplificado de cálculo. Este método ofrece estimaciones para todas las especies de árboles en España.

Se requiere el uso de esta metodología para calcular las absorciones de los proyectos registrados, según lo establecido por dicho Ministerio.

Existen dos tipos de cálculos:

- **Cálculo ex ante:** proyecciones futuras basadas en estimaciones del crecimiento de las especies durante el período de duración del proyecto. Estas estimaciones proporcionan una visión previa de las absorciones que se espera que genere el proyecto.
- **Cálculo ex post:** son aquellos basados en datos reales de la masa forestal en un momento específico, así pues, proporcionan información más precisa y realista sobre las capturas de carbono del proyecto.

De esta forma, junto con la inscripción del proyecto se registra también el cálculo ex ante, mientras que el cálculo ex post tendrá lugar cuando la masa forestal se haya desarrollado y se tengan datos más realistas.

3.1. Cálculo ex ante

Mediante la utilización de una hoja de cálculo "Excel" se realizan de manera sencilla los cálculos relacionados con las absorciones de CO₂ esperadas en el proyecto.

3.1.1. Calculadora de absorciones del Ministerio

Será necesario cumplimentar las pestañas 1 y 2, correspondientes a los datos generales del proyecto y a la estimación de absorción total respectivamente.

Posteriormente, se obtendrán en la pestaña 3 los resultados de absorciones de manera automática y en base a los factores de emisión presentes en la pestaña 4, clasificados en función de la especie vegetal y el período de permanencia del proyecto.

- Pestaña 1

En este apartado se introducirán los datos generales del proyecto:

- Nombre del promotor.
- C.I.F. / N.I.F del promotor.
- Nombre del proyecto.
- Provincia y localidad donde se ubica el proyecto.
- Período de permanencia (igual o superior a 30 años).
- Año inicial.
- Referencia catastral y superficie de la parcela.

Se muestran a continuación los datos iniciales del proyecto.

Parcela	Referencia catastral ²	Sup. parcela ³	Sup. plantación ⁴
Parcela 1	0544911VL4104S0001XX	0,70 ha	0,70 ha
Parcela 2	0544908VL4104S0001XX	0,66 ha	0,66 ha
Parcela 3		ha	ha
Parcela 4		ha	ha
Superficie de plantación total (superficie del proyecto)			1,36 ha

Figura 3. Introducción de los datos generales del proyecto de absorción a través de la calculadora del MITERD.

- Pestaña 2

En este apartado se introducirán los siguientes datos para el cálculo de las absorciones de CO₂:

- Especies vegetales seleccionadas.
- Año en que se planta cada una de ellas.
- Número de pies introducidos de cada especie.

2. CÁLCULO DE ABSORCIONES DE CO₂

Se distinguen dos metodologías de cálculo en función del tipo de repoblación realizada. En los casos en que el fin de la repoblación no sea productivo o bien, que el turno de corta previsto sea superior al periodo de permanencia, se escogerá la **Opción A** (Repoblaciones sin aprovechamiento maderero o de aprovechamiento no intensivo). Por otro lado, en caso de tratarse de repoblaciones de aprovechamiento intensivo cuyo turno de corta sea inferior al periodo de permanencia, se escogerá la **Opción B** (Repoblaciones de aprovechamiento intensivo, cortas a hecho).

Opción A: Repoblaciones sin aprovechamiento maderero o de aprovechamiento no intensivo.

Periodo de permanencia del proyecto: 30 años Superficie de plantación OPCIÓN A: 1,36 ha

Especie	Año plant. ¹	Nº pies objetivo ²	Absorciones	
			Unitarias por sp. (t CO ₂)	Total (t CO ₂)
<i>Quercus ilex</i>	2023	449	0,072	32,39
<i>Quercus faginea</i>	2023	449	0,098	43,80
<i>Celtis australis</i>	2023	299	1,006	300,93
<i>Acer spp.</i>	2023	299	0,225	67,17

Las absorciones aquí indicadas se corresponden con la estimación de las absorciones que se espera obtener desde el año en que se produce la plantación hasta el término de periodo de permanencia.

Absorciones OPCIÓN A	444,28 t CO ₂
	326,68 t CO ₂ /ha

1. Datos generales proyecto **2. Estimación absorción total** 3. Absorciones Disponibles 4. Factores de absorción ...

Figura 4. Introducción de los datos específicos de la masa forestal para el cálculo de las absorciones de CO₂.

- Pestaña 3

Esta pestaña muestra los resultados en función de los datos introducidos anteriormente.

La fórmula que utiliza la herramienta para el cálculo de las absorciones ex ante de CO₂ es la siguiente:

$$\Delta C_{pie} = \Delta C_{BV} = \Delta C_{CRECIMIENTO} = \sum [Vn_{CC} \cdot FC \cdot FEB \cdot D \cdot (1 + R)]$$

Donde:

- $n \rightarrow$ nº de años (edad del ejemplar).
- $Vn_{cc} \rightarrow$ volumen maderable con corteza según la especie para el año n, en m³.
- $FC \rightarrow$ fracción de carbono de la materia seca, en t C/ t m.s.
- $FEB \rightarrow$ factor de expansión de biomasa para convertir el incremento neto anual (incluida la corteza) en incremento de biomasa arbórea sobre el suelo, sin dimensiones.
- $D \rightarrow$ densidad madera básica, en t m.s. / m³.
- $R \rightarrow$ relación raíz-vástago, sin dimensiones.

Tanto la fórmula anteriormente mostrada como la definición de cada uno de los parámetros que incluye, han sido extraídos del documento "Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono" presente en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

A continuación, se muestran las absorciones esperadas en el proyecto de absorción:

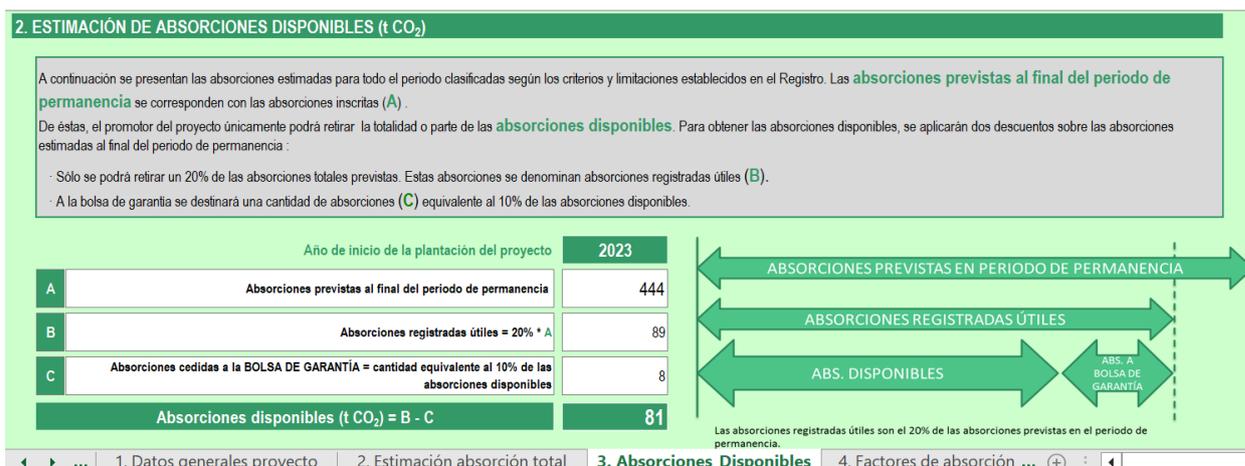


Figura 5. Absorciones de CO₂ esperadas para el proyecto del Bosque Corporativo según el cálculo ex ante.

4. RESULTADO

Tras la realización de los cálculos pertinentes a través de la metodología establecida por el MITERD para la correcta inscripción del proyecto en el Registro Huella de Proyectos de Absorción, se prevén unas absorciones de 444 toneladas de CO₂.

De estas, el promotor ALD Automotive, solamente podrá retirar la totalidad o parte de las absorciones disponibles (B – C) antes de que finalice el período de permanencia.

- Absorciones útiles (B) → 20 % del total de absorciones previstas cuando finalice el período de permanencia.
- Absorciones cedidas a la bolsa de garantía (C) → 10 % de las absorciones disponibles.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo VIII. Justificación de precios

1. PRECIOS UNITARIOS	2
1.1. Mano de obra	2
1.2. Maquinaria	2
1.3. Materiales	2
2. CUADRO DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DESCOMPUESTAS	3
CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO	3
CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA	4
CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL.....	6

1. PRECIOS UNITARIOS

Para la realización de este apartado se consultarán las Tarifas TRAGSA, actualizadas para 2023 y tarifas Forestales de Navarra y Extremadura.

1.1. Mano de obra

Se especifican a continuación los precios simples de la mano de obra que se utilizará para la realización de este proyecto, teniendo en cuenta que los jornales son de 8 horas, con 7 horas y medias aprovechables.

Tabla 1. Coste horario de la mano de obra.

Mano de obra	Precio unitario (€/h)
Jefe de cuadrilla R.G.	26,00
Peón forestal R.G.	20,00
Peón	10,76
Capataz	14,16

1.2. Maquinaria

Se especifican a continuación los precios simples de la maquinaria a utilizar durante la realización de este proyecto.

Tabla 2. Coste horario de la maquinaria.

Maquinaria	Precio unitario (€/h)
Retroexcavadora ruedas hidráulico 101/130 CV	60,28
Vehículo todoterreno 71-85 CV c/remolque	10,27
Cisterna 10.000l	49,69

1.3. Materiales

Se especifican a continuación los precios simples de los materiales a utilizar durante la realización de este proyecto.

Es necesario aclarar, que el precio unitario de la planta ya incluye el transporte desde el vivero hasta la parcela del proyecto.

Tabla 3. Coste de los materiales de obra.

Material	Precio unitario
Quercus ilex 1-2 savias cont. 300 cm ³ , con categoría MFR, en vivero	0,38 €/ud
Quercus faginea 1-2 savias cont. 300 cm ³ , con categoría MFR, en vivero	0,38 €/ud
Celtis australis Alv. 300 cc 1+0 h 20/+	1,02 €/ud
Acer monspessulanum Alv 300 cc 1+0 h 15/+	1,02 €/ud
Tutor de acacia 0,80 m	0,42 €/ud.
Puesta de Tubo protector 0,6 m (p.o)	0,85 €/ud.
Retirada de Tubo protector 0,6 m (p.o)	0,85 €/ud.
Agua (p.o)	0,73 €/m ³

2. CUADRO DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DESCOMPUESTAS

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 4. Cuadro de precios descompuestos del Capítulo I

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1	F01151		ud	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto o tránsito y pendiente inferior o igual al 30%.			
		0,020	h	Retroexcavadora oruga hidráulica 71/100 CV	57.46	1,15	
		3,000	%	Costes indirectos	1,15	0,03	
					Total partida	1,18	

CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 5. Cuadro de precios descompuestos del Capítulo II.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1	F02140	Mil	ud	Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor			
	O01007	1,164	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	101,79	
	O01009	0,166	h	Peón forestal	17,77	751,26	
	Total partida						853,05
2.2	F02149		ud	Retirada de tubo protector, altura > 60 cm			
	O01007	1,164	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	101,79	
	O01009	0,166	h	Peón forestal	17,77	751,26	
	Total partida						853,05
2.3.	F02077		ud	Trasporte y 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%.			
	O01007	1,164	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	23,01	
	O01009	0,166	h	Peón forestal	19,77	3,56	
	Total partida						26,57

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.4	F02121	Mil	Mil	Plantación manual de un millar de plantas en bandeja con envase rígido o termoformado con capacidad > 250 cm ³ en suelo preparado mecánicamente. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo.			
	O01007	3,24	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	488,32	
	O01009	22,677	h	Peón forestal	17,77	69,43	
	Total partida						517,75
2.5	F02143		Mil	Realización de alcorque			
	O01007	3,563	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	493,02	
	O01009	24,938	h	Peón forestal	19,77	76,36	
	Total partida						569,38

