

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO
NATURAL

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica
y del Medio Natural

SEGUIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS
AMBIENTALES Y SOCIALES EN RODALES REPOBLADOS EN EL MUP
V072 Y V075 EN EL T.M. DE ENGUERA (VALENCIA)

TRABAJO FINAL DE GRADO

AUTOR:

MARIO GARCÍA ALCO CER

TUTOR:

EDUARDO ROJAS BRIALES

CURSO 2020/2021

Valencia, julio 2021

RESUMEN

Seguimiento y evolución de los parámetros ambientales y sociales en rodales repoblados en el MUP V072 y V075 en el T.M. de Enguera (Valencia).

A mediados de los años 50, se efectuó una repoblación forestal en el Monte de Utilidad Pública perteneciente al T.M. de Enguera. Dicha masa, fue evolucionando sin unos criterios de gestión claros, y sufriendo perturbaciones como incendios o fuertes nevadas. En la actualidad, con una edad aproximada de 66 años en las parcelas analizadas, da lugar a una masa con unas densidades elevadas y un alto riesgo de incendio, por lo que deben plantearse diferentes opciones en cuanto a su futuro.

En el año 2011/12, buscando dar respuesta a esta cuestión, se llevó a cabo la realización de un inventario forestal en distintas parcelas seleccionadas de forma representativa en el monte V072 perteneciente al T.M de Enguera como parte del proyecto de ordenación del conjunto del monte de titularidad municipal.

Posteriormente, en el año 2015/16 se efectuaron una serie de claras por lo bajo planificadas en base a las existencias calculadas años antes, afectando a distintas parcelas de dicho monte. En el monte V075, también se aplicaron en 2015 claras por lo bajo, careciendo de inventario forestal previo.

En el presente trabajo, se pretende volver a medir y comparar la evolución de una selección de parcelas representativas de las diferentes estaciones presentes en el monte V072. En el caso del monte V075, al no disponer de inventario previo, se realizará una selección de distintas parcelas en función de su profundidad de suelo reconstruyendo sus variables dasonómicas al momento de la intervención. Dicha evolución, se comparará entre las masas en las que se han llevado a cabo tratamientos silvícolas, y las que evolucionan con su densidad inicial.

Los principales objetivos de este proyecto son:

- Evaluar la respuesta de la masa adulta procedente de repoblación al tratamiento aplicado.
- Análisis de los parámetros ambientales y sociales entre los que destacan:
 - Cambio en los modelos de combustible, estudio de la sanidad y estabilidad de la masa, posibles problemas de erosión.
 - Estudio de la biodiversidad (especies palatables y melíferas) y valoración del paisaje.

PALABRAS CLAVE: gestión, evolución, biodiversidad, inventario, silvicultura, ordenación, sociedad, Enguera.

AUTOR: Mario García Alcocer

LOCALIDAD Y FECHA: Valencia, julio 2021

TUTOR: Eduardo Rojas Briales

ABSTRACT

Monitoring and evolution of environmental and social parameters in repopulated stands in MPU V072 and V075 in the municipality of Enguera (Valencia).

In the mid-1950s, a reforestation was carried out in the public utility mountain belonging to the municipality of Enguera. This mass was evolving without clear management criteria, and suffering disturbances such as fires or heavy snowfalls. Nowadays, with an approximate age of 66 years in the analyzed plots, it gives rise to a mass with high densities and a high risk of fire. Therefore, different options should be considered regarding its future.

In 2011/12, seeking to answer this question, a forest inventory was carried out in different parcels selected in a representative way in mount V072 belonging to the municipality of Enguera as part of the project for the management of the whole of the mount of municipal ownership.

Subsequently, in 2015/16, a series of planned low-level clearings were carried out based on the stocks calculated years before, affecting different plots of said forest. In mount V075, low clearings were also applied in 2015, lacking a previous forest inventory.

The work carried out nowadays is intended to re-measure and compare the evolution of a selection of representative plots of the different stations present in mount V072. In the case of mount V075, as there is no prior inventory, a selection of different plots will be made based on their soil depth, reconstructing their economic variables at the time of the intervention. This evolution will be compared between the stands in which silvicultural treatments have been carried out, and those that evolve with their initial density.

The main objectives of this project are:

- To evaluate the response of the adult mass from repopulation to the applied treatment.
- Analysis of environmental and social parameters, such as the ones that stand out:
 - Change in fuel models, study of the health and stability of the mass, possible erosion problems.
 - Biodiversity study (palatable and honey species) and landscape assessment.

KEY WORDS: management, evolution, biodiversity, inventory, forestry, management, society, Enguera.

AUTHOR: Mario García Alcocer

LOCATION AND DATE: Valencia, July 2021

TUTOR: Eduardo Rojas Briales

RESUM

Seguiment i evolució dels paràmetres ambientals i socials en rodals repoblats en el MUP V072 i V075 en el T.M. d'Enguera (València).

A la dècada dels anys 50, es va efectuar una repoblació forestal en la Muntanya d'Utilitat Pública que pertany al T.M. d'Enguera. Aquesta massa, va anar evolucionant sense uns criteris de gestió clars, i patint perturbacions com a incendis o forts nevades. En l'actualitat, amb una edat aproximada de 66 anys en les parcel·les analitzades, dona lloc a una massa amb unes densitats elevades i un alt risc d'incendi, per la qual han de plantejar-se diferents opcions en quant al seu futur.

L'any 2011/12, buscant donar resposta a aquesta qüestió, es va dur a terme la realització d'un inventari forestal en diferents parcel·les seleccionades de manera representativa en la muntanya V072 pertanyent al municipi en qüestió com a part del projecte d'ordenació del conjunt de la muntanya de titularitat municipal.

Posteriorment, l'any 2015/16 es van efectuar una sèrie de clares pel baix planificades sobre la base de les existències calculades anys abans, afectant a diferents parcel·les. En la muntanya V075, també es van aplicar en 2015 clares pel baix, mancant d'inventari forestal previ.

En el present treball, es pretén tornar a mesurar i comparar l'evolució d'una selecció de parcel·les representatives de les diferents estacions presents en la muntanya V072. En el cas de la muntanya V075, al no disposar d'inventari previ, es realitzarà una selecció de diferents parcel·les en funció de la seua profunditat de sòl reconstruint les seues variables d'ecosistemes al moment de la intervenció. Aquesta evolució, es compararà entre les masses en les quals s'han dut a terme tractaments silvícoles, i les que evolucionen amb la seua densitat inicial.

Els principals objectius d'aquest projecte són:

- Avaluar la resposta de la massa adulta procedent de repoblació al tractament aplicat.
- Anàlisi dels paràmetres ambientals i socials entre els quals destaquen:
 - Canvi en els models de combustible, estudi de la sanitat i estabilitat de la massa, i possibles problemes d'erosió.
 - Estudi de la biodiversitat (espècies palatables i mel·líferes) i valoració del paisatge.

PARAULES CLAU: gestió, evolució, biodiversitat, inventari, silvicultura, ordenació, societat, Enguera.

AUTOR: Mario García Alcocer

LOCALITAT I DATA: València, juliol 2021

TUTOR: Eduardo Rojas Briales

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	1
1.2.	Antecedentes	2
2.	JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y LIMITACIONES.....	3
2.1.	Justificación y objetivos.....	3
2.2.	Limitaciones	3
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1.	Caracterización del área de estudio.....	4
3.1.1.	Localización	4
3.1.2.	Orografía y configuración del terreno.....	4
3.1.3.	Geología y edafología.....	4
3.1.4.	Climatología.....	5
3.1.5.	Vegetación.....	6
3.1.6.	Fauna.....	7
3.2.	Caracterización de las parcelas	8
3.2.1.	Monte de Utilidad Pública V075 “Umbría la Plana”	8
3.2.2.	Monte de Utilidad Pública V072 “Los Altos”	8
3.3.	Diseño del inventario y material utilizado	9
3.3.1.	Diseño del inventario	9
3.3.2.	Material utilizado	12
3.4.	Tratamiento cultural	12
3.5.	Metodología de cálculo.....	13
3.6.	Análisis estadístico	14
4.	Resultados y discusión	14
4.1.	Respuesta de la masa frente a los tratamientos silvícolas.....	15
4.2.	Análisis de los parámetros ambientales y sociales	18
4.2.1.	Regeneración de <i>Quercus ilex</i>	18
4.2.2.	Estabilidad de la masa	20
4.2.3.	Sanidad de la masa	24
4.2.4.	Biodiversidad	26
4.2.5.	Erosión.....	29
4.2.6.	Incendios	29
5.	Conclusiones.....	33
6.	Bibliografía	35
7.	Anexos.....	37

7.1.	Anexos cartográficos	37
7.1.1.	Plano 1. Plano de situación de la zona de estudio	37
7.1.2.	Plano 2. Plano de emplazamiento de las parcelas del MUP V072	37
7.1.3.	Plano 3. Plano de emplazamiento de las parcelas del MUP V075	37
7.2.	Caracterización dasométrica de la masa.....	41
7.2.1.	caracterización dasométrica del MUP V072	42
7.2.2.	Caracterización dasométrica del MUP V075.....	43
7.3.	Anexo estadístico	44
7.4.	Curvas de calidad de estación de Montero et al. (2001)	50
7.4.1.	Curvas de calidad de estación en función de altura dominante.....	50
7.4.2.	Curvas de calidad de estación en función de volumen	51
7.5.	Memoria fotográfica	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla climática de Enguera	5
Tabla 2.	Caracterización de los pisos bioclimáticos	6
Tabla 3.	Caracterización de las parcelas MUP V075.	8
Tabla 4.	Caracterización de las parcelas MUP V072.	9
Tabla 5.	Nomenclatura del conjunto de parcelas MUP V072.	15
Tabla 6.	Nomenclatura del conjunto de parcelas MUP V075	15
Tabla 7.	Parámetros de crecimiento de la masa	16
Tabla 8.	Parámetros de crecimiento de la masa.....	18
Tabla 9.	Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para regenerado <i>Quercus ilex</i> (pies/ha) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	19
Tabla 10.	Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para regenerado <i>Quercus ilex</i> (pies/ha) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	20
Tabla 11.	Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para el número de árboles estables (%) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	24
Tabla 12.	Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para el número de árboles estables (%) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	23
Tabla 13.	Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para el número de árboles dañados (%) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	25
Tabla 14.	Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para el número de árboles dañados (%) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	25
Tabla 15.	Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para la biodiversidad entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	28

Tabla 16. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para la biodiversidad entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	28
Tabla 17. Clasificación de combustibles forestales.....	30
Tabla 18. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para la altura arbustiva entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	31
Tabla 19. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para la altura arbustiva entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.	32
Tabla 20. Resumen dasonómico de las parcelas del MUP V072.....	42
Tabla 21. Resumen dasonómico de las parcelas del MUP V075.....	43
Tabla 22. Correlaciones empleadas en la reconstrucción de los árboles cortados.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1996-2009 S.Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas.....	6
Figura 2. Regenerado natural de <i>Quercus ilex</i> en el MUP V072.	19
Figura 3. Regenerado natural de <i>Quercus ilex</i> en el MUP V075.	20
Figura 4. Estabilidad antes y después de intervención según índice de esbeltez.....	21
Figura 5. Situación actual de estabilidad según índice de esbeltez	22
Figura 6. Porcentaje de árboles volcados o muertos/descabezados.....	22
Figura 7. Situación actual de estabilidad según índice de esbeltez	23
Figura 8. Porcentaje de árboles volcados o muertos/descabezados.....	24
Figura 9. Índice de diversidad de Shannon-weaver.	27
Figura 10. Índice de diversidad de Shannon-weaver.	28
Figura 11. FCC especies arbustivas y herbáceas.	31
Figura 12. Altura media ponderada arbustiva.	32
Figura 13. FCC especies arbustivas y herbáceas.	32
Figura 14. Altura media ponderada arbustiva.	33
Figura 15. Relación H/d conjunto tratado MUP V072.....	44
Figura 16. Relación H/d conjunto no tratado MUP V072.	44
Figura 17. Gráfico de cajas y bigotes del regenerado de <i>Quercus ilex</i> en parcelas no tratadas (NT) y tratadas (T).	45
Figura 18. Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de pies estables (según esbeltez) en parcelas tratadas y no tratadas.....	45
Figura 19. Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de pies dañados en parcelas tratadas y no tratadas.	46
Figura 20. Gráfico de cajas y bigotes del índice de Shannon - Weaver en parcelas tratadas y no tratadas.	46

Figura 21. Gráfico de cajas y bigotes del índice de la altura media arbustiva en parcelas tratadas y no tratadas.	46
Figura 22. Relación H/d conjunto tratado MUP V075.....	47
Figura 23. Relación H/d conjunto no tratado MUP V075.	47
Figura 24. Gráfico de cajas y bigotes del regenerado de <i>Quercus ilex</i> en parcelas no tratadas (NT) y tratadas (T).	48
Figura 25. Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de pies estables (según esbeltez) en parcelas tratadas y no tratadas.....	48
Figura 26. Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de pies dañados en parcelas tratadas y no tratadas.	49
Figura 27. Gráfico de cajas y bigotes del índice de Shannon - Weaver en parcelas tratadas y no tratadas.	49
Figura 28. Gráfico de cajas y bigotes del índice de la altura media arbustiva en parcelas tratadas y no tratadas.	50
Figura 29. Curvas de calidad de estación para <i>Pinus halepensis</i> en España (Montero et al., 2001).	50
Figura 30. Curvas de crecimiento en volumen: total, después de clara y remanente en calidad de estación 11 y clara moderada (Montero et al., 2001).....	51
Figura 31. Parcela 2073 en representación del CST1. Fuente: elaboración propia.	51
Figura 32. Parcela 2034 en representación del CT1. Fuente: elaboración propia.	52
Figura 33. Parcela 2071 en representación del CST2. Fuente: elaboración propia.	52
Figura 34. Parcela 2030 en representación del CT2. Fuente: elaboración propia.	53
Figura 35. Parcela 2049 en representación del CST3. Fuente: elaboración propia.	53
Figura 36. Parcela 2026 en representación del CT3. Fuente: elaboración propia.	54
Figura 37. Parcela 2045 en representación del CST4. Fuente: elaboración propia.	54
Figura 38. Parcela 2042 en representación del CT4. Fuente: elaboración propia.	55
Figura 39. Parcela 3 en representación del CSTPM. Fuente: elaboración propia.....	56
Figura 40. Parcela 5 en representación del CTPM. Fuente: elaboración propia.....	56
Figura 41. Parcela 10 en representación del CSTPB. Fuente: elaboración propia.....	57
Figura 42. Parcela 7 en representación del CTPB. Fuente: elaboración propia.....	57
Figura 43. Parcela 14 en representación del CSTPA. Fuente: elaboración propia.....	58
Figura 44. Parcela 18 en representación del CTPA. Fuente: elaboración propia.....	58

1. INTRODUCCIÓN

1.1. *Pinus halepensis* Mill.

Pinus halepensis Mill. conocido comúnmente como pino carrasco, se extiende de forma espontánea por todos los países ribereños del mediterráneo, con mayor abundancia en España oriental, Provenza, Grecia, Marruecos y Argelia, cuya superficie ocupada se estima en 3,5 millones de hectáreas (Maestre et al., 2004).

En España, se encuentran pinares naturales de carrasco en las Islas Baleares y en todas las provincias de la costa mediterránea, excepto en Cádiz. Los pinares antiguos totalizan alrededor de 900.000 ha con mayor representación en Valencia, Baleares, Sur de Cataluña y Murcia (Ceballos & Ruiz de la Torre, 1971). Así mismo, la especie ha sido ampliamente utilizada en repoblaciones, la mayoría de carácter protector frente a la erosión hídrica. Esta actividad ha supuesto que entre 1940 y 1995 la superficie de la especie en España se haya incrementado en más de 500.000 ha (Montero, 1999).

Actualmente, debido a su expansión espontánea es la segunda especie más abundante en España, por detrás de *Quercus ilex* L. Ocupando casi 1,8 millones de hectáreas (Prada, 2008).

Su comportamiento ecológico permite calificarlo como especie heliófila, termófila y xerófila. Está perfectamente adaptada a la sequía, siendo el árbol más representativo de las zonas semiáridas mediterráneas, llegando a soportar 250 mm de precipitación anual y períodos de sequía estival de entre 1 y 5 meses. Tradicionalmente se ha considerado como una especie calcícola, pues el 90% de sus masas se halla sobre suelos calizos, no obstante, es capaz de vivir sobre sustratos silíceos (Herranz, 2000).

En cuanto a la estructura del pinar, el estrato arbóreo suele organizarse en estructura de bosque semiabierto de 10-15 m de dosel con abundantes claros. El pino carrasco, forma masas monoespecíficas cuando coloniza suelos incendiados o cultivos abandonados o bien en enclaves muy áridos o en aquellos donde las condiciones edáficas impiden la instalación de otros árboles más exigentes (Herranz, 2000). Pero más habitual es que forme masas mixtas con frondosas o con otras coníferas en suelos más arcillosos y clima submediterráneo o clima más continental. Estas suelen formarse con especies del género *Pinus*, *Juniperus*, *Fraxinus* o *Quercus*.

Varios autores afirman que el empleo intensivo de la especie aumenta el riesgo de incendio, pero la realidad es que el pino carrasco cubre un nicho ecológico clave, pues vegeta en condiciones xéricas y por tanto tiene una mayor combustibilidad (como toda especie que se desarrolla en estas condiciones). Debido a esto, *Pinus halepensis* ha desarrollado estrategias muy efectivas en su adaptación al fuego:

- Fructificación precoz.
- Retraso de la diseminación: siempre existe una cosecha fértil en las copas.
- Presencia de conos serótinos: el calor generado por el incendio provoca la apertura de las piñas, liberando la semilla en un suelo mineralizado propicio para su germinación.

Entre las funciones más importantes que desarrollan las masas de pino carrasco destacan:

- Ecológicas: disminución de la erosión, recarga de acuíferos, conservación de suelos, hábitats, especies de flora y fauna, aumento de la biodiversidad.
- Socioculturales: recreativas, paisajísticas, deportivas, sanitarias.
- Económicas: aprovechamientos maderables, leñosos, cinegéticos micológicos, pascícolas.

Por último, cabe mencionar el actual escenario de cambio climático global, en el que estas masas destacan por ofrecer su potencial en dos importantes aspectos:

- Como reservorios de CO₂.
- Como productores de biomasa energética sustitutiva de los combustibles fósiles.

Es por ello, que se debe aprovechar este escenario como un incentivo para fomentar una gestión encaminada a aumentar su calidad y rendimiento productivo, al mismo tiempo que se mejora el valor paisajístico y ambiental.

1.2. Antecedentes

Como ya se ha comentado, el pino carrasco, fue una especie ampliamente utilizada en repoblaciones forestales entre los años 1940 y 1995. En la década de 1950, el Monte de Utilidad Pública de Enguera (Valencia), fue repoblado con dicha especie. Un alto porcentaje de estas repoblaciones, se encuentran en situación de falta de gestión, lo que implica un alto riesgo de incendios, al que se le suma la pérdida de oportunidades y beneficios tanto sociales como económicos para los municipios donde se encuentran.

Desde el año 2013, el Monte de Utilidad Pública perteneciente al Ayuntamiento de Enguera, posee Proyecto de Ordenación de Montes en vigor. Con la mirada puesta en el futuro, y buscando reducir el riesgo de incendio forestal y el envejecimiento de la masa, en el año 2011 se inició el proyecto Life + "Bioenergy And Fire Prevention" donde se realizó un inventario con la finalidad de conocer la situación cualitativa y cuantitativa de la masa arbolada, tanto temporal como espacialmente, para así poder planificar las actuaciones de gestión forestal más adecuadas con un mínimo de garantías en objetividad y fiabilidad y la construcción de una base para la ordenación.

Para ello, se estableció una red de parcelas en el MUP V072 "Los Altos", de las que posteriormente se realizó un detallado inventario cuyo objetivo era conocer las existencias del recurso y las expectativas de futuro, con el fin de poder tomar decisiones posteriores en cuanto a los usos y/o aprovechamientos más adecuados para dicha masa forestal.

En el año 2015/16, se llevaron a cabo claras por lo bajo de intensidad fuerte en distintos rodales de dicho monte que afectaban a una serie de parcelas inventariadas. En este momento, la masa pertenecía a las clases artificiales de edad de latizal y fustal bajo principalmente. Además, también se realizaron estos tratamientos silvícolas en el MUP V075 "Umbría la Plana", también perteneciente al Ayuntamiento de Enguera (Valencia), el cual carecía de inventario previo.

2. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y LIMITACIONES

2.1. Justificación y objetivos

El presente estudio, que ha sido financiado por el Ayuntamiento de Enguera, a través del Fondo de Mejora de este monte, es en parte la continuación del estudio iniciado con anterioridad, en concreto en 2011, pues se trabaja con algunos inventarios realizados previamente en el monte V072 “Los Altos”, cuyo análisis fue soporte para el diseño de los tratamientos. Con este estudio, se pretende obtener las primeras conclusiones en cuanto a los efectos ambientales y sociales de los tratamientos aplicados a la masa se refiere con el fin de ajustarlos en el futuro (proceso de mejora continua).

El objetivo principal de este proyecto consiste en evaluar la respuesta de la masa forestal frente al tratamiento aplicado en el año 2015/16, estableciendo una comparativa entre las parcelas que han sufrido intervenciones frente a las que no, contando, además, con el apoyo del inventario ya comentado.

Por otra parte, se pretende realizar un análisis de los parámetros socioambientales. Para llegar a estos objetivos generales, se deben alcanzar los siguientes objetivos particulares:

- Análisis del efecto del tratamiento sobre el crecimiento de la masa y comparación con las tablas de producción de Montero et al. (2001)
- Evaluación del cambio en los modelos de combustible.
- Estudio de la sanidad y estabilidad de la masa (índice de esbeltez) y posibles problemas de erosión.
- Evaluación de la biodiversidad en cuanto a cobertura vegetal (especies palatables y melíferas) y valoración del paisaje.

