

# **ESTUDIO DE VEGETACIÓN DE LA FINCA CANTO REDONDO (*San Martín de Valdeiglesias*)**



## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **Grupo de Investigación sobre Tecnologías y Métodos para la Gestión Sostenible (SILVANET)**

Antonio Damián García Abril (Coordinador). Profesor Titular de Universidad. Universidad Politécnica de Madrid

Ana Hernando Gallego (Profesor Ayudante Doctor)

José Alfredo Vicente Orellana. Profesor Titular (Área de Botánica). Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad San Pablo CEU.

### **Ingenieros Consultores Medio Ambiente SL**

Iñigo Sobrini Sagaseta de Ilurdoz. Ingeniero agrónomo e ingeniero técnico forestal.

Clara Martín Jimenez. Ingeniero de Montes

## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	5
1.1	LOCALIZACIÓN DE LA FINCA CANTO REDONDO.....	5
1.2	PROYECTO URBANIZADOR .....	5
1.3	OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	5
2	MEDIO FÍSICO.....	8
2.1	RELIEVE.....	8
2.2	GEOLOGÍA .....	9
3	ESPACIOS PROTEGIDOS.....	9
4	VEGETACIÓN Y FLORA .....	10
4.1	VEGETACIÓN .....	10
4.1.1	BIOGEOGRAFÍA Y BIOCLIMATOLOGÍA.....	10
4.2	FLORA .....	11
4.2.1	CATÁLOGO FLORÍSTICO .....	12
4.3	HÁBITATS.....	16
4.3.1	ESQUEMA SINTAXONÓMICO .....	27
4.4	GRADOS DE PROTECCIÓN DE LOS HÁBITATS. ....	30
4.4.1	HÁBITATS FLORÍSTICOS PRIORITARIOS Y DE INTERÉS.....	30
4.4.1.1	1ª ZONIFICACIÓN DE ZONAS APTAS.....	30
5	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE USO URBANO DEL TERRENO EN FUNCIÓN DE LA VEGETACIÓN .....	31
5.1	METODOLOGÍA.....	31
5.1.1	PROCEDIMIENTO GENERAL.....	31
5.1.2	PROCEDIMIENTO EN DETALLE.....	34
5.1.2.1	Cartografía de la vegetación .....	35
5.1.2.1.1	Segmentación.....	35
5.1.2.1.2	Clasificación del terreno .....	39
5.1.2.1.3	Clasificación del arbolado .....	43
5.1.2.2	Modelo digital del terreno .....	47
5.1.2.2.1	Clasificación de las pendientes.....	48
5.1.2.3	Mapas de capacidad de uso urbano – Escenarios.....	48
5.1.2.3.1	Cálculo de parcelas.....	49
5.2	RESULTADOS .....	50
5.2.1	CARTOGRAFÍA DE LA VEGETACIÓN .....	50
5.2.1.1	Segmentación.....	50
		3

5.2.1.2	Clasificación del terreno.....	50
5.2.1.3	Clasificación del arbolado.....	51
5.2.2	MODELO DIGITAL DEL TERRENO .....	51
5.2.2.1	Clasificación de pendientes.....	51
5.2.3	MAPAS DE CAPACIDAD DE USO URBANO DEL TERRENO .....	52
5.2.3.1	Primer escenario: Pte <10% y arbolado <6 m .....	52
5.2.3.2	Segundo escenario: Pte<10% y arbolado <10 m .....	52
5.2.3.3	Tercer escenario: Pte<10% y arbolado <15 m.....	53
5.2.3.4	Cuarto escenario: Pte<20% y arbolado <6 m .....	53
5.2.3.5	Quinto escenario: Pte<20% y arbolado <10 m .....	53
5.2.3.6	Resumen de los escenarios .....	54
5.2.3.7	Sexto escenario: Pte<20% , arbolado <10 m y restricciones florísticas. ....	54
6	BIBLIOGRAFÍA.....	56
7	ANEXOS .....	60
	Plano.1. Plano de situación. ....	61
	Plano.2. Plano Ortofoto. ....	62
	Plano.3. Plano de pendientes.....	63
	Plano.4. Plano de Hábitats. ....	64
	Plano.5. Plano de usos del suelo. ....	65
	Plano.6. Plano de alturas LiDAR. ....	66
	Plano.7. Plano de alturas de árboles.....	67
	Plano.8. Plano : Escenario 1. ....	68
	Plano.9. Plano: Escenario 2. ....	69
	Plano.10. Plano: Escenario 3. ....	70
	Plano.11. Plano: Escenario 4. ....	71
	Plano.12. Plano: Escenario 5. ....	72
	Plano.13. Plano: Todos los escenarios. ....	73
	Plano.14. Plano: Escenario 6, con restricciones florísticas. ....	74
	Plano.15. Plano de parcelas en función de su capacidad de uso urbano.....	75



## 1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

### 1.1 LOCALIZACIÓN DE LA FINCA CANTO REDONDO

La finca CANTO REDONDO está situada en el municipio de San Martín de Valdeiglesias, y abarca una superficie de 250 hectáreas. El Embalse de San Juan constituye su límite norte. Y la entrada a la misma se realiza desde la carretera M-957.

El **Plano. 1.** y el **Plano. 2.** muestra la localización con el área que va a ser objeto de este estudio.

### 1.2 PROYECTO URBANIZADOR

En la finca se ha proyectado una urbanización en una superficie de 89,4 has, denominada en el planeamiento municipal, SU-RA-1 “Canto Redondo”, sometido a un PLAN PARCIAL DE REFORMA INTERIOR de la parte urbana para actualizar sus infraestructuras a la normativa actual.

En la **Figura. 1.1.** se muestra la zona urbanizable dentro de la finca.

La edificabilidad realizable en hotelero y residencial es de 147.000 m<sup>2</sup>, a distribuir en la parte urbana del ámbito de 894.000 m<sup>2</sup>, con denominación Geoturística “Costa de Madrid” (Véase **Plano.1 y 2.**).

La tipología indicativa de la edificación es de vivienda unifamiliar de parcela mínima de 1000 m<sup>2</sup>.

### 1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

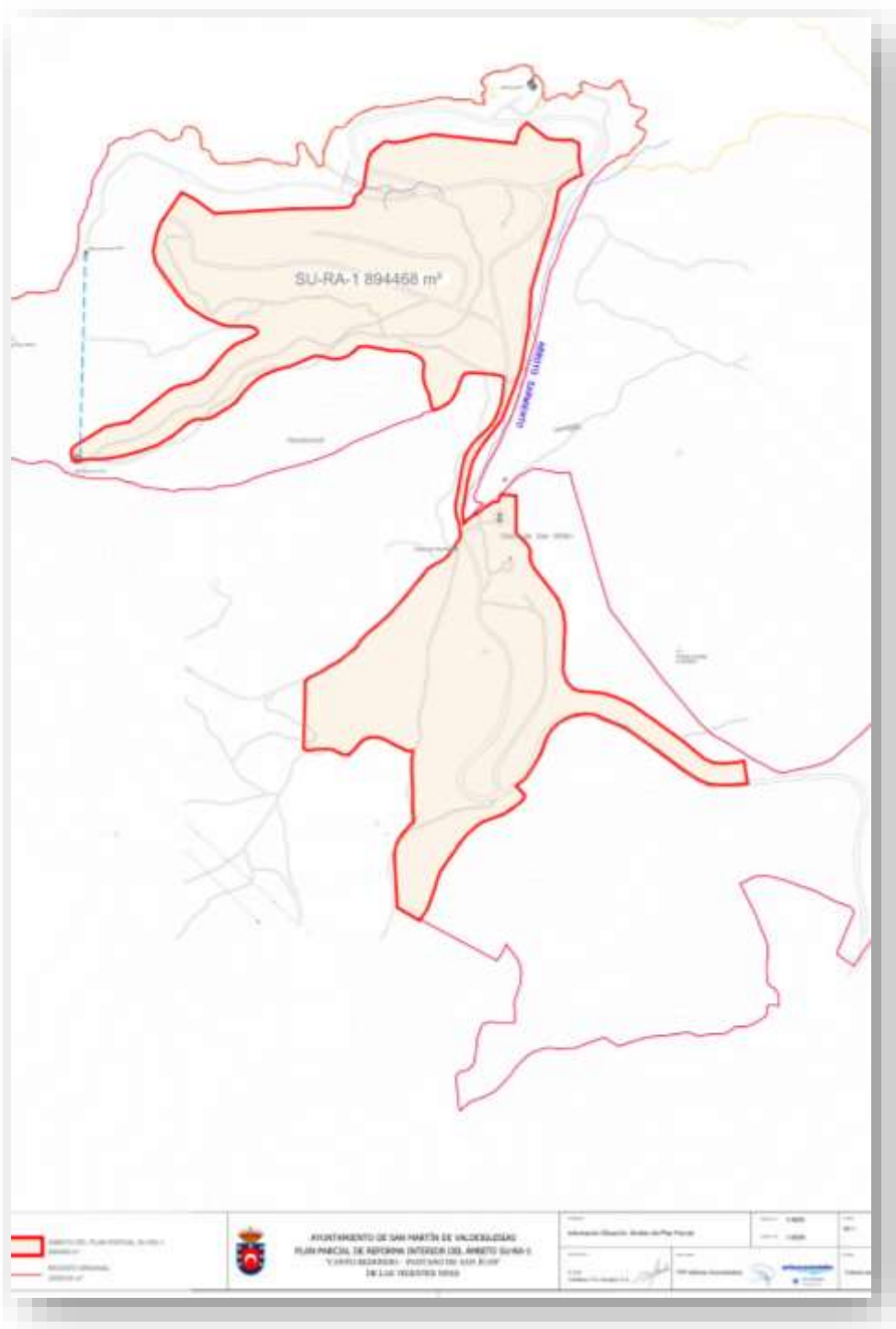
El planeamiento establece en las condiciones de aplicación: *“En las ordenanzas de aplicación, se exigirá en las condiciones de ocupación de la parcela el estudio de la mejor ubicación de la edificación a implantar, a efectos de minimizar la afección al arbolado existente y restringir la alteración de la topografía. Para lo cual será necesario el levantamiento topográfico y el inventario de la vegetación existente en cada parcela”*.

La vegetación de la finca y de la zona urbanizable es un pinar de Pino piñonero (*Pinus pinea*), si bien presenta zonas aclaradas con matorral de jaras, algunos roquedos y lugares con vegetación herbácea. Presenta pies aislado de Pino negral *Pinus pinaster*, sin mérito de conservación.

El paisaje es de gran belleza y es muy característico del entorno del embalse de San Juan.

El objetivo de este trabajo es determinar la capacidad de uso urbano considerando las restricciones de vegetación, dimensiones del arbolado y hábitats de interés, y de topografía en la parcela urbana. Así se podrán localizar parcelas (en las que se podrá edificar) con mayor o menor capacidad de acogida del uso urbano considerando para ello i) el tamaño de los árboles presentes, ii) la pendiente y iii) las restricciones del espacio protegido en el que se encuentra Red Natura 2000.

Se realiza un análisis pormenorizado de las distintas situaciones posibles y se cuantifican las categorías de facilidad de urbanizar, presentando distintas posibilidades y alternativas. De manera indicativa se descompone la zona urbana en parcelas de 1000 m<sup>2</sup>, en las que se califica la mayor o menor capacidad para urbanizar. Por último y como escenario más restrictivo, se eliminan las zonas que presentan hábitats florísticos de interés.



**Figura 1.1.** Parcela urbana dentro de Finca Canto Redondo (Fuente: Ayuntamiento de San Martín de Valdeiglesias).

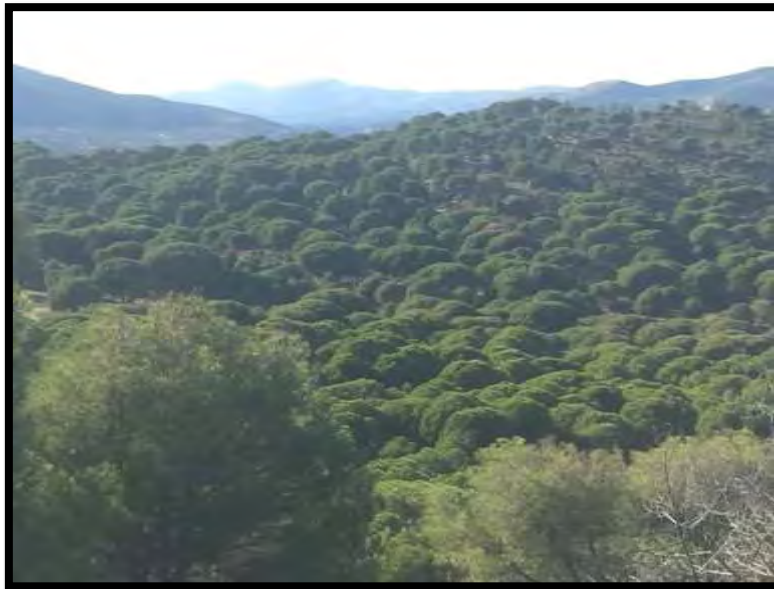
## 2 MEDIO FÍSICO

### 2.1 RELIEVE

El relieve es ondulado en el que destaca el cerro Cabrillas con 778 metros y el cerro Calderona con 882 metros, también destacan con menor altura el cerro Navaoncil y en el extremo norte, Canto Redondo que da nombre a la propiedad. Existen relieves menores y vaguadas entre ellos que pueden ser planas o encajadas en las proximidades del embalse, donde se registra la altitud menor, de 575 metros. En la **Tabla.1.1** se muestra la superficie y porcentaje de la pendiente en el área de estudio, ya que tiene gran importancia para este trabajo (Véase **Plano.3.**).

Pendiente (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
0-5	60,45	41,12
5-10	14,71	10,01
10-20	28,14	19,14
20-30	18,95	12,89
>30	24,45	16,63
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

**Tabla.2.1.** Superficie que ocupa cada rango de pendientes en la zona de estudio.



**Figura 2.1.** Vista del cerro Cabrillas desde el Cerro Calderona, al borde de la carretera principal que recorre la propiedad.

## 2.2 GEOLOGÍA

La geología es granítica en su totalidad. Destacan los afloramientos rocosos en las zonas más pendientes, zona alta de los cerros y pequeñas elevaciones.

## 3 ESPACIOS PROTEGIDOS

Toda la propiedad se encuentra incluida en la Red Natura 2000, en concreto en la Zona de Especial Protección para las Aves denominada “Encinares del río Alberche y río Cofio” (ZEPA ES0000056), y de la Zona Especial de Conservación denominada “Cuencas de los ríos Alberche y Cofio” (ZEC ES3110007,). La ZEPA engloba la totalidad de la ZEC (Véase **Plano.1.**).

En el ámbito territorial de la ZEC “Cuencas de los ríos Alberche y Cofio” se encuentran representados 21 tipos de hábitats de interés comunitario, tres de ellos prioritarios, que ocupan una superficie de 26.890 ha, casi un tercio de su territorio.

Entre las especies de fauna incluidas en la Directiva Hábitats, se encuentran presentes en el espacio un total de 19 especies, de las que 7 son mamíferos, 3 reptiles, 1 anfibio, 5 peces y 3 invertebrados.

De igual forma, en relación con las especies de la Directiva Aves, se encuentran representadas en este territorio un total de 26 especies de aves de interés comunitario, constituyendo la ZEPA un área clave para la conservación de diversas especies singulares como *Aquila adalberti*, *Aquila chrysaetos*, *Aegypius monachus* o *Ciconia nigra*.

## 4 VEGETACIÓN Y FLORA

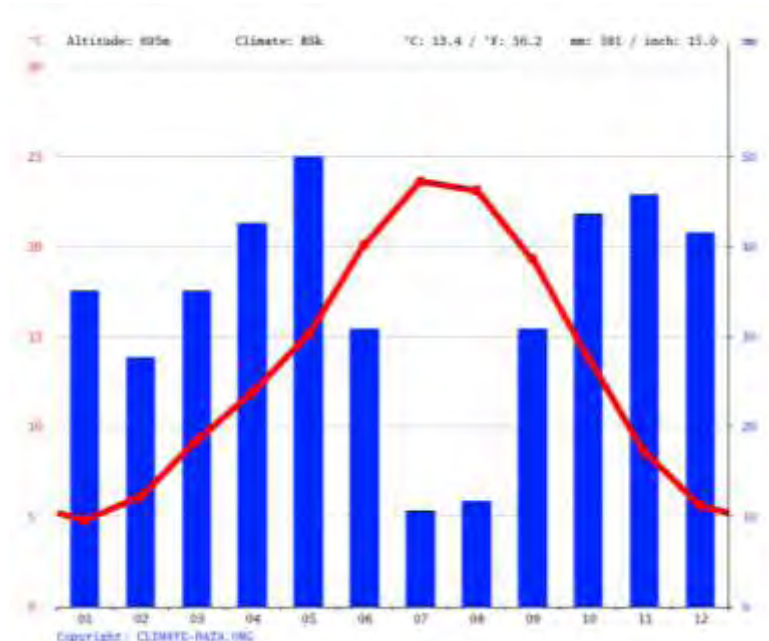
### 4.1 VEGETACIÓN

#### 4.1.1 BIOGEOGRAFÍA Y BIOCLIMATOLOGÍA

Desde el punto de vista biogeográfico, la zona de estudio está encuadrada de la siguiente manera:

Región Mediterránea  
Subregión Mediterránea Occidental  
Superprovincia Mediterráneo-Iberoatlántica  
Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa  
Subprovincia Carpetana  
Sector Guadarrámico

Climáticamente, la zona de estudio está englobada en un clima mediterráneo, a una altitud cercana a los 700m, con un marcado periodo de sequía estival que se puede observar en la figura 4.1 y la tabla 4.1. Las precipitaciones son escasas, rondando los 400 mm. La temperatura media anual llega a superar los 13°C. Por tanto, la vegetación potencial correspondería a un bosque esclerófilo dominado por las encinas de hoja redondeada (*Quercus rotundifolia*), acompañados por enebros (*Juniperus oxycedrus*), y sus matorrales de sustitución (retamares en suelos profundos y jarales en suelos poco profundos). En función de los parámetros bioclimáticos, nos encontraríamos en la zona de transición entre los pisos meso y supramediterráneo, si bien la presencia de la retama (*Retama sphaerocarpa*) indican una mayor termicidad, y por lo tanto un ambiente más propio del piso mesomediterráneo superior. No obstante, la vegetación de la zona está claramente dominada por pinares de *Pinus pinea*, que se asientan en suelos arenosos provenientes de la erosión de los granitos, muy abundantes en la zona, siendo estos enclaves rocosos donde queda acantonado el encinar con enebros.



**Figura. 4.1.** Diagrama ombrotérmico de San Martín de Valdeiglesias. (Fuente: climate-data.org).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	4.8	6.1	9.2	11.9	15.1	20.1	23.6	23.1	19.3	13.8	8.6	5.6
Temperatura mín. (°C)	0.8	1.4	4.1	6.3	9.3	13.6	16.5	16.3	13.2	8.8	4.2	2
Temperatura máx. (°C)	8.8	10.9	14.4	17.5	21	26.6	30.8	29.9	25.5	18.8	13	9.2
Precipitación (mm)	33	26	33	40	47	29	10	11	29	41	43	39

**Tabla. 4.1.** Datos climáticos correspondientes a San Martín de Valdeiglesias. (Fuente: climate-data.org).

## 4.2 FLORA

La flora de la zona de estudio es muy variada, debido a los diferentes usos que se le ha dado al territorio. Pese a la época del año en que se realiza el estudio (agosto a octubre 2020), se ha confeccionado un catálogo florístico de más de 100 especies. Debido al intenso uso antrópico de la zona, no se ha encontrado ninguna especie vegetal con especial interés o grado de protección recogida en los catálogos de flora amenazada de la región. No obstante, se deberían respetar en la medida de lo posible, algunas plantas singulares como *Juniperus oxycedrus* o *Pistacia terebinthus* por su singularidad, o de interés especial para la fauna por darles alimento y cobijo (*Rubus ulmifolius*, *Rosa sp.*, *Lavandula pedunculata*, *Ficus carica*).