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.6	P08041	1	Ud	Quercus ilex 1-2 savias cont. 300 cm ³ , con categoría MFR, en vivero	0,38	471	178,98
	P08040	1	Ud	Quercus faginea 1-2 savias cont. 300 cm ³ , con categoría MFR, en vivero	0,38	471	178,98
	P08039	1	Ud	Celtis australis Alv. 300 cc 1+0 h 20/+	1,02	314	320,28
	P08034	1	Ud	Acer monspessulanum Alv 300 cc 1+0 h 15/+	1,02	314	320,28
Total partida						998,52	

CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 6. Cuadro de precios descompuestos del Capítulo III.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
5.1.	NZ1R PO02 0		ud	Riego de planta forestal de 3NI0I			
	O002	0,0010	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,02	
	MA01 8	0,0110	h	Camión cisterna agua 131/160 CV cisterna 10.000l	43,92	0,48	
	P0105 09	0,0300	m3	Agua (p.o.)	0,73	0,02	
	%001	1,000	%	Costes indirectos considerados para trabajos forestales y medioambientales	1,00	0,01	

		3,000	%	Costes indirectos	0,53	0,02	
					Total partida	0,55	

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo IX. Estudio básico seguridad y salud

1.	ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES	2
1.1.	Objeto del estudio.....	2
1.2.	Proyecto de referencia	2
1.3.	Emplazamiento del proyecto	2
1.4.	Servicios sanitarios.....	2
1.4.1.	Centros sanitarios.....	3
2.	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES.....	3
3.	IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y SU PREVENCIÓN	3
3.1.	Equipos de protección individual.....	3
3.2.	Protecciones colectivas	4
3.3.	Riesgos profesionales	4
4.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR	5
5.	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	5
6.	FORMACIÓN	5
7.	SERVICIOS COMUNES	6
8.	LIBRO DE INCIDENCIAS	6
10.	PRESUPUESTO	7

1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES

1.1. Objeto del estudio

El objetivo principal de este proyecto es llevar a cabo las obras de manera segura, enfocándose en los siguientes aspectos:

1. Identificar y abordar los riesgos: Se realizará un análisis exhaustivo para identificar tanto los posibles riesgos como aquellos que pueden ser evitados. Además, se establecerán medidas técnicas adecuadas para mitigar dichos riesgos.
2. Reducir los accidentes laborales: Se buscará disminuir la frecuencia de los accidentes de trabajo mediante la implementación de medidas preventivas y el cumplimiento de estándares de seguridad.
3. Establecer procedimientos seguros: Se desarrollarán procedimientos detallados que permitan llevar a cabo las obras propuestas de manera segura. Estos procedimientos incluirán instrucciones claras y específicas para garantizar la seguridad en cada etapa de la ejecución de las obras.
4. Responsabilidad y formación del personal: Se aclararán las responsabilidades del personal de la obra en materia de seguridad. Además, se proporcionará capacitación adecuada a los trabajadores, en caso de ser necesario, para garantizar su conocimiento y cumplimiento de las prácticas seguras en el lugar de trabajo.

1.2. Proyecto de referencia

El Proyecto al que se refiere el siguiente estudio es: "Proyecto de desarrollo de un Bosque Corporativo para absorción de CO₂ en 1,5 hectáreas de zona urbana en el término municipal de Guadalix de la Sierra (Madrid).

1.3. Emplazamiento del proyecto

La descripción detallada del lugar donde se ubica el proyecto está incluida en la memoria y planos de este documento.

1.4. Servicios sanitarios

Los lugares de trabajo deben contar con el equipo adecuado para proporcionar primeros auxilios en caso de accidente. Este equipo debe ser suficiente en cantidad y características, adaptado según el número de trabajadores, los riesgos a los que están expuestos y la accesibilidad al centro médico más cercano.

Es fundamental que el material de primeros auxilios esté ubicado en un lugar visible y accesible para poder ser desplazado rápidamente al lugar del accidente, en caso de ser necesario.

En cuanto a los locales de primeros auxilios, estos deben contar, como mínimo, con un botiquín, una camilla y una fuente de agua potable. Tanto el local como el equipo en su interior deben estar debidamente señalizados, incluyendo la dirección y el teléfono de los centros de

asistencia asignados en caso de urgencia. Esto garantizará un transporte rápido y una atención adecuada a los posibles afectados en caso de accidente.

1.4.1. Centros sanitarios

El Centro de Salud Guadalix de la Sierra es el centro de atención primaria ubicado dentro del municipio, proporciona servicios médicos generales y de atención primaria a los residentes de la zona.

Por otro lado, el Hospital Infanta Sofía es un hospital público situado a 15 kilómetros de la zona donde se ubica el proyecto y ofrece servicios de atención médica especializada.

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES

Las normas que son de aplicación para esta tipología de proyectos son las siguientes:

- Constitución Española, artículo 40.2, del 6 de diciembre de 1978.
- Real Decreto 773/1997 del 30 de mayo sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 486/1997 del 14 de abril sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 del 18 de julio sobre la Utilización de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 del 14 de abril de señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 39/1997 del 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

Dentro de este proyecto, el puesto de trabajo que presenta mayor riesgo de sufrir un accidente laboral es el de Peón Especialista Forestal. Este trabajador será responsable de llevar a cabo tareas como la preparación del terreno, la plantación de árboles y la instalación de protectores según lo establecido en el proyecto.

3.1. Equipos de protección individual

Para prevenir los posibles riesgos asociados a los trabajos en campo, será necesario que los trabajadores dispongan de un equipo de protección individual (EPI). Se compone por lo siguiente:

- Casco de seguridad: Para proteger la cabeza contra posibles impactos de objetos o ramas que puedan caer.
- Gafas de seguridad: Para proteger los ojos contra partículas voladoras, ramas u otros objetos que puedan causar lesiones o irritación.
- Guantes de protección: Para proteger las manos de posibles cortes, abrasiones o contacto con sustancias peligrosas.
- Calzado de seguridad: Botas o zapatos resistentes con puntera de acero para proteger los pies de caídas de objetos pesados, golpes o lesiones por objetos afilados.
- Ropa de protección: Ropa resistente, como pantalones y camisas de manga larga, para proteger la piel contra cortes, raspaduras, picaduras de insectos y la exposición a elementos naturales.
- Protección auditiva: En caso de trabajar en entornos ruidosos, se pueden necesitar tapones para los oídos o protectores auditivos para evitar daños en la audición.

3.2. Protecciones colectivas

Con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores se implementarán diversas señalizaciones y medidas de protección colectiva, que incluyen:

- Señalización de tráfico en los accesos a las áreas de trabajo para alertar a los conductores sobre la presencia de obras y la necesidad de precaución.
- Colocación de señales de seguridad que indiquen la existencia de obras en curso, para advertir a las personas sobre posibles riesgos y la necesidad de mantenerse alerta.
- Señalización que indique el uso obligatorio de cascos y/o auriculares, para garantizar la protección personal en áreas donde se requiera.
- Disponibilidad de extintores en áreas designadas para mantener la higiene y seguridad en caso de incendios u otras emergencias.
- Colocación de señales que indiquen acceso restringido en zonas peligrosas para evitar la entrada de personas no autorizadas.
- Instalación de vallas perimetrales en áreas de peligro para delimitar y prevenir el acceso no autorizado.
- Señalización para indicar la ubicación del botiquín de primeros auxilios, facilitando su localización rápida en caso de emergencias o necesidad de asistencia médica.
- Señalización que indique la obligatoriedad del uso de mascarillas, cumpliendo con las medidas de prevención y protección frente a riesgos sanitarios.

3.3. Riesgos profesionales

- Riesgos de caídas: Los trabajadores pueden estar expuestos a caídas desde alturas debido a la realización de tareas en andamios, estructuras elevadas o tejados.
- Riesgos de golpes y atrapamientos: Existe el riesgo de sufrir golpes por caída de objetos, golpes contra estructuras o maquinaria, así como el riesgo de atrapamiento en maquinaria o entre materiales.
- Riesgos eléctricos: Los trabajadores pueden enfrentar riesgos de electrocución debido a la manipulación de cables eléctricos o equipos energizados.
- Riesgos relacionados con maquinaria y herramientas: El uso de maquinaria pesada, herramientas eléctricas o herramientas manuales puede ocasionar lesiones si no se siguen las precauciones de seguridad adecuadas.

- Riesgos por exposición a sustancias peligrosas: Al trabajar con productos químicos, pinturas o materiales tóxicos, los trabajadores pueden enfrentar riesgos de inhalación, contacto cutáneo o ingestión de sustancias peligrosas.
- Riesgos ergonómicos: Movimientos repetitivos, posturas incómodas o levantamiento de cargas pesadas pueden causar lesiones musculoesqueléticas y trastornos relacionados con la ergonomía.
- Riesgos por condiciones ambientales adversas: Los trabajadores pueden estar expuestos a condiciones climáticas extremas, como calor intenso, frío, lluvia o vientos fuertes, que pueden afectar su salud y seguridad.
- Riesgos de accidentes de tráfico: Si se requiere desplazamiento de vehículos para llegar al lugar de trabajo, los trabajadores pueden estar expuestos a riesgos de accidentes de tráfico.

4. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes de iniciar las labores de trabajo en este proyecto, el promotor debe designar un Coordinador de Seguridad y Salud en caso de que participen más de una empresa o una empresa y trabajadores autónomos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la responsabilidad final recae en el promotor.

Además, el promotor debe informar a la autoridad competente antes de comenzar las obras. Se redactará un Anexo III según lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, que incluirá información como el tipo de obra, el proyectista, la fecha y duración de las obras, y el número estimado de trabajadores, entre otros detalles.

5. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Durante el desarrollo de la obra, se requerirá que el coordinador realice las siguientes responsabilidades:

- Coordinar las actividades en la obra para asegurar que el personal siga los principios de acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y cumpla con las actividades descritas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Supervisar la implementación de los principios generales de prevención y seguridad establecidos en el proyecto.
- Aprobar el Estudio Básico de Seguridad y Salud Laboral presentado por el contratista y, en caso de existir modificaciones, aprobar dichos cambios antes del inicio de los trabajos.
- Garantizar el cumplimiento de las medidas de protección y los métodos de trabajo establecidos.
- Tomar las medidas necesarias para prevenir el acceso a la obra por parte de personas no autorizadas.

En aquellos casos en los que no sea necesaria la designación de un coordinador, estas responsabilidades serán asumidas por la Dirección Facultativa.

6. FORMACIÓN

Antes de comenzar las obras, se proporcionará capacitación a todo el personal sobre los métodos de trabajo establecidos y los posibles riesgos asociados a ellos. Esta formación será específica para cada puesto ocupado por los trabajadores.

En caso de producirse cambios en los puestos de trabajo, se informará a los trabajadores afectados sobre los nuevos riesgos asociados a las nuevas actividades que deberán realizar. Asimismo, todos los trabajadores recibirán una formación adecuada sobre la señalización de seguridad y salud en las obras, incluyendo el significado de las señales y los comportamientos que deben adoptar en función de las mismas.

Además, se proporcionará formación en primeros auxilios a todos los trabajadores para que estén preparados en caso de que sea necesario brindar asistencia médica básica.

Es fundamental garantizar que todos los trabajadores estén debidamente capacitados en relación con los procedimientos de trabajo, los riesgos asociados, la señalización de seguridad y salud, así como los primeros auxilios. Esto contribuirá a crear un entorno laboral más seguro y proteger la salud y el bienestar de los trabajadores en la obra.

7. SERVICIOS COMUNES

En la zona de la obra, se dispondrán de servicios comunes que incluyen:

1. Local de atención médica de primeros auxilios, donde se ubicarán los botiquines y se brindará asistencia en caso de emergencias o lesiones.
2. Comedor equipado con aire acondicionado, proporcionando un espacio adecuado para que los trabajadores puedan tomar sus descansos y disfrutar de sus comidas en condiciones confortables.
3. Vestuarios con aire acondicionado, donde los trabajadores podrán cambiar su ropa de trabajo y guardar sus pertenencias de forma segura y cómoda.
4. Aseos adecuados y en número suficiente para garantizar las necesidades de higiene personal de los trabajadores durante su jornada laboral.