2.2. Limitaciones

La edad de la masa, que procede de repoblación y por ello resulta ser coetánea, no se conoce con exactitud. Después de barrenar varios árboles se ha concluido que actualmente la masa tiene una edad aproximada de 66 años, es decir, que la repoblación de ambas masas se realizó en el año 1955.

Por otra parte, debido a que hay una diferencia de unos 4 años desde que se realizó el inventario hasta que se realizó la clara por lo bajo, las existencias en dicho momento no se conocen con seguridad, se realizarán los cálculos pertinentes para que el modelo sea lo más fiable posible. En el caso del monte V075, debido a que carece de inventario previo, por lo que es necesario reconstruir parcelas a su estado anterior a la intervención, así como estimar su intensidad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

3.1.1. Localización

Las parcelas inventariadas se han realizado en el Monte de Utilidad Pública V075 “Umbría la Plana”, y en el V072 “Los Altos”, ubicados al Este y Oeste respectivamente del término municipal de Enguera, en el interior de la provincia de Valencia.

En el caso del monte V075, las parcelas se encuentran muy próximas al núcleo urbano, siendo las coordenadas de referencia del centro del monte:

- X: 701863,55
- Y: 4316667,27

Por el contrario, las parcelas del monte V072 se encuentran más alejadas, quedando a ambos lados de la carretera CV-584 en dirección Casa Benali, el centro de dicho monte queda ubicado en las coordenadas:

- X: 690605,14
- Y: 4317715,46

Ambos montes, se encuentran a una altura media de 533.7 msnm.

El plano de localización queda presente en el Anexo 1.

3.1.2. Orografía y configuración del terreno

El Sistema Bético comienza en la falla survalenciana que arranca en Jeresa (Valencia), pasa por Barx (Valencia), Barxeta (Valencia), Játiva (Valencia) el valle de Montesa para internarse por Almansa (Albacete) en tierras de Castilla la Mancha y Andalucía. Se trata de plegamientos de dirección SO-NE y son más recientes que los ibéricos. Esto le da al conjunto un aspecto más escarpado, valles más profundos y relieves estructurales dominantes.

En el caso del monte “Umbría la Plana”, la orografía del paraje se caracteriza por la existencia de elevaciones prominentes, con desniveles superiores a los 200 metros y surcadas por una red de drenaje con alto grado de encajamiento, siendo la orientación de las parcelas noroeste.

Por otra parte, el monte “Los Altos” cuenta con una mayor extensión en cuanto a estudio se refiere, las parcelas quedan ubicadas con distintas orientaciones y pendientes. En general, cuenta con zonas más o menos llanas situadas a mayor altitud que dan lugar a profundos valles y barrancos a través de laderas con marcada pendiente.

3.1.3. Geología y edafología

La capacidad de uso del suelo del término municipal de Enguera está condicionada por las limitaciones que impone la topografía, la presencia de relieves acentuados y los afloramientos rocosos o pedregosidad (Añó et al., 2000).

Los montes en los que se ubican las parcelas están formados principalmente por calizas y dolomías. Estos tipos de roca se disuelven por la acción de los ácidos, dando lugar a suelos en general de poco espesor, de pH alcalino y textura arcillosa. Por ser materiales detríticos sueltos con predominio del grano fino, presentan una permeabilidad media que va de los 10 cm/día a los 100 cm/día (Cendrero et al., 1986).

Su característica principal es la presencia de un horizonte de acumulación de carbonato cálcico subsuperficial o bien de un horizonte petrocálcico (horizonte cálcico continuo endurecido). Además, suelen estar dedicados al cultivo de secano y sus principales limitaciones son la erosión laminar, el exceso de carbonatos y la falta de espesor cuando presentan una costra calcárea próxima a la superficie (Rubio et al., 1997; Forteza et al., 1995).

3.1.4. Climatología

Analizándose los datos del antiguo observatorio meteorológico de “Las Arenas”, se concluye que, la Sierra de Enguera, situada en el extremo Suroccidental de la Comunidad Valencia, puede considerarse como un sector de transición climática entre variantes diferentes del clima Mediterráneo.

Factores fundamentales de esta transición, son la orientación de sus valles y estribaciones W-E y SW-NE, la diferencia de altitud en zonas bajas subiendo la misma hasta los 1.126 metros del Pico Caroché en las cimas interiores y su distancia al mar, confieren a la parte más occidental de la Sierra un mayor aspecto de continentalidad en el clima. Estos factores hacen fluctuar las temperaturas, estableciéndose diferencias entre cuatro y cinco grados según las cotas de la Sierra, así como la pluviometría, con una media anual alrededor de 500 l/m², estando la misma distribuida estacionalmente, teniendo su máximo en otoño, y la mínima en los meses de verano, siendo estos muy secos. Los datos han sido obtenidos de la estación meteorológica de Aemet, de la serie entre 1999 y 2019, situada en las coordenadas 38° 58' 41" N, 0° 41' 15" a una altitud de 320 msnm, siendo la misma estación para ambos montes debido a la cercanía.

Tabla 1. Tabla climática de Enguera.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	7.7	8.6	11.6	14.3	18.1	23	25.8	25.2	21.2	17.2	11.3	8.3
Temperatura mín. (°C)	3.1	3.6	6	8.4	11.8	16.2	19.2	19.3	16.1	12.4	6.9	4.1
Temperatura máx. (°C)	13.3	14.3	17.6	20.3	24.3	29.6	32.6	31.8	26.9	22.7	16.4	13.5
Precipitación (mm)	41	37	47	55	43	23	10	26	69	60	45	45
Humedad(%)	68%	62%	57%	56%	54%	49%	49%	54%	61%	67%	67%	71%
Días lluviosos (días)	4	4	5	5	5	3	2	4	6	5	5	4

La temperatura media anual alcanza los 16°C, existiendo una variación de 18.1°C entre las temperaturas medias. Julio se presenta como el mes más cálido con una temperatura promedio de 25.8°C, mientras que enero, el mes más frío, alcanza una media de 7.7°C.

En el caso de las precipitaciones, la media anual asciende a 501 mm. La variación entre las medias de los meses más secos y húmedos es de 59 mm, pues en julio apenas se alcanzan los 10 mm, mientras que, en septiembre, mes más húmedo, se alcanzan los 69 mm.

A continuación, se presenta el diagrama ombrotérmico típico elaborado por el centro de investigaciones fitosociológicas (S. Rivas-Martínez) para la zona de Enguera, en el que se puede observar las características del clima básicas para la producción vegetal.

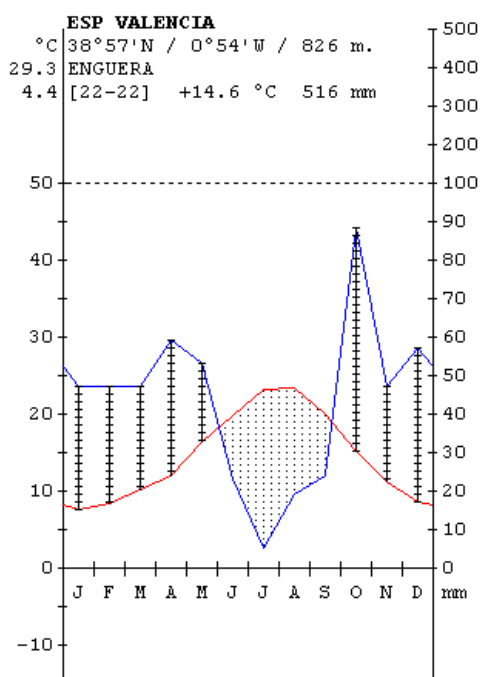


Figura 1. 1996-2009 S.Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas.

Según la clasificación bioclimática nos encontramos ante un clima mesomediterráneo superior en el que puede observarse un período seco con déficit hídrico en los meses estivales, más acusado en julio y agosto. Las precipitaciones tienen su máximo en los meses de otoño y primavera, aunque en el periodo de invierno también son bastante regulares.

Tabla 2. Caracterización de los pisos bioclimáticos.

CARACTERIZACIÓN DE PISOS BIOCLIMÁTICOS	
Piso bioclimático	Mesomediterráneo
Horizonte bioclimático	Mesomediterráneo inferior
Ombroclima	Semiárido
Tipo de invierno	Templado

3.1.5. Vegetación

La masa arbórea predominante en la Sierra de Enguera está formada principalmente por pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*), que tienen su origen en la degradación de los carrascales. También podemos encontrar masas aisladas de pino rodeno (*Pinus pinaster*) en algunas zonas de Benali y de Navalón, así como ejemplares aislados de pino piñonero (*Pinus pinea*). Las carrasacas (*Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*), antaño especies dominantes, han quedado reducidas a ejemplares más o menos solitarios excepto en el carrascal del Losar. Algunos ejemplares de roble valenciano (*Quercus faginea*) se encuentran dispersos por ciertos barrancos como el de la Carrasca o el del Gatillo.

La masa arbustífera la constituyen principalmente: el espino negro (*Rhamnus lycioides*), la coscoja (*Quercus coccifera*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el palmito (*Chamaerops humilis*), la aliaga (*Ulex parviflorus*), el madroño (*Arbutus unedo*), y el enebro (*Juniperus oxycedrus*).

Entre el matorral herbáceo destacan la jara blanca (*Cistus albidus*), el brezo (*Erica multiflora*) y las plantas aromático-medicinales, romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), manzanilla amarga (*Santolina chamaecyparissus*), ajedrea (*Satureja obovata*), pebrella (*Thymus piperella*) y el rabo de gato (*Sideritis tragoriganun*).

También existen distintas especies endémicas que dotan de personalidad biológica al territorio. Entre ellas destacan el rabo de gato lanoso (*Sideritis sericea*) localizado únicamente en el Macizo del Caroché y en la Sierra de Enguera-Ayora. Otro endemismo interesante es el poleo de roca o rompepiedras (*Teucrium buxifolium* subsp. *buxifolium*), restringido a las sierras setabenses de baja y media altitud. Los zapatitos de la Virgen (*Sarcocapnos saetabensis*), endemismo del sector setabense y la pelosilla de cueva (*Chaenorhinum tenellum*).

3.1.6. Fauna

La Sierra de Enguera está constituida por una diversidad de hábitats en los cuales encontramos una rica representación de las diversas especies de la avifauna. Esta zona queda incluida dentro de la IBA nº 161 (Área de Importancia Internacional para las Aves), estando situada en el límite septentrional del Sistema Ibérico con predominio de pinares de pino carrasco y matorral mediterráneo. Es una zona de gran importancia para rapaces mediterráneas, como pueden ser el Águila-azor Perdicera (*Aquila fasciata*) y Culebrera Europea (*Circaetus gallicus*), también habita el Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*), el Aguililla Calzada (*Hieraaetus pennatus*) y el Búho Real (*Bubo bubo*). La presencia de dichas aves puede servir de ayuda a la hora de determinar la calidad ambiental, pues son buenos bioindicadores en cuanto a calidad de medio ambiente se refiere.

En cuanto a reptiles, destacan la presencia del lagarto ocelado (*Lacerta lepida*), muy abundante en los montes mediterráneos, y la víbora hocicuda (*Vipera latasti*).

También es importante destacar la presencia de mamíferos como la ardilla común (*Sciurus vulgaris*), y otros cuyas poblaciones se están viendo reducidas en las últimas décadas como es el caso del tejón (*Meles meles*). Si se habla de especies cinegéticas, entre las más frecuentes aparecen la perdiz roja (*Alectoris rufa*), el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), la cabra montesa (*Capra pyrenaica hispanica*), el jabalí (*Sus scrofa*) y el corzo (*Capreolus capreolus*).

Por otra parte, no debemos de olvidarnos de la ganadería, en este caso de ganado caprino y ovino, cuyas explotaciones están en decadencia actualmente, pero han sido de gran importancia a lo largo de la historia. En cuanto al ganado apícola, la especie *Apis mellifera*, cuyo valor no es únicamente económico, pues la apicultura juega un papel fundamental en la conservación del medio natural, la polinización de los cultivos y el mantenimiento de la biodiversidad.

3.2. Caracterización de las parcelas

3.2.1. Monte de Utilidad Pública V075 “Umbría la Plana”

En el monte V075, monte sin información previa, se ha realizado un estudio de 18 parcelas en total, 9 de ellas en masa forestal con tratamientos silvícolas, y 9 parcelas sin ningún tipo de intervención. Para seleccionar estas parcelas, las cuales presentan orientación noroeste, se ha tenido en cuenta el criterio de profundidad de suelo, de forma que se han escogido 6 parcelas con profundidad de suelo alta, otras 6 con profundidad baja y por último 6 parcelas de profundidad media.

De estas 6 parcelas de similar profundidad de suelo, 3 han recibido tratamiento silvícola, mientras que las 3 restantes no. De esta forma, las 3 parcelas de cada tipología forman conjunto de la misma calidad de estación.

Tabla 3. Caracterización de las parcelas MUP V075.

Parcela	Tratamiento	Profundidad de suelo	Altitud (m)	Coordenadas
1	No	Media	583,9	38,97748°N 0,66247°W
2	No	Media	582,6	38,97683°N 0,66361°W
3	No	Media	572,6	38,97570°N 0,66578°W
4	Si	Media	579,3	38,97493°N 0,66709°W
5	Si	Media	574,3	38,97425°N 0,66816°W
6	Si	Media	575,6	38,97305°N 0,66985°W
7	Si	Baja	543,7	38,97393°N 0,67129°W
8	Si	Baja	548,6	38,97506°N 0,66963°W
9	Si	Baja	549,6	38,97550°N 0,66807°W
10	No	Baja	569,3	38,97639°N 0,66618°W
11	No	Baja	546,6	38,97741°N 0,66465°W
12	No	Baja	541,5	38,97803°N 0,66377°W
13	No	Alta	486,5	38,97836°N 0,66554°W
14	No	Alta	508,6	38,97789°N 0,66637°W
15	No	Alta	501,4	38,97750°N 0,66800°W
16	Si	Alta	502,7	38,97656°N 0,67031°W
17	Si	Alta	497,6	38,97545°N 0,67265°W
18	Si	Alta	544,6	38,97334°N 0,67426°W

3.2.2. Monte de Utilidad Pública V072 “Los Altos”

Por otra parte, en el monte V072, se ha realizado una selección de las parcelas ya inventariadas en función de su orientación, pendiente y tratamiento, dado que existe un inventario anterior y la orientación es distinta, se escogen estos tres factores con el fin de tener una muestra representativa del monte, para formar conjuntos de calidad de estación de forma que el estudio sea capaz de representar a toda la masa. Inicialmente se propuso realizar 3 parcelas que cumpliesen los mismos requisitos, pero en algunas ocasiones, no se ha podido llegar hasta las 3 unidades, debido a que la masa que recibió tratamiento no abarca una superficie lo suficientemente extensa. De igual forma que en el anterior monte, las parcelas cumplidoras de los mismos requisitos forman conjunto de la misma calidad de estación.

Tabla 4. Caracterización de las parcelas MUP V072.

Parcela	Tratamiento	Pendiente (%)	Orientación	Coord. X	Coord. Y
2027	Si	0-15	E	689928,29	4317670,84
2031	Si	0-15	E	690528,28	4317170,83
2034	Si	0-15	E	690928,28	4316870,83
2073	No	0-15	E	690728,28	4316970,83
2001	No	0-15	E	689028,29	4317770,84
2016	No	0-15	E	688728,29	4316270,85
2028	Si	0-15	S	690128,29	4317670,83
2030	Si	0-15	S	690428,28	4316870,83
2100	Si	0-15	S	691328,30	4318670,81
2038	No	0-15	S	693728,29	4318670,83
2101	No	0-15	S	694128,30	4318670,81
2071	No	0-15	S	688028,30	4315770,86
2026	Si	16-30	E	689728,29	4318070,84
2049	No	16-30	E	693028,30	4319270,82
2036	Si	> 31	S	691128,28	4317170,83
2042	Si	> 31	S	692028,29	4317970,82
2045	No	> 31	S	692528,29	4318070,82
2048	No	> 31	S	692928,30	4318970,82

3.3. Diseño del inventario y material utilizado

3.3.1. Diseño del inventario

El inventario forestal se ha realizado entre los meses de marzo a junio del año 2021. Para la adecuada estandarización de los datos que debían medirse, se ha realizado un estadillo de muestreo con los principales parámetros a medir. Las variables determinadas en campo son las siguientes:

1. Datos relacionados con el muestreo

- **Código de parcela:** número que identifica la parcela.
- **Fecha de muestreo:** fecha en la que se realiza el muestreo de una parcela determinada.
- **Tiempo de muestreo:** tiempo transcurrido desde el inicio de las labores de muestreo hasta su finalización.
- **Radio de muestreo:** distancia desde el centro de la parcela a cualquier punto de su circunferencia. El radio de las parcelas es de 15 metros.

2. Datos relacionados con la descripción geográfica y el sistema edáfico.

- **Altitud:** metros de altitud sobre el nivel del mar. Determinada mediante sistema GPS.
- **Pendiente:** medida en porcentaje, corresponde a la máxima pendiente del terreno y se mide desde el centro de la parcela aguas abajo.

- **Orientación:** ángulo que forma el norte magnético y la línea de máxima pendiente de la parcela, aguas abajo. Medido a partir de la brújula.
- **Tipo de roca:** clasificación del tipo de roca madre según las siguientes categorías (Arcilla; Calcrea; Conglomerados, Granítica, Margas, Otras, Pizarra y Yesos). Ante la posible presencia de dos tipos de roca madre diferentes, se especificaría la que está presente en mayor medida.
- **Rocidad:** se refiere al porcentaje de la superficie de muestreo afectada por afloramientos rocosos.
- **Erosión:** hay que valorar la erosión del terreno observada dentro de la parcela de muestreo de acuerdo con la siguiente descripción: sin manifestaciones erosivas, cárcavas paralelas de 20 cm de profundidad, cuello de las raíces descubierto, abundancia de piedras superficiales, deslizamientos del terreno, zanjas y barrancos en U, Zanjas y barrancos en V.

3. Datos referidos al estado del monte

3.1. Referencia al estado de vegetación herbáceo

- **Fracción de cabida cubierta del estrato herbáceo (FCC herbáceo):** es el porcentaje de suelo recubierto por la vegetación herbácea (la leñosa no se incluye).

3.2. Referencia al estado de vegetación arbustivo

- **Fracción de cabida cubierta del estrato arbustivo (FCC arbustivo):** es el porcentaje de suelo recubierto por la vegetación de porte arbustivo, el valor no podrá exceder del 100%, por lo que si hay superposición de copas no se tiene en cuenta.
- **Altura media del estrato arbustivo (Hm arbustivo):** es la altura media de la vegetación arbustiva medida en metros.

3.3. Referencia al estado de vegetación arbóreo

Para el estado arbóreo hay que distinguir tres niveles de muestreo: las variables que tienen en cuenta el conjunto del estado, las que distinguen las especies y, finalmente, el muestreo pie a pie. Las principales variables por medir están vinculadas al estado arbóreo en general y son:

- **Especie:** cada una de las especies arbóreas existentes en la parcela de inventario.
- **Fracción de cabida cubierta del estrato arbóreo (FCC arbóreo):** porcentaje de suelo cubierto por la proyección ortogonal de las copas de los árboles.
- **Altura dominante:** En m. Siguiendo el criterio de Assman, la altura dominante se corresponde con la altura del árbol de sección normal media de los 100 pies más gruesos por hectárea. Se seleccionan los 7 pies más gruesos por parcela, y se calcula la media cuadrática de sus alturas.
- **Aspecto del fuste:** hay que valorar el aspecto general del tronco desde un punto de vista de su aprovechamiento comercial para madera. Se ha seguido el siguiente código:
 - a. Bueno: la mayor parte de los árboles de la unidad tienen un tronco recto, sin bifurcaciones, y con ramas sólo en la parte alta de la copa.

- b. Regular: cuando no es ni bueno ni malo o hay mezcla de árboles con aspectos de cañón diferentes.
- c. Malo: cuando los árboles son mayoritariamente torcidos, descabezados o bifurcados desde muy abajo.
- **Tipo de copa**: para las especies principales de la unidad de vegetación o de la unidad de actuación se debe valorar el tipo de copa atendiendo a la siguiente clasificación:
 - a. Comprimida: cuando los árboles han crecido durante mucho tiempo con una densidad muy alta que ha impedido el despliegue normal de sus copas.
 - b. Equilibrada: cuando el diámetro de la copa es proporcional a su DN.
 - c. Desplegada: cuando los árboles han crecido durante mucho tiempo con mucho espacio entre sí y poca densidad pies.
- **Distribución espacial específica**: Se puede determinar por fotointerpretación de las ortofotos o atendiendo a la disposición de los árboles sobre el terreno, según la clasificación siguiente:
 - a. Masa uniforme: cuando el estrato arbóreo es continuo en el espacio.
 - b. Mezclados pie a pie: masas mixtas en las que coexisten 2 clases diamétricas diferenciadas y/o dos alturas bien diferenciadas o pies de distintas especies en codominancia.
 - c. Manchas aisladas: cuando la masa arbórea se encuentra dividida en porciones que tienen una superficie inferior a 0,5 hectáreas.
- **Estado fitosanitario**: para cada especie, se anota la presencia de daño (causado por nieve, viento, hongos, insectos, etc), su importancia (alta, baja u media) y el elemento dañado (copa, corteza, madera, ramas, etc).
- **Regeneración**: para valorar el regenerado de cada especie se deben anotar la información relativa a los siguientes aspectos:
 - a. Origen:
 - Siembra o semilla.
 - Plantación.
 - Rebrote de zueca.
 - Mixto de semilla y rebrote.
 - b. Valoración:
 - Nula: 0 plantas
 - Escasa: entre 1 y 4 plantas
 - Baja: de 5 a 15 plantas
 - Normal: 16 a 30 plantas
 - Abundante: más de 30 plantas
 - c. Daños al regenerado: se anota su importancia (alta, media y baja) y su agente causal (nieve, viento, hongos, insectos, etc).
- **Altura**: en metros de todos los árboles cuyo diámetro a la altura del pecho sea mayor o igual a 5 cm.
- **Diámetro**: diámetro del fuste a la altura de pecho (1,3 m).
- **Vigor**: se consideran las clases fitosociológicas de Kraft para establecer la clasificación sociológica de los individuos de la masa en función de su vitalidad, forma del árbol y estrato al que pertenece. Para masas regulares, Kraft propone las siguientes categorías: predominantes, dominantes, codominantes, dominados y sumergidos.

