



Universidad de Valladolid

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,
Agronómica y de la Bioenergía**

Campus de Soria

**GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL:
INDUSTRIAS FORETALES**

TRABAJO FIN DE GRADO

**TÍTULO: PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA
EN ZAZUAR (BURGOS)**

AUTOR: DANIEL RUIZ MÍNGUEZ

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN VEGETAL

TUTOR/ES: JESÚS ONDATEGUI RUBIO

SORIA, JULIO DE 2019

***AUTORIZACIÓN del TUTOR
del TRABAJO FIN DE GRADO***

D. Jesús Ondategui Rubio, profesor del departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales, como Tutor del TFG titulado

**PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA EN ZAZUAR
(BURGOS)**

presentado por el alumno D. DANIEL RUIZ MÍNGUEZ

da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que reúne las condiciones para su defensa

Soria, 16 de julio de 2019

El Tutor del TFG,

Fdo.: Jesús Ondategui

Resumen del proyecto

Título: Proyecto de una plantación trufera de 6,53 Ha en Zazuar (Burgos)

Tutor: Jesús Ondategui Rubio

Autor: Daniel Ruiz Mínguez

La realización del presente proyecto tiene como objeto la planificación y explotación de una plantación trufera en el término municipal de Zazuar, España. La explotación se realizará en una finca formada por 17 parcelas, con una superficie total de 6,53 hectáreas.

Será una plantación de 1412 árboles de la variedad *Quercus Ilex* subsp. *Rotundifolia* micorrizada con *Tuber Melanosporum*.

El sistema de cultivo que se utilizará será el monocultivo con un marco real de 6 x 6 metros, con lo que la densidad de plantas por hectárea será de 277.

La vida útil de la plantación se estima en 51 años. Cuando se proceda a su levantamiento se venderá la madera, generando así un beneficio extra.

Se aplicará a la finca un cerramiento para evitar la entrada de animales de gran tamaño, especialmente del jabalí.

Se instalará un sistema de riego por microaspersión para suplir la deficiencia hídrica generada por la sequía estival de la zona, lo cual mejorará el rendimiento de la plantación.

El proyecto tiene una alta rentabilidad. La inversión inicial ascenderá a 127.799,11 euros y habrá sido amortizada hacia finales del décimo cuarto año.

El proyecto contribuirá a satisfacer la gran demanda tanto nacional como internacional de trufa negra, generando un impacto ambiental mínimo e incluso impulsando el desarrollo económico y social de la zona.

Burgos, julio 2019

El alumno:

Daniel Ruiz Mínguez

ÍNDICE

1. MEMORIA

ANEJOS:

ANEJO N° 1: ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

ANEJO N° 2: ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ANEJO N° 3: ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

ANEJO N° 4: ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS

ANEJO N° 5: MATERIAL VEGETAL Y HONGO

ANEJO N° 6: VALLADO, PREPARACIÓN DEL TERRENO Y
PLANTACIÓN

ANEJO N° 7: MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO DE LA
PLANTACIÓN

ANEJO N° 8: SISTEMA DE RIEGO

ANEJO N° 9: PROTECCIÓN VEGETAL

ANEJO N° 10: MAQUINARIA Y MANO DE OBRA

ANEJO N° 11: CALENDARIO DE TRABAJOS

ANEJO N° 12: ESTUDIO DEL MERCADO

ANEJO N° 13: ANALISIS DE RENTABILIDAD

ANEJO N° 14: ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO N° 15: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN
EL TRABAJO

2. PLANOS

3. PLIEGO DE CONDICIONES

4. MEDICIONES

5. PRESUPUESTO

Documento N° 1

MEMORIA

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.1. Naturaleza de la transformación	3
1.2. Localización de la explotación	3
1.3. Posición geográfica	3
1.4. Dimensión del proyecto	4
2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	5
2.1. Motivación	5
2.2. Estudios previos	6
3. BASES DEL PROYECTO	6
3.1. Directrices.....	6
3.1.1. Finalidad del proyecto	6
3.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor	6
3.2. Condicionantes del proyecto	7
3.2.1. Condicionantes internos.....	7
3.2.2. Condicionantes externos	10
3.3. Situación actual.....	11
4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	11
4.1. Especie del huésped	11
4.2. Especie del simbionte	12
4.3. Sistema de cultivo	12
4.4. Marco de la plantación.....	12
4.5. Cerramiento	12
4.6. Calendario.....	12
4.7. Marcado del emplazamiento de las plantas.....	12
4.8. Método de plantación.....	13
4.9. Instalación de un protector.....	13
4.10. Mantenimiento del suelo.....	13
4.11. Métodos de recolección.....	13
4.12. Sistema de riego.....	13
4.13. Resumen de las alternativas	14
5. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	14
5.1. Ingeniería del proceso	14
5.1.1. Establecimiento de la plantación	14
5.1.2. Explotación de la plantación	15
Nombre	16
Enfermedades criptogámicas.....	16

5.2. Ingeniería de las obras.....	17
5.2.1. Cerramiento de la parcela.....	17
5.2.2. Instalación del sistema de riego.....	17
6. MAQUINARIA, ÚTILES Y MANO DE OBRA NECESARIA ..	18
6.1. En el periodo de implantación del proyecto.....	18
6.2. En el periodo de explotación del proyecto	19
7. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	20
7.1. Plazos para la ejecución del proyecto	20
7.2. Calendario de trabajos	20
8. IMPACTO AMBIENTAL	31
9. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD.....	32
10. ESTUDIO DE MERCADO	33
10.1. Situación del mercado de la trufa	33
10.2. Valor de venta y producción esperada	33
11. ESTUDIO ECONÓMICO	34
11.1. Flujos de caja.....	34
11.2. Indicadores de evaluación económica	36
11.2.1. VAN y TIR	36
11.2.2. Plazo de recuperación de la inversión descontado (PAYBACK descontado)	36
12. PRESUPUESTO GENERAL	37

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto se realiza con el objetivo de obtener el título de Grado en Ingeniería Forestal especialidad Industrias Forestales. Se ponen en práctica los conocimientos adquiridos en las diferentes materias durante su cursada.

1.1. Naturaleza de la transformación

El proyecto consiste en la realización de una plantación de encina (*Quercus ilex* subsp *rotundifolia*) micorrizada con trufa negra (*T. melanosporum*) en una parcela de 6,53 hectáreas dedicada anteriormente al cultivo de cereal. La parcela se sitúa en la localidad de Zazuar (Burgos).

La plantación se realiza tras un estudio de mercado que constata que la demanda de trufa negra es mayor a la oferta. Además, las administraciones apoyan este tipo de plantaciones que promueven la reforestación y la reducción del éxodo rural.

Se dotará a la plantación de un sistema de riego por microaspersión que maximice el beneficio. El proyecto también incluirá la construcción de un cerramiento al perímetro de la parcela y la instalación de una caseta de riego prefabricada. Cuando la vida útil de la plantación llegue a su fin, se venderá la madera para obtener un beneficio extra.

1.2. Localización de la explotación

La finca se encuentra en el término municipal de Zazuar (Burgos), a 400 metros del casco urbano, junto a la carretera autonómica BU-925, que une Quemada con Zazuar. Tiene una superficie de 6,53 hectáreas, y está formada por 17 parcelas unidas.

La localidad más importante de la zona es Aranda de Duero, situada a 12 km de la finca. Tiene una población de 32.523 habitantes y cuenta con un gran polígono industrial que nos servirá para proveernos de material y mano de obra para todos los trabajos que se realizarán en el proyecto.

1.3. Posición geográfica

La finca está localizada en su totalidad en el municipio de Zazuar, las coordenadas se ven reflejadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas de la finca.

Coordenadas	
Datum	ETRS89
Latitud	41° 42' 1.22" N
Longitud	3° 33' 50.58" W
Huso UTM	30
Coord. X	453.068,05
Coord. Y	4.616.659,73

La identificación y la localización geográfica de las parcelas que constituyen la finca se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Identificación y localización geográfica de las parcelas de la finca

<i>Nº de parcela</i>	<i>Polígono</i>	<i>Municipio</i>	<i>Referencia catastral</i>	<i>Superficie (Ha)</i>
67	501	Zazuar	09501A501000670000IL	0,5737
66	501	Zazuar	09501A501000660000IP	0,3091
65	501	Zazuar	09501A501000650000IQ	1,3442
64	501	Zazuar	09501A501000640000IG	0,3033
9308	501	Zazuar	09501A501093080000IY	0,0219
63	501	Zazuar	09501A501000630000IY	0,3007
62	501	Zazuar	09501A501000620000IB	0,2550
61	501	Zazuar	09501A501000610000IA	0,7548
79	501	Zazuar	09501A501000790000II	0,7376
78	501	Zazuar	09501A501000780000IX	0,2904
77	501	Zazuar	09501A501000770000ID	0,2233
76	501	Zazuar	09501A501000760000IR	0,4230
75	501	Zazuar	09501A501000750000IK	0,3926
74	501	Zazuar	09501A501000740000IO	0,2530
73	501	Zazuar	09501A501000730000IM	0,0919
72	501	Zazuar	09501A501000720000IF	0,2027
71	501	Zazuar	09501A501000710000IT	0,0982
Superficie total				6,53

En los planos 1 Situación y 2 Emplazamiento se pueden observar la localización de la finca y la disposición de las diferentes parcelas, respectivamente.

1.4. Dimensión del proyecto

El conjunto de parcelas forma una finca de 6,53 hectáreas. La Tabla 3 muestra las longitudes de los lados (ver Plano 6 Cotas).

Tabla 3. Longitudes de los lados de la finca.

	<i>Longitud</i>
<i>Lado 1</i>	140,03 m
<i>Lado 2</i>	352,12 m
<i>Lado 3</i>	19,63 m
<i>Lado 4</i>	65,60 m
<i>Lado 5</i>	189,98 m
<i>Lado 6</i>	180,23 m
<i>Lado 7</i>	125,55 m
<i>Lado 8</i>	99,90 m
<i>Lado 9</i>	28,42 m
<i>Lado 10</i>	170,34 m
<i>Lado 11</i>	5,20 m
<i>Lado 12</i>	45,48 m
<i>Total</i>	1422,48 m

2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1. Motivación

El promotor y propietario de la parcela ha encargado este el proyecto de una explotación trufera por los siguientes motivos:

- Para sacar un mayor rendimiento de su finca, ya que en los últimos años los costes del cultivo de cereal (tradicional en la zona) han aumentado.
- Para satisfacer la demanda del mercado. La disminución de las trufas silvestres y un mercado de la trufa de calidad en expansión han resultado en una demanda mucho mayor a la oferta.
- Para potenciar la economía local y mejorar la calidad de vida de las poblaciones vecinas, frenando el éxodo rural.
- Para poder solicitar una subvención de reforestación.
- Para disminuir del impacto paisajístico al reemplazar un cultivo de cereal por una plantación de encinas, árboles que crecen de forma natural en la zona.

2.2. Estudios previos

Estudio climatológico: Para la elaboración del proyecto se han utilizado los datos de los últimos 30 años recogidos en el observatorio de Castrillo de la Vega, a escasos kilómetros de Aranda de Duero. Si bien entre dicho observatorio y la parcela hay una diferencia de altitud de 45 metros y una distancia de 14,35 kilómetros, los mapas climatológicos de la AEMET evidencian que las diferencias de temperatura, precipitación, humedad, viento, etc. son mínimas. El estudio climatológico y las conclusiones obtenidas a partir de él están detallados en el Anejo 1.

Estudio edafológico: Los datos edafológicos han sido obtenidos directamente de un estudio realizado en nuestra parcela en 2018 por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

Estudio del agua de riego: Para determinar si el agua del pozo de la parcela cumple con la calidad necesaria para utilizarla como agua de riego, se ha analizado una muestra en el laboratorio del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

Estudio de mercado: Para la realización del estudio de mercado se han analizado los datos de venta tanto nacionales como internacionales. La previsión de demanda de trufa de calidad se sitúa muy por encima de la oferta, lo cual garantiza la comercialización del 100% del producto.

Estudio de rentabilidad: Hemos comprobado que la inversión será rentable: aunque la plantación de trufa no produce ingresos hasta el séptimo año, es de las más rentables. La inversión se habrá recuperado totalmente en el décimo tercer año.

3. BASES DEL PROYECTO

3.1. Directrices

3.1.1. Finalidad del proyecto

El promotor tiene como finalidad obtener el mayor rendimiento causando el mínimo impacto ambiental, sin tener que realizar una gran inversión. Una plantación trufera se ajusta perfectamente a esto, dado que la trufa es un producto de calidad cuya demanda es mayor a su oferta y se prevé que esto seguirá siendo así a largo plazo. Una plantación trufera permite también vender la madera al final de la explotación para obtener un beneficio extra.

3.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor

El promotor no ha impuesto muchos condicionantes porque no tiene un gran conocimiento sobre las explotaciones trufas. Sus condicionantes son los siguientes:

- La explotación debe ser trufera, sin especificar la especie.

- La explotación se desarrollará en la finca del promotor y podrá ocupar su totalidad si esto genera un rendimiento mayor.
- La explotación debe causar el mínimo impacto ambiental mientras mantenga su carácter funcional y genere beneficios aceptables.
- La recuperación de la inversión tiene que ser menor a 15 años.
- La inversión debe ser menor a 150.000 euros.
- El tractor utilizado para las labores será uno que pertenece al promotor.
- Los perros utilizados para la recolección de las trufas deberán ser de raza Border Collie. El promotor se encargará del adiestramiento de los perros y de la recolección.

3.2. Condicionantes del proyecto

Los condicionantes son aquellas limitaciones que pueden influir negativamente en el desarrollo del proyecto. Los condicionantes que podrán influir en mayor medida serán la climatología y la edafología. No existe ningún condicionante que impida de manera crítica el desarrollo de la plantación. Diferenciamos entre condicionantes internos y externos.

3.2.1. Condicionantes internos

Condicionantes Climatológicos

En el Anejo I Estudio climatológico se detallan todas las características del clima de Zazuar (Burgos). Los datos han sido recogidos del observatorio meteorológico de la AEMET situado en Castrillo de la Vega. Las diferencias entre las dos localidades son mínimas.

Latitud: 41° 39' 57" N

Longitud: 3° 44' 34" O

Altitud 790 metros sobre el mar.

Distancia a la parcela: 14,35 kilómetros

Los resultados del estudio muestran que nos encontramos en un clima mediterráneo-continentalizado, con inviernos fríos y largos y veranos cálidos y cortos. Las precipitaciones no son intensas y por lo general no llegan a 500 mm al año, con un periodo de sequía entre junio y septiembre. La temperatura se caracteriza por una gran diferencia térmica entre el día y la noche y una media anual de 11,4 °C. Los veranos son calurosos, con máximas de 15 °C, y los inviernos son fríos, con temperaturas medias que no superan los 5 °C.

Los meses en que las heladas tienen mayor presencia son diciembre, enero y febrero, con una media aproximada de 12 días en cada uno. La nieve no tiene una gran incidencia en la zona. Las tormentas acompañadas pueden ser beneficiosas en meses

de verano, pero no si van acompañadas de granizo, ya que este fenómeno puede causar grandes daños.

Los vientos dominantes son en el sentido sureste y se producen en invierno, con velocidades inferiores a 20km/h la mayor parte de los días, por lo que no serán un problema.

La insolación en verano es alta e intensa y desciende considerablemente en los meses de invierno.

A partir del análisis de la climatología de Zazuar, hemos concluido que resulta favorable para establecer una plantación de *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* micorrizado con *Tuber melanosporum*.

La Tabla 4 muestra un resumen de las condiciones climáticas de Zazuar.

Tabla 4. Condiciones climáticas de Zazuar.

<i>Clima</i>	Mediterráneo-continentalizado
<i>Temperatura media anual</i>	11,4 °C.
<i>Precipitación anual</i>	463 mm
<i>Nieve</i>	Sin incidencia
<i>Granizo</i>	Baja incidencia
<i>Tormenta</i>	Beneficiosa salvo que esté acompañada de granizo
<i>Niebla</i>	39,8 días al año, con baja presencia en los meses de verano
<i>Rocío</i>	16,6 días al año, con baja presencia en los meses de verano
<i>Escarcha</i>	18,9 días al año, ausente en los meses de verano
<i>Humedad relativa</i>	72 % de media, alta en invierno y baja en verano
<i>Viento</i>	Moderado, dominante en el sentido sureste
<i>Evapotranspiración</i>	624,59
<i>Índices climáticos</i>	Según índice de Martonne: semihúmeda Según el índice de Lang: árida Según el índice de Dantin-Revenga: semiárida Índice de humedad subhúmedo (C2)
<i>Clasificación climática según Thornthwaite</i>	Eficacia térmica Mesotérmico (B'1) Variación estacionaria de humedad con gran deficiencia en verano (s2) Concentración térmica en verano moderada
<i>Clasificación bioclimática de la UNESCO FAO</i>	Respecto a las temperaturas: Con invierno moderado Respecto a la aridez: monoxérico. Respecto al índice xerotérmico: Mesomediterráneo acentuado

Condicionantes edafológicos

En el Anejo II Estudio climatológico se analizan las características físicas y químicas del suelo de la parcela. Los datos son recogidos directamente de un estudio

realizado en nuestra parcela por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) en el año 2018.

Es importante que el desarrollo radicular sea óptimo, ya que la trufa es un hongo hipogénico que crece entre los 20 y 40 cm bajo la superficie. La Tabla 5 muestra un resumen de las características analizadas en nuestro suelo y los valores adecuados para el desarrollo del *T. melanosporum*. Todos los parámetros se encuentran dentro del rango aconsejado. A lo largo de la explotación se harán análisis para examinar la evolución del suelo y comprobar que sus parámetros se mantengan dentro de los rangos aceptables.

Tabla 5. Resumen del análisis del suelo de la finca.

<i>Análisis físico</i>		
	Muestra de la parcela	Niveles óptimos
<i>Pendiente de la parcela</i>	2%	< 12%
<i>Materia orgánica %</i>	1,02 %	2-8 %
<i>Arena %</i>	57,00 %	
<i>Limo %</i>	25,00 %	
<i>Arcilla %</i>	18,00 %	
<i>Textura</i>	Franco arenosa	Franco-arenosos y francos
<i>Profundidad del suelo</i>	Entre 3 y 3,5 metros	
<i>Pendiente</i>	1 %	
<i>Valoración suelo</i>	Suelo Medio	
<i>Análisis químico</i>		
	Muestra de la parcela	Niveles óptimos
<i>pH</i>	8,26	7,5-8,5
<i>C/n</i>	9,86	Próximo a 10%
<i>Carbonatos totales %</i>	12,57 %	1 -83 %
<i>Caliza activa %</i>	0,21 %	0,1-30 %
<i>Conductividad ds/m</i>	0,10 dS/m	0-0,35 dS/m
<i>Nitrógeno kjdahl %</i>	0,12%	0,01 - 1 %
<i>Fósforo ppm</i>	110 ppm	5 – 150 ppm
<i>Potasio ppm</i>	280 ppm	50 – 500 ppm
<i>Calcio ppm</i>	51 ppm	50 – 90 ppm
<i>Magnesio ppm</i>	221 ppm	+ 100 ppm

Condicionantes del agua de riego

El proyecto contará con un sistema de riego para suplir las deficiencias hídricas del verano y aumentar el rendimiento. El agua de riego debe cumplir con ciertos parámetros de calidad. En nuestro caso procederá de un pozo situado en la parte superior de la parcela. En la Tabla 6 podemos ver los parámetros analizados.

Tabla 6. Resumen de los parámetros del agua de riego.

<i>Parámetro</i>	<i>Resultado</i>
<i>pH a 25°C</i>	7,4
<i>Conductividad a 25°C</i>	615µS/m (0,615ds/m)
<i>Sodio (Na⁺)</i>	1,72 meq/L
<i>Potasio</i>	0,08 meq/L
<i>Calcio</i>	3,41 meq/L
<i>Magnesio</i>	1,27 meq/L
<i>Cloruros</i>	1,93 meq/L
<i>Bicarbonatos</i>	3,65 meq/L
<i>Sulfatos</i>	0,09 meq/L
<i>Nitratos</i>	0,46 meq/L (29,36 ppm)

En base a los parámetros analizados, clasificamos nuestro agua de riego (ver Tabla 7).

Tabla 7. Resumen de las clasificaciones del agua de riego.

	<i>Resultado</i>
<i>pH a 25°C</i>	7,4
<i>Conductividad a 25°C</i>	615µS/m (0,615ds/m)
<i>Sodio (Na⁺)</i>	1,72 meq/L
<i>Dureza</i>	Medianamente blanda
<i>Índice de sodio S.A.R</i>	Útil para todo tipo de suelos
<i>Índice de Kelly</i>	Sin riesgo de alcalinización
<i>Índice de Scott</i>	Tolerable para el riego
<i>Normas Riverside</i>	Agua salinidad media y un nivel bajo de sodio
<i>Normas H. Greene</i>	Agua de buena calidad
<i>Normas L. V. Wilcox</i>	Agua de calidad de excelente a buena

Dado que la mayoría de parámetros están entre los valores aconsejados, concluimos que el agua analizada es aceptable para ser usada como agua de riego para nuestra explotación. Si bien los nitratos están algo más elevados que los valores óptimos, esta diferencia será despreciable porque el riego no será continuo y solo se aplicará cuando las precipitaciones no alcancen para cubrir las necesidades de la plantación.

3.2.2. Condicionantes externos

Núcleos de población

La parcela se asienta en una zona rural con cultivo mayoritario cerealista y vinícola. Se sitúa entre las poblaciones de Zazuar y Quemada, a 400 metros de la

primera y 800 metros de la segunda. Zazuar tiene una población de 226 y Quemada de 238. A 12 kilómetros de la finca se localiza Aranda de Duero, una ciudad con 32.523 habitantes.

Mano de obra y materias primas

Dada la cercanía a un núcleo grande como es Aranda de Duero, la obtención de mano de obra y materias primas será fácil. Esta ciudad tiene un buen entramado empresarial que nos permitirá surtirnos de material y mano de obra sin realizar grandes desplazamientos.

Condicionantes jurídicos

La parcela está en régimen de propiedad, sin hipoteca.

Condicionantes de infraestructura

El acceso a la parcela se hace a través de la carretera autonómica BU-925 que inicia en Aranda de Duero y acaba en La Gallega, ambas poblaciones de Burgos. Es una carretera convencional de doble sentido. El acceso a la parcela se hará a través de un camino agrícola, lo que facilitará en gran medida la entrada y la salida.

3.3. Situación actual

El acceso a la finca es muy cómodo ya que no se atraviesan otras fincas. Desde la carretera se sale a un camino agrícola en buenas condiciones.

El perímetro de la finca está delimitado por una línea de una antigua valla construida con piedras que fueron retiradas. La finca cuenta con un pozo ya excavado en la parte superior. Tiene rastrojo de una plantación anterior de cereal.

Respecto a la mecanización, el promotor cuenta con un John Deere 7930 de 180 cv con GPS con apenas 1000 horas de trabajo.

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Al desarrollar un proyecto hay que tomar decisiones sobre cómo realizar distintos aspectos. A continuación se presentan las elecciones que consideramos se ajustan mejor a los objetivos de este proyecto. Los criterios principales en los que nos hemos basado para dichas elecciones son la viabilidad técnica, el rendimiento económico y el impacto ambiental y social.

4.1. Especie del huésped

El promotor impuso como condicionante que el tipo de explotación fuera trufera, sin especificar la especie. La variedad de trufa seleccionada es la *T. melanosporum*, por su adaptación a las condiciones de la finca y su alto valor de mercado.

4.2. Especie del simbiote

La especie seleccionada es el *Quercus ilex* subespecie *rotundifolia*, porque en las condiciones de la finca establecerá muy bien la simbiosis con el hongo. Es una especie que se adapta a la perfección a las condiciones climáticas y edáficas de la finca. Además, al crecer de forma natural en la zona tendrá un impacto ambiental mínimo.

4.3. Sistema de cultivo

El sistema elegido es el monocultivo. Esta elección responde a uno de los condicionantes del promotor. Aunque no se generarán ingresos hasta el séptimo año y no se recuperará la inversión hasta mediados del décimo cuarto año, este es el sistema que producirá el mayor rendimiento a medio y largo plazo.

4.4. Marco de la plantación

El marco de plantación que hemos decidido utilizar es el real o cuadrado con una distancia entre árboles de 6 metros. Este marco permite una buena radiación solar en los pies de los árboles, lo cual es beneficioso para el desarrollo del hongo. También permite que la maquinaria pase fácilmente. Una mayor densidad produciría un desarrollo precoz de la plantación pero disminuiría su vida, lo que resultaría en un menor rendimiento a medio y largo plazo.

4.5. Cerramiento

Se realizará un cerramiento a la plantación para evitar la entrada de animales de gran tamaño, especialmente del jabalí, ya que este animal causa grandes daños a este tipo de explotaciones. El cerramiento tendrá una altura de un metro y medio y estará formado por malla de simple torsión electrosoldada y postes, todo galvanizado. La elección de este tipo de cerramiento se basa en su bajo coste y su alta durabilidad.

4.6. Calendario

La plantación se iniciará a finales del invierno para evitar las fuertes heladas de la zona; el calendario se ha elaborado una vez tomada esta decisión, con este momento como punto de referencia.

4.7. Marcado del emplazamiento de las plantas

Aprovechando que el propietario cuenta con un tractor con GPS, alquilaremos un rejón para marcar los hoyos por el método del replanteo. Este método consiste en trazar líneas con un rejón en una dirección y después las perpendiculares; en el lugar

en que ambas líneas se cruzan, se ubicará una estaca que marcará el posterior emplazamiento de la planta.

4.8. Método de plantación

La apertura del hoyo se realizará manualmente con azadas. Este método es más económico que los ahoyadores mecánicos y, dado que el paso del rejón habrá dejado la tierra suelta, será fácil de implementar. Las plantas se obtendrán del vivero con cepellón, porque les proporcionará una adaptación progresiva que aumentará considerablemente las posibilidades de éxito de arraigo.

4.9. Instalación de un protector

La instalación de un protector se ha descartado porque su coste económico no justifica sus ventajas.

4.10. Mantenimiento del suelo

Para el mantenimiento del suelo utilizaremos el laboreo por su fácil aplicación y su bajo coste.

4.11. Métodos de recolección

La recolección se realizará con perros porque, si bien son más lentos en la detección de la trufa y hay que adiestrarlos, después es más fácil trabajar con ellos.

4.12. Sistema de riego

Se instalará un sistema de riego para suplir el déficit hídrico que se produce en cuatro meses del año y con sequías pronunciadas en dos de ellos. Con el sistema de riego obtendremos un mayor rendimiento y podremos amortizar el gasto de su instalación.

El riego se hará por microaspersión, ya que este sistema permite humedecer la zona del quemado de forma uniforme y posibilita el buen desarrollo de la trufa en verano.

4.13. Resumen de las alternativas

Tabla 8. Resumen de las alternativas elegidas.

<i>Alternativa</i>	<i>Elección</i>
Especie del huésped	<i>Tuber melanosporum</i>
Especie del simbionte	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>rotundifolia</i>
Sistema de cultivo	Monocultivo
Marco de la plantación	Real o cuadrado de 6 x 6 metros
Cerramiento	Valla de simple torsión
Calendario	Plantación a finales del invierno
Marcado del emplazamiento	Replanteo con rejón y tractor GPS
Método de plantación	Con cepellón
Instalación de protector	Sin protector
Mantenimiento del suelo	Laboreo superficial
Método de recolección	Con perros adiestrados
Sistema de riego	Riego por microaspersores

5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Ingeniería del proceso

5.1.1. Establecimiento de la plantación

Para que las encinas tengan un desarrollo adecuado y arraiguen sin problemas, debemos preparar adecuadamente el terreno. Una vez plantadas las encinas, se les aplicará un riego de asentamiento.

Preparación del terreno

- Arado

En la parcela queda rastrojo de la plantación de cereal del año anterior. Para retirarlo, realizaremos un arado con una vertedera de 40 cm de profundidad. Esto también aumentará la proporción de materia orgánica del suelo.

- Subsulado

Haremos dos pases con un subsolador, uno a 40 cm y otro a 80 cm, para romper las capas del suelo sin voltear los horizontes. Esto favorecerá el desarrollo de las encinas generará una serie de beneficios, como mejoras en el encaje del árbol, la nutrición y el drenaje, la eliminación de raíces anteriores y la rotura de capas poco permeables, lo cual favorecerá el paso del agua y del aire.

- Cultivador

Justo antes de la plantación se pasará un cultivador con el fin de terminar de deshacer los terrones de tierra y dejar el suelo más mullido y aireado.

- Marcado de los hoyos

Para el marcado del emplazamiento de las encinas se utilizará la técnica del replanteo. Lo realizaremos con un tractor agrícola con GPS provisto de un rejón de 40 centímetros de profundidad, en un marco de 6 x 6 m.

La técnica del replanteo consiste en trazar la línea de mayor longitud, después sus paralelas, y luego las perpendiculares. Los cruces entre las líneas serán las posiciones para el emplazamiento de los árboles.

Plantación

- Transporte y recepción de las plantas

El vivero se encargará de transportar las plantas hasta la parcela. La cantidad de árboles a recepcionar es 1452, 40 más que los que necesitamos. Se comprobará el estado de cada planta y se removerán durante un minuto en un cubo hasta el cepellón.

- Plantación

La plantación tendrá lugar la primera semana de marzo. Con una azada se cavará un hoyo en los puntos señalados por los cortes de las líneas perpendiculares del replanteo.

- Asentamiento de la planta

Inmediatamente después de la plantación efectuaremos un riego de asentamiento con el fin de facilitar el arraigo de las plantas. Este riego se realizará con una cisterna de 5000 litros adosada al tractor. De esta forma restringiremos la superficie regada a la base del árbol, de modo de ahorrar agua e impedir que las malas hierbas crezcan alrededor de los árboles.

5.1.2. Explotación de la plantación

Durante la explotación deberemos realizar varias tareas de mantenimiento para lograr un rendimiento óptimo.

- Mantenimiento del suelo

Para mantener el suelo en perfecto estado utilizaremos el laboreo mediante un cultivador de discos. En la fase de instalación de la planta lo realizaremos a 20 cm de profundidad y en la fase de desarrollo del hongo a 10 cm.

- Escardas

Alrededor de las plantas se realizarán escardas y aporcado de tierra durante los dos primeros años.

- Reposición de marras

Entre un 2 y un 3% de las plantas suelen tener un crecimiento por debajo de lo requerido. Pasado medio año, esas plantas serán sustituidas.

- Poda

Los objetivos principales de la poda serán mantener un equilibrio entre la parte aérea y la parte radicular, un buen aireado de las copas, una buena insolación del suelo y la facilitación de las labores. Dependiendo de la fase en la que nos encontremos realizaremos diferentes tipos de poda.

- Riego

Durante los dos primeros años realizaremos el riego con una cisterna de 5000 litros acoplada al tractor. A partir del tercer año se regará por microaspersión (el funcionamiento de este sistema está detallado en el anejo VII Sistema de riego).

- Protección

Priorizaremos métodos preventivos sobre curativos, evitando el uso de fitosanitarios. El principal método preventivo que utilizaremos será tratar de que tanto la planta como el hongo se encuentren en las mejores condiciones. En la Tabla 9 se muestra un resumen de las principales enfermedades y plagas del *Quercus Ilex* y del *Tuber Melanosporum*.

Tabla 9. Resumen de las principales enfermedades y plagas del *Quercus Ilex* y del *Tuber Melanosporum*.

<i>Plagas o enfermedades de la planta</i>			
Nombre	Nivel de gravedad	Efectos	Tratamiento
Enfermedades criptogámicas	Bajo	Desección	Fungicida no sistémico
<i>Lymatria dispar</i>	Bajo	Defoliación	Bacillus thuringiensis kurstaaki 17,6 %
<i>Tortrix viridana</i>	Bajo	Pérdida del fruto	Malation 4%, malation 4% + carbanil 2%, cipermetrín 0,033% y triclorfón 5%
<i>Coraebus undatus</i>	Muy bajo	Pérdida de ramillas	Sin tratamiento
<i>Plagas o enfermedades de la trufa</i>			
<i>Nombre</i>	Nivel de gravedad	Efectos	Tratamiento
<i>Megaselia sp.</i>	Medio	Túneles en su estado larvario	Trampas de caída

<i>Lycoriella sp.</i>	Medio	Túneles en su estado larvario	Trampas de caída
<i>Helomyza tuberivora</i>	Medio	Túneles en su estado larvario	Trampas de caída
<i>Leiodes cinnamomea</i>	Medio	Galerías	Control de población con trampas, favorecer la proliferación de sus depredadores
<i>Ommatoilus sabulosus</i>	Bajo	Galerías de gran tamaño	Control de las otras plagas

- Recolección

Al ser un hongo hipogeo o subterráneo, la recolección se realizará con ayuda de dos perros adiestrados para ello. Una vez localizada la trufa, el recolector la extraerá con ayuda de un machete especial, cavando cuidadosamente para no dañarla.

5.2. Ingeniería de las obras

5.2.1. Cerramiento de la parcela

Instalaremos una puerta de doble lama de 6 metros de largo y una valla de simple torsión, ambas de 1,5 metros de alto. Consideramos que es suficiente, ya que el animal que puede ocasionar mayores destrozos a la plantación es el jabalí y con esta altura impediremos su entrada.

5.2.2. Instalación del sistema de riego

Diseño hidráulico

Para suplir las deficiencias hídricas del verano se instalará un sistema de riego por microaspersión. Tendrá un marco de 6 x 6 m donde cada aspersor estará situado entre dos plantas, equidistante de cada una, con una varilla de elevación.

Las tuberías que se emplearán serán las siguientes:

- Tubería principal: PVC de 6 atm. y $\varphi_e/\varphi_i = 140/137,2$ mm (enterrada).
- Tuberías secundarias: PVC de 6 atm. y $\varphi_e/\varphi_i = 110/103,6$ mm (enterrada).
- Tuberías laterales: PEBD de 4 atm. y $\varphi_e/\varphi_i = 32/28$ mm (en superficie).

Como la red eléctrica se encuentra lejos del pozo se empleará un grupo electrógeno para suministrar la energía a una bomba 60 Kw de potencia. Esta estará

conectada a un cabezal de riego. Estos componentes estarán dentro de una caseta de riego.

Instalación de la caseta de riego

Se instalará una caseta de riego prefabricada de hormigón, que tendrá unas dimensiones interiores de 9 m² útiles. Dentro de ella se encontrarán el cabezal de riego, la tubería de aspiración, la tubería primaria y un depósito de gasóleo de 1000 litros. La caseta tendrá una cimentación de hormigón y un tejado a un agua cubierto con una placa de fibrocemento.

6. MAQUINARIA, ÚTILES Y MANO DE OBRA NECESARIA

6.1. En el periodo de implantación del proyecto

El tractor pertenece al promotor, pero en el presupuesto se sumará una partida por su mantenimiento y el combustible. En la Tabla 10 podemos ver la maquinaria y la mano de obra del periodo de implantación.

Tabla 10. Maquinaria y mano de obra del periodo de implantación.

<i>Útiles, maquinaria y aperos</i>		<i>Tarea</i>	<i>Compra, alquiler o propio</i>	<i>Mano de obra</i>
<i>Tractor John Deere 7930 180 c.v. con GPS (propio)</i>	Cultivador de 3 metros	Labores complementarias	Alquilados	Tractorista
	Subsolador trisurco	Subsolado	Alquilados	Tractorista
	Arado vertedera	Laboreo superficial	Alquilados	Tractorista
	Rejón (martillo y estacas)	Marqueo de hoyos	Alquilados	Tractorista, capataz y peón
	Cisterna de 5000 l.	Riego de implantación	Alquilados	Tractorista y peón
<i>Azadas</i>		Plantación	En propiedad	Capataz y 4 peones
<i>Retroexcavadora 90CV, retroexcavadora mixta, dumper 4x4 5 Tm y camión grúa.</i>		Instalación del riego	Alquilados	Maquinistas, camioneros/gruista,

			capataces, peones, especialista riego, peón riego
<i>Retroexcavadora 90CV, camión basculante 15 Tm, rodillo compactador autopropulsado</i>	Cimentación del riego	Alquilados	Maquinistas, capataces, oficiales 1ª construcción, peones y camionero.
<i>Camión y grúa</i>	Anclaje de la caseta de riego	Alquilados	Camionero/gruista, Oficial 1ª metal, peón y Oficial 1ª construcción

6.2. En el periodo de explotación del proyecto

En la Tabla 11 podemos ver la maquinaria y mano de obra del periodo de explotación.

Tabla 11. Maquinaria y mano de obra del periodo de explotación.

<i>Útiles, maquinaria y aperos</i>		<i>Tarea</i>	<i>Compra, alquiler o propio</i>	<i>Mano de obra</i>
<i>Tractor John Deere 7930 180 c.v. con GPS (propio)</i>	Cultivador de 3 metros	Labores complementarias	Alquilados	Tractorista
	Cisterna de 5000 l.	Riego 1º año	Alquilados	Tractorista y peón
<i>Azadas</i>		Reposición de marras	Compradas	Capataz y un peón
<i>Serruchos y tijeras de podar</i>		Poda	Comprados	Capataz y 3 peones
<i>Riego</i>		Riego	Comprados	Capataz
<i>Perros</i>		Recolección	Comprados	Capataz y un peón

7. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

7.1. Plazos para la ejecución del proyecto

La realización del proyecto tiene que efectuarse en el plazo máximo de 1 año y medio.

7.2. Calendario de trabajos

A continuación se representa el calendario de trabajos por medio de un diagrama de Gantt.

Año 0

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Cerramiento de la parcela	Subcontratado																								
Labor de desfonde	Arado de vertedera de 40 cm de profundidad																								
Subsolado	Subsolado trisurco de 80 cm de profundidad																								
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Cerramiento de la parcela	Subcontratado																								
Labor de desfonde	Arado de vertedera de 40 cm de profundidad																								
Subsolado	Subsolado trisurco de 80 cm de profundidad																								

Año 1

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Instalación del S. de riego		■	■	■	■																				
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad					■	■						■												
Marqueo	rejón 40 cm							■	■																
Plantación	Instalación de protectores									■															
Escardas											■														
Riego de asentamiento	De 10 a 15 litros por planta											■	■											■	■
Reposición marras																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Instalación del S. de riego																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																			■	■				
Marqueo	Rejón de 40 cm																								
Plantación	Instalación de protectores																								
Escardas																									
Riego de asentamiento	De 10 a 15 litros por planta	■	■	■	■	■	■																		
Reposición marras														■	■										

Año 2

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Retirada de protectores																									
Escardas																									
Riego con cisterna																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Retirada de protectores																									
Escardas																									
Riego de asentamiento																									

Año 3 – 6

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda de formación																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Escardas																									
Riego con microaspersores																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda de formación																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Escardas																									
Riego con microaspersores																									

Año 7

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda de aclareo																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Riego con microaspersores																									
Recolección																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda de aclareo																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Riego con microaspersores																									
Recolección																									

Año 8 – 11

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																									
Poda de aclareo																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Riego con microaspersores																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																									
Poda de aclareo																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Riego con microaspersores																									

Año 12 - 25

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección		■	■	■	■	■	■	■	■	■															
Poda de aclareo	Cada dos años (años impares)							■	■																
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad											■	■												
Riego con microaspersores																								■	■
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																						■	■	■	■
Poda de aclareo	Cada dos años (años impares)																								
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																	■	■						
Riego con microaspersores		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														

Año 26

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección		■	■	■	■	■	■	■	■	■															
Sustitución del S. de riego											■	■	■	■											
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad															■	■								
Riego con microaspersores																								■	■
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																						■	■	■	■
Sustitución del S. de riego																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																	■	■						
Riego con microaspersores		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														

Año 27 – 50

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección		■	■	■	■	■	■	■	■	■															
Poda de aclareo	Cada 4 años desde el año 29							■	■																
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad											■	■												
Riego con microaspersores																								■	■
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																						■	■	■	■
Poda de aclareo	Cada 4 años desde el año 29																								
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																	■	■						
Riego con microaspersores		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														

Año 51

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																									
Levantamiento de la explotación																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																									
Levantamiento de la explotación																									

8. IMPACTO AMBIENTAL

En el Anejo XII Estudio del impacto ambiental se describen todos los efectos positivos y negativos que puede generar la explotación en el medio. Si bien la explotación puede ocasionar algún efecto negativo, también causa efectos positivos. En suma, su incidencia ambiental es mínima. En la Tabla 12 podemos ver los indicadores que utilizaremos para valorar cada efecto.

Tabla 12. Indicadores para valorar los efectos ambientales.

	<i>Indicador</i>	<i>Valoración</i>
<i>Efecto</i>	Según su naturaleza	Positivo o negativo
	Según su persistencia	Temporal o permanente
	Según su aditividad	Simple, acumulativo o sinérgico
	Según su mediatización	Directo o indirecto
	Según su elasticidad	Reversible o irreversible
	Según su estabilidad	Recuperable o irrecuperable
	Según su aparición	Periódico o irregular
	Según su intensidad	Continuo o discontinuo
<i>Impacto ambiental</i>	Según su incidencia	Compatible, moderado, severo o crítico

En la Tabla 13 podemos ver los efectos y sus valoraciones.

Tabla 13. Movimientos ambientales y sus valoraciones.

	<i>Movimiento de tierras</i>	<i>Emisión de polvo, ruido y humo</i>	<i>Reducción de la erosión</i>	<i>Instauración vegetal arbórea</i>
<i>Naturaleza</i>	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo
<i>Persistencia</i>	Temporal	Temporal	permanente	Permanente
<i>Aditividad</i>	Simple	Simple	Sinérgico	Acumulativo
<i>Mediatización</i>	Directo	Directo	Directo	Directo
<i>Elasticidad</i>	Reversible	Reversible	Reversible	Irreversible
<i>Estabilidad</i>	Recuperable	Recuperable	Recuperable	Recuperable
<i>Aparición</i>	Periódico	Periódico	Periódico	Periódico
<i>Intensidad</i>	Discontinuo	Discontinuo	Continuo	Discontinuo
<i>Impacto ambiental</i>	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible

	<i>Cambios en las condiciones del suelo</i>	<i>Aumento en la probabilidad de incendios</i>	<i>Modificación del uso del terreno</i>	<i>Sistema de riego</i>
<i>Naturaleza</i>	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
<i>Persistencia</i>	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
<i>Aditividad</i>	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico	Acumulativo
<i>Mediatización</i>	Directo	Directo	Directo	Directo
<i>Elasticidad</i>	Reversible	Irreversible	Irreversible	Reversible
<i>Estabilidad</i>	Recuperable	Recuperable	Irrecuperable	Recuperable
<i>Aparición</i>	Periódico	Periódico	Periódico	Periódico
<i>Intensidad</i>	Discontinuo	Discontinuo	Continuo	Continuo
<i>Impacto ambiental</i>	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible

Para minimizar los impactos se establecerán las siguientes medidas protectoras:

- Los movimientos de tierra se limitarán a aquellos estrictamente imprescindibles, indicados en la descripción del proyecto.
- Los equipos y la maquinaria deberán estar en perfecto estado, para lo cual se deberá cumplir con los programas de mantenimiento.
- Se retirarán en tiempo los residuos de la poda.
- Tanto la caseta de riego como la valla tendrán colores que no desentonen con el ambiente. La caseta se situará en el extremo superior de la parcela para que quede cubierta una vez que los árboles hayan crecido.

Durante la implantación y explotación del proyecto deberán registrarse los impactos ocurridos y se los comparará con los definidos en el estudio, para comprobar su eficacia. Se observarán los impactos no previstos y se propondrán medidas para reducirlos, compensarlos o incluso eliminarlos.

9. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

Con el objetivo del cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre, se ha realizado un estudio básico de seguridad y salud que pretende dar directrices básicas para identificar y prevenir los accidentes laborales. Dicho estudio está desarrollado en el Anejo XV.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	Importe en euros (€)
INSTALACIONES PROVISIONALES DE	457,64
OBRA MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO	765,78
PROTECCIONES PARA CABEZA	64,00
PROTECCIONES PARA MANOS	20,00
PROTECCIONES PARA PIES Y PIERNAS	520,10
SEÑALIZACIONES	291,10
TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	2.118,62

El presupuesto de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de DOS MIL CIENTO DIECIOCHO CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (2.118,62€).

10. ESTUDIO DE MERCADO

10.1. Situación del mercado de la trufa

En el Anejo XII hemos realizado un estudio de mercado para obtener una previsión lo más precisa posible del rendimiento de la plantación trufera. Obtener información veraz sobre este cultivo es muy difícil debido a la variabilidad de los factores que lo determinan, la falta de precisión de la información que sí está disponible y la falta de registros.

El mercado de la trufa está en alza, la oferta se sitúa por debajo de la demanda y hay una gran facilidad para vender la totalidad de la producción. Las administraciones locales muestran apoyo a este tipo de explotaciones otorgando subvenciones. Además, la investigación y los sistemas de riego permiten que la producción sea menos variable. Por todos estos factores, la previsión a medio y largo plazo es buena.

10.2. Valor de venta y producción esperada

En el año 2015 el mercado se situaba en torno a los 370 €/kg. Los estudios estimaron un crecimiento del 4% anual en los años siguientes, en base a lo cual el precio actual se estima en 432 €/kg. En la Tabla 14 observamos la producción de trufa esperada cada año en la finca.

Tabla 14. Producción de trufa esperada en cada año de la plantación.

Años de producción	Gramos por encina productora	Encina productora por hectárea	Kg por hectárea	Encinas productoras en la finca	Kg producidos en la finca
7	42,12	83	4	430	18,11
8	59,38	83	5,7	430	25,53
9	111,34	83	10,8	430	47,88
10	148,45	83	14,4	430	63,83
11	185,57	83	18	430	79,80
12	235,05	83	22,8	430	101,07
13	259,79	83	25,2	430	111,71
14	296,91	83	28,8	430	127,67
15	334,02	83	32,4	430	143,63
16	358,76	83	34,8	430	154,27
17	362,23	83	35,1	430	155,76
18-51	371,12	83	35,9	430	159,58

11. ESTUDIO ECONÓMICO

11.1. Flujos de caja

En la Tabla 15 podemos ver los flujos anuales de entradas y salidas de caja de la explotación durante el periodo de su vida útil. La inversión inicial será de 127.799,11 €. A excepción del primer año en que se recibirá la subvención, en los primeros 7 años el flujo será negativo. A partir del séptimo año no habrá problemas de liquidez ya que el flujo de caja se mantendrá positivo hasta el levantamiento de la explotación.

Tabla 15. Flujos anuales de entradas y salidas de caja de la explotación.

Año	Gastos totales	Ingresos totales	Flujo de caja
0	127.799,11 €	0,00 €	-127.799,11 €
1	1.000,31 €	6.636,15 €	5.635,84 €
2	1.294,22 €	0,00 €	-1.294,22 €
3	4.379,66 €	0,00 €	-4.379,66 €
4	4.979,66 €	0,00 €	-4.979,66 €
5	4.379,66 €	0,00 €	-4.379,66 €
6	4.379,66 €	0,00 €	-4.379,66 €
7	4.445,58 €	7.824,21 €	3.378,63 €
8	4.486,64 €	11.030,43 €	6.543,79 €
9	4.580,26 €	20.682,52 €	16.102,26 €
10	4.647,13 €	27.576,07 €	22.928,94 €

11	4.714,03 €	34.471,48 €	29.757,45 €
12	4.372,80 €	43.662,89 €	39.290,08 €
13	4.847,76 €	48.258,59 €	43.410,83 €
14	5.084,26 €	55.154,00 €	50.069,74 €
15	4.981,50 €	62.047,56 €	57.066,06 €
16	4.595,72 €	66.643,26 €	62.047,54 €
17	5.032,31 €	67.287,84 €	62.255,53 €
18	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
19	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
20	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
21	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
22	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
23	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
24	5.217,96 €	68.939,25 €	63.721,29 €
25	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
26	54.969,78 €	68.939,25 €	13.969,47 €
27	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
28	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
29	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
30	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
31	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
32	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
33	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
34	5.217,96 €	68.939,25 €	63.721,29 €
35	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
36	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
37	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
38	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
39	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
40	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
41	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
42	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
43	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
44	5.217,96 €	68.939,25 €	63.721,29 €
45	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
46	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
47	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
48	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
49	5.048,33 €	68.939,25 €	63.890,92 €
50	4.617,96 €	68.939,25 €	64.321,29 €
51	702,30 €	100.285,65 €	99.583,35 €
Total	281.751,60 €	3.256.784,58 €	2.975.032,98 €

11.2. Indicadores de evaluación económica

11.2.1. VAN y TIR

Para analizar la viabilidad del proyecto se han calculado el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno). Ambos valores confirman que la explotación trufera es viable.

La tasa de interés de los últimos 15 años se sitúa entre el 2 y el 3%, con lo que la explotación generará unos beneficios de entre 1.266.619,48 y 929.536,07 €.

Tipo de interés	1%	2%	3%	4%	5%
VAN	1.741.111,34 €	1.266.619,48 €	929.536,07 €	686.313,24 €	508.110,30 €

La TIR nos muestra la tasa de interés necesaria para que los beneficios sean nulos. Esta se sitúa en 13,04 %, lo que garantiza la viabilidad del proyecto.

11.2.2. Plazo de recuperación de la inversión descontado (PAYBACK descontado)

Teniendo en cuenta la variación del valor del dinero por el paso del tiempo, la recuperación de la inversión se completará en la tercera cuarta parte del décimo cuarto año. Para su cálculo hemos aplicado una tasa de interés de un 3% a los flujos de caja.

Tabla 16. Plazo de recuperación de la inversión descontado.

Año	Flujos de caja con una tasa de interés del 3%	Flujos de caja acumulados
0	-125235,59	-125235,59
1	5471,68932	-119763,9007
2	-1219,926478	-120983,8272
3	-4008,00932	-124991,8365
4	-4424,363413	-129416,1999
5	-3777,933189	-133194,1331
6	-3667,8963	-136862,0294
7	2747,136023	-134114,8934
8	5165,727622	-128949,1657
9	12341,03996	-116608,1258
10	17061,2883	-99546,83747
11	21497,41704	-78049,42043
12	27557,27441	-50492,14602
13	29560,66041	-20931,48562
14	33101,99718	12170,51156

12. PRESUPUESTO GENERAL

CAPITULO		IMPORTE (€)
Capítulo 1	CERRAMIENTO DE LA PARCELA	
Capítulo 1.1	Vallado	20.569,06
Capítulo 1.2	Acceso	424,26
	Total:	20.993,32
Capítulo 2	PLANTACIÓN	
Capítulo 2.1	Preparación del terreno	648,62
Capítulo 2.2	Plantación	10.718,25
	Total:	11.366,87
Capítulo 3	SISTEMA DE RIEGO	
Capítulo 3.1	Movimiento de tierras	1.371,44
Capítulo 3.2	Instalación del riego	49.488,98
	Total :	50.860,42
Capítulo 4	CASETA DE RIEGO	3.754,59
Capítulo 4.1	Movimiento de tierras	113,58
Capítulo 4.2	Cimentación y suelo	586,58
Capítulo 4.3	Colocación y anclaje de la caseta	3.054,43
	Total:	3.754,59
Presupuesto de ejecución material		86.975,20

El presupuesto de ejecución material asciende a OCHENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON VEINTE (86.975,20 €).

Debido a que la ejecución del proyecto se llevará a cabo por contrata, a la cantidad anterior habrá que añadir:

- Beneficio industrial (6% del presupuesto de ejecución material de la plantación) = 5.218,51 €.
- Gastos generales (13 % del presupuesto de ejecución material de la plantación) = 11.306,77 €.
- El presupuesto de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de = 2.118,62 €.

Por lo tanto obtenemos un PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA DE: **103.500,48 euros.**

Sumando el porcentaje de IVA (21%) obtenemos un PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN DE: **127.799,11 EUROS.**

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CIENTO VEINTISIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS.

Burgos, julio 2019

El alumno:

Daniel Ruiz Mínguez

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de la finca.....	3
Tabla 2. Identificación y localización geográfica de las parcelas de la finca	4
Tabla 3. Longitudes de los lados de la finca.....	5
Tabla 4. Condiciones climáticas de Zazuar.	8
Tabla 5. Resumen del análisis del suelo de la finca.	9
Tabla 6. Resumen de los parámetros del agua de riego.....	10
Tabla 7. Resumen de las clasificaciones del agua de riego.....	10
Tabla 8. Resumen de las alternativas elegidas.	14
Tabla 9. Resumen de las principales enfermedades y plagas del Quercus Ilex y del Tuber Melanosporum.	16
Tabla 10. Maquinaria y mano de obra del periodo de implantación.	18
Tabla 11. Maquinaria y mano de obra del periodo de explotación.	19
Tabla 12. Indicadores para valorar los efectos ambientales.	31
Tabla 13. Movimientos ambientales y sus valoraciones.	31
Tabla 14. Producción de trufa esperada en cada año de la plantación.....	34
Tabla 15. Flujos anuales de entradas y salidas de caja de la explotación.	34
Tabla 16. Plazo de recuperación de la inversión descontado.	36

**ANEJO I:
ESTUDIO
CLIMATOLÓGICO**

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Observatorio y localización.....	3
2.1 Elección del observatorio	3
2.2 Datos recogidos y localización	4
3. Clima.....	5
3.1. Introducción.....	5
3.2 Análisis del climograma.....	5
4. Factores climatológicos	6
4.1 Análisis de temperaturas.....	6
4.2 Análisis de las heladas	8
4.3 Análisis de precipitaciones	9
4.3.1 Nieve	10
4.3.2 Granizo	10
4.3.3 Tormenta.....	11
4.3.4 Niebla	12
4.3.5 Rocío y escarcha	12
4.4 Humedad relativa	13
4.5 Análisis del viento	15
4.6 Análisis de la insolación	16
5. Índices climáticos	18
5.1 Introducción	18
5.2 Índices de aridez.....	18
5.2.1 Índice de aridez de Martonne	18
5.2.2 Índice de aridez de Lang.....	19
5.2.3 Índice de Dantin-Revenga	20
6. Clasificación climática según Thornthwaite.....	20
6.1 Calculo de la ETP por el método Thornthwaite.....	20
6.2 Cálculo del balance de agua en el suelo	23
6.3 Clasificación climática según Thornthwaite.....	24
6.3.1 Índice de humedad.....	24
6.3.2 Eficacia térmica	25
6.3.3 Variación estacional de la humedad	25
6.3.4 Concentración térmica en verano.....	26
6.4 Fórmula climática de Thornthwaite.....	27
7. Clasificación bioclimática de la UNESCO FAO.....	27

7.1 Temperaturas.....	27
7.2 Índice Xerotérmico	28
8. Conclusión	31
Bibliografía	32
Índice de figuras	33
Índice de tablas	34

1. Introducción

El clima es uno de los principales factores limitantes de cualquier plantación, y la plantación trufera no es la excepción. Su estudio es muy importante ya que de él dependen en gran medida tanto la productividad como la viabilidad del proyecto.

El clima influirá de forma directa sobre las alternativas que elegiremos, como la especie de trufa, la especie de árbol y todo lo relacionado con el sistema de riego. Por ello vamos a hacer un amplio análisis para poder definir cuál de las alternativas es más viable, tanto técnica como económicamente.

También vamos a observar si se prevé una variación climatológica a lo largo del tiempo que va a durar la plantación. En ocasiones, con el paso del tiempo, las estaciones pueden desplazarse por un cambio climático, lo cual puede conllevar desajustes en el riego o en la maduración de la trufa, entre otras cosas.

Habrà valores que podamos ajustar a los requeridos para una plantación trufera, como el riego, y otros que no, que por ello serán denominados factores limitantes. Si alguno de estos factores dista mucho de los requeridos para nuestra plantación, la hará técnicamente inviable.

2. Observatorio y localización

2.1 Elección del observatorio

Para la obtención de los datos climatológicos es preferible un observatorio que esté lo más cerca posible, pero sobre todo que las condiciones climatológicas varíen lo menos posible entre la ubicación del observatorio y la de la plantación.

El observatorio que hemos elegido se sitúa en Castrillo de la Vega, a escasos kilómetros de Aranda de Duero. Tiene una altitud de 790 metros, 45 metros menos que nuestra plantación, y se encuentra a una distancia de 14,35 kilómetros.

En la Figura 1 vemos dónde se sitúan los emplazamientos tanto de la parcela como del observatorio. Aun siendo conscientes de que hay una variación de altura de casi 50 metros y una distancia de 14,35 kilómetros entre la parcela y el observatorio, la elección nos parece correcta. Según los mapas de temperatura y precipitación de la [AEMET](#), la diferencia entre las dos localidades es mínima. Concluimos entonces que las diferencias en altura y distancia no presentan un problema para la recogida de datos.



Figura 1. Emplazamiento de la parcela y del observatorio

2.2 Datos recogidos y localización

Los datos recogidos son temperatura, pluviosidad, viento y radiación solar. Estos datos han sido facilitados por la agencia estatal de meteorología AEMET, el grupo VKontakte y la empresa Meteoblue.

La localización exacta de la estación meteorológica es la siguiente:

Latitud: 41° 39' 57" N

Longitud: 3° 44' 34" O

Altitud 790 metros sobre el mar.

3. Clima

3.1. Introducción

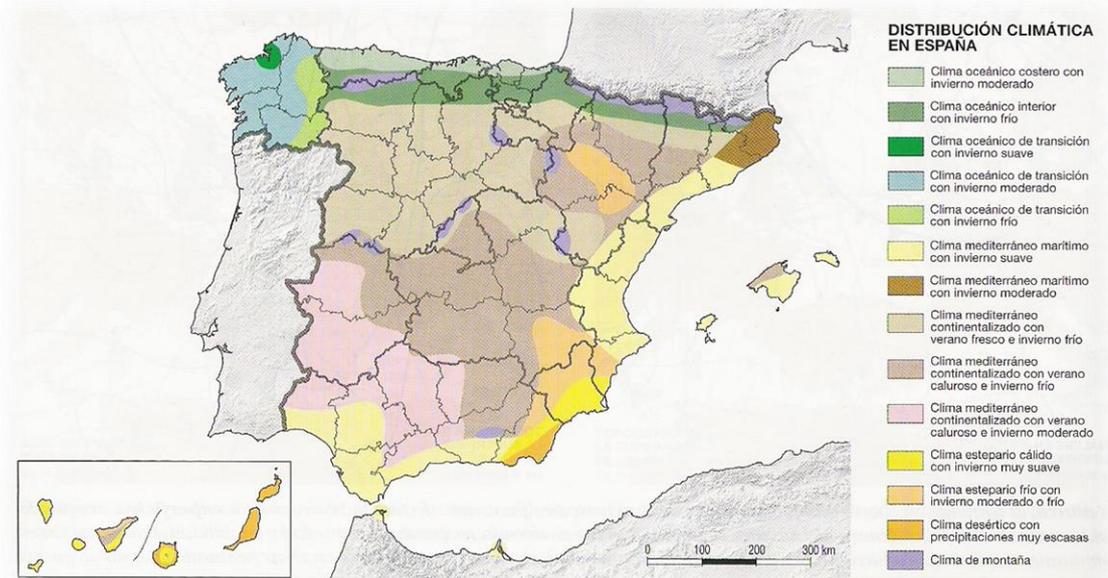


Figura 2. Distribución climática de España

El clima de Zazuar es un clima mediterráneo-continentalizado. Estos climas se localizan en zonas mediterráneas pero con una lejanía considerable del mar. Sus inviernos son fríos y largos y sus veranos cálidos y cortos. La temperatura sufre una gran variación entre el día y la noche. Las temperaturas son extremas, frecuentemente bajan de 0°C en invierno, produciendo heladas y suben a menudo en verano hasta sobrepasar los 35°C.

Las precipitaciones son muy parecidas a las del clima mediterráneo típico, concentrándose en primavera y otoño, siendo verano la estación más seca. La lejanía del mar produce un clima más seco.

Además de esta lejanía del mar, otro factor que tiene bastante importancia en el clima es la altitud. La meseta norte de España está situada a una altitud media de 700 metros sobre el mar y, en el caso de Zazuar, llega hasta los 839 metros. Esto hace que las temperaturas sean más bajas y las precipitaciones algo mayores que las del resto de zonas del clima mediterráneo-continentalizado.

3.2 Análisis del climograma

Los climogramas son una representación gráfica de las precipitaciones y temperaturas de un lugar determinado. En el eje de las abscisas se enumeran los meses

del año y en el eje de ordenadas las temperaturas y las precipitaciones. El valor de la precipitación en mm (litros por metro cuadrado) dobla el valor de la temperatura en °C (grados centígrados). De esta manera establecemos como periodo seco cuando la curva térmica está por encima de las barras de precipitación.

Como podemos observar en la Figura 3, el climograma de Aranda de Duero tiene una baja precipitación en verano y las temperaturas son elevadas, haciendo que tenga más de dos meses secos. El invierno es frío y con menos precipitación que durante las estaciones de otoño y primavera.

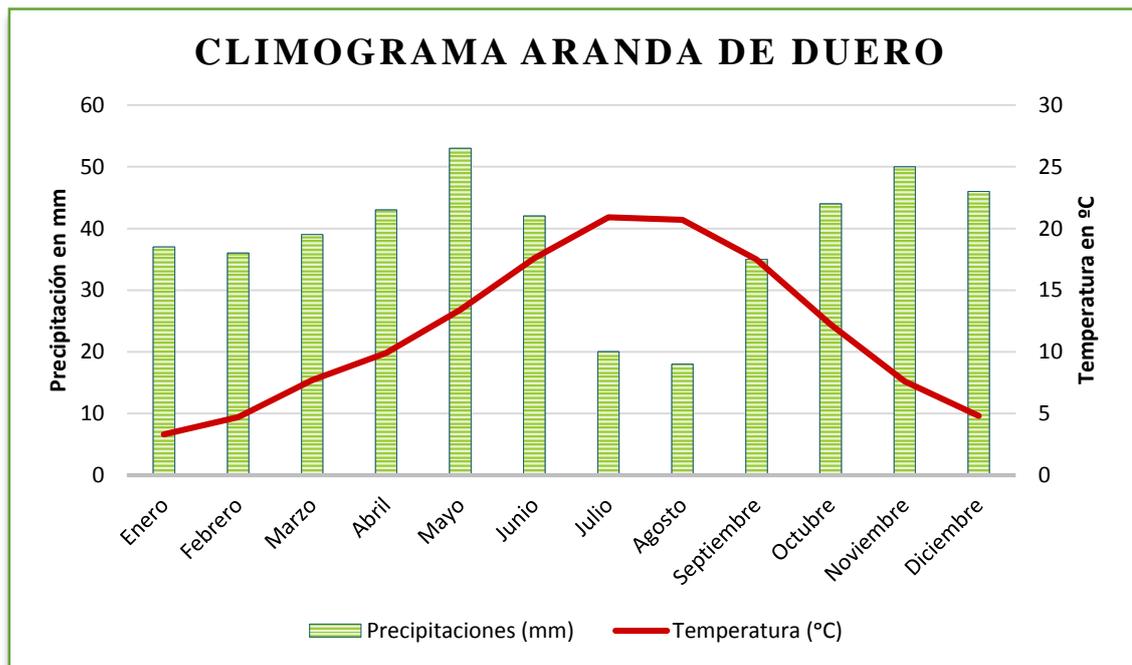


Figura 3. Climograma de Aranda de Duero

4. Factores climatológicos

4.1 Análisis de temperaturas

Atendiendo a la Figura 4 y a la Tabla 1, podemos observar que las temperaturas tienen una gran variación entre la máxima y la mínima, acentuándose en verano y alcanzando casi 14 grados de diferencia térmica en los meses de julio y agosto.

Las temperaturas invernales son frías, con mínimas absolutas por debajo de 0°C de noviembre a abril. Entre los meses de diciembre y febrero la temperatura media no llega a superar los 5°C. Los veranos son calurosos, con máximas de 36°C durante los meses de julio y agosto.

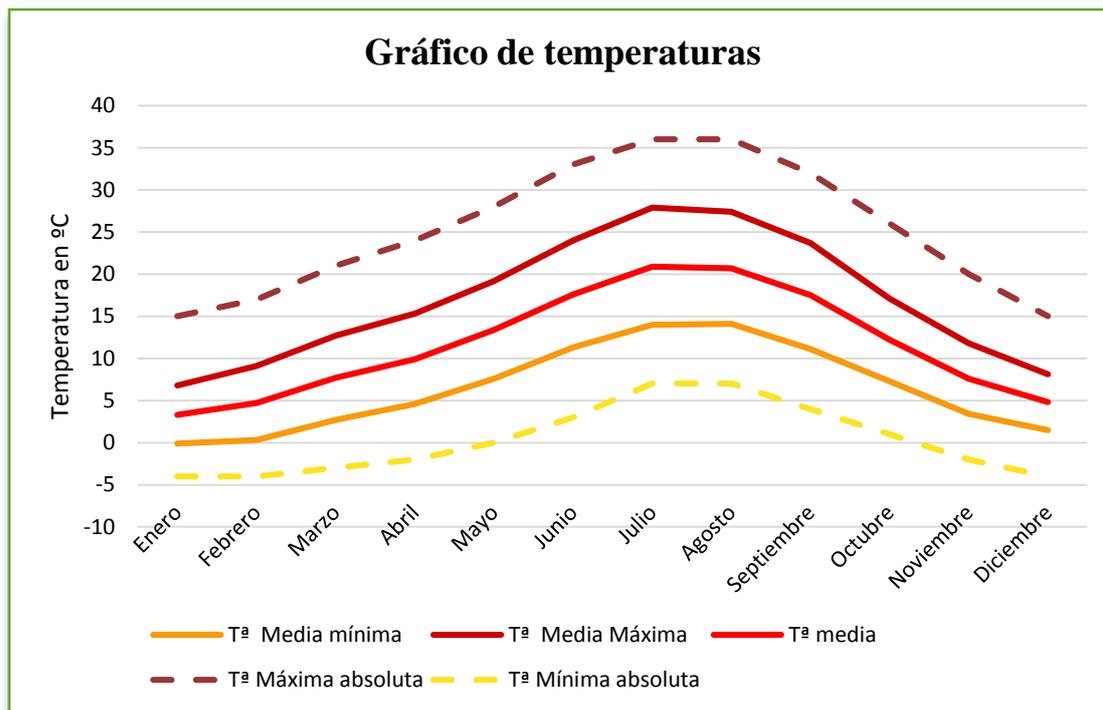


Figura 4. Gráfico de temperaturas

Tabla 1. Resumen de temperaturas

	<i>Tª Media mínima</i>	<i>Tª Media Máxima</i>	<i>Tª media</i>	<i>Tª Máxima absoluta</i>	<i>Tª Mínima absoluta</i>
<i>Enero</i>	-0,1	6,8	3,3	15	-4
<i>Febrero</i>	0,3	9,1	4,7	17	-4
<i>Marzo</i>	2,7	12,7	7,7	21	-3
<i>Abril</i>	4,6	15,3	9,9	24	-2
<i>Mayo</i>	7,6	19,2	13,4	28	0
<i>Junio</i>	11,3	24	17,6	33	3
<i>Julio</i>	14	27,9	20,9	36	7
<i>Agosto</i>	14,1	27,4	20,7	36	7
<i>Septiembre</i>	11,1	23,7	17,5	32	4
<i>Octubre</i>	7,3	17,1	12,2	26	1
<i>Noviembre</i>	3,4	11,8	7,6	20	-2
<i>Diciembre</i>	1,5	8,1	4,8	15	-4

4.2 Análisis de las heladas

Si observamos la Tabla 2 podemos ver que hay casi 60 días de heladas al año y 3 meses en los que con seguridad no las hay.

Hay heladas ocasionales en septiembre, octubre y mayo. Empiezan a tener incidencia en los meses de noviembre a abril, en que hay entre 5 y 6 días con heladas, y en marzo aumentan a casi 9. Los meses en que las heladas tienen una gran importancia son diciembre, enero y febrero, con heladas casi la mitad de los días de cada mes, con una media aproximada de 12 días en cada uno.

Tabla 2. Resumen de los días de heladas por cada mes

<i>Días con heladas</i>	
<i>Enero</i>	12,5
<i>Febrero</i>	11,9
<i>Marzo</i>	8,9
<i>Abril</i>	5,1
<i>Mayo</i>	1,6
<i>Junio</i>	0
<i>Julio</i>	0
<i>Agosto</i>	0
<i>Septiembre</i>	0,1
<i>Octubre</i>	0,7
<i>Noviembre</i>	6,2
<i>Diciembre</i>	11,2
<i>Total</i>	58,2



Figura 5. Gráfico de días de heladas

4.3 Análisis de precipitaciones

Las precipitaciones no llegan a 500 mm, algo insuficientes para la plantación de trufa (*Tuber melanosporum*). El verano es seco y la primavera y el otoño son las estaciones en que más llueve. En julio y agosto no se llega a superar los 20 mm de precipitación, como podemos observar en la Figura 3. Junto con las altas temperaturas, esto hace que la escasez hídrica tenga mayor incidencia en verano.

Los meses más soleados van de julio a septiembre, sobrepasando los 24 días. El resto del año están en torno a 20 días (esto se analizará con más detalle en el apartado del análisis de la insolación).

De forma muy ocasional, pero nunca entre los meses de abril a septiembre, llueve más de 20 mm. Lo más habitual es que las precipitaciones no lleguen a sobrepasar los 10 mm. Esto se cumple en 99,4 de los 107,8 días totales en que hay precipitaciones de media cada año.

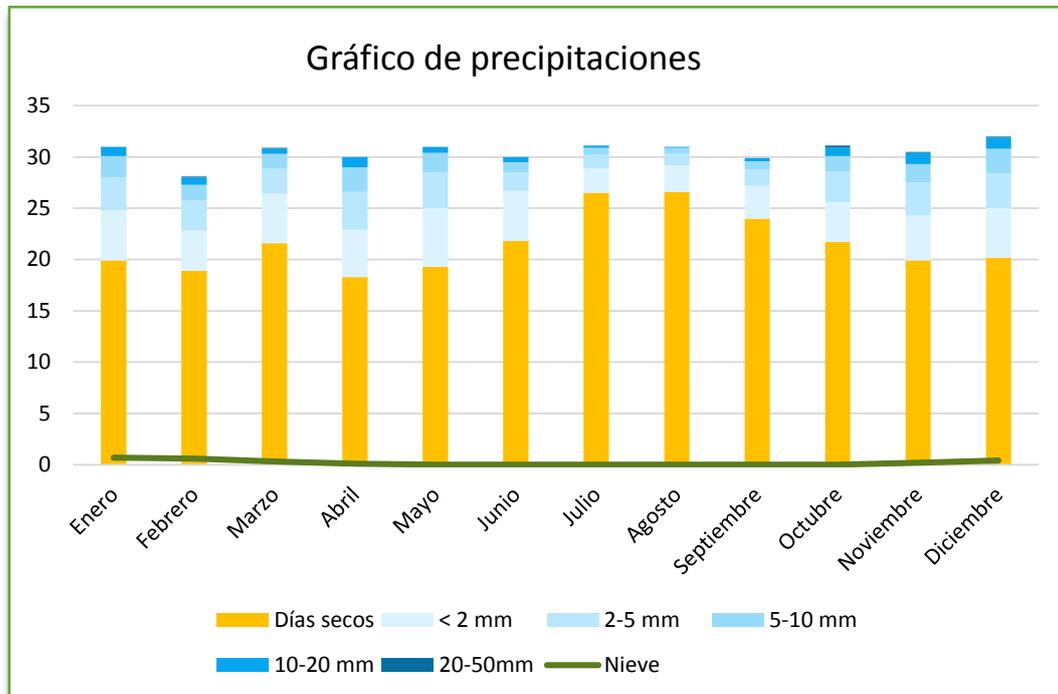


Figura 6. Gráfico de precipitaciones

Tabla 3. Resumen de precipitaciones

	Días secos	< 2 mm	2-5 mm	5-10 mm	10-20 mm	20-50 mm	Nieve
<i>Enero</i>	19,9	4,9	3,2	2,1	0,9	0	0,7
<i>Febrero</i>	18,9	3,9	3	1,5	0,7	0,1	0,6
<i>Marzo</i>	21,6	4,8	2,5	1,4	0,5	0,1	0,3
<i>Abril</i>	18,3	4,6	3,7	2,4	1	0	0,1
<i>Mayo</i>	19,3	5,7	3,5	1,9	0,6	0	0
<i>Junio</i>	21,8	4,9	1,8	1	0,5	0	0
<i>Julio</i>	26,5	2,4	1,3	0,7	0,2	0	0
<i>Agosto</i>	26,6	2,6	1,1	0,6	0,1	0	0
<i>Septiembre</i>	24	3,2	1,6	0,8	0,3	0	0
<i>Octubre</i>	21,7	3,9	3	1,5	0,8	0,2	0
<i>Noviembre</i>	19,9	4,4	3,2	1,8	1,1	0,1	0,2
<i>Diciembre</i>	20,2	4,8	3,4	2,4	1,1	0,1	0,4
<i>Días totales</i>	258,7	50,1	31,3	18,1	7,8	0,6	2,3

4.3.1 Nieve

Tanto en la Figura 6 como en la Tabla 3 podemos ver que la nieve no tiene una gran incidencia, estando ausente algunos años y siendo escasa en otros. Sin embargo, este tipo de precipitación es interesante ya que se deposita en el suelo por un tiempo sin producir erosión ni escorrentía superficial.

Un problema que puede causar este tipo de precipitación es que, si la primera nevada es muy temprana y los árboles todavía tienen hojas, puede producir rotura de algunas ramas con la consecuente entrada de patógenos.

4.3.2 Granizo

Esta zona no tiene registros históricos de grandes granizadas (en la tabla 4 podemos comprobar que apenas llega a 2 días al año) pero este fenómeno puede causar grandes daños.

El granizo provoca una defoliación importante dependiendo de su tamaño y velocidad. Pero no solo produce una reducción de la capacidad fotosintética, sino que puede causar heridas abiertas en alguna de las ramas, lo que conlleva una fácil penetración de patógenos.