8. LIBRO DE INCIDENCIAS

En la zona de trabajo, se mantendrá un Libro de Incidencias con el objetivo de controlar y dar seguimiento al Plan de Seguridad y Salud. Este libro será proporcionado por el Colegio profesional al que esté afiliado el técnico responsable del Plan de Seguridad y Salud.

Es importante destacar que el Libro de Incidencias deberá estar siempre disponible en el área de la obra, permitiendo un acceso fácil y rápido para todos los involucrados en el proyecto.

9. SUSPENSION O PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Si el Coordinador de Seguridad y Salud detecta algún incumplimiento de las normas durante la ejecución de las obras, tomará nota de ello y registrará la incidencia en el Libro de Incidencias.

Se asegurará de documentar de manera adecuada y detallada el incumplimiento observado, proporcionando información sobre la fecha, hora, lugar y naturaleza de la infracción.

En caso de detectar de manera reiterada un incumplimiento de las normas de Seguridad y Salud, se contemplará la posibilidad de suspender o detener completamente los trabajos.

Estas medidas se tomarán para garantizar la protección de los trabajadores y evitar cualquier situación que pueda poner en peligro su seguridad o salud. La decisión de paralizar los trabajos o la obra será evaluada cuidadosamente, considerando el grado de riesgo y la gravedad de la situación.

10.PRESUPUESTO

Se estima en un 3 % del Presupuesto de Ejecución Material, siendo un total de 1.178,53 €.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo X. BIBLIOGRAFÍA

1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
2. SITIOS WEB	3
3. PROGRAMAS	3

1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2019). *Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono*.

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2019). *Instrucciones de uso de la calculadora de absorciones de CO₂ ex ante de las especies forestales arbóreas españolas del ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico*.

TARIFAS FORESTALES DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, DESARROLLO RURAL, POBLACIÓN Y TERRITORIO (2023). Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio. Dirección General de Política Forestal.

TARIFAS FORESTALES DE NAVARRA (2023). Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local.

GRUPO TRAGSA. (2023). *Tarifas TRAGSA*. Recuperada en junio de 2023 de TRAGSA: <http://tarifas.tragsa.es/prestowebisapi.dll?FunctionGo&id=323711&cod=Tragsa2023-1,0890&path=Tragsa2023W-Act-no-sujetas-Trgsa-Resto.cfg>.

Ruipérez, C. (2015). *Apuntes de edafología*. Ingeniería Forestal Y Del Medio Natural (E.T.S.I.I.A.A). Universidad de Valladolid. Palencia.

Garrido, F. (2018). *Apuntes de repoblaciones forestales*. Ingeniería Forestal Y Del Medio Natural (E.T.S.I.I.A.A). Universidad de Valladolid. Palencia.

Montes de la Comunidad de Madrid (2023). *Legislación en materia de montes en el Repertorio de Legislación Ambiental*.

SEDE ELECTRÓNICA DEL CATASTRO (2023). Visor cartográfico.

RIVAS MARTÍNEZ, S., GANDULLO GUTIÉRREZ, J. M., ALLUÉ ANDRADE, J. L., MONTERO DE BURGOS, J. L., & GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L. (1987). *Memoria del Mapa de series de vegetación de España 1:400.000*. Serie Técnica (p. 270).

SERRADA HIERRO, R. (1993). *Apuntes de repoblaciones forestales*. Fundación Conde del Valle de Salazar.

SERRADA, R. (2000). *Apuntes de repoblaciones forestales capítulo i: concepto y elección de especies*. FUCOVASA. Madrid.

SERRADA HIERRO, R. (2004). *La preparación del suelo en la repoblación forestal*. (Universidade de Santiago de Compostela, Ed.) (pp. 21-33 pp.). IBADER: Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (2012). *Prevención de los Riesgos relativos a las Obras de Construcción*.

ALÍA, R., ALBA, N., AGÚNDEZ, D., IGLESIAS, S. (COORD.) 2005. *Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción*. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384 pp.

ALLUÉ, J. L., (1990). *Atlas Fitoclimático de España*. Taxonomías. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2019). *Inventario español de especies terrestres*.

Oria de Rueda, J.A. (2019). *Apuntes de botánica forestal*. Ingeniería Forestal Y Del Medio Natural (E.T.S.I.I.A.A). Universidad de Valladolid. Palencia.

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2019). *Fichas de Descripción de las Regiones por especies y características del MFR*.

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2019). *Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción*.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (2018). *Ortofoto PNOA de Máxima Actualidad*. 1:50 000.

SERVICIO DE MAPAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID. *Mapa Litológico de la Comunidad de Madrid* (2019).

SERVICIO DE MAPAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID. *Mapa de asociaciones de suelos de la Comunidad de Madrid*. (2019)

2. SITIOS WEB

IBERPIX. Visor del Instituto Geográfico Nacional. ([Iberpix \(ign.es\)](https://iberpix.ign.es)) [Consulta el 23 de junio de 2023].

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. Centro Nacional de Información Geográfica. ([Inicio - Instituto Geográfico Nacional \(ign.es\)](https://www.ign.es)) [Consulta el 25 de junio de 2023].

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Sede electrónica con cifras oficiales de Población de los Municipios Españoles: Revisión del Padrón Municipal de Guadalix de la Sierra. ([Madrid: Población por municipios y sexo. \(2881\) \(ine.es\)](https://ine.es)). [Consulta el 3 de julio de 2023].

FORO CIUDAD. Información demográfica de Guadalix de la Sierra. ([Habitantes Guadalix de la Sierra 1900-2022 \(foro-ciudad.com\)](https://foro-ciudad.com)). [Consulta el 18 de junio de 2023].

3. PROGRAMAS

QGIS (Nº de versión 3.28.0). (2022). Windows. QGIS.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de desarrollo de bosque corporativo
para absorción de CO₂ en 1,5 ha de zona
urbana en el término municipal de Guadalix
de la Sierra (Madrid)**

Documento 2. Planos

Alumno/a: Alejandro García Arranz

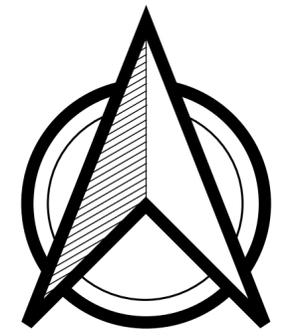
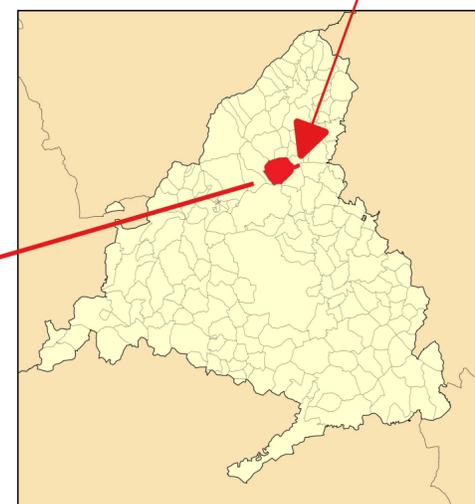
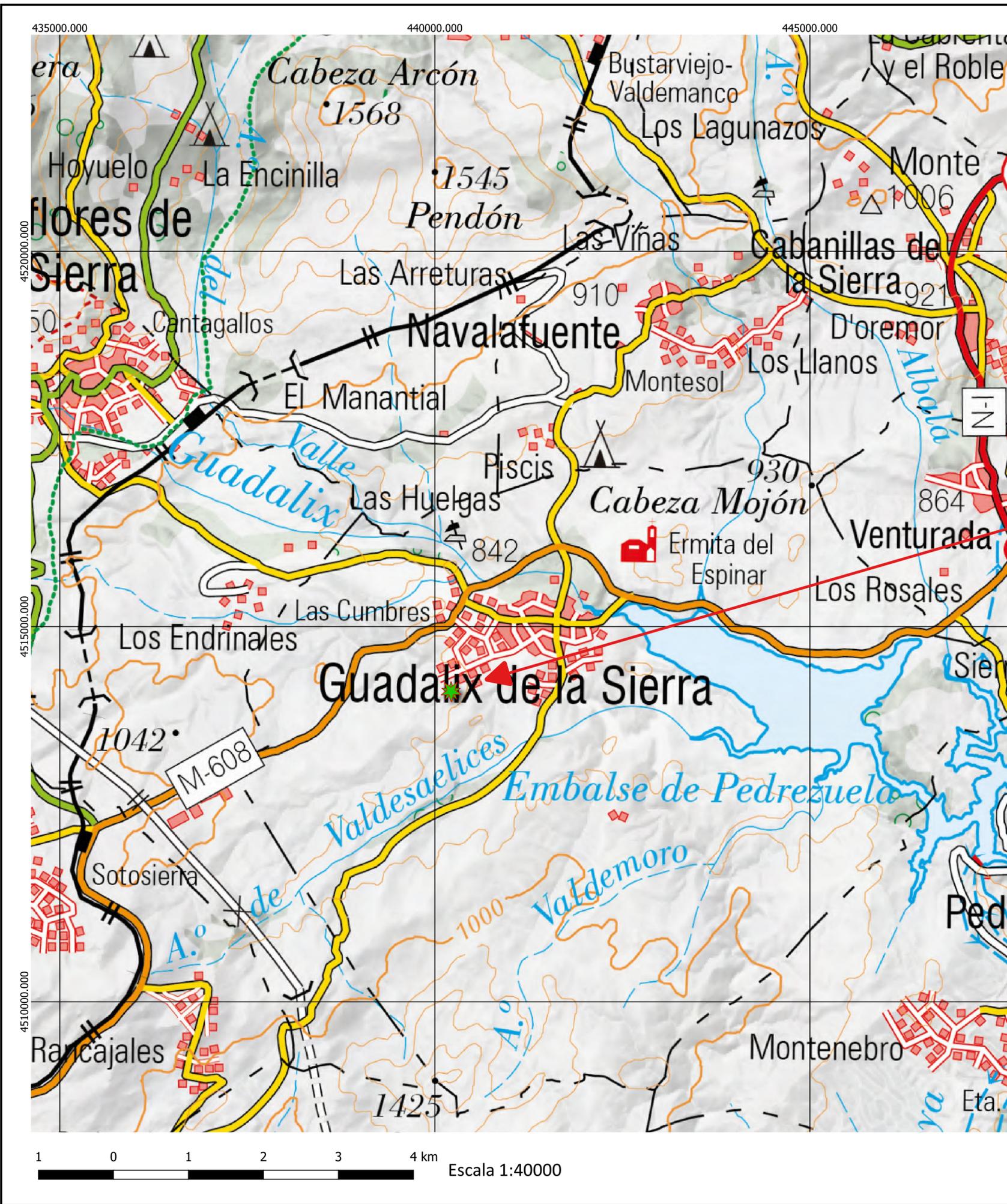
Tutor/a: Carlos del Peso Taranco

Julio de 2023

ÍNDICE GENERAL DOCUMENTO 2. PLANOS

- 1. PLANO Nº 1. LOCALIZACIÓN**
- 2. PLANO Nº 2. SITUACIÓN**
- 3. PLANO Nº 3. SERIES DE VEGETACIÓN DE RIVAS MARTÍNEZ**
- 4. PLANO Nº 4. DISEÑO DE LA PLANTACIÓN**
- 5. PLANO Nº 5. DETALLE DE LA PLANTACIÓN**

PLANO Nº 1. LOCALIZACIÓN



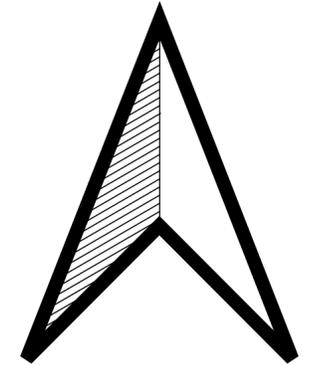
LEYENDA
 * Localización de la parcela

Escuela Técnica superior de Ingenierías Agrarias Universidad de Valladolid		
Título del Proyecto: Proyecto de desarrollo de bosque corporativo para absorción de CO2 en 1,5 ha de zona urbana en Guadalix de la Sierra (Madrid)		Nº Plano: 1
Plano: PLANO DE LOCALIZACIÓN	Fecha: Palencia, Julio de 2023	Escala: Varias
Información Cartográfica Sistema de referencia ETRS 89 Proyeccion cartográfica UTM huso 30 norte Capa MP200_MADRID_2018 Fuente: CNIG	Firma:  Alejandro García Arranz Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	
Promotor: Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004, Palencia		