3.3.2. Material utilizado

En este apartado se describen los materiales que han sido necesarios para completar el inventario realizado en campo:

Forcípula: instrumento empleado en la medición de los diámetros. Consta de tres partes o piezas, una regla graduada en centímetros de sección rectangular que conecta con dos brazos perpendiculares. Uno de estos brazos es fijo y coincide con el inicio de la escala. Por el contrario, el otro brazo es móvil y desliza a lo largo de la regla graduada para efectuar las lecturas de las mediciones.

Nikon Laser Forestry Pro: instrumento utilizado en la medición de la altura de los árboles. Es capaz de medir distancias lineales, horizontales, ángulos y alturas a partir de dos o tres puntos: la distancia horizontal, el ángulo con la copa y el ángulo con la base (Juárez, 2014). Los resultados aparecen tanto en la pantalla LCD interna como en la externa. La pantalla externa muestra los datos de todas las mediciones simultáneamente.

Calibrador de corteza: es un instrumento concebido para realizar la medición de espesor de corteza. Está formado por un vástago de acero ahuecado con sección transversal en semicírculo, con un extremo cortante, y otro dotado de graduaciones milimétricas. Sobre esta varilla se desliza un ala móvil, cuyo desplazamiento es solidario al movimiento de penetración del instrumento en la corteza (Juárez, 2014). Este se mantiene perpendicular al eje del árbol y se hace penetrar la varilla a través de toda la corteza, se desplaza el ala móvil hasta hacerlo tocar la corteza y se observa la medida del espesor de la misma.

Barrena de Pressler: es un instrumento diseñado para extraer pequeños tarugos cilíndricos de madera de los árboles sin ser estos dañados. Consta de tres partes: extractor, barrena y mango. La barrena está formada por un eje hueco acabado en una punta roscada, la cual penetra en el árbol. Para introducir la barrena, se tiene la ayuda del mango, el cual se une a la barrena mediante un conector central y un clip asegurador. La viruta de madera que queda alojada en el eje hueco se extrae con el extractor, cuya punta está dotada de una punta afilada para facilitar el trabajo.

3.4. Tratamiento cultural

En cualquier sistema de tratamiento de las masas forestales, estas son sometidas a una serie de operaciones en el plazo transcurrido desde el final de la regeneración (natural o artificial) y el momento en que comienzan las siguientes cortas de regeneración.

En los montes objeto de estudio, tanto en el V072 como en el V075, se apostó por realizar una clara baja, de intensidad fuerte y muy fuerte respectivamente. A continuación, se detalla con más claridad.

Se entiende la clara como la corta de una parte de los pies de la masa principal regular en los estados de latizal y fustal (Serrada, 2001). *Pinus halepensis* es una especie que soporta mal la competencia intraespecífica, por lo que las intervenciones de claras resultan clave en el desarrollo de estos pinares.

Se les atribuye a las claras un doble objetivo, tanto silvícola como económico, que puede concretarse en los siguientes:

- Reducción de la competencia dentro de la masa, procurando su estabilidad biológica y mayor resiliencia frente a sequías (cambio climático), vendavales, nevadas e incendios.
- Regular la composición específica de la masa siempre y cuando estén presentes o vayan entrando otras especies
- Anticipar la producción maderera intentando, por el mantenimiento de la espesura normal a lo largo del turno, que la producción acumulada al final de este sea máxima, y que la calidad de los árboles que formen la masa en su madurez mejore.

Las claras bajas son las que afectan de forma preferente a pies del estrato dominado, y, por tanto, de menor diámetro y volumen relativo. La extracción de estos pies dominados supone:

- La mejora general de la sanidad de la masa, disminuyendo la mortalidad natural futura.
- Reducir el espesor del dosel con efecto sobre la reducción de la poda natural.
- Disminuir la competencia (en menor medida que otros tipos de clara a igualdad de peso).
- Obtener productos de poco valor, desde el punto de vista económico.

La intensidad de la clara efectuada en el MUP V072, corresponde con el grado de fuerte, es decir, se extrae entre un 20-35 %, pues las extracciones alcanzan una media de 30,89 % del área basimétrica inicial.

En el MUP V075, la clara fue notablemente más fuerte que en el anterior, eliminando una media del 47,6% del área basimétrica inicial. Por tanto, el grado de intensidad corresponde con el de muy fuerte, situado entre los intervalos de 35-50% (Serrada, 2011).

3.5. Metodología de cálculo

En el caso del MUP V072, puesto que ya existía un inventario de 2011, se han calculado los parámetros dasométricos en dicho momento, haciendo lo mismo con el inventario actual. La metodología utilizada ha sido distinta según si las parcelas habían recibido tratamiento o no:

En el caso de las parcelas que, sí han recibido tratamiento, conocido el número de árboles por parcela en el año 2011, y conocido el número de árboles por parcela en 2021 (incluyendo los pies volcados), presumiendo de que el tratamiento efectuado fue una clara baja fuerte, se calcula el número de árboles extraídos, que, en este caso, son los de menor diámetro. Para conocer exactamente las extracciones y la masa remanente, puesto que existe un periodo de 4 años entre el primer inventario y el momento de corta, se calculan ajustando al porcentaje de las curvas de calidad de estación, extraído de las tablas de producción de Montero (2001) tanto de altura dominante como de volumen. Una vez conocida la masa en el momento de corta, se calcula el crecimiento corriente anual para cada parcela, hallando el promedio de las parcelas de la misma calidad de estación.

Por otra parte, en las parcelas que no han recibido la clara baja, sabiendo las existencias iniciales y las finales, se ha calculado el crecimiento corriente anual para cada parcela, hallando así la media del conjunto de parcelas de la misma calidad de estación.

En el caso del MUP V075, debido a que no se tenían datos de años anteriores, la metodología ha sido distinta a la empleada en el monte anterior.

En referencia a las parcelas que, sí han sido tratadas, además de medir el diámetro (a la altura del tocón y a la altura normal), la altura y el espesor de corteza de los árboles actuales, se han medido el diámetro de los tocones que se cortaron. Se calcula una media de espesor de corteza, pues la mayoría de los tocones se habían desprendido de esta, sumándole 2 veces dicho espesor a los tocones carentes de la misma, simulando así el espesor de la corteza. Estableciendo una correlación entre el diámetro del tocón y el DAP, se obtiene el DAP de los árboles cortados en 2015/16. Hallando otra correlación entre DAP y la altura de aquellos árboles de parcelas no tratadas de la misma tipología de profundidad de suelo, se obtiene la altura de los árboles eliminados. Conocidos los datos de diámetro y altura, se calcula el área basimétrica y el volumen eliminado.

Con el fin de conocer el estado de los árboles actuales en el momento de corta, apoyados de nuevo por las tablas de producción de Montero (2001), se reconstruye la masa al momento pre-corta ajustando al porcentaje de las curvas de calidad de estación. Conocida la masa remanente y la masa extraída, se puede conocer también las existencias iniciales. Hallados todos estos parámetros, se calcula igual que en el apartado anterior el crecimiento corriente anual para cada conjunto de parcelas de la misma profundidad de suelo.

En aquellas parcelas que no han recibido tratamiento, únicamente se reconstruyen las parcelas al momento pre-corta ajustando de igual forma que el caso anterior. Una vez se conoce el estado actual y el inicial, se pueden obtener los parámetros necesarios de cada conjunto de parcelas.

3.6. Análisis estadístico

En la metodología utilizada para la realización del análisis estadístico de los diferentes puntos a tratar, se ha hecho uso de la aplicación Microsoft Excel 2020. Con el propósito de que los resultados obtenidos sean más visuales y fácilmente entendibles, se ha optado por mostrar la información de forma gráfica.

A través del programa Statgraphics Centurion XVIII se ha comprobado si las diferencias observadas entre los conjuntos de parcelas tratados y sin intervención son significativas o no con un nivel de confianza del 95%, empleando para ello las herramientas de comparación entre medias, desviaciones típicas (prueba de la F) y medianas (prueba W de Mann-Whitney). En este último caso se consideran diferencias significativas aquellas en las que el Valor-P es menor al de $\alpha = 0,05$.

4. Resultados y discusión

Con el fin de facilitar y abreviar la descripción de los conjuntos de parcelas, se ha optado por asignar un número en el caso del conjunto de parcelas pertenecientes al MUP V072 y una letra y un número al conjunto de parcelas pertenecientes al MUP V075. Se adjunta una tabla en

la que se describen las parcelas pertenecientes a cada conjunto de calidad de estación o profundidad de suelo respectivamente:

Tabla 5. Nomenclatura del conjunto de parcelas MUP V072.

Conjunto calidad de estación	Orientación	Pendiente	Tratamiento	Parcelas
CT1	Este	0 a 15 %	Si	2027; 2031; 2034
CST1	Este	0 a 15 %	No	2073; 2016; 2001
CT2	Sur	0 a 15 %	Si	2028; 2030; 2100
CST2	Sur	0 a 15 %	No	2038; 2101; 2071
CT3	Este	16-30 %	Si	2026
CST3	Este	16-30 %	No	2049
CS4	Sur	>31 %	Si	2036; 2042
CST4	Sur	>31 %	No	2045; 2048

Las siglas CT significan conjunto tratado, mientras que CST es conjunto sin tratamiento. El número 1 pertenece al conjunto de parcelas de la misma tipología de calidad de estación, igual ocurre con el 2, 3 y el 4.

Tabla 6. Nomenclatura del conjunto de parcelas MUP V075.

Conjunto	Profundidad suelo	Tratamiento	Parcelas
CTPM	Media	Si	4; 5; 6
CSTPM	Media	No	1; 2; 3
CTPB	Baja	Si	7; 8; 9
CSTPB	Baja	No	10; 11; 12
CTPA	Alta	Si	16; 17; 18
CSTPA	Alta	No	13; 14; 15

Igual que en el caso anterior, CT significa conjunto de parcelas tratadas, y CST con sin tratamiento. La P se refiere a la profundidad de suelo, que puede ser media (M), baja (B) o alta (A).

4.1. Respuesta de la masa frente a los tratamientos silvícolas

La diferencia entre los resultados de los tratamientos entre un monte y otro viene determinada por el peso de la clara.

MUP V072

Las características relativas a la clara fuerte en dicho monte supusieron las extracciones del 50,95% del número de pies totales, correspondiente al 31,9 % del área basimétrica inicial. Si se habla de volumen, la masa eliminada ascendía al 29,62 % de la total.

En cuanto a las comparaciones internas, puede decirse que existen diferencias entre las extracciones de los conjuntos de parcelas de distintas pendientes. En las parcelas situadas entre 0 y 15 % de pendiente, las extracciones fueron algo superiores, alcanzando los 58,64 % del número de pies totales, frente al 43,27 % eliminados en aquellos conjuntos de parcelas de pendiente mayor del 15 %. En referencia al área basimétrica y el volumen, las diferencias también resultan considerables, pues en las zonas de menor pendiente, se extrajeron un 37,5 % y un 34,47 % respectivamente, frente a los 26,53 % y 24,8 % extraídos en parcelas de mayor pendiente.

La media del número de árboles por hectárea de la masa remanente fue de 173, que, en la actualidad, descontando los pies volcados y muertos, y sumando los pies procedentes de regenerado que han superado los 5 cm de diámetro, han descendido a 170. Por el contrario, en las parcelas no tratadas, la media de pies por hectárea se situaba en 324, cifra que ha ido variando hasta llegar a la actualidad, momento en el que se han inventariado 318 pies por hectárea.

Observando la masa remanente, se aprecia una subida considerable tanto en el diámetro cuadrático medio como en la altura media cuadrática, algo muy lógico, sabiendo que se eliminaron los peores pies. De la misma forma, puede decirse que la altura dominante apenas cambió, esto se justifica por el hecho de seguir el criterio de Assman, ya que los árboles de mayor grosor son los que han quedado en pie.

Con el fin de evitar incrementar los errores de cálculo, la masa inicial que si ha recibido tratamiento está ajustada al año 2015, justo en el momento de la corta. Por ende, el año referido a la masa inicial en las parcelas no tratadas, es el 2011, momento en el que se realizó el inventario. Por este motivo, puede dar lugar a confusión, pues el incremento en diámetro y altura media cuadrática parece haber sido superior en las parcelas no tratadas, esto es así porque hay una diferencia de crecimiento de 4 años. Haciendo hincapié sobre el diámetro y altura, podemos observar que en los conjuntos de calidad de estación CT1 y CT4, es menor en la masa inicial que en la remanente, esto es debido a la entrada de pies menores, cuyas características, obviamente, bajan la media cuadrática. En los conjuntos CT2 y CT3, si puede observarse un buen crecimiento, siendo notablemente superior en diámetro que, en altura, esto puede ser debido a la reducción de competencia por la luz, y la mayor exposición al viento, estimulando el crecimiento en diámetro.

Cabe destacar que el volumen medio actual en las parcelas tratadas es de 50,3 m³/ha mientras que, en las parcelas no tratadas, es de 53,6 m³/ha, no existiendo apenas diferencia.

Tabla 7. Parámetros de crecimiento de la masa.

	CRECIMIENTO		
	ima	ica	ica árbol medio
	m³/ha-año	m³/ha-año	m³/pie-año
CT1	0,651	1,191	0,0087
CST1	1,08	2,444	0,0085
CT2	0,685	1,171	0,0073
CST2	0,79	2,121	0,0065
CT3	1,241	0,914	0,0046
CST3	0,564	1,722	0,0094

CT4	0,47	0,464	0,0025
CST4	0,814	1,307	0,0028

Analizando la tabla 7, se observan los resultados en crecimiento medio anual, crecimiento corriente anual, y crecimiento corriente anual del árbol medio.

En lo referente al crecimiento corriente anual, se aprecia que los conjuntos de parcelas tratadas están creciendo a un ritmo inferior al conjunto de parcelas no tratadas, aproximadamente la mitad. También podemos observar, que el crecimiento del árbol medio es muy similar en ambos casos.

Esta situación, en la que la masa tratada no ha mostrado respuesta en cuanto a crecimiento en volumen se refiere, puede estar justificada por haber realizado una clara baja con un peso demasiado fuerte en un monte de objetivo protector, pues partiendo de una masa inicial media de 324 pies/ha, podría decirse que la competencia intraespecífica no suponía una gran pérdida de crecimiento en área basimétrica y en volumen. Otra causa a la que se puede achacar esta falta de respuesta es la edad de la masa en el momento de la clara, quizás, a los 60 años haya sido una intervención tardía, pues el pino carrasco tiene un importante crecimiento juvenil, que se ve ralentizado relativamente pronto por ser una especie de longevidad media-baja. Según la calidad de estación, el mejor momento para la realización de este tipo de tratamiento cultural se estima entre los 20 y 40 años, coincidiendo con el crecimiento máximo en volumen (Montero et al, 2001), es en este momento, cuando existe una buena capacidad de respuesta frente a la clara.

Comparando con el conjunto de parcelas no tratadas, el estrato dominado y sumergido, no supera el 30 % en ningún caso, siendo la media aproximadamente del 18 %. El estrato con mayor porcentaje en estos conjuntos es el codominante.

Atendiendo al conjunto de parcelas que sí quedaron tratadas, el estrato con mayor porcentaje de árboles es el dominante, seguido del codominante. Aquellos árboles del estrato dominado están muy parejos a los árboles del estrato codominante, teniendo espacio suficiente para desarrollarse de forma adecuada.

MUP V075

Con respecto al monte conocido como “Umbría la Plana”, como su nombre bien indica, es una zona de umbría contando con una orientación Noroeste.

Donde se observa una densidad inicial superior con respecto al monte V072, alcanzando una media de 419 pies/ha. El peso de la clara ha sido todavía más fuerte, eliminando el 63,5 % de los pies iniciales, correspondiente al 47,5 % del área basimétrica y un 43,9 % del volumen.

Estudiando la masa inicial, se observa un posible estancamiento del crecimiento en cuanto a diámetro, esto puede ser debido a la competencia intraespecífica, donde el crecimiento de los árboles se centra en la altura, compitiendo por la luz.

En cuanto a la masa remanente, la media de árboles en pie es de 156 por hectárea. El diámetro cuadrático medio ha aumentado en gran medida, quedando la altura media cuadrática ligeramente superior.

En lo referente a la masa actual, la respuesta en crecimiento en diámetro como en altura han sido buenos. El volumen medio de las parcelas tratadas está en 36,5 m³/ha mientras que la media de aquellas parcelas no tratadas supera los 78 m³/ha.

En este monte, no ha habido diferenciación en cuanto al peso de la clara se refiere dependiendo de la pendiente u otros factores, pues la superficie tratada no supone una gran extensión de terreno.

Comparando ambos montes, puede decirse que, el monte V075, con un número de pies por hectárea ligeramente superior, acompañado de una orientación en umbría, refleja el grado de competencia en mayor medida, observándose un menor crecimiento en diámetro, que se ve compensado en altura.

Tabla 8. Parámetros de crecimiento de la masa.

	CRECIMIENTO		
	ima	ica	ica
	(m ³ /ha/año)	(m ³ /ha/año)	(m ³ /ha/pie)
CSTPM	0,565	1,301	0,0098
CTPM	1,319	1,759	0,0038
CSTPB	1,177	1,292	0,0086
CTPB	0,946	1,119	0,003
CSTPA	0,641	1,12	0,0063
CTPA	1,226	1,609	0,004

En referencia a la tabla 8, donde se muestran los crecimientos anuales y crecimientos corrientes anuales, este último, para el conjunto global y para el árbol medio, se observa que la respuesta de la masa ha sido positiva, pues a pesar de haber sido sometida a una clara baja muy fuerte, el crecimiento corriente anual, es muy similar al de la masa que no ha recibido la clara. Por lo que respecta el crecimiento corriente del árbol medio, se aprecia un crecimiento muy superior en los árboles medios de aquellos conjuntos que recibieron el tratamiento.

El estrato sumergido y el dominado tienen porcentajes de ocupación similares, con una media del 12 %. Al eliminar estos últimos, y buena parte del estrato codominante, el crecimiento de los árboles de los estratos restantes, en su mayoría dominantes, se ha visto favorecido en gran medida.

4.2. Análisis de los parámetros ambientales y sociales

4.2.1. Regeneración de *Quercus ilex*

En este apartado se analiza la regeneración natural de *Quercus ilex* en ambos montes, especie abundante hace décadas en este territorio, pero que fue degradándose con el paso del tiempo, añadiendo que no fue utilizada en la repoblación.

MUP V072

Atendiendo a la figura 2, se observa que, en este monte de orientación de solana, no existen diferencias significativas entre el regenerado en parcelas con intervención y sin ella, siendo en ambas generalmente normal o buena, con tres conjuntos sin regeneración.

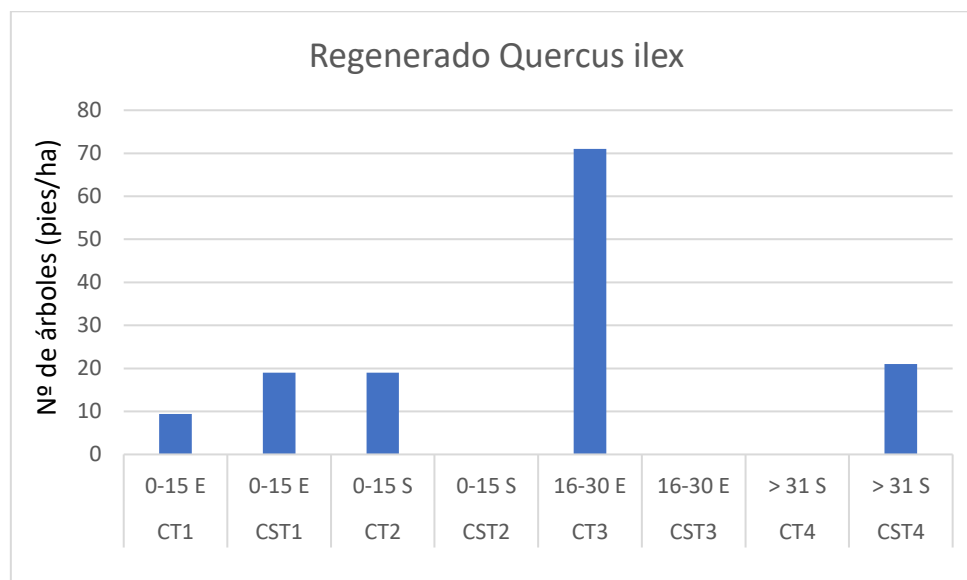


Figura 2. Regenerado natural de *Quercus ilex* en el MUP V072.

Tabla 9. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para regenerado *Quercus ilex* (pies/ha) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
REGENERADO	1 (ST)	9,5	4,13
Q. ILEX	2 (CT)	14	4,88
		W = 9,5	Valor-P = 0,7659

MUP V075

En este monte, la regeneración de *Quercus ilex* ha sido notablemente mayor, tanto en las parcelas tratadas comparado con las que no, como en comparación con la regeneración del monte V072, quedando demostrado que la carrasca aprovecha la mayor entrada de luz y las zonas más frescas como esta de orientación en umbría para instalarse. Observando la figura 3, se observan notables diferencias en los conjuntos de parcelas tratadas con respecto a las que no lo están. Atendiendo a la prueba F (comparación de desviaciones típicas) esta diferencia si resulta significativa, no pudiéndose demostrar esta significación con un nivel de confianza del 95 % mediante la prueba W de Mann-Whitney.