Los meses con más incidencia de este fenómeno van de marzo a septiembre, siendo julio y agosto lo que tienen más probabilidad.

Tabla 4. Resumen días de granizo

	<i>Días de granizo</i>
<i>Enero</i>	0,00
<i>Febrero</i>	0,50
<i>Marzo</i>	0,22
<i>Abril</i>	0,26
<i>Mayo</i>	0,19
<i>Junio</i>	0,21
<i>Julio</i>	0,32
<i>Agosto</i>	0,33
<i>Septiembre</i>	0,12
<i>Octubre</i>	0,10
<i>Noviembre</i>	0,05
<i>Diciembre</i>	0,00
<i>Días totales</i>	2,3

4.3.3 Tormenta

Las tormentas pueden ir o no ir acompañadas de granizo y fuertes precipitaciones, por lo que dependiendo de su naturaleza serán beneficiosas para nuestra plantación o podrán causar grandes daños.

En la tabla 5 podemos observar los días de tormenta que hay en cada mes. Vemos que en verano la tormenta tiene más incidencia. Si la lluvia que acompaña a la tormenta es suave, tendrá un efecto positivo en nuestra plantación. Si por el contrario es intensa, deberemos estar atentos, ya que en estos meses los riegos serán más abundantes y podríamos producir un estrés hídrico a la plantación.

Tabla 5. Días de tormenta por mes

	<i>Días de tormenta</i>
<i>Enero</i>	0,1
<i>Febrero</i>	0,2
<i>Marzo</i>	0,2
<i>Abril</i>	0,7
<i>Mayo</i>	1,2
<i>Junio</i>	3,6
<i>Julio</i>	3,6
<i>Agosto</i>	3,2
<i>Septiembre</i>	1,3
<i>Octubre</i>	0,4
<i>Noviembre</i>	0,3
<i>Diciembre</i>	0
<i>Días totales</i>	14,8

4.3.4 Niebla

La niebla atenúa la variación térmica y disminuye la evapotranspiración de las plantas, pero no tiene demasiada incidencia sobre el cultivo de nuestra plantación. Hay casi 40 días de niebla, como podemos observar en la tabla 6, repartidos de forma irregular a lo largo del año. De abril a septiembre apenas hay dos días por mes; es durante el otoño y el principio de la primavera cuando tiene más relevancia.

Tabla 6. Días de niebla por mes

	<i>Días de niebla</i>
<i>Enero</i>	6,2
<i>Febrero</i>	4,2
<i>Marzo</i>	3,2
<i>Abril</i>	0,8
<i>Mayo</i>	0,8
<i>Junio</i>	0,7
<i>Julio</i>	0,6
<i>Agosto</i>	0,6
<i>Septiembre</i>	2,3
<i>Octubre</i>	5,2
<i>Noviembre</i>	8,1
<i>Diciembre</i>	7,1
<i>Días totales</i>	39,8

4.3.5 Rocío y escarcha

Ni la escarcha ni el rocío son dañinos para la plantación. Se producen cuando existe suficiente humedad ambiental (normalmente por encima de 60%) y bajan las temperaturas de forma drástica, por lo que el aire no es capaz de alojar tanta agua y esta se deposita en superficies sólidas. Cuando la temperatura es menor a 0°C, el agua se deposita en forma de pequeños cristales de hielo que llamamos escarcha.

Esta última es bastante beneficiosa ya que hace de aislante para los tejidos de las plantas, que se ven afectados de manera directa por el frío cuando la temperatura disminuye por debajo de 0°C y el aire es seco.

Como podemos observar en la Tabla 7, los meses de invierno son los más afectados por la escarcha, mientras que el rocío está presente en todos los meses del año. El periodo en el que ambos tienen menos incidencia es el verano.

Tabla 7. Días de rocío y escarcha por mes

	<i>Días de rocío</i>	<i>Días de escarcha</i>
<i>Enero</i>	1,7	4,9
<i>Febrero</i>	1,2	3,5
<i>Marzo</i>	1,8	2,4
<i>Abril</i>	0,7	0
<i>Mayo</i>	0,8	0
<i>Junio</i>	0,3	0
<i>Julio</i>	0,5	0
<i>Agosto</i>	0,6	0
<i>Septiembre</i>	2,1	0,1
<i>Octubre</i>	3,2	0,6
<i>Noviembre</i>	2,1	2,1
<i>Diciembre</i>	1,6	5,3
<i>Días totales</i>	16,6	18,9

4.4 Humedad relativa

La humedad relativa es un índice que nos indica la cantidad de agua que contiene el aire respecto al total de agua que puede contener. A medida que la temperatura aumenta, la cantidad de agua que puede retener el aire es mayor y, por lo general, la humedad relativa (que se mide en %) tiende a disminuir.

Cuando la humedad relativa es muy alta, tenemos que tener más cuidado con enfermedades criptogámicas que pueden afectar a nuestros árboles y causar una disminución en la producción.

A partir de la observación de la Tabla 8 y la Figura 7 vemos que, como era esperable, la humedad relativa es mayor en los meses de invierno y va disminuyendo a medida que nos acercamos a los meses de verano. Al anochecer, el descenso de la temperatura provoca un ascenso de la humedad relativa. La humedad relativa media anual se sitúa en 72 %.

Tabla 8. Humedad relativa en porcentaje

	<i>Humedad relativa media (%)</i>
<i>Enero</i>	85
<i>Febrero</i>	78
<i>Marzo</i>	70
<i>Abril</i>	70
<i>Mayo</i>	69
<i>Junio</i>	65
<i>Julio</i>	60
<i>Agosto</i>	60
<i>Septiembre</i>	66
<i>Octubre</i>	75
<i>Noviembre</i>	82
<i>Diciembre</i>	85
<i>% medio anual</i>	72

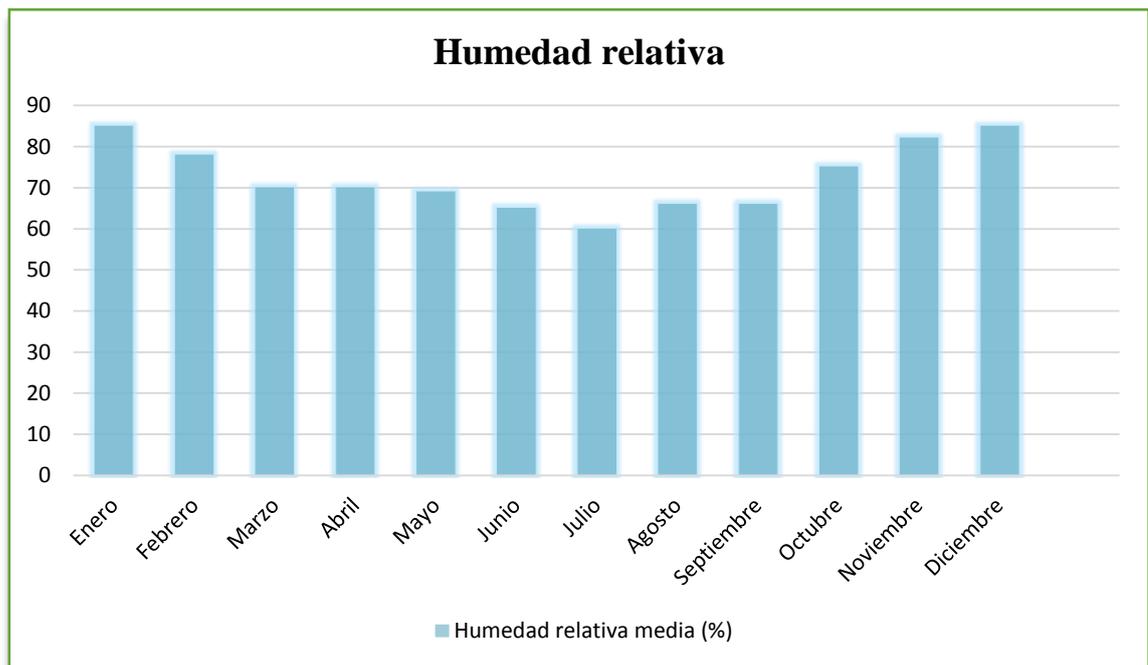


Figura 7. Humedad relativa en porcentaje

4.5 Análisis del viento

El viento es un factor que puede ser beneficioso o dañino y esto va a depender en gran medida de su velocidad. Un viento demasiado elevado puede ocasionar roturas en las ramas de los árboles y deformaciones en las copas, disminuyendo el rendimiento de la plantación. También puede llegar a secar demasiado el terreno e impedir el vuelo de insectos.

En cambio, un viento moderado hace que tanto las copas de los árboles como la superficie del terreno estén bien aireadas, lo que en el caso de las plantaciones trufas es beneficioso.

Cuando el viento es superior a 20km/h, empieza a ser problemático. Como podemos observar en la Figuras 9, el viento se mantiene en velocidades inferiores a 20km/h la mayor parte de los días, sobre todo en los meses de verano.

En la Figura 8 vemos que la dirección de los vientos dominantes es en el sentido sureste y se producen en invierno. Esto no presenta inconvenientes ya que en esa época la humedad relativa es elevada, por lo que no desecarán demasiado la superficie.

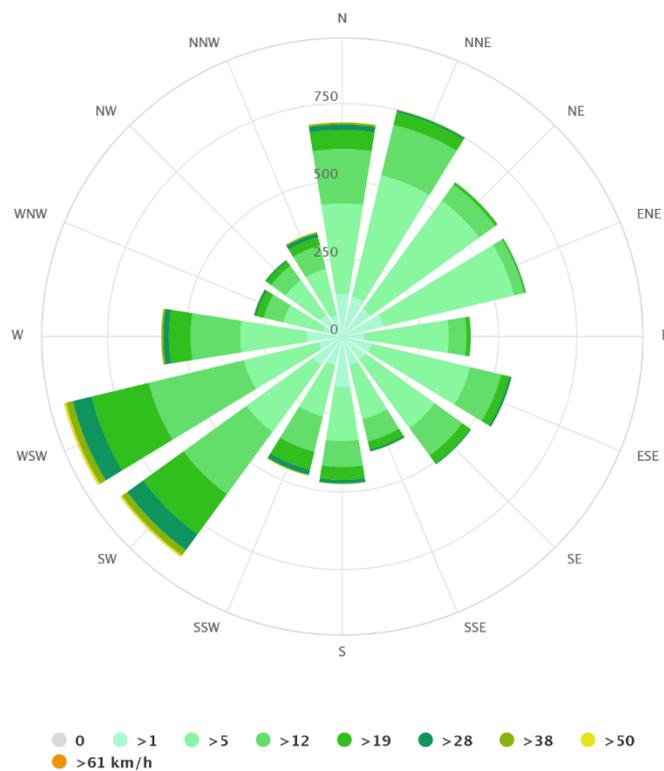


Figura 8, Rosa de los vientos

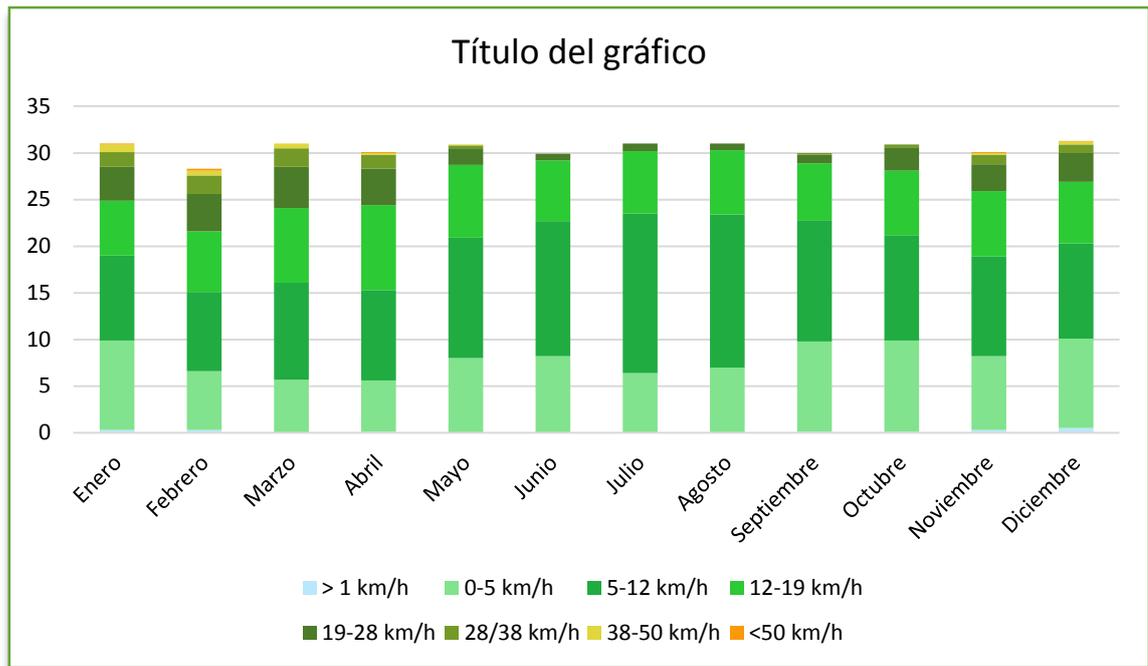


Figura 9. Gráfico de la velocidad del viento

4.6 Análisis de la insolación

En este apartado analizaremos tanto las horas de sol al día a lo largo del año como la cantidad de días soleados, nublados o parcialmente nublados. De esta forma podremos analizar con más precisión la deficiencia o el exceso hídricos de la plantación.

En la Figura 10 podemos observar que en invierno apenas hay 9 horas diarias de sol, pero en verano llega a sobrepasar las 15 horas. A este dato hay que sumarle que la cantidad de días soleados en verano es más del doble que en los meses de invierno, como podemos observar en la Figura 11.

La variación de horas de luz es buena para el *Quercus ilex Rotundifolia*, por lo que no tendremos ningún problema. Lo único que tendremos que observar es la cantidad de agua que recibe el árbol en verano, ya que en esta época coinciden el máximo de horas de luz con el mayor número de días soleados.

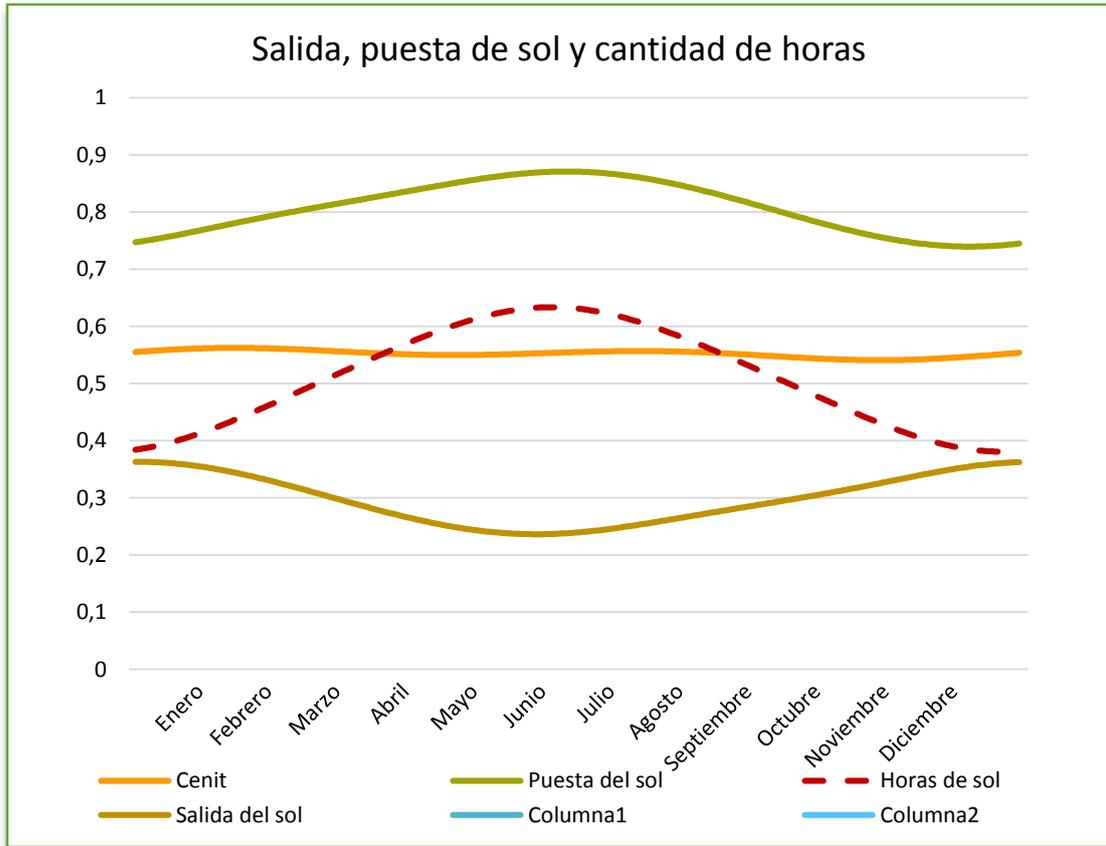


Figura 10. Gráfico sobre la salida y puesta del sol y horas

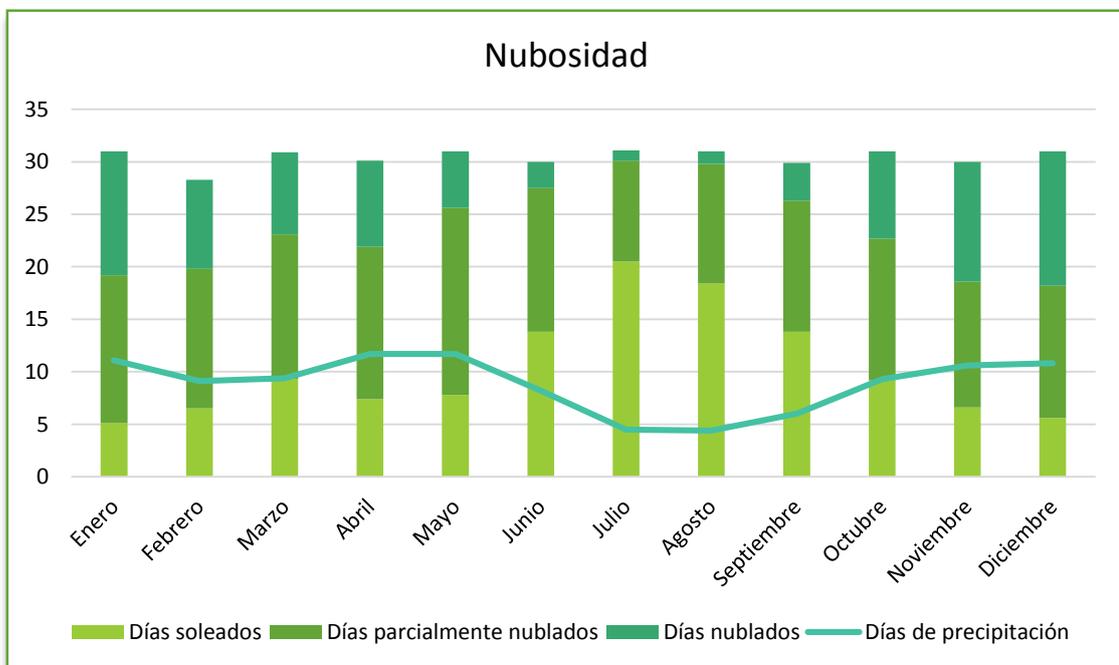


Figura 11. Gráfico de la nubosidad

5. Índices climáticos

5.1 Introducción

Tras haber hecho un análisis de los diferentes factores climatológicos, vemos conveniente analizar el clima desde un punto de vista más general, para examinar el efecto que generan dichos factores conjuntamente. Para ello vamos a utilizar diferentes índices. Cada uno de estos va a englobar varios factores climáticos y veremos el efecto que pueden generar sobre nuestra plantación.

Con estos índices podremos obtener información más clara para sacar una conclusión final sobre el clima y así decidir de manera más correcta cómo actuar.

5.2 Índices de aridez

5.2.1 Índice de aridez de Martonne

El índice de Martonne calcula el grado de aridez de una región. Se basa en la temperatura y la cantidad de precipitaciones para determinar la zona climática en la que se encuentra la región. El cálculo del índice de aridez se hace con la Ecuación 1.

$$I_o = \frac{P(mm)}{(Tm(^{\circ}C) + 10)}$$

Ecuación 1: Fórmula para el cálculo del índice de Martonne

Los datos que tenemos respecto a precipitación anual y temperatura media anual son los siguientes:

Temperatura media anual: 11,69 °C

Precipitación anual: 463 mm.

Sustituyendo los datos de la región de la plantación tenemos como resultado:

$$I_o = \frac{463}{11,69 + 10} = 21,35$$

Tabla 9. Zonas climáticas respecto al I_a , Roger Coque, Géomorphologie, Paris, Armand Colin, 1977

I_a	Tipo de región
<5	Región hiperárida
5 – 10	Región árida
10 - 20	Región semiárida
20 – 30	Semihúmeda
30 – 55	Húmeda
>55	Perhúmeda

El resultado obtenido es un índice de aridez de 21,35; si atendemos a los valores de la Tabla 9 nos encontraremos en un zona semihúmeda, cerca de ser semiárida. Para una plantación trufera es aceptable.

5.2.2 Índice de aridez de Lang

El índice de Lang calcula el grado de aridez en una región y utiliza los mismos parámetros que el índice de Martonne. Para calcularlo se utiliza la Ecuación 2.

$$P_f = \frac{P(mm)}{T_m(^{\circ}C)} =$$

Ecuación 2: Fórmula para el cálculo del índice de aridez de Lang

Sustituyendo los datos del proyecto tenemos como resultado:

$$P_f = \frac{463}{11,69} = 39,61$$

Tabla 10. Zonas climáticas respecto al I_a , Roger Coque, Géomorphologie, Paris, Armand Colin, (1977)

Valor del P	Zona climática
0 -20	Desiertos
20 – 40	Árida
40 – 60	Húmedas de estepa y sabana
60 – 100	Húmedas de bosques claros
100– 160	Húmedas de grandes bosques
>160	Perhúmeda con prados y tundras

El resultado obtenido en el índice de Lang es de 39,61. Teniendo en cuenta los valores de la Tabla 10, es una zona climática árida, en el límite de ser una zona climática

húmeda de estepa y sabana. El resultado es similar al del índice de Martonne. Para los requerimientos de una plantación trufera es una región aceptable.

5.2.3 Índice de Dantin-Revenga

El índice de Dantin-Revenga se calcula con la Ecuación 3, utilizando los mismos parámetros que los índices de aridez anteriores.

$$I_{dr} = \frac{100 \times Tm(^{\circ}C)}{P(mm)} =$$

Ecuación 3: Fórmula para el cálculo del índice de Dantin-Revenga

Si sustituimos los datos en la fórmula podemos obtener el resultado del Idr:

$$I_{dr} = \frac{100 \times 11,69}{463} = 2,52$$

Tabla 11. Zonas climáticas respecto al Idr., Roger Coque, Géomorphologie, Paris, Armand Colin, 1977

<i>I_{dr}</i>	Zonas climáticas
>4	Árida
4 - 2	Semiárida
<2	Húmedas y subhúmedas

El resultado obtenido del índice de Dantin-Revenga ha sido 2,52. Según la Tabla 11 obtenemos una zona climática semiárida, que concuerda con los resultados obtenidos en los otros índices. Concluimos que es aceptable para una plantación trufera.

6. Clasificación climática según Thornthwaite

6.1 Calculo de la ETP por el método Thornthwaite

La evapotranspiración potencial (ETP) es la pérdida de agua de una superficie de suelo por evaporación directa y transpiración de las plantas. Calcular la ETP nos va a permitir saber con exactitud las necesidades hídricas de nuestro cultivo.

Para obtener la ETP necesitamos calcular el índice térmico mensual, el factor de corrección de horas de sol y el factor de corrección de días en el mes.

El índice térmico mensual lo calculamos con la Ecuación 4 y la temperatura media mensual.

$$\text{Índice térmico} = \left(\frac{Tm(^{\circ}C)}{5} \right)^{1,25}$$

Ecuación 4: Fórmula para el cálculo de índice térmico

Una vez calculado el índice térmico de la zona, procederemos a calcular la ETP sin ajustar; para ello utilizaremos la Ecuación 5. Se la conoce como ETP sin ajustar porque no tiene en cuenta la variabilidad de las horas de sol por día ni el número de días por mes.

$$\text{ETP sin ajustar} = 16 \times \left(\frac{Tm(^{\circ}C)}{\sum I_t} \right)^{1,25}$$

Ecuación 5: Fórmula para el cálculo de la ETP sin ajustar

La evapotranspiración depende en gran medida de las horas de sol, por ello una vez calculada la evapotranspiración sin ajustar hay que multiplicarla por dos factores de corrección.

Para el cálculo del primer factor de corrección dividiremos entre doce la media de horas de luz diaria de cada mes. De lo contrario estaríamos calculando la ETP de una zona con 12 horas de luz los 365 días del año. El segundo ajuste se realiza dividiendo el número de días de cada mes entre 30.

Como refleja la Ecuación 6, para el cálculo de la evapotranspiración ajustada solo tendremos que multiplicar por estos dos factores la evapotranspiración sin ajustar.

$$\text{ETP ajustada} = \text{ETP sin ajustar} \times \text{Factor de corrección horas de sol} \times \text{Factor de corrección días de mes}$$

Ecuación 6. Fórmula para ajustar la ETP

Tabla 12. Cálculo de los factores de corrección

<i>Mes</i>	<i>Factor de corrección</i>	<i>Horas de sol</i>	<i>Días por mes</i>	<i>Días del mes /30</i>
<i>Enero</i>	0,80	9,57	31	1,03
<i>Febrero</i>	0,88	10,60	28	0,93
<i>Marzo</i>	1,00	11,95	31	1,03
<i>Abril</i>	1,11	13,35	30	1,00
<i>Mayo</i>	1,21	14,53	31	1,03
<i>junio</i>	1,26	15,15	30	1,00
<i>Julio</i>	1,24	14,85	31	1,03
<i>Agosto</i>	1,15	13,82	30	1,00
<i>Septiembre</i>	1,04	12,47	31	1,03
<i>Octubre</i>	0,98	11,80	31	1,03
<i>Noviembre</i>	0,82	9,85	30	1,00
<i>Diciembre</i>	0,77	9,20	31	1,03

Tabla 13. Cálculo de la evapotranspiración

	<i>Temperatura media mensual</i>	<i>Índice térmico</i>	<i>ETP sin ajustar</i>	<i>Factor de corrección</i>	<i>Evapotranspiración ajustada</i>
<i>Enero</i>	3,3	0,53	9,99	0,80	3,29
<i>Febrero</i>	4,7	0,91	15,54	0,88	5,77
<i>Marzo</i>	7,7	1,92	28,81	1,00	17,49
<i>Abril</i>	9,9	2,81	39,44	1,11	31,16
<i>Mayo</i>	13,4	4,45	57,59	1,21	69,17
<i>junio</i>	17,6	6,72	80,97	1,26	107,34
<i>Julio</i>	20,9	8,72	100,37	1,24	141,19
<i>Agosto</i>	20,7	8,59	99,17	1,15	121,07
<i>Septiembre</i>	17,5	6,66	80,40	1,04	73,38
<i>Octubre</i>	12,2	3,86	51,21	0,98	36,95
<i>Noviembre</i>	7,6	1,88	28,34	0,82	12,10
<i>Diciembre</i>	4,8	0,94	15,96	0,77	5,69
<i>Total:</i>		48,01	607,81		624,59

En la Tabla 12 podemos ver los factores de corrección y los parámetros necesarios para calcularlos. La Tabla 13 muestra la ETP ajustada y todos los parámetros que necesitamos para calcularla.

6.2 Cálculo del balance de agua en el suelo

Una vez obtenida la evapotranspiración potencial podemos calcular el balance hídrico del suelo, que nos va a indicar la cantidad de agua que se pierde o acumula en el suelo en forma de reserva.

Si observamos la Tabla 14 podemos ver que a partir del mes de mayo el balance hídrico es negativo debido a que hay menos precipitaciones que el agua que perdemos por evaporación. Esto quiere decir que la reserva de agua se vacía.

En el método de Thornthwaite se presupone una reserva máxima de 100 mm de agua. Para saber la cantidad de agua con la que se comienza en el almacén se hacen dos pruebas. En una suponemos que el almacén empieza con 100 y en la otra con 0. Luego iremos sumando las precipitaciones y restando la ETP hasta que en las dos pruebas los resultados se igualan a 100 o a 0. Para comenzar a rellenar la tabla daremos ese valor (100 o 0) al almacén de agua del mes en que se igualaron. En nuestro caso el valor en el que se han igualado es 0 y corresponde al mes de julio.

El almacén se va llenando cuando lo que entra por precipitación es mayor que lo que sale por evapotranspiración, y se vacía cuando hay más evapotranspiración que precipitación. Cuando hay más precipitación que evapotranspiración y el almacén ha llegado a su capacidad máxima, se produce la escorrentía. Por último, si no hay reservas en el almacén y la precipitación es menor que la evapotranspiración, esta última será igual a la precipitación – se la denomina ETR (evapotranspiración real).

Tabla 14. Cálculo del balance hídrico del suelo de la parcela

	PP	ETP - PP	ETP	Cambio almacén	Almacén	ETR	Déficit	Escorrentía
Enero	37	33,71	3,29	14,73	100	3,29	0	18,97
Febrero	36	30,23	5,77	0	100	5,77	0	30,23
Marzo	39	21,51	17,49	0	100	17,49	0	21,51
Abril	43	11,84	31,16	0	100	31,16	0	11,84
Mayo	53	-16,17	69,17	-16,17	83,83	69,17	0	0
Junio	42	-65,34	107,34	-65,34	34,66	107,34	0	0
Julio	20	-121,19	141,19	0	0	20	121,19	0
Agosto	18	-103,07	121,07	0	0	18	103,07	0
Septiembre	35	-38,38	73,38	0	0	35	38,38	0
Octubre	44	7,05	36,95	7,05	7,05	36,95	0	0
Noviembre	50	37,90	12,10	37,90	44,95	12,10	0	0
Diciembre	46	40,31	5,69	40,31	85,27	5,69	0	0
Total	463		624,59			361,95	262,64	82,56

Analizando los datos de la tabla 14 observamos que entre enero y abril tenemos un superávit de agua en el suelo que perdemos por escorrentía, mientras que entre julio y septiembre hay un gran déficit de agua. El resto de los meses el almacén de agua se va llenando o vaciando, con lo cual las plantas siempre tienen disponibilidad de agua.

6.3 Clasificación climática según Thornthwaite

Una vez que sabemos la ETP y el balance hídrico, podemos determinar el tipo climático según la clasificación Thornthwaite. Esta tiene 4 factores y a cada uno le asigna una letra.

Factores en la clasificación de Thornthwaite:

- Índice de humedad
- Eficacia térmica
- Variación estacional de la humedad
- Concentración térmica en verano.

6.3.1 Índice de humedad

Para el cálculo de este índice utilizaremos tanto el déficit como el exceso de agua. Para ello vamos usar las fórmulas 7 y 8.

$$I_d = \frac{\text{Déficit}}{ETP} \times 100$$

Ecuación 7. Fórmula para el cálculo del índice de déficit

$$I_d = \frac{\text{Exceso}}{ETP} \times 100$$

Ecuación 8. Fórmula para el cálculo del índice de exceso

$$I_d = \frac{262,64}{624,59} \times 100 = 42,05$$

$$I_d = \frac{82,56}{624,59} \times 100 = 13,22$$

Una vez calculados estos dos índices, con la fórmula 9 podremos calcular el índice de humedad, que nos dará la primera letra de nuestra clasificación.

$$I_h = I_E - 0,6 \times I_D$$

Ecuación 9. Cálculo del índice de humedad

$$I_h = 13,22 - 0,6 \times 42,05 = 12,01$$

En la Tabla 15 se muestra el tipo de clima correspondiente a cada índice de humedad. Como nuestro índice de humedad es de -12,01, pertenece a un clima subhúmedo seco (C₁).

Tabla 15. Clasificación climática según el índice de humedad

	<i>Tipo de clima</i>	<i>Índice de humedad</i>
A	Perhúmedo	> 100
B ₄	Húmedo	80 – 100
B ₃	Húmedo	60 – 80
B ₂	Húmedo	40 – 60
B ₁	Húmedo	20 – 40
C ₂	Subhúmedo húmedo	0 – 20
C ₁	Subhúmedo seco	-33 – 0
D	Sumiárido	-67 – -33
E	Árido	-100 – -67

6.3.2 Eficacia térmica

En la clasificación de Thornthwaite la eficacia térmica viene dada por la ETP en cm. La calculamos en la Tabla 12 y es de 624,59 mm, lo que equivale a 62,46 cm. Observando la Tabla 16 sabemos que, según la eficiencia térmica, nuestro clima es Mesotérmico y le corresponde la letra (B₁).

Tabla 16. Clasificación climática según la ETP

	<i>Tipo de clima</i>	<i>ETP en cm</i>
A'	Megatérmico	> 114
B' ₄	Mesotérmico	97,7 – 114
B' ₃	Mesotérmico	88,5 – 99,7
B' ₂	Mesotérmico	71,2 – 88,5
B' ₁	Mesotérmico	57 – 71,2
C' ₂	Microtérmico	42,7 – 57
C' ₁	Microtérmico	28,5 – 42,7
D	Tundra	14,2 – -28,5
E	Hielo	< 14,2

6.3.3 Variación estacional de la humedad

Para clasificar el clima según este aspecto tendremos que tener en cuenta si nuestro clima es seco o húmedo. Esta clasificación es importante para ver si hay periodos húmedos en un clima seco o periodos secos en un clima húmedo. Más adelante analizaremos la intensidad de esos periodos.

Para ello observaremos la Tabla de climas húmedos (Tabla 17), ya que en el apartado de índice de humedad obtuvimos que nuestro clima era subhúmedo. Puesto que la deficiencia en nuestro territorio es de 42,05 y hay déficit solo los meses de verano, podremos clasificarla como gran deficiencia en verano (s_2).

Tabla 17. Tipo de variación para climas húmedos

	Tipo de variación	I_D
r	Nula o pequeña deficiencia de agua	0 – 16,7
s	Moderada deficiencia en verano	16,7 – 33,3
w	Moderada deficiencia en invierno	16,7 – 33,3
s_2	Gran deficiencia en verano	< 33,3
w_2	Gran deficiencia en invierno	< 33,3

6.3.4 Concentración térmica en verano

En este aspecto se compara la ETP de los meses de verano (junio, julio y agosto) con la total del año. La expresaremos en porcentaje (usaremos la fórmula 10) y obtendremos el tipo climático según los datos de la Tabla 18.

El sumatorio de la ETP de junio, julio y agosto es de 369,5 mm.

$$Cv = \frac{ETP \text{ verano}}{ETP \text{ anual}} \times 100$$

Ecuación 10. Cálculo de la concentración térmica en verano

$$Cv = \frac{369,5}{624,59} \times 100 = 59,15 \%$$

Observando la Tabla 18 podemos decir que respecto a la concentración térmica en verano el tipo climático es de moderada concentración (b'_2), dado que nos dio 59,15%.

Tabla 18. Tipo de concentración térmica en verano

	Tipo de clima	C_v
a'	Baja concentración	< 48
b'_4	Moderada concentración	51,9 - 48
b'_3	Moderada concentración	56,3 – 51,9
b'_2	Moderada concentración	61,3 – 56,3

b'_1	Moderada concentración	68 – 61,3
c'_2	Alta concentración	76,3 – 68
c'_1	Alta concentración	88 – 76,3
d'	Muy alta concentración	> 88

6.4 Fórmula climática de Thornthwaite

Podremos definir el clima de la parcela del proyecto como:

- ❖ Índice de humedad subhúmedo (C_2)
- ❖ Eficacia térmica Mesotérmico (B'_1)
- ❖ Variación estacionaria de humedad con gran deficiencia en verano (s_2)
- ❖ Concentración térmica en verano moderada (b'_2)

La fórmula que caracteriza este tipo de clima es:

$$C_2 B'_1 s_2 b'_2$$

7. Clasificación bioclimática de la UNESCO FAO

La clasificación de la UNESCO FAO se basa en 3 factores climáticos:

7.1 Temperaturas

Esta clasificación establece 3 grupos dependiendo de la temperatura media del mes más frío:

- Grupo 1: temperatura media del mes más frío por encima de 0 °C; corresponde a climas templados, templados-cálidos, y cálidos.
- Grupo 2: temperatura media de algún mes por encima de 0 °C; corresponde a climas templados-fríos o fríos.
- Grupo 3: temperatura media de todos los meses del año inferior a 0 °C; corresponde a climas glaciares.

En nuestro caso la temperatura media del mes más frío es de 3,3 °C, por lo que corresponde al grupo 1.

También podemos describir el tipo de invierno que tiene lugar en la zona a analizar. En nuestro caso la temperatura mínima media del mes más frío es -0,1 °C, por lo que observando la Tabla 19 corresponde a un tipo de invierno moderado.

Tabla 19. Tipo de invierno según la temperatura mínima del mes más frío

<i>T_m</i>	<i>Tipo de invierno</i>
> 11	Sin invierno
11 – 7	Con invierno cálido
7 – 3	Con invierno suave
3 – -1	Con invierno moderado
-1 – -5	Con invierno frío
< 5	Con invierno muy frío

La aridez se define como un periodo en el que la curva térmica (en grados centígrados) está por encima de la curva pluviométrica (en litros por metro cuadrado), al representar la escala de precipitación como el doble de la de temperatura. En la práctica esto quiere decir que tanto el suelo como el aire tienen déficit de agua.

En la Figura 2 se puede observar que en los meses de julio, agosto y parte de septiembre la línea de temperatura se encuentra por debajo de las barras de precipitación. Según la clasificación siguiente vamos a poder decir qué tipo de aridez presenta la región de la parcela.

- Axérico: Si la curva pluviométrica va siempre por encima de la térmica, por lo que hay ausencia de periodos secos.
- Monoxérico: Si la curva térmica pasa una vez por encima de la curva pluviométrica, habiendo un periodo seco.
- Bixérico: Si la curva térmica pasa dos veces por encima de la curva pluviométrica, habiendo dos periodos secos.

Nuestra zona de estudio pertenece al tipo monoxérico.

7.2 Índice Xerotérmico

Este índice se emplea para caracterizar la intensidad de la sequía en una zona e indica la cantidad de días biológicamente secos de cada mes. Lo podremos calcular mediante la fórmula 11.

- N = Número de días del mes
- p = Número de días de lluvia en el mes
- b = Número de días de niebla y rocío en el mes
- f = Factor que depende de humedad relativa media mensual

$$X_m = \left[N - \left(p + \frac{b}{2} \right) \right] \times f$$

Ecuación 11. Fórmula para el cálculo del índice xerotérmico

Para calcular el factor de humedad relativa vamos a referirnos a la Tabla 20.

Tabla 20. Factor de la humedad relativa

H.R. (%)	f
< 40	1
40 – 60	0,9
60 – 80	0,8
80 – 90	0,7
90 – 100	0,6
= 100	0,5

En la Tabla 21 podemos observar los datos de cada variable y el índice xerotérmico por mes. Lo hemos calculado con la Ecuación 11 para los meses secos, julio y agosto, ya que eran los dos meses que tenían la curva térmica por encima de las barras de precipitación (ver Figura 1).

Tabla 21. Tipo de clima según el índice xerotérmico

	N	p	b	f	Índice xerotérmico
Julio	31	4,5	0,5	0,8	27,20
Agosto	31	4,4	0,6	0,8	27,24
					Total: 54,44

Tabla 22. Cálculo del índice xerotérmico

Tipos	
Xéricos	Árido Período seco mayor a 9 meses
	Mediterráneo Período seco de 1 a 8 meses. Coincidiendo con la estación cálida de días más largos
	Tropical Período seco de 1 a 8 meses. Coincidiendo con la estación de los días más cortos
Bixérico	Período seco de 1 a 8 meses, sumando dos períodos diferenciados de sequía
Axérico	Ningún mes seco

Tabla 23. Clasificación índice Xerotérmico

<i>Subdivisión</i>	<i>Tipo</i>	<i>Condición</i>
<i>Axéricos</i>		Climas sin meses secos
	Cálido ecuatorial	$tm1 \geq 20$
	Cálido subecuatorial	$20 > tm1 \geq 15$
	Templado cálido	$15 > tm1 \geq 10$
	Templado medio	$10 > tm1 \geq 0$
	Templado de transición	$tm1 < 0$
<i>Xérico</i>		$X = \sum$ de índice xerotérmico de meses secos
	Desértico	$X > 300$
	Subdesértico acentuado	$300 \geq X > 250$
	Subdesértico atenuado	$250 \geq X > 200$
	Xeromediterráneo	$200 \geq X > 150$
	Termomediterráneo acentuado	$150 \geq X > 125$
	Termomediterráneo atenuado	$125 \geq X > 100$
	Mesomediterráneo acentuado	$100 \geq X > 75$
	Mesomediterráneo atenuado	$75 \geq X > 40$
	Submediterráneo	$40 \geq X > 0$
	Tropical acentuado	$200 \geq X > 150$
	Tropical medio	$150 \geq X > 100$
	Tropical atenuado	$100 \geq X > 40$
Tropical de transición	$40 \geq X > 1$	
<i>Bixéricos</i>		$X = \sum$ de índice xerotérmico de meses secos no consecutivos
	Bixérico acentuado	$200 \geq X > 150$
	Bixérico medio	$150 \geq X > 100$
	Bixérico atenuado	$100 \geq X > 40$
	Bixérico de transición	$40 \geq X > 1$

Basándonos en la Tabla 22 nuestro clima pertenece a la categoría de xérico mediterráneo. Al considerar conjuntamente este dato y los de las Tablas 21 y 23, concluimos que nuestro clima pertenece al tipo Mesomediterráneo acentuado. Esto es, los meses secos pertenecen a la época con más horas de luz por día en el año y, aunque solo tengamos dos meses secos, estos tienen un nivel de aridez bastante alto.

8. Conclusión

Con el análisis que hemos realizado en este anejo podemos concluir que el clima de Zazuar es muy adecuado para una plantación de *Quercus Ilex Rotundifolia* micorrizada con *Tuber melanosporum*. Aun así, dado que hay un periodo seco en verano, es conveniente la instalación de un sistema de riego. Un aporte de agua, sobre todo en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, podría aumentar la productividad de la plantación por encima del costo de instalación del sistema de riego.

Bibliografía

Emberger, L., Gaussen, H. y de Phillippis, W. (1963). Carte bioclimatique de la région méditerranéenne [Mapa bioclimático de la región mediterránea]. París: U.N.E.S.C.O.

Gaussen, H. y Bagnouls, F. (1953). Saison seche et indice xerothermique. [Estación seca e índice xerotérmico]. Toulouse : Université de Toulouse, Faculté des Sciences.

de Martonne, E. (1942). Une nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité. [Un nuevo mapa mundial del índice de aridez]. *Annales de Géographaphie*.

Índice de figuras

Figura 1. Emplazamiento de la parcela y del observatorio.....	4
Figura 2. Distribución climática de España.....	5
Figura 3. Climograma de Aranda de Duero.....	6
Figura 4. Gráfico de temperaturas.....	7
Figura 5. Gráfico de días de heladas.....	8
Figura 6. Gráfico de precipitaciones.....	9
Figura 7. Humedad relativa en porcentaje.....	14
Figura 8, Rosa de los vientos.....	15
Figura 9. Gráfico de la velocidad del viento.....	16
Figura 10. Gráfico sobre la salida y puesta del sol y horas.....	17
Figura 11. Gráfico de la nubosidad.....	17

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de temperaturas	7
Tabla 2. Resumen de los días de heladas por cada mes	8
Tabla 3. Resumen de precipitaciones.....	10
Tabla 4. Resumen días de granizo.....	11
Tabla 5. Días de tormenta por mes	11
Tabla 6. Días de niebla por mes.....	12
Tabla 7. Días de rocío y escarcha por mes	13
Tabla 8. Humedad relativa en porcentaje	14
Tabla 9. Zonas climáticas respecto al la, Roger Coque, Géomorphologie, Paris, Armand Colin, 1977	19
Tabla 10. Zonas climáticas respecto al la , Roger Coque, Géomorphologie, Paris, Armand Colin, 1977.....	19
Tabla 11. Zonas climáticas respecto al Idr,, Roger Coque, Géomorphologie, Paris, Armand Colin, 1977.....	20
Tabla 12. Cálculo de los factores de corrección	22
Tabla 13. Cálculo de la evapotranspiración.....	22
Tabla 14. Cálculo del balance hídrico del suelo de la parcela	23
Tabla 15. Clasificación climática según el índice de humedad	25
Tabla 16. Clasificación climática según la ETP	25
Tabla 17. Tipo de variación para climas húmedos.....	26
Tabla 18. Tipo de concentración térmica en verano	26
Tabla 19. Tipo de invierno según la temperatura mínima del mes más frío	28
Tabla 20. Factor de la humedad relativa	29
Tabla 21. Tipo de clima según el índice xerotérmico	29
Tabla 22. Cálculo del índice xerotérmico.....	29
Tabla 23. Clasificación índice Xerotérmico.....	30

**ANEJO II:
ESTUDIO
EDAFOLÓGICO**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Muestreo	2
3. Interpretación de los resultados	4
3.1. Propiedades físicas del suelo	4
3.1.1. Introducción	4
3.1.2. Profundidad	4
3.1.3. Textura	4
3.1.4. Estructura y permeabilidad	6
3.2. Propiedades físicas respecto del agua	7
3.2.1. Introducción	7
3.2.2. Capacidad de campo	7
3.2.3. Punto de marchitez	7
3.2.4. Agua útil (AU)	8
3.2.5. Humedad mínima del suelo	8
3.2.6. Pendiente de la parcela	8
3.3. Propiedades químicas del suelo	8
3.3.1. Introducción	8
3.3.2. pH del suelo	9
3.3.3. Carbonatos y caliza activa	9
3.3.4. Conductividad eléctrica y salinidad	10
3.3.5. Análisis de nutrientes minerales	11
3.3.6. Materia orgánica	13
4. Conclusión	14
5. Boletín de análisis edafológico	15
Bibliografía	16
Índice de figuras	17
Índice de tablas	17

1. Introducción

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre formada por la desintegración y alteración física y química de las rocas. A este proceso se lo conoce como meteorización. El suelo está formado por productos rocosos, aire, agua y restos orgánicos. Los seres vivos y en especial las plantas desarrollan la mayor parte de sus actividades en él.

A las plantas les sirve como soporte y les proporciona los elementos nutritivos para desarrollarse. Por estos motivos este anejo tiene una gran importancia, ya que estará directamente relacionado con la viabilidad económica y técnica del proyecto.

El suelo tiene diferentes composiciones físicas y químicas que le proporcionan diferentes características. Cada especie de planta se adapta mejor a unos tipos de suelos que a otros, haciendo que alguno le sea desfavorable. Por ello en este anejo vamos a clasificar nuestro suelo para observar si hay algún factor que limite el desarrollo de una plantación trufera.

Este anejo también nos proporcionará información para decidir qué tipos de labores debemos realizar al suelo y si es necesario el uso de enmiendas. Todos estos trabajos tendrán como finalidad la obtención de un mayor rendimiento.

2. Muestreo

Los datos son recogidos directamente de un estudio realizado en nuestra parcela por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL). Esta es una empresa pública regida por el derecho privado. Se utiliza como impulsora para la agricultura, proporcionando nuevas tecnologías, investigación y avances científicos.

El estudio data del año 2018; desde entonces la parcela no ha sido cultivada y las variaciones son mínimas.

Tabla 1. Datos recogidos y datos óptimos para una plantación trufera

	<i>Muestra de las parcelas</i>	<i>Niveles óptimos</i>
<i>Pendiente de la parcela</i>	2%	< 12%
<i>Materia orgánica %</i>	1,02 %	2-8 %
<i>Arena %</i>	57,00 %	
<i>Limo %</i>	25,00 %	
<i>Arcilla %</i>	18,00 %	
<i>Textura</i>	Franco arenosa	Franco-arenosos y francos
<i>Valoración suelo</i>	Suelo Medio	
<i>ph</i>	8,26	7,5-8,5
<i>C/n</i>	9,86	Próximo a 10%
<i>Carbonatos totales %</i>	12,57 %	1 -83 %
<i>Caliza activa %</i>	0,21 %	0,1-30 %
<i>Conductividad ds/m</i>	0,10 dS/m	0-0,35 dS/m
<i>Nitrógeno kjdahl %</i>	0,12%	0,01 - 1 %
<i>Fósforo ppm</i>	110 ppm	5 – 150 ppm
<i>Potasio ppm</i>	280 ppm	50 – 500 ppm
<i>Calcio ppm</i>	51 ppm	50 – 90 ppm
<i>Magnesio ppm</i>	221 ppm	+ 100 ppm

COOR_X_ETRS89 453.040,00

COOR_Y_ETRS89 4.616.437,00

3. Interpretación de los resultados

3.1. Propiedades físicas del suelo

3.1.1. Introducción

La proporción de los diferentes componentes sólidos, líquidos y gaseosos del suelo determinan su estructura y en consecuencia la facilidad para el desarrollo de las plantas en él. Por este motivo es de vital importancia hacer un análisis de cada uno de los factores para determinar si el cultivo de nuestra plantación trufera es viable.

3.1.2. Profundidad

La profundidad es un condicionante importante. Los suelos poco profundos producen desarrollos escasos debido a la falta de disponibilidad de agua y nutrientes. Las limitaciones al crecimiento de las raíces no solo son causadas por la presencia de la roca madre, también pueden existir una capa freática o una alta concentración salina.

La encina es un árbol con raíz pivotante que necesita suelos profundos para que sus raíces puedan acceder a humedades remanentes. El suelo de la parcela tiene una profundidad de entre 3 y 3,5 metros, repartidos de forma muy uniforme, por lo que es adecuado.

3.1.3. Textura

La textura del suelo indica la proporción de partículas de diferentes tamaños. Estas partículas se clasifican en arenas (partículas más grandes y de fácil trabajo), limos (gránulo intermedio y fácil de trabajar) y arcillas (partículas muy finas, difíciles de trabajar cuando están secas y de drenar cuando están húmedas). La proporción de estos tres componentes le da a la tierra ciertas cualidades que influyen directamente en la aireación del suelo y la capacidad de retención de agua y nutrientes, aspectos que facilitan o hacen imposible la viabilidad de la plantación.

Para describir la textura de una manera más gráfica y poder analizarla correctamente, utilizaremos el triángulo de texturas. Este se basa en el sistema que aplica el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). La Tabla 2 muestra el criterio que tiene el USDA para definir cada componente.

que la trufa crece de forma natural. Debido a la tendencia de los suelos arcillosos a compactarse, no se recomiendan texturas con más de un 30% de arcilla.

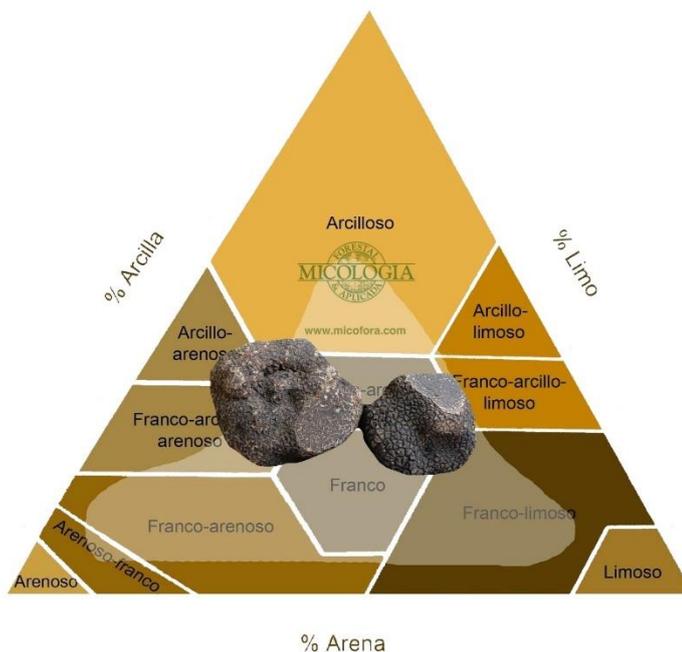


Figura 2. Triángulo de texturas donde se reflejan la texturas óptimas para el cultivo *Tuber Melanosporum*

3.1.4. Estructura y permeabilidad

La estructura del suelo depende de la forma en que se agrupan las diferentes partículas y afecta su permeabilidad. Por lo tanto la estructura del suelo está muy relacionada con el apartado anterior (3.1.3. Textura).

Hay diferentes tipos de estructuras clasificadas como:

- Estructuras granulares: las partículas se agrupan en pequeños grupos esféricos cuyo tamaño va de 1 a 10 mm. Son óptimas para el cultivo por dejar pasar con facilidad tanto el aire como el agua.
- Estructuras prismáticas: las partículas se agrupan formando grandes pilares separados por fisuras en forma vertical. Se suelen encontrar en suelos con una gran acumulación de arcilla.
- Estructuras laminares: las partículas forman agrupaciones horizontales, lo que dificulta en gran medida la circulación del agua. Son típicas de suelos boscosos o con capas con alto contenido de arcilla.
- Estructuras en bloque: las partículas se agrupan en forma de bloques más o menos cuadrados, oponiendo así una fuerte resistencia a la circulación de agua.

El suelo de nuestra parcela presenta una estructura granular, por lo que en este aspecto es óptimo para el cultivo de trufas.

3.2. Propiedades físicas respecto del agua

3.2.1. Introducción

El agua tiene una gran importancia en las plantaciones porque es el medio por el que las plantas absorben los nutrientes. Se encuentra libre entre los espacios dejados por las partículas o en combinación con éstas.

La disponibilidad del agua para ser absorbida por las plantas depende de la forma en la que se encuentre. Cuando el agua ocupa los microporos se encuentra en su forma capilar; se mantiene gracias a las fuerzas derivadas de la tensión superficial y es la que tiene una mayor disponibilidad para las plantas. En su forma higroscópica, las moléculas de agua se encuentran formando una fina película alrededor de las partículas de suelo; en este caso la disponibilidad es escasa. Cuando el agua se satura y ocupa los macroporos se encuentra en la forma gravitacional; la disponibilidad es muy baja ya que se pierde con mucha facilidad por acción de la gravedad.

3.2.2. Capacidad de campo

La capacidad de campo (CC) es la cantidad de agua que es capaz de retener un suelo, después de haberlo saturado y dejado drenar 48 horas evitando las pérdidas por evapotranspiración.

Para calcular la CC vamos a utilizar los datos de la Tabla 3 y la fórmula de Bodman y Mahmud:

$$CC \% ps = 0,023 (\% arena) + 0,25 \% (limo) + 0,61 (\% arcilla)$$

$$CC \% ps = 18,54 \%$$

La capacidad de campo de nuestro cultivo es de 18,54 %. El alto contenido en arena facilita el drenaje e impedirá los encharcamientos. Esto beneficia el crecimiento del cultivo.

3.2.3. Punto de marchitez

El punto de marchitez (PM) es la cantidad de agua que tiene un suelo que ha perdido agua por acción del cultivo, por lo tanto ya no queda agua disponible para este último. Para calcular el punto de marchitez utilizamos los datos de la Tabla 3 y la fórmula de Máximov:

$$PMP\%ps = 0,001 (\% arena) + 0,12 \% (limo) + 0,57 (\% arcilla)$$

$$PMP\%ps = 13,31 \%$$

El punto de marchitez de nuestro suelo es de 13,31 %.

3.2.4. Agua útil (AU)

El agua disponible para el cultivo se denomina agua útil (AU) y es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez. Se expresa en porcentaje:

$$AU = CC\% - PMP\%$$

$$AU = 18,54 \% - 13,31 \% = 5,23 \%$$

Nuestra agua útil es de 5,23%, lo cual no es muy alto. Esto es debido a que el suelo tiene un porcentaje de arena bastante alto y de arcilla relativamente bajo.

3.2.5. Humedad mínima del suelo

Este dato es importante a la hora de administrar el riego, ya que vamos a poder observar el estrés hídrico que puede sufrir la plantación. Para ello vamos a utilizar una fórmula que combina el agua útil y el punto de marchitez.

$$H \text{ min} = PM + (1/3) AU$$

$$H \text{ min} = 13,31 + (1/3) 5,23 = 15,05 \%$$

La humedad mínima del cultivo es de 15,05 %.

3.2.6. Pendiente de la parcela

La pendiente de la parcela es mínima, de un 1%, así que no es necesario hacer una nivelación. Esta pendiente favorecerá la homogeneidad del cultivo.

3.3. Propiedades químicas del suelo

3.3.1. Introducción

Las propiedades químicas del suelo tienen una importancia vital en el desarrollo de las plantaciones. Afectan de manera directa la dinámica de los nutrientes. Muchos microorganismos dependen de las condiciones químicas del suelo y, a su vez, las plantas dependen de los procesos de los microorganismos para su buen desarrollo.

La solubilidad de algunos compuestos químicos determina su ubicación en el suelo, ya que los solubles van a encontrarse en la parte inferior al ser transportados por el agua, mientras que los insolubles estarán en la parte superior. Habrá que tener en cuenta que hay compuestos que se eliminan con más facilidad que otros.

El aire contenido en el suelo tiene dióxido de carbono y oxígeno. Al entrar en contacto con el agua, el dióxido de carbono puede formar un ácido débil (ácido carbónico) y el oxígeno puede producir oxidaciones, haciendo reaccionar multitud de sustancias químicas. Tendremos que tener en cuenta todos estos cambios, sobre todo si aplicamos algún tipo de fertilización.

3.3.2. pH del suelo

El pH es el logaritmo (en base 10) negativo de una actividad de los iones de hidronio ($H_3O^+_{aq}$). La importancia de este valor viene dada por la gran cantidad de procesos químicos en los que está involucrado.

El pH ligeramente alcalino, entre 7,5 y 8,5, es óptimo para una plantación trufera. Nuestra parcela tiene un pH de 8,26, por lo que es aceptable tanto para el árbol como para la trufa.

Tabla 4. Clasificación del pH del suelo

<i>pH</i>	<i>Clasificación</i>
< 5,5	Muy ácido
5,6 - 6,5	Ácido
6,6 - 7,5	Neutro
7,6 - 8,5	Alcalino
> 8,5	Muy alcalino

3.3.3. Carbonatos y caliza activa

El carbonato de calcio es la principal fuente de calcio en el suelo. Lo podemos encontrar tanto en forma de roca como en polvo. Tiene una acción muy positiva sobre la estructura del suelo y la actividad biológica, pero en exceso puede perjudicar la nutrición de las plantas por antagonismo a otros elementos químicos. Produce un bloqueo sobre los microelementos insolubles como hierro, manganeso, zinc y cobre, y también puede provocar problemas en la absorción del sodio y del magnesio. Esto produce una carencia de estos elementos en las plantas y reduce su productividad considerablemente.

Tabla 5. Interpretación del porcentaje de carbonato de calcio sobre el total de carbonatos

<i>Carbonato de calcio (%)</i>	<i>Interpretación</i>
0 -5	Muy bajo
5 - 10	Bajo
10 -20	Normal
20 -40	Alto
Mayor de 40	Muy alto

Nuestro cultivo tiene un 12,57% de carbonato de calcio sobre los carbonatos totales, así que no presenta ningún problema de antagonismo ni bloqueo de microelementos.

La caliza activa es el calcio fácilmente reactivo. Puede presentar problemas para el cultivo cuando los carbonatos totales son superiores a 10%. En nuestra parcela éstos apenas superan dicho porcentaje, por lo que probablemente no haya ningún problema; aun así lo analizaremos.

Tabla 6. Interpretación del porcentaje de caliza activa

Caliza activa (%)	Interpretación
0 – 6	Bajo
6 – 9	Medio
> 9	Alto

El contenido de caliza activa es de 0,21%; como vemos en la Tabla 6, es bajo, así que no representará ningún problema para nuestra plantación.

3.3.4. Conductividad eléctrica y salinidad

La conductividad eléctrica (CE) está relacionada con la salinidad. Con la primera se puede estimar indirectamente la segunda, ya que al aumentar la concentración de sales se produce un incremento en la CE, si bien también hay otros factores de los que depende, como la composición de las sales.

Los fertilizantes inorgánicos, que son sales, influyen en la CE y producen un descenso en el rendimiento de las plantaciones. Actualmente la CE se mide en decisiemens por metro (dS/m). Teniendo en cuenta la CE podemos realizar la siguiente clasificación:

Tabla 7. Clasificación de la salinidad y sus efectos

Tipos de suelo	Salinidad	C.E. (dS/m)	Efectos en los cultivos
Normales	Muy ligera	0 – 2	Casi nulos
	Ligera	2 – 4	Puede afectar a cultivos sensibles
Salinos	Media	4 – 8	La mayoría de cultivos afectados
	Fuerte	8 – 16	Solo prosperan cultivos tolerantes
	Muy fuerte	> 16	Solo prosperan cultivos muy tolerantes

La CE de nuestro cultivo es de 0,10 dS/m. La interpretación viene dada por la Tabla 6, donde podemos observar que nuestra parcela tiene una salinidad muy ligera y no supondrá ningún problema para nuestro cultivo.

Al conocer la salinidad podremos calcular el contenido de sales totales (Ct):

$$Ct = 640 \times CE$$

$$Ct = 640 \times 0,1 = 64 \text{ ppm}$$

3.3.5. Análisis de nutrientes minerales

El suelo de nuestra parcela debe tener unos valores aceptables de nutrientes minerales, pero el exceso puede provocar que el árbol no necesite al hongo para suplir las deficiencias.

3.3.5.1. Nitrógeno

El nitrógeno está presente en los aminoácidos, que forman parte de muchas de las estructuras de una planta como la clorofila. Cuando hay una deficiencia las hojas empiezan a amarillarse debido a que la formación de clorofila se detiene. Esto da lugar a una clorosis que comienza dañando las hojas más viejas e inferiores y afecta luego las más jóvenes. Por último, las hojas empiezan a caer y el crecimiento del árbol se detiene.

La concentración de nitrógeno de nuestro suelo es de 0,12 % y está comprendida entre los valores aconsejados de 0,01 a 1 %, por lo que es aceptable.

Tabla 8. Concentración de nitrógeno en nuestra parcela y su interpretación

<i>Nitrógeno</i>	<i>Concentración en nuestro suelo (%)</i>	<i>Interpretación</i>
	0,12%	Aceptable

3.3.5.2. Fósforo

El fósforo es muy importante para el desarrollo de los tejidos, la formación de raíces y el transporte de energía e interviene en muchos de los procesos metabólicos. La falta de este componente produce una brotación tardía de las yemas, hojas más oscuras y manchas necróticas irregulares. Esto se agudiza hasta que las hojas caen por deshidratación.

En un cultivo de trufas se recomienda que los valores de fósforo estén entre 5 y 150 ppm. En nuestra parcela el fósforo se encuentra en un valor aceptable de 110 ppm.

Tabla 9. Concentración de fósforo en nuestra parcela y su interpretación

Fósforo	Concentración en nuestro suelo (pmm)	Interpretación
	110 ppm	Aceptable

3.3.5.3. Potasio

La falta de potasio genera una pérdida de color en las hojas (clorosis) y puede llegar a provocar su caída. Si la falta es importante se nota un menor crecimiento de las plantas y hojas necróticas. Si bien el potasio no se mueve con facilidad, un regado excesivo de la plantación puede producir un lavado de la zona y la consecuente escasez de potasio, por lo que será importante hacer un seguimiento del nivel de este nutriente a lo largo del tiempo.

La concentración ideal para una plantación trufera es de entre 50 y 500 ppm, rango que comprende el valor de nuestra parcela, que contiene 280 ppm.

Tabla 10. Concentración de potasio en nuestra parcela y su interpretación

Potasio	Concentración en nuestro suelo (pmm)	Interpretación
	280 ppm	Aceptable

3.3.5.4. Calcio

El calcio es un elemento muy importante en el crecimiento de los árboles. La deficiencia de este elemento afecta muchos procesos fisiológicos y en especial la formación de las paredes celulares. Estos problemas generan un menor crecimiento general y sobre todo de las raíces y las hojas. Si la deficiencia de este elemento se acentúa, las yemas pueden quedar latentes y las hojas empezarán a tener quemaduras hasta terminar cayendo.

Para una plantación trufera se recomienda que la concentración de calcio se sitúe entre 50 ppm y 90 ppm. Nuestro suelo tiene 51 ppm, que si bien está dentro de los valores recomendados es algo escaso.

Tabla 11. Concentración de calcio en nuestra parcela y su interpretación

Calcio	Concentración en nuestro suelo (pmm)	Interpretación
	51 ppm	Aceptable

3.3.5.5. Magnesio

El magnesio es un elemento que está presente en la molécula de la clorofila. Su deficiencia produce una pérdida en el color en las hojas. Esta falta de coloración se nota

en los bordes y avanza progresivamente hacia el interior en forma de uve. Finalmente las hojas caen prematuramente.

Para que una plantación trufera se desarrolle con normalidad se aconseja tener más de 100 ppm de concentración de este elemento; nuestro suelo tiene 221 ppm, por lo que su concentración es aceptable.

Tabla 12. Concentración de magnesio en nuestra parcela y su interpretación

Magnesio	Concentración en nuestro suelo (pmm)	Interpretación
	221 ppm	Aceptable

3.3.6. Materia orgánica

La materia orgánica del suelo está compuesta por productos de desecho de origen animal o vegetal que sirven de alimento para la biota (organismos del suelo). A medida que ésta descompone los residuos, genera elementos como nitrógeno, fósforo y azufre, entre otros, que sirven de alimento a las plantas. El resultado de este proceso es un ciclo en el que los nutrientes son reutilizados por las plantas.

La materia orgánica que queda sobre la superficie del suelo sirve para amortiguar el impacto físico de la meteorología como la lluvia, insolación, etc. Ciertos organismos de la biota, como las lombrices, crean túneles que facilitan el paso del agua y del aire a zonas más bajas del suelo; la circulación de estos dos elementos permite que el suelo se mantenga en buen estado para el cultivo.

La cantidad de materia orgánica modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y, en particular, tiene un impacto directo en el pH y la textura.

En las plantaciones truferas se recomienda un porcentaje de materia orgánica de entre 3 y 4%; nuestro suelo tiene 1,02%, por lo que tendremos que ajustarla mediante una enmienda fraccionada.

Tabla 13. Concentración de materia orgánica y su interpretación

Materia orgánica	(%)	Interpretación
	1,02%	Baja

La materia orgánica tiene un alto contenido en carbono. Es importante analizar la proporción de carbono respecto al nitrógeno contenido en el suelo. Primero calcularemos el porcentaje de carbono que hay en la materia orgánica con el método de Walkley y Black, para después dividirlo por el nitrógeno. Un resultado próximo al 10% sería aceptable.

$$\% \text{ Materia Orgánica} = \% \text{ Carbono Orgánico} \times 1,724$$

$$\% \text{ Carbono Orgánico} = 1,02 / 1,724 = 0,59$$

$$C/N = 0,59 / 0,06 = 9,8 \%$$

Como podemos observar, la proporción entre el carbono y el nitrógeno es aceptable.

Tabla 14. Relación entre C/N en nuestra parcela y su interpretación

Relación C/N	(%)	Interpretación
	9,8 %	Aceptable

4. Conclusión

Habiendo analizado los parámetros del suelo de nuestra parcela, podemos concluir que es apto para el cultivo de *Quercus Ilex Rotundifolia* micorrizado con *Tuber Melanosporum*. No hay ningún factor limitante que impida el crecimiento: todos los parámetros se encuentran dentro del rango aconsejado, a excepción de la materia orgánica, para la que aplicaremos una enmienda. Además, antes de empezar la plantación daremos un pase con un cultivador para eliminar la vegetación presente en ese momento, y esa materia orgánica se incorporará al suelo.

A lo largo de la explotación se harán análisis para examinar la evolución del suelo y comprobar que sus parámetros se mantengan dentro de los rangos aceptables.

5. Boletín de análisis edafológico



Boletín de análisis

Copia a fecha:
28/12/2018

INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN (ITACYL)

Dirección: Carretera de Burgos, p.k. 119
Ciudad: Valladolid
Código postal: 47071
Teléfono: (34) 983 415 314
Fax: 983 412040
Correo electrónico: suelos@itacyl.es



Cliente:
NIF:
Domicilio:
Población:
Forma de entrega: CORREO
Tipo de análisis: INFORMATIVO
Muestra de: SUELO
Estado de la muestra: Tª AMBIENTE
Tomado el: 11/12/2018

Nº de boletín 123611 Reg. Salida: 14377600
Nº muestra: 2370098
Registro muestra: 12/12/2018
Inicio análisis: 13/12/2018
Finalización análisis: 28/12/2018
Nº de elementos: 1

Cantidad: 500 GR.

Ac nombre determinación	Resultado	Incert.	Método
Arena (2 - 0.05 mm)	57 %		Disfractometría laser
Limo	25 %		Disfractometría laser
Arcilla	18 %		Disfractometría laser
Carbonatos	12.57%		Infrarrojos
Caliza activa	0.21 %		OXNH4 y gasometría
Materia orgánica oxidable	1.02 %	± 013	Met/QP/Suelos/2 (volumetría)
pH	8.26		Potenciometría
Conductividad (25 °C)	0,10 dS/m		Potenciometría
Calcio asimilable	51 pmm		Cohex e ICP
Magnesio asimilable	221 pmm		Cohex e ICP
Nitrógeno kjdahl	0.12 %		Mehlich 3 e IPC
Fósforo	110 ppm		Mehlich 3 e IPC
Potasio	280 ppm		Mehlich 3 e IPC

Precio 68,50 € Transferencia Valladolid 14/12/2018

Director del laboratorio

Juanjo Pérez De La Cruz

Responsable de línea

Julio García Domínguez



Bibliografía

Morcillo, M. (2013). Micofora. Recuperado de www.micofora.com el 6 de marzo del 2019.

Morcillo, M., Sánchez M., Vilanoba X. (2015). *Cultivar trufas, una realidad en expansión*. Barcelona, España: Micología Forestal Aplicada.

U.S.D.A. (1999). *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys (2a edición)*. Washington, USA: USDA.

Índice de figuras

Figura 1. Situación de nuestro suelo en el triángulo de texturas.....	5
Figura 2. Triángulo de texturas donde se reflejan la texturas óptimas para el cultivo Tuber Melanosporum	6

Índice de tablas

Tabla 1. Datos recogidos y datos óptimos para una plantación trufera.....	3
Tabla 2. Criterio de la USDA para definir cada tipo de partícula	5
Tabla 3. Porcentaje por tamaño de partícula	5
Tabla 4. Clasificación del pH del suelo	9
Tabla 5. Interpretación del porcentaje de carbonato de calcio sobre el total de carbonatos	9
Tabla 6. Interpretación del porcentaje de caliza activa	10
Tabla 7. Clasificación de la salinidad y sus efectos	10
Tabla 8. Concentración de nitrógeno en nuestra parcela y su interpretación.....	11
Tabla 9. Concentración de fósforo en nuestra parcela y su interpretación.....	12
Tabla 10. Concentración de potasio en nuestra parcela y su interpretación	12
Tabla 11. Concentración de calcio en nuestra parcela y su interpretación	12
Tabla 12. Concentración de magnesio en nuestra parcela y su interpretación	13
Tabla 13. Concentración de materia orgánica y su interpretación	13
Tabla 14. Relación entre C/N en nuestra parcela y su interpretación	14

**ANEJO III:
ANÁLISIS DEL
AGUA DE RIEGO**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Toma de las muestras	2
3. Resultados de los análisis	3
4. Interpretación de los resultados	5
4.1. Índices de primer grado.....	5
4.1.1. Análisis de pH	5
4.1.2. Conductividad.....	5
4.1.3. Iones.....	6
4.2. Índices de segundo plano	10
4.2.1. Dureza	10
4.2.2. Relación índice de sodio S.A.R.....	11
4.2.3. Índice de Kelly (I.K.)	12
4.2.4. Índice de Scott o coeficiente alcalímetro	12
5. Clasificación del agua	14
5.1. Normas de Riverside	14
5.2. Normas H Greene.....	17
5.3. Normas L. V. Wilcox.....	17
6. Conclusión	18
7. Boletín del análisis del agua de riego.....	19
Bibliografía	20
Índice de figuras	21
Índice de tablas	21

1. Introducción

El objetivo de este anejo es hacer un análisis de la calidad del agua de riego e interpretar los resultados. Un agua de riego con malas características puede provocar un aumento de la salinidad, modificar las propiedades del suelo y producir una acumulación de iones tóxicos.

Muchos estudios han demostrado que la sequía durante los meses de verano reduce considerablemente la producción de trufas. El agua de riego nos va a proporcionar un beneficio económico mayor a la inversión que vamos a realizar en su instalación y mantenimiento. También disminuirémos el riesgo en la producción, al tener menos dependencia de la precipitación, un factor que puede variar con facilidad cada año.

El agua procederá de un pozo situado en la parte superior de la parcela. Cuando el propietario compró la parcela el pozo ya estaba cavado.

2. Toma de las muestras

Para el muestreo es fundamental que la muestra sea lo más homogénea y representativa posible y que sus propiedades no se vean alteradas del momento de la extracción al final del análisis. Para obtener un análisis completo, tanto físico como químico, se requieren 2 litros de agua. Preferentemente se deben tomar las muestras en un envase de vidrio (que antes de ser usado debe ser lavado con jabón y detergente y enjuagado con agua potable, y luego enjuagado con el agua a analizar). La tapa o el cierre del envase no debe permitir la salida del líquido ni la entrada de contaminantes.

En nuestra parcela el agua proviene de un pozo ya cavado. En estos casos debemos sumergir el envase 20 cm tomándolo del cuello y moviéndolo en semicírculo. Una vez hemos llenado el envase, se lo levanta rápido y se lo cierra. Es muy importante que no quede aire en el envase.

