

---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

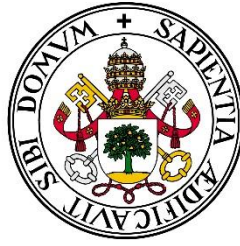
**Proyecto de restauración hidrológico-forestal  
de la cuenca del arroyo de Valdecelada (San  
Martín de Valvení, Valladolid)**

**Alumno: Cristina Sáez Pérez**

**Tutor: Joaquín Navarro Hevia  
Cotutora: María Belén Turrión Nieves**

**Septiembre de 2015**

Copia para el tutor/a



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal  
de la cuenca del arroyo de Valdecelada (San  
Martín de Valvení, Valladolid)**

**Documento I: Memoria**

**Alumno: Cristina Sáez Pérez**

**Tutor: Joaquín Navarro Hevia  
Cotutora: María Belén Turrión Nieves**

**Septiembre de 2015**

Copia para el tutor/a

## INDICE DOCUMENTO 1. MEMORIA

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. CARÁCTER DE LA TRASFORMACION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. MOTIVACIONES DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. FINALIDAD DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.4. ESTUDIOS PREVIOS.....</b>	<b>1</b>
<b>2. BASES DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. DIRECTRICES DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DESCRIPCION DEL AREA OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. LOCALIZACION.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. DIMENSIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>3.3. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.3.1. PARAMETROS FISICOS DE LA CUENCA VERTIENTE .....</b>	<b>3</b>
<b>3.3.2. PARAMETROS FISICOS RELACIONADOS CON LA RED DE DRENAJE.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3.3. CLIMA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3.4. EDAFOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.5. GEOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.6. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.7. ESTADO FORESTAL.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.8. FAUNA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3.9. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.10.HIDROLOGIA E HIDRAULICA TORRENCIAL .....</b>	<b>26</b>
<b>4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1. DIQUES PARA LA CORRECCION DEL CAUCE .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.1. ELECCION DE LA FABRICA .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2. ELECCION DEL TIPO DE PERFIL.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3. REPOBLACION .....</b>	<b>30</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

---

4.3.1. ELECCION DE ESPECIES .....	30
4.3.2. PREPARACION DEL TERRENO.....	32
4.3.3. METODO DE IMPLANTACION .....	34
4.4. CUIDADOS POSTERIORES .....	35
4.4.1. PROTECTORES DE PLANTULAS .....	35
4.4.2. RIEGOS .....	35
5. INGENIERIA DEL PROYECTO.....	36
5.1. UBICACIÓN Y DISEÑO DE DIQUES .....	36
5.1.1. UBICACIÓN .....	36
5.1.2. DATOS PARA EL DISEÑO.....	36
5.1.3. DATOS PARA EL DISEÑO.....	39
5.1.4. RENDIMIENTOS.....	39
5.2. REPOBLACION .....	39
5.2.1. APEO DE RODALES .....	39
5.2.2. TRATAMIENTO DE LA VEGETACION PREEXISTENTE Y PREPARACION DEL TERRENO.....	40
5.2.3. PLANTACION.....	42
5.2.4. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS .....	44
6. PROGRAMA DE EJECUCION Y PUESTA EN MARCHA .....	44
7. NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	45
8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	45
9. LEGISLACIÓN APLICABLE .....	45
10. PRESUPUESTO.....	45



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. CARÁCTER DE LA TRASFORMACION**

El objeto de este proyecto es la restauración hidrológico-forestal de las cárcavas formadas por la red de drenaje del Arroyo de Valdecelada. Mediante la ejecución de este proyecto se persigue lograr las soluciones técnicas que minimicen, mitiguen o anulen los daños producidos por la erosión causada en la zona de estudio debido a la erosión hídrica, a través de la construcción de una red de diques en el cauce que detengan y controlen los sedimentos, y consolidar las laderas de la zona, mediante una repoblación de carácter protector, que también participara en la retención de sedimentos y detención de los procesos erosivos, aumentará los recursos forestales del municipio, y mejorará el paisaje.

### **1.2. MOTIVACIONES DEL PROYECTO**

En este trabajo técnico se busca la recuperación de la zona, mediante una restauración hidrológico-forestal, por la cual se frenará el proceso erosivo, beneficiando así la calidad paisajística, mejorando la calidad de los suelos agrícolas que actúan como depositarios de los sedimentos, y aumentando la superficie forestal de la zona, con los beneficios económicos y sociales que ello supone.

La redacción de este proyecto está motivada por la obtención del título de Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural, en la Escuela Técnica de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid).

### **1.3. FINALIDAD DEL PROYECTO**

Los principales fines perseguidos con la redacción de este proyecto son:

- Frenar la erosión y pérdida de suelo.
- Mejorar las poblaciones faunísticas de la zona
- Crear una superficie forestal arbolada en una zona, que actualmente presenta graves signos de degradación.
- Mejorar la calidad del agua del Arroyo de Valdecelada.
- Mejorar el paisaje.
- Crear puestos de trabajo temporales.
- Lograr una reutilización de unos terrenos actualmente abandonados.
- Mejorar la superficie forestal municipal.
- Promover una mejora edáfica, que favorezca el establecimiento de vegetación natural de la zona con una mayor madurez ecológica.

### **1.4. ESTUDIOS PREVIOS**

No se tiene constancia de la existencia de estudios previos en la zona de estudio.

## **2. BASES DEL PROYECTO**

### **2.1. DIRECTRICES DEL PROYECTO**

#### **2.1.1. CONDICIONANTES POR EL PROMOTOR**

Los condicionantes que se suponen por el promotor son:

- Lograr realizar una actuación lo más económica posible, cumpliéndose los fines para los que ha sido diseñada.
- Crear una superficie vegetal estable y madura.
- Crear un hábitat accesible a diferentes especies faunísticas.
- Obtener el menor porcentaje de marras posible, siempre y cuando este dentro de los límites admisibles.
- Realizar de tal forma la repoblación, que sea capaz de hacer frente a plagas, enfermedades e incendios forestales.

#### **2.1.2. CRITERIOS DE VALOR**

El principal criterio de valor, será no actuar de tal forma que suponga un perjuicio ecológico para el ecosistema al que pertenece la zona de estudio. También se deberá actuar de la forma adecuada para no crear perjuicios económicos a la persona propietaria del terreno, respetando siempre las costumbres vecinales y la legislación actual en vigor. En caso de no cumplirse estos criterios, el proyecto de restauración no se estaría realizando de forma correcta, y podría no cumplir los objetivos para los que fue proyectado.

La actuación ideal, supondría un proyecto de restauración hidrológico forestal, totalmente eficaz, y realizado de la manera más económica posible.

Debido a la crisis que afecta hoy en día a la población española, y aún más a la población rural de Castilla y León, los puestos de trabajo como mano de obra del proyecto, se ofertaran preferentemente a personas de zonas próximas, lo suficientemente formadas y preparadas para su empleo, para favorecer así el desarrollo y mejora de la situación económica de la comarca.

En la repoblación y la revegetación se favorecerá siempre que sea posible, la plantación de especies que ecológicamente pudieran crecer en estado natural en la zona, buscando la máxima pluriespecificidad posible.

Se buscará en la repoblación, dar a la nueva cubierta arbolada un amplio grado de protección contra incendios forestales y el ataque de plagas y enfermedades, mediante actuaciones de prevención directas e indirectas.

Se intentará tener el mínimo impacto ecológico, social y paisajístico posible en la realización de la actuación, respetando el entorno, la población y sus costumbres, y tratando de integrar la masa forestal repoblada en el paisaje.

### **3. DESCRIPCION DEL AREA OBJETO DEL PROYECTO**

#### **3.1. LOCALIZACION**

La zona de estudio se encuentra situada en el centro este de la capital de la provincia de Valladolid, en la comarca de la Campiña del Pisuerga, en laderas situadas al Norte de la localidad de San Martín de Valvení, término municipal al que pertenece la zona. el paraje en el que se encuentra se denomina "Cuesta añadida" y es adyacente al cauce del Arroyo de Valdecelada.

La zona de estudio se encuentra en el Monte La Casa.

Geográficamente la cuenca se incluye en la comarca natural de la Vega del Río Pisuerga. Se encuentra situada entre las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 41°46'30.33" Norte y 41°46'39,736"Norte (UTM 369743, 4625992)

Longitud: 4°34'2.251" Oeste y 4°33'33,103" Oeste (UTM 370421, 4626270)

La zona de estudio, se encuentra en los márgenes del Arroyo de Valdecelada, correspondiéndose al margen más alejado del núcleo urbano, situado en las elevaciones del territorio, estando representada en la hoja 343 del Mapa Topográfico Nacional de España.

#### **3.2. DIMENSIONES**

El área de estudio se corresponde con las cárcavas formadas por los cursos de agua que alimentan al Arroyo de Valdecelada, centrado en la superficie adyacente a la zona repoblada mediante un proyecto de la Junta de Castilla y León. El proyecto se centrará en cuatro pequeñas subcuencas que están incluidas dentro de la cuenca del Arroyo de Valdecelada, siendo definida a partir de estas subcuencas la zona de estudio. Las divisorias de las subcuencas nos delimitan una superficie de repoblación de 19,13 ha.

#### **3.3. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO**

##### **3.3.1. PARAMETROS FISICOS DE LA CUENCA VERTIENTE**

La cuenca vertiente tiene un comportamiento determinado relacionado con la cantidad de precipitaciones que recoge. Su forma, relieve, edafología y vegetación influyen de forma determinante tanto en el volumen de escurrimientos como en su distribución en el tiempo (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Los parámetros físicos, reflejan las características de la cuenca en cuanto a su forma y su influencia en la respuesta a las precipitaciones.

Para observar la definición de los índices, los cálculos y la interpretación de estos, véase Anejo I. Estudio de la cuenca.

• **Parámetros de forma**

a) *Superficie de la cuenca*

Tabla 1. Superficie en hectáreas de las subcuencas objeto de estudio.

Cuenca	Superficie (ha)
Subcuenca 1	3,841
Subcuenca 2	2,149
Subcuenca 3	1,536
Subcuenca 4	4,576

En el caso de estudio, las cuatro subcuencas son consideradas pequeñas, dada la superficie que ocupan (V. Plano 4. Delimitación de subcuencas).

b) *Índice de compacidad o de Gravelius (1914)*

La forma de la cuenca influye directamente en los escurrimientos que se producen. Para el estudio de la forma de una cuenca, se utiliza el índice de Gravelius  $K_G$  (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Tabla 2. Cálculo del Índice de compacidad o de Gravelius en función de la superficie y el perímetro de la subcuenca.

Cuenca	Superficie (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	$K_G = 0,28 * \frac{p}{\sqrt{S}}$
Subcuenca 1	38410	752,28	1,075
Subcuenca 2	21490	640,34	1,223
Subcuenca 3	15360	594,03	1,342
Subcuenca 4	45760	828,45	1,084

Se puede concluir que la subcuenca 1 y la subcuenca 4 son de forma redonda, que la subcuenca 2 y 3 son de forma redonda – ovalada.

c) *Coefficiente de forma de Gravelius (1914)*

Este índice, igualmente propuesto por Gravelius, indica la tendencia de la cuenca a soportar grandes crecidas (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Tabla 3. Cálculo del coeficiente de forma para las diferentes subcuencas objeto de estudio.

Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Ancho medio de la cuenca (km)	Longitud Axial (km)	Coefficiente de forma
Subcuenca 1	0,03841	0,1469	0,2615	0,5617
Subcuenca 2	0,02149	0,0867	0,2479	0,3497
Subcuenca 3	0,01536	0,0629	0,2443	0,2574
Subcuenca 4	0,04576	0,1730	0,2645	0,6541

Estos valores bajos del coeficiente de forma, indican una escasa tendencia a soportar aguaceros intensos, lo que supone una alta peligrosidad torrencial.

d) *Índice de alargamiento*

Este índice propuesto por Horton, muestra el comportamiento de forma de la cuenca e indica la tipología de la geometría de la cuenca, pero esta vez no respecto a su redondez, sino a su tendencia a ser de forma alargada, en relación a su longitud axial, y al ancho máximo de la cuenca (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Tabla 4. Índice de alargamiento para las subcuencas estudiadas.

Cuenca	Longitud máxima (km)	Ancho máximo (km)	Índice de alargamiento
Subcuenca 1	0,2615	0,2346	1,1147
Subcuenca 2	0,2479	0,1666	1,4880
Subcuenca 3	0,2443	0,1055	2,3156
Subcuenca 4	0,2645	0,2681	0,9866

Las subcuencas 1 y 4 se considerarán cuencas poco alargadas, y las subcuencas 2 y 3 se considerarán cuencas moderadamente alargadas.

e) *Rectángulo equivalente*

Dado que para cuencas redondeadas, donde el índice de Gravelius es menor a 1,128; no es posible construir rectángulo equivalente, en la subcuenca 1 y la subcuenca 4. Las dimensiones del rectángulo equivalente de la subcuenca 2 son L = 224,41 m y l = 95,76.

Las dimensiones del rectángulo equivalente de la subcuenca 3 son  $L = 666,9$  m y  $l = 230,33$  m.

f) *Factor topográfico de la cuenca según el modelo MUSLE (1975)*

Tabla 5. Factor topográfico de la MUSLE para cada una de las subcuencas de estudio

Cuenca	Factor MUSLE
Subcuenca 1	13,648
Subcuenca 2	7,207
Subcuenca 3	13,262
Subcuenca 4	12,236

• **Parámetros de relieve**

a) *Desniveles máximos*

Se estudian los siguientes valores característicos: cota máxima, cota mínima y desnivel máximo.

Tabla 6. Datos de relieve (cota máxima, mínima y desnivel máximo) para cada una de las subcuencas de estudio.

Cuenca	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	Desnivel máximo (m)
Subcuenca 1	864,47	765	99,47
Subcuenca 2	835	752	83
Subcuenca 3	864,47	775	89,47
Subcuenca 4	863,6	770	93,6

b) *Curva hipsométrica*

La curva hipsométrica se define como la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, situando en el eje de las abscisas, el porcentaje de superficie acumulada por encima de cada curva de nivel, hasta alcanzar la superficie total, llevando al eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas. Esta curva, ofrece una visión aproximada del relieve y la altimetría de la cuenca (V. Figura 1, 2, 4 y 6. Anejo I. Estudio de la cuenca).

c) *Curva de frecuencias*

Se obtiene representando el porcentaje de superficie total de la cuenca comprendida entre dos curvas de nivel consecutivas en el eje de ordenadas, y dichas curvas de nivel, en el eje de abscisas (V. Figuras 7, 8, 9 y 10. Anejo I. Estudio de la cuenca).

*d) Altura media*

Los valores resultantes de altura media indicados en la tabla, no indican una importante elevación del relieve por encima de la altitud mínima, aunque se ha de tener en cuenta, la pequeña superficie de estudio. Este contraste de relieve no se reparte de forma homogénea a lo largo de la superficie de la cuenca, sino que es más patente en la parte superior, con mayores desniveles.

*Tabla 7. Alturas y altitudes medias para las cuatro subcuencas de estudio.*

<b>Cuenca</b>	<b>Altura media (m)</b>	<b>Altitud media (m)</b>
Subcuenca 1	50,50	815,50
Subcuenca 2	21,42	773,42
Subcuenca 3	42,17	817,17
Subcuenca 4	51,19	821,19

*e) Índice de pendiente*

Existen diversos métodos para calcular la pendiente media de una cuenca.

El índice de pendiente relativo, es una primera y sencilla aproximación de la pendiente media de la cuenca. Dado que se requiere el valor del lado mayor del rectángulo equivalente para su cálculo, y en dos de las subcuencas de estudio, no es posible calcular dicho rectángulo, se utilizará otro método (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

El método más directo de calcular la pendiente media de la cuenca, es considerarla como una media ponderada de las superficies individuales en las que la línea de máxima pendiente es constante. Los valores por tanto de la pendiente serán los siguientes.

*Tabla 8. Pendiente media calculada mediante la longitud de las curvas de nivel y la equidistancia entre ellas, y la superficie de cada subcuenca de estudio.*

<b>Cuenca</b>	<b>Pendiente media (%)</b>
Subcuenca 1	57,6
Subcuenca 2	36,48
Subcuenca 3	53,57
Subcuenca 4	48,12

Se puede observar que son pendientes elevadas en la totalidad de las subcuencas.

f) *Coefficiente de masividad de Martonne*

Tabla 9. *Coefficiente de masividad de Martonne calculado como resultado de la altura media y la superficie en kilómetros cuadrados de cada subcuenca de estudio.*

<b>Cuenca</b>	<b>Am (m)</b>	<b>S (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Coef masividad</b>
Subcuenca 1	50,50	0,03841	1314,792
Subcuenca 2	21,42	0,02149	996,743
Subcuenca 3	42,17	0,01536	2745,443
Subcuenca 4	51,19	0,04576	1118,663

Se puede observar que el coeficiente de Martonne toma valores muy altos, lo que indica que hay un gran descenso en altitud en relación a una pequeña extensión de superficie.

g) *Coefficiente orográfico*

Dado que es posible que se encuentren cuencas con diferente relieve y mismo coeficiente de masividad de Martonne, es necesario calcular también el coeficiente orográfico, que calcula esta posibilidad.

Tabla 10. *Calculo del coeficiente orográfico en función del coeficiente de masividad de Martonne y la altura media para cada una de las subcuencas de estudio.*

<b>Cuenca</b>	<b>Am (m)</b>	<b>Coef masividad</b>	<b>Coef orográfico (m<sup>2</sup>/ha)</b>
Subcuenca 1	50,50	1314,792	663,986
Subcuenca 2	21,42	996,743	213,502
Subcuenca 3	42,17	2745,443	1157,753
Subcuenca 4	51,19	1118,663	572,643

Según Fournier, al ser mayor de 6 m<sup>2</sup>/ha, nos encontramos ante cuatro subcuencas de relieve acentuado.



### 3.3.2. PARAMETROS FISICOS RELACIONADOS CON LA RED DE DRENAJE

#### a) Longitud del cauce principal

La longitud de los diferentes cauces principales de las subcuencas de estudio, es un parámetro importante, para estimar la distancia que recorre el agua de las precipitaciones hasta llegar a las distintas secciones de control (V. Plano 6. Red de drenaje de las cuencas de estudio).

Tabla 11. Longitudes de los cauces principales de las diferentes subcuencas de estudio.

Cuenca	Longitud (m)
Subcuenca 1	170,99
Subcuenca 2	289,77
Subcuenca 3	143,57
Subcuenca 4	190,2

#### b) Perfil longitudinal del cauce principal

Este grafico aporta una idea acerca de la edad aproximada del curso de agua, y de su comportamiento acerca de la torrencialidad. Estos gráficos se encuentran en el anejo correspondiente. Se pueden observar los perfiles en las Figuras 11, 12, 13 y 14 del Anejo I. Estudio de la cuenca.

#### c) Frecuencia de cauces

Tabla 12. Frecuencia de cauces relativa a la superficie de cada subcuenca.

Cuenca	Nº de cauces	Superficie (km <sup>2</sup> )	Frecuencia (cauces/km <sup>2</sup> )
Subcuenca 1	4	0,03841	104,140
Subcuenca 2	1	0,02149	46,533
Subcuenca 3	1	0,01536	65,104
Subcuenca 4	2	0,04576	43,706

#### d) Pendiente media del río

Tabla 13. Pendiente media de los cursos principales de las cuencas de estudio

Cuenca	Pendiente (%)
Subcuenca 1	32,18
Subcuenca 2	29,34
Subcuenca 3	41,81
Subcuenca 4	30,49

e) *Densidad de drenaje*

La densidad de drenaje es la relación existente entre la longitud total de los cursos de agua que se encuentran en la superficie de la cuenca, y el área total de esta.

Tabla 14. *Densidad de drenaje de las subcuencas de la zona de estudio.*

<b>Cuenca</b>	<b>Densidad de drenaje (km/km<sup>2</sup>)</b>
Subcuenca 1	11,586
Subcuenca 2	13,448
Subcuenca 3	9,310
Subcuenca 4	7,649

La densidad de drenaje en las cuencas 2 y 3, es una densidad baja o gruesa, lo que es indicativo de materiales resistentes y/o buena cubierta vegetal. La densidad de drenaje en las cuencas 1 y 4, en cambio, es media, lo que indica materiales blandos con moderada cubierta vegetal.

f) *Índice de sinuosidad*

El índice de sinuosidad, relaciona la longitud real del cauce, con la longitud en línea recta desde su nacimiento hasta la sección de cierre. Este índice, informa de la forma del cauce, tanto si es recto, como si es irregular o tortuoso.

Tabla 15. *Índice de sinuosidad de los cauces principales de cada una de las subcuencas de estudio*

<b>Cuenca</b>	<b>Índice de sinuosidad</b>
Subcuenca 1	0,98
Subcuenca 2	0,84
Subcuenca 3	0,98
Subcuenca 4	0,95

Estos índices de sinuosidad menores de uno, indican que los cursos de agua principales de cada una de las subcuencas estudiadas, tiene una estructura recta.

g) *Radio de bifurcación*

La relación de bifurcación permite entender cambios importantes en el sustrato rocoso y de los grupos de suelo dominantes.

Tabla 16. *Radio de bifurcación de cada una de las cuencas estudiadas*

<b>Cuenca</b>	<b>Radio de bifurcación</b>
Subcuenca 1	1,33
Subcuenca 2	-
Subcuenca 3	-
Subcuenca 4	2

#### *h) Coeficiente de torrencialidad*

El coeficiente de torrencialidad mide el grado de torrencialidad de la cuenca.

*Tabla 17. Coeficientes de torrencialidad de los cursos de agua de cada una de las cuatro subcuencas*

<b>Cuenca</b>	<b>Coef, Torrencialidad</b>
Subcuenca 1	1206,511
Subcuenca 2	625,785
Subcuenca 3	606,113
Subcuenca 4	334,292

#### *i) Canal de alimentación*

El canal de alimentación es la relación inversa a la densidad de drenaje, e indica la superficie de cuenca que corresponde a cada kilómetro de río.

*Tabla 18. Canal de alimentación de las subcuencas de estudio.*

<b>Cuenca</b>	<b>Canal de alimentación (km<sup>2</sup>/km)</b>
Subcuenca 1	0,086
Subcuenca 2	0,074
Subcuenca 3	0,107
Subcuenca 4	0,131

#### *j) Alejamiento medio*

El alejamiento medio relaciona el recorrido de los cauces colectores del drenaje en el interior de la cuenca, con la superficie de esta.

*Tabla 19. Alejamiento medio de las subcuencas de estudio*

<b>Cuenca</b>	<b>Alejamiento medio</b>
Subcuenca 1	0,872
Subcuenca 2	1,977
Subcuenca 3	1,158
Subcuenca 4	0,889

#### *k) Forma y textura de la red de drenaje*

Aplicando el modelo Horton-Strahler, se determina que la clase de orden de corriente es de orden bajo, dado que está formado por tributarios de orden 1 y 2.

Se pueden clasificar las cuatro subcuencas como de textura fina dada la densidad de drenaje calculada. Esta clasificación indica que se trata de una zona con alta escorrentía superficial, y con suelos de baja-media permeabilidad. El drenaje superficial es dendrítico o arborescente angular (V. Plano 6. Red de drenaje de las cuencas de estudio).

#### *l) Tiempo de concentración*

El tiempo de concentración se define como el tiempo máximo de circulación de agua procedente de la escorrentía superficial hasta la sección de cierre o de control.

Tabla 20. Tiempo de concentración en horas y en minutos para cada una de las subcuencas de estudio calculado mediante el método de la Dirección General de Carreteras

Cuenca	Tiempo de concentración (h)	Tiempo de concentración (min)
Subcuenca 1	0,097	5,83
Subcuenca 2	0,148	8,86
Subcuenca 3	0,081	4,86
Subcuenca 4	0,106	6,39

Al ser todos los tiempos de concentración menores a tres horas, las cuatro subcuencas, son susceptibles a inundaciones relámpago.

#### m) Distancia de escorrentía

Es la relación existente entre la longitud de todos los cursos de agua de la cuenca, y su superficie.

Tabla 21. Distancia de escorrentía de cada una de las subcuencas.

Cuenca	Dist. Escorrentía (km)
Subcuenca 1	0,043
Subcuenca 2	0,037
Subcuenca 3	0,054
Subcuenca 4	0,065

### 3.3.3. CLIMA

#### • Datos disponibles

Para la realización de los cálculos de los datos climáticos se ha seleccionado una estación meteorológica cuyos datos aparecen a continuación.

Tabla 22. Datos de la estación meteorológica.

Código	Nombre	Provincia	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Tipo
2409B	Valladolid (Zamadueñas)	Valladolid	41° 38' 56.1" N	04° 40' 28.5" N	700	Completo

#### • Elección del observatorio

Para la elección de la estación meteorológica para la obtención de los datos, se han seguido una serie de criterios generales, que se expresan a continuación por orden de prioridad:

- Características topográficas y altitudinales de la zona semejantes (orientación, altitud...)
- Proximidad geográfica
- Series de datos representativas

#### • Datos básicos

Mediante los datos meteorológicos disponibles en el observatorio, se han calculado y definido los datos base para realizar la caracterización. A partir de ahora (en el caso de la climatología), se tomaran las cuatro subcuencas como una sola cuenca individual, Se tomaran las cuatro subcuencas como una sola, al menos en el ámbito de la climatología,

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

dado que no tienen la extensión suficiente como para que las variables meteorológicas sufran cambios apreciables.

Al no haber una diferencia altitudinal muy amplia entre la zona de estudio y el observatorio elegido, no será necesaria una adaptación de los datos climáticos de acuerdo con el desnivel.

• **Datos generales**

a) *Datos generales de temperaturas*

Temperatura media anual: 12,6 °C

Mes más frío: Enero 4,5 °C

Media de las mínimas: 0,6°C

Media de las mínimas absolutas: -5,9 °C

Mínima absoluta: -10,2°C

Mes más cálido: Agosto 21,7°C

Media de las máximas: 30,1°C

Media de las máximas absolutas: 37,3°C

Máxima absoluta: 40,5°C

Temperaturas extremas

Máxima absoluta: 40,5°C

Mínima absoluta: -11,5°C

b) *Datos generales de las precipitaciones*

Precipitación total anual: 407.3 mm	Número de orden
Precipitación de primavera: 112.3 mm	3
Precipitación de verano: 58.2 mm	1
Precipitación de otoño: 130.3 mm	4
Precipitación de invierno: 106.5 mm	2

c) *Índices climáticos*

– **Índice de pluviosidad de Lang (1915)**

Relaciona los valores de precipitación en milímetros, y temperatura en grados centígrados. El valor de este índice para la zona de estudio es de 32,33, y según la interpretación de este índice, la zona de influencia climática corresponde a zonas áridas.

### – Índice de Dantin-Revenge (1940)

Este índice también relaciona los valores de los grados centígrados de temperatura media anual, y los milímetros de precipitación anual. El valor para esta zona, es de 3,09; que se corresponde según su interpretación a una zona de España árida.

### – Índice de Emberger (1932)

Relaciona las temperaturas medias de los meses más cálidos y fríos en grados centígrados, y la precipitación anual en milímetros. El valor para la zona de estudio de este índice es de 44,7; y define un clima de las siguientes características:

Tabla 23. Características del clima de la zona de estudio según el índice de Emberger

Genero	Mediterráneo semiárido
Vegetación	<i>Pinus halepensis</i>
Tipo invierno	Fresco
Heladas	Frescas
Variedad	Media
Forma	Otoño

### – Índice de Vernet (1966)

Este índice toma más valores que todos los índices anteriores. Relaciona los valores de la precipitación de la estación más lluviosa y menos lluviosa, temperatura máxima de los meses estivales y precipitación estival en milímetros. Según este índice, cuyo valor para la zona de estudio es -8,9; que representa a un tipo de clima mediterráneo.

### – Índice de Gorezynski (1920)

Este índice relaciona las medias del mes más cálido y del mes más frío, y los grados de latitud de la zona. El valor de este índice se sitúa entre 20 y 30, lo que representa un tipo de clima continental.

#### d) Parámetros de diferencia

##### – Parámetros ecológicos principales

- i) Intervalo de sequía: Representa el período de tiempo en meses en el que la línea de precipitaciones se encuentra por debajo de la línea de temperatura. En el caso de estudio, es de 3 meses.
- ii) Intervalo de helada segura: Representa el número de meses en los que la temperatura media de las mínimas es inferior a 0°C. En el caso de la cuenca de estudio, no hay ningún mes en los que la temperatura media de las mínimas sea inferior a 0°C.
- iii) Intervalo de helada probable: Representa el período de tiempo en meses en los que la media de las mínimas es superior a 0°C, pero la mínima absoluta se mantiene inferior a 0°C. Este período en nuestra cuenca de estudio abarca el periodo de meses entre Noviembre y Abril.

### – Diagrama ombrotérmico de Gaussen (1953)

El diagrama ombrotérmico de Gaussen permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media. El intervalo de sequía según el diagrama se encuentra entre los meses de junio y septiembre.

### – Diagrama de termohietas

Es un climograma especial en el que las temperaturas se representan en el eje vertical y las precipitaciones en el eje horizontal de tal forma que los meses se aparecen en el interior creando una red de puntos que se cierra.

#### e) Clasificación climática de Allué

Según la definición de subregiones fitoclimáticas de Allué Andrade, el fitoclima de la zona de estudio corresponde a VI (IV) 1 de Orden 9, que representa un tipo fitoclimático de nemorales con unas asociaciones potenciales de vegetación de quejigares, melojares o rebollares, encinares alsinares, robledales pubescentes (V. Plano 11. Series de vegetación de Rivas Martínez).

#### f) Bioclimatología

La zona de estudio posee un clima con amplia influencia mediterránea, y pertenece a la región biogeográfica mediterránea. Una vegetación posible de esta zona serían los encinares, coscojares y sabinares.

### – Índice de termicidad

El índice de termicidad expresa y caracteriza los diferentes pisos y horizontes bioclimáticos. En el caso de la zona de estudio, este valor es de 215.

### – Pisos bioclimáticos

Dado que para la zona de estudio, el índice de termicidad es de 215, el piso bioclimático será el piso mesomediterráneo.

### – Horizontes bioclimáticos o subpisos

Con el índice de termicidad determinado, la zona se situará en el horizonte mesomediterráneo superior.

### – Periodo de actividad vegetal

Este periodo es de 8 meses, en los que la temperatura media es igual o superior a 7,5°C.

### – Termoclima (Tipos de invierno)

Dado que la temperatura media del mes más frío es de 0,6°C, por lo que se trata de un invierno fresco.

### – Heladas

#### o Régimen de heladas según Emberger

En la zona de estudio, no existe un período de heladas seguras, entre noviembre y marzo las heladas son muy probables, en abril son probables y entre mayo y octubre será un período libre de heladas.

○ **Estaciones libres de heladas según Papadakis**

Tabla 24. Estaciones libres de heladas según Papadakis.

<b>Estaciones libres de heladas según Papadakis</b>		
<b>Estaciones</b>	<b>T media de mínimas absolutas</b>	<b>Meses</b>
Estación Media Libre de Heladas	> 0	mayo y octubre
Estación Disponible Libre de Heladas	> 2	junio y septiembre
Estación Mínima Libre de heladas	> 7	julio y agosto

– **Ombroclima**

El ombroclima que define la zona de estudio, es un ombroclima seco.

– **Índice de aridez estival bimensual**

Se trata de un clima mediterráneo con una marcada aridez estival.

– **Caracterización agroclimática**

Estos índices, tratan de establecer las limitaciones y posibilidades de la producción agrícola. Se han definido estos índices en el marco de este proyecto por la posibilidad de consulta a la hora de realizar las repoblaciones.

○ **Clasificación climática de J. Papadakis**

Este sistema de clasificación, está basado en la ecología de los cultivos. Se ordenan los cultivos en función de sus requisitos térmicos de invierno y verano, y su resistencia a las heladas y a la sequía.

Esta clasificación para la zona de estudio, es un clima Mediterráneo templado.

○ **ETP media anual.**

Se calcula la evapotranspiración siguiendo el método de Thornthwaite. Según esto, el índice de evapotranspiración media anual es de 650 milímetros, y el índice aproximado, es entre 600 y 700 milímetros.

○ **Índice de aridez**

El índice de aridez relaciona la precipitación con la evapotranspiración. En el caso de esta cuenca, el índice de aridez es 0,5 – 0,75.

○ **Índice Turc en regadío**

Con este índice, es posible establecer el potencial productivo de la zona en cultivos de regadío. El índice en este caso es de 35.

○ **Índice Turc en secano**

Con este índice, es posible establecer el potencial productivo de la zona en cultivos de secano. El índice en el caso de estudio es de 10.

○ **Régimen térmico**

El régimen térmico, se define por el tipo de invierno y el tipo de verano según la clasificación de J. Papadakis. El régimen templado es Templado cálido. El tipo de invierno, es Avena fresco, y el tipo de verano maíz.



g) *Índices hidrológico-climáticos*

– **Módulo pluviométrico anual**

Esta expresada en la Tabla 31 del Anejo II. Climatología.

– **Módulo pluviométrico anual medio**

Este valor es de 407,3 milímetros anuales.

– **Índice de humedad anual**

Los valores están expresados en la Tabla 31 del Anejo II. Climatología.

– **Índice de irregularidad pluviométrica**

Se obtiene un valor de 3,55, por lo que se puede determinar que existe irregularidad pluviométrica acusada.

– **Índice de agresividad climática de Fournier**

El resultado es de 24,12. Este índice determina que la agresividad es baja.

– **Índice de erosión pluvial R (USLE)**

El valor obtenido es de 55,6 J\*cm/m<sup>2</sup>\*h. Es un valor bajo, aunque no extremo, por lo que el clima es ligeramente más agresivo que en el resto de la zona.

### 3.3.4. EDAFOLOGÍA

En la zona, se distingue claramente una zona homogénea, despoblada de vegetación que corresponde a las cárcavas generadas por la erosión.

Para la elaboración del estudio, fue necesaria la realización de cuatro calicatas, ya que se podía observar una estructura edáfica similar en toda la zona. Para la elaboración de estas calicatas, se utilizaron los criterios de altitud y orientación. Se puede observar la localización y descripción de los perfiles en el Anejo III. Edafología.

• **Datos obtenidos en el laboratorio**

Los análisis requeridos para la caracterización del suelo fueron realizados por dos vías:

- Una serie de análisis, de muestras representativas del suelo, fueron realizadas por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA). Se analizaron 4 horizontes, uno (el más representativo), de cada perfil.
- Las propiedades físicas del suelo, se determinaron en otra serie de análisis realizados en la Escuela Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia, en los laboratorios del Departamento de Edafología y Química agrícola, bajo la supervisión de Belén Turrión Nieves, profesora de este departamento. En estos análisis, sí se estudiaron los diez horizontes pertenecientes a los cuatro perfiles.

• **Propiedades físicas del suelo**

a) *Profundidad del suelo*

Tabla 25. Profundidad del suelo de los perfiles realizados realizado por el ITAGRA.

Perfil	Profundidad (cm)	Clase (Storey, 1970)
1	40	Somero
2	40	Somero
3	43	Somero
4	36	Somero

b) *Pedregosidad superficial*

Tabla 26. Descripción de la pedregosidad superficial de los perfiles analizados realizado por el ITAGRA.

Perfil	Superficie cubierta (%)	Descripción (USDA, 1980)
1	5 - 15	Media
2	5 - 15	Media
3	15 - 40	Mucha
4	15 - 40	Mucha

c) *Afloramientos rocosos*

Dado que no se encontraron afloramientos rocosos en ninguno de los perfiles, se clasificaran todos los perfiles con un 0% de superficie de afloramientos rocosos.

d) *Clasificación textural*

Tabla 27. Clasificación textural de la USDA (1980) realizado en campo.

Perfil	Horizonte	Textura (USDA, 1980)
1	1	Arcilloso
	2	Arcilloso
2	1	Franco limoso o limoso
	2	Franco limoso o limoso
3	1	Franco limoso o limoso
	2	Franco limoso o limoso
	3	Franco limoso o limoso
4	1	Franco limoso o limoso
	2	Franco limoso o limoso
	3	Franco limoso o limoso

e) Porosidad del suelo

Tabla 28. Estudio de la densidad aparente, real y porosidad de los perfiles realizado en el laboratorio de la ETSIIAA.

Perfil	Horizonte	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)
1	1	0,777	1,661	53,22
	2	0,735	1,613	54,43
2	1	0,71	1,289	44,92
	2	0,656	1,236	46,93
3	1	0,999	1,673	40,29
	2	0,827	1,531	45,98
	3	0,931	1,676	44,45
4	1	0,855	1,424	39,96
	2	0,655	1,058	38,09
	3	0,666	1,312	49,24

Las texturas limosas poseen poca porosidad, entre el 40 y el 50%. Las texturas arcillosas poseen una mayor porosidad superando el 50%, pero con falta de macroporos, lo que produce una falta de aireación y una alta capacidad de campo.

f) Capacidad de retención de agua disponible

Tabla 29. Valores de CRAD y clasificación de los diferentes horizontes, realizado en el laboratorio de la ETSIIAA.

Perfil	Horiz,	CC (%)	CM (%)	Espesor (cm)	Elementos gruesos (g/g)	CRAD (mm)	CRAD perfil (mm)	Clasificación
1	1	27,03	14,49	15	0,0157	1,851	4,571	Desfavorable
	2	26,81	14,58	25	0,1103	2,720		
2	1	24,84	14,2	13	0,0922	1,256	2,763	Desfavorable
	2	19,73	13,69	27	0,0771	1,507		
3	1	23,67	14,05	8	0,2538	0,574	3,756	Desfavorable
	2	27,44	13,02	14	0,0789	1,860		
	3	25,26	15,11	21	0,3793	1,322		
4	1	22,33	13,54	6	0,3096	0,364	1,908	Desfavorable
	2	18,62	12,35	12	0,1841	0,614		
	3	19,13	13,37	18	0,1033	0,930		

• **Propiedades químicas del suelo**

a) pH y conductividad hidráulica

Tabla 30. pH de los diferentes perfiles realizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	pH	Acidez
1	1	8,25	Básico
2	1	8	Básico
3	2	8,11	Básico
4	1	8,15	Básico

Como se puede observar, los suelos analizados, son de naturaleza básica.

Tabla 31. Conductividad y salinidad de los horizontes analizados por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Conductividad (mS/cm)	Salinidad
1	1	0,65	No salino
2	1	2,11	Moderadamente salino
3	2	2,69	Moderadamente salino
4	1	2,97	Moderadamente salino

Los suelos en general son moderadamente salinos, pero analizando los resultados de los análisis de contenido en sodio, se puede determinar que estos suelos, son suelos moderadamente salinos no sódicos.

#### b) Carbonatos totales

Tabla 32. Contenido en carbonatos analizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Contenido (%)	Clasificación
1	1	51,8	Muy alto
2	1	33,4	Alto
3	2	39,7	Alto
4	1	42,7	Muy alto

Los carbonatos totales son bastante altos, lo que era de esperar dados los valores de pH del suelo.

#### c) Elementos asimilables en el suelo

##### – Fósforo

Tabla 33. Contenido en fósforo en los distintos perfiles analizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Fósforo	Nivel
1	1	No detectable	No detectable
2	1	< 4	Muy bajo
3	2	< 4	Muy bajo
4	1	< 4	Muy bajo

El contenido en fósforo es muy bajo lo que supondrá una limitación.

##### – Potasio

Tabla 34. Contenido en potasio en los distintos perfiles analizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Potasio (mg/Kg)	Nivel
1	1	358	Normal-Alto
2	1	291	Normal
3	2	211	Normal
4	1	206	Normal

El contenido en potasio es normal.

### – Calcio

Tabla 35. Contenido en calcio en los distintos perfiles analizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Calcio (meq/100 g)	Nivel
1	1	44	Muy alto
2	1	232,2	Muy alto
3	2	259	Muy alto
4	1	168,7	Muy alto

El contenido en calcio es muy alto lo que supondrá una limitación.

### – Magnesio

Tabla 36. Contenido en magnesio en los distintos perfiles analizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Magnesio (meq/100 g)	Nivel
1	1	3,01	Alto
2	1	2,17	Normal
3	2	1,13	Bajo
4	1	1,33	Bajo

El contenido en magnesio es muy variable.

### – Sodio

Tabla 37. Contenido en sodio en los distintos perfiles analizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Sodio (meq/100 g)	Nivel
1	1	0,03	Muy bajo
2	1	0,06	Muy bajo
3	2	0,02	Muy bajo
4	1	0,04	Muy bajo

El contenido en sodio es muy bajo lo que supondrá una limitación.

### d) Contenido de materia orgánica del suelo (MOS)

Tabla 38. Análisis de la Materia Orgánica del Suelo realizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	MOS oxidable (g/100g)	Nivel
1	1	1,51	Bajo
2	1	1,54	Bajo
3	2	0,99	Muy bajo
4	1	1,28	Bajo

El contenido en materia orgánica total que presentan los suelos muestreados es bastante bajo.

## 3.3.5. GEOLOGIA

La descripción que se añade a continuación se encuentra contenida en la Memoria del Mapa Geológico de España del IGME (1982), en la hoja número 343.

El área de estudio se sitúa en la comarca castellano leonesa de “Campiñas de Pisuerga”, en la submeseta septentrional, en el centro de la Cuenca del Duero, Está caracterizada por un relieve poco acusado.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Desde el punto de vista geológico, está situado en la cuenca intramontana de la Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero, Está, esta rellenada por materiales terciarios y cuaternarios depositados en régimen continental.

En la zona de estudio, existen sedimentos modernos, por encima de los materiales inferiores denominados “calizas con gasterópodos”, En esta área se ha detectado la existencia de fases tectónicas, procesos kársticos y unidades litoestratigráficas, correlacionales con procesos ocurridos anteriormente en otras zonas de la Submeseta.

La geología de la zona pertenece al terciario, dentro del neógeno, en el mioceno superior, en valles superior.

En la zona de estudio se encuentran calizas, dolomías y margas con pseudomorfosis de cristales de yeso diagenético unido a calizas con gasterópodos muy karstificadas.

La mayor parte de la zona, tiene un marcado marco atectónico, aunque si existen alineaciones de cambios de facies y rectilinearidad de la red fluvial, que podrían ser reflejo de fracturas de zócalo.

Según la Hoja nº 343 del Mapa Geológico de España del IGME (Instituto Geológico y Minero de España, 1982), en esta zona se diferencian 4 zonas:

- Paleocanales de arena soldados con intercalaciones de fangos ocreos del Mioceno medio.
- Arcillas calcáreo-limolíticas grises con yesos e intercalaciones de niveles calizos, que son formaciones del Mioceno medio y del Mioceno superior.
- Calizas, dolomías y margas con pseudomorfosis de cristales de yeso diagenético, formado durante el Mioceno superior.
- Calizas con gasterópodos muy karstificadas, formadas durante el Mioceno Superior Turolense, o durante el Plioceno Inferior Rusciniense.

### 3.3.6. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

#### • **Vegetación potencial (Rivas Martínez, 1987)**

##### *a) Profundidad del suelo*

- **Región fitogeográfica**
  - Reino Holártico
  - Región Palearctica
  - Subregión Mediterráneo – Macaronésica
- **Provincia fitogeográfica**
  - Superprovincia Mediterránea
  - Provincia Mediterránea Ibérica Central
  - Subprovincia castellana

##### *b) Bioclimatología*

Ver apartado 8 del Anejo II. Climatología.

### c) Clasificación fitoclimática de Allué

El fitoclima de la zona corresponde a VI (IV) 1 – mediterráneo subnemoral que corresponde a bosques caducifolios nemorales, con influencia de bosques mediterráneos.

Este subtipo tendría asociaciones de quejigares (*Quercus faginea*), melojares o rebollares (*Quercus pyrenaica*), encinares alsinares (*Quercus ilex*), y robledales pubescentes (*Quercus humilis*).

### d) Series de vegetación (1987)

La zona en la que se sitúa el proyecto pertenece a la serie de Serie supra-mesomediterránea castellano-alcarreno-manchega basófila de *Quercus faginea* o quejigo. Su nombre fitosociológico es el de *Cephalanthero longifoliae - Querceto fagineae sigmetum* (V. Plano 11. Series de vegetación de Rivas Martínez).

El óptimo sucesional, etapa madura o clímax de las series supra-mesomediterráneas basófilas del quejigo (*Quercus faginea*) corresponden a un bosque denso en el que predominan los árboles caducifolios o marcescentes. Estos bosques eútrofos suelen estar sustituidos por espinares (*Prunetalia*) y pastizales vivaces en los que pueden abundar los caméfitos (*Brometalia*, *Rosmarinetalia*, etcétera). La vocación del territorio es tanto agrícola, ganadera como forestal, lo que está en función de la topografía, grado de conservación de los suelos y usos tradicionales en las comarcas.

La flora tipificada para esta serie es: *Arctostaphylos uva-ursi*, *Brachydium phoenicoides*, *Elymus hispidus*, *Linum appressum*, *Lonicera etrusca*, *Mantisalca salmantina*, *Paeonia officinalis*, *Rosa agrestis*, *Rosa micrantha*, *Salvia lavandulifolia*, *Sideritis incanta*, *Viburnum lantana*, etc.

## • Usos del suelo y vegetación actual

### a) Terrenos improductivos

Se incluye en esta unidad toda la superficie estudiada. Se considera superficie carente de vegetación. Hay abundancia de yesos, junto con un sustrato compuesto por limo y arcilla, presentar fuertes pendientes, y una gran erosión.

### b) Matorral degradado

Se incluyen en esta unidad, las pequeñas manchas de matorral que se pueden observar por la superficie de la ladera. Se pueden observar pequeñas agrupaciones de especies arbustivas aromáticas como: *Rosmarinus officinalis*, *Salvia lavandulifolia*, *Thymus vulgaris*, etc. Esta agrupación ocupa aproximadamente un 20% de la superficie de la zona de estudio, por lo que se puede deducir que su abundancia es escasa. Estas especies no poseen gran singularidad, ya que se trata de especies que se encuentran de forma común en toda la región Mediterránea de la Península Ibérica.

## 3.3.7. ESTADO FORESTAL

### • Masas arboladas más próximas

Como masas arboladas más próximas sólo cabe destacar las repoblaciones forestales adyacentes a esta parcela realizadas con pino carrasco (*Pinus halepensis*). Esta masa está gestionada por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. Esta repoblación data de los años setenta. Esta repoblación se realizó con un

marco de plantación de 3x3 metros, y en la actualidad, los pies existentes alcanzan una altura de 10-12 metros y un diámetro de 15-20 cm. En la actualidad, en la zona arbolada, esta masa tiene una densidad aproximada de 1000 pies/ha.

No se observan en las proximidades de la zona ninguna superficie de masa natural, dado que las masas arbóreas existentes, son repoblaciones, y la mayor parte del terreno cercano, está dedicado a tierras de cultivo

#### • **Plagas y enfermedades**

No se observan grandes casos de plagas y enfermedades en las masas arbóreas próximas.

Se ha observado la presencia de bolsones de procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) en las repoblaciones adyacentes, aunque sin alcanzar el nivel de colonia, por lo que será conveniente su seguimiento. También sería conveniente el seguimiento de las diferentes especies de escolítidos por sus posibles consecuencias en la repoblación.

Respecto a las enfermedades forestales no se ha observado ningún caso a destacar.

#### • **Incendios forestales**

Pese a que en esta zona de la provincia, los incendios forestales no son habituales, y el pequeño número de ellos que se producen, son de pequeñas dimensiones, este apartado deberá ser muy controlado.

### **3.3.8. FAUNA**

La comarca Campiña del Pisuerga, destaca por la presencia de diferentes aves rapaces, como pueden ser, el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el águila culebrera (*Circaetus gallicus*) o el cernícalo primilla (*Falco naumanni*). También se observa otras especies de aves más habituales como son gorriones (*Passer domesticus*), urracas (*Pica pica*), palomas comunes (*Columba livia*) y palomas torcaces (*Columba palumbus*), cigüeñas (*Ciconia ciconia*), diferentes especies de córvidos, golondrinas (*Hirundo rustica*), etc.

Cabe destacar la presencia de la perdiz roja (*Alectoris rufa*), perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y la codorniz (*Coturnix coturnix*), por su importante valor cinegético.

En esta zona, se pueden observar numerosas especies de pequeños mamíferos, como conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), liebre (*Lepus granatensis*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), topillo campesino (*Microtus arvalis*), erizo (*Erinaceus europaeus*) etc. Se debe destacar la importancia tanto del conejo como de la liebre, para caza menor

También hay presencia por la zona de corzos (*Capreolus capreolus*), jabalíes (*Sus scrofa*) y zorros (*Vulpex vulpex*).

En los últimos años, han aumentado los avisos de avistamientos y ataques de lobo ibérico (*Canis lupus*) al ganado de la zona, realizados por los ganaderos y habitantes de los pueblos circundantes.

Es importante destacar la presencia de una zona ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), a menos de 25 kilómetros de la zona de estudio. También existen dos zonas LIC (Lugar de Interés Comunitario), en las cercanías de la zona (V. Plano 12. Zonas protegidas :Zonas ZEPA y LIC).



### 3.3.9. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

#### • **Población y densidad**

La población de municipio de San Martín de Valvení (situado en las inmediaciones de la zona de estudio, se ha visto disminuida a menos de una quinta parte de lo que era a principios del siglo XX, hasta llegar a 87 habitantes en el año 2014, siendo este el mínimo histórico.

San Martín de Valvení tiene una superficie de 5821 hectáreas (58,21 km<sup>2</sup>). Su densidad de población en la actualidad es de 1,49 habitantes por kilómetro cuadrado, muy baja en comparación con la densidad de población nacional (92 habitantes/km<sup>2</sup>), en comparación con la media de Castilla y León (26 habitantes/km<sup>2</sup>), y en comparación con la media de Valladolid (33,6 habitantes/km<sup>2</sup>).

#### • **Economía**

La economía de la zona se sustenta principalmente gracias al sector primario (agricultura y explotaciones ganaderas).

Según los últimos datos disponibles que datan del año 2009, existe una superficie total de 3105,09 hectáreas de superficie agrícola en los terrenos pertenecientes al municipio, y un total de 1463,02 unidades ganaderas.

La industria forestal en la superficie del municipio, se basa en la explotación de varias masas de coníferas (una de ellas limita con la zona de estudio), cuya especie predominante es *Pinus halepensis*.

#### • **Infraestructuras**

##### a) *Carreteras y accesos a la zona de estudio*

No hay ninguna carretera asfaltada que llegue hasta la zona de estudio, pero si un camino, que sale de una pista forestal denominada "Camino de las bodegas".

La red de vías, es muy escasa por toda la zona.

##### b) *Infraestructuras urbanas*

La zona, pese a ser un pueblo pequeño, tiene unas infraestructuras bastante completas.

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

La asistencia médica, está asegurada en el pueblo. Existe un consultorio médico local.

#### • **Actitud de la población frente a trabajos forestales**

Como se puede comprobar por las peticiones de certificación PERF, la actitud de la población frente a los trabajos forestales es favorable, por lo que se puede suponer que su actitud será la misma ante los trabajos de restauración y repoblación de las cárcavas.

#### • **Influencia del proyecto sobre la zona y sobre la población**

La ejecución de este proyecto, puede generar puestos de trabajo, y una cierta actividad económica durante la realización de las obras.

Posteriormente, la masa reforestada servirá para incrementar el valor y el interés de otras masas próximas que ya cuentan con Certificación Forestal.

Por otro lado, la repoblación aumentara el interés micológico y el valor comercial de la zona.

También existirá una mejora paisajística, y una mejora en el papel de la masa forestal en el secuestro de CO<sub>2</sub>.

### 3.3.10. HIDROLOGIA E HIDRAULICA TORRENCIAL

#### • Calculo de la precipitación máxima de avenida

La máxima precipitación de avenida caída en 24 horas, se ha calculado por medio de la realización de diferentes métodos, para un período de retorno de veinticinco años. El primero de ellos, se realizó mediante un análisis estadístico (Weibull, Gumbel, Kolmogorov – Smimov) con los valores máximos de precipitación caída en 24 horas de la zona de estudio. También se realizó el método de la Dirección General de Carreteras mediante la estimación de una serie de parámetros en un mapa, y el método de Elías del Castillo para el cálculo de la precipitación máxima diaria (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Para el cálculo de estos valores se han utilizado los datos de la estación pluviométrica de Valladolid – Zamadueñas, con el ya nombrado periodo de retorno de 25 años.

Se compararon los resultados de la precipitación por los tres métodos, y se seleccionó como precipitación máxima de avenida, aquella que diera el valor máximo, dado que se considera como el factor más importante la seguridad de la obra.

Por lo tanto, el resultado obtenido como precipitación máxima en 24 horas es de 65,1 mm

Tabla 39. Precipitación máxima de avenida calculada por los tres métodos.

Método	P <sub>max,t=25</sub> (mm)
Gumbel	58,77
DGC	65,1
Elías del Castillo	63,39

#### • Estimación de la escorrentía

La estimación de la escorrentía en las diferentes subcuencas, se ha realizado por medio del Método del Número de Curva, que también se denomina Método de los Números Hidrológicos, elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en el año 1972.

Este método está basado en la estimación de la escorrentía superficial de una precipitación aislada, teniendo en cuenta el papel jugado por las características del suelo y la cubierta vegetal (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Tabla 40. Unidades hidrológicas y superficie en función del uso y las características del suelo.

Unidad hidrológica	Uso del suelo	Grupo USDA de suelo	Superficie (km <sup>2</sup> )	% Superficie
Subcuenca 1	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,03841	31,74
Subcuenca 2	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,02149	17,76
Subcuenca 3	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,01536	12,69
Subcuenca 4	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,04576	37,81
		Total	0,12102	100

Se calcula la escorrentía producida por la precipitación más desfavorable, que tiene una duración igual al tiempo de concentración o duración del aguacero de cálculo.

Tabla 41. Tiempo de concentración en horas para cada una de las subcuencas de estudio.

Subcuenca	Tc (h)
1	0,10
2	0,15
3	0,08
4	0,11

Tabla 42. Escorrentía de cada subcuenca en función de la precipitación de cálculo.

Subcuenca	Tc (h)	Po (mm)	Es (mm)
1	0,10	5,6	0,151
2	0,15	5,6	0,514
3	0,08	5,6	0,067
4	0,11	5,6	0,209

#### • Calculo del caudal máximo

Para su cálculo, se van a emplear tres métodos diferentes. Uno hidrológico, y dos empíricos. Como método hidrológico se ha utilizado el método racional modificado, y como métodos empíricos, se han utilizado la fórmula de Zapata y la fórmula de García-Nájera (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Se desestiman los resultados obtenidos por la fórmula de Zapata, debido a que son única y exclusivamente función de la superficie de la unidad hidrológica, además de que su cálculo es una aproximación, ya que los cursos de agua aquí estudiados, no se sitúan en el noroeste de la Península. Los resultados obtenidos por medio de la fórmula de García – Nájera también se desestiman por ser función únicamente de la superficie de la unidad hidrológica. Por lo tanto el caudal que se utilizará para posteriores cálculos será el caudal calculado por el método racional de Temez.

Tabla 43. Caudal punta calculado por el método racional modificado de Temez.

Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Qpunta (m <sup>3</sup> /s)
1	0,03841	0,696
2	0,02149	0,320
3	0,01536	0,302
4	0,04576	0,794

#### • **Cuantificación de la erosión hídrica**

Para evaluar la erosión de las diferentes subcuencas se utiliza el modelo paramétrico USLE (Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo).

Una vez calculados todos los parámetros las pérdidas de suelo obtenidas para las subcuencas se ven expresadas en la tabla siguiente.

Tabla 44. Pérdidas de suelo por erosión e interpretación del grado de la erosión hídrica.

Subcuenca	Q (m <sup>3</sup> /s)	Y (t)	Grado de erosión hídrica
1	0,696	34,509	Moderada
2	0,320	16,884	Moderada
3	0,302	7,974	Ligera
4	0,794	35,220	Moderada

## 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

### 4.1. DIQUES PARA LA CORRECCION DEL CAUCE

#### 4.1.1. ELECCION DE LA FABRICA

##### a) IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS

- Mampostería en seco.
- Mampostería hidráulica.
- Mampostería gavionada
- Hormigón en masa
- Hormigón armado
- Tierra
- Escollera
- Elementos prefabricados

##### b) RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES

###### – Condicionantes internos

- Secciones transversales irregulares
- Pendientes elevadas
- Poca profundidad de suelo

– **Condicionantes externos**

- Los diques deben poseer cierta permeabilidad para minimizar empujes y subpresiones, y evitar de esta forma la inestabilidad en las laderas.
- Se requiere una vida útil de la fábrica de aproximadamente 50 años.
- Existe la posibilidad de tener que aumentar la obra.
- A igualdad de resultados entre dos fábricas, se escogerá la que menor coste suponga.

*c) EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO*

Las tres funciones esenciales de los diques proyectados son:

- Retener los sedimentos acarreados por los cursos de agua y la escorrentía.
- Consolidar las laderas de estudio.
- Regular los caudales que se produzcan en las subcuencas de estudio.

Con estas funciones se pretende lograr una disminución en la cantidad de sedimentos que se depositan aguas abajo y evitar la erosión del lecho.

*d) ELECCION DEFINITIVA DE FABRICA*

– **Mampostería gavionada**

La aplicación de los gaviones metálicos en la construcción diques, supone una gran técnica de corrección gracias a las ventajas económicas, técnicas y de construcción, que proporcionan estos materiales. Además, que no precisen de mano de obra especializada para su colocación, y que sea fácil de transportar a cualquier zona, son dos factores muy positivos para su elección.

También su flexibilidad, y la posibilidad de modificarlos y complementarlos, son varias de sus otras ventajas.

Este material, da lugar a diques con una estructura muy drenante y duradera, que se adapta bien al terreno.

Al construirse con materiales existentes en la zona, el impacto visual que produce, es mucho menor al que podría producir cualquier otro tipo de material de obra.

**4.2. ELECCION DEL TIPO DE PERFIL**

*a) IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS*

- Paramento de aguas arriba vertical y paramento aguas abajo escalonado
- Paramento de aguas arriba escalonado y paramento aguas abajo vertical
- Paramento de aguas arriba y paramento de aguas abajo escalonado

*b) RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES*

Se valorará un volumen mínimo de obra, así como la estética y bajo riesgo de ruina.

### c) EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

Dado que las funciones de los diques, como ya dijimos anteriormente, serán retener los sedimentos y consolidar las laderas, y con todos los perfiles descritos anteriormente cumplen estas funciones.

### d) ELECCION DEFINITIVA DEL TIPO DE PERFIL

#### – Paramento de aguas arriba vertical y paramento aguas abajo escalonado con longitud de escalones constante (Martínez de Azagra y Díez, 2012)

Los diques de gaviones están formados por varias hiladas, y las más frecuentes son de un metro, dado que son las medidas estándar de fabricación de los gaviones.

De esta forma, el volumen de la obra será menor, y tendrá un menor impacto paisajístico al tener mayor valor estético.

Este tipo de obras no deben superar nunca los siete metros de altura, es decir, las siete hiladas de gaviones.

Cada dique deberá cumplir la condición de no deslizamiento, y la condición de núcleo central, para que no se produzcan tensiones de tracción ni vuelco.

## 4.3. REPOBLACION

### 4.3.1. ELECCION DE ESPECIES

#### a) IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS

- *Acer opalus* Mill. subsp. *granatense* (Boiss) Font Quer & Rothm. (Arce de Granada o arce andaluz)
- *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (Aliso)
- *Corylus avellana* L. (Avellano)
- *Fraxinus angustifolia* Vahl (Fresno de hojas estrechas)
- *Populus alba* L. (Álamo blanco, álamo común o chopo blanco)
- *Populus nigra* L. (Álamo negro o chopo negro)
- *Quercus ilex* L. (Encina o carrasca)
- *Quercus faginea* Lam. (Quejigo o roble carrasqueño)
- *Quercus pyrenaica* Willd. (Melojo o rebollo)
- *Pinus halepensis* Mill. (Pino de Alepo, pino carrasco)
- *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (Pino salgareño)
- *Pinus pinaster* Sol. In Aiton. (Pino marítimo, pino rodeno o pino negral)
- *Pinus pinea* L. (Pino piñonero)
- *Salix alba* L. (Sauce blanco)
- *Salix atrocinerea* Brot. (Sarga negra)
- *Crataegus monogyna* Jacq. (Majuelo o espino albar)
- *Prunus spinosa* L. (Endrino)

## b) RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES

### – **Condicionantes internos**

- Altitud: 760 metros
- Precipitación media anual: 407,3 mm
- Precipitación estival: 58,2 mm
- Temperatura media anual: 12,6°C
- Temperatura media del mes más frío: 4,5°C
- Temperatura media del mes más cálido: 21,7°C
- Temperatura media de agosto: 21,7°C
- Duración de la sequía: junio-septiembre
- Suelo: Franco limoso-arcilloso
- pH: 8-8,2 (Básico)

### – **Condicionantes externos**

Dado que el objetivo del proyecto es frenar la erosión y pérdidas de suelo de las laderas, y estabilizar estas, se deberá tender a escoger aquellas especies que puedan alcanzar el mayor crecimiento posible, con el menor porcentaje de marras posible, dado que cuanto antes se inicie la protección del suelo por medio de la vegetación, antes se iniciará la recuperación del suelo, y por tanto, durante un menor periodo de tiempo existirá riesgo erosivo.

También, para favorecer el establecimiento de una masa forestal hasta ahora inexistente, que en futuro, se acerque lo más posible, a la vegetación climácica, se utilizarán especies autóctonas de la zona.

## c) EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de la repoblación, es la instalación de una cubierta arbórea adecuada con fines protectores, para frenar la erosión, y mejorar la calidad del suelo, creando también una masa forestal hasta ahora inexistente.

## d) ELECCION DEFINITIVA DE ESPECIES

### – ***Pinus halepensis* Mill. (Pino de Aleppo, pino carrasco)**

La siguiente descripción está extraída de López (2013).

Es el pino menos robusto de la Península Ibérica, ya que como máximo alcanza una altura de 20 metros, Tiene el tronco erguido, frecuentemente con forma tortuosa y con una corteza blanquecina característica. La copa tiene forma redondeada o irregular, poco densa, con ramillas finas y grisáceas, concentrándose las hojas en la parte apical.

Las acículas son de corta duración, muy finas y flexibles, de 6-15 cm de largo por solo 0,5-1,1 mm de ancho, con una coloración verde clara, y agrupadas en parejas sobre un corto braquiblasto y rodeadas en la base por una vaina membranosa.

Las piñas son alargadas sobre un grueso pedúnculo de 1-2 cm, frecuentemente revueltas, de color pardo-rojizo o pardo-amarillento. Los piñones son pequeños, de unos

5-7 mm, largamente ovoides, grisáceos o negruzcos, con alas 4 ò 5 veces más larga que ellos.

Florece de marzo a mayo. Las piñas maduran al final del verano del segundo año, y disemina las semillas en la primavera siguiente.

La ecología de esta especie esta descrita en el punto 2.1.1. Identificación de alternativas.

– ***Crataegus monogyna* Jacq. (Majuelo, espino albar)**

La siguiente descripción está extraída de López (2013).

Es un arbusto de hasta 10 metros de altura, aunque frecuentemente no suele sobrepasar los 3 ó 4 metros de altura. No pierde la hoja para pasar el invierno, y se ramifica profusamente.

Tiene el tronco pardo grisáceo o ceniciento, resquebrajado y las ramillas grisáceas.

Hojas simples, en disposición alterna, con peciolo desarrollado y hendida más o menos profundamente en 3-7 lóbulos desiguales. A menudo son algo coriáceas y lustrosas por el haz y a veces casi enteras y truncadas por el envés.

Flores de color blanco o blanco rosadas formando ramilletes, con 5 sépalos y 5 pétalos redondeados abiertos en estrella. Florece por marzo, abril o mayo.

Los frutos, llamados majuelas, son globosos u ovoides, rojos, del tamaño de un guisante, con un solo huesecillo bastante duro y una carne harinosa de sabor dulce.

#### **4.3.2. PREPARACION DEL TERRENO**

##### **a) IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS**

- Casillas o raspas
- Ahoyado manual
- Ahoyado con barrena
- Ahoyado con barrón o plantamón
- Ahoyado con retroexcavadora
- Ahoyado con pico mecánico
- Ahoyado con ripper
- Subsolado lineal
- Acaballonado superficial
- Acaballonado con desfonde
- Aterrazado con subsolado
- Laboreo pleno

##### **b) RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES**

– **Condicionantes internos**

- Suelo de profundidad somera.



- Textura franco-limosa y arcillosa.
- Sin afloramientos rocosos.
- Sequia estival

– **Condicionantes externos**

- En igualdad de resultados, se elegirá entre los métodos el que tenga mayor rendimiento.

c) *EFFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO*

- Es la base de la instalación de la cubierta forestal
- El efecto hidrológico es básico en este proyecto
- El impacto paisajístico es mayor en las preparaciones lineales.
- El coste es mayor en las preparaciones puntuales.

d) *ELECCION DEFINITIVA DE LA PREPARACION DEL TERRENO*

– **Ahoyado con retroexcavadora**

- Descripción: Se realiza un desbroce simultáneo. Consiste en la remoción del suelo, sin extracción de la tierra, en un volumen de forma prismática mediante la acción de la cuchara de una retroexcavadora. El hoyo realizado, deberá ser refinado posteriormente, y se deberán ejecutar los rügueros para formar una banqueta con microcuenca (Serrada, 2000).
- Método operativo: Se debe realizar un marcado previo. Posteriormente, la máquina avanza en línea de máxima pendiente hacia arriba, estacionándose de forma que desde un mismo punto puede realizar varios hoyos. En cada hoyo clava el cazo, gira, levanta y suelta la tierra en el mismo sitio, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones del prisma proyectado (0,5-0,8 m de largo; 0,4-0,6 m de ancho; 0,4-0,6 m de profundo). Por último y realizado manualmente, se deberá elaborar una plataforma horizontal o a contrapendiente con unos canales laterales en ángulo de 45° que parten de todos los vértices superiores (Serrada, 2000).
- Maquinaria, herramientas y aperos: máquina retroexcavadora convencional, preferiblemente de cadenas, con cazo de 40 a 50 cm, de buena estabilidad y potencia de más de 100 CV. Azada (Serrada, 2000).

– **Ahoyado con ripper**

- Descripción: Se debe realizar la apertura de hoyos mediante la introducción intermitente sobre el suelo de los subsoladores de un tractor de cadenas circulando en línea de máxima pendiente (Serrada, 2000).
- Método operativo: Situado el tractor en la parte alta de la ladera, circula en línea de máxima pendiente clavando, alternativamente y a distancia prefijada, los dos rejonos separados entre sí dos metros. Puede remontar de tres formas diferentes: marcha atrás sin realizar labor, marcha atrás realizando labor, y marcha adelante invirtiendo la colocación de los rejonos (Serrada, 2000).

- Maquinaria, herramientas y aperos: Tractor de cadenas de más de 120 CV, dotado con dos subsoladores o ripper separados 2 m sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica (Serrada, 2000).

#### **4.3.3. METODO DE IMPLANTACION**

##### *a) IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS*

###### **– Según la forma de implantación**

- Siembra
- Plantación a raíz desnuda
- Plantación en contenedor

###### **– Según la forma de ejecución**

- Manual
- Mecanizada
- Simultanea

##### *b) RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES*

###### **– Condicionantes internos**

- Existencia de sequía estival
- Suelo franco-limoso y arcilloso, con pedregosidad media, y poco contenido en materia orgánica.
- Pendiente elevada

###### **– Condicionantes externos**

- Repoblación de carácter protector, con la necesidad de lograr la mayor cubierta del suelo lo más rápido posible, por lo que el porcentaje de éxito debe ser lo más alto posible.
- Abundante mano de obra rural con experiencia en labores forestales.
- A igualdad de calidad, se elegirá el proceso de implantación de menor coste

##### *c) EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO*

- El objetivo principal de protección del suelo y fijación de laderas, exige que se minimice al mínimo el riesgo de fracaso de la repoblación, por lo que se deberá intentar obtener el menor número de marras posible (Serrada, 2000).
- En zonas pobres el riesgo de marras se minimiza utilizando plantas en contenedor (Serrada, 2000).
- La plantación manual, genera buenos efectos sociales, ya que genera un mayor número de puestos de trabajo (Serrada, 2000).

#### *d) ELECCION DEFINITIVA DEL METODO DE IMPLANTACION*

##### **– Plantación en contenedor**

Este método consiste en el proceso de trasplante sobre suelos previamente preparados de plantas extraídas con un cepellón de tierra entremezclada con su sistema radicular, criadas en viveros dentro de envases (Serrada, 2000).

##### **– Plantación manual**

Se introduce la planta en el suelo manualmente.

### **4.4. CUIDADOS POSTERIORES**

#### **4.4.1. PROTECTORES DE PLANTULAS**

##### *a) IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS*

- Cercado de malla conejera
- Protectores individuales

##### *b) RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES*

##### **– Condicionantes internos**

- Necesidad de proteger las plántulas jóvenes
- Presencia de fauna diversa en la zona
- Presencia de actividad cinegética en la zona

##### **– Condicionantes externos**

- Repoblación de carácter protector, lo que requerirá la mayor supervivencia posible de plántulas, por lo cual, la mejor protección

##### *c) EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO*

Los protectores, deberán cumplir la función de proteger a las plántulas de sufrir daños por animales, para evitar la pérdida de aquellas.

##### *d) ELECCION DEFINITIVA DE LOS PROTECTORES DE PLANTULAS*

##### **– Protectores individuales**

Malla de plástico de forma cilíndrica que puede ser de material flexible o de material rígido. En el caso de tratarse de material flexible, requerirá la presencia de unos tutores y en el caso de la malla rígida no serán necesarios (Serrada, 2000).

#### **4.4.2. RIEGOS**

##### *a) IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS*

- No realizar riegos
- Riego por goteo
- Riego a manta
- Water box

## b) RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES

### – Condicionantes internos

- Necesidad de un aporte de agua para las plántulas jóvenes.
- Escasez de precipitaciones anuales.
- Presencia de sequía estival.

### – Condicionantes externos

- Repoblación de carácter protector, con la necesidad de lograr la mayor cubierta del suelo lo más rápido posible, por lo que el porcentaje de éxito debe ser lo más alto posible.
- Restauración de carácter protector, por lo que no supondrá ningún beneficio económico importante. Debido a esto, el proyecto de restauración deberá ser lo más económico posible.

## c) EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

El realizar o no riegos, y de qué tipo sean estos en el caso de realizarse, será un factor fundamental para el éxito de la repoblación.

## d) ELECCION DEFINITIVA DE LOS RIEGOS

### – No realizar riegos

No se realizarían riegos de mantenimiento en la repoblación. Sólo se realizaría una dosis de riego de establecimiento inmediatamente a la plantación.

## 5. INGENIERIA DEL PROYECTO

### 5.1. UBICACIÓN Y DISEÑO DE DIQUES

#### 5.1.1. UBICACIÓN

Los diques se emplazarán lo más cerca posible de la sección de cierre de las diferentes subcuencas, debido a que así se aprovecha la menor pendiente de la cuenca, y permite una acumulación de sedimentos, que no caerán en las tierras agrícolas anexas, y logrará una menor pérdida de suelo (V. Plano 14. Localización de diques).

#### 5.1.2. DATOS PARA EL DISEÑO

Los diques se diseñarán como diques de mampostería de gaviones de perfil tipo 1, con paramento aguas arriba vertical, y paramento escalonado aguas abajo con gradones iguales.

Peso específico del gavión:  $1435 \text{ kp/m}^3$

Coeficiente de rozamiento entre los gaviones y el terreno:  $\vartheta_1 = 0.5$

Coeficiente de fricción interna de los gaviones:  $\vartheta_2 = 0.7$

Tensiones máximas que admite el terreno:  $\sigma_{\text{max ter}} = 4 \text{ kp/cm}^2$

Caudal de cálculo: Véase Tabla 45

Tabla 45. Caudal de cálculo utilizado para el diseño de los diques.