PLANO Nº 2. SITUACIÓN



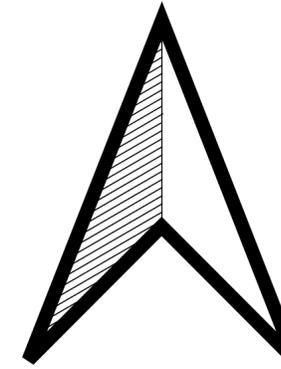
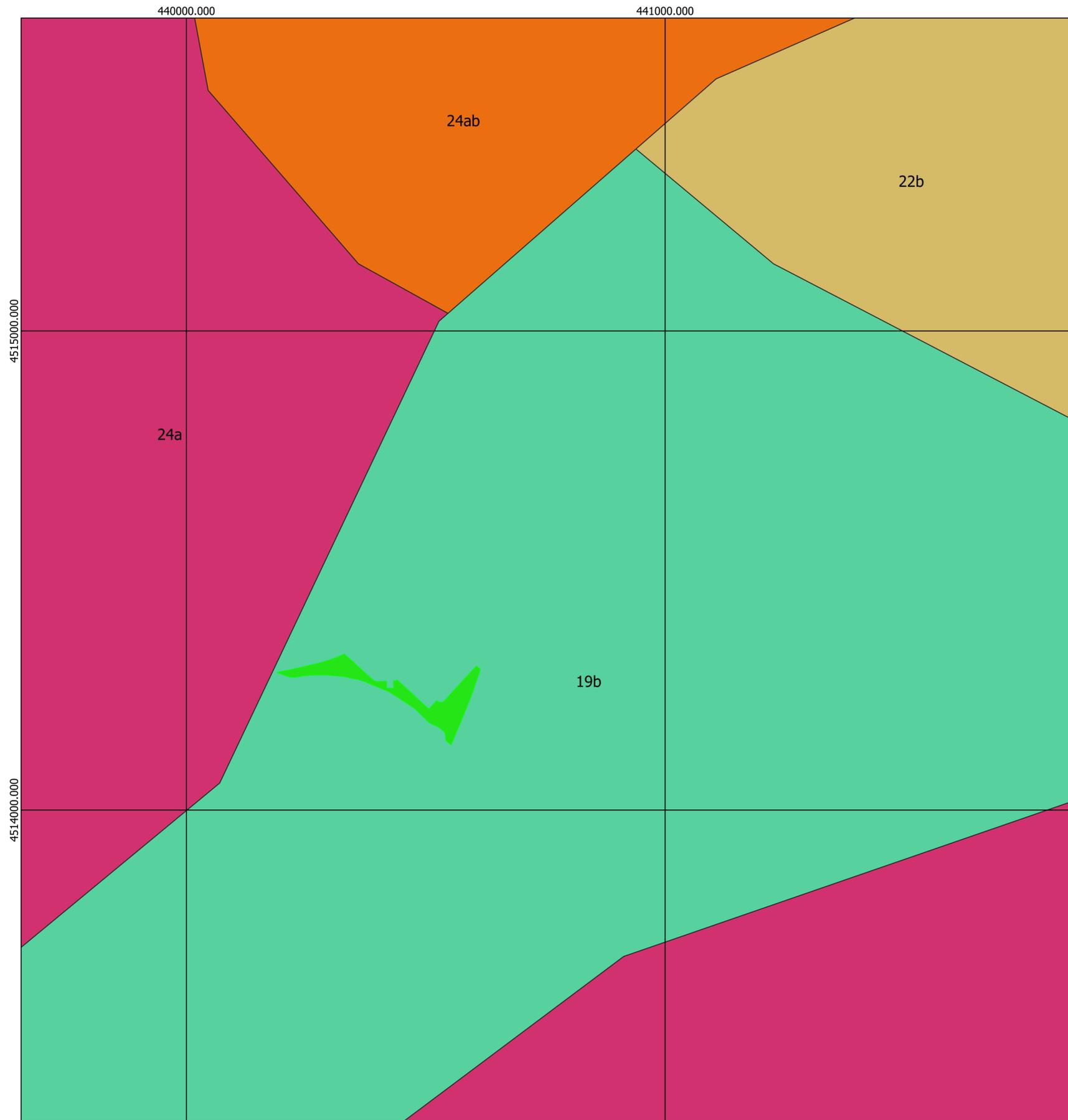
Fotografía de la Calle Escultura 7, vía colindante con la parcela de estudio.



LEYENDA
■ Parcela
 PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30_h50_0509
 MP200_MADRID_2018

Escuela Técnica superior de Ingenierías Agrarias Universidad de Valladolid		
Título del Proyecto: Proyecto de desarrollo de bosque corporativo para absorción de CO2 en 1,5 ha de zona urbana en Guadalupe de la Sierra (Madrid)		Nº Plano: 2
Plano: PLANO DE SITUACIÓN	Fecha: Palencia, Julio de 2023	Escala: Varias
Información Cartográfica Sistema de referencia ETRS 89 Proyección cartográfica UTM huso 30 norte Capa MP200_MADRID_2018 Capa PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30_h50_0509 Fuente: CNIG		Firma: 
Promotor: Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004, Palencia		Alejandro García Arranz Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

PLANO Nº 3. SERIES DE VEGETACIÓN DE RIVAS MARTÍNEZ



LEYENDA

- Parcela
- Series de vegetación de Rivas Martínez
- 19b. Serie supra mesomediterránea castellano-alcarreño-manchega basófila del Quejigo (*Quercus faginea*).
- 22b. Serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de la Encina (*Quercus ilex*).
- 24a. Serie supra-mesomediterránea guadarrámica, ibérico-soriana, celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de encina (*Junípero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*).
- 24ab. Serie supra-mesomediterránea guadarrámica, ibérico-soriana, celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de encina (*Junípero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*) o de Retama *sphaerocarpa*.

100 0 100 200 300 400 500 m Escala 1:6500

Escuela Técnica superior de Ingenierías Agrarias Universidad de Valladolid		
Título del Proyecto: Proyecto de desarrollo de bosque corporativo para absorción de CO2 en 1,5 ha de zona urbana en Guadalix de la Sierra (Madrid)		Nº Plano: 5
Plano: Series de vegetación de Rivas Martínez	Fecha: Palencia, Julio de 2023	Escala: 1:6500
Información Cartográfica Sistema de referencia ETRS 89 Proyección cartográfica UTM huso 30 norte	Firma: 	
Promotor: Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004, Palencia	Alejandro García Arranz Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	

PLANO Nº 4. DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

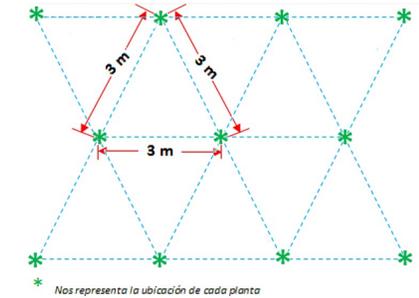
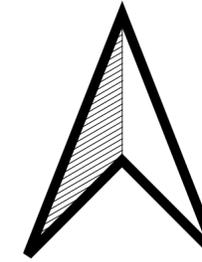


LEYENDA

■ Rodal 2

■ Rodal 1

PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30_h50_0509



Esquema del marco de plantación al tresbolillo usado en ambos rodales y realizado previamente con retroexcavadora.

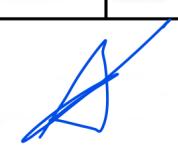
La superficie total donde se instaurará el Bosque Corporativo es de 1,36 ha, quedando dividida en dos rodales donde se introducirán un total de 1496 plantas.

En el rodal 1 (0,54 ha) las especies introducidas serán Celtis australis (299 uds.) y Acer monspessulanum (299 uds.). Esta decisión ha sido tomada debido a su alto valor ornamental y su belleza paisajística, mejorando la estética de la zona más cercana a las urbanizaciones.

En el rodal 2 (0,82 ha) las especies introducidas serán Quercus ilex (449 uds.) y Quercus faginea (449 uds.). De esta forma se dará continuidad a la masa natural presente en la zona.

De esta forma, se combinarán especies potenciales e históricamente presentes en el municipio, con otras de mayor interés ornamental y alta capacidad de absorción de CO2, que mejorarán la estética visual de la zona y contribuirán a la consecución del objetivo principal del proyecto, la absorción de carbono atmosférico.

Aunque se introduzcan 4 especies diferentes cabe destacar que todas ellas son autóctonas de la zona y crecen en las cercanías de manera natural. Además, para facilitar las labores de preparación del terreno, el marco de plantación de ambos rodales será al tresbolillo para todas las especies, respetando una distancia mínima de 3 metros entre las plantas.

Escuela Técnica superior de Ingenierías Agrarias Universidad de Valladolid		
Título del Proyecto: Proyecto de desarrollo de bosque corporativo para absorción de CO2 en 1,5 ha de zona urbana en Guadalix de la Sierra (Madrid)	Nº Plano: 5	
Plano: Series de vegetación de Rivas Martínez	Fecha: Palencia, Julio de 2023	Escala: 1:6500
Información Cartográfica Sistema de referencia ETRS 89 Proyección cartográfica UTM huso 30 norte	Firma: 	
Promotor: Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004, Palencia	Alejandro García Arranz Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural	