La muestra debe ser rotulada debidamente y enviada al laboratorio. Para ellos debemos incluir el nombre del muestreador, remitente, solicitante, fecha de la toma, lugar de procedencia, tipo de análisis requerido, fuente de provisión (en este caso, pozo). Durante el envío la temperatura no debe subir demasiado, ya que hay varios parámetros como los nitratos, nitritos y amoníaco que pueden variar por el efecto del calor, y puede producirse también una proliferación microbiana.

Cuanto menor sea el tiempo transcurrido desde la toma hasta el envío al laboratorio, más exactos serán los resultados obtenidos.

3. Resultados de los análisis

La tabla 1 muestra los resultados del análisis de la muestra extraída de la parcela:

Tabla 1. Resultado de los análisis del agua de riego

	Resultado
<i>pH a 25°C</i>	7,4
<i>Conductividad a 25°C</i>	615µS/m (0,615ds/m)
<i>Sodio (Na⁺)</i>	1,72 meq/L
<i>Potasio</i>	0,08 meq/L
<i>Calcio</i>	3,41 meq/L
<i>Magnesio</i>	1,27 meq/L
<i>Cloruros</i>	1,93 meq/L
<i>Bicarbonatos</i>	3,65 meq/L
<i>Sulfatos</i>	0,09 meq/L
<i>Nitratos</i>	0,46 meq/L (29,36 ppm)

Antes de analizar cada parámetro por separado se puede hacer una serie de verificaciones que nos permiten ver si los resultados obtenidos son erróneos. Si alguna de estas tres verificaciones no se cumplen, mandaremos al laboratorio otra muestra, ya que indicará un error en el análisis:

- La primera verificación consiste en ver que el sumatorio de aniones y cationes sea similar, con un error máximo de 5% medido en meq/L.

Tabla 2. Sumatorio de aniones y cationes

<i>Aniones</i>		<i>Cationes</i>	
<i>Sodio (Na⁺)</i>	1,62 meq/L	Cloruros	1,93 meq/L
<i>Potasio</i>	0,08 meq/L	Bicarbonatos	3,65 meq/L
<i>Calcio</i>	3,31 meq/L	Sulfatos	0,09 meq/L
<i>Magnesio</i>	1,17 meq/L	Nitratos	0,46 meq/L
<i>Total</i>	6.18 meq/L	<i>Total</i>	6,13 meq/L

El porcentaje de error es menor al 1%, por lo que se cumple la verificación.

- La segunda verificación consiste en que la suma de cationes (meq/L) multiplicada por un valor (K) comprendido en 80 y 110 sea igual a la conductividad eléctrica ($\mu\text{S/m}$).

$$\text{CE } (\mu\text{S/m}) = K * \sum \text{cationes (meq/L)}$$

$$K = 615 / 6,13 = 99,67$$

El valor K queda comprendido entre 80 y 110, por lo que la verificación se cumple.

- La tercera verificación consiste en que la suma de los cationes o aniones dividida por la conductividad eléctrica (CE) se encuentre alrededor de 100.

$$\text{CE} / \sum \text{cationes (meq/L)} = 615 / 6,13 = 100,33$$

$$\text{CE} / \sum \text{aniones (meq/L)} = 615 / 6,18 = 99,51$$

Dado que ambas sumas al dividirse por la CE quedan alrededor de 100, se cumple la verificación.

Con estas tres comprobaciones podemos concluir que los resultados son fiables y el análisis fue efectuado con éxito. Ahora pasaremos interpretar cada parámetro del agua de riego de nuestra parcela.

4. Interpretación de los resultados

4.1. Índices de primer grado

4.1.1. Análisis de pH

Los valores de pH pueden indicarnos contaminantes en el agua. Para ser óptimos deben estar comprendidos entre 7 y 8. Los valores que estén fuera del intervalo entre 6,5 y 8,5 indican una posible contaminación por vertidos, pudiendo desencadenar poblaciones microbianas.

En nuestro caso el valor es 7,4, que es un valor aceptable para el agua de riego.

Tabla 3. Interpretación del pH

<i>pH</i>	<i>Interpretación</i>
7,4	Aceptable

4.1.2. Conductividad

La CE hace referencia a la capacidad para transmitir la energía eléctrica a través del agua. La cantidad de sales disueltas en el agua está directamente relacionada con su conductividad y puede influir en la osmosis afectando la nutrición de las plantas. Si los valores superaran los 3000 $\mu\text{S}/\text{m}$, el rendimiento de la plantación caería de manera acusada. Para analizar este parámetro vamos a tomar como referencia la tabla 4.

Tabla 4. Interpretación de la calidad del agua en función de la conductividad

$\mu\text{S}/\text{m}$	<i>Calidad del agua</i>
0-1000	Buena
1000-3000	Media
>3000	Mala

Nuestra agua de riego tiene una CE de 615 $\mu\text{S}/\text{m}$, por lo que podemos concluir que es buena para el riego.

Como ya hemos dicho, este parámetro está directamente relacionado con la concentración de sales. Calcularemos esta última mediante la ecuación 1.

$$\text{ST} = \text{CE} \times \text{K}$$

Ecuación 1: Cálculo de concentración de sales disueltas

ST = Concentración de sales totales disueltas en g/l

CE = Conductividad eléctrica expresada en ds/m ($615 \mu\text{S/m} = 0,615\text{ds/m}$)

K = un valor fijo, en este caso 0,64.

$$\text{ST} = 0,615 \times 0,64 = 0,3936 \text{ ds/m}$$

La Tabla 5 refleja la interpretación de la calidad del agua de riego en función de la cantidad de sales totales. En nuestro caso la concentración es de 0,3936 ds/m, así que nuestra agua es de buena calidad respecto a este parámetro.

Tabla 5. Interpretación de la calidad del agua en función de la concentración de sales totales

ST en ds/m	Calidad del agua
<0,45	Buena
0,45-2	Media
>2	Mala

4.1.3. Iones

Haremos un análisis de los diferentes iones, ya que cuando estos se acumulan en ciertas cantidades dejan de ser asimilables para las plantas y pueden ser tóxicos. También pueden influir en el abonado.

4.1.3.1. Sulfatos

El sulfato generalmente no produce ningún problema en las plantas, pero sí puede corroer los conductos fabricados en hormigón. En cantidades elevadas llega a ser un problema. Mediante la ecuación 2 vamos a calcular la concentración de sulfatos en g/l en nuestro agua de riego para después interpretarla con la Tabla 6.

$$\text{Sulfatos g/l} = \text{sulfatos meq/l} \times 0.04843 \text{ g/meq}$$

Ecuación 2: Cambio de meq/l a g/l

$$\text{Sulfatos} = 0,09 \text{ meq/l} \times 0.04843 \text{ g/meq} = 0,0044 \text{ g/l}$$

Tabla 6. Interpretación de los niveles de corrosión por concentración de sulfatos

SO_4^{2-} (g/l)	Nivel de corrosión
< 0.5	No hay corrosión
0.5 - 1.2	Corrosión media
>1.2	Corrosión alta

La concentración de nuestro sulfato es de 0.0092 g/l, así que no tendremos problemas de corrosión.

4.1.3.2. Cloruros

Los cloruros tienen una gran importancia en numerosos procesos como la fotosíntesis y la osmosis. Cuando la concentración es excesiva comienza a producir desecación y quemazones en las hojas. En casos más graves produce en ellas necrosis y posteriormente defoliación del árbol.

Con la ecuación 3 vamos a hacer un cambio de variable de meq/l a g/l para posteriormente hacer una interpretación de los resultados a partir de la Tabla 7.

$$\text{Cloruros g/l} = \text{sulfatos meq/l} \times 0.03546 \text{ g/meq}$$

Ecuación 3: Cambio de meq/l a g/l

$$\text{Cloruros} = 1,93 \text{ meq/l} \times 0.03546 \text{ g/meq} = 0,068 \text{ g/l}$$

Tabla 7. Interpretación de los niveles de concentración de cloruros

Cl^- (g/l)	Interpretación
< 0.3	No hay toxicidad
0.3 – 0.7	Toxicidad media
>0.7	Toxicidad alta

La concentración de cloruros en nuestra agua de riego es de 0.068 g/l, aceptable para una plantación trufera.

4.1.3.3. Nitratos

Los nitratos están compuestos generalmente por nitrógeno, un componente esencial para las plantas. El nitrógeno está presente en las proteínas, semillas, ácidos nucleicos y clorofila, y participa en numerosos procesos enzimáticos.

Sin embargo, una concentración excesiva de este elemento puede producir el crecimiento desproporcionado de alguna de las partes de la planta y la no lignificación de éstas. Estos desequilibrios nutricionales producen un retraso en la maduración, plagas y enfermedades.

Tabla 8. Interpretación de la concentración de nitratos del agua de riego

NO_3^- (ppm)	Interpretación
< 0.5	Sin problemas para el crecimiento
0.5 – 30	Problemas en el crecimiento
>30	Problemas altos en el crecimiento

La concentración de nitratos de nuestra agua es de 29,36 ppm. En la tabla 8 vemos que puede presentarnos problemas de crecimiento. Aun así, dado que el riego en nuestra plantación no será continuo sino ocasional (principalmente en verano), concluimos que esta concentración de nitrato no afectará el desarrollo de nuestra plantación.

4.1.3.4. Sodio

El sodio no es un elemento esencial para las plantas, pero su presencia es beneficiosa para algunas funciones metabólicas como la síntesis de clorofila. Puede ser un remplazo del potasio en el caso de que éste falte o esté en cantidades insuficientes.

Al no ser un elemento esencial, su deficiencia no genera síntomas, pero si las concentraciones son muy elevadas puede causar problemas de toxicidad. Estos comienzan con la muerte de tejidos que forman quemazones en el borde de las hojas y, a medida que la toxicidad se hace más severa, dichas quemazones avanzan hacia el centro de la hoja.

Con la ecuación 4 haremos una conversión de la concentración que recibimos en el laboratorio de meq/l a g/l, para luego poder interpretar los resultados según la tabla 9.

$$Na^+ = Na^+ \text{ meq/l} \times 0.023\text{g/meq} = 0.0712 \text{ g/l}$$

Ecuación 4: Conversión de Na⁺ de meq/l a g/L

$$\text{Na}^+ = 3.11 \text{ meq/l} \times 0.023\text{g/meq} = 0.0712 \text{ g/l}$$

Tabla 9. Interpretación de la concentración de Na⁺ en el agua de riego

Na ⁺ (g/l)	Interpretación
< 0.25	No hay toxicidad
0.25 – 0.6	Toxicidad media
>0.6	Toxicidad alta

La concentración de sodio es baja, de 0.0712 g/l. Los niveles son aceptables, ya que no genera toxicidad.

4.1.3.5. Potasio

El potasio tiene una gran importancia en procesos de desarrollo y reproducción de la planta. En nuestra muestra hay 0,08 meq/L, lo cual corresponde a un valor aceptable.

4.1.3.6. Calcio

El calcio no suele ser un problema para las plantaciones, pero puede serlo para los elementos de riego debido a su precipitación. Su exceso produce obstrucciones, sobre todo en sistemas de riego por goteo. Aunque utilizaremos microaspersores recomendamos hacer una inspección regular de los sistemas de riego para asegurarnos de que funcionan correctamente.

La concentración en nuestra agua de riego no es alta, es de 3,45meq/l.

4.1.3.7. Magnesio

El magnesio es un elemento esencial, ya que interviene en la nutrición de las plantas. Su aporte mediante el agua suele ser beneficioso. Teniendo en cuenta que nuestra agua tiene un valor de 1,27 meq/L, vemos en la tabla 10 que es una concentración baja y que el agua es aceptable para el riego de nuestra plantación.

Tabla 10. Interpretación del agua de riego respecto del magnesio.

Mg^{2+} (meq/l)	Interpretación
<10	Baja, sin problemas para el cultivo
10-20	Alta, pequeños problemas en el cultivo
>20	Muy alta, problemas en el cultivo

4.2. Índices de segundo plano

4.2.1. Dureza

La dureza es la concentración de minerales que hay en una determinada cantidad de agua, y en particular de sales de magnesio y calcio. Cuando es alta se la denomina agua dura, si es baja agua blanda.

En las plantas este índice tiene una gran importancia, ya que en suelos con escasa aireación las sales tienden a no precipitar y aumentan la presión osmótica de estos, lo cual impide la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Podemos expresar la dureza en grados hidrotérmicos franceses (G.H.F.). Para calcularla, primero obtendremos los miligramos de calcio y de magnesio por litro en nuestra agua de riego, y después aplicaremos la ecuación 4.

$$[Ca^{2+}] = 3,41 \text{ meq/L} \times 20,04 \text{ mg/meq} = 68,34 \text{ mg/l}$$

$$[Mg^{2+}] = 1,27 \text{ meq/L} \times 12,16 \text{ mg/meq} = 15,44 \text{ mg/l}$$

$$\text{G.H.F.} = \frac{[Ca^{2+}] \times 2,5 + [Mg^{2+}] \times 4,12}{10} = 23,44 \text{ mg/l}$$

Ecuación 4: Cálculo del G.H.F.

Tabla 11. Interpretación del agua de riego respecto de la dureza

G.H.F.	Características del agua
<7	Muy blanda
7-14	Blanda
14-22	Medianamente blanda
22-32	Medianamente dura
32-54	Dura
> 54	Muy dura

Nuestra agua de riego tiene un G.H.F. de 23,44 mg/l. Si observamos la tabla 11 vemos que corresponde a un agua entre medianamente dura y medianamente blanda, por lo tanto es aceptable para nuestra plantación.

4.2.2. Relación índice de sodio S.A.R.

El índice de sodio o S.A.R. es un parámetro que refleja la influencia del ion sodio en la estructura del suelo. Puede afectar a la dispersión de coloides y esto a su vez a la permeabilidad del suelo. El índice analiza la proporción del ion de sodio con los iones de magnesio y calcio, ya que estos compiten con el primero para ocupar los lugares de intercambio del suelo.

Con el índice SAR podemos predecir la degradación que el agua de riego va a provocar en el suelo. Para calcularlo aplicaremos la ecuación 5 e interpretaremos el resultado con la tabla 11.

$$S.A.R. = \frac{|Na^+|}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}}$$

Ecuación 5: Cálculo del S.A.R.

$$S.A.R. = \frac{3,11}{\sqrt{\frac{3,41 + 1,29}{2}}} = 2,03$$

Tabla 12. Interpretación del agua de riego respecto de la relación del índice de sodio (S.A.R.)

S.A.R.	Tipo de agua	Recomendaciones
0-10	Alcalinidad baja	Útil para todo tipo de suelos
10-18	Alcalinidad media	Problemas con suelos arcillosos
18-26	Alcalinidad alta	Utilizable en suelos bien drenados y con mucha materia orgánica y yeso
26-30	Alcalinidad muy alta	Solo para suelos de salinidad muy baja

Observamos que la alcalinidad del agua de riego es baja, y por tanto el agua puede ser utilizada en cualquier tipo de suelo; es aceptable entonces para una plantación trufera.

4.2.3. Índice de Kelly (I.K.)

Este índice se utiliza para medir el riesgo de alcalinización del suelo relacionando los cationes de calcio, sodio y magnesio. Si supera el 35 % estamos ante un suelo sin riesgo de alcalinización.

$$I.K. = \frac{[Ca^{2+}]}{[Ca^{2+}] + [Na^{2+}] + [Mg^{2+}]} \times 100 =$$

Ecuación 6: Cálculo del índice de Kelly

$$I.K. = \frac{3.11}{3.11 + 3.41 + 1.29} \times 100 = 39.82 \%$$

Con la ecuación 6 hemos calculado el índice y vemos que es de 39,82 %. Dado que este valor supera el umbral del 35 %, concluimos que nuestro suelo no corre riesgo de alcalinización y por tanto el agua de riego es apta para nuestra plantación.

4.2.4. Índice de Scott o coeficiente alcalímetro

El índice de Scott se define como la altura de agua en pulgadas que tiene que haber en un suelo de 4 pies de profundidad (un pie son 0,3048m) tal que tras la evaporación quede una acumulación de sales perjudicial para las plantas.

El índice depende del parámetro K, que se calcula con una de tres ecuaciones dependiendo de la relación entre sodio y cloro. Si la relación entre sodio y cloro cumple la siguiente condición

$$|Na^+| - 0.65 \times |Cl^-| \leq 0$$

entonces calcularemos el parámetro K con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{2040}{|\text{Cl}^-|}$$

Si en cambio la relación entre sodio y cloro cumple la siguiente condición

$$0 < |\text{Na}^+| - (0.65 \times |\text{Cl}^-|) < (0.48 \times |\text{SO}_4^{2-}|)$$

calcularemos el parámetro K con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{6620}{|\text{Na}^+| + (2.6 \times |\text{Cl}^-|)}$$

Si cumple la siguiente condición

$$0 < |\text{Na}^+| - (0.65 \times |\text{Cl}^-|) > (0.48 \times |\text{SO}_4^{2-}|)$$

calcularemos el parámetro K con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{662}{|\text{Na}^+| + (0.32 \times |\text{Cl}^-|) - (0.43 \times |\text{SO}_4^{2-}|)}$$

Las concentraciones de los iones en las formulas anteriores están expresadas en mg/l. Para saber cuál de las tres condiciones se cumple, convertiremos nuestras concentraciones a mg/l.

$$|\text{Na}^+| = 3.11 \text{ meq/l} \times 23 \text{ mg/meq} = 71.53 \text{ mg/l}$$

$$|\text{SO}_4^{2-}| = 0.09 \text{ meq/l} \times 48 \text{ mg/meq} = 4.32 \text{ mg/l}$$

$$|\text{Cl}^-| = 1.93 \text{ meq/l} \times 35.5 \text{ mg/meq} = 68.53 \text{ mg/l}$$

Tras hacer las comprobaciones vemos que la tercera condición es la que se ajusta a nuestro caso, por lo que utilizaremos la fórmula correspondiente:

$$K = \frac{662}{71.53 + (0.32 \times 68.52) - (0.43 \times 4.23)} = 7.22$$

El valor K nos ha dado 7.22; según la interpretación de la tabla 13 podemos concluir que la calidad del agua de riego es tolerable. Debemos insistir en que el riego de nuestra plantación trufera no es continuo y solo va a ser necesario en momentos puntuales en que el agua de lluvia no alcance para que la plantación se desarrolle de forma correcta. Concluimos que nuestra agua de riego es aceptable respecto del índice de Scott.

Tabla 13. Calidad del agua de riego respecto del índice de Scott

Valor de <i>k</i>	Calidad del agua
<18	Buena, se puede usar durante muchos años sin tener que tomar precauciones para prevenir la acumulación de sales
18 - 6	Tolerable, hay que tener especial cuidado para impedir la acumulación de sales, excepto en suelos con drenaje libre
6 - 1.2	Mediocre, es imprescindible seleccionar los suelos y frecuentemente es necesaria la práctica del drenaje artificial.
<1.2	Mala, prácticamente no es utilizable para el riego

5. Clasificación del agua

Clasificaremos el agua de riego según las normas de Riverside, H. Greene y L. V. Wilcox porque nos permiten ver su calidad de manera más gráfica y sencilla.

5.1. Normas de Riverside

La clasificación según las normas de Riverside se basa en el riesgo de salinización y alcalinización del suelo; para ello toma como referencia la conductividad eléctrica y el S.A.R del agua de riego.

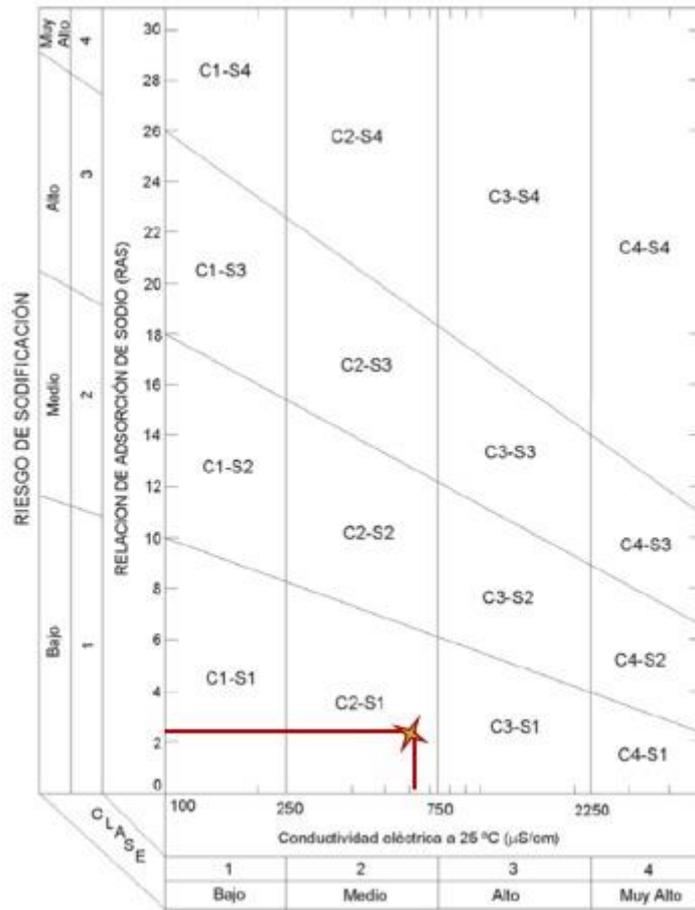


Figura 1. Diagrama para la clasificación de agua de riego según las normas de Riverside

Según la ilustración 1, que hace referencia a la clasificación de las normas de agua, y sabiendo que la conductividad eléctrica de nuestra agua de riego es 615 $\mu\text{S/m}$ y el S.A.R. es de 2.03, clasificamos nuestro suelo como C2-S1.

Tabla 14. Interpretación del agua de riego según la CE en la norma Riverside

Índice	Descripción
C ₁	Aguas con una baja salinidad, pueden ser utilizadas para la mayoría de plantas y prácticamente en la mayor parte de los suelos.
C ₂	Aguas de salinidad media, utilizadas en condiciones de lavado de suelo medio y para plantas con una tolerancia media a las sales, sin tener que aplicar medidas especiales contra la salinidad.
C ₃	Aguas de salinidad alta, no aptas para suelos con drenaje deficiente; debe controlarse el nivel de salinidad de los suelos. Empleo en plantas con una resistencia alta a la salinidad.
C ₄	Aguas con salinidad muy alta, solo pueden ser utilizadas con suelos especiales que tengan un drenaje muy bueno, solo para plantas muy tolerantes a la salinidad.

Tabla 15. Interpretación del agua de riego según el índice de S.A.R .en las normas Riverside

Índice	Descripción
S ₁	Agua con un bajo nivel de sodio, puede ser usada en casi todos los suelos, siendo prácticamente nulo el riesgo de toxicidad, exclusivo de suelos muy pesados y con cultivos extremadamente sensibles al sodio
S ₂	Agua con un nivel medio de sodio, en suelo de textura fina puede presentar un riesgo de salinidad, especialmente en suelos de lavado insuficiente.
S ₃	Agua con un alto nivel de sodio, en la mayoría de suelos se pueden producir niveles tóxicos, exceptuando los suelos ricos en yesos. Una adición de fertilización orgánica puede disminuir el riesgo de toxicidad.
S ₄	Agua con un nivel muy alto de sodio, la mayoría de suelos no son aptos exceptuando algunos con una salinidad muy baja.

Teniendo en cuenta las tablas 14 y 15, concluimos que nuestro suelo es aceptable, ya que tiene una salinidad media y un nivel bajo de sodio. No tenemos que aplicar medidas especiales dada la tolerancia a las sales del *Quercus Ilex Rotundifolia* micorrizado con *Tuber Melanosporum*.

5.2. Normas H Greene

En las normas H. Greene se tiene en cuenta la concentración total de sales en meq/l y la de sodio respecto al total de cationes. En nuestra agua de riego la concentración total de cationes es de 6,13 meq/l y la de sodio es de 1.72 meq/l.

$$\text{Na}^+ = \frac{|\text{Na}^+|}{|\sum \text{cationes}|} \times 100 = \frac{1,72}{6,13} \times 100 = 28,06\%$$

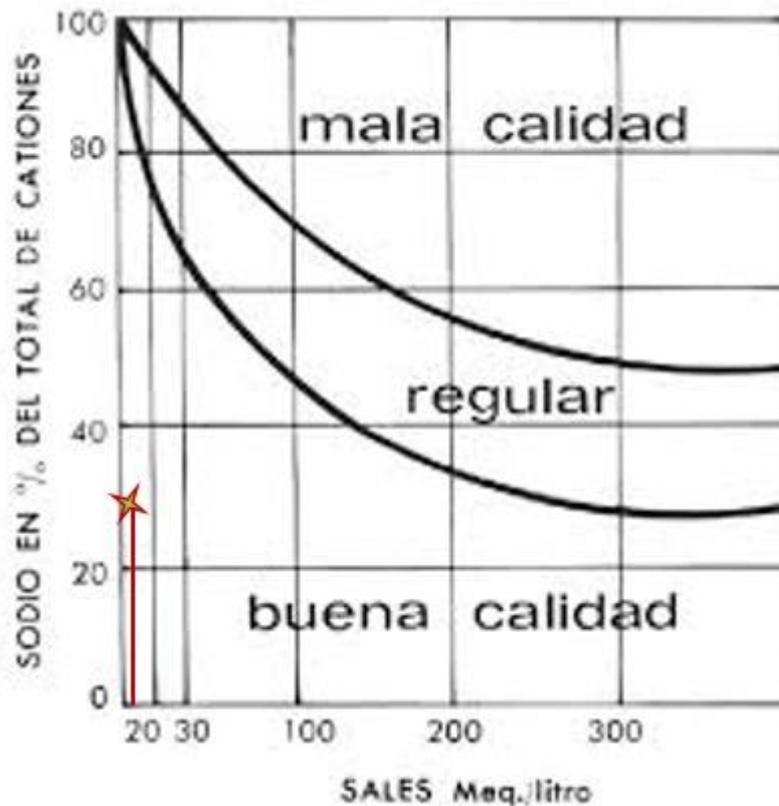


Figura 2. Diagrama para la clasificación de agua de riego según las normas de H. Greene

Teniendo en cuenta que la concentración de sales totales es de 12,31 meq/l y el porcentaje de sodio respecto del total de cationes es de 28,06, según las normas de H. Green la calidad del agua de riego es buena (ver la Ilustración 2).

5.3. Normas L. V. Wilcox

Es una clasificación que se basa en el porcentaje de sodio respecto del total de cationes y la conductividad eléctrica. En nuestra agua de riego este porcentaje es de 28,06% y la conductividad eléctrica de 615 μ S/m.

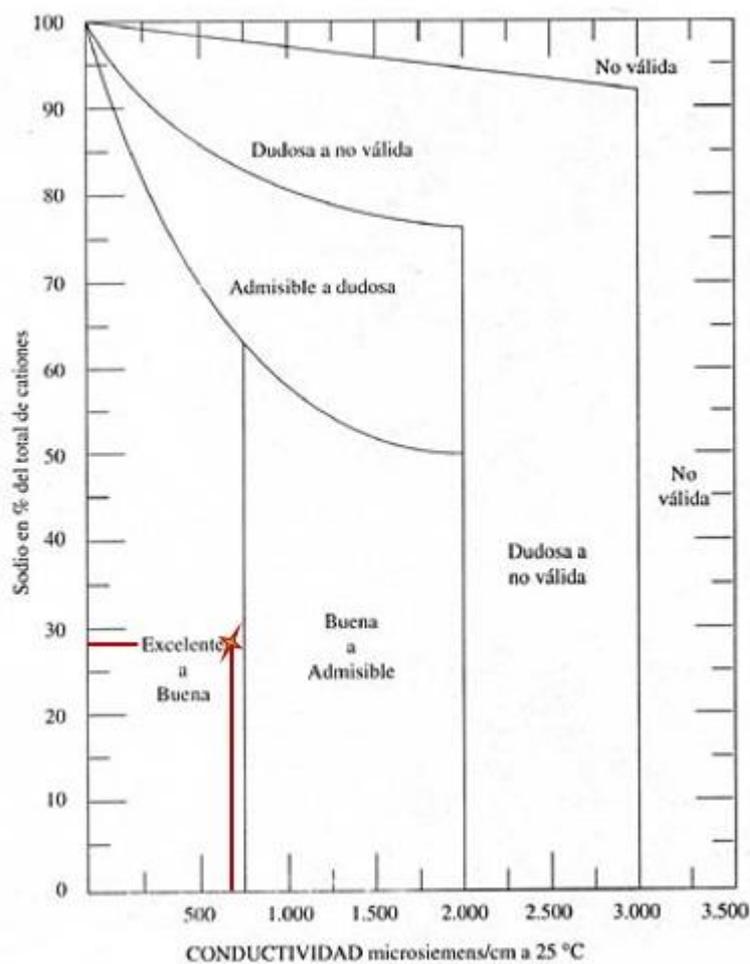


Figura 3. Diagrama para la clasificación de agua de riego según las normas L.V. Wilcox

Observando la Figura 3 concluimos que nuestra agua de riego es apta, ya que su calidad está entre buena y excelente según las normas L. V. Wilcox.

6. Conclusión

A partir del análisis del agua de riego de nuestra parcela llegamos a la conclusión de que la mayoría de los parámetros se encuentran entre los valores recomendados. Únicamente la concentración de nitratos es algo más elevada, pero tenemos que tener en cuenta que el riego no va a ser continuo y solo se aplicará cuando las precipitaciones no alcancen para cubrir las necesidades de la plantación (principalmente los meses de verano). Por este motivo concluimos que el agua del pozo de nuestra parcela es aceptable para utilizarla en el riego de una plantación de *Quercus ilex rotundifolia* micorrizada con *Tuber melanosporum*.

7. Boletín del análisis del agua de riego



**INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO**



**Junta de
Castilla y León**

Boletín de análisis



Copia a fecha:
05/02/2019

**INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN
(ITACYL)**
Dirección: Carretera de Burgos, p.k. 119
Ciudad: Valladolid
Código postal: 47071
Teléfono: (34) 983 415 314
Fax: 983 412040
Correo electrónico: suelos@itacyl.es

<p>Cliente: NIF: Domicilio: Población: Forma de entrega: CORREO Tipo de análisis: INFORMATIVO Muestra de: AGÜA DE POZO Estado de la muestra: Tª AMBIENTE Tomado el: 21/03/2019</p>	<p>Nº de boletín 150210 Nº muestra: 13200987 Registro muestra: 22/03/2019 Inicio análisis: 23/03/2019 Finalización análisis: 02/04/2019 Nº de elementos: 1</p>
--	--

Reg. Salida: 14557900

Cantidad: 20000 ML

Ac nombre determinación	Resultado	Incert.	Metodo
Ph a 20 ° C	7.2	± 0,1	Met/QA/Agua/5 Potenciometría
Conductividad eléctrica a 20 ° C	0.615 milimhos/cm	± 0,03	Met/QA/Agua/4 Potenciometría
Cloruros	1.93 meq/l	± 0,23	Met/QA/Agua/12 (HPLC)
Nitratos	0.46 meq/l	± 0,01	Met/QA/Agua/12 (HPLC)
Sulfatos	0.09 meq/l	± 0,04	Met/QA/Agua/12 (HPLC)
Calcio	3.41 meq/l	± 0,59	Met/QA/Agua/21 (ICP-AES)
Magnesio	1.27 meq/l	± 0,16	Met/QA/Agua/21 (ICP-AES)
Potasio	0.08 meq/l		Met/QA/Agua/21 (ICP-AES)
Bicarbonatos	3.65 meq/l		Met/QA/Agua/21 (ICP-AES)
Sodio	3.11 meq/l	± 0,26	Met/QA/Agua/21 (ICP-AES)

La muestra fue facilitada por el propio cliente. Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada. Este boletín no puede reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio. La incertidumbre de las medidas de ensayos acreditados, se han calculado aplicando un factor de cobertura K=2, lo que proporciona un nivel de confianza del 95%.

Precio 75,50 € Transferencia Valladolid 25/02/2019

<p>Director del laboratorio</p>  <p>Juanjo Pérez De La Cruz</p>	<p>Responsable de línea</p>  <p>Mª José Ortega Blanco</p>
--	--

Bibliografía

Ayers, R. S. y Westcot, D.W. (1987). *La calidad del agua en la agricultura*. Italia, Roma: FAO.

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama para la clasificación de agua de riego según las normas de Riverside	15
Figura 2. Diagrama para la clasificación de agua de riego según las normas de H. Greene	17
Figura 3. Diagrama para la clasificación de agua de riego según las normas L.V. Wilcox	18

Índice de tablas

Tabla 1. Resultado de los análisis del agua de riego	3
Tabla 2. Sumatorio de aniones y cationes	4
Tabla 3. Interpretación del pH	5
Tabla 4. Interpretación de la calidad del agua en función de la conductividad	5
Tabla 5. Interpretación de la calidad del agua en función de la concentración de sales totales	6
Tabla 6. Interpretación de los niveles de corrosión por concentración de sulfatos	7
Tabla 7. Interpretación de los niveles de concentración de cloruros	7
Tabla 8. Interpretación de la concentración de nitratos del agua de riego	8
Tabla 9. Interpretación de la concentración de Na ⁺ en el agua de riego	9
Tabla 10. Interpretación del agua de riego respecto del magnesio	10
Tabla 11. Interpretación del agua de riego respecto de la dureza	11
Tabla 12. Interpretación del agua de riego respecto de la relación del índice de sodio (S.A.R.)	12
Tabla 13. Calidad del agua de riego respecto del índice de Scott	14
Tabla 14. Interpretación del agua de riego según la CE en la norma Riverside	16
Tabla 15, Interpretación del agua de riego según el índice de S.A.R .en las normas Riverside	16

**ANEJO IV:
ESTUDIO
DE ALTERNATIVAS**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Alternativas a la especie huésped (trufa).....	2
2.1. Alternativas a la especie de trufa.....	2
3. Alternativas a la especie del simbiote (árbol).....	5
4. Alternativa sistema de cultivo.....	7
5. Alternativa al marco de plantación	8
5.1. Alternativas al marco de la plantación	8
5.2. Alternativas a la distancia entre árboles	9
6. Alternativas al cerramiento	9
6.1. Alternativas al cerramiento	9
6.2. Alternativas para el cerramiento.....	10
7. Alternativas al calendario.....	10
7.1. Alternativas a la fecha de plantación.....	11
8. Alternativa al marcado del emplazamiento de las plantas	11
9. Alternativas al método de plantación.....	12
9.1. Alternativas al método de plantación.....	12
9.2. Alternativas al ahoyado	12
10. Alternativas a la instalación del protector	13
11. Alternativas al mantenimiento del suelo	13
12. Alternativas al método de recolección	14
13. Alternativas al sistema de riego.....	15
14. Tabla resumen de alternativas	16
Índice de tablas	17

1. Introducción

Al desarrollar un proyecto hay que tomar decisiones sobre cómo realizar distintos aspectos. En este anejo plantearemos alternativas para cada uno de ellos y analizaremos cuál es la mejor según nuestras necesidades. En nuestro caso, algunos aspectos ya vienen definidos por el promotor, como la localización o el tipo de plantación. Más allá de estos, el promotor no ha impuesto muchas condiciones porque no conoce mucho sobre este tipo de explotaciones, simplemente quiere que el rendimiento económico sea lo más alto posible a medio y largo plazo.

Los criterios principales en los que nos vamos a basar para la elección de las alternativas son la viabilidad técnica, el rendimiento económico y el impacto ambiental y social.

2. Alternativas a la especie huésped (trufa)

Una de las imposiciones del promotor es que el proyecto sea una explotación trufera, sin especificar la especie de trufa. Existen muchos hongos hipogeos (especies de hongos subterráneas) que establecen relaciones simbióticas con ciertas especies vegetales. El valor y las condiciones en las que se desarrollan son muy variables. Analizaremos qué especies pueden adaptarse a nuestra parcela y cuáles tendrían un rendimiento económico mayor. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que la capacidad de adaptación de la trufa es condición necesaria pero no suficiente, ya que también es necesario que el árbol pueda adaptarse.

2.1. Alternativas a la especie de trufa

El género *Tuber* comprende alrededor de 40 especies, pero solo unas pocas son apreciadas por su valor gastronómico. Entre las especies de trufa que tradicionalmente se han cultivado, la trufa negra (*T. melanosporum*) es la que goza de mayor popularidad. Sin embargo, hay otras alternativas que, aunque de menor precio en el mercado, pueden dar mayor rendimiento dependiendo de las condiciones. Describimos estas especies a continuación.

Tuber magnatum: destaca por su elevadísimo precio y valor culinario. Tiene una forma muy irregular con una superficie lobular y muy rugosa. Mide entre 2 y 6 centímetros y pesa entre 40 y 300 gramos. En sus primeras etapas es blanca, a medida que madura torna a un color amarillento, y en su madurez toma un tono marrón ocre o marrón rojizo.

Tuber melanosporum: esta trufa destaca por su altísimo valor culinario y económico. Forma un tubérculo irregular ligeramente redondeado que mide entre 3 y 6 centímetros y pesa de 20 a 200 gramos. Su aspecto y forma cambian según la época

del año: en las primeras etapas tiene un color rojo violáceo que, en su etapa madura, torna a negrozco con manchas amarillas.

Tuber borchii: su calidad culinaria es excelente, aunque no llega a la del *T. melanosporum* o del *T. magnatum*. Su color varía entre el amarillo pálido y el marrón. Tiene un peciolo liso, ligeramente pubescente y un tamaño de entre 1 y 5 centímetros.

Tuber aestivum: su valor culinario y económico es bueno, pero inferior al de las tres anteriores. Su aspecto es muy similar a la *Tuber melanosporum*, aunque las verrugas son más pronunciadas y el interior tiene tonos más claros.

Terfezia spp: en España crecen varias especies de esta variedad: *T. arenaria*, *T. claveryi* y *T. fanfani*. Tienen una forma globosa e irregular de entre 2 y 14 centímetros de diámetro. Su color es crema rosado en las primeras etapas y luego torna a un pardo rojizo en su madurez.

En la Tabla 1 podemos ver el valor en el mercado de cada especie de trufa. En la Tabla 2 observamos algunas de las condiciones para su desarrollo óptimo.

Tabla 1. Comparativa del valor de mercado por especie de trufa

Especies de trufa	Valor en el mercado
Tuber magnatum	En torno a 3000 €/kg
Tuber melanosporum	200 - 850 €/kg
Tuber borchii	300 - 400 €/kg
Tuber aestivum	20 - 100 €/kg
Terfezia spp	10 – 40 €/kg

Tabla 2. Condiciones óptimas de desarrollo por especie de trufa

Especies de trufa	Suelo	Precipitación	Clima	pH	Árboles huésped
<i>Tuber melanosporum</i>	Gran variedad	700-1500	Mediterráneo, templado húmedo o frío subhúmedo	7,5-8,5	90% de plantaciones de <i>Quercus ilex</i> ssp
<i>Tuber magnatum</i>	Margoso-calizo con grandes poros	Elevada	Poca oscilación térmica	-	<i>Quercus</i> , chopos, sauces, avellanos y tilos
<i>Tuber aestivum</i>	Gran variedad pero con tendencia a suelo limoso	400-1500	Mediterráneo con marcada estacionalidad	7 - 8,5	Robles, avellanos y pinos (<i>nigra</i> y <i>sylvestris</i>), también tilos y cedros
<i>Tuber borchii</i>	Arenoso, franco-arenoso, franco	600-1600	Frío templado a mediterráneo	7 - 8	Encinas, alcornoques, robles, avellanos, chopos, castaños, tilos, alisos y coníferas como pinos y cedros
<i>Terfezia spp</i>	Básico y arenoso		Clima árido o semi-árido		Cistácea

Alternativa elegida

El primer criterio que hemos tenido en cuenta para la elección de la especie de trufa es la viabilidad técnica, aspecto fundamental para el desarrollo de la plantación. La *T. magnatum* goza del mayor valor de mercado, pero la imposibilidad de cultivarla la hace inviable. En cuanto a la *Terfezia spp*, la descartamos por dos razones: en primer lugar, porque es una trufa más propia de climas áridos – sería interesante en situaciones en que las otras no pueden crecer, pero no es el caso de nuestra parcela; en segundo lugar, porque se come como si fuera un hongo y no para dar aroma, por lo que su valor de mercado es bajo en comparación con las otras.

Las tres restantes (*T. melanosporum*, *T. aestivum* y *T. borchii*) pueden adaptarse con garantías al suelo de nuestra parcela, aunque la *T. aestivum* prefiere suelos algo más limosos. Para ninguna presentan problemas el pH o las precipitaciones de nuestra parcela (de todos modos, instalaremos un sistema de riego para combatir la sequía estival). El impacto ambiental y social será el mismo en los tres casos. El factor decisivo en la elección ha sido la rentabilidad económica, por lo que hemos escogido la *T. melanosporum*, que dobla el precio de mercado de la otras dos.

3. Alternativas a la especie del simbiote (árbol)

Habiendo definido que la especie de trufa de nuestra plantación será la *T. melanosporum*, estudiaremos las variedades vegetales que se asocian a ella de manera simbiótica.

Tabla 3. Especies de árboles asociados al *Tuber melanosporum*

Principales especies utilizadas para el cultivo de <i>T. melanosporum</i>	Especies secundarias para cultivo o encontradas asociadas en la naturaleza
<ul style="list-style-type: none"> • Encina (Q. ilex ssp ilex, Q. ilex ssp ballota) • Roble (Q. pubescens, Q. cerroides, Q. petraea, Q. robur) • Quejigo (Q. faginea) • Coscoja (Q. coccifera) • Avellano (<i>Corylus avellana</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pino negral</i> • <i>Pino albar</i> • <i>Avellano turco</i> • <i>Abedul</i> • <i>Carpe</i> • <i>Tilo</i> • <i>Alcornoque</i> • <i>Chopo</i> • <i>Sauce</i> • <i>Haya</i> • <i>Castaño</i> • <i>Cedro</i> • <i>Jara</i>

Para su elección vamos a seguir el mismo criterio que en el apartado anterior, descartando primero aquellas especies que no sean técnicamente viables para desarrollarse en nuestra parcela. El impacto paisajístico no varía demasiado entre ellas, si bien es menor con las plantas arbóreas y que se desarrollan de forma natural en la zona. Nuevamente, el rendimiento será el factor determinante para la elección.

Tabla 4. Condiciones óptimas de desarrollo por especie de árbol

Especies de árbol	Suelo	Precipitación	Temperatura	Observaciones
Quercus ilex	Indiferencia de sustrato, rehúye de los encharcados	300 – 800	Aguanta muy bien todo tipo de climas.	Dos subespecies: ilex y Rotundifolia; la segunda es menos exigente con la precipitación y la temperatura
Quercus coccifera	Calizo, prefiere pedregosos	200 - 1500	De clima seco y semiárido, capaz de soportar el mediterráneo continental.	Característica del mediterráneo
Quercus pubescens	Suelos calizos o neutros	> 600	Requiere un clima suave, sin contrastes demasiado acusados.	Le afectan de manera acusada las heladas y la sequía estival
Quercus petraea	Indiferencia de sustrato, soporta suelos secos y pedregosos	400	Zonas templadas, aguanta moderadamente el calor.	Crece en las laderas y faldas de las montañas
Quercus robur	Indiferencia de sustrato, prefiere suelos silíceos	> 600	Zonas templadas, aguanta moderadamente el calor.	Requiere un clima húmedo, oceánico, crece hasta los 1000 sobre el nivel del mar
Quercus faginea	Indiferencia de sustrato, predilección por los calizos o calizo-arcillosos	> 400	Aguanta muy bien todo tipo de climas.	Porte muy elevado, causando mucha sombra en los quemados

Coryllus avellana	Suelos frescos, sueltos, silíceos o calizos	> 600	Las temperaturas medias anuales deben oscilar entre 12 y 16°C.	Facilidad para que se contamine con otras especies de hongo
-------------------	---	-------	--	---

Alternativa elegida

Quercus robur, *Quercus petraea* y *Quercus pubescens* no se desarrollan muy bien en zonas con contrastes de temperatura y sequías estivales, como la de nuestra parcela. *Quercus faginea* da mucha sombra sobre los quemados. *Coryllus avellana* tiene facilidad de contaminación de micorriza por otras especies de hongos.

La alternativa elegida es el *Quercus ilex*, subespecie *rotundifolia*. Al ser una especie que se encuentra de forma natural en la zona, el impacto paisajístico será menor. La subespecie *rotundifolia* es menos exigente que la *ilex* en cuanto a la precipitación y la temperatura y tendrá una mejor adaptación.

4. Alternativa sistema de cultivo

A continuación se describen distintos sistemas de cultivo.

- **Monocultivo:** consiste en cultivar una única especie. Es el sistema que se ha utilizado tradicionalmente en España. Comienza a generar ingresos el séptimo año. Tiene una alta rentabilidad, pero es más sensible a las plagas y genera un mayor impacto paisajístico.
- **Cultivo intercalar:** consiste en utilizar el espacio libre que queda entre los árboles para cultivar cebada, trigo, avena, guisantes, vid, etc. Tiene la ventaja de producir ingresos desde los primeros años, derivados de estos cultivos. La desventaja es que la competencia del agua y de los nutrientes reduce la rentabilidad de la trufera a largo plazo.
- **Cultivo indonesio:** consiste en plantar dos especies de simbionte diferentes de manera alterna con diferentes edades de maduración. Genera beneficios a los 4 años y tiene un menor impacto paisajístico.

Alternativa elegida

Elegimos el monocultivo por su mayor rendimiento. Con los cultivos intercalar o indonesio conseguiríamos un rendimiento inmediato, pero ese no es nuestro objetivo. Si bien el monocultivo genera un mayor impacto paisajístico, la especie vegetal que plantaremos crece en esta zona de forma natural, lo que minimiza el impacto.

5. Alternativa al marco de plantación

El marco de la plantación y la distancia entre árboles definen la densidad de árboles en la parcela. Este aspecto influirá directamente en el rendimiento de la explotación. Las alternativas que vamos a considerar son cinco.

5.1. Alternativas al marco de la plantación

- Real o cuadrado: cada árbol situado en el vértice de un cuadrado. Permite el movimiento de maquinaria en dos direcciones perpendiculares.
- Rectangular: cada árbol se sitúa en el vértice de un rectángulo. Permite el movimiento de maquinaria en un solo sentido pero aumenta la densidad respecto al marco real.
- Cinco de oros: la disposición de los árboles es la misma que en el marco real, pero con uno más en el centro del cuadrado. La densidad es alta pero dificulta mucho el paso de maquinaria.
- Tresbolillo: cada árbol se sitúa en el vértice de un triángulo equilátero. La distribución de la tierra es óptima pero el paso de la maquinaria se dificulta mucho.
- Irregular según orografía: los árboles se disponen de forma de aprovechar la orografía del terreno para maximizar el agua de lluvia y no se instala un sistema de riego. En consecuencia, requiere menos inversión pero el rendimiento es menor.

Alternativa elegida

Las alternativas de tresbolillo y cinco de oros se han descartado porque dificultan el paso de maquinaria. La alternativa irregular no es aplicable porque la parcela tiene una pendiente del 1% y la lluvia se distribuye por igual; además, instalaremos un sistema de riego.

Para el desarrollo de la trufa es muy positivo que la radiación solar impacte directamente sobre el suelo que queda justo debajo del árbol. En este sentido el marco real es mejor que el rectangular. La alternativa elegida es entonces la de marco real o cuadrado.

5.2. Alternativas a la distancia entre árboles

La densidad óptima de las explotaciones de *T. melanosporum* se sitúa entre 250 y 400 plantas por hectárea. Si aumentamos la densidad, el suelo dejará de recibir los rayos de sol de manera directa, algo que no beneficiará el desarrollo de la trufa; si la reducimos demasiado, descenderá drásticamente el rendimiento.

- Alta densidad: 400 plantas por hectárea, marco de 5 x 5 metros. La producción de trufas es rápida, pero la vida de la plantación disminuye considerablemente. A evitar sobre todo con avellanos y robles.
- Baja densidad: 277 plantas por hectárea, marco de 6 x 6 metros. La vida de la plantación aumenta respecto a plantaciones con mayor densidad, pero el comienzo de la producción se retrasa.

Alternativa elegida

Aunque con densidades más altas la producción de trufas es más precoz, los gastos de mano de obra son mayores y la vida de la plantación es menor. Esto hace que el rendimiento general de la explotación sea menor. Es por ello que hemos elegido la alternativa de densidad baja con un marco de 6 x 6 metros.

6. Alternativas al cerramiento

6.1. Alternativas al cerramiento

El cerramiento de la parcela disminuye el riesgo de robo o deterioro por parte de personas o animales de gran tamaño. En cuanto a estos últimos, si bien los corzos y los ciervos pueden ocasionar destrozos en la plantación, sobre todo en árboles de edad temprana, si hay un animal que causa mucho daño en las explotaciones trufas es el jabalí. Las desventajas de aplicar un cerramiento son su impacto paisajístico y la inversión inicial, dado que el costo de mantenimiento es inapreciable.

La atracción del jabalí (*Sus scrofa* L.) hacia el hongo subterráneo es enorme. Además de comerse la trufa, con el hocico hoza la tierra casi labrándola y produce un gran daño en el micelio. Buscando comida atraído por la humedad del cepellón, puede levantar las plantas cuando tienen menos de 3 años.

En los últimos años, diversos factores han resultado en un aumento de la población del jabalí: el éxodo rural, el abandono de cultivos y la ganadería extensiva han producido un aumento de la espesura forestal y el resurgimiento de los matorrales donde se cobija; a esto se suma que sus depredadores han disminuido.

Alternativa elegida

La población de jabalís en la zona de la plantación es alta y aumenta cada año, por lo que vemos pertinente aplicar un cerramiento de un metro y medio de alto para impedir, sobre todo, la entrada de este animal.

6.2. Alternativas para el cerramiento

A continuación se describen distintos tipos de cerramiento.

- Malla de simple torsión electrosoldada: es la más utilizada por su alta durabilidad, su fácil instalación, por ser apta para grandes extensiones y por su bajo coste. La podemos encontrar de color verde, que genera un impacto paisajístico menor.
- Malla de triple torsión: es una malla hexagonal fabricada en acero galvanizado. Las uniones forman zonas de tres torsiones enlazadas en sentido inverso, lo cual aporta flexibilidad en todas las direcciones. Es más resistente que la de simple torsión dado que si se rompe no se deshace, pero es algo más cara.
- Malla ganadera: fabricada con alambre galvanizado reforzado. Está diseñada especialmente para uso agrícola y ganadero, aunque también se utiliza mucho para el cercado de reservas cinegéticas. Es menos resistente que las vallas de torsión.
- Paneles rígidos: es un vallado formado por placas de alambre galvanizado. Es estético, muy resistente y de alta durabilidad. Su inconveniente es que resulta bastante más caro.

Alternativa elegida

La alternativa elegida es la malla de simple torsión, por su alta durabilidad y su fácil instalación. Tiene un precio más económico que las vallas de triple torsión y de paneles rígidos. Descartamos las mallas ganaderas por ser más frágiles.

7. Alternativas al calendario

La plantación es un momento muy delicado. La elección del momento para realizarla influirá en la adaptación del material vegetal. El hongo deberá expandirse rápidamente para ocupar el suelo de la plantación y así evitar la competencia con otras especies. Esta fecha determinará el resto del calendario.

7.1. Alternativas a la fecha de plantación

A principios del otoño: en este caso, a mediados de diciembre se inicia el crecimiento de la raíz, que podrá resistir las heladas del invierno. En verano, que es el periodo crítico para las plantas jóvenes, estas estarán más asentadas en el terreno y por tanto tendrán más posibilidades de salir airosas de los calores y las sequías del estío. Será indispensable el protector.

A finales del invierno: se evitarán las heladas pero en verano las plantas estarán menos asentadas, por lo que será indispensable el riego.

Alternativa elegida

Puesto que en la zona de la plantación son frecuentes las heladas en invierno (como vimos en el Anejo I Estudio climatológico), decidimos planificar la plantación para finales del invierno. Aplicaremos riego en verano.

8. Alternativa al marcado del emplazamiento de las plantas

Para que la colocación de los árboles sea precisa debe haber un marcado previo. En este proceso se colocarán estacas para marcar el lugar donde irán los plantones. A continuación se describen dos métodos distintos de determinar la posición de las marcas:

- Replanteo manual auxiliado por GPS: consiste en marcar referencias con ayuda de un GPS.
- Replanteo con tractor con GPS y rejón: consiste en trazar líneas con un rejón en una dirección y después las perpendiculares; en el lugar en que ambas líneas se cruzan, se ubicará una estaca que marcará el posterior emplazamiento de la planta.

Alternativa elegida

Aprovechando que tenemos un tractor con GPS, elegimos el replanteo con tractor con GPS y rejón. Este método tiene una gran precisión y permite realizar el marcado de forma rápida y sencilla.

9. Alternativas al método de plantación

Las plantas comienzan su desarrollo en el vivero para después trasplantarlas a campo. Existe la posibilidad de comprar las plantas con cepellón o a raíz desnuda. En ambos casos debemos hacer un hoyo en los emplazamientos previamente marcados con estacas.

9.1. Alternativas al método de plantación

Trasplante con cepellón: el cepellón es el volumen de tierra que rodea las raíces cuando una planta está creciendo en maceta y la sacamos de ella. Esta tierra se sostiene por las raíces. La ventaja de este método es que produce una adaptación progresiva, dado que los primeros días la planta estará rodeada por las mismas condiciones edáficas que tenía en el vivero.

Trasplante a raíz desnuda: ocurre cuando las plantas se encuentran sin tierra alrededor de las raíces. La desventaja de este método es el riesgo de deshidratación, especialmente si tiene hojas y el tiempo es seco, soleado y ventoso.

Alternativa elegida

Buscaremos un vivero que nos proporcione plantas con cepellón, ya que la adaptación progresiva que nos proporcionará aumentará considerablemente las posibilidades de éxito de arraigo de las plantas.

9.2. Alternativas al ahoyado

A continuación se describen dos métodos distintos para el ahoyado.

- Ahoyado manual: se realiza en terrenos sueltos o de difícil acceso, con ayuda de una azada, un azadón o una pala franca. Su ventaja es su bajo coste.
- Ahoyado mecánico: Existe en el mercado una gran gama de ahoyadores mecánicos en formatos muy variados. Algunos son de mano y pueden ser utilizados por una persona, otros son aperos que se unen a un tractor con forma de broca. Permiten perforar hoyos en el suelo con relativa facilidad. Los que van acoplados al tractor pueden cubrir grandes extensiones con rapidez. Para extensiones pequeñas, la desventaja de este tipo de ahoyadores respecto a los manuales es que su precio es más elevado.

Alternativa elegida

Como vimos anteriormente, el marcado del emplazamiento se realizará mediante un rejón que dejará la tierra suelta. Esto permitirá hacer hoyos con una azada con mucha facilidad. Puesto que esto y la extensión relativamente pequeña de nuestra parcela son

compatibles con el ahoyado manual, cuyo coste es menor, nos decantamos por esta opción.

10. Alternativas a la instalación del protector

El protector es un tubo cilíndrico de plástico abierto por ambos extremos. Se coloca justo después de trasplantar la planta a campo, de forma que esta queda en su interior.

El protector protege la planta del frío en invierno y amortigua el efecto del calor en verano, generando así un ambiente más favorable en su interior. Se mantiene entre un año y un año y medio como máximo. Sin embargo, si no es necesario podemos ahorrarnos su compra y la mano de obra de su colocación.

Alternativa elegida

Consideramos que la plantación no va a tener ningún problema para aguantar las condiciones meteorológicas en el momento de la plantación, por lo que la inversión que significaría la instalación de protectores no se justifica. Hemos decidido entonces no instalarlos.

11. Alternativas al mantenimiento del suelo

Es necesario mantener un suelo mullido donde pueda desarrollarse la trufa en las mejores condiciones, así como controlar las malas hierbas para evitar la competencia por agua y nutrientes que puede debilitar al material vegetal y producir enfermedades y plagas. A continuación presentamos diferentes métodos para asegurar el mantenimiento del suelo.

- **Herbicidas:** consiste en rociar un producto químico que permite destruir las hierbas indeseadas. Su efectividad es muy alta pero produce contaminación y erosión en el suelo, y su coste es elevado.
- **Cubiertas vegetales permanentes:** consiste en plantar una especie vegetal que no entre en competencia con nuestra plantación para que otras especies que sí sean dañinas no puedan colonizar el suelo. Evita la erosión en el suelo y mantiene mejor la humedad.
- **Labores superficiales:** se elimina de manera física las malas hierbas con el pase de un apero. Podremos realizarlos varias veces al año. Es un sistema fácil de realizar y barato, que aumenta la resistencia a la sequía

y es compatible con todos los sistemas de riego. Además, la posibilidad de regular la profundidad nos permite eliminar las raicillas superficiales, lo cual es conveniente dado que las trufas que se generan demasiado cerca de la superficie suelen sufrir más los impactos climáticos.

Alternativa elegida

Utilizaremos el laboreo, por su bajo coste y fácil aplicación. Además, a diferencia de otros métodos, al airear el suelo permite que la radiación solar impacte directamente en él, algo favorable en las plantaciones truferas. Las cubiertas vegetales no permiten que el sol impacte directamente y pueden plantearnos problemas de competencia por el agua y los nutrientes. Los herbicidas tienen un coste mayor y pueden afectar las micorrizas, que son muy sensibles a algunos productos químicos.

12. Alternativas al método de recolección

La recogida de la trufa es una actividad algo singular dado que se necesita un animal para localizarla. Distintos animales pueden cumplir esta función.

Alternativas al animal para la recolección de trufa:

- **Jabalí:** al jabalí le atrae la trufa por naturaleza, por este motivo no requiere adiestramiento. Preferiblemente debe ser hembra, ya que los machos se ponen agresivos al detectar una hembra cerca y pueden llegar a morder. La desventaja de este animal es su menor predisposición al trabajo, porque se entretiene con más facilidad comiendo bellotas o lombrices. Además, una vez que huele la trufa su objetivo es comérsela.
- **Cerdo:** el cerdo tiene un comportamiento parecido al jabalí, ya que le atrae la trufa de forma natural y su objetivo es comérsela, pero es más fácil de adiestrar que el jabalí.
- **Perro:** el uso de este animal para la recolección requiere un adiestramiento previo. El perro se entretiene menos, siempre está dispuesto a trabajar y es más activo a la hora de buscar trufas. Cuando la encuentra, rasca un par de veces el suelo y espera, no tiene como objetivo comérsela.

Alternativa elegida

La alternativa elegida es el perro porque, si bien es más lento en la detección de la trufa y hay que adiestrarlo, después es más fácil trabajar con él.

13. Alternativas al sistema de riego

La problemática que tiene este tipo de cultivos es que no existe un coeficiente de cultivo (K_c) con el que poder calcular las necesidades hídricas. Por lo tanto, ante esta ausencia, se determinan las necesidades para cada estado de desarrollo en base a una revisión bibliográfica. Para analizarlo observaremos la Tabla 5, que presenta una comparación entre las necesidades hídricas del cultivo y las precipitaciones en los meses más críticos.

Tabla 5. Necesidades hídricas de la plantación trufera en los meses críticos, en mm/m^2

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
<i>Media de precipitaciones</i>	53	42	20	18	35	168
<i>Necesidades</i>	60	80	50	80	70	340
<i>Déficit</i>	13	38	30	62	35	172

Puesto que entre los meses de mayo y septiembre la deficiencia hídrica es de 340 mm/m^2 , instalaremos un sistema de riego. Esto generará un aumento en la productividad de la plantación. Los riegos deben ser espaciados en el tiempo, de forma tal de permitir un estrés hídrico a la planta, lo que favorece su dependencia del hongo.

Alternativas del sistema de riego:

- Cañón de aspersión: es un equipo móvil o semiestacionario con una tubería que puede enrollarse y desenrollarse y que cuenta además con un aspersor gigante final. Es relativamente caro si se lo compara con otros sistemas y poco recomendable para suelos desnudos, con gran facilidad de infiltración.
- Por goteo: es un sistema sencillo, su costo de instalación es bajo dado que la presión es mínima, y su consumo de agua es bajo ya que solo se humedece la parte de las raíces.
- Por microaspersores: este tipo de riego humedece de forma uniforme el terreno y no tiene un consumo de agua excesivamente alto. Permite variar el alcance de la cobertura.

Alternativa elegida

Descartamos el riego por goteo por su baja cobertura de alcance y el cañón de aspersión por su elevado precio. Elegimos el riego por microaspersión, ya que al humedecer la zona del quemado de forma uniforme posibilita el buen desarrollo de la trufa en verano. Además, este sistema permite aportar una gran cantidad de agua en un

momento determinado para generar un estrés hídrico que favorezca en el árbol la dependencia del hongo.

14. Tabla resumen de alternativas

Alternativas	Elección
Especie del huésped	<i>Tuber melanosporum</i>
Especie del simbionte	<i>Quercus ilex subb rotundifolia</i>
Sistema de cultivo	<i>Monocultivo</i>
Marco de la plantación	<i>Real o cuadrado de 6 x 6 metros</i>
Cerramiento	<i>Valla de simple torsión</i>
Calendario	<i>Plantación a finales del invierno</i>
Apertura de hoyos	<i>Replanteo con rejón y tractor GPS</i>
Método de plantación	<i>Con cepellón</i>
Instalación de protector	<i>Sin protector</i>
Mantenimiento del suelo	<i>Laboreo superficial</i>
Método de recolección	<i>Con perros adiestrados</i>
Sistema de riego	<i>Riego por microaspersores</i>

Índice de tablas

Tabla 1. Comparativa del valor de mercado por especie de trufa	3
Tabla 2. Condiciones óptimas de desarrollo por especie de trufa.....	4
Tabla 3. Especies de árboles asociados al Tuber melanosporum	5
Tabla 4. Condiciones óptimas de desarrollo por especie de árbol	6
Tabla 5. Necesidades hídricas de la plantacion trufera en los meses críticos, en mm/m ²	15

**ANEJO V:
ESTUDIO DEL
MATERIAL VEGETAL
Y DEL HONGO**

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Hongo	3
2.1. Introducción	3
2.2. Taxonomía del hongo	4
2.3. Morfología y características	4
2.4. Exigencias	5
2.5. Ciclo biológico del hongo	6
2.5.1. Introducción	6
2.5.2. Dispersión	7
2.5.3. Germinación e infección de la raíz	8
2.5.4. Formación de las trufas	9
3. Árbol	10
3.1. Introducción	10
3.2. Taxonomía del árbol	10
3.3. Morfología y características	10
3.4. Exigencias	11
4. Análisis del conjunto de los elementos simbióticos	12
4.1. Introducción	12
4.2. Factores que influyen en las micorrizas	12
4.3. Exigencias climatológicas y edafológicas	13
5. Vivero seleccionado	14
5.1. Introducción	14
6. Beneficios de la simbiosis	14
6.1. Introducción	14
6.2. Beneficios que obtiene el hongo del árbol.....	15
6.2.1. Absorción de carbohidratos	15
6.2.2. Microhábitat para la reproducción.....	15
6.3. Beneficios que obtiene el árbol del hongo.....	15
6.3.1. La captación de nutrientes	15
6.3.2. Protección contra el estrés hídrico.....	15
6.3.3. Modificación de la estructura del suelo	15
6.3.4. Protección contra el ataque de patógenos	15
6.3.5. Fase de vivero.....	16
Bibliografía	17
Índice de figuras	18

Índice de tablas 18

1. Introducción

En este anejo analizaremos la taxonomía, ecología y biología de la trufa y del árbol por separado, para más tarde analizarlos en conjunto.

La elección de la trufa y su huésped ha sido fijada en el anejo IV Estudio de las alternativas. Hemos hecho una valoración económica y un análisis de parámetros como la capacidad de simbiosis y la adaptabilidad al clima y al suelo de la parcela. Llegamos a la conclusión de que la mejor elección para realizar una explotación trufera es sembrar *Quercus Ilex Rotundifolia* micorrizado con *Tuber Melanosporum*.

2. Hongo

2.1. Introducción

La trufa negra (*Tuber Melanosporum*) es un hongo que vive bajo tierra. También se la conoce como trufa de Périgord, emperatriz subterránea o diamante de la cocina. Crece de manera silvestre en el sur de Europa (este de España, sur de Francia y centro y norte de Italia).

En España la podemos encontrar en Teruel, Huesca, Lérida, Barcelona, este de Castilla y León, Guadalajara y Castellón.

El éxito de este tipo de cultivo ha provocado que países donde la trufa no crecía de manera natural pero el clima es favorable para su desarrollo hayan comenzado a cultivarla. Entre estos países se encuentran Nueva Zelanda, Chile, Marruecos, Estados Unidos, Israel y Argentina.

2.2. Taxonomía del hongo

Tabla 1. Taxonomía de la trufa negra

Reino	Fungi
División	<i>Ascomycota</i>
Clase	<i>Ascomycetes</i>
Orden	<i>Pezizales</i>
Familia	<i>Tuberaceae</i>
Género	<i>Tuber</i>
Especie	<i>T. melanosporum</i>

2.3. Morfología y características

La trufa negra forma tubérculos irregulares con tendencia globosa. Su irregularidad depende en gran parte de la textura del suelo en el que crezca. Los ejemplares maduros más pequeños tienen un tamaño de 2 a 3 centímetros de diámetro mientras que los más grandes pueden alcanzar los 10 cm. El peso de las trufas suele estar comprendido entre los 20 y 200 gramos, excepcionalmente puede superar los 600 gramos.

En la superficie de la trufa (llamada peridio) predomina el color negro. Tiene unos salientes con forma poligonal con una altura de 3 a 5 centímetros. Al corte deja ver su carne (llamada gleba), que está recorrida por venillas de color blanco cremoso. A medida que va madurando estas se vuelve de un color gris marrón, acabando en un negro violáceo cuando alcanzan la madurez. En las figuras 1 y 2 podemos ver dos imágenes donde se aprecia la morfología exterior e interior del *T. melanosporum*.



Figura 1. Aspecto interior del *T. melanosporum*



Figura 2. Aspecto exterior del *T. melanosporum*

El hongo establece una relación simbiótica con los árboles. Esta es beneficiosa para ambas partes: el árbol obtiene más nutrientes minerales y agua, el hongo obtiene hidratos de carbono y vitaminas que no es capaz de producir él mismo.

Esta asociación se produce entre las hifas del hongo y las raíces de la planta. El *tuber melanosporum* es un hongo ectomicorrízico, lo que quiere decir que las hifas se disponen formando un manto alrededor de las raíces de la planta sin llegar a penetrar en el epitelio de sus células. Se disponen en las zonas intercelulares entre las células epidérmicas y las células corticales, formando lo que se conoce como red de Hartig. En ella se producen los intercambios de sustancias.

En estos procesos de simbiosis se producen modificaciones morfológicas en las raíces de la planta. La unión entre hifas y raíces tiene forma monopódica, pinnada y piramidal, con agrupaciones de 1 a 1,5 centímetros. El color de las micorrizas es ámbar y se torna marrón en la época de parada vegetativa.

Los hongos pueden establecer asociaciones con diferentes plantas. Algunas pueden parasitar al hongo y reducir la productividad considerablemente. Tendremos que tenerlo en cuenta a la hora de practicar tareas de mantenimiento de la finca.

2.4. Exigencias

En la naturaleza encontramos el *T. melanosporum* en zonas calcáreas y a una altitud entre 600 a 1400 metros sobre el nivel del mar, aunque lo óptimo es entre 800 y 1200. En climas muy cálidos crece mejor en zonas de umbría, mientras que en climas frescos se desarrolla mejor en zonas de solana.

Tabla 2. Rangos óptimos de temperatura de la trufa negra

	Temperatura en °C
Media anual	8,6 – 14,8
Media mes más cálido	16,5 – 23,5
Media mes más frío	1 – 8.2
Máxima absoluta	35 – 42
Mínima absoluta	-9 – -25

El clima en el que la trufa negra tiene un mejor crecimiento es el mediterráneo con tormentas de verano. El rango óptimo de temperaturas medias está entre 10 y 14°C, con inviernos que no bajen de los -10°C durante varios días consecutivos de forma habitual (en la tabla 1 podemos ver resumidas las temperaturas óptimas para el

crecimiento de *T. melanosporum*). Las precipitaciones necesarias para un buen desarrollo varían entre 400 y 800 mm. Sin embargo, la cantidad de las lluvias no tiene tanta importancia como su distribución.

En cuanto a las exigencias edafológicas, crece sobre suelos básicos y admite una gran variedad de texturas siempre que tengan un buen drenaje y aireación; las más óptimas son la franca y la franca arenosa. El pH debe situarse entre 7,5 y 8,5, con presencia de carbonatos. La estructura del suelo debe ser granular. La prismática debe evitarse, ya que el suelo se agrieta al secarse, lo cual es muy perjudicial para el desarrollo del hongo.

2.5. Ciclo biológico del hongo

2.5.1. Introducción

El *T. melanosporum* puede tener tanto reproducción sexual como asexual. La reproducción asexual se presenta casi en todas sus formas: gemación, fisión, fragmentación de las hifas y por conidios; esta última es la más típica.

Dado que la trufa es el carpóforo o cuerpo fructífero, es decir la última fase del ciclo biológico de la reproducción sexual, nos centraremos en las fases de esta. Comprender bien el ciclo biológico nos permitirá interferir en él para aumentar el crecimiento y así maximizar el rendimiento de nuestra plantación.

Para que la plantación tenga éxito, lo más conveniente es elegir plantas jóvenes con un sistema radicular completamente infectado por el hongo; las conseguiremos en un vivero. Una vez plantadas debemos minimizar la competencia de otros hongos micorrizógenos ya presentes en la parcela, para que el nuestro colonice la mayor proporción posible. Nuestra parcela tuvo antes una plantación de cereal, por lo que los hongos presentes en ella no competirán con el nuestro.

Existen varios métodos para micorrizar plántulas, pero requieren una serie de instrumentos que no son rentables para una sola plantación. Por eso hemos decidido adquirir las plantas ya micorrizadas en un vivero especializado.

La Figura 3 presenta un esquema sencillo del ciclo biológico de la trufa. En los siguientes apartados vamos a detallar cómo transcurren las fases.

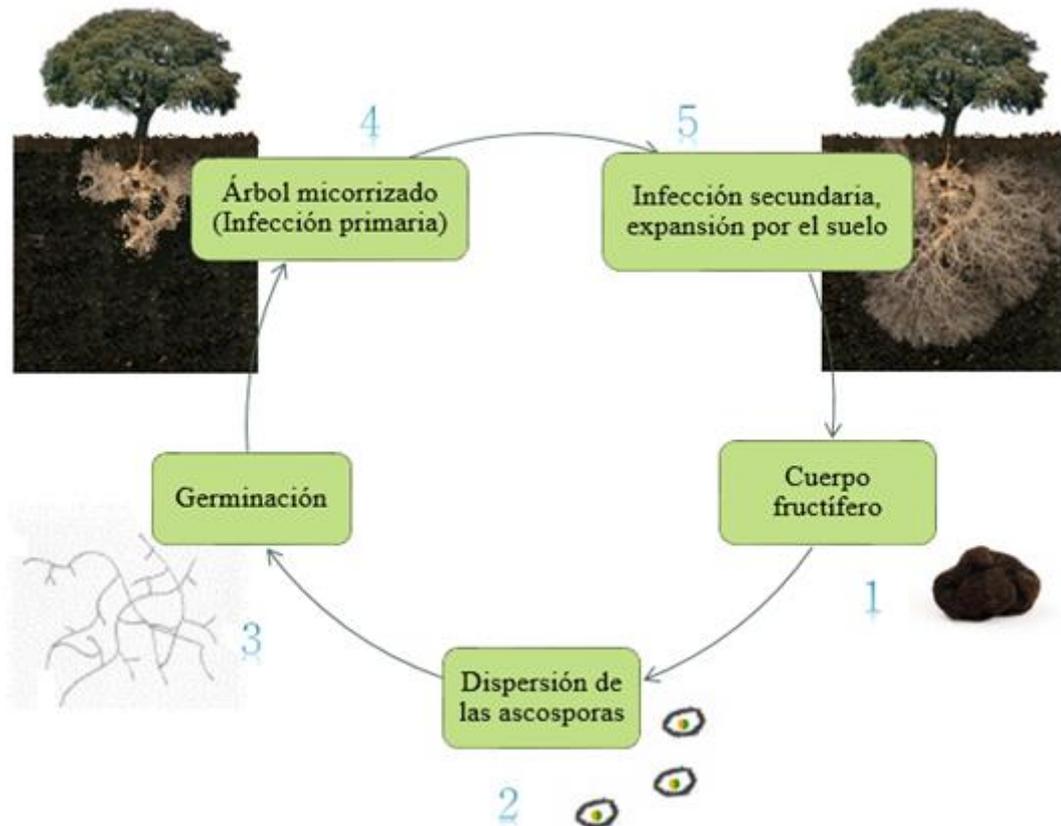


Figura 3. Ciclo biológico del *Tuber Melanosporum*

2.5.2. Dispersión

La primera fase del ciclo biológico es la liberación de las ascosporas, tras la rotura del asca. El sistema de dispersión se basa en la predación de la trufa por un micófago. Cuando el carpóforo está maduro y las ascosporas totalmente formadas, el primero produce sustancias volátiles. Este es un atrayente para los diferentes depredadores (jabalís, roedores, moscas, etc.). El dispersador más eficaz es probablemente la mosca de la trufa (*Helomyza tuberívora*), ya que sus larvas se desarrollan en el interior de las trufas y, cuando se convierten en moscas, llevan las ascosporas adheridas al cuerpo. En cambio, animales de gran tamaño como el jabalí generan grandes daños en el micelio al desenterrar la trufa.



Figura 4. Ascosporas de *Tuber Melanosporum*

En la Figura 4 podemos observar que las ascosporas se encuentran solas o en grupos de dos o de tres; de ello depende en gran medida su tamaño. En la figura se puede apreciar que tienen una especie de ganchos en su carcasa. Cuando el depredador entra en contacto con la trufa, estos se adhieren con facilidad a su superficie y facilitan la dispersión.