Cuenca	Qp (m <sup>3</sup> /s)
1	0,696
2	0,320
3	0,302
4	0,794

a) DIQUE Nº1. SUBCUENCA 1

V. Plano 15. Dique nº1. Subcuenca 1 (Documento 3. Planos)

– **Altura útil del dique**

H = 2 metros

– **Diseño del vertedero**

- Longitud del vertedero

L = 23,7 metros

- Altura del vertedero

$h_v = 0,5$  metros

– **Longitud de los escalones**

Se fija un ancho de escalón constante  $d = 0,5$  metros.

– **Espesor en coronación**

- Espesor en coronación

El espesor en coronación es  $a = 1,5$  metros.

- Espesor en base

Se calcula un espesor en base  $b = 2,5$  metros.

– **Alcance de vertido**

Pese a no cumplirse la condición del alcance de vertido, se opta por no colocar ningún tipo de protección en el dique, ya que en la zona no hay cantos o elementos gruesos que puedan dañar los gaviones o cortar la malla metálica.

b) DIQUE Nº1. SUBCUENCA 2

V. Plano 16. Dique nº1. Subcuenca 2 (Documento 3. Planos)

– **Altura útil del dique**

H = 2 metros

– **Diseño del vertedero**

- Longitud del vertedero

L = 25 metros

- Altura del vertedero

$h_v = 0,5$  metros

– **Longitud de los escalones**

Se fija un ancho de escalón constante  $d = 0,5$  metros.

– **Espesor en coronación**

- Espesor en coronación

El espesor en coronación es  $a = 1,5$  metros.

- Espesor en base

Se calcula un espesor en base  $b = 2,5$  metros.

– **Alcance de vertido**

Pese a no cumplirse la condición del alcance de vertido, se opta por no colocar ningún tipo de protección en el dique, ya que en la zona no hay cantos o elementos gruesos que puedan dañar los gaviones o cortar la malla metálica.

c) DIQUE Nº1. SUBCUENCA 3

V. Plano 17. Dique nº1. Subcuenca 3 (Documento 3. Planos)

– **Altura útil del dique**

$H = 2$  metros

– **Diseño del vertedero**

- Longitud del vertedero

$L = 24$  metros

- Altura del vertedero

$h_v = 0,5$  metros

– **Longitud de los escalones**

Se fija un ancho de escalón constante  $d = 0,5$  metros.

– **Espesor en coronación**

- Espesor en coronación

El espesor en coronación es  $a_2 = 1,5$  metros.

- Espesor en base

Se calcula un espesor en base  $b = 2,5$  metros.

– **Alcance de vertido**

Pese a no cumplirse la condición del alcance de vertido, se opta por no colocar ningún tipo de protección en el dique, ya que en la zona no hay cantos o elementos gruesos que puedan dañar los gaviones o cortar la malla metálica.

d) **DIQUE Nº1. SUBCUENCA 4**

V. Plano 18. Dique nº1. Subcuenca 4 (Documento 3. Planos)

– **Altura útil del dique**

H = 2 metros

– **Diseño del vertedero**

- Longitud del vertedero

L = 30 metros

- Altura del vertedero

$h_v = 0,5$  metros

– **Longitud de los escalones**

Se fija un ancho de escalón constante  $d = 0,5$  metros.

– **Espesor en coronación**

- Espesor en coronación

El espesor en coronación es  $a_2 = 1,5$  metros.

- Espesor en base

Se calcula un espesor en base  $b = 2,5$  metros.

– **Alcance de vertido**

Pese a no cumplirse la condición del alcance de vertido, se opta por no colocar ningún tipo de protección en el dique, ya que en la zona no hay cantos o elementos gruesos que puedan dañar los gaviones o cortar la malla metálica.

### 5.1.3. DATOS PARA EL DISEÑO

Para la construcción ha sido necesario mayorar los empotramientos, ya que las secciones transversales son aproximadas, y así, de esta forma dejamos un resguardo para estar del lado de la seguridad.

Las mediciones se han hecho a partir de los planos, asemejando la realidad a figuras geométricas.

### 5.1.4. RENDIMIENTOS

Para la construcción de los diques se emplearán  $0,05 \text{ h/m}^3$  de excavación y  $3 \text{ h/m}^3$  de gavión.

## 5.2. REPOBLACION

### 5.2.1. APEO DE RODALES

El apeo de rodales es necesario para definir en el área del proyecto, las diferentes zonas que tienen características similares. El factor más importante y en el que se basa la diferenciación, es la pendiente, debido a que la zona de estudio presenta orientación, vegetación, condiciones edáficas y climatología similares. V. Plano 19. Rodales de repoblación (Documento 3. Planos).

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

– **Rodal 1**

Superficie: 6,94 ha

Pendiente aproximada: 15-30%

– **Rodal 2**

Superficie: 5,45 ha

Pendiente aproximada: 25-40%

– **Rodal 3**

Superficie: 6,74 ha

Pendiente aproximada: 35-60%

### 5.2.2. TRATAMIENTO DE LA VEGETACION PREEXISTENTE Y PREPARACION DEL TERRENO

#### a) MAQUINARIA Y APEROS

Se distinguen tres rodales dentro de la zona de estudio con diferente tratamiento:

– **Rodal 1**

Ahoyado mecanizado con retroexcavadora. La maquinaria que se utiliza es una retroexcavadora de cadenas en terrenos forestales con una potencia de 100 CV y con un cazo de hasta 1 m<sup>3</sup>.

– **Rodal 2**

Ahoyado mecanizado con ripper en línea de máxima pendiente. La maquinaria utilizada es un tractor de cadena de 120 CV, provisto de dos subsoladores o ripper separados dos metros sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica, y adaptados mediante dos piezas: la primera de forma triangular que abre el hoyo, y la segunda situada encima con forma de orejeta que empuja la tierra y el material para que no vuelva a caer en el hoyo. La primera pieza tendrá unas dimensiones mínimas de 30 centímetros de altura y 40 centímetros de anchura, mientras que la orejeta tendrá una altura de 30 centímetros y una anchura de 30 centímetros en su parte central.

– **Rodal 3**

Ahoyado mecanizado con ripper en línea de máxima pendiente. La descripción de esta actuación se puede observar en el punto anterior.

#### b) INTENSIDAD DE LA ACTUACION

En los rodales en que la preparación del terreno se realiza mediante ahoyado mecanizado con ripper, la densidad de plantación será de 1100 pies/ha. La profundidad será de 50 cm.

En los rodales en que la preparación del terreno se realice mediante ahoyado mecanizado con retroexcavadora, las dimensiones del hoyo serán 60 x 60 x 60 cm, y la densidad de plantación, la misma que en el caso anterior.



### c) EJECUCION DE LA ACTUACION

#### – Rodal 1. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora sin desbroce previo

En primer lugar, es necesario un marcado del terreno siguiendo una distribución regular con una distancia entre hoyos de 3 metros.

Posteriormente, la maquina realiza una roza de matorral simultánea con la apertura del hoyo de plantación. La máquina avanza en línea de máxima pendiente desplazándose hacia arriba, apoyando su cazo en el suelo sirviéndole este de punto de apoyo. Desde un mismo punto la retroexcavadora puede realizar los hoyos correspondientes a varias líneas (Serrada, 2000).

La operación se efectuará el número de veces necesario para lograr las dimensiones de 60 x 60 x 60 cm cada hoyo.

#### – Rodal 2. Ahoyado mecanizado con ripper sin desbroce previo

No será necesario un desbroce previo, debido a la escasa presencia de matorral en la parcela.

En primer lugar, se sitúa el tractor en la parte alta de la ladera, desplazándose en línea de máxima pendiente clavando los rejonos separados dos metros de forma alternativa y a la distancia prefijada de 3 metros.

La máquina completa la doble línea de hoyos y puede remontar de 3 formas: marcha atrás sin realizar ahoyado, marcha atrás realizando ahoyado o marcha adelante, invirtiendo la colocación de los rejonos (Serrada, 2000).

#### – Rodal 3. Ahoyado mecanizado con ripper sin desbroce previo

Misma ejecución que en el punto anterior de la descripción de ejecución del rodal 2.

### d) RENDIMIENTOS

#### – Rodal 1. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora sin desbroce previo

La densidad que se ha establecido es de 1100 pies /ha, para que el rendimiento estimado es de 15,73 h/ha.

La superficie del rodal 1 es de 6,94 hectáreas, por lo que son necesarias 109,2 horas.

Dado que un jornal tiene 8 horas de duración, con un descanso de 0,5 horas para cada trabajador, el número de días necesarios para esta labor es de 15 jornales.

#### – Rodal 2. Ahoyado mecanizado con ripper sin desbroce previo

Dado que para una densidad de 1100 hoyos/ha, el rendimiento aproximado es de 5,5 horas por hectárea, y el rodal 2, tiene 5,45 hectáreas, son necesarias 29,98 horas para realizar la labor en todo el rodal.

Dado que el jornal dura 8 horas, con un descanso de 0,5 horas para cada trabajador, el número de jornales necesarios para este rodal será de 4 jornales.

#### – Rodal 3. Ahoyado mecanizado con ripper sin desbroce previo

Dado que al igual que en el rodal 2, el rendimiento para la densidad deseada es de 5,5 horas por hectárea, y este rodal tiene 6,74 hectáreas, es necesario un total de 37,07 horas de labor en este rodal.

El número de jornales de 8 horas, con un descanso de 0,5 horas para cada trabajador, necesarios para realizar esta labor, es de 5 jornales.

### 5.2.3. PLANTACION

#### a) TIPO DE PLANTA

La especie que se va a introducir y sus características son las siguientes:

– **Especies a introducir**

*Pinus halepensis*

Envase forestal de 400 cm<sup>3</sup>

Edad: 2 savias

*Crataegus monogyna*

Envase forestal de 300 cm<sup>3</sup>

Edad: 2 savias

– **Características de la planta a introducir**

Se pueden observar las características detalladas de la planta en el Anejo XI. Ingeniería del proyecto (Documento 2).

#### b) NECESIDADES DE LA PLANTA

Tabla 46. Necesidades de planta para cada uno de los rodales.

Roda I	Superficie (ha)	Densidad (pies/ha)	Especie y %	Planta (+5%)
1	6,94	1100	<i>Pinus halepensis</i> (90%)	7214,13
			<i>Crataegus monogyna</i> (10%)	801,57
2	5,45	1100	<i>Pinus halepensis</i> (90%)	5665,28
			<i>Crataegus monogyna</i> (10%)	629,48
3	6,74	1100	<i>Pinus halepensis</i> (90%)	7006,23
			<i>Crataegus monogyna</i> (10%)	778,47

Tabla 47. Necesidades de planta necesarias para realizar la plantación.

Especie	Número de planta (+5%)
<i>Pinus halepensis</i>	19886
<i>Crataegus monogyna</i>	2210

#### c) PROCEDENCIA DE LA PLANTA

La región de procedencia recomendada para *Pinus halepensis* en la zona es: “Repoblaciones de la Meseta Norte”, aunque también es posible la procedencia “Maestrazgo – Los Serranos”, ambas con categoría seleccionado.

No se admitirán procedencias cuyo origen no se encuentre en la Península Ibérica.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

#### *d) VIVEROS*

La planta será suministrada por viveros particulares situados a una distancia menor de 50 kilómetros.

#### *e) ORGANIZACIÓN, EMBALAJE Y TRANSPORTE*

Una vez seleccionadas las plantas en vivero, estas deben ir cuidadosamente dispuestas en cajas de madera o cartón ligeras de pared perforada, con unas dimensiones de 50 x 30 cm, en las que se pueden colocar 50 plantas de envase.

Dado que se va a emplear un camión de 9 m<sup>3</sup> de capacidad, será posible transportar 200 cajas por viaje, lo que representa 10000 plantas en envase.

Se debe realizar un mantenimiento de la planta, dado que en el caso que fuera necesario debido a las condiciones climáticas, habrá que regarlas, y de forma obligada habrá que regarlas antes de su plantación.

#### *f) EPOCA DE PLANTACION*

La plantación ha de realizarse en parada vegetativa, con el terreno con tempero, y cuando no exista riesgo de heladas, para lograr el mayor arraigo posible.

En el estudio climático, se concluye que existe un período de heladas muy probables desde noviembre hasta marzo, y probables en abril.

Dado que la planta suministrada por el vivero, está disponible a partir de finales de septiembre o principios de octubre, la planta ha de estar en parada vegetativa, y que no se debe retrasar la plantación a períodos con riesgo de heladas, se estima que el período de tiempo más adecuado para la plantación es del 1 de octubre al 1 de noviembre, dado que este período está considerado como período libre de heladas.

#### *g) MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y APEROS*

La plantación es manual, y la herramienta necesaria es una azada de boca estrecha, con un palo aproximado de 1,5 kg.

#### *h) DISTRIBUCION DE LA PLANTA*

La planta será transportada del vivero a la zona de plantación, a medida que sea necesitada por los operarios encargados de la plantación, evitando así que sufra daños por el paso del tiempo en condiciones inadecuadas.

Como ya se ha mencionado anteriormente el transporte de la planta se podrá realizar en cajas de madera o cartón.

La distribución en la zona de repoblación se realizará a primera hora de la mañana y se distribuirá la cantidad suficiente para plantar en cada rodal.

#### *i) PLANTACION*

La plantación se realizará de forma manual, debido a las dificultades que presenta la pendiente del terreno para el uso de maquinaria.

No se utilizará ningún material orgánico o químico, sino que únicamente se utilizará la tierra extraída del mismo hoyo, procurando que este quede completamente lleno, sin huecos, para evitar la presencia de cámaras de aire.

La plántula ha de implantarse de forma que quede firmemente arraigada al suelo.

*j) RENDIMIENTO*

El rendimiento para plantación manual para especies de plantas en contenedor es de 150 plantas por jornal (Serrada, 2000), por lo que los jornales estimados para cada uno de los rodales son:

– **Rodal 1**

Número de plantas en contenedor: 8016

Número de jornales necesarios: 53,44

– **Rodal 2**

Número de plantas en contenedor: 6295

Número de jornales necesarios: 41,97

– **Rodal 3**

Número de plantas en contenedor: 7785

Número de jornales necesarios: 51,9

**5.2.4. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**

*a) COLOCACION DE PROTECTORES*

Con el fin de lograr una protección individual de las plántulas, eficaces frente a los conejos y pequeños mamíferos, se colocarán unos protectores, que consisten en una malla rígida de plástico de forma cilíndrica de 60 cm de altura, que se coloca alrededor de cada plántula, que son recuperables una vez superada la edad de peligro (Serrada, 2000).

**6. PROGRAMA DE EJECUCION Y PUESTA EN MARCHA**

Tabla 48. Resumen del programa de ejecución y puesta en marcha.

MESES	JUNIO		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
SEMANAS	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
DIQUES																		
AHOYADO CON RETROEXCAVADORA																		

Tabla 48 (cont)49. Resumen del programa de ejecución y puesta en marcha.

MESES	JUNIO		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
SEMANAS	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
AHOYADO CON RIPPER																		
PLANTACION																		
COLOCACION DE PROTECTORES																		

Para ver los detalles de este apartado, véase Anejo XII. Programa de ejecución y puesta en marcha (Documento 2).

## 7. NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

La ejecución de todos los trabajos descritos en este proyecto se deben llevar a cabo de acuerdo a lo expuesto en el Documento 4. Pliego de condiciones.

## 8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se deberán cumplir las condiciones y normas descritas en el Anejo XV. Estudio Básico de Seguridad y Salud (Documento 2).

## 9. LEGISLACIÓN APLICABLE

Se deberán cumplir todas las leyes y normativas que se encuentran en el Anejo XIV. Legislación aplicable (Documento 2).

## 10. PRESUPUESTO

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE LA CUENCA DEL ARROYO DE VALDECELADA A **DOSCIENTOS DOS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (202865,84 €)**”

Palencia, a 3 de septiembre de 2015

Fdo: Cristina Sáez Pérez

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal  
de la cuenca del arroyo de Valdecelada (San  
Martín de Valvení, Valladolid)**

**Documento II: Anejos a la memoria**

**Alumno: Cristina Sáez Pérez**

**Tutor: Joaquín Navarro Hevia  
Cotutora: María Belén Turrión Nieves**

**Septiembre de 2015**

Copia para el tutor/a

## ÍNDICE DOCUMENTO 2. ANEJOS A LA MEMORIA

1. ANEJO Nº 1. .... ESTUDIO DE LA CUENCA
2. ANEJO Nº 2. .... CLIMATOLOGIA
3. ANEJO Nº 3. .... EDAFOLOGIA
4. ANEJO Nº 4. .... GEOLOGIA
5. ANEJO Nº 5. .... VEGETACION Y USOS DEL SUELO
6. ANEJO Nº 6. .... ESTADO FORESTAL
7. ANEJO Nº 7. .... FAUNA
8. ANEJO Nº 8. .... ESTUDIO SOCIOECONOMICO
9. ANEJO Nº 9. .... HIDROLOGIA E HIDRAULICA TORRENCIAL
10. ANEJO Nº10. .... ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
11. ANEJO Nº11. .... INGENIERIA DEL PROYECTO
12. ANEJO Nº12. .... PROGRAMA DE EJECUCION Y PUESTA EN MARCHA
13. ANEJO Nº13. .... JUSTIFICACION DE PRECIOS
14. ANEJO Nº14. .... LEGISLACION APLICABLE
15. ANEJO Nº15. .... ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD
16. ANEJO Nº16. .... BIBLIOGRAFIA
17. ANEJO Nº17. .... ANEJO FOTOGRAFICO



# ÍNDICE ANEJO I. ESTUDIO DE LA CUENCA

<b>1. SITUACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA VERTIENTE</b> .....	<b>1</b>
<b>2.1. PARAMETROS DE FORMA</b> .....	<b>1</b>
2.1.1. SUPERFICIE DE LA CUENCA .....	<b>1</b>
2.1.2. INDICE DE COMPACIDAD O DE GRAVELIUS (1914) .....	<b>2</b>
2.1.3. ÍNDICE DE FORMA DE GRAVELIUS (1914).....	<b>3</b>
2.1.4. ÍNDICE DE ALARGAMIENTO .....	<b>4</b>
2.1.5. RECTANGULO EQUIVALENTE .....	<b>5</b>
2.1.6. FACTOR TOPOGRÁFICO DE LA MUSLE (1975) .....	<b>6</b>
<b>2.2. PARAMETROS DE RELIEVE</b> .....	<b>7</b>
2.2.1. DESNIVELES MÁXIMOS .....	<b>7</b>
2.2.2. CURVA HIPSOMÉTRICA.....	<b>7</b>
2.2.3. CURVA DE FRECUENCIAS .....	<b>8</b>
2.2.4. ALTURA MEDIA .....	<b>8</b>
2.2.5. ÍNDICE DE PENDIENTE .....	<b>9</b>
2.2.6. COEFICIENTE DE MASIVIDAD DE MARTONNE.....	<b>9</b>
2.2.7. COEFICIENTE OROGRÁFICO .....	<b>10</b>
<b>2.3. PARAMETROS FÍSICOS RELACIONADOS CON LA RED DE DRENAJE</b> .....	<b>11</b>
2.3.1. LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL .....	<b>11</b>
2.3.2. PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL .....	<b>11</b>
2.3.3. FRECUENCIA DE CAUCES .....	<b>11</b>
2.3.4. PENDIENTE MEDIA DEL RÍO .....	<b>12</b>
2.3.5. DENSIDAD DE DRENAJE .....	<b>12</b>
2.3.6. INDICE DE SINUOSIDAD .....	<b>13</b>
2.3.7. RADIO DE BIFURCACIÓN .....	<b>14</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

<b>2.3.8. COEFICIENTE DE TORRENCIALIDAD .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.9. CANAL DE ALIMENTACIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.10. ALEJAMIENTO MEDIO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.11. FORMA Y TEXTURA DE LA RED DE DRENAJE .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.12. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.13. DISTANCIA DE ESCORRENTÍA .....</b>	<b>16</b>
<b>3. TABLAS Y FIGURAS ADICIONALES .....</b>	<b>17</b>

# ANEJO I. ESTUDIO DE LA CUENCA

## 1. SITUACIÓN

La zona de estudio se encuentra situada en el centro este de la capital de la provincia de Valladolid, en la comarca de la Campiña del Pisuerga, en laderas situadas al Norte de la localidad de San Martín de Valvení, término municipal al que pertenece la zona. El paraje en el que se encuentra se denomina "Cuesta añadida" y es adyacente al cauce del Arroyo de Valdecelada (V. Plano 1. Localización. V. Plano 2. Situación. V. Plano 3. Emplazamiento).

La zona de repoblación se encuentra entre las coordenadas geográficas: 4°34'2,251" Oeste, 41°46'30,33" Norte (UTM 369743, 4625992) y 4°33'33,103" Oeste, 41°46'39,736" Norte (UTM 370421, 4626270), estando representada en la hoja 343 del Mapa Topográfico Nacional de España.

## 2. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA VERTIENTE

Una cuenca vertiente o cuenca de drenaje es una zona de la superficie terrestre, en la cual el agua disponible de las precipitaciones caídas sobre ella, se dirige a un punto de salida, que se denomina sección de cierre. Las diferentes cuatro subcuencas de estudio, son cuencas denominadas exorreicas, dado que el punto de salida o sección de cierre, se encuentra sobre los mismos límites de las subcuencas, es decir sobre las divisorias (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

La cuenca vertiente, define su comportamiento en función de las precipitaciones que recibe, y transforma a estas en escurrimientos. Sus características, es decir, relieve, forma, naturaleza edáfica y vegetación, influyen de forma directa en el volumen de escurrimientos, y en la distribución de estos en el tiempo.

Los parámetros físicos que a continuación analizamos, reflejan las características de la cuenca, en cuanto a su forma y la influencia en la respuesta a las precipitaciones. Se deducen por medio de la cartografía, y están incluidos en todos los proyectos hidrológico – forestales. La metodología utilizada durante todo el estudio de los parámetros físicos se ha obtenido del libro de Andrés Martínez de Azagra y Joaquín Navarro Hevia (1996) "Hidrología Forestal. El ciclo hidrológico".

### 2.1. PARAMETROS DE FORMA

#### 2.1.1. SUPERFICIE DE LA CUENCA

La superficie de la cuenca, da una idea de la magnitud de esta. Se consideran cuencas grandes, aquellas cuya superficie es mayor a 25 km<sup>2</sup> (2500 ha) y cuencas pequeñas, aquellas cuya superficie es menor de este valor.

Como se puede observar en la Tabla 1, las cuatro subcuencas tienen una superficie inferior a 2500 hectáreas, las subcuencas de estudio, son cuencas pequeñas (V. Plano 4. Delimitación de subcuencas).

Tabla 1. Superficie de las cuencas medida en hectáreas y tamaño de las mismas.

Cuenca	Superficie (ha)	Tamaño de la cuenca
Subcuenca 1	3,841	Pequeño
Subcuenca 2	2,149	Pequeño
Subcuenca 3	1,536	Pequeño
Subcuenca 4	4,576	Pequeño

### 2.1.2. INDICE DE COMPACIDAD O DE GRAVELIUS (1914)

La forma de la cuenca, influye de forma directa en los escurrimientos que se producen. Esta característica viene representada por el índice de Gravelius. El índice de Gravelius (KG), es la relación entre el perímetro de la cuenca, y el perímetro de un círculo de área igual a la de la cuenca (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Sea: S = Superficie de la cuenca

P = Perímetro de la cuenca

p\* = Perímetro de un círculo de exacta superficie (S)

Entonces (1)  $K_G = \frac{P}{p^*}$ , pero (2)  $S = \pi r^2$  y (3)  $p^* = 2\pi r$ , por lo que despejamos r de (2) y sustituimos en (3), y posteriormente en (1), por lo que:

$$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}} \geq 1$$

El valor que toma esta expresión, como mínimo toma el valor de la unidad, y va aumentando, a medida que aumenta la irregularidad de la forma de la cuenca.

Teniendo en cuenta que:

1,0 < KG < 1,25 → Cuenca redonda

1,25 < KG < 1,50 → Cuenca ovalada

1,50 < KG < 1,75 → Cuenca oblonga

Tabla 2. Índice de compacidad o de Gravelius para cada una de las subcuencas y forma de estas.

Cuenca	Superficie (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	K <sub>G</sub>	Forma
Subcuenca 1	38410	752,28	1,075	Redonda
Subcuenca 2	21490	640,34	1,223	Redonda – ovalada

Tabla 2 (cont). Índice de compacidad o de Gravelius para cada una de las subcuencas y forma de estas.

Cuenca	Superficie (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	$K_G$	Forma
Subcuenca 3	15360	594,03	1,342	Redonda – ovalada
Subcuenca 4	45760	828,45	1,084	Redonda

Como se puede observar en la Tabla 2, la subcuenca 1 y la subcuenca 4 son cuencas redondas, la subcuenca 2 es una cuenca redonda – ovalada, dado que su valor del índice de Gravelius está muy próximo al valor superior de una cuenca redonda, y la subcuenca 3 tiene forma ovalada. Estos valores dan unas ideas aproximadas acerca de la laminación de hidrogramas. Existen problemas de amortiguación de avenidas, dado que las distancias de cualquiera de los puntos de la cuenca respecto al centro de esta, son similares, por lo que el aporte de escorrentía es simultáneo y se producirán altos caudales punta.

### 2.1.3. ÍNDICE DE FORMA DE GRAVELIUS (1914)

Este índice, también fue propuesto por Gravelius, y se estima a partir de la relación existente entre el ancho promedio del área de captación, y la longitud de la cuenca, que es aquella que se mide desde la sección de cierre, hasta el punto más alejado de esta (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Sea

$K_f$  = Índice de forma

$B$  = Ancho promedio del área de captación

$L$  = Longitud de la cuenca

$A$  = Área de captación

Dado que, (1)  $B = \frac{A}{L}$ , y sustituyendo en la fórmula a continuación:

$$K_f = \frac{B}{L} = \frac{A/L}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Este índice, relaciona la forma de la cuenca con la de un cuadrado, correspondiendo un coeficiente de forma igual a la unidad para regiones con esta forma, que es imaginaria y no se encuentra en casos reales.

Una posible clasificación del índice de forma es la siguiente

$0,01 \leq K_f \leq 0,18 \rightarrow$  Muy poco achatada

$0,19 \leq K_f \leq 0,36 \rightarrow$  Ligeramente achatada

$0,37 \leq K_f \leq 0,54 \rightarrow$  Moderadamente achatada

Tabla 3. Estudio de la forma de las subcuencas mediante el índice de forma de Gravelius.

Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Ancho medio de la cuenca (km)	Longitud Axial (km)	Coefficiente de forma	Forma
Subcuenca 1	0,03841	0,1469	0,2615	0,5617	Moderadamente achatada
Subcuenca 2	0,02149	0,0867	0,2479	0,3497	Ligeramente achatada
Subcuenca 3	0,01536	0,0629	0,2443	0,2574	Ligeramente achatada
Subcuenca 4	0,04576	0,1730	0,2645	0,6541	Moderadamente achatada

Analizando la Tabla 3, la subcuencas 1 y 4 son cuencas moderadamente achatadas, y la subcuenca 2 y la subcuenca 3 son cuencas ligeramente achatadas. Estos valores bajos del coeficiente de forma, indican una escasa tendencia a soportar aguaceros intensos, lo que supone una alta peligrosidad torrencial.

#### 2.1.4. ÍNDICE DE ALARGAMIENTO

El índice de alargamiento es un parámetro que muestra el comportamiento de forma de la cuenca, pero esta vez, no respecto a su redondez, sino a su tendencia de ser alargada, en relación a su longitud axial, y al ancho máximo de la cuenca. Este índice propuesto por Horton, se calcula de acuerdo con la fórmula que se expresa a continuación.

Sea,

$I_a$  = Índice de alargamiento

$L_m$  = Longitud máxima de la cuenca

$L$  = Ancho máximo de la cuenca

$$I_a = \frac{L_m}{L}$$

Aquellas cuencas que presentan valores mayores a la unidad presentan un área más larga que ancha, obedeciendo a una forma más alargada. Aquellas cuencas que presentan un área con más anchura que longitud, están directamente relacionada con la forma redondeada valores cercanos a la unidad.

Este índice permite hacer referencia a la dinámica rápida o lenta del agua en los drenajes y su potencial erosivo o de arrastre.

Dado que,  $0,0 \leq I_a \leq 1,4 \rightarrow$  Cuenca poco alargada

$1,5 \leq I_a \leq 2,8 \rightarrow$  Cuenca moderadamente alargada

$2,9 \leq I_a \leq 4,2 \rightarrow$  Cuenca muy alargada

Los resultados del índice de alargamiento para nuestras respectivas subcuencas se presentan a continuación.

Tabla 4. Estudio del alargamiento de las subcuencas mediante el cálculo del índice de alargamiento.

Cuenca	Longitud máxima (km)	Ancho máximo (km)	Índice de alargamiento	Alargamiento
Subcuenca 1	0,2615	0,2346	1,1147	Poco alargada
Subcuenca 2	0,2479	0,1666	1,4880	Moderadamente alargada
Subcuenca 3	0,2443	0,1055	2,3156	Moderadamente alargada
Subcuenca 4	0,2645	0,2681	0,9866	Poco alargada

Observando la Tabla 4, se puede determinar que la subcuenca 1 y la subcuenca 4, son cuencas poco alargadas, que la subcuenca 3 es una subcuenca moderadamente alargada, y que la subcuenca 2, ya puede ser considerada moderadamente alargada.

### 2.1.5. RECTANGULO EQUIVALENTE

El rectángulo equivalente de una cuenca, se define como aquel rectángulo que tiene idéntica superficie y perímetro que la cuenca estudiada, e igual distribución hipsométrica. Debido a esto, este rectángulo también poseerá el mismo coeficiente de Gravelius.

Sea:  $S$  = Superficie de la cuenca

$P$  = Perímetro de la cuenca

Entonces:  $(1) S = l * L$  y  $(2) P = 2(l + L) \rightarrow l = \frac{S}{L}$

$$\rightarrow 2 \left( L + \frac{S}{L} \right) = P \rightarrow 2 \left( \frac{L^2 + S}{L} \right) = P \rightarrow 2L^2 + 2S - PL = 0$$

Resolviendo esta última ecuación:  $L = \frac{P \pm \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$

$$\text{Lado mayor: } L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$$

$$\text{Lado menor: } l = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$$

Si  $P^2 < 16S \rightarrow$  No existe el rectángulo equivalente

Si  $P^2 = 16S \rightarrow L = l$  Tenemos un cuadrado

Tabla 5. Cálculo del rectángulo equivalente de las diferentes subcuencas.

Cuenca	S (km <sup>2</sup> )	P (Km)	L (km)	I (km)
Subcuenca 1	0,03841	0,7523	-	-
Subcuenca 2	0,02149	0,6403	0,22441	0,09576
Subcuenca 3	0,01536	0,5940	0,23033	0,06669
Subcuenca 4	0,04576	0,8285	-	-

Determinados I y L, a continuación se lleva sobre el lado mayor los distintos valores Sn/I sienta Si (i= 1,2...n) la superficie de la cuenca por encima de la cota tomada, al igual que se hace con la curva hipsométrica. Se trazan sobre estos puntos líneas paralelas al lado menor para representar las curvas de nivel de la cuenca. En las Figuras 3 y 5 se pueden observar los rectángulos equivalentes calculados.

### 2.1.6. FACTOR TOPOGRÁFICO DE LA MUSLE (1975)

El factor topográfico de la MUSLE, viene definido por dos parámetros: longitud de pendiente (L) e inclinación de la pendiente (S).

La longitud de pendiente (L) es definida como la distancia horizontal desde el origen de un flujo hasta el punto, donde: El gradiente de la pendiente reduce lo suficiente para que la deposición comience, y el escurrimiento llega a ser concentrado en un canal definido.

La longitud de pendiente, es la proyección horizontal, no la distancia paralela a la superficie del suelo.

La inclinación de la pendiente (S) es el factor de inclinación de la pendiente refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión. El potencial de erosión se incrementa con la inclinación de la pendiente.

La pendiente y la longitud de la pendiente son medidas perpendicular a las curvas de nivel.

El factor LS combinado en MUSLE representa la proporción de pérdida de suelo de una longitud e inclinación dada.

Se calcula a partir de la siguiente fórmula,

Para pendientes menores del 9%

$$\overline{LxS} = \left(\frac{\gamma}{22,13}\right)^{0,3} * (0,065 + 0,0454s + 0,0065s^2)$$

Para pendientes mayores del 9%

$$\overline{LxS} = \left(\frac{\gamma}{22,13}\right)^{0,3} * \left(\frac{S}{9}\right)^{1,3}$$

$$Y \text{ siendo, } \gamma (m) = 500 * \frac{S (km^2)}{Lríos (km)} \text{ y } s (\%) = \frac{Dcn (km) * Ltcn (km)}{S (km^2)} * 100$$

Siendo,

**LxS = Factor topográfico de la MUSLE**



$\gamma$  = Longitud media de la ladera

S = Pendiente media de la cuenca

Lrios = Longitud de los cursos de agua de la cuenca

Dcn: Distancia entre curvas de nivel

Ltcn: Longitud de todas las curvas de nivel

Tabla 6. Cálculo del factor LxS MUSLE.

Cuenca	Longitud (m)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Longitud ríos (km)	Pendiente media (%)	Factor LxS MUSLE
Subcuenca 1	43,157	0,03841	0,445	57,6	13,648
Subcuenca 2	37,180	0,02149	0,289	36,48	7,207
Subcuenca 3	53,706	0,01536	0,143	53,57	13,262
Subcuenca 4	65,371	0,04576	0,350	48,12	12,236

## 2.2. PARAMETROS DE RELIEVE

### 2.2.1. DESNIVELES MÁXIMOS

Los desniveles máximos, dan una idea de la magnitud del relieve, ya que los valores característicos de cada subcuenca son la cota máxima, la cota mínima y el desnivel máximo.

Tabla 7. Cálculo de los desniveles máximos de las diferentes subcuencas.

Cuenca	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	Desnivel máximo (m)
Subcuenca 1	864,47	765	99,47
Subcuenca 2	835	752	83
Subcuenca 3	864,47	775	89,47
Subcuenca 4	863,6	770	93,6

### 2.2.2. CURVA HIPSOMÉTRICA

La curva hipsométrica, ofrece una visión acerca del relieve y de la altimetría de la cuenca de estudio. Por encima de la altitud mínima de la cuenca, lo que se corresponde a la sección de control, se halla la totalidad de la superficie de esta. Si se asciende hacia el

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

punto más alto de la cuenca y desde ahí, se calcula a partir de cada curva de nivel, las áreas acumuladas por encima de ellas, se puede construir la curva hipsométrica. Se sitúa en el eje de abscisas la superficie calculada, y en el de ordenadas la altitud en metros.

En las Figuras 1, 2, 4 y 6, se representan las diferentes curvas hipsométricas de las distintas subcuencas junto con su rectángulo equivalente, en aquellas en las que este se haya podido diseñar. Las mediciones se han realizado mediante un programa de información geográfica y considerando intervalos de 5 metros entre curvas de nivel. En las Tablas 23, 24, 25 y 26 se observan los datos para el diseño de las curvas hipsométricas.

Cuando se encuentra gran parte de la superficie de la cuenca a gran altitud, esta, es una cuenta de meseta. En cambio, si el río desciende en altitud muy rápidamente, se trata de una cuenca de valle aluvial. En nuestro caso, las cuatro subcuencas, son de tipo valle aluvial.

### 2.2.3. CURVA DE FRECUENCIAS

Esta curva, se obtiene representando sobre el eje de ordenadas el porcentaje de superficie total de cada subcuenca comprendida entre dos curvas de nivel consecutivas.

Se adjuntan los datos en las Tablas 27, 28, 29 y 30, y sus respectivos gráficos en las Figuras 7, 8, 9 y 10.

### 2.2.4. ALTURA MEDIA

Con el área obtenida en la curva hipsométrica, que es representativa del volumen, dividiéndola por la superficie de la cuenca, se puede obtener la altura media, aunque otra expresión para obtenerla es:

$$Am = \frac{\sum_1^n H_i \times S_i}{S}$$

Donde,

S = Superficie de la cuenca (m<sup>2</sup>)

Si = Superficie entre dos curvas de nivel consecutivas (m<sup>2</sup>)

Hi = Altura media entre cada dos curvas de nivel consecutivas (descontando la cota de la sección de control) (m)

Para obtener la altitud media  $\bar{h}$  a la que se encuentra la cuenca, es necesario sumar la cota de la sección de control (Hmin) al término Am.

Tabla 8. Cálculo de la altitud media de las subcuencas.

Subcuenca	Altura media (m)	Altura sección de control (m)	Altitud media (m)
Subcuenca 1	50,50	765,00	815,50
Subcuenca 2	21,42	752,00	773,42
Subcuenca 3	42,17	775,00	817,17
Subcuenca 4	51,19	770,00	821,19

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

En la Tabla 8, se muestran todos los datos de las diferentes subcuencas y en las Tablas 31, 32, 33 y 34 los datos requeridos para su cálculo.

### 2.2.5. ÍNDICE DE PENDIENTE

Se ha utilizado el método más directo para calcular la pendiente media de la cuenca, que es, que dicha pendiente media es considerada como la media ponderada de todas las superficies individuales en las cuales la línea de máxima pendiente es constante.

Con ello, se llega a la siguiente expresión,

$$J = \frac{D \times L_t}{S}$$

Siendo,

D = equidistancia entre curvas de nivel

J = Pendiente media de la cuenca

S = Superficie de la cuenca

Lt = Longitud de todas las curvas de nivel

Los índices de pendiente de las cuatro subcuencas de estudio se exponen a continuación en la Tabla 9, y puede observarse el proceso de cálculo requerido para estos valores en las Tablas 35, 36, 37 y 38.

Tabla 9. Pendiente media de las cuatro subcuencas de estudio.

Cuenca	Pendiente media (%)
Subcuenca 1	57,6
Subcuenca 2	36,48
Subcuenca 3	53,57
Subcuenca 4	48,12

### 2.2.6. COEFICIENTE DE MASIVIDAD DE MARTONNE

La descripción de la pendiente media y la altura media de las subcuencas, resultan insuficientes a la hora de describir y caracterizar el relieve de una cuenca. Debido a que es posible encontrar cuencas, con pendiente y altura media muy similares, pero que presentan una morfología muy distinta, es necesario el cálculo de este índice.

Este coeficiente se define como el cociente entre la altura media de la cuenca en metros, y la proyección horizontal de esta, en km<sup>2</sup>.

$$tg \alpha = \frac{A_m}{S}$$

Tabla 10. Cálculo del coeficiente de masividad de Martonne para las diferentes subcuencas de estudio.

Cuenca	Am (m)	S (km <sup>2</sup> )	Coef. masividad
Subcuenca 1	50,50	0,038	1314,792
Subcuenca 2	21,42	0,021	996,743
Subcuenca 3	42,17	0,015	2745,443
Subcuenca 4	51,19	0,046	1118,663

Se puede observar que el coeficiente de Martonne toma valores muy altos, lo que indica que hay un gran descenso en altitud en relación a una pequeña extensión de superficie.

### 2.2.7. COEFICIENTE OROGRÁFICO

Dado que pueden existir cuencas con diferente relieve, y el mismo coeficiente de masividad, es necesario calcular el coeficiente orográfico de Fournier. Este índice se define como el producto de la altura media por el coeficiente de Martonne.

$$C_o = A_m \times tg \alpha$$

Donde,

Am = altura media (m)

tg α = coeficiente de Martonne

Según Fournier, cuando:

Co > 6 m<sup>2</sup>/ha estamos ante cuencas de relieve acentuado.

Co < 6 m<sup>2</sup>/ha estamos ante cuencas de relieve poco pronunciado.

Tabla 11. Cálculo del coeficiente orográfico e interpretación del tipo de relieve de cada una de las subcuencas.

Cuenca	Am (m)	Coef. masividad	Coef. orográfico (m <sup>2</sup> /ha)	Tipo de relieve
Subcuenca 1	50,50	1314,792	663,986	Muy acentuado
Subcuenca 2	21,42	996,743	213,502	Muy acentuado
Subcuenca 3	42,17	2745,443	1157,753	Muy acentuado
Subcuenca 4	51,19	1118,663	572,643	Muy acentuado

Según la clasificación de Fournier dada anteriormente, las cuatro subcuencas, que toman un coeficiente orográfico muy alto, serán subcuencas de relieve muy acentuado.

## **2.3. PARAMETROS FÍSICOS RELACIONADOS CON LA RED DE DRENAJE**

La definición de una red hidrográfica o red de drenaje, es el camino natural, ya sea permanente en el tiempo, o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales hipodérmicos y subterráneos (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Como tenemos cuatro subcuencas diferentes, tenemos cuatro cauces principales (V. Plano 6. Red de drenaje de las cuencas de estudio). Los cuatro pueden ser clasificados como arroyos, dado que son corrientes naturales de agua, de carácter intermitente, según las estaciones y las precipitaciones, y con una anchura inferior a cinco metros. Pero al seguir estudiando estas corrientes, podemos observar que se trata de torrentes, dado que están localizados en lugares con fuertes pendientes, y tienen un régimen hidráulico rápido, lo que se caracteriza con un número de Froude mayor que uno.

A continuación vamos a caracterizar la red hidrográfica superficial con alguno de los parámetros más importantes para su definición.

### **2.3.1. LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL**

Este parámetro, resulta interesante de calcular, para estimar el tiempo que tarda el agua precipitada en llegar a la sección de control.

*Tabla 12. Longitud de los cauces principales de cada subcuenca de estudio.*

<b>Cuenca</b>	<b>Longitud (m)</b>
Subcuenca 1	170,99
Subcuenca 2	289,77
Subcuenca 3	143,57
Subcuenca 4	190,2

### **2.3.2. PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL**

Este perfil se construye trasladando en las ordenadas la altitud sobre el nivel del mar del cauce, y en las abscisas, la distancia a partir de su nacimiento. Este gráfico ofrece una idea aproximada acerca de la edad o madurez del curso de agua y de su torrencialidad. Pueden observarse los datos en las Tablas 39, 40, 41 y 42, y el gráfico de perfil en las Figuras 11, 12, 13 y 14.

### **2.3.3. FRECUENCIA DE CAUCES**

Se define la frecuencia de cauces como la relación existente entre el número de cauces presentes en una cuenca y su área correspondiente.

$$F = \frac{\sum_{i=1}^k Ni}{A_k}$$

Tabla 13. Frecuencia de cauces relativa a la superficie de cada subcuenca.

Cuenca	Nº de cauces	Superficie (km <sup>2</sup> )	Frecuencia (cauces/km <sup>2</sup> )
Subcuenca 1	4	0,03841	104,140
Subcuenca 2	1	0,02149	46,533
Subcuenca 3	1	0,01536	65,104
Subcuenca 4	2	0,04576	43,706

### 2.3.4. PENDIENTE MEDIA DEL RÍO

Este índice corresponde al cociente entre la diferencia de cotas extremas del curso principal, y su longitud. Cuando este coeficiente es mayor al 6%, se considera que el curso de agua tiene un carácter torrencial.

$$P_m = \frac{\text{Cota máxima} - \text{Cota mínima}}{\text{Longitud río}} \times 100$$

Tabla 14. Pendiente media del río principal de cada subcuenca y carácter de este mismo curso de agua.

Cuenca	Pendiente (%)	Carácter del curso de agua
Subcuenca 1	32,18	Torrencial
Subcuenca 2	29,34	Torrencial
Subcuenca 3	41,81	Torrencial
Subcuenca 4	30,49	Torrencial

### 2.3.5. DENSIDAD DE DRENAJE

La densidad de drenaje se define como la relación existente entre la longitud total de todos los cursos de agua de la cuenca y su área total.

$$Dd = \frac{Lc (km)}{S (km^2)}$$

Tabla 15. Densidad de drenaje de las diferentes subcuencas.

Cuenca	Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	Longitud ríos (km)	Superficie cuenca (km <sup>2</sup> )	Densidad de drenaje
Subcuenca 1	11,586	0,445	0,03841	Media

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Densidad de drenaje de las diferentes subcuencas.

Cuenca	Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	Longitud ríos (km)	Superficie cuenca (km <sup>2</sup> )	Densidad de drenaje
Subcuenca 2	13,448	0,289	0,02149	Baja
Subcuenca 3	9,310	0,143	0,01536	Baja
Subcuenca 4	7,649	0,35	0,04576	Media

La densidad de drenaje en las cuencas 3 y 4, es una densidad baja o gruesa, lo que es indicativo de materiales resistentes y/o buena cubierta vegetal. La densidad de drenaje en las cuencas 1 y 2, en cambio, es media, lo que indica materiales blandos con moderada cubierta vegetal.

### 2.3.6. INDICE DE SINUOSIDAD

El índice de sinuosidad, relaciona la longitud real del cauce, con la longitud en línea recta desde su nacimiento hasta la sección de cierre. Este índice, informa de la forma del cauce, tanto si es recto, como si es irregular o tortuoso.

$$I \text{ sinuosidad} = \frac{L_{\text{real}}}{L_{\text{recta}}}$$

Tabla 16. Cálculo e interpretación del valor del índice de sinuosidad para cada una de las subcuencas de estudio.

Cuenca	Índice de sinuosidad	Longitud real (m)	Longitud recta (m)	Sinuosidad
Subcuenca 1	0,98	167,275	170,99	Recto
Subcuenca 2	0,84	244,31	289,77	Recto
Subcuenca 3	0,98	141,236	143,57	Recto
Subcuenca 4	0,95	180,989	190,2	Recto

Estos índices de sinuosidad menores de uno, indican que los cursos de agua principales de cada una de las subcuencas estudiadas, tiene una estructura recta.

### 2.3.7. RADIO DE BIFURCACIÓN

El radio de bifurcación permite entender algunas variaciones geoecológicas que se producen en el interior de la cuenca, en concreto, cambios importantes en el sustrato rocoso y de los grupos de suelo dominantes.

Se define como la relación entre el número (N) de cauces de orden i, y el número (Ni+1) de cauces de orden i+1. Según Horton, esta relación es relativamente constante de un orden a otro.

$$Rb = \frac{N}{N_{i+1}}$$

Tabla 17. Radio de bifurcación de las subcuencas de estudio.

Cuenca	Radio de bifurcación
Subcuenca 1	1,33
Subcuenca 2	-
Subcuenca 3	-
Subcuenca 4	2

### 2.3.8. COEFICIENTE DE TORRENCIALIDAD

El coeficiente de torrencialidad mide el grado de torrencialidad de la cuenca. Se calcula por medio de la relación entre el número de cauces de orden uno en la cuenca respecto al área total de la misma.

$$T = \frac{N_1}{S (km^2)}$$

Tabla 18. Cálculo del coeficiente de torrencialidad de cada subcuenca de estudio.

Cuenca	Coef. Torrencialidad	Contribuyentes N <sub>1</sub>	Superficie (km <sup>2</sup> )
Subcuenca 1	1206,511	4	0,03841
Subcuenca 2	625,785	1	0,02149
Subcuenca 3	606,113	1	0,01536
Subcuenca 4	334,292	2	0,04576

### 2.3.9. CANAL DE ALIMENTACIÓN

El canal de alimentación indica la superficie de cuenca que corresponde a cada kilómetro de río.

$$Ca = \frac{S}{Lr} = \frac{1}{Dd}$$



Tabla 19. Canal de alimentación de las subcuencas de estudio.

Cuenca	Canal de alimentación (km <sup>2</sup> /km)	Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )
Subcuenca 1	0,086	11,586
Subcuenca 2	0,074	13,448
Subcuenca 3	0,107	9,310
Subcuenca 4	0,131	7,649

### 2.3.10. ALEJAMIENTO MEDIO

El alejamiento medio relaciona el recorrido de los cauces colectores de drenaje en el interior de la cuenca.

$$A_j = \frac{L_m}{\sqrt{S}}$$

Siendo L<sub>m</sub>: longitud del cauce más largo de la cuenca

Tabla 20. Cálculo del alejamiento medio de cada una de las subcuencas de estudio.

Cuenca	Longitud (m)	Longitud (km)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Alejamiento medio
Subcuenca 1	170,99	0,171	0,03841	0,872
Subcuenca 2	289,77	0,290	0,02149	1,977
Subcuenca 3	143,57	0,144	0,01536	1,158
Subcuenca 4	190,2	0,190	0,04576	0,889

### 2.3.11. FORMA Y TEXTURA DE LA RED DE DRENAJE

Se puede determinar que la red de drenaje está compuesta de un tipo de corrientes efímeras, ya que sólo en el temporal de lluvias, llevan agua.

Aplicando el modelo Horton-Strahler, se determina que la clase de orden de corriente es de orden bajo, dado que está formado por tributarios de orden 1 y 2.

Se pueden clasificar las cuatro subcuencas como de textura fina, dado el espaciamiento entre corrientes, y dada la densidad de drenaje calculada. Esta clasificación indica que se trata de una zona con alta escorrentía superficial, y con suelos de baja-media permeabilidad (V. Plano 6. Red de drenaje de las cuencas de estudio).

El drenaje superficial es dendrítico o arborescente angular, ya que se caracteriza por formar ramificaciones arborescentes, en la que los cursos de agua tributarios confluyen en la corriente principal formando ángulos agudos. Esto también suele definir que los suelos de la cuenca son homogéneos.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### 2.3.12. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración es una de las variables hidrológicas más importantes a determinar, tanto en la planificación de usos para el suelo, como en la gestión de recursos hídricos. También es un factor importante en la conservación de suelos y aguas, y en el control de la erosión y restauración de zonas degradadas.

El tiempo de concentración se define como el tiempo máximo de circulación de agua procedente de la escorrentía superficial hasta la sección de cierre o de control. Este tiempo de concentración será importante para minimizar las consecuencias de las avenidas.

$$T_c = 0,3 \times \left( \frac{L_c(\text{km})}{P_m^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Tabla 21. Tiempo de concentración de las siguientes subcuencas.

Cuenca	Tiempo de concentración (h)	Tiempo de concentración (min)	Pendiente media curso (m/m)	Longitud (km)
Subcuenca 1	0,097	5,83	0,3218	0,171
Subcuenca 2	0,148	8,86	0,2934	0,290
Subcuenca 3	0,081	4,86	0,4181	0,144
Subcuenca 4	0,106	6,39	0,3049	0,190

### 2.3.13. DISTANCIA DE ESCORRENTÍA

Es la relación existente entre la longitud de todos los cursos de agua de la cuenca, y su superficie.

$$De = 0,5 * \frac{S}{Lr}$$

Tabla 22. Distancia de escorrentía de las diferentes subcuencas de estudio.

Cuenca	Dist. Escorrentía (km)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Longitud ríos (km)
Subcuenca 1	0,043	0,03841	0,445
Subcuenca 2	0,037	0,02149	0,289
Subcuenca 3	0,054	0,01536	0,143
Subcuenca 4	0,065	0,04576	0,35

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### 3. TABLAS Y FIGURAS ADICIONALES

Tabla 23. Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 1.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	%Superficie respecto al total
864	0	0
860	0,185	4,82
855	0,355	9,24
850	0,547	14,24
845	0,703	18,30
840	0,902	23,48
835	1,088	28,33
830	1,27	33,06
825	1,444	37,59
820	1,652	43,01
815	1,859	48,40
810	2,059	53,61
805	2,287	59,54
800	2,491	64,85
795	2,812	73,21
790	3,051	79,43
785	3,312	86,23
780	3,484	90,71
775	3,636	94,66
770	3,756	97,79
765	3,841	100,00

Tabla 24. Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 2.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	%Superficie respecto al total
835	0,0018	0,084
830	0,0135	0,628
825	0,0354	1,647
820	0,0547	2,545
815	0,0895	4,165
810	0,1277	5,942
805	0,1799	8,371
800	0,2375	11,052
795	0,3358	15,626
790	0,4351	20,247
785	0,5403	25,142

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 24 (cont). Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 2.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	%Superficie respecto al total
780	0,6566	30,554
775	0,7772	36,166
770	0,9996	46,515
765	1,2035	56,003
760	1,4639	68,120
755	1,8679	86,919
752	2,149	100,000

Tabla 25. Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 3.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	%Superficie respecto al total
864,7	0	0,00
860	0,1369	8,91
855	0,2127	13,85
850	0,2739	17,83
845	0,3194	20,79
840	0,3719	24,21
835	0,4373	28,47
830	0,5042	32,83
825	0,5692	37,06
820	0,6413	41,75
815	0,7222	47,02
810	0,8065	52,51
805	0,903	58,79
800	0,9913	64,54
795	1,1539	75,12
790	1,2756	83,05
785	1,39	90,49
780	1,4817	96,46
775	1,536	100,00

Tabla 26. Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 4.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	%Superficie respecto al total
863,6	0	0,00
860	0,3938	8,61
855	0,7066	15,44
850	0,9716	21,23
845	1,1831	25,85
840	1,4111	30,84

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 26 (cont). Datos para la curva hipsométrica de la subcuenca 4.

Altitud (m)	Superficie por encima (ha)	%Superficie respecto al total
835	1,6327	35,68
830	1,8544	40,52
825	2,0444	44,68
820	2,319	50,68
815	2,5719	56,20
810	2,8242	61,72
805	3,0567	66,80
800	3,2526	71,08
795	3,6083	78,85
790	3,9222	85,71
785	4,1402	90,48
780	4,2792	93,51
775	4,4454	97,15
770	4,576	100,00

Tabla 27. Datos para la curva de frecuencias de la subcuenca 1.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	% Superficie relativa
864 - 860	1850	4,82
860-855	1700	4,43
855-850	1920	5,00
850-845	1560	4,06
845-840	1990	5,18
840-835	1860	4,84
835-830	1820	4,74
830-825	1740	4,53
825-820	2080	5,42
820-815	2070	5,39
815-810	2000	5,21
810-805	2280	5,94
805-800	2040	5,31
800-795	3210	8,36
795-790	2390	6,22
790-785	2610	6,80
785-780	1720	4,48
780-775	1520	3,96
775-770	1200	3,12
770-765	850	2,21
TOTAL	38410	100

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 28. Datos para la curva de frecuencias de la subcuenca 2.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	% Superficie relativa
835-830	117	0,54
830-825	219	1,02
825-820	193	0,90
820-815	348	1,62
815-810	382	1,78
810-805	522	2,43
805-800	576	2,68
800-795	983	4,57
795-790	993	4,62
790-785	1052	4,90
785-780	1163	5,41
780-775	1206	5,61
775-770	2224	10,35
770-765	2039	9,49
765-760	2604	12,12
760-755	4040	18,80
755-752	2829	13,16
TOTAL	21490	100

Tabla 29. Datos para la curva de frecuencias de la subcuenca 3.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	% Superficie respecto al total
864,7-860	1369	8,913
860-855	758	4,935
855-850	612	3,984
850-845	455	2,962
845-840	525	3,418
840-835	654	4,258
835-830	669	4,355
830-825	650	4,232
825-820	721	4,694
820-815	809	5,267
815-810	843	5,488
810-805	965	6,283
805-800	883	5,749
800-795	1626	10,586
795-790	1217	7,923
790-785	1144	7,448
785-780	917	5,970

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 29 (cont). Datos para la curva de frecuencias de la subcuenca 3.

<b>Altitud (m)</b>	<b>Superficie entre curvas (Si) (m<sup>2</sup>)</b>	<b>% Superficie respecto al total</b>
780-775	543	3,535
TOTAL	15360	100

Tabla 30. Datos para la curva de frecuencias de la subcuenca 4.

<b>Altitud (m)</b>	<b>Superficie entre curvas (Si) (m<sup>2</sup>)</b>	<b>% Superficie respecto al total</b>
863,6-860	3938	8,61
860-855	3128	6,84
855-850	2650	5,79
850-845	2115	4,62
845-840	2280	4,98
840-835	2216	4,84
835-830	2217	4,84
830-825	1900	4,15
825-820	2746	6,00
820-815	2529	5,53
815-810	2523	5,51
810-805	2325	5,08
805-800	1959	4,28
800-795	3557	7,77
795-790	3139	6,86
790-785	2180	4,76
785-780	1390	3,04
780-775	1662	3,63
775-770	1306	2,85
TOTAL	45760	100

Tabla 31. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 1.

<b>Altitud (m)</b>	<b>Superficie entre curvas (Si) (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura media (Hi) (m)</b>	<b>Si x Hi</b>
864 - 860	1850	97	179450
860-855	1700	92,5	157250
855-850	1920	87,5	168000
850-845	1560	82,5	128700
845-840	1990	77,5	154225
840-835	1860	72,5	134850
835-830	1820	67,5	122850

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 31 (cont). Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 1.

<b>Altitud (m)</b>	<b>Superficie entre curvas (Si) (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura media (Hi) (m)</b>	<b>Si x Hi</b>
830-825	1740	62,5	108750
825-820	2080	57,5	119600
820-815	2070	52,5	108675
815-810	2000	47,5	95000
810-805	2280	42,5	96900
805-800	2040	37,5	76500
800-795	3210	32,5	104325
795-790	2390	27,5	65725
790-785	2610	22,5	58725
785-780	1720	17,5	30100
780-775	1520	12,5	19000
775-770	1200	7,5	9000
770-765	850	2,5	2125
<b>Total</b>	<b>38410</b>		<b>1939750</b>

Tabla 32. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 2.

<b>Altitud (m)</b>	<b>Superficie entre curvas (Si) (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura media (Hi) (m)</b>	<b>Si x Hi</b>
835-830	117	80,5	9418,5
830-825	219	75,5	16534,5
825-820	193	70,5	13606,5
820-815	348	65,5	22794
815-810	382	60,5	23111
810-805	522	55,5	28971
805-800	576	50,5	29088
800-795	983	45,5	44726,5
795-790	993	40,5	40216,5
790-785	1052	35,5	37346
785-780	1163	30,5	35471,5
780-775	1206	25,5	30753
775-770	2224	20,5	45592
770-765	2039	15,5	31604,5
765-760	2604	10,5	27342
760-755	4040	5,5	22220
755-752	2829	0,5	1414,5
<b>TOTAL</b>	<b>21490</b>		<b>460210</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Tabla 33. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 3.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Altura media (Hi) (m)	Si x Hi
864,7-860	1369	87,3	119513,7
860-855	758	82,5	62535
855-850	612	77,5	47430
850-845	455	72,5	32987,5
845-840	525	67,5	35437,5
840-835	654	62,5	40875
835-830	669	57,5	38467,5
830-825	650	52,5	34125
825-820	721	47,5	34247,5
820-815	809	42,5	34382,5
815-810	843	37,5	31612,5
810-805	965	32,5	31362,5
805-800	883	27,5	24282,5
800-795	1626	22,5	36585
795-790	1217	17,5	21297,5
790-785	1144	12,5	14300
785-780	917	7,5	6877,5
780-775	543	2,5	1357,5
TOTAL	15360		647676,2

Tabla 34. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 4.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Altura media (Hi) (m)	Si x Hi
863,6-860	3938	91,8	361508,4
860-855	3128	87,5	273700
855-850	2650	82,5	218625
850-845	2115	77,5	163912,5
845-840	2280	72,5	165300
840-835	2216	67,5	149580
835-830	2217	62,5	138562,5
830-825	1900	57,5	109250
825-820	2746	52,5	144165
820-815	2529	47,5	120127,5
815-810	2523	42,5	107227,5
810-805	2325	37,5	87187,5
805-800	1959	32,5	63667,5
800-795	3557	27,5	97817,5
795-790	3139	22,5	70627,5

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 34 (cont). Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca 4.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Altura media (Hi) (m)	Si x Hi
790-785	2180	17,5	38150
785-780	1390	12,5	17375
780-775	1662	7,5	12465
775-770	1306	2,5	3265
TOTAL	45760		2342513,4

Tabla 35. Cálculo de la pendiente media de la subcuenca 1.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Si/St	Di - Equidistancia entre curvas (m)	$\sqrt{\frac{Di \times Si}{St}}$
863,6-860	3938	0,0861	3,6	0,557
860-855	3128	0,0684	5	0,585
855-850	2650	0,0579	5	0,538
850-845	2115	0,0462	5	0,481
845-840	2280	0,0498	5	0,499
840-835	2216	0,0484	5	0,492
835-830	2217	0,0484	5	0,492
830-825	1900	0,0415	5	0,456
825-820	2746	0,0600	5	0,548
820-815	2529	0,0553	5	0,526
815-810	2523	0,0551	5	0,525
810-805	2325	0,0508	5	0,504
805-800	1959	0,0428	5	0,463
800-795	3557	0,0777	5	0,623
795-790	3139	0,0686	5	0,586
790-785	2180	0,0476	5	0,488
785-780	1390	0,0304	5	0,390
780-775	1662	0,0363	5	0,426
775-770	1306	0,0285	5	0,378
TOTAL	45760			50,289

Tabla 35. Cálculo de la pendiente media de la subcuenca 2.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Si/St	Di - Equidistancia entre curvas (m)	$\sqrt{\frac{Di \times Si}{St}}$
835-830	117	0,0054	5	0,165
830-825	219	0,0102	5	0,226

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 35 (cont). Cálculo de la pendiente media de la subcuenca 2.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Si/St	Di - Equidistancia entre curvas (m)	$\sqrt{\frac{Di \cdot Si}{St}}$
825-820	193	0,0090	5	0,212
820-815	348	0,0162	5	0,285
815-810	382	0,0178	5	0,298
810-805	522	0,0243	5	0,348
805-800	576	0,0268	5	0,366
800-795	983	0,0457	5	0,478
795-790	993	0,0462	5	0,481
790-785	1052	0,0490	5	0,495
785-780	1163	0,0541	5	0,520
780-775	1206	0,0561	5	0,530
775-770	2224	0,1035	5	0,719
770-765	2039	0,0949	5	0,689
765-760	2604	0,1212	5	0,778
760-755	4040	0,1880	5	0,970
755-752	2829	0,1316	3	0,628
TOTAL	21490			48,164

Tabla 37. Cálculo de la pendiente media de la subcuenca 3.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Si/St	Di - Equidistancia entre curvas (m)	$\sqrt{\frac{Di \cdot Si}{St}}$
864,7-860	1369	0,0891	4,7	0,647
860-855	758	0,0493	5	0,497
855-850	612	0,0398	5	0,446
850-845	455	0,0296	5	0,385
845-840	525	0,0342	5	0,413
840-835	654	0,0426	5	0,461
835-830	669	0,0436	5	0,467
830-825	650	0,0423	5	0,460
825-820	721	0,0469	5	0,484
820-815	809	0,0527	5	0,513
815-810	843	0,0549	5	0,524
810-805	965	0,0628	5	0,560
805-800	883	0,0575	5	0,536
800-795	1626	0,1059	5	0,728
795-790	1217	0,0792	5	0,629

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 37 (cont). Cálculo de la pendiente media de la subcuenca 3.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Si/St	Di - Equidistancia entre curvas (m)	$\sqrt{\frac{Di \cdot Si}{St}}$
790-785	1144	0,0745	5	0,610
785-780	917	0,0597	5	0,546
780-775	543	0,0354	5	0,420
TOTAL	15360			51,826

Tabla 38. Cálculo de la pendiente media de la subcuenca 4.

Altitud (m)	Superficie entre curvas (Si) (m <sup>2</sup> )	Si/St	Di - Equidistancia entre curvas (m)	$\sqrt{\frac{Di \cdot Si}{St}}$
863,6-860	3938	0,0861	3,6	0,557
860-855	3128	0,0684	5	0,585
855-850	2650	0,0579	5	0,538
850-845	2115	0,0462	5	0,481
845-840	2280	0,0498	5	0,499
840-835	2216	0,0484	5	0,492
835-830	2217	0,0484	5	0,492
830-825	1900	0,0415	5	0,456
825-820	2746	0,0600	5	0,548
820-815	2529	0,0553	5	0,526
815-810	2523	0,0551	5	0,525
810-805	2325	0,0508	5	0,504
805-800	1959	0,0428	5	0,463
800-795	3557	0,0777	5	0,623
795-790	3139	0,0686	5	0,586
790-785	2180	0,0476	5	0,488
785-780	1390	0,0304	5	0,390
780-775	1662	0,0363	5	0,426
775-770	1306	0,0285	5	0,378
TOTAL	45760			50,289

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

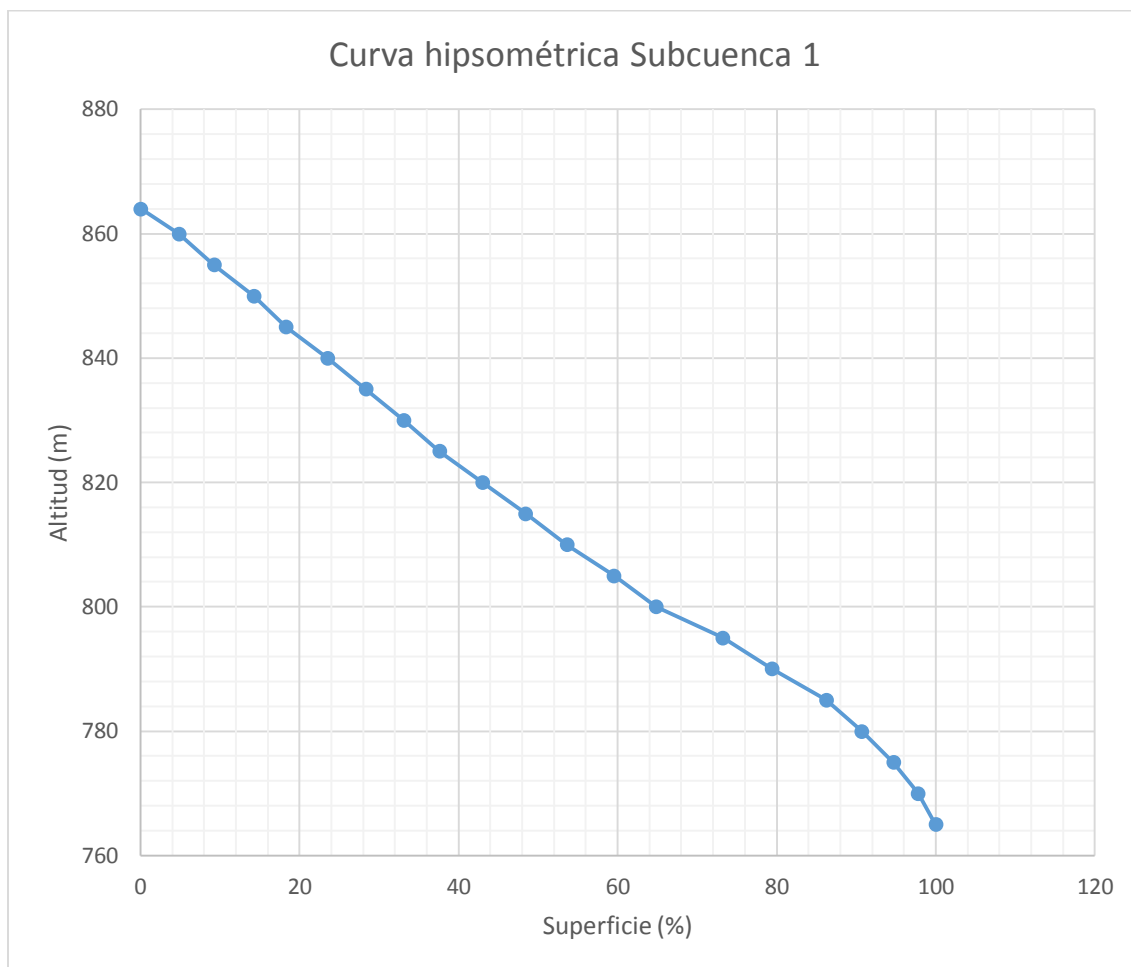


Figura 1. Curva hipsométrica de la subcuenca 1.

No se puede calcular el rectángulo equivalente

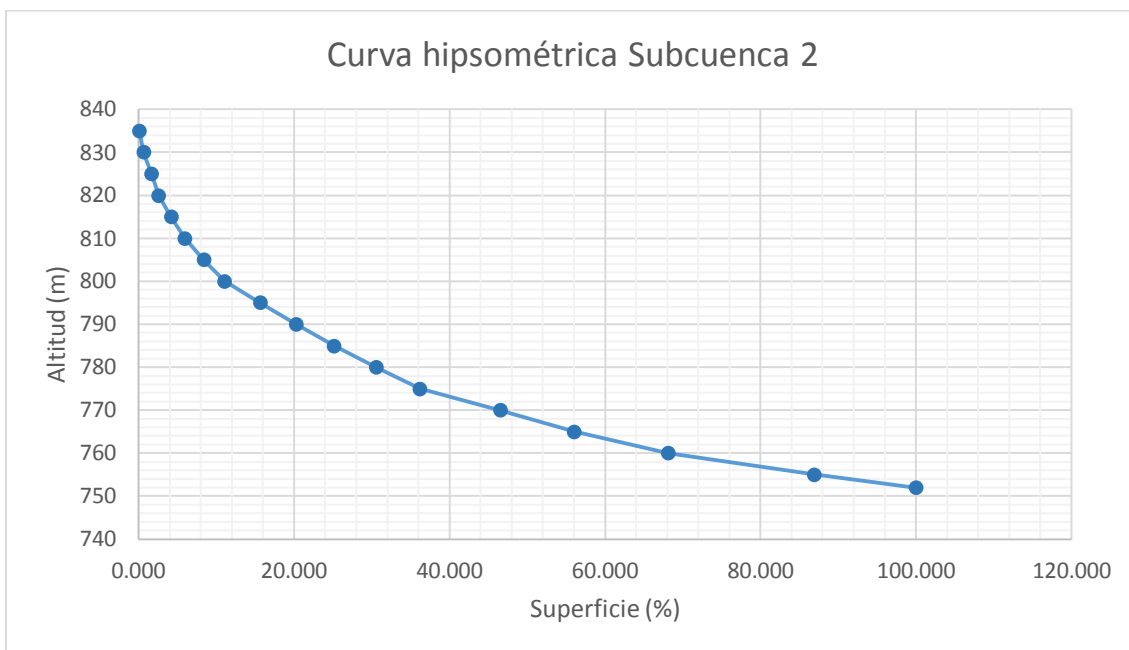


Figura 2. Curva hipsométrica de la subcuenca 2.

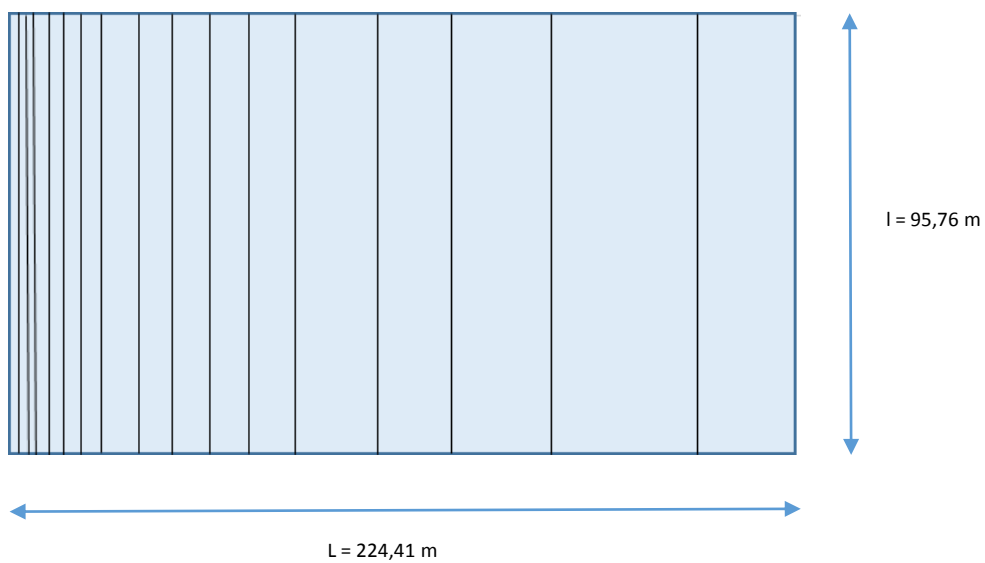


Figura 3. Rectángulo equivalente de la subcuenca 2.