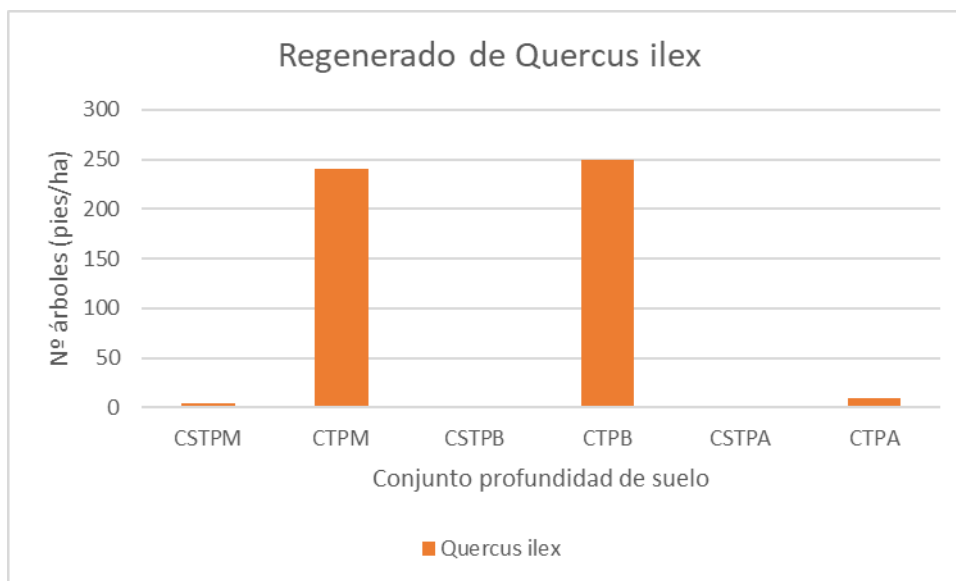


Figura 3. Regenerado natural de *Quercus ilex* en el MUP V075.

Tabla 10. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para regenerado *Quercus ilex* (pies/ha) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
REGENERADO	1 (ST)	0	2
Q. ILEX	2 (CT)	241	5
		W = 9	Valor-P = 0,0765

4.2.2. Estabilidad de la masa

El efecto causado por la acción del viento y la nieve en las masas arbóreas es, habitualmente, el derribo de los árboles, o la rotura de sus ramas o copas. Los factores relacionados con los derribos pueden ser de tres tipos (Serrada, 2011):

1) Factores relativos a la masa forestal.

Esbeltez: Se considera la masa estable con una esbeltez por debajo de 80, entre 80 y 100, se dice que la masa es inestable, pasando al estado crítico por encima de 100. Para el *Pinus sylvestris* en la sierra de Guadarrama, una esbeltez medida con altura dominante, superior a 55 en fustales viejos, presenta riesgos (Rojo & Montero 1996).

Rectitud en los fustes, adecuado enraizamiento, longitud de copa viva y la estructura de la masa.

2) Factores relativos a la estación.

Tipo de suelo (profundidad, plasticidad...), exposición de las laderas (barlovento con mayor incidencia), altitud, pendiente.

3) Factores relativos al agente meteorológico.

Referidos a la intensidad, recurrencia y combinación con que se producen las nevadas y vendavales.

MUP V072

En dicho monte, la masa inicial tenía una esbeltez de 53, por lo tanto, puede decirse que era una masa estable. Actualmente, las parcelas no tratadas presentan una esbeltez media del 49,5, mientras que en las parcelas que sí han recibido la clara está en 39,7, lo que indica una reducción a tener en cuenta.

En la figura 4, se muestra la comparación entre el número de pies que presentaban inestabilidad en el año 2011 y los que presentan inestabilidad en la actualidad.

Los conjuntos que presentan una mayor inestabilidad son aquellos de mayor pendiente. También es de interés destacar, que las parcelas tratadas han disminuido en su totalidad el riesgo de vuelco en cuanto a esbeltez se refiere. Por lo general, en las parcelas no tratadas la inestabilidad ha disminuido con el paso de los años, excepto en el conjunto de calidad de estación CST4, que ha sufrido un pequeño repunte.

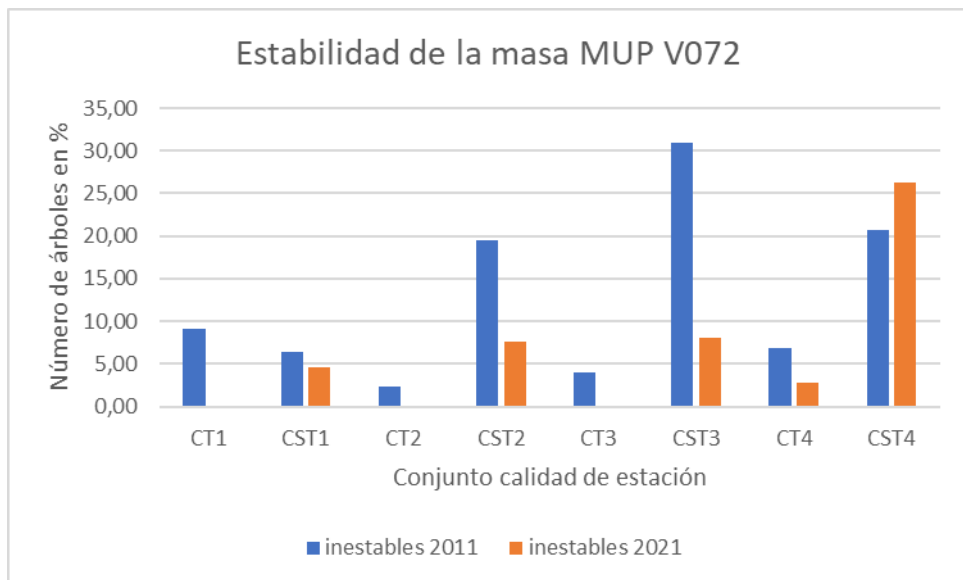


Figura 4. Estabilidad antes y después de intervención según índice de esbeltez.

A pesar de que la masa tratada muestra una estabilidad casi total (figura 5), habiendo diferencias significativas en cuanto al porcentaje de árboles estables comparando los conjuntos de parcelas tratados y no tratados, existen muchos factores ya comentados, sobre los que el humano no puede actuar y que inciden en los derribos y roturas de los árboles.

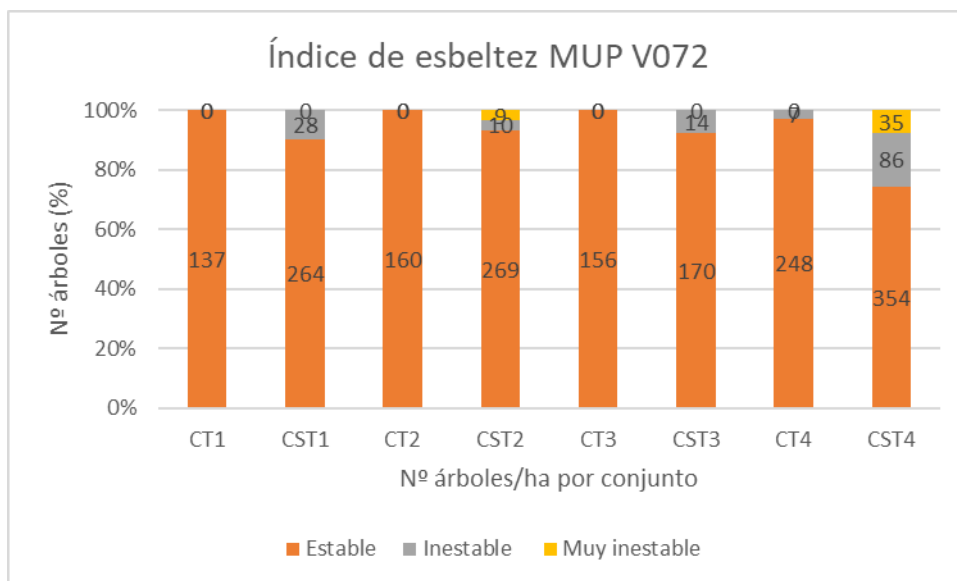


Figura 5. Situación actual de estabilidad según índice de esbeltez.

Como puede apreciarse en la figura 6, ambas masas (tratadas y no tratadas) han sufrido perturbaciones, en su mayoría coinciden con árboles volcados o árboles partidos por la mitad del fuste. Este suceso, puede deberse a 2 importantes nevadas transcurridas desde el momento de la clara, una en el año 2017, a una cota de 500 msnm, y otra en el año 2020 a una cota de 300 msnm en la que quedaron dañados árboles monumentales como el pino piñonero de las Casas de Reig.

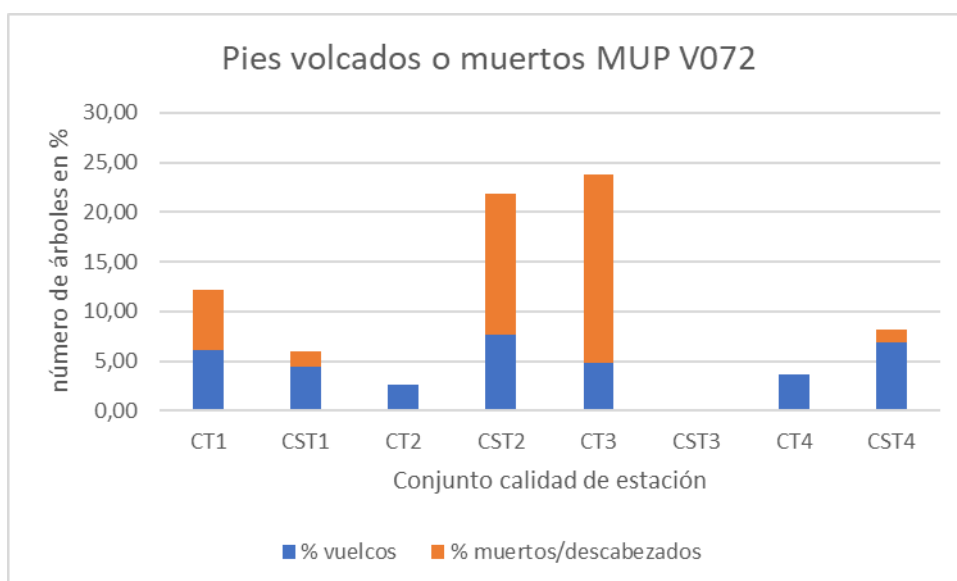


Figura 6. Porcentaje de árboles volcados o muertos/descabezados.

No existen diferencias significativas en cuanto a árboles abatidos o descabezados en los conjuntos de parcelas tratadas o no tratadas, pues exceptuando los conjuntos CST2 y CT3, los daños oscilan entre el 2 y el 12 % del total de árboles.

Cuando la espesura se reduce, los árboles remanentes tienen una mayor exposición al viento, como respuesta, estos incrementan el crecimiento en diámetro, reduciéndolo en altura,

de forma que reducen su índice de esbeltez y aumentan su área basimétrica (Cameron, 2002). Para conseguir esta adaptación, es necesario que pasen varios años, pero las nevadas se produjeron entre los años 1 y 4 posteriores a la clara.

Tabla 11. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para el número de árboles estables (%) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
ESTABILIDAD	1 (ST)	91,4	2,5
DE LA MASA	2 (CT)	100	6,5

W = 16 Valor-P = 0,02652

MUP V075

En el caso del monte “Umbría la Plana”, puesto que se carece de datos anteriores, se compara la esbeltez entre los conjuntos tratados y no tratados. Por lo tanto, en aquellos conjuntos de parcelas tratadas la esbeltez media es de 45,9, ligeramente inferior que la media del conjunto de parcelas sin intervención, que asciende a 48,9, no mostrándose diferencias significativas a favor de los conjuntos tratados.

Analizando la figura 7, se concluye que, en las parcelas tratadas, el 100 % de la masa es estable si se hace referencia a la esbeltez, no siendo así en las parcelas no tratadas, que igualmente muestran un nivel de estabilidad muy alto, siendo el conjunto A2 el peor con un 6 % entre pies inestables y críticos.

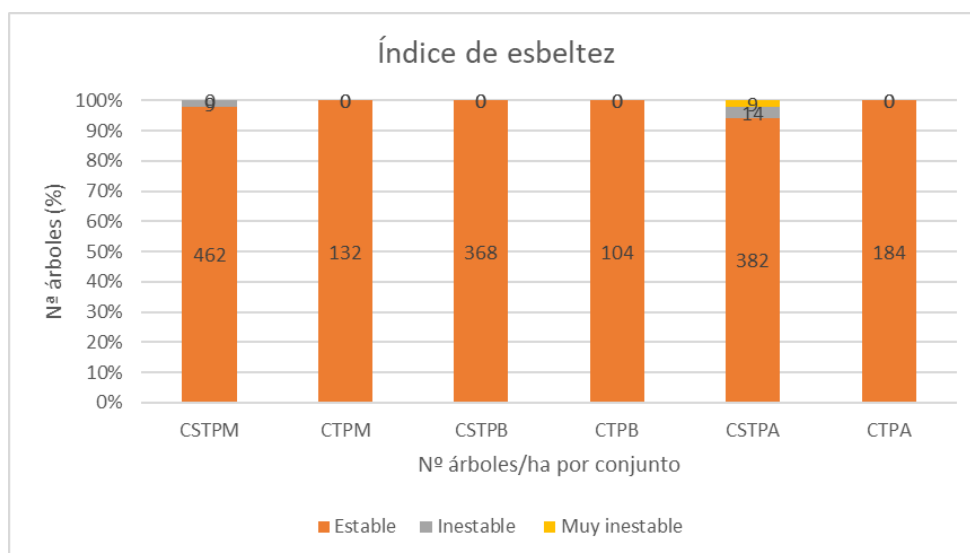


Figura 7. Situación actual de estabilidad según índice de esbeltez.

En lo referente a la estimación de daños producidos por derribos o árboles muertos o partidos, el porcentaje de afección ha sido muy similar al producido en el monte “Los Altos”. Además, aunque estadísticamente no llega a ser significativo, se aprecia en la figura 10 una considerable reducción de los daños entre los conjuntos de parcelas tratadas y no tratadas, pues

el porcentaje de árboles dañados disminuye un 7,14 % para el conjunto de parcelas tratadas de profundidad media con respecto a las no tratadas. En el caso del conjunto de profundidad baja, la diferencia del porcentaje de pies volcados es de un 7,32 % favorable en las parcelas con clara, mientras que, en el conjunto de profundidad de suelo alta, en el conjunto tratado no hay existencia de daños, frente a los 22,2 % de los árboles totales derribados o descabezados en el conjunto sin intervención.

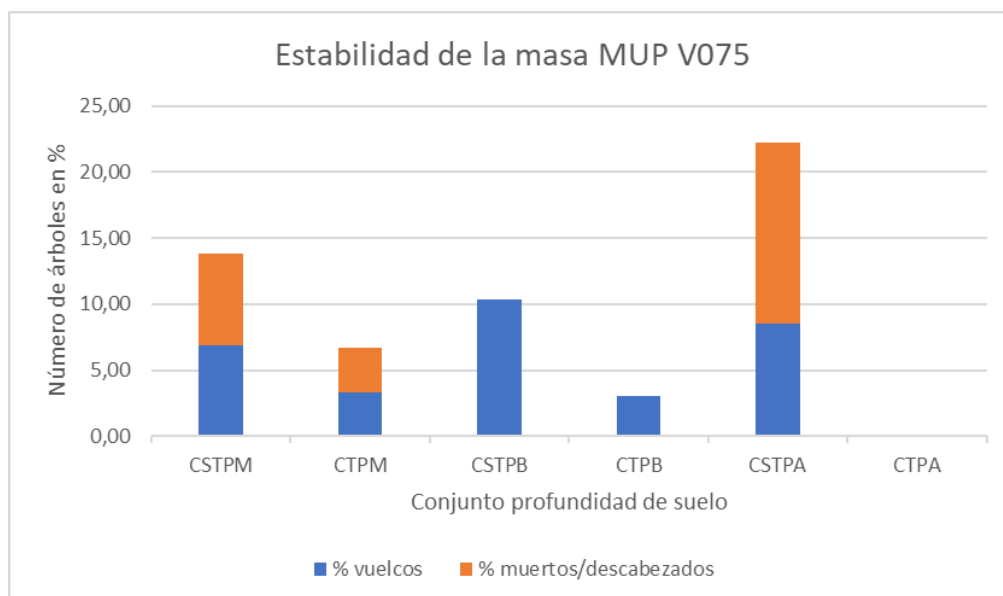


Figura 8. Porcentaje de árboles volcados o muertos/descabezados.

Tabla 12. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para el número de árboles estables (%) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
ESTABILIDAD DE LA MASA	1 (ST)	98,08	2,5
	2 (CT)	100	4,5
		W = 7,5	Valor-P = 0,1967

4.2.3. Sanidad de la masa

Los posibles agentes causantes de daños en el monte se pueden agrupar en dos grandes grupos:

Agentes bióticos: Insectos, hongos, hombre.

Agentes abióticos: Viento y nieve, heladas, incendios, granizo.

A continuación, se tratan los problemas de sanidad existentes para cada monte, así como el estudio de las posibles diferencias entre las masas con clara y sin ella.

MUP V072

Con relación a la sanidad de la masa, todos los conjuntos han sufrido algún tipo de daño, excepto el CST3. Puede apreciarse también que el principal daño está asociado a la combinación del viento y la nieve, afectando a una media del 5,6% del total de árboles. Seguido de este, quedan los daños asociados a otras causas como puede ser la competencia, pues la mayoría de los árboles muertos en pie, pertenecían al estrato sumergido, cuyo final es la muerte. Los daños provocados por esta causa son menores del 3 % en todos los conjuntos, excepto en CT3 en la que muchos de los pies muertos en pie pertenecían a la clase natural de edad monte bravo.

Por otra parte, se han avistado hongos de tipo basidiomicetos en un número muy reducido de pies en los conjuntos de parcelas CST2 y CT3, no mostrando ningún síntoma de afección en su vigor dichos árboles.

En cuanto a plagas, no se ha detectado procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa*), pero si se han avistado insectos perforadores, en concreto *Tomicus sp*, en algunos de los ejemplares derribados, no observándose daños relevantes en las copas ni ramillos perforados y caídos al suelo por la acción del viento.

Si se compara los conjuntos de parcelas con y sin clara, se puede concluir en que los efectos del tratamiento ni ha mejorado ni empeorado la sanidad en el conjunto de la masa, puesto que no se muestran diferencias significativas, aunque cabe destacar que la eliminación de los pies sumergidos y dominados, y por tanto más débiles, puede impedir el desarrollo de *tomicus sp*, presente en los árboles derribados.

Tabla 13. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para el número de árboles dañados (%) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
SANIDAD	1 (ST)	8,59	3,5
MASA	2 (CT)	11,34	5,5
		W = 12	Valor-P = 0,3123

MUP V075

En este monte se observa la inexistencia de daños producidos por hongos y por insectos. Los principales daños en el arbolado se asocian al viento y la nieve, siendo otras causas como árboles moribundos y sumergidos las que han producido la mortalidad del resto. A pesar de que, se observa una reducción importante del principal daño en las parcelas tratadas, no puede decirse que existen diferencias significativas con un nivel de confianza del 95 %.

Por otra parte, se observa que la muerte asociada a otras causas solo es relevante en CSTPA, alcanzando la mortalidad del 18 % de los pies totales, pues solamente se llega al 1 % en el conjunto CSTPM. Frente a este tipo de daño, la respuesta de la masa muestra su positividad, pues no existen incidencias de este tipo en ningún conjunto de parcelas tratadas.

Tabla 14. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para el número de árboles dañados (%) entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
SANIDAD	1 (ST)	15	5
MASA	2 (CT)	3	2
		W = 0	Valor-P = 0,0809

4.2.4. Biodiversidad

Para realizar el estudio de la biodiversidad existente sobre el conjunto de la masa, se recurre al índice de diversidad de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949). Dicho índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente, es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo a una comunidad.

Se calcula a partir de la ecuación 1

$$\text{Ecuación 1. } H = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i)$$

Pi = proporción de individuos de la especie respecto al total de individuos (ni/N)

ni = número de individuos de la especie.

N = número de todos los individuos de todas las especies.

En este caso, puesto que resulta inviable el conteo del número de individuos de cada especie, los cálculos se han realizado sustituyendo el número de individuos de cada especie por su fracción de cabida cubierta.

El valor de H varía entre 1,5 y 3,5 y raramente pasa de 4,5 (Magurran, 1988). Valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad, y altos por encima de 3. Se explica de forma gráfica mediante las figuras 9 y 10, la evolución de la diversidad de los conjuntos de parcelas tratadas comparando con aquellos sin intervención para cada monte.

MUP V072

Si se analiza la figura 9, las barras azules pertenecen al conjunto de parcelas con intervención, y como se aprecia todos los conjuntos excepto el CT4 han aumentado la diversidad con respecto al conjunto no tratado en la misma tipología de calidad de estación. La media de estos conjuntos es de 1,82, clasificándolas en una biodiversidad ligeramente baja. Comparando con el conjunto de parcelas no tratadas, se observa que la respuesta ha sido buena, pues en este conjunto la media es de 1,66. Dicho esto, estadísticamente no puede decirse que estas diferencias en cuanto a aumento de diversidad sean significativas.