2.5.3. Germinación e infección de la raíz

Las ascosporas esperarán a que las condiciones sean idóneas para germinar. Es preciso que queden enterradas, por ejemplo arrastradas por el agua, que además desprende los inhibidores de germinación. Cuando la ascospora germina, un filamento conocido como hifa crece a gran velocidad. La hifa debe encontrar rápidamente una raicilla compatible, de lo contrario morirá al acabarse su reserva de nutrientes.

El *T. melanosporum* es un hongo ectomicorrícico, es decir que cubre las raíces con un manto de hifas llamado red de Hartig y no llega a penetrar el interior de las células, el intercambio se hace a través de la pared celular. El contacto de las hifas con las raíces del árbol provoca en estas últimas la pérdida de sus pelos absorbentes y un gran crecimiento en los extremos.

La red de hifas puede tener numerosas formas. Desde el manto hacia fuera se extiende la red miceliar que busca otras raicillas para propagar la micorriza por el huésped. A esta colonización de raicillas por parte de las hifas se la conoce como infección primaria. Gracias a ella, cuando el árbol genera nuevos ápices radicales el hongo tiene muchas posibilidades de colonizarlos, evitando así la competencia con otros hongos.

Como vemos en la Tabla 3, la expansión de micelio está activa durante la primavera, que es cuando el árbol está más activo en la generación de nuevas raíces.

Tabla 3. Ciclo anual del *T. melanosporum*

Ciclo anual del tuber melanosporum

Primavera	<i>Generación de ascosporas, expansión del micelio, actividad micorrícica, intercambio fisiológico, aparición de primordios.</i>
Verano	<i>Paralización de la actividad micorrícica, resistencia de primordios, crecimiento de primordios y desarrollo de las primeras trufa inmaduras.</i>
Otoño	<i>Actividad micorrícica, intercambio fisiológico, engrosamiento de primordios, trufas inmaduras y maduración lenta, primeras trufas a finales de otoño.</i>
Invierno	<i>Reposo del micelio, reposo de la actividad micorrícica, maduración de trufas.</i>

Hay hifas que pueden adquirir una forma parecida a un cordón. Están especializadas en la conducción de sustancias y se las conoce como secundarias. A través de estas hifas el hongo va ir colonizando el suelo, generándole al árbol una superficie de absorción de agua y nutrientes superior a la que tendría con sus raíces.

2.5.4. Formación de las trufas

El *T. melanosporum* tiene que tener una cantidad de biomasa para comenzar a crear trufas. La consigue entre los 5 y 10 años posteriores a la plantación del árbol. En ese momento en primavera algunas hifas se especializan, se agrupan y se compactan, dando lugar a los primordios que crecerán a lo largo del verano. Por este motivo el verano es una fase crítica en la que la escasez o el exceso de agua pueden echar a perder la cosecha del año.

La unión de una hifa con un gametamiento femenino a una hifa con gametamiento masculino forma el micelio fructífero y constituye el primordio. A la primera se la llama ascogonio y a la segunda anteridio. El primordio se desarrollará hasta constituir la trufa. En este momento todos los aspectos ambientales y nutricionales tendrán una gran relevancia.

3. Árbol

3.1. Introducción

El *Quercus ilex* L. subsp. *ballota*, también denominado *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*, comúnmente carrasca, chaparra o chaparro, es un árbol de unos 15 metros de altura, cuya distribución está directamente relacionada con el clima mediterráneo. En España es la especie forestal que más territorio ocupa.

Dependiendo de las condiciones meteorológicas también puede aparecer en forma arbustiva. Al ser un árbol tan abundante en nuestro país, sus utilidades son numerosas.

3.2. Taxonomía del árbol

Tabla 4. Taxonomía del *Quercus ilex rotundifolia*

Reino	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Hamamelidae</i>
Orden	<i>Fagales</i>
Familia	<i>Fagaceae</i>
Género	<i>Quercus</i>
Especie	<i>Quercus Ilex</i>
Subespecie	<i>Rotundifolia</i>

3.3. Morfología y características

La carrasca es un árbol de copa densa, redondeada y amplia. Su tronco puede estar recto o ligeramente curvo; es más corto en adultos que en jóvenes respecto a la altura total. Su corteza está desquebrajada y es de color negro-grisáceo.



Figura 5. Aspecto del Quercus Ilex Rotundifolia

Sus hojas son simples, redondeadas, alternas, de unos 4 a 10 cm, de borde entero, pelosidad en el haz y con el envés más oscuro. Pueden ser más o menos dentadas o aserradas. Su floración es de abril a mayo. En los extremos de la ramilla aparecen en gran cantidad las inflorescencias masculinas y en menor cantidad las femeninas. Las flores son monoclamídeas con una polinización anemófila y de elevada producción polínica.

En las masas intervenidas por el hombre para la generación de bellotas se potencia la aparición de flores femeninas. La bellota es la semilla del árbol y tiene un capuchón que no llega a cubrirle la mitad. Es verde cuando es joven y torna al marrón oscuro en la madurez, tiene sabor amargo y es comestible. La época de la maduración es entre octubre y noviembre.

Su sistema radicular es pivotante, muy potente y profundo. Al principio casi no tiene ramificaciones pero, una vez asentado el árbol, extiende sus raíces secundarias, que pueden salir de la tierra formando renuevos. Las hojas espinosas de estos renuevos les sirven de defensa.

Es un árbol que alcanza una gran longevidad, entre 700 y 800 años. En estos casos el tronco puede alcanzar un diámetro de más de un metro.

3.4. Exigencias

La carrasca crece desde 0 a 2000 metros sobre el nivel del mar, mayormente entre los 300 y 1400 metros.

Respecto al clima no es especialmente exigente, ya que tiene una gran tolerancia a la amplitud térmica y soporta sin problemas la sequía, por lo que se la considera una especie xerófila.

Crece en todo tipo de suelos, a excepción de los que se encharcan con facilidad, los muy arenosos o muy salinos. En situaciones extremas prefiere suelos calizos con una orientación al sur. En cuanto al pH, soporta desde básicos hasta ácidos y diferentes tipos de sustrato. Tiene una alta resistencia al viento, algo positivo para nuestro tipo de plantación, dado que los árboles van a estar distanciados unos de otros.

4. Análisis del conjunto de los elementos simbióticos

4.1. Introducción

Aquí haremos un análisis conjunto de los factores y exigencias que pueden afectar al árbol y al hongo. Los dos tienen factores limitantes, pero el hongo es más sensible a la mayor parte de ellos. Evaluaremos qué valores satisfacen a ambas especies y adaptaremos la plantación en la medida que podamos para generar un rendimiento máximo.

4.2. Factores que influyen en las micorrizas

Hay una serie de factores que hacen que la micorriza no pueda desarrollarse con normalidad en el árbol (están resumidos en la Tabla 5). La parcela debe tener un suelo bien aireado y sin excesiva humedad. Los árboles tienen que podarse en forma de cono invertido para que los rayos del sol impacten directamente en el suelo.

Cuando apliquemos laboreos tendremos que tener en cuenta la profundidad, ya que podemos romper las raíces del árbol y el micelio del hongo.

Tabla 5. Factores que influyen en el crecimiento de las micorrizas

Factores	Efecto
Aireación	<i>Una mala aireación puede echar a perder el buen desarrollo de la plantación.</i>
Humedad	<i>Un exceso disminuye en gran medida la calidad de la trufa.</i>
Temperatura	<i>Si es demasiado baja disminuirá la productividad de la plantación.</i>
Estado del árbol	<i>Árboles demasiado vigorosos y fuertes son más difíciles de infectar.</i>
Luz y radiación solar	<i>Necesitan que el suelo reciba los rayos del sol para un desarrollo correcto.</i>
Laboreo	<i>Contribuye a la aireación del suelo, pero si es demasiado profundo dañará las raíces y con ellas el micelio del hongo.</i>

4.3. Exigencias climatológicas y edafológicas

Hay riesgo de que otras especies de hongos establezcan una asociación simbiótica con el árbol. Estos competidores pueden disminuir de manera drástica la productividad de nuestra plantación. Por mucho que cuidemos la tierra, siempre va a haber un mínimo de competencia, pero no debe afectar la productividad.

Los campos de cultivo son una buena opción, ya que las tierras no están cargadas de hongos ectomicorrícicos y eso genera una gran ventaja para que nuestros hongos puedan colonizar el suelo casi sin competencia. Otra buena opción son los bosques forestales donde ya había trufa negra, ya que estos suelos tienen una gran cantidad de esporas de *T. melanosporum*.

La carrasca es un árbol que se adapta a muchos tipos de suelos y climas, así que las exigencias conjuntas están mayormente determinadas por las exigencias del hongo. En los anejos I y II hemos analizado las exigencias climáticas y edáficas del *T. melanosporum*. Resumimos las más importantes en la Tabla 6.

Tabla 6. Comparación de exigencias entre hongo y árbol

	Tuber melanosporum	Quercus ilex rotundifolia
pH	7,5 - 8,5	5,5 - 8,5
Precipitación	425 - 900 mm	250 - 1500 mm
Temperaturas	<i>Amplia variación térmica, resiste heladas en invierno</i>	<i>Amplia variación térmica, resiste heladas en invierno y sequías en verano</i>
Suelos	<i>Calizos</i>	<i>Calizos a silíceos</i>
Radiación solar	<i>Le favorece una buena radiación</i>	<i>Especie de luz a media luz</i>
Altitud	-	<i>0 - 2000 metros sobre el nivel del mar</i>

5. Vivero seleccionado

5.1. Introducción

Dado el costo de la adquisición del material y la instalación que se requiere para producir plantas micorrizadas de buena calidad, hemos decidido comprarlas en un vivero. La elección del vivero ha sido explicada en el anejo IV Estudio de las alternativas. Se ha basado principalmente en la calidad de las plantas, el precio y el servicio de transporte del vivero, que depositará las plantas en la puerta de la parcela.

6. Beneficios de la simbiosis

6.1. Introducción

La simbiosis aumenta el poder de absorción de agua y minerales del árbol. Esto le permite un mayor desarrollo y una mayor resistencia a sequías, bajas temperaturas y escasez de minerales, sobre todo en las primeras etapas de su desarrollo. El hongo a su vez se beneficia del árbol obteniendo carbohidratos.

6.2. Beneficios que obtiene el hongo del árbol

6.2.1. Absorción de carbohidratos

La planta puede llegar a ceder hasta un 20% de carbono fijado por fotosíntesis al hongo, lo que le permite a este último crecer con mucha rapidez. Las plantas transportan estos carbohidratos de las hojas a las raíces para después ser absorbidas por los hongos, ya que estos no pueden producirlos.

6.2.2. Microhábitat para la reproducción

Las raíces del árbol generan un microhábitat perfecto para completar el ciclo de reproducción del hongo, que desde ahí puede propagarse a otros árboles que se encuentren cerca.

6.3. Beneficios que obtiene el árbol del hongo

6.3.1. La captación de nutrientes

La captación de nutrientes es uno de los mayores beneficios que puede obtener el árbol. Se produce al aumentar la superficie de absorción por medio de las hifas. Estas tienen una mayor habilidad para explorar el suelo, ya que su diámetro de exploración puede llegar a los 9 metros y su crecimiento es mucho más rápido. Por otro lado la toma de fósforo del suelo es más fácil través de las hifas, tanto por su diámetro (3 a 30 mm) como por su longitud (0.03 a 6.95 m g⁻¹ de suelo).

6.3.2. Protección contra el estrés hídrico

Las hifas del hongo modifican física y bioquímicamente las raíces del árbol, lo que le provee protección contra el estrés hídrico. Las hifas son capaces de captar agua del suelo aun cuando el valor potencial hídrico es negativo para las plantas. Esto hace que los árboles puedan crecer en un ambiente con escasez hídrica y que en condiciones de sequía pasajera la recuperación sea más rápida.

6.3.3. Modificación de la estructura del suelo

Los hongos forman agregados en el suelo a través de una proteína llamada glomalina y contribuyen a darle estructura y estabilidad al suelo; esto aumenta el agua disponible. Dichos agregados forman grandes poros y así permiten que el agua no se acumule cuando hay grandes lluvias y drene con facilidad.

6.3.4. Protección contra el ataque de patógenos

Al obtener una mayor cantidad de nutrientes, las plantas se recuperan de manera más fácil de ataques de herbívoros y parásitos de hojas, raíces, tallos y flores. A nivel radicular, los hongos cambian la fisiología y la estructura de las plantas y producen cambios en las comunidades de microorganismos, disminuyendo sus poblaciones (entre ellas las de patógenos). Al producir un manto que recubre la raíz, generan una barrera física para los patógenos, que impide que en el lugar ocupado por el hongo se instale

otro agente perjudicial. También producen ciertos exudados que limitan el contacto de los patógenos con la planta.

6.3.5. Fase de vivero

En la fase de vivero, el hongo le proporciona al árbol un crecimiento mucho más rápido. También permite que retenga más reservas y que a la hora de plantarlo en el campo la adaptación sea mucho más rápida y fiable.

Bibliografía

De la Varga, H., Le tacon, F., Lagoguet, M., Todesco, F., Varga, T., Miquel, I. et al. (2017). Five years investigation of female and male genotypes in périgord black truffle (*Tuber melanosporum* Vittad.) revealed contrasted reproduction strategies. *Environmental Microbiology*, 19 (7), pp. 2604-2615. doi: 10.1111/1462-2920.13735

Le Tacon, F., Rubini, A., Murat, C., Riccioni, C., Robin, C., Belfiori, B. et al. (2016). Certainties and uncertainties about the life cycle of the Périgord black truffle (*Tuber melanosporum* Vittad.). *Annals of Forest Science*, 73 (105). doi: 10.1007/s13595-015-0461-1

Martin, F., Kohler, A., Murat, C., Balestrini, R., Coutinho, P.M., Jaillon, O. et al. (2010). Périgord black truffle genome uncovers evolutionary origins and mechanisms of symbiosis. *Nature*, 464 (7291).

Índice de figuras

Figura 1. Aspecto interior del T. melanosporum	4
Figura 2. Aspecto exterior del T. melanosporum	4
Figura 3. Ciclo biológico del Tuber Melanosporum	7
Figura 4. Ascosporas de Tuber Melanosporum	8
Figura 5. Aspecto del Quercus Ilex Rotundifolia	11

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía de la trufa negra.....	4
Tabla 2. Rangos óptimos de temperatura de la trufa negra	5
Tabla 3. Ciclo anual del T. melanosporum	9
Tabla 4. Taxonomía del Quercus ilex rotundifolia	10
Tabla 5. Factores que influyen en el crecimiento de las micorrizas	13
Tabla 6. Comparación de exigencias entre hongo y árbol	14

**ANEJO VI:
VALLADO,
PREPARACIÓN DEL
TERRENO Y
PLANTACIÓN**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Cerramiento de la parcela	2
2.1. Introducción	2
2.2. Puerta.....	2
2.3. Valla	3
2.4. Procedimiento	5
2.5. Conservación	5
3. Preparación del terreno.....	6
3.1. Introducción	6
3.2. Pautas para la preparación del terreno	6
3.3. Operaciones a realizar	6
3.3.1. Introducción.....	6
3.3.2. Arado.....	7
3.3.3. Subsulado	7
3.3.4. Cultivador	8
3.3.5. Instalación de los microaspersores.....	8
4. Plantación.....	8
4.1. Marco de la plantación.....	8
4.2. Marcado de los hoyos	9
4.3. Transporte y recepción de las plantas	9
4.4. Plantación.....	10
4.5. Asentamiento de la planta.....	10
Bibliografía	12
Índice de figuras	13
Índice de tablas	13

1. Introducción

En este anejo describiremos todos los procesos que vamos a realizar sobre la parcela hasta el asentamiento de la plantación. Como vimos en el anejo IV Estudio de las alternativas, vamos a vallar la parcela para evitar daños producidos por animales y el acceso de personas ajenas a la plantación. La empresa que nos vende el material para el cerramiento se encarga de instalarlo.

Después realizaremos todas las labores de preparación del terreno para que el suelo esté en el mejor estado posible antes de recibir las plantas. La parcela tiene una pendiente mínima, por lo que no tendremos que hacer ningún movimiento de tierra.

El vivero que nos suministra las plantas se encarga de su transporte. Antes de su recepción marcaremos los lugares donde irá cada una. Se aplicará un riego de asentamiento para facilitar la adaptación de las plantas.

2. Cerramiento de la parcela

2.1. Introducción

El proceso de extracción de la trufa es sumamente delicado. Con el cerramiento de la parcela evitaremos la entrada de animales de gran tamaño, como el jabalí, que puedan dañar la plantación, así como también acciones de vandalismo.

Se contratarán dos empresas, una se encargará del vallado y la otra de la puerta. Ambas trasladarán el material hasta la parcela y lo instalarán. La puerta de la parcela estará situada en la esquina suroeste y el acceso se hará a través de un camino agrícola situado a 2 metros de la carretera que une Zazuar con Quemada. Esto aumentará la seguridad de acceso a la parcela y evitará que los vehículos pesados tengan que entrar para descargar, ya que lo podrán hacer en el camino agrícola.

2.2. Puerta

La puerta que se instalará mide 6 metros de largo. Ese ancho permite que ingresen sin problemas la maquinaria y el material que requerimos para poner en marcha y mantener la plantación.

La puerta tiene dos lamas y es abatible, de mallas metálicas electrosoldadas. Tiene dos pilares de 70 milímetros de diámetro. La longitud es de 6 metros de largo por 1,5 metros de alto. El material de construcción es acero galvanizado por inmersión. Tiene un dispositivo de cierre para candado. En la Figura 1 podemos observar su diseño.

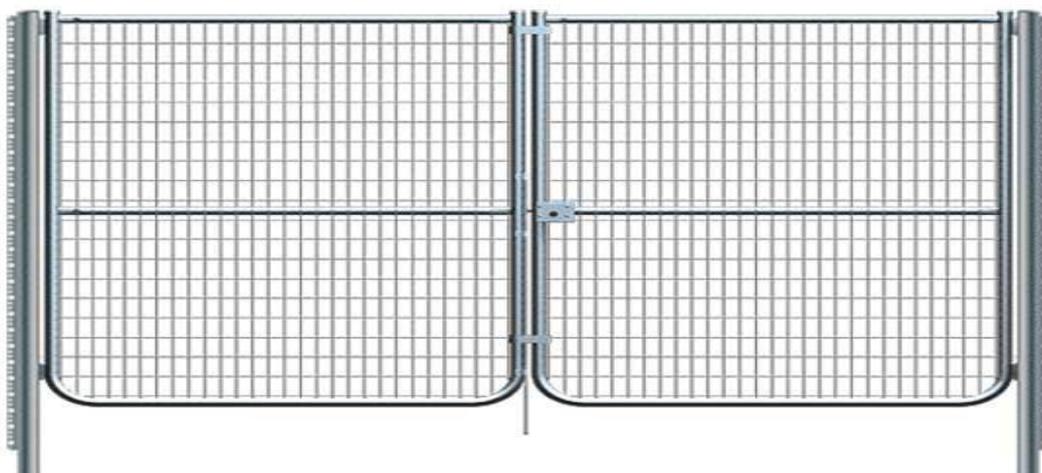


Figura 1. Puerta de malla electrosoldada de dos lamas

2.3. Valla

Vamos a instalar una valla de simple torsión con 1,5 metros de alto. Consideramos que es suficiente, ya que el animal que puede ocasionar mayores destrozos a la plantación es el jabalí y con esta altura impediremos su entrada.

En el plano 7 vemos en detalle la forma de la valla. Los postes se hunden 50 centímetros en el suelo, con una cimentación de hormigón de 60 cm de profundidad y 20 cm de diámetro. Los postes interiores de refuerzo llevan dos apoyos que se hunden a una profundidad de 20 cm y tienen una cimentación de 30 cm tanto de profundidad como de diámetro.

El vallado de la parcela estará formado por una malla de simple torsión de 8 mm de paso y 1,1 mm de diámetro, con acabado galvanizado. Los postes de acero también galvanizados tendrán un diámetro 48 mm y 1,5 m de altura. Los materiales y la cantidad que vamos a emplear están reflejados en la Tabla 1. La longitud perimetral de la parcela será de 1422,48 metros. En la Figura 2 podemos observar cómo quedará la valla.



Figura 2. Valla de torsión simple

La distancia entre los postes interiores de refuerzo será de 30 metros, mientras que entre los intermedios será de 3. Esto dará suficiente rigidez al conjunto para que aguante sin problemas el paso del tiempo.

Tabla 1. Cantidad y características de los materiales empleados en el cerramiento

Material	Cantidad	Características
Poste intermedio	412	Tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1,5 m.
Poste interior de refuerzo	42	Tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1,5 m.
Poste extremo	2	Tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1,5 m.
Poste escuadra	11	Tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1,5 m.
Malla	1422,48 m	De simple torsión, de 8 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado.
Hormigón		Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central.

En la Tabla 2 podemos ver en detalle la cantidad de material usado por tramo. En los tramos en que el largo no es un múltiplo de 30, optamos por colocar un número mayor de postes intermedios de refuerzo, por eso en esos casos la distancia entre postes es menor. Por ejemplo, si un tramo mide 40 metros, colocaremos 2 postes en vez de uno.

Tabla 2. Unidades de material empleadas por tramo

Tramos	Poste extremo	Poste intermedio	Poste interior de refuerzo	Poste escuadra	Malla en metros
Tramo 1	1	42	4	1	140,03
Tramo 2	0	13	1	1	45,48
Tramo 3	0	1	0	1	5,2
Tramo 4	0	50	5	1	170,34
Tramo 5	0	8	0	1	28,42
Tramo 6	0	29	3	1	99,9
Tramo 7	0	34	4	1	125,55
Tramo 8	0	54	5	1	180,23
Tramo 9	0	57	6	1	189,98
Tramo 10	0	19	2	1	65,6
Tramo 11	0	7	1	1	19,63
Tramo 12	1	98	11	0	352,12
Total	2	412	42	11	1422,48

2.4. Procedimiento

El borde de la parcela está ligeramente elevado porque había una antigua separación construida con piedras. Si bien estas fueron retiradas, el perímetro de la parcela quedó marcado. Por este motivo la instalación de la valla será muy sencilla y el movimiento de tierra será mínimo.

Se procederá a marcar la situación de cada poste y se abrirá una apertura donde estos irán colocados. El siguiente paso será verter el hormigón, aplomarlo y alinear los postes. Por último se colocará el acceso, se instalará la malla y se tensará.

2.5. Conservación

La garantía que nos brinda la empresa que monta la puerta es de 4 años, mientras que la del vallado es de 2. Antes de acabar el segundo año, se recomienda mirar a fondo la valla para ver si sigue en perfecto estado o tiene algún problema de fábrica. En caso de detectar alguno, el fabricante se hará cargo de los costes. Tanto los

postes y la malla del vallado como la puerta son de acero galvanizado; por lo tanto, si no aparecen problemas dentro de los primeros dos años, no deberían aparecer después tampoco.

3. Preparación del terreno

3.1. Introducción

Mantener en buenas condiciones el suelo es fundamental en la agricultura moderna. Estas condiciones pueden influir tanto en el desarrollo de las raíces como en la absorción de los nutrientes. Con ello lograremos sacar el máximo rendimiento a nuestra plantación.

Gracias al anejo II Estudio edafológico, conocemos las condiciones previas de nuestro suelo. Ahora las modificaremos para que sean óptimas. El suelo debe tener una cantidad determinada de materia orgánica, ya que esta es el alimento de gran variedad de organismos que viven en él. Estos facilitan la aparición de poros que permiten la penetración del agua y del aire, lo cual facilita el desarrollo de las raíces de los árboles que vamos a plantar.

3.2. Pautas para la preparación del terreno

En la preparación del terreno debemos tener en cuenta ciertos aspectos para que las condiciones del suelo sean favorables a nuestra plantación. Evitaremos las siguientes prácticas:

- x Utilizar maquinaria pesada en suelos húmedos y fríos, ya que esto puede hacer que la tierra se compacte y dificulte el paso del aire y del agua.
- x Voltear la tierra, para no invertir los horizontes.
- x Dar excesivos pases con los aperos, porque puede producir una pérdida de materia orgánica y estructura del suelo, lo cual limita la actividad de los organismos y perjudica el desarrollo de nuestro cultivo. Es tan mala la deficiencia de aire en el suelo como el exceso de este, que puede producir asfixia y muerte de los microorganismos.

3.3. Operaciones a realizar

3.3.1. Introducción

El hecho de que el cultivo precedente haya sido un cereal hace que no tengamos que plantar un cultivo intermedio para reducir o eliminar la flora fúngica del suelo. En los cultivos agrícolas esta es diferente a la que encontramos en zonas arboladas, por lo que la competencia a nuestro hongo es reducida.

El porcentaje de desnivel del terreno es del 1%, por lo que no aplicaremos ninguna nivelación. La pedregosidad es positiva, ya que facilita el drenaje y la aireación del suelo. Sin embargo, puede volverse negativa cuando es excesiva tanto en tamaño como en número, ya que produce un desgaste prematuro de los aperos de laboreo. Nuestra parcela no tiene una pedregosidad alta, así que no aplicaremos un despedregado.

En la tabla 3 podemos ver todos las labores que vamos a realizar en el suelo de la parcela, desde el acondicionamiento hasta la plantación.

Tabla 3. Resumen de las labores desde el acondicionamiento del suelo hasta la plantación

Labor	Apero	Maquinaria	Época del año
Arado	<i>Arado de vertedera</i>	<i>Tractor 180 CV</i>	<i>Finales de octubre</i>
Subsolado	<i>Subsolador</i>	<i>Tractor 180 CV</i>	<i>Mediados de diciembre</i>
Cultivador	<i>Cultivador de 3 metros</i>	<i>Tractor 180 CV</i>	<i>Principios de febrero</i>
Instalación de microaspersores			<i>Finales de diciembre hasta principios de febrero</i>
Replanteo	<i>Rejón</i>	<i>Tractor GPS</i>	<i>Mediados de febrero</i>
Plantación	<i>Azada</i>	<i>A mano</i>	<i>Principios de marzo</i>
Riego de implantación	<i>Depósito de 5000 l</i>	<i>Tractor 180 CV</i>	<i>de junio a mediados de agosto</i>

3.3.2. Arado

En nuestra parcela queda rastrojo de cereal, por lo que pasaremos un arado de vertedera de 40 cm de profundidad. Con ello eliminaremos los restos vegetales y aumentaremos la proporción de materia orgánica, mejorando así la textura del suelo.

3.3.3. Subsolado

El objetivo del subsolado es romper las capas del suelo compactadas sin voltear los horizontes, por este motivo no utilizaremos un arado de vertedera.

Realizaremos dos pases para simplificar la operación: el primero será a 40 centímetros y el segundo lo haremos cruzado a 80 centímetros. Será en otoño, ya que

estas operaciones deben realizarse unos meses antes de la plantación, que comenzará a finales de invierno.

Los beneficios que obtendremos con el subsolado son numerosos: una mejora del encaje del árbol, de la nutrición y del drenaje, la eliminación de raíces anteriores y la rotura de capas poco permeables, favoreciendo el paso del agua y del aire. El subsolado es fundamental para impedir los encharcamientos y mejorar el desarrollo radicular.

3.3.4. Cultivador

Justo antes de la plantación haremos un pase o dos con un cultivador a 30 cm de profundidad. Esto terminará de deshacer los terrones de tierra y dejará el suelo más mullido y aireado. A su vez, mantendremos un control sobre las malas hierbas. El pase del cultivador dejará la tierra en perfecto estado para recibir las plantas.

3.3.5. Instalación de los microaspersores

Antes de comenzar con la plantación instalaremos el sistema de riego. Este se hará por medio de microaspersores. Las tuberías irán enterradas en el terreno a una profundidad de 50 cm. En el Anejo 4 Sistema de riego se encuentra toda la información referente a este tema.

4. Plantación

4.1. Marco de la plantación

Como ya vimos en el anejo IV Estudio de las alternativas, el marco de la plantación será real o cuadrado, es decir que la distancia entre los árboles siempre es la misma. Estos estarán situados en los vértices de un cuadrado. La distancia entre ellos será de 6 metros y a la valla de 7, como se observa en la Figura 3.

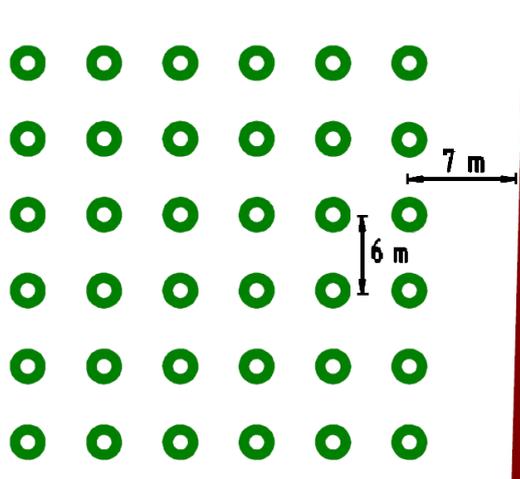


Figura 3. Marco de la plantación

En el plano 3 Disposición de encina podemos observar el emplazamiento de los 1412 árboles.

4.2. Marcado de los hoyos

Para marcar el lugar donde irán los plantones vamos a utilizar la técnica del replanteo, que consiste en trazar primero líneas longitudinales paralelas entre sí y luego líneas perpendiculares a ellas. Para ello vamos a utilizar un tractor agrícola con GPS provisto de un rejón de 40 centímetros de profundidad.

Comenzaremos con la línea de mayor longitud, después trazaremos sus paralelas, y finalizaremos realizando las perpendiculares. En los puntos de corte será emplazamiento de cada árbol.

4.3. Transporte y recepción de las plantas

El vivero se encargará del transporte de las plantas. Cuenta con un camión especializado para ello y operarios. Aun así, al recibir las plantas comprobaremos una a una que estén en perfecto estado. Deben tener una altura de 15 a 20 cm con un diámetro de 6 a 7 mm en el cuello de la raíz.

La cantidad de árboles a recepcionar es 1452, 40 más que los que necesitamos. Puede haber plantas que no lleguen a los mínimos de calidad o se rompan al ser manipuladas. De haberlas, esas plantas serán devueltas al vivero y el importe será reembolsado.

Las plantas sobrantes se remojarán durante un minuto en un cubo hasta el cepellón, luego se las dejará escurrir; a continuación se mantendrán durante algunas semanas en un lugar seco, refugiadas del aire y las heladas, ya que durante este tiempo es posible que alguna planta tenga que ser reemplazada.

Haremos un muestreo aleatorio para comprobar que las plantas estén bien micorrizadas y lo enviaremos al laboratorio.

4.4. Plantación

La plantación tendrá lugar la primera semana de marzo. Necesitaremos 1412 plantas de *Quercus ilex rotundifolia* que se irán distribuyendo por la parcela para facilitar su instalación.

Vamos a utilizar una azada para cavar un hoyo en los puntos señalados por los cortes de las líneas perpendiculares del replanteo. Al utilizar el rejón la tierra queda bastante suelta y no nos costará mucho. Para sacar la planta del envase hay que tomar ciertas precauciones: tiene que estar previamente regada y nunca se debe tirar del tronco, ya que es muy probable que las raíces se rompan. Podemos dar un golpe sobre una superficie dura como aparece en la figura 4, o cortar el envase cuidadosamente con un cutter o una navaja.



Figura 4. Forma de sacar el plantón del envase

Una vez tenemos la planta fuera del envase, la introducimos en el hoyo y cubrimos de tierra las raíces y la primera parte del tronco; la planta tiene que quedar recta. Se compacta la tierra a su alrededor pisándola para evitar que queden bolsas de aire y se tira levemente de la planta para comprobar que no está suelta.

4.5. Asentamiento de la planta

Inmediatamente después de la plantación vamos a efectuar un riego de asentamiento con el fin de facilitar el arraigo de las plantas. La plantación va a tener instalado un sistema de riego por microaspersores, pero en esta ocasión utilizaremos un tractor con una cuba acoplada de 5000 litros. A través de una manguera

proporcionaremos entre 10 y 15 litros a cada planta cada 3 semanas, de junio a mediados de agosto. De esta forma restringiremos la superficie regada a la base del árbol, de modo de ahorrar agua e impedir que las malas hierbas crezcan alrededor de los árboles.

El trasplante del árbol es una fase crítica. El cambio de condiciones, sumado a una menor resistencia en sus primeras fases, lo hace más vulnerable. A partir de ese momento se producirá una gran expansión radicular que se verá favorecida si no tiene competencia.

Este tipo de riego lo utilizaremos también durante los dos primeros años.

Bibliografía

Manchón, I. F., Olaizola Suárez, J., Santos del Blanco, L., Hernández Rodríguez, M., Osorio Vélez, L. F., Mediavilla Santos, O. (2016-2018). Manual técnico para la gestión de plantaciones trufieras. *Biotecnología forestal aplicada*.

Reyna, S., y Colinas, C. (2007). *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Índice de figuras

Figura 1. Puerta de malla electrosoldada de dos lamas	3
Figura 2. Valla de torsión simple	4
Figura 3. Marco de la plantación	9
Figura 4. Forma de sacar el plantón del envase.....	10

Índice de tablas

Tabla 1. Cantidad y características de los materiales empleados en el cerramiento	4
Tabla 2. Unidades de material empleadas por tramo	5
Tabla 3. Resumen de las labores desde el acondicionamiento del suelo hasta la plantación.....	7

**ANEJO VII:
MANTENIMIENTO Y
SEGUIMIENTO**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Mantenimiento del suelo	2
2.1. Introducción	2
2.2. Labores a realizar.....	2
2.2.1. Fase de instalación de la planta.....	3
2.2.2. Fase de desarrollo del hongo.....	3
2.2.3. Fase de fructificación	3
2.3. Fertilizantes y enmiendas.....	3
2.4. Riego.....	4
2.5. Escardas.....	4
3. Sustitución de plantas.....	5
4. Poda.....	5
4.1. Introducción	5
4.2. Poda de formación.....	5
4.3. Poda de mantenimiento.....	7
4.4. Poda de rejuvenecimiento.....	8
5. Seguimiento del árbol y de la micorriza.....	8
7. Recolección.....	9
7.1. Introducción	9
7.2. Aspectos previos a la recolección.....	9
7.2.1. Introducción.....	9
7.2.2. Adiestramiento de los perros	10
7.3. Modo de recolección	10
Bibliografía.....	12
Índice de figuras	13

1. Introducción

El mantenimiento de las condiciones de la plantación es una tarea de gran importancia para lograr un rendimiento óptimo. Tendremos en cuenta diferentes aspectos para minimizar la competencia y detectar problemas que pueden ocasionar una pérdida de productividad. Haremos un seguimiento tanto del árbol como del hongo, haciendo énfasis en el estado de las micorrizas. Las labores de mantenimiento variarán a medida que avance la plantación.

Un suelo en buen estado drena con facilidad, evita encharcamientos y mantiene una disponibilidad de agua adecuada. Cuando detectemos una deficiencia de agua deberemos suplirla con el sistema de riego.

En general, en torno a un 3% de las plantas tienen un crecimiento por debajo de lo requerido; aquellas plantas serán sustituidas para aumentar el rendimiento.

En este tipo de plantaciones la poda tiene una gran importancia. Cuando está bien realizada, aumenta su productividad. Podas drásticas producen un descenso en la producción de carbohidratos, lo cual repercute de manera directa en el crecimiento del hongo.

2. Mantenimiento del suelo

2.1. Introducción

El cuidado del suelo es fundamental para obtener un buen rendimiento. Con él buscaremos minimizar la competencia por el agua y los nutrientes. Esto contribuirá a mantener los árboles fuertes para tener cierto control contra las enfermedades. También facilitará el manejo de la plantación.

No optaremos por cubiertas vegetales porque no son beneficiosas para este tipo de cultivo. El laboreo será la base de nuestro mantenimiento del suelo. Con él buscaremos mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, favorecer el desarrollo del árbol y disminuir el número de parásitos y malas hierbas, que compiten tanto por el agua disponible como por los nutrientes.

2.2. Labores a realizar

Para mantener el suelo en perfecto estado utilizaremos el laboreo mediante un cultivador de discos. Lo haremos a distintas profundidades según la fase en la que se encuentre la plantación.

2.2.1. Fase de instalación de la planta

La fase de instalación de la planta comprende los tres primeros años. Los esfuerzos estarán orientados a la eliminación de la competencia. Debemos mantener el cultivo libre de malas hierbas en la medida de lo posible. Para ello pasaremos un cultivador con regulador de profundidad. Este no debe superar los 20 centímetros.

Deberemos realizar escardas alrededor de los árboles para dejarles libres de malas hierbas y permitir que se produzca el mayor número de raicillas.

2.2.2. Fase de desarrollo del hongo

La fase de desarrollo del hongo comienza hacia el cuarto año y finaliza hacia el séptimo. En ella comprobaremos que la actividad del micelio empieza a hacerse evidente con la aparición de los quemados. Las tareas dejarán de centrarse tanto en el mantenimiento del suelo y estarán orientadas al ciclo de la trufa.

Se aconseja pasar un cultivador con una profundidad de no más de 10 centímetros y hacerlo en la misma dirección siempre que se pueda. El objetivo principal de este pase de cultivador es evitar la compactación del suelo y facilitar su aireación. Además, al trabajar el suelo con una profundidad de 10 centímetros suprimiremos las raíces más cercanas a la superficie. Las trufas que se generan demasiado cerca de esta suelen sufrir más los impactos climáticos.

Si la profundidad de cultivador se excede, corremos el riesgo de comprometer la producción no solo de ese año sino también de los siguientes, por lo que tendremos que prestar mucha atención a este aspecto.

2.2.3. Fase de fructificación

A partir del séptimo año, las labores de mantenimiento se reducen y empiezan otras labores como las de recogida, ya que es el momento en que la plantación trufera da sus primeras trufas.

Aun así, no debemos abandonar los trabajos sobre el suelo, que serán muy ligeros. Las trufas se desarrollan mal en terrenos compactados, por eso nuestras labores se orientarán a mantener un terreno mullido y aireado. Consistirán principalmente en un pase de cultivador por las calles; este nunca debe superar los 10 centímetros de profundidad. Los quemados estarán formados en la mayoría de los árboles, pero en caso de tener excesiva vegetación, lo cual es poco habitual, se pasará un rastrillo de manera superficial para eliminarla.

2.3. Fertilizantes y enmiendas

Como vimos en el Anejo II Estudio edafológico, el suelo no tiene ninguna deficiencia que impida el desarrollo de las encinas micorrizadas, por lo que no aplicaremos ningún método de fertilización ni enmiendas. El laboreo será suficiente para proporcionar las condiciones necesarias para que el cultivo se desarrolle con normalidad. Eliminará las malas hierbas aportará un extra de materia orgánica al suelo.

Cada tres años haremos un nuevo análisis del suelo para evaluar su evolución y corroborar que siga manteniendo las condiciones óptimas. En caso de que haya alguna deficiencia, se estudiará una enmienda para rectificarla.

2.4. Riego

Dependiendo del año, el riego tendrá una importancia mínima o será determinante en la cantidad y calidad de las trufas. Por ello decidimos instalar un sistema de riego para suplir las deficiencias hídricas que pueda sufrir nuestra plantación. Esta decisión fue detallada en el Anejo IV Estudio de las alternativas.

Los dos primeros años el riego se efectuará por medio de un tractor con una cisterna de 5000 litros y una manguera, que nos servirá para localizar la superficie regada. En el primer verano, los aportes de agua únicamente servirán para afianzar la supervivencia de las plantas (riego de apoyo). Se suministrará entre 10 y 15 litros por planta. Si fuera necesario por falta de lluvias, habría que regar cada tres semanas hasta finales de julio. Después, lo recomendable es someter al hongo a un estrés hídrico procurando no regar hasta que lleguen las primeras lluvias otoñales en septiembre, salvo que hubiera una sequía acuciante.

A partir del tercer año, lo realizaremos con microaspersores situados cerca de la base de cada árbol. Debemos tener en cuenta que, si el árbol tiene siempre agua a su disposición, va a dejar de buscar la simbiosis con el hongo porque no lo necesitará para cubrir sus deficiencias hídricas. Por ello solo regaremos luego de 15 días sin lluvia entre los meses de junio y septiembre.

Tanto la instalación del sistema de riego como su funcionamiento están detallados en el anejo VII Sistema de riego.

2.5. Escardas

Esta tarea consistirá en la eliminación de la vegetación herbácea que ha surgido alrededor del árbol trufero como consecuencia de las lluvias primaverales. Las escardas sirven para eliminar las plantas competidoras y así como para estimular el desarrollo del micelio de la trufa negra.

Los primeros 2 años bastará con retirar la vegetación presente no más allá de 50- 80 cm desde el tronco de la planta trufera. Suele hacerse con una azada y un rastrillo con precaución de no profundizar más allá de 10 cm.

Se recomienda aprovechar la primera escarda para generar un pequeño alcorque alrededor de la planta que permita a los riegos manuales ser más efectivos.

3. Sustitución de plantas

Hay muchos factores que afectan al desarrollo de los árboles en una plantación trufera, sobre todo en el primer año. Entre un 2 y un 3% suelen tener un crecimiento por debajo de lo requerido. Estas plantas no van a tener un buen rendimiento, por lo que tendremos que sustituirlas. Pasado medio año haremos la primera sustitución, así conseguiremos que no tengan demasiado retraso respecto al resto.

Hay algunas plantas que comienzan su crecimiento con algo de retraso. Por eso, cuando nos dispongamos a retirar los protectores de las plantas deberemos evaluar si es conveniente dejárselo a aquellas plantas con un crecimiento ligeramente inferior. Si aun así no se desarrollan convenientemente, acabaremos sustituyéndolas por otras nuevas.

4. Poda

4.1. Introducción

A medida que la plantación pase por sus distintas fases se realizarán diferentes tipos de poda. Los objetivos principales de nuestra poda serán conseguir un equilibrio entre la parte aérea y la parte radicular, un buen aireado de las copas, una buena insolación del suelo y la facilitación de las labores. Esto va a permitir que las zonas de quemados reciban buena radiación solar y aireación.

Una mala poda puede ser motivo de una gran pérdida económica. Por eso es importante ir adaptando la poda a la evolución de la plantación. No dejaremos que las encinas crezcan de forma excesiva ni en altura ni en anchura. Tampoco deberemos cortar ramas demasiado gruesas ni hacer un desmoche, ya que esto puede afectar al desarrollo de las micorrizas. En los cortes se aplicará una pintura anti-fúngica para evitar que los patógenos infecten los árboles en las zonas de corte.

En la poda se emplearán dos juegos de herramientas. De esta forma, mientras uno esté en uso el otro estará desinfectándose. Para desinfectarlo utilizaremos lejía diluida.

4.2. Poda de formación

Comenzaremos a aplicar la poda en nuestra plantación a partir del segundo año. Lo haremos con una frecuencia anual hasta que los arboles cumplan 10 años, con el objetivo de conseguir un tronco fuerte y unas ramas estructurales suficientemente robustas. Esto hará que el árbol sea más resistente. Si realizamos bien este tipo de poda se reducirán mucho las podas correctoras.

No aplicaremos podas demasiado intensas, ya que estas afectan las micorrizas. Como máximo podaremos entre un 15 y un 20%. Si fuera necesario, podemos dividir la poda en tandas para minimizar su impacto.

Como observamos en la Figura 1, su forma de la poda será de cono invertido, que favorece la insolación de la base de los árboles, la aireación y la acumulación de humedad. Hay que quitar todos los rebrotes de cepa, evitando desmoches y la poda de ramas gruesas.

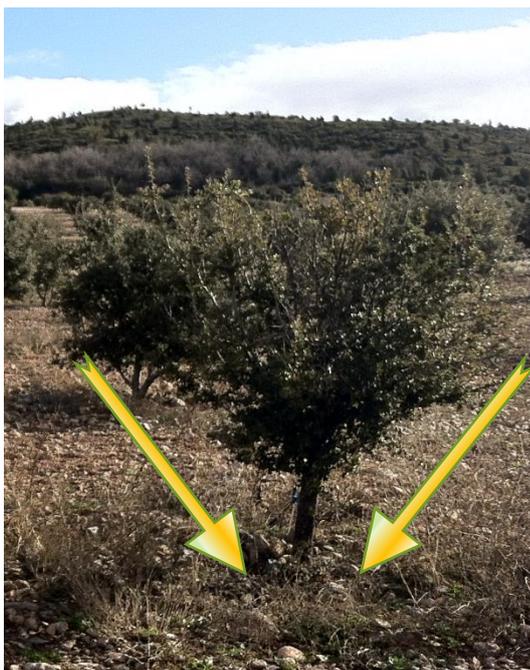


Figura 1. Poda en forma de cono invertido

En la Figura 2 podemos ver la diferencia entre los árboles antes y después de la poda de formación. El suelo al pie del árbol queda completamente despejado para que la luz pueda llegar a él de forma directa.



Figura 2. A la izquierda árboles antes de una poda de formación, a la derecha árboles después de la poda

4.3. Poda de mantenimiento

Con la poda de mantenimiento eliminaremos los brotes demasiado vigorosos, que dan demasiada frondosidad y con ello un desequilibrio entre la parte aérea y la radicular. El objetivo de nuestra plantación no es el fruto de los árboles, por este motivo aplicaremos una poda de mantenimiento cada 2 años hasta los 25 años y a partir de ese momento cada 4 años.

En esta poda deberemos eliminar ramas muertas, rebrotes en la base del árbol, chupones (ramas que nacen con mucha fuerza verticalmente), ramas que se entrecruzan y se rozan y ramas con riesgo de rotura.

Hacer un aclareo como se muestra en la figura 3 permite que las copas de los árboles estén mucho más aireadas, permitiéndoles gozar de mejor salud.



Figura 3. A la izquierda antes de la poda de mantenimiento, a la derecha después de la poda.

4.4. Poda de rejuvenecimiento

Aplicaremos la poda de rejuvenecimiento a los árboles adultos que estén menos trabajados. Esto permitirá eliminar ramas viejas y desenmarañar el árbol. El objetivo es sustituir estas ramas viejas por nuevas para darle un crecimiento más fuerte y vigoroso al árbol. Cuando las podas anteriores se han realizado correctamente, esta no será necesaria o se retrasará mucho.

5. Seguimiento del árbol y de la micorriza

Puesto que la parcela tenía un cultivo de cereal, la competencia que se espera entre micorrizas es muy baja. Por otro lado el vivero nos proporciona plantas micorrizadas certificadas de gran calidad, con las máximas garantías para la truficultura. Así nos aseguramos de que la micorriza dominante en nuestra plantación sea la de *Tuber melanosporum*.

En una plantación trufera no todas las plantas tienen el mismo comportamiento en cuanto a aspecto, desarrollo y producción de trufa. Así, es frecuente encontrarse con árboles micorrizados que no han desarrollado el quemado, en los que se recolecta trufa o que producen otras especies de hongos contaminantes. Cuando esto pasa es importante saber qué ocurre debajo del suelo haciendo análisis cuantitativos y genéticos mediante muestras del suelo en la plantación apoyado de laboratorios especializados que nos den un diagnóstico real del estado de la plantación.

Aun así vamos a realizar un control periódico para verificar que las micorrizas se desarrollen con total normalidad. Para ello elegiremos ciertos árboles de forma aleatoria y con una buena representación de las diferentes partes de la parcela. Para llevar a cabo la recogida, cavaremos delicadamente con una azada en el entorno del árbol hasta encontrar las raíces y tomaremos una muestra de estas. La lavaremos y la meteremos

en frascos bien etiquetados. Una vez realizado el proceso de recogida enviaremos las muestras a un laboratorio que verifique el estado de las micorrizas a través de la técnica de Real Time PCR con el fin de determinar la concentración de micelio de *Tuber melanosporum*. Si tiene un buen número de micorrizas y estas son en su mayoría de *Tuber melanosporum*, podremos concluir que la plantación se está desarrollando de acuerdo a lo esperado. En caso contrario deberemos analizar las causas para poder plantear una solución.

7. Recolección

7.1. Introducción

La recolección de la trufa puede realizarse de varias maneras. El *Tuber melanosporum* se encuentra alrededor de unos 15 centímetros bajo tierra, y a medida que la campaña avanza la trufa va saliendo más profunda. Desprende un fuerte olor cuando está madura y eso es lo que posibilita su recogida. Para el ser humano no es detectable y por esta razón se hace uso de animales con un gran olfato.

Mientras que tradicionalmente se ha utilizado el cerdo, en la actualidad es más común el uso de perros. El cerdo no necesita adiestramiento porque busca las trufas para comérselas. El perro es más móvil y delicado en sus movimientos. También puede usarse el jabalí, pero presenta aún más acentuados los problemas del cerdo.

Otra forma de recoger trufas es gracias a la mosca *Helomyza tuberivora*. Esta técnica requiere tener mucha experiencia. La recogida consiste en esperar cerca de donde creemos que puede haber una trufa sin proyectar la sombra, ya que esta mosca es muy fotosensible. Esta mosca se ve muy atraída por el olor de la trufa, así que deberemos observar dónde se posa, y luego buscar la trufa con una pala.

Como vimos en el Anejo IV Estudio de las alternativas, nos hemos decidido por adiestrar dos perros para la recogida de la trufa.

7.2. Aspectos previos a la recolección

7.2.1. Introducción

Durante la recolección de la trufa deberemos tener en cuenta varios aspectos para no producir ningún daño que pueda afectar la producción de los años siguientes. Esta tarea debe realizarse con suma delicada.

Utilizamos un puñal triangular como el que aparece en la Figura 4. Cuando cavemos con él lo haremos con delicadeza para no dañar ni el árbol ni el hongo en la medida de lo posible.

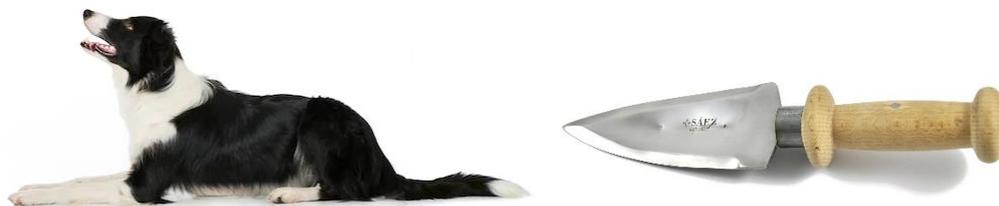


Figura 4. A la izquierda un perro de la raza Border Collie y a la derecha un puñal triangular

7.2.2. Adiestramiento de los perros

A petición del promotor, adquiriremos dos perros de la raza Border Collie como el que aparece en la Figura 4. Este tipo de perros tienen las condiciones necesarias para desempeñar la tarea: son incansables, tienen una buena condición física y una buena adaptación para trabajar bajo todo tipo de condiciones climatológicas. Además tienen gran olfato y una gran facilidad de adiestramiento. Al no ser una especie cazadora, tienden a entretenerse menos ante la presencia de animales o de sus rastros que puedan aparecer en la plantación. El promotor tiene grandes conocimientos sobre perros y va a ser él quien los adiestre y los cuide en su domicilio.

Para el adiestramiento hay que seguir varios pasos. El primero de ellos consiste en una educación básica: debemos controlar al perro en todo momento y lograr que sea fiel tanto al amo como a otras personas. La educación propia para la búsqueda de trufas se realizará en el hogar del perro. Para ellos se le esconderán varios trozos de trufa, que estarán enterrados. Después se le dará a oler una y se le ordenará que busque. Cuando encuentre una deberá rascar un par de veces el suelo y parar, en este momento se le premiará y se le ordenará que busque de nuevo hasta encontrar todas.

Hay que tener mucha paciencia, repitiendo este entrenamiento de 3 a 4 veces por semana. Una vez en el campo, la técnica será la misma, y se le recompensará cada vez que encuentre una trufa, bien con una caricia o con una palabra de aprobación.

7.3. Modo de recolección

La recolección se efectuará de diciembre a principios de marzo. El modo de recolección es una cuestión muy ligada a la relación dueño-perro. En este caso será el propio promotor quien adiestre y recolecte, con ayuda de un peón. Lo más común es que el perro vaya oliendo el suelo, y cuando identifique la presencia de la trufa escarbe un poco señalando al dueño la presencia de la trufa. Entonces, el dueño con el cuchillo trufero irá retirando la tierra hasta desenterrarla. En ese momento, se suele recompensar al perro y se tapa el agujero, añadiendo incluso añadir sustrato para truficultura, de ser posible. Cuando la plantación es grande, lo frecuente es que el perro la registre por zonas. De esta manera, se evita que ciertas trufas maduras en un

momento determinado de la campaña se dejen de recolectar por las querencias del perro hacia determinados rincones de la parcela. Las trufas no siempre se encuentran cerca de la superficie, por lo cual alguna vez habrá que escarbar hasta llegar a ella. Será imprescindible siempre tapar el hoyo que se ha hecho, con el fin de conservar las condiciones del suelo.

Bibliografía

Reyna, S., y Colinas, C. (2007). *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Índice de figuras

Figura 1. Poda en forma de cono invertido.....	6
Figura 2. A la izquierda árboles antes de una poda de formación, a la derecha árboles después de la poda.....	7
Figura 3. A la izquierda antes de la poda de mantenimiento, a la derecha después de la poda.....	8
Figura 4. A la izquierda un perro de la raza Border Collie y a la derecha un puñal triangular.....	10

**ANEJO VIII:
SISTEMA DE RIEGO**

ÍNDICE

1.	<i>Introducción</i>	2
2.	<i>Diseño agronómico</i>	2
	2.1. Necesidades hídricas	2
	2.2. Cálculo de dosis en la época más crítica	3
	2.2.1. Coeficiente de uniformidad (CU)	3
	2.2.2. Factor de lavado (FL)	3
	2.2.3. Relación de percolación (Rp).....	4
	2.2.4. Aplicación de coeficientes.....	4
	2.3. Sistema de riego seleccionado	4
	2.3.1. Ventajas e inconvenientes	4
	2.3.2. Microaspersor a instalar	5
	2.4. Marco del riego	6
	2.5. Capacidad de absorción del suelo	6
	2.6. Turnos de riego	7
3.	<i>Diseño hidráulico</i>	7
	3.1. Introducción	7
	3.2. Microaspersores	7
	3.2.1. Descripción del caso más exigente	8
	3.2.2. Tolerancia de caudales.....	8
	3.3. Tuberías	9
	3.3.1. Diseño de los laterales	9
	3.3.2. Diseño de tuberías secundarias	12
	3.3.3. Diseño de la tubería principal	14
	3.4. Cabezal de riego	16
	3.5. Bomba de riego	17
	3.6. Arqueta de riego	19
	3.7. Motor	20
	3.8. Grupo electrógeno	20
4.	<i>Caseta de riego</i>	20
	<i>Bibliografía</i>	22
	<i>Índice de figuras</i>	23
	<i>Índice de tablas</i>	23

1. Introducción

Según los estudios previos sobre plantaciones truferas y teniendo en cuenta la cantidad y distribución de la precipitación de la localidad de Zazuar, consideramos conveniente la instalación de un sistema de riego. Esto aumentará el rendimiento económico y disminuirá el riesgo de sufrir altibajos en la producción anual.

El riego se aplicará en verano cuando la plantación no haya recibido lluvias por 15 días. De esta forma se generará un pequeño déficit hídrico al árbol para evitar que deje de depender del hongo. Es importante que el déficit hídrico no se prolongue demasiado, de lo contrario producirá una drástica caída en la producción, ya que es en verano cuando se desarrolla la trufa.

En el Anejo VI hemos explicado que durante los dos primeros años el riego se realizará con una manguera unida a una cisterna de 5000 litros. Aplicaremos entre 10 y 15 litros por planta de manera localizada para evitar que crezcan malas hierbas que compitan con nuestras encinas micorrizadas por el agua y los nutrientes.

2. Diseño agronómico

El diseño agronómico consiste en calcular las necesidades hídricas y definir el tiempo de riego, los días de riego, el número de emisores y el caudal por emisor.

2.1. Necesidades hídricas

En la mayor parte de los cultivos la aportación de agua tiene como fin cubrir las necesidades del cultivo, pero en el caso de la explotación trufera también tiene como fin mantener húmedos los primeros 40 cm del suelo, que es donde se desarrolla la trufa.

Un problema a la hora de calcular las necesidades hídricas de estos cultivos es que no existe un coeficiente de cultivo (K_c) específico para los árboles micorrizados con trufa, por lo que las necesidades netas para la plantación tienen que ser estimadas a partir de estudios de diferentes autores. Aunque hay mucha discrepancia en las cantidades y la forma de cubrir estas necesidades, todos coinciden que el exceso de agua inhibe la producción de trufa.

Los estudios en los que nos basaremos estiman que las necesidades hídricas para una plantación trufera de mayo a septiembre son de 340 mm/m^2 y de al menos 150 mm/m^2 entre los meses de junio y agosto. El desarrollo se ve favorecido con periodos de sequías de entre 10 y 20 días. En la Tabla 1 observamos las precipitaciones de la zona y las necesidades y el déficit hídricos de nuestra plantación en los meses críticos.

Solo utilizaremos el riego entre abril y mayo cuando el invierno y la primavera hayan sido muy secos y las reservas de agua del suelo estén muy bajas, ya que un exceso de lluvia en esta época es desfavorable para los primordios. Cuando el verano es seco y no llueve entre agosto y mediados de septiembre, el riego se hace imprescindible para poder obtener una producción. No se obtienen buenas producciones con un otoño seco o con excesiva agua.

Tabla 1. Necesidades hídricas de la plantacion trufera en los meses críticos.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Media de precipitaciones	53	42	20	18	35	168
Necesidades	60	80	50	80	70	340
Déficit	13	38	30	62	35	172

El cálculo para el equipo de riego lo haremos para años de sequía severa en los meses con mayor necesidad, junio o agosto, en que requiere 80mm/m². Realizaremos de dos a tres riegos por mes, por lo que deberemos tener la capacidad de aportar 25 mm/m² por riego.

2.2. Cálculo de dosis en la época más crítica

El agua que administramos a un cultivo sufre una serie de pérdidas por perforación profunda, salinidad y uniformidad. Por eso, a las necesidades netas calculadas en el apartado anterior debemos sumarle estas pérdidas. Al resultado lo llamaremos necesidades totales.

2.2.1. Coeficiente de uniformidad (CU)

Una de las razones por las que los microaspersores se utilizan en explotaciones truferas es que tienen un alto coeficiente de uniformidad. Este alcanza valores de entre 0,85 y 0,95 dependiendo de la topografía de la plantación. En nuestro caso, puesto que la topografía es plana, estimamos un valor de 0,95.

2.2.2. Factor de lavado (FL)

Este factor se refiere a la cantidad de agua que hay que aplicar a mayores de las necesidades de la planta para evitar problemas de salinidad, causados por el agua de riego, si es muy salina, o por la redistribución de las sales del suelo.

CEa la conductividad del agua de riego 0.615 dS/cm ce agua

CEe la conductividad del suelo 0,10 dS/m del suelo

$$FI = 1 - (CEa / 5 \times CEe - CEa) = 1 - (0,10 / 5 \times 0.615 - 0,10) = 0,70$$

Obtenemos un factor de lavado de 0,70

$$FI = 1 - RI$$

2.2.3. Relación de percolación (Rp)

A la hora de realizar el riego, hay que tener en cuenta que siempre hay una cantidad de agua que se pierde por percolación profunda. Esta cantidad de agua depende principalmente de la textura del suelo y de la profundidad que pueden llegar a explorar las raíces. En este caso se tendrá en cuenta la zona de fructificación de la trufa (30-40 cm), ya que a partir de ahí ya se considera pérdida para el objeto de producción.

Tabla 2. Coeficiente de percolación en función de la textura del suelo.

	Textura			
	Muy arenosa	Arenosa	Media	Fina
< 0.75	0,90	0,90	0,95	1
0.75 – 1.50	0,90	0,90	1	1
>1.50	0,95	1	1	1

Observando la Tabla 2 vemos que nuestro coeficiente de relación de percolación es de 0,95, ya que nuestra textura es media.

2.2.4. Aplicación de coeficientes

Por lo tanto, como $R_p > FL$, se tomará la segunda fórmula:

$$N_t = \frac{N_n}{(1 - R_l) \times C_U \times F_r}$$

$$N_t = \frac{25}{(1 - 0.30) \times 0.95 \times 1} = 37,59 \text{ mm/m}^2$$

Las necesidades totales son 37,59 litros/planta

2.3. Sistema de riego seleccionado

2.3.1. Ventajas e inconvenientes

El riego por microaspersión es el sistema que mejor se adapta a las necesidades de una plantación trufera. La posibilidad de automatizarlo y de aumentar la humedad ambiental de ciertas zonas, creando microclimas, es muy benéfica para el desarrollo de las trufas.

Sus ventajas son las siguientes:

- Ahorro de agua.
- Es muy uniforme.
- Produce menor lavado del suelo.

- Se puede automatizar.
- Es útil en cultivos que requieren condiciones específicas: aumenta la humedad ambiental y ayuda a bajar la temperatura.

Sus inconvenientes son los siguientes:

- Alta inversión inicial.
- Puede interferir en labores de cultivo o de acondicionamiento del terreno.
- Es un sistema fijo y con muchos elementos expuestos, por lo que puede averiarse o romperse.
- Las boquillas y los reguladores de presión se pueden taponar.
- Es necesario estudiar y planificar previamente dónde se colocarán los aspersores y la distancia entre ellos según las plantas del huerto.
- Los fuertes vientos pueden afectar la uniformidad.

2.3.2. Microaspersor a instalar

Instalaremos microaspersores modulares de la marca NaanDanJain porque sus bajos coeficientes de variación que permiten conseguir una gran uniformidad de riego. Hemos decidido que el aspersor tenga un caudal nominal de 120 l/h y no menor para evitar riegos prolongados y que los riegos sean más efectivos. Con un caudal nominal superior requeriríamos mayores diámetros en las tuberías y una bomba de agua mayor, incrementando el coste de la instalación de riego considerablemente. En la Tabla 2 podemos observar todas las características de los microaspersores seleccionados.

Tabla 3. Características del microaspersor seleccionado

<i>Marca</i>	<i>NaanDanJain</i>
<i>Modelo</i>	2005 AquaMaster
<i>Conexión</i>	Soporte para roscar en tubería
<i>Diámetro de alcance</i>	10 metros
<i>Caudal nominal</i>	120 l/h
<i>Presión máxima y mínima</i>	2 atm
<i>Diámetros de humectación</i>	9,5 metros
<i>Sujeción</i>	Varilla de elevación de gran estabilidad
<i>Características</i>	Durabilidad optimizada al desgaste mecánico, a la radiación solar y a los productos químicos. Diseño a prueba de insectos
<i>Material de la boquilla</i>	Polibutilano
<i>Color</i>	Verde
<i>Color de la bailarina</i>	Naranja

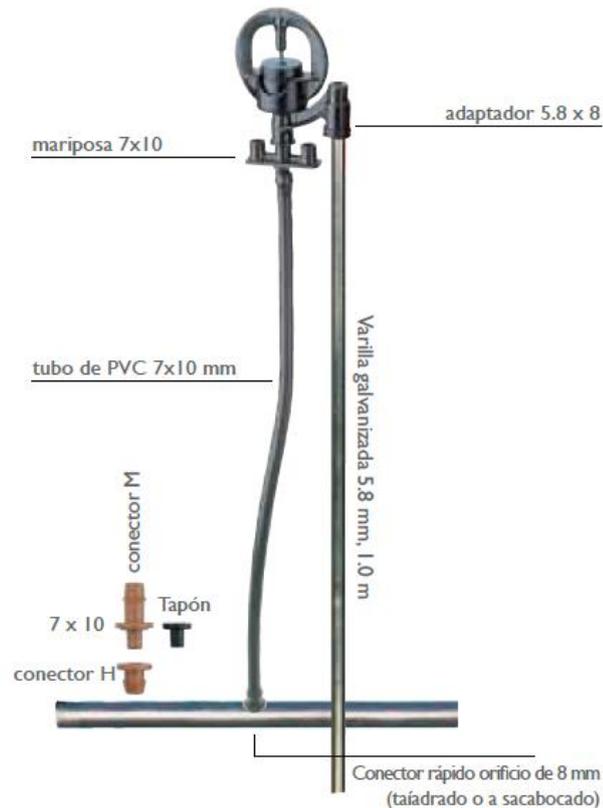


Figura 1. Microaspersor 2005 AquaMaster.

2.4. Marco del riego

El marco del sistema de riego coincidirá con el marco de la plantación. Instalaremos un aspersor en cada espacio entre dos plantas, equidistante de cada una. Cada microaspersor tendrá una varilla de elevación. Regaremos por la noche, cuando los vientos son casi inapreciables y las temperaturas más bajas, lo que permite perder menos agua por evaporación.

Cada aspersor tendrá un diámetro de acción de 4,75 metros y estará situado a 3 metros del pie de cada árbol, como puede verse en el Plano 4 Distribución del sistema de riego. La superficie mojada se situará en torno al 75% de solapamiento, lo que nos garantiza la homogeneidad.

2.5. Capacidad de absorción del suelo

Ya hemos visto en el Anejo 2 Estudio edafológico que la parcela tiene una textura franca. Para esta textura, la absorción del terreno es de entre 15 y 25 mm/h y tomaremos un valor medio de 20 mm/h. Analizaremos la cantidad de agua que aporta nuestro aspersor por hora para comprobar que no sea superior a la capacidad de absorción lo que supone 12mm/h, ya que de lo contrario perderemos agua por escorrentía.

El fabricante asegura un volumen de riego con el aspersor seleccionado de 3,33 mm/h. De todos modos haremos un simple cálculo para confirmarlo:

$$I = 120\text{mm/h} / 36\text{m}^2 = 3,33 \text{ mm/m}^2/\text{h}.$$

El volumen de agua de nuestros microaspersores es muy inferior a la capacidad de absorción del suelo, por lo que es aceptable.

2.6. Turnos de riego

Hemos estimado que la dosis máxima que vamos a aplicar es de 37,59 mm/m² por microaspersor, con un espaciamiento mínimo de 10 días de diferencia entre dosis.

$$37,59 \text{ mm/m}^2/\text{h} / 3,33 \text{ mm/h} = 11,28 \text{ horas de riego para aplicar la dosis máxima.}$$

Dependiendo de las precipitaciones y con ayuda del monitoreo de la humedad, ajustaremos el espaciamiento y la dosis. Para minimizar los gastos del sistema de riego hemos dividido la finca en 4 sectores, reduciendo así la potencia necesaria de la bomba y el diámetro de las tuberías. Por este motivo regaremos la parcela durante 4 noches, a noche por sector.

3. Diseño hidráulico

3.1. Introducción

Con el diseño hidráulico se determinan los componentes, las dimensiones de la red y el funcionamiento de la instalación de riego, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo que se haya establecido, teniendo en cuenta el diseño agronómico previamente realizado.

El dimensionamiento se realizará desde la parte más extrema de los laterales, retrocediendo hacia la tubería principal, calculando las características que debe tener cada elemento para que funcione perfectamente con el mínimo coste de instalación.

3.2. Microaspersores

Los microaspersores son dispositivos que permiten suministrar el riego mediante gotas muy finas. Poseen un deflector giratorio, denominado rotor o bailarina, que ayuda a ofrecer un mayor diámetro de cobertura, una menor tasa de precipitación que los difusores, un mayor tamaño de gota y una mejor distribución del agua, dando una gran uniformidad de riego.

El modelo que utilizaremos es el 2005 AquaMaster de la marca NaanDanJain, descrito en el apartado 2.3 Sistema de riego seleccionado. Sus características principales son estas:

- Presión: 2 bar = 20 mca.
- Caudal: Normales: 120 l/h.
- Diámetro de humedecimiento: Normales: 9.5 m.

3.2.1. Descripción del caso más exigente

Relación caudal presión, donde k y x son únicas de cada emisor, siendo x = 0,7 (información del fabricante) para calcularla usaremos la siguiente fórmula:

$$q = K \times h^x$$

- q corresponde al caudal del emisor en L/h;
- K es el coeficiente de descarga del emisor
- h es la presión de entrada al emisor en mca
- x es el exponente de descarga del emisor, que es 0,7

$$q = K \times h^x = 120 \times 20^{0,7} = 14,73$$

3.2.2. Tolerancia de caudales

En este apartado calcularemos el caudal mínimo que tendremos que aportar a los emisores para su buen funcionamiento.

- CU: Coeficiente de uniformidad = 0,9
- CV: Coeficiente de variación de fabricación = 0,04
- e: número de emisores por planta = 1
- qns = caudal del emisor sometido a menor presión.
- qa = caudal medio de todos los emisores = 120 l/h

$$qns = (0,9 \times 120) / [1 - (1,27 \times 0,04 / \sqrt{1})] = 113,78 \text{ l/h}$$

Tolerancia de presión

También es imprescindible conocer el rango de presiones en el cual deberá funcionar la instalación. Para ello se sigue el siguiente procedimiento:

$$q = K \times h^x \rightarrow q = 14,73 \times h^{0,7}$$

- qa: caudal medio
- qns: caudal mínimo
- ha: presión media
- hns: presión mínima

Presión media:

$$ha = (qa / 14,73)^{1/0,7} \rightarrow ha = (120 / 14,73)^{1/0,7} = 20,02 \text{ mca}$$

Presión mínima:

$$h_a = (113,78 / 14,73)^{1/0,7} \rightarrow h_a = (113,78 / 14,73)^{1/0,7} = 18,55 \text{ mca}$$

La diferencia de presión en el conjunto de la subunidad (ΔH) es proporcional a ($h_a - h_s$).

Se calcula mediante la expresión:

$$\Delta H = (h_a - h_s) \cdot M$$

En esta expresión M es un factor que depende de las características topográficas del terreno y del número de diámetros que se usen en una misma tubería, ya sea terciaria o lateral. Sus valores oscilan entre 2 y 4.5.

$$\Delta H = 2.5 \times (20,02 - 18,55) \rightarrow \Delta H = 3,675 \text{ mca}$$

Calculada esta variación, se debe repartir entre los laterales y la terciaria. En los casos de terrenos horizontales y de pequeña pendiente, como es el caso de nuestro proyecto, se suelen repartir según la siguiente expresión:

$$\Delta H_s = \Delta H_l = \Delta H / 2$$

$$\Delta H_s = 3,675 / 2 = 1,84 \text{ mca}$$

3.3. Tuberías

3.3.1. Diseño de los laterales

Los laterales son las tuberías que distribuyen el agua a las plantas por medio de los emisores acoplados a ellas. No irán enterradas.

Para asegurar que todos los microaspersores cumplen las condiciones establecidas, se realizan los cálculos para el lateral más desfavorable de cada sector, que corresponderá al más alejado del punto de descarga y de mayor longitud. El lateral más limitante se encuentra en el sector 4, que reúne las siguientes características:

- L (longitud): 90 m
- N (número de microaspersores): 15
- Q (caudal necesario en el lateral): (17 emisores \times 120 L/h = 1800 L/h)
- S (separación entre emisores): 6 m
- P (presión de trabajo): 20 mca

Para la determinación del diámetro de la conducción, conociendo el caudal que debe circular por ella y que la velocidad de circulación recomendada para estas conducciones es de 1 m/s, se determina:

$$Q = S \times v \rightarrow S = \frac{Q}{v}$$

$$S = \frac{1,80 \frac{m^3}{h} \times \frac{1h}{3600s}}{1 \frac{m}{s}} = 5,66 \times 10^{-4} m^2$$

$$5,66 \times 10^{-4} m^2 \times \frac{1000000 mm^2}{1m^2} = 500 mm^2$$

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} = 500 mm^2$$

$$D = 26,23 \text{ mm}$$

Hay que seleccionar una tubería con el menor diámetro posible que sea mayor de 26,23 mm. La tubería que se ajusta a estas necesidades es la de polietileno de baja densidad con diámetro interior de 28 mm y diámetro exterior de 32 mm.

Tubería PEBD 4 atm $\phi_e/\phi_i = 32/28$ mm.

A continuación comprobaremos que este diámetro de la tubería cumple con las condiciones para las que va a trabajar.

$$Re = 352,64 \times \frac{q}{D}$$

donde Q es el caudal (L/h) y D el diámetro interno de la tubería (mm).

$$Re = 352,64 \times \frac{1800}{28} = 22669,71$$

Por lo tanto tenemos un régimen turbulento liso, ya que está comprendido entre 4.000 y 100.000. Una vez obtenido el régimen hidráulico, se procede a calcular la pérdida de carga unitaria, según la fórmula de Blasius, debido al régimen hidráulico obtenido:

$$j = 0,473 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \rightarrow j = 0,473 \times \frac{1800^{1,75}}{28^{4,75}} = 0,031 mca/m$$

Las múltiples conexiones a lo largo del lateral ocasionan una pérdida de carga que depende de las características de la conexión y del diámetro del lateral. Para su cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$J' = j \times \left[\frac{S_e + f_e}{S_e} \right]$$

Se: separación entre emisores (m).

Fe: Longitud ficticia de la conexión (m).