#### 4.2.1 CATÁLOGO FLORÍSTICO

1. *Agrostis castellana* (Poaceae)
2. *Agrostis pourretii* (Poaceae)
3. *Anacyclus clavatus* (Asteraceae)
4. *Andryala arenaria* (Asteraceae)
5. *Andryala integrifolia* (Asteraceae)
6. *Antirrhinum graniticum* (Scrophulariaceae)
7. *Anthemis arvensis* (Asteraceae)
8. *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosus* (Poaceae)
9. *Arundo donax* (Poaceae)
10. *Asparagus acutifolius* (Asparagaceae)
11. *Asphodelus albus* (Xanthorrhoeaceae)
12. *Avenula sulcata* (Poaceae)
13. *Bartsia trixago* (Scrophulariaceae)
14. *Brassica barrelieri* (Brassicaceae)
15. *Briza maxima* (Poaceae)
16. *Bromus diandrus* (Poaceae)
17. *Bromus hordeaceus* (Poaceae)
18. *Bromus matritensis* (Poaceae)
19. *Bromus tectorum* (Poaceae)
20. *Campanula rapunculus* (Campanulaceae)
21. *Carlina hispanica* (Asteraceae)
22. *Carlina racemosa* (Asteraceae)
23. *Centaurea solstitialis* (Asteraceae)
24. *Chondrilla juncea* (Asteraceae)
25. *Cistus albidus* (Cistaceae)
26. *Cistus ladanifer* (Cistaceae)
27. *Convolvulus arvensis* (Convolvulaceae)
28. *Crataegus monogyna* (Rosaceae)
29. *Crucianella angustifolia* (Rubiaceae)
30. *Cynodon dactylon* (Poaceae)



31. *Cynosurus echinatus* (Poaceae)
32. *Cynosurus elegans* (Poaceae)
33. *Cytisus scoparius* (Fabaceae)
34. *Dactylis glomerata* (Poaceae)
35. *Daphne gnidium* (Thymelaeaceae)
36. *Daucus carota* (Apiaceae)
37. *Daucus crinitus* (Apiaceae)
38. *Dianthus lusitanus* (Caryophyllaceae)
39. *Digitaria sanguinalis* (Poaceae)
40. *Digithalis thapsi* (Scrophulariaceae)
41. *Drimia maritima* (Asparagaceae)
42. *Echium vulgare* (Boraginaceae)
43. *Epilobium lanceolatum* (Onagraceae)
44. *Ferula communis* (Apiaceae)
45. *Ficus carica* (Moraceae)
46. *Foeniculum vulgare* (Apiaceae)
47. *Helichrysum stoechas* (Asteraceae)
48. *Heliotropium europaeum* (Boraginaceae)
49. *Holcus lanatus* (Poaceae)
50. *Hypericum perforatum* (Hypericaceae)
51. *Jasminum fruticans* (Oleaceae)
52. *Juncus acutiflorus* (Juncaceae)
53. *Juncus acutus* (Juncaceae)
54. *Juniperus oxycedrus* (Cupressaceae)
55. *Lactuca viminea* (Asteraceae)
56. *Lavandula pedunculata* (Labiatae)
57. *Lavandula sampaioana* (Labiatae)
58. *Lotus corniculatus* (Fabaceae)
59. *Malus communis* (Rosaceae)
60. *Olea europaea* (Oleaceae)
61. *Petrorhagia dubia* (Caryophyllaceae)
62. *Paronychia argentea* (Caryophyllaceae)

63. *Phagnalon saxatile* (Asteraceae)
64. *Pinus pinaster* (Pinaceae)
65. *Pinus pinea* (Pinaceae)
66. *Piptatherum milliaceum* (Poaceae)
67. *Pistacia terebinthus* (Anacardiaceae)
68. *Plantago coronopus* (Plantaginaceae)
69. *Plantago lagopus* (Plantaginaceae)
70. *Poa annua* (Poaceae)
71. *Poa bulbosa* (Poaceae)
72. *Prunus dulcis* (Rosaceae)
73. *Pteridium aquilinum* (Dennstaedtiaceae)
74. *Pulicaria paludosa* (Asteraceae)
75. *Pyracantha coccinea* (Rosaceae)
76. *Quercus rotundifolia* (Fagaceae)
77. *Retama sphaerocarpa* (Fabaceae)
78. *Rhamnus lycioides* (Rhamnaceae)
79. *Rosa andegavensis* (Rosaceae)
80. *Rosa canina* (Rosaceae)
81. *Rosa corymbifera* (Rosaceae)
82. *Rosa squarrosa* (Rosaceae)
83. *Rosmarinus officinalis* (Labiatae)
84. *Rubia peregrina* (Rubiaceae)
85. *Rubus ulmifolius* (Rosaceae)
86. *Rumex angiocarpus* (Polygonaceae)
87. *Rumex bucephalophorus* (Polygonaceae)
88. *Rumex crispus* (Polygonaceae)
89. *Rumex induratus* (Polygonaceae)
90. *Rumex papillaris* (Polygonaceae)
91. *Rumex pulcher* (Polygonaceae)
92. *Salix salviifolia* (Salicaceae)
93. *Scilla autumnalis* (Asparagaceae)
94. *Scirpoides holoschoenus* (Cyperaceae)

95. *Sedum album* (Crassulaceae)
96. *Sedum arenarium* (Crassulaceae)
97. *Sedum brevifolium* (Crassulaceae)
98. *Sedum forsterianum* (Crassulaceae)
99. *Sedum hirsutum* (Crassulaceae)
100. *Senecio jacobea* (Asteraceae)
101. *Silene colorata* (Caryophyllaceae)
102. *Silene gallica* (Caryophyllaceae)
103. *Silene nocturna* (Caryophyllaceae)
104. *Silene scabriflora* (Caryophyllaceae)
105. *Taeniatherum caput-medusae* (Poaceae)
106. *Thapsia villosa* (Apiaceae)
107. *Thymus mastichina* (Labiatae)
108. *Tolpis barbata* (Asteraceae)
109. *Tolpis umbellata* (Asteraceae)
110. *Trifolium angustifolium* (Fabaceae)
111. *Trifolium arvense* (Fabaceae)
112. *Trifolium stellatum* (Fabaceae)
113. *Tuberaria guttata* (Cistaceae)
114. *Tuberaria lignosa* (Cistaceae)
115. *Umbilicus rupestris* (Crassulaceae)
116. *Verbascum sinuatum* (Scrophulariaceae)
117. *Vicia disperma* (Fabaceae)
118. *Vicia villosa* (Fabaceae)
119. *Vitis vinífera* (Vitaceae)

## 4.3 HÁBITATS

Se han detectado los siguientes:

- 3170\* Estanques temporales mediterráneos
- 5210 Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp.
- 5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos
- 6220\* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*
- 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus* spp.
- 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion*
- 6510 Prados pobres de siega de baja altitud
- 8220 Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica
- 8230 Roquedos silíceos con vegetación pionera del *Sedo-Scleranthion* o del *Sedo albi-Veronicion dillenii*.
- 9340 Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*

La vegetación potencial del territorio corresponde al encinar carpetano con enebros (*Junipero oxycedri-Quercetum rotundifoliae*), si bien su presencia es escasa y queda restringida a algunas zonas abiertas adehesadas (6310) o a pequeños enclaves rocosos (9340). La mayor parte del territorio corresponde a pinares de *Pinus pinea*, y en algunas zonas *Pinus pinaster*, bajo el cual se desarrollan los matorrales de sustitución propios del encinar (5330): jarales en suelos poco profundos (*Rosmarino-Cistetum ladaniferi* y *Lavandulo-Cistetum albi*), y retamares (*Cytiso-Retametum sphaerocarpaceae*), si bien estos últimos son testimoniales.

Las zonas dedicadas a pastos tampoco son muy extensas, si bien se distinguen varios tipos que podrían englobarse mayoritariamente en los hábitats 6220\*. Los más representativos son restos de majadal (*Poo-Trifolietum subterranei*), y vallicares (6510, *Festuco-Agrostietum castellanae*). En las zonas más pobres y menos profundas, también se pueden observar retazos de pastos efímeros de la *Tuberarietea*. En las zonas más húmedas encontramos algunas plantas representativas de otros vallicares más húmedos de la alianza *Agrostion salmanticae* (*Pulicario-Agrostietum pourretii*) que podrían confirmar la presencia del hábitat prioritario 3170\*. También en estas zonas abiertas,

en los márgenes de los arroyos temporales y zonas de inundación temporal, se pueden observar pequeñas comunidades de juncos (6420).

Los roquedos ocupan una gran extensión de la zona de estudio, aunque la vegetación que se desarrolla en ellos ocupa una superficie mucho menor. Así, encontramos enebros de envergadura considerable (5210), y vegetación típica de rocas (8220 y 8230), probablemente perteneciente a las asociaciones Digitali-Dianthetum lusitani, y más propia de taludes y grietas anchas la comunidad de Phagnalo-Rumicetum indurati.

En general, el hábitat 3170\* Estanques temporales mediterráneos se trata hábitats con encharcamiento temporal, que se desecan durante el verano, con una vegetación constituida principalmente por especies terófitas y geófitas mediterráneas pertenecientes a diferentes alianzas. En nuestro caso, la presencia de *Agrostis pourritii* y de *Pulicaria paludosa* parece indicar la presencia (testimonial) de la alianza Agrostion salmanticae, mediante la asociación Pulicario-Agrostietum salmanticae. Su aparición se debe a zonas encharcables por el aporte de las lluvias estacionales. Se trata, por tanto, de comunidades pioneras de desarrollo temporal (otoño-estival), formadas principalmente por gramíneas, acidófilas o neutrófilas, sobre suelos desnudos ácidos o neutros, periódicamente inundados por aguas dulces.



Fotografía.4.1. 3170\* Estanques temporales mediterráneos.

Estos pequeños humedales son también muy importantes por la fauna asociada que conllevan, tanto entomofauna como herpetofauna (especialmente en el momento de la reproducción). Debido al momento de la realización del estudio, es tremendamente complicada su definición y su cartografía.

El hábitat **5210** Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp. se asocia con formaciones de matorral de sustitución de diferentes tipos de bosques que actúan como etapa preforestal arbustiva, o bien comunidades permanentes en condiciones ambientales desfavorables (suelos rocosos). En nuestro caso matorrales dominados por *Juniperus oxycedrus* en las zonas rocosas acompañados de restos del jaral (5330) que sustituye al encinar (9340), y pequeñas matas de encina (incluibles en la asociación Junipero-Quercetum rotundifoliae).



**Fotografía.4.2.** **5210** Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp.

El hábitat **5330** Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos, como hábitat es de los más heterogéneos. Se refiere a los matorrales de climas cálidos, secos, con indiferencia edáfica, y que constituyen las etapas de sustitución de la mayoría de nuestros bosques. En la zona de estudio, encontramos pequeños retazos de retamar (*Retamion sphaerocarpace*, *Cytiso-Retamentum sphaerocarpace*). Este retamar con



escoba negra (*Cytisus scoparius*) son preferentemente heliófilas, continentales, acidófilas, y son etapa de sustitución del encinar en suelos profundos. Estos matorrales tienen gran importancia ecológica como es el enriquecimiento del suelo por fijación de nitrógeno, protección frente a la erosión, contribución a la infiltración gradual del agua, y es un inestimable refugio y da alimento a numerosas especies animales (y sus depredadores).



**Fotografía.4.3. 5330** Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos

También etapa de sustitución son los jarales, representados en esta ocasión por dos comunidades: Rosmarino-Cistetum ladaniferi (de suelos poco profundos), y Lavandulo-Cistetum albi (de suelos más lavados, y con cierto carácter neutro o ligeramente básico). No obstante, este tipo de comunidades, que ocupan la mayor parte de la zona de estudio, no están incluidas dentro de este hábitat, según la Directiva.

El hábitat **6220\*** Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea* está constituido por comunidades de pastos herbáceos xerófilos, abiertos, dominados por terófitos, que se desarrollan sobre suelos secos y poco

desarrollados e incluso superficialmente pedregosos. Es un hábitat prioritario que reúne a numerosos taxones.



**Fotografía.4.4. 6220\*** Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*

En la zona de estudio encontramos retazos de majadales silicícolas mesomediterráneos de la alianza *Trifolium subterranei*-*Periballion* (asociación *Poa bulbosae* -*Trifolietum subterranei*), aunque la presencia de *Festuca ampla* podría indicarnos el límite supramediterráneo, y por tanto la pertenencia a la asociación *Festuca amplexae*-*Poa bulbosae*. Los majadales tienen un alto valor para la ganadería, especialmente la ovina. Son el resultado del continuo pisoteo y siega, que hace este tipo de ganado, por lo que cuando cesa esta actividad, será sustituido por otro tipo de pastos, especialmente vallicares de *Agrostis castellana*. En la actualidad no hay actividad ganadera ovina en la zona, por lo que solamente encontramos retazos de estas comunidades, tendentes a desaparecer.

Llegados a este punto, hay un debate en la inclusión en este tipo de hábitats de los vallicares de *Agrostis castellana*, más abundantes en la zona estudiada, o si por el contrario incluirlos dentro del tipo de hábitat “6510 Prados pobres de siega de baja



altitud”. En cualquier caso, su presencia es bastante obvia en la zona de estudio, junto a otros pastizales terófiticos de la clase Tuberarietea, donde abunda *Tuberaria guttata*.

En general, estos hábitats tienen gran interés desde numerosos puntos de vista. Están muy ligados al uso tradicional y sostenible del territorio, y su aprovechamiento ganadero ha dado lugar a majadales con una elevada cobertura y un alto rendimiento pastoral. Por otro lado, al formar grandes extensiones, puede reducir el riesgo de incendios, ayuda notablemente en la fijación del suelo. También es fuente de pastos de calidad, y conservación de patrimonio agro-cultural (pastoreo, trashumancia, etc.).

El hábitat 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus* spp. son bosques aclarados de encina mediterránea (*Quercus rotundifolia*), pero que en el lugar de estudio apenas tienen presencia, estando ligada a las escasas zonas de pastos. El aclarado del bosque se mantiene mediante prácticas de gestión ganadera.



**Fotografía.4.5.** 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus* spp.

Es un tipo de hábitat importante desde el punto de vista cinegético, pastoral, y son un claro ejemplo de aprovechamiento sostenible, siendo hábitats claramente

antropizados, favorecidos y conservados por el hombre para el uso múltiple (forestal, agrícola, ganadero y cinegético).

En nuestro caso, son bosques aclarados de la asociación Junipero-Quercetum rotundifoliae (encinares acidófilos mediterráneos con enebros).

El hábitat 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion* representa mayoritariamente a los juncales mediterráneos. Los juncales de esta alianza son juncales mediterráneos dominados por el junco churrero. (*Scirpoides holoschoenus*), que se asientan en suelos de escasa salinidad sometidos a fenómenos de freatismo estacional, lo que permite a estas comunidades vegetales disponer de humedad hasta buena parte del verano. El estrés hídrico que provoca esta situación hace que gran parte de sus especies herbáceas se agosten, pero no los juncos, a los que suelen acompañar algunas especies de rosas y el zarzal común (*Rubus ulmifolius*).



**Fotografía.4.6.** 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion*

Lo más frecuente es encontrarlos en vaguadas con encharcamiento temporal y orillas de pequeños arroyos con poca pendiente (como es nuestro caso), así como en riberas de ríos, arroyos, lagos, charcas y otros humedales, acompañando a otras comunidades riparias.

La asociación que representa a este hábitat es el juncal de *Trifolium resupinatum*-*Holoschoenetum*, en praderas bastante antropizadas por las actividades de siega y pastoreo, sobre suelos silíceos. Sus especies características son *Scirpoides holoschoenus*, *Agrostis stolonifera*, *Cyperus longus*, *Trifolium resupinatum*, *Juncus acutus*, y alguna más, aunque las fechas en que se produce este estudio hace muy difícil la identificación de estas.

Estos juncales tienen importancia desde varios puntos de vista, como indicadores de humedad edáfica; favorecen el enriquecimiento del suelo por el aporte de materia orgánica; actuando como sistemas tampón entre medios acuáticos y terrestres, y constituyen pastos que permanecen verdes hasta entrado el verano, con la consiguiente importancia para la ganadería.

También encontramos el hábitat 6510 Prados pobres de siega de baja altitud, que representa pastizales con numerosas gramíneas, dedicados a la ganadería, pertenecientes principalmente a las alianzas *Arrhenatherion* (en nuestro caso) y *Brachypodio-Centaureion nemoralis*. Estos pastos extensivos se suelen aprovechar por siega o a diente.



**Fotografía.4.7.** 6510 Prados pobres de siega de baja altitud

La presencia de algunas especies como *Agrostis castellana*, *Festuca ampla* o *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*, confirmaría la presencia de este hábitat, si bien otros autores se inclinan por su inclusión en el grupo de los pastizales subestépico (6220\*). Sin embargo, la época en la que se hace el estudio prácticamente nos imposibilita por declinarnos hacia la asociación a la que pueden pertenecer.

El hábitat **8220** Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica representa vegetación fisurícola de roquedos silíceos del interior, que numerosas comunidades, muchas con carácter regional.



**Fotografía.4.8.** **8220** Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica

Suelen pertenecer a la alianza silicícola *Cheilanthion hispanicae*, y son comunidades altamente especializadas en función de la exposición, la pendiente, la dirección y la profundidad. Generalmente ocupan extensiones muy reducidas, dependiendo de estos factores. La época en que se hace el estudio dificulta enormemente la identificación de las comunidades, aunque se pueden tratar de al menos *Asplenio billotii*-*Cheilanthesetum duriensis* y de *Sedo hirsuti*-*Saxifragetum* continentales, o *Sedetum hirsuti-brevifolii*.



Por su parte el hábitat 8230 Roquedos silíceos con vegetación pionera del *Sedo-Scleranthion* o del *Sedo albi-Veronicion dillenii* son comunidades pioneras sobre rocas, que tienen mucho que ver con las anteriores, y que en este caso se incluyen en la alianza Sedo-Scleranthion o Sedo albi-Veronicion dillenii.



**Fotografía.4.9.** 8230 Roquedos silíceos con vegetación pionera del *Sedo-Scleranthion* o del *Sedo albi-Veronicion dillenii*.

Colonizan suelos incipientes de superficies rocosas silíceas, con escasa retención hídrica, de ahí su importancia. Por tanto, las comunidades están compuestas por plantas crasas, a las que acompañan diversas especies de musgos y líquenes. Al igual que antes, es muy difícil dilucidar la asociación a la que pertenecen, aunque tal vez parece clara la presencia de *Sedetum caespitoso-arenarii*.

El hábitat 9340 Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia* en nuestro caso son bosques de *Quercus rotundifolia*, acidófilos, aunque también basófilos, pertenecientes a la asociación *Junipero-Quercetum rotundifoliae*. Los encinares acidófilos mediterráneos con enebros constituyen bosques aclarados, pobres en elementos esclerófilos, lauroides o lianoides, que presentan cierta hidromorfía temporal debido en ocasiones a la presencia de arcillas. Se localizan en suelos pardos y ranker

empobrecidos, en el nivel altitudinal supramediterráneo, puntualmente mesomediterráneo. Son dominantes *Quercus rotundifolia* y *Juniperus oxycedrus*, acompañados por matorrales como *Cistus ladanifer* o *Retama sphaerocarpa*.



**Fotografía.4.10. 9340** Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*

En la zona estudiada esta escasamente representada, siendo algo más abundante en zonas escarpadas donde la actuación del hombre es menos frecuente. Sin embargo, en un hábitat muy importante por los numerosos recursos que nos proporciona (plantas medicinales, aromáticas y culinarias, caza, madera y leñas, hongos, bellotas, taninos, carbón vegetal, etc.).

Además de los hábitats anteriormente reseñados, tendríamos que añadir el propio hábitat que configuran los pinares de *Pinus pinea* de la zona, muy importantes por sus semillas y por ser lugar de nidificación de especies protegidas, como el águila imperial o el buitre negro. Además, ocupa la mayor extensión del terreno objeto de estudio. Además del pino piñonero, también podemos encontrar algunos ejemplares de pino resinero (*Pinus pinaster*).



Fotografía.4.11. Pinar de *Pinus pinea*.

#### 4.3.1 ESQUEMA SINTAXONOMICO

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950 **(9340) (6310)**

+Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975

\* Quercion broteroi Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956 em. Rivas-Martínez 1975 corr. Ladero 1974

\*\* Paeonio broteroi-Quercenion rotundifoliae Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986

**Junipero oxycedri-Quercetum rotundifoliae** Rivas-Martínez 1965 **(5210)**

RHAMNO-PRUNETEA Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962

+ Prunetalia spinosae Tüxen 1952

\* Pruno-Rubion ulmifolii O. Bolòs 1954

\*\* Rosenion carioti-pouzinii Arnaiz ex Loidi 1989

**Rubo ulmifolii-Rosetum corymbiferae** Rivas-Martínez & Arnaiz in Arnaiz 1979

CYTISETEA SCOPARIO-STRIATI Rivas-Martínez 1975

+ Cytisetalia scopario-striati Rivas-Martínez 1975

\* Retamion sphaerocarpace Rivas-Martínez 1981 **(5330)**

**Cytiso scoparii-Retametum sphaerocarpace** Rivas-Martínez ex Fuente 1986

CISTO-LAVANDULETEA Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

+ Lavanduletalia stoechadis Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 em. Rivas-Martínez 1968

\* Cistion laurifolii Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano & Rivas-Martínez 1956

**Rosmarino-Cistetum ladaniferi** Rivas-Martínez 1968 (también Comunidad Basal con *Lavandula pedunculata*)

\* Ulici argentei-Cistion ladaniferi Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1965

**Lavandulo sampaioanae-Cistetum albidum** M. Santos ex Rivas-Martínez, Lousa, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990

MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937

+ Holoschoenetalia vulgaris Br.-Bl. ex Tchou 1948

\* Molinio-Holoschoenion vulgaris Br.-Bl. ex Tchou 1948 (6420)

**Trifolio resupinati-Holoschoenetum** Rivas Goday 1964

STIPO GIGANTEAE-AGROSTIETEA CASTELLANAE Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

+ Agrostietalia castellanae Rivas Goday in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

\* Agrostion castellanae Rivas Goday in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980 (6510)

**Festuco amplae-Agrostietum castellanae** Rivas-Martínez & Belmonte 1986

POETEA BULBOSAE Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1978

+ Poetalia bulbosae Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas Goday & Ladero 1970

\* Trifolio subterranei-Periballion Rivas Goday 1964

**Poo bulbosae-Trifolietum subterranei** Rivas Goday 1964 (6220)

**Festuco amplae-Poetum bulbosae** Rivas-Martínez & Fernández González in Rivas-Martínez, Fernández González & Sánchez-Mata 1986

HELIANTHEMETEA GUTTATI (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 em. Rivas-Martínez 1978 (8230)

+ Helianthemetalia guttati Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

\* Helianthemion guttati Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

\*\* Sedenion caespitosi Rivas-Martínez 1978

**Sedo caespitosi-Tillaeetum muscosae** Rivas Goday 1958

\* Sedion pedicellato-andegavensis Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez Mata 1986

**Evaco carpetanae-Sedetum andegavensis** Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

**Sedetum caespitoso-arenarii** Rivas-Martínez ex V. Fuente 1986



GERANIO PURPUREI-CARDAMINETEA HIRSUTAE Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999 (2002)

+ Geranio purpurei-Cardaminetalia hirsutae Brullo in Brullo & Marcenò 1985

\* Geranio pusilli-Anthriscion caucalidis Rivas-Martínez 1978

**Galio aparinellae-Anthriscetum caucalidis** Rivas-Martínez 1978

STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951

Stellarienea mediae

+ Thero-Brometalia (Rivas Goday & Rivas-Martínez ex Esteve 1973) O. Bolòs 1975

\* Alyso granatensis-Brassicion barrelieri Rivas-Martínez & Izco 1977

**Rhynchosinapio hispidiae-Brassicetum barrelieri** Rivas-Martínez & Izco 1977

+ Sisymbrietalia officinalis J. Tüxen in Lohmeyer et al. 1962 em. Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991

\* Hordeion leporini Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936 corr. O. Bolòs 1962

**Bromo scoparii-Hordeetum leporini** Rivas-Martínez 1978

PHAGNALO SAXATILIS-RUMICETEA INDURATI (Rivas Goday & Esteve 1972) Rivas-Martínez, Izco & Costa 1973 **(8220)**

+ Phagnalo saxatilis-Rumicetalia indurati Rivas Goday & Esteve 1972

\* Rumici indurati-Dianthion lusitani Rivas-Martínez, Izco & Costa 1973 ex Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

**Digitali thapsi-Dianthetum lusitani** Rivas-Martínez ex Fuente 1986

**Phagnalo saxatilis-Rumicetum indurati** Rivas-Martínez ex Ruiz 1986

ISOETO-NANOJUNCETEA Br.-Bl. & R. Tx. 1943

+ Isoetetalia Br.-Bl. 1931 em. Rivas Goday 1970

\* Agrostion salmanticae Rivas Goday (1956) 1958 **(3170\*)**

**Pulicario uliginosae-Agrostietum salmanticae** Rivas Goday 1956

## 4.4 GRADOS DE PROTECCIÓN DE LOS HÁBITATS.

### 4.4.1 HÁBITATS FLORÍSTICOS PRIORITARIOS Y DE INTERÉS.

#### 4.4.1.1 1ª ZONIFICACIÓN DE ZONAS APTAS.

En el **Plano.4. Plano de Hábitats** se muestra los hábitats de interés con superficie suficiente para cartografiarse. También los lugares donde se han encontrado enebros, representados con puntos rojos, de gran tamaño que debe conservarse.