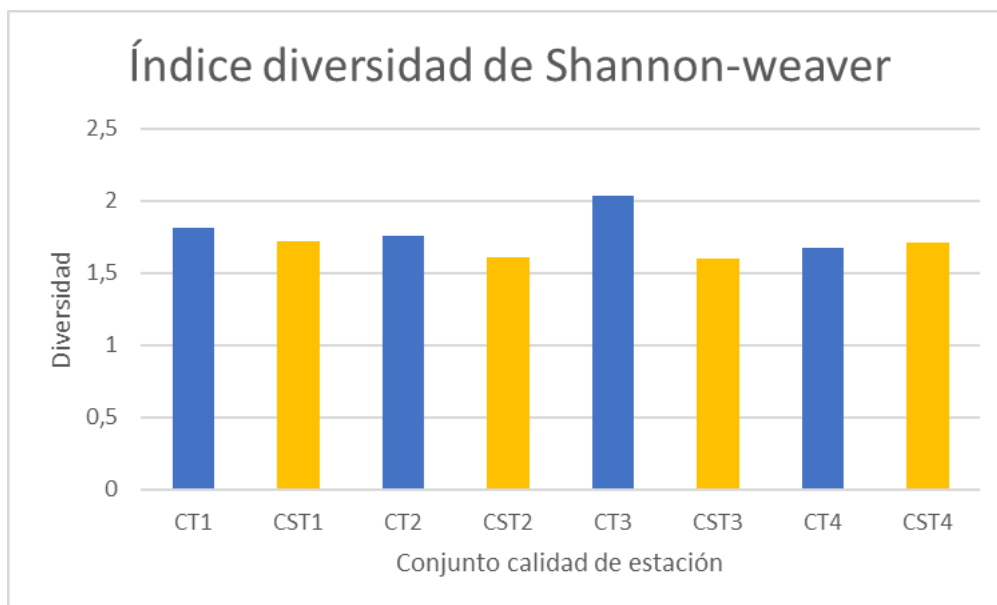


Figura 9. Índice de diversidad de Shannon-weaver.

En cuanto a especies se refiere, en aquellas parcelas de menor pendiente, se observa un incremento en la fracción de cabida cubierta de especies como *Brachypodium retusum*, muy apreciada por el ganado ovino y caprino, que también es aprovechado por el corzo y la cabra montés, además de favorecer la inclusión de amplias zonas en la protección de Red Natura 2000; *Rosmarinus officinalis*, favoreciendo la apicultura, pues se trata de una de las mejores especies melíferas, siendo además consumida por la cabra y oveja en primavera; *Thymus vulgaris*, también melífera y de terrenos soleados que se va estableciendo aprovechando la entrada de luz provocada por la apertura del dosel; *Juniperus oxycedrus*, que aparece de forma aislada; y *Erica multiflora*, que es una especie melífera de floración otoñal que es aprovechada por las abejas para el reservorio de invierno.

Especies como *Chamaerops humilis*, *Pistacia lentiscus* y *Cistus albidus*, mantienen sus fracciones de cabida cubierta, siendo los frutos carnosos del lentisco una importante fuente de alimentación y refugio para las aves (principales agentes dispersantes de semilla), proporcionando también refugio para la fauna auxiliar y alimento para ovejas y cabras; y la Jara blanca utilizada por las abejas para establecer sus reservas de polen (principal fuente de proteína para ellas).

La apertura del dosel favorece la entrada de aves, y el tránsito para animales y personas. También ha favorecido la regeneración de *Quercus ilex*, ausente en las parcelas sin tratamiento. En cuanto a *Quercus coccifera*, especie valorada por su buena protección del suelo frente a la erosión, ha disminuido, lo que mejora la transitabilidad y la entrada de otras especies favoreciendo la biodiversidad, pues en zonas de baja pendiente el riesgo de erosión es mucho menor.

En cuanto a las zonas de mayor pendiente, los resultados son muy similares a los descritos anteriormente, apareciendo en este caso especies como *Rubia peregrina*, muy valorada por la *Capra pyrenaica hispanica* y *Capreolus capreolus*. El porcentaje de FCC de la coscoja se mantiene alto, aumentando la protección del suelo.

Tabla 15. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para la biodiversidad entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
BIODIVERSIDAD DE LA MASA	1 (ST)	1,66	3
	2 (CT)	1,785	6
		W = 14	Valor-P = 0,1124

MUP V075

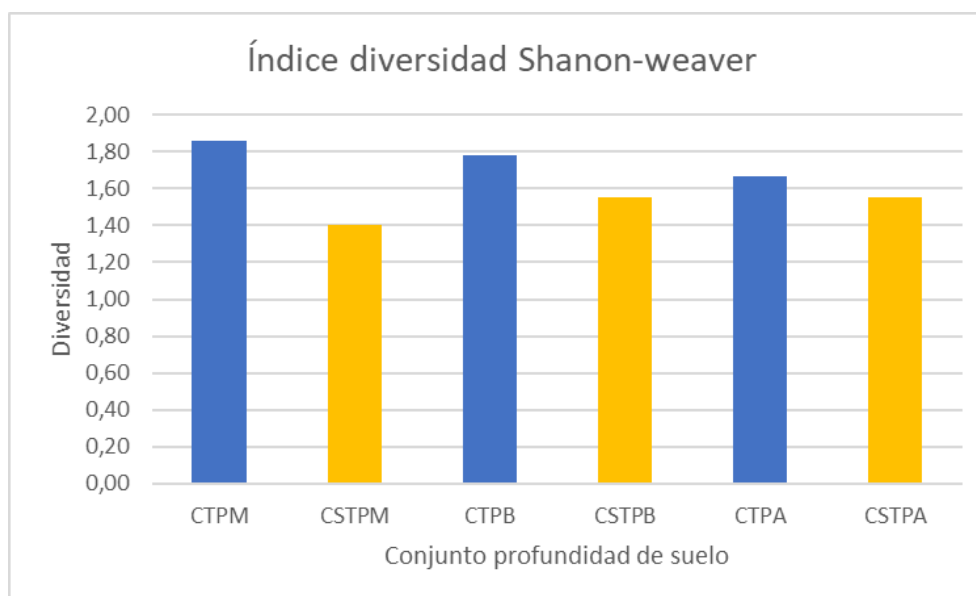


Figura 10. Índice de diversidad de Shannon-weaver.

En lo referente al monte “Umbría la Plana”, también se considera que la respuesta en cuanto a biodiversidad por parte de las parcelas tratadas ha sido buena, no pudiendo demostrar una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95 %. Si se estudia la figura 10, se ve que todos los conjuntos tratados tienen una mayor diversidad que los conjuntos sin tratar, 1,77 frente a 1,5 respectivamente.

Por otra parte, centrándose en las especies, aparecen nuevas no avistadas en el monte V072, como por ejemplo *Asparagus acutifolius*, *Smilax aspera*, *Cistus ladanifer*, *Sedum sediforme*, *Rhamnus alaternus* y *Santolina chamaecyparissus*.

En cuanto a la comparación entre conjuntos tratados y no tratados, la intervención ha provocado que el pasto de *brachypodium retusum* haya aumentado, además, especies de importancia para la apicultura como el romero y la jara blanca han aumentado su fracción de cabida cubierta, sobre todo esta última, pasando de 4,1 % a 18,9 %, además aparece con mayor frecuencia *Rhamnus alaternus* y *Cistus ladanifer*, ambas apreciadas por su polen.

Especies como *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus ladanifer* y *Ulex parviflorus* mantienen sus proporciones iniciales sin mostrar apenas diferencias.

Tabla 16. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para la biodiversidad entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
BIODIVERSIDAD	1 (ST)	1,55	2
DE LA MASA	2 (CT)	1,78	5
		W = 9	Valor-P = 0,07652

4.2.5. Erosión

Según Serrada (1992), en pinares con objetivo protector como ocurre en este caso, las claras deben ser moderadas y frecuentes, con un peso por intervención no superior al 20 % del área basimétrica para garantizar la protección del suelo. Añadía este, que la frecuencia de las rotaciones se alargaba por motivo presupuestarios, no aplicándose más de 2 o 3 claras a lo largo del turno. En este caso, se realiza una clara fuerte y muy fuerte como ya se ha visto, eliminando una cantidad superior a la estipulada por Serrada, a una masa de 60 años en la que no se habían realizado claros o claras con anterioridad.

Como ya se ha explicado, en el MUP V072, las extracciones del conjunto de parcelas con menor pendiente fueron mayores que en las de mayor, seguramente buscando la mayor cobertura y protección del suelo. De esta forma, en las parcelas con pendiente mayor al 15 % las extracciones suponen un 25,5 % del área basimétrica inicial, bastante próximo al 20 % que defiende Serrada.

En el caso del MUP V075, el área basimétrica extraída supera el 47 % de la inicial, estando este valor muy por encima de ese 20 %.

A pesar de sobrepasar los límites establecidos, en el MUP V072 no se han observado problemas asociados a la erosión en ninguna de las parcelas de estudio, ni por abundancia de piedras superficiales ni por cárcavas asociadas a la escorrentía. El estrato arbustivo ha sido capaz de incorporar nuevas especies y de expandir las ya presentes de forma que interceptan las gotas de lluvia evitando la erosión por salpicadura, además, las raíces aportan consistencia al terreno y dificulta la escorrentía.

En referencia al MUP V075, en las zonas de mayor pendiente y con una profundidad de suelo baja si se ha observado una mayor cantidad de piedras superficiales, que en parte pueden tener su origen a la poca formación de suelo y por otra parte a la escorrentía. En los conjuntos de parcelas de profundidad media y alta de suelo, no se han apreciado daños.

4.2.6. Incendios

Las masas de pino carrasco son una de las formaciones arbóreas más afectadas por los incendios forestales en España, llegando a alcanzar en algunos años el 47% de la superficie arbolada quemada (Herranz, 2000), por lo que los tratamientos preventivos de incendios adquieren una gran importancia.

Cualquier incendio es un proceso de combustión que se desarrolla de acuerdo con las reglas fisicoquímicas que rigen la transmisión del calor y la emisión de gases combustibles. En el incendio forestal estas reglas se refieren a:

1. Contenido de humedad de los combustibles forestales:

La humedad del combustible vivo varía según el estado vegetativo a lo largo del año, mientras que la del combustible muerto no excede del 30 %, siendo capaz de alcanzar valores por debajo del 5 %.

2. Inflamabilidad:

Se define como el tiempo que transcurre bajo la acción de un foco de calor constante hasta que se emiten gases inflamables. La materia vegetal es siempre combustible, sin embargo, su inflamabilidad varía con el contenido de humedad.

Se clasifican a continuación las especies inventariadas en función de su inflamabilidad (Elvira & Hernando, 1989):

2.1 Especies muy inflamables durante casi todo el año:

Pinus halepensis, Quercus ilex, Rosmarinus officinalis y Thymus vulgaris.

2.2 Especies muy inflamables durante el verano:

Cistus ladanifer y Ulex parviflorus.

2.3 Especies medianamente inflamables

Cistus albidus, Erica multiflora, Juniperus oxycedrus, Quercus coccifera y Rhamnus lycioides.

2.4 Especies poco inflamables

Rhamnus alaternus, Olea europaea, Pistacia lentiscus y Rubia peregrina.

3. Combustibilidad:

Se refiere a la propagación del fuego dentro de una estructura de vegetación. Esta, puede analizarse a través de modelos estructurales identificables de forma visual en los que se puede predecir el comportamiento del fuego.

Cuanto más grande sea el combustible perderá o ganará humedad más lentamente, y por tanto tendrá un mayor tiempo de retardo. De esta forma el diámetro establecerá el tiempo de retardo de un combustible (Brown 1982).

Tabla 17. Clasificación de combustibles forestales

Diámetro	Tiempo de retardo	Tamaño y Peso
Menor a 0,6 cm	1 hora	Finos / Livianos
De 0,6 a 2,5 cm	10 horas	Pequeños / Ligeros
De 2,5 a 7,5 cm	100 horas	Regulares / Medianos
Mayor a 7,5 cm	1000 horas	Grandes / Pesados

En la actualidad existen 13 modelos de combustible de superficie utilizados en la predicción de los comportamientos del fuego en los incendios forestales. Estos modelos, publicados por Rothermel (1972) y Albini (1976), se distribuyen en cuatro grupos principales, pastos, matorral, hojarasca bajo arbolado y restos de corta y operaciones silvícolas.

Son de gran importancia ya que proporcionan información para:

- Establecer el grado de peligro y riesgo del incendio, a través de un sistema basado en modelos complejos de diferentes aspectos del comportamiento del fuego.

- Planificar el control del incendio, pues proporcionan información sobre la tasa de propagación, el crecimiento del perímetro la intensidad y longitud de llama, etc.
- Planificar quemas prescritas, utilizadas con objetivos como la reducción del riesgo de incendio, el control de especies, mejora de hábitats, etc.

En ambos montes objeto de estudio, según la clave de modelos de combustible de Rothermel, pertenecen al modelo 7, dentro del grupo de hojarasca bajo arbolado, describiéndose como “Matorral de especies muy inflamables, de 0,5 a 2 m de altura, situado como sotobosque en masas de coníferas”. Se estima que la cantidad de combustible acumulada sobre el suelo es de 10-15 t/ha.

La altura media ponderada de las especies arbustivas de las parcelas tratadas en el MUP V072 es de 1,25 m, muy similar a la de los conjuntos de parcelas sin tratar, que asciende a 1,32. Como se observa en el valor P de la siguiente tabla la diferencia no es significativa.

Tabla 18. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para la altura arbustiva entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
ALTURA	1 (ST)	1,39	5,25
ARBUSTIVA	2 (CT)	1,24	3,75

W = 5 Valor-P = 0,4705

Refiriéndose a la fracción de cabida cubierta, en los conjuntos de parcelas de menor pendiente, es decir de 0 a 15%, y con intervención, es menor que en las parcelas sin tratamiento. Por el contrario, para los conjuntos de parcelas de pendiente mayor al 16 %, ocurre la inversa, pues en los conjuntos sin tratar el porcentaje de cobertura vegetal es considerablemente menor que en los sí tratados, concretamente un 52,5 % frente a un 70,75 % respectivamente no significativo debido al valor P=0,665 en Prueba W de Mann-Whitney.

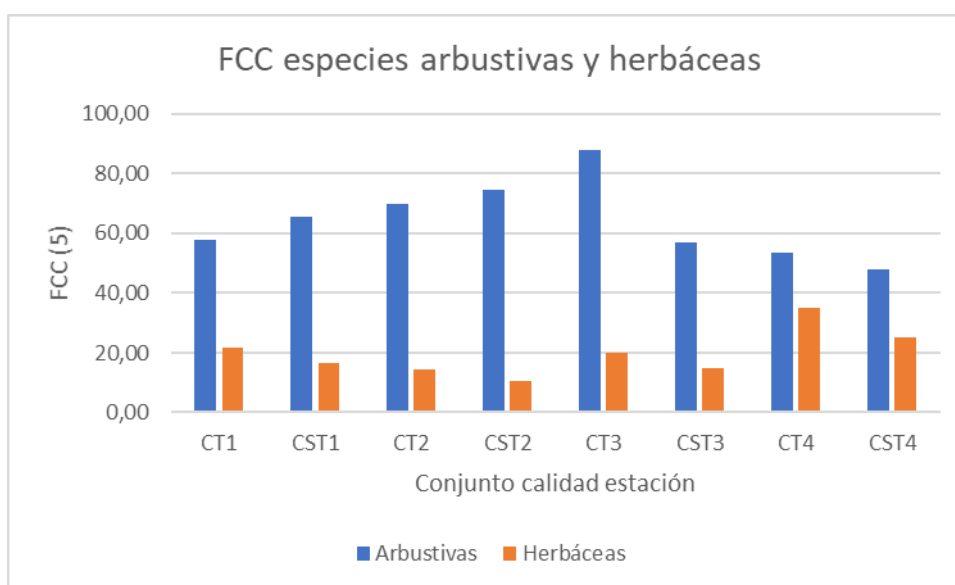


Figura 11. FCC especies arbustivas y herbáceas.

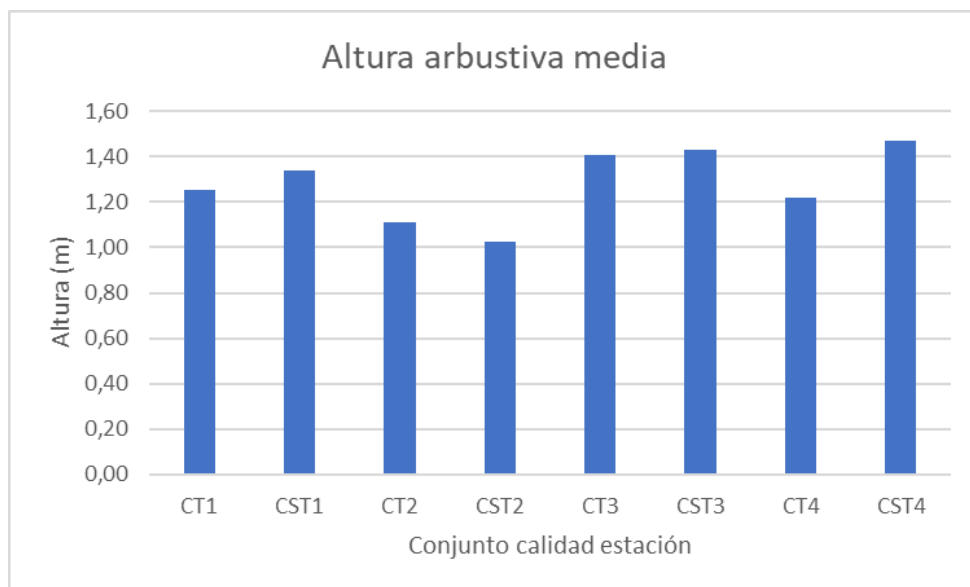


Figura 12. Altura media ponderada arbustiva.

En el caso del MUP V075, la altura arbustiva en el conjunto de parcelas con tratamiento silvícola es de 0,96 m, frente a los 1,24 m del conjunto sin actuación.

Tabla 19. Comparación mediante prueba de W de Mann-Whitney para la altura arbustiva entre parcelas sin tratamiento (ST) y con él (CT). Nivel de confianza del 95%.

ESTUDIO	TEST	MEDIANA	RANGO PROMEDIO
ALTURA	1 (ST)	1,3	5
ARBUSTIVA	2 (CT)	0,95	2

W = 0 Valor-P = 0,0809

En cuanto a la fracción de cabida cubierta, la diferencia no es tan notable como en el caso anterior, siendo el porcentaje para el conjunto no tratado de 42,55, contra los 50,3 % del conjunto tratado no significativo debido al valor P=0,382 en Prueba W de Mann-Whitney.

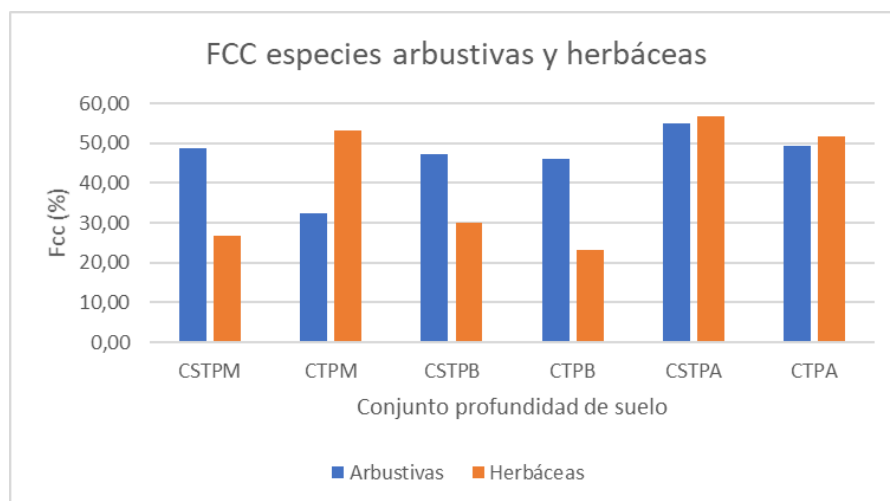


Figura 13. FCC especies arbustivas y herbáceas.

En ambos casos, los tratamientos aplicados han conseguido algunos de los objetivos fundamentales propuestos por Vélez (1990), como pueden ser la modificación de la estructura de la masa con el fin de dificultar la propagación de fuego, respetando el paisaje y el hábitat de la vida silvestre. El tratamiento ha conseguido mejorar la estructura de la vegetación, eliminando continuidad, tanto vertical como horizontal, que dificulta la subida y propagación del fuego a superficie de copas.

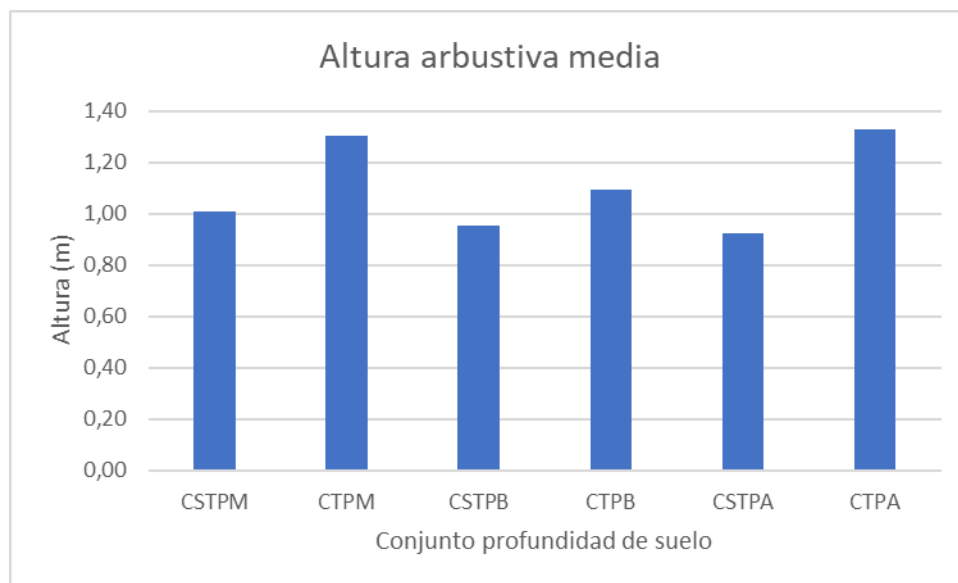


Figura 14. Altura media ponderada arbustiva.