Para el cálculo de este factor, se utiliza la fórmula de Montalvo para una conexión estándar:

$$J' = 0,031 \times \left[\frac{6 + 0,037}{6} \right] = 0,031 mca/m$$

Por lo tanto, ahora se puede proceder a calcular la pérdida de carga total en el lateral. Para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$hf = j' \times F \times L$$

donde:

- L: longitud del lateral (m).
- F: coeficiente de Christiansen, en función del número de emisores y el factor β , que estará determinado por el tipo de material. Se tomará una $\beta=1,75$ y, como el lateral cuenta con 15 emisores, se obtiene un valor de 0,395 (ver Tabla 4).
- J': Pérdidas de carga unitarias (m/m).

$$hf = 0,031 \times 0,395 \times 93 = 1,14 mca$$

$$hf = 1,14 mca < \Delta Hs = 1,84 mca$$

Puesto que la pendiente de la parcela es mínima a lo largo de toda la superficie, a efectos de cálculo se la tomará como nula. Para el cálculo se utilizarán entonces las ecuaciones que se muestran a continuación, donde:

- hm : presión inicial
- hu : presión final
- hn : presión mínima
- ha : presión media
- hf : pérdida de carga

$$hm = ha + 0,733 \times hf = 20 + 0,733 \times 1,14 = 23,64 mca$$

Velocidad: para este tipo de conducciones se recomienda una velocidad próxima a 1 m/s. En nuestro caso se obtiene un resultado de 0,81 m/s, que está próximo a esa velocidad recomendada.

$$V = 0,354 \times \frac{Q}{D^2} = V = 0,354 \times \frac{1800}{28^2} = 0,81$$

Por último, se comprueba la conducción para la condición impuesta al inicio

$$hn = hm - hf = 23,64 mca - 1,14 = 22,5 mca$$

Resumiendo:

$$ha = 20,00 mca$$

$$hm = 23,64 mca$$

$$hm - hn = 23,64 - 22,5 = 1,14 mca$$

$$h_m - h_n < \Delta H$$

$$1,14 < 1,84$$

$$h_n = 22,5 \text{ mca} > 18,55 \text{ mca (presión mínima del aspersor)}$$

Comprobamos que la Tubería PEBD 32 x 4 atm de 28 mm de interior es adecuada para las tuberías laterales.

3.3.2. Diseño de tuberías secundarias

Las tuberías secundarias son aquellas que salen de la principal para derivar en las laterales. Irán enterradas para evitar problemas con las labores. Estas tuberías tienen la función de comunicar la tubería principal de suministro con los laterales. Nos pondremos en el caso más exigente.

La longitud es de 174, con 30 laterales y el espacio entre laterales de 6 metros. Consideramos $H_a = h_m$ y calculamos H_m y H_n a partir de H_a teniendo en cuenta que la tubería secundaria ha de alimentar 353 microaspersores. Por lo tanto, el caudal que debe circular por la misma será:

- Caudal = 353 emisores x 120 l/h*emisor = 42.360 l/h.
- Resumen:
- $H_m - H_n < \Delta H_t$
- Datos:
- $L = 174 \text{ m}$
- Espacio entre laterales: $S_o = 6 \text{ m}$
- Número de laterales = 30

En primer lugar, se determina el diámetro aproximado que debe tener la conducción. Para ello, se estima que la velocidad óptima en estas conducciones oscila entre 1 y 1,5 m/s, y conociendo el caudal se obtiene:

$$Q = S \times v \rightarrow S = \frac{Q}{v}$$

$$S = \frac{42,36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}}{1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 7,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$7,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \times \frac{1000000 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2} = 7844,44 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} = 117.666,67 \text{ mm}^2$$

$$D = 93,93 \text{ mm}$$

Hay que seleccionar una tubería con el menor diámetro posible que sea mayor a 93,93 mm. Obtenemos la **Tubería PVC 6 atmósferas $\phi_e/\phi_i = 110/103,6$ mm.**

Calculamos el tipo de régimen para saber qué fórmula emplear:

- Datos: $q = 42\,360$ l/h.
- $D = 103,6$ mm

$$Re = 352,64 \times \frac{42360 \text{ l/h}}{103,6 \text{ mm}} = 144187,55$$

Dado que el resultado está comprendido entre 100.000 y 1.000.000, tenemos un régimen turbulento rugoso. Utilizaremos la fórmula de Veronese-Dateia.

$$j = 0,355 \times \frac{Q^{1,80}}{D^{4,80}} \rightarrow j = 0,355 \times \frac{42360^{1,80}}{103,6^{4,80}} = 0,016 \text{ mca/m}$$

$$J' = 0,016 \times \left[\frac{6 + 0,037}{6} \right] = 0,016 \text{ mca/m}$$

Ahora calcularemos:

- Hm: presión al inicio del lateral
- Hu: presión final
- Hn: presión mínima
- Ha: presión media
- Hf: pérdida de carga

Presión media (ha):

$$hm \text{ de la lateral} = ha = 23,64 \text{ mca}$$

Cálculo de la pérdida de carga (hf):

$$hf = 0,016 \times 0,374 \times 174 = 1,04 \text{ m}$$

Cálculo de la presión en el inicio (hm):

$$hm = ha + 0,733 \times hf = 23,64 + 0,733 \times 1,04 = 24,40 \text{ mca}$$

Cálculo de la presión final (hn):

$$hn = 24,40 - 1,04 = 23,36 \text{ mca}$$

Comprobamos que la tubería es aceptable.

$$24,40 \text{ mca} - 23,36 \text{ mca} = 1,04 < 1,84 \text{ mca}$$

Cálculo de la velocidad, se recomienda que esté entre 1 y 1,5:

$$V = 0,354 \times \frac{Q}{D^2} = V = 0,354 \times \frac{42260}{103,6^2} = 1,39m/s$$

Resumiendo:

- Ha = 23,64 mca
- Hf = 1,04 mca
- Hm = 20,76 mca
- Hn = 19,72 mca
- V = 1,39 m/s

3.3.3. Diseño de la tubería principal

La tubería principal será de PVC e irá enterrada, recorriendo la parcela desde la parte norte hasta la parte sur, como ya se ha explicado. El cálculo de esta tubería es muy similar a los anteriores, tomaremos el mayor caudal inicial de las tuberías secundarias. Analizaremos el sector 1 porque, si bien el resto de sectores tiene una distancia mayor, el número de aspersores desciende considerablemente.

La longitud es de 560 m. Consideramos Ha = hm y calculamos Hm y Hn a partir de Ha teniendo en cuenta que la tubería secundaria ha de alimentar 294 microaspersores. Por lo tanto el caudal que debe circular por la misma será:

- Caudal = 294 emisores x 120 l/h*emisor = 35.280 l/h.
- Resumen:
- Hm – Hn < ΔHt
- Datos:
- L = 560m
- Numero de secundaria: 1

Por la distancia y el caudal, corresponde una tubería **PVC 6 atmósferas φe/φi = 140/137,2 mm.**

Calculamos el tipo de régimen para saber qué fórmula emplear:

- Datos: q = 47.160 l/h.
- D = 117 m

$$Re = 352,64 \times \frac{35280l/h}{137mm} = 103008$$

Dado que el resultado está comprendido entre 100.000 y 1.000.000, tenemos un régimen turbulento rugoso, así que utilizaremos la fórmula de Veronese-Dateia.

$$j = 0,355 \times \frac{Q^{1,80}}{D^{4,80}} \rightarrow j = 0,355 \times \frac{35.280^{1,80}}{137^{4,80}} = 0,003mca/m$$

$$J' = 0,003 \times \left[\frac{560 + 0,037}{80} \right] = 0,003 mca/m$$

Ahora calcularemos:

- Hm: presión al inicio del lateral
- Hu: presión final
- Hn: presión mínima
- Ha: presión media
- Hf: pérdida de carga

Presión media (ha):

$$hm \text{ de la secundaria} = ha = Hm = 23,74 mca$$

Cálculo de la pérdida de carga (hf): sumamos un 15% por resistencia de los elementos.

$$hf = 0,003 \times 1 \times 560 \times 1,15 = 1,93$$

Cálculo de la presión en el inicio (hm):

$$hm = ha + 0,733 \times hf = 23,74 + (0,733 \times 1,93) = 25,15 mca$$

Cálculo de la presión final (hn):

$$hn = 25,15 - 2,93 = 23,22 mca$$

Comprobamos que la tubería es aceptable.

$$25,15 mca - 23,22 mca = 1,82 < 1,84 mca$$

$$V = 0,354 \times \frac{Q}{D^2} = V = 0,354 \times \frac{35280}{137^2} = 0,7 m/s$$

Resumiendo:

- Ha = 23,74
- Hf = 1,82 mca
- Hm = 25,15 mca
- Hn = 23,22
- V = 0,7 m/s

Aunque tiene una velocidad baja, la tubería es aceptable.

Resumen de las tuberías:

- Tubería PEBD 4 atmósferas $\varphi_e/\varphi_i = 32/28$ mm.
- Tubería PVC 6 atmósferas $\varphi_e/\varphi_i = 110/103,6$ mm.
- Tubería PVC 6 atmósferas $\varphi_e/\varphi_i = 140/137,2$ mm.

Tabla 4. Cálculo del coeficiente de Christiansen.

n	$l_0 = 1$					n	$l_0 = 1/2$				
	$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$		$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,650	0,644	0,639	0,634	0,625	2	0,532	0,525	0,518	0,512	0,500
3	0,546	0,540	0,535	0,528	0,518	3	0,455	0,448	0,441	0,434	0,422
4	0,497	0,491	0,486	0,480	0,469	4	0,426	0,419	0,412	0,405	0,393
5	0,469	0,463	0,457	0,451	0,440	5	0,410	0,403	0,397	0,390	0,378
6	0,451	0,445	0,435	0,433	0,421	6	0,401	0,394	0,387	0,381	0,369
7	0,438	0,432	0,425	0,419	0,408	7	0,395	0,338	0,381	0,375	0,363
8	0,428	0,422	0,415	0,410	0,398	8	0,390	0,383	0,377	0,370	0,358
9	0,421	0,414	0,409	0,402	0,391	9	0,387	0,380	0,374	0,367	0,355
10	0,415	0,409	0,402	0,396	0,385	10	0,384	0,378	0,371	0,365	0,353
11	0,410	0,404	0,397	0,392	0,380	11	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351
12	0,406	0,400	0,394	0,388	0,376	12	0,380	0,374	0,367	0,361	0,349
13	0,403	0,396	0,391	0,384	0,373	13	0,379	0,372	0,366	0,360	0,348
14	0,400	0,394	0,387	0,381	0,370	14	0,378	0,371	0,365	0,358	0,347
15	0,397	0,391	0,384	0,379	0,367	15	0,377	0,370	0,364	0,357	0,346
16	0,395	0,389	0,382	0,377	0,365	16	0,376	0,369	0,363	0,357	0,345
17	0,393	0,387	0,380	0,375	0,363	17	0,375	0,368	0,362	0,356	0,344
18	0,392	0,385	0,379	0,373	0,361	18	0,374	0,368	0,361	0,355	0,343
19	0,390	0,384	0,377	0,372	0,360	19	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343
20	0,389	0,382	0,376	0,370	0,359	20	0,373	0,367	0,360	0,354	0,342
22	0,387	0,380	0,374	0,368	0,357	22	0,372	0,366	0,359	0,353	0,341
24	0,385	0,378	0,372	0,365	0,355	24	0,372	0,365	0,359	0,352	0,341
26	0,383	0,376	0,370	0,364	0,353	26	0,371	0,364	0,358	0,351	0,340
28	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351	28	0,370	0,364	0,357	0,351	0,340
30	0,380	0,374	0,368	0,362	0,350	30	0,370	0,363	0,357	0,350	0,339
35	0,378	0,371	0,365	0,359	0,347	35	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338
40	0,376	0,370	0,364	0,357	0,345	40	0,368	0,362	0,355	0,349	0,349
50	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343	50	0,367	0,361	0,354	0,348	0,337
60	0,372	0,366	0,359	0,353	0,342	100	0,365	0,359	0,353	0,347	0,335
80	0,370	0,363	0,357	0,351	0,340	200	0,365	0,358	0,352	0,346	0,334
100	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338	-	-	-	-	-	-
150	0,367	0,360	0,354	0,348	0,337	-	-	-	-	-	-

3.4. Cabezal de riego

El cabezal de riego es el recinto donde se instalan los sistemas que permiten hacer llegar el agua a los emisores de riego en las condiciones que se requieren. También protege la instalación de cambios de presión.

El agua del sondeo se encuentra a 70 metros de profundidad y la bomba la sumergiremos en el agua 20 metros ante posibles descensos del nivel del sondeo. La tubería de impulsión será de acero DIN 2441 de 6". Estará formada por 16 tramos de 6 metros de largo que irán enroscados.

La presión que tendrá que soportar será de 25,15 mca y deberá suministrar 47.160 litros por hora.

El cabezal de riego tendrá los siguientes componentes:

- 1 grupo de bombeo vertical
- 2 filtros de arena de 0,42 m. de radio
- 1 filtro de malla

- 1 contador
- 3 manómetros
- Otros accesorios: manguitos, codos, empalmes.

3.5. Bomba de riego

La bomba de riego se encarga de suministrar a la instalación de riego el caudal necesario a la presión requerida por los emisores para su correcto funcionamiento.

Las pérdidas de carga en el cabezal de riego son:

Tabla 5. Pérdidas de carga en el cabezal de riego.

Pérdida debida al contador.	1 m.c.a
Pérdida debida al filtro de malla	1 m.c.a
Pérdida debida al filtro de arena	4 m.c.a
Pérdida al inicio de la tubería principal	29,9 m.c.a
Presión extra para limpieza microaspersores	5 m.c.a
Pérdida en tuberías, codos, valvulería, etc en el cabezal.	3 m.c.a
Total:	43,9 m.c.a

Caudal más el 20% = 56592 litros/hora.

Sabiendo que la presión que debe suministrar la bomba es de 43,9 m.c.a. y el caudal aumentado de 56592, hemos elegido la bomba de riego QN65. Esta bomba tiene una potencia de 30 CV, un rango de caudal de entre 35 y 85 m³/h y un rango de m.c.a. de entre 5 y 165.

Filtros

Uno de los inconvenientes que presenta una instalación de riego es la obturación de los emisores. Por eso se utilizan una serie de filtros en las instalaciones para separar las partículas que contiene el agua de riego y que pueden provocar esta obturación.

Filtro de arena: Este elemento de filtrado consiste en un depósito con una capa de arena retenida entre dos mallas con el fin de evitar su arrastre. Se hace pasar el agua de riego a través de la arena para que el filtro retenga los posibles elementos obstructivos que puedan provenir de la toma de agua. El filtro recomendado por el fabricante para un sistema de riego con estas características es X60 de la marca Jimten.

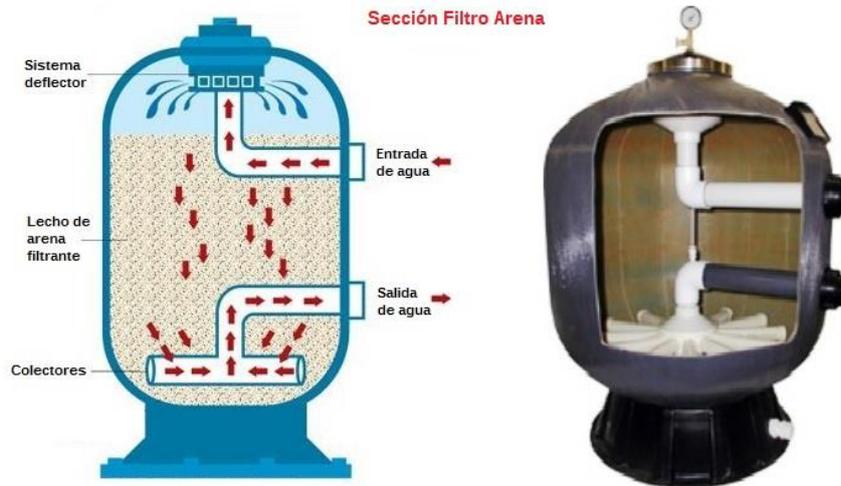


Figura 2. Filtro de arena.

Filtro de malla: El agua es filtrada por una malla, que se define por el número de aperturas por pulgada lineal o número de mesh. Las partículas de tamaño superior a las aperturas de la malla quedan retenidas en el filtro. Este tipo de filtro es efectivo para aguas poco sucias con materiales de origen inorgánico del tamaño de limos o arenas. El filtro recomendado por el fabricante para un sistema de riego con estas características es 2" DL de la marca Regaber. Este tipo de filtro tiene una pérdida de presión mínima y es óptimo para caudales de entre 20 y 150m³/h.

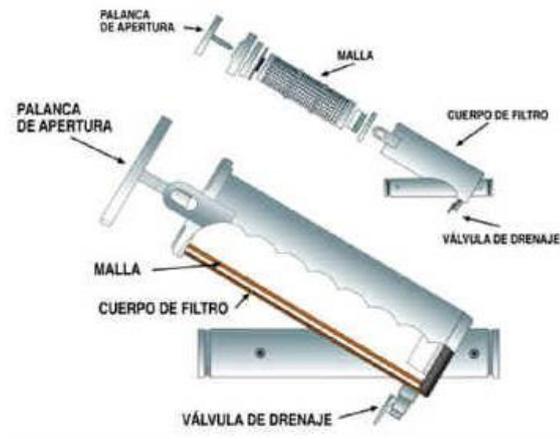


Figura 3. Filtro de malla.

Contador Woltman

Los contadores Wolman se distinguen por asegurar una pérdida de carga especialmente baja, también en el caso de caudales grandes. Además, el inserto de medición de nuevo desarrollo que cuenta con un diseño especial de la turbina sumergida garantiza una elevada precisión. En la Figura 4 podemos ver el aspecto del contador.



Figura 4. Contador Woltman.

Manómetros

Los manómetros son instrumentos que miden la presión. Se colocarán como mínimo cuatro, uno en la toma de entrada al filtro y otro en la salida de este, tanto en el de arena como en el de malla.

Válvula de compuerta

La válvula de compuerta permite limitar el paso del fluido a través de la conducción.

Válvula de retención

Este dispositivo se utiliza para evitar el flujo inverso del agua y, en las impulsiones, para proteger la bomba de los efectos del golpe de ariete, pues impide el paso de la onda de presión procedente del extremo de la tubería de impulsión.

Ventosa trifuncional

A la salida de la tubería del almacén del pozo, inmediatamente después de la válvula de retención, se colocará una ventosa trifuncional. Esta ventosa expulsará el aire que pueda acumularse en este punto y permitirá su entrada cuando se den presiones negativas debido al golpe de ariete producido tras la parada de la bomba.

3.6. Arqueta de riego

Regulador de presión

En cada arqueta de riego irá instalado un regulador de presión, para así asegurar una presión determinada aguas abajo, garantizando de este modo una buena uniformidad de riego manteniendo el caudal. Cuando se requieran grandes presiones, estos sistemas deben ser capaces de desconectarse, sobre todo en los momentos de limpieza del sistema de riego.

Electroválvulas

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente tiene solo dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada.

3.7. Motor

Necesitamos una potencia para que la bomba de riego ejerza una presión de 43,9 m.c.a. Consideramos que el rendimiento es del 75%:

$$N_u = 0.736 * ((70560/3600) * 43,9/75) = 8,44 \text{ Kw}$$

$$N = 8,44/0,75 = 11,25 \text{ Kw}; \text{ si un Kw} = 1,37 \text{ C.V.}$$

Necesitaremos que la potencia mínima y útil de la electrobomba sea la siguiente:

$$11,25 \times 1,37 = 15,41 \text{ C.V.}$$

3.8. Grupo electrógeno

Debido a la distancia que hay entre la caseta de riego y la red eléctrica, se instalará un grupo electrógeno para autoabastecer la energía. Hemos seleccionado uno de 60 w porque necesitamos 2,5 veces la energía a la potencia de la bomba, que es de 30 CV (22kw).

$$22 \text{ Kw} \times 2,5 = 55 \text{ Kw}$$

4. Caseta de riego

La caseta de riego tendrá unas dimensiones interiores de 9 m² útiles. Dentro se encontrarán el cabezal de riego, la tubería de aspiración, la tubería primaria y un depósito de gasóleo de 1000 litros.



Figura 5. A la izquierda una caseta de riego de hormigón prefabricada, a la derecha un camión descargado una caseta

Este tipo de caseta prefabricada se transporta ya montada en un camión y se instala directamente con una grúa en el lugar de emplazamiento. En la Figura 5 podemos observar en la izquierda cómo quedaría instalada la caseta de riego y en la derecha el proceso de instalación.

Las características de la caseta de riego son las siguientes:

- Tejado a un agua cubierto con una placa de fibrocemento, para soportar esta placa se emplean perfiles IPN 80 y tirantillas de acero arrugado de 16 mm.
- Cimentación de cuatro zapatas sin armar de 0,75 x 0,75 x 0,5 m, unidas por un muro de hormigón de 0,3 x 0,3 m.
- El muro del cerramiento está formado por bloques de hormigón.
- La solera consiste en una capa de hormigón HA-25/P/20/IIa de 15cm de espesor.

Bibliografía

Pizarro Cabello, F. (1996). *Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF), goteo, microaspersión, exudación*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Coefficiente de Christiansen. Recuperado de:

http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%202.Conducciones%20forzadas/tutorial_39.htm el 22 de abril de 2019.

Índice de figuras

Figura 1. Microaspersor 2005 AquaMaster.....	6
Figura 2. Filtro de arena.....	18
Figura 3. Filtro de malla.....	18
Figura 4. Contador Woltman.	19
Figura 5. A la izquierda una caseta de riego de hormigón prefabricada, a la derecha un camión descargado una caseta.....	21

Índice de tablas

Tabla 1. Necesidades hídricas de la plantación trufera en los meses críticos.....	3
Tabla 2. Coeficiente de percolación en función de la textura del suelo.....	4
Tabla 3. Características del microaspersor seleccionado	5
Tabla 4. Cálculo del coeficiente de Christiansen.	16
Tabla 5. Pérdidas de carga en el cabezal de riego.....	17

**ANEJO IX:
PROTECCIÓN
VEGETAL**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Factores que influyen	2
2.1. Mantenimiento del suelo en perfecto estado	2
2.2. Evitar la proliferación de insectos	3
2.3. Impedir la entrada a animales grandes	3
2.4. Competencia micorriza.....	3
3. Principales enfermedades del árbol y su control	4
3.1. Enfermedades criptogámicas	4
3.2. Lagarta peluda	4
3.3. Lagarta verde de los Quercus (Tortrix viridana).....	5
3.4. Culebrilla o perforador del corcho (Coraebus undatus)	5
4. Principales enfermedades del hongo y su control	6
4.1. Dípteros	6
4.1.1. Introducción.....	6
4.1.2. <i>Megaselia</i> sp.	6
4.1.3. <i>Lycoriella</i> sp.....	7
4.1.4. <i>Helomyza tuberivora</i>	7
4.1.5. Tratamientos	7
4.2. Coleópteros (<i>Leiodes Cinnamomea</i>)	8
4.3. Miriápodos (<i>Ommatoilus sabulosus</i>).....	8
5. Tabla de enfermedades y plagas y conclusión.....	10
Bibliografía	12
Índice de figuras	13
Índice de tablas	13

1. Introducción

En este anejo vamos a analizar todos los posibles daños de origen biológico que pueden afectar de manera negativa nuestra plantación a fin de poder prevenirlos. Enfermedades y plagas son el motivo principal de la pérdida de cultivos en la actualidad. Aunque nuestra plantación es bastante resistente, no debemos descuidar este aspecto.

Priorizaremos métodos preventivos sobre curativos. Estos últimos son más agresivos y la mayoría conlleva el uso de químicos que son perjudiciales para las plantas y sobre todo para los hongos. En caso de que tengamos que utilizarlos, se valorará si las ganancias superan las pérdidas.

Dado que el objetivo de la plantación es la obtención de trufa, podremos dejar sin tratar pequeñas enfermedades y plagas que afecten al árbol si no implican una reducción cualitativa y cuantitativa de las trufas.

En una plantación de este tipo es importante hacer un análisis de la competencia que puede sufrir el hongo con otra especies micorrícicas, ya que pueden reducir de manera considerable nuestra producción.

2. Factores que influyen

El estado de salud de la planta y del hongo es un factor muy importante para prevenir enfermedades. Uno de los métodos preventivos que vamos a utilizar será entonces tratar de que tanto la planta como el hongo se encuentren en las mejores condiciones.

2.1. Mantenimiento del suelo en perfecto estado

Dotar al suelo de una buena estructura y eliminar las malas hierbas para reducir la competencia va a fortalecer el cultivo, dándole una resistencia natural frente a plagas y enfermedades. Debemos evitar herbicida y plaguicida de síntesis, que pueden dañar de forma severa al hongo.

Como vimos en el anejo V Material vegetal, la asociación simbiótica hace que el hongo produzca unos exudados que defienden de patógenos las raíces de la planta. Además estos exudados limitan el crecimiento de hierbas, a lo que también contribuyen los periodos de sequía. Por eso dos pases al año de un tractor con un cultivador de 20 centímetros serán suficientes para mantener las malas hierbas controladas. El primer pase de cultivador lo realizaremos a principios de primavera y el segundo un mes antes de comenzar el invierno.

2.2. Evitar la proliferación de insectos

Los insectos pueden plantear un riesgo para el buen desarrollo de la plantación. Si esto resulta una amenaza se instalarán repelentes y trampas de feromonas (que crean una confusión sexual que impide la puesta de huevos). Hay que tener cuidado de no producir desequilibrios entre las poblaciones de insectos, ya que la eliminación de un depredador puede producir la aparición de una plaga.

2.3. Impedir la entrada a animales grandes

Con el cerramiento vamos a impedir la entrada de los comedores de trufa de gran tamaño. El jabalí puede funcionar como dispersador de esporas de trufa en la naturaleza, pero en las plantaciones truferas es uno de los que más daños pueden generar. Este animal no solo se come las trufas sino que destroza las raíces y el micelio, ocasionando un gran deterioro.

Además de los comedores de trufa, con el vallado impediremos la entrada a otros animales de gran tamaño que pueden producir otros tipos de destrozos en la plantación, como el ciervo o el corzo. Cuando los árboles son pequeños, estos animales se comen las hojas y pueden producir grandes daños que afecten al hongo o incluso lleguen a matar la planta.

Aun aplicando un cerramiento a la parcela, los animales de menor tamaño como roedores, reptiles e insectos pueden acceder. Tendremos que analizar el riesgo que pueden conllevar para la plantación. Algunos de estos riesgos se minimizarán con el protector que vamos a instalar a las plantas, que se mantendrá durante el primer año.

2.4. Competencia micorriza

En parcelas forestales se aconseja cultivar cereal durante uno o dos años antes de instalar la plantación, para que las especies micorrícicas no entren en competencia con nuestro hongo. Si existen árboles próximos cuyas raíces entran en la plantación, es aconsejable hacer un subsolado profundo y repetirlo cada dos o tres años.

En nuestro caso la competencia de otros hongos micorrícicos no es una preocupación, ya que la parcela se utilizaba para el cultivo de cereal y la flora fúngica del medio no entrará en competencia con la nuestra. Además no hay árboles cerca de los límites de nuestra plantación.

3. Principales enfermedades del árbol y su control

3.1. Enfermedades criptogámicas

Las enfermedades criptogámicas suelen estar causadas por hongos parásitos filamentosos. Se ven favorecidas por la humedad y las temperaturas suaves. Atacan al árbol, pero en general los ataques son leves y su influencia en el hongo es nula. Las más comunes son el oidio, fumaginas y royas.

Para la prevención contra estas enfermedades se recomienda que las plantas gocen de una buena salud. Una poda muy agresiva, una sequía o una alta humedad pueden ser el detonante de su aparición. El riego que vamos a instalar en la plantación ayudará en gran medida a evitar las sequías, y con ello uno de los factores de la aparición de estas enfermedades.

Si no hemos podido evitar su aparición y afectan de manera considerable los árboles de la plantación, deberemos tratarlas con un antifúngico no sistémico.

3.2. Lagarta peluda

En La lagarta peluda es un lepidóptero de la familia *erebidae*. En la península ibérica suele atacar al género *Quercus*. Tiene un ciclo de un año, las mariposas se aparean en julio. Las puestas son muy características: son unos plastones de color amarillo que dejan sobre el tronco y ramas. Las larvas eclosionan a mediados de abril y pasan de 4 a 5 mudas. Las orugas son negras al principio y luego van tornando a color gris y haciéndose más peludas. En la Figura 1 podemos observar las fases de mariposa y oruga.



Figura 1. *Lymatria dispar* (a la izquierda en la fase de mariposa y a la derecha en la fase de oruga)

La lagarta peluda produce daños sobre todo entre mayo y julio, cuando la oruga está alcanzando su máximo desarrollo. Destruye las yemas, más tarde los brotes y finalmente devoran los tallos más tiernos. Pueden producir una defoliación total incluso causando la muerte del árbol, pero no es lo más normal. Generalmente los árboles

suelen brotar por sí solos. Los ataques grandes no duran más de 4 años en la misma zona.

Esta especie puede ser combatida con *Bacillus thuringiensis kurstaaki* 17,6 %. Sin embargo, como muchas veces los árboles se recuperan por sí solos, los tratamientos no suelen ser económicamente rentables.

3.3. Lagarta verde de los Quercus (*Tortrix viridana*)

La lagarta verde de los Quercus es un lepidóptero ditrisio de la familia *tortricidae*, de color verde claro. La hembra pone los huevos de dos en dos con un aglutinante y escamas del abdomen. La puesta va de abril a mayo y las larvas eclosionan en marzo del año siguiente. Entre ese momento y mediados de mayo produce el mayor daño. Su fase adulta de mariposa (imago) transcurre desde mediados de abril hasta mediados de junio.



Figura 2. *Tortrix viridana* (a la izquierda en la fase de mariposa y a la derecha en la fase de oruga)

Las larvas destruyen el brote anual, se introducen en las yemas y, cuando estas se abren, crean refugios con varias hojas. Normalmente el rebrote no tiene fruto o es pequeño (se lo conoce con el nombre de bellota de San Juanina). En la figura 2 podemos ver a la mariposa en el lado izquierdo y a la larva en el derecho.

Dado que en la plantación trufera el fruto del árbol no va a tener ningún valor, no vamos a aplicar ningún tratamiento excepto en casos extremos. El tratamiento consistiría en espolvorear Malation 4%, malation 4% + carbanil 2%, cipermetrín 0,033% y triclorfón 5%.

3.4. Culebrilla o perforador del corcho (*Coraebus undatus*)

Coleóptero polífago de la familia *Buprestidae*, la larva se alimenta casi en exclusiva del *Quercus suber*, aunque también puede afectar al *Quercus ilex*. En la Figura 3 (izquierda) podemos ver cómo la larva cava túneles en la corteza de la que se alimenta. Desde mediados de abril hasta mediados de junio la hembra deposita los huevos, unidos por una masa que se endurece con el aire, en las grietas de la corteza.



Figura 3. *Coraebus undatus* (a la izquierda en la fase de larva en un túnel en la corteza y a la derecha en su fase adulta)

Cuando la larva eclosiona, se interna en la capa generatriz suberofelodérmica de la corteza y hace galerías de pequeño diámetro que van creciendo a medida que se desarrolla. El daño para una plantación trufera es insignificante, por lo que no aplicaremos ningún tratamiento.

4. Principales enfermedades del hongo y su control

4.1. Dípteros

4.1.1. Introducción

Los dípteros son insectos caracterizados por tener solo dos alas membranosas. El problema con estos insectos suele ser en su fase larvaria, porque las larvas crecen en el carpóforo alimentándose de él. En su fase adulta se ven atraídos por el aroma que desprende la trufa. Esto no ocurre en la misma fase en todas las especies de dípteros, por ejemplo a la *Helomyza tuberivora* le atrae el aroma de los carpóforos maduros mientras que *Lycoriella* sp se ve atraída por el aroma de la trufa en sus primeras fases.

A continuación vamos a definir las principales especies de dípteros que afectan al *Tuber Melanosporum*.

4.1.2. *Megaselia* sp.

Es una mosca con un tamaño de entre 0,5 y 5,5 milímetros, con dos ojos rojos prominentes. El mayor problema aparece en la fase larvaria, en que genera multitud de túneles en la gleba y produce graves destrozos. Los adultos se consideran vectores de enfermedades y plagas.

En verano es conveniente retirar los ejemplares de trufa afectados por este insecto para impedir que el ciclo biológico se desarrolle y mantener reducida la

población. Es necesario un gran número de estos insectos para que produzcan daños significativos.

4.1.3. *Lycoriella* sp.

La *Lycoriella* sp. es una especie de díptero cazador de trufas cuya longitud es de 1,48 mm en el macho y de 3,0 mm en la hembra. Cuando el carpóforo está maduro, esta especie sobrevuela la zona hasta posarse para introducirse bajo el suelo y poner los huevos en el interior de la trufa. Las esporas del carpóforo se pegan a las patas de este insecto, que ayuda a dispersarlas.

Al permanecer en un estado larvario más tiempo que los otros dípteros, los efectos son más grandes. Se comen la parte interna de las trufas produciendo un gran deterioro en su calidad.

4.1.4. *Helomyza tuberivora*

En España se encuentran dos especies de este díptero, *Helomyza gigantea* y *Suilla fuscicornis*, ambas conocidas como mosca de la trufa. La presencia de este insecto refleja la existencia cercana de un carpóforo maduro; por este motivo se la llama también cazador de trufas.

Al ser más grande que la *Lycoriella* Sp es más útil a la hora de encontrar carpóforos maduros. Coger trufas a la mosca es una modalidad de encontrar trufas que consiste en observar a este tipo de insecto que sobrevuela la plantación y se posa donde hay un carpóforo maduro.

Son unas moscas muy activas durante el día mientras la temperatura se eleve por encima de los 15 °C. Las ascosporas del hongo se enganchan a su cuerpo, haciendo de este insecto un gran dispersador. En la figura 4 podemos ver su aspecto.



Figura 4. *Helomyza tuberivora* (mosca de la trufa)

4.1.5. Tratamientos

Controlar las poblaciones de estos tipos de dípteros es fundamental. Para ello deberemos retirar las trufas que estén muy afectadas y eliminar cualquier otra especie de hongo que se encuentre en la plantación, ya que su presencia puede promover la proliferación de estos insectos que se alimentan de ellos.

La instalación de un trapeo formado por trampas de caída es lo más efectivo. Tiene un coste relativamente bajo y produce un descenso considerable de este tipo de insectos.

4.2. Coleópteros (*Leiodes Cinnamomea*)

La *Leiodes Cinnamomea* es un insecto perteneciente a la familia de los coleópteros. Tanto en su estado larvario como adulto se alimenta de la gleba de la trufa. Su gran voracidad causa daños irreparables. En la figura 5 podemos ver la morfología de un imago de este insecto.

El adulto suele aparecer cuando el carpóforo está maduro. Para controlar su población podemos colocar trampas con químico atrayente, aunque los experimentos que han puesto a prueba este método no han encontrado resultados suficientemente satisfactorios.

Otra forma de controlar la población de adultos es la instalación de redes mosquiteras entre los árboles de al menos un metro de altura y, debajo de estas, un canalón pluvial de PVC relleno con Propilenglicol o etilenglicol diluido en agua. Cuando, a mediados de septiembre o principios de octubre, este insecto empiece a aparecer y sobrevuele la plantación, chocará contra las redes y caerá en el canalón. La idea es reducir considerablemente el número de adultos antes de que sus estadios larvarios perforen las trufas.

Otra medida que podemos implementar es la colocación de neumáticos viejos alrededor de la parcela. De esta manera la proliferación de lagartijas y lagartos mantendrá a bajos niveles las poblaciones de escarabajos.



Figura 5. *Leiodes cinnamomea* en su fase adulta

4.3. Miriápodos (*Ommatoilus sabulosus*)

El *Ommatoilus sabulosus* es un insecto de unos 5 centímetros de longitud, de cuerpo cilíndrico y segmentado, con dos pares de patas por segmento (ver Figura 6). Este insecto aprovecha los orificios creados por otros insectos micófagos para alimentarse de la trufa. Las galerías del *Ommatoilus Sabulosus* suelen ser más grandes que las de los otros insectos, por lo que producen mayores daños.

Puesto que no crea él mismo las galerías sino que necesita que la trufa esté muy madura y tenga ya galerías, lo consideramos una plaga secundaria. Basaremos la prevención en controlar la plaga de los otros insectos.



Figura 6. Ommatoilus sabulosus

5. Tabla de enfermedades y plagas y conclusión

Tabla 1. Enfermedades y plagas más importantes del *Quercus Ilex* y del *Tuber Melanosporum*

<i>Plagas o enfermedades de la planta</i>			
<i>Nombre</i>	<i>Nivel de gravedad</i>	<i>Efectos</i>	<i>Tratamiento</i>
<i>Enfermedades criptogámicas</i>	<i>Bajo</i>	<i>Deseccación</i>	<i>Fungicida no sistémico</i>
<i>Lymatria dispar</i>	<i>Bajo</i>	<i>Defoliación</i>	<i>Bacillus thuringiensis kurstaaki 17,6 %</i>
<i>Tortrix viridana</i>	<i>Bajo</i>	<i>Pérdida del fruto</i>	<i>Malation 4%, malation 4% + carbanil 2%, cipermetrín 0,033% y triclorfón 5%</i>
<i>Coraebeus undatus</i>	<i>Muy bajo</i>	<i>Pérdida de ramillas</i>	<i>Sin tratamiento</i>
<i>Plagas o enfermedades de la trufa</i>			
<i>Nombre</i>	<i>Nivel de gravedad</i>	<i>Efectos</i>	<i>Tratamiento</i>
<i>Megaselia sp.</i>	<i>Medio</i>	<i>Túneles en su estado larvario</i>	<i>Trampas de caída</i>
<i>Lycoriella sp.</i>	<i>Medio</i>	<i>Túneles en su estado larvario</i>	<i>Trampas de caída</i>
<i>Helomyza tuberivora</i>	<i>Medio</i>	<i>Túneles en su estado larvario</i>	<i>Trampas de caída</i>
<i>Leiodes cinnamomea</i>	<i>Medio</i>	<i>Galerías</i>	<i>Control de población con trampas, favorecer la proliferación de sus depredadores</i>
<i>Ommatoilus sabulosus</i>	<i>Bajo</i>	<i>Galerías de gran tamaño</i>	<i>Control de las otras plagas</i>

En la Tabla 1 podemos ver un resumen de las enfermedades y plagas, tanto del árbol como del hongo. Concluimos que las enfermedades que afectan al árbol tienen una gravedad muy baja y apenas van a representar un riesgo para la producción de trufas. No necesitamos que los árboles tengan un aspecto óptimo, mientras la calidad de las trufas no se vea afectada.

En cuanto a los hongos, tenemos que tener cuidado con la proliferación de ciertos insectos. Los animales de gran tamaño no representan un peligro dado que no tendrán acceso a la plantación por la instalación del cerramiento de la parcela.

Las medidas preventivas que tomaremos serán el cuidado de la salud de los árboles, el mantenimiento del suelo y la instalación de neumáticos viejos alrededor de la parcela para promover un aumento de la población de lagartijas que controlen las poblaciones de insectos.

Se hará un seguimiento de la plantación trufera para estudiar la posibilidad de instalar otras medidas, como un trampeo formado por trampas de caída, si fueran necesarias.

Bibliografía

Pérez, V. y Zuriaga, P. (2018). *La sanidad en truficultura: guía de identificación de agentes nocivos en la truficultura*. Aragón, España: Gobierno de Aragón.

Índice de figuras

Figura 1. <i>Lymatria dispar</i> (a la izquierda en la fase de mariposa y a la derecha en la fase de oruga).....	4
Figura 2. <i>Tortrix viridana</i> (a la izquierda en la fase de mariposa y a la derecha en la fase de oruga).....	5
Figura 3. <i>Coraebeus undatus</i> (a la izquierda en la fase de larva en un túnel en la corteza y a la derecha en su fase adulta).....	6
Figura 4. <i>Helomyza tuberivora</i> (mosca de la trufa)	7
Figura 5. <i>Leiodes cinnamomea</i> en su fase adulta	8
Figura 6. <i>Ommatoilus sabulosus</i>	9

Índice de tablas

Tabla 1. Enfermedades y plagas más importantes del <i>Quercus Ilex</i> y del <i>Tuber Melanosporum</i>	10
--	----

**ANEJO X:
MAQUINARIA Y
MANO DE OBRA**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Maquinaria, útiles y mano de obra necesaria	3
2.1. En el periodo de implantación del proyecto	3
2.2. En el periodo de explotación del proyecto.....	4
3. Rendimientos por tarea	4
3.1. Rendimiento por tarea de las labores de la plantación	4
3.2. Rendimiento por tarea de la implantación del riego.....	6
Índice de tablas	8

1. Introducción

La maquinaria y la mano de obra suponen un coste importante en una explotación trufera. En este anejo enumeraremos los útiles, la maquinaria y los aperos necesarios para la implantación del proyecto y su posterior explotación. Analizaremos la mano de obra y el tiempo que son necesarios para cada operación y calcularemos su rendimiento. La elección de comprar o alquilar cada elemento viene justificada en el anejo IV Estudio de las alternativas. El propietario tiene un tractor John Deere 7930 de 180 cv con GPS como el que aparece en la Figura 1.



Figura 1. Tractor John Deere 7930 180 c.v. con GPS

2. Maquinaria, útiles y mano de obra necesaria

2.1. En el periodo de implantación del proyecto

Tabla 1. Útiles, maquinaria y aperos del periodo de implantación

Útiles, maquinaria y aperos		Tarea	Compra, alquiler o propio	Mano de obra
Tractor John Deere 7930 180 c.v. con GPS (propio)	Cultivador de 3 metros	Labores complementarias	Alquilados	Tractorista
	Subsolador trisurco	Subsolado	Alquilados	Tractorista
	Arado vertedera	Laboreo superficial	Alquilados	Tractorista
	Rejón (martillo y estacas)	Marqueo de hoyos	Alquilados	Tractorista, capataz y peón
	Cisterna de 5000 l.	Riego de implantación	Alquilados	Tractorista y peón
Azadas		Plantación	Compradas	Capataz y 4 peones
Retroexcavadora 90CV, retroexcavadora mixta, dumper 4x4 5 Tm y camión grúa.		Instalación del riego	Alquilados	Maquinistas, camioneros/gruista, capataces, peones, especialista riego, peón riego
Retroexcavadora 90CV, camión basculante 15 Tm, rodillo compactador autopropulsado		Cimentación del riego	Alquilados	Maquinistas, capataces, oficiales 1ª construcción, peones y camionero.
Camión y grúa		Anclaje de la caseta de riego	Alquilados	Camionero/gruista, Oficial 1ª metal, peón y Oficial 1ª construcción

2.2. En el periodo de explotación del proyecto

Tabla 2. Útiles, maquinaria y aperos del periodo de explotación

Útiles, maquinaria y aperos		Tarea	Compra, alquiler o propio	Mano de obra
Tractor John Deere 7930 180 c.v. con GPS (propio)	Cultivador de 3 metros	Labores complementarias	Alquilados	Tractorista
	Cisterna de 5000 l.	Riego 1º año	Alquilados	Tractorista y peón
Azadas		Reposición de marras	Compradas	Capataz y un peón
Serruchos y tijeras de podar		Poda	Comprados	Capataz y 3 peones
Riego		Riego	Comprados	Capataz
Perros		Recolección	Comprados	Capataz y un peón

3. Rendimientos por tarea

3.1. Rendimiento por tarea de las labores de la plantación

El tractor es propio así que su precio corresponde al alquiler del apero y el mantenimiento y combustible de este.

Tabla 3. Rendimiento por tarea de las labores de la plantación

Labor	Maquinaria y operarios	Coste (€/h)	Coste total (€/h)	Tiempo de operación (h/Ha o Ud)	Total (€/Ha)
Labores complementarias	Tractor con cultivador	7,32	18,52	1,3 horas/ha.	24,08
	Tractorista	11,20			

Subsolado	<i>Tractor con subsolador</i>	9,20	20,40	1,5 horas/ha.	30,60
	<i>Tractorista</i>	11,20			
Laboreo superficial	<i>Tractor con Arado vertedera</i>	11,50	22,70	0,5 horas/ha.	11,35
	<i>Tractorista</i>	11,20			
Marqueo de hoyos	<i>Tractor con rejón</i>	7,10	39,40	2,30 horas/ha.	90,62
	<i>Tractorista,</i>	11,20			
	<i>Capataz</i>	12			
	<i>Peón</i>	9,10			
Plantación	<i>Capataz</i>	12	50,80	2,77 horas/ha	140,72
	<i>4 peones</i>	38,8			
Riego de implantación	<i>Tractor con Cisterna de 5000 l</i>	11	22,20	1,39 horas/ha.	30,86
	<i>Tractorista</i>	11,20			
	<i>Peón</i>	9,10			
Reposición de marras	<i>Capataz</i>	12	21,7	0,067 horas/Ud.	-
	<i>Peón</i>	9,70			
Labores de mantenimiento	<i>Tractor con Cultivador</i>	7,32	18,52	0,52 horas /ha	20,71
	<i>Tractorista</i>	11,20			
Riego	<i>Capataz</i>	12	12	88,2 horas/mes de riego	-
Poda	<i>Capataz</i>	12	41,10	0,006 horas/Ud	-
	<i>3 peones</i>	29,10			
Recolección	<i>Capataz</i>	12	21,70	2,5 kg/hora	-
	<i>Peón</i>	9,70			

3.2. Rendimiento por tarea de la implantación del riego

Tabla 4. Rendimiento por tarea implantación del riego

Labor	Maquinaria y operarios	Tiempo de operación (h/Ha o Ud)
Excavación y relleno de zanja de 1x0,6 m.	<i>Maquinista, capataz y peón</i>	<i>0,09 horas/M³</i>
Instalación de las tuberías de PVC 6 atm. de diámetros 110/103,6 mm y 90/84,6 mm	<i>Especialista riego y peón riego</i>	<i>0,1 horas/MI</i>
Instalación tubería de 4 atm. diámetro 40/35,2 mm	<i>3 especialistas de riego y peón riego</i>	<i>0,01 horas/MI.</i>
Excavación y relleno de zanja de 0,4x0,6m.	<i>Maquinista, capataz y peón</i>	<i>0,07 horas/M³</i>
Colocación de microaspersores	<i>Especialista riego y peón riego</i>	<i>8,30 horas/ha</i>
Instalación del cabezal de riego	<i>2 especialistas de riego peón riego y camionero</i>	<i>40,25 horas/Ud.</i>
Excavación de zanja de 0,3x0,3 m.	<i>Maquinista, capataz y peón</i>	<i>0,08 horas/M³</i>
Transporte de tierra	<i>Camionero</i>	<i>0,12 horas/M³</i>
Extendido capa enchacado 20/40	<i>Maquinista, capataz y 2 peones</i>	<i>0,6 Horas/M³</i>
Relleno de zanjas y pozos de cimentación con hormigón HA 25	<i>Oficial 1ª construcción y 3 peones</i>	<i>1 hora/M³</i>
Relleno para solera con hormigón HA 20	<i>Oficial 1ª construcción y 4 peones</i>	<i>0,8 hora/M³</i>

<p>Anclaje de la caseta del riego</p>	<p><i>Camionero, 2 oficial 1ª uno de construcción y otro de metal y peón</i></p>	<p><i>1,5 horas/Ud.</i></p>
---------------------------------------	--	-----------------------------

Índice de tablas

Tabla 1. Útiles, maquinaria y aperos del periodo de implantación	3
Tabla 2. Útiles, maquinaria y aperos del periodo de explotación	4
Tabla 3. Rendimiento por tarea de las labores de la plantación	4
Tabla 4. Rendimiento por tarea implantación del riego	6

**ANEJO XI:
CALENDARIO
DE TRABAJOS**

ÍNDICE

1. Introducción.....	2
2. Calendario de trabajo.....	2

1. Introducción

En los anejos VI, VII Y VIII hemos descrito las diferentes actividades que vamos a realizar para llevar a cabo el proyecto. En este anejo planificaremos cada actividad mediante un diagrama de Gantt. Este es un gráfico de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en secuencias de tiempo concretas. Es más fácil y cómodo de visualizar y nos permite llevar un seguimiento y control de las diferentes etapas. Hay tareas que no pueden empezar hasta que otras acaben, lo que se conoce como puntos críticos y con este diagrama será sencillo detectarlos.

2. Calendario de trabajo

Agrupamos los años que tiene las mismas actividades y durante el mismo periodo. La poda será anual hasta los 11 años, bianual hasta los 25 y cuatrianual hasta el final de la explotación.

La compra y el adiestramiento de los perros truferos no están marcados en el diagrama de Gantt, dado su gran variabilidad. La esperanza de vida de un Border Collie se sitúa entre los 13 y 15 años. Como la primera recolección se realizará el séptimo año y se requieren 2 años de adiestramiento los perros se compran el cuarto año. Cada 10 años se volverá a comprar nuevos perros.

Año 0

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Cerramiento de la parcela	Subcontratado																								
Labor de desfonde	Arado de vertedera de 40 cm de profundidad																								
Subsolado	Subsolado trisurco de 80 cm de profundidad																								
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Cerramiento de la parcela	Subcontratado																								
Labor de desfonde	Arado de vertedera de 40 cm de profundidad																								
Subsolado	Subsolado trisurco de 80 cm de profundidad																								

Año 1

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Instalación del S. de riego		■	■	■	■																				
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad					■	■						■												
Marqueo	rejón 40 cm							■	■																
Plantación	Instalación de protectores									■															
Escardas											■														
Riego de asentamiento	De 10 a 15 litros por planta											■	■											■	■
Reposición marras																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Instalación del S. de riego																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																	■	■						
Marqueo	Rejón de 40 cm																								
Plantación	Instalación de protectores																								
Escardas																									
Riego de asentamiento	De 10 a 15 litros por planta	■	■	■	■	■	■																		
Reposición marras														■	■										

Año 2

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																												
Retirada de protectores																													
Escardas																													
Riego con cisterna																													
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																												
Retirada de protectores																													
Escardas																													
Riego de asentamiento																													

Año 3 – 6

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda de formación																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Escardas																									
Riego con microaspersores																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda de formación																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Escardas																									
Riego con microaspersores																									

Año 7

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda de aclareo																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Riego con microaspersores																									
Recolección																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Poda de aclareo																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Riego con microaspersores																									
Recolección																									

Año 8 – 11

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																									
Poda de aclareo																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Riego con microaspersores																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																									
Poda de aclareo																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																								
Riego con microaspersores																									

Año 12 - 25

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección		■	■	■	■	■	■	■	■	■															
Poda de aclareo	Cada dos años (años impares)							■	■																
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad											■	■												
Riego con microaspersores																								■	■
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																						■	■	■	■
Poda de aclareo	Cada dos años (años impares)																								
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																	■	■						
Riego con microaspersores		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														

Año 26

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección		■	■	■	■	■	■	■	■	■															
Sustitución del S. de riego											■	■	■	■	■										
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad															■	■								
Riego con microaspersores																								■	■
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																						■	■	■	■
Sustitución del S. de riego																									
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																	■	■						
Riego con microaspersores		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														

Año 27 – 50

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección		■	■	■	■	■	■	■	■	■															
Poda de aclareo	Cada 4 años desde el año 29							■	■																
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad											■	■												
Riego con microaspersores																								■	■
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																						■	■	■	■
Poda de aclareo	Cada 4 años desde el año 29																								
Labores complementarias	Cultivador de 10 cm de profundidad																	■	■						
Riego con microaspersores		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														

Año 51

Actividad	Observaciones	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																									
Levantamiento de la explotación																									
Actividad	Observaciones	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección																									
Levantamiento de la explotación																									

**ANEJO XII:
ESTUDIO DE
MERCADO**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Situación en el mundo.....	3
2.1. Introducción	3
2.2. Estados Unidos.....	3
2.3. Brasil.....	3
2.4. Japón	3
2.5. China.....	4
2.6. Otros países	4
3. Situación en Europa	4
3.1. Evolución del volumen de producción.....	4
4. Situación en España.....	8
4.1. Evolución de precios	8
4.2. Estudio de las importaciones y las exportaciones.....	11
4.3. Evaluación por comunidad autónoma.....	15
5. Futuro de la trufa en España y precio esperado.....	15
6. Organización y comercialización.....	17
6.1. Organización del mercado	17
6.2. Comercialización.....	17
7. Estimación de la producción en nuestra finca	18
8. Conclusiones	19
Bibliografía	20
Índice de figuras	21
Índice de tablas	21

1. Introducción

En este anejo haremos un estudio de mercado para obtener una previsión lo más precisa posible del rendimiento de la plantación trufera. Obtener información veraz sobre este cultivo es muy difícil debido a la variabilidad de los factores que lo determinan, la falta de precisión de la información que sí está disponible y la falta de registros.

Entre la variabilidad de los factores de un año a otro, los más importantes son la climatología, el rendimiento de la trufera según la edad, la habilidad de los perros y recolectores, la calidad de los árboles y su micorriza, la aptitud del suelo y los hongos competidores.

Comenzaremos por la climatología. Con la instalación de un sistema de riego disminuiríamos considerablemente el riesgo de que haya caídas en la producción debido a sequías. En otros aspectos como la temperatura, el granizo, el viento, las tormentas, etc. no podemos influir.

La edad en la que la plantación empieza a producir trufas es entre los 6 y los 7 años. El rendimiento aumenta gradualmente durante los siguientes 10 a 30 años. La vida útil se estima en 50 años, pero es un factor muy variable.

Los truficultores son reacios a suministrar información, las operaciones de compra venta suelen ser bastante opacas y las publicaciones oficiales del volumen de ventas son escasas. En España el mayor volumen de venta de trufa se encuentra en Mora de Rubielos (Teruel), pero los datos anuales no se conocen con exactitud. Para nuestro estudio nos fijaremos bastante en el mercado de Graus (Huesca) que, si bien difiere mucho del mercado de Teruel en cuanto al volumen, es mucho más transparente. La información es suministrada por operadores y no es del todo completa pero esperamos que sea representativa. El mercado de Lonja de Vic, en Barcelona, publica los precios, pero dada su cantidad reducida no son representativos.

Analizaremos también el mercado francés porque la transparencia es mucho mayor. Tiene numerosos mercados en los diferentes departamentos, generalmente locales y minoristas. La institución de FranceAgrimer recoge información de diferentes productos agrícolas y de mar en todo el país. Hemos analizado los mercados franceses más importantes: el de Carpentras y el de Richerenches.

La mayor parte de los datos los hemos obtenido del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón y FracAgrimer.

2. Situación en el mundo

2.1. Introducción

La producción mundial de *Tuber Melanosporum* proviene casi en su totalidad de Europa, si bien estimarla es muy difícil por el escaso control y la variabilidad de su producción. Tradicionalmente solo crecía de forma natural en bosques de Francia, Italia y España. A finales de los años 70, su alto precio llevó al inicio de su cultivo. Pocos años más tarde, los cultivos se extendieron a países que tenían un clima similar, como Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia, Argentina y Chile, entre otros.

En este anejo no solo hablaremos del *Tuber Melanosporum*, sino que también incluiremos otros tipos de trufas. Consideramos que es necesario, ya que dependiendo del país de comercialización la calidad tiene más o menos importancia. Esto se debe al desconocimiento, por eso es importante que a la hora de exportar quede muy claro que la trufa negra tiene una calidad superior a la de la mayoría.

2.2. Estados Unidos

En Estados Unidos la trufa es poco conocida. La comercialización se centra en tiendas especializadas, restaurantes finos o venta online. No es un país de tradición trufera, y junto al *T. melanosporum* se venden otras trufas de menor calidad como *T. indicum* (trufa china), *T. aestivum*, *T. brumale* y *T. uncinatum*. La importación de todas ellas se sitúa alrededor de 14 toneladas de trufa fresca por año. El consumidor estadounidense, por regla general, desconoce la diferencia de calidad entre unas y otras. Del 2005 al 2011 Chile y Australia multiplicaron por cuatro la venta de trufa negra a Estados Unidos, esforzándose por destacar su calidad. En 2012, con la desaparición de los aranceles, Europa multiplicó sus exportaciones a Estados Unidos, con Italia (+1136%) y Francia (+348%) como principales exportadores. Las exportaciones de Australia se mantuvieron estables (-1%) y las de China cayeron fuertemente (-76%).

2.3. Brasil

Brasil es un mercado potencial de trufas congeladas, en conserva y aceites aromatizados con trufas. Solo Italia tiene autorización para exportar a Brasil trufa fresca. Cada vez más restaurantes de lujo la consumen, sobre todo en combinación con el chocolate.

2.4. Japón

China, Italia, Francia, España y Australia son los principales países que exportan trufa a Japón. China es la que más volumen de trufas exporta, con alrededor de 10

toneladas por año, pero en términos de valor de exportación los primeros puestos los ocupan Italia y después Francia. Esto se debe a la diferencia en la calidad de la trufa exportada: mientras que Francia exporta *T. melanosporum* e Italia *T. magnatum*, dos trufas de gran calidad, China exporta *T. indicum*.

El consumo de trufa de calidad en Japón está directamente relacionado con restaurantes de primera categoría de comida francesa o italiana, con platos que rondan los 50 a 60 euros. El japonés desconoce las diferencias entre las diferentes especies. El arancel básico es del 5%, para los países miembros de la OMC es del 3% y, para los países con TLC, como Chile, es del 0%.

2.5. China

China importa y exporta trufa en tres estados: fresca enfriada, deshidratada y en conserva. Su único exportador es Italia y lo hace con un volumen muy bajo, del orden de 50 kilos por año, de *T. magnatum*.

China exporta principalmente a España, Francia, Alemania, Japón y Holanda. Las provincias de Yunnan y Sichuan tienen las condiciones ideales para producir trufa *T. indicum*, que es de baja calidad. El volumen varía bastante con los años.

2.6. Otros países

Aunque a día de hoy el volumen de comercialización es insignificante, países de Centroamérica como Honduras, Guatemala, El Salvador y Costa Rica son un mercado potencial para la trufa procedente de Chile. La producción de trufa en México es aún marginal. La importación de trufa en estos países está destinada a restaurantes italianos y franceses.

Corea del sur, India y Rusia son países con un mercado potencial y al alza.

3. Situación en Europa

3.1. Evolución del volumen de producción

A principios de siglo, la producción de trufa en Francia alcanzaba las 1.000 toneladas por año, pero luego comenzó un descenso sostenido y en los 90 la producción alcanzaba escasamente las 20 toneladas.

Antes de su cultivo, la trufa negra crecía de forma silvestre exclusivamente en Europa, más precisamente en Francia, Italia y España. Estos tres países tienen una gran tradición culinaria de la trufa y además son grandes productores. Se estima que en los últimos años producen, entre los tres, entre 60 y 90 toneladas de *T. melanosporum* por año. El porcentaje de Italia suele situarse entre el 10 y el 25% mientras que el de España y Francia entre el 30 y el 40%.

En la Tabla 1 podemos observar estimaciones de la producción de trufa de invierno (suma de *T. melanosporum* y *T. brumale*) en cada uno de estos países y el porcentaje que representa por país desde el año 1990 al 2017. Se estima que el porcentaje de *T. melanosporum* oscila entre el 85 y 90%, dependiendo del año. Estos datos han sido obtenidos del Grupo Europeo Tuber (GETT).

La producción de trufa pone a Francia en primer lugar, seguida por España con datos muy similares. Hay que tener en cuenta que parte de la producción española se vende en el mercado francés sin identificarse como española. Italia produce en torno a la mitad que estos dos.

Dependiendo del organismo que elabore las estadísticas de producción de trufa, los datos varían, aunque la evolución en los mercados se mantiene. Esto nos puede dar una idea de hacia dónde se encaminan los mercados. Las trufas vendidas extraoficialmente no están contempladas en estas estadísticas.

Tabla 1. Producción europea de trufa de invierno (*T. melanosporum* y *T. brumale*)

Temporada	España (t)	Francia (t)	Italia (t)	Total (t)	Peso/media	País vs EU		
					total	España	Francia	Italia
					%	%	%	%
1990/91	30	17	5	52	83	58	32	10
1991/92	10	20	5	35	56	29	57	14
1992/93	23	31	3	57	91	40	54	5
1993/94	9	22	2	33	52	27	67	6
1994/95	4	12	30	46	73	9	26	65
1995/96	20	19	25	64	102	31	30	39
1996/97	25	50	20	95	151	26	53	21
1997/98	80	30	24	134	213	60	22	18
1998/99	7	14	4	25	40	28	56	16
1999/00	35	40	10	85	135	41	47	12
2000/01	6	35	4	45	72	13	78	9
2001/02	20	15	5	40	64	50	38	13
2002/03	40	35	20	95	151	42	37	21
2003/04	7	9	6	22	35	32	41	27
2004/05	22	27	10	59	94	37	46	17

2005/06	14	15	8	37	59	38	41	22
2006/07	20	28	10	58	92	34	48	17
2007/08	25	26	8	59	94	42	44	14
2008/09	14	58	20	92	146	15	63	22
2009/10	9	32	8	49	78	18	65	16
2010/11	18	37	12	67	107	27	55	18
2011/12	15	42	8	65	103	22	65	12
2012/13	13	38	20	71	112	18	54	28
2013/14	45	50	30	125	199	36	40	24
2014/15	35	30	25	90	143	39	33	28
2015/16	35	48	20	103	163	34	46	20
2016/17	40	30	22	92	146	43	32	25
<i>Media</i>	21	29	12	63	100	34	46	20

En las Figuras 1 y 2 podemos observar cómo, a lo largo de los años, la producción de trufa fluctúa de manera más o menos homogénea en los tres países. En los últimos años la producción ha ido aumentando de manera constante. Esto es debido a que los tres países están ampliando el número de hectáreas de producción de trufas e instalando en ellas sistemas de riego, que permiten que la producción dependa menos de las condiciones meteorológicas. A esto hay que añadirle que cada día hay un conocimiento mayor sobre sus ciclos biológicos y procesos de simbiosis.

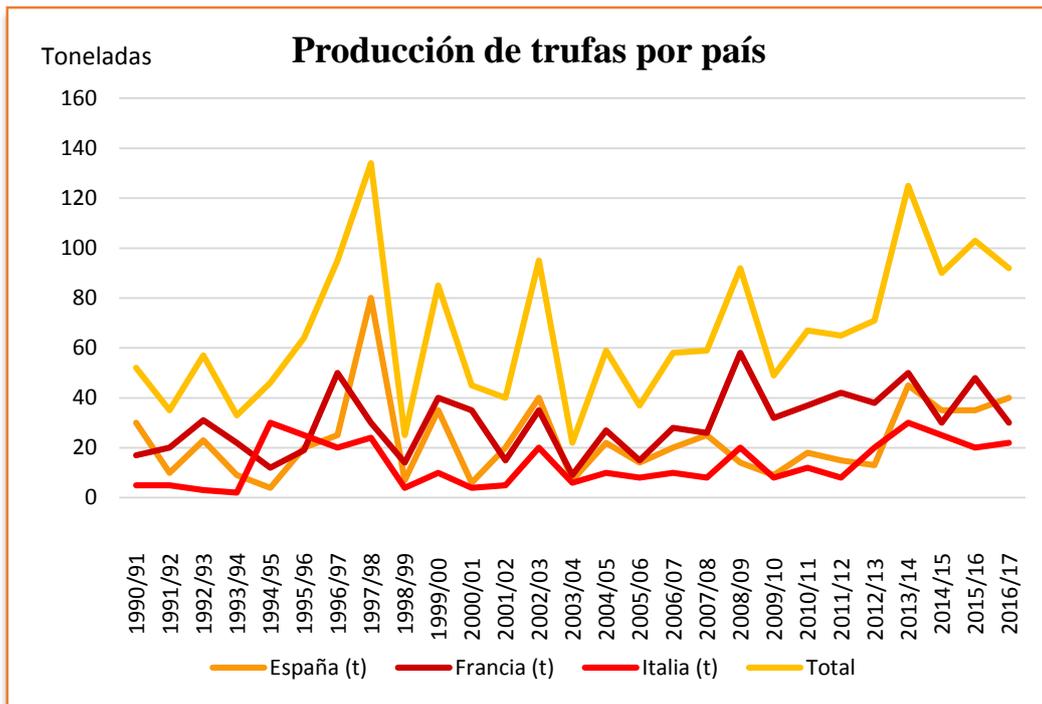


Figura 1. Producción de trufas de invierno (*T. melanosporum* y *T. brumale*) por país

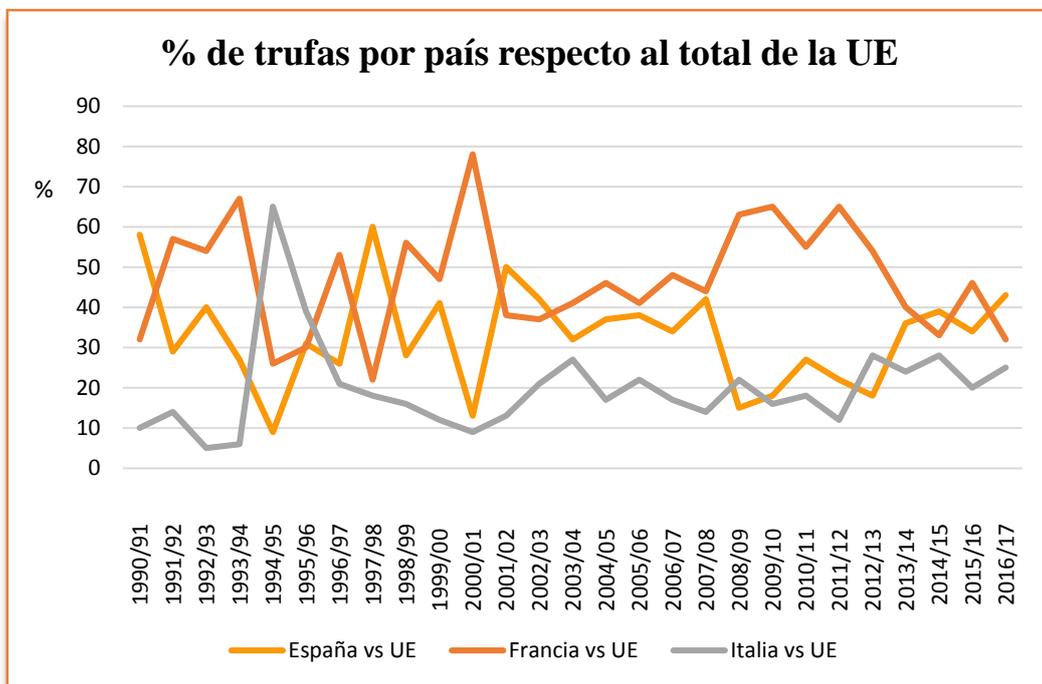


Figura 2. Porcentaje de producción de trufas de invierno (*T. melanosporum* y *T. brumale*) respecto a la UE, por país

4. Situación en España

4.1. Evolución de precios

Los mercados francés y español tienen una fuerte relación. Por eso, dado que el mercado francés es algo más transparente y tenemos más datos, a la hora de estudiar los precios estudiaremos ambos.

En primer lugar estudiaremos la evolución de precios a lo largo de una campaña para ver si sigue un patrón, y si este se repite a lo largo de las diferentes campañas. En la Figura 3 podemos ver la evolución de precios del mercado de Richerenches a lo largo de una campaña, desde la campaña 2009/2010 a la 2014/2015. Observamos que los precios comienzan bastante bajos, entre 100 y 200 euros/kg, y en un mes alcanzan los 400 hasta rozar los 1000 euros/kg. En ese momento hay un descalabro en los precios, que en menos de dos semanas se sitúan alrededor de los 350 euros/kg y generalmente remontan de forma progresiva a medida que va avanzando la campaña.

Si cruzamos los datos de la Tabla 1 con la Figura 3 vemos que los años de mayor producción corresponden a los años de menor valor de mercado, pero la dinámica a lo largo de la campaña tiende a mantenerse.

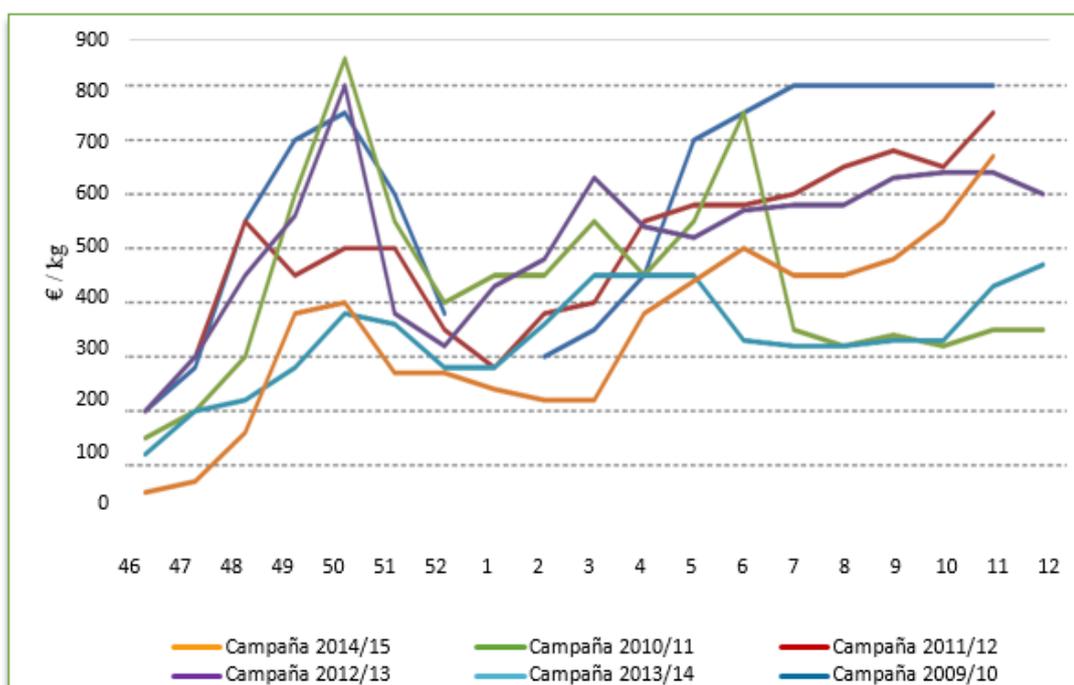


Figura 3. Evolución de precios en el mercado de Richerenches entre las campañas 2009-2010 y 2014-2015) Fuente: Carpentras y Richerenches (France Agrimer), Vic (Lonja), Graus Elaboración propia

Ahora observamos la Figura 4 para comprobar si el patrón de valor del mercado a lo largo de una campaña es el mismo en los mercados españoles y franceses.

Utilizaremos los datos de la campaña 2014/2015. Del mercado francés analizaremos los mercados de Carpentras y Richerenches y del español los mercados de Vic y Graus.

Comprobamos que ambos mercados siguen el mismo patrón, con los mercados franceses ligeramente por encima.

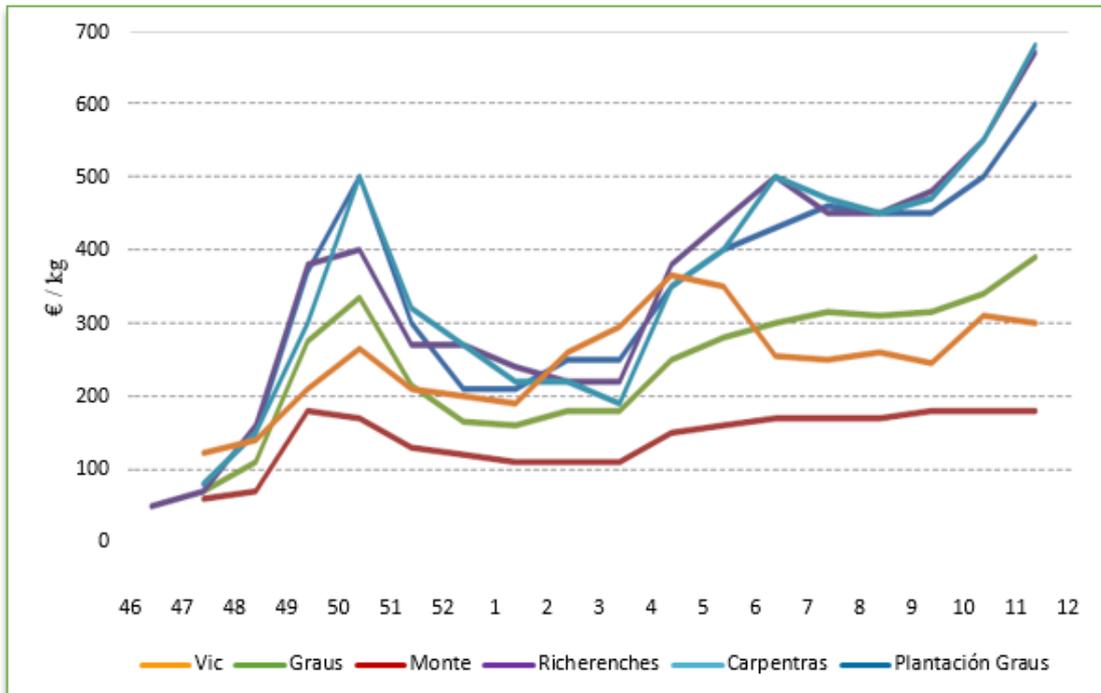


Figura 4. Precios de la trufa *Tuber melanosporum* en Francia y España (€/kg), 2014-2015 Fuente: Carpentras y Richerenches (France Agrimer), Vic (Lonja), Graus. Elaboración propia

Por último, haremos un análisis del precio de mercado mayorista frente al minorista. La Figura 5 muestra la evolución de precios del mercado de Carpentras en la campaña 2011- 2012. A lo largo de la campaña el mercado minorista se sitúa 200 euros más alto que el mayorista, excepto cuando el precio alcanza máximos, en que ambos casi llegan a equilibrarse.