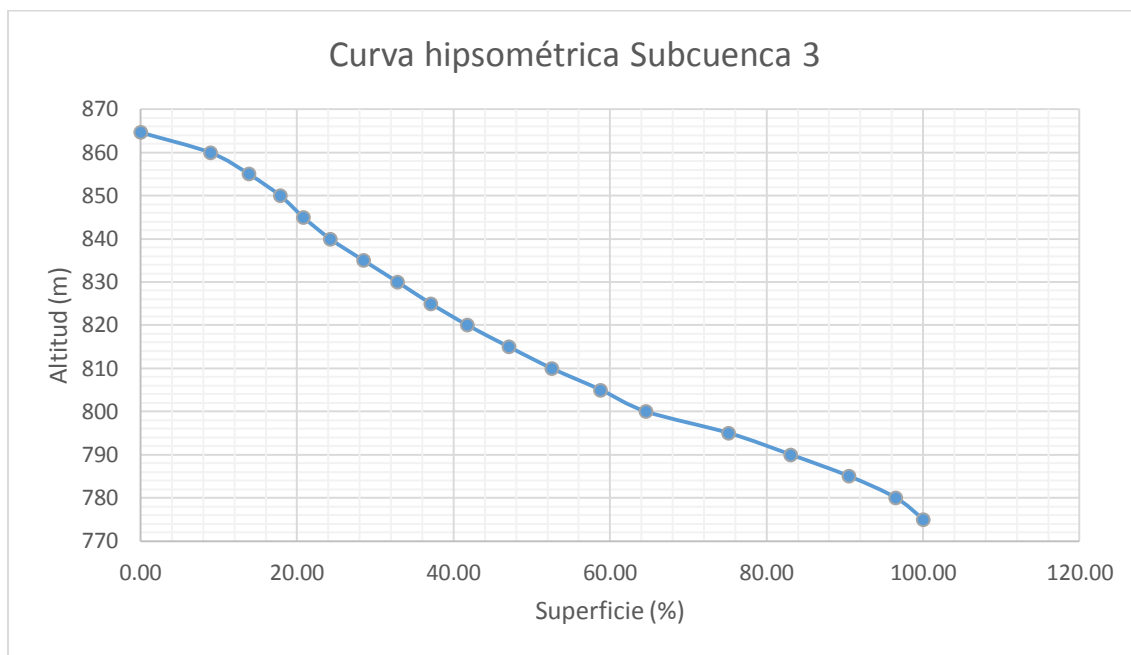


Figura 4. Curva hipsométrica de la subcuenca 3.

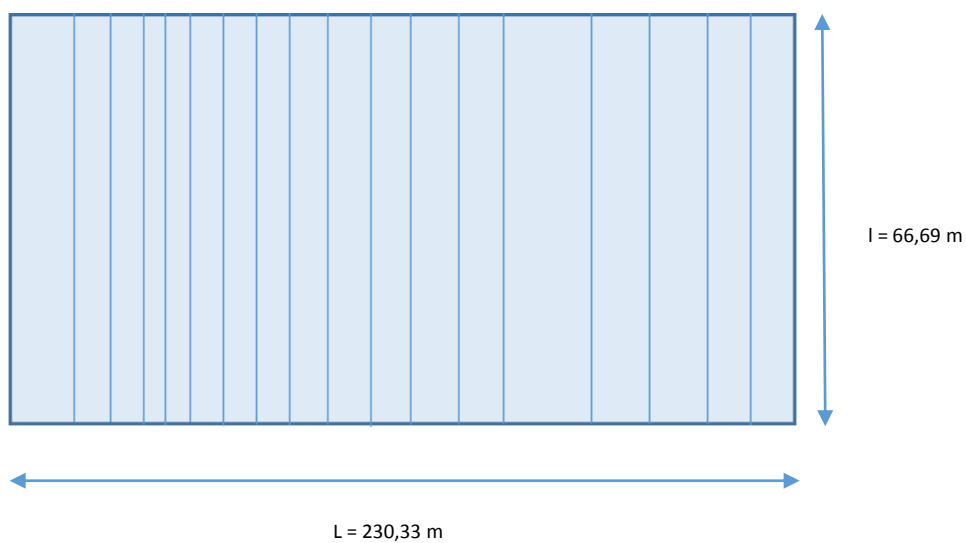


Figura 5. Rectángulo equivalente de la subcuenca 3.

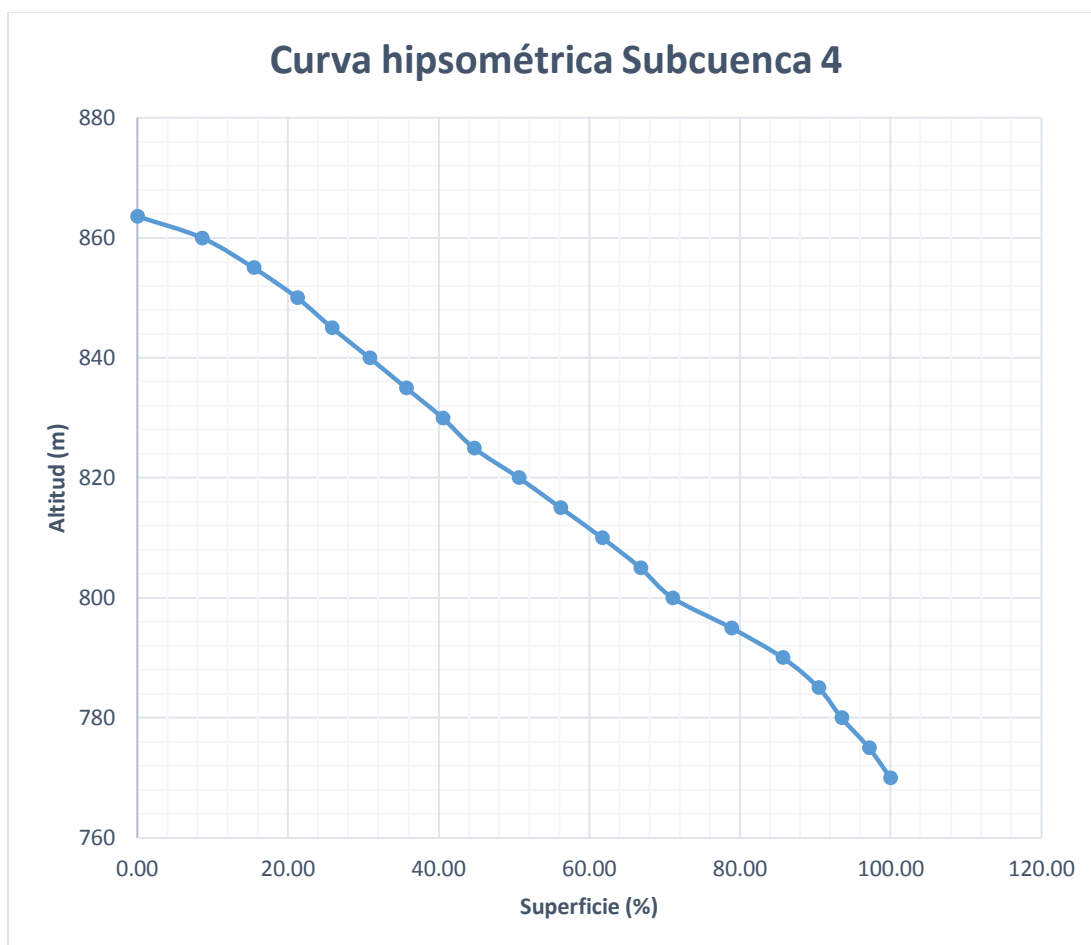


Figura 6. Curva hipsométrica de la subcuenca 4.

No se puede calcular el rectángulo equivalente



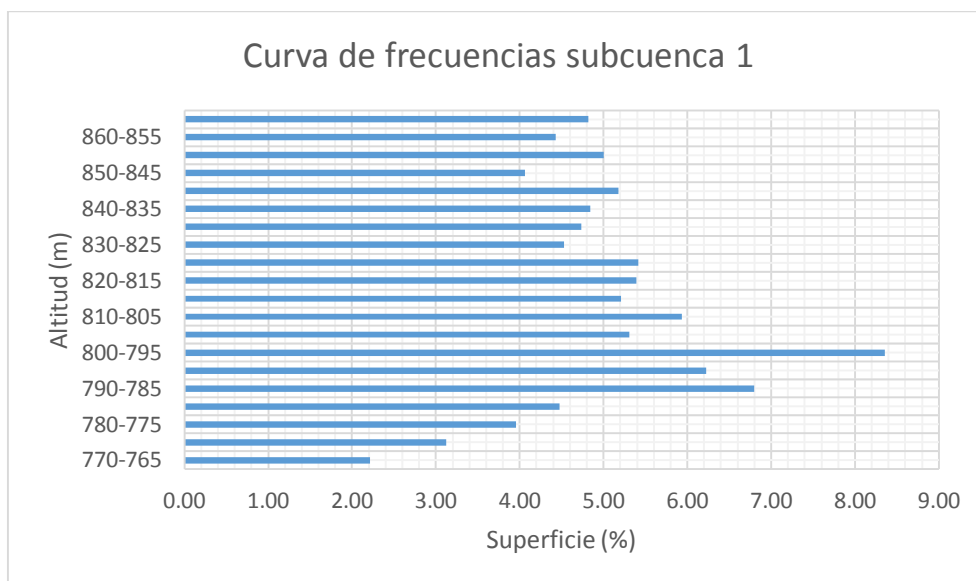


Figura 7. Curva de frecuencias de la subcuena 1.

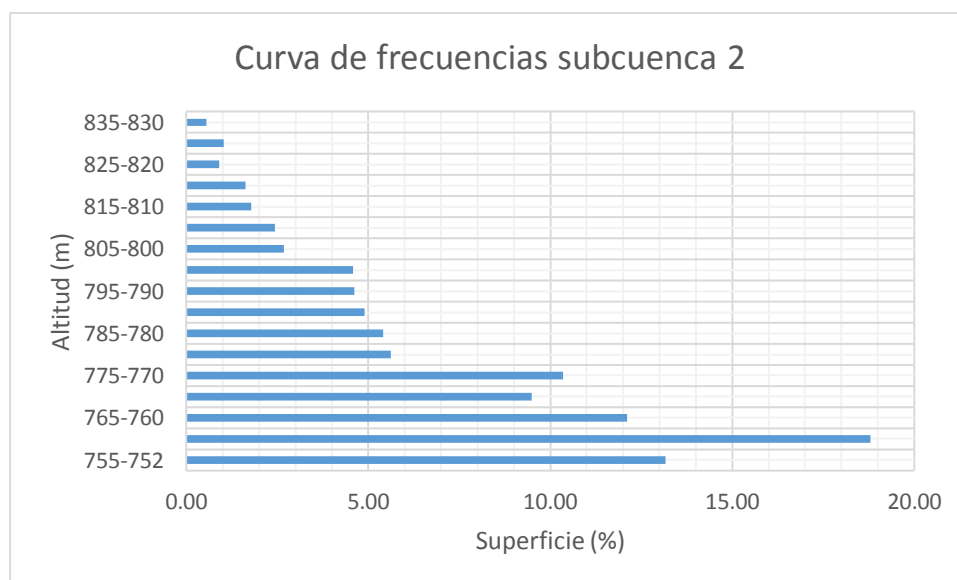


Figura 8. Curva de frecuencias de la subcuena 2.

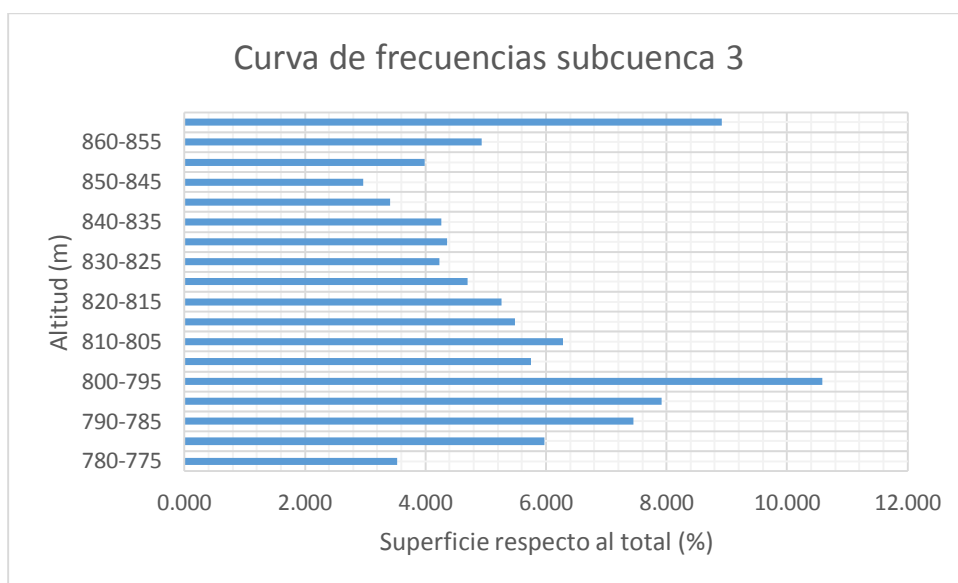


Figura 9. Curva de frecuencias de la subcuenca 3.

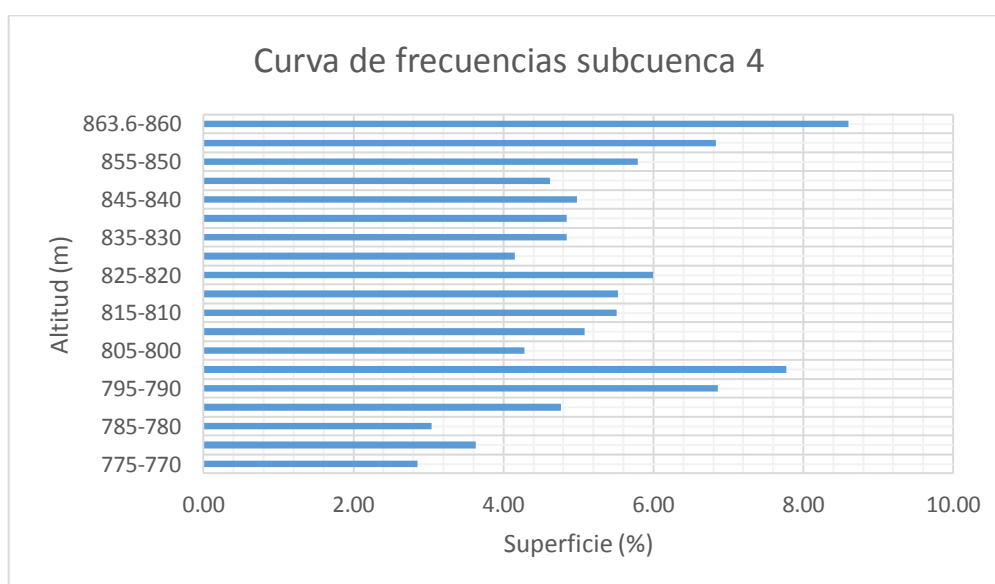


Figura 10. Curva de frecuencias de la subcuenca 4.

Tabla 39. Tabla para el cálculo del perfil longitudinal del arroyo de la subcuenca 1.

Altitud (m)	Longitud (m)
820	0
815	6,43
810	15,13
805	25,46
800	33
795	46,91
790	56,69
785	76,66
780	93,19
775	108,25
770	131,87
765	170,99

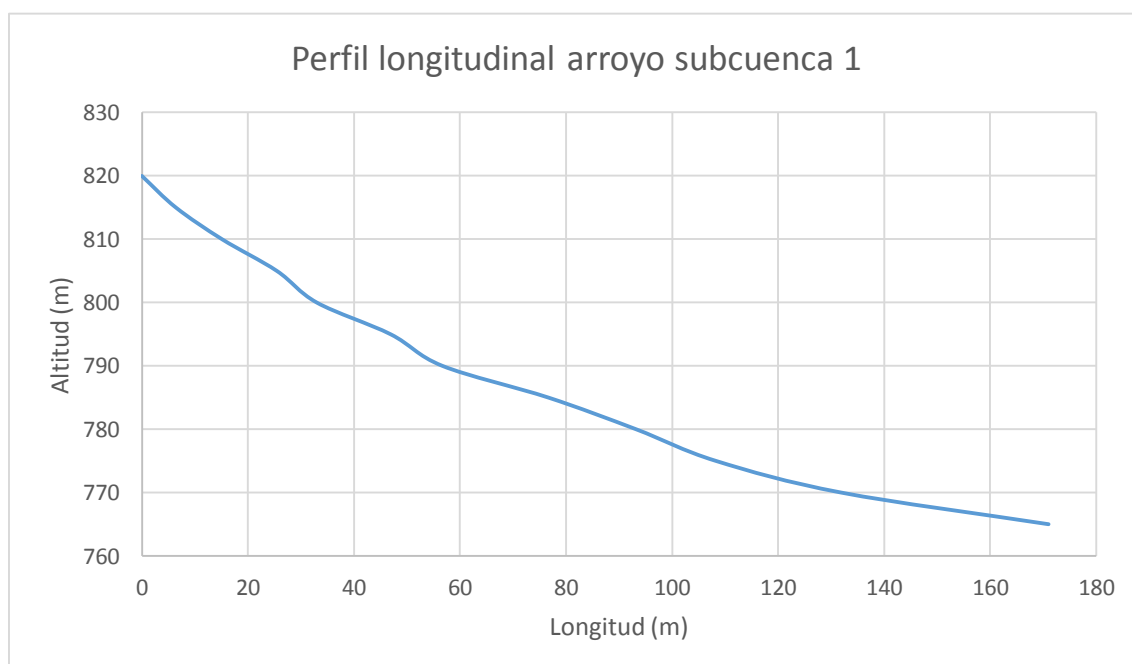


Figura 11. Perfil longitudinal correspondiente al arroyo de la subcuenca 1.

Tabla 40. Tabla para el cálculo del perfil longitudinal del arroyo de la subcuenca 2.

Altitud (m)	Longitud (m)
835	0
830	9,88
825	19,65
820	25,34
815	30,93
810	39,09
805	45,63
800	51,19
795	63,83
790	76,35
785	89,15
780	103,58
775	111,31
770	133,49
765	149,13
760	195,95
755	223,79
752	289,77

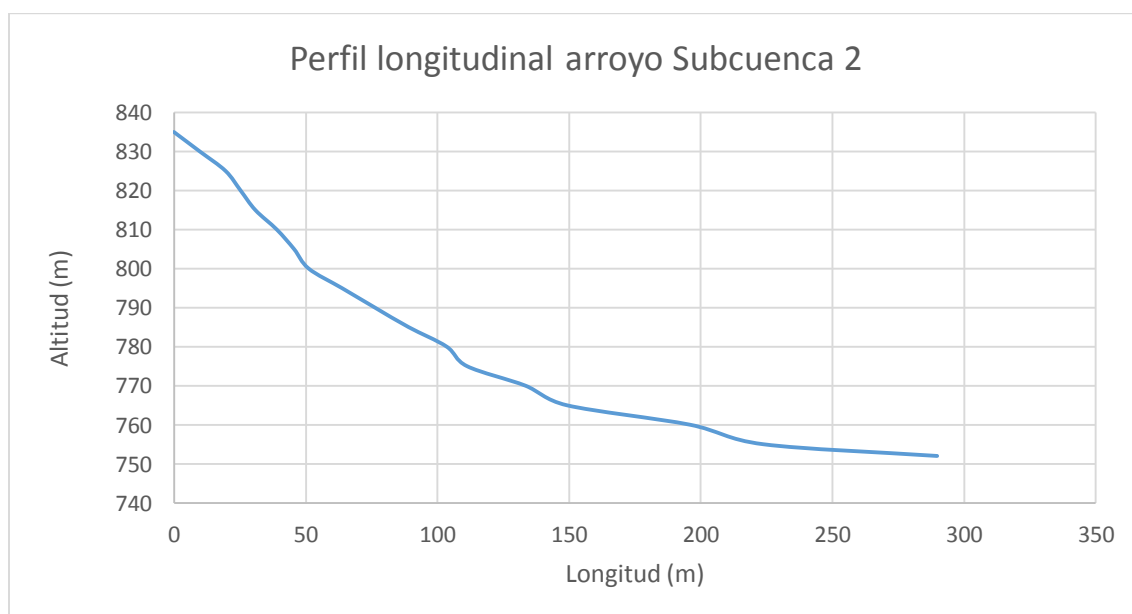


Figura 12. Perfil longitudinal correspondiente al arroyo de la subcuenca 2.

Tabla 41. Tabla para el cálculo del perfil longitudinal del arroyo de la subcuenca 3.

Altitud (m)	Longitud (m)
835	0
830	6,15
825	12,43
820	19,61
815	25,84
810	32,73
805	40,14
800	48
795	71,58
790	83,27
785	102,36
780	121,76
775	143,57

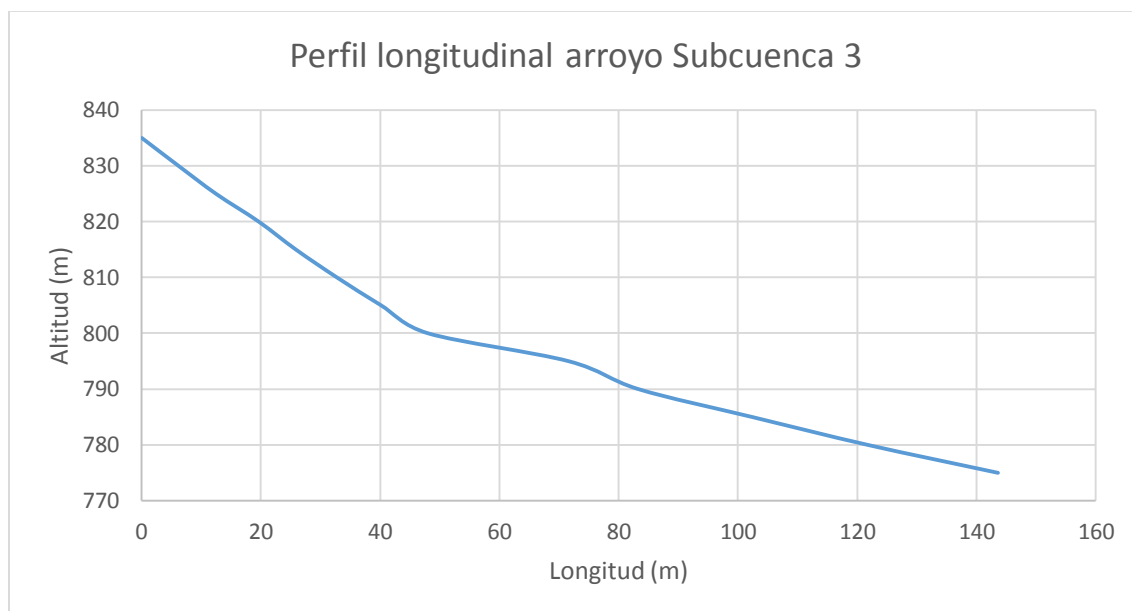


Figura 13. Perfil longitudinal correspondiente al arroyo de la subcuenca 3.

Tabla 42. Tabla para el cálculo del perfil longitudinal del arroyo de la subcuenca 4.

Altitud (m)	Longitud (m)
825	0
820	11,12
815	20,31
810	27,92
805	35,82
800	49,67
795	67,49
790	91,94
785	113,08
780	132,82
775	149,94
770	190,2

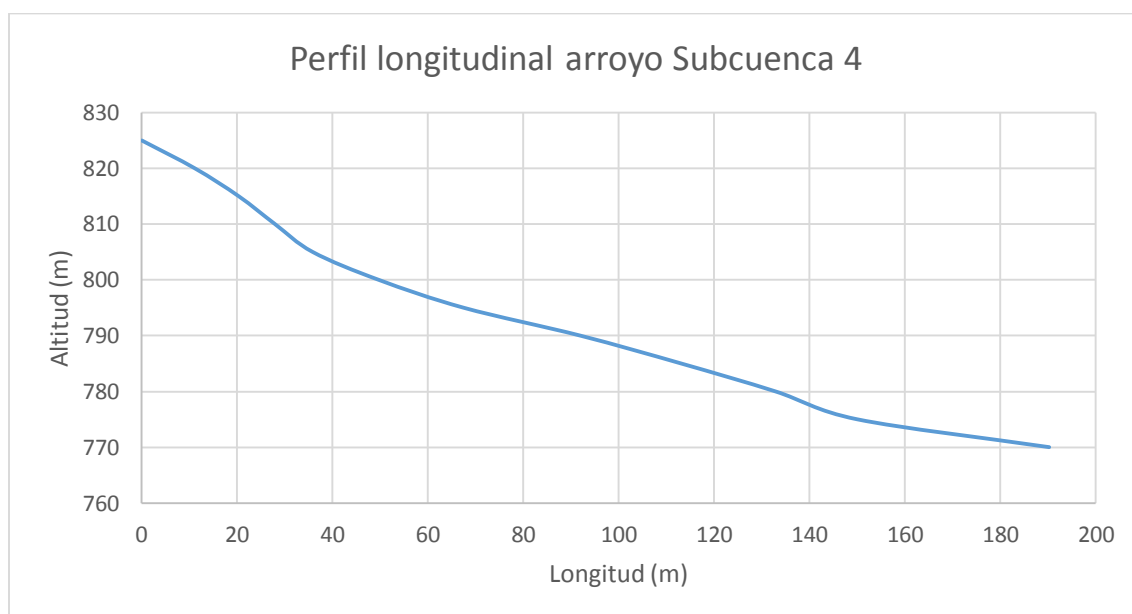


Figura 14. Perfil longitudinal correspondiente al arroyo de la subcuenca 4.

## ÍNDICE ANEJO II. CLIMATOLOGÍA

<b>1. DATOS DISPONIBLES .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ELECCIÓN DE OBSERVATORIO.....</b>	<b>1</b>
<b>3. DATOS BASICOS .....</b>	<b>1</b>
<b>4. DATOS GENERALES .....</b>	<b>1</b>
<b>5. INDICES CLIMÁTICOS .....</b>	<b>2</b>
5.1. INDICE DE LANG (1915) .....	2
5.2. INDICE DE DANTIN-REVENGA (1940) .....	3
5.3. INDICE DE EMBERGER (1932) .....	3
5.4. INDICE DE VERNET (1966) .....	4
5.5. INDICE DE GOREZYNSKI (1920) .....	4
<b>6. PARAMETROS DE DIFERENCIA.....</b>	<b>5</b>
6.1. DIAGRAMA OMBROTERMICO DE GAUSSEN (1953) .....	5
6.2. PARAMETROS ECOLOGICOS PRINCIPALES .....	5
6.3. DIAGRAMA DE TERMOHIETAS .....	5
<b>7. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE ALLUÉ ANDRADE (1990).....</b>	<b>5</b>
<b>8. BIOCLIMATOLOGÍA.....</b>	<b>6</b>
8.1. INDICE DE TERMICIDAD.....	6
8.2. PISOS BIOCLIMÁTICOS .....	6
8.3. HORIZONTES BIOCLIMÁTICOS O SUBPISOS.....	7
8.4. PERIODO DE ACTIVIDAD VEGETAL.....	7
8.5. TERMOCLIMA (TIPOS DE INVIERNO) .....	7
8.6. HELADAS .....	8
8.6.1. REGIMEN DE HELADAS SEGÚN EMBERGER .....	8
8.6.2. ESTACIONES LIBRES DE HELADAS SEGÚN PAPADAKIS .....	8
8.7. OMBROCLIMA .....	9
8.8. INDICE DE ARIDEZ ESTIVAL BIMENSUAL .....	9

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

<b>8.9. CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA .....</b>	<b>9</b>
<b>8.9.1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE J. PAPADAKIS .....</b>	<b>9</b>
<b>8.9.2. ETP MEDIA ANUAL .....</b>	<b>9</b>
<b>8.9.3. INDICE DE ARIDEZ.....</b>	<b>10</b>
<b>8.9.4. INDICE TURC EN REGADÍO.....</b>	<b>10</b>
<b>8.9.5. INDICE TURC EN SECANO.....</b>	<b>10</b>
<b>8.9.6. REGIMEN TERMICO .....</b>	<b>10</b>
<b>9.1. MÓDULO PLUVIOMÉTRICO ANUAL .....</b>	<b>10</b>
<b>9.2. MODULO PLUVIOMETRICO ANUAL MEDIO .....</b>	<b>10</b>
<b>9.3. INDICE DE HUMEDAD ANUAL .....</b>	<b>10</b>
<b>9.4. INDICE DE IRREGULARIDAD PLUVIOMETRICA .....</b>	<b>11</b>
<b>9.5. INDICE DE AGRESIVIDAD CLIMATICA DE FOURNIER (1960) .....</b>	<b>11</b>
<b>9.6. INDICE DE EROSION PLUVIAL: R (USLE).....</b>	<b>11</b>
<b>10. TABLAS Y FIGURAS ADICIONALES.....</b>	<b>13</b>



## ANEJO II. CLIMATOLOGÍA

### 1. DATOS DISPONIBLES

Para la caracterización climática de la zona se han utilizado datos meteorológicos procedentes de las bases de datos del Instituto Nacional de Meteorología facilitados por el Centro Meteorológico Territorial de Castilla y León.

Se ha seleccionado una estación meteorológica para la obtención de los datos de referencia para los cálculos. Los datos de dicha estación se recogen en la tabla siguiente.

Tabla 1. Datos de la estación meteorológica de la que se han obtenido los datos.

Código	Nombre	Provincia	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Tipo
2409B	Valladolid (Zamadueñas)	Valladolid	41° 38' 56,1" N	04° 40' 28,5" N	700	Completo

### 2. ELECCIÓN DE OBSERVATORIO

Para la elección de la estación meteorológica se ha seguido una serie de criterios generales que se expresan a continuación por orden de prioridad:

- Características topográficas y altitudinales de la zona semejantes (orientación, altitud...)
- Proximidad geográfica
- Series de datos representativas

Esta estación tiene series completas de más de 30 años, por lo cual es válida para el estudio.

### 3. DATOS BASICOS

A partir de los datos meteorológicos disponibles de la estación se han definido los datos de base para realizar la caracterización climática de la zona de estudio.

En el caso de la climatología, a partir de ahora, se tomarán las cuatro subcuencas como una sola cuenca individual, dado que no tienen la extensión suficiente como para que las variables meteorológicas sufran cambios apreciables en cada una de las subcuencas.

Al no haber una diferencia altitudinal muy amplia entre la zona de estudio y el observatorio elegido, no será necesaria una adaptación de los datos climáticos de acuerdo con el desnivel.

Los datos de la estación se expresan en las Tablas 14 y 15.

### 4. DATOS GENERALES

#### Datos generales de temperaturas

Temperatura media anual: 12,6 °C

Mes más frío: Enero 4,5 °C

Media de las mínimas: 0,6°C

Media de las mínimas absolutas: -5,9 °C

Mínima absoluta: -10,2°C

Mes más cálido: Agosto 21,7°C

Media de las máximas: 30,1°C

Media de las máximas absolutas: 37,3°C

Máxima absoluta: 40,5°C

Temperaturas extremas

Máxima absoluta: 40,5°C

Mínima absoluta: -11,5°C

### **Datos generales de precipitaciones**

Precipitación total anual: 407,3 mm	Número de orden
Precipitación de primavera: 112,3 mm	3
Precipitación de verano: 58,2 mm	1
Precipitación de otoño: 130,3 mm	4
Precipitación de invierno: 106,5 mm	2

## **5. INDICES CLIMÁTICOS**

### **5.1. INDICE DE LANG (1915)**

Este índice se trata de un índice de aridez. Este índice relaciona los valores de precipitación en milímetros y la temperatura en grados centígrados. Se basa en que la precipitación favorece el régimen hídrico de los vegetales y en que la evaporación y la transpiración se determinan por temperaturas elevadas.

$$I = \frac{P (mm)}{T (°C)}$$

P = Precipitación anual expresada en milímetros

T = Temperatura media anual expresada en grados centígrados

Tabla 2. Interpretación del índice de Lang.

Valores de I	Clasificación
0 - 20	Desiertos
20 - 40	Zonas áridas
40 - 60	Zonas húmedas de estepas o sabanas
60 - 100	Zonas húmedas de bosques y claros
100 - 160	Zonas húmedas de grandes bosques
> 100	Zonas perhúmedas de prados y tundras

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

El valor de este índice para la zona de estudio es de 32,33; según la interpretación de este índice, la zona de influencia climática corresponde a zonas áridas.

## 5.2. INDICE DE DANTIN-REVENGA (1940)

Este índice, al igual que el índice anterior, se trata de un índice de aridez. La diferencia entre ambos, es que este índice toma un valor mayor cuanto mayor es la aridez.

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

P = Precipitación anual expresada en milímetros

T = Temperatura media anual expresada en grados centígrados

Tabla 3. Interpretación del índice de Dantin-Revenge.

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

El valor para esta zona, es de 3,09; que se corresponde según su interpretación a una zona de España árida.

## 5.3. INDICE DE EMBERGER (1932)

Este índice se trata de un índice de aridez que pretende cuantificar las variaciones térmicas. Relaciona las temperaturas medias de los meses más cálidos y fríos en grados centígrados, y la precipitación anual en milímetros

$$I = \frac{2 * P}{(M + m) * (M - m)}$$

P = Precipitación anual en milímetros

M = Temperatura media de las máximas del mes más cálido

m = Temperatura media de las mínimas del mes más frío

El valor para la zona de estudio de este índice es de 44,7; define un clima de las siguientes características:

Tabla 4. Características del clima definido por el índice de Emberger.

<b>Genero</b>	Mediterráneo semiárido
<b>Vegetación</b>	<i>Pinus halepensis</i>
<b>Tipo invierno</b>	Fresco
<b>Heladas</b>	Frescas
<b>Variedad</b>	Media
<b>Forma</b>	Otoño

#### 5.4. INDICE DE VERNET (1966)

Se trata de un índice bioclimático que pretende diferenciar el régimen hídrico al que se ven sometidas las comunidades vegetales de Europa. Este índice toma más valores que todos los índices anteriores. Relaciona los valores de la precipitación de la estación más lluviosa y menos lluviosa, temperatura máxima de los meses estivales y precipitación estival en milímetros.

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

H = Precipitación de la estación más lluviosa en milímetros

h = Precipitación de la estación más seca en milímetros

Mv = Temperatura media de las máximas estivales

Pv = Precipitación estival

Tabla 5. Interpretación de los valores del índice de Vernet.

Valores de I	Clasificación
> (+2)	Clima continental
0 - (+2)	Clima oceánico continental
(-1) - 0	Clima oceánico
(-2) - (-1)	Clima pseudoceánico
(-3) - (-2)	Clima oceánico mediterráneo
(-4) - (-3)	Clima submediterráneo
< (-4)	Clima mediterráneo

Según este índice, cuyo valor para la zona de estudio es -8.9, que representa a un tipo de clima mediterráneo.

#### 5.5. INDICE DE GOREZYNSKI (1920)

Este índice relaciona las medias del mes más cálido y del mes más frío, y los grados de latitud de la zona.

$$I = 1,7 * \left( \frac{A}{\text{sen } L} \right) - 20,4$$

A = Diferencia entre las temperaturas medias de los meses más extremos

L = Latitud del lugar en grados sexagesimales

Tabla 6. Interpretación de los valores del índice de Gorezynski.

Valores de I	Clasificación
< 10	Clima oceánico
10 - 20	Clima oceánico continental
> 20	Clima continental

El valor de este índice se sitúa entre 20 y 30, lo que representa un tipo de clima continental.

## 6. PARAMETROS DE DIFERENCIA

### 6.1. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN (1953)

El diagrama ombrotérmico de GausSEN permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional considerando  $2 \cdot t_m$  una estimación de la evapotranspiración). Para su representación, en el eje X se ponen los doce meses del año y en un doble eje Y se pone en un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm) y en el otro las temperaturas medias mensuales (en °C). Se debe considerar que la escala de precipitaciones debe ser doble que la de temperaturas. Si  $P \leq 2 \cdot t_m$  la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de temperaturas y el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía.

El intervalo de sequía según el diagrama se encuentra entre los meses de junio y septiembre.

Los datos y el diagrama se encontraran en la Tabla 32 y en la Figura 8.

### 6.2. PARAMETROS ECOLOGICOS PRINCIPALES

- i. Intervalo de sequía: Representa el período de tiempo en meses en el que la línea de precipitaciones se encuentra por debajo de la línea de temperatura. En el caso de estudio, es de 3 meses.
- ii. Intervalo de helada segura: Representa el número de meses en los que la temperatura media de las mínimas es inferior a 0°C. En el caso de la cuenca de estudio, no hay ningún mes en los que la temperatura media de las mínimas sea inferior a 0°C.
- iii. Intervalo de helada probable: Representa el período de tiempo en meses en los que la media de las mínimas es superior a 0°C, pero la mínima absoluta se mantiene inferior a 0°C. Este período en nuestra cuenca de estudio abarca el periodo de meses entre Noviembre y Abril.

### 6.3. DIAGRAMA DE TERMOHIETAS

Es un climograma especial en el que las temperaturas se representan en el eje vertical y las precipitaciones en el eje horizontal de tal forma que los meses se aparecen en el interior creando una red de puntos que se cierra.

Los datos y el diagrama se encontraran en la Tabla 33 y en la Figura 9.

## 7. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE ALLUÉ ANDRADE (1990)

Según la definición de subregiones fitoclimáticas de Allué Andrade, el fitoclima de la zona de estudio corresponde a VI (IV) 1 de Orden 9, que representa un tipo fitoclimático de nemorales con unas asociaciones potenciales de vegetación de quejigares,

melojares o rebollares, encinares alsinares, y robledales pubescentes (V. Plano 11. Series de vegetación de Rivas Martínez).

El fitoclima de la zona corresponde a VI (IV) 1 – mediterráneo subnemocoral que corresponde a bosques caducifolios nemorales, con influencia de bosques mediterráneos.

Este subtipo tendría asociaciones de quejigares (*Quercus faginea*), melojares o rebollares (*Quercus pyrenaica*), encinares alsinares (*Quercus ilex*), y robledales pubescentes (*Quercus humilis*).

Este subtipo se caracteriza por veranos cálidos y secos, e inviernos fríos.

## 8. BIOCLIMATOLOGÍA

El estudio de la bioclimatología tiene como objetivo poner de manifiesto la relación entre los seres vivos que habitan en una zona, y el clima existente en la misma.

### 8.1. INDICE DE TERMICIDAD

El índice de termicidad, sirve para expresar y caracterizar los diferentes pisos y los horizontes bioclimáticos.

$$It = (T + M + m) * 10 = (12,6 + 8,3 + 0,6) * 10 = 215$$

T = Temperatura media anual en grados centígrados

M = Temperatura media de las máximas del mes más frío en grados centígrados

m = Temperatura media de las mínimas del mes más frío en grados centígrados

### 8.2. PISOS BIOCLIMÁTICOS

Los pisos bioclimáticos son cada uno de los espacios que se suceden en altitud con sus respectivas variaciones de temperatura. Se delimitan en función de variables climáticas como temperatura, precipitaciones y su distribución a lo largo del año. Estos pisos bioclimáticos, son de gran utilidad para determinar una serie de comunidades vegetales que son óptimas para la región.

Tabla 7. Definición de los pisos bioclimáticos de la región Mediterránea definidos por los diferentes factores climáticos.

REGION MEDITERRANEA				
Pisos bioclimáticos	T	M	m	It
Crioromediterráneo	<4	<0	< -7	< -30
Oromediterráneo	4 - 8	0 - 3	(-7) - (-4)	(-30) - 70
Supramediterráneo	8 - 13	3 - 8	(-4) - (-1)	70 - 200
Mesomediterráneo	13 - 17	8 - 14	(-1) - 5	200 - 360
Termomediterráneo	17 - 19	14 - 18	5 - 10	360 - 470
Inframediterráneo	>19	>18	>10	> 470

Para la zona de estudio  $It = 215$ , por lo que se encuentra en el piso mesomediterráneo.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### 8.3. HORIZONTES BIOCLIMÁTICOS O SUBPISOS

Existe una clasificación dentro de cada piso bioclimático, que se divide en subpisos bioclimáticos u horizontes, entre los que suele haber cambios en la distribución de series de vegetación o en las comunidades. Como el índice de termicidad para la zona de estudio es de 215, se encontrará dentro del horizonte mesomediterráneo superior.

Tabla 8. Definición de los horizontes bioclimáticos de la región Mediterránea en función de su índice de termicidad.

<b>REGION MEDITERRANEA</b>		
Piso bioclimático	Horizonte bioclimático	It
Criomediterráneo	Superior	< (-70)
	Inferior	(-69) - (-30)
Oromediterráneo	Superior	(-29) - 0
	Inferior	1 - 60
Supramediterráneo	Superior	61 - 110
	Medio	111 - 160
	Inferior	161 - 210
Mesomediterráneo	Superior	211 - 260
	Medio	261 - 300
	Inferior	301 - 350
Termomediterráneo	Superior	351 - 410
	Inferior	411 - 470
Inframediterráneo	Superior	471 - 510
	Inferior	> 510

### 8.4. PERIODO DE ACTIVIDAD VEGETAL

Este periodo es aquel que comprende a los meses en los que se produce un incremento apreciable en la biomasa de la zona.

Se calcula con el número de meses en el que la temperatura media es superior o igual a 7,5 °C. En el caso de la zona de estudio, este período es de ocho meses.

### 8.5. TERMOCLIMA (TIPOS DE INVIERNO)

Para definir el termoclima o los tipos de invierno existentes, se define una amplitud termoclimática basado en las temperaturas medias del mes más frío. En el caso de la zona estudiada, la temperatura media del mes más frío es de 0,6 grados centígrados. En este caso por tanto se trata de un invierno fresco.

Tabla 9. Definición de los diferentes tipos de invierno en función de la temperatura media del mes más frío.

Media mes más frío	Tipo de invierno	Región mediterránea
< (-7)	Extremadamente frío	Criomediterráneo
(-7) - (-4)	Muy frío	Oromediterráneo
(-4) - (-1)	Frío	Supramediterráneo

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 9 (cont). Definición de los diferentes tipos de invierno en función de la temperatura media del mes más frío.

Media mes más frío	Tipo de invierno	Región mediterránea
(-1) - 2	Fresco	Mesomediterráneo
2 - 5	Templado	Mesomediterráneo
5 - 10	Cálido	Termomediterráneo
> 10	Muy cálido	Inframediterráneo

## 8.6. HELADAS

Por definición del piso bioclimático Mesomediterráneo, las heladas son estadísticamente posibles durante 5 meses al año (desde noviembre hasta abril).

Tabla 10. Meses de heladas en función del piso bioclimático.

Piso bioclimático	Meses heladas
Crioromediterráneo	1 - 12
Oromediterráneo	9 - 6
Supramediterráneo	10 - 5
Mesomediterráneo	11 - 4
Termomediterráneo	12 - 2

### 8.6.1. REGIMEN DE HELADAS SEGÚN EMBERGER

Según el régimen de heladas según Emberger, en la zona de estudio no existiría un periodo de heladas seguras, entre noviembre y marzo las heladas son muy probables, en abril son probables, y el periodo comprendido entre mayo y octubre sería un período libre de heladas. Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas (t).

Tabla 11. Definición de los regímenes de heladas según Emberger.

Regímenes de heladas según Emberger		
Regímenes de heladas	T media de las mínimas	Meses
Periodo de heladas seguras	< 0	-
Periodo de heladas muy probables	0 - 3	11 - 3
Periodo de heladas probables	3 - 7	4
Periodo libre de heladas	> 7	5 - 10

### 8.6.2. ESTACIONES LIBRES DE HELADAS SEGÚN PAPADAKIS

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas absolutas (t'a).

Tabla 12. Estaciones libres de heladas según Papadakis.

Estaciones libres de heladas según Papadakis		
Estaciones	T media de mínimas absolutas	Meses
Estación Media Libre de Heladas	> 0	mayo y octubre
Estación Disponible Libre de Heladas	> 2	junio y septiembre
Estación Mínima Libre de heladas	> 7	julio y agosto



## 8.7. OMBROCLIMA

Dentro de cada piso bioclimático, en función de la precipitación anual, se diferencian distintos tipos de vegetación, que corresponden de forma aproximada con unidades ombroclimáticas u ombroclimas. Dado que la precipitación anual de la zona de estudio es de 407,3 milímetros, el ombroclima que la define es un ombroclima seco.

Tabla 13. Determinación del tipo de ombroclima según la precipitación anual.

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

## 8.8. INDICE DE ARIDEZ ESTIVAL BIMENSUAL

$$I = \frac{P_{julio} + P_{agosto}}{2 * (T_{julio} + T_{agosto})} = \frac{11,2 + 16,8}{2 * (21,6 + 21,7)} = 0,32$$

El índice de aridez estival bimensual correspondiente a los meses de julio y agosto toma un valor de 0,32 según las precipitaciones medias del mes y sus temperaturas medias. Como el valor obtenido es menor de 1 podemos determinar que se trata de un clima mediterráneo con una marcada aridez estival.

## 8.9. CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA

Estos índices, tratan de establecer las limitaciones y posibilidades de la producción agrícola. Se han definido estos índices en el marco de este proyecto por la posibilidad de consulta a la hora de realizar las repoblaciones.

### 8.9.1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE J. PAPADAKIS

Este sistema de clasificación, está basado en la ecología de los cultivos. Se ordenan los cultivos en función de sus requisitos térmicos de invierno y verano, y su resistencia a las heladas y a la sequía.

Esta clasificación para la zona de estudio, es un clima Mediterráneo templado.

### 8.9.2. ETP MEDIA ANUAL

Se calcula la evapotranspiración siguiendo el método de Thornthwaite. Según esto, el índice de evapotranspiración media anual es de 650 milímetros, y el índice aproximado, es entre 600 y 700 milímetros.

### 8.9.3. INDICE DE ARIDEZ

El índice de aridez relaciona la precipitación con la evapotranspiración. En el caso de esta cuenca, el índice de aridez es 0,5 – 0,75.

### 8.9.4. INDICE TURC EN REGADÍO

Con este índice, es posible establecer el potencial productivo de la zona en cultivos de regadío. El índice en este caso es de 35.

### 8.9.5. INDICE TURC EN SECANO

Con este índice, es posible establecer el potencial productivo de la zona en cultivos de secano. El índice en el caso de estudio es de 10.

### 8.9.6. REGIMEN TERMICO

El régimen térmico, se define por el tipo de invierno y el tipo de verano según la clasificación de J. Papadakis. El régimen templado es Templado cálido. El tipo de invierno, es Avena fresco, y el tipo de verano maíz.

## 9. INDICES HIDROLÓGICO-CLIMÁTICOS

La erosividad del clima es la capacidad en potencia que tiene el clima para erosionar. Esta, está relacionada con las características físicas de la zona. Estos datos de erosividad del clima pueden ser indicadores del riesgo de erosión.

A continuación se calculan diversos índices de erosividad pluvial. Para estos cálculos, se toman en cuenta las precipitaciones desde 1983 al 2012, por ser la serie de 30 años completa más actual.

### 9.1. MÓDULO PLUVIOMÉTRICO ANUAL

Es la medida de la precipitación de cada año y proporciona una idea aproximada de la magnitud de las lluvias. Esta expresada en la Tabla 31.

### 9.2. MODULO PLUVIOMETRICO ANUAL MEDIO

Este valor nos proporciona una caracterización del clima. Consiste en calcular el valor medio de las precipitaciones anuales en toda la serie estudiada.

$$\bar{P} = \frac{\sum_i^N P}{N} = \frac{12217,6}{30} = 407,3 \text{ mm}$$

### 9.3. INDICE DE HUMEDAD ANUAL

Este índice nos proporciona una caracterización del régimen pluviométrico del año.

$$I.H. = \frac{P_i}{P}$$

Si  $I.H > 1,1 \rightarrow$  Año Húmedo

$0,9 < I.H < 1,1 \rightarrow$  Año Normal

$I.H < 0,9 \rightarrow$  Año Seco

Los valores están expresados en la Tabla 31.

#### **9.4. INDICE DE IRREGULARIDAD PLUVIOMETRICA**

Este índice valora si las precipitaciones a lo largo de una época determinada (en el caso de estudio, durante la serie de 30 años) se distribuyen de forma regular o irregular.

$$I.I = (P_i \text{ max}) / (P_i \text{ min}) = (681,8 \text{ mm}) / (192,3 \text{ mm}) = 3,55$$

Si  $I.I > 3 \rightarrow$  Irregularidad

$I.I < 3 \rightarrow$  Poca irregularidad

Realizando la operación tomando la precipitación máxima de la serie que corresponde al año 1997 cuyo valor es 681,8 milímetros, y la precipitación mínima de la serie que corresponde a 192,3 milímetros que corresponde al año al año 1991, se obtiene un valor de 3,55 por lo que se puede determinar que existe irregularidad pluviométrica acusada.

#### **9.5. INDICE DE AGRESIVIDAD CLIMATICA DE FOURNIER (1960)**

El índice de agresividad climática de Fournier se utiliza para el estudio de la degradación de las cuencas hidrográficas.

$$F_i = \frac{(P_{\text{max}})^2}{P_i}$$

Dónde:  $F$  = Índice de Fournier en milímetros

$P_{\text{max}}$  = Precipitación del mes más lluvioso en milímetros

$P_i$  = Precipitación anual en milímetros

Los valores de este índice se encuentran en la Tabla 31.

Se puede calcular un valor medio de estos valores, que es el valor interanual del índice de agresividad climática de Fournier, que para España está comprendido entre 20 y 170 milímetros, siendo el 20 la agresividad mínima y 170 la agresividad máxima. El resultado es de 24,12; por lo que el índice tiene una agresividad baja.

#### **9.6. INDICE DE EROSION PLUVIAL: R (USLE)**

Este índice fue establecido por Wischmeier en 1959 y se denomina factor de erosividad de la lluvia y la escorrentía. Se define como el producto de la energía cinética de un aguacero por su máxima intensidad en treinta minutos.

La importancia de este índice reside en que las lluvias son el principal agente activo erosivo, y que este índice tiene una gran incidencia en el cálculo de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE).

Para calcular el valor R, se necesita realizar un análisis de bandas pluviográficas. Debido a la dificultad de este método se han desarrollado varias ecuaciones para el cálculo de R en función de parámetros y variables climatológicas comunes en observatorios pluviométricos del Instituto Nacional de Meteorología.

Para el cálculo se va a utilizar el estudio elaborado por el ICONA publicado en 1988 bajo el título "Agresividad de la lluvia en España". Para ello se utilizará la Figura 2, para definir la zona del área de estudio, y la fórmula de cálculo.

Mediante este mapa obtenemos que la zona de la cuenca del arroyo de se encuentra en la zona 1, por lo que la ecuación para el cálculo de R es:

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

Siendo:

PMEX: Valor medio de la máxima lluvia mensual en milímetros.

MR: Valor medio de la lluvia del periodo octubre-mayo en milímetros.

F24: Valor medio de los cocientes entre la precipitación máxima en 24 horas de cada año elevada al cuadrado y la suma de las máximas en 24 horas de todos los meses de ese año.

Aplicando los valores calculados a la ecuación se obtiene el siguiente resultado:

$$R = e^{-0,834} * 97,04^{1,314} * 321,89^{-0,388} * 6,8^{0,563} = 55,6$$

El valor obtenido es de 55,6 J\*cm/m<sup>2</sup>\*h. Es un valor bajo aunque no extremo, que indica un clima ligeramente más agresivo que el resto de la zona, ya que las zonas próximas a la cuenca del Duero adquieren valores de aproximadamente 40 J\*cm/m<sup>2</sup>\*h.

## 10. TABLAS Y FIGURAS ADICIONALES

Tabla 14. Datos base de temperaturas.

AÑO	MES	T_MAX	T_MIN	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
1998	1	14,5	-3,5	10,1	2,4	6,3
1998	2	21	-3,5	14,3	1,3	7,8
1998	3	23,5	-2	17,9	3,5	10,7
1998	4	26	-2	14,2	4,3	9,3
1998	5	26,8	-0,3	20,5	7	13,8
1998	6	35,5	3	26,6	10,8	18,7
1998	7	36,5	9,5	29,9	13,2	21,6
1998	8	37,5	7,5	30,8	13,3	22,1
1998	9	33	6	24,7	11,4	18,1
1998	10	24,5	-1	18,8	5,1	12
1998	11	20,5	-7,7	13,4	1,5	7,5
1998	12	14	-8	7,5	-1,8	2,8
1999	1	15	-6	8,6	-0,8	3,9
1999	2	19	-5	11,3	-1,5	5
1999	3	23	-3,8	15,1	1,7	8,4
1999	4	25,5	-1,5	17,7	3,7	10,7
1999	5	30,5	3,5	22,6	8,9	15,8
1999	6	34,5	5	27	10,8	18,9
1999	7	37,5	10	30,7	14,3	22,5
1999	8	36,2	10	29,2	13,3	21,3
1999	9	31	8	24,1	11,9	18
1999	10	24	4	18,1	8,7	13,4
1999	11	20	-3,5	10	1,6	5,8
1999	12	14,5	-3,5	8,5	0,6	4,6
2000	1	15	-7,5	6,8	-2,9	2
2000	2	20,5	-4,2	15	0,8	7,9
2000	3	23	-4	16,2	2,2	9,2
2000	4	19,5	-2	14	4,9	9,5
2000	5	29,5	4,5	21,3	9	15,2
2000	6	36	4	27,9	10,9	19,4
2000	7	37	5	28,6	11,8	20,2
2000	8	36,5	9	28,9	12,1	20,5
2000	9	35	5	26,3	9,4	17,9
2000	10	26	0,5	18,4	6,3	12,4
2000	11	18	-1,5	11,3	4	7,7
2000	12	16,5	-1,5	10,8	4,3	7,6

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 14 (cont). Datos base de temperaturas.

AÑO	MES	T_MAX	T_MIN	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2001	1	15	-2,5	9,7	2,8	6,3
2001	2	16,5	-5	11,5	1,3	6,4
2001	3	22,5	1	15,1	6,9	11,1
2001	4	22	-2	17,5	4	10,7
2001	5	34,7	0	21,9	8,2	15,1
2001	6	36,5	5,5	29,2	11,3	20,3
2001	7	35,5	7	28,7	13,1	20,9
2001	8	36	9	29,9	13,5	21,7
2001	9	30	4,5	24,5	8,7	16,6
2001	10	27,5	3	20,3	8,9	14,6
2001	11	19	-5	11,3	0,5	5,9
2001	12	11,2	-13	7	-4,8	1,1
2002	1	15	-5	10,4	1,3	5,9
2002	2	18,5	-5	12,7	0,5	6,6
2002	3	24	-2,8	15,4	3,4	9,4
2002	4	27	-2	18,1	3,7	10,9
2002	5	31	-1	20,3	6,5	13,4
2002	6	37	4	28,4	12,4	20,4
2002	7	36,8	8	29,4	12,8	21,2
2002	8	36,5	7,5	28,7	12,1	20,5
2002	9	30	3,5	25	10,1	17,6
2002	10	24,5	2	18,3	8,9	13,7
2002	11	19,5	-1	12,4	5,1	8,8
2002	12	17	-1	10,6	4,5	7,6
2003	1	17	-6,5	8,5	0,7	4,6
2003	2	15	-8,8	8,9	0,1	4,5
2003	3	22,5	-0,5	16,6	4	10,3
2003	4	22	-2,5	17,2	5,4	11,3
2003	5	32	2	22,6	7,4	15
2003	6	37,5	9,5	31	13,6	22,3
2003	7	38	9,5	30,9	13,3	22,1
2003	8	40,5	10	33,4	15,8	24,6
2003	9	31,5	5	27	11	19
2003	10	24	-1	17	7,3	12,1
2003	11	20,5	-1	13,3	4,5	8,9
2003	12	14	-3,8	8,7	1,6	5,2

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 14 (cont). Datos base de temperaturas.

AÑO	MES	T_MAX	T_MIN	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2004	1	15	-5	9,6	2,1	5,9
2004	2	20	-6	11,5	-0,5	5,5
2004	3	21	-6,5	13,2	1,4	7,3
2004	4	26	-2,5	16,1	2,7	9,4
2004	5	28	-1	20,1	6,8	13,5
2004	6	35,5	7,5	29,5	12,3	20,9
2004	7	37,5	6	30,3	12,4	21,4
2004	8	37,5	7,5	28,7	13,1	20,9
2004	9	31	2,5	27	10,2	18,6
2004	10	30,5	0	19,5	8	13,8
2004	11	15	-3	9,7	1,5	5,6
2004	12	15,5	-4	7,8	0,1	4
2005	1	13,5	-7,5	5,7	-1,5	2,1
2005	2	15	-8,5	8,1	-3,6	2,3
2005	3	23,5	-11,5	15,2	0	7,6
2005	4	29,5	-2,5	18,1	4,9	11,5
2005	5	34	1,5	22,9	8,2	15,6
2005	6	36,5	8,5	30,3	12,5	21,5
2005	7	37	10	30,8	13,3	22,1
2005	8	37,5	6	30,8	12,5	21,7
2005	9	33,5	2	25,8	8,7	17,3
2005	10	27	2	19,5	7,5	13,5
2005	11	17	-4,5	11,3	2,2	6,8
2005	12	13	-9,5	8,2	-0,8	3,7
2006	1	11,5	-8	6,8	-0,6	3,1
2006	2	16,5	-6,5	9	-1,5	3,8
2006	3	22,5	-5,5	15,1	3,8	9,5
2006	4	25,5	-1	18	5,3	11,7
2006	5	33	1,5	23,9	8,5	16,2
2006	6	35	4,5	29,1	12,6	20,8
2006	7	37,7	12	33	15,5	24,3
2006	8	34,5	7	28	11,7	19,9
2006	9	36,5	3	26,5	11,1	18,8
2006	10	26,5	3	20,7	9,1	14,9
2006	11	19,5	-1	14,8	6,6	10,7
2006	12	15	-6,5	8,2	0	4,1

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 14 (cont). Datos base de temperaturas.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>T_MAX</b>	<b>T_MIN</b>	<b>TM_MAX</b>	<b>TM_MIN</b>	<b>TM_MES</b>
2007	1	14	-4,5	8,2	1,1	4,7
2007	2	19,5	-1,5	12,1	3,6	7,9
2007	3	19,3	-4,7	13,7	1,6	7,6
2007	4	27	-3,5	18,1	5,2	11,7
2007	5	27,5	2	20,9	7,3	14,1
2007	6	30,7	5,2	24,5	9,8	17,2
2007	7	37,2	7,5	29,2	12,3	20,8
2007	8	38,3	5,2	28,2	12,1	20,2
2007	9	32,5	2,5	25,2	9,4	17,3
2007	10	23	0,5	18,7	6,3	12,5
2007	11	18,3	-9	12,4	0,4	6,4
2007	12	14	-8,5	7,6	-0,7	3,5
2008	1	13,5	-4,5	9,8	2	5,9
2008	2	17	-2	13,5	2,5	8
2008	3	21	-5	14	2,4	8,2
2008	4	26	-0,5	17,1	4,8	10,9
2008	5	27	0	19	8,4	13,7
2008	6	33,5	6,5	25,5	11,3	18,5
2008	7	37,5	5,5	29	12,2	20,6
2008	8	36,8	6,8	30,2	12,3	21,3
2008	9	30,5	4	23,8	8,9	16,4
2008	10	25	-1,5	18,4	5,6	12
2008	11	17,2	-5	10,7	1,6	6,2
2008	12	13,8	-7	8,4	-0,8	3,8
2009	1	15	-10,2	6,7	0,8	3,8
2009	2	20,5	-3,2	12,1	-0,1	6
2009	3	23	-2	17,4	1,3	9,4
2009	4	25	-2	16,8	3,1	10
2009	5	31,5	3	24,2	8,3	16,3
2009	6	37	6,5	28,2	12,3	20,3
2009	7	36,5	5,5	30,5	13,2	21,9
2009	8	37	10,5	31,8	14,5	23,2
2009	9	34,5	5,5	26,2	11,9	19
2009	10	28	-1,7	21,8	8,1	15
2009	11	21	-0,5	14,4	5,7	10
2009	12	15,5	-9,5	8,6	1,4	5

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Tabla 14 (cont). Datos base de temperaturas.

AÑO	MES	T_MAX	T_MIN	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2010	1	14	-7	7,9	1,7	4,8
2010	2	18	-7	9	0,5	4,8
2010	3	20,5	-6	12,7	2,5	7,7
2010	4	28,2	-0,5	18,5	5,9	12,2
2010	5	29,5	-0,7	19,8	7,3	13,6
2010	6	33	5,5	25,3	11,6	18,5
2010	7	37,5	10	32	14,8	23,4
2010	8	36,5	9	31,1	14	22,6
2010	9	34,5	4	25,9	10,9	18,5
2010	10	26	-3	18,6	5	11,8
2010	11	18,5	-6	11,8	2	6,9
2010	12	17	-9	7,8	0,5	4,1
2011	1	15	-6	8,1	1,8	5
2011	2	18	-4	11,7	0,1	5,9
2011	3	20	-2	13,4	3	8,2
2011	4	29	4	21	7,4	14,2
2011	5	30,5	4	24,6	9,8	17,2
2011	6	39	5,5	26,5	10,9	18,7
2011	7	34	8	28,6	11,9	20,3
2011	8	39	8	31,1	14	22,5
2011	9	34,5	4	29,2	10,9	20
2011	10	31	0,5	22,4	5,9	14,2
2011	11	23	-1	13,2	5,1	9,2
2011	12	14	-6	8,9	0	4,5
2012	1	12	-5	7	-1,4	2,8
2012	2	20	-8	10,3	-3,3	3,5
2012	3	24	-4	17,3	1,6	9,5
2012	4	24	0	13,3	3,9	8,6
2012	5	33	3	23,4	8,6	16
2012	6	39	6	28,3	11,5	19,9
2012	7	37	9	30	12,5	21,2
2012	8	39,5	8	31,5	13,1	22,3
2012	9	34	3	25,2	10,6	17,9
2012	10	27	-1	18,3	6,5	12,4
2012	11	19	-2	12,3	3,5	7,9
2012	12	14	-5	8,8	1,6	5,2

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15. Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
1983	1	24	18
1983	2	270	80
1983	3	23	23
1983	4	618	136
1983	5	383	119
1983	6	171	85
1983	7	159	60
1983	8	607	369
1983	9	90	76
1983	10	67	28
1983	11	575	134
1983	12	557	170
1984	1	250	85
1984	2	48	18
1984	3	342	119
1984	4	253	69
1984	5	641	112
1984	6	596	276
1984	7	90	90
1984	8	72	53
1984	9	109	62
1984	10	635	218
1984	11	1528	493
1984	12	138	42
1985	1	404	119
1985	2	458	97
1985	3	123	66
1985	4	632	151
1985	5	354	176
1985	6	160	135
1985	7	39	25
1985	8	0	0
1985	9	77	49
1985	10	0	0
1985	11	521	0
1985	12	577	191
1986	1	109	59
1986	2	707	146
1986	4	382	83

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
1986	5	319	249
1986	6	20	20
1986	7	0	0
1986	8	29	27
1986	9	694	220
1986	10	191	152
1986	11	264	95
1986	12	307	121
1987	1	639	212
1987	2	412	96
1987	3	201	83
1987	4	509	153
1987	5	52	40
1987	6	476	168
1987	7	265	60
1987	8	118	77
1987	9	589	234
1987	10	485	89
1987	11	155	121
1987	12	501	132
1988	1	608	164
1988	2	213	146
1988	3	19	10
1988	4	1219	237
1988	5	665	197
1988	6	942	174
1988	7	419	315
1988	8	5	5
1988	9	15	15
1988	10	270	58
1988	11	140	60
1988	12	0	0
1989	1	81	66
1989	2	210	61
1989	3	110	84
1989	4	484	88
1989	5	475	105
1989	6	260	200
1989	7	113	62

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
1989	8	148	58
1989	9	451	317
1989	10	175	78
1989	11	959	221
1989	12	1444	391
1990	1	244	79
1990	2	72	36
1990	3	4	4
1990	4	442	113
1990	5	396	145
1990	6	322	231
1990	7	179	93
1990	9	259	145
1990	12	130	36
1991	1	258	100
1991	2	342	0
1991	3	467	104
1991	4	211	185
1991	5	117	58
1991	6	0	0
1991	7	45	45
1991	8	0	0
1991	9	180	75
1991	10	96	56
1991	11	98	60
1991	12	109	58
1992	1	117	98
1992	2	10	10
1992	3	102	91
1992	4	254	150
1992	6	759	180
1992	7	13	13
1992	8	170	141
1992	9	181	171
1992	10	587	161
1992	11	163	157
1992	12	351	217
1993	1	5	5
1993	2	32	13

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
1993	3	129	33
1993	4	454	106
1993	5	874	160
1993	6	428	155
1993	7	12	7
1993	8	140	60
1993	9	442	131
1993	10	1201	261
1993	11	191	58
1993	12	25	11
1994	1	449	160
1994	2	282	123
1994	3	10	8
1994	4	116	83
1994	5	759	133
1994	6	94	67
1994	7	32	15
1994	8	80	34
1994	9	181	152
1994	10	547	228
1994	11	473	191
1994	12	341	196
1995	1	207	106
1995	2	399	140
1995	3	56	25
1995	4	129	58
1995	5	202	53
1995	6	446	414
1995	7	39	33
1995	8	18	16
1995	9	150	48
1995	10	188	80
1995	11	983	264
1995	12	962	354
1996	1	1103	233
1996	2	82	46
1996	3	393	130
1996	4	515	418
1996	5	580	262

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
1996	6	60	24
1996	7	34	18
1996	8	213	123
1996	9	190	114
1996	10	162	116
1996	11	274	127
1996	12	1149	240
1997	1	539	153
1997	2	42	18
1997	3	0	0
1997	4	420	232
1997	5	796	279
1997	6	489	175
1997	7	457	257
1997	8	124	55
1997	9	930	266
1997	10	183	84
1997	11	465	131
1997	12	1409	530
1998	1	1088	350
1998	2	568	351
1998	3	89	45
1998	4	112	49
1998	5	444	138
1998	6	669	213
1998	7	371	144
1998	8	11	9
1998	9	124	55
1998	10	300	84
1998	11	81	39
1998	12	140	103
1999	1	459	301
1999	2	413	267
1999	3	78	39
1999	4	101	44
1999	5	458	179
1999	6	214	33
1999	7	44	24
1999	8	471	373

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
1999	9	265	163
1999	10	686	304
1999	11	993	189
1999	12	104	53
2000	1	280	168
2000	2	180	150
2000	3	24	17
2000	4	249	127
2000	5	769	119
2000	6	490	168
2000	7	356	227
2000	8	178	81
2000	9	103	91
2000	10	294	121
2000	11	501	178
2000	12	1103	196
2001	1	807	156
2001	2	1051	257
2001	3	282	190
2001	4	802	231
2001	5	41	39
2001	6	463	196
2001	7	3	3
2001	8	298	165
2001	9	193	155
2001	10	144	70
2001	11	387	100
2001	12	39	30
2002	1	75	46
2002	2	397	110
2002	3	82	45
2002	4	292	115
2002	5	229	92
2002	6	348	87
2002	7	154	85
2002	8	69	36
2002	9	115	68
2002	10	374	154
2002	11	701	205

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
2002	12	733	155
2003	1	796	196
2003	2	647	161
2003	3	502	182
2003	4	227	73
2003	5	551	233
2003	6	242	97
2003	7	128	67
2003	8	131	103
2003	9	192	127
2003	10	380	262
2003	11	1305	270
2003	12	663	152
2004	1	220	39
2004	2	212	58
2004	3	146	58
2004	4	407	97
2004	5	172	52
2004	6	427	116
2004	7	71	64
2004	8	60	21
2004	9	259	136
2004	10	122	71
2004	11	675	179
2004	12	407	257
2005	1	166	118
2005	2	48	25
2005	3	46	43
2005	4	96	55
2005	5	390	126
2005	6	143	37
2005	7	73	34
2005	8	0	0
2005	9	220	218
2005	10	64	39
2005	11	1141	192
2005	12	582	232
2006	1	203	106
2006	2	299	109

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
2006	3	340	137
2006	4	322	90
2006	5	451	177
2006	6	72	47
2006	7	402	160
2006	8	87	68
2006	9	253	250
2006	10	324	113
2006	11	1007	537
2006	12	806	210
2007	1	179	68
2007	2	205	73
2007	3	390	95
2007	4	135	85
2007	5	470	170
2007	6	1377	358
2007	7	660	229
2007	8	8	8
2007	9	157	157
2007	10	987	466
2007	11	491	207
2007	12	483	387
2008	1	91	36
2008	2	376	178
2008	3	275	140
2008	4	69	23
2008	5	737	158
2008	6	1440	330
2008	7	434	136
2008	8	5	5
2008	9	0	0
2008	10	117	105
2008	11	894	268
2008	12	256	92
2009	1	599	195
2009	2	351	71
2009	3	201	66
2009	4	30	24
2009	5	213	70

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
2009	6	239	143
2009	7	368	59
2009	8	13	13
2009	9	230	163
2009	10	54	28
2009	11	511	273
2009	12	235	115
2010	1	1089	260
2010	2	667	165
2010	3	552	110
2010	4	479	81
2010	5	647	184
2010	6	254	136
2010	7	415	141
2010	8	27	27
2010	9	4	4
2010	10	258	125
2010	11	488	138
2010	12	282	100
2011	1	1083	164
2011	2	465	170
2011	3	213	68
2011	4	421	145
2011	5	490	211
2011	6	582	435
2011	7	220	90
2011	8	0	0
2011	9	223	142
2011	10	5	5
2011	11	171	80
2011	12	568	230
2012	1	85	35
2012	2	251	175
2012	3	0	0
2012	4	83	40
2012	5	714	110
2012	6	212	105
2012	7	122	95
2012	8	115	110

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 15 (cont). Datos base de precipitaciones.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PMES77</b>	<b>PMAX77</b>
2012	9	0	0
2012	10	261	180
2012	11	765	266
2012	12	595	162

Tabla 16. Cuadro de las temperaturas máximas absolutas ( $T_a$ ) y las temperaturas medias de las máximas absolutas ( $T'a$ ).

Año	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1998	14,5	21	23,5	26	26,8	35,5	36,5	37,5	33	24,5	20,5	14
1999	15	19	23,5	25,5	30,5	34,5	37,5	36,2	31	24	20	14,5
2000	15	20,5	23	19,5	29,5	36	37	36,5	35	26	18	16,5
2001	15	16,5	22,5	22	34,7	36,5	35,5	36	30	27,5	19	11,2
2002	15	18,5	24	27	31	37	36,8	36,5	30	24,5	19,5	17
2003	17	15	22,5	22	32	37,5	38	40,5	31,5	24	20,5	14
2004	15	20	21	26	28	35,5	37,5	37,5	31	30,5	15	15,5
2005	13,5	15	23,5	29,5	34	36,5	37	37,5	33,5	27	17	13
2006	11,5	16,5	22,5	25,5	33	35	37,7	34,5	36,5	26,5	19,5	15
2007	14	19,5	19,3	27	27,5	30,7	37,2	38,3	32,5	23	18,3	14
2008	13,5	17	21	26	27	33,5	37,5	36,8	30,5	25	17,2	13,8
2009	15	20,5	23	25	31,5	37	36,5	37	34,5	28	21	15,5
2010	14	18	20,5	28,2	29,5	33	37,5	36,5	34,5	31	23	14
2011	15	18	20	29	30,5	39	34	39	34,5	31	23	14
2012	12	20	24	24	33	39	37	39,5	34	27	19	14
<b>T'a</b>	14,3	18,3	22,3	25,5	30,6	35,7	36,9	37,3	32,8	26,6	19,4	14,4
<b>Ta</b>	17	21	24	29,5	34,7	39	38	40,5	36,5	31	23	17

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 17. Cuadro resumen de las temperaturas medias de las máximas (T).