5. Conclusiones

De esta fase de estudio, se obtienen los primeros resultados que permiten realizar una serie de conclusiones en cuanto a la respuesta del conjunto de la masa regular de *Pinus halepensis* y su estrato arbustivo y herbáceo frente a los tratamientos aplicados.

Entre las principales conclusiones destacan las siguientes:

- En orientación de solana y una densidad inicial relativamente baja, las parcelas tratadas objeto de estudio todavía no han mostrado una respuesta positiva frente a la clara baja fuerte, en cuanto a crecimiento en volumen se refiere, quizás un bloque de 5 años es poco tiempo, añadiendo que el crecimiento está estrechamente ligado a la climatología, por lo tanto, a mayor calidad de estación, más rápida será la respuesta.

Por el contrario, en orientación de umbría y una mayor densidad, añadido a una formación de suelo escasa, en la que parte de los árboles mostraban sus copas comprimidas y poco desarrolladas, el conjunto de la masa remanente si ha

mostrado una respuesta positiva frente a la clara baja muy fuerte, supliendo la masa remanente el crecimiento en volumen de los árboles extraídos.

- La edad de 60 años no es la idónea para llevar a cabo los primeros tratamientos culturales de claras, lo más indicado es realizar la primera clara entre los 20 y 40 años en función de la calidad de estación (Montero, 2001), con una intensidad menor y mayor frecuencia de rotación. Esto es difícil de conseguir en montes de carácter protector por temas económicos, pero como se ha visto en el MUP V072, una clara baja fuerte tardía, no ha sido capaz de momento, de reemplazar la respuesta de 2 o 3 claras bajas débiles o moderadas más tempranas.

Con la reducción de espesura, la resistencia de los árboles frente a viento y nevadas pasó a depender de la propia estabilidad individual, y no a la del conjunto de la masa. La estabilidad de la masa es mayor en las parcelas tratadas, reduciendo la esbeltez, quedando en pie los árboles con los fustes más rectos y copas equilibradas.

En el monte V072, la masa remanente no tuvo tiempo para adaptarse a las nuevas condiciones cuando ocurrió el primer episodio de nevadas. Por el contrario, el conjunto de pies de las parcelas tratadas del MUP V075, si ha sido capaz de reducir el porcentaje de vuelcos y árboles partidos que provocaron las nevadas.

- La regeneración de *Quercus ilex* ha sido positiva en el monte “Umbría la Plana”, donde esta frondosa aprovecha muy bien la entrada de luz en las zonas más frescas. En “Los Altos” el regenerado de la especie no ha mostrado una respuesta a la apertura del dosel.
- En cuanto a sanidad, la eliminación de árboles del estrato sumergido y dominado dificulta la proliferación de plagas como *tomicus sp.* La baja presencia de hongos no está causando problemas en cuanto a vigorosidad. Los daños ocasionados por otras causas se han visto reducidos a 0 % en el conjunto del MUP V075. Por el contrario, en el MUP V072 no se aprecian diferencias entre los conjuntos de parcelas tratadas y no tratadas.
- La biodiversidad en cuanto a especies vegetales se ha visto mejorada en ambos montes, lo que a su vez mejora la biodiversidad de especies de fauna silvestre.
 - El pasto de *brachipodium retusum* ha aumentado, favoreciendo la provisión de alimentos para ganado caprino y ovino, y a su vez para especies cinegéticas de caza mayor. Cabe destacar que la mayor cantidad de recursos para estas especies en monte minimiza los daños ocasionados en la agricultura.
 - *Rosmarinus officinalis*, de características sensoriales para la apicultura ha ampliado su superficie, apareciendo también en menor medida otras especies como tomillo y jara de importancia en este ámbito.
 - *Pistacia lentiscus*, especie de gran importancia para las aves, aumenta su FCC, siendo además importante para la fauna auxiliar. Dicha fauna auxiliar puede constituir un importante recurso para la gestión de las plagas en cultivos (pueden reducir las poblaciones de especies plaga por depredación y limitar su movimiento).

- La apertura del dosel favorece el desplazamiento tanto de personas como de animales y aves a través del monte. Esto se ve reflejado sobre todo en el MUP V075, donde los desplazamientos para la realización del inventario en la zona sin tratamiento fueron muy costosos.
- En ambos montes, las intervenciones han producido un aumento de la cobertura de matorral, lo que suple la cobertura arbórea eliminada, ya que la nueva cubierta, contribuye a la ralentización de la escorrentía, a la interceptación de la precipitación y el aumento de las tasas de infiltración. La densa cubierta vegetal también determina una muy baja erosionabilidad, favoreciendo pérdidas insignificantes de suelo (Cerdà et al. 2010).
- La tendencia actual en cuanto a incendios forestales es que haya más conatos y menos incendios, siendo la superficie y la intensidad media de los grandes incendios forestales (GIF) cada vez mayor. Esta tendencia, es debida a estos condicionantes estructurales:
 - Acumulación de combustible (biomasa y continuidad sobre todo en copas).
 - Sistemas forestales altamente combustibles e inflamables (riesgo espacial y temporal)
 - Condiciones ambientales extremas temporales (ventanas de riesgo).

Con las actuaciones lo que se ha conseguido es reducir notoriamente la acumulación de biomasa y la continuidad, dificultando así la propagación de fuegos de copas que están fuera de la capacidad de extinción tanto por su velocidad de propagación como de su intensidad.

- Existe un cambio en el paisaje, del que se concluye que este ha mejorado debido a la eliminación de pies dominados y sumergidos o muertos, y la incorporación de nuevas especies de matorral en el subpiso.

Otro aspecto importante es la ruptura de la “linealidad” de la masa repoblada, que contribuye a dar una apariencia de mayor integración de la masa.

La accesibilidad al monte también se ha visto incrementada, lo que favorece tanto a los animales y aves como a las personas que pueden ejercer diferentes actividades como recolección micológica, senderismo o el ejercicio de la caza.

6. Bibliografía

ALBINI, F. 1976. Estimating wildfire behavior and effects. Ogden: USDA - Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station, pp 8-12.

ALÉJANO MONGE, M.R. MARTÍNEZ MONTES, E. y TÍSCAR, A. 2000. Selvicultura en masas protectoras de pino carrasco en la cuenca del Guadiana menor (provincias de Granada y Jaén). Objetivos y criterios de gestión. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. 10, pp. 111-116.

ANTOLÍN, C., PERIS, M., SÁNCHEZ, J. y AÑÓ, C. 2000. Capacidad de uso del suelo en Enguera y Anna (la Canal de Navarrés). *Dialnet* [en línea]. [Consulta: 28 mayo 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=37842>.

CABANILLAS SALDAÑA, A. 2010. Bases para la gestión de masas naturales de *Pinus halepensis* Mill. en el Valle del Ebro. *Dialnet* [en línea]. [Consulta: 4 junio 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=87979>.

CALAMA SAINZ, R. 2017. La gestión forestal como herramienta para la adaptación al cambio climático: ¿realidad o ficción científica?. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. 43, pp. 59-90.

CAMERON, A. 2002. Importance of early selective thinning in the development of long-term stand stability and improved log quality: a review. *Forestry: An International Journal of Forest Research*.

CERDÀ, A. GIMÉNEZ-MORERA, A. B. BODÍ, M. BURGUET, M. GARCÍA LÓPEZ, J. JOVANI, C. y SEGURA, M. 2010. Pérdida de suelo y agua bajo cubierta de *Quercus coccifera* en la sierra de Enguera. Valencia. *Rev. C. & G.*, 24, pp. 13-23

Clima Enguera: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Enguera - Climate-Data.org. [en línea] 2021. Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/enguera-274595/>

DEL RÍO, M., CALAMA, R. y MONTERO, G. 2008. (2008). Selvicultura de *Pinus halepensis* Mill. En: Serrada R, Montero M, Reque J. (ed.) *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. Pp. 289-312. INIA - FUCOVASA. Madrid.

El fragante lentisco, El Eco del Parque 64. Cabodegata.net [en línea] 2014. Disponible en: <https://www.cabodegata.net/eseco64u.html>

ELVIRA MARTÍN, L. y HERNANDO LARA, C. 1989. *Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque*. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.

GONZÁLEZ, J., ROBLES, A. and RUIZ-MIRAZO, J. 2011. Ganadería extensiva y silvicultura preventiva: algo más que una mirada al pasado. [Granada]: CSIC.

HERRANZ SANZ, J. 2000. Aspectos botánicos y ecológicos del pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.). *1library.co* [en línea]. [Consulta: 1 junio 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/yee4rn0y-aspectos-botanicos-ecologicos-pino-carrasco-pinus-halepensis-mill.html>.

La Sierra | ADENE Enguera. Adene.es [en línea] [sin fecha]. Disponible en: <https://adene.es/la-sierra>

MAESTRE GIL, F., CORTINA SEGARRA, J. y GIL POLO, F. 2004. Repoblaciones de *Pinus halensis* y restauración de ecosistemas en medio semiárido. *Cuadernos de la Sociedad de Ciencias Forestales*, 17, pp. 181-186.

Modelos de combustible - Generalitat Valenciana. *Agroambient.gva.es* [en línea] 2021.

MONTERO, G., GRAU, J.M., RUIZ-PEINADO, R., ORTEGA, C., CAÑELLAS, I. 2000. Tablas de producción para *Pinus halepensis* Mill. *Cuadernos de la Sociedad de Ciencias Forestales*, 10, pp. 183-188.

MONTERO, G., CAÑELLAS, I. y RUIZ-PEINADO, R. 2001. Growth and yield models for *Pinus halepensis* Mill. Inia.es [en línea]. [Consulta: 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.inia.es/IASPF/2001/vol10/monte>.

MONTERO, G. 1999. Breve resumen del proceso repoblador en España. *Distrito forestal.es* [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2021]. Disponible en: <https://distrito forestal.es/historia-forestal/breve-resumen-del-proceso-repoblador-en-espana>.

PLA, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Ve.scielo.org* [en línea]. [Consulta: 17 junio 2021]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2009. Diagramas Climáticos - ENGUERA (ESP VALENCIA). *Webs.ucm.es* [en línea]. [Consulta: 20 mayo 2021]. Disponible en: <https://webs.ucm.es/info/cif/plot/es-engue.htm>.

RUIZ DE LA TORRE, J. 1984. *Árboles y arbustos de España*. Barcelona: Salvat.

REYNA, E., DÍAZ, E., GONZÁLEZ, M., JIMÉNEZ, J., TREVIÑO, E. y ÁVILA, D. 2008. Caracterización de Combustibles Forestales Mediante un Muestreo Directo en Plantaciones Forestales [Consulta: 17 junio 2021]. Disponible en: https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/es/psw_gtr245_426.pdf.

SÁNCHEZ BALIBREA, J., GARCÍA MORENO, P., MARTÍNEZ PÉREZ, J., LÓPEZ BARQUERO, P., NAVIA-OSORIO PASCUAL, R. y MARTÍNEZ SAURA, C. 2014. *Manual básico para la recuperación de la flora de interés ecológico en espacios agrícolas*. [Murcia]: ANSE.

SERRADA HIERRO, R. 2011. *Apuntes de selvicultura*. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar.

Tomicus destruens | Barrenillo de los brotes del pino | ECONEX. *TOMICUSDESTRUENS.COM* [en línea] 2021.

YNER JUÁREZ, F. 2014. *DASOMETRÍA: Apuntes de Clase y Guía de Actividades Prácticas*.

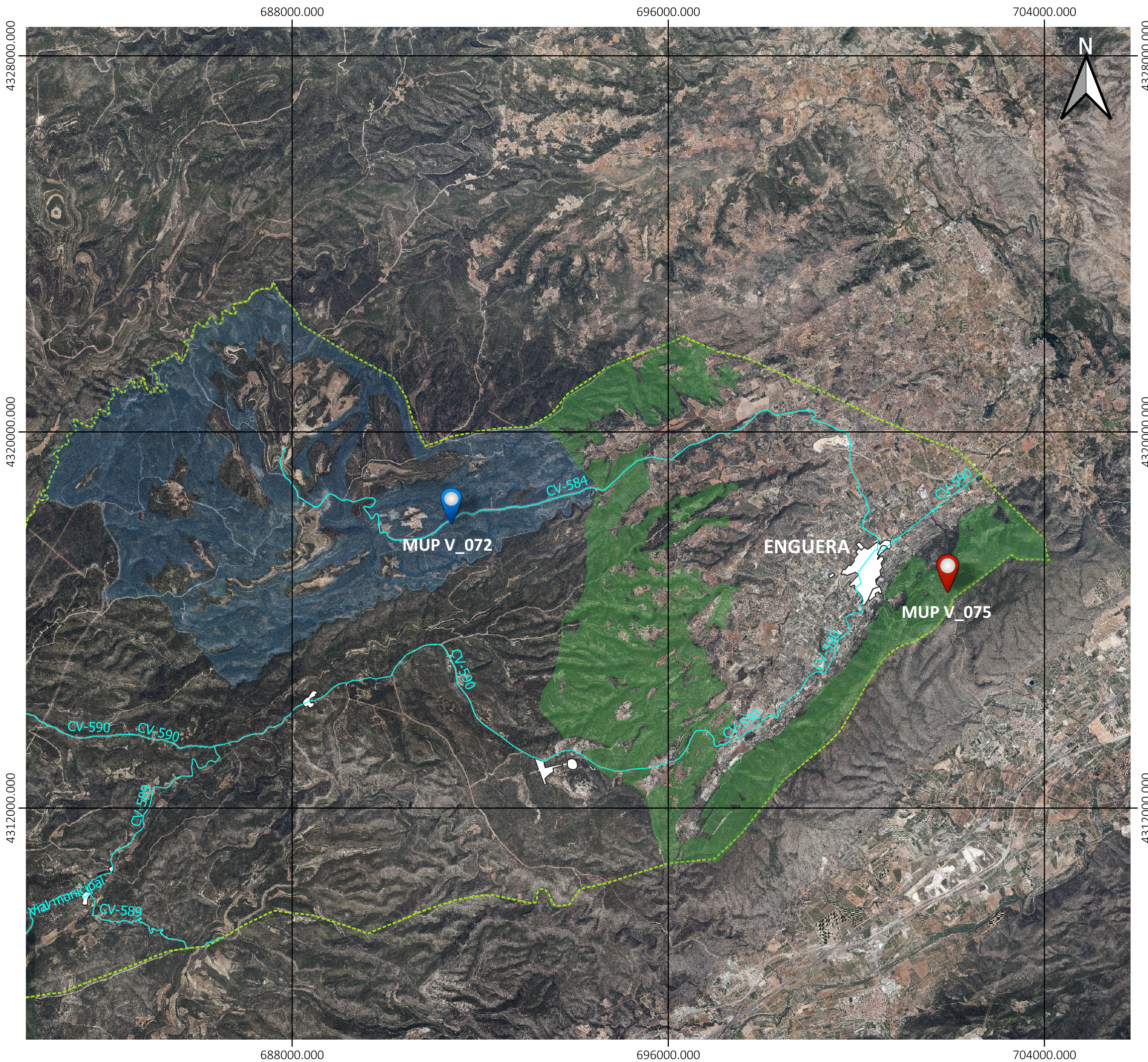
7. Anexos



7.1. Anexos cartográficos

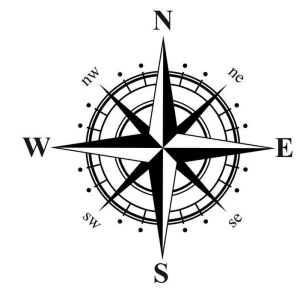
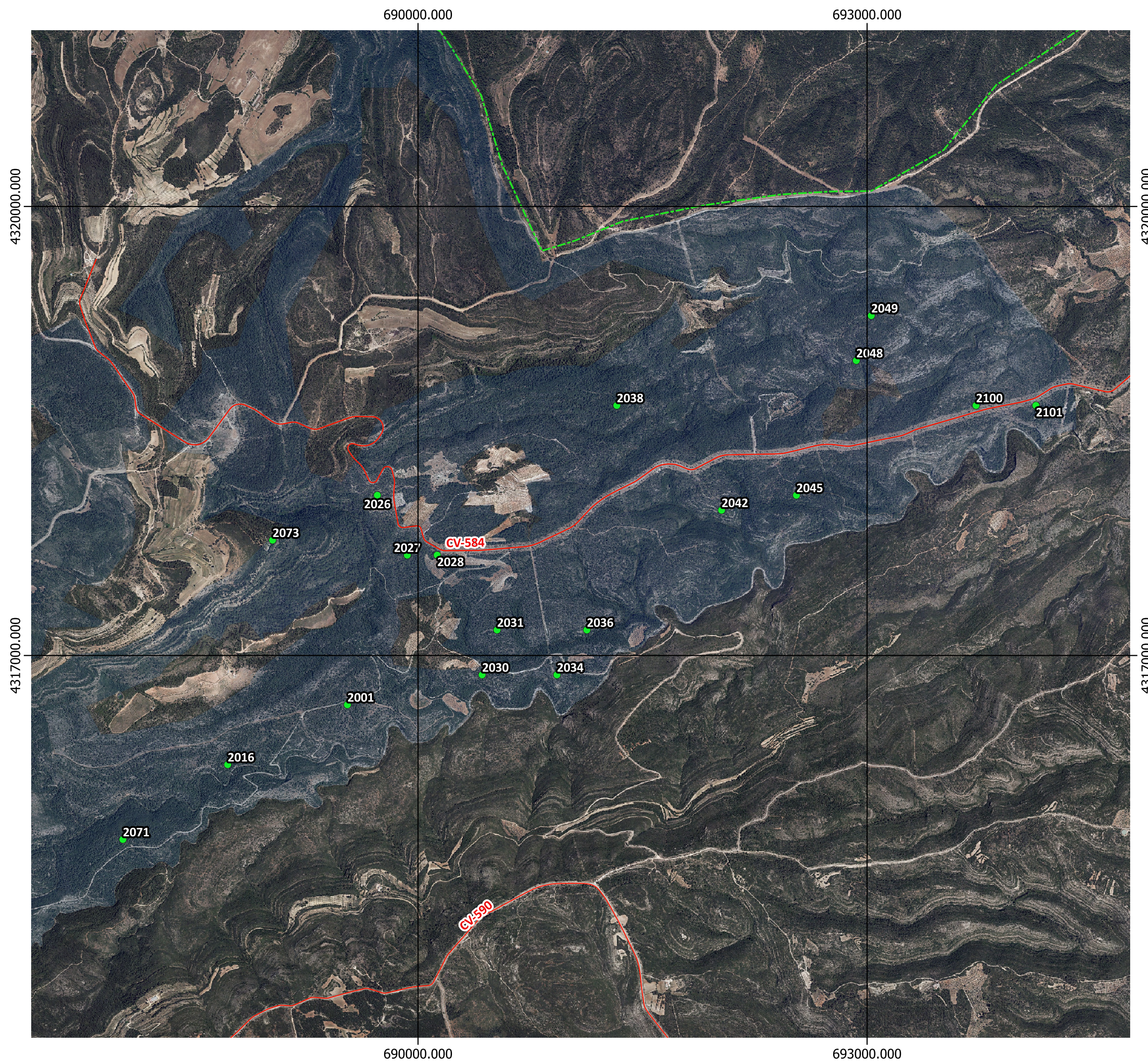
7.1.1. Plano 1. Plano de situación de la zona de estudio