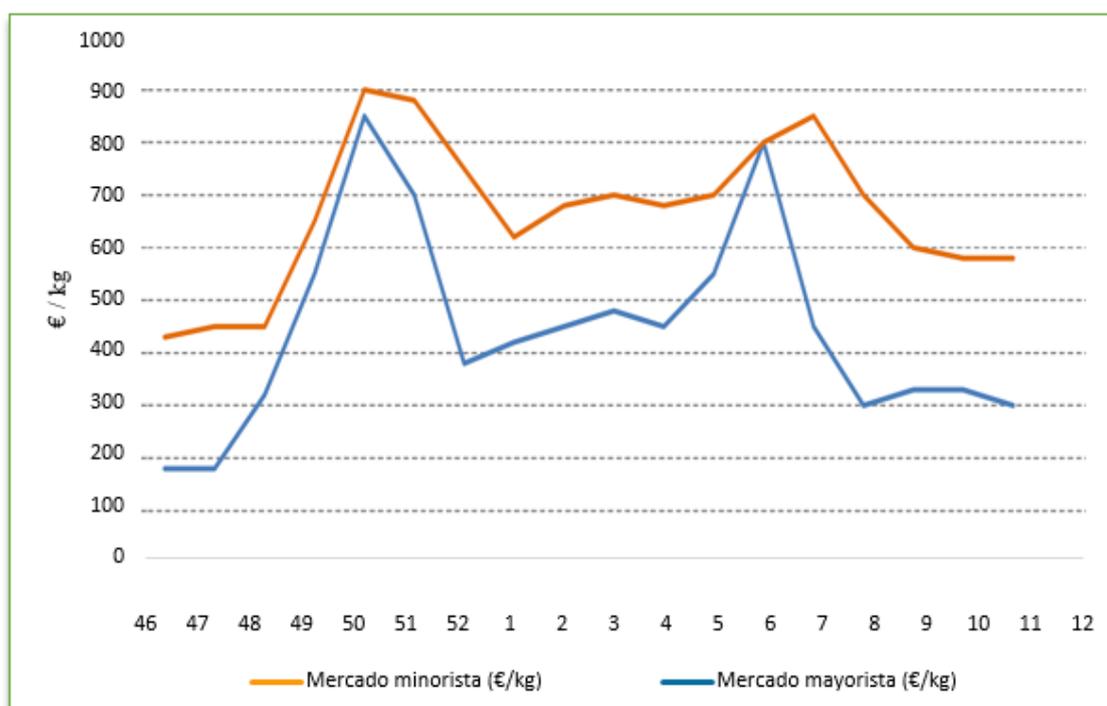


Figura 5. Evolución de precios en los mercados mayorista y minorista de Carpentras, 2011- 2012. Fuente: Carpentras (France Agrimer), Elaboración propia

Para confirmar que el volumen de venta y el precio guardan relación, haremos una ponderación de los mercados franceses de Richerenche y Carpentras en las campañas entre 2009 y 2015. Este estudio se ve reflejado en la Tabla 2 y muestra una relación inversa entre el precio y el volumen de trufa vendida. La Figura 6 lo muestra de una manera más gráfica.

Tabla 2. Precios medios de los mercados de Richerenches y Carpentras ponderado por las cantidades vendidas

Campañas	Richerenches	Carpentras
2009-2010	466,60	453,01
2010-2011	426,80	471,67
2011-2012	477,58	449,54
2012-2013	511,29	528,23
2013-2014	347,30	339,01
2014-2015	324,22	322,74
Media	425,73	402,34

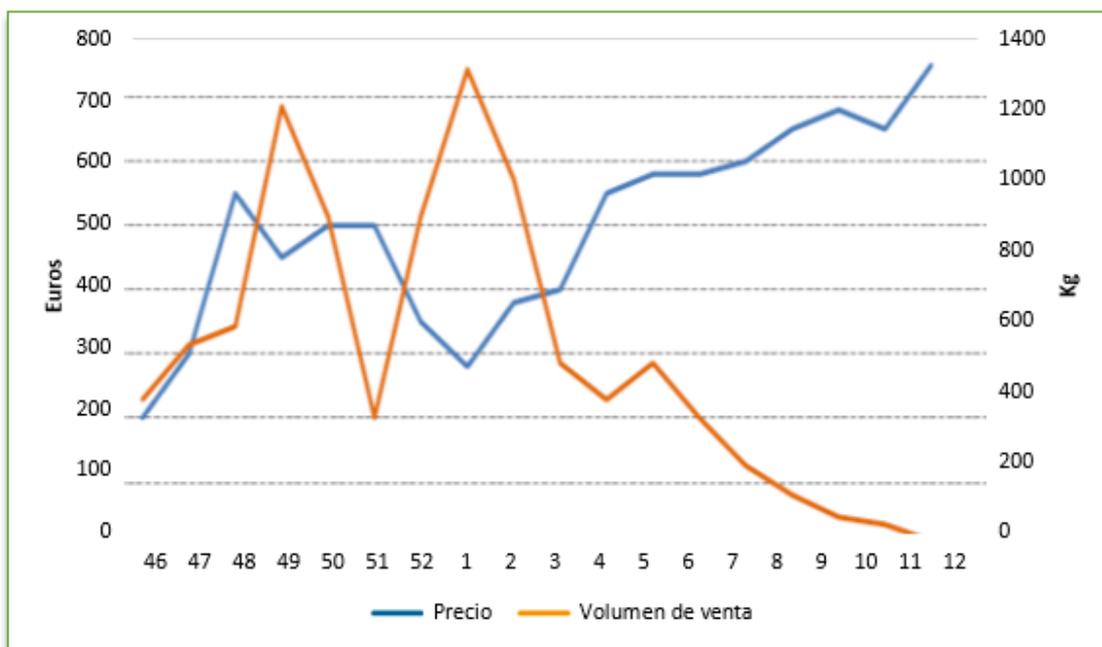


Figura 6. Evolución de precios y cantidades en el mercado de Richerenches, 2010-2011 Fuente: Carpentras y Richerenches (France Agrimer),. Elaboración propia

Concluimos que los mercados franceses venden la trufa ligeramente más cara, entre 400 y 425 €/kg, y que tienen el mismo patrón que los mercados españoles, donde los precios rondan los 370 €/kg. El volumen de venta y el precio tienen una relación inversa, aumentando uno cuando el otro se reduce.

4.2. Estudio de las importaciones y las exportaciones

En los últimos 25 años la producción de trufa en España ha tenido una gran variación, fluctuando entre 5 y 80 toneladas. En los últimos años se ha estabilizado en torno a las 35 toneladas. Esto representa entre un 25 y un 30% de la producción mundial. En esta sección analizaremos el volumen de trufas que España exporta e importa y el valor al que lo hace.

Este estudio facilitado por Grupo Europeo Tuber no diferencia entre los tipos de trufa, por eso será importante comparar el volumen con el precio, así deduciremos la calidad de trufa importada y exportada.

Las Tablas 3 y 4 muestran que el volumen que España importa (Tabla 3) es mayor al que exporta (Tabla 4). Marruecos, China, Francia e Italia son los países que más trufa exportan a España. Hay grandes variaciones entre los diferentes años.

Tabla 3. Volumen de las importaciones de trufa fresca o refrigerada, 2007-2014 (kg) Fuente ICEX (datos de la Dirección General de Aduanas)

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Promedio
Marruecos	15.919	446	28.776	549			8.374	5.922	9.998
China	12.001	15.675	10.047	8.382	11.449	7.635	5.735	3.518	9.305
Italia	16.784	14.572	8.393	1.294	16.367	4.332	8.165	2.797	9.088
Francia	5.036	1.411	1.209	2.123	20.181	740	3.984	13.945	6.079
Lituania					5.300				5.300
Países Bajos		2	6.363	3.922	21.557	9	36	317	4.601
Rumanía					46	723	1.159	12.171	3.525
Bulgaria			4.120		4.103	21	2.276	6.406	3.385
Portugal		75	1.293	811	2.196	1.230	6.677	8.941	3.032
Hungría								1913	1.913
Australia			2				230	44	92
Alemania	2	155	13	8	21	8	72	64	43
Resto	368	195	0	16	480	53	27	0	142
Total	50.110	32.531	60.216	17.105	81.700	14.751	36.735	56.039	43.648

Tabla 4. Volumen de las exportaciones de trufa fresca o refrigerada, 2007-2014 (kg) Fuente ICEX (datos de la Dirección General de Aduanas)

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Promedio
Francia	17.113	19.090	17.823	17.636	44.603	16.071	41.817	20.936	24.386
Portugal	12.902	12	3.720	4.050	1.026	708	679	502	2.950
Italia	2.021	7.258	3.144	367	1.920	1.723	1.043	2.565	2.505
Estados Unidos	161	649	782	1.023	1.664	864	3.585	1.505	1.279
Alemania	84				2.466	78	341	425	679
Bulgaria	120						458		289
Australia						65	69	140	91
Reino Unido	25	10			42		133	218	86
E. Árabes				1				139	70
Andorra	155	3	3	110	42	16	12	52	49

Países Bajos	1					59	29		30
Suiza		34				5		25	21
Resto	42	37	2	10	6	17	29	50	24
Total	32.624	27.093	25.474	23.197	51.769	19.547	48.225	26.587	31.814

Las Tablas 5 y 6 hacen referencia, respectivamente, a las importaciones y exportaciones en miles de euros. Se puede ver que España exporta mucho más caro de lo que importa. El principal país de exportación es Francia, y le siguen, con una gran diferencia, Portugal, Italia y Estados Unidos.

Tabla 5. Valor de las importaciones de trufa fresca o refrigerada, 2007-2014 (miles €) Fuente ICEX (datos de la Dirección General de Aduanas)

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Promedio
Marruecos	44	4	90	6			146	37	54
China	162	220	157	232	454	344	278	194	255
Italia	192	118	152	118	266	61	636	325	234
Francia	148	52	65	50	243	14	118	240	116
Lituania					48				48
Países Bajos			134	66	240	3	2	1	64
Rumanía					5	86	86	265	111
Bulgaria			83		47	2	153	662	189
Portugal		1	20	10	27	6	60	44	24
Hungría								73	73
Australia							82	14	32
Alemania		3		2	1	2	6	10	3
Resto	55	5		2	37		26		25
Total	601	403	701	486	1.368	518	1.594	1.864	942

Tabla 6. Valor de las exportaciones de trufa fresca o refrigerada, 2007-2014 (miles €) Fuente ICEX (datos de la Dirección General de Aduanas)

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	promedio
Francia	5.116	5.058	3.730	3.718	4.297	3.871	4.132	4.839	4.345
Portugal	27	1	7	9	5	11	12	8	10
Italia	552	1.339	868	125	592	577	181	523	595
Estados Unidos	64	224	252	430	491	640	633	794	441
Alemania	6				181	57	163	211	124
Bulgaria	74						394		234
Australia						23	7	14	15
Reino Unido	2	8			37		44	80	34
E. Árabes				1				19	10
Andorra	22	3	2	4	5	2	2	7	6
Países Bajos	1						18	15	11
Suiza		24				5		11	13
Resto	15	17	2	10	3	10	22	20	12
Total	5.879	6.674	4.861	4.297	5.611	5.196	5.608	6.540	5.583

Concluimos que la calidad de exportación es mucho mayor que la de importación. Este es el motivo por el cual la importación, a pesar de tener un volumen mayor, tiene un precio tan bajo respecto al de las exportaciones, generando un balance comercial es muy positivo.

Tabla 7. Promedio por año de importaciones y exportaciones en volumen y miles de euros (2007-2014)

	Importaciones	Exportaciones
Promedio en kg	43.648	31.814
Promedio en miles de €	942	5.583

4.3. Evaluación por comunidad autónoma

La Tabla 8 muestra la evolución del número de hectáreas dedicadas al cultivo de trufa por comunidad autónoma. En ella observamos que, con el paso de los años, este número aumenta en todas. La comunidad en la que este cultivo tiene mayor peso es Aragón, en torno al 60%; después Valencia y Castilla y León en torno al 10-15 %, y cabe mencionar que en Soria se encuentra la plantación de trufas Arotz, que con 600 ha es la explotación más grande del mundo. El resto de las comunidades no tiene una gran superficie dedicada a este cultivo.

Se prevé que el aumento del número de hectáreas dedicadas al cultivo de trufa continúe, dado que la oferta es menor que la demanda. Las nuevas plantaciones tienden a estar equipadas con sistemas de riego.

Tabla 8. Evolución del número de hectáreas por comunidad autónoma.

Comunidad Autónoma	2006		2010		2017	
	ha	%	ha	%	ha	%
Aragón	3.800	62,8	5.900	63,4	7500	63,4
Castilla-La Mancha	100	1,7	170	1,8	200	1,6
Castilla-León	900	14,9	1.400	15,1	1650	13,9
Comunidad Valenciana	750	12,4	900	9,7	1200	10,1
La Rioja	30	0,5	50	0,5	90	0,8
Navarra	200	3,3	300	3,2	450	3,8
País Vasco	100	1,7	180	1,9	220	1,9
Cataluña	145	2,4	350	3,8	520	4,4
Total	6.055	100,0	9.300	100,0	11.830	100,0

5. Futuro de la trufa en España y precio esperado

Respecto de la producción de trufa que se espera en España, distinguiremos entre la trufa silvestre y las plantaciones de trufa. El futuro de la trufa silvestre no es muy prometedor. El descenso en su producción se debe a que las precipitaciones son cada vez más escasas y peor repartidas, a las repoblaciones con otras especies que no son trufas y al abandono de las zonas de pastoreo, lo cual al hacer que el monte sea más

denso perjudica a la trufa. Contribuye también la explosión demográfica del jabalí que, aun siendo un dispersador, deja al aire las raíces y se come trufas inmaduras, ocasionando muchísimo daño. En la Figura 7 podemos ver dónde la trufa crece de forma natural en nuestros montes.



Figura 7. Mapa de zonas en que la trufa crece de forma natural en España

Las plantaciones truferas, en cambio, han ido multiplicándose con el paso de los años. A día de hoy, su superficie supera las 10.000 hectáreas, con el 75% en Aragón. Esto es algo positivo porque puede ayudar a frenar el éxodo rural e impulsar los viveros y el turismo rural, actuando como un motor económico al alza.

Los grandes competidores no son los países vecinos productores de trufa negra, como Francia e Italia, sino países que producen otra trufas de menor calidad (*Tuber himalyensis*, *T. indicum*, *T. pseudoexcavatum* y *T. pseudoexcavatum*), como China. Por este motivo es preciso desarrollar la comprensión del consumidor sobre las diferencias en la calidad de las distintas trufas, para así promocionar la trufa negra.

Las administraciones van adquiriendo conciencia de que este tipo de actividad fomenta el medio rural y genera puestos de trabajo en zonas despobladas, y por eso ofrecen numerosas subvenciones. Esto, sumado al potencial del país, augura un futuro prometedor.

Es difícil estimar el precio de venta en un mercado tan opaco como el de la trufa negra. En el año 2015 el mercado se situaba en torno a los 370 €/kg. Los estudios estimaron un crecimiento del 4% anual en los años siguientes, en base a lo cual el precio actual se estima en 432 €/kg.

Los precios se pueden dividir en los siguientes grupos:

- Precio que se paga al productor: 350-450 €/kg.
- Precio que se paga en los mercados/lonjas semanales españolas: 400-500 €/kg.
- Precio que se paga en los mercados franceses: 450-550 €/kg.
- Precio de compra para el consumidor (ferias, tiendas, etc.): 600-800 €/kg.

6. Organización y comercialización

6.1. Organización del mercado

La organización del sector es bastante débil; aunque existen algunas asociaciones provinciales (en Burgos, Atrubur), generalmente están muy localizadas. Fomentar una mayor organización ayudaría a estabilizar los precios y puede también motivar el cuidado de los montes. Esto último produciría una serie de ventajas como la protección contra incendios, una mejora en la defensa de los árboles contra las plagas y la erosión, el uso recreativo y el fomento del turismo, los cuales a su vez pueden ayudar a las áreas despobladas.

Hay más lugares en Aragón donde la trufa es protagonista: Sarrión celebra la Feria Internacional de la Trufa todos los meses de diciembre. Graus, otra gran zona trufera, organiza los fines de semana de diciembre a marzo un mercado de la trufa en fresco. En Zaragoza, la asociación Truzarfa agrupa a truficultores de la zona del Moncayo.

6.2. Comercialización

Es importante saber comercializar la trufa. Como ya hemos visto, hay muchos mercados donde podemos vender nuestras trufas. El más importante es el nacional, seguido por Francia y otros mercados potenciales como Estados Unidos, India, Japón, China, etc. La distinción de la calidad repercutirá directamente en el precio. Puesto que hacer una estimación es muy difícil por la opacidad actual del sector, es preciso motivar la transparencia.

Cuando hablamos de la comercialización de la trufa negra, la calidad del producto es fundamental. Si llevamos un buen control técnico de nuestra producción podremos lograr porcentajes de alrededor del 85% de trufa de alta calidad. El hecho de que la demanda de trufa es mayor a su oferta, junto con la gran caída de las trufas silvestres, que no está compensada con las cultivadas, conforma un seguro para dar salida al producto.

Para vender nuestro producto podemos acudir a empresas especializadas en el sector de hongos y conservas o a las lonjas. En principio las lonjas pueden ser algo complicadas para un vendedor novel. A continuación detallamos su funcionamiento.

En el fin de semana se reúnen representantes de las empresas y productores y discuten el precio. El precio varía por día y lonja, por muy cerca que se encuentren las lonjas. Las trufas se suelen clasificar en dos categorías: en la primera se incluyen aquellos ejemplares en perfecto estado, en la segunda aquellos con pequeños defectos y también las trufas del género *Tuber brumale*. Las trufas deben lavarse lo justo pero no más de media hora. Aquellas que no se hayan conservado bien deben ser retiradas de los lotes. Las ventas se realizarán al por menor o por lotes (mínimo 1 kg). El producto debe estar bien etiquetado para dar responsabilidad al vendedor. En general es fácil vender la producción, casi en el 100% de los casos se consigue comercializar su totalidad. La dificultad no está en vender las trufas, ya que la demanda es mucho mayor que la oferta.

7. Estimación de la producción en nuestra finca

Es difícil evaluar la productividad por la opacidad que suele rodear al sector trufero. En la última década se aprecia una considerable apertura y transparencia en la información, especialmente desde las plantaciones artificiales que han comenzado a producir con cierta regularidad.

En las truferas artificiales con marcos de plantación de 300 pies/ha se producen de 30 a 60 kg/ha hacia el año 15. No obstante, se conocen producciones de 100 y hasta 180 kg/ha por año en algunos casos. En las truferas naturales la producción es bastante menor, entre 3 y 30 kg/ha al año.

Nuestra plantación probablemente iniciará su producción de trufas a los 7 años del momento de plantación, con un porcentaje de árboles productores de trufa muy bajo. En cuanto a la encina, la producción máxima a esperar, como explicaremos más tarde, es de 37,1 kg/ha por año, con entrada en producción en el año 8, plena producción al año 18 y declive a partir del año 51, año en que levantaremos la plantación.

Tabla 9. Resumen de la producción de trufas por año en la parcela

<i>Años de producción</i>	<i>Gramos por encina productora</i>	<i>Encina productora por hectárea</i>	<i>Kg por hectárea</i>	<i>Encinas productoras en la finca</i>	<i>Kg producidos en la finca</i>
7	42,12	83	4	430	18,11
8	59,38	83	5,7	430	25,53
9	111,34	83	10,8	430	47,88
10	148,45	83	14,4	430	63,83
11	185,57	83	18	430	79,80
12	235,05	83	22,8	430	101,07
13	259,79	83	25,2	430	111,71
14	296,91	83	28,8	430	127,67
15	334,02	83	32,4	430	143,63
16	358,76	83	34,8	430	154,27
17	362,23	83	35,1	430	155,76
18-51	371,12	83	35,9	430	159,58

8. Conclusiones

El mercado de la trufa está en alza, la oferta se sitúa por debajo de la demanda y hay una gran facilidad para vender la totalidad de la producción. Las administraciones locales muestran apoyo a este tipo de explotaciones otorgando subvenciones. Además, la investigación y los sistemas de riego permiten que la producción sea menos variable. Por todos estos factores, la previsión a medio y largo plazo es buena. El precio estimado de la trufa se sitúa en 432 €/kg.

Bibliografía

Albisu, L.M., Herrando, E., Meza, L. y Barriuso, J. (2016). La trufa negra en España: organización de sus mercados. Repositorio del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10532/3567> el 27 de mayo del 2019.

France Agrimer (2019). Recuperado de <https://rnm.franceagrimer.fr/prix?TRUFFE> el 22 de mayo de 2019.

Índice de figuras

Figura 1. Producción de trufas de invierno (T. melanosporum y T. brumale) por país	7
Figura 2. Porcentaje de producción de trufas de invierno (T. melanosporum y T. brumale) respecto a la UE, por país	7
Figura 3. Evolución de precios en el mercado de Richerenches entre las campañas 2009-2010 y 2014-2015)	8
Figura 4. Precios de la trufa Tuber melanosporum en Francia y España (€/kg), 2014-2015.....	9
Figura 5. Evolución de precios en los mercados mayorista y minorista de Carpentras, 2011- 2012.....	10
Figura 6. Evolución de precios y cantidades en el mercado de Richerenches, 2010-2011	11
Figura 7. Mapa de zonas en que la trufa crece de forma natural en España	16

Índice de tablas

Tabla 1. Producción europea de trufa de invierno (T. melanosporum y T. brumale)	5
Tabla 2. Precios medios de los mercados de Richerenches y Carpentras ponderado por las cantidades vendidas	10
Tabla 3. Volumen de las importaciones de trufa fresca o refrigerada, 2007-2014 (kg)	12
Tabla 4. Volumen de las exportaciones de trufa fresca o refrigerada, 2007-2014 (kg)	12
Tabla 5. Valor de las importaciones de trufa fresca o refrigerada, 2007-2014 (miles €).....	13
Tabla 6. Valor de las exportaciones de trufa fresca o refrigerada, 2007-2014 (miles €).....	14
Tabla 7. Promedio por año de importaciones y exportaciones en volumen y miles de euros (2007-2014).....	14
Tabla 8. Evolución del número de hectáreas por comunidad autónoma.....	15
Tabla 9. Resumen de la producción de trufas por año en la parcela	19

**ANEJO XIII:
ESTUDIO
ECONÓMICO**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Vida útil del proyecto.....	2
3. Costes.....	3
3.1. Costes de inversión	3
3.2. Costes anuales.....	3
3.2.1. Costes de reposición y mantenimiento de los equipos.....	3
3.2.2. Costes de explotación	4
3.2.3. Costes indirectos.....	7
3.3. Costes totales	8
4. Ingresos.....	9
4.1. Ingresos derivados de la venta de trufas	10
4.2. Otros ingresos	10
4.2.1. Subvención.....	10
4.2.2. Venta de la madera	12
4.3. Ingresos totales	12
5. Flujos de caja	13
6. Cálculo del valor actual neto (VAN).....	15
7. Tasa interna de retorno (TIR).....	16
8. Plazo de recuperación de la inversión (PAY-BACK)	16
9. Plazo de recuperación de la inversión descontado (PAY- BACK descontado)	17
10. Conclusión	18
Índice de tablas	19

1. Introducción

La finalidad de este anejo es conocer la viabilidad del proyecto desde el punto de vista económico. Para ello es necesario conocer tres aspectos principales:

- La vida del proyecto: es el número de años durante los cuales la inversión está funcionando y generando rendimientos positivos, de acuerdo con las previsiones realizadas por el inversor.
- El pago de la inversión: es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto llegue a funcionar al completo tal y como ha sido concebido.
- Los flujos de caja: es la diferencia entre los cobros y los pagos. Este sistema se utiliza para calcular la rentabilidad económica del proyecto.

Una vez realizado el estudio económico, sabremos cuál es la rentabilidad del proyecto y se podrá tomar la decisión de ejecutar la inversión con garantía.

2. Vida útil del proyecto

La plantación tiene una vida útil de 51 años y pasará por las siguientes fases:

- Fase improductiva: Comprende desde la instalación de la plantación hasta la primera recolección. En un desarrollo normal se estima que el primer año de recolección es el séptimo.
- Entrada en producción: Comienza en el año de la primera recolección. Durante los 9 a 11 años posteriores la producción aumenta su volumen hasta alcanzar su máximo.
- Producción plena: El volumen de producción alcanza su máximo entre los años 16 y 18.
- Producción decreciente: Esta fase se alcanza alrededor del año 51, en ella el volumen de producción decae considerablemente, Dependiendo del descenso de producción se valorará mantener la explotación algunos años más o levantarla y vender la madera para generar un ingreso extra.

3. Costes

3.1. Costes de inversión

El coste de inversión corresponde a los gastos generados en la implantación de la explotación. Está reflejado en el documento nº 4, Mediciones y presupuesto. La cuantía de los costes de inversión asciende 127.799,11 euros, que podemos desglosar en las siguientes partes:

- El presupuesto de ejecución material es de 86.975,20 €.
- El beneficio industrial del 6% del presupuesto de ejecución material es de 5.218,51 €.
- Los gastos generales de 13 % del presupuesto de ejecución material son de 11.306,77 €.
- Los gastos de seguridad y salud ascienden a 2.118,62 €.

3.2. Costes anuales

3.2.1. Costes de reposición y mantenimiento de los equipos

La maquinaria con la que se van a realizar las diferentes labores va a ser alquilada, a excepción del tractor; los costes de reposición y mantenimiento de equipos serán la reposición de las marras en el año uno, el sistema de riego y la adquisición de perros truferos.

3.2.1.1. Reposición de las marras

Estimamos que un 2% de las encinas micorrizadas no tendrán un desarrollo adecuado y se procederá a su sustitución.

Sustitución de 29 marras (6,10€/Ud.)

Rendimiento = 0,067 h/Ud.

Horas necesarias para su sustitución = 29 x 0,067 h/Ud. = 1,94 horas/año.

Sabiendo que se necesitan un capataz y un peón y que cobran 12 €/h y 9,70 €/h respectivamente, el coste total por horas asciende a 21,70 €/h.

Coste total por la sustitución de marras = 21,70 €/h x 1,94 h = 42,10 €/año.

42,10 €/año + (29 x 6,10) = 219,00 €/año de sustitución de marras y coste de las encinas.

3.2.1.2. Sistema de riego

Debido al desgaste de sus diferentes componentes, el sistema de riego tiene una vida útil de 26 años. En ese momento lo sustituiremos por uno de prestaciones similares.

El coste de esta renovación asciende a 50.860,42 €. El mantenimiento del riego se estima en un 1% de su valor, lo que supone 508,60 €/año.

3.2.1.3. Perros truferos

La compra de los perros se efectuará el cuarto año. Su coste será de 300 € por perro, 600 € en total. El adiestramiento y mantenimiento correrá a cargo del dueño. La sustitución se efectuará cada 10 años, por lo que los años de compra serán el 4, el 14, el 24 y el 44.

3.2.1.4. Reposición del tractor

Las labores se realizarán con el tractor del promotor. No tendremos que efectuar la reposición del tractor, ya que apenas cuenta con 1000 horas de trabajo y un tractor tiene una vida útil de 12.000 horas, que no llegarán a completarse.

3.2.2. Costes de explotación

3.2.2.1. Costes de las labores de mantenimiento

- *Labor de primavera/otoño:*

Rendimiento = 0,52 h/ha.

Como tenemos 6,53 ha. Horas necesarias = 6,53 ha x 0,52 h/ha = 3,40 horas/cada labor y año.

Mantenimiento de tractor y combustible = 8,20 €/h

Cultivador de 4 metros = 7,32 €/h

Tractorista = 11,20 €/h

Total = 26,72 €/h

Coste total = 26,72 €/h x 3,40 h = 90,73 €/labor complementaria, realizaremos dos al año, por lo que el precio final será **181,46 €/año** en las labores de primavera y verano.

- *Escardas:*

Rendimiento = 0,006 h/Ud.

Como tenemos 1.412 plantas. Horas necesarias = 1.412 Ud x 0,006 h/Ud. = 8,47 horas/año.

Capataz = 12 €/h

5 Peones = 48,5 €/h

Total = 60,50 €/año

Coste total = 60,50 €/h x 8,47 h = **512,91 €/año** en escardas.

- *Riego 1º año:*

Rendimiento = 0,005 h/Ud.

Como tenemos 1.412 plantas. Horas necesarias = 1.412 Ud x 0,005 h/Ud. = 7,06 horas/año.

Mantenimiento de tractor y combustible = 8,20 €/h

Cisterna de 5000 l para acoplar al tractor = 11,00 €/h.

Tractorista = 11,20 €/h

Peón = 9,70 €/h

Total = 40,10 €/h

Coste total = 40,10 €/h x 7,06 h = 283,11 € en un riego con cisterna, realizaremos dos al año, por lo que el precio final será **566,22 €/año**.

- *Poda:*

Rendimiento = 0,006 h/Ud.

Como tenemos 1.412 plantas. Horas necesarias = 1.412 plantas x 0,006 h/planta = 8,47 horas/año.

Capataz = 12 €/h

4 peones = 38,8 €/h

Total = 50,8 €/h.

Coste total = 50,8 €/h x 8,47 h = **430,37 €/año** en la poda.

- *Riego por microaspersión:*

El capataz irá por la tarde a la parcela a comprobar el nivel hídrico del suelo y encenderá el riego con la puesta del sol. Por la mañana acudirá a apagar el riego una vez se haya cumplido las 11,28 horas que dura cada turno. Este trabajo ocupará un total de 6 horas al capataz.

6 horas/jornadas 12 jornadas/mes = 72 horas/mes de riego x 4 meses 0,7 (corrección a meses normales) = 201,6 h/año.

Capataz = 12 €/h

Gasoil = 4 €/h

Total = 16 €/h.

Coste total = 16 €/h x 201,6 h x = **3.225,6 €/año** en el riego por aspersión.

3.2.2.2. Costes de la recolección

Dado que el propietario participará en la recolección necesitaremos un peón.

1 peones = 9,10 €/h

Total = 9,10 €/h.

Coste/año dependerá de la cantidad recolectada, ya que el rendimiento es de 2,5 Kg/hora. Por lo tanto el coste de recolección por kilo será de 9,10 €/h/2,5 Kg/h = **3,64 €/Kg**.

3.2.2.3. Costes totales de la explotación

Los gastos totales de la explotación quedan reflejados en la Tabla 1, donde se utilizan las siguientes abreviaturas:

Labores C. = Labores complementarias

Riego C. = Riego con cisterna

Riego M. = Riego con microaspersores

Tabla 1: Gastos totales de explotación, expresados en euros.

Años	Labores C.	Escardas	Poda	Riego C.	Riego M.	Recolección	Total
1	181,46			566,22			747,68
2	181,46	512,91		566,22			1.260,59
3	181,46		430,37		3.225,60		3.837,43
4	181,46		430,37		3.225,60		3.837,43
5	181,46		430,37		3.225,60		3.837,43
6	181,46		430,37		3.225,60		3.837,43
7	181,46		430,37		3.225,60	65,92	3.903,35
8	181,46		430,37		3.225,60	106,98	3.944,41
9	181,46		430,37		3.225,60	200,60	4.038,03
10	181,46		430,37		3.225,60	267,47	4.104,90
11	181,46		430,37		3.225,60	334,37	4.171,80
12	181,46				3.225,60	423,51	3.830,57
13	181,46		430,37		3.225,60	468,10	4.305,53
14	181,46				3.225,60	534,97	3.942,03
15	181,46		430,37		3.225,60	601,84	4.439,27
16	181,46				3.225,60	646,43	4.053,49
17	181,46		430,37		3.225,60	652,65	4.490,08
18	181,46				3.225,60	668,67	4.075,73
19	181,46		430,37		3.225,60	668,67	4.506,10
20	181,46				3.225,60	668,67	4.075,73
21	181,46		430,37		3.225,60	668,67	4.506,10

22	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
23	181,46	430,37	3.225,60	668,67	4.506,10
24	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
25	181,46	430,37	3.225,60	668,67	4.506,10
26-28	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
29	181,46	430,37	3.225,60	668,67	4.506,10
30-32	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
33	181,46	430,37	3.225,60	668,67	4.506,10
34-36	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
37	181,46	430,37	3.225,60	668,67	4.506,10
38-40	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
41	181,46	430,37	3.225,60	668,67	4.506,10
42-44	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
45	181,46	430,37	3.225,60	668,67	4.506,10
46-48	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
49	181,46	430,37	3.225,60	668,67	4.506,10
50	181,46		3.225,60	668,67	4.075,73
51				668,67	668,67

3.2.3. Costes indirectos

Los gastos indirectos hacen referencia a pagos de contribución, impuestos y contratación de seguros.

Dado que los seguros cubren contra agentes climatológicos y que, como la trufa se desarrolla en el interior de la tierra, el riesgo es mínimo, no se contratará un seguro.

Los gastos de contribución son: $5,15 \text{ €/ha} \times 6,53 \text{ ha} = 33,63 \text{ €/año}$.

3.3. Costes totales

El resumen de los gastos totales queda reflejado en la Tabla 2, en la que los años consecutivos en los que los gastos son los mismos están agrupados mediante un guion.

Tabla 2: Resumen total de los gastos totales, expresados en euros

Años	Coste de inversión	Coste total de mantenimiento	Costes de explotación	Costes indirectos	Costes totales
0	127.799,11	0,00	0,00	0,00	127.799,11
1		219,00	747,68	33,63	1.000,31
2		0,00	1.260,59	33,63	1.294,22
3		508,60	3.837,43	33,63	4.379,66
4		1.108,60	3.837,43	33,63	4.979,66
5		508,60	3.837,43	33,63	4.379,66
6		508,60	3.837,43	33,63	4.379,66
7		508,60	3.903,35	33,63	4.445,58
8		508,60	3.944,41	33,63	4.486,64
9		508,60	4.038,03	33,63	4.580,26
10		508,60	4.104,90	33,63	4.647,13
11		508,60	4.171,80	33,63	4.714,03
12		508,60	3.830,57	33,63	4.372,80
13		508,60	4.305,53	33,63	4.847,76
14		1.108,60	3.942,03	33,63	5.084,26
15		508,60	4.439,27	33,63	4.981,50
16		508,60	4.053,49	33,63	4.595,72
17		508,60	4.490,08	33,63	5.032,31
18		508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
19		508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
20		508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
21		508,60	4.506,10	33,63	5.048,33

22	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
23	508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
24	1.108,60	4.075,73	33,63	5.217,96
25	508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
26	50.860,42	4.075,73	33,63	54.969,78
27-28	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
29	508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
30-32	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
33	508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
34	1.108,60	4.075,73	33,63	5.217,96
35-36	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
37	508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
38-40	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
41	508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
42-43	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
44	1.108,60	4.075,73	33,63	5.217,96
45	508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
46	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
47	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
48	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
49	508,60	4.506,10	33,63	5.048,33
50	508,60	4.075,73	33,63	4.617,96
51	0,00	668,67	33,63	702,30
Total	77.983,62	202.052,85	1.715,13	283.387,22

4. Ingresos

El ingreso principal de la explotación será la venta de trufas. Para sacar un beneficio extra venderemos la madera al final de la plantación y solicitaremos una subvención a la administración pública.

4.1. Ingresos derivados de la venta de trufas

El ingreso por la venta de trufa se producirá a partir del séptimo año y terminará con el levantamiento de la plantación. En el anejo XII Estudio del mercado se calculó la producción de trufas por año y su valor de mercado, que es de 432 €/kg. Con estos datos calculamos los ingresos ordinarios que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Ingresos ordinarios por año

Años	Producción de trufa (kg)	Precio de venta	Ingresos ordinarios
7	18,11	432 €/kg	7.824,21 €
8	25,53	432 €/kg	11.030,43 €
9	47,88	432 €/kg	20.682,52 €
10	63,83	432 €/kg	27.576,07 €
11	79,80	432 €/kg	34.471,48 €
12	101,07	432 €/kg	43.662,89 €
13	111,71	432 €/kg	48.258,59 €
14	127,67	432 €/kg	55.154,00 €
15	143,63	432 €/kg	62.047,56 €
16	154,27	432 €/kg	66.643,26 €
17	155,76	432 €/kg	67.287,84 €
18	159,58	432 €/kg	68.939,25 €
19	159,58	432 €/kg	68.939,25 €
20	159,58	432 €/kg	68.939,25 €
21 - 51	159,58	432 €/kg	68.939,25 €

4.2. Otros ingresos

4.2.1. Subvención

Para mejorar el rendimiento se solicitará una subvención a Fomento. El marco de la subvención está recogida en Orden FYM/147/2018 BocyI nº 76, con el nombre de

PLANTACIONES de ESPECIES con PRODUCCIONES FORESTALES de ALTO VALOR, cofinanciadas por el FEADER en el marco del PDR de Castilla y León. Los beneficiarios son personas físicas o personas jurídicas, agrupaciones, comunidades de bienes, Ayuntamientos y Juntas Vecinales.

Los requisitos de la ayuda se resumen a continuación:

- Subvencionables las frondosas productoras de madera de alta calidad (concretamente nogal, cerezo, fresno y serbal), **las plantaciones truferas**, las de pino piñonero y las de castaño para castaña y madera.
- Se subvenciona (ver límites en los anexos de la publicación) hasta un 40% de los costes de elaboración de memorias técnicas, preparación del terreno, adquisición de planta, y labor de plantación en sí, así como de obras complementarias (cerramientos y protectores) que no excedan del 50% del valor de los costes anteriores.
- Superficie mínima 1 ha y máximo de 25 ha.
- Se admiten terrenos codificados en SIGPAC como TA, PA, PR, PS, TH, IM y FO, siempre que se encuentren dentro de las zonas identificadas en los mapas de potencialidad termopluviométrica o el cuaderno de zona para la especie que se trate, que estén dentro de un mismo término municipal o por lo menos de dos términos limítrofes, y que NO sean MUP, ni tengan arbolado viable de más de 2 años o con FCC mayor del 10%, ni la mayoría de los que están en zonas ZEPA, ni los que están a más de 1.800 m de altitud.
- Además hay que excluir las partes de las fincas afectadas por el paso de líneas eléctricas, y otras disposiciones detalladas en la convocatoria.
- Los terrenos cuando se planten pasarán a ser de uso FO-Forestal de acuerdo a SIGPAC y considerados repoblaciones forestales.
- En las truferas se exigirá que las plantas tengan certificación de viabilidad de micorrizas según el método de análisis de Fisher y Colinas. También puntúa que el solicitante sea miembro de una de las Asociaciones Forestales de Castilla y León, así como otros aspectos a consultar.
- A las solicitudes que resulten preseleccionadas, se les exigirá una memoria técnica de plantación y un análisis de suelo que verifiquen la idoneidad de los terrenos para el objetivo previsto.

Hemos comprobado que cumplimos todos los requisitos. Los ingresos que obtendremos por la subvención serán el 40% de los gastos de la elaboración de memoria técnica, preparación del terreno, adquisición de las plantas y labores de la plantación:

$$11.366,87 \text{ €} + 5.218,51 \text{ €} = 16585,38 \text{ €}$$

$$40\% \text{ de } 16585,38 \text{ €} = 6636,15 \text{ €}.$$

4.2.2. Venta de la madera

Cuando la explotación haya cumplido su ciclo de vida, se procederá a levantarla y, con la venta de la madera, obtendremos un ingreso extra. En 50 años, el crecimiento medio anual de la encina se estima en 3,70 kg de madera y su precio de mercado es 0,12 €/kg.

$0,12 \text{ €/Kg} \times 3,70 \text{ kg/encina} \times 1.412 \text{ encinas} \times 50 \text{ años} = 31346,4 \text{ €}$ ingreso por venta de madera.

4.3. Ingresos totales

Tabla 4: Resumen de los ingresos, expresados en euros

Año	Ingresos ordinarios	Subvención	Venta de madera	Ingresos totales
0				0,00
1		6636,15		6636,15
2				0,00
3				0,00
4				0,00
5				0,00
6				0,00
7	7.824,21			7.824,21
8	11.030,43			11.030,43
9	20.682,52			20.682,52
10	27.576,07			27.576,07
11	34.471,48			34.471,48
12	43.662,89			43.662,89
13	48.258,59			48.258,59
14	55.154,00			55.154,00
15	62.047,56			62.047,56

16	66.643,26		66.643,26
17	67.287,84		67.287,84
18-50	68.939,25		68.939,25
51	68.939,25	31.346,40	100.285,65
		Total:	2.826.555,94

5. Flujos de caja

Tabla 5: Flujos de caja de la explotación, expresados en euros

Año	Gastos totales	Ingresos totales	Flujo de caja
0	127.799,11	0,00	-127.799,11
1	1.000,31	6.636,15	5.635,84
2	1.294,22	0,00	-1.294,22
3	4.379,66	0,00	-4.379,66
4	4.979,66	0,00	-4.979,66
5	4.379,66	0,00	-4.379,66
6	4.379,66	0,00	-4.379,66
7	4.445,58	7.824,21	3.378,63
8	4.486,64	11.030,43	6.543,79
9	4.580,26	20.682,52	16.102,26
10	4.647,13	27.576,07	22.928,94
11	4.714,03	34.471,48	29.757,45
12	4.372,80	43.662,89	39.290,08
13	4.847,76	48.258,59	43.410,83
14	5.084,26	55.154,00	50.069,74
15	4.981,50	62.047,56	57.066,06

16	4.595,72	66.643,26	62.047,54
17	5.032,31	67.287,84	62.255,53
18	4.617,96	68.939,25	64.321,29
19	5.048,33	68.939,25	63.890,92
20	4.617,96	68.939,25	64.321,29
21	5.048,33	68.939,25	63.890,92
22	4.617,96	68.939,25	64.321,29
23	5.048,33	68.939,25	63.890,92
24	5.217,96	68.939,25	63.721,29
25	5.048,33	68.939,25	63.890,92
26	54.969,78	68.939,25	13.969,47
27	4.617,96	68.939,25	64.321,29
28	4.617,96	68.939,25	64.321,29
29	5.048,33	68.939,25	63.890,92
30	4.617,96	68.939,25	64.321,29
31	4.617,96	68.939,25	64.321,29
32	4.617,96	68.939,25	64.321,29
33	5.048,33	68.939,25	63.890,92
34	5.217,96	68.939,25	63.721,29
35	4.617,96	68.939,25	64.321,29
36	4.617,96	68.939,25	64.321,29
37	5.048,33	68.939,25	63.890,92
38	4.617,96	68.939,25	64.321,29
39	4.617,96	68.939,25	64.321,29
40	4.617,96	68.939,25	64.321,29
41	5.048,33	68.939,25	63.890,92
42	4.617,96	68.939,25	64.321,29
43	4.617,96	68.939,25	64.321,29

44	5.217,96	68.939,25	63.721,29
45	5.048,33	68.939,25	63.890,92
46	4.617,96	68.939,25	64.321,29
47	4.617,96	68.939,25	64.321,29
48	4.617,96	68.939,25	64.321,29
49	5.048,33	68.939,25	63.890,92
50	4.617,96	68.939,25	64.321,29
51	702,30	100.285,65	99.583,35
Total	281.751,60	3.256.784,58	2.975.032,98

6. Cálculo del valor actual neto (VAN)

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. Para el cálculo del VAN utilizaremos la fórmula siguiente:

$$VAN = -I_0 \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + K)^t}$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial (t = 0)

n es el número de periodos de tiempo

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión.

Aplicando la fórmula del VAN obtenemos los siguientes resultados dependiendo del tipo de interés:

Tipo de interés	1%	2%	3%	4%	5%
VAN	1.741.111,34 €	1.266.619,48 €	929.536,07 €	686.313,24 €	508.110,30 €

El resultado obtenido es positivo para tasa de descuento de entre 1 y 5%, por lo que deducimos que el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.

7. Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

$$VAN = -I_0 \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n es el número de periodos de tiempo

El TIR de la explotación es del 13,04 %, superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

8. Plazo de recuperación de la inversión (PAY-BACK)

El payback o plazo de recuperación es un criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. Es un método estático para la evaluación de inversiones.

$$PAYBACK = a + \frac{I_0 + b}{Ft}$$

a es el número del periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso inicial

I_0 es la inversión inicial del proyecto

b es la suma de los flujos hasta el final del periodo «a»

Ft es el valor del flujo de caja del año en que se recupera la inversión.

Tabla 6: Cálculo de la recuperación de la inversión (modelo estático), expresado en euros

Año	Gastos totales	Ingresos totales	Flujos de caja	Flujos de caja acumulados
0	127.799,11	0,00	-127.799,11	-127.799,11
1	1.000,31	6.636,15	5.635,84	-122.163,27
2	1.294,22	0,00	-1.294,22	-123.457,49
3	4.379,66	0,00	-4.379,66	-127.837,15
4	4.979,66	0,00	-4.979,66	-132.816,81
5	4.379,66	0,00	-4.379,66	-137.196,47
6	4.379,66	0,00	-4.379,66	-141.576,13
7	4.445,58	7.824,21	3.378,63	-138.197,50
8	4.486,64	11.030,43	6.543,79	-131.653,71
9	4.580,26	20.682,52	16.102,26	-115.551,45
10	4.647,13	27.576,07	22.928,94	-92.622,51
11	4.714,03	34.471,48	29.757,45	-62.865,05
12	4.372,80	43.662,89	39.290,08	-23.574,97
13	4.847,76	48.258,59	43.410,83	19.835,86

La recuperación de la inversión se realiza a mediados del décimo tercer año.

9. Plazo de recuperación de la inversión descontado (PAY-BACK descontado)

El plazo de recuperación descontado o payback descontado es un método de evaluación de inversiones dinámico que determina el momento en que se recupera el dinero de una inversión, teniendo en cuenta los efectos del paso del tiempo en el dinero.

El cálculo del payback descontado es igual al del apartado anterior, pero tiene en cuenta la tasa de interés anual, por lo que la misma cantidad de dinero no tendrá el mismo valor en los años sucesivos.

Tabla 7: Cálculo de la recuperación de la inversión (modelo dinámico)

Año	Flujos de caja con una tasa de interés del 3%	Flujos de caja acumulados
0	-125.235,59	-125.235,59
1	5.471,68	-119.763,90
2	-1.219,92	-120.983,82
3	-4.008,00	-124.991,83
4	-4.424,36	-129.416,19
5	-3.777,93	-133.194,131
6	-3.667,89	-136.862,02
7	2.747,13	-134.114,89
8	5.165,72	-128.949,16
9	12.341,03	-116.608,12
10	17.061,28	-99.546,83
11	21.497,41	-78.049,42
12	27.557,27	-50.492,14
13	29.560,66	-20.931,48
14	33.101,99	12.170,51

Aplicando una tasa de interés de un 3% a los flujos de caja la recuperación será en la tercera cuarta parte del décimo cuarto año.

10. Conclusión

Tras analizar el proyecto desde el punto de vista económico concluimos que la explotación será rentable siempre y cuando la tasa de interés sea menor al 13,04 %. Se prevén tasas de interés de entre el 2 y 3%, generando así beneficios de entre 1.266.619,48 y 929.536,07 €. La recuperación de la inversión en un modelo estático será a mediados del décimo tercer año, mientras que en un modelo dinámico en el que la tasa de interés es del 3% será a mediados del decimocuarto año.

Índice de tablas

Tabla 1: Gastos totales de explotación, expresados en euros.....	6
Tabla 2: Resumen total de los gastos totales, expresados en euros	8
Tabla 3: Ingresos ordinarios por año	10
Tabla 4: Resumen de los ingresos, expresados en euros	12
Tabla 5: Flujos de caja de la explotación, expresados en euros.....	13
Tabla 6: Cálculo de la recuperación de la inversión (modelo estático), expresado en euros.....	17
Tabla 7: Cálculo de la recuperación de la inversión (modelo dinámico).....	18

**ANEJO XIV:
IMPACTO
AMBIENTAL**

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Descripción del proyecto	3
3. Acciones del proyecto.....	4
3.1. Acciones sobre la puesta en marcha del proyecto	4
3.2. Acciones durante la explotación de la plantación.....	4
4. Examen de alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.....	4
5. Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas	5
5.1. Identificación de los elementos susceptibles de sufrir impacto	5
5.1.1. Población humana	5
5.1.2. Fauna	5
5.1.3. Vegetación	6
5.1.4. Edafología	6
5.1.5. Hidrología	7
5.1.6. Aire	8
5.1.7. Clima	8
5.1.8. Paisaje.....	8
5.2. Interacciones ecológicas y su justificación	9
5.2.1. Periodo de ejecución del proyecto	9
5.2.2. Periodo de explotación del proyecto	9
5.3. Delimitación del área afectada y comparación presente futuro	10
6. Identificación y valoración del impacto.....	11
6.1. Introducción	11
6.2. Efectos y sus valoraciones	11
6.3. Otros efectos.....	13
7. Conclusión	14
8. Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.	15
.....	
8.1. Para el movimiento de tierras	15
8.2. Ruido, humo y polvo.....	15
8.3. Aumento de la probabilidad de incendios.....	15
8.4. Sobre la valla y el sistema de riego	15
8.5. Buenas prácticas de trabajo	15
9. Programa de vigilancia ambiental	15

Índice de tablas 16

1. Introducción

El impacto ambiental es la alteración que produce la actividad humana en el medio ambiente. La alteración puede ser positiva cuando se recuperan o restablecen los equilibrios ecológicos de una determinada zona, o negativa cuando produce un desequilibrio ecológico causando perjuicios y grave daños sobre el medio.

El medio ambiente es un sistema complejo, por eso es muy difícil evaluar y cuantificar el impacto que tienen sobre él las acciones humanas. La mayor parte de las actividades económicas causan un impacto sobre el medio ambiente y la plantación de una trufera no es la excepción. En este anejo estudiaremos el impacto que tiene la plantación tanto en la parcela como en sus alrededores, en particular, si genera residuos, contaminación acústica o paisajística y su efecto sobre los ríos. También analizaremos como podemos minimizar el impacto.

2. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en una planificación de una explotación trufera artificial de 6,53 hectáreas situada en la localidad de Zazuar. Constará de una plantación de 1412 *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* para la producción de *Tuber melanosporum*. El acceso a la parcela se hace a través de la carretera autonómica BU-925 que inicia en Aranda de Duero y acaba en La Gallega, ambas poblaciones de Burgos. Es una carretera convencional de doble sentido. La entrada a la parcela se hará a través de un camino agrícola, lo que facilitará en gran medida la entrada y la salida.

El suelo donde está proyectada la explotación está calificado como Suelo No Urbanizable. Se sitúa a unos 12 kilómetros de Aranda de Duero, una ciudad con 32.523 habitantes. Aranda de Duero tiene un buen entramado empresarial que nos permitirá surtirnos de material y mano de obra sin realizar grandes desplazamientos. Esto tendrá un impacto social positivo.

Las dos poblaciones que están más cerca de la parcela son Zazuar y Quemada. La primera se sitúa a 400 metros y cuenta con una población de 226 habitantes. Las coordenadas del municipio son: latitud: 41° 41' 42" N, longitud: 3° 33' 18". La segunda se sitúa a 800 metros y cuenta con una población de 238 habitantes. Este tipo de poblaciones han ido perdiendo demografía con el paso del tiempo, por eso las explotaciones como la nuestra son muy bien vistas desde el punto de vista social.

El sistema de plantación adoptado será el de marco real y la separación entre los árboles será de 6 metros, alcanzando una densidad de 277 árboles por hectárea. Se realizará un cerramiento en el perímetro de la parcela para impedir la entrada de animales grandes. La distancia de los árboles al cerramiento será de 7 metros.

Durante y después de la ejecución de las actuaciones proyectadas, no se realizará al medio natural ningún tipo de vertido. Únicamente se hará uso de gasóleo como combustible en las labores mecanizadas de implantación y mantenimiento. Se instalará un sistema de riego, con una caseta prefabricada.

3. Acciones del proyecto

3.1. Acciones sobre la puesta en marcha del proyecto

La puesta en marcha consta de un leve movimiento de tierra, un cerramiento, un subsolado, un par de pases de cultivador para dejar mullido el suelo, la instalación del sistema de riego, un pase con rejón para realizar el replanteo, la plantación de 1412 árboles y un riego de implantación.

3.2. Acciones durante la explotación de la plantación

Las acciones que se realizarán durante la explotación son la sustitución de marras, la poda, el riego, las labores de mantenimiento del suelo y la recolección. El impacto ambiental en esta fase descenderá considerablemente. Los restos de poda se utilizarán como producto para la combustión en calefacción doméstica.

4. Examen de alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.

En el Anejo IV Estudio de las alternativas hemos visto cuáles han sido las soluciones adoptadas teniendo en cuenta el impacto ambiental. La especie de árbol elegida crece de forma natural en la zona y reduce considerablemente el impacto paisajístico, incluso mejora la imagen anterior dado que antes había campos de cereal. La caseta de riego irá situada al final de la parcela y en cuanto los árboles alcancen cierto tamaño dejará de ser visible desde la carretera.

La instalación de un cerramiento genera un impacto negativo pero, dada la concentración de animales mamíferos de gran tamaño, en especial de jabalís, la consideramos imprescindible para mantener un cierto rendimiento económico. Hemos seleccionado una valla que deja pasar la luz y que no es demasiado alta, para que su impacto paisajístico sea el menor posible.

5. Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas

5.1. Identificación de los elementos susceptibles de sufrir impacto

5.1.1. Población humana

Las poblaciones más cercanas son Zazuar y Quemada, pequeñas localidades con 226 y 238 habitantes respectivamente. La primera cuenta con una casa rural y dos bares, la segunda con tres casas rurales y tres bares.

5.1.2. Fauna

Clases de peces: Barbo común (*Cyprinidae Barbus bocagei*), bermejuela (*Chondrostoma arcasii*) y boga del Duero (*Chondrostoma duriense*).

Clases de anfibios: Tritón jaspeado (*Salamandridae Triturus marmoratus*), sapo común (*Bufo bufo*) y rana común (*Ranidae Rana perezi*).

Clases de reptiles: lagartija colilarga (*Psammmodromus algirus*), lagartija cenicienta (*Psammmodromus hispanicus*), lagartija ibérica (*Podarcis hispánica*), culebra viperina (*Colubridae Natrix maura*) y víbora hocicuda (*Viperidae Vipera lastati*).

Clases de aves: cigüeña blanca (*Ciconiidae Ciconia ciconia*), azor común (*Accipitridae Accipiter gentilis*), gavilán común (*Accipiter nisus*), águila calzada (*Hieraaetus*), ratonero común (*pennatus Buteo buteo*), milano negro (*Milvus migrans*), alcotán europeo (*Falconidae Falco subbuteo*), cernícalo vulgar (*Tinnunculus*), perdiz Roja (*Phasianidae Alectoris rufa*), codorniz (*Coturnix coturnix*), rascón europeo (*Rallidae Rallus aquaticus*), paloma doméstica (*Columba livia*), paloma zurita (*Columba oenas*), paloma torcaz (*Columba palumbus*), tórtola común (*Streptopelia turtur*), cuco (*Cuculidae Cuculus canorus*), lechuza común (*Tytonidae Tyto*), mochuelo común (*Strigidae Athene noctua*), chotacabras europeo (*Caprimulgidae Caprimulgus europaeus*), vencejo común (*Apodidae Apus apus*), abejaruco común (*Meropidae Merops apiaster*), abubilla (*Upupidae Upupa epops*), pito real (*Picidae Picus viridis*), pico picapinos (*Dendrocopos major*), torcecuello euroasiático (*Jynx torquilla*), alondra común (*Alaudidae Alauda arvensis*), cogujada común (*Galerida cristata*), cogujada montesina (*Galerida theklae*), terrera común (*Callandrela brachydactyla*), calandria común (*Melanocorypha calandra*), golondrina (*Hirundinidae Hirundo rustica*), avión común (*Delichon urbica*), lavandera blanca (*Motacillidae Motacilla alba*), lavandera boyera (*Motacilla flava*), oropéndola (*Oriolidae Oriolus oriolus*), alcaudón común (*Laniidae Lanius senator*), alcaudón real (*Lanius excubitor*), pica urraca (*Corvidae Pica*), grajilla (*Corvus monedula*), corneja negra (*Corvus corone*), cuervo común (*Corvus corax*), rabilargo (*Cyanopica cyana*), arrendajo (*Garrulus glandarius*), estornino negro

(*Sturnidae Sturnus unicolor*), gorrión común (*Passeridae Passer domesticus*), gorrión molinero (*Passer montanus*), gorrión chillón (*Petronia petronia*), pinzón vulgar (*Fringillidae Fringilla coelebs*), verdicillo (*Serinus serinus*), verderón común (*Carduelis chloris*), jilguero (*Carduelis carduelis*), pardillo común (*Carduelis cannabina*), pico gordo (*Cothraustes coccothraustes*).

Clases de mamíferos: musaraña gris (*Soridae Crocidura russula*), musgaño de cabrera (*Neomys anomalus*), murciélago de cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*), murciélago enano (*Pipistrellus pipistrellus*), murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*), murciélago ratonero ribereño (*Myotis daubentonii*), murciélago ratonero grande (*Myotis myotis*), ratón de campo (*Muridae Apodemus sylvaticus*), rata parda (*Rattus norvegicus*), ratón moruno (*Mus spretus*), rata de agua (*Arvicola sapidus*), topillo campesino (*Microtus arvalis*), topillo mediterráneo (*Microtus duodecimicus*), topillo lusitano (*Microtus lusitanicus*), zorro (*Canidae Vulpes vulpes*), lobo (*Canis lupus*), nutria (*Mustelidae Lutra lutra*), visón americano (*Neovison vison*), corzo (*Capreolidae Capreolus capreolus*), jabalí (*Suidae Sus scrofa*), conejo (*Leporidae Oryctolagus cuniculus*).

5.1.3. Vegetación

La vegetación de la zona donde se proyecta la plantación es de predominio agrícola. Podemos distinguir los siguientes tipos:

Agrícola de regadío o de secano: cebada, trigo blando, remolacha azucarera, girasol, leguminosas para grano y el maíz en grano y viñedos.

Masas arbóreas: pinares, quercíneas, sabinas o mezclas, las especies más comunes son pino resinero (*Pinus pinaster*), casi siempre en mezcla con pies de encina (*Quercus ilex*) y pino piñonero (*Pinus pinea*). Otras especies menos frecuentes que forman masas puras o mixtas son la sabina albar (*Juniperus thurifera*), el quejigo (*Quercus faginea*), y las choperas (*Populus canadensis*, *populus alba* o *pupulus nigra*).

Matorral: enebro común (*Juniperus communis*), espinos albar (*Crataegus monogyna*), escarambujo (*Rosa canina*), zarza (*Rubus ulmifolius* L), endrino (*Prunus spinosa* L.), vallico (*Lolium rigidum*), cardo borriquero (*Onopordum acanthium*), tomillo salsero (*Thymus zygis*), caléndula (*Calendula arvensis*), amapola silvestre (*Papaver rhoeas*), higuera del infierno (*Euphorbia serrata*), pepinillo del diablo (*Ecballium elaterium*), bolsa de pastor (*Capsela bursapastoris*), ballico (*Lolium multiflorum*), aulaga (*Genista scorpius*), grama (*Cynodon dactylon*), cebadilla ratonera (*Hordeum murinum*), lima (*Wagenheimia lima*), cola de caballo (*Equisetum sylvaticum*) y magarza (*Bellis perennis*).

5.1.4. Edafología

La cuenca del Duero forma parte de la placa euroasiática. Las características de nuestro suelo están reflejadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo de la finca

	Muestra de las parcelas
Pendiente de la parcela	2%
Materia orgánica %	1,02 %
Arena %	57,00 %
Limo %	25,00 %
Arcilla %	18,00 %
Textura	<i>Franco arenosa</i>
Valoración suelo	<i>Suelo Medio</i>
pH	8,26
C/n	9,86
Carbonatos totales %	12,57 %
Caliza activa %	0,21 %
Conductividad ds/m	0,10 dS/m
Nitrógeno kjdahl %	0,12%
Fósforo ppm	110
Potasio ppm	280
Calcio ppm	51
Magnesio ppm	221

5.1.5. Hidrología

El agua de riego proviene de un pozo cuyas características podemos observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Propiedades de nuestra agua de riego

	Resultado
pH a 25°C	7,4
Conductividad a 25°C	615µS/m (0,615ds/m)
Sodio (Na ⁺)	1,72 meq/L
Potasio	0,08 meq/L
Calcio	3,41 meq/L
Magnesio	1,27 meq/L
Cloruros	1,93 meq/L
Bicarbonatos	3,65 meq/L
Sulfatos	0,09 meq/L
Nitratos	0,46 meq/L (29,36 ppm)

5.1.6. Aire

El aire de la zona no está caracterizado por contener ningún tipo de contaminación.

5.1.7. Clima

El clima es mediterráneo-continentalizado. Este tipo de clima se localiza en zonas mediterráneas pero con una lejanía considerable del mar. Sus inviernos son fríos y largos y sus veranos cálidos y cortos. La temperatura sufre una gran variación entre el día y la noche y son extremas: en invierno frecuentemente bajan de 0°C, produciendo heladas, y en verano a menudo suben hasta sobrepasar los 35°C.

5.1.8. Paisaje

Se trata de un paisaje sin grandes desniveles, formado por páramos con edificaciones diseminadas. Es una comarca esencialmente agrícola, que destaca en el cultivo de los cereales, la remolacha y la vid. Una mitad corresponde a tierras de labor en secano y la otra se reparte entre tierras regadas y viñedo en secano. La ganadería más conocida de la zona son los rebaños de ovejas y son famosos sus corderos lechales asados.

5.2. Interacciones ecológicas y su justificación

5.2.1. Periodo de ejecución del proyecto

Durante el periodo de ejecución realizaremos un mínimo movimiento de tierra para la colocación del cerramiento, la cimentación de la caseta de riego y el soterramiento del sistema de riego. Durante las tareas de preparación del suelo, retirada de residuos y transporte de materiales habrá un aumento del tráfico rodado. Esto producirá efectos en la calidad del aire y en los niveles acústicos. Los posibles efectos son:

- La población humana afectada será el personal y el propietario de la explotación y los transeúntes que pasen por la zona.
- La fauna afectada, principalmente debido a la emisión de ruido y a la presencia humana, será las aves y pequeños mamíferos del entorno.
- La vegetación afectada será el antiguo cultivo cerealista de la finca.
- El suelo afectado es aquel en cuyo horizonte superficial se colocan los plantones, el vallado y la caseta de riego.
- El agua no será afectada si no es por un mínimo levantamiento de polvo.
- El aire no será afectado si no es por un mínimo levantamiento de polvo.
- El clima no será afectado si no es por un mínimo levantamiento de polvo.
- El paisaje afectado será el espacio en que se ubicará la explotación.

A nivel social, los efectos serán los siguientes:

- El empleo, en tanto que intervendrán trabajadores del comercio, del transporte y de la construcción.
- Las emisiones de ruido, humo y polvo afectarán a los escasos transeúntes de la zona.

5.2.2. Periodo de explotación del proyecto

Durante el periodo de explotación, las labores disminuyen considerablemente. De un cultivo de secano con vegetación herbácea se pasa a una superficie arbolada permanentemente. Esto causa los siguientes efectos:

- La población humana que se ve afectada serán el propietario y los trabajadores de la explotación y los transeúntes de la zona.
- La fauna afectada serán las especies que transitan habitualmente por la zona, así como ciertas especies de insectos y pequeños roedores cuya proliferación puede resultar favorecida, por más que esto se trate de evitar.
- El suelo afectado será aquel sobre el que se asienta la explotación.

- El agua afectada será la subterránea, que del suelo pasa a ser aprovechada por las plantas y cuyo caudal en su cauce natural puede verse reducido al ser parcialmente desviada para el riego.
- El aire afectado será el local y el de las inmediaciones de la explotación, que por efecto del viento puede trasladarse a otras zonas, aunque no cause molestias de ningún tipo.
- El paisaje afectado es el espacio sobre cuya visibilidad conjunta la explotación supone una modificación significativa, aunque integrada en el entorno.
- A nivel social, los efectos serán los siguientes:
- El empleo, en tanto que se diversifican las actividades habituales de la comarca.
- No afecta a las condiciones de sosiego, ya que apenas puede causar incidencia sobre la visual habitual de transeúntes y que la explotación no emite olores desagradables. El efecto de los árboles será mínimo puesto que los mismos crecen en la zona de forma natural.

5.3. Delimitación del área afectada y comparación presente futuro

La delimitación del área afectada la marca el plano 2 Emplazamiento, y no tiene impacto más allá de la parcela. La caseta de riego, visible en las primeras etapas, dejará de serlo a medida que los árboles crezcan. El vallado de la parcela producirá algo más de impacto que las encinas.

En un principio, la situación actual de la parcela y la situación posterior a los procesos de instauración no diferirán mucho. Solamente el cerramiento y la caseta de riego marcarán la diferencia, con un impacto visual negativo.

Anteriormente había en la parcela una plantación de cereal de secano. A medida que avanza la explotación, las diferencias se harán más notorias, dado que la masa arbórea irá incrementando su volumen. Esto tendrá efectos positivos y negativos. Los efectos positivos son que evitará la erosión del suelo y generará un aumento fotosintético. El negativo es que aumentará la probabilidad de incendio. Sin embargo, a nivel económico y social el impacto será positivo porque dará trabajo, aunque no sea de manera continua.

6. Identificación y valoración del impacto

6.1. Introducción

La aceptación social de la actividad es positiva porque su ubicación se considera adecuada y es una actividad económica emergente en el entorno que potencia el mercado y el desarrollo locales.

A continuación identificamos y valoramos los impactos que pueden tener efectos sobre el medio. En la Tabla 3 podemos ver los indicadores que utilizaremos para valorar cada impacto:

Tabla 3. Indicadores de los efectos sobre el medio

	Indicador	Valoración
Efecto	<i>Según su naturaleza</i>	<i>Positivo o negativo</i>
	<i>Según su persistencia</i>	<i>Temporal o permanente</i>
	<i>Según su aditividad</i>	<i>Simple, acumulativo o sinérgico</i>
	<i>Según su mediatización</i>	<i>Directo o indirecto</i>
	<i>Según su elasticidad</i>	<i>Reversible o irreversible</i>
	<i>Según su estabilidad</i>	<i>Recuperable o irrecuperable</i>
	<i>Según su aparición</i>	<i>Periódico o irregular</i>
	<i>Según su intensidad</i>	<i>Continuo o discontinuo</i>
Impacto ambiental	<i>Según su incidencia</i>	<i>Compatible, moderado, severo o crítico</i>

6.2. Efectos y sus valoraciones

A continuación se describen los efectos que determinarán el impacto ambiental de la plantación trufera:

- Movimiento de tierras durante la instalación del vallado, del sistema de riego y de la caseta.
- Emisión de polvo, ruido y humo durante la instalación de la plantación y, en menor medida, durante las labores.

- Reducción de la erosión: será un efecto positivo ya que los arboles tendrán un mayor agarre al suelo que la plantación anterior de cereal. Este efecto no estará presente en las primeras fases.
- Instauración vegetal arbórea: ya existe en la zona, por lo que no tendrá demasiado impacto.
- Cambios en las condiciones del suelo: la realización de labores mecánicas producirá la erosión del terreno y la alteración de los horizontes del suelo; afectará por lo tanto a la fauna y sobre todo a la flora.
- Aumento en la probabilidad de incendios como consecuencia del incremento de la masa arbórea.
- Modificación del uso del terreno: no será un problema.
- Modificación de la forma y la colocación de los estratos como consecuencia de la instalación de la red de distribución del sistema de riego. Una vez finalizada la instalación, los únicos efectos serán el ruido producido por la bomba de riego y el impacto visual de los microaspersores cuando se encuentren funcionando. La caseta quedará oculta cuando los árboles alcancen cierto tamaño.

Tabla 4. Efectos de la explotación sobre el medio

	Movimiento de tierras	Emisión de polvo, ruido y humo	Reducción de la erosión	Instauración vegetal arbórea
Naturaleza	<i>Negativo</i>	<i>Negativo</i>	<i>Positivo</i>	<i>Positivo</i>
Persistencia	<i>Temporal</i>	<i>Temporal</i>	<i>permanente</i>	<i>Permanente</i>
Aditividad	<i>Simple</i>	<i>Simple</i>	<i>Sinérgico</i>	<i>Acumulativo</i>
Mediatización	<i>Directo</i>	<i>Directo</i>	<i>Directo</i>	<i>Directo</i>
Elasticidad	<i>Reversible</i>	<i>Reversible</i>	<i>Reversible</i>	<i>Irreversible</i>
Estabilidad	<i>Recuperable</i>	<i>Recuperable</i>	<i>Recuperable</i>	<i>Recuperable</i>
Aparición	<i>Periódico</i>	<i>Periódico</i>	<i>Periódico</i>	<i>Periódico</i>
Intensidad	<i>Discontinuo</i>	<i>Discontinuo</i>	<i>Continuo</i>	<i>Discontinuo</i>
Impacto ambiental	<i>Compatible</i>	<i>Compatible</i>	<i>Compatible</i>	<i>Compatible</i>

	Cambios en las condiciones del suelo	Aumento en la probabilidad de incendios	Modificación del uso del terreno	Sistema de riego
Naturaleza	<i>Positivo</i>	<i>Negativo</i>	<i>Positivo</i>	<i>Negativo</i>
Persistencia	<i>Permanente</i>	<i>Permanente</i>	<i>Permanente</i>	<i>Permanente</i>
Aditividad	<i>Sinérgico</i>	<i>Sinérgico</i>	<i>Sinérgico</i>	<i>Acumulativo</i>
Mediatización	<i>Directo</i>	<i>Directo</i>	<i>Directo</i>	<i>Directo</i>
Elasticidad	<i>Reversible</i>	<i>Irreversible</i>	<i>Irreversible</i>	<i>Reversible</i>
Estabilidad	<i>Recuperable</i>	<i>Recuperable</i>	<i>Irrecuperable</i>	<i>Recuperable</i>
Aparición	<i>Periódico</i>	<i>Periódico</i>	<i>Periódico</i>	<i>Periódico</i>
Intensidad	<i>Discontinuo</i>	<i>Discontinuo</i>	<i>Continuo</i>	<i>Continuo</i>
Impacto ambiental	<i>Compatible</i>	<i>Compatible</i>	<i>Compatible</i>	<i>Compatible</i>

6.3. Otros efectos

A continuación se describen otros efectos posibles:

- Impacto visual: mejorará respecto del cultivo anterior que era de cereales. La zona no es un espacio protegido.
- Valores históricos, restos arqueológicos, monumentos: no hay nada de esto, así que no se prevé ningún efecto.
- Valores tradicionales, romerías, aprovechamientos, ferias: no hay nada de esto, así que no se prevé ningún efecto.
- Valores faunísticos: la fauna no se verá afectada porque la plantación será pequeña y, aunque el vallado impedirá el paso de animales grandes, esto no causará ningún efecto global en la zona. No se prevé entonces ningún efecto.
- Valores geográficos: la modificación será mínima, por lo que no afectará a ríos, fósiles, etc. No se prevé ningún efecto.
- Al levantar el proyecto se puede producir un efecto negativo debido a la erosión y una compactación.

7. Conclusión

A continuación se resumen los impactos negativos de la plantación trufera:

- La maquinaria, si bien es imprescindible para la realización de las tareas, puede derramar fluidos y material contaminante y genera ruido y polvo.
- Aumentará la probabilidad de incendios.
- La coincidencia del riego con los meses más secos dificultará la recarga de los acuíferos.
- A continuación se resumen los impactos positivos:
- Mejorará la calidad del agua y del suelo respecto a la plantación anterior cerealista puesto que no se emplearán productos fertilizantes, insecticidas ni pesticidas.
- El cambio en los usos productivos del suelo reducirá el impacto paisajístico y la erosión del suelo.
- En cuanto a lo social, dinamizará el mercado de la zona y aumentará su riqueza.

Concluimos que el impacto ambiental que ocasiona una explotación trufera de 6,53 hectáreas situada en la localidad de Zazuar, dotada de un sistema de riego y un cerramiento perimetral, es **compatible con el entorno**. Si bien puede ocasionar algún efecto negativo, también causa efectos positivos. En suma, la incidencia ambiental es mínima. Para minimizar los efectos negativos estableceremos medidas protectoras y correctoras.

8. Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.

8.1. Para el movimiento de tierras

Los movimientos de tierra se limitarán a aquellos estrictamente imprescindibles, indicados en la descripción del proyecto.

8.2. Ruido, humo y polvo

Lo equipos y la maquinaria deberán estar en perfecto estado, para lo cual se deberá cumplir con los programas de mantenimiento.

8.3. Aumento de la probabilidad de incendios

Se retirarán en tiempo los residuos de la poda.

8.4. Sobre la valla y el sistema de riego

Tanto la caseta de riego como la valla tendrán colores que no desentonen con el ambiente. La caseta se situará al final de la parcela para que quede oculta cuando los árboles alcancen cierta altura.

8.5. Buenas prácticas de trabajo

Se llevará un control sobre los residuos, de forma tal de consumir lo imprescindible. La maquinaria se engrasará fuera del terreno en la medida en que sea posible y las herramientas se limpiarán con productos inocuos para el medio.

9. Programa de vigilancia ambiental

Durante la implantación y explotación del proyecto deberán registrarse los impactos ocurridos y se los comparará con los definidos en el estudio, para comprobar su eficacia. Se observarán los impactos no previstos y se propondrán medidas para reducirlos, compensarlos o incluso eliminarlos. Se informará de manera sistemática a las autoridades, de modo de evitar sanciones. Se garantizará el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras establecidas en el estudio. Se verificarán los estándares de calidad de los materiales y medios empleados en las actuaciones proyectadas.

Índice de tablas

Tabla 1. Características del suelo de la finca	7
Tabla 2. Propiedades de nuestra agua de riego	8
Tabla 3. Indicadores de los efectos sobre el medio	11
Tabla 4. Efectos de la explotación sobre el medio.....	13

**ANEJO XV:
ESTUDIO
BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Objeto del proyecto	2
3. Características de la obra.....	3
3.1. Situación.....	3
3.2. Plazo de ejecución.....	3
3.3. Número máximo de trabajadores.....	3
3.4. Instalaciones provisionales de asistencia sanitaria.....	3
4. Evaluación de riesgos y medidas preventivas	4
4.1. Actuaciones.....	4
4.1.1. Montaje del sistema de riego y vallado de la parcela	4
4.1.2. Actuaciones para llevar a cabo la plantación.....	5
4.1.3. Preparación del terreno y colocación de la caseta de riego	6
4.2. Maquinaria.....	7
4.2.1. Tractores, camión hormigonera y camión grúa	7
4.2.2 Cultivador, arado, subsoladores, rodillo compactador y cisterna	8
4.2.3 Herramientas manuales: palas, azadas, llaves, etc.....	9
4.3. Ajeno a la obra	9
4.3.1 Accesos a la parcela	9
4.3.2 Tráfico externo	9
4.3.3 Climatología	10
4.3.4 Concentraciones humanas	10
4.3.5 Medio ambiente.....	11
5. Primeros auxilios	11
6. Plan de emergencia	12
6.1. Encargado	12
6.2. Resto del personal de la obra	12
7. Documentación de seguridad y salud.....	13
8. Presupuesto	14
1.1. Presupuesto parcial.....	14
1.2. Resumen del presupuesto	16
Índice de tablas.....	17

1. Introducción

El objetivo del estudio básico de seguridad y salud pretende dar unas directrices básicas para el cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre. Para ello se fijaran unos parámetros de prevención de riesgos laborales durante la realización y explotación de las obras.