Año	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1998	10,1	14,3	17,9	14,2	20,5	26,6	29,9	30,8	24,7	18,8	13,4	7,5
1999	8,6	11,3	15,1	17,7	22,6	27	30,7	29,2	24,1	18,1	10	8,5
2000	6,8	15	16,2	14	21,3	27,9	28,6	28,9	26,3	18,4	11,3	10,8
2001	9,7	11,5	15,1	17,5	21,9	29,2	28,7	29,9	24,5	20,3	11,3	7
2002	10,4	27	17	13,3	20,3	28,4	29,4	28,7	25	18,3	12,4	10,6
2003	8,5	8,9	16,6	17,2	22,6	31	30,9	33,4	27	17	13,3	8,7
2004	9,6	11,5	13,2	16,1	20,1	29,5	30,3	28,7	27	19,5	9,7	7,8
2005	5,7	8,1	15,2	18,1	22,9	30,3	30,8	30,8	25,8	19,5	11,3	8,2
2006	6,8	9	15,1	18	23,9	29,1	33	28	26,5	20,7	14,8	8,2
2007	8,2	12,1	13,7	18,1	20,9	24,5	29,2	28,2	25,2	18,7	12,4	7,6
2008	9,8	13,5	14	17,1	19	25,5	29	30,2	23,8	18,4	10,7	8,4
2009	6,7	12,1	17,4	16,8	24,2	28,2	30,5	31,8	26,2	21,8	14,4	8,6
2010	7,9	9	12,7	18,5	19,8	25,3	32	31,1	25,9	18,6	11,8	7,8
2011	8,1	11,7	13,4	21	24,6	26,5	28,6	31,1	29,2	22,4	13,2	8,6
2012	7	10,3	17,3	13,3	23,4	28,3	30	31,5	25,2	18,3	12,3	8,8
<b>T</b>	<b>8,3</b>	<b>12,4</b>	<b>15,3</b>	<b>16,7</b>	<b>21,9</b>	<b>27,8</b>	<b>30,1</b>	<b>30,2</b>	<b>25,8</b>	<b>19,3</b>	<b>12,2</b>	<b>8,5</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 18. Cuadro resumen de la temperatura media (tm).

Año	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
1998	6,3	7,7	10,7	9,3	13,8	18,7	21,6	22,1	18,1	12	7,5	2,8	12,6
1999	3,9	5	8,4	10,7	15,8	18,9	22,5	21,3	18	13,4	5,8	4,6	12,4
2000	2	7,9	9,2	9,5	15,2	19,4	20,2	20,5	17,9	12,4	7,7	7,6	12,5
2001	6,3	6,4	11,1	10,7	15,1	20,3	20,9	21,7	16,6	14,6	5,9	1,1	12,6
2002	5,9	6,6	9,4	10,9	13,4	20,4	21,2	20,5	17,6	13,7	8,8	7,6	13,0
2003	4,6	4,5	10,3	11,3	15	22,3	22,1	24,6	19	12,1	8,9	5,2	13,3
2004	5,9	5,5	7,3	9,4	13,5	20,9	21,4	20,9	18,6	13,8	5,6	4	12,2
2005	2,1	2,3	7,6	11,5	15,6	21,5	22,1	21,7	17,3	13,5	6,8	3,7	12,1
2006	3,1	3,8	9,5	11,7	16,2	20,8	24,3	19,9	18,8	14,9	10,7	4,1	13,2
2007	4,7	7,9	7,6	11,7	14,1	17,2	20,8	20,2	17,3	12,5	3,4	3,5	11,7
2008	5,9	8	8,2	10,9	13,7	18,5	20,6	21,3	16,4	12	6,2	3,8	12,1
2009	3,8	6	9,4	10	16,3	20,3	21,9	23,2	19	15	10	5	13,3
2010	4,8	4,8	7,7	12,2	13,6	18,5	23,4	22,6	18,5	11,8	6,9	4,1	12,4
2011	5	5,9	8,2	14,2	17,2	18,7	20,3	22,5	20	14,2	9,2	4,5	13,3
2012	2,8	3,5	9,5	8,6	16	19,9	21,2	22,3	17,9	12,4	7,9	5,2	12,3
<b>tm</b>	<b>4,5</b>	<b>5,7</b>	<b>8,9</b>	<b>10,8</b>	<b>15,0</b>	<b>19,8</b>	<b>21,6</b>	<b>21,7</b>	<b>18,1</b>	<b>13,2</b>	<b>7,4</b>	<b>4,5</b>	<b>12,6</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 19. Cuadro resumen de las temperaturas medias de las mínimas (t).

Año	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1998	2,4	1,3	3,5	4,3	7	10,8	13,2	13,3	11,4	5,1	1,5	-1,8
1999	-0,8	-1,5	1,7	3,7	8,9	10,8	14,3	13,3	11,9	8,7	1,6	0,6
2000	-2,9	0,8	2,2	4,9	9	10,9	11,8	12,1	9,4	6,3	4	4,3
2001	2,8	1,3	6,9	4	8,2	11,3	13,1	13,5	8,7	8,9	0,5	-4,8
2002	1,3	0,5	3,4	3,7	6,5	12,4	12,8	12,1	10,1	8,9	5,1	4,5
2003	0,7	0,1	4	5,4	7,4	13,6	13,3	15,8	11	7,3	4,5	1,6
2004	2,1	-0,5	1,4	2,7	6,8	12,3	12,4	13,1	10,2	8	1,5	0,1
2005	-1,5	-3,6	0	4,9	8,2	12,5	13,3	12,5	8,7	7,5	2,2	-0,8
2006	-0,6	-1,5	3,8	5,3	8,5	12,6	15,5	11,7	11,1	9,1	6,6	0
2007	1,1	3,6	1,6	5,2	7,3	9,8	12,3	12,1	9,4	6,3	0,4	-0,7
2008	2	2,5	2,4	4,8	8,4	11,3	12,2	12,3	8,9	5,6	1,6	-0,8
2009	0,8	-0,1	1,3	3,1	8,3	12,3	13,2	14,5	11,9	8,1	5,7	1,4
2010	1,7	0,5	2,5	5,9	7,3	11,6	14,8	14	10,9	5	2	0,5
2011	1,8	0,1	3	7,4	9,8	10,9	11,9	14	10,9	5,9	5,1	0
2012	-1,4	-3,3	1,6	3,9	8,6	11,5	12,5	13,1	10,6	6,5	3,5	1,6
t	0,6	0,0	2,6	4,6	8,0	11,6	13,1	13,2	10,3	7,1	3,1	0,4

Tabla 20. Cuadro resumen de las temperaturas mínimas absolutas (ta) y las temperaturas medias de las mínimas absolutas (t'a).

Año	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1998	-3,5	-3,5	-2	-2	-0,3	3	9,5	7,5	6	-1	-7,7	-8
1999	-6	-5	-3,8	-1,5	3,5	5	10	10	8	4	-3,5	-3,5
2000	-7,5	-4,2	-4	-2	4,5	4	5	9	5	0,5	-1,5	-1,5
2001	-2,5	-5	1	-2	0	5,5	7	9	4,5	3	-5	-13
2002	-5	-5	-2,8	-2	-1	4	8	7,5	3,5	2	-1	-1
2003	-6,5	-8,8	-0,5	-2,5	2	9,5	9,5	10	5	-1	-1	-3,8
2004	-5	-6	-6,5	-2,5	-1	7,5	6	7,5	2,5	0	-3	-4
2005	-7,5	-8,5	-11,5	-2,5	1,5	8,5	10	6	2	2	-4,5	-9,5
2006	-8	-6,5	-5,5	-1	1,5	4,5	12	7	3	3	-1	-6,5
2007	-4,5	-1,5	-4,7	-3,5	2	5,2	7,5	5,2	2,5	0,5	-9	-8,5
2008	-4,5	-2	-5	-0,5	0	6,5	5,5	6,8	4	-1,5	-5	-7
2009	-10,2	-3,2	-2	-2	3	6,5	5,5	10,5	5,5	-1,7	-0,5	-9,5
2010	-7	-7	-6	-0,5	-0,7	5,5	10	9	4	-3	-6	-9
2011	-6	-4	-2	4	4	5,5	8	8	4	0,5	-1	-6
2012	-5	-8	-4	0	3	6	9	8	3	-1	-2	-5
<b>t'a</b>	<b>-5,9</b>	<b>-5,2</b>	<b>-4,0</b>	<b>-1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>5,8</b>	<b>8,2</b>	<b>8,1</b>	<b>4,2</b>	<b>0,4</b>	<b>-3,4</b>	<b>-6,4</b>
<b>ta</b>	<b>-10,2</b>	<b>-8,8</b>	<b>-11,5</b>	<b>-3,5</b>	<b>-1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5,2</b>	<b>2</b>	<b>-3</b>	<b>-9</b>	<b>-13</b>

Tabla 21. Cuadro resumen de temperaturas descritas por mes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Ta</b>	17	21	24	29,5	34,7	39	38	40,5	36,5	31	23	17
<b>T'a</b>	14,3	18,3	22,3	25,5	30,6	35,7	36,9	37,3	32,8	26,6	19,4	14,4
<b>T</b>	8,3	12,4	15,3	16,7	21,9	27,8	30,1	30,2	25,8	19,3	12,2	8,5
<b>tm</b>	4,5	5,7	8,9	10,8	15,0	19,8	21,6	21,7	18,1	13,2	7,4	4,5
<b>t</b>	0,6	0,0	2,6	4,6	8,0	11,6	13,1	13,2	10,3	7,1	3,1	0,4
<b>t'a</b>	-5,9	-5,2	-4,0	-1,4	1,5	5,8	8,2	8,1	4,2	0,4	-3,4	-6,4
<b>ta</b>	-10,2	-8,8	-11,5	-3,5	-1,0	3,0	5,0	5,2	2,0	-3,0	-9,0	-13,0

Tabla 22. Cuadro resumen de temperaturas descritas por estación.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
<b>Ta</b>	29,4	39,2	30,2	18,3	29,3
<b>T'a</b>	26,1	36,6	26,3	15,7	26,2
<b>T</b>	18,0	29,4	19,1	9,7	19,0
<b>tm</b>	11,6	21,0	12,9	4,9	12,6
<b>t</b>	5,1	12,6	6,8	0,3	6,2
<b>t'a</b>	-1,3	7,3	0,4	-5,8	0,1
<b>ta</b>	-5,3	4,4	-3,3	-10,7	-3,7

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Tabla 23. Precipitación total mensual de la serie.

Año	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
1983	2,4	27	2,3	61,8	38,3	17,1	15,9	60,7	9	6,7	57,5	55,7	354,4
1984	25	4,8	34,2	25,3	64,1	59,6	9	7,2	10,9	63,5	152,8	13,8	470,2
1985	40,4	45,8	12,3	63,2	35,4	16	3,9	0	7,7	0	52,1	57,7	334,5
1986	10,9	70,7	20,0	38,2	31,9	2	0	2,9	69,4	19,1	26,4	30,7	322,2
1987	63,9	41,2	20,1	50,9	5,2	47,6	26,5	11,8	58,9	48,5	15,5	50,1	440,2
1988	60,8	21,3	1,9	121,9	66,5	94,2	41,9	0,5	1,5	27	14	0	451,5
1989	8,1	21	11	48,4	47,5	26	11,3	14,8	45,1	17,5	95,9	144,4	491,0
1990	24,4	7,2	0,4	44,2	39,6	32,2	17,9	16,8	25,9	52,3	50,8	13	324,7
1991	25,8	34,2	46,7	21,1	11,7	0	4,5	0	18	9,6	9,8	10,9	192,3
1992	11,7	1	10,2	25,4	47,5	75,9	1,3	17	18,1	58,7	16,3	35,1	318,2
1993	0,5	3,2	12,9	45,4	87,4	42,8	1,2	14	44,2	120,1	19,1	2,5	393,3
1994	44,9	28,2	1	11,6	75,9	9,4	3,2	8	18,1	54,7	47,3	34,1	336,4
1995	20,7	39,9	5,6	12,9	20,2	44,6	3,9	1,8	15	18,8	98,3	96,2	377,9
1996	110,3	8,2	39,3	51,5	58	6	3,4	21,3	19	16,2	27,4	114,9	475,5
1997	53,9	4,2	0	42	79,6	48,9	45,7	93	18,3	46,5	140,9	108,8	681,8
1998	56,8	8,9	11,2	44,4	66,9	37,1	1,1	12,4	30	8,1	14	45,9	336,8
1999	41,3	7,8	10,1	45,8	21,4	4,4	47,1	26,5	68,6	99,3	10,4	28	410,7
2000	18	2,4	24,9	76,9	49	35,6	17,8	10,3	29,4	50,1	110,3	80,7	505,4
2001	105,1	28,2	80,2	4,1	46,3	0,3	29,8	19,3	14,4	38,7	3,9	7,5	377,8
2002	39,7	8,2	29,2	22,9	34,8	15,4	6,9	11,5	37,4	70,1	73,3	79,6	429,0
2003	64,7	50,2	22,7	55,1	24,2	12,8	13,1	19,2	38	130,5	66,3	22	518,8
2004	21,2	14,6	40,7	17,2	42,7	7,1	6	25,9	12,2	67,5	40,7	16,6	312,4
2005	4,8	4,6	9,6	39	14,3	7,3	0	22	6,4	114,1	58,2	20,3	300,6
2006	29,9	34	32,2	45,1	7,2	40,2	8,7	25,3	32,4	100,7	80,6	17,9	454,2
2007	20,5	39	13,5	47	137,7	66	0,8	15,7	98,7	49,1	48,3	9,1	545,4
2008	37,6	27,5	6,9	73,7	144	43,4	0,5	0	11,7	89,4	25,6	59,9	520,2
2009	35,1	20,1	3	21,3	23,9	36,8	1,3	23	5,4	51,1	23,5	108,9	353,4
2010	66,7	55,2	47,9	64,7	25,4	41,5	2,7	0,4	25,8	48,8	28,2	108,3	515,6
2011	46,5	21,3	42,1	49	58,2	22	0	22,3	0,5	17,1	56,8	8,5	344,3
2012	25,1	0	8,3	71,4	21,2	12,2	11,5	0	26,1	76,5	59,5	17	328,8
<b>PROMEDIO</b>	<b>37,2</b>	<b>22,7</b>	<b>20,0</b>	<b>44,7</b>	<b>47,5</b>	<b>30,1</b>	<b>11,2</b>	<b>16,8</b>	<b>27,2</b>	<b>52,3</b>	<b>50,8</b>	<b>46,6</b>	<b>407,3</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 24. Cálculo de los cuantiles y la mediana de las precipitaciones de la serie.

	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
1	0,5	0,0	0,0	4,1	5,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	3,9	0,0	192,3
2	2,4	1,0	0,4	11,6	7,2	0,3	0,0	0,0	1,5	6,7	9,8	2,5	300,6
3	4,8	2,4	1,0	12,9	11,7	2,0	0,0	0,0	5,4	8,1	10,4	7,5	312,4
4	8,1	3,2	1,9	17,2	14,3	4,4	0,5	0,0	6,4	9,6	14,0	8,5	318,2
5	10,9	4,2	2,3	21,1	20,2	6,0	0,8	0,4	7,7	16,2	14,0	9,1	322,2
6	11,7	4,6	3,0	21,3	21,2	7,1	1,1	0,5	9,0	17,1	15,5	10,9	324,7
<b>Q1</b>	<b>14,9</b>	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>	<b>22,1</b>	<b>21,3</b>	<b>7,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>10,0</b>	<b>17,3</b>	<b>15,9</b>	<b>12,0</b>	<b>326,8</b>
7	18,0	4,8	5,6	22,9	21,4	7,3	1,2	1,8	10,9	17,5	16,3	13,0	328,8
8	20,5	7,2	6,9	25,3	23,9	9,4	1,3	2,9	11,7	18,8	19,1	13,8	334,5
9	20,7	7,8	8,3	25,4	24,2	12,2	1,3	7,2	12,2	19,1	23,5	16,6	336,4
10	21,2	8,2	9,6	38,2	25,4	12,8	2,7	8,0	14,4	27,0	25,6	17,0	336,8
11	24,4	8,2	10,1	39,0	31,9	15,4	3,2	10,3	15,0	38,7	26,4	17,9	344,3
12	25,0	8,9	10,2	42,0	34,8	16,0	3,4	11,5	18,0	46,5	27,4	20,3	353,4
<b>Q2</b>	<b>25,1</b>	<b>11,8</b>	<b>10,6</b>	<b>43,1</b>	<b>35,1</b>	<b>16,6</b>	<b>3,7</b>	<b>11,7</b>	<b>18,1</b>	<b>47,5</b>	<b>27,8</b>	<b>21,2</b>	<b>353,9</b>
13	25,1	14,6	11,0	44,2	35,4	17,1	3,9	11,8	18,1	48,5	28,2	22,0	354,4
14	25,8	20,1	11,2	44,4	38,3	22,0	3,9	12,4	18,1	48,8	40,7	28,0	377,8
15	29,9	21,0	12,3	45,1	39,6	26,0	4,5	14,0	18,3	49,1	47,3	30,7	377,9
<b>MEDIANA</b>	<b>32,5</b>	<b>21,2</b>	<b>12,6</b>	<b>45,3</b>	<b>41,2</b>	<b>29,1</b>	<b>5,3</b>	<b>14,4</b>	<b>18,7</b>	<b>49,6</b>	<b>47,8</b>	<b>32,4</b>	<b>385,6</b>
16	35,1	21,3	12,9	45,4	42,7	32,2	6,0	14,8	19,0	50,1	48,3	34,1	393,3
17	37,6	21,3	13,5	45,8	46,3	35,6	6,9	15,7	25,8	51,1	50,8	35,1	410,7
18	39,7	27,0	20,0	47,0	47,5	36,8	8,7	16,8	25,9	52,3	52,1	45,9	429,0
<b>Q3</b>	<b>40,1</b>	<b>27,3</b>	<b>20,1</b>	<b>47,7</b>	<b>47,5</b>	<b>37,0</b>	<b>8,9</b>	<b>16,9</b>	<b>26,0</b>	<b>53,5</b>	<b>54,5</b>	<b>48,0</b>	<b>434,6</b>
19	40,4	27,5	20,1	48,4	47,5	37,1	9,0	17,0	26,1	54,7	56,8	50,1	440,2
20	41,3	28,2	22,7	49,0	49,0	40,2	11,3	19,2	29,4	58,7	57,5	55,7	451,5
21	44,9	28,2	24,9	50,9	58,0	41,5	11,5	19,3	30,0	63,5	58,2	57,7	454,2
22	46,5	34,0	29,2	51,5	58,2	42,8	13,1	21,3	32,4	67,5	59,5	59,9	470,2
23	53,9	34,2	32,2	55,1	64,1	43,4	15,9	22,0	37,4	70,1	66,3	79,6	475,5
24	56,8	39,0	34,2	61,8	66,5	44,6	17,8	22,3	38,0	76,5	73,3	80,7	491,0
<b>Q4</b>	<b>58,8</b>	<b>39,5</b>	<b>36,8</b>	<b>62,5</b>	<b>66,7</b>	<b>46,1</b>	<b>17,9</b>	<b>22,7</b>	<b>41,1</b>	<b>83,0</b>	<b>77,0</b>	<b>88,5</b>	<b>498,2</b>
25	60,8	39,9	39,3	63,2	66,9	47,6	17,9	23,0	44,2	89,4	80,6	96,2	505,4
26	63,9	41,2	40,7	64,7	75,9	48,9	26,5	25,3	45,1	99,3	95,9	108,3	515,6
27	64,7	45,8	42,1	71,4	79,6	59,6	29,8	25,9	58,9	100,7	98,3	108,8	518,8
28	66,7	50,2	46,7	73,7	87,4	66,0	41,9	26,5	68,6	114,1	110,3	108,9	520,2
29	105,1	55,2	47,9	76,9	137,7	75,9	45,7	60,7	69,4	120,1	140,9	114,9	545,4
30	110,3	70,7	80,2	121,9	144,0	94,2	47,1	93,0	98,7	130,5	152,8	144,4	681,8

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 25. Cuadro resumen de las precipitaciones anuales.

<b>Año</b>	<b>P (mm)</b>	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>
<b>1983</b>	354,4	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1984</b>	470,2	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1985</b>	334,5	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1986</b>	322,2	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1987</b>	440,2	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1988</b>	451,5	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1989</b>	491	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1990</b>	324,7	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1991</b>	192,3	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1992</b>	318,2	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1993</b>	393,3	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1994</b>	336,4	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1995</b>	377,9	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1996</b>	475,5	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1997</b>	681,8	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1998</b>	336,8	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>1999</b>	410,7	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2000</b>	505,4	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2001</b>	377,8	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2002</b>	429	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2003</b>	518,8	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2004</b>	312,4	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2005</b>	300,6	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2006</b>	454,2	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2007</b>	545,4	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2008</b>	520,2	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2009</b>	353,4	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2010</b>	515,6	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2011</b>	344,3	326,8	353,9	434,6	498,2
<b>2012</b>	328,8	326,8	353,9	434,6	498,2

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 26. Cuadro resumen de las precipitaciones mensuales.

	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>Mr</b>	<b>Ab</b>	<b>My</b>	<b>Jn</b>	<b>Jl</b>	<b>Ag</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>Anual</b>
<b>P me dia</b>	37,2	22,7	20,0	44,7	47,5	30,1	11,2	16,8	27,2	52,3	50,8	46,6	407,3
<b>Q1</b>	14,9	4,7	4,3	22,1	21,3	7,2	1,2	1,2	10,0	17,3	15,9	12,0	326,8
<b>Q2</b>	25,1	11,8	10,6	43,1	35,1	16,6	3,7	11,7	18,1	47,5	27,8	21,2	353,9
<b>Q3</b>	40,1	27,3	20,1	47,7	47,5	37,0	8,9	16,9	26,0	53,5	54,5	48,0	434,6
<b>Q4</b>	58,8	39,5	36,8	62,5	66,7	46,1	17,9	22,7	41,1	83,0	77,0	88,5	498,2
<b>Me dia na</b>	32,5	21,2	12,6	45,3	41,2	29,1	5,3	14,4	18,7	49,6	47,8	32,4	385,6

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 27. Precipitación anual.

<b>Año</b>	<b>Anual (mm)</b>
<b>1983</b>	354,4
<b>1984</b>	470,2
<b>1985</b>	334,5
<b>1986</b>	322,2
<b>1987</b>	440,2
<b>1988</b>	451,5
<b>1989</b>	491,0
<b>1990</b>	324,7
<b>1991</b>	192,3
<b>1992</b>	318,2
<b>1993</b>	393,3
<b>1994</b>	336,4
<b>1995</b>	377,9
<b>1996</b>	475,5
<b>1997</b>	681,8
<b>1998</b>	336,8
<b>1999</b>	410,7
<b>2000</b>	505,4
<b>2001</b>	377,8
<b>2002</b>	429,0
<b>2003</b>	518,8
<b>2004</b>	312,4
<b>2005</b>	300,6
<b>2006</b>	454,2
<b>2007</b>	545,4
<b>2008</b>	520,2
<b>2009</b>	353,4
<b>2010</b>	515,6
<b>2011</b>	344,3
<b>2012</b>	328,8

Tabla 28. Frecuencia de precipitación por intervalos.

<b>Intervalo de precipitación (mm)</b>	<b>Nº de años</b>
0-100	0
100-200	1
200-300	0
300-400	15
400-500	8
500-600	5
600-700	1

Tabla 29. Precipitaciones máximas en 24 horas.

	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
1983	1,8	8	2,3	13,6	11,9	8,5	6	36,9	7,6	2,8	13,4	17
1984	8,5	1,8	11,9	6,9	11,2	27,6	9	5,3	6,2	21,8	49,3	4,2
1985	11,9	9,7	6,6	15,1	17,6	13,5	2,5	0	4,9	0	0	19,1
1986	5,9	14,6	7,1	8,3	24,9	2	0	2,7	22	15,2	9,5	12,1
1987	21,2	9,6	8,3	15,3	4	16,8	6	7,7	23,4	8,9	12,1	13,2
1988	16,4	14,6	1	23,7	19,7	17,4	31,5	0,5	1,5	5,8	6	0
1989	6,6	6,1	8,4	8,8	10,5	20	6,2	5,8	31,7	7,8	22,1	39,1
1990	7,9	3,6	0,4	11,3	14,5	23,1	9,3	10,2	14,5	17,0	17,3	3,6
1991	10	0	10,4	18,5	5,8	0	4,5	0	7,5	5,6	6	5,8
1992	9,8	1	9,1	15	15,8	18	1,3	14,1	17,1	16,1	15,7	21,7
1993	0,5	1,3	3,3	10,6	16	15,5	0,7	6	13,1	26,1	5,8	1,1
1994	16	12,3	0,8	8,3	13,3	6,7	1,5	3,4	15,2	22,8	19,1	19,6
1995	10,6	14	2,5	5,8	5,3	41,4	3,3	1,6	4,8	8	26,4	35,4
1996	23,3	4,6	13	41,8	26,2	2,4	1,8	12,3	11,4	11,6	12,7	24
1997	15,3	1,8	0	23,2	27,9	17,5	25,7	26,6	8,4	13,1	53	35
1998	35,1	4,5	4,9	13,8	21,3	14,4	0,9	5,5	8,4	3,9	10,3	30,1
1999	26,7	3,9	4,4	17,9	3,3	2,4	37,3	16,3	30,4	18,9	5,3	16,8
2000	15	1,7	12,7	11,9	16,8	22,7	8,1	9,1	12,1	17,8	19,6	15,6
2001	25,7	19	23,1	3,9	19,6	0,3	16,5	15,5	7	10	3	4,6
2002	11	4,5	11,5	9,2	8,7	8,5	3,6	6,8	15,4	20,5	15,5	19,6
2003	16,1	18,2	7,3	23,3	9,7	6,7	10,3	12,7	26,2	27	15,2	3,9
2004	5,8	5,8	9,7	5,2	11,6	6,4	2,1	13,6	7,1	17,9	25,7	11,8
2005	2,5	4,3	5,5	12,6	3,7	3,4	0	21,8	3,9	19,2	23,2	10,6
2006	10,9	13,7	9	17,7	4,7	16	6,8	25	11,3	53,7	21	6,8
2007	7,3	9,5	8,5	17	35,8	22,9	0,8	15,7	46,6	20,7	38,7	3,6
2008	17,8	14	2,3	15,8	33	13,6	0,5	0	10,5	26,8	9,2	19,5
2009	7,1	6,6	2,4	7	14,3	5,9	1,3	16,3	2,8	27,3	11,5	26
2010	16,5	11	8,1	18,4	13,6	14,1	2,7	0,4	12,5	13,8	10	16,4
2011	17	6,8	14,5	21,1	43,5	9	0	14,2	0,5	8	23	3,5
2012	17,5	0	4	11	10,5	9,5	11	0	18	26,6	16,2	7
Max	35,1	19	23,1	41,8	43,5	41,4	37,3	36,9	46,6	53,7	53	39,1
Med	13,3	7,6	7,1	14,4	15,8	12,9	7,0	10,2	13,4	16,5	17,2	14,9

Tabla 30. Resumen de las precipitaciones máximas en 24 horas.

	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
<b>Máx abs de Pmax 24h (mm)</b>	35,1	19	23,1	41,8	43,5	41,4	37,3	36,9	46,6	53,7	53	39,1
<b>Med de Pmax 24h (mm)</b>	13,3	7,6	7,1	14,4	15,8	12,9	7,0	10,2	13,4	16,5	17,2	14,9
<b>Frecuencia</b>	2	0	0	3	3	3	2	1	2	7	4	3

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 31. Índices pluviométricos.

AÑO	Modelo pluviométrico anual (mm)	I,H	Año tipo	I Fournier	MR	Pmax, d	$\Sigma$ Pmax, d	F24	Pmax mes	R
1983	354,4	0,870	Año seco	10,777	251,7	36,9	129,8	10,5	61,8	43,08
1984	470,2	1,155	Año húmedo	49,655	383,5	49,3	163,7	14,8	152,8	146,17
1985	334,5	0,821	Año seco	11,941	306,9	19,1	100,9	3,6	63,2	22,55
1986	322,2	0,791	Año seco	15,513	247,9	24,9	124,3	5,0	70,7	34,03
1987	440,2	1,081	Año normal	9,276	295,4	23,4	146,5	3,7	63,9	23,66
1988	451,5	1,109	Año húmedo	32,912	313,4	31,5	138,1	7,2	121,9	78,07
1989	491,0	1,206	Año húmedo	42,467	393,8	39,1	173,1	8,8	144,4	100,26
1990	324,7	0,797	Año seco	8,438	231,9	23,1	132,7	4,0	52,3	20,84
1991	192,3	0,472	Año seco	11,341	169,8	18,5	74,1	4,6	46,7	21,89
1992	318,2	0,781	Año seco	18,102	205,9	21,7	154,7	3,0	75,9	30,40
1993	393,3	0,966	Año normal	36,674	291,1	26,1	100,0	6,8	120,1	76,46
1994	336,4	0,826	Año seco	17,125	297,7	22,8	139,0	3,7	75,9	29,59
1995	377,9	0,928	Año normal	25,570	312,6	41,4	159,1	10,8	98,3	73,99
1996	475,5	1,168	Año húmedo	27,764	425,8	41,8	185,1	9,4	114,9	74,79
1997	681,8	1,674	Año húmedo	29,118	475,9	53,0	247,5	11,3	140,9	103,88
1998	336,8	0,827	Año seco	13,289	256,2	35,1	153,1	8,0	66,9	40,90
1999	410,7	1,008	Año normal	24,009	264,1	37,3	183,6	7,6	99,3	65,66
2000	505,4	1,241	Año húmedo	24,072	412,3	22,7	163,1	3,2	110,3	38,75
2001	377,8	0,928	Año seco	29,238	314,0	25,7	148,2	4,5	105,1	49,07
2002	429,0	1,053	Año normal	14,770	357,8	20,5	134,8	3,1	79,6	26,47
2003	518,8	1,274	Año húmedo	32,826	435,7	27,0	176,6	4,1	130,5	55,00
2004	312,4	0,767	Año seco	14,585	261,2	25,7	122,7	5,4	67,5	32,76
2005	300,6	0,738	Año seco	43,309	264,9	23,2	110,7	4,9	114,1	61,32
2006	454,2	1,115	Año húmedo	22,326	347,6	53,7	196,6	14,7	100,7	87,20
2007	545,4	1,339	Año húmedo	34,766	364,2	46,6	227,1	9,6	137,7	101,53
2008	520,2	1,277	Año húmedo	39,862	464,6	33,0	163,0	6,7	144	80,07
2009	353,4	0,868	Año seco	33,557	286,9	27,3	128,5	5,8	108,9	61,75
2010	515,6	1,266	Año húmedo	22,748	445,2	18,4	137,5	2,5	108,3	31,91
2011	344,3	0,845	Año seco	9,838	299,5	43,5	161,1	11,7	58,2	39,67
2012	328,8	0,807	Año seco	17,799	279,0	26,6	131,3	5,4	76,5	37,66
<b>MEDIA</b>	407,3			24,122	321,9			6,8	97,0	55,59

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Figura. Determinación del género del clima mediterráneo (Emberger. Fuente: Vera, 1989).

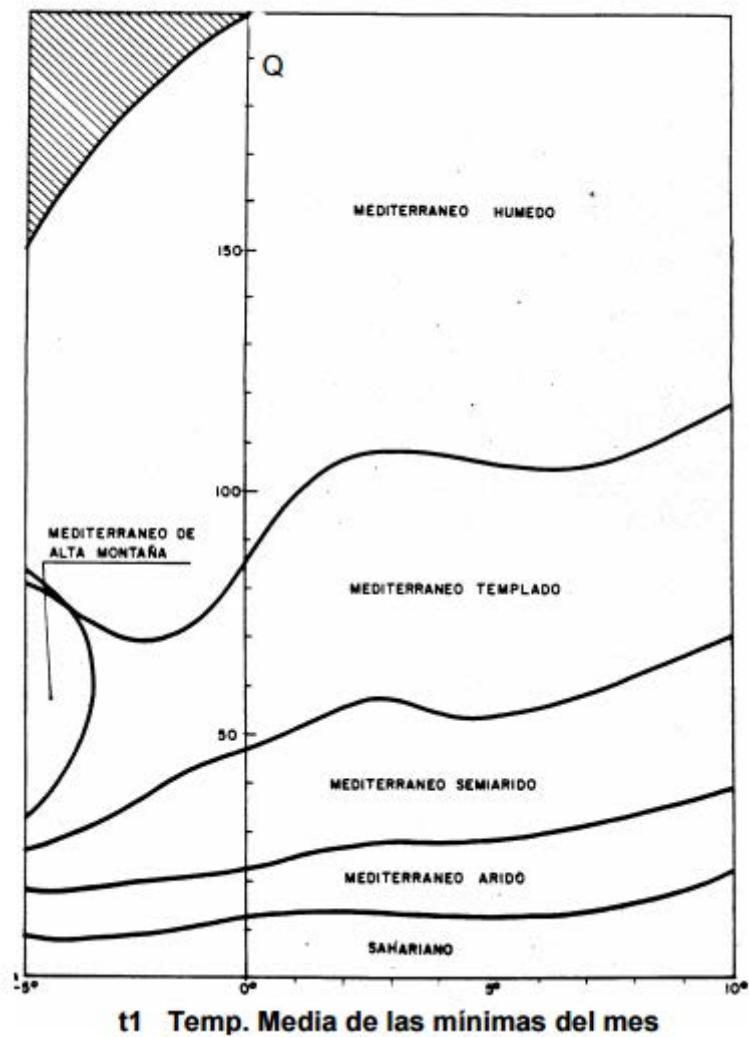


Figura 1. Gráfico para la determinación del clima por el índice de Emberger.





ZONAS EN QUE QUEDA DIVIDIDA LA PENÍNSULA IBÉRICA PARA EL CÁLCULO DEL FACTOR R, Y EXPRESIONES MATEMÁTICAS CORRESPONDIENTES A CADA UNA DE ELLAS (ICONA, 1988).

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

$$2: R = e^{1,235} \cdot (\text{PMEX})^{1,297} \cdot (\text{MR})^{-0,511} \cdot (\text{MV})^{0,366} \cdot (\text{F24})^{0,410}$$

$$3: R = e^{-0,754} \cdot (\text{T2})^{1,031} \cdot (\text{T10})^{-0,828} \cdot (\text{F})^{-0,482} \cdot (\text{PMEX})^{1,628} \cdot (\text{MR})^{-1,22} \cdot (\text{MV})^{0,536} \cdot (\text{F24})^{0,8} \cdot e^{(z7) (0,211)} \cdot e^{(z9) (-0,157)}$$

PMEX: Valor medio anual de la máxima lluvia mensual (mm.).

MR: Precipitación media del periodo octubre-mayo (mm.).

F24: Valor medio de los cocientes entre la lluvia máxima en veinticuatro horas de cada año, elevada al cuadrado, y la suma de las máximas en veinticuatro horas de todos los meses de ese mismo año.

MV: Precipitación media del período junio-septiembre (mm.).

F: Valor medio del índice de agresividad de la lluvia de Fournier, como cociente entre la lluvia máxima mensual del año elevada al cuadrado y la precipitación anual de ese mismo año.

T2: Lluvia máxima en veinticuatro horas con período de retorno de dos años.

T10: Lluvia máxima en veinticuatro horas con período de retorno de diez años.

z7: Murcia (Cuenca Levante Costera, Ebro Costero, Pirineo Oriental Costero y Baleares)

z9: Tarragona (Ebro Central).

Zi = 1 Tratándose del análisis de la zona i, y nulos las restantes zonas.

Figura 2. Mapa para el cálculo del factor de erosión pluvial R (USLE).

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

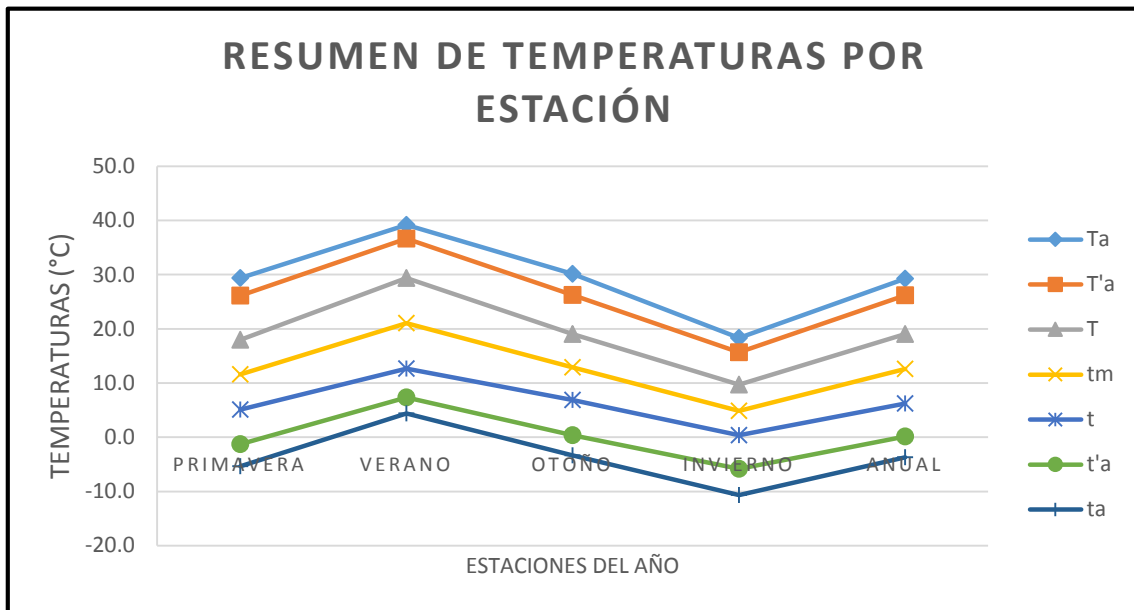


Figura 3. Grafico resumen de temperatura por estación.

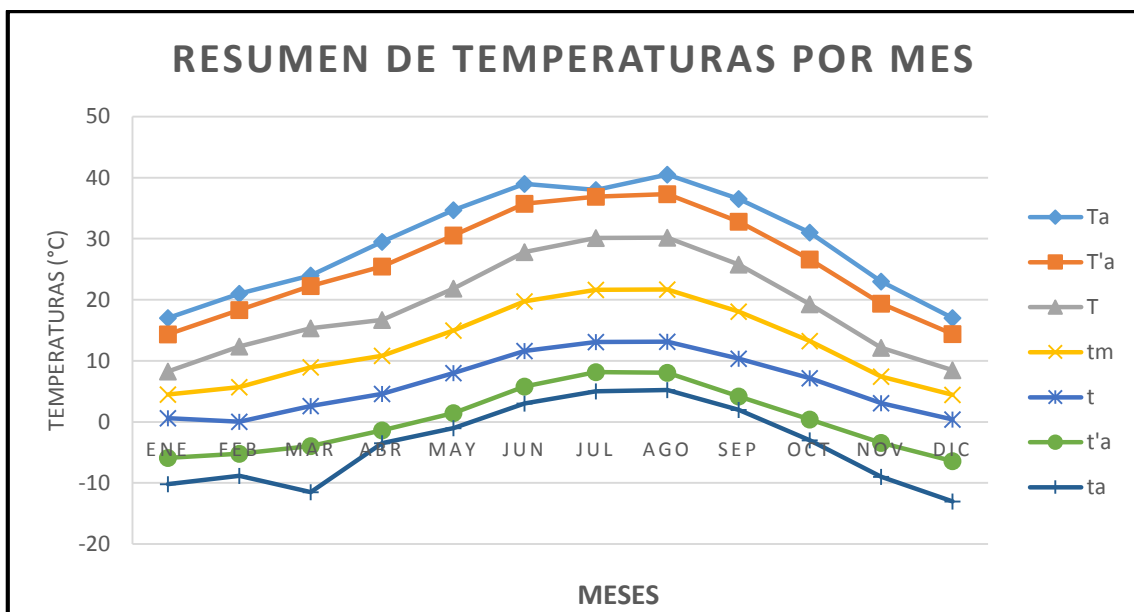


Figura 4. Grafico resumen de temperatura por mes.

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

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

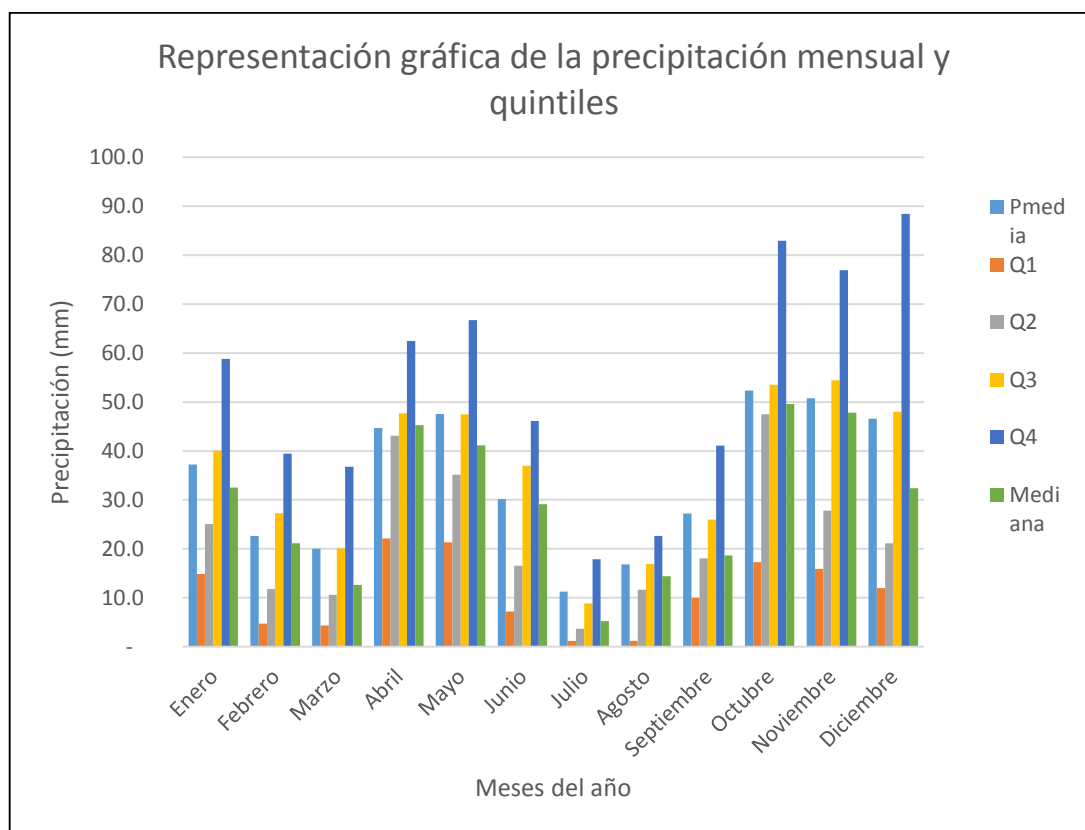


Figura 5. Gráfico de representación de la precipitación mensual, la media, la mediana y los quintiles.

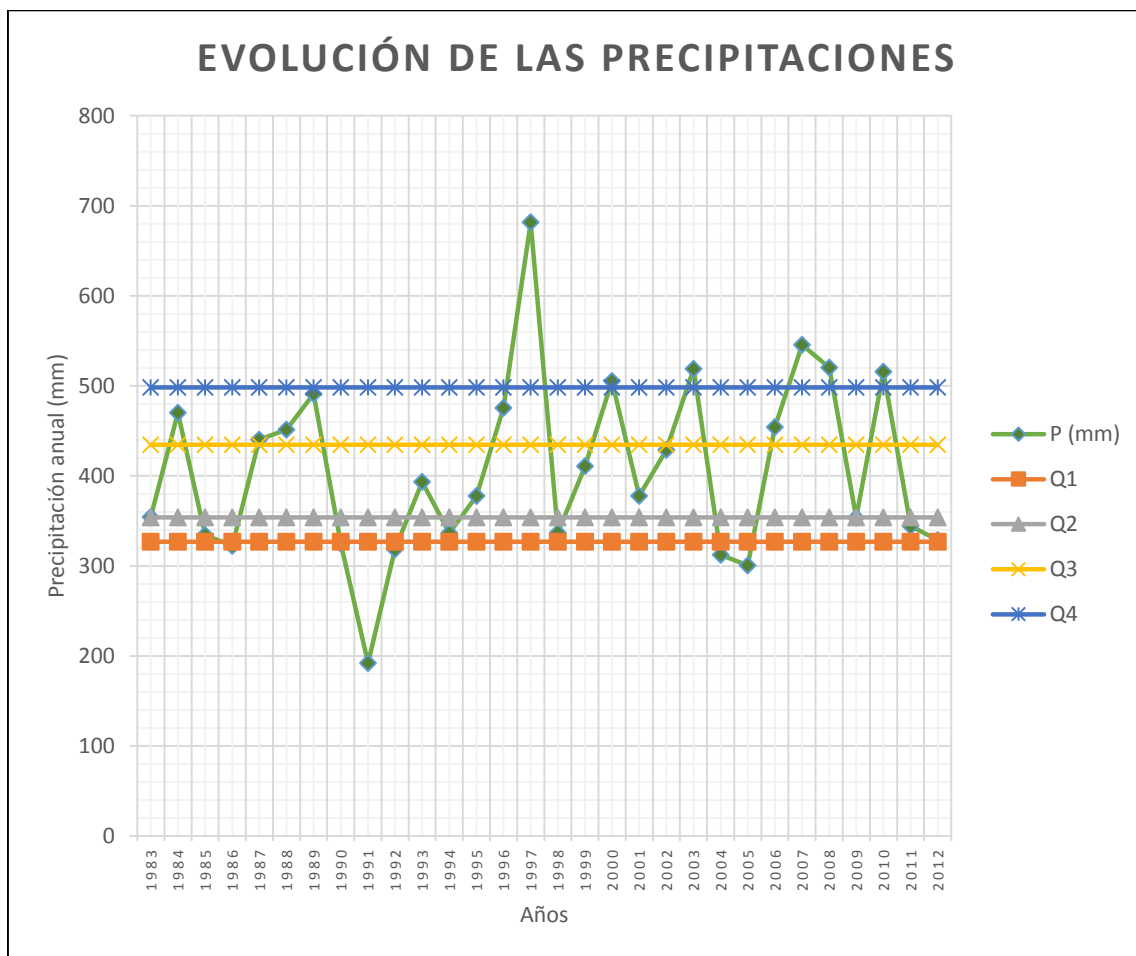


Figura 6. Gráfico de la evolución de las precipitaciones a lo largo de la serie de estudio.

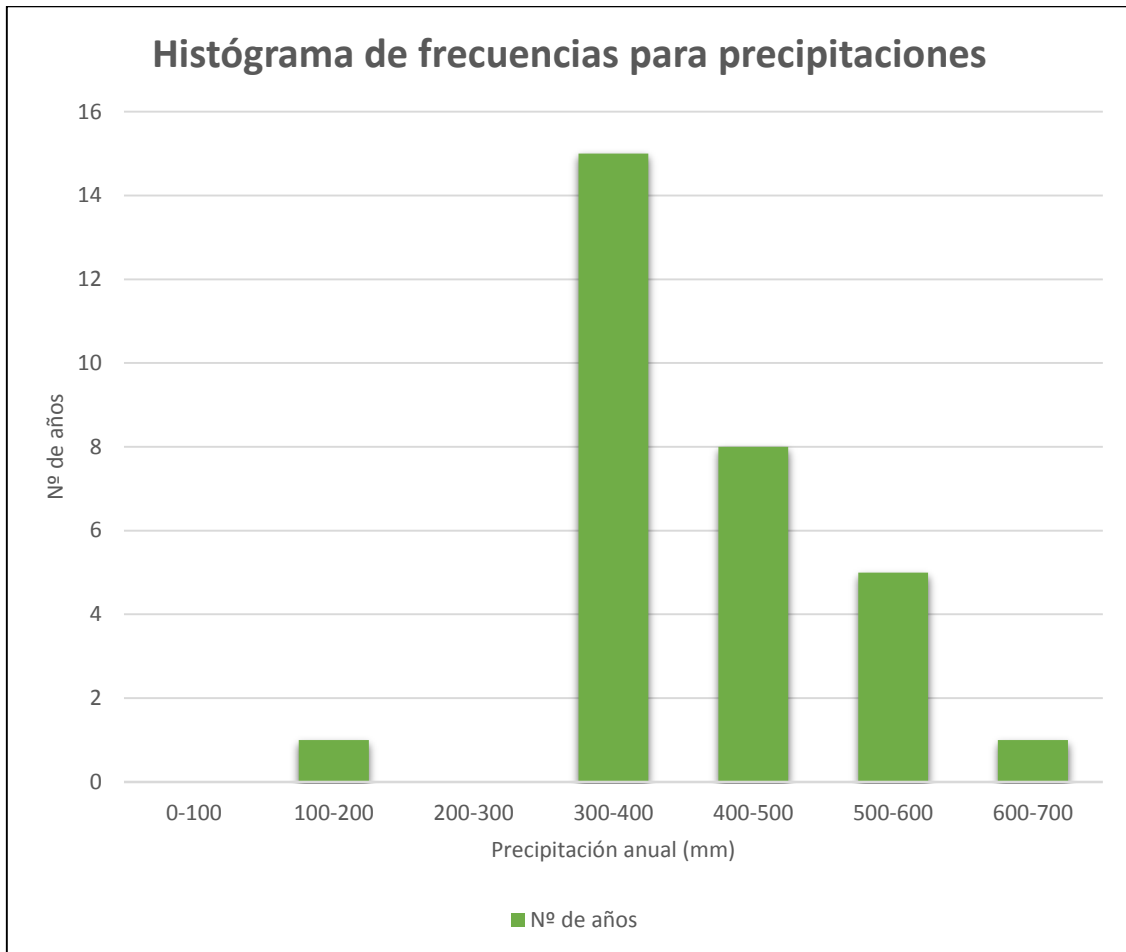


Figura 7. Histograma de frecuencias para las precipitaciones.

Tabla 32. Tabla de datos del diagrama ombrotérmico.

	E	F	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
P (mm)	37,2	22,7	20,0	44,7	47,5	30,1	11,2	16,8	27,2	52,3	50,8	46,6
tm (°C)	4,5	5,7	8,9	10,8	15,0	19,8	21,6	21,7	18,1	13,2	7,4	4,5

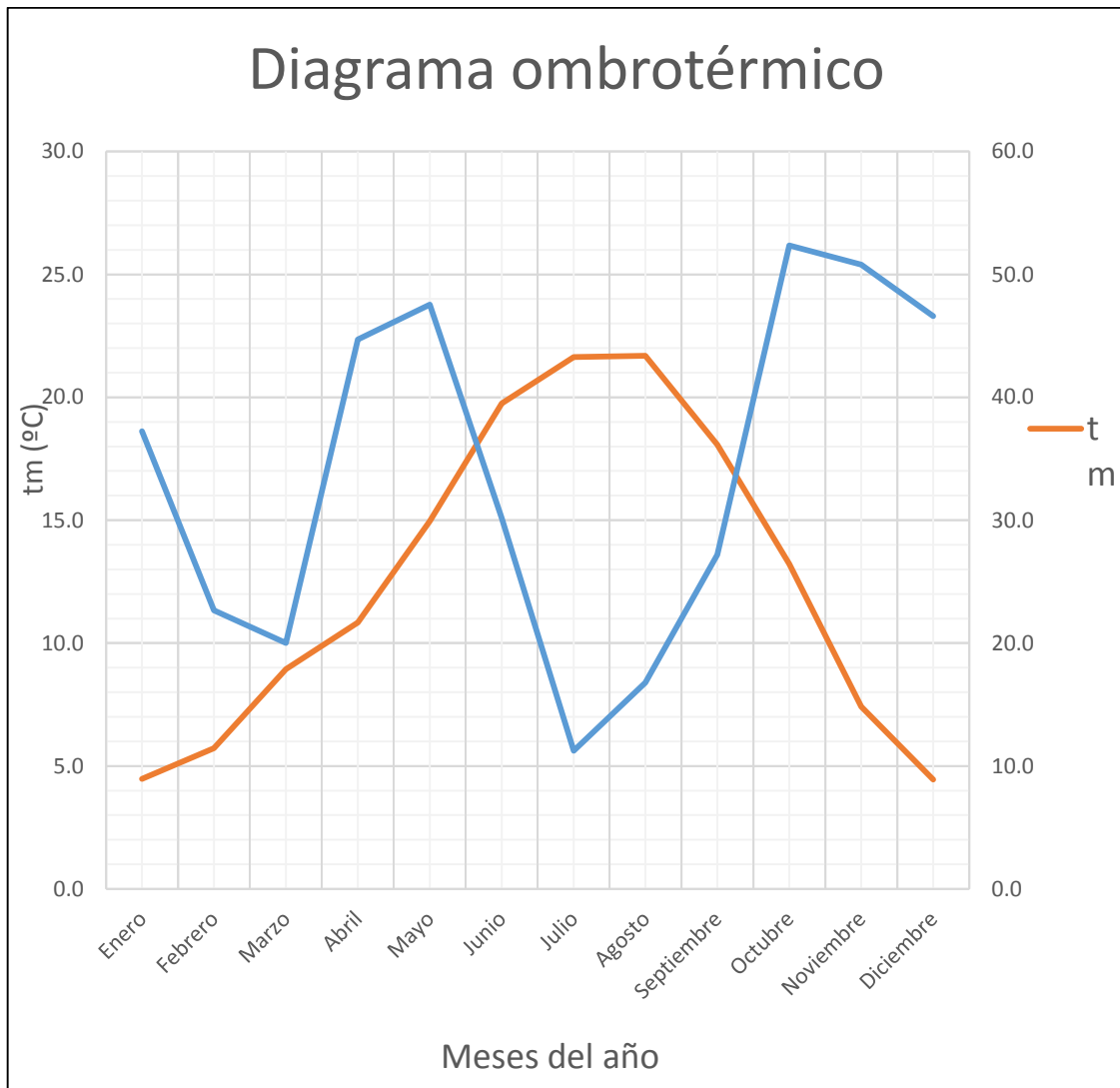


Figura 8. Diagrama ombrotérmico.

Tabla 33. Cuadro de datos del diagrama de termohietas.

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P (mm)	37,2	22,7	20,0	44,7	47,5	30,1	11,2	16,8	27,2	52,3	50,8	46,6
tm (°C)	4,5	5,7	8,9	10,8	15,0	19,8	21,6	21,7	18,1	13,2	7,4	4,5

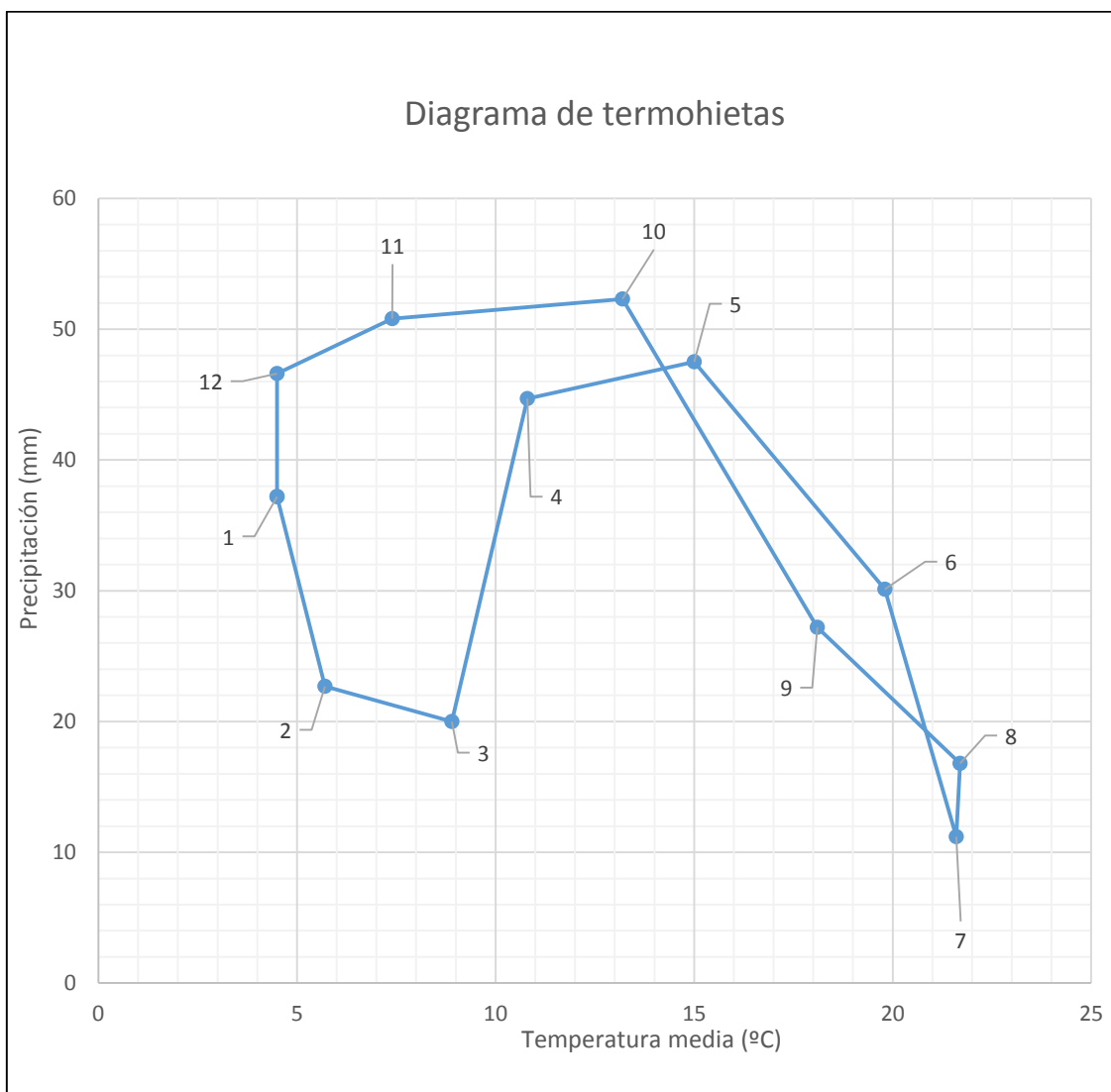


Figura 9. Diagrama de termohietas.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## ÍNDICE ANEJO III. EDAFOLOGIA

<b>1. ELABORACIÓN Y TOMA DE DATOS</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. APERTURA DE CALICATAS</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO</b> .....	<b>7</b>
<b>2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1. PROFUNDIDAD DEL SUELO</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2. PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3. AFLORAMIENTOS ROCOSOS</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4. CLASIFICACIÓN TEXTURAL</b> .....	<b>9</b>
<b>2.5. POROSIDAD DEL SUELO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.6. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DISPONIBLE</b> .....	<b>11</b>
<b>3. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1. pH Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2. CARBONATOS TOTALES</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3. ELEMENTOS ASIMILABLES EN EL SUELO</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3.1. FÓSFORO</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3.2. POTASIO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.3. CALCIO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.4. MAGNESIO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.5. SODIO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4. CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (MOS)</b> .....	<b>15</b>
<b>4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS POR EL CENTRO TECNOLÓGICO AGRARIO Y AGROALIMENTARIO (ITAGRA)</b> .....	<b>17</b>



---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## ANEJO III. EDAFOLOGÍA

### 1. ELABORACIÓN Y TOMA DE DATOS

#### 1.1. APERTURA DE CALICATAS

El suelo es una de las principales características del medio natural, por ello la descripción de las características de este, debe ser uno de los primeros puntos a realizar en la elaboración de un proyecto técnico.

Dado que en el proyecto se realiza una repoblación forestal, el suelo se convierte en un factor determinante en la elección de especies. Como para poder realizar dicha repoblación forestal, se debe realizar una preparación del terreno, para lo cual también se debe realizar un estudio edafológico.

Los parámetros que se van a analizar en el siguiente estudio son: profundidad, textura, estructura, pedregosidad, contenido en materia orgánica, conductividad hidráulica, presencia de sales, contenido en caliza activa y pH.

Para el estudio edáfico de la zona (Monte "La Casa") se han abierto cuatro calicatas (perfiles) en zonas representativas en función de varios factores:

- Litología
- Relieve
- Clima
- Vegetación
- Edad
- Factor humano

Para que se formen suelos diferentes, los cuatro aspectos que pueden dar lugar a diferentes suelos: orientación, pendiente, litología y clima. En la zona se encuentran diferentes pendientes, litologías y orientaciones, pero un solo tipo de clima. En función de estos factores, se ha determinado la situación de las cuatro calicatas.

Para el correcto estudio edafológico de la zona, se deberían haber realizado un mayor número de calicatas y un mayor número de análisis de los horizontes, pero debido al coste económico y la optimización de recursos planteada en este proyecto, se planteó: la apertura de únicamente cuatro calicatas, el estudio de las propiedades físicas de los horizontes de todas las calicatas, y el estudio químico (realizado por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA) del horizonte más representativo de cada uno de los perfiles. Se puede observar información adicional en el Plano 7. Mapa edafológico de inclusión (FAO) y en el Plano 8. Mapa edafológico de fases (FAO).

A continuación se observa la localización de las cuatro calicatas efectuadas en el monte en coordenadas y en la imagen siguiente:

Calicata 1: 41°46'30,1"N 4°33'43,5"W. UTM (370175, 4625977)

Calicata 2: 41°46'30,8"N 4°33'43,5"W. UTM (370176, 4625999)

Calicata 3: 41°46'30,8"N 4°33'41,2"W. UTM (370229, 4625998)

Calicata 4: 41°46'31,9"N 4°33'41,8"W. UTM (370216, 4626032)

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

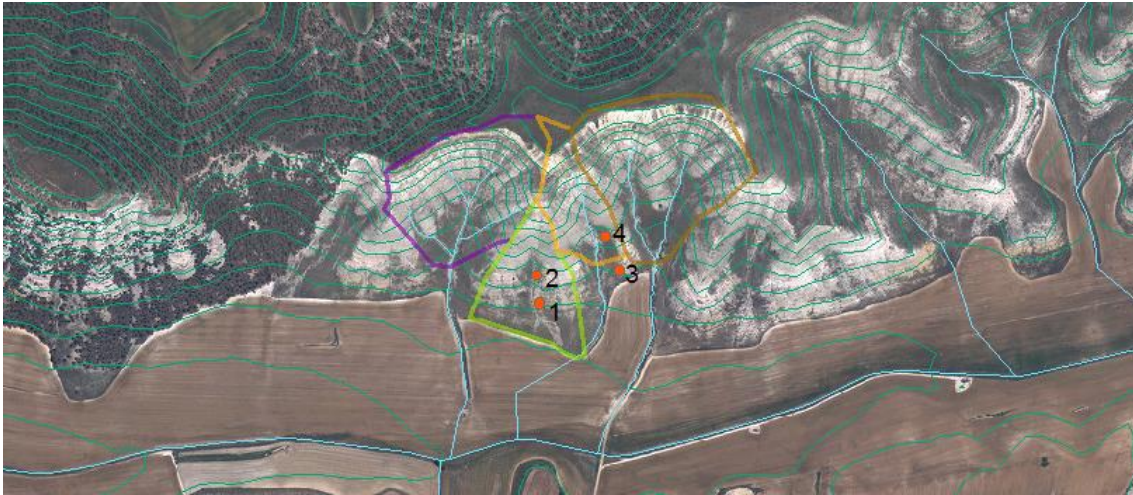


Figura 1. Mapa de representación de la localización de las calicatas.

La **calicata número 1**, corresponde a una zona con una pendiente baja-media, con presencia de limos, arcillas y cristales de yeso, con una orientación sur. La **calicata número 2**, se encuentra en una zona de pendiente media-alta, con arcilla y limos, presencia de margas y yesos y también con orientación sur. La **calicata número 3** se encuentra en la zona baja de la ladera, en la zona de deposición de sedimentos, con una pendiente baja-media, con presencia de calizas, limos y yesos, y orientación sur-sureste. La **calicata número 4** se encuentra en la zona media de la ladera, con una pendiente media-alta, y con orientación sur-sureste.

En estas calicatas se tomaron muestras de los diferentes horizontes, para su posterior análisis de características físicas, y para determinar cuál de ellos se analizarían químicamente.

## 1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES

A continuación, se muestran las características físicas, y la descripción completa de los horizontes de los perfiles.

### Perfil 1

**Situación (Paraje y Municipio):** Monte “La Casa”, San Martín de Valvení

**Provincia:** Valladolid

**Latitud y longitud:** 41°46'30,1"N 4°33'43,5"W

**Altitud:** 760 metros

**Geomorfología:** Ladera

**Pendiente:** 32%

**Orientación:** Sur

**Profundidad efectiva:** 40 cm

**Materia original:** Arcillas y limos, areniscas y margas del Mioceno medio-superior

**Uso del suelo y vegetación:** Terreno improproductivo y sin vegetación

**Pedregosidad superficial:** Poca

**Afloramientos rocosos:** Casi inexistentes

**Drenaje:** Escaso

**Régimen de humedad:** Xérico

**Régimen de temperatura:** Mésico

**Influencia humana:** Inexistente

**Salinidad:** Sin evidencias

**Autores descripción y fecha:** Cristina Sáez Pérez - 25/01/2015

**Descripción de los horizontes del perfil:**

**Horizonte 1:** **Humedad:** Ligeramente húmedo. **Color:** 2.5Y-7/1 (Seco), 2.5Y-6/3 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Escasa, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Arcillosa. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. **Raíces** (tamaño, abundancia): Finas y Escasas. **Acumulaciones:** Cristales de yeso. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana, neto.

**Horizonte 2:** **Humedad:** Húmedo. **Color:** 5Y-8/2 (Seco), 2.5Y-6/2 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Escasa, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Arcillosa. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. **Raíces:** No existente. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana, neto.



Figura 2. Perfil nº 1.

## Perfil 2

**Situación (Paraje y Municipio):** Monte "La Casa", San Martín de Valvení

**Provincia:** Valladolid

**Latitud y longitud:** 41°46'30,8"N 4°33'43,5"W

**Altitud:** 778 metros

**Geomorfología:** Ladera

**Pendiente:** 41%

**Orientación:** Sur

**Profundidad efectiva:** 40 cm

**Materia original:** Arcillas y limos, areniscas y margas del Mioceno medio-superior

**Uso del suelo y vegetación:** Terreno improductivo y sin vegetación

**Pedregosidad superficial:** Poca

**Afloramientos rocosos:** Casi inexistentes

**Drenaje:** Escaso

**Régimen de humedad:** Xérico

**Régimen de temperatura:** Mésico

**Influencia humana:** Inexistente

**Salinidad:** Ligeramente salino

**Autores descripción y fecha:** Cristina Sáez Pérez - 25/01/2015

**Descripción de los horizontes del perfil:**

**Horizonte 1:** **Humedad:** Ligeramente húmedo. **Color:** 2.5Y-8/2 (Seco), 2.5Y-7/1 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Escasa, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Limoso. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. **Raíces** (tamaño, abundancia): Finas. **Acumulaciones:** Cristales de yeso. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana.

**Horizonte 2:** **Humedad:** Ligeramente húmedo. **Color:** 5Y-8/2 (Seco), 2.5Y-6/2 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Escasa, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Limoso. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. **Raíces:** No existente. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana.



Figura 3. Perfil nº 2



### Perfil 3

**Situación (Paraje y Municipio):** Monte “La Casa”, San Martín de Valvení

**Provincia:** Valladolid **Latitud y longitud:** 41°46'30,8"N 4°33'41,2"W

**Altitud:** 770 metros **Geomorfología:** Ladera **Pendiente:** 30%

**Orientación:** Sur-Sureste

**Materia original:** Arcillas y limos, areniscas y margas del Mioceno medio-superior

**Uso del suelo y vegetación:** Terreno improductivo y sin vegetación

**Profundidad efectiva:** 43 cm

**Pedregosidad superficial:** Poca

**Afloramientos rocosos:** Casi inexistentes

**Drenaje:** Escaso **Régimen de humedad:** Xérico

**Régimen de temperatura:** Mésico

**Influencia humana:** Inexistente

**Salinidad:** Ligeramente salino

**Autores descripción y fecha:** Cristina Sáez Pérez – 01/02/2015

**Descripción de los horizontes del perfil:**

**Horizonte 1:** **Humedad:** Húmedo. **Color:** 2.5Y-8/1 (Seco), 2.5Y-6/1 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Escasa, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Limoso. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. Raíces (tamaño, abundancia): Finas. **Acumulaciones:** Cristales de yeso. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana.

**Horizonte 2:** **Humedad:** Húmedo. **Color:** 5Y-8/1 (Seco), 2.5Y-6/2 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Media, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Limoso. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. Raíces (tamaño, abundancia): Finas. **Acumulaciones:** Cristales de yeso. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana.

**Horizonte 3:** **Humedad:** Ligeramente húmedo. **Color:** 2.5Y-7/1 (Seco), 5Y-5/1 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Media, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Limoso. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. Raíces (tamaño, abundancia): Inexistentes. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana.



Figura 4. Perfil nº 3.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### Perfil 4

**Situación (Paraje y Municipio):** Monte “La Casa”, San Martín de Valvení

**Provincia:** Valladolid **Latitud y longitud:** 41°46'31,9"N 4°33'41,8"W **Altitud:** 787 metros

**Geomorfología:** Ladera **Pendiente:** 42% **Orientación:** Sur-Sureste

**Materia original:** Margas, arcillas margosas con niveles calcáreos y yesíferos del Mioceno Superior

**Uso del suelo y vegetación:** Terreno improductivo y sin vegetación

**Profundidad efectiva:** 36 cm

**Pedregosidad superficial:** Poca

**Afloramientos rocosos:** Casi inexistentes

**Drenaje:** Escaso **Régimen de humedad:** Xérico

**Régimen de temperatura:** Mésico

**Influencia humana:** Inexistente **Salinidad:** Ligeramente salino

**Autores descripción y fecha:** Cristina Sáez Pérez – 01/02/2015

**Descripción de los horizontes del perfil:**

**Horizonte 1:** **Humedad:** Húmedo. **Color:** 2.5Y-7/1 (Seco), 2.5Y-5/3 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Escasa, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Limoso. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. Raíces (tamaño, abundancia): Finas. **Acumulaciones:** Cristales de yeso. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana.

**Horizonte 2:** **Humedad:** Húmedo. **Color:** 2.5Y-7/2 (Seco), 2.5Y-6/4 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Media, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Limoso. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. Raíces (tamaño, abundancia): Finas. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana.

**Horizonte 3:** **Humedad:** Ligeramente húmedo. **Color:** 2.5Y-7/3 (Seco), 2.5Y-5/3 (Húmedo). **Moteado:** Inexistentes. **Elementos gruesos** (abundancia, dimensiones, forma): Media, 6-20 mm, grava media. **Textura:** Limoso. **Estructura** (grado, tipo, clase): Moderada, granular, fina. **Plasticidad:** Ligeramente plástico. **Actividad biológica** (abundancia y tipo): No existente. Raíces (tamaño, abundancia): Inexistentes. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Actividad humana:** Inexistente. **Límite del horizonte** (topografía, ancho): Casi plana.



Figura 5. Perfil nº 4.

### 1.3. DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO

Los análisis requeridos para la caracterización del suelo fueron realizados por dos vías:

- Una serie de análisis, de muestras representativas del suelo, fueron realizadas por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA). Se analizaron 4 horizontes, uno (el más representativo), de cada perfil. En cada uno de ellos se valoraron: pH, conductividad eléctrica, textura, materia orgánica oxidable, carbonatos, caliza activa, fósforo asimilable, potasio asimilable, calcio asimilable y magnesio asimilable.
- Las propiedades físicas del suelo, se determinaron en otra serie de análisis realizados en la Escuela Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia, en los laboratorios del Departamento de Edafología y Química agrícola, bajo la supervisión de Belén Turrión Nieves, profesora de este departamento. En estos análisis, sí se estudiaron los diez horizontes pertenecientes a los cuatro perfiles. En cada uno de ellos se estudió: densidad real, densidad aparente, porosidad, textura de forma manual, capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

Los resultados se muestran a continuación.

## 2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Las propiedades físicas de los suelos determinan en gran medida la capacidad de estos, para soportar muchos de los usos a los que se ven sometidos. Las propiedades físicas de un suelo determinan: la rigidez y fuerza para sostener estructuras, la facilidad de penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y almacenamiento de agua, la retención de nutrientes, etc.

### 2.1. PROFUNDIDAD DEL SUELO

La profundidad de un suelo es una característica física de mucha importancia, ya que determina la capacidad de agua que el suelo puede almacenar para las plantas, y también condiciona la vegetación que se va a situar sobre él, debido a que debe cumplir las condiciones de profundidad óptimas para las raíces.