7.1.2. Plano 2. Plano de emplazamiento de las parcelas del MUP V072

7.1.3. Plano 3. Plano de emplazamiento de las parcelas del MUP V075



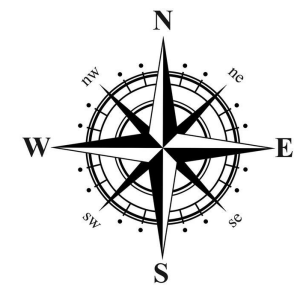
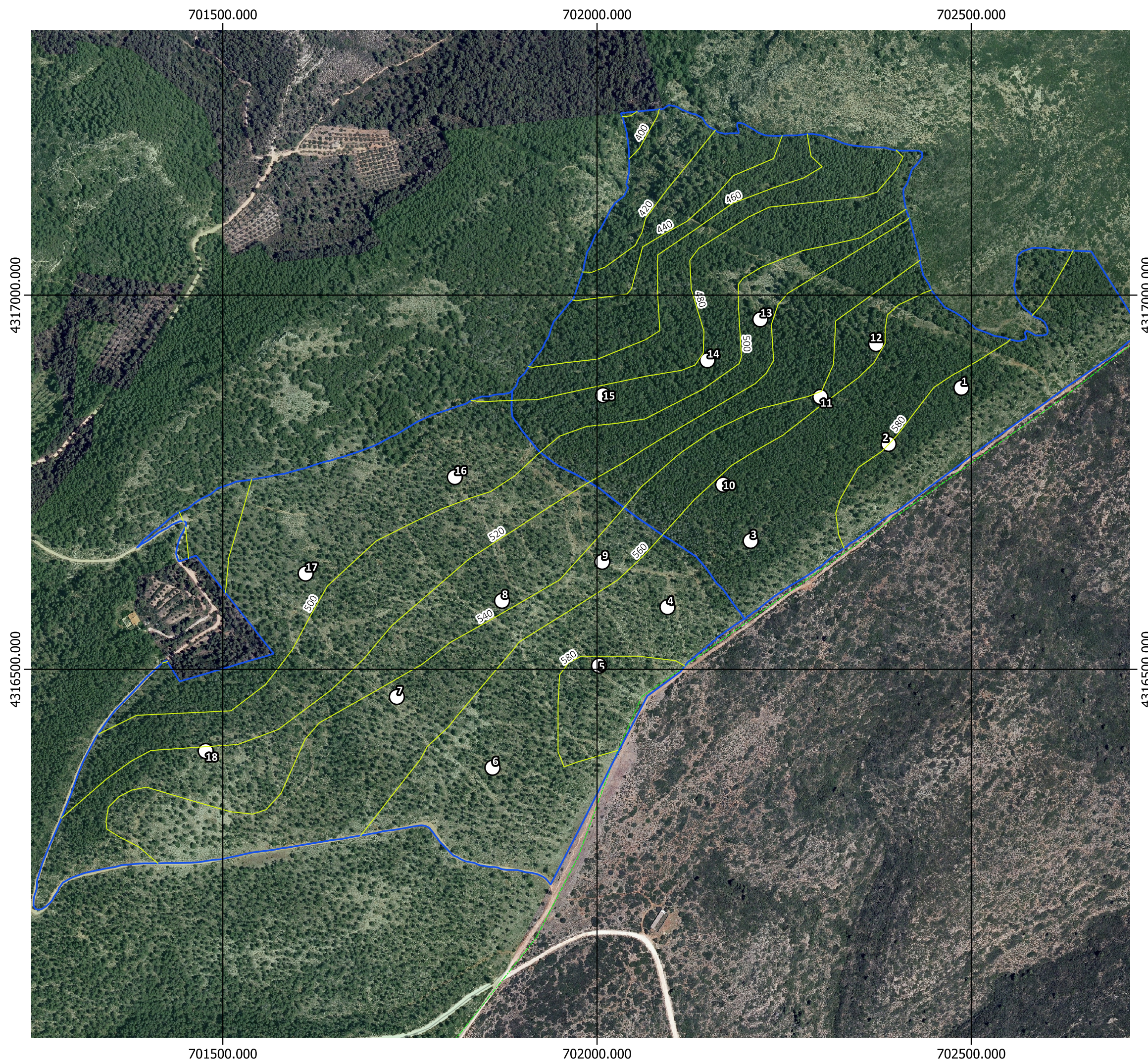
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		 Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrònoma i del Medi Natural	
SEGUIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES Y SOCIALES EN RODALES REPOBLADOS EN EL MUP V072 Y V075 EN EL T.M. DE ENGUERA (VALENCIA)			
PLANO 1. PLANO DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO			
AUTOR: MARIO GARCÍA ALCOCER		FECHA: JULIO 2021	
SISTEMA DE REFERENCIA: EPSG: 25830-ETRS89 / UTM zone 30N		ESCALA: 1/80.000	
0 1 2 km			



LEYENDA

- PARCELAS MUP V072
- RED VIARIA
- MUP V072
- ▭ LÍMITE MUNICIPAL ENGUERA

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural
SEGUIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES Y SOCIALES EN RODALES REPOBLADOS EN EL MUP V072 Y V075 EN EL T.M. DE ENGUERA (VALENCIA)	
PLANO 2. PLANO DE EMPLAZAMIENTO DE LAS PARCELAS DEL MUP V072	
AUTOR: MARIO GARCÍA ALCOCER	FECHA: JULIO 2021
SISTEMA DE REFERENCIA: EPSG: 25830-ETRS89 / UTM zone 30N	ESCALA: 1/25000
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> 0 250 500 m </div> 	



LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL
- PARCELAS MUP V075
- CANTONES 5 Y 6 MUP V075
- MUP V075
- LÍMITE MUNICIPAL ENGUERA

 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural
SEGUIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES Y SOCIALES EN RODALES REPOBLADOS EN EL MUP V072 Y V075 EN EL T.M. DE ENGUERA (VALENCIA)	
PLANO 3. PLANO DE EMPLAZAMIENTO DE LAS PARCELAS DEL MUP V075	
AUTOR: MARIO GARCÍA ALCOCER	FECHA: JULIO 2021
SISTEMA DE REFERENCIA: EPSG: 25830- ETRS89 / UTM zone 30N	ESCALA: 1/5000
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> 0 250 500 m </div> 	

7.2. Caracterización dasométrica de la masa

Con el fin de evaluar la respuesta de la masa frente al tratamiento aplicado, es decir, una clara por lo bajo fuerte es preciso definir una serie de parámetros dasométricos que resulten fácil de medir y fiables. Dichos parámetros, deben caracterizar de forma objetiva el conjunto de la masa, además de proporcionar información sobre la sostenibilidad y viabilidad de los tratamientos.

A continuación, se presentan los parámetros dasométricos utilizados para la caracterización de la masa junto con la metodología seguida para su obtención:

- **Densidad (N/ha):** En pies/ha. Se define como la cantidad de pies vivos de diámetro normal superior a 7,5 cm presentes en cada parcela por hectárea. Se obtiene a partir de la ecuación 1.

$$\text{Ecuación 1: } N \left(\frac{\text{pies}}{\text{ha}} \right) = \frac{\sum \text{pies}}{\text{sparcela}} * 10.000$$

- **Área basimétrica (AB o G):** En m² o m²/ha. Se define como la superficie de la sección transversal del diámetro normal de un árbol o de todos los árboles por hectárea de una masa, y es un parámetro directamente relacionado con el volumen de la masa. Se calcula a partir de la ecuación 2.

$$\text{Ecuación 2: } G \text{ (m}^2\text{)} = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n (DN(m))^2$$

- **Diámetro cuadrático medio (Dg):** En cm. Se corresponde con el diámetro de área basimétrica media de cada parcela (Gm). Se calcula a partir de la ecuación 3.

$$\text{Ecuación 3: } Dg(\text{cm}) = \sqrt{\frac{D1+D2+ \dots + Dn(\text{cm}^2)}{n}}$$

- D: diámetro de cada uno de los árboles.
- n: número de árboles.

- **Relación altura-diámetro (curva h-d):** Esta relación entre el diámetro normal a 1,30 m y la altura total permite caracterizar la estructura de la masa y estimar la altura dominante y los volúmenes individuales y totales. Se ha obtenido una curva h-d para cada conjunto de parcelas cumplidoras de los mismos requisitos (orientación, pendiente tratamiento, profundidad de suelo).

- **Altura media cuadrática (Hg):** En m. Corresponde a la altura media de la masa y se determina a través de la curva altura-diámetro según el diámetro cuadrático medio. Esta altura también se corresponde con la del árbol de área basimétrica media. Obtenida a partir de la ecuación 4.

$$\text{Ecuación 4: } Hg(\text{cm}) = \sqrt{\frac{H1+H2+ \dots + Hn(\text{cm}^2)}{n}}$$

- H: altura de cada uno de los árboles.
- n: número de árboles.

- **Altura dominante (Ho):** En m. Siguiendo el criterio de Assman, la altura dominante se corresponde con la altura del árbol de sección normal media de los 100 pies más gruesos por hectárea.
- **Índice de esbeltez (h/d):** Es el cociente entre la altura total y el diámetro normal y puede estudiarse como variable individual o variable de masa. Es un indicador de estabilidad de tal forma que valores inferiores a 80 indican buena estabilidad, valores entre 81 y 100 inestabilidad y valores superiores a 100 representan altas inestabilidades (González, 2005). El índice de esbeltez medio de la parcela se corresponde con la media aritmética de los índices de esbeltez individuales de todos los pies (Del Río et al., 1997). El índice de esbeltez individual se calcula a partir de la ecuación 5.

$$\text{Ecuación 5: } (h/d) = \frac{h(m)}{DN(cm)} * 100$$

- **Volumen con corteza (Vcc):** En m³ o m³/ha. Se calcula a partir de la supertarifa de cubicación establecida por el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) para la provincia de Valencia. La tarifa se aplica individualmente para cada pie de la parcela, y posteriormente se suman estos volúmenes unitarios para obtener las existencias por parcela. La expresión de la supertarifa se corresponde con la ecuación 6.

$$\text{Ecuación 6: } Vcc (dm^3) = 0.0010409 * DAP(mm)^{1.90943} * h(m)^{0.72076}$$

- **Volumen unitario del árbol medio:** En m³/pie. Volumen correspondiente al árbol medio de una masa, calculado como el cociente entre las existencias en volumen de una masa y el número de pies que la componen.
- **Crecimiento corriente anual (ica):** En unidades de la variable/año. Es una expresión del crecimiento anual, que representa la tasa de variación de la variable considerada en un periodo de tiempo de la vida del árbol o de la masa (López, s. f.). Se calcula a partir de la ecuación 7:

$$\text{Ecuación 7: } ica = \frac{M-m}{N}$$

- M y m: valores de la variable considerada en el momento final e inicial respectivamente.
- N: periodo de tiempo transcurrido entre ambas mediciones.
- **Crecimiento medio anual (ima):** En unidades de la variable/año. Expresión del crecimiento anual que representa el crecimiento acumulado en relación con la edad. Se calcula a partir de la ecuación 8.

$$\text{Ecuación 8: } ima = \frac{M}{Edad}$$

- M: valor total acumulado de la variable analizada en la edad considerada.

7.2.1. caracterización dasométrica del MUP V072

Se adjuntan las tablas 20 y 21 en las que se muestran todos los parámetros dasométricos de cada monte calculados por parcela y la media para su conjunto.

Tabla 20. Resumen dasométrico de las parcelas del MUP V072.

CALIDAD EST.	TRAT.	PARCELA	MASA INICIAL							MASA ELIMINADA 2015/16							MASA REMANENTE						MASA ACTUAL							CRECIMIENTO			
			N	Ho	Dg	Hg	G	V	Esbeltez	N	Ho	Dg	Hg	G	V	V	N	Ho	Dg	Hg	G	V	N	Ho	Dg	Hg	G	V	Esbeltez	ima	ica	ica árbol medio	
			Pies/ha	m	cm	m	m2/ha	m3/ha	-	Pies/ha	m	cm	m	m2/ha	m3/ha	%	Pies/ha	m	cm	m	m2/ha	m3/ha	Pies/ha	m	cm	m	m2/ha	m3/ha	-	m3/ha-año	m3/ha-año	m3/pie-año	
CT1: Pendiente de 0 a 15% Orientación Este	SI	2027	283	10,86	22,5	10,50	11,20	46,75	58,59	212	11,2	17	10,50	4,83	21,90	46,85	71	11,16	32,55	10,28	5,91	24,87	141	10,4	23,97	9,58	6,38	29,69	47,28	0,450	0,96	0,0068	
		2031	396	10,11	33,5	10,63	34,82	131,47	37,01	283	10,9	31	9,88	21,30	87,52	66,57	113	10,42	33,56	10,95	10,00	43,92	113	11,1	35,71	11,67	11,34	51,52	35,4	0,781	1,52	0,0135	
		2034	396	10,90	20,6	9,75	13,20	55,72	56,61	212	9,45	14,3	8,51	3,42	13,52	24,27	184	11,19	25,64	10,73	9,50	42,15	156	11,8	29,12	11,32	10,36	47,59	40,2	0,721	1,09	0,0070	
		Media	358	10,62	25,50	10,29	19,74	77,98	50,74	236	10,50	20,77	9,63	9,85	40,98	45,90	123	10,92	30,58	10,65	8,47	36,98	137	11,10	29,60	10,86	9,36	42,93	40,96	0,65	1,19	0,0087	
CST1: Pendiente de 0 a 15% Orientación Este	NO	2073	594	9,62	15,3	7,42	10,98	42,48	58,80														608	11,79	18,57	8,29	16,47	70,99	59,08	1,076	2,85	0,0047	
		2016	311	13,75	26,3	13,00	16,86	86,94	52,31															184	14,41	41,09	14,35	24,39	128,08	35,88	1,941	4,11	0,0224
		2001	71	9,30	21,4	9,53	2,55	11,15	52,88															71	9,88	24,83	9,97	3,43	14,82	41,55	0,225	0,37	0,0052
		Media	325	10,89	21,01	9,98	10,13	46,86	54,66															288	12,03	28,16	10,87	14,76	71,30	45,50	1,08	2,44	0,0085
CT2: Pendiente de 0 a 15% Orientación Sur	SI	2028	368	11,49	27,7	10,40	22,13	95,35	46,41	212	11,8	19,6	9,40	6,40	26,43	27,71	156	11,75	29,09	11,81	10,37	48,72	156	12	31,91	12,06	12,45	59	38,77	0,894	2,06	0,0132	
		2030	325	10,15	22,8	8,91	13,28	52,07	52,55	170	10	13,5	8,66	2,43	9,79	18,81	155	10,43	27,59	9,89	9,27	38,50	141	10,7	30,55	10,15	10,37	44,48	33,93	0,674	1,20	0,0085	
		2100	410	10,00	19,2	8,75	11,91	46,80	47,43	184	10,5	13,9	7,98	2,79	10,57	22,59	226	9,73	21,06	8,80	7,87	30,82	184	10,1	22,84	9,13	7,53	32,13	41,66	0,487	0,26	0,0014	
		Media	368	10,55	23,2	9,35	15,77	64,74	48,80	189	10,75	15,66	8,68	3,87	15,60	23,04	179	10,64	25,91	10,17	9,17	39,35	160	10,93	28,43	10,45	10,12	45,20	38,12	0,68	1,17	0,0073	
CST2: Pendiente de 0 a 15% Orientación Sur	NO	2038	255	10,25	22,8	9,54	10,38	43,45	47,03														269	11,3	27,61	10,19	16,09	69,05	38,2	1,046	2,56	0,0095	
		2101	226	9,22	20,6	8,83	7,55	30,16	45,80															226	11,2	26,52	10,76	12,5	56,1	43,12	0,850	2,59	0,0115
		2071	481	7,57	12,65	7,16	5,34	19,22	68,10															481	10,16	16,09	8,39	7,47	31,32	60,15	0,475	1,21	0,0025
		Media	321	9,01	18,68	8,51	7,76	30,94	53,64															325	10,89	23,41	9,78	12,02	52,16	47,16	0,79	2,12	0,0065
CT3: Pte: 16-30% y Este	SI	2026	354	11,84	28,6	10,79	22,68	100,15	45,87	141	11,2	17,2	9,25	5,53	22,80	22,77	212	12,17	32,09	11,33	17,15	77,35	198	12,6	37,53	11,73	17,21	81,92	38,09	1,241	0,91	0,0046	
		Media	354	11,84	28,6	10,79	22,68	100,15	45,87	141	11,17	17,18	9,25	5,53	22,80	22,77	212	12,17	32,09	11,33	17,15	77,35	198	12,6	37,53	11,73	17,21	81,92	38,09	1,24	0,91	0,0046	
CST3: Pte: 16-30% y Este	NO	2049	184	9,40	18,5	8,53	4,93	20,00	64,09														184	11,1	24,3	9,43	8,53	37,22	47,87	0,564	1,72	0,0094	
		Media	184	9,40	18,5	8,53	4,93	20,00	64,09															184	11,1	24,3	9,43	8,53	37,22	47,87	0,56	1,72	0,0094
CT4: Pte >31 y Sur	SI	2036	297	10,69	25,1	9,51	14,73	60,01	45,87	142	8,69	21,8	9,49	5,18	21,76	36,26	184	10,04	26,64	8,46	10,26	38,187	198	10,3	25,49	8,68	10,10	38,52	47,82	0,584	0,07	0,0003	
		2042	311	6,51	17,4	6,36	7,38	23,24	42,81	141	5,39	10,9	5,66	1,32	4,04	17,39	170	6,69	21,38	6,54	6,10	19,26	170	7,8	23,51	7,62	6,62	23,57	35,45	0,357	0,86	0,0051	
		Media	304	8,60	21,3	7,94	11,05	41,63	44,34	142	7,04	16,34	7,57	3,25	12,90	26,82	177	8,37	24,01	7,50	8,18	28,72	184	9,05	24,50	8,15	8,36	31,05	41,64	0,47	0,46	0,0025	
CST4: Pte >31 y Sur	NO	2045	212	8,36	16,1	7,19	4,34	15,95	51,19														283	9,51	18,08	8,16	6,66	26,09	45,64	0,395	1,01	0,0036	
		2048	722	11,7	15,8	9,93	14,20	65,31	73,71															665	12,6	18,07	10,36	17,05	81,3	69,62	1,232	1,60	0,0024
		Media	467	10	16	8,56	9,27	40,63	62,45															474	11,06	18,075	9,26	11,855	53,695	57,63	0,81	1,31	0,0028

7.3. Anexo estadístico

Se añaden las relaciones altura diámetro (curvas H/d) de los distintos montes para el conjunto de parcelas tratadas y sin tratar, así como las gráficas de cajas y bigotes realizadas con el programa Stragraphics Centurion XVIII.

MUP V072

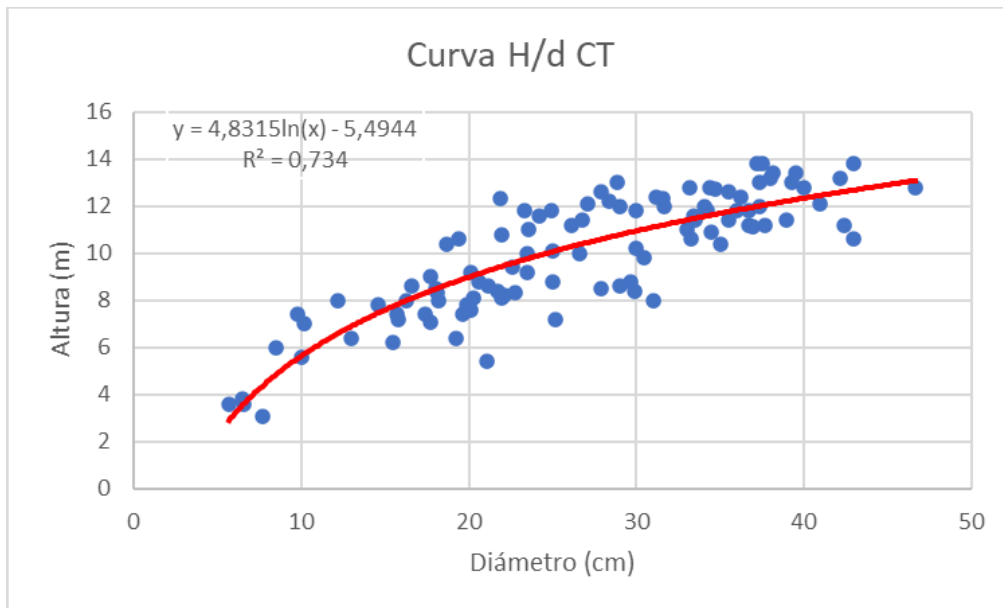


Figura 15. Relación H/d conjunto tratado MUP V072.

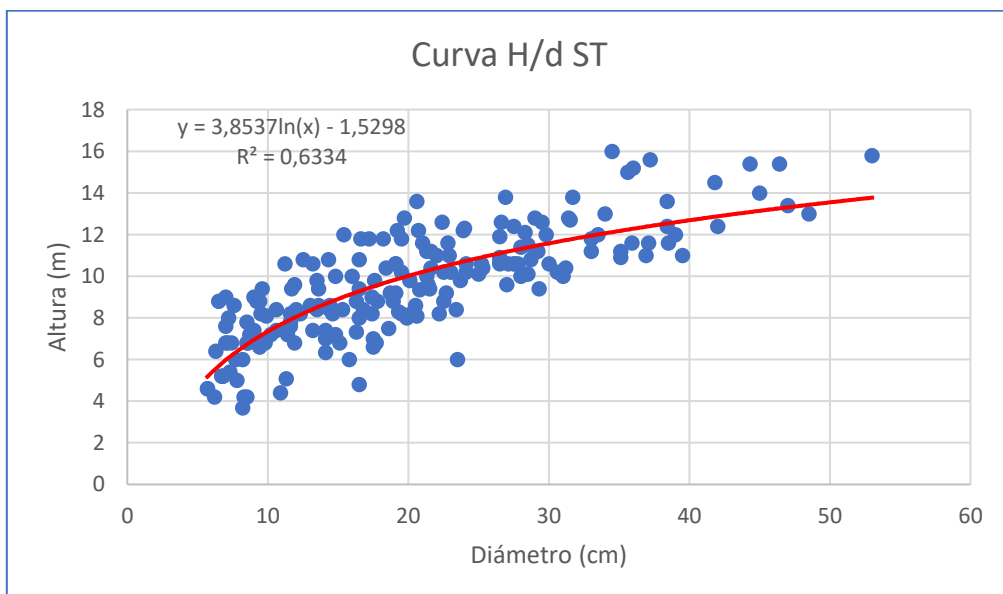


Figura 16. Relación H/d conjunto no tratado MUP V072.

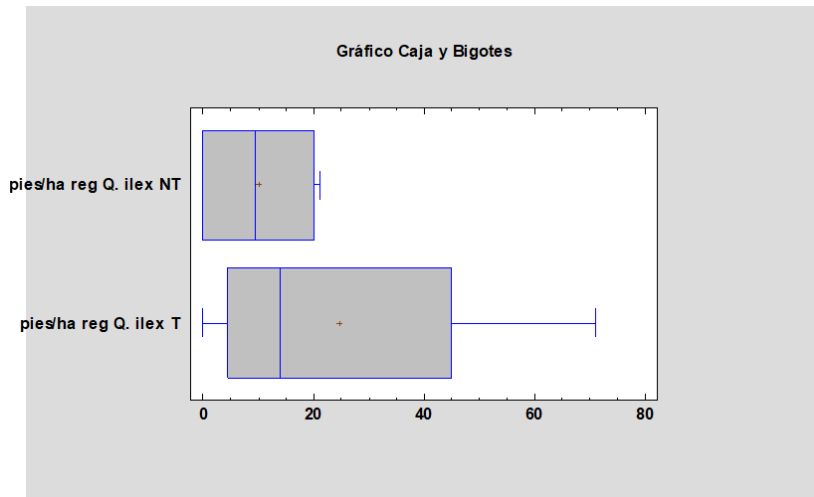


Figura 17. Gráfico de cajas y bigotes del regenerado de *Quercus ilex* en parcelas no tratadas (NT) y tratadas (T).