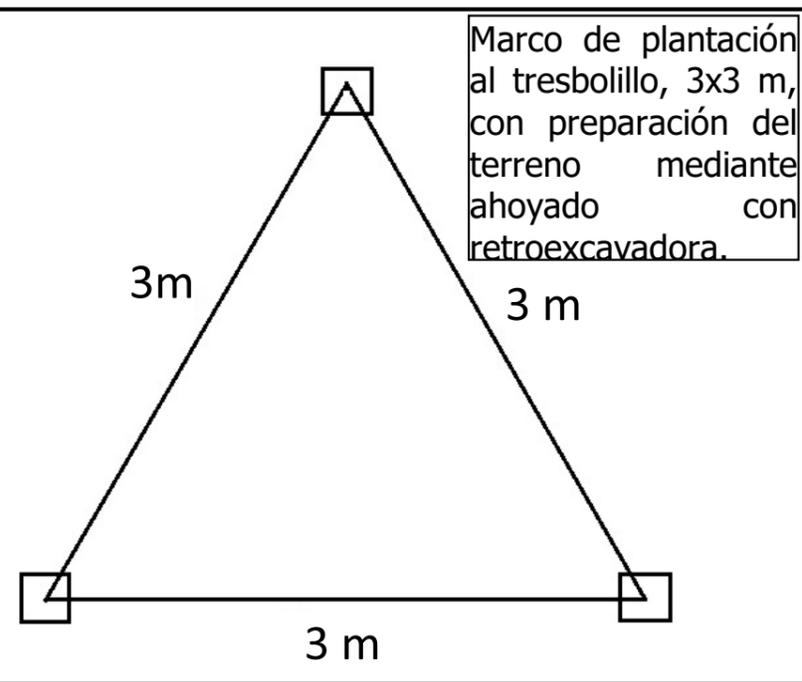
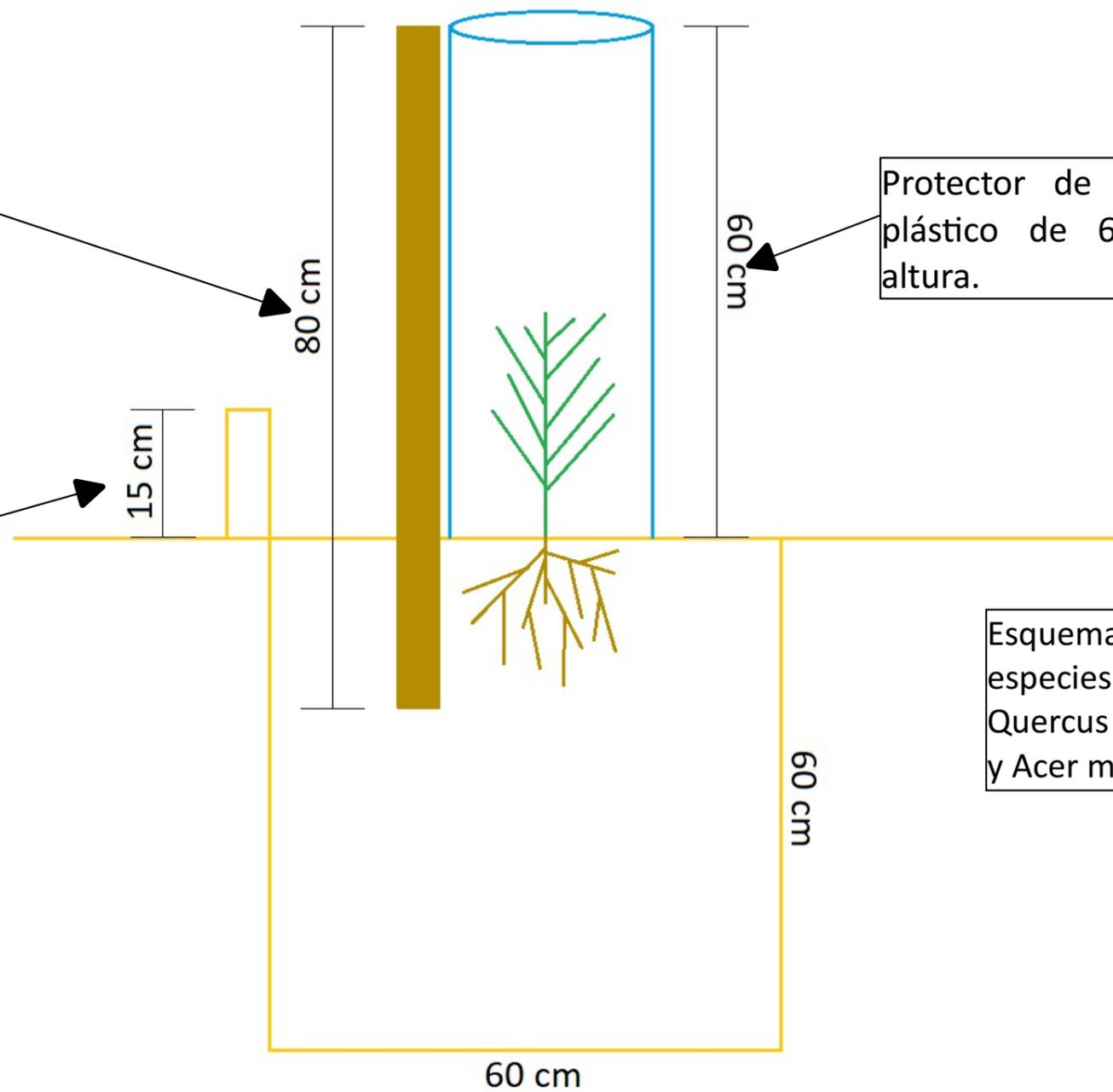
PLANO Nº 5. DETALLE DE LA PLANTACIÓN

Tutor de acacia de 80 cm de altura, enterrado 20 cm para asegurar el protector.

Protector de planta de plástico de 60 cm de altura.

Alcorque con profundidad mínima de 15 cm y forma cóncava realizado por el operario mediante la utilización de una azada.

Esquema de plantación de las especies *Quercus ilex ballota*, *Quercus faginea*, *Celtis australis* y *Acer monpessulanum*.



Marco de plantación al tresbolillo, 3x3 m, con preparación del terreno mediante ahoyado con retroexcavadora.

Escuela Técnica superior de Ingenierías Agrarias Universidad de Valladolid		
Título del Proyecto: Proyecto de desarrollo de bosque corporativo para absorción de CO2 en 1,5 ha de zona urbana en Guadalix de la Sierra (Madrid)		Nº Plano: 4
Plano: Detalle de la plantación	Fecha: Palencia, Julio de 2023	Escala: 1:5
Emplazamiento: Guadalix de la Sierra, Madrid	Firma: 	
Promotor: Universidad de Valladolid, Avenida de Madrid 44, 34004, Palencia	Alejandro García Arranz Graduado 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 desarrollo de bosque corporativo
para absorción de CO₂ en 1,5 ha de zona
urbana en el término municipal de Guadalix
de la Sierra (Madrid)

Documento 3. Pliego de Condiciones

Alumno/a: Alejandro García Arranz

Tutor/a: Carlos del Peso Taranco

Julio de 2023

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA	4
1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	4
1.1. Localización de las obras	4
1.2. Finalidad del proyecto	4
1.3. Preparación del terreno	4
1.4. Tratamiento de la vegetación preexistente.....	4
1.5. Detalles de ejecución	4
1.6. Descripción de las obras	5
2. UNIDADES DE OBRA	5
2.1. Condiciones de los materiales.....	5
2.2. Método de realización de los trabajos	6
2.2.1. Preparación del terreno	6
2.2.2. Implantación vegetal.....	6
2.2.3. Colocación de protectores	6
2.2.4. Riegos	6
2.2.5. Comprobación de los trabajos.....	7
TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	7
1. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS.....	7
1.1. Dirección de obra	7
1.2. Unidad administrativa	7
1.3. Inspección de obras	7
1.4. Funciones del Ingeniero Director de las Obras.....	8
1.5. Partes o informes	8
1.6. Libro de órdenes.....	8
2. TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	8
2.1. Comprobación del replanteo.....	8
2.2. Fijación del marcado de hoyos	9
3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS	9
3.1. Replanteo de detalle de las obras.....	9
3.2. Equipos y maquinaria	9
3.3. Materiales	9
3.4. Señalización de las obras	9
3.5. Precauciones a tener en cuenta durante las obras	10
3.6. Modificaciones.....	10
4. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA	10
4.1. Daños y perjuicios	10
4.2. Objetos encontrados	10
4.3. Evasión de contaminaciones	10
4.4. Permisos y licencias	10
4.5. Personal	10
4.6. Envases retornables.....	11
5. DISPOSICIONES GENERALES	11
5.1. Períodos de realización de las obras.....	11
6. DISPOSICIONES VARIAS.....	11
TÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	12
1. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	12
1.1. Medición de las obras	12
1.2. Abono de las obras	12
1.2.1. Obras que se abonarán al contratista	12
1.2.2. Precio de valoración de las obras certificadas.....	12
1.2.3. Partidas alzadas	12
1.2.4. Certificaciones.....	12
1.2.5. Recepción de obra	13

1.2.6.	Período de garantía.....	13
1.2.7.	Liquidación	13
TÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....		14
1.	DOCUMENTOS QUE DEFINEN.....	14
1.1.	Descripción	14
1.2.	Planos.....	14
1.3.	Contradicciones o errores	14
1.4.	Planos de detalle	14
1.5.	Documentos que se entregan al contratista.....	15
1.5.1.	Documentos contractuales.....	15
1.5.2.	Documentos informativos.....	15
1.6.	Rescisión de contrato.....	15
1.7.	Tramitación de propuestas	15

El presente documento de Pliego de Condiciones trata sobre las diferentes normativas y reglas que deberán cumplirse en cada una de las distintas obras llevadas a cabo.

El proyecto consiste en el establecimiento de un Bosque Corporativo en término municipal de Guadalix de la Sierra (Madrid), para ello será necesaria la realización de diferentes obras donde se deberán cumplir las condiciones técnicas referidas a materiales, maquinaria o material forestal que se exponen en este documento.

El ingeniero responsable deberá supervisar y controlar las instrucciones y normas que se expongan a lo largo del documento, en caso de cualquier modificación en el desarrollo del proyecto se deberá informar a la Dirección Facultativa para autorizarla.

El Pliego de Condiciones presenta los siguientes apartados:

- Título I. Pliego de Condiciones de Índole Técnica
- Título II: Pliego de Condiciones de Índole Facultativa.
- Título III: Pliego de Condiciones de Índole Económica.
- Título IV: Pliego de Condiciones de Índole Legal

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1. Localización de las obras

Las obras tienen lugar en el municipio de Guadalix de la Sierra (Madrid) en una superficie urbana de 1,36 ha.

1.2. Finalidad del proyecto

El proyecto tiene como finalidad el desarrollo de un bosque corporativo para absorción de CO₂, para ello será necesario seguir los procesos definidos a lo largo de la Memoria y respetar las condiciones que aquí se expongan.

1.3. Preparación del terreno

La finalidad del proyecto es establecer una masa forestal resiliente en el tiempo, por lo tanto, se deberá respetar el terreno donde se instaure para la consecución de los objetivos marcados.

La preparación del terreno se realizará mediante un ahoyado mecánico con retroexcavadora, habiéndose considerado el mejor método para la realización de esta tarea. A su vez, se realizará también un alcorque de 15 cm para la mejora de disponibilidad hídrica de las plantas y el consecuente éxito del proyecto.

1.4. Tratamiento de la vegetación preexistente

No se ha considerado necesaria la preparación del terreno dada la escasez de especies vegetales aquí presentes, sólo se plantea un tratamiento puntual en la zona donde se instale la planta para asegurar su correcto desarrollo.

Cualquier cambio en lo anteriormente establecido, será responsabilidad del Ingeniero Director de Obras.

1.5. Detalles de ejecución

Preparación del terreno:

Previo a este proceso se deberá realizar un marcado de ellos mediante estaca, de tal forma que se facilite la localización del hoyo en la tarea de apertura.

Debida a la presencia de una pendiente inferior al 5% en la parcela, se ha decidido que el mejor método para la realización de esta labor sea el ahoyado con retroexcavadora, la cual contará con una potencia aproximada de 100 CV.

Se desplazará en línea de máxima pendiente, estacionándose en un punto y realizando tantos hoyos como la longitud de su brazo le permita, deberá depositar la tierra sobre el mismo hoyo.

Implantación vegetal:

Se ha determinado una densidad de 1.100 plantas/ha para satisfacer las necesidades de absorción de CO₂ del proyecto, se realizará a un marco de plantación de 3 x 3 metros al tresbolillo en totalidad de la parcela dadas las condiciones similares en ella.

Paralela a esta labor, se realizará también la colocación de tubos protectores, de tal forma que las plantas queden protegidas y se pueda garantizar el éxito del proyecto. Los protectores serán de material plástico y tendrán una longitud de 60 cm. Una vez que las plantas alcancen un porte suficiente serán recuperados.

1.6. Descripción de las obras

Se han realizado diferentes planos, tanto de localización, como de diseño y detalle de plantación para que sean utilizados de referencia, así como las condiciones expuestas en este Pliego.

Localización de las obras

Las obras tienen lugar en el interior del municipio de Guadalix de la Sierra, en una parcela de 1,36 ha de uso urbano. La información aparece más detallada en la Memoria y Planos de este proyecto.

2. UNIDADES DE OBRA

2.1. Condiciones de los materiales

El Ingeniero Director de Obra deberá aprobar todos los materiales empleados a lo largo de la ejecución de este proyecto, a su vez, estas deberán cumplir las condiciones que se muestran a lo largo de este pliego, así como la normativa vigente.

El contratista decidirá que materiales se utilizarán en la obra, siempre respetando los precios marcados en el proyecto.

Como se detalla en la memoria, se ha seleccionado el vivero “El Mirador” debido a su amplia experiencia y cercanía con la zona del proyecto, por lo que no podrá ser modificada su elección a no ser que el Ingeniero Director de Obra lo considere necesario y decida no aprobar la utilización de las mismas.

Además, el contratista deberá cumplir con toda la legislación y normativa referente a Comercialización de Material Genético, debiendo aportar los correspondientes pasaportes fitosanitarios y los certificados de procedencia.

De manera visual, las plantas deberán presentar unas condiciones adecuadas, no mostrándose signos de desecación o carencia.

Se han seleccionado plantas de dos savias para la realización de este proyecto, por lo que todas ellas deberán presentar esa condición. Además, las plantas serán servidas en contenedor, nunca inferior a 200 cc.

Deberán contener el pasaporte sanitario y demás regulaciones tal y como detalla el RD 289/2003.