Para clasificar los perfiles estudiados, se utiliza la clasificación de Storey (1970), que les clasifica según los centímetros de profundidad que alcanza.

Tabla 1. Clasificación de Storey de profundidad de los suelos.

Clase	Profundidad (cm)	Suelo
1	0-30	Poco profundo
2	30-60	Somero
3	60-90	Moderadamente profundo
4	90-120	Profundo
5	> 120	Muy profundo

Por lo tanto, la clasificación de los perfiles realizados sería:

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Tabla 2. Profundidad y clasificación de los perfiles analizados.

Perfil	Profundidad (cm)	Clase
1	40	Somero
2	40	Somero
3	43	Somero
4	36	Somero

## 2.2. PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL

La pedregosidad de un horizonte, tiene importancia debido a que constituyen un elemento inerte del suelo, y es un elemento diluyente de las propiedades del mismo. También es un factor influyente a la hora de seleccionar la maquinaria para la preparación del suelo, dado que puede condicionar los aperos utilizados.

En función del tamaño que tienen estos elementos gruesos se clasifican de la siguiente forma:

- Gravas ( $\varnothing$ = 0.2-6 cm)
- Cantos ( $\varnothing$ = 6-20 cm)
- Bloques ( $\varnothing$ = 20-60 cm)
- Grandes bloques ( $\varnothing$ >60 cm)

Además de su tamaño, es importante conocer la abundancia de estos elementos gruesos. Para clasificar la pedregosidad superficial del perfil, se ha utilizado la clasificación creada por el USDA (1980) que se indica a continuación.

Tabla 3. Clasificación USDA de la pedregosidad del suelo (1980)

Superficie cubierta (%)	Descripción
0	Ninguna
0-2	Muy poca
2-5	Poca
5-15	Media
15-40	Mucho
40-80	Abundante
>80	Dominante

Realizando el estudio de la pedregosidad superficial en los perfiles obtenemos la siguiente información.

Tabla 4. Descripción de la pedregosidad de los perfiles analizados.

Perfil	Superficie cubierta (%)	Descripción
1	5 - 15	Media
2	5 - 15	Media
3	15 - 40	Mucha
4	15 - 40	Mucha

Se puede determinar por tanto que en los perfiles orientados hacia el sur, se puede encontrar menor pedregosidad superficial, que en los perfiles orientados hacia el sureste. También se debe resaltar que en ninguno de los perfiles se podía encontrar una pedregosidad mayor al 20-25%.

### 2.3. AFLORAMIENTOS ROCOSOS

Los afloramientos rocosos, indican el porcentaje relativo de superficie de suelo cubierto de roca continua. Debido a que en ninguno de los perfiles se encontró superficie de afloramientos rocosos, clasificamos todos los perfiles como con un 0% de superficie de afloramientos rocosos.

### 2.4. CLASIFICACIÓN TEXTURAL

La textura representa el porcentaje en el que se encuentran los distintos elementos que constituyen un suelo: arena, limo y arcilla. Se dice que un suelo tiene una proporción o textura ideal o franca, cuando la proporción de los elementos que lo constituyen, les da la posibilidad de ser soporte para el sistema radicular de las plantas y garantizar su nutrición.

El análisis de la textura, fue realizado por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA), con el método del densímetro de Boyoucos para los cuatro horizontes representativos y de forma manual, para todos los horizontes.

Para la clasificación de la textura se ha seguido la clasificación y metodología propuesta por la USDA (1980).

Tabla 5. Clasificación USDA de la textura de un suelo.

Clase de partículas	Tamaño de las partículas (mm)
Arcilla	≤ 0,002
Limo	0,002-0,05
Arena	0,05-2

La clasificación de textura manual que se llevó a cabo, determinó las siguientes texturas según la USDA.

Tabla 6. Clasificación de los perfiles analizados según su textura.

Perfil	Horizonte	Textura
1	1	Arcilloso
	2	Arcilloso
2	1	Franco limoso o limoso
	2	Franco limoso o limoso
3	1	Franco limoso o limoso
	2	Franco limoso o limoso
	3	Franco limoso o limoso
4	1	Franco limoso o limoso
	2	Franco limoso o limoso
	3	Franco limoso o limoso

La clasificación de textura realizada por el ITAGRA, nos proporciona la siguiente información.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 7. Determinación de la textura de los perfiles realizada por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura (USDA)
1	1	16,16	30,28	53,56	Arcillosa
2	1	36,16	55,28	8,56	Franco limosa
3	2	35,16	57,28	7,56	Franco limosa
4	1	35,16	54,28	10,56	Franco limosa

Se puede determinar por tanto, que la textura obtenida de forma manual en campo, y la obtenida mediante análisis, son muy similares. Analizando los resultados vemos que en tres de los cuatro perfiles se clasifica la textura como franco-limosa, y en uno, como arcillosa.

## 2.5. POROSIDAD DEL SUELO

La porosidad de un suelo, representa el porcentaje de huecos libres existentes en este, frente al volumen total. La porosidad depende de la textura, ya que cuanto mayores sean los elementos de la textura, mayores serán los huecos existentes entre ellos, salvo si las partículas finas se colocan en estos huecos.

La porosidad se expresa como el porcentaje de suelo en volumen ocupado por poros respecto al volumen total.

Para su cálculo se utilizan la densidad aparente y la densidad real. La densidad aparente es la masa de las partículas sólidas respecto al volumen inalterado de suelo seco y la densidad real es la masa de las partículas sólidas secas referidas a la unidad de volumen de las mismas.

A continuación se expresa la fórmula con la que se calcula la porosidad de cada uno de los horizontes.

$$P(\%) = \left( \frac{\text{densidad aparente} \left( \frac{g}{cm^3} \right)}{\text{densidad real} \left( \frac{g}{cm^3} \right)} \right) * 100$$

A continuación, vemos los datos de densidad aparente, densidad real y porosidad para cada uno de los horizontes.

Tabla 8. Densidad aparente, densidad real y porosidad para los diferentes perfiles.

Perfil	Horizonte	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)
1	1	0,777	1,661	53,22
	2	0,735	1,613	54,43
2	1	0,71	1,289	44,92
	2	0,656	1,236	46,93
3	1	0,999	1,673	40,29
	2	0,827	1,531	45,98
	3	0,931	1,676	44,45
4	1	0,855	1,424	39,96
	2	0,655	1,058	38,09
	3	0,666	1,312	49,24

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Las texturas limosas, poseen poca porosidad, entre el 40 y 50%. Los suelos de texturas limosas, tienen escasez de macroporos (poca aireación, capacidad de campo media y una buena reserva de agua útil).

Las texturas arcillosas tienen una mayor porosidad, superando el 50%. Este tipo de suelos, no poseen macroporos, lo que produce una falta de aireación y una alta capacidad de campo, pero un nivel medio de reserva de agua útil.

## 2.6. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DISPONIBLE

La capacidad de retención de agua disponible (CRAD), es el intervalo de humedad disponible. Este intervalo de humedad disponible, se define con el agua que se encuentra en el suelo, que puede ser absorbida para conseguir un crecimiento normal de la vegetación. Este factor, se define por la diferente en el contenido de humedad entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente.

Para obtener todos estos datos relacionados con el agua del suelo, se ha utilizado un equipo de pF, el cual somete una muestra de suelo saturado a presiones crecientes, para vaciar primero los macroporos y después los microporos.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$CRAD = \left( \frac{CC(\%) - CM(\%)}{100} \right) * E (cm) * (1 - EG)$$

Dónde:

C.C.: capacidad de campo en %.

C.M.: coeficiente de marchitamiento en %.

E: espesor del horizonte en cm.

E.G.: elementos gruesos en tanto por uno.

Para elaborar una clasificación del CRAD se ha decidido aplicar la clasificación de suelos según su aptitud para la repoblación forestal en zonas mediterráneas (Bonfils, 1978).

Tabla 9. Clasificación de los suelos según su aptitud para la repoblación forestal en zonas mediterráneas.

	Factores Limitantes		Factores Desfavorables			Factores Favorables						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>CRAD (mm)</b>	< 30		30-45			45-60		60-90		90-120		≥120

Los valores del CRAD y su respectiva clasificación para cada uno de los perfiles analizados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Valores de CRAD y clasificación de los diferentes horizontes.

Perfil	Horiz,	CC (%)	CM (%)	Espesor (cm)	Elementos gruesos (g/g)	CRAD (mm)	CRAD perfil (mm)	Clasificación
1	1	27,03	14,49	15	0,0157	1,851	4,571	Desfavorable
	2	26,81	14,58	25	0,1103	2,720		
2	1	24,84	14,2	13	0,0922	1,256	2,763	Desfavorable
	2	19,73	13,69	27	0,0771	1,507		

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 10 (cont). Valores de CRAD y clasificación de los diferentes horizontes.

Perfil	Horiz,	CC (%)	CM (%)	Espesor (cm)	Elementos gruesos (g/g)	CRAD (mm)	CRAD perfil (mm)	Clasificación
3	1	23,67	14,05	8	0,2538	0,574	3,756	Desfavorable
	2	27,44	13,02	14	0,0789	1,860		
	3	25,26	15,11	21	0,3793	1,322		
4	1	22,33	13,54	6	0,3096	0,364	1,908	Desfavorable
	2	18,62	12,35	12	0,1841	0,614		
	3	19,13	13,37	18	0,1033	0,930		

Los valores del CRAD para los distintos perfiles son extremadamente bajos, por lo cual en los cuatro perfiles sería un factor muy limitante para la repoblación. Esto puede ser debido a la poca profundidad de los suelos analizados en los perfiles, y también a la textura limosa que presentan tres de los cuatro perfiles.

Este parámetro del CRAD sugiere que las especies a implantar en la repoblación deben ser poco exigentes en cuanto a sus necesidades hídricas, puesto que los valores en cuanto a disponibilidad de agua que presenta este suelo son bajos.

### **3. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO**

Las propiedades químicas del suelo, están basadas en la existencia de una serie de mecanismos de naturaleza electro-química, propios de los coloides edáficos, los cuales permiten la retención y el intercambio eléctrico de los iones en disolución, evitando su pérdida por lavado.

#### **3.1. pH Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA**

El pH es un parámetro de gran importancia para un suelo, que mide la actividad de los H<sup>+</sup> libres en la solución del suelo. El pH, influye directamente en la solubilidad de los iones presentes en un suelo, y en la disponibilidad de los mismos para la vegetación. También tiene una influencia en los procesos genéticos del suelo y en el desarrollo de la actividad microbiana del mismo. Para la clasificación de los valores de pH, se toma como referencia la clave dispuesta por la USDA en 1996.

Tabla 11. Clasificación y carácter de los valores de pH.

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

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Los análisis realizados en el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA), proporcionaron los siguientes resultados de los perfiles:

Tabla 12. Clasificación de la acidez de los suelos realizado por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	pH	Acidez
1	1	8,25	Básico
2	1	8	Básico
3	2	8,11	Básico
4	1	8,15	Básico

Como se puede observar en la tabla anterior, los suelos que se han analizado, son de naturaleza básica, lo cual condicionará la elección de la especie para la repoblación. Este tipo de suelos, suelen presentar carbonatos libres de calcio o magnesio.

La conductividad eléctrica, es un parámetros que determina el porcentaje de sales que se encuentran en la solución del suelo, y se puede interpretar de tal forma que indique si el suelo tendrá o no problemas de salinidad.

Si un suelo tiene problemas de salinidad, las consecuencias serán:

- Disminución del desarrollo vegetal
- Disminución del potencial osmótico del medio, que provoca la disminución del potencial hídrico del suelo
- Toxicidad

La conductividad eléctrica se mide en mS/cm a 25 °C de temperatura puesto que varía en función de esta.

Para la clasificación de la salinidad del suelo se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 13. Clasificación de la salinidad del suelo según la conductividad eléctrica.

CE (extracto) (mS/cm) (25 °C)	Clase
< 0,75	No salino
0,75 – 2	Ligeramente salino
2 – 4	Moderadamente salino
4 – 8	Fuertemente salino
8 – 15	Muy fuertemente salino
>15	Extremadamente salino

Los análisis realizados en el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA), proporcionaron los siguientes resultados de los perfiles:

Tabla 14. Clasificación de la salinidad y conductividad de los horizontes analizados por el ITAGRA

Perfil	Horizonte	Conductividad (mS/cm)	Salinidad
1	1	0,65	No salino
2	1	2,11	Moderadamente salino
3	2	2,69	Moderadamente salino
4	1	2,97	Moderadamente salino

Analizando la clasificación de la salinidad de estos suelos, existen limitaciones de carácter edáfico debido a la salinidad. Analizando los resultados de los análisis del

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

contenido de sodio, se puede definir que estos suelos son suelos moderadamente salinos no sódicos. Este factor también deberá ser considerado como limitante a la hora de elegir la especie de la repoblación.

### 3.2. CARBONATOS TOTALES

El contenido en carbonatos totales permite establecer la posible fuente de bases, singularmente de calcio y de magnesio. La mayoría del calcio de un suelo, aparece como carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma de caliza activa. En función del contenido de carbonato en los suelos, estos se clasifican de la siguiente manera siguiendo la metodología de Maraños (1998):

Tabla 15. Niveles de contenido en carbonatos del suelo.

Niveles relativos	$\text{CaCO}_3$ equivalente (%)
Muy bajo	0-5
Bajo	5-10
Normal	10-25
Alto	25-40
Muy alto	>40

Los análisis realizados por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario, realizaron los análisis y obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 16. Contenido y clasificación de los carbonatos de los suelos analizados por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Contenido (%)	Clasificación
1	1	51,8	Muy alto
2	1	33,4	Alto
3	2	39,7	Alto
4	1	42,7	Muy alto

En general, los valores de carbonatos totales, son bastante altos, entre el 30 y el 60%. Debido a que los suelos eran básicos, era de esperar que los valores de carbonatos fueran elevados. Este parámetro, influirá de forma totalmente determinante en la elección de las especies para la repoblación de la zona.

### 3.3. ELEMENTOS ASIMILABLES EN EL SUELO

Estos análisis han sido realizados por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario, obteniéndose los siguientes resultados:

#### 3.3.1. FÓSFORO

Tabla 17. Contenido en fósforo de cada uno de los perfiles analizados por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Fósforo	Nivel
1	1	No detectable	No detectable
2	1	< 4	Muy bajo
3	2	< 4	Muy bajo
4	1	< 4	Muy bajo

### 3.3.2. POTASIO

Tabla 18. Contenido en potasio de cada uno de los perfiles analizados por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Potasio (mg/Kg)	Nivel
1	1	358	Normal-Alto
2	1	291	Normal
3	2	211	Normal
4	1	206	Normal

### 3.3.3. CALCIO

Tabla 19. Contenido en calcio de cada uno de los perfiles analizados por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Calcio (meq/100 g)	Nivel
1	1	44	Muy alto
2	1	232,2	Muy alto
3	2	259	Muy alto
4	1	168,7	Muy alto

### 3.3.4. MAGNESIO

Tabla 20. Contenido en magnesio de cada uno de los perfiles analizados por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Magnesio (meq/100 g)	Nivel
1	1	3,01	Alto
2	1	2,17	Normal
3	2	1,13	Bajo
4	1	1,33	Bajo

### 3.3.5. SODIO

Tabla 21. Contenido en sodio de cada uno de los perfiles analizados por el ITAGRA.

Perfil	Horizonte	Sodio (meq/100 g)	Nivel
1	1	0,03	Muy bajo
2	1	0,06	Muy bajo
3	2	0,02	Muy bajo
4	1	0,04	Muy bajo

## 3.4. CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (MOS)

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc. Se debe diferenciar entre sustancias húmicas y no húmicas, siendo mayoritariamente las húmicas.

La cantidad y propiedades de la materia orgánica del suelo ayudan a definir los procesos de formación y las propiedades bioquímicas, químicas y físicas. El análisis de la MOS resulta fundamental para obtener información indirecta de las propiedades del suelo, al

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



influir, por ejemplo, en la retención de agua, así como en la estructuración del suelo y su aireación.

El análisis de la Materia Orgánica del Suelo, también fue realizado por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. Los resultados se exponen a continuación.

Tabla 22. Análisis de la Materia Orgánica del Suelo realizados por el ITAGRA.

<b>Perfil</b>	<b>Horizonte</b>	<b>MOS oxidable (g/100g)</b>	<b>Nivel</b>
1	1	1,51	Bajo
2	1	1,54	Bajo
3	2	0,99	Muy bajo
4	1	1,28	Bajo

El contenido en materia orgánica total que presentan los suelos muestreados es bastante bajo. Pese a que frecuentemente los suelos presentan valores deficientes de materia orgánica, es posible que esto se haya visto incrementado por la erosión y las pérdidas de suelo.

## 4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS POR EL CENTRO TECNOLÓGICO AGRARIO Y AGROALIMENTARIO (ITAGRA)



\* 150319 \*

### INFORME DE RESULTADOS

<b>Cliente :</b> Cristina Sáez Pérez <b>NIF :</b> 71160682 Q	<b>Núm.Boletín:</b> 15103	<b>Reg. Salida:</b> 5424
<b>Domicilio :</b> C/ Montes y Martín Baró, 2 6ºD <b>Población :</b> 47007 Valladolid (VALLADOLID)	<b>Nº Muestra:</b> 150319	
<b>Muestra de :</b> Suelo	<b>Registro muestra :</b> 03/03/2015 <b>inicio análisis :</b> 09/03/2015 <b>Finalización análisis :</b> 26/03/2015	
	Perfil 4—Horizonte 1	
<b>Referencia :</b> Muestra 1 ( n 6 )		

Nombre Determinación	Resultado	Com.	Método
pH (1:2,5)	8.15 ±0.14 .	[1]	Potenciometría PNT-S-01
Conductividad	2.97 mS/cm		Extracto saturado
Arena fina	26.76 g/100g		Tamiz 100 µm
Arena USDA	35.16 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Limo USDA	54.28 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Arcilla USDA	10.56 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Materia orgánica oxidable	1.28 ±0.24 g/100g		Volumetría redox. PNT-S-05
Carbonatos	42.7 ±2.8 g CaCO <sub>3</sub> /100 g		Bernard. PNT-S-03
Caliza activa	11.0 g/100g		Bernard
Fósforo asimilable	< 4.0 mg/kg		Olsen. PNT-S-04
Potasio asimilable	206 ±22 mg/kg		Emisión atómica. PNT-S-07
Calcio asimilable	168.7 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
Magnesio asimilable	1.33 ±0.18 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
Sodio asimilable	0.04 meq/100g		Emisión atómica. PNT-S-07

[1]: La determinación de pH se ha realizado a 21.2° C

**OBSERVACIONES:** Los resultados están expresados sobre suelo seco al aire

La muestra fue facilitada por el propio cliente. El análisis sólo da fe de la muestra recibida.  
Este boletín no se puede reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito de la entidad emisora.

Emitido por:

Laboratorio

PALENCIA, 26 de Marzo de 2015

Director técnico del laboratorio

MARTA SÁNCHEZ MARTÍN

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



### Valoración

<b>Cliente:</b> Cristina Sáez Pérez <b>Nº de muestra:</b> 150319 <b>Fecha Muestreo:</b>	<b>Descripción:</b> Suelo <b>Localidad:</b> <b>Parcela:</b> Perfil 4—Horizonte 1
---	--

**Propiedades físicas**

**Textura**

Arena USDA: 35.16 g/100g  
 Limo USDA: 54.28 g/100g  
 Arcilla USDA: 10.56 g/100g

**Clase TEXTURAL (clasificación U.S.D.A.):**  
FRANCOLIMOSA

**Propiedades químicas**

		<b>Interpretación</b>	
		<span style="color: red;">■</span> Muy bajo <span style="color: yellow;">■</span> Bajo <span style="color: green;">■</span> Normal <span style="color: orange;">■</span> Alto <span style="color: red;">■</span> Muy alto	<b>Observaciones</b>
<b>Materia orgánica oxidable</b> Volumetría redox. PNT-S-05	Niveles de referencia: Nivel analítico: 1.28		
<b>Carbonatos</b> Bernard. PNT-S-03	Niveles de referencia: Nivel analítico: 42.7		
<b>Fósforo asimilable</b> Olson. PNT-S-04	Niveles de referencia: Nivel analítico: < 4.0		
<b>Potasio asimilable</b> Emisión atómica. PNT-S-07	Niveles de referencia: Nivel analítico: 206		
<b>Calcio asimilable</b> Absorción atómica. PNT-S-06	Niveles de referencia: Nivel analítico: 168.7		
<b>Magnesio asimilable</b> Absorción atómica. PNT-S-06	Niveles de referencia: Nivel analítico: 1.33		
<b>Sodio asimilable</b> Emisión atómica. PNT-S-07	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0.04		

**NOTA:** Las unidades aparecen reflejadas en el boletín

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



\* 150320 \*

## INFORME DE RESULTADOS

<b>Ciliente :</b> Cristina Sáez Pérez <b>NIF :</b> 71160682 Q	<b>Núm.Boletín:</b> 15104	<b>Reg. Salida:</b> 5424
<b>Domicilio :</b> C/ Montes y Martín Baró, 2 6ºD <b>Población :</b> 47007 Valladolid (VALLADOLID)	<b>Nº Muestra: 150320</b>	
	<b>Registro muestra :</b> 03/03/2015 <b>Inicio análisis :</b> 09/03/2015 <b>Finalización análisis :</b> 26/03/2015	
<b>Muestra de :</b> Suelo	<b>Referencia :</b> Perfil 3—Horizonte 2	

Nombre Determinación	Resultado	Com.	Método
pH (1:2,5)	8.11 ±0.13	[1]	Potenciometría PNT-S-01
Conductividad	2.69 mS/cm		Extracto saturado
Arena fina	25.96 g/100g		Tamiz 100 µm
Arena USDA	35.16 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Limo USDA	57.28 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Arcilla USDA	7.56 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Materia orgánica oxidable	0.99 g/100g		Volumetría redox. PNT-S-05
Carbonatos	39.7 ±2.8 g CaCO <sub>3</sub> /100 g		Bernard. PNT-S-03
Caliza activa	7.5 g/100g		Bernard
Fósforo asimilable	< 4.0 mg/kg		Olsen. PNT-S-04
Potasio asimilable	211 ±22 mg/kg		Emisión atómica. PNT-S-07
Calcio asimilable	259.0 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-05
Magnesio asimilable	1.13 ±0.18 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-05
Sodio asimilable	0.02 meq/100g		Emisión atómica. PNT-S-07

[1]: La determinación de pH se ha realizado a 21.2º C

**OBSERVACIONES:** Los resultados están expresados sobre suelo seco al aire

La muestra fue facilitada por el propio cliente. El análisis sólo da fe de la muestra recibida.  
Este boletín no se puede reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito de la entidad emisora.

Emitido por: Laboratorio  
PALENCIA, 26 de Marzo de 2015

Director técnico del laboratorio

MARTA SÁNCHEZ MARTÍN

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



### Valoración

<b>Cilente:</b> Cristina Sáez Pérez	<b>Descripción:</b> Suelo
<b>Nº de muestra:</b> 150320	<b>Localidad:</b>
<b>Fecha Muestreo:</b>	<b>Parcela:</b> Perfil 3—Horizonte 2

#### Propiedades físicas

##### Textura

Arena USDA 35.16 g/100g  
 Limo USDA 57.28 g/100g  
 Arcilla USDA 7.56 g/100g

**Clase TEXTURAL (clasificación U.S.D.A.):**  
 FRANCOLIMOSA



#### Propiedades químicas

		Interpretación					Observaciones
		Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	
<b>Materia orgánica oxidable</b>	Niveles de referencia:	[Barra de interpretación]					
Volumetría redox. PNT-S-05	Nivel analítico: 0,99	[Barra de interpretación]					
<b>Carbonatos</b>	Niveles de referencia:	[Barra de interpretación]					
Bernard. PNT-S-03	Nivel analítico: 39,7	[Barra de interpretación]					
<b>Fósforo asimilable</b>	Niveles de referencia:	[Barra de interpretación]					
Olsen. PNT-S-04	Nivel analítico: < 4,0	[Barra de interpretación]					
<b>Potasio asimilable</b>	Niveles de referencia:	[Barra de interpretación]					
Emisión atómica. PNT-S-07	Nivel analítico: 211	[Barra de interpretación]					
<b>Calcio asimilable</b>	Niveles de referencia:	[Barra de interpretación]					
Absorción atómica. PNT-S-06	Nivel analítico: 259,0	[Barra de interpretación]					
<b>Magnesio asimilable</b>	Niveles de referencia:	[Barra de interpretación]					
Absorción atómica. PNT-S-06	Nivel analítico: 1,13	[Barra de interpretación]					
<b>Sodio asimilable</b>	Niveles de referencia:	[Barra de interpretación]					
Emisión atómica. PNT-S-07	Nivel analítico: 0,02	[Barra de interpretación]					

NOTA: Las unidades aparecen reflejadas en el boletín

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



\* 150321 \*

## INFORME DE RESULTADOS

<b>Cilente :</b> Cristina Sáez Pérez	<b>Núm.Boletín:</b> 15105	<b>Reg. Salida:</b> 5424
<b>NIF :</b> 71160682 Q	<b>Nº Muestra:</b> 150321	
<b>Domicilio :</b> C/ Montes y Martín Baró, 2 6ºD	<b>Registro muestra :</b> 03/03/2015	
<b>Población :</b> 47007 Valladolid (VALLADOLID)	<b>Inicio análisis :</b> 09/03/2015	
	<b>Finalización análisis :</b> 26/03/2015	
<b>Muestra de :</b> Suelo		
<b>Referencia :</b> Perfil 1—Horizonte 1		

Nombre Determinación	Resultado	Com.	Método
pH (1:2,5)	8.25 ±0.14 .	[1]	Potenciometría PNT-S-01
Conductividad	0.65 mS/cm		Conduct. (1:2,5) PNT-S- 02
Arena fina	13.56 g/100g		Tamiz 100 µm
Arena USDA	16.16 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Limo USDA	30.28 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Arcilla USDA	53.56 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Materia orgánica oxidable	1.51 ±0.32 g/100g		Volumetría redox. PNT-S-05
Carbonatos	51.8 ±2.8 g CaCO3/100 g		Bernard. PNT-S-03
Caliza activa	11.1 g/100g		Bernard
Fósforo asimilable	No detectable mg/kg		Olsen. PNT-S-04
Potasio asimilable	358 mg/kg		Emisión atómica. PNT-S-07
Calcio asimilable	44.0 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
Magnesio asimilable	3.01 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
Sodio asimilable	0.03 meq/100g		Emisión atómica. PNT-S-07

[1]: La determinación de pH se ha realizado a 21.0º C

**OBSERVACIONES:** Los resultados están expresados sobre suelo seco al aire

La muestra fue facilitada por el propio cliente. El análisis sólo da fe de la muestra recibida.  
Este boletín no se puede reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito de la entidad emisora.

Emisido por:

Laboratorio

PALENCIA, 26 de Marzo de 2015

Director técnico del laboratorio

MARTA SÁNCHEZ MARTÍN

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



### Valoración

<b>Ciente:</b> Cristina Sáez Pérez	<b>Descripción:</b> Suelo
<b>Nº de muestra:</b> 150321	<b>Localidad:</b>
<b>Fecha Muestreo:</b>	<b>Parcela:</b> Perfil 1—Horizonte 1

#### Propiedades físicas

##### Textura

Arena USDA 16.16 g/100g  
 Limo USDA 30.28 g/100g  
 Arcilla USDA 53.56 g/100g

**Clase TEXTURAL (clasificación U.S.D.A.):**  
 ARCILLOSA



#### Propiedades químicas

##### Interpretación

■ Muy bajo ■ Bajo ■ Normal ■ Alto ■ Muy alto

##### Observaciones

Propiedad	Niveles de referencia:	Nivel analítico:	Interpretación	Observaciones
<b>Materia orgánica oxidable</b> Volumetría redox. PNT-S-05		1.51	Muy bajo	
<b>Carbonatos</b> Bernard. PNT-S-03		51.8	Bajo	
<b>Fósforo asimilable</b> Olsen. PNT-S-04		No data		
<b>Potasio asimilable</b> Emisión atómica. PNT-S-07		358	Bajo	
<b>Calcio asimilable</b> Absorción atómica. PNT-S-06		44.0	Bajo	
<b>Magnesio asimilable</b> Absorción atómica. PNT-S-06		3.01	Bajo	
<b>Sodio asimilable</b> Emisión atómica. PNT-S-07		0.03	Muy bajo	

NOTA: Las unidades aparecen reflejadas en el boletín

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural





\*150322\*

## INFORME DE RESULTADOS

<b>Cliente :</b> Cristina Sáez Pérez	<b>Núm.Boletín:</b> 15106	<b>Reg. Salida:</b> 5424
<b>NIF :</b> 71160682 Q	<b>Nº Muestra:</b> 150322	
<b>Domicilio :</b> C/ Montes y Martín Baró, 2 6ºD	<b>Registro muestra :</b> 03/03/2015	
<b>Población :</b> 47007 Valladolid (VALLADOLID)	<b>Inicio análisis :</b> 09/03/2015	
	<b>Finalización análisis :</b> 26/03/2015	
<b>Muestra de :</b> Suelo		
<b>Referencia :</b> Perfil 2—Horizonte 1		

Nombre Determinación	Resultado	Com.	Método
pH (1:2,5)	8.00 ±0.13 .	[1]	Potenciometría PNT-S-01
Conductividad	2.11 mS/cm		Extracto saturado
Arena fina	24.96 g/100g		Tamiz 100 µm
Arena USDA	36.16 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Limo USDA	55.28 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Ardilla USDA	8.56 g/100g		Densímetro Bouyoucos
Materia orgánica oxidable	1.54 ±0.32 g/100g		Volumetría redox. PNT-S-05
Carbonatos	33.4 ±2.8 g CaCO <sub>3</sub> /100 g		Bernard. PNT-S-03
Caliza activa	4.0 g/100g		Bernard
Fósforo asimilable	< 4.0 mg/kg		Olsen. PNT-S-04
Potasio asimilable	291 ±22 mg/kg		Emisión atómica. PNT-S-07
Calcio asimilable	232.2 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
Magnesio asimilable	2.17 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
Sodio asimilable	0.06 meq/100g		Emisión atómica. PNT-S-07

[1]: La determinación de pH se ha realizado a 22.2° C

**OBSERVACIONES:** Los resultados están expresados sobre suelo seco al aire

La muestra fue facilitada por el propio cliente. El análisis sólo da fe de la muestra recibida.  
Este boletín no se puede reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito de la entidad emisora.

Emitido por:

Laboratorio

PALENCIA, 26 de Marzo de 2015

Director técnico del laboratorio

MARTA SÁNCHEZ MARTÍN

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural





### Valoración

Cliente: Cristina Sáez Pérez N° de muestra: 150322 Fecha Muestreo:		Descripción: Suelo Localidad: Parcela: Perfil 2—Horizonte 1	
<b>Propiedades físicas</b>			
<b>Textura</b> Arena USDA 36.16 g/100g Limo USDA 55.28 g/100g Arcilla USDA 8.56 g/100g			
Clase TEXTURAL (clasificación U.S.D.A.): FRANCOLIMOSA			
<b>Propiedades químicas</b>			
		<b>Interpretación</b> ■ Muy bajo ■ Bajo ■ Normal ■ Alto ■ Muy alto	<b>Observaciones</b>
<b>Materia orgánica oxidable</b> Volumetría redox. PNT-S-05	Niveles de referencia: Nivel analítico: 1,54		
<b>Carbonatos</b> Bernard. PNT-S-03	Niveles de referencia: Nivel analítico: 33,4		
<b>Fósforo asimiliable</b> Olsen. PNT-S-04	Niveles de referencia: Nivel analítico: < 4,0		
<b>Potasio asimiliable</b> Emisión atómica. PNT-S-07	Niveles de referencia: Nivel analítico: 291		
<b>Calcio asimiliable</b> Absorción atómica. PNT-S-06	Niveles de referencia: Nivel analítico: 232,2		
<b>Magnesio asimiliable</b> Absorción atómica. PNT-S-06	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,17		
<b>Sodio asimiliable</b> Emisión atómica. PNT-S-07	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,06		
NOTA: Las unidades aparecen reflejadas en el boletín			

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## ÍNDICE ANEJO IV. GEOLOGÍA

<b>1. ENCUADRE GEOLÓGICO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LITOESTRATIGRAFÍA.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1. Mioceno medio y Mioceno superior. Facies de las Cuestas. Arcillas calcáreo limolíticas grises con yesos e intercalaciones de niveles calizos (T<sup>BB2-Bc2</sup><sub>c11-11</sub>) .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Mioceno superior. Facies de las Cuestas. Calizas, dolomías y margas. Tránsito a las calizas de la superficie del Páramo. Vallesiense Superior (TBc2c11) .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3. Mioceno medio. Facies Tierra de Campos. Paleocanales de arena soldados con intercalaciones de fangos ocres (TtBbc11). .....</b>	<b>2</b>
<b>2.4. Mioceno Superior Turolense – Plioceno Inferior Ruscimiense. Calizas con gasterópodos muy karstificados (TBc2-Bac11-21).....</b>	<b>3</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## ANEJO IV. GEOLOGIA

### 1. ENCUADRE GEOLÓGICO

La zona de estudio se sitúa de forma geográfica en la submeseta septentrional (antiguamente denominada Castilla la Vieja), en el centro de la Cuenca del Duero. Esta zona es una representación de las comarcas naturales de los Montes Torozos (Páramos).

Las alturas varían entre los extremos más bajos como son los 700 metros del valle del Pisuerga y los extremos más altos que son los 870 metros de los páramos de Nogales y Valdecuadros, situados al Sureste del área estudiada. Los elementos geográficos más importantes son los "Páramos", las laderas de los mismos, denominadas "Cuestas" y los relieves aterrazados del río Pisuerga. Los cursos de agua más importantes de la zona son el Pisuerga y el Esgueva, existiendo un amplio número de arroyos de escaso caudal que desembocan en estos ríos principales.

Desde el punto de vista geológico esta zona está situada en la gran cuenca intramontana correspondiente a la ya nombrada Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero. Esta zona, está rellena por materiales terciarios y cuaternarios de régimen continental. Las acumulaciones de sedimentos son consecuencia de las condiciones continentales presentes, desde abanicos aluviales a ambientes fluviales. Aunque estos ambientes sedimentarios funcionan de forma individual e independiente, existe un flujo de masa atravesando todo el conjunto. Las calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo corresponden a una mayor expansión de los ambientes lacustres durante el Mioceno Superior y Plioceno Inferior. También existen en la zona sedimentos más modernos por encima de las Calizas con gasterópodos.

En esta área se ha detectado la presencia de fases tectónicas, procesos kársticos y unidades litoestratigráficas.

### 2. LITOESTRATIGRAFÍA

Según la Hoja nº 343 del Mapa Geológico de España del IGME (Instituto Geológico y Minero de España, 1982), en esta zona se diferencian 4 zonas:

- La parte baja de la ladera en la frontera con la tierra de cultivo se presentan Paleocanales de arena soldados con intercalaciones de fangos ocreos del Mioceno medio.
- En la mayoría de la superficie de ladera se encuentran Arcillas calcáreo-limolíticas grises con yesos e intercalaciones de niveles calizos, que son formaciones del Mioceno medio y del Mioceno superior.
- En las proximidades de la zona alta de las laderas se encuentran Calizas, dolomías y margas con pseudomorfosis de cristales de yeso diagenético, formado durante el Mioceno superior.
- En la zona más alta de la ladera se encuentran Calizas con gasterópodos muy karstificadas, formadas durante el Mioceno Superior Turolense, o durante el Plioceno Inferior Rusciniense.

Estas zonas se pueden diferenciar en el plano geológico, y la descripción que se añade a continuación se encuentra contenida en la Memoria del Mapa Geológico de España del IGME, en la hoja número 343.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### **2.1. Mioceno medio y Mioceno superior. Facies de las Cuestas. Arcillas calcáreo limolíticas grises con yesos e intercalaciones de niveles calizos (T<sup>BB2-Bc2</sup><sub>c11-11</sub>)**

Aparecen en las “Cuestas” morfológicas asociadas a los “Páramos”.

La mayoría de la zona geológica pertenece a los fangos salinos con un contenido medio en yeso de colores entre grises y gris verdosas con alto contenido en cristales de yeso. Se trata de argilitas y argilitas arenosas y fangolitas bastante calcáreas.

El tamaño medio predominante es menor de 0,002 milímetros aunque puede darse también limo fino.

El yeso existente es de dos tipos: Grandes cristales de yeso en punta de lanza o niveles de yeso mesocristalino con microdolomía intersticial.

En las zonas de concentración de yesos es frecuente la presencia de huellas de expulsión de fluidos y costras calcáreo-dolomítico salinas, formadas por capas de calizas-dolomíticas o dolomías con pseudomorfosis de cristales de yeso.

Son también muy numerosas las intercalaciones de calizas, algunas de bases onduladas y con cicatrices erosivas internas.

### **2.2. Mioceno superior. Facies de las Cuestas. Calizas, dolomías y margas. Tránsito a las calizas de la superficie del Páramo. Vallesiense Superior (TBc2c11)**

Afloran en los bordes de las “mesas calizas”. La mayoría son margas de tonos grises con un contenido en carbonatos del 40 al 80%. La fracción arcillosa tiene illita como componente mayoritario y montmorillonita como componente minoritario. Alternando con las margas se intercalan niveles de calizas.

En la base de la formación se observa un contenido menor de carbonatos de las margas, apareciendo niveles dolomíticos con pseudomorfosis de yeso.

### **2.3. Mioceno medio. Facies Tierra de Campos. Paleocanales de arena soldados con intercalaciones de fangos ocre (TtBbc11).**

Viene definida por la presencia de fangos de tonos ocre.

El tamaño de las partículas se considera como limos y arcillas. Las arcillas se encuentran degradadas y existiendo una tendencia hacia las condiciones de mal drenaje.

Estos suelos suelen estar carbonatados de hasta el 15% y un pH que oscila sobre los valores de 8.

Las intercalaciones de canales arenosos en los fangos corresponden normalmente a litarenitas. La mayor parte de los fragmentos rocosos corresponden a cantos blandos arcillosos y gravillas de cortezas calcáreas.

El ambiente sedimentario corresponde a llanuras aluviales por las que circulan cursos sinuosos sin llegar a ser verdaderas bandas de meandros.

Son facies muy distales, con predominio de los fangos de llanura aluvial.

#### **2.4. Mioceno Superior Tuoliense – Plioceno Inferior Ruscimiense. Calizas con gasterópodos muy karstificados (TBc2-Bac11-21)**

Son calizas microcristalinas con gasterópodos, ostrácodos y characeas en capas bien estratificadas.

Tienen un alto contenido en fósiles.

En la capa superior se sitúan calizas muy karstificadas, en las que son muy escasos los afloramientos.

# ÍNDICE ANEJO V. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

<b>1. VEGETACIÓN POTENCIAL</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. AMBITO BIOGEOGRÁFICO</b> .....	<b>1</b>
1.1.1. REGIÓN FITOGEOGRÁFICA .....	<b>1</b>
1.1.2. PROVINCIA FITOGEOGRÁFICA .....	<b>1</b>
<b>1.2. BIOCLIMATOLOGÍA</b> .....	<b>1</b>
1.2.1. PISOS BIOCLIMÁTICOS .....	<b>1</b>
1.2.2. SUBPISOS BIOCLIMÁTICOS .....	<b>2</b>
1.2.3. PERÍODO DE ACTIVIDAD VEGETAL .....	<b>2</b>
1.2.4. TERMOCLIMA (TIPO DE INVIERNO).....	<b>2</b>
1.2.5. HELADAS .....	<b>2</b>
1.2.6. OMBROCLIMA .....	<b>2</b>
<b>1.3. CLASIFICACIÓN FITOCLIMÁTICA DE ALLUÉ ANDRADE (1990) ...</b>	<b>2</b>
<b>1.4. SERIES DE VEGETACIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.4.1. MAPA DE SERIES.....	<b>2</b>
1.4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SERIES .....	<b>3</b>
1.4.3. ETAPAS DE REGRESIÓN Y BIOINDICADORES .....	<b>3</b>
<b>2. USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>4</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



# ANEJO V. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

## 1. VEGETACIÓN POTENCIAL

La vegetación potencial se define como aquella comunidad vegetal estable que existiría en una zona, como consecuencia de la evolución geobotánica progresiva, en el caso de no haberse producido influencias, alteraciones o transformaciones artificiales en el medio debido a la actuación del hombre, o a ciertas perturbaciones naturales (volcanes, inundaciones, incendios...).

En este proyecto, se persigue lograr implantar una comunidad vegetal permanente en la zona.

### 1.1. AMBITO BIOGEOGRÁFICO

El ámbito biogeográfico consiste en realizar una clasificación de una región concreta en función de sus aspectos geográficos y climáticos. Rivas Martínez (1987) propone una clasificación para el continente europeo, que es la que se ha decidido utilizar para clasificar la zona de estudio.

#### 1.1.1. REGIÓN FITOGEOGRÁFICA

- Reino Holártico
- Región Palearctica
- Subregión Mediterráneo – Macaronésica

#### 1.1.2. PROVINCIA FITOGEOGRÁFICA

- Superprovincia Mediterránea
- Provincia Mediterránea Ibérica Central
- Subprovincia castellana

### 1.2. BIOCLIMATOLOGÍA

El índice de termicidad, sirve para expresar y caracterizar los diferentes pisos y los horizontes bioclimáticos.

$$It = (T + M + m) * 10 = (12,6 + 8,3 + 0,6) * 10 = 215$$

(Véase Anejo II. Climatología)

#### 1.2.1. PISOS BIOCLIMÁTICOS

Los pisos bioclimáticos son cada uno de los espacios que se suceden en altitud con sus respectivas variaciones de temperatura. Se delimitan en función de variables climáticas como temperatura, precipitaciones y su distribución a lo largo del año. Estos pisos bioclimáticos, son de gran utilidad para determinar una serie de comunidades vegetales que son óptimas para la región.

Para la zona de estudio  $It = 215$ , por lo que se encuentra en el piso mesomediterráneo.

### 1.2.2. SUBPISOS BIOCLIMÁTICOS

Existe una clasificación dentro de cada piso bioclimático, que se divide en subpisos bioclimáticos u horizontes, entre los que suele haber cambios en la distribución de series de vegetación o en las comunidades. Como el índice de termicidad para la zona de estudio es de 215, se encontrará dentro del horizonte mesomediterráneo superior.

### 1.2.3. PERÍODO DE ACTIVIDAD VEGETAL

Esto indica el número de meses en los que se produce un incremento de biomasa apreciable. Se calcula con el número de meses en el que la temperatura media es superior o igual a 7,5 °C. En el caso de la zona de estudio, este período es de ocho meses.

### 1.2.4. TERMOCLIMA (TIPO DE INVIERNO)

Para designar los tipos de invierno existentes, se define una amplitud termoclimática correspondientes a la temperatura media de las mínimas del mes más frío. En el caso de la zona de estudio, esta temperatura es de 0,6 °C, por lo que estamos ante un invierno fresco (entre -1°C y 2°C).

### 1.2.5. HELADAS

Las heladas son estadísticamente posibles durante cinco meses al año (desde noviembre hasta abril).

### 1.2.6. OMBROCLIMA

Dentro de cada piso bioclimático, se definen diferentes tipos de vegetación en función de la precipitación caída anual, que corresponden aproximadamente con las unidades ombroclimáticas. Dado que la precipitación anual de la zona de estudio es de 407,3 mm, el ombroclima que lo define, es seco.

## 1.3. CLASIFICACIÓN FITOCLIMÁTICA DE ALLUÉ ANDRADE (1990)

La clasificación fitoclimática de Allué Andrade, no es únicamente una clasificación climática, sino que establece los factores climáticos que son compatibles con los diferentes tipos de vegetación.

El fitoclima de la zona corresponde a VI (IV) 1 – mediterráneo subnemoral que corresponde a bosques caducifolios nemorales, con influencia de bosques mediterráneos.

Este subtipo tendría asociaciones de quejigares (*Quercus faginea*), melojares o rebollares (*Quercus pyrenaica*), encinares alsinares (*Quercus ilex*), y robledales pubescentes (*Quercus humilis*).

## 1.4. SERIES DE VEGETACIÓN

### 1.4.1. MAPA DE SERIES

La zona en la que se sitúa el proyecto pertenece a la serie de Serie supra-mesomediterránea castellano-alcarreno-manchega basófila de *Quercus faginea* o quejigo. Su nombre fitosociológico es el de *Cephalanthero longifoliae* - *Querceto fagineae sigmetum* (V. Plano 11. Series de vegetación de Rivas Martínez).

### 1.4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SERIES

El óptimo sucesional, etapa madura o clímax de las series supramesomediterráneas basófilas del quejigo (*Quercus faginea*) corresponden a un bosque denso en el que predominan los árboles caducifolios o marcescentes. Estos bosques eútrofos suelen estar sustituidos por espinares (*Prunetalia*) y pastizales vivaces en los que pueden abundar los caméfitos (*Brometalia*, *Rosmarinetalia*, etcétera). La vocación del territorio es tanto agrícola, ganadera como forestal, lo que está en función de la topografía, grado de conservación de los suelos y usos tradicionales en las comarcas.

La flora tipificada para esta serie es: *Arctostaphylos uva-ursi*, *Brachyidium phoenicoides*, *Elymus hispidus*, *Linum appressum*, *Lonicera etrusca*, *Mantisalca salmantina*, *Paeonia officinalis*, *Rosa agrestis*, *Rosa micrantha*, *Salvia lavandulifolia*, *Sideritis incanta*, *Viburnum lantana*, etc.

### 1.4.3. ETAPAS DE REGRESIÓN Y BIOINDICADORES

Las etapas de regresión, según Rivas Martínez (1987) son:

- **Bosque**
  - *Quercus faginea*
  - *Cephalanthera longifolia*
  - *Cephalanthera rubra*
  - *Paeonia humilis*
- **Matorral denso**
  - *Rosa agrostis*
  - *Rosa micrantha*
  - *Viburnum lantana*
  - *Lonicera etrusca*
- **Matorral degradado**
  - *Linun appresum*
  - *Arctostaphyllos crassifolia*
  - *Salvia lavandulifolia*
  - *Sideritis incana*
- **Pastizales**
  - *Brachypodium phoenicoides*
  - *Mantisalca salamantica*
  - *Elymus hispidus*
- **Bioindicadores:**
  - *Quercus faginea*,
  - *Acer granatense*,
  - *Paeonia humilis*,

- *Cephalanthera longijolia*,
- *Rosa agrestis*,
- *Brachypodium phoenicoides*
- *Bromus erectus*

## 2. USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN ACTUAL

La distribución actual de la vegetación y los usos del suelo en la zona de estudio, en parte, es consecuencia de la actividad humana, y de las poblaciones cercanas, con lo que la vegetación que está presente, no es la que se esperaría en los óptimos ecológicos.

En la superficie de estudio, se observan los siguientes usos de suelo:

- **Terrenos improductivos:** Se incluye en esta unidad toda la superficie estudiada. Se considera superficie carente de vegetación. Hay abundancia de yesos, junto con un sustrato compuesto por limo y arcilla, presentar fuertes pendientes, y una gran erosión.
- **Matorral degradado:** Se incluyen en esta unidad, las pequeñas manchas de matorral que se pueden observar por la superficie de la ladera. Se pueden observar pequeñas agrupaciones de especies arbustivas aromáticas como: *Rosmarinus officinalis*, *Salvia lavandulifolia*, *Thymus vulgaris*, etc. Esta agrupación ocupa aproximadamente un 20% de la superficie de la zona de estudio, por lo que se puede deducir que su abundancia es escasa. Estas especies no poseen gran singularidad, ya que se trata de especies que se encuentran de forma común en toda la región Mediterránea de la Península Ibérica.

## ÍNDICE ANEJO VI. ESTADO FORESTAL

<b>1. MASAS ARBOLADAS MÁS PROXIMAS .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PLAGAS Y ENFERMEDADES .....</b>	<b>1</b>
<b>3. INCENDIOS FORESTALES.....</b>	<b>2</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## ANEJO VI. ESTADO FORESTAL

### 1. MASAS ARBOLADAS MÁS PROXIMAS

Destacan únicamente las repoblaciones forestales realizadas con pino carrasco (*Pinus halepensis*). Se sitúa en una parcela repoblada, de nombre “Eria al cerro del castillo y cerrales”, cuyo propietario es un particular. Pese a que el propietario es un particular, el gestor definido para esta masa, es la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. Esta repoblación se llevó a cabo a finales de los años sesenta, principios de los años setenta, por lo que la edad actual de la masa, es aproximadamente de entre 45 y 50 años. La plantación se realizó por toda la ladera, en un marco de plantación de 3x3. Esta repoblación tuvo un éxito relativo, dado que en la actualidad no existe masa forestal en la zona superior de la ladera, debido a que la erosión ha impedido el crecimiento de los árboles. En la actualidad, en la zona arbolada, esta masa tiene una densidad aproximada de 1000 pies/ha. Los pies existentes de *Pinus halepensis*, alcanzan una altura de 10-12 metros y un diámetro de 15-20 cm. La fracción de cabida cubierta en la zona arbolada es de un 80%, pero si analizamos la fracción de cabida cubierta en la zona en la que se realizó la repoblación, la fracción de cabida cubierta es de aproximadamente un 50%.

Estas repoblaciones pertenecen al grupo de montes de la subcuenca del río Pisuegra, y en la actualidad, están gestionados con un tipo de gestión pública, mediante un plan dasocrático. Estas repoblaciones por tanto, presentan un buen estado vegetativo, y crecimientos aceptables, aunque a día de hoy, presenta un cierto número de claros, en las zonas altas de la ladera, debido a la erosión en estas zonas.

Estas masas están incluidas en la certificación PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification, o Programa de reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal). Esta evaluación acredita que las prácticas de gestión forestal, cumplen una serie de normas de sostenibilidad, entre las que están las prácticas adaptadas social, económica y medioambientalmente a las condiciones locales, promueve la conservación y mejora de las masas forestales, reduce el riesgo ante incendios y plagas, etc. Estas masas comenzaron a certificarse en el año 2010, y la última certificación que se conoce es la certificación de 2014.

No se observan en las proximidades de la zona ninguna superficie de masa natural, dado que las masas arbóreas existentes, son repoblaciones, y la mayor parte del terreno cercano, está dedicado a tierras de cultivo.

### 2. PLAGAS Y ENFERMEDADES

En las masas artificiales cercanas, no se observan plagas ni enfermedades destacables, aunque por prevención, será conveniente en los años siguientes, realizar un seguimiento de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pytiocampa*), ya que aunque el pino carrasco no es una de las especies más susceptibles a este insecto, es el más importante defoliador de los pinares españoles.

También será conveniente, realizar un seguimiento de las diferentes especies de escolítidos, que podrían atacar al repoblado joven, o a las marras en caso de producirse, y originar un ataque a la masa.

Respecto a enfermedades, no se conocen casos en las cercanías.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### **3. INCENDIOS FORESTALES**

Los incendios no son un gran problema en esta zona, dado que tanto el número de incendios, como la extensión en hectáreas de los mismos, normalmente son los más bajos de toda la Comunidad Autónoma. En el año 2014, se contabilizaron menos de 100 incendios forestales en la provincia de Valladolid, siendo estos, además, de pequeña extensión, ya que son menos de 100 hectáreas quemadas en el último año.

Se deberán seguir las pautas de prevención de incendios forestales marcadas por las autoridades, para así evitar posibles daños.



## ÍNDICE ANEJO VII. FAUNA

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. INVENTARIO GENERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>3. POSIBLE INCIDENCIA DEL PROYECTO EN LA FAUNA</b> .....	<b>3</b>
<b>4. POSIBLE INCIDENCIA DE LA FAUNA SOBRE LOS TRABAJOS</b> .....	<b>3</b>
<b>5. IMPORTANCIA CINEGÉTICA DE LA ZONA</b> .....	<b>3</b>
<b>6. IMPORTANCIA DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN DE AVES CERCANA</b> .....	<b>3</b>
<b>6.1.ZONA ZEPA</b> .....	<b>3</b>
<b>6.2. ZONA LIC</b> .....	<b>4</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

# ANEJO VII. FAUNA

## 1. INTRODUCCIÓN

La comarca Campiña del Pisuerga, destaca por la presencia de diferentes aves rapaces, como pueden ser, el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el águila culebrera (*Circaetus gallicus*) o el cernícalo primilla (*Falco naumanni*). También se observa otras especies de aves más habituales como son gorriones (*Passer domesticus*), urracas (*Pica pica*), palomas comunes (*Columba livia*) y palomas torcaces (*Columba palumbus*), cigüeñas (*Ciconia ciconia*), diferentes especies de córvidos, golondrinas (*Hirundo rustica*), etc.

Cabe destacar la presencia de la perdiz roja (*Alectoris rufa*), perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y la codorniz (*Coturnix coturnix*).

En esta zona, se pueden observar numerosas especies de pequeños mamíferos, como conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), liebre (*Lepus granatensis*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), topillo campesino (*Microtus arvalis*), erizo (*Erinaceus europaeus*), etc. También hay presencia por la zona de corzos (*Capreolus capreolus*), jabalíes (*Sus scrofa*) y zorros (*Vulpex vulpex*).

En los últimos años, han aumentado los avisos de avistamientos y ataques de lobo ibérico (*Canis lupus*) al ganado de la zona, por los ganaderos y habitantes de los pueblos circundantes.

Entre las especies cinegéticas de la zona se encuentran en cuanto a caza menor perdiz roja, perdiz pardilla, codorniz, conejo, liebre, y en cuanto a caza mayor, jabalí y corzo.

## 2. INVENTARIO GENERAL

En este apartado se va a realizar un inventario general de las especies de vertebrados presentes en la cuenca.

Además, se especifican las categorías a las que pertenecen en el estado de conservación de la UICN, referidas en el Libro Rojo de los Vertebrados de España (1992) del ICONA.

Las diferentes categorías específicas de conservación son:

- Ex:** Especie extinguida
- E:** Especie en peligro
- V:** Especie vulnerable
- R:** Especie rara
- I:** Especie indeterminada
- K:** Especie insuficientemente conocida
- NA:** Especie no amenazada
- C:** Especie cinegética

- **Anfibios**

Sapo común (*Bufo bufo*) (NA)

Rana común (*Rana perezii*) (NA)

- **Reptiles**

Culebra de escalera (*Elaphe scalaris*) (NA)

Lagarto ocelado (*Lacerta lepida*) (NA)

Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*) (NA)

Lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*) (NA)

- **Aves**

Perdiz roja (*Alectoris rufa*) (NA)

Ánade real (*Anas platyrhynchos*) (NA)

Mochuelo común (*Athene noctua*) (No aparece)

Cigüeña común (*Ciconia ciconia*) (V)

Águila culebrera (*Circaetus gallicus*) (I)

Aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) (V)

Aguilucho pálido (*Circus cyaneus*) (K)

Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) (V)

Paloma común (*Columba livia*) (No aparece)

Paloma torcaz (*Columba palumbus*) (No aparece)

Codorniz (*Coturnix coturnix*) (NA)

Cernícalo primilla (*Falco naumanni*) (V)

Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) (V)

Golondrina común (*Hirundo rustica*) (No aparece)

Milano real (*Milvus milvus*) (K)

Gorrión común (*Passer domesticus*) (NA)

Perdiz pardilla (*Perdix perdix*) (V)

Urraca (*Pica pica*) (No aparece)

Estornino negro (*Sturnus unicolor*) (NA)

- **Mamíferos**

Ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) (NA)

Lobo (*Canis lupus*) (V)

Corzo (*Capreolus capreolus*) (NA)

Erizo común (*Erinaceus europaeus*) (NA)

Liebre (*Lepus granatensis*) (NA)

Topillo campesino (*Microtus arvalis*) (NA)

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) (NA)

Jabalí (*Sus scrofa*) (NA)

Topo (*Talpa europaea*) (NA)

Zorro (*Vulpes vulpes*) (NA)

### 3. POSIBLE INCIDENCIA DEL PROYECTO EN LA FAUNA

Dada la pobreza faunística de la zona de estudio, y la ausencia total de masas de frondosas en las laderas, se puede afirmar, que el proyecto de restauración e implantación de vegetación, no interferirá en la vida de las diferentes especies animales, sino que beneficiará su hábitat, ya que les proporcionará un área de campeo cubierta, frente a los campos agrícolas cercanos, aumentando la seguridad en sus desplazamientos, y un hábitat diferente para su desarrollo.

La restauración hidrológico-forestal de la cárcava, mejorará la calidad del suelo y de las aguas, y una disminución del peligro que suponen las grandes avenidas para la fauna.

La inclusión en la repoblación de especies arbóreas de fruto y/o semilla comestible, aumentará las posibilidades alimenticias de la fauna.

Se producirán ciertos impactos negativos, con la construcción de las obras hidráulicas de control del cauce, o con las obras de ejecución de las vías de acceso, o problemas de alimentación y/o refugio en el transcurso de las obras, pero son muy puntuales en tiempo y espacio, existiendo terreno suficiente para la dispersión.

### 4. POSIBLE INCIDENCIA DE LA FAUNA SOBRE LOS TRABAJOS

No existirán problemas en las obras transversales de control de cauce, pero sí es posible que existan daños en el repoblado, ya que los pequeños roedores podrían alimentarse de la masa de brinzales jóvenes, o ser estos ramoneados por fauna silvestre o ganado.

Se colocaran mallas protectoras para fauna en la repoblación para evitar posibles daños a las plantas.

### 5. IMPORTANCIA CINEGÉTICA DE LA ZONA

Cabe destacar la presencia de aves como la perdiz roja (*Alectoris rufa*), perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y la codorniz (*Coturnix coturnix*), por su importante valor cinegético en caza menor. También se debe destacar la importancia tanto del conejo como de la liebre, para este tipo de caza.

También hay presencia por la zona de corzos (*Capreolus capreolus*) y jabalíes (*Sus scrofa*), que tienen valor cinegético para caza mayor.

### 6. IMPORTANCIA DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN DE AVES CERCANA

#### 6.1. ZONA ZEPA

Es importante destacar la presencia de una zona ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), a menos de 25 kilómetros de la zona de estudio. Esta zona ocupa una

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

superficie de 626 hectáreas, y se denomina “Riberas del Pisuerga”. La ZEPA se corresponde con el tramo fluvial del río Pisuerga al sur de la provincia de Palencia y su continuidad en la de Valladolid. La superficie englobada la define el cauce del río más una anchura variable en cada margen, que en la mayor parte del tramo es de 100 m.

Respecto a la fauna, el principal valor en la zona es la presencia de la colonia de Martinete común (*Nycticorax nycticorax*), que con una media en torno a 200 parejas en los últimos años, tiene interés a nivel de Castilla y León (58% de la población total), nacional (8% de la población española) e internacional. Gran densidad y diversidad de passeriformes en los bosques ribereños de este tramo. Presencia de nutria (*Lutra lutra*) en la zona (V. Plano 12. Zonas protegidas: Zonas ZEPA y LIC).

## **6.2. ZONA LIC**

Existen dos zonas LIC (Lugar de Interés Comunitario), en las cercanías de la zona. Estas son: “Riberas del río Pisuerga y afluentes”, y “Montes del Cerrato”. Estas zonas han sido elaboradas por los Estados miembros a partir de los criterios establecidos en la Directiva Hábitat. En España, cada Comunidad Autónoma (en este caso, la Junta de Castilla y León), se hizo cargo de la gestión de sus territorios. El criterio para determinar estas zonas, es poseer especies animales o vegetales amenazados o representativos de un determinado ecosistema (V. Plano 12. Zonas protegidas: Zonas ZEPA y LIC).

## ÍNDICE ANEJO VIII. ESTUDIO SOCIOECONOMICO

<b>1. POBLACIÓN Y DENSIDAD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ECONOMÍA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. AGRICULTURA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. GANADERÍA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. INDUSTRIA FORESTAL.....</b>	<b>3</b>
<b>3. INFRAESTRUCTURAS .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. CARRETERAS Y ACCESOS A LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. INFRAESTRUCTURAS URBANAS .....</b>	<b>3</b>
<b>4. ACTITUD DE LA POBLACIÓN FRENTE A LOS TRABAJOS FORESTALES .....</b>	<b>4</b>
<b>5. INFLUENCIA DEL PROYECTO SOBRE LA ZONA Y SOBRE LA POBLACIÓN.....</b>	<b>4</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



## ANEJO VIII. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

### 1. POBLACIÓN Y DENSIDAD

La población del municipio de San Martín de Valvení, el cual se sitúa cercano a la zona donde se sitúa la cuenca de estudio, es también una de las poblaciones que ha sufrido las consecuencias del éxodo rural, y el envejecimiento de su población. En el último siglo, esta localidad, ha visto disminuida su población a menos de una quinta parte de lo que era a principio de siglo.

Tabla 1. Evolución de la población por décadas durante el siglo XX y los comienzos del siglo XXI (Fuente: Instituto Nacional de Estadística).

Año	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1981	1991	2001	2011
Población	611	574	521	524	545	486	312	179	130	121	101	98

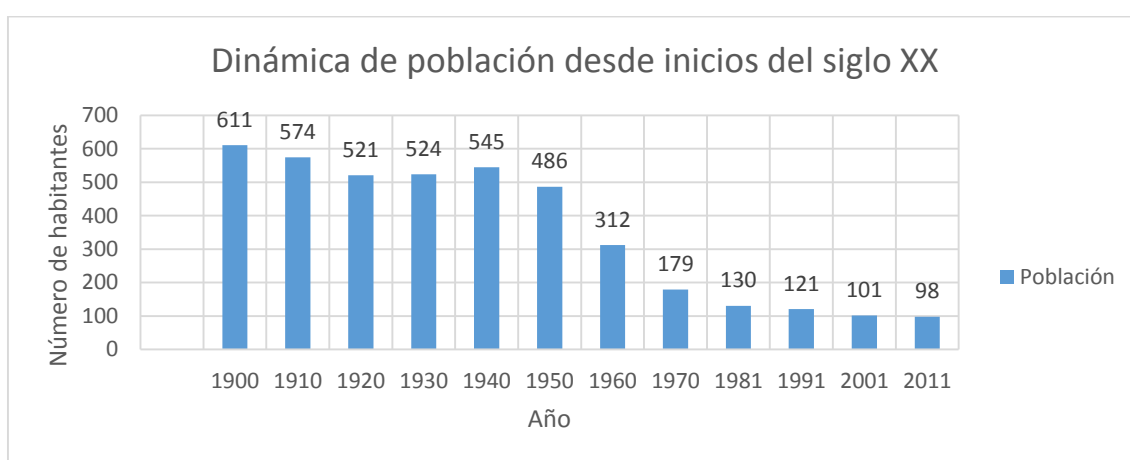


Figura 1. Dinámica de población durante el siglo XX y comienzos del siglo XXI (Fuente: Instituto Nacional de Estadística).

En la última década, la población de este término municipal ha seguido disminuyendo ligeramente, alcanzando mínimos históricos durante los últimos tres años.

Tabla 2. Población de San Martín de Valvení desde comienzos del siglo XXI.

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Población	106	101	100	96	99	93	98	95	95	94	97	98	90	86	87

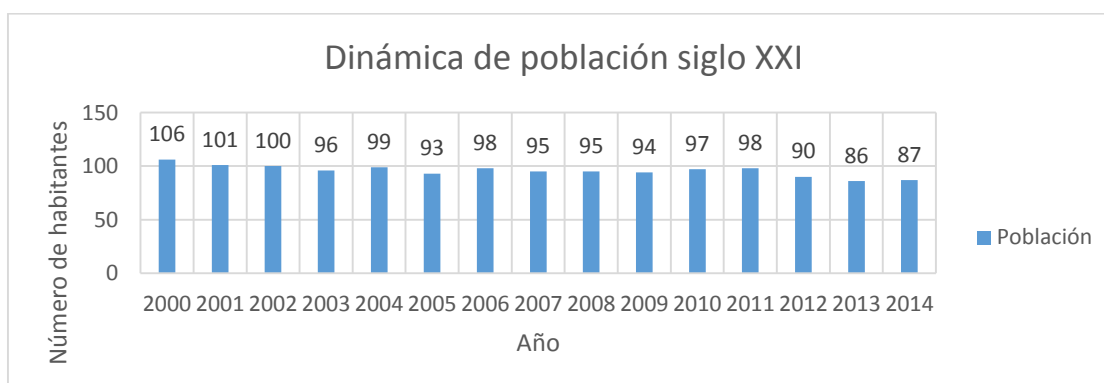


Figura 2. Población de San Martín de Valvení desde comienzos del siglo XXI.

La población se compone de una ligera mayoría de varones y una minoría de mujeres. El descenso en la población es aproximadamente igualitario entre ambos sexos.

Tabla 3. Población del municipio de San Martín de Valvení durante el siglo XXI catalogada por sexos (Fuente: Instituto Nacional de Estadística).

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Hombres	59	54	53	51	53	49	53	51	51	50	54	56	52	49	48
Mujeres	47	47	47	45	46	44	45	44	44	44	43	42	38	37	39

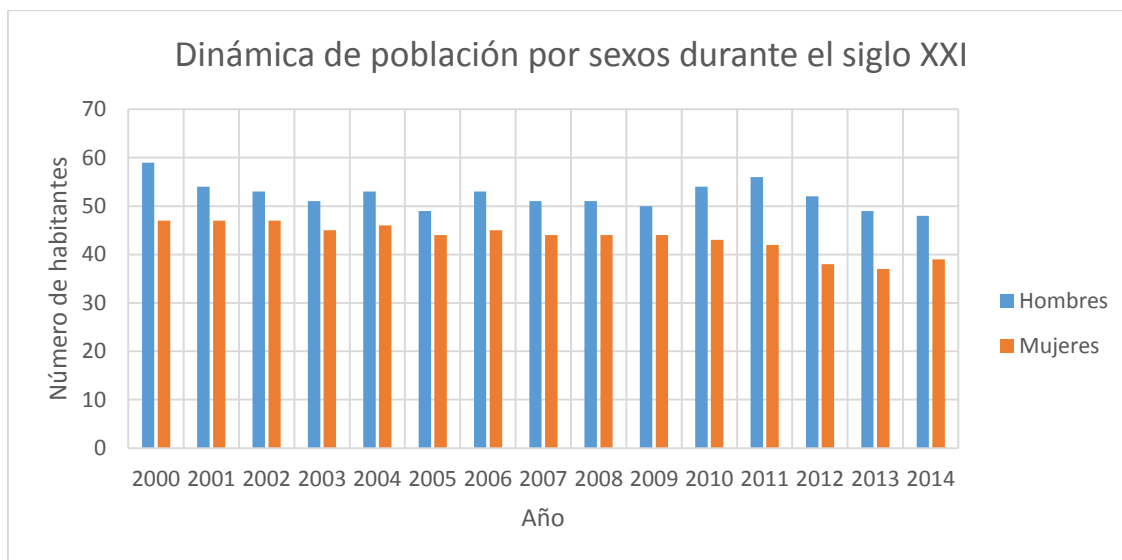


Figura 3. Población de San Martín de Valvení durante el siglo XXI catalogada por sexos (Fuente: Instituto Nacional de Estadística).

San Martín de Valvení tiene una superficie de 5821 hectáreas (58,21 km<sup>2</sup>). Su densidad de población en la actualidad es de 1,49 habitantes por kilómetro cuadrado, muy baja en comparación con la densidad de población nacional (92 habitantes/km<sup>2</sup>), en comparación con la media de Castilla y León (26 habitantes/km<sup>2</sup>), y en comparación con la media de Valladolid (33,6 habitantes/km<sup>2</sup>).

## 2. ECONOMÍA

La economía de la zona se sustenta principalmente gracias al sector primario (agricultura y explotaciones ganaderas).

Según los últimos datos disponibles que datan del año 2009, existe una superficie total de 3105,09 hectáreas de superficie agrícola en los terrenos pertenecientes al municipio, y un total de 1463,02 unidades ganaderas.

### 2.1. AGRICULTURA

La actividad económica principal se centra en la agricultura con las ya citadas 3105,09 hectáreas de superficie agrícola, siendo la mayor parte de esta superficie de secano. Se pueden observar también pequeñas superficies de viñedos, y menos de un tercio de la superficie destinada al regadío.

La mayor parte de esta agricultura se centra en grandes parcelas o explotaciones, es decir, no hay una gran fragmentación.

## **2.2. GANADERÍA**

La ganadería se puede considerar como una de las actividades más antiguas de la provincia, dado que en toda la superficie de esta, se han podido observar explotaciones ganaderas durante toda la historia.

En todo el país la ganadería ha caído en declive, como consecuencia del éxodo rural, las grandes industrias alimentarias, y el poco interés económico que despierta.

Actualmente la ganadería existente, no es un factor determinante en la economía del municipio, sino que es un complemento y una costumbre. Actualmente la ganadería de la zona es en su mayoría ovina, con pastoreo por la zona, y que pertenece a los vecinos del municipio. Dado que se trata de ganadería ovina, y en la zona existe un total de 1463 unidades ganaderas, se puede determinar que existe un total de 220 cabezas de ganado (1 cabeza de ganado ovino = 0,15 unidad ganadera).

## **2.3. INDUSTRIA FORESTAL**

La industria forestal en la superficie del municipio, se basa en la explotación de varias masas de coníferas (una de ellas limita con la zona de estudio), cuya especie predominante es *Pinus halepensis*. Estas zonas pertenecen a la agrupación “Grupo de montes de la subcuenca del río Pisuerga” y en el año 2014, han obtenido la certificación PEFC, con un documento de gestión de plan dasocrático y un tipo de gestión pública.

Estas explotaciones pertenecen a particulares, pese a que han cedido sus derechos de gestión a la Administración Pública.

## **3. INFRAESTRUCTURAS**

### **3.1. CARRETERAS Y ACCESOS A LA ZONA DE ESTUDIO**

No hay ninguna carretera asfaltada que llegue hasta la zona de estudio, pero si un camino, que sale de una pista forestal denominada “Camino de las bodegas”.

La red de vías, es muy escasa por toda la zona. Sólo hay una carretera convencional, que entra y sale del municipio, que es la VA-VP-3005.

El acceso a la zona de restauración se efectúa avanzando por la carretera VA-VP-3003 tomando el desvío hacia VA-VP-3005 hasta llegar al municipio de San Martín de Valvení. Una vez en el pueblo se debe tomar el desvío hacia el Camino de las Bodegas. Una vez en él, se debe continuar todo recto, hasta llegar a la zona de estudio.

### **3.2. INFRAESTRUCTURAS URBANAS**

La zona, pese a ser un pueblo pequeño, tiene unas infraestructuras bastante completas.

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

La asistencia médica, está asegurada en el pueblo. Existe un consultorio médico local, en el que podemos encontrar servicios para atender múltiples situaciones desafortunadas.

#### **4. ACTITUD DE LA POBLACIÓN FRENTE A LOS TRABAJOS FORESTALES**

Como se puede comprobar por las peticiones de certificación PERF, la actitud de la población frente a los trabajos forestales es favorable, por lo que se puede suponer que su actitud será la misma ante los trabajos de restauración y repoblación de las cárcavas.

Debido a que son terrenos totalmente improductivos, y está depositando sedimentos en las tierras de cultivo contiguas, la restauración no entra en conflicto con ningún uso actual del terreno.

#### **5. INFLUENCIA DEL PROYECTO SOBRE LA ZONA Y SOBRE LA POBLACIÓN**

La ejecución de este proyecto, puede generar puestos de trabajo, y una cierta actividad económica durante la realización de las obras.

Posteriormente, la masa reforestada servirá para incrementar el valor y el interés de otras masas próximas que ya cuentan con Certificación Forestal.

Por otro lado, estos pinares producen niscalos (*Lactarius deliciosus*), hongos (*Suillus* sp), negrillas (*Tricholoma terreum*) y pies azules (*Lepista nuda*). Todas estas especies tienen gran interés micológico y valor comercial, lo que dotaría a la zona de un mayor interés para los propios usuarios.

También el paisaje se verá favorecido mejorando la calidad visual del entorno agrícola y disminuyendo la sensación de un paisaje desertizado.

Por último, resaltar la importancia en la amortiguación y regulación climática de las masas forestales y su papel en el secuestro de CO<sub>2</sub>.