El hábitat prioritario **6220\*** Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea, comprende dos manchas. La que se encuentra en la parte inferior del mapa corresponde a restos de majadal sensu stricto. Mientras que la mancha superior y más grande del hábitat, contiene Vallicares, que se deben incluir en el hábitat 6220. También encontramos fragmentos del hábitat prioritario **3170\*** Estanques temporales mediterráneos.

Se ha incluido como hábitat de interés, que ocupa una exigua extensión, la vegetación de zonas de encharcamiento temporal, pero de gran interés para la fauna, 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion.

Como resultado de los trabajos de campo se presentan también unas zonas en la que la eliminación de vegetación permitiría el uso urbano con mayor facilidad, que será analizado con más detalle en los próximos apartados.

## 5 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE USO URBANO DEL TERRENO EN FUNCIÓN DE LA VEGETACIÓN

### 5.1 METODOLOGÍA

El objetivo de esta metodología es determinar la capacidad de uso urbano del área objeto de estudio en función de la facilidad para eliminar la vegetación presente. La premisa de la que se parte es la de producir el impacto mínimo en el medio natural y para ello determinaremos:

- La cartografía del área de estudio en detalle, fundamentalmente del **tipo de vegetación** para determinar en caso de ser necesario, cual sería susceptible de ser eliminada.
- El modelo digital del terreno (M.D.T) en detalle, del que derivaremos el rango de **pendientes** en el que es accesible, posible y segura una eventual construcción.

El resultado será una serie de “**Mapas de capacidad de uso urbano**” (Figura 5.1) basados en las combinaciones de estas dos variables (tipo de vegetación y pendiente), factores que consideramos determinantes para la localización de dichos emplazamientos (parcelas). Así obtendremos el número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) que tienen mayor o menor facilidad para urbanizar.

#### Material:

Se cuenta con un vuelo LiDAR de la zona y fecha 25 de Agosto 2020, a 120 m de altura, del cual se tienen imágenes de alta resolución (divididas en 7 zonas) con resolución 0.5mx0.5m y una nube de puntos clasificada en suelo y vegetación. Vuelo realizado por la empresa ACRE con DJI Matrice 210 RTK y LIDAR Phoenix Scout Ultra.

#### 5.1.1 PROCEDIMIENTO GENERAL

A continuación, se describe el procedimiento general de la metodología:

- **Tipo de Vegetación:**

Para realizar este estudio en primer lugar, se hace un reconocimiento del terreno – en dos salidas de campo, para abarcar todo el terreno- y se determinan qué características definen mejor la vegetación en el área de estudio. Encontramos un pinar de *Pinus pinea*, en el que se distingue un sotobosque formado principalmente por jarales de *Cistus ladanifer* cuando hay claros, y sin él cuando hay tangencia de copas. En las zonas realmente más abiertas apreciamos la presencia de pastos y roca. El primer objetivo de nuestro estudio es cartografiar estas cuatro clases:

- arbolado
- suelo y matorral <2m
- pasto
- roca

En la clase suelo y matorral <2m puede haber algo de regenerado.

- ❖ Para ello: haremos un análisis de la imagen usando procesos de segmentación y clasificación. Se usa el software *eCognition Developer*.

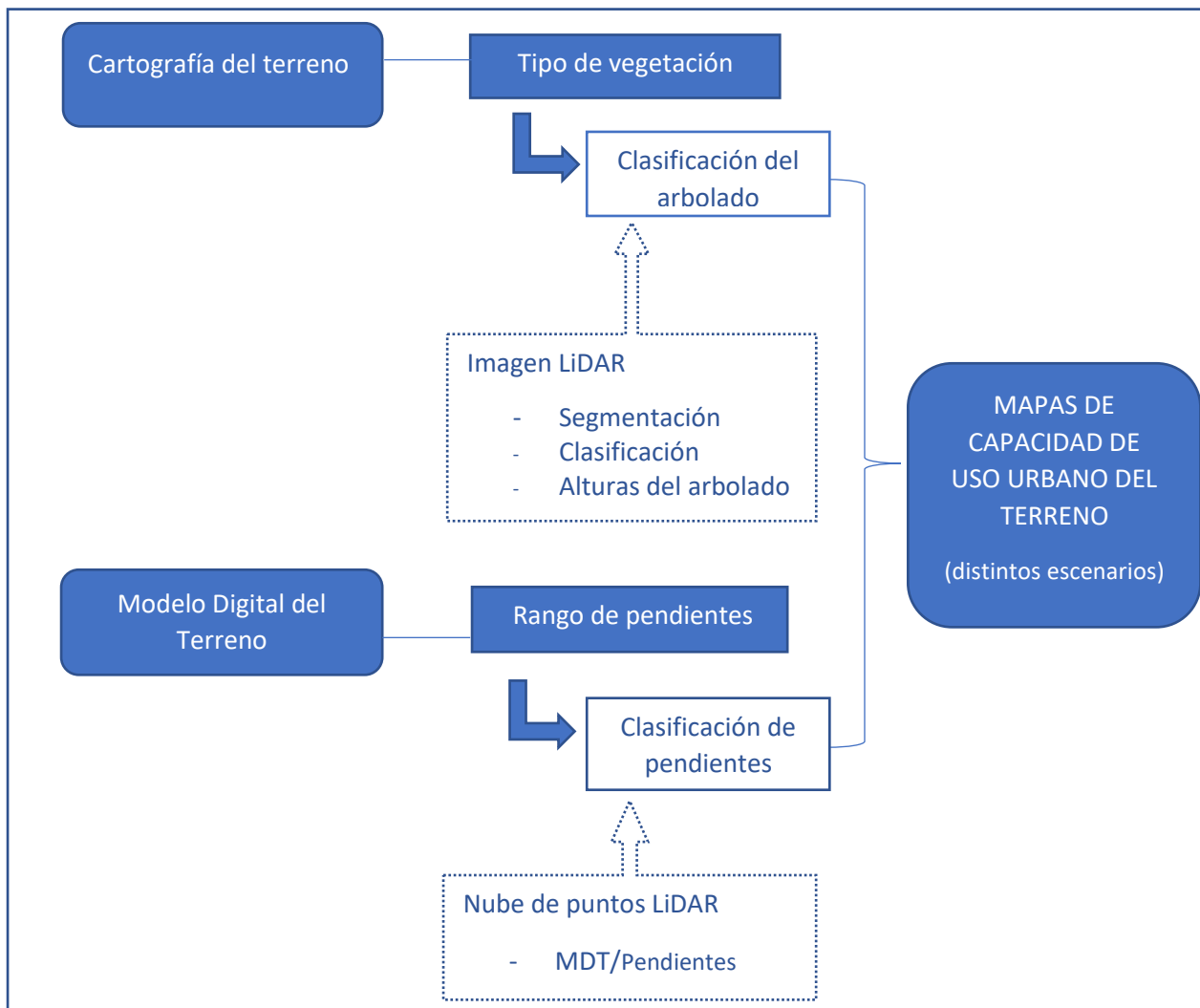
- Clasificación del arbolado:

Encontramos pies de distintas alturas (distintas edades) bien de forma dispersa o bien agrupados en masas. Determinamos en campo las alturas que serían susceptibles de ser eliminadas en función de distintos tipos de ejemplares a lo largo de la zona de estudio. Este hecho depende de la conformación del propio árbol, en torno a los 6-8-10 metros, más o menos ramoso y /o con más o menos conformación de copa, pero todo en torno a estas alturas. Se decide hacer una clasificación del arbolado en función de la altura (m):

- 0-2
- 2-6
- 6-10
- 10-15
- 15-20

- 20-30
- >30 m.

❖ Para ello: haremos una clasificación por alturas del arbolado previamente delimitado y los datos LiDAR. Se usa el paquete de herramientas LAsTools de los softwares *Quantum Gis* y *ArcGIS*.



**Figura 5.1.** Esquema de la metodología empleada para la elaboración de Mapas de vegetación en función de su facilidad para el cambio de usos del suelo.

- **Rango de pendientes:**

Para localizar los mejores emplazamientos para las parcelas, y su posterior urbanización, es necesario derivar del modelo digital del terreno más preciso, una clasificación de pendientes del terreno. Se decide hacer la siguiente clasificación de la pendiente:

- 0-5%
- 5-10%
- 10-20%
- 20-30%
- >30%.

- ❖ Para ello: generaremos a partir de la nube de puntos del vuelo LiDAR, un modelo digital del terreno, y de éste las pendientes. Se usa el paquete de herramientas *LAStools* de los softwares *Quantum Gis* y *Spatial Analyst de ArcGIS*.

- **Mapas de VEGETACIÓN en función de su facilidad para el CAMBIO DE USO:**

- ❖ Proponemos estas opciones como válidas partiendo de las premisas iniciales:
  - Pte<10% y arbolado <6 m
  - Pte<10% y arbolado < 10 m
  - Pte<10% y arbolado < 15 m
  - Pte<20% y arbolado <6 m
  - Pte<20% y arbolado <10 m

### 5.1.2 PROCEDIMIENTO EN DETALLE

La segmentación es un proceso complejo y del cual depende el resto de la clasificación. Por ese motivo es muy importante entender su procedimiento.

A continuación, se describe el procedimiento de la metodología en detalle.

### 5.1.2.1 Cartografía de la vegetación

#### 5.1.2.1.1 Segmentación

Para la realización de la segmentación en el área de estudio se usaron las segmentaciones implementadas en el paquete informático *eCognition Developer*. En *eCognition* el término “segmentación”, que significa generalmente subdividir entidades en partes más pequeñas, se emplea de forma diferente, ya que puede ser una operación de subdivisión, de agregación o de reorganización.

En *multiresolution segmentation* los píxeles adyacentes se agrupan mediante técnicas de regiones crecientes, es decir, la segmentación se inicia con un único píxel que en varios pasos consecutivos se fusiona con otros objetos formando segmentos cada vez más grandes. Para realizar la fusión entre objetos contiguos, se busca el menor incremento del producto  $n.h$ , siendo  $n$  el tamaño del objeto y  $h$  el llamado “coeficiente de heterogeneidad”. El proceso de fusión de las regiones se detiene cuando el producto  $n.h$  supera el “**parámetro escala**”. Este parámetro es una medida adimensional que introduce el usuario y que determina el tamaño medio de los objetos. En general, cuanto mayor es el parámetro escala más grandes son los objetos y a menor escala, menores son los objetos. La escala se estima a través de la manipulación con los propios datos de trabajo, a base de ensayo y error.

#### **“Coeficiente de heterogeneidad”**

El coeficiente de heterogeneidad se emplea durante el proceso de segmentación como medida de la complejidad de los objetos fusionados. La heterogeneidad  $h$  tiene que ser menos que un cierto límite. Está compuesto por dos factores, color (espectral)  $\Delta h_{color}$  y forma  $\Delta h_{forma}$  y ponderados por pesos fijados por el usuario  $w_{color}$  y  $w_{forma}$  (Benz et al., 2004):

$$h = w_{color} \cdot \Delta h_{color} + w_{forma} \cdot \Delta h_{forma}$$

$$w_{color} \in [0,1]; w_{forma} \in [0,1], w_{color} + w_{forma} = 1$$

- La descripción de la heterogeneidad de color permite una multi-segmentación introduciendo un peso  $w_c$ , elegido por el usuario, para cada banda de color:

$$\Delta h_{color} = \sum_c w_c \left( n_{fusion} \cdot \sigma_{c,fusion} - \left[ n_{obj\_1} \cdot \sigma_{c,obj\_1} + n_{obj\_2} \cdot \sigma_{c,obj\_2} \right] \right), \text{ donde:}$$

$n_{fusion}$  = número de píxeles en el objeto fusionado.

$n_{obj\_1}$  = número de píxeles en el objeto 1.

$n_{obj\_2}$  = número de píxeles en el objeto 2.

$\sigma_c$  = desviación estándar en el objeto de la capa c.

En la Figura 5.2 se muestran el objeto 1 y el objeto 2 antes de la fusión respectivamente y el objeto total una vez fusionado.

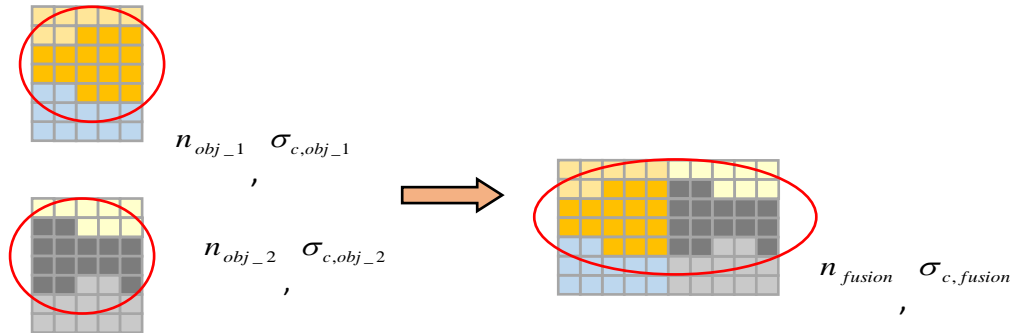


Figura 5.1.2.1.1.1. - Objetos antes y después de la segmentación.

El parámetro escala es el criterio para la optimización del proceso. Antes de la fusión de los dos objetos, se calcula el incremento de heterogeneidad  $h$ . Si el incremento calculado excede un límite  $t$  determinado por el parámetro escala,  $t = \Psi$  entonces no se producirán más fusiones y el proceso se para. En muchos casos, la minimización exclusiva de la heterogeneidad del color conduce a objetos muy ramificados y con bordes irregulares. Este fenómeno se limita con la introducción de los factores de forma.



- La descripción de la heterogeneidad de forma se calcula en base a dos factores, el factor de compactación  $\Delta h_{comp}$  y el factor de rugosidad  $\Delta h_{rug}$  ponderados por pesos fijados por el usuario  $w_{comp}$  y  $w_{rug}$  respectivamente.

$$\Delta h_{forma} = w_{comp} \cdot \Delta h_{comp} + w_{rug} \cdot \Delta h_{rug}$$

- El factor de compactación se estima como el ratio entre la longitud del perímetro del objeto  $l$  y la raíz cuadrada del número de píxeles  $n$  que forman el mismo.

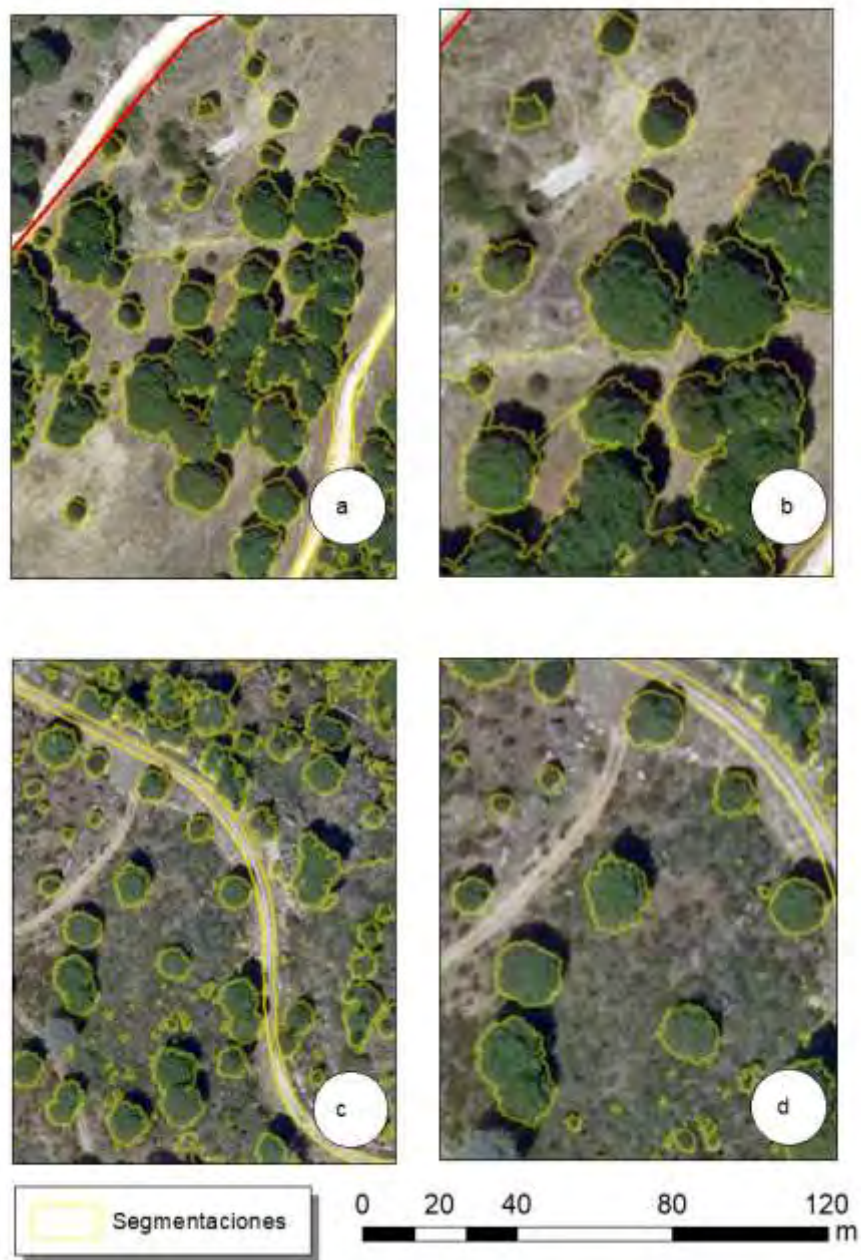
$$\Delta h_{comp} = n_{fusion} \cdot \frac{l_{fusion}}{\sqrt{n_{fusion}}} - \left( n_{obj\_1} \cdot \frac{l_{obj\_1}}{\sqrt{n_{obj\_1}}} + n_{obj\_2} \cdot \frac{l_{obj\_2}}{\sqrt{n_{obj\_2}}} \right)$$

- El factor de rugosidad se calcula como el cociente entre el perímetro del objeto  $l$  y la longitud de su lado más corto  $b$ .

$$\Delta h_{rug} = n_{fusion} \cdot \frac{l_{fusion}}{b_{fusion}} - \left( n_{obj\_1} \cdot \frac{l_{obj\_1}}{b_{obj\_1}} + n_{obj\_2} \cdot \frac{l_{obj\_2}}{b_{obj\_2}} \right)$$

De esta manera se puede resumir que la segmentación depende de los pesos relativos que se dé al color y a la forma, rasgos por los que queda definido el coeficiente de heterogeneidad. Estos pesos se deciden en función de la propia naturaleza de los datos.

En la **Figura 5.3** se muestra en la parte izquierda (a y c) una captura de alguna parte del terreno para mostrar las segmentaciones (polígonos formados) y en la derecha (b y d) un zoom a dicha zona, para apreciarlo más en detalle. Véase el **Plano.2** para ver la totalidad de la segmentación.