Las especies de *Quercus ilex* y *Quercus faginea* deberán pertenecer a la región de procedencia que se detalla en la memoria, siendo Sur del Sistema Central para *Quercus faginea* y Sur de Guadarrama para *Quercus ilex*.

2.2. Método de realización de los trabajos

2.2.1. Preparación del terreno

Ahoyado mecanizado con retroexcavadora

Se realizará en la totalidad de la parcela, mediante la utilización de una retroexcavadora de cadenas con potencia aproximada de 100 CV y un cazo de 1 m³.

Se desplazará en línea de máxima pendiente, deteniéndose en un punto y realizando tantos hoyos como la longitud de su brazo le permita. Estos hoyos habrán sido marcados previamente mediante estacas y siguiendo un marco de plantación al tresbolillo 3 x 3 metros.

La retroexcavadora deberá asegurar la realización de hoyos con dimensiones de 60 x 60 x 60 cm.

2.2.2. Implantación vegetal

La planta será extraída del contenedor con extremada precaución para mantener las condiciones que aporta el cepellón, de tal forma que se introduzca en el hoyo hasta que el cuello de la raíz esté ligeramente por debajo del suelo.

Una vez introducida la planta, se tratará de compactar ligeramente la tierra para evitar vacíos de aire en el suelo. Para la realización de esta tarea se utilizará una azada.

Para garantizar que no se depositen residuos en la zona y en contra de lo que promueve este proyecto, todos los envases serán recogidos.

Por otro lado, la planta deberá ser transportada a primera hora de la mañana, con buen tempero y garantizando el cumplimiento de los tiempos detallados en el Plan de Ejecución.

2.2.3. Colocación de protectores

Esta labor se realiza de manera paralela a la implantación vegetal.

Los protectores son de material plástico y con una altura de 60 cm, con forma de tubo. Serán colocados en cada una de las plantas para garantizar su supervivencia y el consecuente éxito del proyecto. Se instalará también un tutor de acacia en cada uno de ellos, con una longitud de 80 cm que ayude a fijar los protectores al terreno.

Los protectores se retirarán una vez las plantas adquieran un porte suficiente.

2.2.4. Riegos

Se realizarán 6 riegos durante la época estival, de junio a septiembre, para asegurar así la supervivencia de las plantas durante la época de sequía. Se depositarán 30 litros en cada

alcorque y riego, este proceso se realizará durante los dos primeros años de la plantación, momento en el que se estima que la planta adquiera una autonomía hídrica.

Se emplearán 4 camiones cisterna para satisfacer los volúmenes de agua necesarios.

2.2.5. Comprobación de los trabajos

El Ingeniero Director de Obra podrá llevar a cabo tantas comprobaciones como considere necesarias, garantizando esta forma el cumplimiento de las condiciones marcadas previamente.

- Será necesaria la comprobación de la correcta apertura de los hoyos durante la fase de preparación del terreno, revisándose las dimensiones y profundidades de los mismos.
- Posterior a la plantación, se revisará que las plantas estén bien instauradas en el terreno, así como la correcta fijación de los protectores para garantizar su supervivencia.
- Durante los meses siguientes se comprobará también el número de marras presente en la plantación, debiendo ser menor del 10%.

TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

1. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

1.1. Dirección de obra

La dirección de la obra deberá ser llevada a cabo por el Ingeniero Director de Obra, debiendo poseer como mínimo el Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural.

1.2. Unidad administrativa

Deberá encargarse de la organización a pie de campo de las obras desarrolladas en este proyecto.

El Director de Obra podrá apoyarse específicamente en colaboradores correctamente acreditados o titulados en función de las necesidades que presente la obra, siendo él el encargado de dar las instrucciones para garantizar el cumplimiento de las mismas.

1.3. Inspección de obras

El Ingeniero Director de Obra y el contratista deberán estar en posesión de los documentos necesarios para solventar una posible inspección por parte de la Administración.

1.4. Funciones del Ingeniero Director de las Obras

El Ingeniero Director de Obra tiene varias funciones y responsabilidades clave en el desarrollo del proyecto:

- **Planificación y coordinación:** Deberá planificar y coordinar todas las actividades relacionadas con la obra, incluyendo el cumplimiento del cronograma, la asignación de las diferentes funciones a cada especialista y la supervisión del progreso del proyecto.
- **Supervisión del cumplimiento de las normas y regulaciones:** Deberá asegurarse de que todas las actividades cumplan con las normas y regulaciones aplicables, tanto de seguridad como de legislación aplicable.
- **Gestión de equipos y subcontratistas:** Deberá gestionar los equipos de trabajo especializados en cada una de las tareas, así como coordinar las actividades del subcontratista. Deberá asignar las tareas correspondientes para garantizar la correcta ejecución de las obras y ser capaz de resolver cualquier problema o conflicto que pueda surgir durante la obra.
- **Control de costos y presupuestos:** Deberá llevar un control riguroso de los costos del proyecto y asegurarse de se ajusten al presupuesto establecido. Esto implica la elaboración de estimaciones de costos, la gestión de pagos a proveedores y contratistas, y la identificación de posibles desviaciones presupuestarias.
- Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud expuesto por el contratista, así como asegurar el cumplimiento de todas las normativas relacionadas.

1.5. Partes o informes

El contratista tiene la obligación de firmar y aceptar, con su conformidad, cualquier parte e informe relacionado con las obras, y también tiene derecho a plantear dudas o reparos si los tiene, siempre que se le solicite.

1.6. Libro de órdenes

Una vez se haya dado la orden de iniciar la obra, será necesario abrir un Libro de órdenes en el lugar de trabajo, donde se registrarán todas las órdenes emitidas, detallando cada día de trabajo y las posibles incidencias relacionadas con el contratista.

Cada orden deberá ser firmada por el Jefe de Unidad de Obras y revisada por el Ingeniero Director de Obra. Además, se entregará una copia firmada al contratista.

Así pues, se asegura un registro exhaustivo y transparente de todas las instrucciones y acciones que se tomen durante el desarrollo de la obra.

2. TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.1. Comprobación del replanteo

Es necesario verificar y asegurar que los terrenos necesarios estén disponibles antes de proceder con la tramitación del expediente de contratación de la obra. Esta verificación se llevará a cabo una vez que el proyecto haya sido aprobado.

2.2. Fijación del marcado de hoyos

Se utilizarán estacas para establecer los puntos de referencia necesarios, se elaborará un acta donde se registrarán los datos relevantes y las cotas de puntos establecidas, el cual se adjuntará al expediente de la obra.

Es responsabilidad del contratista conservar los puntos de replanteo marcados.

3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS

3.1. Replanteo de detalle de las obras

El Ingeniero Director de Obra será responsable de aprobar los replanteo de detalle que sean requeridos para llevar a cabo las obras del proyecto. Además, proporcionará al contratista toda la información necesaria para llevar a cabo dicho trabajos.

Por otro lado, el contratista deberá encargarse de obtener todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para llevar a cabo los replanteos.

3.2. Equipos y maquinaria

El Ingeniero Director de Obra deberá validar la maquinaria y equipos que sean necesarios para la realización de las obras, por su parte, el contratista deberá encargarse de que todos los equipos necesarios estén presentes en la obra.

Toda la maquinaria empleada deberá contar con los requisitos previamente establecidos para garantizar la correcta ejecución de la obra.

3.3. Materiales

Así pues, el contratista es responsable de suministrar todos los materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto, y estos deben cumplir con las condiciones mínimas establecidas en el Pliego de Condiciones.

Además, el Ingeniero Director de Obra deberá aprobar previamente los lugares de donde se obtendrán los materiales, cumpliendo siempre con las normas establecidas. En caso de no considerarse aptos para la obra, el Director Técnico de Obra decidirá su retirada inmediata, que será llevada a cabo por el contratista.

3.4. Señalización de las obras

El contratista tiene la responsabilidad de colocar la señalización necesaria en las obras especificadas en el contrato del proyecto actual. Esta señalización debe seguir las instrucciones y modelos proporcionados por el Ingeniero Director de Obra.

3.5. Precauciones a tener en cuenta durante las obras

Durante épocas de climatología adversa, como lluvias, sequías, heladas o nieblas, el Ingeniero Director de Obra podrá determinar la suspensión de las obras por no darse las condiciones adecuadas para su ejecución.

3.6. Modificaciones

En caso de presentarse ciertos imprevistos durante la ejecución de las obras, el Ingeniero Director de Obra puede ordenar la modificación de las mismas por no considerar adecuadas las condiciones presentes, siempre respetando la legislación y el presupuesto correspondiente.

En caso de que el contratista no esté de acuerdo con esta decisión, podrá apelar a la Administración, siendo esta la que considere oportuna o no esta modificación.

4. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

4.1. Daños y perjuicios

A lo largo de todo el proceso de ejecución de las obras, el contratista asumirá la responsabilidad de todos los daños y perjuicios, tanto directos como indirectos, que puedan ocasionarse a personas, propiedades y servicios tanto públicos como privados.

Esta responsabilidad recae sobre el contratista debido a los actos, omisiones o negligencias cometidas por su personal, así como por cualquier deficiencia en la organización de las obras.

De esta forma, deberá hacerse cargo de cualquier costo o daño que se genere durante la ejecución de las obras.

4.2. Objetos encontrados

El contratista es responsable de notificar cualquier hallazgo al ingeniero y garantizar que los objetos encontrados se mantengan bajo su supervisión.

4.3. Evasión de contaminaciones

Es responsabilidad del contratista tomar todas las precauciones necesarias para prevenir la contaminación del entorno natural, como bosques, ríos y depósitos de agua, causada por combustibles, residuos otros materiales que puedan ser perjudiciales o causar daños en el entorno.

4.4. Permisos y licencias

El contratista es responsable de adquirir todos los permisos y licencias requeridos para llevar a cabo las obras, excepto aquellos servicios especificados en el contrato.

4.5. Personal

El contratista deberá presentar para las obras al personal técnico que se comprometió a proporcionar durante el proceso de licitación. Siendo el Ingeniero Director de Obra el que tenga

la capacidad de decidir si expulsa o no a algún miembro del equipo seleccionado por el contratista si lo considera necesario.

4.6. Envases retornables

El contratista tiene la obligación de retornar en el vivero todos los recipientes utilizados en el proceso de plantación. En caso de no cumplir con esta obligación, se le reembolsará el valor establecido por la Sección de Coordinación del Medio Natural para cada uno de los envases no devueltos.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1. Períodos de realización de las obras

- **Marcado de hoyos**

Será la primera labor a ejecutar en el proyecto, para la que se estiman 15 horas de trabajo distribuidas en dos días. Esta labor comenzará el 15 de mayo y se dará por concluida el día 16, semana previa a la apertura de hoyos.

- **Ahoyado mecanizado con retroexcavadora**

Se estiman 23 horas de trabajo, es decir, 2,9 (3) jornales de trabajo de 8 horas. Esta tarea será ejecutada durante la última semana de mayo, con tiempo más que suficiente para favorecer un correcto asentamiento del suelo y mejorar su capacidad de captación y retención de agua, de esta forma se crearán unas condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas, facilitando el establecimiento de las raíces.

- **Implantación vegetal**

Se realizará de forma manual y dará comienzo el día 1 de octubre, habiéndose estimado 10 jornales de 8 horas para su realización.

- **Colocación de tubos protectores**

Esta labor se realiza de forma paralela a la implantación vegetal.

- **Riegos**

Se estima que comiencen a mediados de junio, siendo el Ingeniero Director de Obra el que determine su realización en función de las necesidades que presente la plantación.

Se plantean riegos cada 6 semanas durante la época estival, dando comienzo en junio y finalizando en septiembre.

6. DISPOSICIONES VARIAS

Cualquier asunto técnico que surja entre el contratista y la Administración y no esté contemplado en las especificaciones de este documento se resolverá de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 3/2011, del 14 de noviembre, que aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y otras regulaciones vigentes en esta área.

TÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

1. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

1.1. Medición de las obras

Las medidas y unidades de medida a utilizar han sido previamente definidas en el Título I del presente Pliego de Condiciones para cada componente del proyecto. Únicamente podrá realizarse alguna modificación en las mediciones si así lo especifica y permite el Título I del Pliego o si el Ingeniero Director de Obra lo justifica por escrito previo a su ejecución.