Para que esto sea posible se establecerán varios objetivos:

- Identificación y prevención de accidentes laborales durante el proceso de instalación de la plantación.
- Preservación de la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno de la plantación.
- Establecer las normas de uso de los equipos de seguridad.
- Establecer las normas de higiene y salud
- Informar a los trabajadores del correcto uso de los equipos

En el presupuesto del proyecto se establece una partida de 9000euros en seguridad y salud. El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es redactado por el alumno de Grado en Ingeniería Técnica Forestal Daniel Ruiz Mínguez.

2. Objeto del proyecto

El proyecto consiste en una planificación de una explotación trufera artificial de 6,53 hectáreas, situado en la localidad de Zazuar. Constará de una plantación de 1412 encinas micorrizadas para la producción de trufa. El sistema de plantación será el monocultivo con un marco de 6 x 6 metros, de manera que se obtendrá una densidad de 277 árboles por hectárea. La especie vegetal elegida es *Quercus ilex* subb *rotundifolia* y la del hongo *Tuber melanosporum*. La plantación equipará un sistema de riego por microaspersión para obtener un mayor rendimiento. Su equipo de impulsión y control irán cubiertos por una caseta de riego. Al final de la explotación se venderá la madera para obtener un beneficio extra.

El ingreso a la parcela se hará a través de un camino agrícola, lo que facilitará en gran medida la entrada y la salida. El acceso a este camino se hace a través de la carretera autonómica BU-925 que inicia en Aranda de Duero y acaba en La Gallega, ambas poblaciones de Burgos. Es una carretera convencional de doble sentido.

3. Características de la obra

3.1. Situación

La finca está formada por 17 parcelas y se encuentra en término municipal de Zazuar (Burgos) a 400 metros del casco urbano, junto a la carretera autonómica BU-925, que une Quemada con Zazuar. En la Tabla 1 están las coordenadas del centro de la parcela.

Tabla 1: Localización de la parcela

Coordenadas	
Datum	ETRS89
Latitud	41° 42' 1.22" N
Longitud	3° 33' 50.58" W
Huso UTM	30
Coord. X	453.068,05
Coord. Y	4.616.659,73

3.2. Plazo de ejecución

Sin determinar.

3.3. Número máximo de trabajadores

El número máximo de trabajadores que se encuentren en la ejecución del proyecto trabajando de manera simultánea será 8.

3.4. Instalaciones provisionales de asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D 1627/1997, si los obreros tienen que llevar ropa especial de trabajo, la obra dispondrá de vestuarios con asientos y taquillas individuales.

Los vestuarios estarán separados para hombres y mujeres o se preverá la utilización por separado del mismo. Existirá un botiquín para primeros auxilios que contenga el material especificado en el anexo

VI del R.D.468/1997 de disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

4. Evaluación de riesgos y medidas preventivas

4.1. Actuaciones

Incluimos a continuación, un análisis de los riesgos previstos en cada tipo de actuación y las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual para evitar o disminuir cada uno de los riesgos.

4.1.1. Montaje del sistema de riego y vallado de la parcela

Riesgos detectables:

- Vuelco de la maquinaria.
- Atropellos, colisiones y falsas maniobras de la maquinaria.
- Interferencias entre vehículos por falta de dirección o señalización en las maniobras.
- Caídas de personas al mismo nivel y/o al interior de las excavaciones.
- Atrapamiento de personas mediante maquinaria.
- Golpes y/o caídas de objetos. Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- Electrocuciiones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.
- Orden y limpieza en los tajos y accesos.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los puntos de la excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- No transportar personas sobre la máquina fuera de la cabina.
- Evaluación del ruido en el puesto de trabajo.
- No situarse en el radio de acción de la maquinaria.

Protecciones individuales:

- Casco de seguridad homologado.
- Mascarilla anti-polvo con filtro mecánico recambiable.
- Gafas anti-proyecciones.
- Crema de protección solar.
- Botas de goma para trabajos en ambientes húmedos y punta metálica.
- Ropa de trabajo (mono o pantalón), en color de alta visibilidad o con elementos reflectantes.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Guantes de loneta.

4.1.2. Actuaciones para llevar a cabo la plantación

Riesgos detectables:

- Vuelco de maquinaria.
- Atrapamiento de personas mediante maquinaria.
- Golpes y/o caídas de objetos. Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- Caídas a distinto nivel.
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas:
- Orden y limpieza en tajos y accesos.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- Atención en épocas de heladas.
- Paralización con fuertes vientos en trabajos en exterior.
- Elección y uso adecuado de la herramienta.
- No situarse en el radio de acción de la maquinaria.
- No transportar personas sobre la máquina fuera de la cabina.
- Evaluación del ruido en el puesto de trabajo.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.
- Atención al entorno.
- Atención al trabajo.

Protecciones individuales:

- Casco de seguridad homologado.
- Mascarilla anti-polvo con filtro mecánico recambiable.
- Gafas anti-proyecciones.
- Crema de protección solar.
- Botas de goma con puntera metálica para trabajos en ambientes húmedos.
- Ropa de trabajo (mono o pantalón), en color de alta visibilidad o con elementos reflectantes.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Guantes de loneta.

4.1.3. Preparación del terreno y colocación de la caseta de riego

Riesgos detectables:

- Desprendimientos de tierras.
- Caídas de personas al mismo nivel y/o al interior de las excavaciones.
- Atrapamiento de personas mediante maquinaria.
- Golpes y/o caídas de objetos. Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza en tajos y accesos.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- Atención en épocas de heladas.
- Paralización con fuertes vientos en trabajos en exterior.
- Elección y uso adecuado de la herramienta.
- No situarse en el radio de acción de la maquinaria.
- No transportar personas sobre la máquina fuera de la cabina.
- Evaluación del ruido en el puesto de trabajo.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.
- Atención al entorno.
- Atención al trabajo.

Protecciones individuales:

- Casco de seguridad homologado.
- Mascarilla anti-polvo con filtro mecánico recambiable.
- Gafas anti-proyecciones.
- Crema de protección solar.
- Botas de goma para trabajos en ambientes húmedos.
- Ropa de trabajo (mono o pantalón), en color de alta visibilidad o con elementos reflectantes.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Guantes de loneta.

4.2. Maquinaria

4.2.1. Tractores, camión hormigonera y camión grúa

Riesgos detectables:

- Los derivados del tráfico durante el transporte
- Vuelco del vehículo
- Atrapamiento
- Caídas de personal a distinto nivel
- Atropello de personas
- Quemaduras
- Exposición a ruidos y vibraciones.
- Inhalación de polvo

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Los conductores deberán estar en posesión del carnet de conducir correspondiente.
- Los vehículos estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación, con ITV al día.
- No se utilizará el vehículo en pendientes superiores a las que marca el manual de instrucciones del fabricante.
- En caso de calentamiento del motor, no abra directamente la tapa del radiador, puede producirse quemaduras muy graves
- No fume cuando manipule la batería.

- Se prohíbe el lavado de cubas y útiles de hormigonado en el río para evitar vertidos intencionados o accidentales.
- Garantizar la visibilidad mediante la limpieza de lunas y retrovisores
- Extintor en cabina de fácil accesibilidad
- Prohibido beber alcohol en toda la jornada laboral en la obra

Protecciones individuales:

- Use siempre el cinturón de seguridad (en carreteras, caminos y pistas)
- Calzado antideslizante
- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo de alta visibilidad
- Botas impermeables
- Mascarilla autofiltrante
- Protección acústica

4.2.2 Cultivador, arado, subsoladores, rodillo compactador y cisterna

Riesgos detectables:

- Atrapamiento
- Golpes
- Proyección de objetos
- Vibraciones
- Caídas al mismo nivel
- Sobre esfuerzos
- Ruido

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Garantizar la visibilidad mediante la limpieza de lunas y retrovisores
- Prohibido beber alcohol en toda la jornada laboral en la obra
- Ninguna persona permanecerá dentro del radio de acción de la máquina

Protecciones individuales:

- Calzado antideslizante
- Casco de seguridad

- Guantes de cuero
- Protectores auditivos
- Ropa de trabajo de alta visibilidad
- Mascarilla autofiltrante

4.2.3 Herramientas manuales: palas, azadas, llaves, etc.

Riesgos detectables:

- Contacto con la energía eléctrica.
- Erosiones en las manos.
- Cortes.
- Golpes por fragmentos en el cuerpo
- Quemaduras

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Prohibido beber alcohol en toda la jornada laboral en la obra
- Se informará al personal de los posibles peligros según la forma de actuación.

Protecciones individuales:

- Calzado antideslizante
- Guantes de cuero

4.3. Ajeno a la obra

Estas características condicionan diversas circunstancias que pueden inducir sobre la seguridad, salud y bienestar de los trabajadores mientras se realiza la construcción de la obra. Determinarán en su caso las medidas de prevención de los riesgos que puedan causar.

4.3.1 Accesos a la parcela

Los accesos a la parcela no presentan dificultades aparentes. No obstante, la salida de vehículos en las zonas de obra contará con señales de peligro indefinido con placas indicando "salida de camiones".

4.3.2 Tráfico externo

Las posibles interacciones entre las obras, con el tráfico externo de vehículos serán resueltas con la adopción de medidas de seguridad entre las que figuran las siguientes:

- Señalizar temporal de las zonas afectadas por las obras.
- Separar físicamente las áreas de trabajo de la circulación ajena a las obras, siempre que sea necesaria.
- Planificar de la circulación interna de la obra condicionada por el tráfico externo.
- Emplear los medios precisos para asegurar la visibilidad de las zonas de trabajo y de los trabajadores existentes en ellas, siempre que sea necesario.
- Mantener permanentemente los accesos a la obra, limpios y adecuadamente señalizados.

4.3.3 Climatología

En cuanto a la climatología, no supondrá ningún problema grave. Esta zona climatológica de la provincia de Burgos, con inviernos fríos y veranos moderados, no tiene mayor incidencia, salvo las precipitaciones que se dan en forma de tormenta en verano y las heladas que se producen en invierno, para las que habrá que prever las medidas oportunas. Sólo habrá que tener especial cuidado en el caso de tormenta ante la posible descarga eléctrica. Protegerse ante las bajas temperaturas y los golpes de calor.

Medidas de seguridad:

- No realizar ningún laboreo del suelo ni manual ni mecánico en caso de tormenta.
- No trabajar con corriente eléctrica ni elementos metálicos en caso de tormenta.
- Ponerse ropa de abrigo en caso de bajas temperaturas.
- Evitar las horas centrales del día en caso de olas de calor.

4.3.4 Concentraciones humanas

No se prevén concentraciones humanas ajenas a la obra. Los riesgos provienen de la interferencia de los trabajos de la obra con la proximidad de ajenos que pueden originar accidentes de esas personas ajenas a la obra.

Medidas de seguridad:

- Se colocarán señales de “prohibido el paso a toda persona ajena a la obra” en todos los caminos de acceso a las distintas zonas de obras.

4.3.5 Medio ambiente

Hecho el reconocimiento del área en que está situada la parcela y de su entorno, no se han podido apreciar riesgos de contaminación atmosférica que puedan afectar a los trabajadores por emisión o vertido de contaminantes por la proximidad de áreas contaminantes.

5. Primeros auxilios

A todo el personal de la obra se le habrá hecho el reconocimiento médico a su ingreso. El personal de la obra también dispondrá de formación en primeros auxilios. Estos chequeos médicos serán prestados por el servicio médico que la empresa tendrá contratado con una compañía privada y su finalidad será dar un diagnóstico precoz de alteraciones causadas o no por el trabajo.

Todos los vehículos para transporte de personal y maquinaria irán provistos de un botiquín de primeros auxilios. El botiquín se revisará cada mes. El botiquín dispondrá como mínimo del siguiente material:

- Agua destilada.
- Antisépticos y desinfectantes autorizados.
- Vendas, gasas, apósitos y algodón.
- Manta térmica. -Suero fisiológico.
- Tijeras.
- Pinzas y guantes desechables.

Se dispondrá también de un extintor en el interior de vehículos y maquinaria. El extintor será de polvo polivalente ABC de 3 Kg y se revisará periódicamente de acuerdo con la normativa de la Delegación de Industria para estos elementos. Estará visiblemente localizado, donde tenga fácil acceso y en disposición de uso inmediato en caso de incendio. Se mantendrá un área libre de obstáculos alrededor del aparato. El extintor siempre cumplirá la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP (O.M.31-5-1982). La obra estará informada del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc. donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento).

Asimismo, existirá un listín telefónico donde figuren los teléfonos y direcciones del citado Centro, así como los servicios de ambulancias, etc. más cercanos, para un rápido traslado de los accidentados.

- Hospital Santos Reyes de Aranda de Duero, Teléfono: 947 52 20 00
- Emergencias: Teléfono: 112.

6. Plan de emergencia

6.1. Encargado

En caso de accidente o emergencia:

- Prestar asistencia al herido.
- Requerir el transporte y ordenar el traslado del herido a un centro sanitario, si fuese necesario, previo informe del equipo de primeros auxilios.
- Acompañar al herido al centro sanitario.
- Redactar un informe de las causas, proceso y consecuencias.

Si se detecta un incendio:

- Recibir información y comprobar y valorar la emergencia.
- Intentar extinguir el incendio.
- Coordinar y dirigir la lucha contra la emergencia con los medios propios.
- Ordenar la evacuación designando la vía de evacuación.
- Ordenar la desconexión de las instalaciones generales de la obra (gas, Electricidad, suministro gasóleo, etc.).
- Solicitar ayuda externa y asegurarse que los bomberos han sido avisados.
- Salir a recibir e informar a las ayudas externas, indicando tiempo transcurrido, situación, etc.
- Redactar un informe de las causas, del proceso y de las consecuencias de la emergencia.

6.2. Resto del personal de la obra

Si se detecta un accidente:

- Prestar asistencia al herido.
- Alertar al encargado.

Si se detecta un incendio:

- Alertar al encargado.

- Detallar el lugar, naturaleza y tamaño de la Emergencia.
- Comprobar que recibe el aviso.
- Utilizar inmediatamente el extintor más cercano.

En caso de alarma:

- Mantener el orden.
- Atender a las indicaciones del encargado.
- No rezagarse a recoger objetos personales.
- Salir ordenadamente y sin correr.
- Realizar la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- Dirigirse al lugar de concentración fijado y permanecer en él hasta recibir instrucciones.

7. Documentación de seguridad y salud

En todo momento el contratista dispondrá de toda aquella documentación referida a la seguridad y salud que pueda ser requerida para su evaluación o inspección, y en particular:

- Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- Libro de incidencias.
- Adhesión al Plan de Seguridad por parte de los subcontratistas.
- Justificantes de entrega de EPI's a los trabajadores.
- Libro de Subcontratación.
- Certificados de aptitud de los trabajadores en base al reconocimiento médico de empresa.
- Certificación acreditativa de la impartición de formación sobre riesgos y medidas preventivas a los trabajadores.
- Certificación de adecuación al R.D. 1215/1997, de 18 de Julio en las máquinas que carezcan de marcado CE.
- Autorización expresa comprensiva de la declaración de aptitud técnica y física para la utilización de maquinaria por parte de los trabajadores.
- Seguro de Responsabilidad Civil.

8. Presupuesto

1.1. Presupuesto parcial

Ud.	Descripción	Precio (€)	
		Parcial	Total
INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA			
1	Alquiler caseta almacén con aseo (15m2) Ud. mes de alquiler	215,18	457,64
1	Transporte de caseta. Ud. de transporte de caseta a obra, incluso descarga y posterior recogida.	242,56	
		Total:	
MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO			
1	1 Botiquín de obra Ud. de botiquín de obra homologado e instalado	63	765,78
2	Extintor Ud. de extintor homologado y colocado	185	
3	Transporte taquilla metálica individual Ud. De taquilla metálica colocada	343,45	
2	Ud Banco madera para 4 personas	179,3	
		Total:	
PROTECCIONES PARA CABEZA			
8	Casco de seguridad Ud. Casco de seguridad homologado	64	64
		Total:	
PROTECCIONES PARA MANOS			
8	Par guantes de goma Ud. Par de guantes de goma con diferentes tallas	20	20
		Total:	

PROTECCIONES PARA PIES Y PIERNAS			
8	Par de botas de seguridad Ud. Par de botas de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante, diferentes tallas	520,10	
		Total:	520,10
SEÑALIZACIONES			
1	Cartel indicativo de riesgo con soporte Ud. de cartel de riesgo de 0,3x0,3 m con soporte de hierro galvanizado 70x35x2 mm y 1m de altura	85,15	
70	Cinta de balizamiento rojo blanco Ml. cinta corrida de balizamiento plástica a dos colores rojo y blanco	27,83	
1	Señal metálica triangular de peligro Ud. Señal metálica triangular de peligro incluso soporte metálico, fijación, cambio de posición, mantenimiento y retirada (tamaño grande)	178,12	
		Total:	291,1

1.2. Resumen del presupuesto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	Importe en euros (€)
INSTALACIONES PROVISIONALES DE	457,64
OBRA MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO	765,78
PROTECCIONES PARA CABEZA	64,00
PROTECCIONES PARA MANOS	20,00
PROTECCIONES PARA PIES Y PIERNAS	520,10
SEÑALIZACIONES	291,10
TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	2.118,62

El presupuesto de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de DOS MIL CIENTO DIECIOCHO CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (2.118,62€).

Burgos, julio 2019

El alumno:

Daniel Ruiz Mínguez

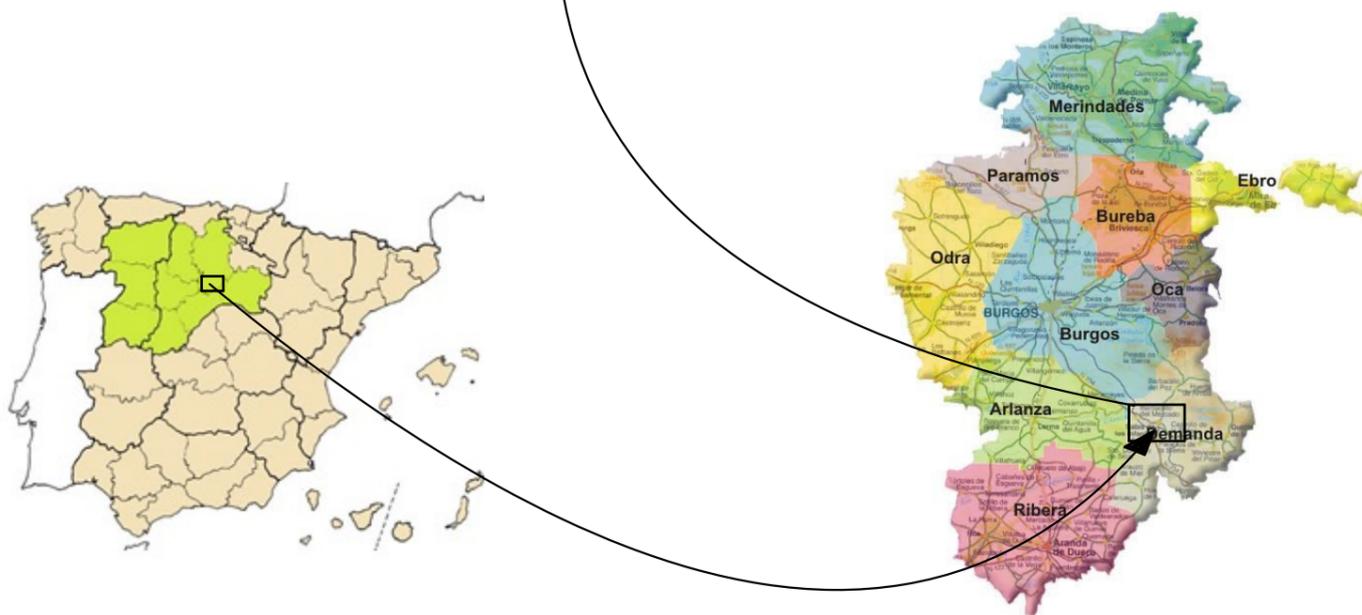
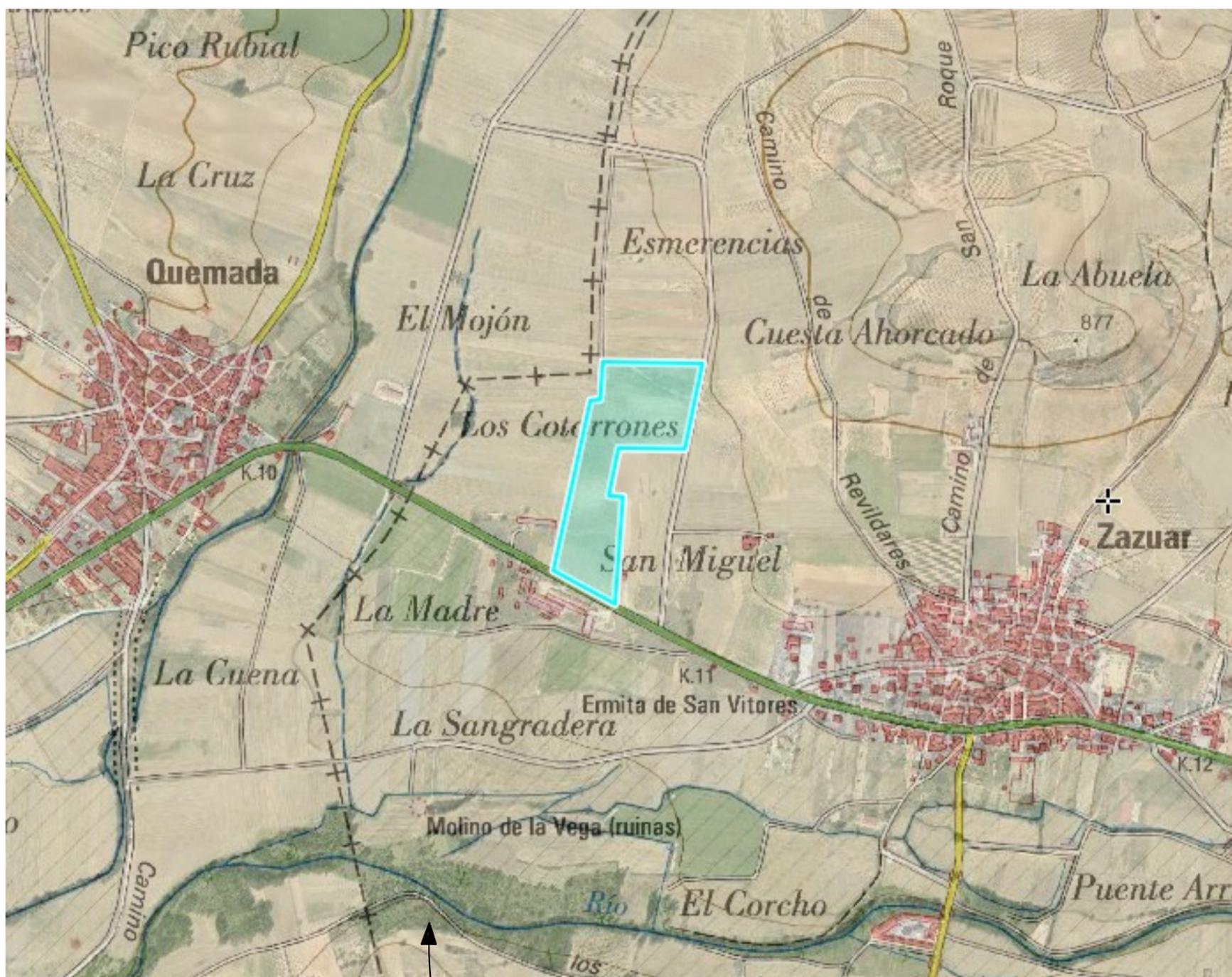
Índice de tablas

Tabla 1: Localización de la parcela	3
---	---

Documento N° 2
PLANOS

ÍNDICE

- 1. Situación**
- 2. Emplazamiento**
- 3. Distribución encinas**
- 4. Distribución del sistema de riego**
- 5. Cerramiento**
- 6. Cotas**
- 7. Detalle de valla**
- 8. Cimentación caseta de riego**



U.V.A. - E. I FORESTALES, AGRONÓMICA Y DE LA BIOMASA
GRADO EN INGENIERIA FORESTAL

TITULO:

PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA
EN ZAZUAR (BURGOS)

LOCALIZACIÓN:

POLIGONO 501
ZAZUAR (BURGOS)

ESCALA:

1:10.000

FIRMA: JULIO DE 2019

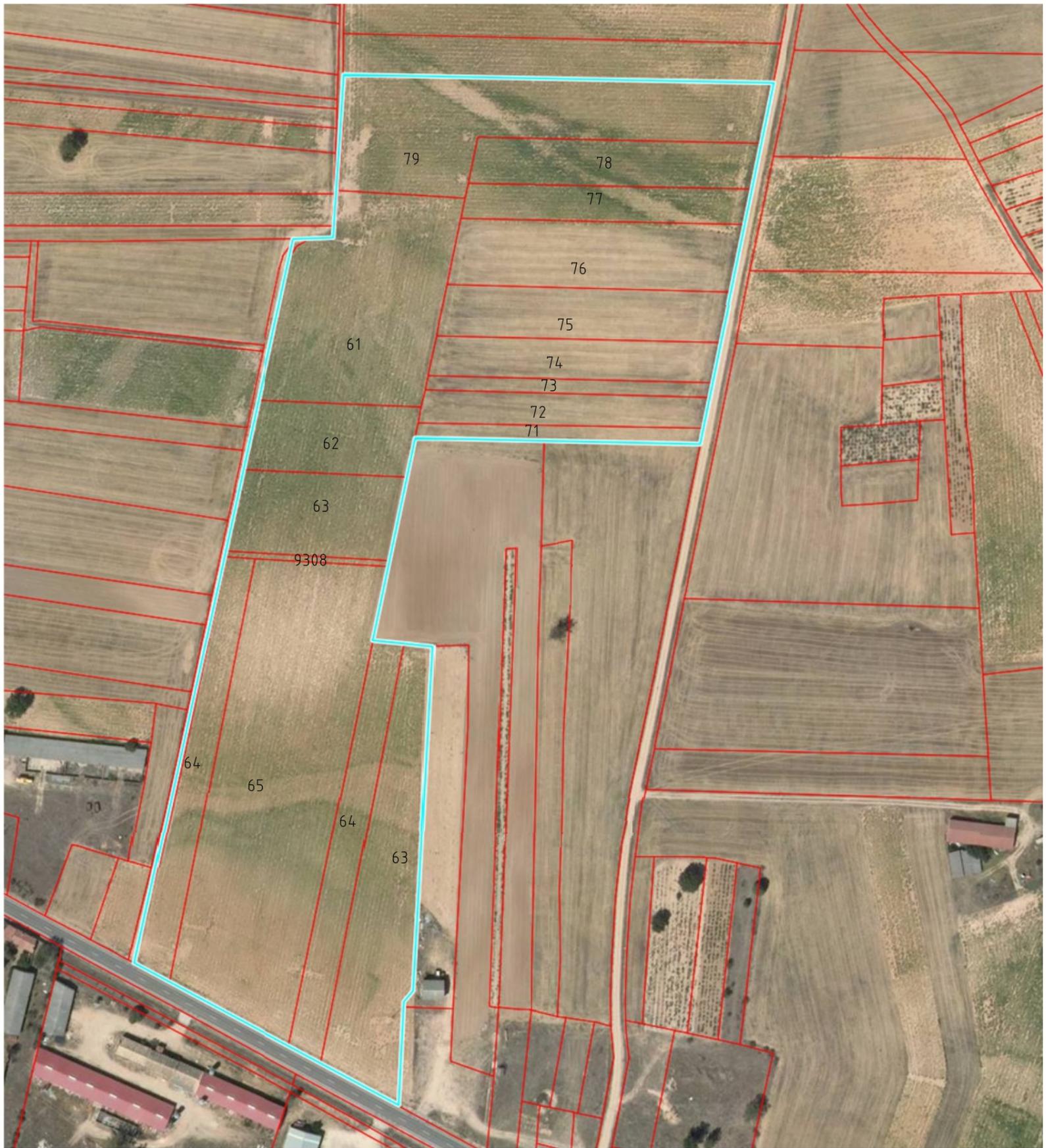
PLANO:

SITUACIÓN

PLANO Nº:

1

DANIEL RUIZ MINGUEZ



U.V.A. - E. I. FORESTALES, AGRONÓMICA Y DE LA BIOMASA
GRADO EN INGENIERIA FORESTAL



TITULO:

PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA
EN ZAZUAR (BURGOS)

LOCALIZACIÓN:

POLIGONO 501
ZAZUAR (BURGOS)

ESCALA:

1:2000

FIRMA: JULIO DE 2019

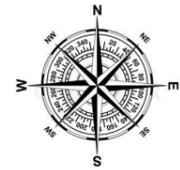
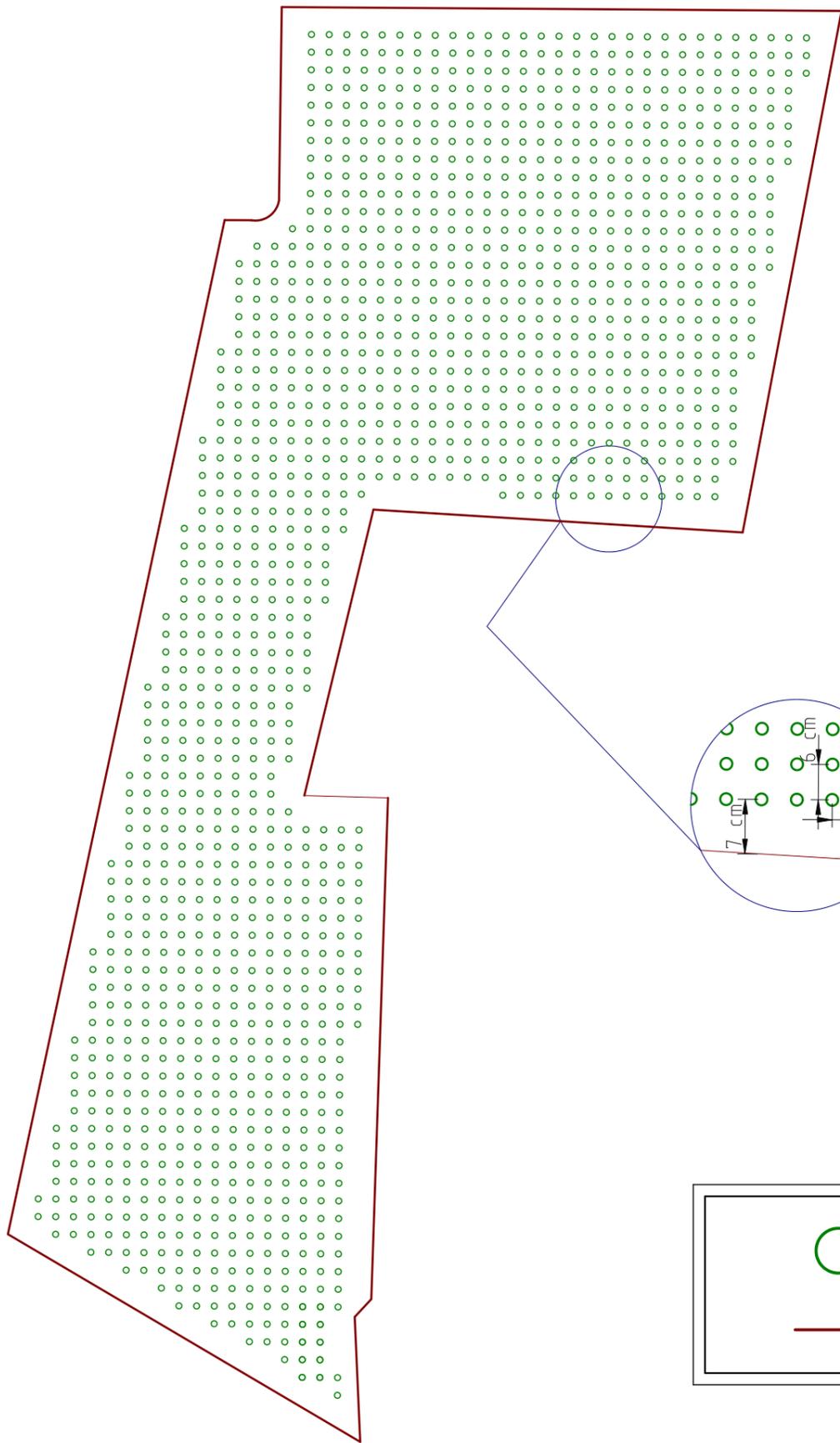
PLANO:

EMPLAZAMIENTO

PLANO Nº:

2

DANIEL RUIZ MINGUEZ



DETALLE PLANTACIÓN
A ESCALA 1:1000

	ENCINAS MICORRIZADAS
	LIMITE PARCELARIO



U.V.A. - E. I FORESTALES, AGRONÓMICA Y DE LA BIOMASA
GRADO EN INGENIERIA FORESTAL



TITULO:

PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA
EN ZAZUAR (BURGOS)

LOCALIZACIÓN:

POLIGONO 501
ZAZUAR (BURGOS)

ESCALA:

1:2000

FIRMA: JULIO DE 2019

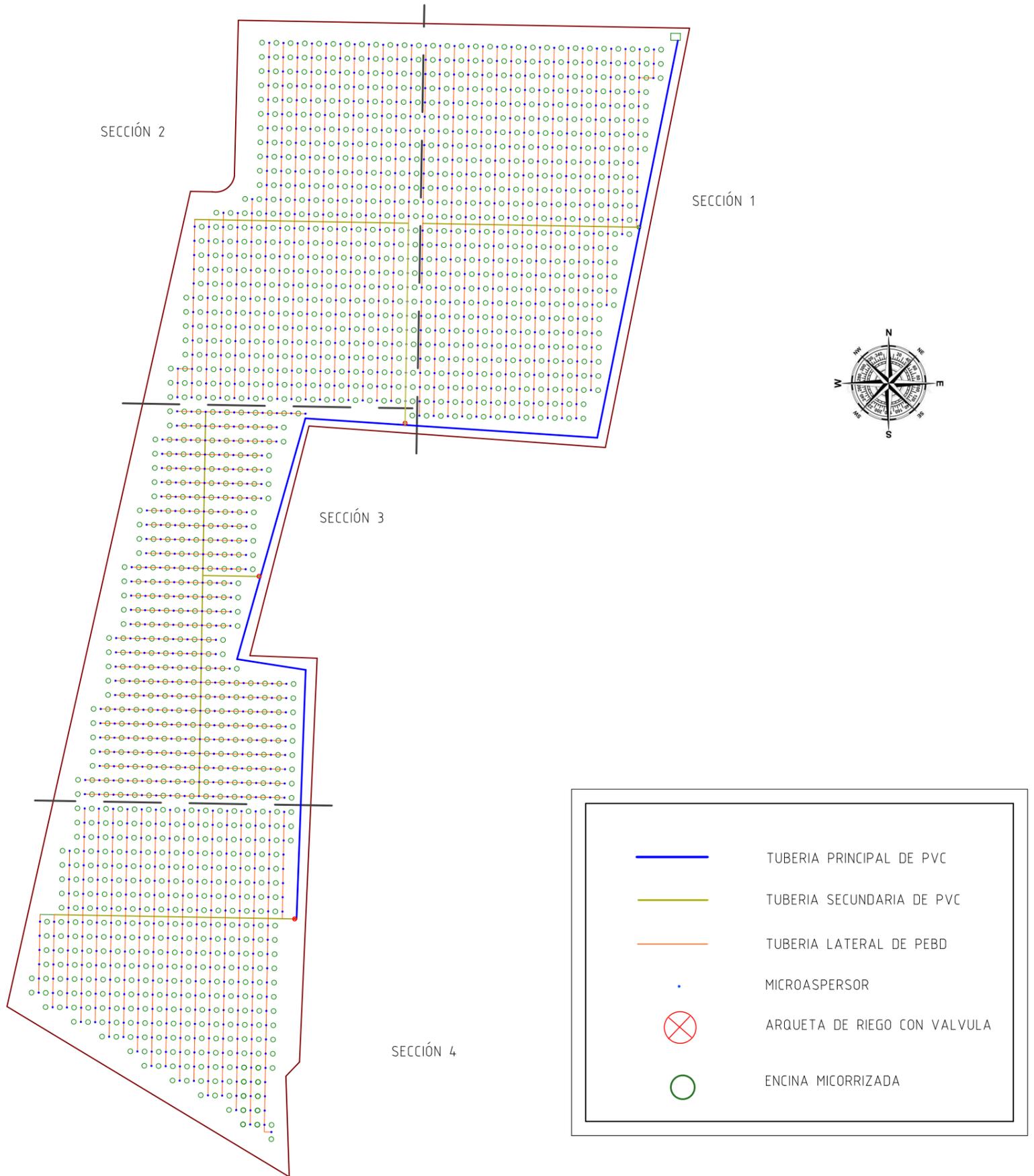
PLANO:

DISTRIBUCIÓN ENCINAS

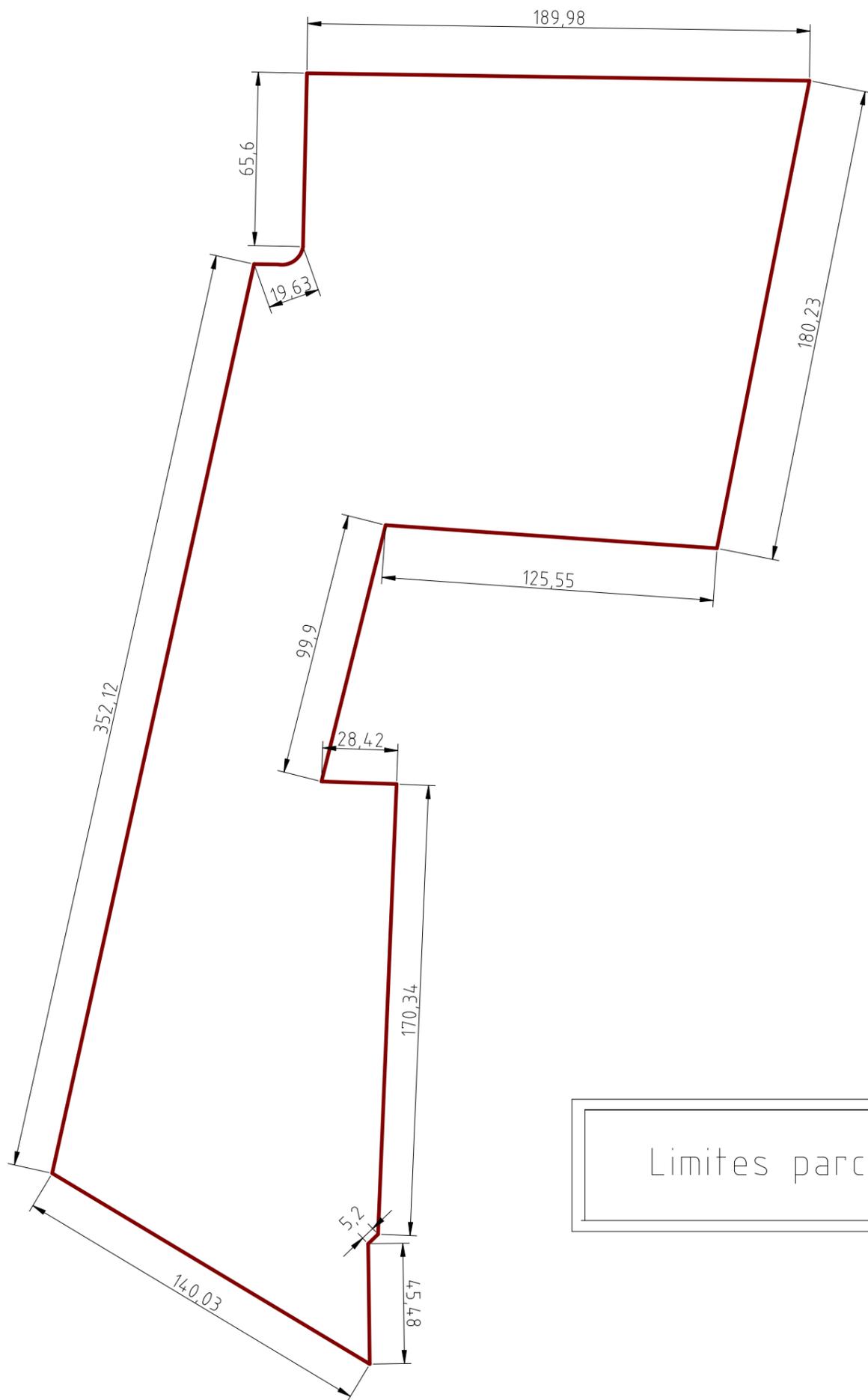
PLANO Nº:

3

DANIEL RUIZ MINGUEZ

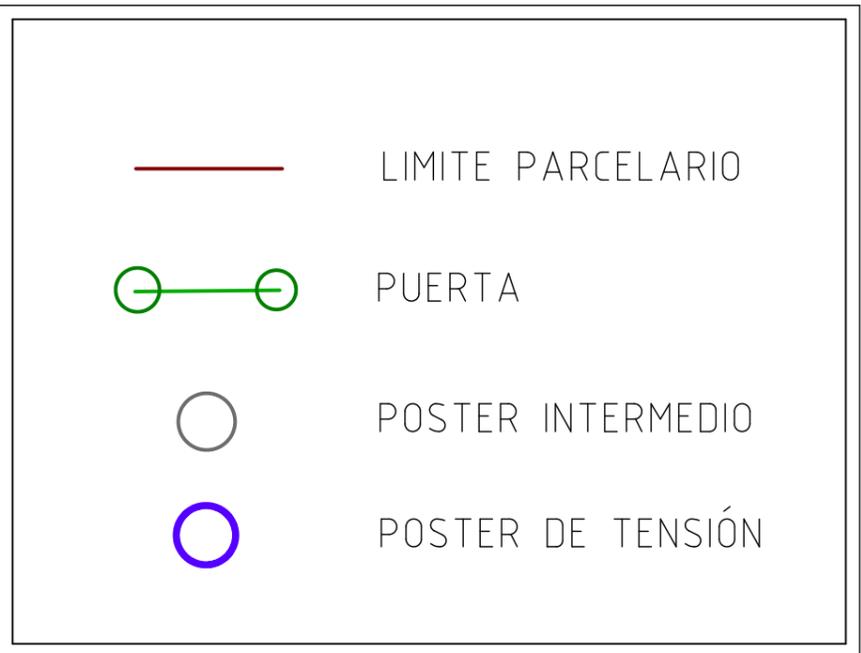
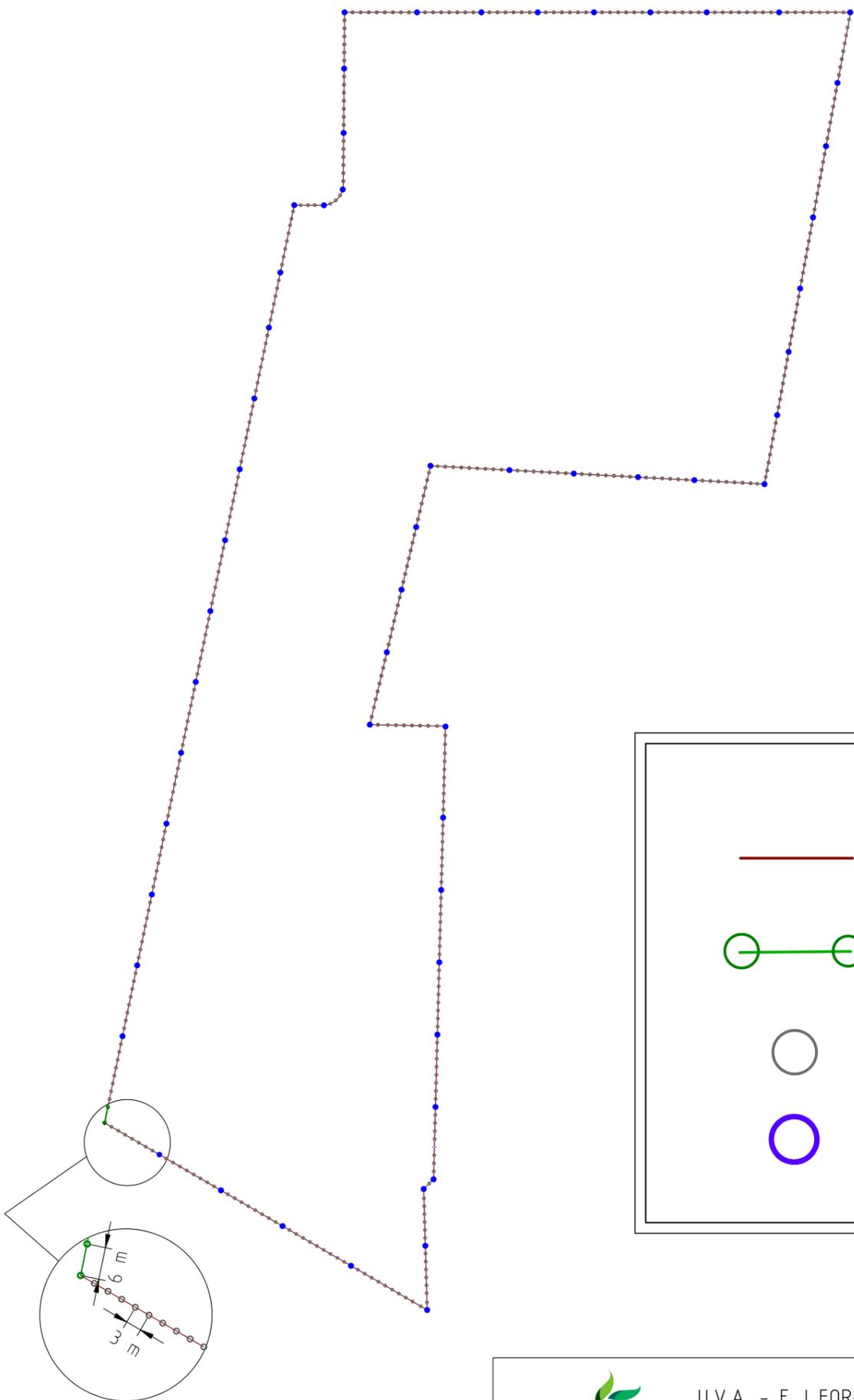


		U.V.A. - E. I FORESTALES, AGRONÓMICA Y DE LA BIOMASA GRADO EN INGENIERIA FORESTAL			
TITULO: PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA EN ZAZUAR (BURGOS)					
LOCALIZACIÓN: POLIGONO 501 ZAZUAR (BURGOS)			ESCALA: 1:2000		
FIRMA: JULIO DE 2019 DANIEL RUIZ MINGUEZ		PLANO: DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO		PLANO Nº: 4	



Límites parcela 

 	
U.V.A. - E. I FORESTALES, AGRONÓMICA Y DE LA BIOMASA GRADO EN INGENIERIA FORESTAL	
TITULO: PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA EN ZAZUAR (BURGOS)	
LOCALIZACIÓN: POLIGONO 501 ZAZUAR (BURGOS)	ESCALA: 1:2000
FIRMA: JULIO DE 2019 DANIEL RUIZ MINGUEZ	PLANO: COTAS
PLANO N°: 5	



U.V.A. - E. I FORESTALES, AGRONÓMICA Y DE LA BIOMASA
GRADO EN INGENIERIA FORESTAL



TITULO:
PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA
EN ZAZUAR (BURGOS)

LOCALIZACIÓN:
POLIGONO 501
ZAZUAR (BURGOS)

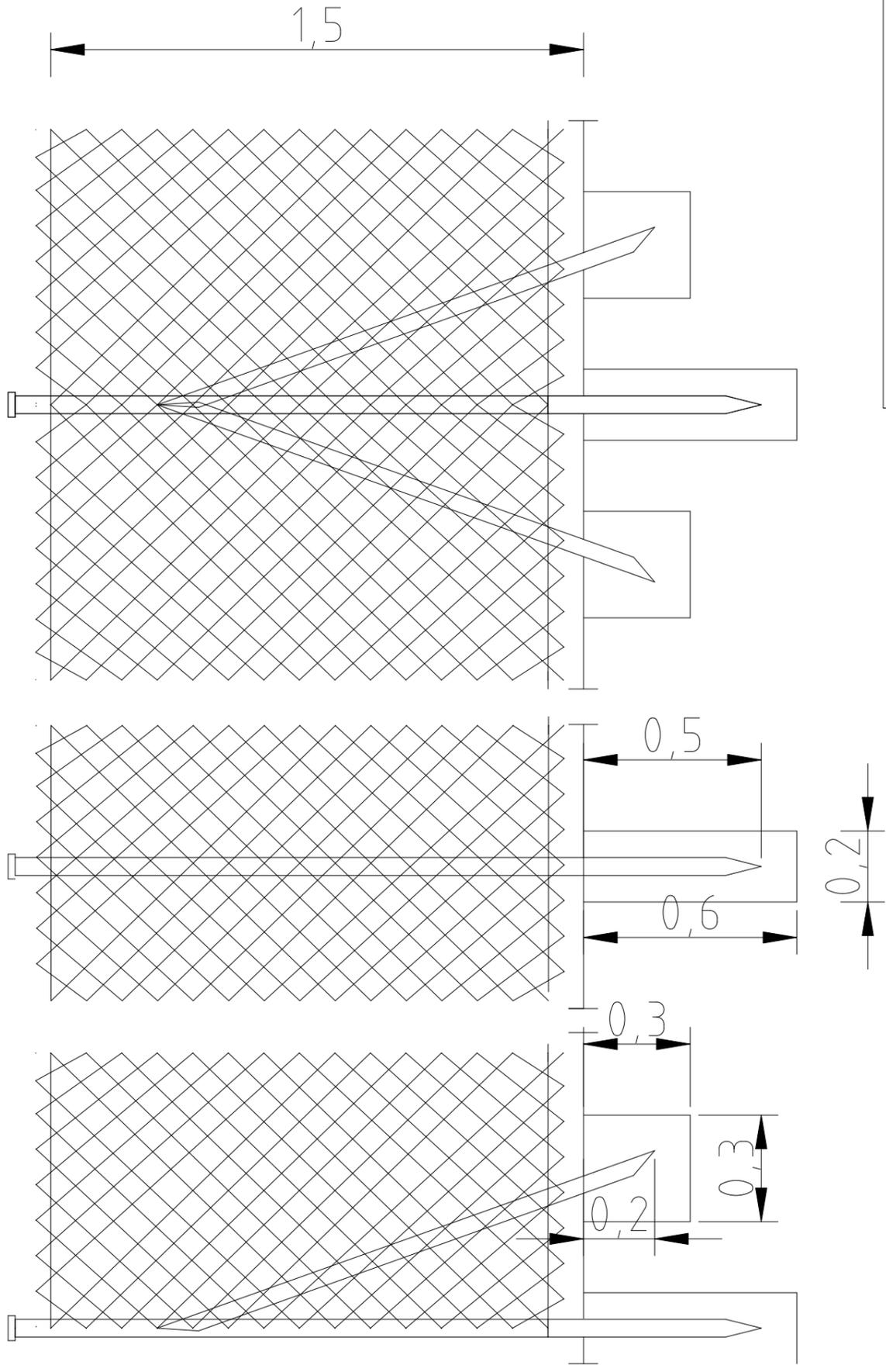
ESCALA:
1:2000

FIRMA: JULIO DE 2019

DANIEL RUIZ MINGUEZ

PLANO:
CERRAMIENTO

PLANO Nº:
6



U.V.A. - E. I FORESTALES, AGRONÓMICA Y DE LA BIOMASA
GRADO EN INGENIERIA FORESTAL

TITULO:

PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA
EN ZAZUAR (BURGOS)

LOCALIZACIÓN:

POLIGONO 501
ZAZUAR (BURGOS)

ESCALA:

1:15

FIRMA: JULIO DE 2019

DANIEL RUIZ MINGUEZ

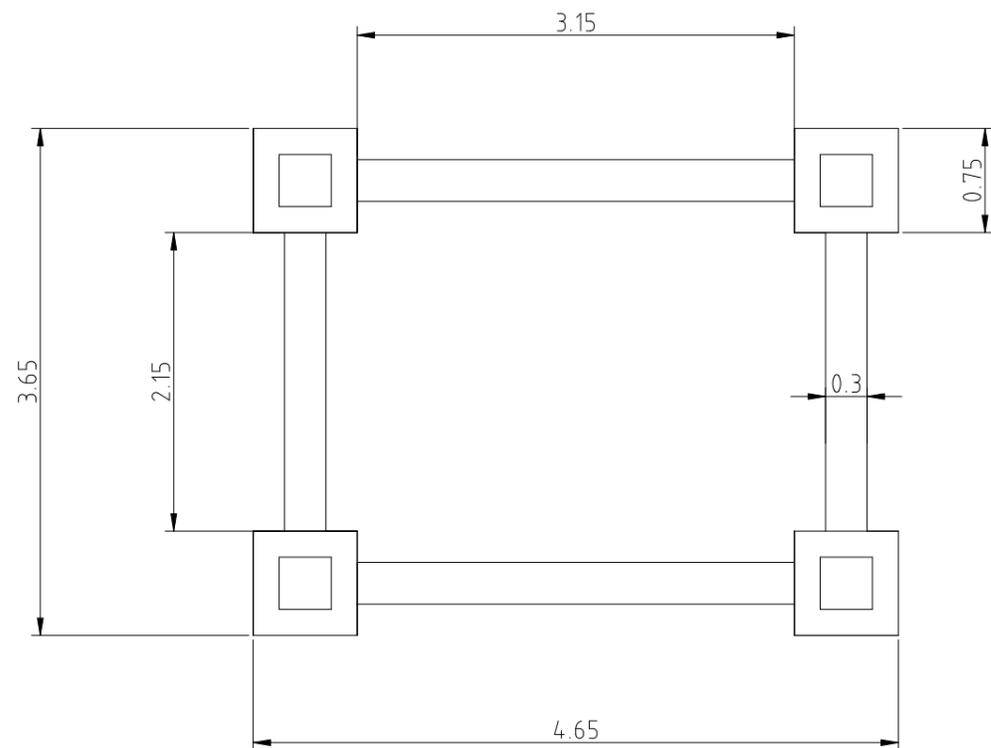
PLANO:

DETALLE VALLA

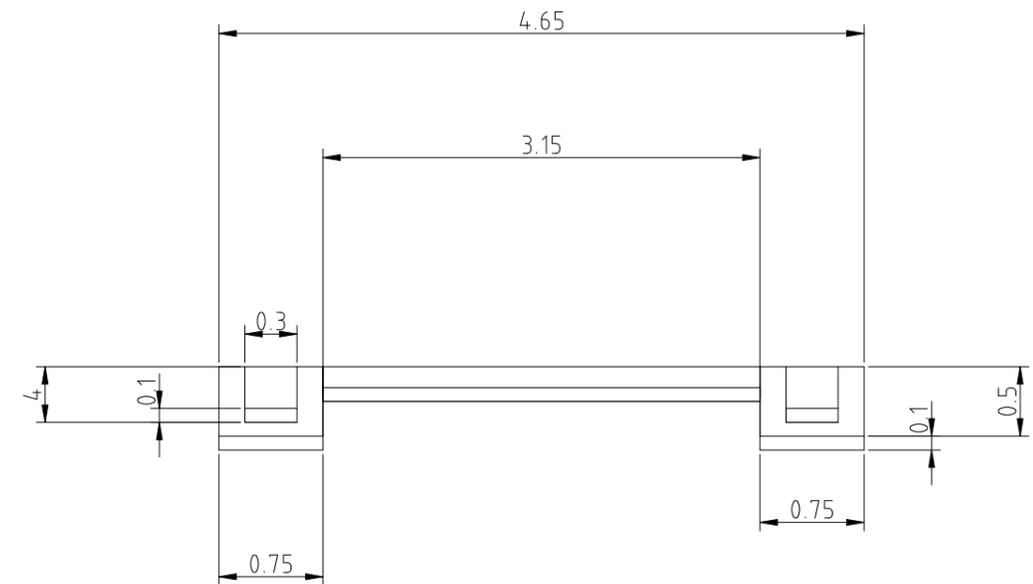
PLANO Nº:

7

PLANTA CIMENTACIÓN



PERFIL CIMENTACION



U.V.A. - E. I FORESTALES, AGRONÓMICA Y DE LA BIOMASA
GRADO EN INGENIERIA FORESTAL



TITULO:

PROYECTO DE UNA PLANTACIÓN TRUFERA DE 6,53 HA
EN ZAZUAR (BURGOS)

LOCALIZACIÓN:

POLIGONO 501
ZAZUAR (BURGOS)

ESCALA:

1:20

FIRMA: JULIO DE 2019

PLANO:

CIMENTACIÓN CASETA DE RIEGO

PLANO Nº:

8

DANIEL RUIZ MINGUEZ

Documento N° 3

PLIEGO

DE

CONDICIONES

ÍNDICE

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES	5
Art. 1. OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO.....	5
Art. 2. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO.....	5
Art. 3. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO	5
Art. 4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	5
Art. 5. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS.....	6
Art. 6. DIRECTOR DE LA OBRA	6
Art. 7. DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA.....	7
CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA	8
APARTADO I. CONSTRUCCIÓN	8
Art. 8. REPLANTEO.....	8
Art. 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS	8
Art. 10. CIMENTACIONES	8
Art. 11. FORJADOS.....	9
Art. 12. HORMIGONES Y MORTEROS	9
Art.13. ACERO LAMINADO	10
Art. 14. CUBIERTAS Y COBERTURAS	10
Art. 15. AISLAMIENTO	10
Art.16. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	11
Art. 17. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN.....	11
Art. 18. OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS	11
Art. 19. CONDICIONES GENERALES A CUMPLIR POR LOS MATERIALES	12
APARTADO II. CULTIVO	14
Art. 20. DIRECTOR DE FINCA	14
Art. 21. MATERIALES A EMPLEAR PARA ABONADO	14
Art. 22. CALENDARIO DE REALIZACIÓN DE LABORES	14
Art. 23. PROCESO OPERATIVO.....	14
Art. 24. TRABAJOS NOCTURNOS	14
Art. 25. ESTADO DEL TERRENO	14
Art. 26. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN	15
Art. 27. LABORES COMPLEMENTARIAS	15
Art. 28. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA	15
Art. 29. PROCEDENCIA DE LA MAQUINARIA	15
Art. 30. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA	16
Art. 31. TIEMPO DE UTILIZACIÓN	16
Art. 32. MEDIDAS DE SEGURIDAD	16
Art. 33. MAQUINARIA NO EXPRESADA	16
Art. 34. MATERIAL VEGETAL.....	16
Art.35. PROCEDENCIA DE LAS PLANTAS DE ENCINA MICORRIZADAS	16
Art. 36. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS DE ENCINAS MICORRIZADAS.....	17
Art. 37. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE LAS PLANTAS DE ENCINAS MICORRIZADAS	18
Art. 38. PROGRAMA DE PRUEBAS A QUE SOMETER A LA PLANTACIÓN	18
Art. 39. PRECAUCIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	19

Art. 40. LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN.....	19
Art 41. REPLANTEO.....	19
Art. 42. ÉPOCA DE PLANTACIÓN	20
Art. 43. PLANTACIÓN.....	20
Art. 44. OPERARIOS DE LA PLANTACIÓN.....	20
Art. 45. ÉPOCA DE REALIZACIÓN DE LA PODA.....	20
Art. 47. TRATAMIENTO DE LOS RESTOS DE PODA.....	20
Art. 48. APLICACIONES DE RIEGOS	20
Art. 49. RECOLECCIÓN.....	21
APARTADO III. INSTALACIÓN DE RIEGO.....	21
Art. 50. TUBERÍAS DE PVC	21
Art. 51. TUBERÍAS DE PEBD	21
Art. 52. ACOPLER Y JUNTAS.....	22
Art. 53. PIEZAS DE CONEXIÓN	22
Art. 54. VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	22
Art. 55. GRUPO DE BOMBEO.....	22
Art. 56. MICROASPERORES.....	22
Art. 57. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.....	22
Art. 58. CABEZAL DE RIEGO	23
Art. 59. PUESTA A PUNTO DE LA INSTALACIÓN	23
Art. 60. UNIFORMIDAD DE RIEGO	23
Art. 61. COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN	23
Art. 62. MANEJO DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO	23
CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	24
Epígrafe I. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	24
Art. 63. REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS	24
Art. 64. RESIDENCIA DEL CONTRATISTA	24
Art. 65. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN	24
Art. 66. DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE.....	24
Art. 67. COPIA DE LOS DOCUMENTOS	25
Art. 68. OBJETOS ENCONTRADOS	25
Art. 69. EDIFICIOS Y MATERIALES DE LA ADMINISTRACIÓN ENTREGADOS AL CONTRATISTA PARA SU USO.....	25
Art. 70. EVITAR CONTAMINACIONES	25
Art. 71. PERMISOS Y LICENCIAS.....	25
Epígrafe II. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	26
Art. 72. LIBRO DE ÓRDENES	26
Art. 73. COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN	26
Art. 74. ENSAYOS.....	26
Art. 75. MATERIALES	26
Art. 76. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	27
Art. 77. TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	27
Art. 78. OBRAS Y VICIOS OCULTOS.....	27
Art. 79. MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS	27
Art. 80. MEDIOS AUXILIARES.....	28

Epígrafe III. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN	28
Art. 81. RECEPCIONES PROVISIONALES.....	28
Art. 82. PLAZO DE GARANTÍA.....	29
Art. 83. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE	29
Art. 84. RECEPCIÓN DEFINITIVA	29
Art. 85. LIQUIDACIÓN FINAL.....	29
Art. 86. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN	30
Epígrafe IV. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	30
Art. 87. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	30
<i>CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA</i>	31
Epígrafe I. BASE FUNDAMENTAL.....	31
Art. 88. BASE FUNDAMENTAL	31
Epígrafe II. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS	31
Art. 89. GARANTÍAS.....	31
Art. 90. FIANZAS	31
Art. 91. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA	31
Art. 92. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA	31
Epígrafe III. PRECIOS Y REVISIONES	32
Art. 93. PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	32
Art. 94. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS	32
Art. 95. REVISIÓN DE PRECIOS	32
Art. 96. ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO.....	33
Epígrafe IV. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	34
Art. 97. VALORACIÓN DE LA OBRA.....	34
Art. 98. MEDICIONES PARCIALES Y FINALES.....	34
Art. 99. EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO	34
Art. 100. VALORACIÓN DE OBRAS INCOMPLETAS.....	34
Art. 101. CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES	34
Art. 102. PAGOS	35
Art. 103. SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS.....	35
Art. 104. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS	35
Art. 105. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA	35
Epígrafe V. VARIOS.....	36
Art. 106. MEJORAS DE OBRAS	36
Art. 107. SEGURO DE LOS TRABAJOS	36
Art. 108. OTROS GASTOS A TENER EN CUENTA	36
<i>CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL. 38</i>	
Art. 109. JURISDICCIÓN	38
Art. 110. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS	38
Art. 111. PAGOS DE ARBITRIOS	39
Art. 112. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	39

CUESTIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO40

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1. OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

El objeto de contrato es la realización de una plantación de encinas de la especie *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* inoculadas de *Tuber melanosporum* Vitt en la localidad de Zazuar (Burgos), con la instalación de un sistema de riego por microaspersores y una caseta de riego.

Este Pliego, conjuntamente con los otros documentos requeridos en el Art. 22 de la ley de Contratos del Estado y Art. 63 del Reglamento General para la Contratación del Estado, forma el proyecto que servirá de base para la ejecución de la obra. Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista adjudicatario de la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar las obras con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base para la adjudicación.

Art. 2. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las actuaciones cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminadas todas las actuaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Las obras accesorias se realizarán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se realizarán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de Obra.

Art. 3. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obra o actuación que no se encuentre descrita en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarla con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados. Estos estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

Art. 4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo. En el presente

proyecto son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total. Sin embargo, los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique una modificación sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

Art. 5. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Art. 6. DIRECTOR DE LA OBRA

El promotor nombrará en su representación a un Ingeniero Técnico Agrícola, en quien recaen las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto.

Las funciones que deberá desempeñar el Ingeniero Director de la obra serán:

- Garantizar que las operaciones se realicen según el proyecto aprobado, o en su caso, con las modificaciones debidamente autorizadas.
- Definir aquellas condiciones técnicas que surjan en cuanto a la interpretación de planos, condiciones de los materiales y sistemas de ejecución.
- Definir aquellas condiciones técnicas que el presente pliego no recoge.
- Estudiar y resolver todas las incidencias que puedan realizarse durante la realización del proyecto.

El Contratista dará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con la máxima eficacia. No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Si a juicio del Ingeniero Director hubiese alguna parte de obra mal ejecutada, el contratista tendrá la obligación de demolerla y volverla a realizar cuantas veces fuese necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección, no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir indemnización de ningún género, aunque las condiciones de mala ejecución de obra se hubiesen notado después de la Recepción Provisional, sin que ello pueda influir en los plazos parciales o en el total de ejecución de la obra.

Art. 7. DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA

- Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 de 8 de Abril modificada por el Real Decreto Legislativo 931/1986 de 2 de Mayo.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.T.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3410/1975 de 25 de Noviembre y actualizado conforme al Real Decreto 2528/1986 de 28 de Noviembre.
- Normas Básicas (NBE) y Tecnologías de la Edificación (NTE).
- Instrucción EH-91 para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.T.
- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de Octubre de 1.966.
- Instrucción EP-93 para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.

CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

APARTADO I. CONSTRUCCIÓN

Art. 8. REPLANTEO

Antes de empezar las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se realizarán de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante. El Contratista se encargará de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

Art. 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se refiere a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptarán las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- NTE-AD "Acondicionamiento del terreno. Desmontes"
- NTE-ADE "Explanaciones"
- NTE-ADV "Vaciados"
- NTE-ADZ "Zanjas y pozos"

Art. 10. CIMENTACIONES

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenaran los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno. Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificado en las normas:

- NTE-CSZ "Cimentaciones superficiales. Zapatas".
- NTE-CSC "Cimentaciones superficiales corridas".
- NTE-CSL "Cimentaciones superficiales. Losas".

Art. 11. FORJADOS

Regula el presente artículo los aspectos relacionados con el empleo de forjados pretensados autorresistentes armados de acero o de cualquier otro tipo con bovedillas cerámicas de hormigón y fabricado en obra o prefabricado bajo cualquier patente.

Las condiciones de empleo, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en las normas:

- NTE-EHU y NTE-EHR así como en el R.D. 1630/1980 de 18 de Julio y en la NTE-EAF.

Art. 12. HORMIGONES Y MORTEROS

Hormigones

Se refiere el presente artículo a las condiciones referentes a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa, armado o pretensado, fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la Instrucción EHE-99 para las obras de hormigón en masa o armado y la Instrucción EH-93 para las obras de hormigón pretensado. Asimismo se adopta lo establecido en las normas NTE-EH "Estructuras de hormigón".

Características: Se ajustarán a las especificaciones contenidas en la Documentación Técnica, cuidando la dosificación y midiendo la consistencia en fresco, estando prohibido el uso de aditivos, salvo autorización escrita de la Dirección Facultativa.

Medición de los componentes: El cemento se medirá preferentemente, si se dispone de medios para ello, en peso; en todo caso se procurará la máxima exactitud. Los áridos se medirán en volumen, cuidando que los recipientes para las mediciones estén siempre llenos y enrasados, sin colmo.

Amasado: El vertido de los materiales se hace en el siguiente orden:

- 1º- Aproximadamente la mitad del agua.
- 2º- El cemento y la arena simultáneamente.
- 3º- La grava.
- 4º- El resto del agua.

El amasado se hará siempre en hormigonera y el periodo de batido será suficiente para conseguir la mezcla homogénea de los componentes. Si el hormigón es servido por central, cumplirá todas las especificaciones anteriores y se prohibirá agregar agua al hormigón en el recipiente de transporte o durante su manipulación.

Morteros

El amasado se hará siempre en hormigonera y el periodo de batido será suficiente para conseguir la mezcla homogénea de los componentes y una consistencia del mortero conveniente.

Las proporciones indicadas se consideran como reguladoras, pudiendo modificarse dentro de los límites prudentes, según lo exige la naturaleza de los materiales. El mortero de cemento y sobre todo si fuera de fraguado rápido, se hará en pequeñas cantidades y su empleo será inmediato, para que tenga lugar antes del

principio del fraguado. La cantidad de agua se fijará en cada caso por el Ingeniero Director, no deberá hacerse en ningún caso el rebatido de mortero.

Art.13. ACERO LAMINADO

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de unión. Asimismo se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento. Se adopta lo establecido en las normas:

- NBE-MV-102: " Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.
- NBE-MV-105: "Roblones de acero".
- NBE-MV-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero".

Art. 14. CUBIERTAS Y COBERTURAS

Se refiere el presente artículo a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapas con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o polimetacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento con chapas lisas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad.

Asimismo se regulan las azoteas y los lucernarios. Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

- NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento".
- NTE-QLC: "Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas".
- NBE-MV-301/1.970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos (Modificada por RD 2.085/86 de 12 de Septiembre).

Art. 15. AISLAMIENTO

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación de aislamiento estarán de acuerdo con lo prescrito en la norma NBE-CT-79 sobre condiciones térmicas de los edificios, que en su anexo 5 establece las condiciones de los materiales empleados para aislamiento térmico así como control, recepción y ensayos de dichos materiales, y en el anexo 6 establece diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

Art.16. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Aunque el proyecto no cuenta con instalación eléctrica, si el promotor decidirá instalarla en otro momento, los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias. Asimismo se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas:

- NTE-IEB: "Instalación eléctrica de baja tensión".
- NTE-IEI: "Alumbrado interior".
- NTE-IEP: "Puesta a tierra".
- NTE-IER: "Instalaciones de electricidad. Red exterior".

Todos los conductores serán de cobre comercial puro, si la sección en algún punto, resulta en un 3% menor que la normal, el conductor no será aceptado. Todos los materiales procederán directamente de fábrica, desechando los que acusen deterioro por mal trato, picaduras u otros defectos de su envoltura exterior.

Los aparatos se suministrarán completos, no tendrán defecto alguno, sus diferentes partes estarán bien sujetas y todo el aparato estará garantizado por una casa acreditada.

Los conductores eléctricos se introducirán con cuidado en la tubería para evitar dañar su aislamiento. No se permitirá que los conductores tengan empalmes, en caso de tener que hacerlos, se harán en las cajas de derivación y siempre por medio de conectores.

El color de la envoltura de los conductores activos se diferenciará de la de los conductores neutro y tierra. La medición se hará por punto de luz o enchufes para cada unidad de éstos, en los que se incluyen los mecanismos y parte proporcional de la tubería.

Art. 17. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

Son las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuegos y rayos. Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-91 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPF "Protección contra el fuego", y anexo nº6 de la EHE-99. Así como se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPP "Pararrayos".

Art. 18. OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS

Si durante los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

Art. 19. CONDICIONES GENERALES A CUMPLIR POR LOS MATERIALES

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establezcan en el presente Pliego de Condiciones y deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director.

Áridos

La arena que se emplee en la construcción será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual, si fuera necesario se tamiza y lavará convenientemente en agua limpia.

Las gravas que se serán producidas por machaqueo y cumplirán las siguientes condiciones.

- No serán descomponibles por agentes atmosféricos.
- No contendrán sustancias que perjudiquen al hormigón o alteren el fraguado, tales como arcillas, limos, carbones, productos afrutados, materia orgánica, etc.
- El tamaño máximo del árido no superará en ningún caso a la 1/4 parte de la mínima dimensión del elemento a ejecutar, ni superior a los 5/6 de la distancia horizontal entre barras, admitiéndose a lo sumo el 10% de los elementos más gruesos de esta separación.
- Tendrán resistencia no inferior a la exigida al hormigón.

Mortero

El fraguado de los morteros de cemento no debe comenzar antes de una hora, ni terminar antes de cuatro ni después de doce. La estabilidad del volumen debe ser completa. La resistencia del mortero normal a compresión a los 28 días será de 200 Kg/m² como mínimo.

Agua

El agua para los morteros y hormigones, lo mismo que para el lavado, ha de ser limpia. La cantidad de agua que ha de emplearse para el batido de los morteros y hormigones ha de ser estrictamente la precisa para efectuar esta operación.

Cemento

Cementos naturales: Deberán ser el resultado de la molienda de rocas calizas-arcillosas después de calcinadas, sin agregar ninguna sustancia extraña.

Cementos artificiales: Serán de marcas acreditadas y sometiendo los productos a los análisis químico-mecánicos y de fraguado, darán los resultados exigidos para esta clase de materiales.

Ambos cementos irán envasados y se almacenarán convenientemente, a fin de que no pierdan las condiciones de bondad necesarias para ser aplicadas en la construcción. En el momento de su empleo el cemento deberá estar pulverizado y perfectamente seco.

Encofrados

Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o mixtos, pero siempre deberán ofrecer la rigidez suficiente para soportar sin deformación apreciable los esfuerzos debidos a la puesta en obra del hormigón necesario para la ejecución de la obra, así como su posterior vibrado. Estos encofrados deberán estar fuertemente anclados al subsuelo para evitar que por su cesión se puedan formar grietas en los bordes o en las proximidades de las juntas longitudinales o transversales. El vibrado del mismo, se realizará bien con regla vibrante o con vibradores internos de forma que se consiga la máxima compacidad de las mezclas.