# ÍNDICE ANEJO IX. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA TORRENCIAL

<b>1. CALCULOS REALIZADOS PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE AVENIDA</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA</b> .....	<b>3</b>
1.2.1. TEORIA (MARTINEZ & NAVARRO, 1996) .....	<b>3</b>
1.2.2. CÁLCULOS .....	<b>5</b>
<b>1.3. CALCULO DEL CAUDAL MÁXIMO</b> .....	<b>7</b>
1.3.1. MÉTODO RACIONAL MODIFICADO DE TEMEZ (TEMEZ, 1991) .....	<b>7</b>
1.3.2. FORMULA DE ZAPATA (1949) .....	<b>8</b>
1.3.3. FORMULA DE GARCÍA NÁJERA (1962).....	<b>9</b>
1.3.4. COMPARACION DE RESULTADOS .....	<b>9</b>
<b>1.4. CUANTIFICACIÓN DE LA EROSIÓN HIDRICA</b> .....	<b>10</b>
1.4.1. EROSION LAMINAR Y EN REGUEROS .....	<b>10</b>
<b>2. CALCULOS REALIZADOS PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE AVENIDA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2. ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA</b> .....	<b>15</b>
2.2.1. CÁLCULOS (MARTINEZ & NAVARRO, 1996) .....	<b>15</b>
<b>2.3. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO</b> .....	<b>17</b>
2.3.1. METODO RACIONAL MODIFICADO DE TEMEZ (TEMEZ, 1991) .....	<b>17</b>
<b>2.4. CUANTIFICACIÓN DE LA EROSION HIDRICA</b> .....	<b>18</b>
2.4.1. EROSION LAMINAR Y EN REGUEROS .....	<b>18</b>
<b>3. TABLAS Y FIGURAS ADICIONALES</b> .....	<b>23</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## ANEJO IX. HIDROLOGIA E HIDRAULICA TORRENCIAL

Para el cálculo de la precipitación máxima de avenida, el cálculo de la escorrentía y cálculo del caudal máximo para determinar la erosión sufrida en la cuenca se realizara en función del período de retorno. Primero, se calculará para un período de retorno de 50 años, por ser la situación más desfavorable posible. Una vez calculado con este período de retorno, se calculará para un período de retorno de 25 años, por ser mayor su probabilidad de ocurrencia, y dado que en caso de fallo, las consecuencias no serían graves por no poder ocasionar ni pérdidas personales ni pérdidas materiales graves, y el coste económico sería menor.

La metodología utilizada durante todos los cálculos de hidrología e hidráulica torrencial, se ha obtenido de Martínez de Azagra y Navarro Hevia (1996) "Hidrología Forestal. El ciclo hidrológico".

### 1. CALCULOS REALIZADOS PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS

#### 1.1. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE AVENIDA

La máxima precipitación de avenida caída en 24 horas, se ha calculado por medio de la realización de diferentes métodos, para un período de retorno de cincuenta años. El primero de ellos, se realizó mediante un análisis estadístico (Weibull, Gumbel, Kolmogorov – Smirnov) con los valores máximos de precipitación caída en 24 horas de la zona de estudio. También se realizó el método de la Dirección General de Carreteras mediante la estimación de una serie de parámetros en un mapa, y el método de Elías del Castillo para el cálculo de la precipitación máxima diaria. Durante todo este apartado, se sigue la metodología propuesta por Martínez de Azagra & Navarro (1996).

Para el cálculo de estos valores se han utilizado los datos de la estación pluviométrica de Valladolid – Zamadueñas, con el ya nombrado periodo de retorno de 50 años.

Para comenzar los cálculos, las precipitaciones máximas en 24 horas se ordenan de menor a mayor y se procede a calcular la distribución de frecuencias mediante la Formula de Weibull.

$$Fr = \frac{n}{N + 1}$$

Dónde: n: número de orden de la serie de valores muestrales ordenados en sentido creciente

N: número total de elementos de la muestra

Las precipitaciones y frecuencias calculadas se pueden representar en una gráfica de frecuencias. A esta nube de puntos, se le ajusta la ley de distribución de Gumbel para el ajuste de valores extremos.

$$F(x) = e^{-\alpha(x-\mu)}$$

Dónde  $\alpha$  y  $\mu$  son los parámetros que hay que estimar a partir de la muestra. Al trabajar con la desviación típica (S), se han utilizado los siguientes estimadores

$$\mu = \bar{P} - 0,450047 * S$$

$$\alpha = 1,28255 * \frac{1}{S}$$

Para la estación de Zamadueñas:

$$S = 10,593$$

$$\alpha = 0,12108$$

$$\mu = 26,5298$$

Con estos valores sustituimos en la ley de distribución de Gumbel:

$$F(x) = e^{-\alpha(x-\mu)} = e^{-0,12108(x-26,5298)}$$

Esta ecuación representa la probabilidad de que la precipitación máxima diaria anual sea menor o igual a x.

Es necesario comprobar si el ajuste realizado es bueno, o debe ser desechado por poco preciso desde el punto de vista estadístico. Para ello, se comprueba por el método de Kolmogorov-Smirnov, que consiste en calcular el valor máximo de las diferencias entre las frecuencias observadas y las frecuencias teóricas, y comprobar que este valor no es superior al valor crítico de Kolmogorov para un tamaño de muestra N con un nivel de significación  $\alpha$ . Para ello se utiliza la Figura 1.

El procedimiento del test, es el siguiente:

- Se calculan las frecuencias teóricas.
- Se obtienen los valores absolutos de las diferencias entre frecuencias observadas y las frecuencias teóricas.
- Se verifica que el máximo valor absoluto de dichas diferencias, es inferior al valor crítico fijado por Kolmogorov para un tamaño de muestra de 30 valores.

Los cálculos se encuentran en las Tablas 33, 34 y 35 y en la Figura 7.

El período de retorno y la función F (x) están relacionados a través de la ecuación

$$F(x) = 1 - \frac{1}{T}$$

Se utiliza un periodo de retorno de 50 años por considerarse lo más apropiado y razonable para la construcción de un dique:

$$1 - \frac{1}{50} = 0,98$$

$$e^{-0,12108(x-26,5298)} = 0,98 \rightarrow x = 58,77 \text{ mm}$$

Estos son los valores de la precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 50 años calculados por el método de Gumbel. Sin embargo se puede observar que estos valores no coinciden con los calculados por otra variedad de métodos, como el método de Elías Castillo de la Monografía número 21 del ICONA (1973), o el método propuesto por el Ministerio de Fomento para la construcción de obras civiles. A continuación se expresan los cálculos de la precipitación máxima diaria con estos dos métodos para realizar la comparativa.

El método propuesto por Elías Castillo se fundamenta en la siguiente ecuación:

$$P_{max,d(t)} = \bar{P} + K(T, N) * S$$

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Siendo:  $P_{max,d(t)}$ : Precipitación máxima diaria para un período de retorno T

$\bar{P}$ : Media de la serie de precipitaciones máximas diarias de la serie

S: Desviación típica

$K(T,N)$ : Es el coeficiente que se obtiene mediante la fórmula  $K(T,N) = \frac{y-\bar{y}_n}{S_n}$ , en función del período de retorno (T) y del tamaño de la serie (N) que se obtiene en la Figura 2.

$$P_{max,d(t)} = 31,297 + 3,03 * 10,593 = 63,39 \text{ mm}$$

Por último se comparan los resultados con el último método, el método de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (1999), que se utiliza para la construcción de obras civiles. Este se basa en estimar mediante las ISOLÍNEAS presentadas en el mapa de la publicación que se observa en la Figura 6, el coeficiente de variación y el valor medio de la precipitación diaria anual.

$$P_{max,d(t)} = \bar{P} + K(T, Cv)$$

Siendo:  $P_{max,d(t)}$ : Precipitación máxima diaria para un período de retorno T

$\bar{P}$ : Media de la serie de precipitaciones máximas diarias de la serie

Cv: Coeficiente de variación

Según el plano para el cálculo de máximas precipitaciones diarias:

$$\bar{P}=34 \text{ mm}$$

$$T =50 \text{ años}$$

$$Cv =0,33$$

$$K(T, Cv) = 1,915$$

$$P_{max,d(50)} = 65,1 \text{ mm}$$

Se compararon los resultados de la precipitación por los tres métodos, y se seleccionó como precipitación máxima de avenida, aquella que diera el valor máximo, dado que se considera como el factor más importante la seguridad de la obra.

Por lo tanto, el resultado obtenido como precipitación máxima en 24 horas es de 65,1 mm.

## 1.2. ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA

### 1.2.1. TEORIA (MARTINEZ & NAVARRO, 1996)

La estimación de la escorrentía en las diferentes subcuencas, se ha realizado por medio del Método del Número de Curva, que también se denomina Método de los Números Hidrológicos, elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en el año 1972.

Este índice se basa en la generación de un valor numérico (Número de Curva), que refleja la capacidad de la cuenca vertiente para producir escorrentía durante un aguacero, y que viene definido, por el uso del suelo o tipo de cubierta vegetal, el

tratamiento efectuado en el mismo, y el tipo de suelo y su capacidad de infiltración. Estos valores se encuentran en las Figuras 3 y 4.

Esta estimación se realizará en las cuatro subcuencas por separado.

Para la determinación del número hidrológico correspondiente a una cuenca se evalúan las características de acuerdo con los cuadros y las consideraciones de los cuadros

Cómo el área de las subcuencas tiene un número hidrológico regular, no se requerirá hacer ningún cálculo para establecer la media del número hidrológico.

Una vez conocido el número hidrológico N, el cálculo de la escorrentía se realiza por medio de la expresión:

$$Es = \frac{(P - P_o)^2}{P + 4P_o}$$

Siendo:

Es: Escorrentía superficial (mm)

P: Precipitación de cálculo (mm)

Po: Umbral de escorrentía: altura de la lluvia a partir de la cual se produce escorrentía superficial

$$P_o = 0,2 * S$$

S: parámetro que se obtiene a partir del número de curva de la cuenca

$$S = \frac{25400 - 254N}{N}$$

Los valores así obtenidos corresponden a unas condiciones de humedad del suelo normales y una intensidad de infiltración medias, pertenecientes a la condición II.

Se plantean tres condiciones diferentes:

- **Condición I:** Suelo muy seco, sin llegar al índice de marchitez permanente.
- **Condición II:** Suelo en situación normal, alejado de la capacidad de campo, pero también del punto de marchitez permanente.
- **Condición III:** Suelo saturado o muy próximo a la saturación.

La determinación de estas condiciones de humedad inicial se realiza en función de la precipitación acumulada los 5 días previos al aguacero.

Tabla 1. Determinación de la condición de humedad en función de la precipitación caída los 5 días previos.

Condición	Precipitación acumulada en los 5 días anteriores	
	Periodo de reposo vegetativo	Periodo vegetativo
I	<13 mm	<36 mm
II	13-28 mm	36-53 mm
III	>28 mm	>53 mm

La transformación del número de curva de la condición II a las condiciones I y III se realiza mediante las siguientes fórmulas

$$N_I = \frac{4,2 * N_{II}}{10 - 0,058 * N_{II}}$$

$$N_{III} = \frac{23 * N_{II}}{10 + 0,13 * N_{II}}$$

### 1.2.2. CÁLCULOS

La clasificación de los complejos suelo-vegetación se ha realizado a partir de la cartografía edáfica y vegetal, y de la ortofoto. Se han distinguido los siguientes complejos hidrológicos

Tabla 2. Clasificación de los complejos hidrológicos USDA de suelo-vegetación.

Unidad hidrológica	Uso del suelo	Grupo USDA de suelo	Superficie (km <sup>2</sup> )	% Superficie
Subcuenca 1	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,03841	31,74
Subcuenca 2	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,02149	17,76
Subcuenca 3	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,01536	12,69
Subcuenca 4	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,04576	37,81
Total			0,12102	100

Por lo que se puede afirmar,

Tabla 3. Números de curva de las diferentes subcuencas en función de su grupo hidrológico USDA.

Unidad hidrológica	Uso del suelo	Grupo USDA	Numero de curva		
			Condición I	Condición II	Condición III
Subcuenca 1	Pastizal pobre-Barbecho	D	78	90	96
Subcuenca 2	Pastizal pobre-Barbecho	D	78	90	96
Subcuenca 3	Pastizal pobre-Barbecho	D	78	90	96
Subcuenca 4	Pastizal pobre-Barbecho	D	78	90	96

En este proyecto se utilizarán los valores de la condición II, por ser la más adecuada para el cálculo de la obra.

$$S = \frac{25400 - 254N}{N} = \frac{25400 - 254 * 90}{90} = 28,22 \text{ mm}$$

$$Po = 0.2 * S = 0,2 * 28,22 = 5,64 \text{ mm}$$

Con esto se puede calcular la escorrentía producida por la precipitación más desfavorable, que no va a ser la precipitación máxima diaria sino la precipitación que tiene una duración igual al tiempo de concentración, o duración del aguacero de cálculo.

Dado que ya han sido determinados tanto la precipitación diaria de cálculo, como el tiempo de concentración de la cuenca, los pasos a seguir son los siguientes:

- Determinar el coeficiente K con ayuda del mapa de isolinéas elaborado por el MOPU.

$$K = \frac{I}{I_d}$$

$I$ : Intensidad de lluvia horaria para un período de retorno  $T$  (mm/h)

$I_d$ : Intensidad de lluvia diaria para un período de retorno  $T$  (mm/h)

La zona de estudio se encuentra en las proximidades de la isolinia  $K=10$ ,

- Determinar la intensidad del aguacero de cálculo

El aguacero de cálculo tiene una intensidad diaria de lluvia que se puede calcular a través de la fórmula:

$$\frac{I}{I_d} = K^{\frac{28^{0,1-Tc^{0,1}}}{28^{0,1}-1}}, \text{ donde } I = \frac{P^*}{Tc}$$

En el caso de la zona de estudio:

Tabla 4. Intensidad del aguacero de cálculo para cada una de las subcuencas de estudio.

Subcuenca	Tc (h)	I/I <sub>d</sub>	I (mm/h)	I <sub>d</sub> (mm/h)
1	0,10	33,555	91,031	2,713
2	0,15	27,553	74,748	2,713
3	0,08	36,475	98,952	2,713
4	0,11	32,167	87,266	2,713

- Determinar la precipitación de cálculo

$$I = \frac{P^*}{Tc} \rightarrow P^* = I * Tc$$

Tabla 5. Precipitación de cálculo para cada una de las subcuencas de estudio.

Subcuenca	Tc (h)	I/I <sub>d</sub>	I (mm/h)	I <sub>d</sub> (mm/h)	P* (mm)
1	0,10	33,555	91,031	2,713	8,8
2	0,15	27,553	74,748	2,713	11,0
3	0,08	36,475	98,952	2,713	8,0
4	0,11	32,167	87,266	2,713	9,3

- Determinar la escorrentía en función de la precipitación de cálculo determinada en el paso anterior

$$Es = \frac{(P - P_o)^2}{P + 4P_o}$$

Tabla 6. Escorrentía producida por la precipitación de cálculo en cada una de las subcuencas.

Subcuenca	Tc (h)	I/I <sub>d</sub>	I (mm/h)	I <sub>d</sub> (mm/h)	P* (mm)	P <sub>o</sub> (mm)	Es (mm)
1	0,10	33,555	91,031	2,713	8,8	5,6	0,327
2	0,15	27,553	74,748	2,713	11,0	5,6	0,867
3	0,08	36,475	98,952	2,713	8,0	5,6	0,184
4	0,11	32,167	87,266	2,713	9,3	5,6	0,418

- Determinar el coeficiente de escorrentía para esta escorrentía

$$C = \frac{Es}{P^*}$$

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

$$C (\%) = \frac{Es}{P^*} * 100$$

Tabla 7. Coeficiente de escorrentía para cada una de las subcuencas de estudio.

Subcuenca	Es (mm)	P* (mm)	C	C (%)
1	0,327	8,8	0,037	3,69
2	0,867	11,0	0,078	7,85
3	0,184	8,0	0,023	2,29
4	0,418	9,3	0,045	4,50

### 1.3. CALCULO DEL CAUDAL MÁXIMO

Para poder dimensionar de forma adecuada las obras de corrección en las diferentes subcuencas, es totalmente necesario conocer los caudales máximos que pueden llegar a darse en los cauces.

Para su cálculo, se van a emplear tres métodos diferentes. Uno hidrológico, y dos empíricos. Como método hidrológico se ha utilizado el método racional modificado, y como métodos empíricos, se han utilizado la fórmula de Zapata y la fórmula de García-Nájera (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

#### 1.3.1. MÉTODO RACIONAL MODIFICADO DE TEMEZ (TEMEZ, 1991)

La fórmula racional, es con casi total seguridad, el modelo más antiguo para estimar la relación lluvia-caudal. Este modelo considera, además del área de la cuenca, la intensidad de precipitación (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

En una cuenca, habitualmente, sólo una parte de la lluvia con intensidad (I), escurre directamente hacia la sección de cierre. Tomando como base que durante el chubasco, no cambia la capacidad de infiltración de la cuenca, se obtiene la fórmula racional. Pero no es esta fórmula la que utiliza el método, debido a que la hipótesis de la lluvia neta constante no es real, y es necesario aplicarle un factor de corrección (K=1,2). Por lo tanto la fórmula final que se utiliza en este método es:

$$Qp = \frac{C * I * S}{3}$$

Donde, Qp = Caudal punta correspondiente a un periodo de retorno dado (m<sup>3</sup>/s)

I = Intensidad media de lluvia para un intervalo de duración Tc (mm/h)

S = Superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)

C = Coeficiente de escorrentía superficial en el aguacero de cálculo

Este método tiene algunas limitaciones:

- S < 75 km<sup>2</sup>
- Tc < 6 horas
- No es válido si en la cuenca existen fenómenos grandes de laminación por embalses o terrazas fluviales fácilmente inundables.

Dado que en el caso estudiado en este proyecto, las cuencas de estudio, no cumplen ninguna de estas limitaciones, este método es perfectamente aplicable.

El primer valor a calcular, es el coeficiente de escorrentía superficial (C) a través de la siguiente fórmula:

$$C = \frac{(Pd - Po) * (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde: Pd: Precipitación máxima diaria con el período de retorno T (mm)  
Po: Umbral de escorrentía obtenido a partir de tablas y que es función del número de curva (mm)

Tabla 8. Coeficiente de escorrentía superficial para cada una de las diferentes subcuencas.

Cuenca	Pmax,t=50 (mm)	Po (mm)	C
1	65,11	5,6	0,716
2	65,11	5,6	0,716
3	65,11	5,6	0,716
4	65,11	5,6	0,716

Finalmente se calcula el caudal máximo para un período de retorno de 50 años.

$$Qp = \frac{C * I * S}{3}$$

Tabla 9. Cálculo del caudal punta por el método racional modificado para cada una de las subcuencas de estudio.

Método racional modificado				
Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	C	I (mm/h)	Qpunta (m <sup>3</sup> /s)
1	0,03841	0,716	91,031	0,835
2	0,02149	0,716	74,748	0,384
3	0,01536	0,716	98,952	0,363
4	0,04576	0,716	87,266	0,954

### 1.3.2. FORMULA DE ZAPATA (1949)

Esta fórmula, se aplica a los ríos del Norte de la Península, y calcula el caudal punta en función de la superficie de la cuenca en kilómetros cuadrados, mediante la siguiente fórmula:

$$Qp = 17 * S^{2/3}$$

Dónde: Qp: Caudal punta o máximo en m<sup>3</sup>/s  
S: Superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>

Por lo que se obtienen los siguientes caudales.

Tabla 10. Cálculo del caudal punta por el método de la fórmula de Zapata.

Formula de Zapata	
Superficie (km <sup>2</sup> )	Qpunta (m <sup>3</sup> /s)
0,03841	1,9353
0,02149	1,3140
0,01536	1,0505
0,04576	2,1749

### 1.3.3. FORMULA DE GARCÍA NÁJERA (1962)

Este método, es un método empírico para cuencas pequeñas, con marcado carácter torrencial. En la determinación del caudal, se han de tener en cuenta la superficie arbolada, la pendiente de la ladera y la extensión de la cuenca.

$$\text{Si } S < 0,4 \text{ km}^2 \rightarrow Qp = \frac{a \cdot p \cdot (42 + 0,525 \cdot S) \cdot S}{(1+S) \cdot (1+0,025 \cdot S) \cdot (0,5 + \sqrt{S})}$$

$$\text{Si } 0,4 \text{ km}^2 < S < 2,5 \text{ km}^2 \rightarrow Qp = a \cdot p \cdot (12,21 \cdot S + 5,74)$$

$$\text{Si } S > 2,5 \text{ km}^2 \rightarrow Qp = \frac{a \cdot p \cdot (42 + 0,525 \cdot S) \cdot S}{(1+S) \cdot (1+0,025 \cdot S) \cdot (0,5 + \sqrt{S})} \cdot S$$

Dónde:

$$a = 1 - 0,75 \cdot \frac{Sc}{S}$$

Qp: Caudal punta (m<sup>3</sup>/s)

Sc: superficie arbolada de la cuenca en km<sup>2</sup>

S: superficie total de la cuenca en km<sup>2</sup>

P = 0,75 si menos de la tercera parte de la cuenca tiene pendientes mayores del 30%

P = 1 si menos de las dos terceras partes de la cuenca tienen pendientes mayores del 30 %

P = 1,25 si más de las dos terceras partes tienen pendientes mayores al 30%

Por lo que realizando el cálculo

Tabla 11. Cálculo del caudal punta por la fórmula de García-Nájera para cada una de las subcuencas.

Fórmula de García-Nájera				
Superficie (km <sup>2</sup> )	Sc (km <sup>2</sup> )	a	p	Caudal punta (m <sup>3</sup> /s)
0,03841	0	1	1	2,231
0,02149	0	1	0,75	1,025
0,01536	0	1	1,25	1,273
0,04576	0	1	1	2,573

### 1.3.4. COMPARACION DE RESULTADOS

Para tener la mayor claridad posible, se exponen a continuación los valores calculados para los caudales obtenidos por los tres métodos considerados.

Tabla 12. Comparación de los cálculos de los caudales por los diferentes métodos para cada una de las subcuencas.

Unidad hidrológica	Caudal método racional modificado (m <sup>3</sup> /s)	Caudal fórmula de zapata (m <sup>3</sup> /s)	Caudal fórmula de García-Nájera (m <sup>3</sup> /s)
Subcuenca 1	0,835	1,935	2,231
Subcuenca 2	0,384	1,314	1,025

Tabla 12 (cont). Comparación de los cálculos de los caudales por los diferentes métodos para cada una de las subcuencas.

Unidad hidrológica	Caudal método racional modificado (m <sup>3</sup> /s)	Caudal fórmula de zapata (m <sup>3</sup> /s)	Caudal fórmula de García-Nájera (m <sup>3</sup> /s)
Subcuenca 3	0,363	1,050	1,273
Subcuenca 4	0,954	2,175	2,573

En un principio, se desestiman los resultados obtenidos por la fórmula de Zapata, debido a que son única y exclusivamente función de la superficie de la unidad hidrológica, además de que su cálculo es una aproximación, ya que los cursos de agua aquí estudiados, no se sitúan en el noroeste de la Península. Los resultados obtenidos por medio de la fórmula de García – Nájera también se desestiman por ser función únicamente de la superficie de la unidad hidrológica, y porque tiene un período de retorno comprendido entre 25 y 35 años.

Por tanto, los caudales que utilizaremos para posteriores cálculos, serán los obtenidos por el método racional modificado, ya que se estructura de forma sencilla, y dado que utiliza, además de la superficie de la cuenca, la intensidad de la precipitación.

## 1.4. CUANTIFICACIÓN DE LA EROSIÓN HIDRICA

### 1.4.1. EROSION LAMINAR Y EN REGUEROS

Para evaluar la erosión de la cuenca, se va a utilizar el modelo paramétrico MUSLE (Ecuación Modificada Universal de Pérdidas de Suelo), basada en el modelo USLE que establecieron Smith y Wischmeier en su forma definitiva en 1978, pero aportando la modificación establecida por Williams en 1975, para estimar la cantidad de sedimentos que salen de una cuenca como consecuencia de un aguacero concreto. La expresión para el cálculo se expresa a continuación:

$$Y(t) = 11,8 * (Es * Qp)^{0,56} * \bar{K} * \bar{L} * \bar{S} * \bar{C} * \bar{P}$$

Siendo: Y: peso de los sedimentos transportados fuera de la cuenca (t)

Es: Escorrentía superficial generada por el aguacero (m<sup>3</sup>)

Qp: Caudal punta del aguacero (m<sup>3</sup>/s)

$\bar{K}$ : Factor de erosionabilidad del suelo de la cuenca de estudio ( $\frac{t \cdot m^2 \cdot h}{ha \cdot J \cdot cm}$ )

$\bar{C}$ : Factor cultivo y ordenación de la cuenca (adimensional)

$\bar{L}$ : Factor longitudinal del declive de la cuenca (adimensional)

$\bar{S}$ : Factor pendiente de la cuenca (adimensional)

$\bar{P}$ : Factor prácticas de conservación del suelo de la cuenca (adimensional)

- **Factor de erosionabilidad del suelo K**

Este factor indica el valor de la erosión por unidad de índice de erosión pluvial, para un suelo determinado en barbecho continuo, con una pendiente del 9% y una longitud de declive de 22,1.



Este valor se obtuvo mediante una fórmula:

$$K = 10^{-6} * 2,71M^{1,14} (12 - a) + 0,042 (b - 2) + 0,0323 (c - 3)$$

$$M = (\% \text{ limo} + \% \text{ arena muy fina})(100 - \% \text{ arcilla})$$

a: materia orgánica del suelo

b: grado de estructura del suelo:

- 1: granular muy fina ( $\varnothing < 1$  mm)
- 2: granular fina ( $\varnothing = 1-2$  mm)
- 3: granular media a gruesa ( $\varnothing = 2-10$  mm)
- 4: maciza o masiva ( $\varnothing > 10$  mm)

c: grado de permeabilidad (Véase Figura 8)

- 1: Rápida a muy rápida (125-250 mm/h)
- 2: Moderadamente rápida (62 – 125 mm/h)
- 3: Moderada (20 – 62 mm/h)
- 4: Moderadamente lenta (5 - 20 mm/h)
- 5: Lenta (1.2 – 5 mm/h)
- 6: Muy lenta (< 1.2 mm/h)

Siendo en el caso de estudio:

$$M = 4839,35$$

$$a = 1,33$$

$$b = 2$$

$$c = 4$$

$$K = 10^{-6} * 2,71 * 4839^{1,14} (12 - a) + 0,042 (b - 2) + 0,0323 (c - 3)$$

$$K = 10^{-6} * 2,71 * 4839^{1,14} * (12 - 1,33) + 0,042 * (2 - 2) + 0,0323 * (4 - 3)$$

$$K = 0,49 \frac{t * m^2 * h}{ha * J * cm}$$

### • Factor de vegetación C

Se define como la relación existente entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un tipo de vegetación y con unas determinadas técnicas de cultivo y las pérdidas correspondientes al barbecho continuo (Véase Figura 5).

La determinación del valor C para cubiertas forestales se realiza a partir de la tabla

Teniendo en cuenta la distribución de usos de la cuenca,

Tabla 13. Factor de vegetación C para cada una de las subcuencas.

Subcuencas	Tipo de cubierta	%Cubierta	Factor C
1	Plantas, herbáceas y matorjos	25	0,2
2		25	0,2
3		25	0,2
4		50	0,16

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

- **Factor de prácticas de conservación de suelos P**

Dado que no se realiza ningún tipo de práctica de conservación de suelos, el factor P toma el valor de P=1.

- **Factor topográfico LxS**

Son valores adimensionales y representan:

La longitud de pendiente (L) es definida como la distancia horizontal desde el origen de un flujo hasta el punto, donde: El gradiente de la pendiente reduce lo suficiente para que la deposición comience, y el escurrimiento llega a ser concentrado en un canal definido. La longitud de pendiente, es la proyección horizontal, no la distancia paralela a la superficie del suelo.

La inclinación de la pendiente (S) es el factor de inclinación de la pendiente refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión. El potencial de erosión se incrementa con la inclinación de la pendiente.

La pendiente y la longitud de la pendiente son medidas perpendicular a las curvas de nivel.

Se calcula a partir de la siguiente fórmula,

- Para pendientes menores del 9%

$$\overline{LxS} = \left(\frac{\gamma}{22,13}\right)^{0,3} * (0,065 + 0,0454s + 0,0065s^2)$$

- Para pendientes mayores del 9%

$$\overline{LxS} = \left(\frac{\gamma}{22,13}\right)^{0,3} * \left(\frac{S}{9}\right)^{1,3}$$

Siendo,

$$\gamma (m) = 500 * \frac{S (km^2)}{Lríos (km)}$$

$$s (\%) = \frac{Dcn (km) * Ltcn (km)}{S (km^2)} * 100$$

LxS = Factor topográfico de la MUSLE

$\gamma$  = Longitud media de la ladera

S = Pendiente media de la cuenca

Lríos = Longitud de los cursos de agua de la cuenca

Dcn: Distancia entre curvas de nivel

Ltcn: Longitud de todas las curvas de nivel

Tabla 14. Factor LxS (MUSLE) para cada una de las diferentes subcuencas de estudio.

Cuenca	Longitud (m)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Longitud ríos (km)	Pendiente media (%)	Factor LxS MUSLE
Subcuenca 1	43,157	0,03841	0,445	57,6	13,648

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 14 (cont)15. Factor LxS (MUSLE) para cada una de las diferentes subcuencas de estudio.

Cuenca	Longitud (m)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Longitud ríos (km)	Pendiente media (%)	Factor LxS MUSLE
Subcuenca 2	37,180	0,02149	0,289	36,48	7,207
Subcuenca 3	53,706	0,01536	0,143	53,57	13,262
Subcuenca 4	65,371	0,04576	0,350	48,12	12,236

- **Escorrentía y caudal punta**

Estos datos han sido calculados anteriormente.

Tabla 15. Caudal calculado por el método racional modificado para cada una de las subcuencas.

Unidad hidrológica	Caudal método racional modificado (m <sup>3</sup> /s)
Subcuenca 1	0,835
Subcuenca 2	0,384
Subcuenca 3	0,363
Subcuenca 4	0,954

Tabla 16. Cálculo de la escorrentía para cada una de las diferentes subcuencas.

Subcuenca	Es (mm)
1	0,33
2	0,87
3	0,18
4	0,42

- **Calculo de la perdida de suelo por erosión**

Por lo que uniendo todos los factores calculados,

$$Y(t) = 11,8 * (Es * Qp)^{0,56} * \bar{K} * \bar{L} * \bar{S} * \bar{C} * \bar{P}$$

Tabla 17. Calculo de la perdida de suelo por erosión e interpretación del grado de erosión hídrica.

Subcuenca	Q (m <sup>3</sup> /s)	Es (m <sup>3</sup> )	$\bar{P}$	$\bar{K} \left( \frac{t * m^2 * h}{ha * J * cm} \right)$	$\bar{C}$	$\bar{L} * \bar{S}$	Y (t)	Grado de erosión hídrica
1	0,835	12,556	1	0,49	0,2	13,648	58,841	Alta
2	0,384	18,625	1	0,49	0,2	7,207	25,067	Moderada
3	0,363	2,820	1	0,49	0,2	13,262	15,538	Moderada
4	0,954	19,118	1	0,49	0,16	12,236	57,531	Alta

Se incluye en la clasificación de Fao – Pnuma – Unesco (1981) referente a las pérdidas de suelo como consecuencia de la erosión hídrica:

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 18. Interpretación del grado de erosión hídrica en función de las pérdidas de suelo.

Pérdidas de suelo	Grado de erosión hídrica
Menor de 10	Ninguna o ligera
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
Mayor de 200	Muy alta

Como consecuencia de esta clasificación, podemos clasificar a las subcuencas 2-3 como subcuencas con un grado de erosión hídrica moderada, y a las subcuencas 1 y 4 con un grado de erosión hídrica alta.

## 2. CALCULOS REALIZADOS PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS

### 2.1. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE AVENIDA

Para la estación de Zamadueñas:

$$S = 10,593$$

$$\alpha = 0,12108$$

$$\mu = 26,5298$$

Con estos valores sustituimos en la ley de distribución de Gumbel:

$$F(x) = e^{-\alpha(x-\mu)} = e^{-0,12108(x-26,5298)}$$

Se verifica que el máximo valor absoluto de dichas diferencias, es inferior al valor crítico fijado por Kolmogorov para un tamaño de muestra de 30 valores.

El período de retorno y la función  $F(x)$  están relacionados a través de la ecuación

$$F(x) = 1 - \frac{1}{T}$$

Se utiliza un periodo de retorno de 25 años por considerarse más económico y más probable que el caso anterior.

$$1 - \frac{1}{25} = 0,96$$

$$e^{-0,12108(x-26,5298)} = 0,96 \rightarrow x = 52,95 \text{ mm}$$

Estos son los valores de la precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 25 años calculados por el método de Gumbel. Sin embargo se puede observar que de nuevo, estos valores no coinciden con los calculados por los otros métodos, el método de Elías Castillo de la Monografía número 21 del ICONA (1973), o el método propuesto por el Ministerio de Fomento para la construcción de obras civiles.

El método propuesto por Elías Castillo se fundamenta en la siguiente ecuación:

$$P_{max,d(t)} = \bar{P} + K(T, N) * S$$

Siendo:

$P_{max,d(t)}$ : Precipitación máxima diaria para un período de retorno  $T$

$\bar{P}$ : Media de la serie de precipitaciones máximas diarias de la serie

S: Desviación típica

$K(T,N)$ : Es el coeficiente que se obtiene mediante la fórmula  $K(T,N) = \frac{y - \bar{y}_n}{S_n}$ , en función del período de retorno (T) y del tamaño de la serie (N)

$$P_{max,d(t)} = 31,297 + 2,39 * 10,593 = 56,61 \text{ mm}$$

Por último se comparan los resultados con el último método, el método de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (1999).

$$P_{max,d(t)} = \bar{P} + K(T, Cv)$$

Siendo:

$P_{max,d(t)}$ : Precipitación máxima diaria para un período de retorno T

$\bar{P}$ : Media de la serie de precipitaciones máximas diarias de la serie

Cv: Coeficiente de variación

Según el plano para el cálculo de máximas precipitaciones diarias:

$$\bar{P} = 34 \text{ mm}$$

$$T = 25 \text{ años}$$

$$Cv = 0,33$$

$$K(T, Cv) = 1,686$$

$$P_{max,d(50)} = 57,3 \text{ mm}$$

Se compararon los resultados de la precipitación por los tres métodos, y se seleccionó como precipitación máxima de avenida, aquella que diera el valor máximo, dado que se considera como el factor más importante la seguridad de la obra. Por lo tanto, el resultado obtenido como precipitación máxima en 24 horas es de 57,3 mm.

## 2.2. ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA

### 2.2.1. CÁLCULOS (MARTINEZ & NAVARRO, 1996)

La clasificación de los complejos suelo – vegetación se ha realizado a partir de la cartografía edáfica y vegetal, y de la ortofoto. Se han distinguido los siguientes complejos hidrológicos.

Tabla 19. Grupo USDA del suelo para cada una de las subcuencas.

Unidad hidrológica	Uso del suelo	Grupo USDA del suelo	Superficie (km <sup>2</sup> )	% Superficie
Subcuenca 1	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,03841	31,74
Subcuenca 2	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,02149	17,76
Subcuenca 3	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,01536	12,69
Subcuenca 4	Pastizal pobre-Barbecho	D	0,04576	37,81
Total			0,12102	100

Por lo que se puede afirmar (Véase Figuras 3 y 4),

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 20. Números de curva para las diferentes subcuencas según su grupo hidrológico USDA.

Unidad hidrológica	Uso del suelo	Grupo USDA	Numero de curva		
			Condición I	Condición II	Condición III
Subcuenca 1	Pastizal pobre-Barbecho	D	78	90	96
Subcuenca 2	Pastizal pobre-Barbecho	D	78	90	96
Subcuenca 3	Pastizal pobre-Barbecho	D	78	90	96
Subcuenca 4	Pastizal pobre-Barbecho	D	78	90	96

En este proyecto se utilizarán los valores de la condición II, por ser la más adecuada para el cálculo de la obra.

$$S = \frac{25400 - 254N}{N} = \frac{25400 - 254 * 90}{90} = 28,22 \text{ mm}$$

$$P_o = 0,2 * S = 0,2 * 28,22 = 5,64 \text{ mm}$$

- Determinar el coeficiente K con ayuda del mapa de ISOLÍNEAS elaborado por el MOPU.

$$K = \frac{I_1}{I_d}$$

$I_1$ : Intensidad de lluvia horaria para un período de retorno T

$I_d$ : Intensidad de lluvia diaria para un período de retorno T

La zona de estudio se encuentra en las proximidades de la isolinia K=10,

- Determinar la intensidad del aguacero de cálculo

$$\frac{I}{I_d} = K \frac{28^{0,1-Tc^{0,1}}}{28^{0,1-1}}, \text{ donde } I = \frac{P^*}{Tc}$$

En el caso de la zona de estudio:

Tabla 21. Intensidad del aguacero de cálculo para las diferentes subcuencas.

Cuenca	I/I <sub>d</sub>	I <sub>d</sub> (mm/h)	I (mm/h)
1	33,55	2,39	80,11
2	27,55	2,39	65,78
3	36,47	2,39	87,08
4	32,17	2,39	76,80

- Determinar la precipitación de cálculo

$$I = \frac{P^*}{Tc} \rightarrow P^* = I * Tc$$

Tabla 22. Precipitación de cálculo para las diferentes subcuencas.

Cuenca	I/I <sub>d</sub>	I <sub>d</sub> (mm/h)	I (mm/h)	P* (mm)
1	33,55	2,39	80,11	7,79

Tabla 22 (cont). Precipitación de cálculo para las diferentes subcuencas.

Cuenca	I/Id	Id (mm/h)	I (mm/h)	P* (mm)
2	27,55	2,39	65,78	9,72
3	36,47	2,39	87,08	7,05
4	32,17	2,39	76,80	8,18

- Determinar la escorrentía en función de la precipitación de cálculo determinada en el paso anterior

$$Es = \frac{(P - Po)^2}{P + 4Po}$$

Tabla 23. Escorrentía de cada subcuenca en función de la precipitación de cálculo.

Cuenca	I/c/Id	Id (mm/h)	I (mm/h)	P* (mm)	Po (mm)	Es (mm)
1	33,55	2,39	80,11	7,79	5,64	0,151
2	27,55	2,39	65,78	9,72	5,64	0,514
3	36,47	2,39	87,08	7,05	5,64	0,067
4	32,17	2,39	76,80	8,18	5,64	0,209

- Determinar el coeficiente de escorrentía para esta escorrentía

Tabla 24. Coeficiente de escorrentía para cada una de las subcuencas de estudio.

Cuenca	Es (mm)	P* (mm)	C	C (%)
1	0,151	7,79	0,019	1,94
2	0,514	9,72	0,053	5,29
3	0,067	7,05	0,009	0,95
4	0,209	8,18	0,026	2,55

## 2.3. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO

Para su cálculo, sólo se va a determinar el caudal por el método racional modificado de Temez, ya que en el caso anterior, ya se ha determinado que será el método más adecuado para ello.

### 2.3.1. METODO RACIONAL MODIFICADO DE TEMEZ (TEMEZ, 1991)

$$Qp = \frac{C * I * S}{3}$$

Donde, Qp = Caudal punta correspondiente a un periodo de retorno dado (m<sup>3</sup>/s)

I = Intensidad media de lluvia para un intervalo de duración Tc (mm/h)

S = Superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)

C = Coeficiente de escorrentía superficial en el aguacero de cálculo

El primer valor a calcular, es el coeficiente de escorrentía superficial (C) a través de la siguiente fórmula:

$$C = \frac{(Pd - Po) * (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde: Pd: Precipitación máxima diaria con el período de retorno T

Po: Umbral de escorrentía obtenido a partir de tablas y que es función del número de curva.

Tabla 25. Coeficiente de escorrentía para cada una de las subcuencas de estudio.

Cuenca	Pmax,t=25 (mm)	Po (mm)	C
1	57,3	5,6	0,678
2	57,3	5,6	0,678
3	57,3	5,6	0,678
4	57,3	5,6	0,678

Finalmente se calcula el caudal máximo para un período de retorno de 25 años.

$$Qp = \frac{C * I * S}{3}$$

Tabla 26. Calculo del caudal máximo de cada una de las subcuencas para un periodo de retorno de 25 años.

Método racional modificado				
Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	C	I (mm/h)	Qpunta (m <sup>3</sup> /s)
1	0,03841	0,678	80,11	0,696
2	0,02149	0,678	65,78	0,320
3	0,01536	0,678	87,08	0,302
4	0,04576	0,678	76,80	0,794

## 2.4. CUANTIFICACIÓN DE LA EROSION HIDRICA

### 2.4.1. EROSION LAMINAR Y EN REGUEROS

Para evaluar la erosión de la cuenca, se va a utilizar el modelo paramétrico MUSLE (Ecuación Modificada Universal de Pérdidas de Suelo). La expresión para el cálculo se expresa a continuación:

$$Y(t) = 11,8 * (Es * Qp)^{0,56} * \bar{K} * \bar{L} * \bar{S} * \bar{C} * \bar{P}$$

Siendo: Y: peso de los sedimentos transportados fuera de la cuenca (t)

Es: Escorrentía superficial generada por el aguacero (m3)

Qp: Caudal punta del aguacero (m3/s)

$\bar{K}$ : Factor de erosionabilidad del suelo de la cuenca de estudio ( $\frac{t * m^2 * h}{ha * J * cm}$ )

$\bar{C}$ : Factor cultivo y ordenación de la cuenca (adimensional)

$\bar{L}$ : Factor longitudinal del declive de la cuenca (adimensional)

$\bar{S}$ : Factor pendiente de la cuenca (adimensional)

$\bar{P}$ : Factor prácticas de conservación del suelo de la cuenca (adimensional)



- **Factor de erosionabilidad del suelo K**

Este factor indica el valor de la erosión por unidad de índice de erosión pluvial, para un suelo determinado en barbecho continuo, con una pendiente del 9% y una longitud de declive de 22.1.

Este valor se obtuvo mediante una fórmula:

$$K = 10^{-6} * 2,71M^{1,14} (12 - a) + 0,042 (b - 2) + 0,0323 (c - 3)$$

$$M = (\% \text{ limo} + \% \text{ arena muy fina})(100 - \% \text{ arcilla})$$

a: materia orgánica del suelo

b: grado de estructura del suelo:

- 1: granular muy fina ( $\varnothing < 1$  mm)
- 2: granular fina ( $\varnothing = 1-2$  mm)
- 3: granular media a gruesa ( $\varnothing = 2-10$  mm)
- 4: maciza o masiva ( $\varnothing > 10$  mm)

c: grado de permeabilidad (Vease Figura 8)

- 1: Rápida a muy rápida (125-250 mm/h)
- 2: Moderadamente rápida (62 – 125 mm/h)
- 3: Moderada (20 – 62 mm/h)
- 4: Moderadamente lenta (5 - 20 mm/h)
- 5: Lenta (1.2 – 5 mm/h)
- 6: Muy lenta (< 1.2 mm/h)

Siendo en el caso de estudio:

$$M = 4839,35$$

$$a = 1,33$$

$$b = 2$$

$$c = 4$$

$$K = 10^{-6} * 2,71 * 4839^{1,14} (12 - a) + 0,042 (b - 2) + 0,0323 (c - 3)$$

$$K = 10^{-6} * 2,71 * 4839^{1,14} * (12 - 1,33) + 0,042 * (2 - 2) + 0,0323 * (4 - 3)$$

$$K = 0,49 \frac{t * m^2 * h}{ha * J * cm}$$

- **Factor de vegetación C**

Se define como la relación existente entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un tipo de vegetación y con unas determinadas técnicas de cultivo y las pérdidas correspondientes al barbecho continuo (Véase Figura 5).

La determinación del valor C para cubiertas forestales se realiza a partir de la Figura 5.

Teniendo en cuenta la distribución de usos de la cuenca.

Tabla 27. Cálculo del factor C de cada una de las subcuencas de estudio.

Subcuencas	Tipo de cubierta	%Cubierta	Factor C
1	Plantas, herbáceas y matorros	25	0,2
2		25	0,2
3		25	0,2
4		50	0,16

- **Factor de prácticas de conservación de suelos P**

Dado que no se realiza ningún tipo de práctica de conservación de suelos, el factor P toma el valor de P=1.

- **Factor topográfico LxS**

Son valores adimensionales y representan:

La longitud de pendiente (L) es definida como la distancia horizontal desde el origen de un flujo hasta el punto, donde: El gradiente de la pendiente reduce lo suficiente para que la deposición comience, y el escurrimiento llega a ser concentrado en un canal definido.

La longitud de pendiente, es la proyección horizontal, no la distancia paralela a la superficie del suelo.

La inclinación de la pendiente (S) es el factor de inclinación de la pendiente refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión. El potencial de erosión se incrementa con la inclinación de la pendiente.

La pendiente y la longitud de la pendiente son medidas perpendicular a las curvas de nivel.

Se calcula a partir de la siguiente fórmula,

Para pendientes menores del 9%:

$$\overline{LxS} = \left(\frac{\gamma}{22,13}\right)^{0,3} * (0,065 + 0,0454s + 0,0065s^2)$$

Para pendientes mayores del 9%:

$$\overline{LxS} = \left(\frac{\gamma}{22,13}\right)^{0,3} * \left(\frac{S}{9}\right)^{1,3}$$

Siendo,

$$s (\%) = \frac{Dcn (km) * Ltcn (km)}{S (km^2)} * 100$$

$$\gamma (m) = 500 * \frac{S (km^2)}{Lrios (km)}$$

LxS = Factor topográfico de la MUSLE

$\gamma$  = Longitud media de la ladera (m)

S = Pendiente media de la cuenca (%)

Lrios = Longitud de los cursos de agua de la cuenca (km)

Dcn: Distancia entre curvas de nivel (km)

Ltcn: Longitud de todas las curvas de nivel (km)

Tabla 28. Factor LxS de la MUSLE para cada una de las subcuencas.

Cuenca	Longitud (m)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Longitud ríos (km)	Pendiente media (%)	Factor LxS MUSLE
Subcuenca 1	43,157	0,03841	0,445	57,6	13,648
Subcuenca 2	37,180	0,02149	0,289	36,48	7,207
Subcuenca 3	53,706	0,01536	0,143	53,57	13,262
Subcuenca 4	65,371	0,04576	0,350	48,12	12,236

- **Escorrentía y caudal punta**

Estos datos han sido calculados anteriormente.

Tabla 29. Caudal punta para cada una de las diferentes subcuencas de estudio.

Unidad hidrológica	Qpunta (m <sup>3</sup> /s)
Subcuenca 1	0,696
Subcuenca 2	0,320
Subcuenca 3	0,302
Subcuenca 4	0,794

Tabla 30. Escorrentía producida por el caudal punta en cada una de las diferentes subcuencas.

Subcuenca	Es (mm)
1	0,15
2	0,51
3	0,07
4	0,21

- **Calculo de la perdida de suelo por erosión**

Por lo que uniendo todos los factores calculados,

$$Y(t) = 11,8 * (Es * Qp)^{0,56} * \bar{K} * \bar{L} * \bar{S} * \bar{C} * \bar{P}$$

Tabla 31. Pérdidas de suelo por erosión e interpretación del grado de la erosión hídrica.

Subcuenca	Q (m <sup>3</sup> /s)	Es (m <sup>3</sup> )	$\bar{P}$	$\bar{K} \left( \frac{t \cdot m^2 \cdot h}{ha \cdot J \cdot cm} \right)$	$\bar{C}$	$\bar{L} * \bar{S}$	Y (t)	Grado de erosión hídrica
1	0,696	5,813	1	0,49	0,2	13,648	34,509	Moderada
2	0,320	11,041	1	0,49	0,2	7,207	16,884	Moderada
3	0,302	1,029	1	0,49	0,2	13,262	7,974	Ligera
4	0,794	9,555	1	0,49	0,16	12,236	35,220	Moderada

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Se incluye en la clasificación de Fao – Pnuma – Unesco (1981) referente a las pérdidas de suelo como consecuencia de la erosión hídrica:

*Tabla 32. Interpretación del grado de erosión hídrica en función de las pérdidas de suelo producidas.*

<b>Pérdidas de suelo</b>	<b>Grado de erosión hídrica</b>
Menor de 10	Ninguna o ligera
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
Mayor de 200	Muy alta

Como consecuencia de esta clasificación, podemos clasificar a las subcuencas 1-2-4 como subcuencas con un grado de erosión hídrica moderada, y a la subcuenca 3 con un grado de erosión hídrica ligera.

### 3. TABLAS Y FIGURAS ADICIONALES

Tabla 33. Precipitación máxima en 24 horas medida en milímetros y ordenada de menor a mayor.

<b>n</b>	<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>P máxima en 24 horas</b>
1	2010	Abril	18,4
2	1991	Abril	18,5
3	1985	Diciembre	19,1
4	2002	Octubre	20,5
5	1992	Diciembre	21,7
6	2000	Junio	22,7
7	1994	Octubre	22,8
8	1990	Junio	23,1
9	2005	Noviembre	23,2
10	1987	Septiembre	23,4
11	1986	Mayo	24,9
12	2001	Enero	25,7
13	2004	Noviembre	25,7
14	1993	Octubre	26,1
15	2012	Octubre	26,6
16	2003	Octubre	27
17	2009	Octubre	27,3
18	1988	Julio	31,5
19	2008	Mayo	33
20	1998	Enero	35,1
21	1983	Agosto	36,9
22	1999	Julio	37,3
23	1989	Diciembre	39,1
24	1995	Junio	41,4
25	1996	Abril	41,8
26	2011	Mayo	43,5
27	2007	Septiembre	46,6
28	1984	Noviembre	49,3
29	1997	Noviembre	53
30	2006	Octubre	53,7

Tabla 34. Frecuencia calculada por la fórmula de Weibull.

n	Año	Mes	P máxima en 24 horas (mm)	Frecuencia formula Weibull
1	2010	Abril	18,4	0,032
2	1991	Abril	18,5	0,065
3	1985	Diciembre	19,1	0,097
4	2002	Octubre	20,5	0,129
5	1992	Diciembre	21,7	0,161
6	2000	Junio	22,7	0,194
7	1994	Octubre	22,8	0,226
8	1990	Junio	23,1	0,258
9	2005	Noviembre	23,2	0,290
10	1987	Septiembre	23,4	0,323
11	1986	Mayo	24,9	0,355
12	2001	Enero	25,7	0,387
13	2004	Noviembre	25,7	0,419
14	1993	Octubre	26,1	0,452
15	2012	Octubre	26,6	0,484
16	2003	Octubre	27	0,516
17	2009	Octubre	27,3	0,548
18	1988	Julio	31,5	0,581
19	2008	Mayo	33	0,613
20	1998	Enero	35,1	0,645
21	1983	Agosto	36,9	0,677
22	1999	Julio	37,3	0,710
23	1989	Diciembre	39,1	0,742
24	1995	Junio	41,4	0,774
25	1996	Abril	41,8	0,806
26	2011	Mayo	43,5	0,839
27	2007	Septiembre	46,6	0,871
28	1984	Noviembre	49,3	0,903
29	1997	Noviembre	53	0,935
30	2006	Octubre	53,7	0,968

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 35. Test de bondad del ajuste.

n	Año	Mes	P máxima 24 horas (mm)	Frecuencia formula Weibull	Desv, típica	á	η	Test de bondad	Diferencia
1	2010	Abril	18,4	0,032	10,593	0,12107651	26,5298	0,0688	0,0366
2	1991	Abril	18,5	0,065	10,593	0,12107651	26,5298	0,0711	0,0066
3	1985	Diciembre	19,1	0,097	10,593	0,12107651	26,5298	0,0856	0,0112
4	2002	Octubre	20,5	0,129	10,593	0,12107651	26,5298	0,1255	0,0035
5	1992	Diciembre	21,7	0,161	10,593	0,12107651	26,5298	0,1662	0,0049
6	2000	Junio	22,7	0,194	10,593	0,12107651	26,5298	0,2039	0,0104
7	1994	Octubre	22,8	0,226	10,593	0,12107651	26,5298	0,2079	0,0179
8	1990	Junio	23,1	0,258	10,593	0,12107651	26,5298	0,2199	0,0382
9	2005	Noviembre	23,2	0,290	10,593	0,12107651	26,5298	0,2239	0,0664
10	1987	Septiembre	23,4	0,323	10,593	0,12107651	26,5298	0,2321	0,0905
11	1986	Mayo	24,9	0,355	10,593	0,12107651	26,5298	0,2958	0,0591
12	2001	Enero	25,7	0,387	10,593	0,12107651	26,5298	0,3310	0,0561
13	2004	Noviembre	25,7	0,419	10,593	0,12107651	26,5298	0,3310	0,0884
14	1993	Octubre	26,1	0,452	10,593	0,12107651	26,5298	0,3487	0,1029
15	2012	Octubre	26,6	0,484	10,593	0,12107651	26,5298	0,3710	0,1129
16	2003	Octubre	27	0,516	10,593	0,12107651	26,5298	0,3888	0,1273
17	2009	Octubre	27,3	0,548	10,593	0,12107651	26,5298	0,4021	0,1463
18	1988	Julio	31,5	0,581	10,593	0,12107651	26,5298	0,5782	0,0024
19	2008	Mayo	33	0,613	10,593	0,12107651	26,5298	0,6333	0,0204
20	1998	Enero	35,1	0,645	10,593	0,12107651	26,5298	0,7017	0,0565
21	1983	Agosto	36,9	0,677	10,593	0,12107651	26,5298	0,7521	0,0747
22	1999	Julio	37,3	0,710	10,593	0,12107651	26,5298	0,7623	0,0526
23	1989	Diciembre	39,1	0,742	10,593	0,12107651	26,5298	0,8039	0,0620
24	1995	Junio	41,4	0,774	10,593	0,12107651	26,5298	0,8477	0,0735
25	1996	Abril	41,8	0,806	10,593	0,12107651	26,5298	0,8543	0,0479
26	2011	Mayo	43,5	0,839	10,593	0,12107651	26,5298	0,8797	0,0410
27	2007	Septiembre	46,6	0,871	10,593	0,12107651	26,5298	0,9157	0,0448
28	1984	Noviembre	49,3	0,903	10,593	0,12107651	26,5298	0,9385	0,0353
29	1997	Noviembre	53	0,935	10,593	0,12107651	26,5298	0,9602	0,0248
30	2006	Octubre	53,7	0,968	10,593	0,12107651	26,5298	0,9634	0,0043

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



**Test de Kolmogorov-Smirnov sobre Bondad de Ajuste**

*Nivel de significación  $\alpha$*

<i>n</i>	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.90000	0.95000	0.97500	0.99000	0.99500	0.99750	0.99900	0.99950
2	0.68337	0.77639	0.84189	0.90000	0.92929	0.95000	0.96838	0.97764
3	0.56481	0.63604	0.70760	0.78456	0.82900	0.86438	0.90000	0.92065
4	0.49265	0.56522	0.62394	0.68887	0.73424	0.77639	0.82217	0.85047
5	0.44698	0.50945	0.56328	0.62718	0.66853	0.70543	0.75000	0.78137
6	0.41037	0.46799	0.51926	0.57741	0.61661	0.65287	0.69571	0.72479
7	0.38148	0.43607	0.48342	0.53844	0.57581	0.60975	0.65071	0.67930
8	0.35831	0.40962	0.45427	0.50654	0.54179	0.57429	0.61368	0.64098
9	0.33910	0.38746	0.43001	0.47960	0.51332	0.54443	0.58210	0.60846
10	0.32260	0.36866	0.40925	0.45562	0.48893	0.51872	0.55500	0.58042
11	0.30829	0.35242	0.39122	0.43670	0.46770	0.49539	0.53135	0.55588
12	0.29577	0.33815	0.37543	0.41918	0.44905	0.47672	0.51047	0.53422
13	0.28470	0.32549	0.36143	0.40362	0.43247	0.45921	0.49189	0.51490
14	0.27481	0.31417	0.34890	0.38970	0.41762	0.44352	0.47520	0.49753
15	0.26589	0.30397	0.33750	0.37713	0.40420	0.42934	0.45611	0.48182
16	0.25778	0.29472	0.32733	0.36571	0.39201	0.41644	0.44637	0.46750
17	0.25039	0.28627	0.31796	0.35528	0.38086	0.40464	0.43380	0.45540
18	0.24360	0.27851	0.30936	0.34569	0.37062	0.39380	0.42224	0.44234
19	0.23735	0.27136	0.30143	0.33685	0.36117	0.38379	0.41156	0.43119
20	0.23156	0.26473	0.29408	0.32866	0.35241	0.37451	0.40165	0.42085
21	0.22517	0.25858	0.28724	0.32104	0.34426	0.36588	0.39243	0.41122
22	0.22115	0.25283	0.28087	0.31394	0.33666	0.35782	0.38382	0.40223
23	0.21646	0.24746	0.27491	0.30728	0.32954	0.35027	0.37575	0.39380
24	0.21205	0.24242	0.26931	0.30104	0.32286	0.34318	0.36787	0.38588
25	0.20790	0.23768	0.26404	0.29518	0.31657	0.33651	0.36104	0.37743
26	0.20399	0.23320	0.25908	0.28962	0.30963	0.33022	0.35431	0.37139
27	0.20030	0.22898	0.25438	0.28438	0.30502	0.32425	0.34794	0.36473
28	0.19680	0.22497	0.24993	0.27942	0.29971	0.31862	0.34190	0.35842
29	0.19348	0.22117	0.24571	0.27471	0.29466	0.31327	0.33617	0.35242
30	0.19032	0.21756	0.24170	0.27023	0.28986	0.30818	0.33072	0.34672
31	0.18732	0.21412	0.23788	0.26596	0.28529	0.30333	0.32553	0.34129
32	0.18445	0.21085	0.23424	0.26189	0.28094	0.29870	0.32058	0.33611
33	0.18171	0.20771	0.23076	0.25801	0.27577	0.29428	0.31584	0.33115
34	0.17909	0.21472	0.22743	0.25429	0.27271	0.29005	0.31131	0.32641
35	0.17659	0.20185	0.22425	0.25073	0.26897	0.28600	0.30597	0.32187
36	0.17418	0.19910	0.22119	0.24732	0.26532	0.28211	0.30281	0.31751
37	0.17188	0.19646	0.21826	0.24404	0.26180	0.27838	0.29882	0.31333
38	0.16966	0.19392	0.21544	0.24089	0.25843	0.27483	0.29498	0.30931
39	0.16753	0.19148	0.21273	0.23785	0.25518	0.27135	0.29125	0.30544
40	0.16547	0.18913	0.21012	0.23494	0.25205	0.26803	0.28772	0.30171
41	0.16349	0.18687	0.20760	0.23213	0.24904	0.26482	0.28429	0.29811
42	0.16158	0.18468	0.20517	0.22941	0.24613	0.26173	0.28097	0.29465
43	0.15974	0.18257	0.20283	0.22679	0.24332	0.25875	0.27778	0.29130
44	0.15795	0.18051	0.20056	0.22426	0.24060	0.25587	0.27468	0.28806
45	0.15623	0.17856	0.19837	0.22181	0.23798	0.25308	0.27169	0.28493
46	0.15457	0.17665	0.19625	0.21944	0.23544	0.25038	0.26880	0.28190
47	0.15295	0.17481	0.19420	0.21715	0.23298	0.24776	0.26600	0.27896
48	0.15139	0.17301	0.19221	0.21493	0.23059	0.24523	0.26328	0.27611
49	0.14987	0.17128	0.19028	0.21281	0.22832	0.24281	0.26069	0.27339
50	0.14840	0.16959	0.18841	0.21068	0.22604	0.24039	0.25809	0.27067
<i>n</i> > 50	1.07 $\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	1.22 $\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	1.36 $\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	1.52 $\frac{1.52}{\sqrt{n}}$	1.63 $\frac{1.63}{\sqrt{n}}$	1.73 $\frac{1.73}{\sqrt{n}}$	1.85 $\frac{1.85}{\sqrt{n}}$	1.95 $\frac{1.95}{\sqrt{n}}$

Figura 1. Nivel de significación para el test de bondad de ajuste del Test de Kolmogorov-Smirnov.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



TABLA 1.- VALORES DE  $K(T,n) = (y - \bar{y}) / S_n$

Número de años	Periodo de retorno T (años)								
	2	5	10	15	20	25	30	50	100
10	-0.14	1.05	1.83	2.27	2.58	2.82	3.02	3.56	4.29
11	-0.14	1.03	1.81	2.25	2.55	2.79	2.98	3.52	4.24
12	-0.14	1.01	1.78	2.21	2.51	2.74	2.93	3.46	4.18
13	-0.14	1.00	1.75	2.17	2.47	2.70	2.89	3.40	4.11
14	-0.14	0.98	1.72	2.14	2.44	2.66	2.85	3.36	4.05
15	-0.14	0.96	1.70	2.12	2.41	2.63	2.81	3.32	4.00
16	-0.14	0.95	1.68	2.09	2.38	2.60	2.78	3.28	3.96
17	-0.14	0.94	1.67	2.07	2.36	2.58	2.76	3.25	3.93
18	-0.15	0.93	1.65	2.06	2.33	2.56	2.73	3.22	3.89
19	-0.15	0.92	1.64	2.04	2.32	2.54	2.72	3.20	3.87
20	-0.15	0.92	1.62	2.02	2.30	2.52	2.69	3.18	3.84
21	-0.15	0.91	1.61	2.01	2.29	2.50	2.67	3.16	3.81
22	-0.15	0.90	1.60	2.00	2.27	2.48	2.66	3.14	3.79
23	-0.15	0.90	1.59	1.98	2.26	2.47	2.64	3.12	3.77
24	-0.15	0.89	1.58	1.97	2.25	2.46	2.63	3.10	3.75
25	-0.15	0.88	1.58	1.96	2.23	2.44	2.61	3.09	3.73
26	-0.15	0.88	1.57	1.95	2.22	2.43	2.60	3.07	3.71
27	-0.15	0.88	1.56	1.94	2.21	2.42	2.59	3.06	3.70
28	-0.15	0.87	1.55	1.94	2.20	2.41	2.58	3.05	3.69
29	-0.15	0.87	1.55	1.93	2.20	2.40	2.57	3.04	3.67
30	-0.15	0.86	1.54	1.92	2.19	2.39	2.56	3.03	3.65

FUENTE: ELÍAS CASTILLO F. & RUIZ BELTRÁN L. (1979) "Precipitaciones máximas en España", pág 525, Monografía núm. 21, ICONA.

Figura 2. Método de Elías Castillo para el cálculo de la precipitación de avenida.

Tabla 1a: Números de Curva en condiciones medias de humedad de suelo (NII) según SCS (en Martínez de Azagra y Navarro Hevia, 1996)							Tabla 1a (cont.): Números de Curva en condiciones medias de humedad de suelo (NII) según SCS (en Martínez de Azagra y Navarro Hevia, 1996)									
TIPO DE VEGETACIÓN	LABOREO	CONDICIÓN HIDROLOGICA A	TIPO DE SUELO				TIPO DE VEGETACIÓN	LABOREO	CONDICIÓN HIDROLOGICA	TIPO DE SUELO.						
			A	B	C	D				A	B	C	D			
Barbecho	desnudo	-	77	86	91	94	Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia	C	pobre	64	75	83	85			
	CR	pobre	76	85	90	93		C	buena	55	69	78	83			
	CR	buena	C+T	pobre	63	76		80	83	C+T	pobre	63	76	80	83	
C+T			buena	51	67	76		80	pobres				68	79	86	89
Cultivos alineados	R	pobre	72	81	88	91	Pastizales o pastos naturales	regulares				49	69	79	84	
	R	buena	67	78	85	89		buenas				39	61	74	80	
	R+CR	pobre	71	80	87	90		Pastizales	C	pobres	47	67	81	88		
	R+CR	buena	64	75	82	85	C		regulares	25	59	75	83			
	C	pobre	70	79	84	88	C		buenas	6	35	70	79			
	C	buena	65	75	82	86	Prados permanentes	-	-	30	58	71	78			
	C+CR	pobre	69	78	83	87		Matorral-herbazal, siendo el matorral preponderante	pobres				48	67	77	83
	C+CR	buena	64	74	81	85	regulares				35	56	70	77		
	C+T	pobre	66	74	80	82	buenas				5	30	48	65	73	
	C+T	buena	62	71	78	81	Combinación de arbolado y herbazal, cultivos agrícolas leñosos	pobres				57	73	82	86	
	C+T+CR	pobre	65	73	79	81		regulares				43	65	76	82	
	C+T+CR	buena	61	70	77	80		buenas				32	58	72	79	
Cultivos no alineados, o con surcos pequeños o mal definidos.	R	pobre	65	76	84	88	Montes con pastos (aprovechamientos silvopastorales)	pobres				45	66	77	83	
	R	buena	63	75	83	87		regulares				36	60	73	79	
	R+CR	pobre	64	75	83	86		buenas				25	55	70	77	
	R+CR	buena	60	72	80	84	Bosques	I muy pobres				56	75	86	91	
	C	pobre	63	74	82	85		II pobres				46	68	78	84	
	C	buena	61	73	81	84		III regulares				36	60	70	76	
	C+CR	pobre	62	73	81	84		IV buenas				26	52	63	69	
	C+CR	buena	60	72	80	83		V muy buenas				15	44	54	61	
	C+T	pobre	61	72	79	82		Caseríos	-				59	74	82	86
	C+T	buena	59	70	78	81	Caminos en tierra		-				72	82	87	89
	C+T+CR	pobre	60	71	78	81			Caminos en firme	-				74	84	90
	C+T+CR	buena	58	69	77	80										
Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia.	R	Pobre	66	77	85	89										
	R	buena	58	72	81	85										

Figura 3. Tabla general para la determinación del número de curva en condición II de humedad.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Cond. II N (II)	Cond. I N (I)	Cond. III N (III)
100	100	100
99	97	100
98	94	99
97	91	99
96	89	99
95	87	98
94	85	98
93	83	98
92	81	97
91	80	97
90	78	96
89	76	96
88	75	95
87	73	95
86	72	94
85	70	94
84	68	93
83	67	93
82	66	92
81	64	92
80	63	91
79	62	91
78	60	90
77	59	89
76	58	89
75	57	88
74	55	88
73	54	87
72	53	86
71	52	86
70	51	85
69	50	84
68	48	84
67	47	83
66	46	82
65	45	82
64	44	81
63	43	80
62	42	79
61	41	78
60	40	78

Figura 4. Tabla para la conversión de las diferentes condiciones de humedad (Martínez y Navarro, 1996).

FACTOR C  
VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS

Cubierta vegetal			Cubierta en contacto con el suelo					
Tipo y altura de la cubierta	Recubrimiento (%)	Tipo	Porcentaje de cubrimiento del suelo					
			0	20	40	60	80	95-100
Columna núm.	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	.45	.20	.10	.042	.013	.003
		W	.45	.24	.15	.090	.043	.011
Plantas herbáceas y matorrales (0,5 m.)	25	G	.36	.17	.09	.038	.012	.003
		W	.36	.20	.13	.082	.041	.011
	50	G	.26	.13	.07	.035	.012	.003
		W	.26	.16	.11	.075	.039	.011
	75	G	.17	.10	.06	.031	.011	.003
		W	.17	.12	.09	.067	.038	.011
Matorral (2 m.)	25	G	.40	.18	.09	.040	.013	.003
		W	.40	.22	.14	.085	.042	.011
	50	G	.34	.16	.085	.038	.012	.003
		W	.34	.19	.13	.081	.041	.011
	75	G	.28	.14	.08	.036	.012	.003
		W	.28	.17	.12	.077	.040	.011
Arbolado sin matorral pequeño apreciable (4 m.)	25	G	.42	.19	.10	.041	.013	.003
		W	.42	.23	.14	.087	.042	.011
	50	G	.39	.18	.09	.040	.013	.003
		W	.39	.21	.14	.085	.042	.011
	75	G	.36	.17	.09	.039	.012	.003
		W	.36	.20	.13	.083	.041	.011

G = cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5 cm. de humus.  
W = ídem por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Figura 5. Valores para el factor C de vegetación (Martínez y Navarro, 1996).



Figura 6. Mapa de isolíneas (MOPU, 1987).

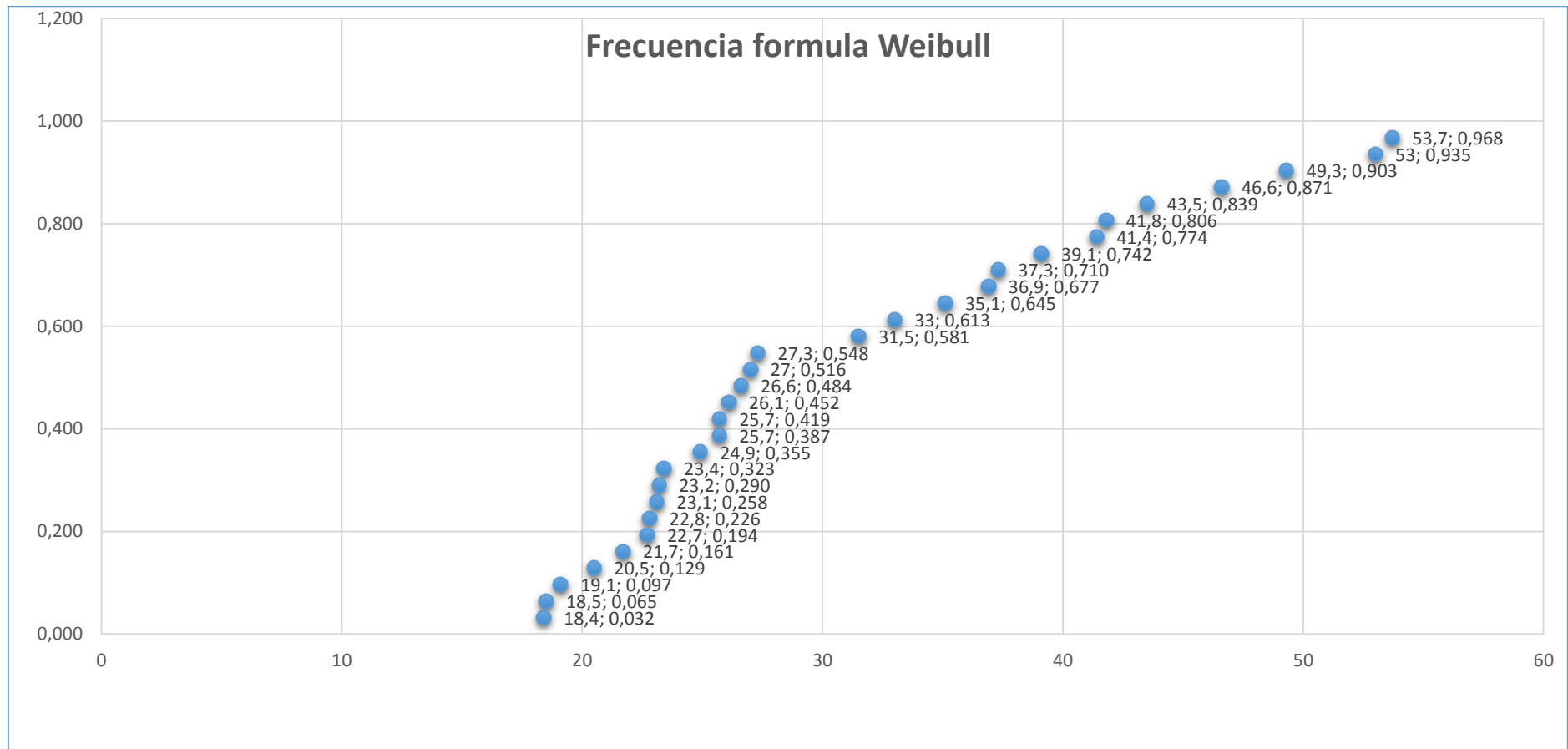


Figura 7. Gráfico de frecuencias realizado por la fórmula de Weibull.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



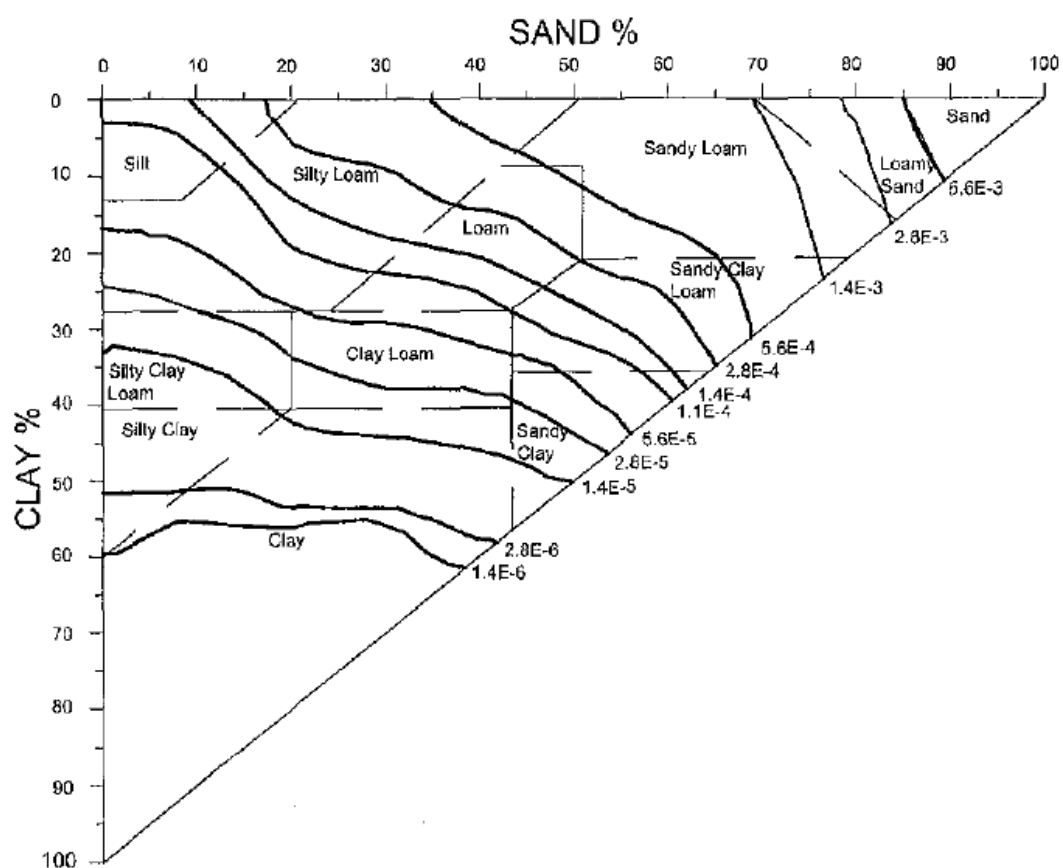


Figura 8. Modelo de Rawl y Brakensiek para la obtención de la permeabilidad del suelo.