El Jefe de la Unidad Administrativa y el representante del contratista deben confirmar todas las mediciones básicas necesarias para el pago al contratista en el lugar de trabajo. Estas mediciones deben ser aprobadas por el Ingeniero Director de Obra.

1.2. Abono de las obras

1.2.1. Obras que se abonarán al contratista

Se remunerará al adjudicatario de la obra por el trabajo efectivamente realizado de acuerdo con el proyecto original o las modificaciones aprobadas por la autoridad competente. Por lo tanto, la cantidad de unidades de cada tipo especificadas en el presupuesto no será motivo para presentar reclamaciones de ningún tipo.

1.2.2. Precio de valoración de las obras certificadas

Se aplicarán los precios unitarios de ejecución material por contrata que se encuentren en el presupuesto a las obras efectivamente realizadas. Estos precios se aumentarán según los porcentajes establecidos para los gastos generales de la empresa, beneficio industrial, IVA, u otros conceptos vigentes según el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

Estos precios unitarios siempre incluirán el suministro y uso de los materiales o mano de obra necesaria para su realización, a no ser que se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

1.2.3. Partidas alzadas

Los pagos correspondientes a las partidas alzadas a justificar se realizarán indicando las unidades de obra incluidas y los precios establecidos en el contrato. En caso de que surjan nuevas unidades no especificadas, se utilizarán los precios aprobados posteriormente.

1.2.4. Certificaciones

De acuerdo con el artículo 232 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, el Director de Obra, en representación de la Administración, emitirá certificaciones mensuales dentro de los primeros 10 días del mes siguiente, que abarcarán el trabajo realizado durante ese período, a menos que se especifique lo contrario en el presente Pliego de Condiciones de cláusulas administrativas particulares.

Si las obras no se llevan a cabo según las normas establecidas, no están en buen estado o no cumplen con el programa de pruebas establecido en el Pliego, el Ingeniero Director de Obra no podrá certificarlas. En ese caso, proporcionará por escrito al contratista las normas y directrices necesarias para corregir los defectos señalados y subsanarlos.

1.2.5. Recepción de obra

Según lo establecido en el artículo 222 y 235 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la recepción de la obra se lleva a cabo mediante un acto formal y afirmativo de recepción o conformidad. Este acto debe tener lugar dentro del mes siguiente a la entrega o finalización del objeto del contrato, o en el plazo especificado en el pliego de cláusulas administrativas particulares según las características específicas de la obra.

En el momento de la recepción de las obras, un profesional designado por la Administración estará presente para supervisar y dirigir las labores, en caso de considerarlo necesario, brindando asistencia al contratista.

En caso de que las obras satisfagan y cumplan con las especificaciones establecidas, el representante designado por la administración las dará por recibidas y levantará el acta correspondiente, dando comienzo el período de garantía.

1.2.6. Período de garantía

De acuerdo con el artículo 235, el plazo de garantía para las obras deberá ser determinado en el pliego de cláusulas administrativas particulares. Este plazo se establecerá considerando la naturaleza y complejidad de la obra, y en general, no podrá ser inferior a un año, a menos que existan circunstancias excepcionales que justifiquen una duración menor.

1.2.7. Liquidación

Según lo establecido en el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la Administración está obligada a realizar el pago del precio acordado dentro de los 30 días siguientes a la presentación de las certificaciones de obra. En caso de que exista una demora en el pago, la Administración deberá compensar al contratista con intereses de demora a partir del vencimiento de ese plazo. Además, la Administración también será responsable de cubrir los costes de cobro asociados, de acuerdo con lo establecido en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, que establece medidas para combatir la morosidad en las operaciones comerciales.

TÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN

1.1. Descripción

El Proyecto detalla las obras a realizar en el Título I: Pliego de Condiciones Técnicas, así como en la Memoria y los Planos adjuntos.

En estos capítulos se proporciona una descripción general y la ubicación de la obra, así como las especificaciones que los materiales deben cumplir y las instrucciones para llevar a cabo la ejecución de las obras.

En el Título III: Pliego de Condiciones de Índole Económica, se establecen las pautas que el contratista debe seguir en términos de mediciones y pago de las unidades de obra correspondientes. Este pliego sirve como una guía normativa para el contratista en cuestiones económicas relacionadas con el proyecto.

1.2. Planos

Los planos son documentos esenciales que proporcionan una representación geométrica y geográfica precisa de las obras. En ellos se incluye información detallada sobre la ubicación del terreno y las acciones específicas que se deben llevar a cabo para llevar a cabo las obras. Los planos son una herramienta fundamental para comprender y visualizar el alcance y la ejecución de las obras en cuestión.

1.3. Contradicciones o errores

Antes de iniciar las obras, el contratista tiene la obligación de informar a la Dirección Facultativa sobre cualquier contradicción u omisión que haya identificado entre los documentos del Proyecto, para que se puedan aclarar de manera oportuna. En caso de que el contratista no realice esta notificación, las descripciones que estén presentes en un documento del Proyecto y que hayan sido omitidas en los demás serán consideradas como si estuvieran presentes en todos ellos.

Cualquier elemento o aspecto mencionado en el Pliego y omitido en los Planos, o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviera claramente detallado en ambos documentos. Esto será válido siempre que el Ingeniero Director considere que la unidad de obra correspondiente está suficientemente definida y que se haya establecido un precio contractual para dicha unidad.

En caso de que surja alguna contradicción entre la Memoria y el Pliego, prevalecerá lo establecido en la Memoria como documento de referencia.

1.4. Planos de detalle

La ejecución de los trabajos requerirá que todos los planos de detalle sean firmados por el Ingeniero Director de Obra. Estos planos deberán ser aprobados por él antes de poder llevar a cabo las labores correspondientes.

1.5. Documentos que se entregan al contratista

La entrega de documentos al contratista, ya sean del proyecto o de carácter complementario, puede tener diferentes propósitos: establecer un valor contractual o simplemente brindar información.

1.5.1. Documentos contractuales

Estos son, el pliego de condiciones, los planos, y el cuadro de precios unitarios junto con el presupuesto total.

Los contratos celebrados por las Administraciones Públicas deben ser formalizados en un documento administrativo dentro de un plazo de 10 días hábiles a partir de la notificación de la adjudicación definitiva. Este documento constituye un título válido para acceder a cualquier registro público.

Sin embargo, el contratista tiene la opción de solicitar que el contrato se eleve a escritura pública. En tal caso, será responsable de cubrir los gastos asociados a este proceso, como se establece en el artículo 140 de la Ley 30/2007.

1.5.2. Documentos informativos

Existen documentos con finalidad informativa y descriptiva que son facilitados al contratista como información complementaria, como los estudios edáficos y de vegetación o rendimientos de maquinaria, que sirven como complemento orientativo para la ejecución de las tareas.

Aún así, en caso de que el contratista cometa errores en la ejecución de las tareas a causa del seguimiento certero de estos documentos, deberá asumir su responsabilidad.

1.6. Rescisión de contrato

Las cláusulas de rescisión del contrato se rigen por lo establecido en el artículo 206 de la Ley 30/2007.

En el caso de fallecimiento o quiebra del contratista, el contrato será rescindido automáticamente, a menos que los herederos o síndicos de la quiebra decidan continuar con él.

Además, el contrato también puede ser rescindido si el contratista no cumple con las condiciones establecidas en el presente Pliego.

Otra causa de rescisión se da cuando la Autoridad Contratante lo solicita, si el contratista lo solicita, o si el inicio de las obras se retrasa más de un mes sin una causa justificada. En tales casos, se podrá proceder a la rescisión del contrato.

1.7. Tramitación de propuestas

La tramitación del contrato con la Administración estará sujeta en su totalidad a los siguientes puntos establecidos en la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público, desde el inicio hasta su conclusión.

- **Acta de replanteo**, el artículo 110 de esta ley establece la obligación de llevar a cabo un acta de replanteo antes de iniciar el proceso de contratación de la obra. El replanteo consiste en verificar la precisión geométrica del proyecto y asegurarse de la disponibilidad de los terrenos necesarios para su ejecución adecuada. Este requisito es indispensable para la adjudicación en todos los procedimientos de contratación.

Además, en el acta de replanteo se deben verificar todos los supuestos que se mencionen en el proyecto y que sean fundamentales para el contrato que se celebrará. Esta verificación garantiza que todas las condiciones y elementos necesarios estén presentes antes de proceder con la contratación de la obra.

- **Acta de comprobación del replanteo**, conforme al artículo 212 de la Ley de contratos vigente, el inicio de la ejecución del contrato de obras se llevará a cabo mediante el acta de comprobación del replanteo. Dentro del plazo establecido en el contrato, que generalmente no excederá de un mes a partir de la fecha de su formalización, a menos que existan circunstancias excepcionales debidamente justificadas, el servicio de la Administración responsable de las obras realizará la verificación del replanteo previamente realizado durante el proceso de licitación.

Dicha verificación se llevará a cabo en presencia del contratista y se redactará un acta que reflejará los resultados obtenidos. Ambas partes interesadas firmarán el acta, y se enviará una copia al órgano responsable del contrato.

- **Petición de representante e intervención**, según lo establecido en el artículo 205.2 de la Ley de Contratos, para que se constate la recepción o conformidad del objeto del contrato, la Administración debe llevar a cabo un acto formal y positivo dentro de un plazo máximo de un mes a partir de la entrega o realización del objeto del contrato.

En caso de que el pliego de cláusulas administrativas particulares lo especifique debido a características particulares, se deberá cumplir el plazo establecido en dicho pliego. Cuando sea necesario, se comunicará a la Intervención de la Administración correspondiente la fecha y el lugar de dicho acto, para que pueda asistir en el ejercicio de sus funciones de comprobación de la inversión.

- **Liquidación del contrato**, este proceso varía según el tipo de contrato, con excepción de los contratos de obras que se rigen por lo establecido en el artículo 218. En un plazo de un mes a partir de la fecha del acta de recepción o conformidad, se debe acordar y notificar al contratista la liquidación correspondiente del contrato. En caso de existir un saldo pendiente a favor del contratista, este deberá ser abonado.

Si se produce una demora en el pago del saldo de liquidación, el contratista tiene derecho a recibir intereses de demora y una indemnización por los costos de cobro de acuerdo con lo establecido en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, la cual establece medidas para combatir la morosidad en las operaciones comerciales. Esto se establece en el artículo 205.4 de la Ley 30/2007.

- **Certificaciones mensuales**, según lo establecido en el artículo 215 de la Ley de Contratos, se emitirán certificaciones mensuales por parte de la Administración. Estas certificaciones comprenderán la obra ejecutada durante el período correspondiente y se expedirán en los primeros diez días del mes siguiente, a menos que se indique lo contrario en el pliego de cláusulas administrativas particulares.

Es importante destacar que los pagos realizados en base a estas certificaciones se consideran pagos a cuenta y están sujetos a rectificaciones y variaciones que puedan surgir en la medición final. Estos pagos no implican de ninguna manera la aprobación y recepción definitiva de las obras que abarcan.

- En el **acta de recepción de obra** se establece lo siguiente: si las obras se encuentran en buen estado y cumplen con las especificaciones previstas, el representante designado por la Administración contratante las aceptará, levantando un acta correspondiente. A partir de ese momento, se iniciará el periodo de garantía. Sin embargo, si las obras no se encuentran en condiciones adecuadas para su recepción, se dejará constancia en el acta. En este caso, el Director de la obra identificará los defectos observados y proporcionará instrucciones detalladas para su corrección.

Además, se establecerá un plazo para remediar estos defectos. Si el contratista no realiza las correcciones dentro de ese plazo, se podrá otorgar otro plazo adicional, que será improrrogable, o se podrá resolver el contrato. Esta acción se toma en cumplimiento del artículo 218.2 de la Ley de Contratos vigente.

- El **plazo de garantía** se regirá por lo establecido en los artículos 205.3 y 218.3 de la Ley de Contratos Vigente.