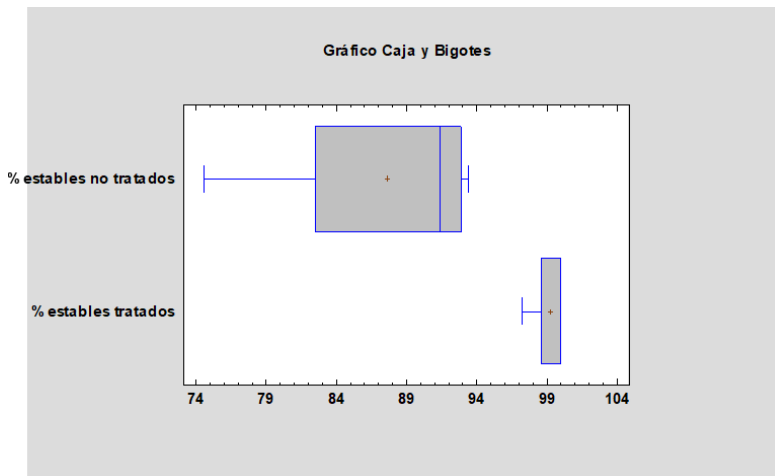


Figura 18. Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de pies estables (según esbeltez) en parcelas tratadas y no tratadas.

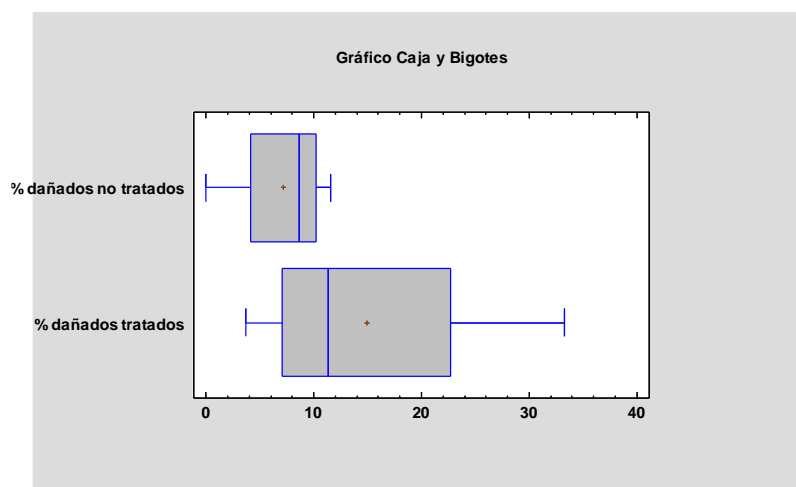


Figura 19. Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de pies dañados en parcelas tratadas y no tratadas.

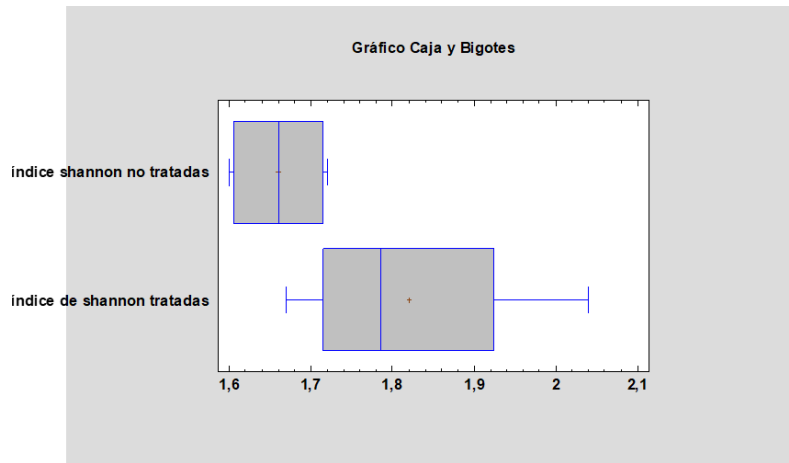


Figura 20. Gráfico de cajas y bigotes del índice de Shannon - Weaver en parcelas tratadas y no tratadas.

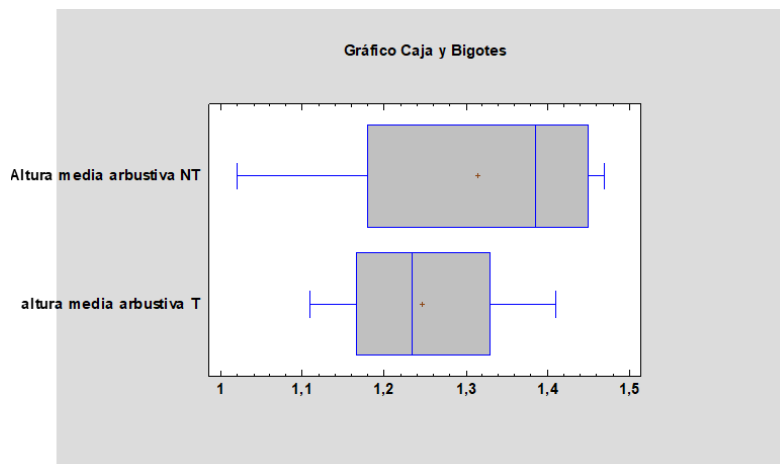


Figura 21. Gráfico de cajas y bigotes del índice de la altura media arbustiva en parcelas tratadas y no tratadas.

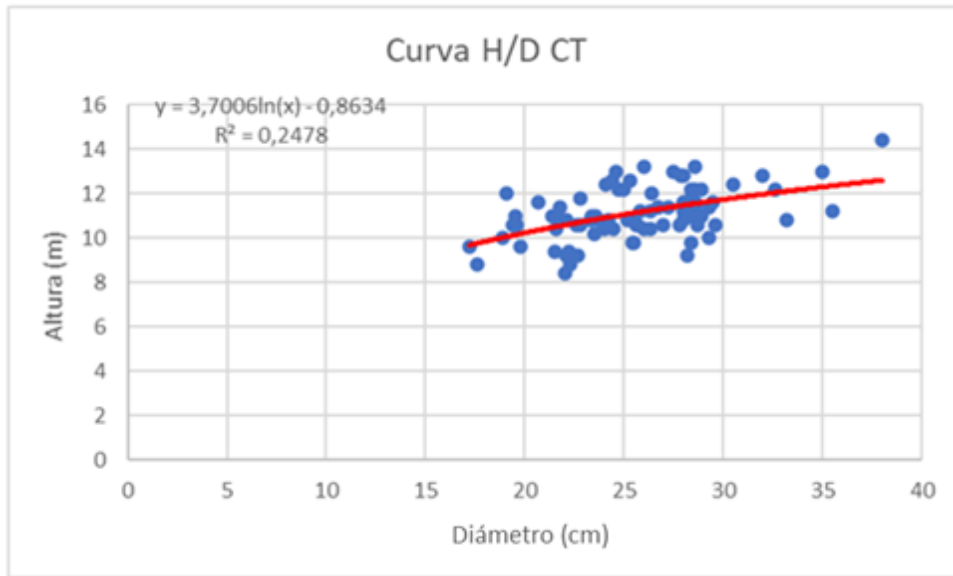


Figura 22. Relación H/d conjunto tratado MUP V075

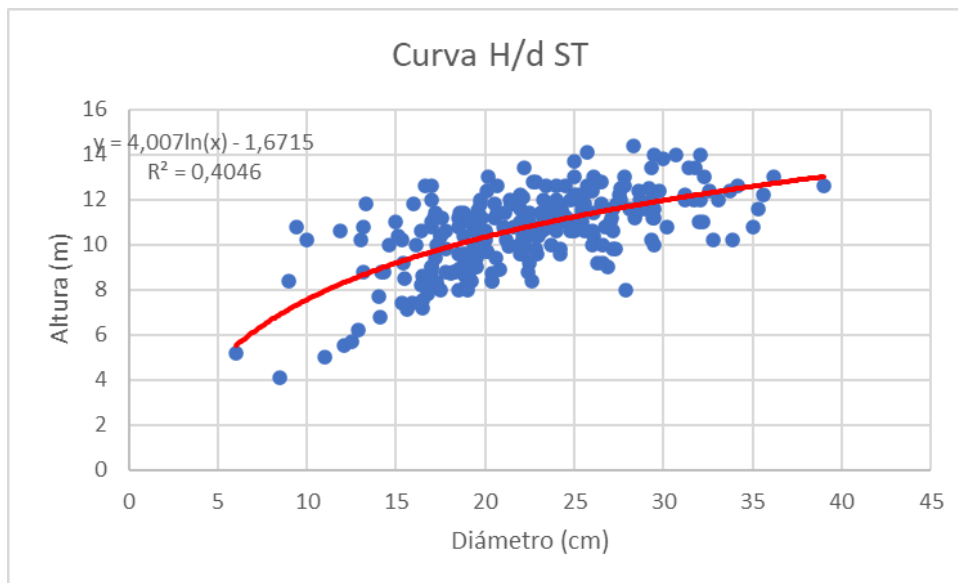


Figura 23. Relación H/d conjunto no tratado MUP V075.

En el caso de este monte se han empleado correlaciones que se muestran en la tabla número 22, para la reconstrucción de los árboles cortados, con el fin de conocer la masa extraída y las existencias iniciales.

Tabla 22. Correlaciones empleadas en la reconstrucción de los árboles cortados.

RELACIÓN	FÓRMULA	R ²
Diámetro tocón (DT) – DN	$DN = 0,8275 * DT - 4,6128$	0,9537

DN – Altura (Hg) → PSM**	$Hg = 0,4879 * DN - 0,0173$	0,9732
DN – Altura (Hg) → PSB**	$Hg = 0,444 * DN + 0,7876$	0,9262
DN – Altura (Hg) → PSA**	$Hg = 0,4919 * DN + 0,1279$	0,8653
Altura dominante (Ho) - Hg	$Hg = 0,938 * Ho + 0,0534$	0,9404

** = Profundidad de suelo media (M), baja (B) o alta (A).

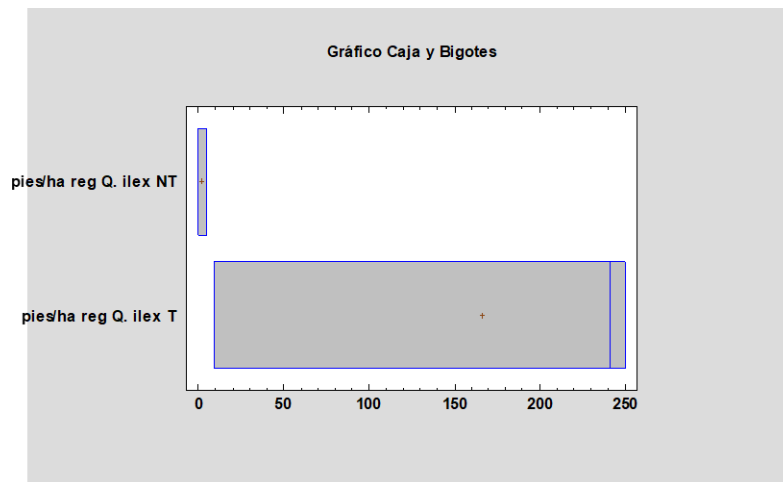


Figura 24. Gráfico de cajas y bigotes del regenerado de *Quercus ilex* en parcelas no tratadas (NT) y tratadas (T).

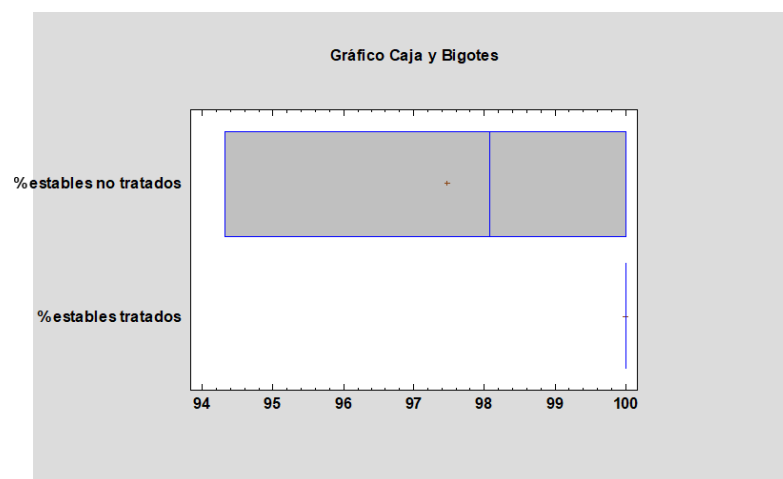


Figura 25. Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de pies estables (según esbeltez) en parcelas tratadas y no tratadas.

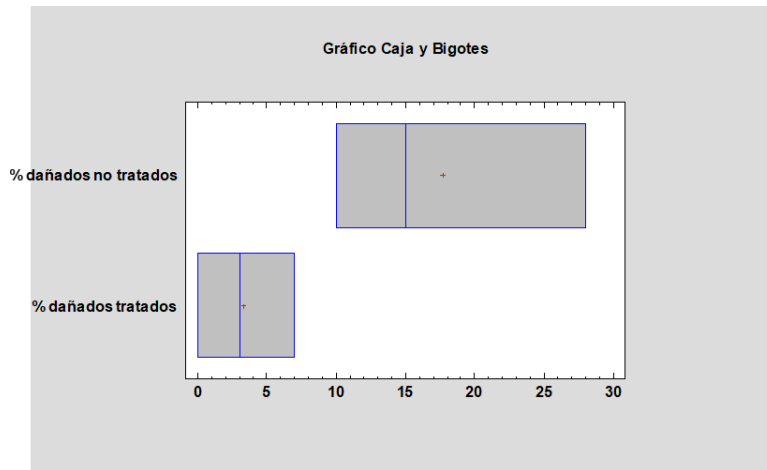


Figura 26. Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de pies dañados en parcelas tratadas y no tratadas.

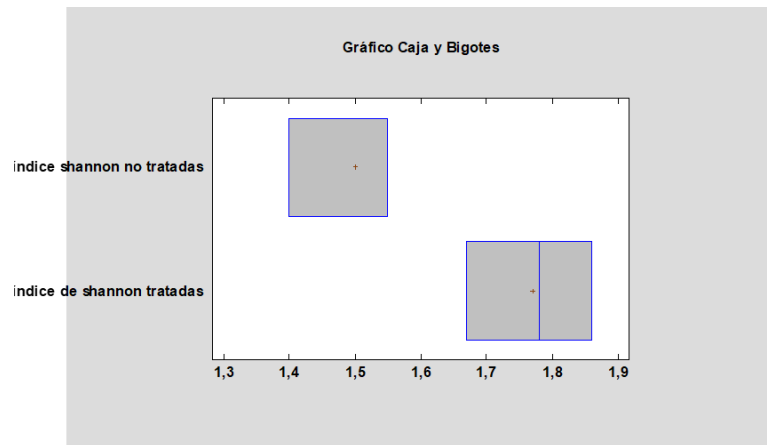


Figura 27. Gráfico de cajas y bigotes del índice de Shannon - Weaver en parcelas tratadas y no tratadas.

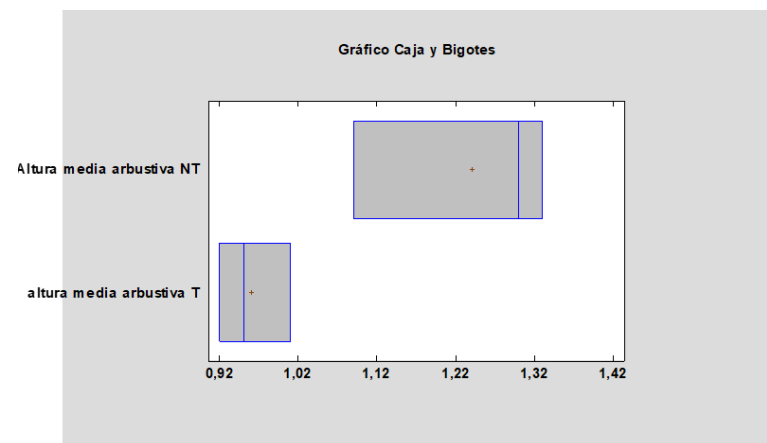


Figura 28. Gráfico de cajas y bigotes del índice de la altura media arbustiva en parcelas tratadas y no tratadas.

7.4. Curvas de calidad de estación de Montero et al. (2001)

A continuación, se muestran gráficamente las curvas de calidad de estación estimadas por Montero et al. (2001) utilizadas para la realización de los cálculos en ambos montes según la metodología ya explicada.

7.4.1. Curvas de calidad de estación en función de altura dominante

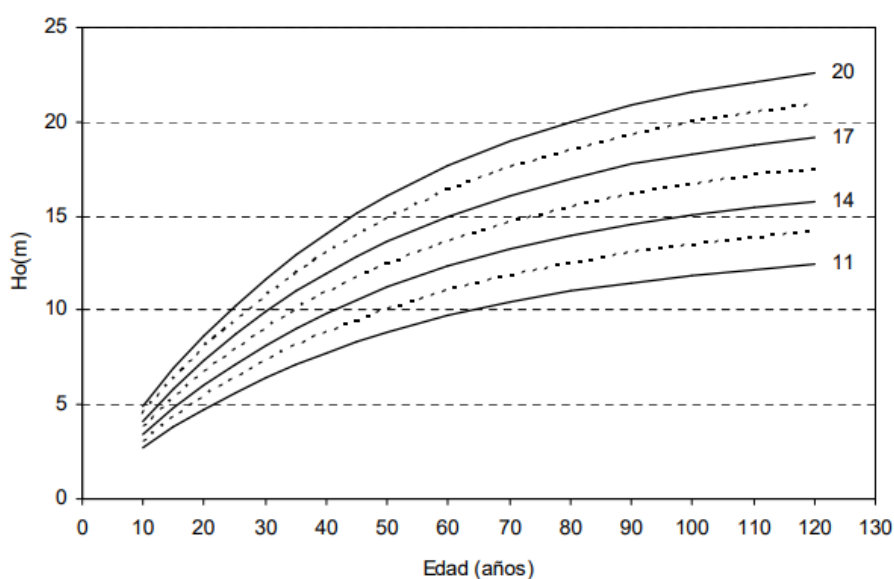


Figura 29. Curvas de calidad de estación para Pinus halepensis en España (Montero et al., 2001).

La curva de calidad de estación a la que más se ajusta la altura dominante de la mayoría de las parcelas es la del 12.5, empleándose esta para ajustar al porcentaje de cada una individualmente.

7.4.2. Curvas de calidad de estación en función de volumen

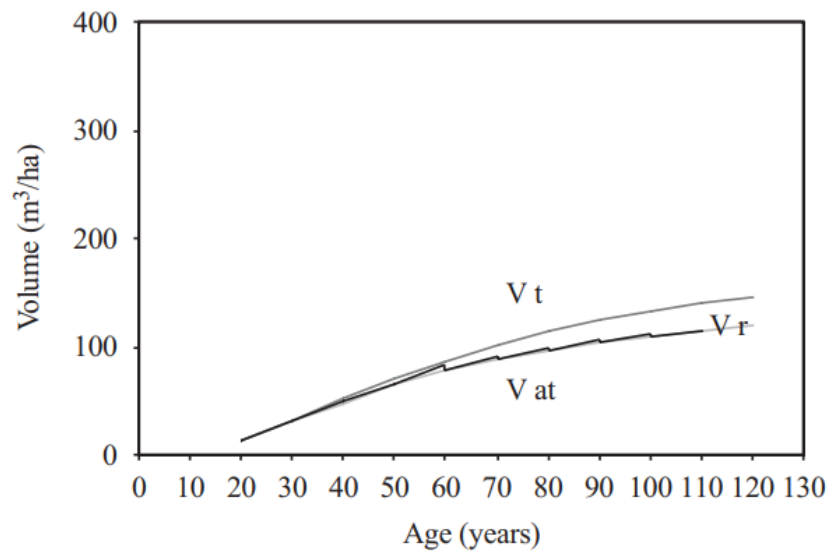


Figura 30. Curvas de crecimiento en volumen: total, después de clara y remanente en calidad de estación 11 y clara moderada (Montero et al., 2001).

En el caso del volumen, se ha trabajado con la curva de calidad de estación 11 disponible en la figura 34.

7.5. Memoria fotográfica

MUP V072



Figura 31. Parcela 2073 en representación del CST1. Fuente: elaboración propia.



Figura 32. Parcela 2034 en representación del CT1. Fuente: elaboración propia.



Figura 33. Parcela 2071 en representación del CST2. Fuente: elaboración propia.



Figura 34. Parcela 2030 en representación del CT2. Fuente: elaboración propia.



Figura 35. Parcela 2049 en representación del CST3. Fuente: elaboración propia.



Figura 36. Parcela 2026 en representación del CT3. Fuente: elaboración propia.



Figura 37. Parcela 2045 en representación del CST4. Fuente: elaboración propia.



Figura 38. Parcela 2042 en representación del CT4. Fuente: elaboración propia.



Figura 39. Parcela 3 en representación del CSTPM. Fuente: elaboración propia.



Figura 40. Parcela 5 en representación del CTPM. Fuente: elaboración propia.



Figura 41. Parcela 10 en representación del CSTPB. Fuente: elaboración propia.



Figura 42. Parcela 7 en representación del CTPB. Fuente: elaboración propia.



Figura 43. Parcela 14 en representación del CSTPA. Fuente: elaboración propia.



Figura 44. Parcela 18 en representación del CTPA. Fuente: elaboración propia.