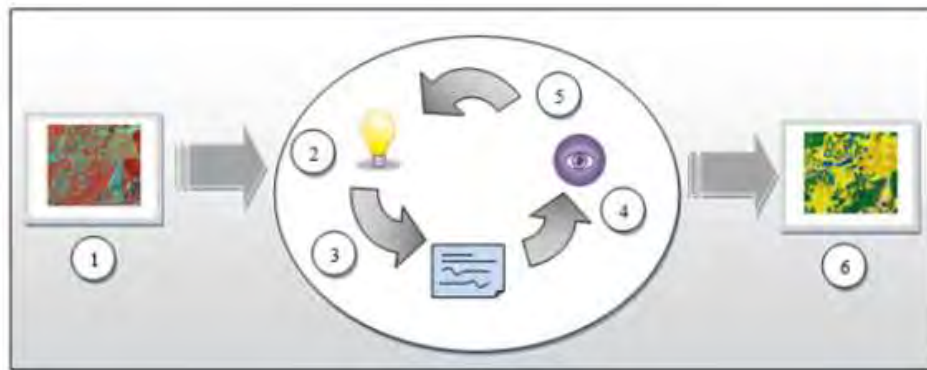


**Figura 5.3.** – Fotos de la izquierda (a y c) zonas del área de estudio segmentadas (polígonos formados) y en la derecha (b y d) zoom a dicha zona, para apreciarlo más en detalle.

- ❖ En nuestro caso, se ha probado distintas escalas 100,500, 250 y finalmente en la de 50, es la que delimitaba perfectamente los árboles aislados. Por la importancia de la compacidad en los árboles se le ha dado a este factor 0,6 y la rugosidad 0,4.

#### 5.1.2.1.2 Clasificación del terreno

El análisis de imágenes basado en objetos tiene como objetivo asignar clases, con la particularidad de que esta clasificación se realiza en función de objetos, grupos de píxeles. La gran novedad de este tipo de clasificación subyace en que la información semántica de los objetos, y no de los píxeles, es muy valiosa para la interpretación de la imagen. La herramienta más valiosa para la creación de una clasificación de objetos es el conocimiento del experto y la capacidad de traducir el proceso de reconocimiento de imágenes en un conjunto de reglas de lenguaje de programación de *eCognition Developer*. La **Figura 5.4** muestra el esquema general para el proceso de análisis de imágenes basado en objetos, adaptado de la guía del usuario del software.



**Figura 5.4. Esquema de análisis de imágenes basado en objetos.**

##### 1. Elección de la información de entrada.

Para realizar una clasificación de objetos, primero es necesario elegir la información de entrada para el análisis. Esto puede ser: continuo (normalmente imágenes ráster) o temático (ya sea en formato ráster o vectorial). Si la imagen tiene varias bandas, por ejemplo, rojo, azul, verde e infrarrojo, cada una se trata como una "capa" de información. En el caso de un DTM, la imagen de entrada coincide con la capa de información única. La resolución espacial de las diferentes bandas ráster utilizadas no tiene por qué ser la misma. Esta es una novedad y ventaja sobre las clasificaciones de píxeles además, esta disparidad de resoluciones es beneficiosa para el uso de diferentes tipos de segmentaciones.

##### 2. La estrategia a desarrollar se basa en la pregunta: ¿Cómo puedo reconocer un árbol, un camino, un edificio en una imagen digital? Puede ser reconocido por su forma, su dimensión,

su color, su contexto, etc. En OBIA los píxeles se agrupan formando objetos y, por lo tanto, hay mucha más información disponible. No sólo la información espectral de cada píxel y la de cada objeto, sino también la de la forma, el área, el contexto y muchos otros atributos de cada uno de los objetos. Todos estos atributos se pueden combinar y utilizar para la clasificación.

3. Transcripción de estrategias en un conjunto de reglas. Para escribir el conjunto de reglas que permitirán la clasificación de la imagen, debemos transcribir nuestra estrategia en una serie de procesos (programación de *eCognition Definiens*). Cada proceso debe editarse para definir un algoritmo, con un límite de condición, para que finalmente se asigne a una clase.

4 y 5. Examen, perfeccionamiento y exportación de datos.

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo del conjunto de reglas es un proceso iterativo. Puede definir una estrategia, utilizar los algoritmos de software y revisar visualmente el resultado. Si esto todavía no es satisfactorio, es necesario redefinir o refinar la estrategia y así sucesivamente hasta que se alcance el resultado deseado.

6. Obtención de la clasificación.

La posibilidad de crear distintos niveles permite proponer una leyenda con una serie de categorías para cada uno de ellos. Cada categoría se clasifica en función del tipo de clasificación que se le haya asignado. Existen los siguientes tipos: la controlada por el usuario a través de (i) umbrales y (ii) funciones de pertenencia y la supervisada que usa el (iii) vecino más próximo. Se ha usado: el *vecino más próximo* (Nearest Neighbourhood-NN) utilizando los valores de una serie de muestras de diferentes clases y asignando valores de pertenencia. Para este proceso es necesario, primeramente, entrenar al sistema con las muestras que definen cada clase. De este modo el clasificador del vecino más próximo devuelve un valor de pertenencia entre cero y uno, basado en la semejanza a las muestras dadas para esa clase.

El resultado del proceso de clasificación se presenta de dos formas: como una clasificación borrosa y como una clasificación clásica (rígida). En la primera, para cada objeto se proporciona la asignación a cada una de las categorías. En la segunda, cada objeto es asignado a una única categoría; aquella en la que presenta la probabilidad más elevada de asignación.

❖ Las clases que se pretenden diferenciar son y se aprecian en las **Fotografías 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4**, son:

- **Suelo y matorral<2m**: Comprende zonas desarboladas con suelo completamente desnudo o suelo con matorral de jara principalmente (*Cistus ladanifer*).
- **Arbolado**: Considerando como tal o pies mayores de 2 m. Más adelante diferenciaremos varias clases en función de las alturas.
- **Pasto**: Herbáceas.
- **Roca**: Zonas con afloramientos pedregosos.

**Fotografía.5.1.** Que ilustra la clase de la clasificación: Suelo y matorral <2 m.





**Fotografía.5.2.** Que ilustra la clase de la clasificación: Arbolado.



**Fotografía.5.3.** Que ilustra la clase de la clasificación: Pasto.



**Fotografía.5.4.** Que ilustra la clase de la clasificación: Roca.



#### 5.1.2.1.3 Clasificación del arbolado

LiDAR es el acrónimo de Light Detection and Ranging, también conocido como Laser Radar, es un sensor activo que emite un haz de luz láser y registra la porción de ese haz que reflejan los objetos. Realmente los sensores LiDAR registran el tiempo que tarda un pulso láser en llegar a la superficie y volver nuevamente al sensor (avión). La posición de un punto se calcula a partir de las coordenadas y orientación del sensor. El producto final que proporcionan los sensores LiDAR es una nube de millones de puntos con coordenadas (X, Y, Z).

Una vez clasificados los puntos como vegetación o suelo (así procedían de la empresa ACRE), es posible generar con ellos un modelo digital de dicha superficie en formato ráster .tif. La superficie del suelo (MDT) y la superficie del suelo más los árboles y arbustos sobre él (MDS). En nuestro caso el MDT fue generado usando el paquete de herramientas de LAStools (raster2DEM) a partir de la nube de datos clasificada como



suelo (ground), y el MDS a partir de la nube de datos clasificada como vegetación (vegetation). La diferencia entre estas superficies MDS – MDT (Figura 5.5) realizada en MapAlgebra en ArcGIS, sería la altura de nuestra vegetación, de nuestro arbolado, que obtenemos en formato ráster.

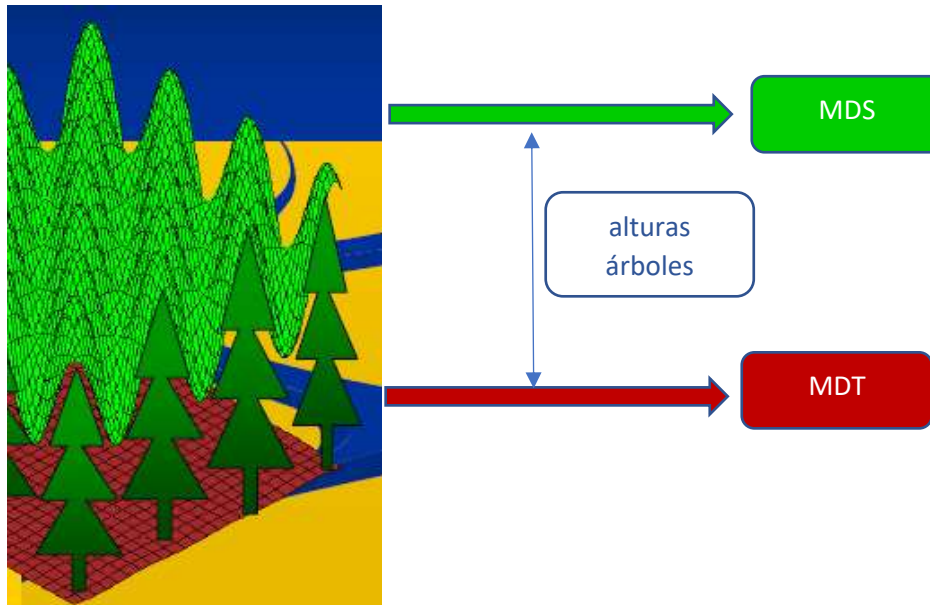
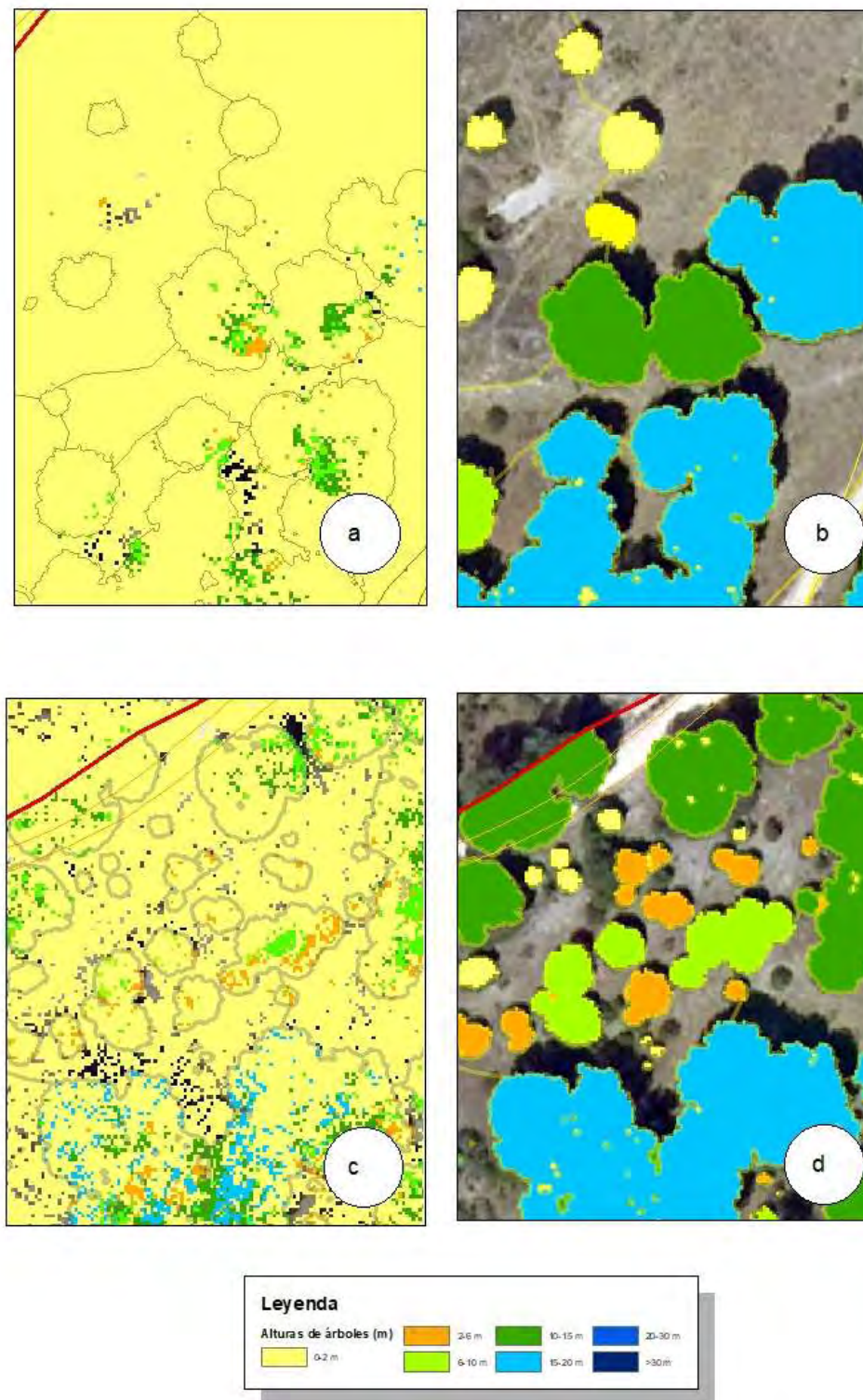


Figura 5.5. Proceso de obtención de alturas.

Finalmente, para asignar a cada polígono de árboles o mancha de árboles una altura, lo que se hace es ver el máximo de los puntos de las alturas LiDAR en cada polígono, usando el *Zonalstatistics* de ArcGis se aprecian en las **Fotografías 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4** y **Figura 5.6**.

Clases: Se decide, por las razones dadas en la descripción del procedimiento general, hacer una clasificación del arbolado en función de la altura: 0-2 m, 2-6m, 6-10m, 10-15m, 15-20m, 20-30m y >30 m. Véase las **Fotografías 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 y 5.9**.



**Figura 5.6. Proceso de asignación de clases en función del máximo de altura.** Fotos de la izquierda (a y c) zonas del área con sus alturas LiDAR, y en la derecha (b y d) clasificación asignada según el procedimiento descrito.

**Fotografía.5.5.** Que ilustra en la parte inferior de la fotografía, la clase arbolado < 2 metros y matorral de jaras disperso, y en el parte superior arbolado entre 15-20 m de altura.



**Fotografía.5.5.** Que ilustra en la parte inferior de la fotografía, la clase arbolado entre 2-6 m y en el parte superior arbolado entre 20-30 m de altura.



**Fotografía.5.7.** Que ilustra en la parte delantera la clase de arbolado entre 6-10 m y al fondo la clase de arbolado entre 10 -15 m.





**Fotografía.5.8.** Que ilustra en la parte delantera la clase de arbolado entre 10-15 m y al fondo la clase de arbolado entre 15 -20 m.



**Fotografía.5.9.** Que ilustra la clase de arbolado entre 20 y 30 m.



#### *5.1.2.2 Modelo digital del terreno*

En el apartado anterior se ha descrito como se generó el MDT partir de la nube de puntos usando el paquete de herramientas de LAsTools (Raster2DEM) a partir de la nube de datos clasificada como suelo (ground). Raster2dem lee los puntos LIDAR del formato LAS/LAZ (o algunos formato ASCII), los triangula temporalmente en un TIN y luego coloca el TIN en un DEM.

#### 5.1.2.2.1 Clasificación de las pendientes

El procesamiento de pendientes se realiza con la superficie de cada triángulo, que viene dada por el producto vectorial cruzado de los bordes de dos triángulos. La pendiente la hemos calculado en porcentaje la cual describe la relación entre el cambio de altura del normal de la superficie y el cambio de la distancia horizontal. Cada polígono resultante representa un rango de valores de pendiente basados en las rupturas de clasificación utilizadas al ejecutar la herramienta.

- ❖ Generamos a partir del MDT, resolución 5mx5m, las pendientes del terreno, usando *Spatial Analyst de ArcGIS* y las clasificamos en los siguientes intervalos:

- 0-5%
- 5-10%
- 10-20%
- 20-30%
- >30%.

#### 5.1.2.3 Mapas de capacidad de uso urbano – Escenarios

Se presentan en primer lugar los escenarios posibles y luego calcularemos optimizando el número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) que cabrían en cada uno de ellos.

Ejemplo: en el Escenario 1, de capacidad de uso urbano incluiría los lugares donde hay:

Pasto + (suelo o matorral <2) + **arbolado < 6 m** y de ahí nos quedamos SOLO con los emplazamientos que tengan una **pendiente menor al 10% y no tengan roca**. Para el resto de escenarios el razonamiento es similar, y lo que va cambiando es la altura del arbolado límite y la pendiente que nos hemos marcado como límites.

- Escenarios 1: Pte<10% y arbolado <6 m
- Escenarios 2: Pte<10% y arbolado <10 m
- Escenarios 3: Pte<10% y arbolado < 15 m
- Escenarios 4: Pte<20% y arbolado <6 m
- Escenarios 5: Pte<20% y arbolado <10 m

- ❖ Para llegar al resultado, operamos primero con el mapa de pendientes clasificado en las pendientes : 0-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30%, >30%. Crearemos distintos escenarios, asignando valor 1 cuando sea posible y 0 cuando no sea posible (reclasificando la información).
  - Se puede construir cuando la pendiente es menor 10%.
    - ✓ Escenarios 1, 2 y 3.
  - Se puede construir cuando la pendiente es menor 20%.
    - ✓ Escenarios 4 y 5.
  
- ❖ A esto le quitamos (con una máscara, *Extract by mask de ArcGIS*) la información de usos del suelo y de clasificación del arbolado:
  - No se puede construir, en lugares donde haya **roca y árboles mayores 6 m.**
    - ✓ Escenarios 1,4.
  - No se puede construir, en lugares donde haya **roca y árboles mayores 10 m.**
    - ✓ Escenarios 2,5.
  - No se puede construir, en lugares donde haya **roca y árboles mayores 15 m.**
    - ✓ Escenario 3.

#### 5.1.2.3.1 Cálculo de parcelas

Para dar un número orientativo de parcelas que se prestan a urbanizar considerando las restricciones existentes se va a proceder extendiendo una malla de (1000 m<sup>2</sup>) a lo largo de toda la zona de estudio, y se va a clasificar cada parcela según este criterio:

- Del 100 al 80 % de los píxeles de la parcela, presenta vegetación que se presta al cambio de uso. Parcelas con capacidad de uso urbano alta: A.
- Del 80 al 60 % de los píxeles de la parcela, presenta vegetación que se presta al cambio de uso. Parcelas con capacidad de uso urbano media: B.
- Del 60 al 40 % de los píxeles de la parcela, presenta vegetación que se presta al cambio de uso. Parcelas con capacidad de uso urbano bajo: C
- Del 20 al 40 % de los píxeles de la parcela, presenta vegetación que se presta al cambio de uso. Parcelas con capacidad de uso urbano muy bajo: D

## 5.2 RESULTADOS

A continuación, se comentan en tablas los resultados obtenidos para nuestra zona de estudio y se presentan en planos.

### 5.2.1 CARTOGRAFÍA DE LA VEGETACIÓN

#### 5.2.1.1 Segmentación

CLASE	Número de polígonos
Arbolado	1311
Suelo y matorral <2 m	18023
Pasto	2
Roca	114

Tabla 5.1. Número de polígonos en los que ha quedado dividida la imagen al ser segmentada.

La imagen ha sido segmentada (dividida en polígonos) resultando el número que se muestra en la **Tabla 5.1**. Véase en los anexos el **Plano 2. Ortofoto**.

#### 5.2.1.2 Clasificación del terreno

CLASE	Superficie (ha)
Arbolado	39,79
Suelo y matorral <2 m	39,45
Pasto	3,89
Roca	3,21
Caminos y veredas	3,03
Total	89,4

Tabla 5.2. Superficie (ha) ocupada por cada clase de usos de suelo.

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.2**. Véase en los anexos, el **Plano 5. Plano de usos del suelo**



### 5.2.1.3 Clasificación del arbolado

Altura del arbolado (m)	Superficie (ha)
0-2	1,17
2-6	1,49
6-10	3,75
10-15	16,13
15-20	15,80
20-30	0,89
>30	0,55
<b>Total</b>	<b>39,42</b>

Tabla 5.3. Superficie (ha) ocupada por cada clase de altura de arbolado.

La información del terreno ha sido procesada, clasificada y validada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.3**.

Consúltese los anexos, el **Plano 6. Plano de alturas LiDAR**.

Véase en los anexos, el **Plano 7. Plano de alturas de árboles**.

## 5.2.2 MODELO DIGITAL DEL TERRENO

### 5.2.2.1 Clasificación de pendientes

Pendiente (%)	Superficie (m <sup>2</sup> )
0-5	60.450,25
5-10	147.171,00
10-20	281.425,00
20-30	189.482,50
>30	221.661,75

Tabla 5.4. Superficie (ha) ocupada por cada rango de pendiente.

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.4**. Véase en los anexos, el **Plano 3. Plano de pendientes**

### 5.2.3 MAPAS DE CAPACIDAD DE USO URBANO DEL TERRENO

Se presentan en primer lugar los escenarios posibles y luego calcularemos optimizando el número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) que cabrían en cada uno de ellos.

#### 5.2.3.1 Primer escenario: Pte <10% y arbolado <6 m

A la superficie de suelo y matorral < 2 metros (39,45 ha) y se le une la de pasto (3,89 ha) y la superficie del arbolado < de 6 metros. De dicha superficie solamente NOS QUEDAMOS con los lugares de pendiente < 10% y que NO tengan roca. Así resulta:

CLASE	Superficie (ha)	Superficie (ha) con pte<10%
arbolado <6 m	1,17+1,49+= 2,66 ha	10,60 ha
suelo y matorral < 2 metros	39,45 ha	
Pasto	3,89 ha	
Total	46,00 ha	

Tabla 5.5. Superficie (ha) y número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) en el escenario 1.

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.5**. Véase en los anexos, el **Plano 8. Plano: Escenario 1**, donde se muestra los lugares donde se localizaría dicho escenario.