Hormigonado con temperaturas extremas

Durante los días de heladas no se permitirá trabajar en función alguna en que se emplee mortero de cualquier clase que sea. Cuando se sospeche que durante la noche la temperatura va a descender por debajo de los cero grados centígrados, se abrigarán cuidadosamente con esteras, pajas y otros medios que sean aprobados por el Ingeniero Director. Se demolerá toda obra en que se compruebe que el mortero se encuentra deteriorado a consecuencia de las heladas.

Para el caso de grandes calores, el Ingeniero Director está facultado para suspender la ejecución de las obras si lo estima necesario. El hormigonado se continuará una vez que se haya comprobado que el hormigón anteriormente colocado no ha sufrido daño alguno o, en su caso, después de la demolición de la zona dañada.

Curado del hormigón

Una vez terminado el hormigonado, durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, se mantendrá éste con humedad constante de diez (10) a quince (15) días, dependiendo de la época del año. El curado podrá realizarse manteniendo la superficie húmeda del pavimento, mediante riego directo que no produzca deslavado del hormigón, o a través de materiales que retengan la humedad y no contengan sustancias nocivas, para el hormigón. Estas materias pueden ser sacos, arena, plásticos, etc.

Materiales metálicos

Los materiales metálicos serán de la mejor calidad o clase, sin deformaciones, roturas ni otros defectos. No se permitirán empalmes ni acopladuras en las piezas que formen parte de las armaduras. En las piezas compuestas para uniones de otras, la longitud, forma y situación de las cubrejuntas y el número y diámetro de los tornillos se ajustarán a las instrucciones que previamente dicte el Ingeniero Director.

Todos los materiales serán de buena calidad, exentos de deformaciones y roturas, estarán bien trabajados, presentando buen ajuste en todos los empalmes y juntas. Los hierros forjados deben ser hechos por obreros especializados.

Otros materiales

Los demás materiales que entren en las obras, para los que no se detallan condiciones, serán de primera calidad y antes de colocarlos en la obra serán reconocidos por el Ingeniero Director, quedando en su mano la facultad de desecharlos.

APARTADO II. CULTIVO

Art. 20. DIRECTOR DE FINCA

El director de la finca queda facultado para introducir las variaciones que crea convenientes, siempre y cuando no varíe en lo fundamental los principios que deben guiar la explotación.

Art. 21. MATERIALES A EMPLEAR PARA ABONADO

No se realiza ningún tipo de abonado.

Art. 22. CALENDARIO DE REALIZACIÓN DE LABORES

Todas las labores necesarias se harán en la época y forma que queda especificada en la Memoria y en los Anejos correspondientes, utilizando la maquinaria y aperos que en ellos se especifica.

Art. 23. PROCESO OPERATIVO

Preparación del terreno

El tractor avanzará labrando en besanas largas de ida y vuelta. Se utilizará un arado de vertedera, un subsolador y un cultivador.

Mantenimiento del suelo

Se realizará dos pases por año con un de cultivador superficial de 10 cm, uno a principios de primavera y otro a finales de otoño, para mantener el suelo en perfecto estado.

Plantación

Se deberá realizar en el menor tiempo posible pero asegurando la buena ejecución de la misma.

Art. 24. TRABAJOS NOCTURNOS

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Ingeniero Director, y realizados solamente en las unidades de obra que indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación, del tipo de intensidad que el Ingeniero ordene y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

Art. 25. ESTADO DEL TERRENO

El laboreo se realizará siempre en momentos en que el contenido de humedad del suelo sea el apropiado; estado de "tempero".

Art. 26. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN

Lluvias

Durante la época de lluvias, tanto los trabajos de preparación como los de plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando la pesadez del terreno lo justifique, en base a las dificultades surgidas tanto en la labor de preparación del terreno como en la plantación.

Sequía

Los trabajos de preparación y plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando de la falta de tempero pueda deducirse un fracaso en la plantación.

Heladas

Tanto en los trabajos de preparación del terreno como de plantación en época de heladas, la hora de comienzo de los trabajos será marcada por el Ingeniero Director.

Incendios

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que figuren en este pliego de condiciones o que se dicten por el Ingeniero Director.

El Ingeniero en todo caso adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios y será responsable de evitar su propagación, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

Art. 27. LABORES COMPLEMENTARIAS

Como complemento al laboreo y si se estimase necesario, puede procederse a la eliminación de piedras excesivas, o de cualquier otro objeto extraño como raíces, que pudiesen entorpecer los trabajos sobre el terreno. Esta operación complementaria se considerará incluida dentro del laboreo para la plantación y la siembra.

Art. 28. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA

Las características que debe cumplir la maquinaria a utilizar en la explotación, serán indicadas en el correspondiente Anejo. Si estas máquinas no se encontrasen en el momento en el mercado, podrán ser sustituidas por otras de características similares.

Art. 29. PROCEDENCIA DE LA MAQUINARIA

La tracción y la maquinaria utilizada en las labores de los distintos cultivos serán alquiladas en su gran mayoría y escasamente propias para el mantenimiento del cultivo.

Art. 30. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA

Las piezas y mecanismos que así lo pudieran requerir deberán engrasarse para mantener la maquinaria en óptimas condiciones para el trabajo, evitando de ésta forma los desgastes extras que ésta pudiera sufrir.

Se deberá disponer en la explotación de las piezas de reposición más frecuentes para poder ser utilizadas con rapidez y subsanar la avería correspondiente en la máquina; igualmente habrá que disponer herramientas auxiliares propicias y necesarias para la colocación de la pieza averiada. Toda maquinaria permanecerá el tiempo mínimo a la intemperie, impidiéndole de esta manera que pueda sufrir la influencia negativa de los agentes atmosféricos que pudieran perjudicar el buen estado de la misma.

Art. 31. TIEMPO DE UTILIZACIÓN

El número de horas de empleo de cada una de las distintas máquinas serán las que aparecen desglosadas en el Anejo correspondiente a los elementos de trabajo, no debiéndose utilizar en número superior a las mismas, ni ser utilizadas en operaciones externas que no hayan sido convenientemente estimadas en el Proyecto sin que tengan el previo consentimiento del Ingeniero director.

Art. 32. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Todos y cada uno de los operarios que trabajen con la maquinaria lo harán con las máximas garantías de cumplimiento de la Normativa vigente sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo, durante el manejo de la misma.

Del mismo modo la maquinaria dispondrá de todos los dispositivos de seguridad que fuesen o se estimase necesarios para deducir al máximo el riesgo de posibles incidentes y concretados de acuerdo con la Inspección de Trabajo.

Art. 33. MAQUINARIA NO EXPRESADA

Si por cualquier circunstancia fuese necesaria la modificación de la maquinaria que se expresa en el Anejo correspondiente, el Director de la explotación estará facultado para la introducción de las variantes necesarias, siempre que las innovaciones estén de acuerdo con el trabajo que deberán llevar a cabo y dentro de los límites económicos propuestos y presupuestados en el Proyecto.

Art. 34. MATERIAL VEGETAL

Las plantas de encina utilizadas, están micorrizadas del hongo *Tuber melanosporum* y cumplirán las normas de la C.E.E. para la producción y comercialización de la trufa negra.

Art.35. PROCEDENCIA DE LAS PLANTAS DE ENCINA MICORRIZADAS

El lugar de procedencia de las plantas de encina micorrizada de *Tuber melanosporum* debe reunir condiciones climáticas semejantes a las de la zona objeto

del proyecto para su buen desarrollo y sea, como norma general, un vivero oficial y plenamente acreditado.

Art. 36. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS DE ENCINAS MICORRIZADAS

Antes de emplear la planta el Contratista deberá presentar muestras adecuadas al Ingeniero Director para que este pueda realizar los ensayos necesarios y así decidir si procede o no la admisión de la misma. Serán rechazadas las plantas que:

- En cualquiera de sus órganos o de su madera sufran o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades.
- Cuyos cepellones se encuentren contaminados por otros hongos indeseables, ajenos a *Tuber melanosporum*.
- Se encuentren con un grado de deshidratación de la vegetación, por calor, sol o viento, producido durante el porte, siempre que el grado de deshidratación sea excesivo para la recuperación de la vegetación.
- Que hayan sido cultivadas en un vivero sin espaciamiento suficiente para su correcto desarrollo y se haya producido un hilerado excesivo.
- Que sufran daños excesivos y no recuperables a causa de las bajas temperaturas.
- Que hayan tenido crecimientos desproporcionados por haber sido sometidas a tratamientos especiales o por otras causas.
- Que durante el transporte hayan sufrido daños o roturas por manipulación defectuosa.

La aceptación de una planta en cualquier momento, no será obstáculo para que sea rechazada en el futuro, si se encontraran defectos en su uniformidad.

Si el Contratista acopiara plantas que no cumplieren las condiciones de este pliego, el Ingeniero Director dará las órdenes para que sin peligro de confusión, sean separadas de las que cumplen y sustituidas por otras adecuadas. Únicamente, si el material vegetal recibido es plenamente conforme y no presenta problemas, se deberá aceptar el envío.

Si hubiese anomalías graves, el envío se rechazaría totalmente o se levantaría un acta notarial inmediatamente, remitiendo al vivero de origen la oportuna reclamación. La utilización de la planta, no libera al Contratista, en ningún caso, de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en el Pliego y que habrán de comprobarse siempre mediante ensayos correspondientes.

El Promotor no asume la responsabilidad de asegurar que el contratista encuentre en el lugar de procedencia elegido la planta adecuada en cantidades suficientes para la repoblación proyectada, en el momento de su ejecución.

La procedencia indicada sirve para definir la distancia de transporte de la planta y para fijar los excesos de transporte de la misma, en los casos en que el Promotor autorice al Contratista a utilizar materiales de otra procedencia, con mayor distancia de transporte y le reconozca el derecho a la percepción de dichos excesos.

Las características de la planta a utilizar, vendrán determinadas por los valores mínimos exigibles por los siguientes parámetros:

- Altura; Longitud desde las hojas hasta el cuello de la raíz.
- Grosor; Diámetro en milímetros del brote del cuello.
- Forma del sistema radical; Debe estar ramificado equilibradamente, con numerosas raicillas laterales y abundantes terminaciones meristemáticas. Es muy importante que la mayor parte del sistema radical esté plenamente micorrizadas con *Tuber melanosporum*.
- Relación entre la raíz y la parte aérea; Se define en longitud o en peso. Si se expresa en peso, cada una de las partes no debe superar 1,7 veces el de la otra.
- Hojas y ramificaciones; La planta de tallo espigado y sin ramificar debe ser rechazada, pues no dará en el cuello de la raíz los diámetros mínimos exigibles.
- Estado; No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas. No debe confundirse la coloración por deficiencias con el cambio que experimentan debido a las heladas, que en nada merma la calidad de la planta.
- Edad; Viene determinada por el número de savias o tiempo de permanencia en el vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o períodos vegetativos.

La planta que utilizaremos será *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* en envase tipo Melfert. Con edad de una savia, dos como mucho, una altura entre 15 y 20 cm y un grosor de entre 6-7 mm. Presentará amplia micorrización en las raíces con *Tuber melanosporum* Vitt. La calidad de la planta se ajustará siempre a las normas de calidad CE de materiales forestales de reproducción comerciables.

Art. 37. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE LAS PLANTAS DE ENCINAS MICORRIZADAS

El transporte de las plantas de encina micorrizadas con *Tuber melanosporum* Vitt debe ser directo, sin cargas ni descargas intermedias, mediante el sistema de “puerta a puerta” y lo más rápido posible. La zona de transporte del vehículo deberá estar cerrada, para evitar daños a las plantas por bajas temperaturas o desecaciones innecesarias.

La recepción de los pies debe tenerse preparada y tiene que realizarse con la máxima atención. La descarga se realizará de forma rápida y cuidadosa a la vez y con los medios necesarios, aprovechando este momento para revisar cuidadosamente el envío comprobando el número, clase y estado de las plantas recibidas. Se debe hacer, al mismo tiempo, una comprobación del etiquetado e identificación de los lotes y la coincidencia de lo recibido con el pedido original.

Art. 38. PROGRAMA DE PRUEBAS A QUE SOMETER A LA PLANTACIÓN

Para el control de la ejecución de las obras de plantación se establecerá un programa de pruebas que se desarrollarán en dos fases: durante la realización de los trabajos y finalizado el plazo de garantía. Las pruebas son:

Fase de preparación del terreno:

- Comprobación de la densidad de trabajo.

Fase de plantación:

- Descalce de las plantas uno o dos días tras la plantación para comprobar la posición de su raíz e identificar el tipo de micorriza. En el seguimiento posterior se comprobará la micorrización.
- Intento de arranque de plantas para comprobar si el terreno ha quedado bien compactado entorno a las mismas.
- Comprobar la densidad y distribución de las plantas por hectárea.
- Características de la planta y cuidado de la misma en el tajo.

El resultado de estas comprobaciones deberá estar en concordancia con las condiciones establecidas en la Memoria y Anejos correspondientes.

El Ingeniero Director podrá efectuarlas en el momento y frecuencia que crea oportuno, así mismo podrá llevar a cabo cualquier otra comprobación que sea necesaria para la correcta ejecución de los trabajos.

Art. 39. PRECAUCIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN

Cuando la plantación no pueda efectuarse después de recibir las plantas de encima se procederá a su depósito.

El depósito consiste en remojar durante un minuto en un cubo de agua a las plantas en cepellón, luego se las deja escurrir; a continuación se guardan durante algunas semanas en un lugar seco, aireado y al abrigo del hielo.

Art. 40. LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN

Previamente a la plantación, se procederá a la eliminación de los pies cuyos cepellones están seriamente dañados por diversas causas. Posteriormente a la eliminación de los pies dañados, se procederá a remojar los cepellones "Melfert" en un cubo de agua justo antes de plantarlos; por lo tanto esta operación es conveniente realizarla en el propio campo.

Seguidamente, a los cepellones envueltos "Melfert" se les realiza cuatro cortes longitudinales con una navaja bien afilada sobre los lados del cepellón. Con esta operación nos aseguramos que las raíces de los árboles atraviesen adecuadamente las envolturas celulósicas.

Art 41. REPLANTEO

El replanteo se realizará de la manera y con los utensilios especificados en la Memoria y en el Anejo correspondiente. Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra, una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo. Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la obra,

quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo. La Dirección Técnica será la encargada de introducir las variaciones necesarias si así lo estima oportuno.

Art. 42. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La plantación se realizará en la época indicada en la Memoria. Si en el momento de realizar la plantación se produjeran heladas, ésta deberá aplazarse hasta que desaparezcan, procediendo además con las medidas oportunas para evitar daños en las plantas.

Art. 43. PLANTACIÓN

En la plantación se seguirá la Legislación vigente, por la cual se prohíbe realizar la misma a menos de 3 metros del límite de una propiedad. La apertura de hoyos, profundidad de plantación, marco de plantación, colocación de las plantas y demás operaciones propias de la plantación, vienen expresadas en la Memoria y Anejos correspondientes, siendo atribución de la Dirección Técnica cualquier cambio de los mismos siempre que ésta lo considerase adecuado.

Art. 44. OPERARIOS DE LA PLANTACIÓN

El tractorista tendrá a su cargo el manejo y cuidado de la maquinaria, así mismo, deberá dar cuenta de cuantos desperfectos o irregularidades su produzcan en la máquina. Los operarios trabajarán en condiciones de máxima seguridad en cuanto al uso de la maquinaria se refiere.

Art. 45. ÉPOCA DE REALIZACIÓN DE LA PODA

La poda se realizará siempre cuando el árbol se encuentre dentro del periodo de parada vegetativa (huyendo de las épocas con fuertes heladas) ejecutándose de la forma expresada en la Memoria y en los Anejos correspondientes, siendo competencia y responsabilidad de la Dirección Técnica cualquier cambio que se realice.

Art. 47. TRATAMIENTO DE LOS RESTOS DE PODA

Las ramas podadas quedarán siempre acumuladas en lugares que no estorben al paso de la maquinaria, utilizándose los restos de poda para leña.

Art. 48. APLICACIONES DE RIEGOS

Los riegos se ejecutarán de la forma que se especifica en la Memoria y Anejos correspondientes, siendo competencia de la Dirección Técnica los cambios que se estimen necesarios. Para el riego se utilizará agua procedente del pozo existente en la explotación.

En caso de intuir algún tipo de contaminación nociva para los cultivos en el agua, se procederá a su análisis en el menor tiempo posible y no se hará uso de la misma hasta que se sepan los resultados y éstos sean favorables. Siempre que sea posible, se regará entre el atardecer y las primeras horas de la mañana, cuando hay poca diferencia de temperatura entre el agua y el aire, para evitar quemaduras en la vegetación.

Art. 49. RECOLECCIÓN

Según el Decreto del 18 de Junio de 1972, nº 1688/72 del Ministerio de Agricultura, por el cual se rige a búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno, los dueños de explotaciones truferas podrán ejecutar la recolección de trufas entre las fechas del 1 de Diciembre y el 15 de Marzo. No obstante, cuando las circunstancias excepcionales o las condiciones meteorológicas lo aconsejen en orden a la persistencia y expansión de aquellas especies, la Junta de Castilla y León podrá fijar dicha temporada de modo distinto al señalado e incluso dejarla en suspenso, debiendo en ambos casos determinarse las áreas a las cuales afectan las medidas adoptadas.

Por otro lado, el Ministerio de Agricultura se encomienda la supervisión de los métodos de búsqueda y recolección de las trufas negras de invierno, a fin de que sean compatibles con la conservación y desarrollo de estas especies botánicas.

APARTADO III. INSTALACIÓN DE RIEGO

Art. 50. TUBERÍAS DE PVC

Los diámetros de tuberías que emplearemos en el proyecto son los que se indican en el Anejo correspondiente. Las tuberías de PVC están fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensas de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo. Se asegurará que la empresa constructora realiza el control de calidad de forma seria y satisfactoria.

Las superficies de los tubos para su machihembrado, deberán estar limpias lisas y pulidas; estas superficies se deberán de polvo e impurezas con un disolvente de tolueno, para asegurar un buen acoplamiento. Después de cinco minutos de secado del disolvente, se extenderá pegamento de PVC uniformemente por la boca interior del tubo hembra y el exterior del tubo macho y se procederá a insertar éste en aquel.

En ningún caso se debe realizar esta operación girando un tubo sobre otro, simplemente se desliza un tubo hacia el otro y se dejará descansar la unión sobre la arena de relleno de la zanja. Habrá que dejar un tiempo de tres horas para asegurar el total fraguado del pegamento, antes de proceder a nuevas manipulaciones con los tubos conectados. Se rechazará aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de sus medidas anunciadas por el fabricante.

Art. 51. TUBERÍAS DE PEBD

El diámetro de tubería que emplearemos en el proyecto son los que se indican en el Anejo correspondiente. Su fabricación debe de estar de acuerdo con la norma UNE

53131. El Contratista presentará al Director de obra documentos del fabricante que acrediten las características del material. Se rechazará aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

Art. 52. ACOPLER Y JUNTAS

Se preferirán los sistemas en que el acoplamiento sea del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas. Así mismo, se hará especial hincapié en la buena calidad de las colas empleadas en juntas de este tipo.

Art. 53. PIEZAS DE CONEXIÓN

El Ingeniero Director, a su criterio, podrá utilizar piezas de conexión no detalladas en el presupuesto si así lo considera conveniente. Como conexión fija se consideran los hidrantes.

Art. 54. VÁLVULAS DE COMPUERTA

Las válvulas de compuerta, y todos sus elementos, serán de construcción simple y robusta, fáciles de montar y usar. El cierre deberá ser progresivo, para evitar que un cierre brusco provoque golpes de ariete. Deberán ser de larga duración.

Art. 55. GRUPO DE BOMBEO

Será capaz de suministrar el caudal a la presión que se detalla en la Memoria y Anejos, será de las características específicas. La casa comercial suministradora de la bomba se responsabilizará del transporte e instalación definitiva y la comprobación del buen funcionamiento, incluso de los automatismos que lleve incorporados, según las pruebas que el Ingeniero Director estime oportunas. Al final de cada temporada de riego la bomba se desmontará y se protegerán sus piezas principales hasta la temporada siguiente. En caso de avería de la bomba en plena temporada de riego, se comprometió la casa suministradora a su arreglo en el plazo de 24 horas.

Art. 56. MICROASPERORES

Los microaspersores serán de las características especificadas en el anejo correspondiente: caudal de 200 l/h y radio de alcance medio de 5 m. Deberán cumplir las condiciones precisas de dureza, no fragilidad, estanqueidad y resistencia a la corrosión.

Art. 57. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

Las tuberías principales (de PVC), irán enterradas a 60 cm de profundidad en zanja de 100 y 40 cm de anchura y serán montadas por personal especializado, teniendo especial cuidado en colocar el hidrante en coincidencia exacta con las marcas

dispuestas en el replanteo. La instalación de la tubería de enterrada será anterior a la construcción de la caseta de riego.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías, se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera se cubrirán con una ligera capa de arena y tierra hasta la prueba hidráulica de instalación, en la segunda se complementará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas. Las tuberías laterales de PEBD irán sobre el terreno y en la dirección de las líneas de plantación.

Art. 58. CABEZAL DE RIEGO

Se compondrá de todos los elementos que se especifican en la documentación técnica del proyecto. Una vez instalado por completo el cabezal se comprobará el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos integrantes. La empresa instaladora, se comprometió a solucionar las posibles averías en menos de 24 horas.

Art. 59. PUESTA A PUNTO DE LA INSTALACIÓN

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías dejando correr el agua. Todos los años, antes de comenzar la campaña de riego, se procederá al limpiado de las tuberías principales dejando correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías alimentadoras, utilizando un producto detergente que no sea corrosivo para las tuberías.

Art. 60. UNIFORMIDAD DE RIEGO

El Ingeniero Director determinará el coeficiente de uniformidad del riego recogiendo como mínimo 10 caudales de riego de 10 ramales representativos, siendo su valor mínimo admisible del 90% en el riego por microaspersión.

Art. 61. COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una vez colocada la instalación y realizadas las pruebas y comprobaciones anteriores, se procederá a la observación global del funcionamiento de dicha instalación. Asimismo, se comprobará la inexistencia de cavitación en las tuberías. Se comprobará el buen funcionamiento de los sistemas de programación del riego.

Art. 62. MANEJO DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO

En épocas de recolección, labores mecánicas y preparación del terreno, se debe tener especial cuidado con la instalación de riego, sobre todo con las tuberías laterales. El grupo de bombeo, debe contar con los elementos correspondientes; manómetro, válvulas y llaves de paso. Durante las operaciones de riego, el manejo de válvulas y llaves de paso debe efectuarse según las recomendaciones del fabricante, poniendo especial atención en los tiempos de apertura y cierre de las mismas. Durante la parada invernal las tuberías enterradas deberán vaciarse.

CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Epígrafe I. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.

Art. 63. REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes.

En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación. El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

Art. 64. RESIDENCIA DEL CONTRATISTA

Desde que se dé principio a las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándose expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier rama que, como dependientes de la Contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

Art. 65. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estimara oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Art. 66. DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta

incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

Art. 67. COPIA DE LOS DOCUMENTOS

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

Art. 68. OBJETOS ENCONTRADOS

El Contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar cuenta de los hallazgos inmediatamente al Ingeniero Director y colocarlos bajo su custodia.

Art. 69. EDIFICIOS Y MATERIALES DE LA ADMINISTRACIÓN ENTREGADOS AL CONTRATISTA PARA SU USO

Cuando el contratista durante la ejecución de la obra, ocupe edificios sitios en el monte y pertenecientes a la Comunidad Autónoma, al Estado o a la Entidad Propietaria, o haga uso de materiales o útiles propiedad de los mismos, tendrá la obligación de su conservación y de hacer entrega de ellos en perfecto estado a la terminación de la contrata, reponiendo los que hubiera utilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios y materiales que ha usado.

En el caso de que al terminar la contrata y hacer entrega del material y edificios, no hubiese cumplido el Contratista lo prescrito en el párrafo anterior, la Administración lo realizará a costa de aquel.

Art. 70. EVITAR CONTAMINACIONES

El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación de los montes, ríos, lagos y depósitos de agua, por efecto de los combustibles, ligantes, residuos o desperdicios, o bien cualquier otro tipo de material que pueda ser perjudicial o deteriorar el entorno.

Art. 71. PERMISOS Y LICENCIAS

El Contratista deberá obtener, a su costa, los permisos y licencias para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a las expropiaciones, servidumbres y servicios definidos en el contrato.

Epígrafe II. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.

Art. 72. LIBRO DE ÓRDENES

El Contratista tendrá el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra. El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

Art. 73. COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación; previamente se habrá suscrito el acta de replanteo. El Adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo. Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año.

Subcontratista

Al contratista podrá dar a destajo o en subcontrato, cualquier parte de la obra, pero con la previa autorización escrita del Ingeniero Director de las Obras.

La obra que el contratista puede dar a destajo, no podrá exceder del veinticinco por ciento (25%) del valor total del contrato, salvo autorización expresa del Ingeniero Director de las Obras. El Ingeniero Director de las obras está facultado para decidir la exclusión de un destajista por ser el mismo incompetente o no reunir las necesarias condiciones. Comunicada esta decisión al contratista, éste deberá tomar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de este trabajo. El contratista será siempre responsable ante el Ingeniero Director, de todas las actividades del destajista y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en este Pliego.

Art. 74. ENSAYOS

Cualquier tipo de ensayo deberá realizarse de acuerdo a las instrucciones que dicta el Ingeniero Director.

Art. 75. MATERIALES

El Contratista notificará al Ingeniero Director con suficiente antelación la procedencia de la planta que propone utilizar, aportando, cuando así lo solicite el citado, las muestras y los datos necesarios para demostrar la posibilidad de aceptación, tanto en lo que se refiere a su calidad como a cantidad. En ningún caso se podrá utilizar en la obra planta cuya procedencia no haya sido aprobada por el Ingeniero Director.

El Contratista se compromete a utilizar la planta de dimensiones mínimas normalizadas en cuanto a edad, longitud de la parte aérea, longitud de la raíz por debajo del cuello, grosor del tallo, estado de micorrización de trufa negra, etc.

Todos los materiales tendrán que cumplir las características y dimensiones especificadas en la Memoria y Anejos correspondientes así como en este Pliego de condiciones. En todo caso los materiales utilizados deberán ser aprobados por el Ingeniero Director. En el caso de la plantación si se observa que el porcentaje de marras es mayor del 3% se obligará al Contratista, a su costa, a reponer todas las marras.

Art. 76. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de Índole Técnica" del "Pliego General de Condiciones" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Art. 77. TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o de los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones perpetradas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean deshechas y rehechas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Art. 78. OBRAS Y VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

Art. 79. MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos

comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista. Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Art. 80. MEDIOS AUXILIARES

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares. Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

Epígrafe III. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN

Art. 81. RECEPCIONES PROVISIONALES

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado. Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

Art. 82. PLAZO DE GARANTÍA

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Art. 83. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que la parcela no haya sido ocupada por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata. Al abandonar el Contratista las instalaciones, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión del contrato, está obligado a dejarlas desocupadas y limpias en el plazo que el Ingeniero Director fije. Después de la recepción provisional de las instalaciones y en el caso de que la conservación de las mismas corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupada o no la parcela, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas". El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Art. 84. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego. Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la Propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Art. 85. LIQUIDACIÓN FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios.

De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

Art. 86. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de rescisión.

Epígrafe IV. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.

Art. 87. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones", sobre ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Epígrafe I. BASE FUNDAMENTAL

Art. 88. BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que rijan la obra contratada.

Epígrafe II. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

Art. 89. GARANTÍAS

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Art. 90. FIANZAS

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Art. 91. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Art. 92. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

Epígrafe III. PRECIOS Y REVISIONES

Art. 93. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma: El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad. La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijar el Sr. Director y a concluir a satisfacción de éste.

Art. 94. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Art. 95. REVISIÓN DE PRECIOS

Constatándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua

de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado. Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado aumenta, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. Adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figura el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Art. 96. ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de medios necesarios y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos. En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

Epígrafe IV. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Art. 97. VALORACIÓN DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto. La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

Art. 98. MEDICIONES PARCIALES Y FINALES

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista. En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Art. 99. EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte que, si la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Art. 100. VALORACIÓN DE OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionada en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Art. 101. CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el Contratista los comprobantes que se exijan.

Art. 102. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Art. 103. SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Art. 104. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad explotación de la plantación, debidamente justificados.

Art. 105. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor.

Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean predecibles en la zona, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos. La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

Epígrafe V. VARIOS

Art. 106. MEJORAS DE OBRAS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obras en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

Art. 107. SEGURO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del Propietario, para que con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Art. 108. OTROS GASTOS A TENER EN CUENTA

Serán de cuenta del Contratista, siempre que en el contrato no se prevea explícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- Construcción, remoción, retirada de construcciones auxiliares e instalaciones provisionales.
- Protección de los materiales contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Limpieza y evacuación de desperdicios y basuras.
- Conservación durante el periodo de garantía.
- Remoción de herramientas y materiales.

- Montaje, conservación y retirada de instalaciones necesarias para las obras.
- Reparación de la red viaria existente antes de la ejecución de las obras cuyo deterioro haya sido motivado por la realización de las mismas.
- Copia de documentos contractuales, planos, etc.
- Retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por las correspondientes pruebas o ensayos.
- Replanteo de la obra.
- Muestreo para la determinación de marras.

CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Art. 109. JURISDICCIÓN

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario. El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales. Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la seguridad del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad. Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

Art. 110. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales. El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, tanto en la parcela donde se efectúen las obras como en las contiguas.

Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Art. 111. PAGOS DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

Art. 112. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas insuficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos, derecho a indemnización alguna.

- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

A) La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente, en más o menos del 40 por 100, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

B) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos, del 40 por 100, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.

- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

CUESTIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO

Todas las cuestiones técnicas que surjan entre el Promotor y el Adjudicatario, cuya relación no esté prevista en las prescripciones de este Pliego, se realizarán de acuerdo con la legislación vigente en la materia.

Burgos, Julio de 2019

El alumno:

Fdo: Daniel Ruiz Mínguez

Documento N° 4
MEDICIONES

ÍNDICE

1. MEDICIONES.....	2
---------------------------	----------

1. MEDICIONES

Nº	Concepto	Uds.	Longitud (m)			Resultado		Ud.
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total	
CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO DE LA PARCELA								
1.1 VALLADO								
1.1. 1	Marcado línea de cerramiento mediante cal y apertura de zanja de 0,15 cm. por medios mecánicos para enterramiento de 0,3 m. inferiores del vallado.	1	1.422,48			1.422,48	1.422,48	ml
1.1. 2	M. Vallado de parcela formado por malla de simple torsión, de 12 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 m de altura.		1.422,48			1.422,48		ml
1.2 Acceso								
1.2. 1	Puerta abatible de 6x1,5 metros de 2 hojas, de acero galvanizado	1				1	1	Ud
CAPÍTULO 2: PLANTACIÓN								
2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO								
2.1. 1	Ha. Labor principal de desfonde a 0,45m de profundidad con tractor de 180 CV y	1				6,53	6,53	Ha

	arado de vertedera cuatrisesurco.							
2.1.2	Ha. Labor de subsolado a 0,8 m. de profundidad con tractor de 180 CV de doble tracción y subsolador trisesurco:	1				6,53	6,53	Ha
2.1.3	Ha. Labor complementaria a 0,3 m. de profundidad con tractor de 180 CV de doble tracción y cultivador de 4 metros de anchura	1				6,53	6,53	Ha
	2.2 PLANTACIÓN							
2.2.1	Ha. Replanteo del terreno con tractor GPS y rejón	1				6,53	6,53	Ha
2.2.2	Ha. Plantación de las encinas micorrizadas	1	1.412			1.412	1.412	Ud
2.2.3	Escarda y alcorque de las encinas recién plantadas para mejorar la retención del agua de riego	1	1.412			1.412	1.412	Ud

2.2.4	Riego de los árboles recién plantados empleando cisterna de 5000 l. de capacidad y tractor de 180 CV de doble tracción:	1	1.412			1.412	1.412	Ud
CAPÍTULO 3: SISTEMA DE RIEGO								
	3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS							
3.1.1	Excavación a cielo abierto para zanja de dimensiones 1 x 0,6 m. en terreno de consistencia blanda con medios mecánicos,	1	430,25	1	0,6	258,15	258,15	m ³

	amontonando la tierra en un lateral, dejado como mínimo una distancia de 1 m							
3.1.2	Excavación a cielo abierto para zanja de dimensiones 0,4 x 0,6 m. en terreno de consistencia blanda con medios mecánicos, amontonando la tierra en un lateral, dejado	1	108,54	0,4	0,6	26,05	26,05	m3
3.1.3	Relleno de zanjas 1 x 0,6 m. y compactación hasta el 95% del proctor normal realizado por medios mecánicos y manuales.	1	430,25	1	0,6	258,15	258,15	m3
3.1.4	Relleno de zanjas 0,4 x 0,6 m. y compactación hasta el 95% del proctor normal realizado por medios mecánicos y manual.	1	108,54	0,4	0,6	26,05	26,05	m3
3. 1 INSTALACIÓN DEL RIEGO								
3.2.1	Tubería de PVC 6 atmósferas de 140/137,2 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios anuales. Includo parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas en zanjas sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor.	1	430,25			430,25	430,25	ml
3.2.2	Tubería de PVC 6 atmósferas de 110/103,6 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios manuales.	1	648,5			648,5	648,5	ml

	Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas en zanjas sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor.							
3.2.3	Tubería de PEBD 4 atmósferas de 32/28 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios manuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas.	1	8.700,1			8.700,1	8.700,1	ml

3.2.4	Microaspersor 2005 AquaMaster NaanDanJain, caudal 120 l/h, radio de alcance 4.75 m. y presión de trabajo 7 atm, con varilla de elevación de gran estabilidad incluida. Totalmente colocado.	1.123				1.123	1.123	Ud
3.2.5	Arqueta de ladrillo perforado tosco de medio pie de espesor; dimensiones 0,63x0,51x0,7 m. de medidas interiores para alojamiento de válvula de membrana manual completamente instalada y posibilidad de conexión de empalme rápido para hidrante. Ladrillos asentados sobre solera de	4				4	4	Ud

	hormigón HM- 20 de 0,1 m de espesor y ligeramente armada. Ladrillos enfoscados y bruñidos por el interior con mortero de cemento M-100 y con tapa de hormigón armado prefabricada.							
3.2. 6	Cabezal de riego compuesto por los siguientes elementos: Electrobomba vertical y sumergible N 65 de 22 Kw, Filtros de arena Jimten X60 de 0,42 m de diámetro, Filtro de malla Regaber 2" DL de acero, contador de agua Woltman CNR4, Manómetros medidores de la presión, Válvula de compuerta y de retención, ventosa trifuncional, Generador de corriente eléctrica GH G E 5-800 VA, resto de accesorios tuberías y piezas especiales totalmente instalado y en funcionamiento.	1				1	1	Ud
CAPÍTULO 4: CASETA DE RIEGO								
4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS								
4.1. 1	Excavación a cielo abierto de zanjas corridas de cimentación en terreno de consistencia ligera hasta 0,3 m. de profundidad.	1	11,1	0.3	0.3	0.90	0.90	m3
4.1. 2	Transporte de tierras a menos de	1				0.90	0.90	m3

	15 Km. con camión de 18 Tm. teniendo en cuenta un suplemento del 20% con canon de vertedero incluido.							
4.2 CIMENTACIÓN Y SUELO								
4.2.1	Extendido de capa de encachado 20/40 de 15 cm. de espesor por medios manuales y mecánicos incluyendo compactación.	1	3,6	2,15	2,15	1.16	1,16	m3
4.2.2	Hormigón HM-25 de tamaño máx. de árido 20 mm. Para relleno de zanjas de cimentación y pozos de zapatas incluidos las placas de anclajes metálicos para caseta. Vertido, vibrado y nivelado.	1				0.90	0,90	m3
4.2.3	Hormigón armado HA-25 de T = 20 mm. para solera de 15 cm. de espesor armada con malla de acero elaborado, vertido, colocación, P.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado según NTE-RSS.	1	3,6	2,15	2,15	1.16	1,16	m3
4.3 COLOCACIÓN Y ANCLAJE DE LA CASETA								
4.3.1	Caseta de hormigón prefabricada de 9 metros cuadrados de interior. Transporte hasta la finca colocación y anclada sobre la cimentación.	1				1	1	Ud

Documento N° 5
PRESUPUESTO

ÍNDICE

1. PRECIOS UNITARIOS.....	2
CUADRO DE PRECIOS Nº 1.....	2
CUADRO DE PRECIOS Nº 2.....	6
CUADRO DE PRECIOS Nº 3.....	7
CUADRO DE PRECIOS Nº 4.....	8
2. PRECIOS DESCOMPUESTOS.....	11
3. PRESUPUESTO PARCIAL.....	22
4. PRESUPUESTO GENERAL	27

1. PRECIOS UNITARIOS

CUADRO DE PRECIOS Nº 1

Nº	DESIGNACIÓN DE LA UNIDAD DE LA OBRA	PRECIO EN NÚMERO (€)	PRECIO EN LETRA(€)
1	Marcado línea de cerramiento mediante cal y apertura de zanja de 0,15 cm. por medios mecánicos para enterramiento de 0,3 m. inferiores del vallado	0,26	VEINTISEIS CÉNTIMOS
2	M. Vallado de parcela formado por malla de simple torsión, de 12 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado alvanizado y postes de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 m de altura.	14,20	CATORCE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
3	Puerta abatible de 6x1,5 metros de 2 hojas, de acero galvanizado	424,26	CUATROCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
4	Ha. Labor principal de desfonde a 0,45m de profundidad con tractor de 180 CV y arado de vertedera cuatr surco.	41,38	CUARENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
5	Ha. Labor de subsolado a 0,8 m. de profundidad con tractor de 180 CV de doble tracción y subsolador trisurco:	44,19	CUARENTA Y CUATRO EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
6	Ha. Labor complementaria a 0,3 m. de profundidad con tractor de 180 CV de doble tracción y cultivador de 4 metros de anchura	13,76	TRECE EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
7	Ha. Replanteo del terreno con tractor GPS y rejón	19,64	DIECINUEVE EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
8	Ha. Plantación de las encinas micorrizadas	6,87	SEIS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
9	Escarda y alcorque de las encinas recién plantadas para mejorar la retención del agua de riego	0,35	TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
10	Riego de los árboles recién plantados empleando cisterna de 5000 l. de capacidad y tractor de 180 CV de doble tracción:	0,28	VEINTIOCHO CÉNTIMOS

11	Excavación a cielo abierto para zanja de dimensiones 1 x 0,6 m. en terreno de consistencia blanda con medios mecánicos, amontonando la tierra en un lateral, dejado como mínimo una distancia de 1 m	2,60	DOS EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
12	Excavación a cielo abierto para zanja de dimensiones 0,4 x 0,6 m. en terreno de consistencia blanda con medios mecánicos , amontonando la tierra en un lateral, dejado	2,10	DOS EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
13	Relleno de zanjas 1 x 0,6 m. y compactación hasta el 95% del proctor normal realizado por medios mecánicos y manuales.	2,32	DOS EUROS CON REINTA Y DOS ÉNTIMOS
14	Relleno de zanjas 0,4 x 0,6 m. y compactación hasta el 95% del proctor normal realizado por medios mecánicos y manual.	1,79	UN EURO CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
15	Tubería de PVC 6 atmósferas de 140/137,2 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios anuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas en zanjas sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor.	11,08	ONCE EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
16	Tubería de PVC 6 atmósferas de 110/103,6 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios manuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas en zanjas sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor.	9,50	NUEVE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
17	Tubería de PEBD 4 atmósferas de 32/28 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios manuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas.	1,94	UN EURO CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
18	Microaspersor 2005 AquaMaster NaanDanJain, caudal 120 l/h, radio de alcance 4.75 m. y presión de trabajo 7 atm, con varilla de elevación de gran estabilidad incluida. Totalmente colocado.	1,40	UN EURO CON CUARENTA CÉNTIMOS

19	Arqueta de ladrillo perforado tosco de medio pie de espesor; dimensiones 0,63x0,51x0,7 m. de medidas interiores para alojamiento de válvula de membrana manual completamente instalada y posibilidad de conexión de empalme rápido para hidrante. Ladrillos asentados sobre solera de hormigón HM- 20 de 0,1 m de espesor y ligeramente armada. ladrillos enfoscados y bruñidos por el interior con mortero de cemento M-100 y con tapa de hormigón armado prefabricada.	175,30	CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
20	Cabezal de riego compuesto por los siguientes elementos: Electrobomba vertical y sumergible N 65 de 22 Kw, Filtros de arena Jimten X60 de 0,42 m de diámetro, Filtro de malla Regaber 2" DL de acero, contador de agua Woltman CNR4, Manómetros medidores de la presión, Válvula de compuerta y de retención, ventosa trifuncional, Generador de corriente eléctrica GH G E 5-800 VA, resto de accesorios tuberías y piezas especiales totalmente instalado y en funcionamiento.	19.409,66	DIECINUEVE MIL CUATROCIENTOS NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
21	Excavación a cielo abierto de zanjas corridas de cimentación en terreno de consistencia ligera hasta 0,3 m. de profundidad.	56,94	CINCUENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
22	Transporte de tierras a menos de 15 Km. con camión de 18 Tm. teniendo en cuenta un suplemento del 20% con canon de vertedero incluido.	14,16	CATORCE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
23	Extendido de capa de encachado 20/40 de 15 cm. de espesor por medios manuales y mecánicos incluyendo compactación.	46,80	CUARENTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
24	Hormigón HM-25 de tamaño máx. de árido 20 mm. Para relleno de zanjas de cimentación y pozos de zapatas incluidos las placas de anclajes metálicos para caseta. Vertido, vibrado y nivelado.	171,19	CIENTO SETENTA Y UN EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
25	Hormigón armado HA-25 de T = 20 mm. para solera de 15 cm. de espesor armada con malla de acero elaborado, vertido, colocación, P.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado según NTE-RSS.	144,85	CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

26	Caseta de hormigón prefabricada de 9 metros cuadrados de interior. Transporte hasta la finca colocación y anclada sobre la cimentación.	3.054,43	TRES MIL CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
----	---	----------	--

CUADRO DE PRECIOS Nº 2

Nº	UNIDAD	MANO DE OBRA	PRECIO EN LETRA(€)	PRECIO EN NÚMERO(€)
1	H	Especialista en instalación de equipos de riego	11,80	ONCE CON OCHENTA
2	H	Peón especializado en sistemas de riego	10,40	DIEZ CON CUARENTA
3	H	Camionero vehículo rígido-gruista	11,80	ONCE CON OCHENTA
4	H	Capataz	12,00	DOCE
5	H	Peón ordinario	9,10	NUEVE CON DIEZ
6	H	Tractorista	11,20	ONCE CON VENTE
7	H	Camionero de vehículo semirrígido, gruista	11,80	ONCE CON OCHENTA
8	H	Oficial 1º construcción	12,80	DOCE CON OCHENTA
9	H	Oficial 1ª Metal	12,80	DOCE CON OCHENTA
10	H	Maquinista	11,80	ONCE CON OCHENTA
11	H	Camionero de vehículo pesado rígido	11,80	ONCE CON OCHENTA
12	H	Peón especializado en sistemas de riego	10,40	DIEZ CON CUARENTA
13	H	Especialista en instalación de equipos de riego	11.80	ONCE CON OCHENTA
14	H	Oficial 1ª montador	20,19	VENTE CON DIECINUEVE
15	H	Ayudante montador	19,09	DIECINUEVE CON CERO NUEVE
16	H	Ayudante construcción de obra civil	19,09	DIECINUEVE CON CERO NUEVE
17	H	Oficial de primera cerrajero	11,20	ONCE CON VENTE

CUADRO DE PRECIOS Nº 3

Nº	UNIDAD	MAQUINARIA	PRECIO EN LETRA(€)	PRECIO EN NÚMERO(€)
1	H	Retroexcavadora neumática	36,20	TREINTAISÉIS CON VENTE
2	H	Camión de 18 Tm basculante	25,20	VEINTICINCO CON VENTE
3	H	Tractor de 75 CV de potencia nominal	16,20	DIECISÉIS CON VEINTE
4	H	Subsolador con reja	3,30	TRES CON TREINTA
5	H	Arado con vertedera reversible	11,50	ONCE CON CINCUENTA
6	H	Subsolador trisurco	9,20	NUEVE CON VEINTE
7	H	Rejón	7,10	SIETE CON DIEZ
8	H	Cisterna de 5000l para acoplar al tractor	11,00	ONCE CON CERO
9	H	Camión-grúa	28,30	VEINTIOCHO CON TREINTA
10	H	Rodillo compactador autopropulsado	17,40	DIECISIETE CON CUARENTA
11	H	Cultivador de 4 metros de anchura	7,32	SIETE CON TREINTA Y DOS
12	H	Dumper 4x4 5 Tm.	25,50	VEINTICINCO CON CINCUENTA
13	H	Retroexcavadora mixta	28,00	VEINTIOCHO
14	H	Camión semirrígido grúa	25,30	VEINTICINCO CON TREINTA

CUADRO DE PRECIOS Nº 4

Nº	UNIDAD	MATERIALES	PRECIO EN NÚMERO (€)	PRECIO EN LETRA (€)
1	Ud.	Encinas micorrizadas	6,10	SEIS CON DIEZ
2	Ud.	Caseta de hormigón prefabricada	2.812,32	DOS MIL OCHOCIENTOS DOCE CON TREINTA Y DOS
3	Ud.	Puerta abatible de 6 x 1,5 metros de 2 hojas.	385,30	TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO CON TREINTA
4	Ud.	Generador eléctrico Gesan 60 Kw	8.520,55	OCHO MIL QUINIENTOS VEINTE CON CINCUENTA Y CINCO
5	ML	Tubería de PVC 6 atm. 110/103,6 mm	3,45	TRES CON CUARENTA Y CINCO
6	Ud.	Filtro de malla Regaber 2" DL de acero	510,20	QUINIENTOS DIEZ CON VEINTE
7	Ud.	Contador de agua Woltman CNR4	249,45	DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE CON CUARENTA Y CINCO
8	Ud.	Manómetro medidor de presión rango 0-25 Tm	7,45	SIETE CON CUARENTA Y CINCO
9	Ud.	Válvula de compuerta cierre elástico	210,95	DOSCIENTOS DIEZ CON NOVENTA Y CINCO
10	Kg	Cal	0,22	CERO CON VEINTIDÓS
11	Ud	Accesorios varios para tuberías y piezas especiales	245,60	DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO CON SESENTA
12	M ³	Encachado 20/40	3,20	TRES CON VEINTE
13	M ³	Hormigón HM-25	80,00	OCHENTA
14	M ²	Placa de anclaje de acero de 0,3x0,3x0,2mm	20,50	VEINTE CON CINCUENTA
15	MI	Tubería impulsión DIN 2441 6"	10,60	DIEZ CON SESENTA
16	Ud.	Ladrillo perforado tosco 5 cm.1/2 pie espesor	25,95	VEINTICINCO CON NOVENTA Y CINCO
17	M ³	Mortero de cemento M-100	79,00	SETENTA Y NUEVE
18	M ³	Hormigón HM-20	67,00	SESENTA Y SETE
19	Ud.	Mallazo 50 mm. diámetro 1,550	1,55	UNO CON CINCUENTA Y CINCO

20	Ud.	Tapa hormigón armado prefabricado 0,70x0,70x0,05 m	8,95	OCHO CON NOVENTAICINCO
21	Ud.	Resto de accesorios y piezas especiales	4,35	CUATRO CON TREINTA Y CINCO
22	M ³	Arena de rio	3,10	TRES CON DIEZ
23	MI	Tubería de PVC 6 atm. 140/137,2 mm	4,50	CUATRO CON CINCUENTA
24	Ud.	Piezas especiales y accesorios	0,25	CERO CON VEINTICINCO
25	M ³	Tubería de PEBD 4 atm. 32/28 mm	1,25	UNO CON VEINTICINCO
26	M ³	Hormigón HA-250 tamaño máx. 20mm	60,05	SESENTA CON CERO CINCO
27	Ud.	Electrobomba vertical y sumergible 30CV	3.045,95	TRES MIL CUARENTA Y CINCO CON NOVENTA Y CINCO
28	Ud.	Filtro de arena Jimten X60 de 0,42 m de diámetro	463,50	CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES CON CINCUENTA
29	Ud.	Ventosa automática trifuncional	1.973,43	MIL NOVECIENTOS SETENTA Y TRES CON CUARENTA Y TRES
30	Ud.	Malla de acero de 0,5 cm de diámetro	48,50	CUARENTA Y OCHO CON CINCUENTA
31	Ud.	Piezas especiales y accesorios	0,18	CERO CON DIECIOCHO
32	Ud.	Microaspersor 2005 AquaMaster, NaanDanJain	0,70	CERO CON SETENTA
33	Ud.	Válvula de retención Sándwich	149,50	CIENTO CUARENTA Y NUEVE CON CINCUENTA
34	Ud.	Válvula de membrana manual 4"	36,50	TREINTA Y SEIS CON CINCUENTA
35	M ³	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central	62,31	SESENTA Y DOS CON TREINTA Y UNO
36	Ud.	Malla de simple torsión, de 12 m de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado	1,01	UNO CON CERO UNO
37	Ud.	Poste en escuadra de tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1,5 m.	12,25	DOCE CON VEINTICINCO
38	Ud.	Poste intermedio de tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1,5 m.	9,11	NUEVE CON ONCE

39	Ud.	Poste interior de refuerzo de tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1,5 m.	9,80	NUEVE CON OCHENTA
40	Ud.	Poste extremo de tubo de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1,5 m.	12,22	DOCE CON VEINTIDÓS

2. PRECIOS DESCOMPUESTOS

Uds.	Cantida d	UNIDADES DE OBRA	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
		CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO DE LA PARCELA		
		1.1 VALLADO		
MI	1	Marcado línea de cerramiento mediante cal y apertura de zanja de 0,15 cm. por medios mecánicos para enterramiento de 0,3 m. inferiores del vallado		
H	0,003	Tractor de 75 CV de potencia nominal	16,200	0,05
H	0,005	Capataz	12,000	0,06
H	0,003	Tractorista	11,200	0,03
H	0,010	Peón	9,100	0,09
H	0,003	Subsolador con reja	3,300	0,01
Kg	0,030	Cal	0,220	0,01
3,00	%	Costes indirectos	0,250	0,01
			Total:	0,26
			Son veintiséis céntimos	
MI	1	M. Vallado de parcela formado por malla de simple torsión, de 12 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 m de altura.		
M³	0,015	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en c...	62,310	0,93
H	0,091	Oficial 1ª montador.	20,190	1,84
H	0,091	Ayudante montador.	19,090	1,74
H	0,101	Ayudante construcción de obra civil.	19,090	1,93
Ud	0,040	Poste extremo de tubo de acero	12,220	0,49
Ud	0,200	Poste en escuadra	12,250	2,45
Ud	0,060	Poste interior de refuerzo	9,800	0,59
Ud	0,220	Poste intermedio	9,110	2,00

M ²	1,800	Malla de simple torsión	1,010	1,82
%	3,000	Costes indirectos	13,790	0,41
			Total:	14,20
			Catorce euros con veinte céntimos	
		1.2 ACCESO		
Ud	1	Puerta abatible de 6x1,5 metros de 2 hojas, de acero galvanizado		
Ud	1,000	Puerta abatible de 6x1,5 metros	385,300	385,30
M ³	0,100	Hormigón HM-20/B/20/I	62,310	6,23
H	0,700	Capataz	12,000	8,40
H	0,500	Oficial de primera cerrajero	11,200	5,60
H	0,700	Peón	9,100	6,37
%	3,000	Costes indirectos	411,900	12,36
			Total:	424,26
			cuatrocientos veinticuatro euros con veintiséis céntimos	
		CAPÍTULO 2: PLANTACIÓN		
		2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO		
Ha	1	Ha. Labor principal de desfonde a 0,45m de profundidad con tractor de 180 CV y arado de vertedera cuatrísurco.		
H	1,300	Arado con vertedera reversible	11,500	14,95
H	1,300	Tractorista	11,200	14,56
H	1,300	Mantenimiento de tractor y combustible	8,200	10,66
%	3,000	Costes indirectos	40,170	1,21
			Total:	41,38
			Cuarenta y uno con treinta y ocho céntimos	
Ha	1	Ha. Labor de subsolado a 0,8 m. de profundidad con tractor de 180 CV de doble tracción y subsolador trísurco:		
H	1,500	Tractorista	11,200	16,80
H	1,500	Subsolador trísurco	9,200	13,80
H	1,500	Mantenimiento de tractor y combustible	8,200	12,30

%	3,000	Costes indirectos	42,900	1,29
			Total:	44,19
			Cuarenta y cuatro con diecinueve céntimos	
Ha	1	Ha. Labor complementaria a 0,3 m. de profundidad con tractor de 180 CV de doble tracción y cultivador de 4 metros de anchura		
H	0,500	Tractorista	11,200	5,60
H	0,500	Mantenimiento de tractor y combustible	8,200	4,10
H	0,500	Cultivador de 4 metros de anchura	7,320	3,66
%	3,000	Costes indirectos	13,360	0,40
			Total:	16,76
			Trece con setenta y seis	
		2.2 PLANTACIÓN		
Ha	1	Ha. Replanteo del terreno con tractor GPS y rejón		
H	0,720	Tractorista	11,200	8,06
H	0,720	Mantenimiento de tractor y combustible	8,200	5,90
H	0,720	Rejón	7,100	5,11
%	3,000	Costes indirectos	19,070	0,57
			Total:	19,64
			Diecinueve con setenta y cuatro	
Ud	1	Ha. Plantación de las encinas micorrizadas		
H	0,040	Capataz	12,000	0,48
H	0,010	Peón	9,100	0,09
Ud	1,000	Encinas micorrizadas	6,100	6,10
%	3,000	Costes indirectos	6,670	0,20
			Total:	6,87
			Seis con ochenta y siete	
Ud	1	Escarda y alcorque de las encinas recién plantadas para mejorar la retención del agua de riego		
H	0,006	Capataz	12,000	0,07
H	0,030	Peón	9,100	0,27
%	3,000	Costes indirectos	0,340	0,01
			Total:	0,35

			Cero con treinta y cinco	
Ud	1	Riego de los árboles recién plantados empleando cisterna de 5000 l. de capacidad y tractor de 180 CV de doble tracción:		
H	0,005	Capataz	12,000	0,06
H	0,005	Cisterna de 5000 l	11,000	0,06
H	0,005	Tractorista	11,200	0,06
H	0,005	Peón	9,100	0,05
H	0,005	Mantenimiento de tractor y combustible	8,200	0,04
%	3,000	Costes indirectos	0,270	0,01
			Total:	0,28
			Cero con veintiocho	
CAPÍTULO 3: SISTEMA DE RIEGO				
3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
M ³	1	Excavación a cielo abierto para zanja de dimensiones 1 x 0,6 m. en terreno de consistencia blanda con medios mecánicos, amontonando la tierra en un lateral, dejado como mínimo una distancia de 1 m		
H	0,050	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	1,81
H	0,010	Capataz	12,000	0,12
H	0,050	Maquinista	11,800	0,59
%	3,000	Costes indirectos	2,520	0,08
			Total:	2,60
			Dos con sesenta	
M ³	1	Excavación a cielo abierto para zanja de dimensiones 0,4 x 0,6 m. en terreno de consistencia blanda con medios mecánicos , amontonando la tierra en un lateral, dejado		
H	0,050	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	1,45
H	0,010	Capataz	12,000	0,12

H	0,050	Maquinista	11,800	0,47
%	3,000	Costes indirectos	2,520	0,06
			Total:	2,10
			Dos con diez	
M ³	1	Relleno de zanjas 1 x 0,6 m. y compactación hasta el 95% del proctor normal realizado por medios mecánicos y manuales.		
H	0,040	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	1,45
H	0,020	Capataz	12,000	0,24
H	0,040	Maquinista	11,800	0,47
H	0,010	Peón	9,100	0,09
%	3,000	Costes indirectos	2,250	0,07
			Total:	2,32
			Dos con treinta y dos	
M ³	1	Relleno de zanjas 0,4 x 0,6 m. y compactación hasta el 95% del proctor normal realizado por medios mecánicos y manual.		
H	0,030	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	1,09
H	0,010	Capataz	12,000	0,12
H	0,030	Maquinista	11,800	0,35
H	0,020	Peón	9,100	0,18
%	3,000	Costes indirectos	1,740	0,05
			Total:	1,79
			Uno con setenta y nueve	
		3.2 INSTALACIÓN DEL RIEGO		
MI	1	Tubería de PVC 6 atmósferas de 140/137,2 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios anuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas en zanjas sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor.		
H	0,060	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	2,17
H	0,060	Dumper 4x4 de 5 toneladas.	25,500	1,53

H	0,100	Especialista en instalación de equipos de riego	11,800	1,18
H	0,100	Peón especializado en sistemas de riego	10,400	1,04
M ³	0,030	Arena de río	3,100	0,09
M	1,000	Tubería de PVC 6 atm. 140/137,2 mm	4,500	4,50
Ud	1,000	Piezas especiales y accesorios	0,250	0,25
%	3,000	Costes indirectos	10,760	0,32
			Total:	11,08
			Once con ocho	
MI	1	Tubería de PVC 6 atmósferas de 110/103,6 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios manuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas en zanjas sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor.		
H	0,060	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	2,17
H	0,060	Dumper 4x4 de 5 toneladas.	25,500	1,53
H	0,100	Especialista en instalación de equipos de riego	11,800	1,18
H	0,100	Peón especializado en sistemas de riego	10,400	1,04
M ³	0,030	Arena de río	3,100	0,09
M	1,000	Tubería de PVC 6 atm. 110/103,6 mm	3,450	3,45
Ud	1,000	Piezas especiales y accesorios	0,250	0,25
%	3,000	Costes indirectos	9,220	0,28
			Total:	9,50
			Nueve con cincuenta	
MI	1	Tubería de PEBD 4 atmósferas de 32/28 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios manuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas. Especialista		

H	0,030	Especialista en instalación de equipos de riego	11,800	0,35
H	0,010	Peón especializado en sistemas de riego	10,400	0,10
M	1,000	Tubería de PEBD 4 atm. 32/28 mm	1,250	1,25
Ud	1,000	Piezas especiales y accesorios	0,180	0,18
%	3,000	Costes indirectos	1,880	0,06
			Total:	1,94
			Uno con noventa y cuatro	
Ud	1	Microaspersor 2005 AquaMaster jaanDanJain, caudal 120 l/h, radio de alcance 4.75 m. y presión de trabajo 7 atm, con varilla de elevación de gran estabilidad incluida. Totalmente colocado.		
H	0,030	Especialista en instalación de equipos de riego	11,800	0,35
H	0,030	Peón especializado en sistemas de riego	10,400	0,31
Ud	1,000	Microaspersor 2005 AquaMaster	0,700	0,70
%	3,000	Costes indirectos	1,360	0,04
			Total:	1,40
			Uno con cuarenta	
Ud	1	Arqueta de ladrillo perforado tosco de medio pie de espesor; dimensiones 0,63x0,51x0,7 m. de medidas interiores para alojamiento de válvula de membrana manual completamente instalada y posibilidad de conexión de empalme rápido para hidrante. Ladrillos asentados sobre solera de hormigón HM- 20 de 0,1 m de espesor y ligeramente armada. Ladrillos enfoscados y bruñidos por el interior con mortero de cemento M-100 y con tapa de hormigón armado prefabricada.		
H	2,000	Oficial 1º construcción	12,800	25,60
H	2,000	Peón	9,100	18,20
H	1,100	Especialista en instalación de equipos de riego	11,800	12,98

H	1,100	Peón especializado en sistemas de riego	10,400	11,44
M ²	1,400	Ladrillo perforado tosco 5 cm.	25,950	36,33
M ³	0,100	Mortero de cemento	M-100 79,000	7,90
M ³	0,100	Hormigón HM-20	67,000	6,70
M ²	0,800	Mallazo 50 mm. Diámetro	1,550	1,24
Ud	1,000	Tapa hormigón armado prefabricado 0,...	8,950	8,95
Ud	1,000	Válvula de membrana manual 4".	36,500	36,50
Ud	1,000	Resto de accesorios y piezas especiales	4,350	4,35
%	3,000	Costes indirectos	170,190	5,11
			Total:	175,30
			Ciento setenta y cinco con treinta	
Ud	1	Cabezal de riego compuesto por los siguientes elementos: Electrobomba vertical y sumergible N 65 de 22 Kw, Filtros de arena Jimten X60 de 0,42 m de diámetro, Filtro de malla Regaber 2" DL de acero, contador de agua Woltman CNR4, Manómetros medidores de la presión, Válvula de compuerta y de retención, ventosa trifuncional, Generador de corriente eléctrica GH G E 5-800 VA, resto de accesorios tuberías y piezas especiales totalmente instalado y en funcionamiento		
H	5,500	Camionero gruista	11,800	64,90
H	80,500	Especialista en instalación de equipos de	11,800	949,90
H	40,250	Peón especializado en sistemas de riego	10,400	418,60
M	88,000	Tubería impulsión DIN 2441 6"	10,600	932,80
Ud	2,000	Filtro de arena Jimten X60 de 0,42 m	463,500	927,00
Ud	1,000	Filtro de malla Regaber 2" DL de acero	510,200	510,20
Ud	3,000	Contador de agua Woltman CNR4	249,450	748,35
Ud	1,000	Manómetro medidor de presión	7,450	7,45
Ud	1,000	Válvula de compuerta cierre elástico	210,950	210,95
Ud	1,000	Válvula de retención Sándwich	149,500	149,50
Ud	1,000	Ventosa automática trifuncional	1.973,430	1.973,43
Ud	1,000	Generador eléctrico Gesan 60 Kw	8.520,550	8.520,55

Ud	1,000	Resto de accesorios tuberías y piezas especiales	245,600	245,60
%	3,000	Costes indirectos	18.844,330	565,33
			Total:	19.409,66
			Diecinueve mil cuatrocientos nueve con sesenta y seis	
		CAPÍTULO 4: CASETA DE RIEGO		
		4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS		
M ³	1	Excavación a cielo abierto de zanjas corridas de cimentación en terreno de consistencia ligera hasta 0,3 m. de profundidad y carga mecánica sobre camión.		
H	0,800	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	28,96
H	0,800	Capataz	12,000	9,60
H	0,800	Maquinista	11,800	9,44
H	0,800	Peón	9,100	7,28
%	3,000	Costes indirectos	55,280	1,66
			Total:	5,690
			Cinco con sesenta y nueve	
M ³	1	Transporte de tierras a menos de 15 Km. con camión de 18 Tm. Teniendo en cuenta una esponjación del 20% con canon de vertedero incluido.		
H	0,250	Camión de 18 Tm basculante	25,200	6,30
H	0,250	Camionero	11,800	2,95
Ud	1,000	Canon de vertedero	4,500	4,50
%	3,000	Costes indirectos	13,750	0,41
			Total:	14,16
			Cinco con sesenta y nueve	
		4.2 CIMENTACION Y SUELO		
M ³	1	Extendido de capa de enchado 20/40 de 15 cm. de espesor por medios manuales y mecánicos incluyendo compactación.		
H	0,300	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	10,86
H	0,300	Rodillo compactador autopropulsado	17,400	5,22
H	0,600	Capataz	12,000	7,20

H	0,600	Maquinista	11,800	7,08
H	1,200	Peón	9,100	10,92
M ³	1,300	Encachado	3,200	4,16
%	3,000	Costes indirectos	45,450	1,36
			Total:	46,80
			Cuarenta y seis con ochenta	
M ³	1	Extendido de capa de encachado 20/40 de 15 cm. de espesor por medios manuales y mecánicos incluyendo compactación.		
H	0,300	Retroexcavadora neumática 100 cv	36,200	10,86
H	0,300	Rodillo compactador autopropulsado	17,400	5,22
H	0,600	Capataz	12,000	7,20
H	0,600	Maquinista	11,800	7,08
H	1,200	Peón	9,100	10,92
M ³	1,300	Encachado	3,200	4,16
%	3,000	Costes indirectos	45,450	1,36
			Total:	46,80
			Cuarenta y seis con ochenta	
M ³	1	Hormigón HM-25 de tamaño máx. de árido 20 mm. Para relleno de zanjas de cimentación y pozos de zapatas incluidos las placas de anclajes metálicos para caseta. Vertido, vibrado y nivelado		
M3	1,000	Hormigón HM-25	80,000	80,00
Ud	1,000	Placa de anclaje de acero	20,500	20,50
H	3,000	Oficial 1º construcción	12,800	38,40
H	3,000	Peón	9,100	27,30
%	3,000	Costes indirectos	166,200	4,99
			Total:	171,19
			Ciento setenta y uno con diecinueve	
M ³	1	Hormigón armado HA-25 de T = 20 mm. para solera de 15 cm. de espesor armada con malla de acero elaborado, vertido, colocación, P.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado según NTE-RSS.		

M ³	1,000	Hormigón HA-250 tamaño máx. 20mm	60,050	60,05
Ud	1,000	Malla de acero de 0,5 cm	48,500	48,50
H	0,800	Oficial 1º construcción	12,800	10,24
H	2,400	Peón	9,100	21,84
%	3,000	Costes indirectos	140,630	4,22
			Total:	144,85
			Ciento cuarenta con ochenta y cinco	
		4.3 COLOCACIÓN Y ANCLAJE DE LA CASETA DE RIEGO		
M ³	1	Extendido de capa de encachado 20/40 de 15 cm. de espesor por medios manuales y mecánicos incluyendo compactación.		
Ud	1,000	Caseta de hormigón prefabricada	2.812,320	2.812,32
H	1,500	Camión semirrigida o abierto con grúa	28,300	42,45
H	1,500	Oficial 1º construcción	12,800	19,20
H	1,500	Oficial 1ª Metal	12,800	19,20
H	1,500	Camionero/gruista	11,800	17,70
H	6,000	Peón	9,100	54,60
%	3,000	Costes indirectos	2.965,470	88,96
			Total:	3.054,43
			Tres mil cincuenta y cuatro con cuarenta y tres céntimos	

3. PRESUPUESTO PARCIAL

Nº DE UNIDADES	DESIGNACIÓN DE LAS UNIDADES	PRECIO DE LAS UNIDADES	IMPORTES	
			PARCIAL	TOTAL
	CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO DE LA PARCELA			
	1.1 VALLADO			
1422,480	Marcado línea de cerramiento mediante cal y apertura de zanja de 0,15 cm. por medios mecánicos para enterramiento de 0,3 m. inferiores del vallado	0,26	369,84	
1.422,480	M. Vallado de parcela formado por malla de simple torsión, de 12 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 m de altura.	14,20	20.199,22	
				20569,06
	1.2 Acceso			
1	Puerta abatible de 6x1,5 metros de 2 hojas, de acero galvanizado	424,26	424,26	
				424,26
	CAPÍTULO 2: PLANTACIÓN			
	2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO			
6,530	Ha. Labor principal de desfonde a 0,45m de profundidad con tractor de 180 CV y arado de vertedera cuatrisesurco.	41,38	270,21	
6,530	Ha. Labor de subsolado a 0,8 m. de profundidad con tractor de 180 CV de doble tracción y subsolador trisesurco:	44,19	288,56	

6,530	Ha. Labor complementaria a 0,3 m. de profundidad con tractor de 180 CV de doble tracción y cultivador de 4 metros de anchura	13,76	89,85	
				648,62
2.2 PLANTACIÓN				
6,530	Ha. Replanteo del terreno con tractor GPS y rejón	19,64	128,25	
1.452,000	Ha. Plantación de las encinas micorrizadas	6,87	9.700,44	
1.412,000	Escarda y alcorque de las encinas recién plantadas para mejorar la retención del agua de riego	0,35	494,20	
1.412,000	Riego de los árboles recién plantados empleando cisterna de 5000 l. de capacidad y tractor de 180 CV de doble tracción:	0,28	395,36	
				10.718,25
CAPÍTULO 3: SISTEMA DE RIEGO				
3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
258,150	Excavación a cielo abierto para zanja de dimensiones 1 x 0,6 m. en terreno de consistencia blanda con medios mecánicos, amontonando la tierra en un lateral, dejado como mínimo una distancia de 1 m	2,60	671,19	
26,050	Excavación a cielo abierto para zanja de dimensiones 0,4 x 0,6 m. en terreno de consistencia blanda con medios mecánicos, amontonando la tierra en un lateral, dejado	2,10	54,71	
258,150	Relleno de zanjas 1 x 0,6 m. y compactación hasta el 95% del proctor normal realizado por medios mecánicos y manuales.	2,32	598,91	

26,050	Relleno de zanjas 0,4 x 0,6 m. y compactación hasta el 95% del proctor normal realizado por medios mecánicos y manual.	1,79	46,63	
				1.371,44
3. 1 INSTALACIÓN DEL RIEGO				
430,250	Tubería de PVC 6 atmósferas de 140/137,2 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios anuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas en zanjas sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor.	11,08	4.767,17	
648,500	Tubería de PVC 6 atmósferas de 110/103,6 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios manuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas en zanjas sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor.	9,50	6.160,75	
8.700,000	Tubería de PEBD 4 atmósferas de 32/28 mm de Ø alineada y repartida en la finca por medios manuales. Incluido parte proporcional por accesorios y piezas especiales, totalmente unidas y colocadas.	1,94	16.878,00	
1.123,000	Microaspersor 2005 AquaMaster NaanDanJain, caudal 120 l/h, radio de alcance 4.75 m. y presión de trabajo 7 atm, con varilla de elevación de gran estabilidad incluida. Totalmente colocado.	1,40	1.572,20	
4	Arqueta de ladrillo perforado tosco de medio pie de espesor; dimensiones 0,63x0,51x0,7 m. de medidas interiores para alojamiento de válvula de membrana manual completamente instalada y posibilidad de conexión de empalme rápido para hidrante.	175,30	701,20	

1	<p>Ladrillos asentados sobre solera de hormigón HM- 20 de 0,1 m de espesor y ligeramente armada. ladrillos enfoscados y bruñidos por el interior con mortero de cemento M-100 y con tapa de hormigón armado prefabricada.</p> <p>Cabezal de riego compuesto por los siguientes elementos: Electrobomba vertical y sumergible N 65 de 22 Kw, Filtros de arena Jimten X60 de 0,42 m de diámetro, Filtro de malla Regaber 2" DL de acero, contador de agua Woltman CNR4, Manómetros medidores de la presión, Válvula de compuerta y de retención, ventosa trifuncional, Generador de corriente eléctrica GH G E 5-800 VA, resto de accesorios tuberías y piezas especiales totalmente instalado y en funcionamiento.</p>	19.409,66	19.409,66	
				49.488,98
CAPÍTULO 4: CASETA DE RIEGO				
4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
1	Excavación a cielo abierto de zanjas corridas de cimentación en terreno de consistencia ligera hasta 0,3 m. de profundidad.	56,94	56,94	
4	Transporte de tierras a menos de 15 Km. con camión de 18 Tm. teniendo en cuenta un suplemento del 20% con canon de vertedero incluido.	14,16	56,64	
				113,58
4.2 CIMENTACIÓN Y SUELO				
1,200	Extendido de capa de encachado 20/40 de 15 cm. de espesor por medios manuales y mecánicos incluyendo compactación.	46,80	56,16	

2,100	Hormigón HM-25 de tamaño máx. de árido 20 mm. Para relleno de zanjas de cimentación y pozos de zapatas incluidos las placas de anclajes metálicos para caseta. Vertido, vibrado y nivelado.	171,19	359,50	
1,180	Hormigón armado HA-25 de T = 20 mm. para solera de 15 cm. de espesor armada con malla de acero elaborado, vertido, colocación, P.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado según NTE-RSS.	144,85	170,92	
				586,58
4.3 COLOCACIÓN Y ANCLAJE DE LA CASETA				
1	Caseta de hormigón prefabricada de 9 metros cuadrados de interior. Transporte hasta la finca colocación y anclada sobre la cimentación.	3.054,43		3.054,43
				3.054,43

4. PRESUPUESTO GENERAL

CAPITULO		IMPORTE (€)
Capítulo 1	CERRAMIENTO DE LA PARCELA	
Capítulo 1.1	Vallado	20.569,06
Capítulo 1.2	Acceso	424,26
	Total:	20.993,32
Capítulo 2	PLANTACIÓN	
Capítulo 2.1	Preparación del terreno	648,62
Capítulo 2.2	Plantación	10.718,25
	Total:	11.366,87
Capítulo 3	SISTEMA DE RIEGO	
Capítulo 3.1	Movimiento de tierras	1.371,44
Capítulo 3.2	Instalación del riego	49.488,98
	Total :	50.860,42
Capítulo 4	CASETA DE RIEGO	3.754,59
Capítulo 4.1	Movimiento de tierras	113,58
Capítulo 4.2	Cimentación y suelo	586,58
Capítulo 4.3	Colocación y anclaje de la caseta	3.054,43
	Total:	3.754,59
Presupuesto de ejecución material		86.975,20

El presupuesto de ejecución material asciende a OCHENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON VEINTE (86.975,20 €).

Burgos, julio 2019

El alumno:

Daniel Ruiz Mínguez

Debido a que la ejecución del proyecto se llevará a cabo por contrata, a la cantidad anterior habrá que añadir:

- Beneficio industrial (6% del presupuesto de ejecución material de la plantación) = 5.218,51 €
- Gastos generales (13 % del presupuesto de ejecución material de la plantación) = 11.306,77 €
- El presupuesto de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de = 2.118,62 €.

Por lo tanto obtenemos un PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA DE: **103.500,48 euros.**

Sumando el porcentaje de IVA (21%) obtenemos un PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN DE: **127.799,11 EUROS.**

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CIENTO VEINTISIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS.

Burgos, julio 2019

El alumno:

Daniel Ruiz Mínguez