# ÍNDICE ANEJO X. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

<b>1. DIQUES PARA LA CORRECCIÓN DEL CAUCE .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ELECCIÓN DE LA FÁBRICA .....</b>	<b>1</b>
1.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	1
1.1.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES.....	1
1.1.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	2
1.1.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS .....	2
1.1.5. ELECCION DEFINITIVA DE FABRICA .....	3
<b>1.2. ELECCION DEL TIPO DE PERFIL .....</b>	<b>4</b>
1.2.1. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS (MARTINEZ Y DIEZ, 2012).....	4
1.2.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES.....	5
1.2.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	5
1.2.4. EVALUACION DE ALTERNATIVAS.....	5
1.2.5. ELECCION DEFINITIVA DEL TIPO DE PERFIL .....	6
<b>2. REPOBLACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. ELECCIÓN DE ESPECIES.....</b>	<b>6</b>
2.1.1. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS .....	6
2.1.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES .....	10
2.1.3. EFECTO DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	11
2.1.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS .....	11
2.1.5. ELECCION DEFINITIVA DE ESPECIE.....	15
<b>2.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO .....</b>	<b>16</b>
2.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	16
2.2.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES .....	21



2.2.3. EFECTOS DE LA PREPARACION DEL TERRENO SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	22
2.2.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS .....	22
2.2.5. ELECCION DEFINITIVA DE METODOS.....	23
2.3. IMPLANTACIÓN VEGETAL .....	24
2.3.1. IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS .....	24
2.3.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES .....	25
2.3.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	26
2.3.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS .....	26
2.3.5. ELECCION DEFINITIVA DE LOS METODOS .....	27
3. CUIDADOS POSTERIORES .....	27
3.1. PROTECTORES DE PLÁNTULAS .....	27
3.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	27
3.1.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES .....	27
3.1.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	28
3.1.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS .....	28
3.1.5. ELECCIÓN DEFINITIVA DEL METODO .....	28
3.2. RIEGOS.....	28
3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	28
3.2.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES .....	29
3.2.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	29
3.2.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS .....	29
3.2.5. ELECCIÓN DEFINITIVA DEL METODO .....	30

## **ANEJO X. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

### **1. DIQUES PARA LA CORRECCIÓN DEL CAUCE**

La alta torrencialidad de la cuenca, el aumento de la acumulación de los sedimentos y el aumento de la erosión, ponen de manifiesto la necesidad de actuar mediante alguna clase de hidrotecnia en las cárcavas próximas del arroyo de Valdecelada.

#### **1.1. ELECCIÓN DE LA FÁBRICA**

##### **1.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS**

Las diferentes alternativas que se consideran en la construcción del dique son las siguientes:

- **Mampostería en seco**

Se trata de piedras colocadas unas encima de otras sin ningún tipo de unión.

- **Mampostería hidráulica**

El material utilizado son piedras, que se unen con cemento.

- **Mampostería gavionada**

Se utilizan jaulas prismáticas rectangulares metálicas, con dimensiones estándar, rellenas de piedras.

- **Hormigón en masa**

Mezcla de piedras, cemento y arena que se les da forma con un encofrado.

- **Hormigón armado**

Hormigón con acero o armadura metálica para dar mayor resistencia a la estructura.

- **Tierra**

- **Escollera**

- **Elementos prefabricados**

##### **1.1.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES**

La elección del tipo de fábrica, se basará en los condicionantes internos y externos que caracterizan el proyecto. Estos condicionantes se expresan a continuación:

- **Condicionantes internos**

- Secciones transversales irregulares
- Pendientes elevadas
- Poca profundidad de suelo

- **Condicionantes externos**

En función de las etapas de funcionamiento de estas estructuras hidráulicas, se deduce la importancia de que los diques posean cierta permeabilidad para minimizar empujes y subpresiones, y evitar de esta forma la inestabilidad en las laderas.

Se requiere una vida útil de la fábrica de aproximadamente 50 años.

Existe la posibilidad de tener que aumentar la obra.

A igualdad de resultados entre dos fábricas, se escogerá la que menor coste suponga.

### **1.1.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Las dos funciones esenciales de los diques proyectados son:

- Retener los sedimentos acarreados por los cursos de agua y la escorrentía.
- Consolidar las laderas de estudio.
- Regular los caudales que se produzcan en las subcuencas de estudio.

Con estas funciones se pretende lograr una disminución en la cantidad de sedimentos que se depositan aguas abajo y evitar la erosión del lecho.

Para lograr cumplir las funciones y objetivos, los tipos de fábrica más adecuados, serán aquellos que se adapten perfectamente a la zona, y tengan una vida útil de aproximadamente 50 años.

### **1.1.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS**

Las conclusiones una vez comparada cada alternativa considerada, son las siguientes:

- **Mampostería en seco**

El tiempo necesario para llevar a cabo la construcción y la posibilidad de sobreelevación son discretos, y partiendo de una vida útil de 50 años, el mantenimiento del dique y la posibilidad de mecanización son mediocres.

- **Mampostería hidráulica**

El transporte de los materiales necesarios para su construcción, el mínimo equipamiento, y la posibilidad de sobrelevación, son discretos.

- **Mampostería gavionada**

Partiendo de una vida útil de 50 años, el mantenimiento de los diques, el tiempo requerido para la construcción y las posibilidades de sobreelevación y mecanización son buenos. Posee una vida útil superior a 35-40 años, y el material, es permeable.

- **Hormigón en masa**

El transporte de material hasta la zona de construcción, el mínimo equipamiento, y la posibilidad de sobreelevación son discretos.

- **Hormigón armado**

En general todas las condiciones de este material son discretas o mediocres, excepto la vida útil y la resistencia de la obra.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

- **Tierra**

La vida útil, mantenimiento y metodología son discretos.

- **Escollera**

La vida útil, mantenimiento, adaptación a la sección, metodología y posibilidad de sobreelevación son discretos.

- **Elementos prefabricados**

En general todas las condiciones de este material son discretas o mediocres.

### 1.1.5. ELECCION DEFINITIVA DE FABRICA

- **Mampostería gavionada**

La aplicación de los gaviones metálicos en la construcción diques, supone una gran técnica de corrección gracias a las ventajas económicas, técnicas y de construcción, que proporcionan estos materiales. Además, que no precisen de mano de obra especializada para su colocación, y que sea fácil de transportar a cualquier zona, son dos factores muy positivos para su elección.

También su flexibilidad, y la posibilidad de modificarlos y complementarlos, son varias de sus otras ventajas.

Este material, da lugar a diques con una estructura muy drenante y duradera, que se adapta bien al terreno.

Al construirse con materiales existentes en la zona, el impacto visual que produce, es mucho menor al que podría producir cualquier otro tipo de material de obra.

Un gavión consiste en una caja (jaula) prismática rectangular, elaborada por un enrejado metálico de mallas hexagonales, confeccionado con alambre galvanizado. Las medidas estándar para ellos, es:

Largo: 2 – 4 m

Ancho: 1 – 1,5 m

Alto: 0,5 – 1 m (habitualmente: 1 m)

El procedimiento que se lleva a cabo para su montaje se indica a continuación (Bianchini, 1959):

1. Desdoblar el gavión sobre una superficie rígida y plana, y eliminar sus irregularidades.
2. Doblar los paneles de tal forma que forme una caja rectangular.
3. Colocar el alambre de amarre en la unión entre las aristas superiores de los paneles. Amarrar las aristas con vueltas simples y dobles cada 10 centímetros.
4. Amarrar varios gaviones en grupos, y colocarlos juntos a los ya colocados anteriormente.
5. Después de haber colocado varios gaviones, antes de llenarlos, es necesario y muy importante estirarlos con un cabestrante de cable.

6. Llenar el gavión hasta un tercio de su capacidad, y colocar los tirantes por encima de las piedras, atándolos en las mallas del gavión. Posteriormente se enroscarán entre sí con una piedra para evitar que se desenreden.
7. Se deben fijar los tirantes hasta 2/3 de la capacidad total.
8. Para finalizar el llenado, se debe fijar los otros tirantes, y terminar de llenar hasta 3 o 5 centímetros por encima de la altura del gavión.
9. Por último, se doblan las tapas y se amarran para que no se suelten.

A continuación se muestra un esquema de cómo se debe realizar el montaje paso a paso de un gavión, realizado por Bianchini (1959).



Figura 1. Esquema de montaje de un gavión (Fuente: Bianchini, 1959).

## 1.2. ELECCION DEL TIPO DE PERFIL

### 1.2.1. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS (MARTINEZ DE AZAGRA Y DIEZ, 2012)

Para lograr el mínimo volumen de obra posible, la estructura de esta, debe tender hacia una forma triangular, por lo que los perfiles a considerar son los siguientes:

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

- **Paramento de aguas arriba vertical y paramento aguas abajo escalonado**
  - Escalones de longitud variable
  - Escalones de longitud constante

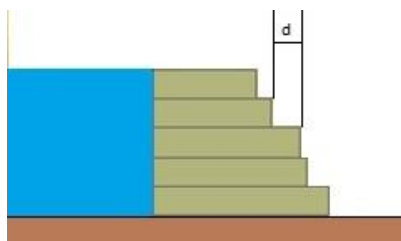


Figura 2. Dique Tipo 1. Paramento aguas arriba vertical y aguas abajo escalonado.

- **Paramento de aguas arriba escalonado y paramento aguas abajo vertical**

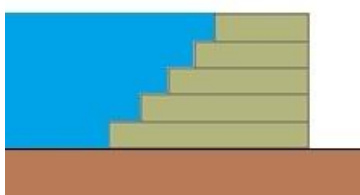


Figura 3. Dique Tipo 2. Paramento aguas arriba escalonado y paramento aguas abajo vertical.

- **Paramento de aguas arriba y paramento de aguas abajo escalonado**



Figura 4. Dique Tipo 3. Paramento aguas arriba y paramento aguas abajo escalonado.

### 1.2.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES

Se valorará un volumen mínimo de obra, así como la estética y bajo riesgo de ruina.

### 1.2.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

Dado que las funciones de los diques, como ya dijimos anteriormente, serán retener los sedimentos y consolidar las laderas, y con todos los perfiles descritos anteriormente cumplen estas funciones.

### 1.2.4. EVALUACION DE ALTERNATIVAS

- **Paramento de aguas arriba vertical y paramento de aguas abajo escalonado**

Dentro de este perfil, se pueden construir dos variantes:

- Escalones de longitud variable: es el que supone el mínimo de obra.

- Escalones de longitud constante: supone un volumen de obra ligeramente superior al anterior, pero logra paramentos más estéticos.

Este tipo de perfil, permite vertidos escalonados, lo que puede evitar el cuenco amortiguador. Los arrastres pueden impactar en el paramento de aguas abajo. Esto último carece de gran importancia dado que el terreno de la zona no tiene cantos, ni piedras ni gravas, por lo que no se producirán daños en el enrejado metálico.

- **Paramento de aguas arriba escalonado y paramento de aguas abajo vertical**

Con este perfil, se evita la ruina de la obra por el impacto de los arrastres sobre al paramento de aguas abajo.

Este perfil tiene varios inconvenientes:

- Mayor volumen de obra
- Obligatoriedad de realizar un análisis de socavación obligado
- Mayor probabilidad de ocurrencia del cuenco amortiguador.

- **Paramento de aguas arriba y paramento de aguas abajo escalonado**

Consiste en una aproximación del perfil 2 al perfil 1, pero se debe realizar un cambio en el paramento aguas abajo, que debe tener que ser más pequeños para evitar daños, y de longitud constante por cuestiones estéticas.

En este tipo de perfil, el volumen de obra es mayor.

### 1.2.5. ELECCION DEFINITIVA DEL TIPO DE PERFIL

El perfil seleccionado para la obra, será el perfil 1: paramento de aguas arriba vertical y paramento aguas abajo escalonado, con longitud de escalones constante. De esta forma, el volumen de la obra será menor, y tendrá un menor impacto paisajístico al tener mayor valor estético.

Los diques de gaviones están formados por varias hiladas, y las más frecuentes son de un metro, dado que son las medidas estándar de fabricación de los gaviones.

Este tipo de obras no deben superar nunca los siete metros de altura, es decir, las siete hiladas de gaviones.

Cada dique deberá cumplir la condición de no deslizamiento, y la condición de núcleo central, para que no se produzcan tensiones de tracción ni vuelco.

## 2. REPOBLACIÓN

### 2.1. ELECCIÓN DE ESPECIES

#### 2.1.1. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS

En este apartado, se va a realizar un análisis de las características ecológicas de las diferentes especies vegetales posibles basado de forma mayoritaria en las indicaciones dadas por el cuaderno de zona nº 14 de Cerratos - Oeste del Programa Regional de Forestación de Tierras Agrarias y Mejora de los Bosques en Zonas Rurales (Junta de Castilla y León, 1994), y en las características de la estación forestal en la que se encuentra la zona en cuanto a clima, suelo, otras repoblaciones, etc.

- ***Acer opalus* Mill. subsp. *granatense* (Boiss) Font Quer & Rothm. (Arce de Granada o arce andaluz)**

Aparece entre los 400 y los 1600 metros de altitud, principalmente en terrenos calizos, sin formar generalmente masas densas. Se asocia con insolaciones bajas o medias. Aparece en zonas de precipitación general baja, y de temperaturas moderadas a altas, aunque prefiere microclimas húmedos (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).

Se encuentra salpicado en bosques, cantiles rocosos y roquedos algo umbrosos. Es un endemismo del norte de África, isla de Mallorca y mitad meridional de la Península Ibérica (López, 2013).

- ***Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (Aliso)**

Aparece en las riberas de los ríos, arroyos y torrentes. Requiere un suelo de humedad casi permanente. No tolera la sequía estival. Se encuentra desde casi el nivel del mar hasta aproximadamente 1700 metros de altitud (López, 2013).

Prefiere terrenos silíceos y puede vivir en terrenos muy pobres. Puede crecer en terrenos pobres y encharcados, necesitando sitios abiertos y bien iluminados (López, 2013).

Habita en la mayor parte de la Península, especialmente en su mitad norte y occidental (López, 2013).

- ***Corylus avellana* L. (Avellano)**

El avellano aparece en laderas, fondos de valle fluviales, hoces y barracos. No asciende por encima de los 1500 metros de altitud. Se encuentra principalmente en sitios umbrosos y frescos. Requiere un clima sin sequías estivales muy acusadas. Se asocia con zonas de insolación moderada o baja (López, 2013).

Habita de forma natural en la mitad septentrional de la Península (López, 2013).

Especie de media luz, que prefiere suelos frescos, sueltos, silíceos o calizos (Ruiz de la Torre, 2006).

- ***Fraxinus angustifolia* Vahl (Fresno de hojas estrechas)**

El fresno de hojas estrechas aparece en los bordes de cursos de agua y en los fondos de los valles con suelos frescos y nivel freático elevado. A veces también aparecen en bosques frescos y umbrosos, en altitudes que pasan desde el nivel del mar, hasta unos 1000 metros de altitud (López, 2013).

Esta especie, es indiferente al sustrato, pero requiere un suelo fresco y con un cierto grado de humedad (Ruiz de la Torre, 2006).

Se extiende por todas las provincias del clima mediterráneo, alcanzando por el norte hasta los valles inferiores de Pirineos, y el sur de Galicia (López, 2013).

- ***Populus alba* L. (Álamo blanco, álamo común o chopo blanco)**

Aparece en suelos frescos y húmedos, casi siempre en las proximidades de los cursos de agua, formando parte de los sotos o bosques ribereños. Soporta bien los climas cálidos, y no es frecuente que habite en ligares de más de 1200 metros de altitud, aunque excepcionalmente pueden encontrarse ejemplares a 2000 metros de altitud (López, 2013).

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Aparece por toda la extensión de la Península ibérica (Ruiz de la Torre, 2006).

Especie de luz, de temperamento muy robusto, prefiere suelos ricos, con depósitos modernos fértiles e incluso arcillosos o arcillosos-calcáreos frescos. Los suelos silíceos compactos o calcáreos secos no le convienen (Ruiz de la Torre, 2006).

- ***Populus nigra* L. (Álamo negro o chopo negro)**

Esta especie aparece en los sotos o riberas de los ríos, entre el nivel del mar y unos 1500 (1800) metros de altitud. Requiere lugares con mucha luz, puesto que no tolera la sombra (López, 2013).

No puede crecer en sustratos salinos, requiriendo además humedad en el suelo, por lo que los suelos que más le favorecen, son suelos sueltos y profundos, en especial formaciones aluviales de sedimentación reciente, con texturas terroso-arenosas y limosas. Es relativamente indiferente al régimen de precipitaciones (Ruiz de la Torre, 2006).

Esta especie se ha naturalizado ampliamente por toda la Península Ibérica, apareciendo en todas las provincias (López, 2013).

- ***Quercus ilex* L. (Encina o carrasca)**

La encina, aparece en bosques mediterráneos, en todo tipo de sustratos, tanto en zonas de clima suave, como en zonas de climas extremados y continentales. Aparece desde el nivel del mar, hasta aproximadamente los 1400 metros, aunque se han encontrado ejemplares aislados a más de 1900 metros (López, 2013).

Esta especie está adaptada a soportar fuertes sequías estivales, y climas duros continentales. En España se encuentra en todas las regiones, siendo muy escasa en Galicia (López, 2013).

Esta especie se suele considerar como uno de los árboles más característicos de España (Ruiz de la Torre, 2006).

Rehúye los terrenos encharcados y tolera mal los margosos o arcillosos excesivamente compactos, faltando en los suelos salinos o muy yesosos (Ruiz de la Torre, 2006).

Se distinguen dos subespecies:

- ***Quercus ilex* L. subsp. *ilex***: Aparece en zonas costeras o próximas a la costa de clima mediterráneo templado y algo húmedo, siendo su presencia escasa en el interior. Posee cierta preferencia por los sustratos calizos. Aparece desde el nivel del mar hasta unos 1000 (1200) metros de altitud (López, 2013).
- ***Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp**: Aparece en zonas interiores de clima más o menos continental, o en zonas litorales con veranos cálidos y secos, en todos los sustratos. Aparece desde el nivel del mar hasta unos 1400 (2000) metros de altitud (López, 2013).

- ***Quercus faginea* Lam. (Quejigo o roble carrasqueño)**

Habita en la mayor parte de la Península Ibérica, faltando principalmente en el extremo noroeste. Crece entre los (200) 500 y los 1500 metros de altitud (López, 2013).

Especie frugal y xerófila, presenta adaptación a una gran amplitud térmica, propia de climas continentales, con tendencia a la orofilia y microtermia. Puede crecer en sustratos

muy variados, abundando en los silíceos, pero manifestando predilección por los calizos o arcilloso-calizos. Vive bien sobre margas y yesos. Soporta temperaturas mínimas de hasta -12°C (Ruiz de la Torre, 2006).

Se distinguen dos subespecies principales:

- ***Quercus faginea* Lam. subsp *faginea*:** Habita en el centro, norte, este y sur de la Península (López, 2013). Resiste sequías estivales, y abarca una gran variedad de climas (Ruiz de la Torre, 2006).
- ***Quercus faginea* subsp. *broteroi* (Cout.) A. Camus:** Esta subespecie tiene un carácter más mesofítico, requiere climas más suaves y húmedos de influencia oceánica (López, 2013).

- ***Quercus pyrenaica* Willd. (Melojo o rebollo)**

Esta especie aparece principalmente en laderas y faldas de montañas silíceas, siendo su presencia más rara en calizas o dolomías cristalinas, a una altitud de 400-1600 metros. Prefiere suelos sueltos y de textura arenosa y está muy bien adaptada a climas continentales (López, 2013).

En España aparece en el centro y la mitad norte de la Península (López, 2013).

- ***Pinus halepensis* Mill. (Pino de Alepo, pino carrasco)**

El pino carrasco aparece en las colinas y laderas secas y soleadas, desde el nivel del mar hasta los 1000 (1600) metros de altitud. Prefiere los terrenos calizos, y es el pino peninsular más resistente a la sequía. Se adapta a suelos extremadamente pobres, y soporta bien una cierta cantidad de yeso (López, 2013).

Aparece en toda la Península Ibérica, principalmente en la mitad oriental (Ruiz de la Torre, 2006).

Este pino, se puede caracterizar como termófilo, xerófilo y basífilo. Es fácilmente adaptable a suelos impermeables y muy secos. Vive en zonas de gran erosionabilidad, extendiéndose incluso por cárcavas densísimas (Ruiz de la Torre, 2006).

- ***Pinus nigra* J. F. Arnold subsp *salzmannii* (Dunal) Franco (Pino salgareño)**

Esta especie de pino, aparece en todo tipo de terrenos, aunque muestra una clara preferencia por los terrenos calizos. Habita en altitudes entre los 800 y los 1500 metros, subiendo hasta los 2000 metros en ciertas ocasiones. Es muy resistente a la sequía y a los grandes fríos invernales (López, 2013).

En la Península Ibérica se puede encontrar en las montañas del centro y de la mitad oriental (López, 2013).

- ***Pinus pinaster* Sol. In Aiton. (Pino marítimo, pino rodeno o pino negral)**

El pino marítimo o negral, aparece desde el nivel del mar hasta unos 1500 (1700) metros de altitud, principalmente en terrenos silíceos. Prefiere suelos sueltos y arenosos. Requiere luz para su crecimiento, y es resistente a la sequía y las heladas (López, 2013).

En la Península Ibérica, aparece en casi toda la Península, aunque no es natural en la mayor parte del norte (López, 2013).

- ***Pinus pinea* L. (Pino piñonero)**

El pino piñonero, aparece en suelos frescos y profundos, principalmente en suelos sueltos y arenosos. Prefiere los terrenos silíceos, aunque puede vivir bien en calizos si estos no dan suelos muy pesados y arcillosos. Requiere de luz abundante y un clima algo cálido. Habita desde el nivel del mar hasta los 1000 metros de altitud (López, 2013).

En la Península se extiende por el centro, este y sur, apareciendo en el resto en forma de cultivo (López, 2013).

- ***Salix alba* L. (Sauce blanco)**

Esta especie aparece en terrenos con el nivel freático elevado, sobre todo en sotos y riberas de ríos, ascendiendo hasta unos 1300 metros de altitud (1700 metros en las montañas del sur) (López, 2013).

En la Península Ibérica aparece en todas o casi todas las regiones y provincias.

- ***Salix atrocinerea* Brot. (Sarga negra)**

Esta especie aparece en terrenos frescos, tanto en las orillas de los cursos de agua como en los prados, vaguadas y setos con cierta humedad (López, 2013).

Prefiere crecer en terrenos pobres en bases y con cierta humedad. Ascende hasta los 2000 metros de altitud (López, 2013).

Habita en toda la Península Ibérica (López, 2013).

- ***Crataegus monogyna* Jacq. (Majuelo o espino albar)**

Esta especie crece en todo tipo de terrenos, desde el nivel del mar hasta por encima de los 1800 metros de altitud, tanto en climas fríos como en cálidos (López, 2013).

Habita en toda la superficie europea y prácticamente por toda la Península (López, 2013).

- ***Prunus spinosa* L. (Endrino)**

Esta especie crece en setos, calveros de bosques y también con frecuencia en laderas pedregosas de las montañas; en cualquier tipo de terreno y en los pisos inferior y montano (López, 2013).

Ascende hasta unos 1500 (1900) metros de altitud (López, 2013).

Habita en la mayor parte de Europa, y en la Península Ibérica está muy extendida (López, 2013).

## 2.1.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES

- **Condicionantes internos**

Las características de la estación ecológica donde se va a repoblar son las siguientes:

- Altitud: 760 metros
- Precipitación media anual: 407,3 mm
- Precipitación estival: 58,2 mm
- Temperatura media anual: 12,6°C

- Temperatura media del mes más frío: 4,5°C
- Temperatura media del mes más cálido: 21,7°C
- Temperatura media de agosto: 21,7°C
- Duración de la sequía: junio-septiembre
- Suelo: Franco limoso-arcilloso
- pH: 8-8,2 (Básico)

- **Condicionantes externos**

Dado que el objetivo del proyecto es frenar la erosión y pérdidas de suelo de las laderas, y estabilizar estas, se deberá tender a escoger aquellas especies que puedan alcanzar el mayor crecimiento posible, con el menor porcentaje de marras posible, dado que cuanto antes se inicie la protección del suelo por medio de la vegetación, antes se iniciará la recuperación del suelo, y por tanto, durante un menor periodo de tiempo existirá riesgo erosivo.

También, para favorecer el establecimiento de una masa forestal hasta ahora inexistente, que en futuro, se acerque lo más posible, a la vegetación climácica, se utilizarán especies autóctonas de la zona.

### 2.1.3. EFECTO DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de la repoblación, es la instalación de una cubierta arbórea adecuada con fines protectores, para frenar la erosión, y mejorar la calidad del suelo, creando también una masa forestal hasta ahora inexistente.

### 2.1.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

Dado que se ha seleccionado una serie de especies con posibilidad de ser introducidas en la repoblación demasiado extensa, estas deben someterse a una serie de métodos de selección para descartar aquellas que harían fracasar la repoblación, y así seleccionar aquellas que posean mayor probabilidad de éxito.

- **Evaluación por crecimiento de la especie**

Las especies del género *Pinus* son las que tienen una mayor garantía de arraigo dado su carácter pionero, su temperamento y su frugalidad. Al tener un crecimiento rápido en las primeras edades permiten proteger al suelo más tempranamente, teniendo el mismo efecto su carácter perennifolio.

- **Método clásico o criba por factores del medio**

Comparando los requerimientos ecológicos de las especies con las características de la estación (condicionantes internos), se determinará qué especies son adecuadas para la repoblación y cuáles no.

- Altitud

Según este factor, se puede observar que la especie *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* no es la especie más adecuada ya que su límite altitudinal inferior se sitúa a 800 metros, estando la zona de estudio a menor altitud.

– Precipitaciones y sequía

La especie *Acer opalus* subsp. *granatense* no es adecuada para esta zona, ya que requiere insolaciones bajas y microclimas húmedos, y en la zona de estudio no se cumplen ninguna de las dos condiciones.

La especie *Alnus glutinosa*, no tolera épocas de sequía, por lo que tampoco es adecuado para la zona.

La especie *Corylus avellana*, no tolera épocas de sequía ni zonas no umbrosas, por lo que también se desestima.

La especie *Pinus pinaster*, se encuentra en su límite de requerimientos hídricos por lo cual, no es adecuado.

La zona es demasiado seca para la presencia de *Salix alba*, con lo cual, este también se desestima.

– Temperaturas

Este factor, no excluye a ninguna especie que no haya sido ya excluida debido al incumplimiento de alguno de los factores anteriores para su implantación en esta repoblación.

– Suelo

La especie *Fraxinus angustifolia*, requiere suelos frescos, con un nivel freático elevado y ricos, lo que le excluye de poder implantarse en el suelo de la zona de estudio.

La especie *Populus alba*, crece en suelos ricos en nutrientes y con depósitos fértiles modernos, por lo que también se desestima su implantación.

La especie *Populus nigra*, requiere suelos no salinos y profundos, y dado que el suelo de la zona a repoblar es salino no sódico y bastante somero, se considera que esta especie no es adecuada para la repoblación.

La especie *Quercus pyrenaica*, crece en suelos sueltos y arenosos, por lo que la textura del sustrato no es la adecuada para su implantación.

La especie *Pinus pinea* habita en suelos sueltos y preferentemente arenosos, motivo por el cual se desestima su implantación.

• **Método de las tablas de Ceballos**

En 1938 y por orden del Ministerio de Agricultura, el Ingeniero Doctor de Montes Luis Ceballos Fernández de Córdoba junto con otros ingenieros, elabora y redacta un Plan General de Repoblación de España, en el que crea unas tablas de regresión con la vegetación óptima para cada zona (Serrada, 2000). En este caso el bosque óptimo es un quejigar, por lo que la tabla de regresión de vegetación es la que se expresa a continuación.

Tabla 1. Tabla de regresión de Ceballos para un bosque óptimo de quejigo (*Quercus faginea*) (Fuente: Montero de Burgos et al, 1981).

BOSQUE	ESPECIES
I Óptimo Bosque denso	Quejigo ( <i>Quercus faginea</i> ) <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Amelanchier ovalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 1 (cont). Tabla de regresión de Ceballos para un bosque óptimo de quejigo (*Quercus faginea*) (Fuente: Montero de Burgos et al, 1981).

BOSQUE	ESPECIES
<p><b>II</b> Bosque aclarado con abundante intervención de arbustos Sotobosque con numerosas plantas Leguminosas</p>	<p><i>Viburnum lantana, Lonicera hispanica, Adenocarpus intermedius, Spartium junceum</i></p>
<p><b>III</b> Invasión de matorral heliófilo Etapas de los pinares Invasión de matorral colonizador a base de ericáceas o de cistáceas</p>	<p>ESCOBONALES: <i>Genista cinerea, Sarothamnus scoparius</i> PINARES: <i>Pinus sylvestris, Pinus pinaster, Pinus nigra</i> JARALES: <i>Cistus laurifolius, Cistus ladanifer</i></p>
<p><b>IV</b> Matorral en estado avanzado de degradación Frecuencia de plantas espinosas Predominio de labiadas</p>	<p><i>Rhamnus sp, Prunus spinosa, Genista scorpius, Santolina rosmarinifolia, Lavandula latifolia, Lavandula pedunculata, Satureja obovata, Thymus zygis</i></p>
<p><b>V</b> Asociaciones herbáceas del último estado de regresión Pseudo-estepas de gramíneas</p>	<p><i>Thapsia-Vervascum, Corinephorus, Festuca-Stipa</i></p>
<p><b>VI</b> Desierto</p>	

Esta tabla no debe ser considerada un valor absoluto, sino orientativo e indicativo.

- **Método de las series de vegetación de Rivas Martínez**

En 1987, Rivas Martínez elabora unas tablas de juicio ecológicas y biológicas, en las que se clasifican las especies más comunes en las repoblaciones forestales, en función de la idoneidad en la serie de vegetación presente en la zona.

Estas tablas, establecen tres categorías diferentes para expresar la viabilidad de una especie para la repoblación y si es beneficiosa ecológicamente. Para ello establece Rivas Martínez (1987) establece cinco calificaciones desde el punto de vista ecológico:

P+ → Posible y positiva ecológicamente

p- → Posible pero inadecuada ecológicamente

d+ → Dudosa viabilidad pero beneficiosa ecológicamente

d- → Dudosa viabilidad pero perjudicial ecológicamente

- → Inviabile

Dado que la serie de vegetación de nuestra zona es la 19 b (V. Plano 11. Series de vegetación de Rivas Martínez), se obtiene la siguiente indicación:

– Tabla de juicio biológica:

**Especies posibles:** *Pinus nigra*, *Quercus faginea*.

**Especies dudosas:** *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Quercus rotundifolia*

**Especies no viables:** *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus radiata*, *Castanea sativa*, *Eucalyptus*.

– Tabla de juicio ecológica:

**Especies posibles positivas:** *Quercus faginea*

**Especies posibles negativas:** *Pinus nigra*

**Especies dudosas positivas:** *Quercus rotundifolia*

**Especies dudosas negativas:** *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*

**Especies inviables:** *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus radiata*, *Castanea sativa*, *Eucalyptus*.

Estas tablas, no deben tomarse como un valor absoluto, sino como un valor orientativo, dado que existe mucha variabilidad dentro de cada serie de vegetación.

• **Selección de especie en función de experiencias observadas en repoblaciones cercanas**

Mediante la observación de la zona de estudio y de las repoblaciones realizadas en las proximidades, se puede determinar que tradicionalmente las repoblaciones de la zona, incluida la repoblación adyacente a las cuencas de estudio, se han realizado con *Pinus halepensis*. En ninguna se ha realizado una repoblación con especies arbustivas o especies herbáceas, ya que a medida que se instala el pinar, espontáneamente se instalan también especies varias bajo el, y supone un gasto innecesario

• **Resumen de los métodos de selección**

Tabla 2. Resumen de los métodos de selección de la especie óptima para la repoblación.

Especie	Método crecimiento	Método criba por factores	Método de las Tablas de regresión de Ceballos	Método tablas Rivas Martínez	Método repoblaciones cercanas
<i>Acer opalus granatense</i>	x	x	x	x	x
<i>Alnus glutinosa</i>	x	x	x	x	x
<i>Corylus avellana</i>	x	x	x	x	x

Tabla 3 (cont). Resumen de los métodos de selección de la especie óptima para la repoblación.

Especie	Método crecimiento	Método criba por factores	Método de las Tablas de regresión de Ceballos	Método tablas Rivas Martínez	Método repoblaciones cercanas
<i>Fraxinus angustifolia</i>	x	x	✓	x	x
<i>Populus alba</i>	x	x	x	x	x
<i>Populus nigra</i>	x	x	x	x	x
<i>Quercus ilex</i>	x	x	x	x	x
<i>Quercus faginea</i>	✓	✓	✓	✓	x
<i>Quercus pyrenaica</i>	x	x	x	x	x
<i>Quercus rotundifolia</i>	x	✓	x	✓	x
<i>Pinus halepensis</i>	✓	✓	x	✓	✓
<i>Pinus nigra salzmannii</i>	✓	x	✓	✓	x
<i>Pinus pinaster</i>	✓	x	✓	✓	x
<i>Pinus pinea</i>	✓	x	x	✓	x
<i>Pinus uncinata</i>	✓	x	x	x	x
<i>Salix alba</i>	x	x	x	x	x
<i>Pinus radiata</i>	✓	x	x	x	x
<i>Castanea sativa</i>	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus</i>	x	x	x	x	x
<i>Prunus spinosa</i>	✓	✓	✓	x	
<i>Crataegus monogyna</i>	✓	✓	✓	x	x

✓: Especie válida de acuerdo con el método de selección determinado

x: Especie no válida de acuerdo con el método de selección determinado

### 2.1.5. ELECCION DEFINITIVA DE ESPECIE

Analizando la tabla realizada en el punto anterior, las especies que se han elegido para efectuar la repoblación son la siguiente:

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



- ***Pinus halepensis* Mill. (Pino de Alepo, pino carrasco)**

La siguiente descripción está extraída de López (2013).

Es el pino menos robusto de la Península Ibérica, ya que como máximo alcanza una altura de 20 metros, Tiene el tronco erguido, frecuentemente con forma tortuosa y con una corteza blanquecina característica. La copa tiene forma redondeada o irregular, poco densa, con ramillas finas y grisáceas, concentrándose las hojas en la parte apical.

Las acículas son de corta duración, muy finas y flexibles, de 6-15 cm de largo por solo 0,5-1,1 mm de ancho, con una coloración verde clara, y agrupadas en parejas sobre un corto braquiblasto y rodeadas en la base por una vaina membranosa.

Las piñas son alargadas sobre un grueso pedúnculo de 1-2 cm, frecuentemente revueltas, de color pardo-rojizo o pardo-amarillento. Los piñones son pequeños, de 5-7 mm, largamente ovoides, grisáceos o negruzcos, con alas 4 ò 5 veces más larga que ellos.

Florece de marzo a mayo. Las piñas maduran al final del verano del segundo año, y disemina las semillas en la primavera siguiente.

La ecología de esta especie esta descrita en el punto 2.1.1. Identificación de alternativas.

- ***Crataegus monogyna* Jacq. (Majuelo, espino albar)**

La siguiente descripción está extraída de López (2013).

Es un arbusto de hasta 10 metros de altura, aunque frecuentemente no suele sobrepasar los 3 ó 4 metros de altura. No pierde la hoja para pasar el invierno, y se ramifica profusamente.

Tiene el tronco pardo grisáceo o ceniciento, resquebrajado y las ramillas grisáceas.

Hojas simples, en disposición alterna, con peciolo desarrollado y hendida más o menos profundamente en 3-7 lóbulos desiguales. A menudo son algo coriáceas y lustrosas por el haz y a veces casi enteras y truncadas por el envés.

Flores de color blanco o blanco rosadas formando ramilletes, con 5 sépalos y 5 pétalos redondeados abiertos en estrella. Florece por marzo, abril o mayo.

Los frutos, llamados majuelas, son globosos u ovoides, rojos, del tamaño de un guisante, con un solo huesecillo bastante duro y una carne harinosa de sabor dulce.

## 2.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

### 2.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Los diferentes métodos que se pueden realizar para la preparación del terreno y que se estudian como alternativas se describen a continuación. Todas las descripciones de los métodos de preparación del terreno se han obtenido de Serrada (2000).

- **Casillas o raspas**

- *Descripción:* consisten en una cava superficial, en forma rectangular o cuadrada de 40x40 cm, realizada con azada, sin extraer la tierra removida. Se llaman someras cuando la profundidad es de 10 cm y picadas cuando alcanza 30 cm. No se puede comprobar la profundidad, dado que no se extrae la tierra removida.

- *Método operativo:* Previamente se debe realizar un marcado previo. Se utilizan cuadrillas de entre 15 y 25 trabajadores que deben avanzar en línea de máxima pendiente y de arriba hacia abajo
- *Herramientas:* Azadas, pico y zapapico.
- *Condicionantes:* Requiere un desbroce previo. No tiene limitaciones por pendiente, ni pedregosidad, ni afloramientos rocosos.
- *Efectos:* Efecto hidrológico casi nulo. Efecto paisajístico inexistente.
- *Rendimiento:* Para las someras 5-12 jornales/ha. Para las picadas 20 jornales/ha.

#### • Ahoyado manual

- *Descripción:* Consisten en hoyos o cavidades realizadas manualmente con dimensiones aproximadas de 40x40x40 cm en los que la dimensión que debe ser más controlada es la profundidad.
- *Método operativo:* Previamente se realiza un marcado previo. Se utilizan cuadrillas de trabajadores (entre 15 y 25) que deben avanzar en línea de máxima pendiente y de arriba hacia abajo.
- *Herramientas:* Azada, pico, zapapico y pala.
- *Condicionantes:* Se realiza cuando el terreno tiene buen tempero y no sufre heladas. No tiene limitaciones por pendiente, ni pedregosidad, ni afloramientos rocosos.
- *Efectos:* Efecto hidrológico casi nulo. Efecto paisajístico muy reducido. Escaso mullido del suelo.
- *Rendimiento:* 38-50 hoyos/jornal

#### • Ahoyado con barrena

- *Descripción:* Ha de realizarse la apertura de hoyos cilíndricos de unos 30 cm de diámetro mediante barrenas helicoidales accionadas por un motor, la profundidad del ahoyado oscila entre 0,40 y 1,00 m. La barrena romboidal crea hoyos de forma cónica en la zona inferior y cilíndrica en la superior, con un diámetro máximo de 40 centímetros y una profundidad de 60 centímetros.
- *Método operativo:* Se debe realizar un marcado previo de los hoyos. los operarios avanzan y se estacionan en cada punto para perforar hasta la profundidad deseada. La tierra extraída queda depositada alrededor del hoyo, aunque nunca se extrae toda la tierra.
- *Herramientas:* Barrena helicoidal o barrena romboidal, equipos portátiles o motoahoyadoras.
- *Condicionantes:* El tempero debe ser muy favorable. No debe existir excesiva pedregosidad. Solo es efectivo en suelos profundos y poco arcillosos. Requiere desbroce previo.
- *Efectos:* Efecto hidrológico casi nulo. Efecto paisajístico muy reducido.
- *Rendimiento:* 26 horas/ha.

### • Ahoyado con barrón o plantamón

- *Descripción:* Consiste en la realización de hoyos de escasa anchura y profundidad suficiente mediante percusión sobre el suelo de una herramienta adecuada
- *Método operativo:* Consiste en levantar verticalmente la herramienta y dejarla caer sobre el suelo para que profundice entre 30 y 40 centímetros. Una vez introducida en el suelo, se le imprime movimiento (de giro al barrón y de vaivén al plantamón)
- *Herramientas:* Barrón o plantamón.
- *Condicionantes:* Tempero del terreno muy favorable. La plantación ha de ser simultánea. Limitación por alta pedregosidad en el perfil. La textura debe ser poco arcillosa para que no se genere una zona compactada alrededor del sistema radicular de la planta.
- *Efectos:* Efectos hidrológicos, de mejora del suelo y paisajísticos inapreciables.
- *Rendimiento:* 26 horas/ha.

### • Ahoyado con retroexcavadora

- *Descripción:* Se realiza un desbroce simultáneo. Consiste en la remoción del suelo, sin extracción de la tierra, en un volumen de forma prismática mediante la acción de la cuchara de una retroexcavadora. El hoyo realizado, deberá ser refinado posteriormente, y se deberán ejecutar los regueros para formar una banqueta con microcuenca.
- *Método operativo:* Se debe realizar un marcado previo. Posteriormente, la máquina avanza en línea de máxima pendiente hacia arriba, estacionándose de forma que desde un mismo punto puede realizar varios hoyos. En cada hoyo clava el cazo, gira, levanta y suelta la tierra en el mismo sitio, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones del prisma proyectado (0,5-0,8 m de largo; 0,4-0,6 m de ancho; 0,4-0,6 m de profundo). Por último y realizado manualmente, se deberá elaborar una plataforma horizontal o a contrapendiente con unos canales laterales en ángulo de 45° que parten de todos los vértices superiores.
- *Maquinaria, herramientas y aperos:* máquina retroexcavadora convencional, preferiblemente de cadenas, con cazo de 40 a 50 cm, de buena estabilidad y potencia de más de 100 CV. Azada.
- *Condicionantes:* Limitación en pendiente poco estricta. Deben existir pocos afloramientos rocosos. Condiciones edáficas no limitantes.
- *Efectos:* Efecto hidrológico favorable a la reducción de escorrentía. Efecto paisajístico apreciable pero no muy desfavorable. Mejoras de las condiciones del perfil es notable.
- *Rendimiento:* 40-65 hoyos/hora.

### • Ahoyado con pico mecánico

- *Descripción:* Deben realizarse banquetas con microcuenca, mediante la remoción de la tierra de un prisma de dimensiones: 0,4-0,6 m de ancho, 0,4-0,8 m de largo y 0,3-0,5 de profundidad, sin extraerla, mediante un pico mecánico o

pala percutora A continuación, deberán realizarse una plataforma horizontal o con contrapendiente y unos regueros o canales laterales que arrancan de los dos vértices superiores, en ángulo de 45° mediante el uso de la azada.

- *Método operativo:* Requiere la realización de un marcado previo. Si el matorral es denso, requiere de un desbroce previo. El trabajador clava el pico en el terreno hasta la profundidad deseada y realiza movimientos de oscilación que ayudan al mullido de la tierra. Repite la operación hasta que se alcanzan las dimensiones superficiales proyectadas. A continuación otro trabajador con azada forma la microcuenca.
- *Herramientas:* Azadas. Picos mecánicos percutores con boca plana de 10 cm de ancho y vástago de longitud suficiente. Generador eléctrico.
- *Condicionantes:* No tiene limitaciones importantes.
- *Efectos:* Efecto hidrológico favorable. Efecto paisajístico poco apreciable. Mayor volumen removido que otras preparaciones puntuales.
- *Rendimiento:* 18-36 hoyos/jornal

#### • Ahoyado con ripper

- *Descripción:* Se debe realizar la apertura de hoyos mediante la introducción intermitente sobre el suelo de los subsoladores de un tractor de cadenas circulando en línea de máxima pendiente.
- *Método operativo:* Situado el tractor en la parte alta de la ladera, circula en línea de máxima pendiente clavando, alternativamente y a distancia prefijada, los dos rejonos separados entre sí dos metros. Puede remontar de tres formas diferentes: marcha atrás sin realizar labor, marcha atrás realizando labor, y marcha adelante invirtiendo la colocación de los rejonos.
- *Maquinaria, herramientas y aperos:* Tractor de cadenas de más de 120 CV, dotado con dos subsoladores o ripper separados 2 m sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica.
- *Condicionantes:* Requiere un desbroce previo en el caso de una alta densidad de matorral. Limitación máxima de pendiente del 65%. Requiere que haya poca presencia de afloramientos rocosos.
- *Efectos:* Reducido efecto hidrológico. Efecto paisajístico medio. Efectos sobre la planta favorables.
- *Rendimiento:* Para unos 2000 hoyos/ha, de 7 a 15 horas/ha.

#### • Subsulado lineal

- *Descripción:* Se realizan cortes perpendiculares en el suelo con una profundidad de 40-60 centímetros generalmente en curva de nivel, mediante un apero denominado subsolador o ripper.
- *Método operativo:* Requiere un terreno previamente desbrozado o que no lo necesite. El tractor ha de circular en curva de nivel, dando uno, dos o tres surcos de subsolador. Trabaja en los dos sentidos.
- *Maquinaria, herramientas y aperos:* Tractor de cadenas de más de 120 CV con barra portaaperos de elevación hidráulica sobre la que se pueden instalar 1, 2 o 3 subsoladores separados 2 m cuando son dos y un metro cuando son tres.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

- *Condicionantes:* Limitación del 35% de pendiente (con el TTAE se puede alcanzar un 55%). No debe existir una abundancia de afloramientos rocosos.
- *Efectos:* Efecto hidrológico notable. Efecto paisajístico inapreciable. Efectos sobre el perfil favorable (mejora la profundidad, la capacidad de retención de agua y la velocidad de infiltración). Mejora el desarrollo de las plantas.
- *Rendimiento:* Para ejecutar 5000 m/ha de subsolado con dos ripper se emplean del orden de 4 horas/ha.

#### • Acaballonado superficial

- *Descripción:* También se denomina terraza volcada. Es una combinación entre decapado y subsolado en una misma faja, realizados en curva de nivel.
- *Método operativo:* En una primera pasada en curva de nivel la pala produce un decapado que forma un caballón de restos vegetales y tierra en la parte inferior de la faja, cuya anchura total es de 3 a 2,5 m. En la segunda pasada y en sentido contrario levanta la pala y clava los subsoladores.
- *Maquinaria, herramientas y aperos:* Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia dotado de pala o cuchilla frontal angledozer y tildozer y barra portaaperos trasera con elevación hidráulica con dos ripper separados dos metros.
- *Condicionantes:* Limitación del 35% de pendiente (con el TTAE se puede alcanzar un 55%).
- *Efectos:* Buen efecto hidrológico, efecto paisajístico notable, buena mejora del perfil.
- *Rendimiento:* Para ejecuciones con 5000 m/ha de subsolado, con separación entre ejes de faja de 4 m, y entrefajas de 1 m, los rendimientos están entre 4 y 6 horas/ha.

#### • Acaballonado con desfonde

- *Descripción:* Consiste en la formación de caballones según curvas de nivel de tamaño y anchura en función del tamaño del apero, a la vez que se forma un surco en la zona aguas arriba del caballón.
- *Método operativo:* Requiere una roza previamente en el caso de que exista matorral muy denso. El tractor trabaja en curva de nivel manteniendo estrictamente la horizontalidad del surco, y trabajando en ida y vuelta.
- *Maquinaria, herramientas y aperos:* Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia equipado con un arado forestal de vertedera bisurco y reversible.
- *Condicionantes:* El tempero ha de ser bueno. Limitación de pendiente de 30%. Limitación por alta pedregosidad y afloramientos rocosos.
- *Efectos:* Permite la plantación simultánea. Efecto hidrológico alto.
- *Rendimiento:* Para 3000 m/ha de caballón, precisa 3 horas/ha. Efecto paisajístico apreciable. Efecto sobre la plantación favorable.

#### • Aterrazado con subsolado

- *Descripción:* Consiste en la elaboración de terrazas horizontales o con contrapendiente, horizontales según curvas de nivel, mediante la ejecución de

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

un desmonte y un terraplén, con anchura suficiente para la circulación del tractor que la construye y que son subsoladas en toda su longitud.

- *Método operativo*: Desbroce simultáneo. Se debe empezar de la zona baja de la ladera hacia arriba. El tractor realiza en primer lugar la plataforma con la pala a base de extraer tierras en desmonte de la parte alta de la ladera y verterlas en terraplén sobre la parte baja. Cuando termina la plataforma, da la vuelta y vuelve a circular por ella con la pala levantada y subsolando a 50 o 60 cm de profundidad con los dos o tres ripper.
- *Maquinaria, herramientas y aperos*: Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia provisto de pala o cuchilla frontal angledozer y tildozer y de barra portaaperos trasera de elevación hidráulica dotada de dos o tres ripper o subsoladores.
- *Condicionantes*: Límite inferior de pendiente del 35% y superior de 60%.
- *Efectos*: Gran efecto hidrológico. Gran impacto negativo.
- *Rendimiento*: para 2.500 metros de terraza por ha (separación entre ejes de terraza de 4 m, normalmente esta separación es mayor), entre 6 y 12 horas/ha.

#### • **Laboreo pleno**

- *Descripción*: Es un labor similar a la de los alzados que se utilizan en agricultura, cuya función es únicamente la remoción de la superficie del terreno.
- *Método operativo*: Se realizan pasadas paralelas preferiblemente en curvas de nivel, removiendo el terreno.
- *Maquinaria, herramientas y aperos*: Tractor agrícola de ruedas de más de 50 CV de potencia con arados de vertedera o de discos, de diferentes anchuras de labor y pesos
- *Condicionantes*: Pendiente máxima del 15%.
- *Efectos*: Efecto hidrológico positivo. Aumenta la infiltración. Efecto paisajístico inapreciable.
- *Rendimiento*: 4h/ha.

### 2.2.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES

#### • **Condicionantes internos**

- Suelo de profundidad somera.
- Textura franco-limosa y arcillosa.
- Sin afloramientos rocosos.
- Sequía estival

#### • **Condicionantes externos**

- En igualdad de resultados, se elegirá entre los métodos el que tenga mayor rendimiento.

### **2.2.3. EFECTOS DE LA PREPARACION DEL TERRENO SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO**

- Es la base de la instalación de la cubierta forestal
- El efecto hidrológico es básico en este proyecto
- El impacto paisajístico es mayor en las preparaciones lineales.
- El coste es mayor en las preparaciones puntuales.

### **2.2.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS**

Se comparan los diferentes métodos y se exponen las conclusiones a continuación.

#### **• Casillas o raspas**

- Escaso efecto hidrológico
- Alto coste económico
- Mejora del perfil reducida

#### **• Ahoyado manual**

- Económicamente solo se recomienda en zonas a las que sea imposible el acceso para la maquinaria.

#### **• Ahoyado con barrena**

- Requiere de suelos profundos, de calidad y sin pedregosidad.
- Efecto hidrológico inapreciable

#### **• Ahoyado con barrón o plantamón**

- Efectos hidrológicos inapreciables
- La textura debe ser poco arcillosa
- Requiere suelos de calidad y solo es efectivo en suelos profundos

#### **• Ahoyado con retroexcavadora**

- Apropiado para terrenos con pendiente hasta el 40% aproximadamente
- Efecto hidrológico favorable
- Mejora notable de las condiciones del perfil
- Se aplica comúnmente en repoblaciones protectoras en fuertes pendientes y zonas de alta torrencialidad
- No requiere desbroce previo

#### **• Ahoyado con pico mecánico**

- Elevado coste
- Efecto hidrológico positivo
- Posee mayor rendimiento y eficacia el ahoyado con retroexcavadora

- **Ahoyado con ripper**

- Puede realizarse hasta en pendientes del 65%
- Mayor rendimiento que otras preparaciones puntuales
- No requiere desbroce previo
- Efecto hidrológico positivo

- **Subsolado lineal**

- Efecto hidrológico notable
- Efecto positivo sobre el perfil
- Limitación de pendiente al 35%
- Gran impacto paisajístico

- **Acaballonado superficial**

- Limitación al 35% de pendiente
- Presenta dificultades en terrenos pedregosos
- Efecto hidrológico muy positiva

- **Acaballonado con desfonde**

- Limitación al 35% de pendiente
- Presenta dificultades en terrenos pedregosos
- Efecto hidrológico muy positiva

- **Aterrazado con subsolado**

- Impacto paisajístico muy alto
- Dificulta la transitabilidad del monte
- Dificulta la naturalidad del monte

- **Laboreo pleno**

- Efectos hidrológicos negativos
- Limitación de pendiente máxima de 15%

### **2.2.5. ELECCION DEFINITIVA DE METODOS**

Los métodos escogidos para preparar el terreno y sus características son las siguientes:

- Ahoyado con retroexcavadora
- Ahoyado con ripper

Sus descripciones ya se han realizado en el punto 2.2.1. Identificación de las alternativas.



## 2.3. IMPLANTACIÓN VEGETAL

### 2.3.1. IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS

Los diferentes tipos de implantación vegetal se pueden clasificar de dos formas:

- **Según la forma de implantación**

- SIEMBRA

Este método consiste en la introducción de la semilla en el suelo previamente preparado, a la profundidad que se considere adecuada y en unas condiciones adecuadas para obtener la mayor probabilidad posible de nascencia y natural desarrollo.

Se puede realizar de forma manual o de forma mecanizada.

A continuación se indican las ventajas e inconvenientes de este método

- **Ventajas** (Serrada, 2000):

- Obtener a igual de esfuerzo, una elevada densidad en la masa.
- Al ser masas de mayor densidad, existirá una poda natural más precoz y eficaz.
- Las masas estarán mejor adaptadas a las variaciones de calidad del suelo.

- **Inconvenientes** (Serrada, 2000):

- Mayores costos en operaciones selvícolas, y si estas no se ejecutan a tiempo, la masa puede entrar en decaimiento vegetativo.
- La preparación del suelo ha de ser muy cuidadosa para asegurar un buen contacto de la semilla con el terreno.
- Es necesario disponer de gran cantidad de semillas.
- Las plántulas recién germinadas tienen alto riesgo de daños.
- El resultado puede ser muy irregular en su distribución, por lo que aumentará la dificultad en la reposición de marras.

- PLANTACION A RAIZ DESNUDA

Consiste en el proceso de trasplante sobre suelos previamente preparados de plantas que serán de edad variable, criadas en vivero, y extraídas sin la tierra que había estado envolviendo sus raíces (Serrada, 2000).

Este método es apto para zonas de clima húmedo o intermedio, siempre que este esté carente de aridez.

Resulta económicamente más caro que la siembra, pero la distribución en el resultado es más regular.

Favorece un desarrollo uniforme del sistema radicular. El porcentaje de éxito en el arraigo es menor que en la planta en contenedor.

La plantación ha de realizarse con especial cuidado, y con la planta a savia parada.

- PLANTACION EN CONTENEDOR

Este método consiste en el proceso de trasplante sobre suelos previamente preparados de plantas extraídas con un cepellón de tierra entremezclada con su sistema radicular, criadas en viveros dentro de envases (Serrada, 2000).

Se utilizan en climas secos o con gran irregularidad pluviométrica.

Económicamente es más costoso que los dos métodos anteriores, pero proporciona una mayor probabilidad de éxito en zonas difíciles. Además tanto el transporte como el almacenamiento son más sencillos.

La plantación no requerirá savia parada, pero si un trato cuidadoso.

Los inconvenientes son un mayor coste económico, y un menor rendimiento debido al mayor peso del material.

• **Según la forma de ejecución**

- MANUAL

Se introduce la planta en el suelo manualmente.

- MECANIZADA

Consiste en el trasplante mecánico mediante el arrastre con un tractor de máquinas plantadoras.

Obtiene mayor rendimiento con menor coste económico pero posee muchas limitaciones por las condiciones físicas del terreno (pendiente, pedregosidad...).

- SIMULTANEA

Consiste en la realización simultánea de la preparación del terreno y la plantación.

### 2.3.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES

• **Condicionantes internos**

- Existencia de sequía estival
- Suelo franco-limoso y arcilloso, con pedregosidad media, y poco contenido en materia orgánica.
- Pendiente elevada

• **Condicionantes externos**

- Repoblación de carácter protector, con la necesidad de lograr la mayor cubierta del suelo lo más rápido posible, por lo que el porcentaje de éxito debe ser lo más alto posible.
- Abundante mano de obra rural con experiencia en labores forestales.
- A igualdad de calidad, se elegirá el proceso de implantación de menor coste

### **2.3.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO**

El objetivo principal de protección del suelo y fijación de laderas, exige que se minimice al mínimo el riesgo de fracaso de la repoblación, por lo que se deberá intentar obtener el menor número de marras posible.

En zonas pobres el riesgo de marras se minimiza utilizando plantas en contenedor.

La plantación manual, genera buenos efectos sociales, ya que genera un mayor número de puestos de trabajo.

### **2.3.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS**

#### **• Siembra**

- Limitaciones derivadas del sustrato, la compacidad, la pedregosidad y la pendiente.
- Recomendado para especies de luz y crecimiento inicial rápido.
- Mayor coste de tratamientos selvícolas.
- Preparaciones de suelo más intensas y cuidadosas.
- Necesidad de disponer una gran cantidad de semillas.
- Es la opción que menor garantía de éxito da a la repoblación.
- Es el método con menor coste.

#### **• Plantación a raíz desnuda**

- Requiere especial cuidado a la hora de realizar la plantación.
- Requiere climas húmedos o continentales no áridos.
- Garantía de arraigo menor que en plantación en contenedor.

#### **• Plantación en contenedor**

- Es la opción de mayor coste, pero también es la opción que asegura mayor probabilidad de éxito en la repoblación.
- Se utiliza en terrenos pobres en materia orgánica.
- Se utiliza en climas secos.

#### **• Manual**

- Se realiza en terrenos poco accesibles para las maquinas plantadoras.
- Permite la creación de puestos de trabajos en la zona.
- Calidad de plantación mayor que en los otros métodos.
- Mayor coste que en otros métodos.

- **Mecanizada**

- Coste menor que en la plantación manual.
- Limitación de pendiente y pedregosidad.
- Menor calidad de plantación que el método manual.

- **Simultánea**

- Poco uso.
- Generalmente se usa en plantación de choperas.

### **2.3.5. ELECCION DEFINITIVA DE LOS METODOS**

Dado que el objetivo principal de la repoblación es el de protección, se requerirá el mayor porcentaje de éxito posible, por lo que se realizará con planta en contenedor, ya que además del cumplimiento de los objetivos, también el clima de la zona es el adecuado para este método.

Dadas las condiciones físicas del terreno, la plantación se deberá realizar de forma manual. Además este método es una buena manera de potenciar puestos de trabajo para los habitantes de la zona, y mejorar la calidad de plantación.

Por lo tanto se realizará una plantación manual de planta en contenedor.

## **3. CUIDADOS POSTERIORES**

### **3.1. PROTECTORES DE PLÁNTULAS**

#### **3.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS**

- **Cercado de malla conejera**

Consiste en una malla flexible de 60 centímetros de altura que cercará el perímetro de la repoblación, aplicando después una caza con hurón en la zona interior (Serrada, 2000).

- **Protectores individuales**

Malla de plástico de forma cilíndrica que puede ser de material flexible o de material rígido. En el caso de tratarse de material flexible, requerirá la presencia de unos tutores y en el caso de la malla rígida no serán necesarios (Serrada, 2000).

#### **3.1.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES**

- **Condicionantes internos**

- Necesidad de proteger las plántulas jóvenes
- Presencia de fauna diversa en la zona
- Presencia de actividad cinegética en la zona

- **Condicionantes externos**

- Repoblación de carácter protector, lo que requerirá la mayor supervivencia posible de plántulas, por lo cual, la mejor protección

### **3.1.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Los protectores, deberán cumplir la función de proteger a las plántulas de sufrir daños por animales, para evitar la pérdida de aquellas.

### **3.1.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS**

- **Cercado de malla conejera**

- Resulta más económico
- La instalación podrá ser realizada por cualquier trabajador sin formación específica en la materia.
- Su retirada es más sencilla
- Son menos específicos, dado que impiden el acceso a la zona a diferentes especies de animales, pese a que no se tenga certeza de que vayan a alimentarse de las plántulas.
- No introducen cambios en el porte de las plantas

- **Protectores individuales**

- El precio es mayor que en el cercado.
- Protección eficiente frente a la predación por herbívoros.
- Creación de un microclima por la condensación de agua, disminución de la velocidad del viento y reducción de las radiaciones de onda corta.
- Mayor probabilidad de arraigo y menor probabilidad de marras.
- Puede inducir un exceso de esbeltez en los tallos.
- En caso de temperaturas muy altas, puede producirse un exceso de calentamiento de la planta dentro del tubo.

### **3.1.5. ELECCIÓN DEFINITIVA DEL METODO**

Dado la gran importancia que tiene la supervivencia del mayor número de plántulas posibles sin daños, se ha seleccionado como protector, los protectores cilíndricos individuales, por proporcionar una protección más eficiente.

## **3.2. RIEGOS**

### **3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS**

- **No realizar riegos**

No se realizarían riegos de mantenimiento en la repoblación. Sólo se realizaría una dosis de riego de establecimiento inmediatamente a la plantación.

- **Riego por goteo**

Es un método de irrigación que utiliza de forma óptima la cantidad de agua utilizada. Mediante un sistema de tuberías y emisores (goteros), el agua se infiltra directamente hacia el sistema radicular de las plantas (Serrada, 2000).

- **Riego a manta**

El riego a manta o por superficie, consiste en mojar toda la superficie de la repoblación para asegurar que todo el suelo, y toda la plantación pueda beneficiarse del agua (Serrada, 2000).

- **Water box**

El wáter box, consiste en una caja de plástico que recoge el agua de rocío y de la lluvia, almacenándola en su interior, para suministrarla de forma controlada y duradera al árbol con el que ha sido plantado.

### 3.2.2. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LOS CONDICIONANTES

- **Condicionantes internos**

- Necesidad de un aporte de agua para las plántulas jóvenes.
- Escasez de precipitaciones anuales.
- Presencia de sequía estival.

- **Condicionantes externos**

- Repoblación de carácter protector, con la necesidad de lograr la mayor cubierta del suelo lo más rápido posible, por lo que el porcentaje de éxito debe ser lo más alto posible.
- Restauración de carácter protector, por lo que no supondrá ningún beneficio económico importante. Debido a esto, el proyecto de restauración deberá ser lo más económico posible.

### 3.2.3. EFECTOS DE LAS ALTERNATIVAS SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

El realizar o no riegos, y de qué tipo sean estos en el caso de realizarse, será un factor fundamental para el éxito de la repoblación.

### 3.2.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

- **No realizar riegos**

- Mayor porcentaje de marras.
- Mayor riesgo de fracaso en la repoblación.
- Coste económico inexistente.

- **Riego por goteo**

- Reducción de marras.
- Muy válido para repoblaciones de baja densidad sobre terrenos accesibles.
- Gran eficiencia en el riego.
- Coste económico alto.

- **Riego a manta**

- Gran gasto de agua.
- Deben de replantarse y ejecutarse las acequias y mecanismos de distribución previamente a la plantación.
- Coste económico alto.
- Posibilidad de exceso de agua en el sistema radicular.

- **Water box**

- Gran eficiencia en el riego.
- Gasto de agua inexistente al utilizar agua de rocío y de lluvia
- Gasto económico muy importante, pudiendo ser el coste de los wáter box mayor que el coste de todo el resto del proyecto de restauración.

### 3.2.5. ELECCIÓN DEFINITIVA DEL METODO

Dado que el presupuesto de este proyecto de restauración es limitado, y para evitar gastos de agua innecesarios, se opta por la opción de que no se realicen riegos posteriores al riego de mantenimiento en el momento de la plantación.

## ÍNDICE ANEJO XI. INGENIERIA DEL PROYECTO

<b>1. UBICACIÓN Y DISEÑO DE DIQUES .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. UBICACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. DATOS PARA EL DISEÑO .....</b>	<b>1</b>
1.2.1. DIQUE Nº1. SUBCUENCA 1 .....	3
1.2.2. DIQUE Nº1. SUBCUENCA 2 .....	6
1.2.3. DIQUE Nº1. SUBCUENCA 3 .....	9
1.2.4. DIQUE Nº1. SUBCUENCA 4 .....	12
<b>1.3. CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4. RENDIMIENTOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2. REPOBLACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. APEO DE RODALES .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. TRATAMIENTO DE LA VEGETACION PREEXISTENTE Y         PREPARACION DEL TERRENO.....</b>	<b>16</b>
2.2.1. MAQUINARIA Y APEROS.....	16
2.2.2. INTENSIDAD DE LA ACTUACION .....	16
2.2.3. EJECUCION DE LA ACTUACION .....	16
2.2.4. RENDIMIENTOS .....	17
<b>2.3. PLANTACION.....</b>	<b>18</b>
2.3.1. TIPO DE PLANTA.....	18
2.3.2. NECESIDADES DE PLANTA .....	19
2.3.3. PROCEDENCIA DE LA PLANTA .....	19
2.3.4. VIVEROS .....	19
2.3.5. ORGANIZACIÓN, EMBALAJE Y TRANSPORTE.....	19
2.3.6. EPOCA DE PLANTACION .....	20
2.3.7. MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y APEROS.....	20
2.3.8. DISTRIBUCION DE LA PLANTA.....	20
2.3.9. PLANTACION.....	20

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



<b>2.3.10. RENDIMIENTO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4. RESUMEN DE MEDIOS HUMANOS, MEDIOS MATERIALES Y MEDIOS MECANICOS .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.1. MEDIOS HUMANOS .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.2. MEDIOS MECÁNICOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1. COLOCACION DE PROTECTORES .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1. PROCEDIMIENTO .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2. RENDIMIENTO .....</b>	<b>22</b>

## ANEJO XI. INGENIERIA DEL PROYECTO

### 1. UBICACIÓN Y DISEÑO DE DIQUES

#### 1.1. UBICACIÓN

Los diques se emplazarán en la sección de cierre de las diferentes subcuencas, debido a que así se aprovecha la menor pendiente de la cuenca, y permite una acumulación de sedimentos, que no caerán en las tierras agrícolas anexas, y logrará una menor pérdida de suelo (V. Plano 14. Localización de diques).

#### 1.2. DATOS PARA EL DISEÑO

Los diques se diseñarán como diques de mampostería de gaviones de perfil tipo 1, con paramento aguas arriba vertical, y paramento escalonado aguas abajo con gradones iguales. A continuación se muestra un esquema de este tipo de dique (Martínez de Azagra y Díez, 2012).

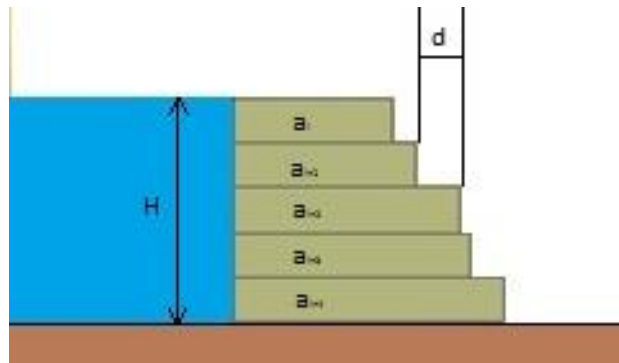
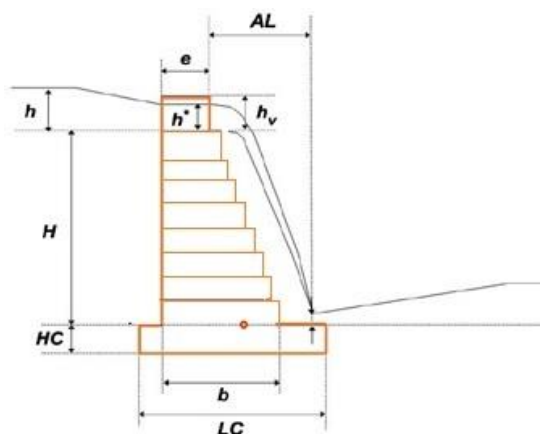


Figura 1. Esquema del Tipo 1 de dique de mampostería gavionada con paramento aguas arriba vertical y paramento escalonado aguas abajo con gradones iguales.

A continuación se muestra un esquema de un dique de gravedad, para indicar las partes de cada dique ya que estas, son iguales que las partes de un dique de gaviones, y sirve como aproximación para la mejor comprensión del diseño de los diques (Martínez de Azagra y Díez, 2012).



AL: Alcance de vertido  
 e: espesor en coronación (en el caso del proyecto "a")  
 h: Altura de vertido  
 h\*: Altura de carga en régimen crítico  
 h<sub>v</sub>: Altura del vertedero  
 H: Altura útil del dique  
 HC: Profundidad de la zapata  
 b: espesor en base  
 LC: Longitud de la zapata

Figura 2. Partes de un dique de gaviones.

El peso específico del gavión se calcula de la siguiente forma:

$\gamma_{gs}$  = peso específico del gavión seco

$$\gamma_{gs} = \gamma_s(1 - p) = 2600 * (1 - 0,3) = 1820 \text{ kp/m}^3$$

Donde,

$\gamma_s$  = peso específico de las piedras (2600  $\text{kp/m}^3$ )

p = porosidad (30 %)

$\gamma_{gA}$  = peso específico del gavión sumergido

$$\gamma_{gA} = (\gamma_s - \gamma)(1 - p) = (2600 - 1100) * (1 - 0,3) = 1050 \text{ kp/m}^3$$

Donde,

$\gamma_s$  = peso específico de las piedras (2600  $\text{kp/m}^3$ )

$\gamma$  = peso específico del agua (agua con sedimentos) (1100  $\text{kp/m}^3$ )

p = porosidad (30 %)

Dado que la probabilidad de que el agua llegue a la mitad de la altura de los diques es muy baja, se trabajará con un valor intermedio entre gavión sumergido y gavión seco, a través de la siguiente fórmula:

$$\gamma_g = \frac{\gamma_{gs} - \gamma_{gA}}{2} = \frac{1820 + 1050}{2} = 1435 \text{ kp/m}^3$$

El coeficiente de rozamiento entre los gaviones y el terreno es  $\vartheta_1 = 0.5$  y el coeficiente de fricción interna de los gaviones es  $\vartheta_2 = 0.7$ . Las tensiones máximas que admite el terreno son  $\sigma_{\max ter} = 4 \text{ kp/cm}^2$ , según la norma básica de la edificación NBE-AE-88.