#### 5.2.3.2 Segundo escenario: Pte<10% y arbolado <10 m

CLASE	Superficie (ha)	Superficie (ha) con pte<10%
arbolado <10 m	1,17+1,49+3,75= 6,41 ha	11,53 ha
suelo y matorral < 2 metros	39,45 ha	
Pasto	3,89 ha	
Total	49,75 ha	

Tabla 5.6. Superficie (ha) y número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) en el escenario 2.

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.6**. Véase en los anexos, el **Plano 9. Plano: Escenario 2**.

## 5.2.3.3 Tercer escenario: Pte&lt;10% y arbolado &lt;15 m

CLASE	Superficie (ha)	Superficie (ha) con pte<10%
arbolado <15 m	1,17+1,49+3,75+16,13= 22,54 ha	14,12 ha
suelo y matorral < 2 metros	39,45 ha	
Pasto	3,89 ha	
Total	55,88 ha	

Tabla 5.7. Superficie (ha) y número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) en el escenario 3.

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.7**. Véase en los anexos, el **Plano 10. Plano: Escenario 3**.

## 5.2.3.4 Cuarto escenario: Pte&lt;20% y arbolado &lt;6 m

CLASE	Superficie (ha)	Superficie (ha) con pte<20%
arbolado <6 m	1,17+1,49= 2,66 ha	25,24 ha
suelo y matorral < 2 metros	39,45 ha	
Pasto	3,89 ha	
Total	46,00 ha	

Tabla 5.8. Superficie (ha) y número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) en el escenario 4.

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.8**. Véase en los anexos, el **Plano 11. Plano: Escenario 4**.

## 5.2.3.5 Quinto escenario: Pte&lt;20% y arbolado &lt;10 m

CLASE	Superficie (ha)	Superficie (ha) con pte<20%
arbolado <10 m	1,17+1,49+3,75= 6,41 ha	27,11 ha
suelo y matorral < 2 metros	39,45 ha	
Pasto	3,89 ha	
Total	49,75 ha	

Tabla 5.9. Superficie (ha) y número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) en el escenario 5.

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.9**. Véase en los anexos, el **Plano 12. Plano: Escenario 5**.

#### 5.2.3.6 Resumen de los escenarios

ESCENARIO		Superficie (ha) (sin considerar la pte)	Superficie (ha)
<b>Escenario 1</b>	Pte<10% y arbolado <6 m	46,00 ha	10,60 ha
<b>Escenario 2</b>	Pte<10% y arbolado <10 m	49,75 ha	11,53 ha
<b>Escenario 3</b>	Pte<10% y arbolado <15 m	55,88 ha	14,12 ha
<b>Escenario 4</b>	Pte<20% y arbolado < 6 m	46,00 ha	25,24 ha
<b>Escenario 5</b>	Pte<20% y arbolado < 10 m	49,75 ha	<b>27,11 ha</b>

**Tabla 5.9. Superficies (ha) y número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) en todos los escenarios.**

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.9**. Véase en los anexos, los **Planos 13** y en detalle **Planos 8,9,10,11, 12**.

#### 5.2.3.7 Sexto escenario: Pte<20% , arbolado <10 m y restricciones florísticas.

De todos los posibles escenarios, a continuación, analizaremos en detalle el escenario que nos deja más superficie, el escenario 5, ahora teniendo en cuenta también la restricción de los hábitats florísticos y calcularemos el número de parcelas que se podrían construir (1000 m<sup>2</sup>) en función de su distinta capacidad de uso urbano.

Repasamos las características del **ESCENARIO 6**, que comprende los lugares donde:

- **Pendiente < 20%.**
- **Arbolado es menor de 10 m.**
- **No existen afloramientos rocosos.**
- **No existen los hábitats florísticos de interés**

La información del terreno ha sido procesada y clasificada resultando las superficies que se muestran en la **Tabla 5.10**. Véase en los anexos, el **Plano 14: Escenario 6, con restricciones florísticas** y el **Plano.15. Plano de parcelas en función de su capacidad para el uso urbano**.

ESCENARIO 6	Superficie (ha)	Superficie útil (ha) (quitando todas las restricciones: roca, pte<20% y hábitat florístico)	Número de parcelas
Arbolado <10 m	1,17+1,49+3,75= 6,41 ha	27,11 ha	TIPO A: 15 TIPO B: 46 TIPO C: 145 TIPO D: 256
Suelo y matorral < 2 metros	39,45 ha		
Pasto	3,89 ha		
Hábitats florísticos	- 4,01 ha		
Total	45,74 ha	23,41 ha	

Tabla 5.10. Superficie (ha) y número de parcelas (1000 m<sup>2</sup>) en función de su capacidad de uso urbano:

A (alta), B (media), C (baja) y D(muy baja) del escenario 6.

Número TOTAL de parcelas de 1000 m<sup>2</sup>:

- \* Parcelas de tipo A (alta capacidad de uso urbano) = 15
- \* Parcelas de tipo B (media capacidad de uso urbano) = 26
- \* Parcelas de tipo C (baja capacidad de uso urbano) = 145
- \* Parcelas de tipo D (muy baja capacidad de uso urbano) = 186

La creación de las parcelas con una malla es una aproximación, hace que algunas partes adecuadas contiguas de las parcelas pueden quedar fuera. Las 186 parcelas se podrían ampliar y modificar su trazado y geometría, complementando con las 286 parcelas Tipo D.

Para la delimitación final de parcelas de viviendas, se necesitaría una delimitación pormenorizada en campo, aunque este mapa proporciona una primera información muy importante para cuantificar y situar donde estarían los lugares viables.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- ABELLO, R.P.; RIVAS-MARTÍNEZ, S.; GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; LEVASSOR, C. & DÍAZ PINEDA, F. 1980. Comunidades de pastizal del Monte de El Pardo. *Studia oecologica* II: 59-90. Salamanca.
- BARTOLOMÉ, C.; ÁLVAREZ, J.; COSTA, M.; CASERMEIRO M.A.; GIRALDO, J. & ZAMORA, J. 2005. *Los tipos de hábitats de interés comunitario de España. Guía básica*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- B.O.C.M. nº 54, 1991, de 5 de marzo: 2-7. Ley 2/1991, de 14 de febrero, para la Protección y Regulación de la Fauna y Flora Silvestre en la Comunidad de Madrid.
- B.O.C.M. nº 65, 2017, de 17 de marzo: 64-280. Decreto 26/2017, de 14 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se declara la zona especial de conservación “Cuencas de los ríos Alberche y Cofio” y se aprueban su plan de gestión y el de la zona de especial protección para las aves “Encinares del río Alberche y río Cofio”.
- CABELLO, J.; MORATA D.; OTTO, R.; & FERNÁNDEZ PALACIOS, J.M. 2009. *5330 Matorrales termomediterráneos, matorrales suculentos canarios (macaronésicos) dominados por Euphorbias endémicas y nativas y tomillares semiáridos dominados por plumbagináceas y quenopodiáceas endémicas y nativas*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 170 p.
- CAMACHO, A.; BORJA, C.; VALERO-GARCÉS, B.; SAHUQUILLO, M.; CIRUJANO, S.; SORIA, J.M.; RICO, E.; DE LA HERA, A.; SANTAMANS, A.C.; GARCÍA DE DOMINGO, A.; CHICOTE, A. & GOSÁLVEZ, R.U. 2009. *3170\* Lagunas y charcas temporales mediterráneas (\*)*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 87 p.
- CASTROVIEJO, S. et al., 1986-2020. *Flora iberica*. CSIC, Madrid.
- COMISIÓN EUROPEA, 1992. *Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres*. Comisión Europea, Bruselas.
- COMISIÓN EUROPEA 2003. *Manual de interpretación de los hábitats de la unión europea*. Eur 25. DG de Medioambiente, Naturaleza y Biodiversidad.
- DÍAZ, M. & PULIDO, F.J. 2009. *6310 Dehesas perennifolias de Quercus spp.* En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 69 p.

- FERNÁNDEZ PRIETO, J.A. & DÍAZ GONZÁLEZ, T.E. 2003. La clasificación de los hábitats naturales de la Unión Europea y la Directiva Hábitats. Las formaciones leñosas altas atlánticas ibéricas. *Naturalia Cantabricae* 2: 25-32.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; MOREY, M. & VELASCO, F. 1969. Influence of *Quercus ilex* rotundifolia on the herb layer at the El Pardo forest (Madrid). A multivariable approach to community structure, diversity and environmental factors. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)* 67: 265-284. Madrid.
- HERAS PÉREZ, M.A.; MUÑOZ ÁLVAREZ, J.M.; QUIJADA MUÑOZ, J. & MOREIRA MADUEÑO, J.M. 2009. Análisis de los hábitats de interés comunitario en el entorno de Doñana. *Lazaroa* 30: 133-143.
- IZCO, J. 1972. Coscojares, romerales y tomillares de la provincia de Madrid. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 29: 70-108.
- IZCO, J. 1979. La flora y vegetación del monte de El Pardo y de la Casa de Campo. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)* 77: 101-116.
- LÓPEZ JIMÉNEZ, N. 2007. *Las plantas vasculares de la Comunidad de Madrid*. Tesis doctoral, Facultad Biología, UCM y Jardín Botánico de Madrid, CSIC.
- MARTÍN, J.; CIRUJANO, S.; MORENO, M.; PERIS, J.B. & STÜBING, G. 2003. *La vegetación protegida en Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- MMA. 2006. *Catálogo nacional de Especies amenazadas. Listado de Taxones por Categorías de Amenaza*. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad. Dirección General para la Biodiversidad.
- MOLINA ABRIL, J.A. 1996. Sobre la vegetación de los humedales de la Península Ibérica (1. Phragmiti-Magnocaricetea). *Lazaroa* 16: 27-88.
- MOLINA ABRIL, J.A. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1988. Sobre la presencia de la coscoja (*Quercus coccifera* L.) en el Monte de El Pardo. *Lazaroa* 19: 169-171.
- MOLINA ABRIL, J.A. & PERTÍÑEZ IZQUIERDO, C. 1997. Aspectos fitogeográficos del género *Glyceria* R. Br. (Poaceae) en la Península Ibérica. *Studia Botanica* 16: 59-81.
- MONTESINOS, D. & GARCÍA, D., 2009. 5210 *Matorrales arborescentes de Juniperus spp.*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 52 p.
- PEINADO LORCA, M. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. (eds.): *La vegetación de España*. Ser. Publ. Univ. Alcalá de Henares.
- PÉREZ-ALBERTI, A. & LÓPEZ-BEDOYA, J. 2009. 8220 *Laderas y salientes rocosos silíceos con vegetación casmofítica*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 30 p.
- POZO PEÑALBA, J.M. 2006. Los prados y pastizales españoles en la Directiva Hábitats (92/43/CEE). *Foresta* 32: 74-83.



- QUESADA, J.; VALLE, F. & SALAZAR, C. 2009. El paisaje vegetal ripario del río Guadalentín (Jaén-Granada, sureste de España): bases para la gestión y la conservación del medio natural. *Lazaroa* 30: 119-132.
- REINÉ VIÑALES, R. 2009. *6510 Prados de siega de montaña (Arrhenatherion)*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 60 p.
- RÍOS, S. & SALVADOR, F. 2009. *6220 Pastizales xerofíticos mediterráneos de vivaces y anuales (\*)*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 88 p.
- RIVAS GODAY, S. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1963. *Estudio y clasificación de los pastizales españoles*. Publ. Ministerio Agricultura. Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & IZCO, J. 1977. Sobre la vegetación terofítica subnitrofila Mediterránea (*Brometalia rubenti-tectori*). *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 34(1): 365-381.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; SÁNCHEZ-MATA, D. & PIZARRO, J. 1990. Vegetación de la Sierra de Guadarrama. *Itinera Geobotánica* 4: 3-132.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSÁ, M. & PENAS, A. 2001. Syntaxonomical checklist of the vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica* 14: 5-341.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSÁ, M. & PENAS, A. 2002a. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part I. *Itinera Geobotanica* 15(1): 5-432.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSÁ, M. & PENAS, A. 2002b. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part II. *Itinera Geobotanica* 15(2): 433-922.
- RODÀ, F.; VAYREDA, J. & NINYEROLA, M. 2009. *9340 Encinares de Quercus ilex y Quercus rotundifolia*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 94 p.
- SAN MIGUEL, A. 2001. *Pastos naturales españoles. Caracterización, aprovechamiento y posibilidades de mejora*. Ed. Conde del Valle de Salazar, Mundi-Prensa y E.T.S.I.M. de Madrid. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. 2003. *Gestión silvopastoral y conservación de especies y espacios protegidos*. Actas XLIII Reunión científica de la SEEP, Granada.
- SAN MIGUEL, A. 2003. *Manual de buenas prácticas de gestión en fincas de monte mediterráneo de la Red Natura 2000*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- SAN MIGUEL, A. 2009. *6420 Comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas*. En VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de

- interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 54 p.
- UICN 2001. *Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN: versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- VICENTE ORELLANA, J.A. 2004. *Estudio comparativo de los usos de dos territorios (España/Portugal) mediante estudio fitosociológico de la vegetación*. Memoria Tesis Doctoral, Universidad CEU-San Pablo, Madrid.
- VICENTE ORELLANA, J.A. & GALÁN DE MERA, A. 2007. *Caracterización florística y de la vegetación de las charcas de “El Baldío”: Una estrategia para la conservación de humedales artificiales*. Fundación Global Nature.
- VVAA 2007. *Plan de gestión de las charcas ganaderas de la finca “El Baldío”*. Fundación Global Nature.
- VVAA 2009. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Dir. Gral. de Medio Natural. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- VV.AA. 2009. *8230 Roquedos silíceos con vegetación pionera del Sedo-Scleranthion o del Sedo albi-Veronicion dillenii*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 22 p.

## 7 ANEXOS

Listado de planos que se presentan en el presente estudio:

Plano.1. Plano de situación.

Plano.2. Plano Ortofoto.

Plano.3. Plano de pendientes.

Plano.4. Plano de Hábitats de interés.

Plano.5. Plano de usos del suelo.

Plano.6. Plano de alturas LiDAR.

Plano.7. Plano de alturas de árboles.

Plano.8. Plano: Escenario 1.

Plano.9. Plano: Escenario 2.

Plano.10. Plano: Escenario 3.

Plano.11. Plano: Escenario 4.

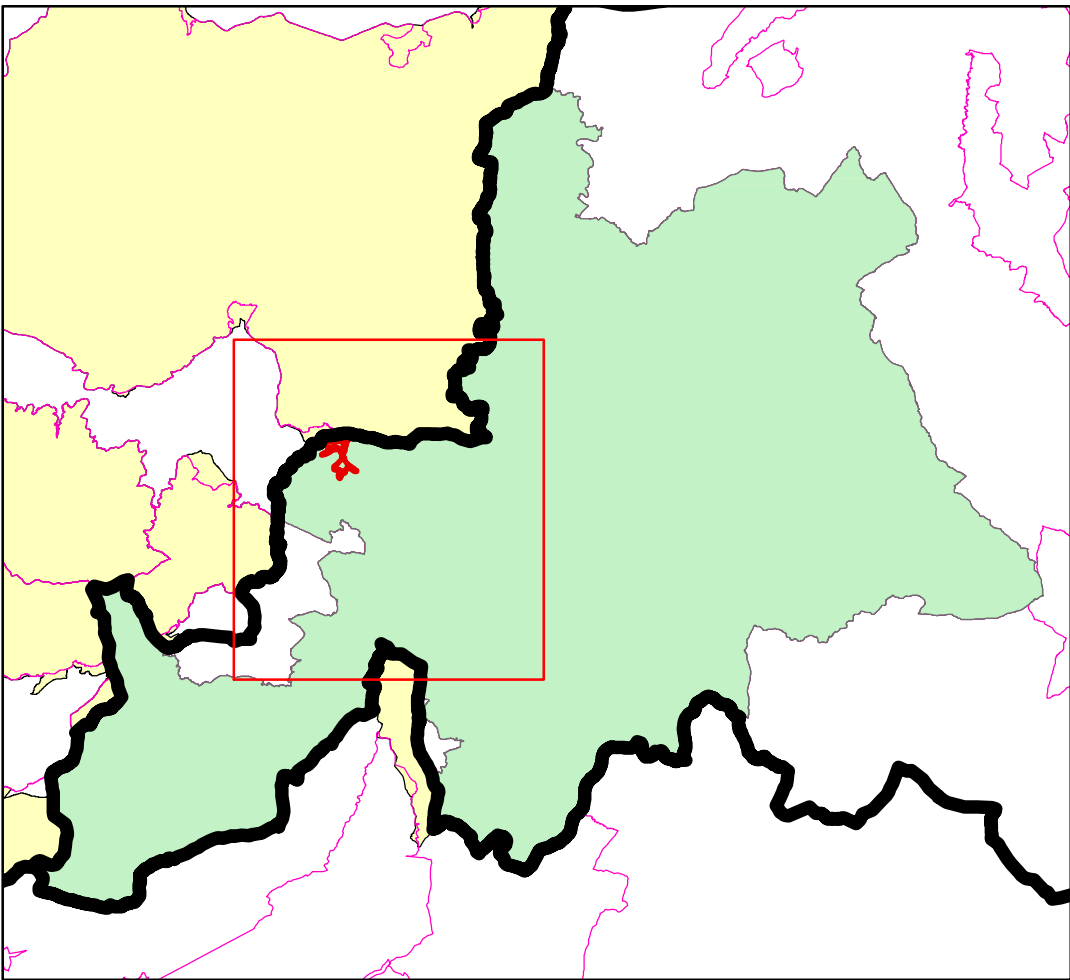
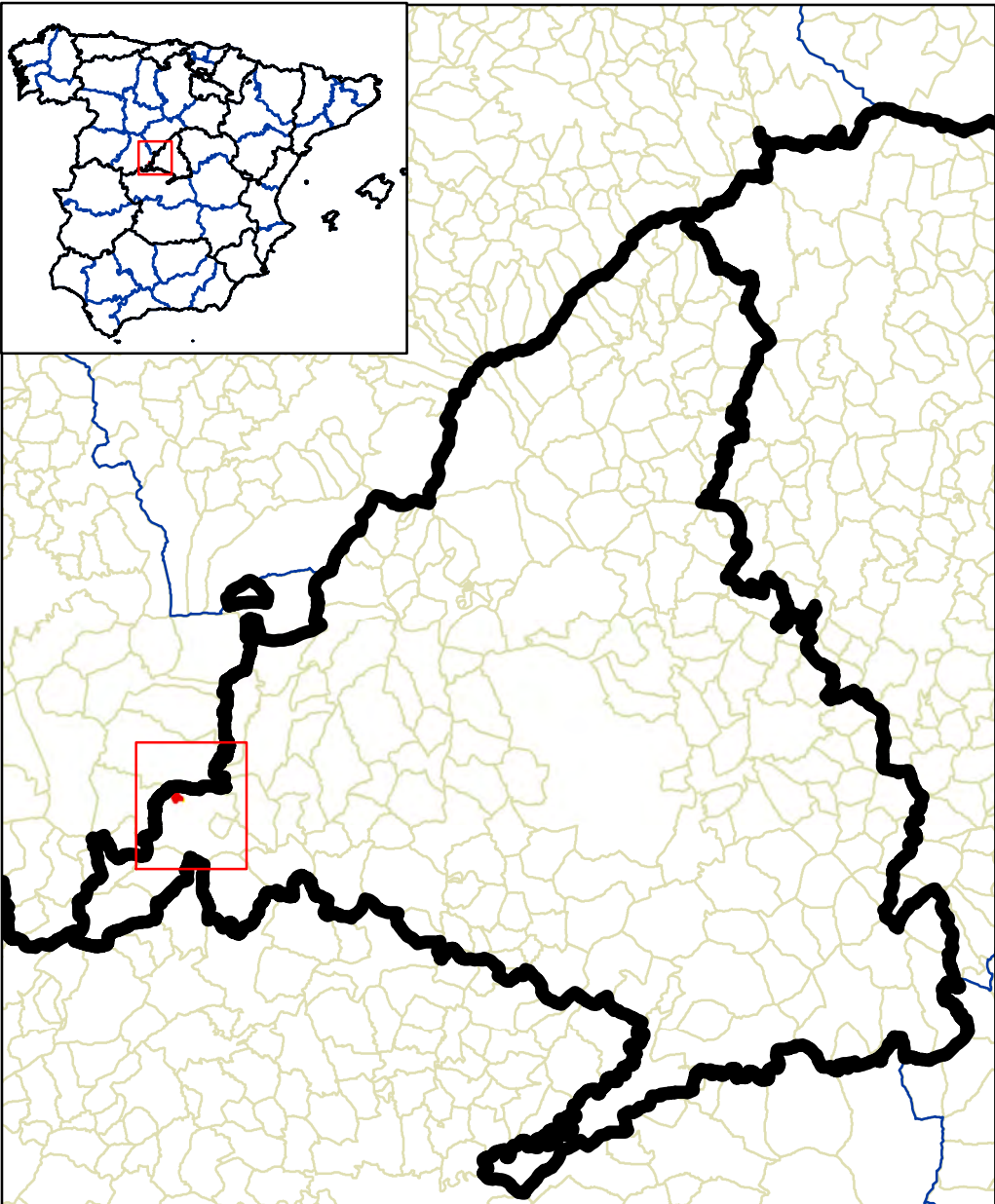
Plano.12. Plano: Escenario 5.

Plano.13. Plano: Todos los escenarios.

Plano.14. Plano: Escenario 6, con restricciones florísticas.