Según el artículo 205.3, en los contratos se establecerá un plazo de garantía a partir de la fecha de recepción o conformidad de la obra. Una vez transcurrido este plazo sin objeciones por parte de la Administración, a menos que se establezca otro plazo en la Ley u otras normas, la responsabilidad del contratista quedará extinguida. Se exceptúan de este plazo aquellos contratos en los que, por su naturaleza o características, no sea necesario un plazo de garantía, lo cual deberá estar debidamente justificado en el expediente de contratación y mencionado explícitamente en el pliego de condiciones.

Por su parte, el artículo 218.3 establece que el plazo de garantía se determinará en el pliego de cláusulas administrativas particulares, teniendo en cuenta la naturaleza y complejidad de la obra. En general, dicho plazo no podrá ser inferior a un año, a menos que existan circunstancias especiales que lo justifiquen.

Palencia, octubre de 2023



Fdo: Alejandro García Arranz



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio natural

**Proyecto de desarrollo de bosque corporativo
para absorción de CO₂ en 1,5 ha de zona
urbana en el término municipal de Guadalix
de la Sierra (Madrid)**

Documento 4. Mediciones

Alumno/a: Alejandro García Arranz

Tutor/a: Carlos del Peso Taranco

Julio de 2023

DOCUMENTO N° 4: MEDICIONES

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO	3
CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA	4
CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL	6

DOCUMENTO 4. MEDICIONES

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 1. Mediciones del Capítulo I. Preparación del terreno.

Nº Orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
1.1	F01151	ud	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto o tránsito y pendiente inferior o igual al 30%.	1.570	1.570
			Total partida 1.1.		1.570

CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 2. Mediciones del capítulo II. Plantación y siembra.

Nº Orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
2.1	F02140	Mil	Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor Total partida 2.1.	1.570	1.570 1.570
2.2	F02149	Mil	Retirada de tubo protector, altura > 60 cm Total partida 2.2.	1.570	1.570 1.570
2.3	F02077	Mil	Transporte y 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%. Total partida 2.3.	1.570	1.570 1.570
2.4	F02121	Mil	Plantación manual de un millar de plantas en bandeja con envase rígido o termoformado con capacidad > 250 cm ³ en suelo preparado mecánicamente. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo. Total partida 2.4.	1.570	 1.570

Nº Orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
2.5	F02143	Mil	Realización de alcorque Total partida 2.5.	1.570	1.570 1.570
2.6	P08041	Ud	Quercus ilex 1-2 savias cont. 300 cm ³ , con categoría MFR, en vivero Total partida 2.6.1.	471	 471
	P08040	Ud	Quercus faginea 1-2 savias cont. 300 cm ³ , con categoría MFR, en vivero Total partida 2.6.2.	471	 471
	P08039	Ud	Celtis australis Alv. 300 cc 1+0 h 20/+ Total partida 2.6.3.	314	 314
	P08034	Ud	Acer monspessulanum Alv 300 cc 1+0 h 15/+ Total partida 2.6.4.	314	 314

CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 3. Mediciones del Capítulo III. Riegos estivales.

Nº Orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº unidades	Medición
3.1	NZ1RPO020	Ud	Riego de planta forestal de 3NI0I	1.570	1.570
			Total partida 3.1		1.570
3.2	MA018	Ud	Camión cisterna agua 131/160 CV cisterna 10.000l	4	4
			Total partida 3.2		4



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio natural

Proyecto de desarrollo de bosque corporativo
para absorción de CO₂ en 1,5 ha de zona
urbana en el término municipal de Guadalix
de la Sierra (Madrid)

Documento 5. Presupuesto

Alumno/a: Alejandro García Arranz

Tutor/a: Carlos del Peso Taranco

Julio de 2023

DOCUMENTO 5. PRESUPUESTO

INDICE

CUADRO DE PRECIOS Nº 1	2
CAPÍTULO I. PREPARACIÓN DEL TERRENO	2
CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA	3
CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL.....	4
CUADRO DE PRECIOS Nº2	5
CAPÍTULO I. PREPARACIÓN DEL TERRENO	5
CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA	6
CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL.....	8
PRESUPUESTOS PARCIALES	9
CAPÍTULO I. PREPARACIÓN DEL TERRENO	9
CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA	10
CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL.....	12
PRESUPUESTO GENERAL	13
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR MATERILA.....	13
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	14

CUADRO DE PRECIOS Nº 1

CAPÍTULO I. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 1. Cuadro de precios nº1 del Capítulo I.

Nº orden	Código	Ud	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
1.1	F01151	ud	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto o tránsito y pendiente inferior o igual al 30%.	UN EURO CON DIEZ Y OCHO CÉNTIMOS	1,18

CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 2. Cuadro de precios nº1 del Capítulo II.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
2.1	F02140	Mil	Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor	OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES COMA CERO CINCO	853,05
2.2	F02149	Mil	Retirada de tubo protector, altura > 60 cm	NOVECIENTO TRIENTA Y SIETE COMA CINCUENTA Y SEIS CENTIMOS	937,56
2.3	F02077	ud	Transporte y 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%.	VEINTINUEVE COMA DIEZ Y NUEVE CENTIMOS	29,19
2.4	F02121	ud	Plantación manual de un millar de plantas en bandeja con envase rígido o termoformado con capacidad > 250 cm ³ en suelo preparado mecánicamente. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo.	QUINIENTOS SESENTA Y OCHO CON NOVENTA Y UNO	568,91
2.5	F02143	Mil	Realización de alcorque	SEISCIENTO VEINTICIENCO COMA SESENTA Y TRES	625,63

CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 3. Cuadro de precios nº 1 del Capítulo III..

Nº orde n	Código	Ud.	Descripción de launidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
3.1.	NZ1RPO020	ud	Riego de planta forestalde 30 l	CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	0,55

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CAPÍTULO I. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 4. Cuadro de precios nº 2 del Capítulo I

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1.	F01151	0,020	ud	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto o tránsito y pendiente inferior o igual al 30%.			
			h	Retroexcavadora oruga hidráulica 71/100 CV	57.46	1,15	
			%	Costes indirectos	1,15	0,03	
Total partida							1,18

CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 5. Cuadro de precios nº 2 del Capítulo II.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1	F02140	Mil	ud	Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor			
	O01007	1,164	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	101,79	
	O01009	0,166	h	Peón forestal	17,77	751,26	
	Total partida						
2.2	F02149		ud	Retirada de tubo protector, altura > 60 cm			
	O01007	1,164	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	101,79	
	O01009	0,166	h	Peón forestal	17,77	751,26	
	Total partida						
2.3.	F02077		ud	Transporte y 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%.			
	O01007	1,164	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	23,01	
	O01009	0,166	h	Peón forestal	19,77	3,56	
	Total partida						

Tabla 6. Continuación Cuadro de precios nº 2 del Capítulo II

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.4	F02121	Mil	Mil	Plantación manual de un millar de plantas en bandeja con envase rígido o termoformado con capacidad > 250 cm ³ en suelo preparado mecánicamente. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo.			
	O01007	3,24	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	488,32	
	O01009	22,677	h	Peón forestal	17,77	69,43	
	Total partida						517,75
2.5	F02143		Mil	Realización de alcorque			
	O01007	3,563	h	Jefe cuadrilla forestal	21,43	493,02	
	O01009	24,938	h	Peón forestal	19,77	76,36	
	Total partida						569,38

CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 7. Cuadro de precios nº 2 del Capítulo III.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
5.1.	NZ1RPO 020		ud	Riego de planta forestal de 3NI0I			
	O002	0,0010	h	Jefe cuadrilla R.G.	24,00	0,02	
	MA018	0,0110	h	Camión cisterna agua 131/160 CV cisterna 10.000l	43,92	0,48	
	P010509	0,0300	m3	Agua (p.o.)	0,73	0,02	
	%001	1,000	%	Costes indirectos considerados para trabajos forestales y medioambientales	1,00	0,01	
		3,000	%	Costes indirectos	0,53	0,02	
Total partida							0,55

PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPÍTULO I. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 8. Presupuesto parcial del Capítulo I.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1	F01151	ud	Apertura mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm con retroexcavadora, en terrenos con pendiente inferior o igual al 30%	1.570	1,18	1.805,5
				Total	Captulo I	1.805,5

CAPÍTULO II. PLANTACIÓN Y SIEMBRA

Tabla 9.Presupuesto parcial del Capítulo II.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1	F02140	Mil	Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor	1.570	853,05	1.339,28
2.2	F02149	Mil	Retirada de tubo protector, altura > 60 cm	1.570	853,05	1.339,28
2.3	F02077	ud	Transporte y 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%.	38	26,57	1.009,66
2.4	F02121	Mil	Plantación manual de un millar de plantas en bandeja con envase rígido o termoformado con capacidad > 250 cm ³ en suelo preparado mecánicamente. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo.	1570	517,75	812,86
2.5	F02143	Mil	Realización de alcorque	1.570	569,38	893,92

PROYECTO DE DESARROLLO DE BOSQUE CORPORATIVO PARA ABSORCIÓN DE CO2 EN 1,3 ha DE ZONA URBANA EN GUADALIX DE LA SIERRA (MADRID)

DOCUMENTO 5. (PRESUPUESTO)

Tabla 10. Presupuesto parcial del Capítulo II.

Nº Orden	Código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.6	P08041	1	Ud	Quercus ilex 1-2 savias cont. 300 cm ³ , con categoría MFR, en vivero	0,38	471	178,98
	P08040	1	Ud	Quercus faginea 1-2 savias cont. 300 cm ³ , con categoría MFR, en vivero	0,38	471	178,98
	P08039	1	Ud	Celtis australis Alv. 300 cc 1+0 h 20/+	1,02	314	320,28
	P08034	1	Ud	Acer monspessulanum Alv 300 cc 1+0 h 15/+	1,02	314	320,28
Total partida						6.393,2	

CAPÍTULO III. RIEGOS DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Tabla 11. Presupuesto parcial del Capítulo III.

Nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1.	NZ1RPO020	ud	Riego de planta forestal de 30l	30.600	0,55	16.830
				Total Capítulo III		16.830 €

Aclaración: 6 riego anuales durante 3 años, esto hace un total de 18 riegos. Es decir, regar 18 veces los 1.570 pies.

PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

<u>Grupo de inversión 1: Repoblación</u>	1.805,5€
Capítulo II: Preparación del terreno	
Total grupo de inversión 2	1.805,5€
<u>Grupo de inversión 2: Plantación</u>	6.393,2 €
Total grupo de inversión 3	6.393,52 €
<u>Grupo de inversión 3: Riegos durante la época estival</u>	
Capítulo V: Riegos durante la época estival	16.830,00 €
Total grupo de inversión 4	16.830,00 €
<u>Grupo de inversión 5: Seguridad y salud</u>	
Capítulo VI: Seguridad y salud	1.178,53 €
Total grupo de inversión 5	1.178,53 €
Total ejecución material	26.207,55 €

‘ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE PROYECTO DE DESARROLLO DE BOSQUE CORPORATIVO PARA ABSORCIÓN DE CO2 EN 1,3 ha DE ZONA URBANA EN GUADALIX DE LA SIERRA (MADRID) A **VEINTISEIS MIL DOSCIENTOS SIETE EUROS COMA CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS (26.207,55 €)**

Palencia, julio de 2023

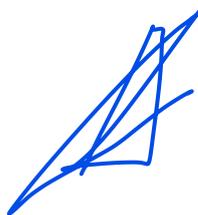
Fdo.: Alejandro García Arranz.

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de Ejecución Material	26.207,55 €
- Gastos generales (13%)	3.406,98 €
- Beneficio industrial (6%)	1.572,45 €
Total parcial – Precio	31.186,98 €
- I.V.A. (21%)	6.549,26 €
Total ejecución por contrata	37.736,24 €

‘ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE PROYECTO DE DESARROLLO DE BOSQUE CORPORATIVO PARA ABSORCIÓN DE CO2 EN 1,3 ha DE ZONA URBANA EN GUADALIX DE LA SIERRA (MADRID) A **TREINTAISIETE MIL SETECIENTOS TREINTAISEIS EUROS COMA VEINTICUATRO CÉNTIMOS (37.736,24 €)**

Palencia, julio de 2023



Fdo.: Alejandro García Arranz.