Plano.15. Plano de parcelas en función de su capacidad de uso urbano





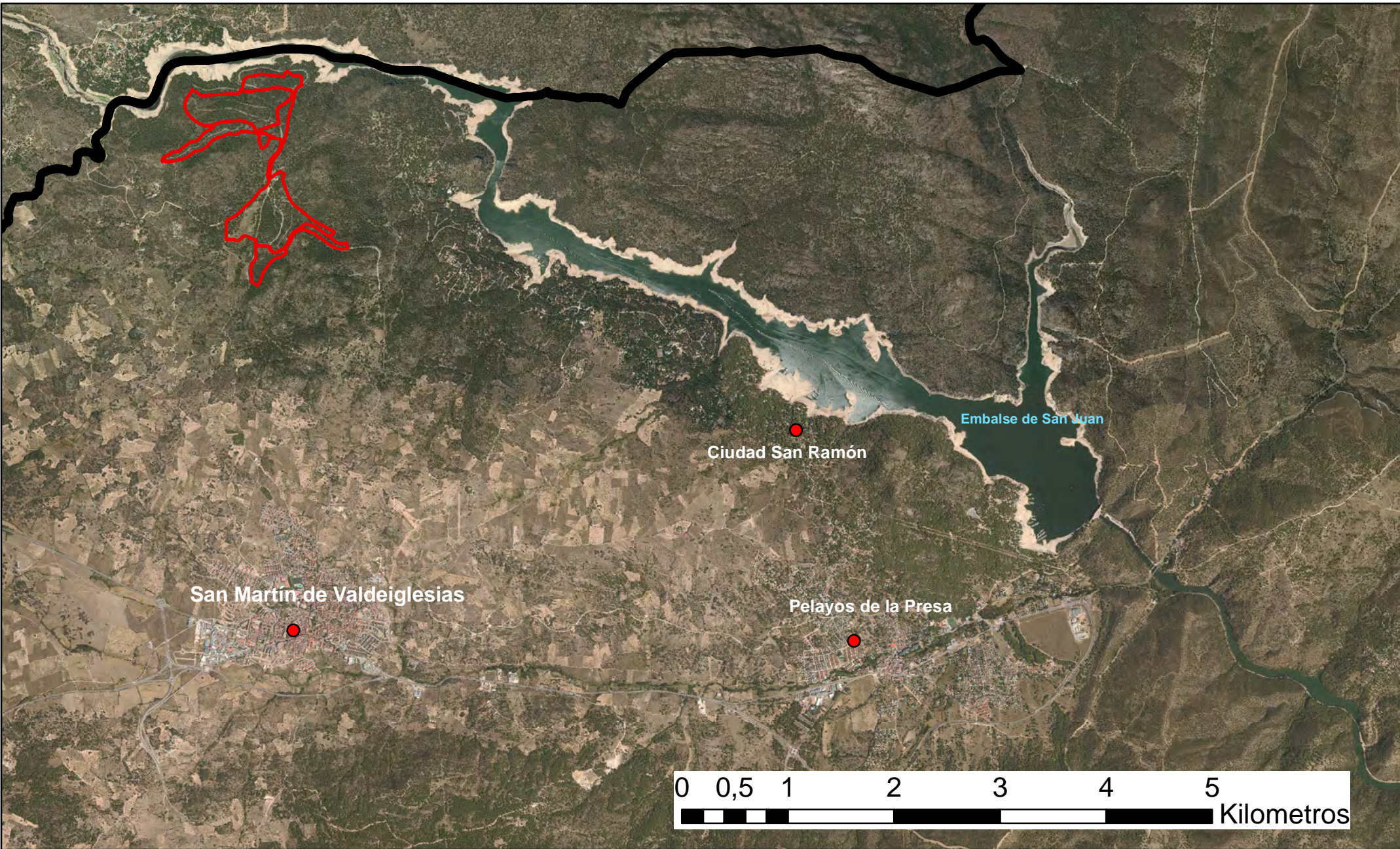
# Leyenda



Zona de estudio



ZEPA\_ LIC \_rio Alberche y Cofio



COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

DIN A3

Escala  
1:8000

Plano número

1

## PLANO DE SITUACIÓN



Promotor :

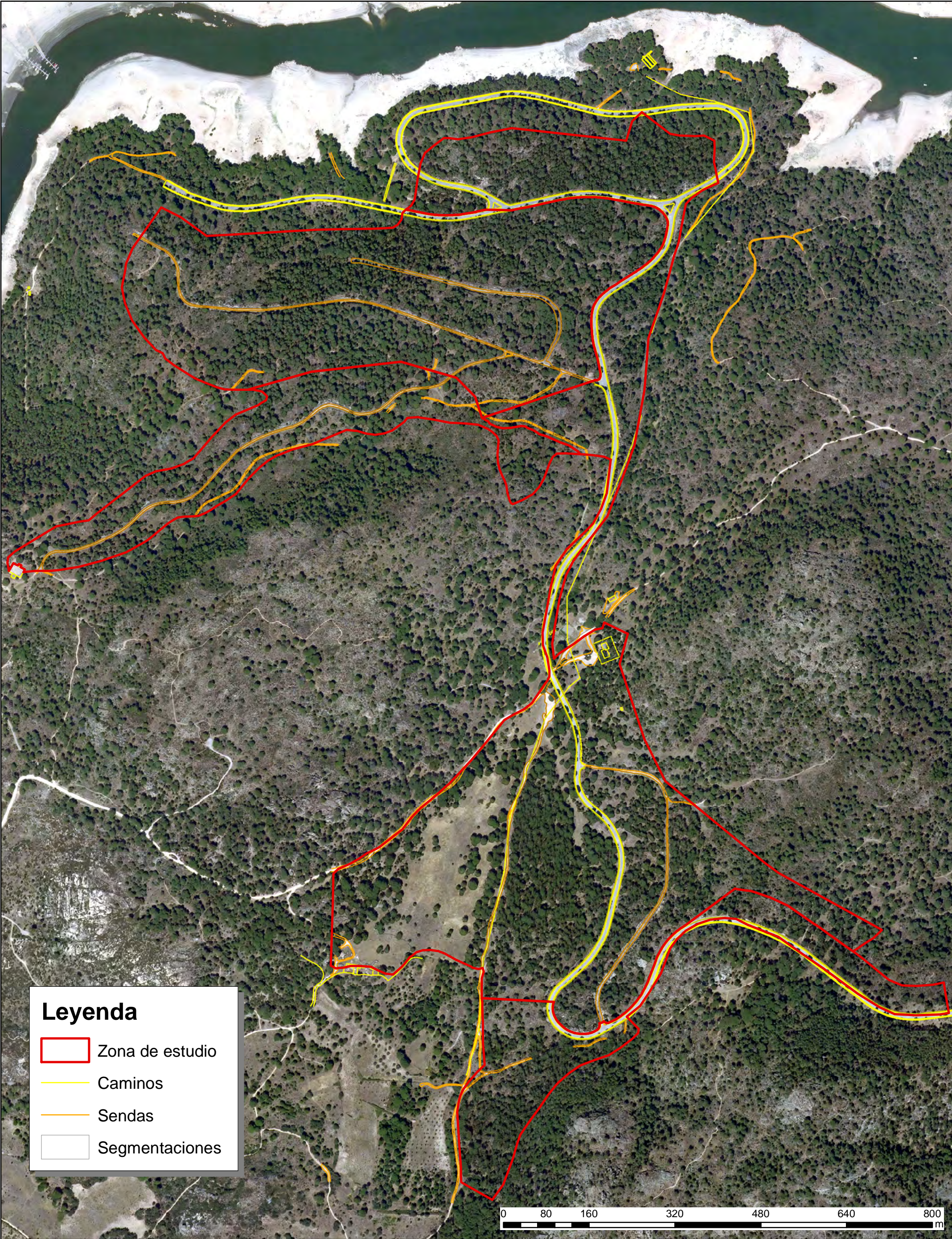
Cliente :

Fecha:





25/10/2020

Firmado





**Leyenda**

-  Zona de estudio
-  Caminos
-  Sendas
-  Segmentaciones



COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

DIN A3      Escala  
1:8000

Plano número  
**2**

**PLANO DE LA ORTOFOTO**



Promotor :

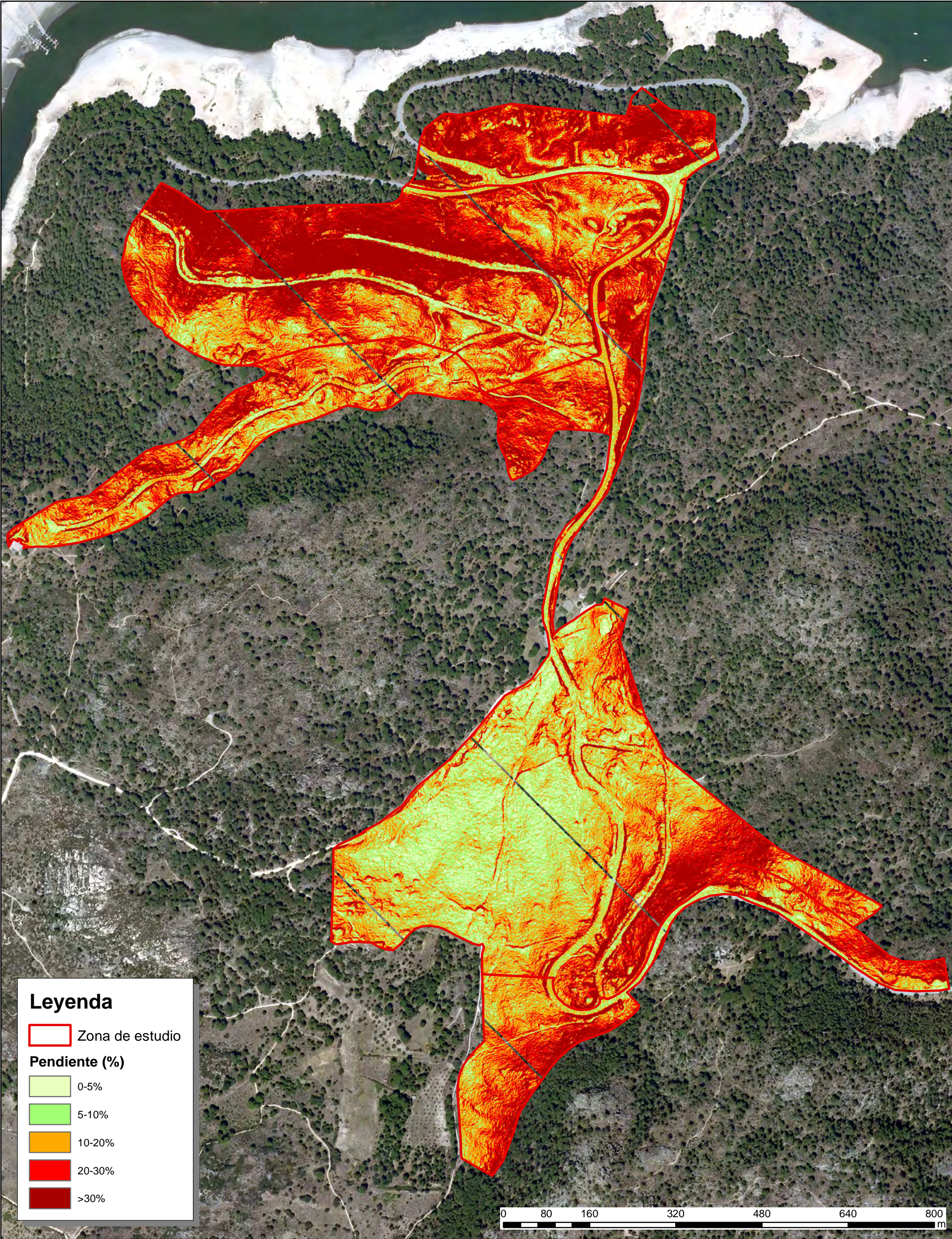
Firmado

Cliente :

Fecha:

25/10/2020





**Leyenda**

Zona de estudio

**Pendiente (%)**

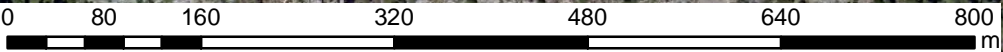
0-5%




5-10%

10-20%

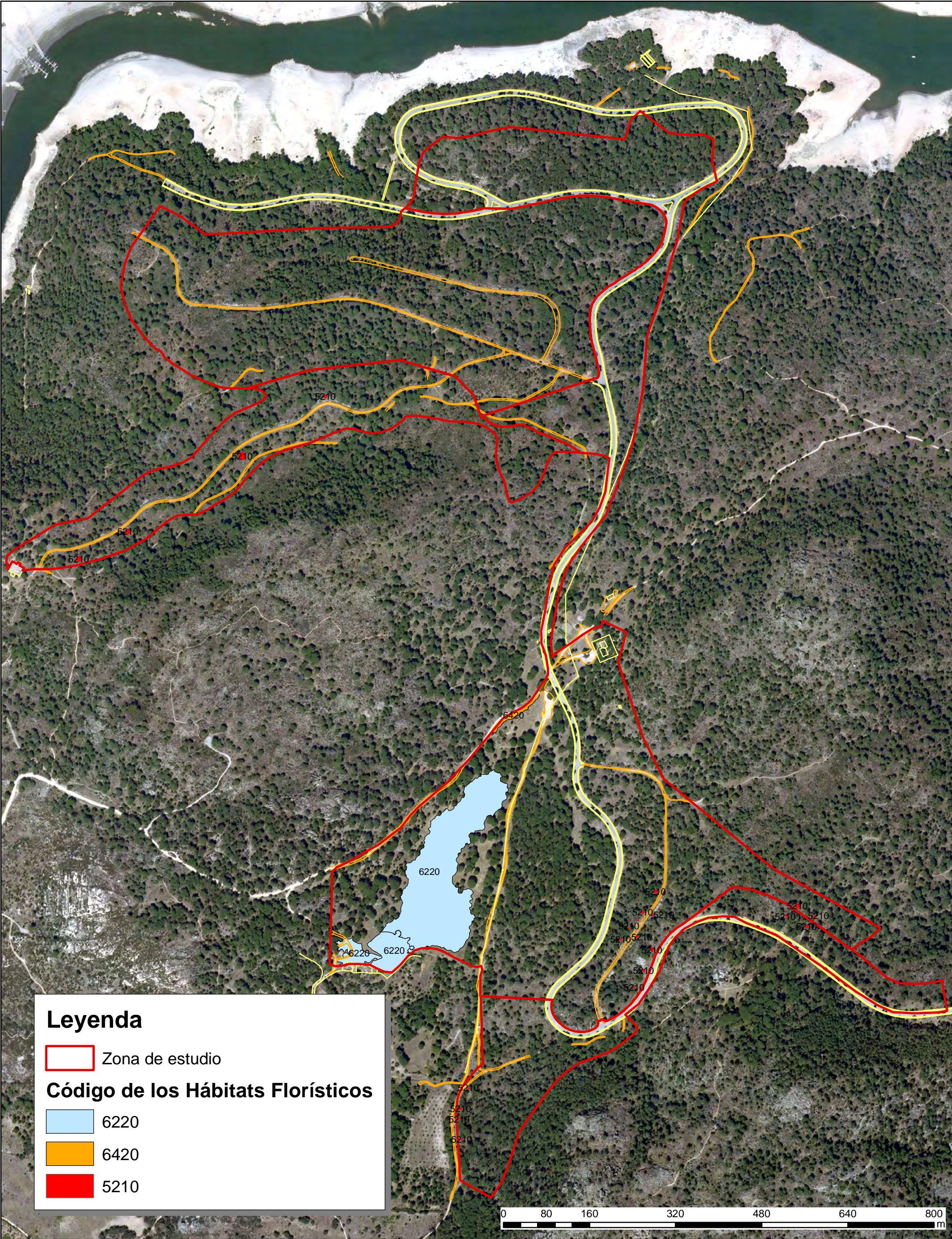
20-30%

>30%




 		COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89	Plano número <b>3</b>	<b>PLANO DE PENDIENTES</b>		
DIN A3		Escala 1:8000	Promotor :	Firmado		
Cliente :			Fecha:	25/10/2020		





**Leyenda**

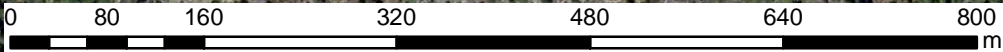
 Zona de estudio

**Código de los Hábitats Florísticos**

 6220

 6420

 5210



COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

DIN A3      Escala 1:8000

Plano número  
**4**

**PLANO DE HABITATS**



Promotor :

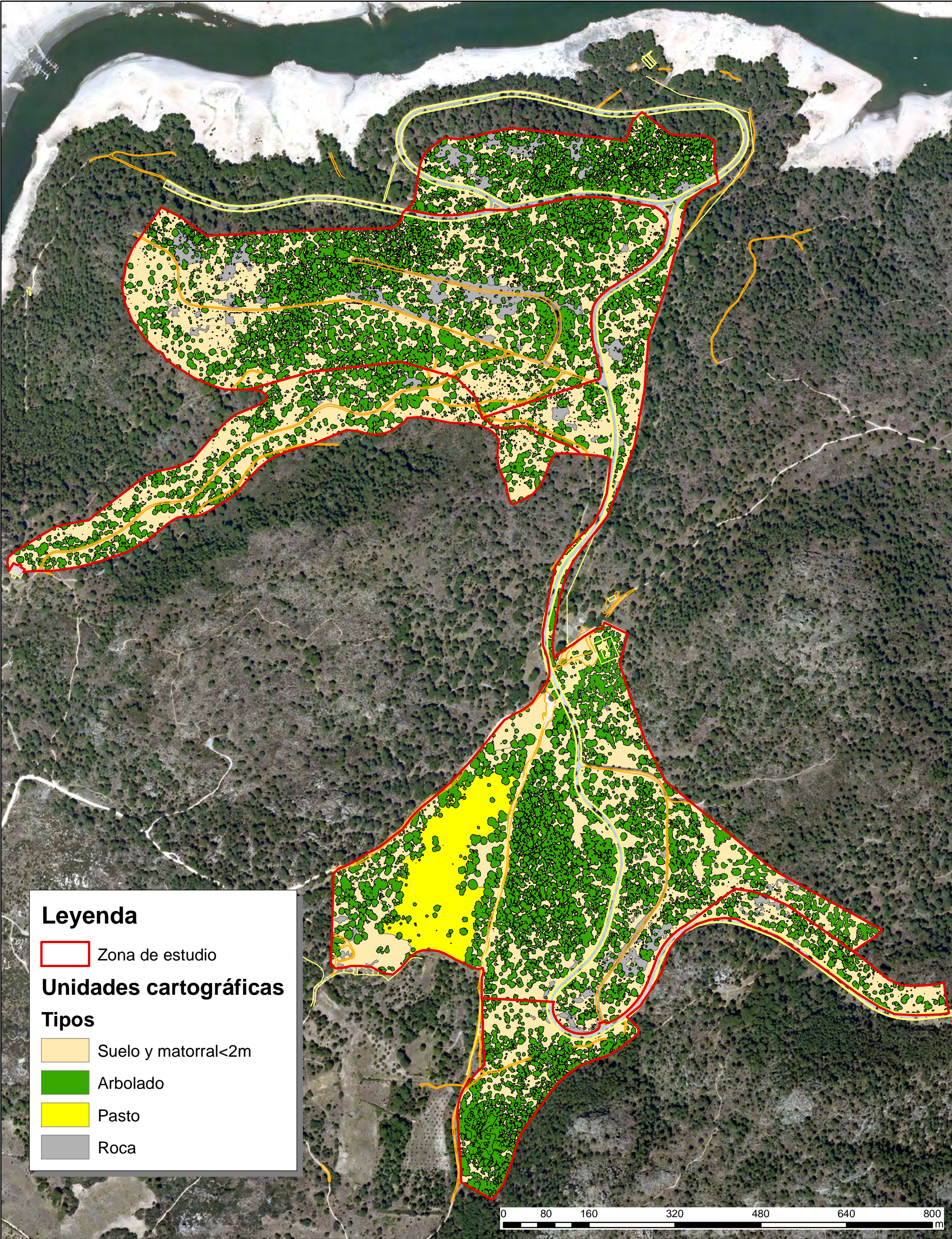
Firmado

Cliente :


Fecha:

25/10/2020





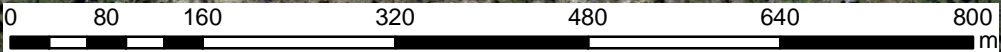
**Leyenda**

 Zona de estudio

**Unidades cartográficas**

**Tipos**

-  Suelo y matorral<2m
-  Arbolado
-  Pasto
-  Roca



COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

DIN A3      Escala 1:8000

Plano número  
**5**

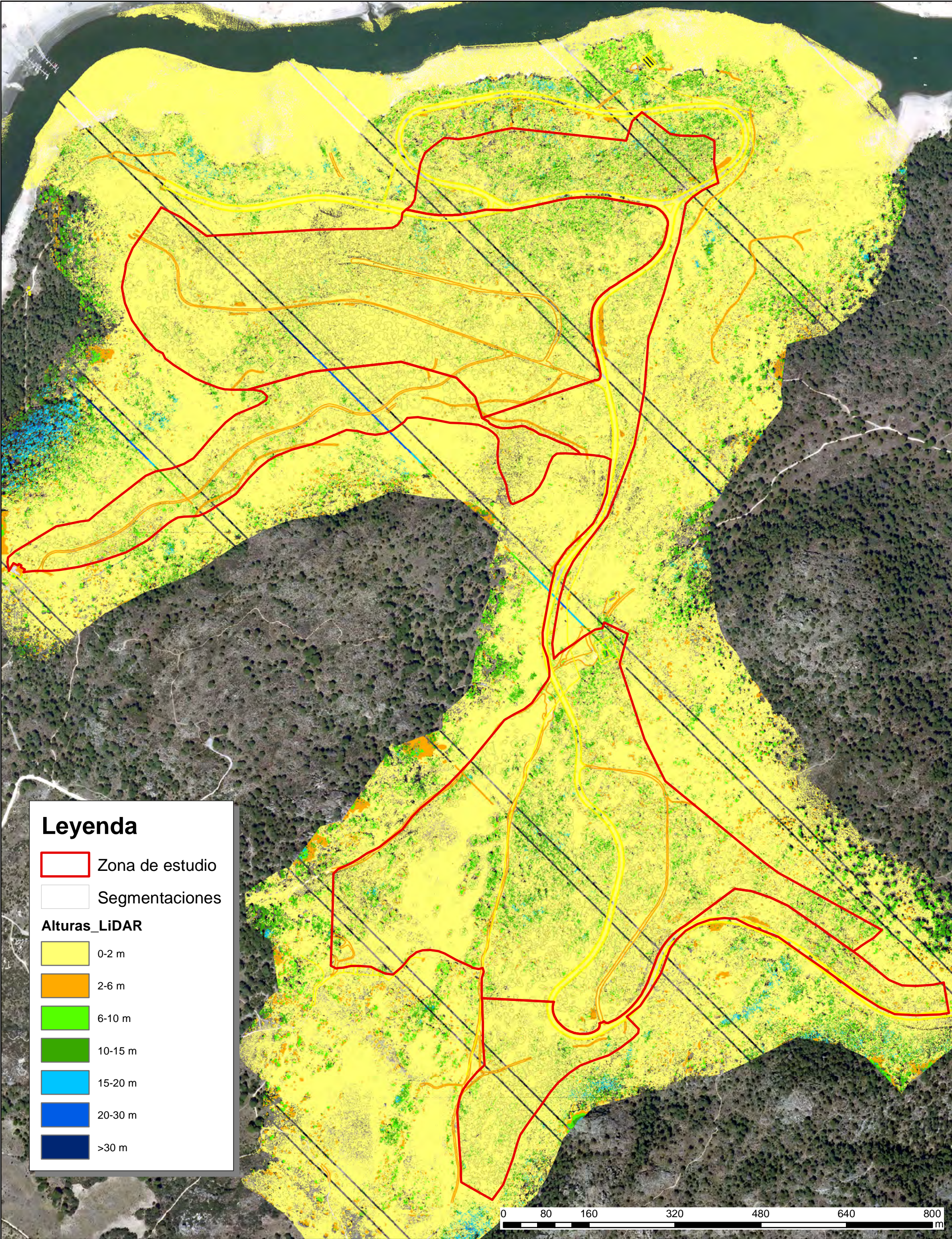
**PLANO DE USOS DEL SUELO**





Promotor :  
Cliente :  
Fecha: 25/10/2020

Firmado





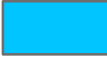
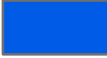





**Leyenda**

-  Zona de estudio
-  Segmentaciones

**Alturas\_LiDAR**

-  0-2 m
-  2-6 m
-  6-10 m
-  10-15 m
-  15-20 m
-  20-30 m
-  >30 m

0 80 160 320 480 640 800 m



COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

DIN A3 Escala 1:8000

Plano número 6

**PLANO DE ALTURAS LiDAR**



Promotor :

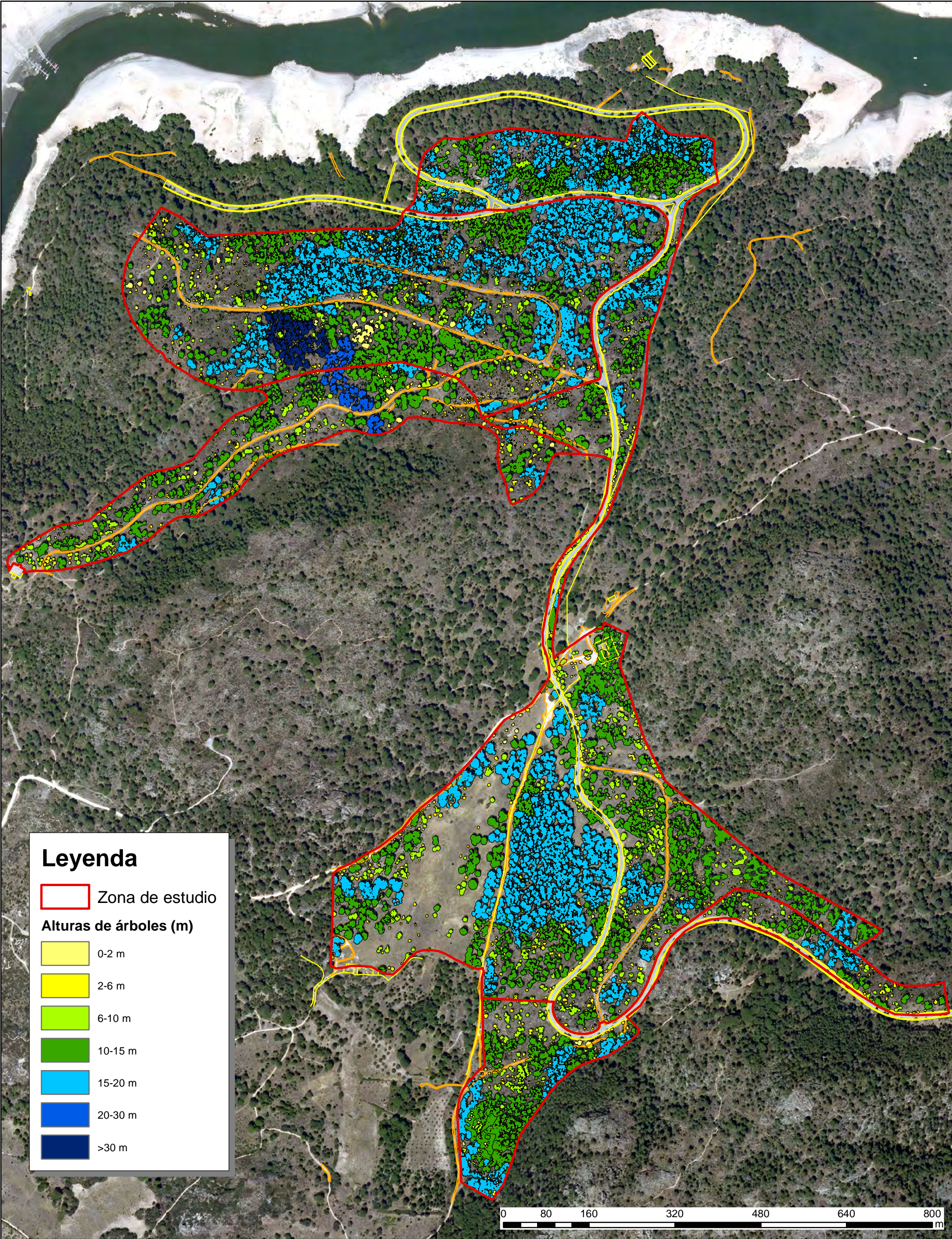
Firmado

Cliente :


Fecha:

25/10/2020

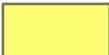










**Leyenda**

 Zona de estudio

**Alturas de árboles (m)**

-  0-2 m
-  2-6 m
-  6-10 m
-  10-15 m
-  15-20 m
-  20-30 m
-  >30 m

0 80 160 320 480 640 800 m



COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

DIN A3

Escala  
1:8000

Plano número

7

**PLANO DE ALTURAS DE LOS ÁRBOLES**



Promotor :

Firmado

Cliente :

Fecha:

25/10/2020

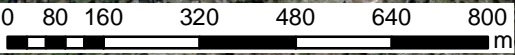







# Leyenda

Zona de estudio

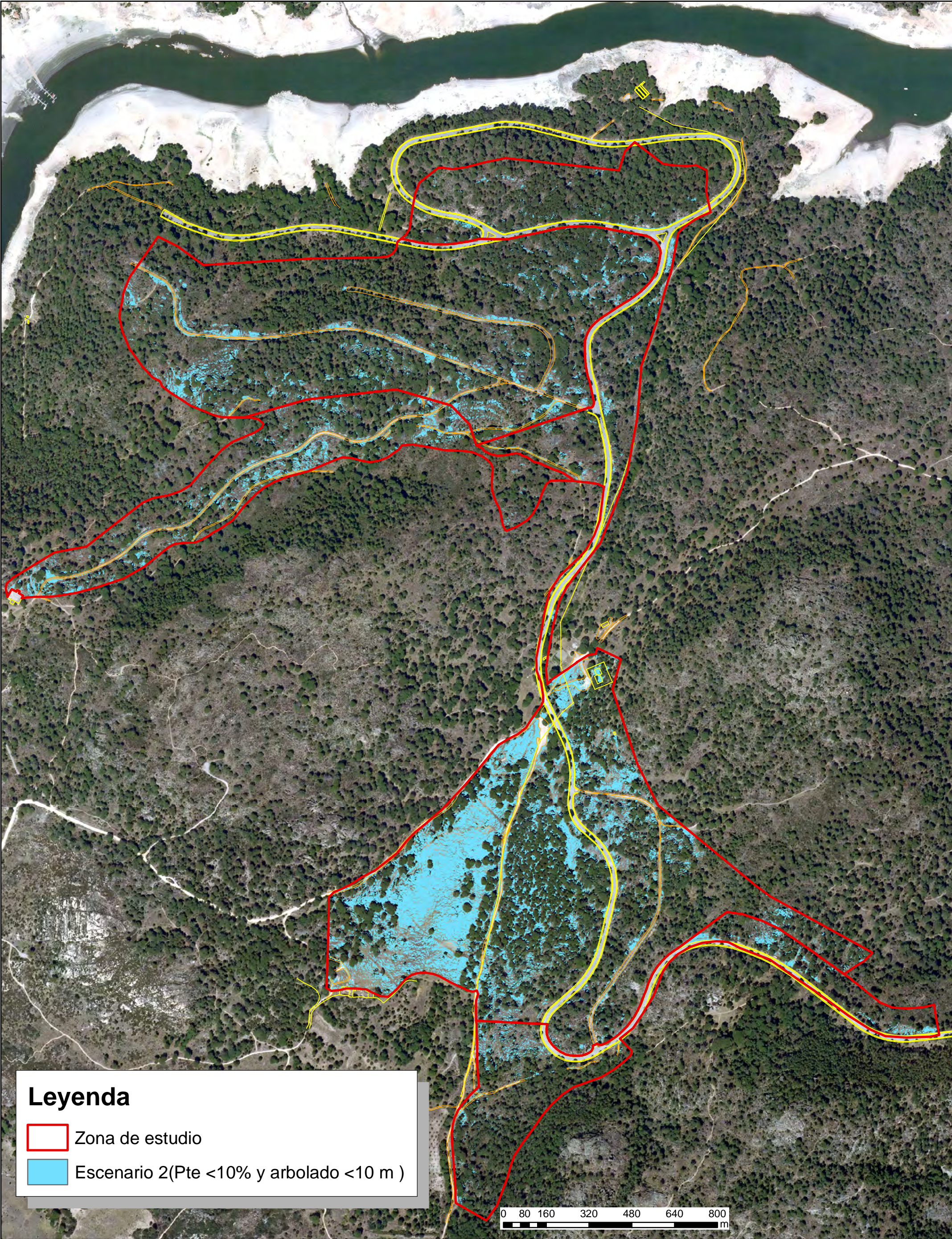
Escenario 1(Pte <10% y arbolado <6 m )



<div></div>		<div>COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89</div>	
<div>DIN A3</div>		<div>Escala 1:8000</div>	

Plano número <b>8</b>		<b>PLANO: Escenario 1</b>			
Promotor :				Firmado	
Cliente :		Fecha: 25/10/2020			

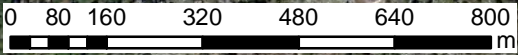







### Leyenda

Zona de estudio

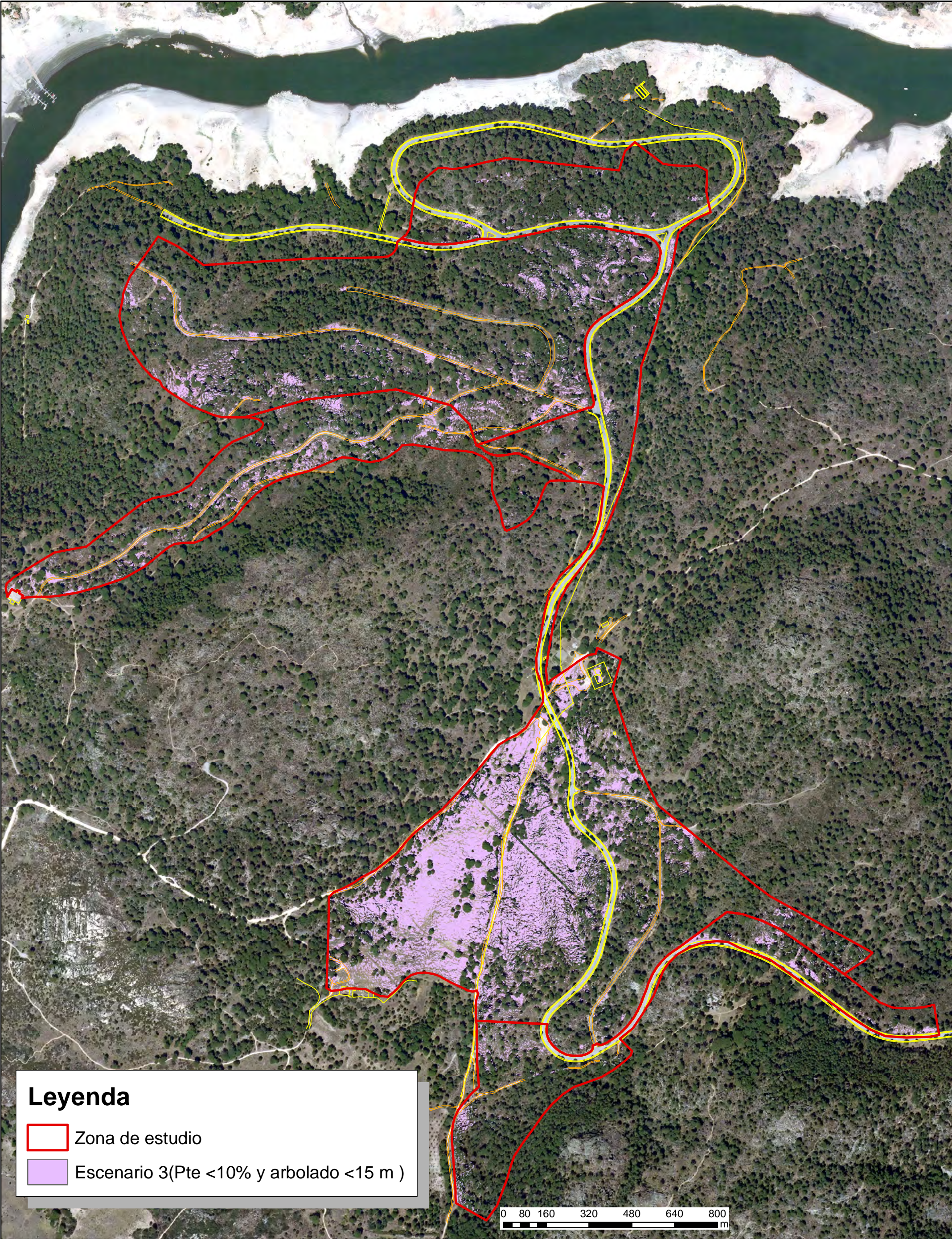
Escenario 2(Pte <10% y arbolado <10 m )



<div></div>		<div>COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89</div>	
<div>DIN A3</div>		<div>Escala 1:8000</div>	

Plano número 9		PLANO: Escenario 2			
Promotor :				Firmado	
Cliente :		Fecha: 25/10/2020			

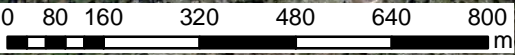







### Leyenda

Zona de estudio

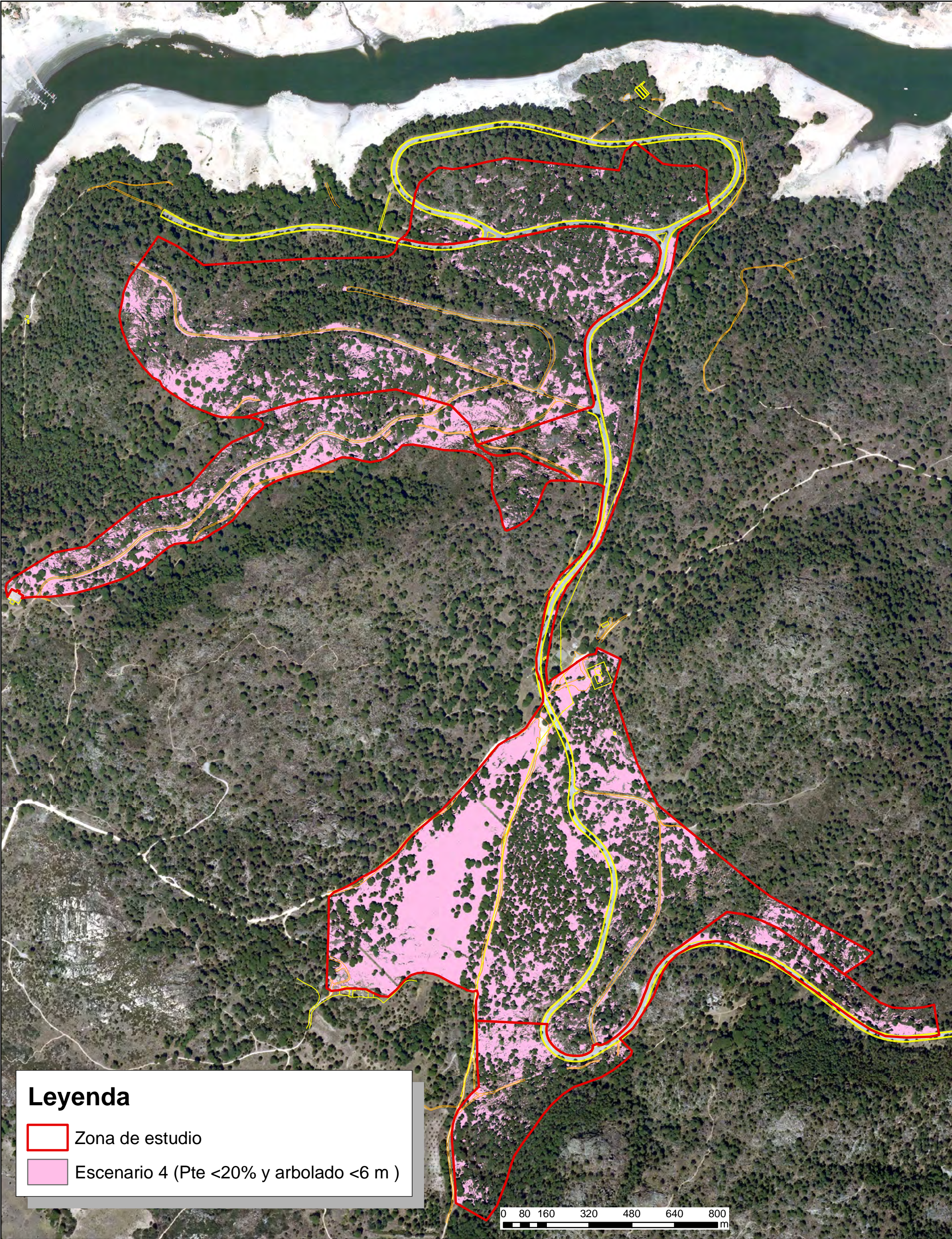
Escenario 3(Pte <10% y arbolado <15 m )



<div></div>		<div>COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89</div>	
<div>DIN A3</div>		<div>Escala 1:8000</div>	

Plano número 10		PLANO: Escenario 3			
Promotor :				Firmado	
Cliente :		Fecha: 25/10/2020			

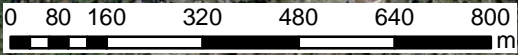





### Leyenda

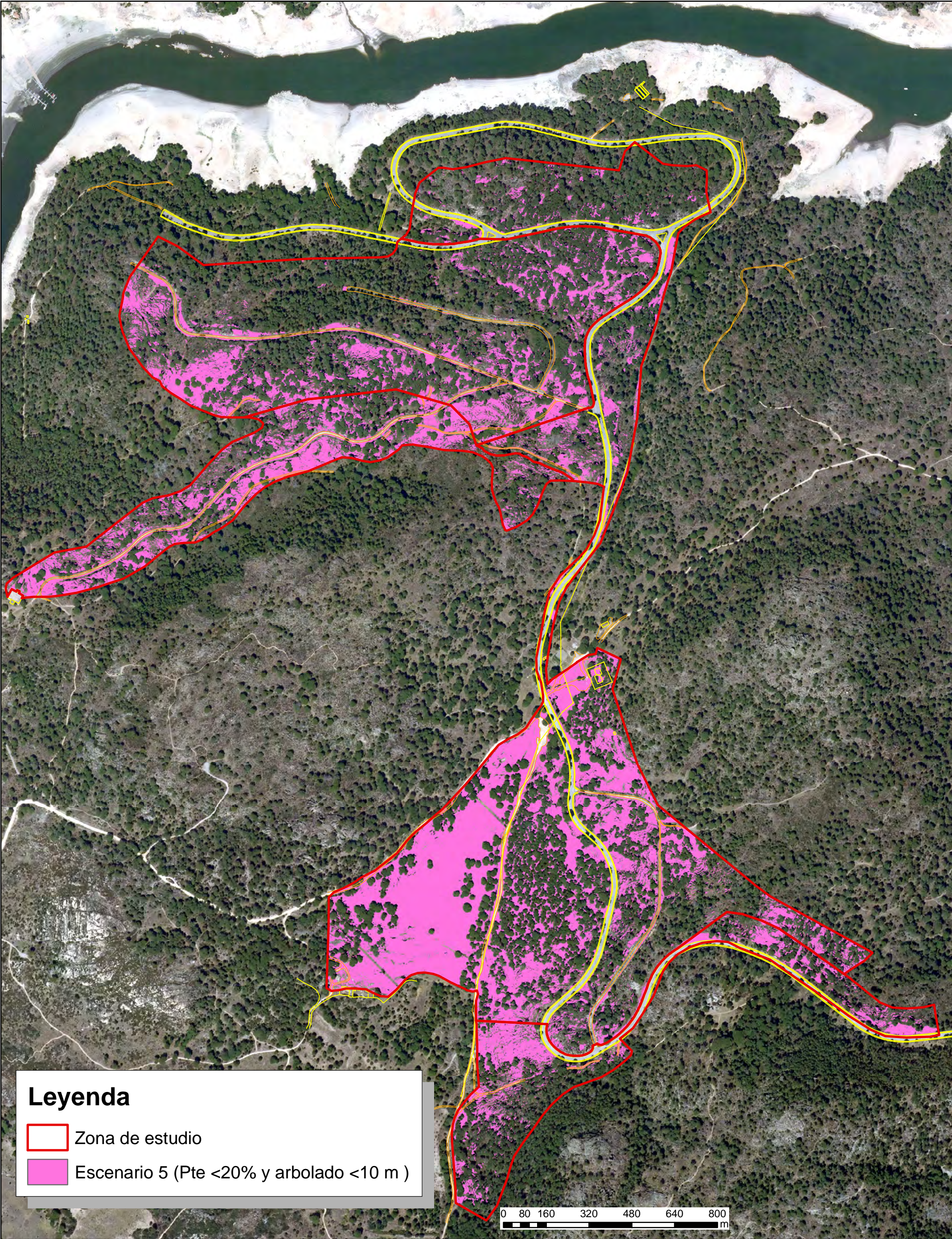
Zona de estudio

Escenario 4 (Pte <20% y arbolado <6 m )



<div></div>		<div>COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89</div>	
<div>DIN A3</div>		<div>Escala 1:8000</div>	
Plano número <div>11</div>		PLANO: Escenario 4	
Promotor :		Firmado	
Cliente :		Fecha: 25/10/2020	

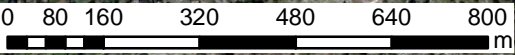




### Leyenda

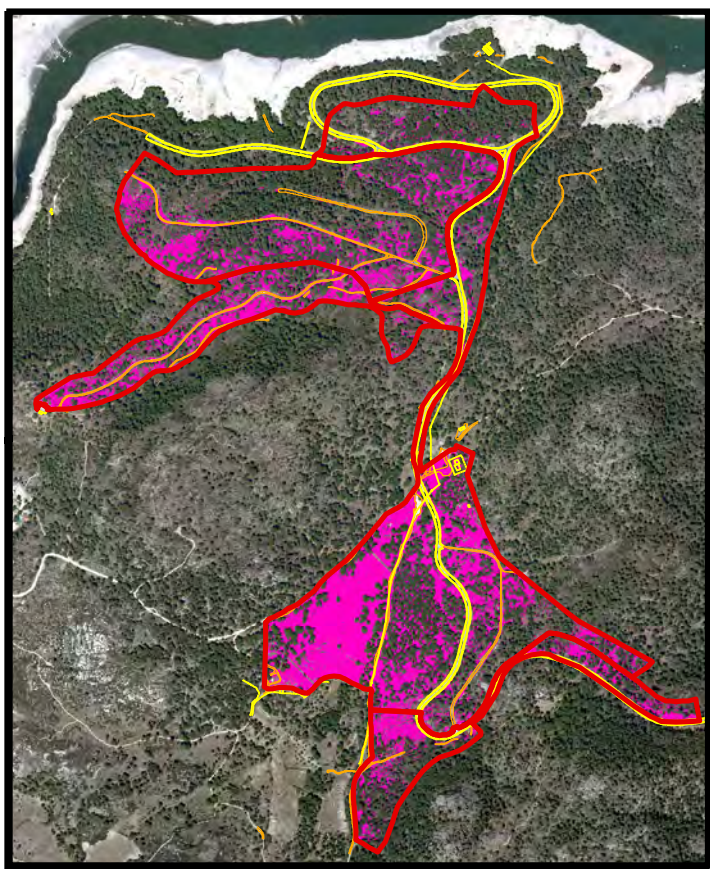
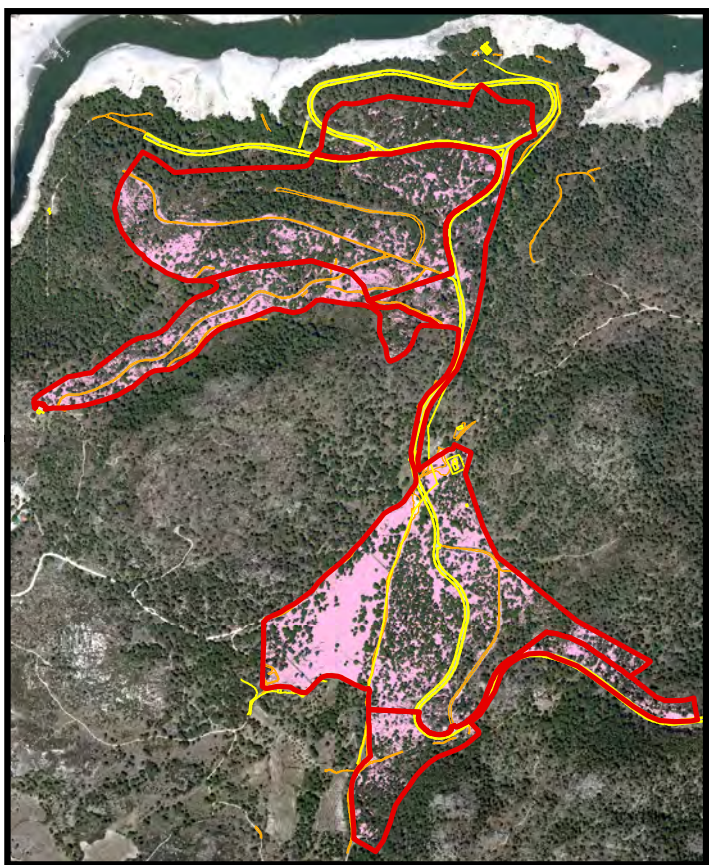
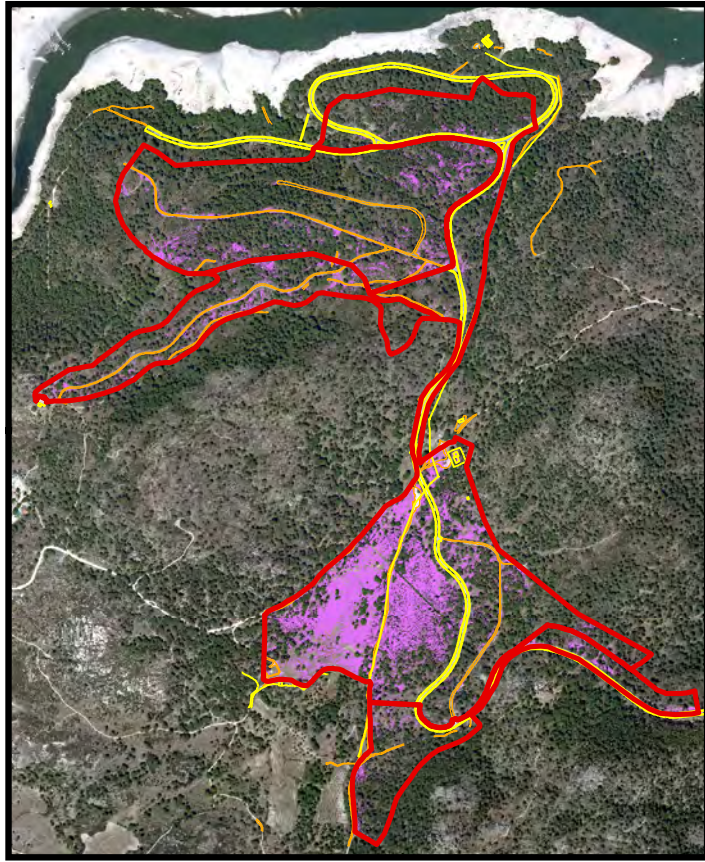
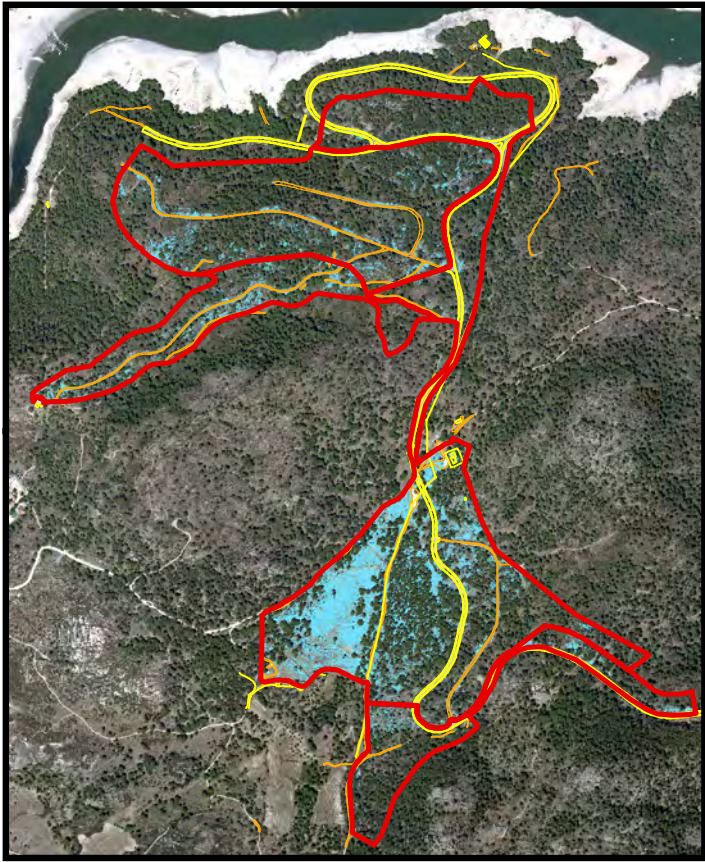
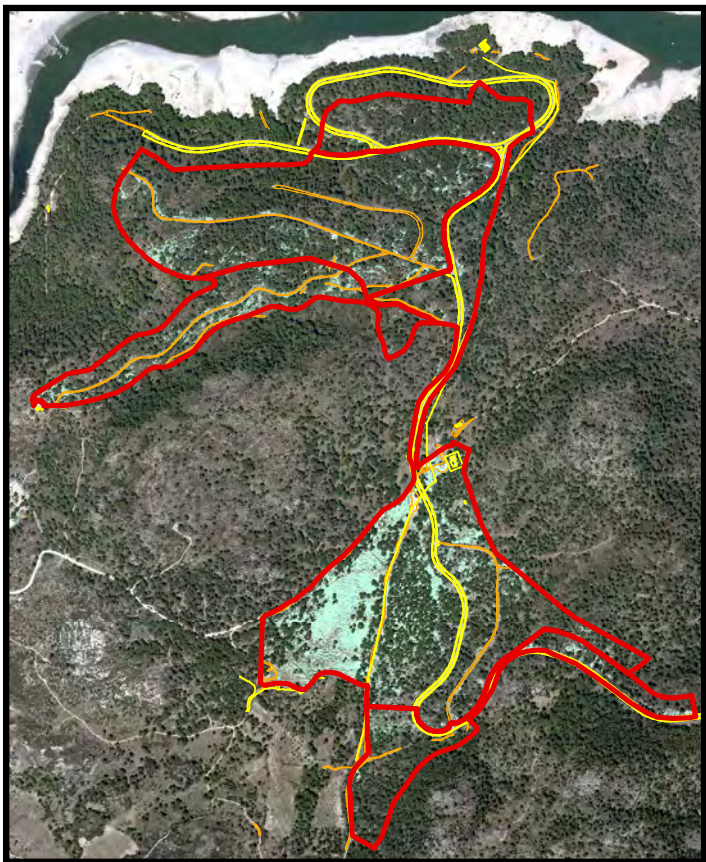
Zona de estudio

Escenario 5 (Pte <20% y arbolado <10 m )



<div></div>		<div>COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89</div>		<div>Plano número <b>12</b></div>		<div><b>PLANO: Escenario 5</b></div>		<div></div>	
<div>Promotor :</div>				<div>Firmado</div>					
<div>DIN A3</div>				<div>Escala 1:8000</div>		<div>Cliente :</div>		<div>Fecha: 25/10/2020</div>	





## Leyenda

-  Zona de estudio
-  Superficie del Escenario 5
-  Superficie del Escenario 4
-  Superficie del Escenario 3
-  Superficie del Escenario 2
-  Superficie del Escenario 1



COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

DIN A3

Escala  
1:8000

Plano número

13

**PLANO: Todos los escenarios**



Promotor :

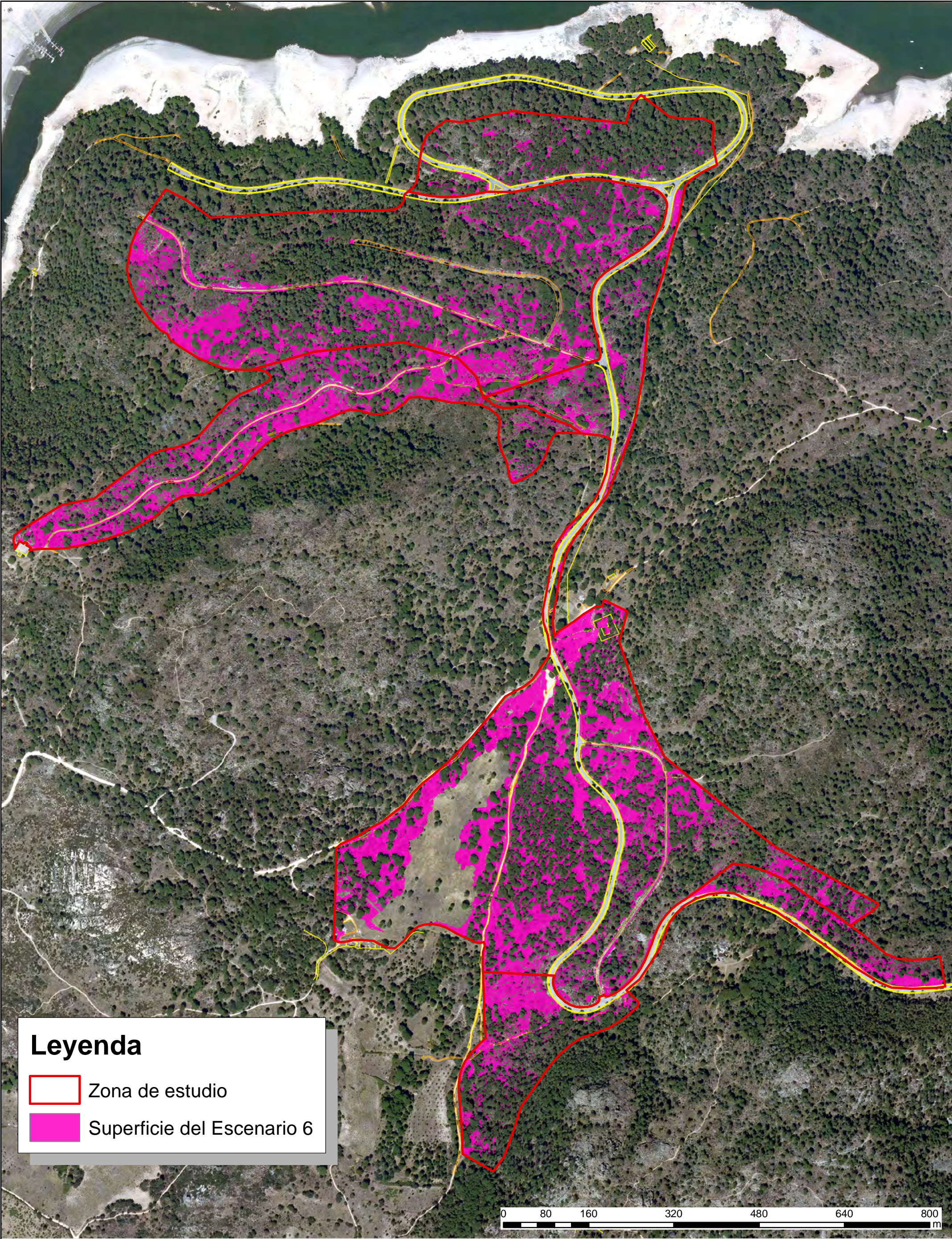
Cliente :

Fecha:

25/10/2020

Firmado





COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

DIN A3 Escala 1:8000

Plano número  
**14**

**PLANO: ESCENARIO 6, CON RESTRICCIONES FLORÍSTICAS.**



Promotor :

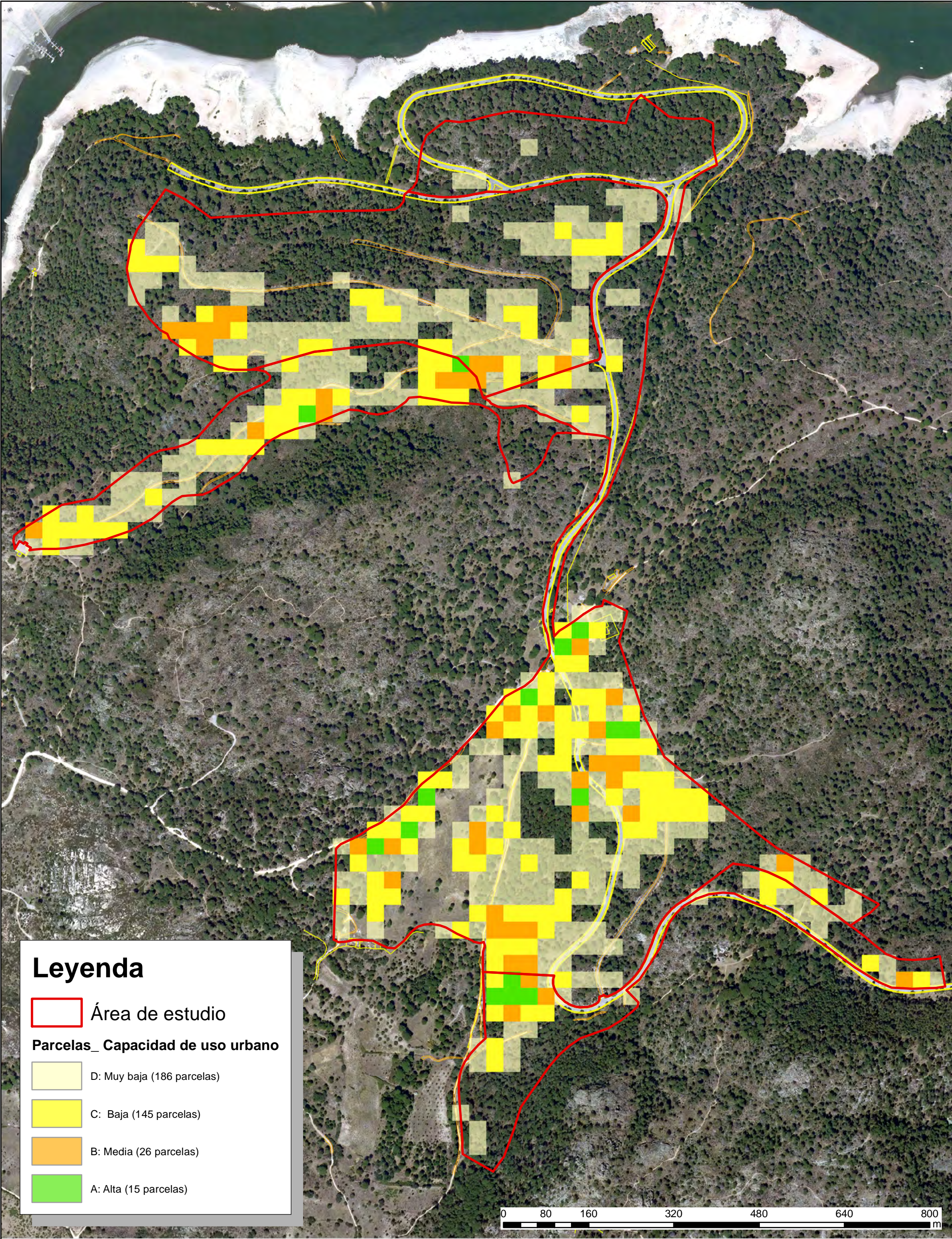
Firmado

Cliente :

Fecha:

25/10/2020





Leyenda

Área de estudio

Parcelas\_ Capacidad de uso urbano

- D: Muy baja (186 parcelas)
- C: Baja (145 parcelas)
- B: Media (26 parcelas)
- A: Alta (15 parcelas)



COORDINATE SYSTEM: 30N ETRS89

Map nº 15

PLANO DE PARCELAS EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO URBANO



Promotor :

Firmado

Cliente :

Fecha:

25/10/2020

DIN A3

Scale 1:8000