El caudal de cálculo para el diseño de los diques, será el calculado anteriormente por el método racional modificado para un periodo de retorno de 25 años, dado que es el valor que asegura la seguridad de la obra, no pone en peligro propiedades o bienes personales, y es suficiente para estas obras de pequeñas dimensiones (Catella et al, 2005).

Tabla 1. Caudal punta para el diseño de los diques.

Cuenca	Qp (m <sup>3</sup> /s)
1	0,696
2	0,320
3	0,302
4	0,794

### 1.2.1. DIQUE N°1. SUBCUENCA 1

V. plano 15. Dique n°1. Subcuenca 1 (Documento 3. Planos)

- **Altura útil del dique (H)**

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, por lo que se elige una altura  $H = 2$  m. No se considera una mayor altura debido a la poca profundidad del suelo, y a la pequeña superficie de la cuenca, así como probables dificultades de cimentación por la baja resistencia del terreno.

- **Diseño del vertedero**

- Longitud del vertedero ( $L$ )

$$L = 23,7 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de carga en régimen crítico ( $h^*$ )

$$h^* = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * l}} = \sqrt[3]{\frac{\left(0,696 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)^2}{9,81 * 23,7}} = 0,128 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de vertido ( $h$ )

$$h = \frac{3}{2} * h^* = \frac{3}{2} * 0,128 = 0,192 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de vertedero ( $h_v$ )

Se define una altura de vertedero de 0,5 metros y un resguardo de  $r = 0,308 \text{ m} = 30,8$  cm.

- Cálculo de la velocidad de fluido al pasar por el vertedero  $v$  ( $v$ )

$$v = \frac{Q}{l * h^*} = \frac{0,696}{23,7 * 0,128} = 0,229 \text{ m/s}$$

- Cálculo de caudal máximo evacuado ( $Q_{max}$ )

$$Q_{max} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * l * h_v * \sqrt{2 * g * h_v} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * 23,7 * 0,5 * \sqrt{2 * 9,81 * 0,5} = 14,29 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Longitud de los escalones**

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante  $d = 0,5$  m.

- **Espesor en coronación**

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- *Condición de no deslizamiento*

$i$  = número de hiladas de gaviones = 2 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 2}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{2 - 1}{2} * 0,5 = 0,86 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

- *Condición de núcleo central*

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(2 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 2^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 2^2 - 8 * 2 + 3)}$$

$$a_2 \geq 1,12 \text{ m} \approx 1,5$$

El espesor en coronación “ $a_2$ ” será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 1,5 + (2 * 0,5) = 2,5 \text{ m}$$

- **Alcance del vertido**

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 2 * 0,128 + 0,128^2} = 0,727 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$AL < 2,5 - 1,5 \rightarrow 0,727 < 1 \quad \times$$

Pese a no cumplirse la condición del alcance de vertido, se opta por no colocar ningún tipo de protección en el dique, ya que en la zona no hay cantos o elementos gruesos que puedan dañar los gaviones o cortar la malla metálica.

- **Condición de no deslizamiento fábrica-terreno**

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum Fh}{\sum Fv}$$

Siendo:

$\sum Fh$  : Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)

$\sum Fv$  : Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp). La subpresión se omite debido al  $\gamma_g$  elegido.

$\vartheta_1$ : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum Fv = W = W1 + W2 + \dots + Wn = \gamma_g(V1 + V2 + \dots + Vn) =$$

$$= 1435 * (1,5 + 2) = 1435 * 3 = 5022,5 \text{ kp}$$

$$\sum Fh = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{2^2}{2} = 2200 \text{ kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum Fh}{\sum Fv}$$

$$\frac{\sum Fh}{\sum Fv} = \frac{2200}{5022,5} = 0,44$$

$$(\vartheta_1 = 0,5) \geq \left( \frac{\sum Fh}{\sum Fv} = 0,44 \right)$$

Dado que el resultado obtenido, es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ( $\vartheta_1 = 0,5$ ), se puede concluir que la obra no deslizará.

- **Tensiones de comprensión sobre el terreno**

$$C1 = \frac{\sum Ma}{\sum Fv} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{6}$$

Donde,

C1: Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de todas las fuerzas exteriores)

$\sum Ma$ : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón de la base.

LC: Longitud de la zapata o cimentación

$$\sum Ma = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum W_i * d_i$$

$$\sum Ma = \frac{1100 * 2^2}{2} * \frac{2}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25))$$

$$\sum Ma = 10435,42 \text{ kp/m}$$

$$\sum Fv = W = W1 + W2 + \dots + Wn = \gamma_g(V1 + V2 + \dots + Vn) =$$

$$= 1435 * (1,5 + 2 + 2,5) = 1435 * 6 = 8610 \text{ kp}$$

Donde:

$W_i$ : Peso de cada hilada

$d_i$ : Brazo del peso de cada hilada respecto al punto 0 metros de H y 0 metros de b.

$$C1 = \frac{\sum Ma}{\sum Fv} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 = \frac{10435,42}{8610} - \frac{23,15}{2} = -10,36 \text{ m}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{2} \rightarrow -10,36 \leq 1,5$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

## 1.2.2. DIQUE Nº1. SUBCUENCA 2

V. plano 16. Dique nº1. Subcuenca 2.

- **Altura útil del dique (H)**

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, por lo que se elige una altura  $H = 2$  m. No se considera una mayor altura debido a la poca profundidad del suelo, y a la pequeña superficie de la cuenca, así como probables dificultades de cimentación por la baja resistencia del terreno, así como probables dificultades de cimentación por la baja resistencia del terreno.

- **Diseño del vertedero**

- Longitud del vertedero ( $L$ )

$$L = 25 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de carga en régimen crítico ( $h^*$ )

$$h^* = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * l}} = \sqrt[3]{\frac{\left(0,320 \frac{m^3}{s}\right)^2}{9,81 * 25}} = 0,075 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de vertido ( $h$ )

$$h = \frac{3}{2} * h^* = \frac{3}{2} * 0,075 = 0,113 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de vertedero ( $h_v$ )

Se define una altura de vertedero de 0,5 metros y un resguardo de  $r = 0,387 \text{ m} = 38,7$  cm.

- Cálculo de la velocidad de fluido al pasar por el vertedero  $v$  ( $v$ )

$$v = \frac{Q}{l * h^*} = \frac{0,320}{25 * 0,075} = 0,171 \text{ m/s}$$

- Cálculo de caudal máximo evacuado ( $Q_{max}$ )

$$Q_{max} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * l * h_v * \sqrt{2 * g * h_v}$$

$$Q_{max} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * 25 * 0,5 * \sqrt{2 * 9,81 * 0,5} = 15,07 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Longitud de los escalones**

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo, y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura de los escalones es de 1 metro, se fija un ancho de escalón constante  $d = 0,5$  metros.

- **Espesor en coronación**

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- *Condición de no deslizamiento*

$i$  = número de hiladas de gaviones = 2 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 2}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{2 - 1}{2} * 0,5 = 0,86 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

- *Condición de núcleo central*

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(2 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 2^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 2^2 - 8 * 2 + 3)}$$

$$a_2 \geq 1,12 \text{ m} \approx 1,5$$

El espesor en coronación "a" será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 1,5 + (2 * 0,5) = 2,5 \text{ m}$$

- **Alcance del vertido**

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 2 * 0,075 + 0,075^2} = 0,553 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$AL > 2,5 - 1,5 \rightarrow 0,553 > 1 \quad \text{✗}$$

Pese a no cumplirse la condición del alcance de vertido, se opta por no colocar ningún tipo de protección en el dique, ya que en la zona no hay cantos o elementos gruesos que puedan dañar los gaviones o cortar la malla metálica.

- **Condición de no deslizamiento fábrica-terreno**

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum Fh}{\sum Fv}$$

Siendo:

$\sum Fh$  : Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



$\sum Fv$  : Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp). La subpresión se omite debido a  $\gamma_g$  elegido.

$\vartheta_1$ : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\begin{aligned}\sum Fv = W &= W1 + W2 + \dots + Wn = \gamma_g(V1 + V2 + \dots + Vn) = \\ &= 1435 * (1,5 + 2) = 1435 * 3,5 = 5022,5 \text{ kp}\end{aligned}$$

$$\sum Fh = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{2^2}{2} = 2200 \text{ kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum Fh}{\sum Fv}$$

$$\frac{\sum Fh}{\sum Fv} = \frac{2200}{10045} = 0,44$$

$$(\vartheta_1 = 0,5) \geq \left(\frac{\sum Fh}{\sum Fv} = 0,44\right)$$

Dado que el resultado obtenido, es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ( $\vartheta_1 = 0,5$ ), se puede concluir que la obra no deslizará.

- **Tensiones de compresión sobre el terreno**

$$C1 = \frac{\sum Ma}{\sum Fv} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{6}$$

Donde,

C1: Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de todas las fuerzas exteriores)

$\sum Ma$ : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón de la base.

LC: Longitud de la zapata o cimentación

$$\begin{aligned}\sum Ma &= \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum W_i * d_i \\ \sum Ma &= \frac{1100 * 2^2}{2} * \frac{2}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25))\end{aligned}$$

$$\sum Ma = 10435,417 \text{ kp/m}$$

$$\begin{aligned}\sum Fv = W &= W1 + W2 + \dots + Wn = \gamma_g(V1 + V2 + \dots + Vn) = \\ &= 1435 * (1,5 + 2 + 2,5) = 1435 * 6 = 8610 \text{ kp}\end{aligned}$$

Donde:

$W_i$ : Peso de cada hilada

$d_i$ : Brazo del peso de cada hilada respecto al punto 0 metros de H y 0 metros de b.

$$C1 = \frac{\sum Ma}{\sum Fv} - \frac{LC}{2}$$

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

$$C1 = \frac{10435,417}{8610} - \frac{19,89}{2} = -8,73 \text{ m}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{2} \rightarrow -8,73 \leq 1,5$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

### 1.2.3. DIQUE Nº1. SUBCUENCA 3

V. plano 17. Dique nº1. Subcuenca 3.

- **Altura útil del dique H**

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, por lo que se elige una altura  $H = 2 \text{ m}$ . No se considera una mayor altura debido a la poca profundidad del suelo, y a la pequeña superficie de la cuenca, así como probables dificultades de cimentación por la baja resistencia del terreno.

- **Diseño del vertedero**

- *Longitud del vertedero (L)*

$$L = 24 \text{ m}$$

- *Cálculo de la altura de carga en régimen crítico ( $h^*$ )*

$$h^* = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * l}} = \sqrt[3]{\frac{\left(0,302 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)^2}{9,81 * 24}} = 0,073 \text{ m}$$

- *Cálculo de la altura de vertido (h)*

$$h = \frac{3}{2} * h^* = \frac{3}{2} * 0,073 = 0,11 \text{ m}$$

- *Cálculo de la altura de vertedero ( $h_v$ )*

Se define una altura de vertedero de 0,5 metros y un resguardo de  $r = 0,39 \text{ m} = 39 \text{ cm}$ .

- *Cálculo de la velocidad de fluido al pasar por el vertedero ( $v$ )*

$$v = \frac{Q}{l * h^*} = \frac{0,302}{24 * 0,073} = 0,172 \text{ m/s}$$

- *Cálculo de caudal máximo evacuado ( $Q_{max}$ )*

$$Q_{max} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * l * h_v * \sqrt{2 * g * h_v}$$

$$Q_{max} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * 24 * 0,5 * \sqrt{2 * 9,81 * 0,5} = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Longitud de los escalones**

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo, y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante  $d = 0,5$  metros.

### Espesor en coronación

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento

$i =$  número de hiladas = 2 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 2}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{2 - 1}{2} * 0,5 = 0,845 \text{ m}$$

- Condición de núcleo central

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(2 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 2^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 2^2 - 8 * 2 + 3)}$$

$$a_2 \geq 1,123 \text{ m}$$

$$a = 1,5 \text{ m}$$

$$b = a_2 + (i * d) = 1,123 + (2 * 0,5) = 2,123 \text{ m} \approx 2,5 \text{ m}$$

- Alcance del vertido

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + H^{*2}} = \sqrt{2 * 2 * 0,073 + 0,073^2} = 0,545 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$AL > 2,5 - 1,5 \rightarrow 0,545 < 1 \quad \times$$

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum Fh}{\sum Fv}$$

Siendo:

$\sum Fh$  : Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)

$\sum Fv$  : Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp). La subpresión se omite debido al  $\gamma_g$  elegido.

$\vartheta_1$ : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\begin{aligned} \sum Fv = W &= W1 + W2 + \dots + Wn = \gamma_g(V1 + V2 + \dots + Vn) = \\ &= 1435 * (1,5 + 2) = 1435 * 3,5 = 5022,5 \text{ kp} \end{aligned}$$

$$\sum Fh = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{2^2}{2} = 2200 \text{ kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum Fh}{\sum Fv}$$

$$\frac{\sum Fh}{\sum Fv} = \frac{2200}{5022,5} = 0,44$$

$$(\vartheta_1 = 0,5) \geq \left( \frac{\sum Fh}{\sum Fv} = 0,44 \right)$$

- **Tensiones de compresión sobre el terreno**

$$C1 = \frac{\sum Ma}{\sum Fv} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{6}$$

Donde,

C1: Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de todas las fuerzas exteriores)

$\sum Ma$ : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón de la base.

LC: Longitud de la zapata o cimentación

$$\sum Ma = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum W_i * d_i$$

$$\sum Ma = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum W_i * d_i$$

$$\sum Ma = \frac{1100 * 2^2}{2} * \frac{2}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25))$$

$$\sum Ma = 10435,417 \text{ kp/m}$$

$$\sum Fv = W = W1 + W2 + \dots + Wn = \gamma_g(V1 + V2 + \dots + Vn) =$$

$$= 1435 * (1,5 + 2 + 2,5) = 1435 * 6 = 8610 \text{ kp}$$

Donde:

$W_i$ : Peso de cada hilada

$d_i$ : Brazo del peso de cada hilada respecto al punto 0 metros de H y 0 metros de b.

$$C1 = \frac{\sum Ma}{\sum Fv} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 = \frac{10435,417}{8610} - \frac{15,18}{2} = -6,38 \text{ m}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{2} \rightarrow -6,38 \leq 1,5$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## 1.2.4. DIQUE Nº1. SUBCUENCA 4

V. plano 18. Dique nº1. Subcuenca 4.

- **Altura útil del dique H**

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, por lo que se elige una altura  $H = 2$  m. No se considera una mayor altura debido a la poca profundidad del suelo, y a la pequeña superficie de la cuenca, así como probables dificultades de cimentación por la baja resistencia del terreno.

- **Diseño del vertedero**

- Longitud del vertedero ( $L$ )

$$L = 30 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de carga en régimen crítico ( $h^*$ )

$$h^* = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * l}} = \sqrt[3]{\frac{\left(0,794 \frac{m^3}{s}\right)^2}{9,81 * 30}} = 0,129 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de vertido ( $h$ )

$$h = \frac{3}{2} * h^* = \frac{3}{2} * 0,129 = 0,194 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura de vertedero ( $h_v$ )

Se define una altura de vertedero de 0,5 metros y un resguardo de  $r = 0,306 \text{ m} = 30,6$  cm.

- Cálculo de la velocidad de fluido al pasar por el vertedero  $v$  ( $v$ )

$$v = \frac{Q}{l * h^*} = \frac{0,794}{30 * 0,129} = 0,205 \frac{m}{s}$$

- Cálculo de caudal máximo evacuado ( $Q_{max}$ )

$$Q_{max} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * l * h_v * \sqrt{2 * g * h_v} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * 30 * 0,5 * \sqrt{2 * 9,81 * 0,5} = 2,557 \text{ m}^3/s$$

- **Longitud de los escalones**

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo, y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante  $d = 0.5$  metros.

- **Espesor en coronación**

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- *Condición de no deslizamiento*

$i$  = número de hiladas=2 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 2}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{2 - 1}{2} * 0,5 = 0,845 \text{ m}$$

- *Condición de núcleo central*

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(2 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 2^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 2^2 - 8 * 2 + 3)}$$

$$a_2 \geq 1,123 \text{ m}$$

$$a = 1,5 \text{ m}$$

$$b = a_2 + (i * d) = 1,123 + (2 * 0,5) = 2,123 \text{ m} \approx 2,5 \text{ m}$$

- **Alcance del vertido**

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + H^{*2}} = \sqrt{2 * 2 * 0,129 + 0,129^2} = 0,73 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$AL > 2,5 - 1,5 \rightarrow 0,73 < 1 \quad \times$$

Pese a no cumplirse la condición del alcance de vertido, se opta por no colocar ningún tipo de protección en el dique, ya que en la zona no hay cantos o elementos gruesos que puedan dañar los gaviones o cortar la malla metálica.

- **Condición de no deslizamiento fábrica-terreno**

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum Fh}{\sum Fv}$$

Siendo:

$\sum Fh$  : Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)

$\sum Fv$  : Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp). La subpresión se omite debido a  $\gamma_g$  elegido.

$\vartheta_1$ : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum Fv = W = W1 + W2 + \dots + Wn = \gamma_g(V1 + V2 + \dots + Vn) =$$

$$= 1435 * (1,5 + 2) = 1435 * 3,5 = 5022,5 \text{ kp}$$

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

$$\sum Fh = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{2^2}{2} = 2200 \text{ kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum Fh}{\sum Fv}$$

$$\frac{\sum Fh}{\sum Fv} = \frac{2200}{5022,5} = 0,44$$

$$(\vartheta_1 = 0,5) \geq \left( \frac{\sum Fh}{\sum Fv} = 0,44 \right)$$

Dado que el resultado obtenido, es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ( $\vartheta_1 = 0,5$ ), se puede concluir que la obra no deslizará.

- **Tensiones de comprensión sobre el terreno**

$$\sum Ma = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum W_i * d_i$$

Donde:

$W_i$ : Peso de cada hilada

$d_i$ : Brazo del peso de cada hilada respecto al punto 0 metros de H y 0 metros de b.

$$\sum Ma = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum W_i * d_i$$

$$\sum Ma = \frac{1100 * 2^2}{2} * \frac{2}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25))$$

$$\sum Ma = 10435,417 \text{ kp/m}$$

$$\begin{aligned} \sum Fv = W &= W1 + W2 + \dots + Wn = \gamma_g(V1 + V2 + \dots + Vn) = \\ &= 1435 * (1,5 + 2 + 2,5) = 1435 * 6 = 8610 \text{ kp} \end{aligned}$$

$$C1 = \frac{\sum Ma}{\sum Fv} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{6}$$

Donde,

C1: Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de todas las fuerzas exteriores)

$\sum Ma$ : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón de la base.

LC: Longitud de la zapata o cimentación

$$C1 = \frac{10435,417}{8610} - \frac{18,39}{2} = -7,98 \text{ m}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{2} \rightarrow -7,98 \leq 1,5$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

### 1.3. CONSTRUCCIÓN

Para la construcción ha sido necesario mayorar los empotramientos, ya que las secciones transversales son aproximadas, y así, de esta forma dejamos un resguardo para estar del lado de la seguridad.

Las mediciones se han hecho a partir de los planos, asemejando la realidad a figuras geométricas.

### 1.4. RENDIMIENTOS

Para la construcción de los diques se emplearan 0,05 h/m<sup>3</sup> de excavación y 3 h/m<sup>3</sup> de gavión.

## 2. REPOBLACIÓN

### 2.1. APEO DE RODALES

El apeo de rodales es necesario para definir en el área del proyecto, las diferentes zonas que tienen características similares. El factor más importante y en el que se basa la diferenciación, es la pendiente, debido a que la zona de estudio presenta orientación, vegetación, condiciones edáficas y climatología similares (V. Plano 19. Rodales de repoblación).

- **Rodal 1**

Superficie: 6,94 ha

Pendiente aproximada: 15-30%

- **Rodal 2**

Superficie: 5,45 ha

Pendiente aproximada: 25-40%

- **Rodal 3**

Superficie: 6,74 ha

Pendiente aproximada: 35-60%



## **2.2. TRATAMIENTO DE LA VEGETACION PREEXISTENTE Y PREPARACION DEL TERRENO**

### **2.2.1. MAQUINARIA Y APEROS**

Se distinguen tres rodales dentro de la zona de estudio con diferente tratamiento:

- **Rodal 1**

Ahoyado mecanizado con retroexcavadora. La maquinaria que se utiliza es una retroexcavadora de cadenas en terrenos forestales con una potencia de 100 CV y con un cazo de hasta 1 m<sup>3</sup>.

- **Rodal 2**

Ahoyado mecanizado con ripper en línea de máxima pendiente. La maquinaria utilizada es un tractor de cadena de 120 CV, provisto de dos subsoladores o ripper separados dos metros sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica, y adaptados mediante dos piezas: la primera de forma triangular que abre el hoyo, y la segunda situada encima con forma de orejeta que empuja la tierra y el material para que no vuelva a caer en el hoyo.

La primera pieza tendrá unas dimensiones mínimas de 30 centímetros de altura y 40 centímetros de anchura, mientras que la orejeta tendrá una altura de 30 centímetros y una anchura de 30 centímetros en su parte central.

- **Rodal 3**

Ahoyado mecanizado con ripper en línea de máxima pendiente. La descripción de esta actuación se puede observar en el punto anterior.

### **2.2.2. INTENSIDAD DE LA ACTUACION**

En los rodales en que la preparación del terreno se realiza mediante ahoyado mecanizado con ripper, la densidad de plantación será de 1100 pies/ha. La profundidad será de 50 cm.

En los rodales en que la preparación del terreno se realice mediante ahoyado mecanizado con retroexcavadora, las dimensiones del hoyo serán 60 x 60 x 60 cm, y la densidad de plantación, la misma que en el caso anterior.

La distribución de la planta será mediante un marco regular de 3x3 metros.

### **2.2.3. EJECUCION DE LA ACTUACION**

- **Rodal 1. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora sin desbroce previo**

En primer lugar, es necesario un marcado del terreno siguiendo una distribución regular con una distancia entre hoyos de 3 metros.

Posteriormente, la maquina realiza una roza de matorral simultánea con la apertura del hoyo de plantación. La máquina avanza en línea de máxima pendiente desplazándose hacia arriba, apoyando su cazo en el suelo sirviéndole este de punto de apoyo. Desde un mismo punto la retroexcavadora puede realizar los hoyos correspondientes a varias líneas (Serrada, 2000).

La operación se efectuará el número de veces necesario para lograr las dimensiones de 60 x 60 x 60 cm cada hoyo.

- **Rodal 2. Ahoyado mecanizado con ripper sin desbroce previo**

No será necesario un desbroce previo, debido a la escasa presencia de matorral en la parcela.

En primer lugar, se sitúa el tractor en la parte alta de la ladera, desplazándose en línea de máxima pendiente clavando los rejonos separados dos metros de forma alternativa y a la distancia prefijada de 3 metros.

La máquina completa la doble línea de hoyos y puede remontar de 3 formas: marcha atrás sin realizar ahoyado, marcha atrás realizando ahoyado o marcha adelante, invirtiendo la colocación de los rejonos (Serrada, 2000).

- **Rodal 3. Ahoyado mecanizado con ripper sin desbroce previo**

Misma ejecución que en el punto anterior de la descripción de ejecución del rodal 2.

#### 2.2.4. RENDIMIENTOS

Los rendimientos para los trabajos realizados en la zona de repoblación se han estimado basándonos en los datos obtenidos de la publicación "Apuntes de repoblaciones forestales" (Serrada, 2000).

- **Rodal 1. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora sin desbroce previo**

La densidad que se ha establecido es de 1100 pies /ha, para que el rendimiento estimado es de 50 hoyos/hora, es decir, 22 h/ha.

La superficie del rodal 1 es de 6,94 hectáreas, por lo que son necesarias 152,7 horas.

Dado que un jornal tiene 8 horas de duración, con un descanso de 0,5 horas para cada trabajador, el número de días necesarios para esta labor es de 21 jornales.

- **Rodal 2. Ahoyado mecanizado con ripper sin desbroce previo**

Dado que para una densidad de 1100 hoyos/ha, el rendimiento aproximado es de 7 horas por hectárea, y el rodal 2, tiene 5,45 hectáreas, son necesarias 38,15 horas para realizar la labor en todo el rodal.

Dado que el jornal dura 8 horas, con un descanso de 0,5 horas para cada trabajador, el número de jornales necesarios para este rodal será de 5 jornales.

- **Rodal 3. Ahoyado mecanizado con ripper sin desbroce previo**

Dado que al igual que en el rodal 2, el rendimiento para la densidad deseada es de 7 horas por hectárea, y este rodal tiene 6,74 hectáreas, es necesario un total de 47,18 horas de labor en este rodal.

El número de jornales de 8 horas, con un descanso de 0,5 horas para cada trabajador, necesarios para realizar esta labor, es de 6 jornales.

## 2.3. PLANTACION

### 2.3.1. TIPO DE PLANTA

La especie que se va a introducir y sus características son las siguientes:

- **Especies a introducir**

*Pinus halepensis*

Envase forestal de 400 cm<sup>3</sup>

Edad: 2 savias

*Crataegus monogyna*

Envase forestal de 300 cm<sup>3</sup>

Edad: 2 savias

- **Características de la planta a introducir**

- La planta deberá tener unas características medias que definan su buena calidad, y por tanto su posibilidad de supervivencia. Estas condiciones que deben cumplir son:
- Tener un sistema radical ramificado de forma equilibrada, con un amplio número de raíces secundarias, sin encontrarse este dañado.
- Poseer un porcentaje foliar adecuado, y una ramificación uniforme.
- Alcanzar un diámetro de cuello de la raíz admisible para su buen crecimiento.
- No presentar signos de enfermedades y/o plagas.
- No presentar heridas sin cicatrizar.
- No presentar coloraciones debido a deficiencias nutritivas.
- Los envases deben situarse suficientemente elevados en el vivero, para que se realice de forma correcta el autorrepicado.
- El envase debe poseer un orificio en su parte inferior, para que se produzca el repicado aerobio de la raíz.
- El envase debe tener paredes rígidas e impermeables, que impidan el paso de las raíces a través de ellas, para evitar que estas se pasen de un envase a otro.
- El envase debe poseer costillas interiores para evitar la espiralización de las raíces.
- En el momento de la plantación, el sustrato debe encontrarse relativamente húmedo, pero no muy compactado.
- El volumen del envase será de 300 cm<sup>3</sup> en el caso de la especie de *Crataegus monogyna* y de 400 cm<sup>3</sup> en el caso de la especie de *Pinus halepensis*.

### 2.3.2. NECESIDADES DE PLANTA

Tabla 2. Necesidades de planta para cada uno de los rodales.

Roda I	Superficie (ha)	Densidad (pies/ha)	Especie y %	Planta (+5%)
1	6,94	1100	<i>Pinus halepensis</i> (90%)	7214,13
			<i>Crataegus monogyna</i> (10%)	801,57
2	5,45	1100	<i>Pinus halepensis</i> (90%)	5665,28
			<i>Crataegus monogyna</i> (10%)	629,48
3	6,74	1100	<i>Pinus halepensis</i> (90%)	7006,23
			<i>Crataegus monogyna</i> (10%)	778,47

Se plantea un incremento en un 5% en la densidad establecida de la planta, para prevenir las posibles pérdidas de planta por imprevistos como pueden ser: factores climáticos, roturas durante el transporte, problemas o defectos en el proceso de plantación, etc.

Por lo tanto la necesidad de planta es:

Tabla 3. Número de plantas necesarias para realizar la plantación.

Especie	Número de planta (+5%)
<i>Pinus halepensis</i>	19886
<i>Crataegus monogyna</i>	2210

### 2.3.3. PROCEDENCIA DE LA PLANTA

La región de procedencia recomendada para *Pinus halepensis* en la zona es: "Repoblaciones de la Meseta Norte", aunque también es posible la procedencia "Maestrazgo – Los Serranos", ambas con categoría seleccionado.

Se eligen estas regiones de procedencia, para lograr una mejor adaptación a las condiciones de la estación, y debido a esto una mayor posibilidad de arraigo y supervivencia.

No se admitirán procedencias cuyo origen no se encuentre en la Península Ibérica.

### 2.3.4. VIVEROS

La planta será suministrada por viveros particulares situados a una distancia menor de 50 kilómetros.

### 2.3.5. ORGANIZACIÓN, EMBALAJE Y TRANSPORTE

Una vez seleccionadas las plantas en vivero, estas deben ir cuidadosamente dispuestas en cajas de madera o cartón ligeras de pared perforada, con unas dimensiones de 50 x 30 cm, en las que se pueden colocar 50 plantas de envase.

Dado que se va a emplear un camión de 9 m<sup>3</sup> de capacidad, será posible transportar 200 cajas por viaje, lo que representa 10000 plantas en envase.

Dado que se requieren 22096 plantas en contenedor de *Pinus halepensis*, y en cada viaje se pueden transportar como máximo 10000, serán necesarios tres viajes.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

El transporte de la planta, ha de realizarse de forma escalonada en el tiempo, dado que si la planta permanece mucho tiempo fuera del vivero y sin plantar, es muy probable que sufra daños y no se encuentre en un estado óptimo a la hora de realizar la plantación.

Los viajes necesarios para el transporte de planta, exigen medio jornal de trabajo de un conductor y un peón, por lo que los jornales empleados en el transporte de la planta, serán 1,5 jornales de conductor, y 1,5 jornales de peón.

Se debe realizar un mantenimiento de la planta, dado que en el caso que fuera necesario debido a las condiciones climáticas, habrá que regarlas, y de forma obligada habrá que regarlas antes de su plantación.

### **2.3.6. EPOCA DE PLANTACION**

La plantación ha de realizarse en parada vegetativa, con el terreno con tempero, y cuando no exista riesgo de heladas, para lograr el mayor arraigo posible.

En el estudio climático, se concluye que existe un período de heladas muy probables desde noviembre hasta marzo, y probables en abril.

Dado que la planta suministrada por el vivero, está disponible a partir de finales de septiembre o principios de octubre, la planta ha de estar en parada vegetativa, y que no se debe retrasar la plantación a períodos con riesgo de heladas, se estima que el período de tiempo más adecuado para la plantación es del 1 de octubre al 1 de noviembre, dado que este período está considerado como período libre de heladas.

### **2.3.7. MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y APEROS**

La plantación es manual, y la herramienta necesaria es una azada de boca estrecha, con un palo aproximado de 1,5 kg.

### **2.3.8. DISTRIBUCION DE LA PLANTA**

La planta será transportada del vivero a la zona de plantación, a medida que sea necesitada por los operarios encargados de la plantación, evitando así que sufra daños por el paso del tiempo en condiciones inadecuadas.

Como ya se ha mencionado anteriormente el transporte de la planta se podrá realizar en cajas de madera o cartón.

La distribución en la zona de repoblación se realizará a primera hora de la mañana y se distribuirá la cantidad suficiente para plantar en cada rodal.

### **2.3.9. PLANTACION**

La plantación se realizará de forma manual, debido a las dificultades que presenta la pendiente del terreno para el uso de maquinaria.

No se utilizará ningún material orgánico o químico, sino que únicamente se utilizará la tierra extraída del mismo hoyo, procurando que este quede completamente lleno, sin huecos, para evitar la presencia de cámaras de aire.

La plántula ha de implantarse de forma que quede firmemente arraigada al suelo.

El operario arroja un poco de tierra sobre el hoyo, quita completamente el envase y da un corte con una navaja según una generatriz del cilindro para evitar estrangulamientos y facilitar la extensión del sistema radical, a la vez que, en el caso de existir alguna raíz

espiralada situada alrededor de la principal, la corta. Posteriormente, arroja el resto de la tierra (desprovista de piedras), asegurándose de que la planta se mantenga vertical, y pisando alrededor para que la tierra se mantenga adherida a la misma (Serrada, 2000).

### **2.3.10. RENDIMIENTO**

El rendimiento para plantación manual para especies de plantas en contenedor es de 150 plantas por jornal (Serrada, 2000), por lo que los jornales estimados para cada uno de los rodales son:

- **Rodal 1**

Número de plantas en contenedor: 8016

Número de jornales necesarios: 53,44

- **Rodal 2**

Número de plantas en contenedor: 6295

Número de jornales necesarios: 41,97

- **Rodal 3**

Número de plantas en contenedor: 7785

Número de jornales necesarios: 51,9

## **2.4. RESUMEN DE MEDIOS HUMANOS, MEDIOS MATERIALES Y MEDIOS MECANICOS**

### **2.4.1. MEDIOS HUMANOS**

- **Plantación manual**

Esta operación se debe efectuar en el período que discurre desde el 1 de octubre al 1 de noviembre. El número de días hábiles, descontando el número de días festivos, y una aproximación de días de mal tiempo, desciende hasta los 19 días.

Esta actuación requiere un número total de 147,31 jornales lo que supone una cuadrilla completa de 8 obreros y 1 capataz.

Además, se debe tener en cuenta, que en el transporte de la planta, se emplearán 1,5 jornales de un peón y 1,5 jornales de un conductor.

La plantación comenzará en el rodal 1 (ahoyado mecanizado con retroexcavadora) y finalizará en el rodal 3 (ahoyado mecanizado con ripper).

### **2.4.2. MEDIOS MECÁNICOS**

- **Ahoyado mecanizado con retroexcavadora**

Esta actuación requiere 20 jornales de maquinaria para realizar los trabajos. Para que la labor esté finalizada al menos dos meses antes del comienzo de la plantación, se realizará esta labor del 1 de julio, al 28 de julio, incluyendo festivos y pérdida de días por causas y problemas diversos.

- **Ahoyado mecanizado con ripper**

Esta actuación requiere 11 jornales de maquinaria para realizar estos trabajos. Para que la labor esté finalizada dos meses antes del comienzo de la plantación, se comenzará la labor el día 1 de julio hasta el día 16 de julio, incluyendo festivos y pérdida de días por causas y problemas diversos.

### **3. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**

#### **3.1. COLOCACION DE PROTECTORES**

##### **3.1.1. PROCEDIMIENTO**

Con el fin de lograr una protección individual de las plántulas, eficaces frente a los conejos y pequeños mamíferos, se colocarán unos protectores, que consisten en una malla rígida de plástico de forma cilíndrica de 60 cm de altura, que se coloca alrededor de cada plántula, que son recuperables una vez superada la edad de peligro. Según los fabricantes, este tipo de protectores contribuyen a la condensación de nieblas en el entorno de la planta, lo que mejorara el aporte hídrico a cada plántula.

Los efectos de los protectores de malla son:

- Protección eficiente frente a la predación o ramoneo por herbívoros.
- Ligera reducción de la luminosidad, y reducción de las radiaciones de onda corta.
- Aporte de agua por condensación, lo que mantiene una atmósfera con mayor humedad relativa.
- Aumento de la duración del período vegetativo.
- Disminución de la velocidad del viento y de la evaporación.
- Aumento relativo frente a plantas sin protectores del crecimiento longitudinal en las primeras edades.

Todo esto, produce una mayor probabilidad de arraigo, y una reducción del número de marras en condiciones de estrés hídrico.

Este tipo de protectores, no introducen cambios en el porte de las plantas y deben ser retirados en el momento en que se supera el riesgo de predación, para que no produzca deformaciones en la ramificación. Dado que los protectores son recuperables, se podrá recuperar parte de la inversión realizada en los tubos (Serrada, 2000).

##### **3.1.2. RENDIMIENTO**

Los tubos protectores, se colocan simultáneamente a la plantación, con lo que el rendimiento será paralelo (Serrada, 2000).

## **INDICE ANEJO XII. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

<b>1. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. DIQUES .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. REPOBLACION .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.1. AHOYADO MECANIZADO CON RETROEXCAVADORA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.2. AHOYADO MECANIZADO CON RIPPER.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.3. PLANTACION MANUAL.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3.1. COLOCACION DE PROTECTORES.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ESQUEMA DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>2</b>



---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## **ANEJO XII. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

### **1. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

#### **1.1. DIQUES**

Para la excavación y transporte de materiales se requieren 2,74 jornales.

Para la construcción de los diques (gaviones) se requieren 178,84 jornales.

Estos trabajos se realizaran en julio y agosto.

#### **1.2. REPOBLACION**

##### **1.2.1. AHOYADO MECANIZADO CON RETROEXCAVADORA**

Se requieren 20,36 jornales de maquinaria para realizar estos trabajos, es decir, el periodo comprendido desde el 1 de julio al 28 de julio, incluyendo tanto días festivos como la pérdida de días por causas diversas, para que la labor esté finalizada al menos 2 meses antes del comienzo de la plantación.

##### **1.2.2. AHOYADO MECANIZADO CON RIPPER**

Para esta actuación se requieren 5,1 jornales de maquinaria para realizar estos trabajos, es decir el periodo temporal comprendido entre la fecha de 1 de julio a la fecha 10 de julio, incluyendo tanto días festivos como la perdida de días por causas diferentes.

##### **1.2.3. PLANTACION MANUAL**

Esta operación se efectuará en el periodo que discurre desde el 1 de octubre hasta el 1 de noviembre.

El número total de jornales utilizados en la plantación es de 147,31.

Además hay que tener en cuenta que se emplearan 2,5 jornales de un peón y 2,5 jornales de un conductor para el traslado de la planta y 2,5 jornales de peón para el aviverado.

#### **1.3. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**

##### **1.3.1. COLOCACION DE PROTECTORES**

Se realizará simultáneamente a la plantación.

## 2. ESQUEMA DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN

Tabla 1. Resumen del programa de ejecución del proyecto.

MESES	JUNIO		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
SEMANAS	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
DIQUES																		
AHOYADO CON RETROEXCAVADORA																		
AHOYADO CON RIPPER																		
PLANTACION																		
COLOCACION DE PROTECTORES																		

## INDICE ANEJO XIII. JUSTIFICACION DE PRECIOS

<b>1. PRECIOS BASICOS.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. COSTE HORARIO DE LA MANO DE OBRA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. COSTE DE LA MAQUINARIA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. COSTE DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PRECIOS AUXILIARES .....</b>	<b>2</b>
<b>3. PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA .....</b>	<b>2</b>
CAPITULO I: EXCAVACIÓN .....	<b>2</b>
CAPITULO II: GAVIONES .....	<b>2</b>
CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO .....	<b>3</b>
CAPITULO IV: PLANTACIÓN.....	<b>3</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## ANEJO XIII. JUSTIFICACION DE PRECIOS

### 1. PRECIOS BASICOS

#### 1.1. COSTE HORARIO DE LA MANO DE OBRA

- Jefe de cuadrilla R.G.	22 €/h
- Peón construcción	19 €/h
- Jefe de cuadrilla forestal	22 €/h
- Peón forestal	15 €/h

El jornal de trabajo será de ocho horas al día, de las que sólo siete horas y media serán horas aprovechables.

El precio de jornal del peón incluye la parte proporcional del capataz que dirige las cuadrillas.

En los precios de la maquinaria están incluidos los jornales de la maquinaria.

El transporte de la mano de obra se realizará en un vehículo todoterreno. El precio de dicho vehículo, incluyendo gastos de combustible y mantenimiento asciende a 8,25€/h.

#### 1.2. COSTE DE LA MAQUINARIA

- Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44 €/h
- Retroexcavadora mixta 71/100 CV	39 €/h
- Tractor de orugas 191/240 CV	105,33 €/h
- Vehículo todoterreno	8,25 €/h
- Camión cisterna de agua 131/160 CV	43,92 €/h

#### 1.3. COSTE DE LOS MATERIALES

- 2% de medios auxiliares (herramientas, guantes...)	
- Piedra en rama (en cantera)	7,40 €/t
- Alambre galvanizado normal 1,3 mm	2,87 €/kg
- Malla de gavión galvanizada 8x10 nº16	17,90 €/m <sup>3</sup>
- Agua	0,54 €/m <sup>3</sup>
- Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41 €/ud
- Unidad de planta en vivero de Pinus halepensis (2 savias, alveolo de 400 cc)	0,55 €/ud
- Unidad de planta en vivero de Crataegus monogyna (2 savias, alveolo de 300 cc)	0,51 €/ud

El precio del transporte de la planta desde el vivero de origen hasta la zona de la repoblación está incluido dentro del precio de cada unidad de planta.

## 2. PRECIOS AUXILIARES

Tabla 1. Tabla de precios auxiliares del proyecto.

Nº ORDEN	CONCEPTO	IMPORTE (€)
1	Kilómetro de transporte de materiales sueltos en camión basculante, por carreteras o caminos en buenas condiciones, a una distancia mayor de 3 km de recorrido de carga	0,25
	<b>Total</b>	<b>0,25</b>
2	Kilómetro de transporte de materiales sueltos en camión basculante, por carreteras o caminos en malas condiciones, a una distancia mayor de 3 km de recorrido de carga	0,58
	<b>Total</b>	<b>0,58</b>
3	Metro cubico de carga o acopio con pala mecano a una distancia igual o menor a 5 metros	0,47
	<b>Total</b>	<b>0,47</b>

## 3. PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA

### CAPITULO I: EXCAVACIÓN

Tabla 2. Precio de las unidades de obra del Capítulo 1. Excavación.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe(€)
1.1	D1.01		m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.	
		0,0430	h	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	2,43
				<b>Total partida</b>	<b>2,43</b>

### CAPITULO II: GAVIONES

Tabla 3. Precio de las unidades de obra del Capítulo 2. Gaviones.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)
2.1	NIFD04		m <sup>3</sup>	Gavión con malla metálica 8x10, nº16 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.	
	O002	0,8000	h	Jefe cuadrilla R. G.	16,50
	O005	1,2000	h	Peón construcción	21,40
	P010307	2,2000	t	Piedra en rama (en cantera)	16,28

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 3 (cont). Precio de las unidades de obra del Capítulo 2. Gaviones.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)
2.1	NIFD04		m <sup>3</sup>	Gavión con malla metálica 8x10, nº16 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.	
	P07003	0,4000	kg	Alambre galvanizado normal 1,3mm, p.o.	1,15
	P0612	1,0000	m <sup>3</sup>	Malla-gavión galvanizada 8-10 nº16	17,90
	MA015	0,3000	h	Retroexcavadora mixta 71/100 CV	11,70
	%002	2,5000	%	Costes indirecto	2,05
	NIFA0303	1,1000	m <sup>3</sup>	Carga/acopio con pala mecano D<=5m	0,52
	NIFA0301	25,0000	km	Transporte de materiales sueltos en buenas condiciones	6,25
	NIFA0302	10,0000	km	Transporte de materiales sueltos en malas condiciones	5,80
				<b>Total partida</b>	<b>99,55</b>

### CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 4. Precio de las unidades de obra del Capítulo 3. Preparación del terreno.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)
3.1	NRPT037		Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60 x 60 x 60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.	
	MA011	0,0143	h	Retroexcavador hidráulica 71/100CV	0,81
	%001	0,0081	%	Costes indirectos	0,01
				<b>Total partida</b>	<b>0,82</b>
3.2	NRPT045		Ud.	Apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejones con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.	
	MA004	0,0048	h	Tractor orugas 191/240 CV	0,51
	%001	0,0051	%	Costes indirectos	0,01
				<b>Total partida</b>	<b>0,52</b>

### CAPITULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 5. Precio de las unidades de obra del Capítulo 4. Plantación.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)
4.1	NRPO003		mil	Distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	
	O002	0,2175	h	Jefe de cuadrilla forestal	4,79
	O001	1,5300	h	Peón forestal	22,95
	MA028	6	h	Vehículo todoterreno sin m.o.	49,5
	%001	0,2774	%	Costes indirectos	0,28
				<b>Total partida</b>	<b>77,52</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Tabla 5 (cont). Precio de las unidades de obra del Capítulo 4. Plantación.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)
4.2	NRPP049		ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 plantas/ha. No se incluye el precio de la distribución de la misma en el tajo. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Crataegus monogyna</i> (10%) y <i>Pinus halepensis</i> (90%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque, primer riego y retirada de la malla protectora.	
	O002	13,640	h	Jefe cuadrilla	300,08
	O001	86,130	h	Peón forestal	1291,95
	NRPPLF01019	990	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus halepensis</i> de edad 2+0 en alveolo de 400cc	544,50
	NRPPLF02034	110	Ud.	Ud. de planta de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc	56,10
	NRPO014	1100	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	451,00
	MA018	12,100	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	531,43
	P010509	33,00	m <sup>2</sup>	Agua (p.o.)	17,82
	%001	0,0105	%	Costes indirectos	0,01
				<b>Total partida</b>	<b>3192,89</b>
4.3	NRPM0401		Ud.	Retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.	
	O002	0,003	h	Jefe cuadrilla	0,07
	O001	0,029	h	Peón forestal	0,44
	MA028	0,006	h	Vehículo todoterreno sin m.o.	0,07
	%001	0,0105	%	Costes indirectos	0,01
				<b>Total partida</b>	<b>0,59</b>

## **INDICE ANEJO XIV. LEGISLACION APLICABLE**

<b>1. LEGISLACIÓN FORESTAL .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. LEGISLACIÓN INTERNACIONAL .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. LEGISLACIÓN COMUNIDAD EUROPEA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. LEGISLACIÓN NACIONAL .....</b>	<b>1</b>
1.3.1. LEGISLACIÓN ACERCA DE LOS MONTES .....	1
1.3.2. LEGISLACIÓN DE AGUAS .....	1
1.3.3. LEGISLACIÓN ACERCA DE MATERIAL FORESTAL .....	2
1.3.4. LEGISLACIÓN SOBRE IMPACTO AMBIENTAL .....	2
1.3.5. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA .....	2
<b>2. LEGISLACIÓN SEGURIDAD Y SALUD LABORAL .....</b>	<b>3</b>
<b>3. LEGISLACIÓN ACERCA DE LA CONTRATACIÓN .....</b>	<b>4</b>
3.1. LEGISLACIÓN CE .....	4
3.2. LEGISLACION NACIONAL .....	4
3.2.1. LEGISLACION ACERCA DE LA CONTRATACION DE LAS ADMINISTRACIONES PUBLICAS .....	4
3.2.2. LEGISLACION RELATIVA AL PRECIO Y AL PAGO DEL PRECIO .....	5
3.2.3. OTRA LEGISLACION PROPIA DE LA ADMINISTRACION .....	5
<b>4. LEGISLACIÓN ACERCA DE LA REDACCIÓN DE     PROYECTOS .....</b>	<b>6</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## **ANEJO XIV. LEGISLACION APLICABLE**

A continuación se indica la legislación aplicable en el Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal en la cuenca del Arroyo de Valdecelada, en la provincia de Valladolid.

### **1. LEGISLACIÓN FORESTAL**

#### **1.1. LEGISLACIÓN INTERNACIONAL**

- Convenio sobre evaluación de impacto en el medio ambiente en un contexto transfronterizo, hecho en Espoo (Finlandia), en 1991.
- Protocolo sobre Evaluación Estratégica del Medio Ambiente de la Convención sobre Evaluación del Impacto Ambiental en un Contexto Transfronterizo, firmado en Kiev en 2003.

#### **1.2. LEGISLACIÓN COMUNIDAD EUROPEA**

- Directiva 2011/92/UE del Parlamento y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 2001/42/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación ambiental de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

#### **1.3. LEGISLACIÓN NACIONAL**

##### **1.3.1. LEGISLACIÓN ACERCA DE LOS MONTES**

- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, modificada por la Ley 10/2006, de 28 de abril.
- Decreto 485/1962, de 22 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Montes.

##### **1.3.2. LEGISLACIÓN DE AGUAS**

- Ley de Aguas, aprobada por RD Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
  - \* Modificada por Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social.
  - \* Modificada por el artículo 129 de la Ley 62/2003 de medidas fiscales, administrativas y de orden social.
  - \* Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
  - \* Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la ley de aguas.

- Orden ARM/2444/2008 del 12 de agosto por la que se aprueba el programa nacional de acción nacional contra la Desertificación.
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre de Responsabilidad Ambiental.

### **1.3.3. LEGISLACIÓN ACERCA DE MATERIAL FORESTAL**

- Ley 30/2006, de 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos filogenéticos.
- Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales de reproducción.

\* Transpone la Directiva 99/105/CE, de 22 de diciembre.

- Orden MAM/196/2011, de 24 de febrero, por la que se modifica la Orden MAM/39/2009, de 16 de enero, por la que se establecen las Bases Reguladoras para la concesión de ayudas a la primera forestación de tierras agrícolas, cofinanciadas por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).

### **1.3.4. LEGISLACIÓN SOBRE IMPACTO AMBIENTAL**

- Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de enero. Texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (BOE de 26 de enero de 2008).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación ambiental.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (BOE de 29 de abril de 2006).
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE de 24 de octubre de 2007).
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental (BOE de 23 de diciembre de 2008).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13 de febrero de 2008).
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Nacional y de la Biodiversidad (BOE de 14 de diciembre de 2007).
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de vías pecuarias (BOE de 24 de marzo de 1995).
- Ley 11/2012, de 19 de diciembre, BOE 20/12/2012. de medidas urgentes en materia de medio ambiente. (BOE 12/06/2013).
- Código Técnico de la Edificación (CTE).

### **1.3.5. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA**

- Ley 3/2009, de 6 de abril, de montes de Castilla y León
- Ley 11/2003, de 8 abril de Prevención Ambiental de Castilla y León.

## 2. LEGISLACIÓN SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de riesgos laborales (BOE de 10 de Noviembre de 1995).
- Real Decreto 171/2004, de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, en materia de coordinación de actividades empresariales, (BOE de 31 de Enero de 2004).
- Texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, aprobado por Real Decreto 5/2000, de 4 de Agosto, (BOE de 08 de Agosto de 2000).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, (BOE de 31 de Enero de 1997).
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo por el que se modifica el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D. 337/2010 de 19 de marzo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de prevención, el R.D. 1109/2007, de 24 de agosto por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, (BOE de 25 de Octubre de 1997).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, (BOE de 23 de Abril de 1997).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, (BOE de 23 de Abril de 1997).
- Real Decreto 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas, (BOE de 23 de Abril de 1997).
- Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, (BOE de 12 de Junio de 1997).
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, (BOE de 07 de Agosto de 1997).
- Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción, (BOE de 19 de Octubre de 2006).
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de Agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción, (BOE de 25 de Agosto de 2007).

- Resolución Circular N° 3/2006, sobre medidas a adoptar en materia de seguridad y salud en el uso de instalaciones y medios auxiliares de obras.

### **3. LEGISLACIÓN ACERCA DE LA CONTRATACIÓN**

#### **3.1. LEGISLACIÓN CE**

- Directiva 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE.
- Reglamento de Ejecución (UE) n° 842/2011 de la Comisión, de 19 de agosto de 2011, por el que se establecen los formularios normalizados para la publicación de anuncios en el ámbito de la contratación pública y se deroga el Reglamento (CE) n° 1564/2005.
- Directiva 2011/7/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de febrero de 2011, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales.
- Reglamento (CE) N° 451/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2008 por el que se establece una nueva clasificación estadística de productos por actividades (CPA) y se deroga el Reglamento (CEE) n° 3696/93 del Consejo.
- Reglamento (CE) n° 204/2002 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2001, por el que se modifica el Reglamento (CEE) n° 3696/93 del Consejo relativo a la clasificación estadística de productos por actividades (CPA) en la Comunidad Económica Europea.
- Reglamento (CE) n° 213/2008 de la Comisión, de 28 de noviembre de 2007, que modifica el Reglamento (CE) n° 2195/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se aprueba el Vocabulario común de contratos públicos (CPV), y las Directivas 2004/17/CE y 2004/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los procedimientos de los contratos públicos, en lo referente a la revisión del CPV,
- Directiva 89/391/CEE. Medidas para mejora de la seguridad y salud en el trabajo.
- Directiva 92/57/CEE. Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción, temporales o móviles.

#### **3.2. LEGISLACION NACIONAL**

##### **3.2.1. LEGISLACION ACERCA DE LA CONTRATACION DE LAS ADMINISTRACIONES PUBLICAS**

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (en siguientes normativas LCSP)
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el /Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Decreto 3854/1970 por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado. Rev.-0

- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Estudios y Servicios Técnicos
- Decreto 3650/1970, de 19 de Diciembre, de Fórmulas tipo de revisión de precios.
- Orden de 8 de Marzo de 1972, por la que se aprueba el Pliego de Cláusulas Generales para la Contratación de Estudios y Servicios Técnicos (BOE del 30 de Marzo de 1972).
- Orden EHA 1490/2010, de 28 de Marzo, que desarrolla la LCSP. Regula el funcionamiento del Registro Oficial de Licitadores y empresas clasificadas del Estado. (BOE 10/06/2010).
- Orden FOM 226/2010, de 26 de Julio, que regula el ámbito de actuación y las funciones de la Subdirección General de Inspección de Servicios y Obras del Ministerio de Fomento, (BOE 13/08/2010 y rectificación en BOE 21/10/2010).
- Ley 2/2011, de 04 de Marzo, de Economía Sostenible. (BOE05/03/2011, JE).
- Glosario de términos LCSP.
- Orden FOM/1824/2013, de 30 de septiembre, por la que se fija el porcentaje a que se refiere el artículo 131 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, a aplicar en el Ministerio de Fomento. (BOE 10/10/2013).

### **3.2.2. LEGISLACION RELATIVA AL PRECIO Y AL PAGO DEL PRECIO**

- Ley 3/2004, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales.
- Índices de revisión de precios de mano de obra y materiales aplicables a los contratos de las Administraciones Públicas, desde el año 2000 hasta la actualidad. Rev.-11 (20/04/15)
- Orden HAP/1292/2013, de 28 de junio, por la que se establecen las reglas de determinación de los índices que intervienen en las fórmulas de revisión de precios de los contratos públicos.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Resolución de 3 de enero de 2013, de la Secretaría General del Tesoro y Política Financiera, por la que se hace público el tipo legal de interés de demora aplicable a las operaciones comerciales durante el primer semestre natural del año 2013.
- Tipo legal de interés de demora. Series desde año 2011.

### **3.2.3. OTRA LEGISLACION PROPIA DE LA ADMINISTRACION**

- Real Decreto 704/1997 por el que se regula el régimen jurídico presupuestario y financiero del contrato administrativo de obra bajo la modalidad de abono total del precio.



- Ley 18/1982, sobre régimen fiscal de agrupaciones y uniones temporales de empresas y de las sociedades de desarrollo industrial y regional.
- Real Decreto 30/1991, de 18 de enero, sobre régimen orgánico y funcional de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa.
- Orden HAP/1406/2012, de 15 de junio, por la que se modifica la composición de los órganos colegiados integrados en la Junta Consultiva de Contratación Administrativa del Estado.
- Dictámenes Consejo de Estado sobre normativa de contratación administrativa
- Dictamen 1748/2011. Proyecto de R.D. Legislativo por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Dictamen 2697/2010. Proyecto de R.D. por el que se modifica el R.D. 817/2009, por el que se desarrolla parcialmente la LCSP, y se habilita al Ministro de Economía y Hacienda para modificar sus anexos.
- Dictamen 470/2009. Proyecto de R.D. por el que se desarrolla parcialmente la LCSP en materia de clasificación de contratistas y órganos competentes en materia de contratación.
- Estudio. Calificación de los contratos por su objeto. Doctrina de las Juntas Consultivas.
- Consulta vinculante V2583-12, de la Dirección General de Tributos, sobre inversión del sujeto pasivo del IVA en las ejecuciones de obra.

#### **4. LEGISLACIÓN ACERCA DE LA REDACCIÓN DE PROYECTOS**

- ORDEN CIRCULAR 2/1986. Normas para la redacción de proyectos básicos.
- ORDEN CIRCULAR 1/04. Normas para la redacción de la propuesta de modificación de contratos de obra.
- ORDEN CIRCULAR 02/2004. Tramitación de la recepción y certificación final de las obras.
- RESOLUCIÓN CIRCULAR 3/2006 sobre medidas a adoptar en materia de seguridad en el uso de instalaciones y medios auxiliares de obra.
- ORDEN CIRCULAR 4/2006. Criterios para el establecimiento de los precios en los contratos de Obras Complementarias.
- Informe de la Abogacía del Estado sobre la responsabilidad del contratista-consultor por errores de proyectos elaborados para la Administración.

# INDICE ANEJO XV. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

<b>1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. PROYECTO AL QUE SE REFIERE.....</b>	<b>1</b>
<b>1.4. DESCRIPCION DEL EMPLAZAMIENTO Y LA OBRA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.5. SERVICIOS SANITARIOS.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5.1. MEDIDAS PREVENTIVAS.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5.3. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. DESCRIPCION DE LOS PUESTOS DE TRABAJO.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. PROTECCIONES COLECTIVAS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4. RIESGOS PROFESIONALES DE LOS TRABAJADORES DE LA OBRA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4.1. GENERALES .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4.2. DURANTE EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES AUXILIARES .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4.3. DURANTE EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5. RIESGOS PROFESIONALES A TERCEROS.....</b>	<b>8</b>
<b>3. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. PREVENCION DE RIESGOS Y DAÑOS DERIVADOS DE LAS         CONDICIONES DEL MEDIO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.1. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. PREVENCION DE RIESGOS PROVOCADOS POR EL ESTADO DE LOS         TRABAJADORES.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.1. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>9</b>

<b>3.3. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROVOCADOS POR EL TRANSPORTE DE PERSONAS, MAQUINARIA Y MATERIALES, Y DE ACTIVIDADES DE CARGA Y DESCARGA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3.1. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3.2. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3.3. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROVOCADOS POR LA CIRCULACION DE VEHICULOS DE TRANSPORTE Y MAQUINARIA POR VIAS PUBLICAS O PISTAS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4.1. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4.2. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROVOCADOS POR EL MONTAJE, REPARACION Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.5.1. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>13</b>
<b>3.5.2. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.....</b>	<b>14</b>
<b>3.5.3. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DAÑOS EN LA RESTAURACION HIDROLOGICO-FORESTAL .....</b>	<b>14</b>
<b>3.6.1. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>14</b>
<b>3.6.2. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.....</b>	<b>17</b>
<b>3.6.3. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.7. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS .....</b>	<b>18</b>
<b>3.7.1. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>18</b>
<b>3.7.2. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.....</b>	<b>18</b>
<b>3.7.3. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA .....</b>	<b>18</b>
<b>4. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR .....</b>	<b>18</b>
<b>5. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>19</b>
<b>6. FORMACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>7. SERVICIOS COMUNES .....</b>	<b>19</b>
<b>8. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>20</b>
<b>9. LIBRO DE INCIDENCIAS .....</b>	<b>20</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

<b>10. PARALIZACIONES EN LOS TRABAJOS.....</b>	<b>20</b>
<b>11. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>21</b>

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

# **ANEJO XV. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES**

### **1.1. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El Estudio Básico de Seguridad y Salud, se redacta en función del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el art. 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello.

### **1.2. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Este presente documento es un Estudio Básico de Seguridad y salud, cuyo objetivo es la realización de las obras tratadas en este Proyecto, de forma segura, cumpliendo los siguientes objetivos:

- Proteger a los trabajadores frente a los riesgos inherentes a las obras del Proyecto.
- Reducir la frecuencia de los accidentes de trabajo.
- Establecer una base de normas y procedimientos de seguridad para la realización de la obra.
- Delimitar y aclarar las responsabilidades en materia de seguridad.
- Señalar los riesgos existentes, tanto los posibles como los inevitables.

### **1.3. PROYECTO AL QUE SE REFIERE**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, se refiere al “Proyecto de Restauración de la cuenca del Arroyo de Valdecelada”, cuyo objeto es la realización de obras de restauración hidrológico-forestal en la zona citada, situada en el término de San Martín de Valvení, provincia de Valladolid.

### **1.4. DESCRIPCION DEL EMPLAZAMIENTO Y LA OBRA**

El terreno sobre el que se emplazan las obras se describe en la Memoria del Proyecto, los Planos, y los Anejos correspondientes.

Las obras de construcción de los diques, a efectos de actuación, se dividen en cuatro subcuencas. Las actuaciones propias de la repoblación, estarán distribuidas en tres rodales, ya delimitados en los documentos anteriores.

Es importante mencionar la ausencia de afloramientos rocosos en la zona de estudio.

## **1.5. SERVICIOS SANITARIOS**

### **1.5.1. MEDIDAS PREVENTIVAS**

- **Reconocimientos médicos**

Cualquier persona, que comience a trabajar en la obra, será sometida a un reconocimiento médico previo para asegurar las adecuadas condiciones físicas y psicológicas para realizar los trabajos pertinentes.

En el caso de que la obra, por razones varias, se prolongara más de un año, sería necesario repetir los reconocimientos médicos a todos los trabajadores.

- **Análisis del agua y los factores ambientales potencialmente dañinos**

El agua destinada al consumo de los trabajadores que no provenga de la red de abastecimiento de una población, o no se trate de agua embotellada, será objeto de un análisis para garantizar su potabilidad.

También se requerirán análisis y mediciones de los niveles de gases, ruidos, polvo, etc, que sean necesarios para cuantificar los riesgos para la salud derivados de ellos.

### **1.5.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS**

- **Botiquines**

En la zona de las obras, se dispondrá de un botiquín de uso común a todo el personal de la obra, que contenga el material especificado en el artículo 43.5 del Capítulo 4 la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1971). Este material es: agua oxigenada, alcohol de 96°, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquetes, bolsas de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuillas, hervidor, agujas para inyectables, y termómetro.

Estos botiquines deberán revisarse mensualmente, y reponer inmediatamente cualquier material utilizado.

- **Primeros auxilios y atención médica de urgencia**

Para los primeros auxilios a accidentados, se deberá utilizar el material sanitario de los botiquines indicados en el apartado anterior.

En la zona de instalaciones se indicarán de forma visible, la dirección y el teléfono del centro o centros asignados para urgencias, ambulancias, médicos... para garantizar un transporte rápido y una atención óptima a los posibles accidentados.

Se organizará un sistema de comunicación entre cuadrillas y equipos mecanizados, para que en el caso de ocurrencia de cualquier accidente, se pueda informar rápidamente, lo que aseguraría una reacción rápida y adecuada.

### **1.5.3. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA**

- Constitución Española, art. 40.2 (6 diciembre de 1978).
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre señalización de seguridad en el trabajo.

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio sobre Utilización de equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (OM 28-08-70, OM 28-07-77, OM 4-07-83, en los títulos no derogados).

## **2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO**

A continuación, se describen los diferentes puestos de trabajo, que serán susceptibles a accidentes laborales:

- Peón Especialista Forestal: Realizará los trabajos de preparación del terreno, y los trabajos de plantación y colocación de los protectores.
- Peón Ordinario: Realizará las labores de llenado y colocación de los gaviones.

### **2.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

El Equipo de Protección Individual (EPI) es cualquier dispositivo o medio del que puede disponer un trabajador, con el fin de que le proteja contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y seguridad (Art. 2º. Del R.D. 773/1997).

Por tanto, los trabajadores deberán llevar un equipo de protección individual para protegerse de posibles daños consecuencia de las labores forestales realizadas en la zona.

El equipo de protección individual está compuesto por:

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Crema de protección solar
- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Pantalones de trabajo reforzados (mín. en la parte anterior del muslo).
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable: para los trabajadores que trabajen cerca de maquinaria que genere polvo y humos peligrosos.



- Faja de protección lumbar: para todos los maquinistas y operarios.
- Prendas impermeables de protección contra la lluvia o niebla
- Prendas de protección personal para evitar rigores climáticos.
- Cantimplora
- Repelente de picaduras de insectos
- Gafas polarizadas solares antipartículas

### 2.3. PROTECCIONES COLECTIVAS

Además de que cada operario deba llevar un equipo de protección individual, es necesaria la presencia de ciertas protecciones colectivas, para asegurar el bienestar de los trabajadores en la obra.

Estas protecciones serán:

- Señales de tráfico en los accesos a las obras
- Señales de seguridad que marquen la existencia de las obras
- Señales que indiquen el uso obligatorio de casco y/o auriculares
- Extintores para zonas de higiene y seguridad
- Señales indicativas de acceso restringido
- Vallas perimetrales en zonas de peligro

### 2.4. RIESGOS PROFESIONALES DE LOS TRABAJADORES DE LA OBRA

#### 2.4.1. GENERALES

- **Derivados de las condiciones del medio**

Estos riesgos, no están relacionados con ninguno de los procesos o actuaciones realizados en la obra, sino que derivan de las condiciones del medio de trabajo, por lo que generalmente son inevitables.

Tabla 1. Riesgos generales derivados de las condiciones del medio.

<b><u>Riesgo</u></b>	<b><u>Origen y forma de los riesgos</u></b>
<b>Caída a nivel de suelo</b>	Resbalón provocado por el suelo resbaladizo, especialmente en zonas de pendiente
<b>Pinchazos y/o cortes</b>	Penetración de objetos puntiagudos o cortantes a través de calzado o ropa
<b>Acción de la humedad</b>	Penetración de agua a través del calzado o de la ropa
<b>Acciones térmicas</b>	Temperatura ambiente excesivamente alta o excesivamente baja. Deshidratación. Congelación.
<b>Acciones de las radiaciones solares UV</b>	Exposición al sol. Quemaduras. Daños oculares
<b>Insolaciones</b>	Exposición al sol. Desvanecimiento

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 1 (cont). Riesgos generales derivados de las condiciones del medio.

<u>Riesgo</u>	<u>Origen y forma de los riesgos</u>
<b>Acción de la fauna (serpientes, reptiles, artrópodos)</b>	Picaduras de víbora, mosquitos, arañas y escorpión
<b>Acción del viento</b>	Intrusión de partículas en los ojos

- **Derivados de las condiciones personales de los trabajadores**

Estos riesgos, tienen su origen en las circunstancias personales de cada trabajador, y no están relacionados con ninguna operación concreta.

Tabla 2. Riesgos generales derivados de las condiciones personales de los trabajadores.

<u>Riesgo</u>	<u>Origen y forma de los riesgos</u>
<b>Accidentes diversos:</b>	Inexperiencia en el manejo de las herramientas o la maquinaria
- <b>Impactos</b>	Exceso de confianza en el manejo de las herramientas o la maquinaria
- <b>Golpes</b>	
- <b>Compresiones</b>	Desarrollo del trabajo en situación de fatiga aguda, enfermedad, somnolencia o falta de concentración
- <b>Pinchazos</b>	
- <b>Cortes</b>	Incapacidad personal para el desarrollo de la tarea concreta
- <b>Quemaduras</b>	
- <b>Abrasiones</b>	
- <b>Caídas de personas a distintos niveles</b>	
- <b>Caída de objetos</b>	

#### 2.4.2. DURANTE EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES AUXILIARES

Estos riesgos, tienen relación con la adecuada realización de todas las actividades que componen la obra de restauración, aunque su origen no se encuentra en las actividades en sí.

Tabla 3. Riesgos durante el transporte de personas, maquinaria y materiales.

<b><u>TRANSPORTE DE PERSONAS, MAQUINARIA Y MATERIALES: CARGA Y DESCARGA</u></b>	
<u>Riesgo</u>	<u>Origen y forma de los riesgos</u>
<b>Camión en marcha fuera de control</b>	Abandono de la cabina por el conductor sin parar la máquina, fallo mecánico o fallo humano
<b>Incendio del camión</b>	Fallo mecánico
<b>Vuelco del camión</b>	Pendiente excesiva, falta de estabilidad del camión, terreno inadecuado para la circulación
<b>Sacudidas y golpes</b>	Mal estado del firme, baches, agujeros
<b>Caídas a distinto nivel</b>	Transporte de personas en vehículos no preparados para cumplir esa función

Tabla 3 (cont). Riesgos durante el transporte de personas, maquinaria y materiales. .

<b><u>TRANSPORTE DE PERSONAS, MAQUINARIA Y MATERIALES: CARGA Y DESCARGA</u></b>	
<b><u>Riesgo</u></b>	<b><u>Origen y forma de los riesgos</u></b>
<b>Golpes, impactos y cortes</b>	Transporte de personas, herramientas, o piezas de maquinaria simultáneamente en el mismo espacio. Golpes contra las paredes del medio de transporte, en casos de sujeción insuficiente al asiento
<b>Caídas de objetos</b>	Mala colocación de herramientas o materiales en el interior de los vehículos
<b>Caídas de objetos muy pesados</b>	Sujeción insuficiente de la maquinaria al medio de transporte
<b>Caídas de personas al mismo nivel</b>	Resbalones y tropiezos en el interior del vehículo
<b>Caídas de personas a distinto nivel</b>	Caídas desde el camión
<b>Vuelco de la maquina transportada</b>	Maniobra de subida o bajada al medio de transporte demasiado rápida
<b>Cortes</b>	Carga, descarga o transporte manual de herramientas con elementos cortantes indebidamente protegidos
<b>Peligros para la salud (lesiones dorsolumbares)</b>	Malas posturas en la carga y descarga de materiales y/o objetos

Tabla 4. Riesgos durante la circulación de vehículos de transporte y maquinaria.

<b><u>CIRCULACIÓN DE VEHICULOS DE TRANSPORTE Y MAQUINARIA POR VÍAS PÚBLICAS O PISTAS</u></b>	
<b><u>Riesgo</u></b>	<b><u>Origen y forma de los riesgos</u></b>
<b>Colisiones con vehículos ajenas a las obras</b>	Incorporación no debidamente señalizada o imprudente de vehículos de transporte y maquinaria a las vías públicas (desde el monte)
<b>Colisiones entre vehículos y maquinaria de la obra</b>	Presencia de vehículos ajenos a las obras dentro del perímetro de la zona de actuación Circulación descontrolada no debidamente organizada de vehículos y maquinaria en la zona de la obra

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 5. Riesgos derivados del montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria.

<b><u>MONTAJE, REPARACION Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA</u></b>	
<b><u>Riesgo</u></b>	<b><u>Origen y forma de los riesgos</u></b>
<b>Caídas de objetos</b>	Montaje incorrecto de los accesorios de la maquinaria
<b>Accidentes diversos</b>	Acciones de mantenimiento o reparación de la maquinaria sin desconectar previamente esta
<b>Quemaduras</b>	Acciones de mantenimiento o reparación con la maquinaria caliente
<b>Acción química</b>	Contacto de la piel con el electrolito de la batería u otros líquidos corrosivos

### 2.4.3. DURANTE EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN

Se hace referencia a los riesgos varios que se dan en un Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

Tabla 6. Riesgos durante el proyecto de restauración.

<b><u>Riesgo</u></b>	<b><u>Origen y forma de los riesgos</u></b>
<b>Caídas de objetos</b>	Desplome de piezas suspendidas en el aire, fallo de los elementos de elevación
<b>Golpes, impactos y cortes</b>	Acción accidental de las partes móviles de la maquinaria o de piezas suspendidas en el aire
<b>Caídas de altura</b>	Resbalones, tropiezos y caídas de los operarios que montan las piezas
<b>Maquinaria en marcha fuera de control</b>	Fallo mecánico Abandono de la cabina por el conductor sin llegar a parar la maquina
<b>Vuelvo de la maquinaria</b>	Pendiente excesiva Falta de estabilidad de la maquina Maquina inadecuada para las condiciones del terreno
<b>Caída de la maquinaria ladera abajo</b>	Pendiente excesiva
<b>Incendio de la maquinaria</b>	Fallo mecánico
<b>Colisiones o atropellamientos</b>	Falta de visibilidad Maniobras imprudentes
<b>Compresiones</b>	Aprisionamiento por maquinaria

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 6 (cont). Riesgos durante el proyecto de restauración.

<b><u>Riesgo</u></b>	<b><u>Origen y forma de los riesgos</u></b>
<b>Golpes, impactos o cortes</b>	Acción accidental de los equipamientos de la máquina Utilización de herramientas en mal estado Caída de objetos Proyección de elementos sólidos Uso incorrecto de herramientas Excesiva proximidad entre trabajadores
<b>Caídas a distinto nivel</b>	Resbalón, sujeción insuficiente del conductor al asiento
<b>Acción de la azada u otra herramienta sobre la parte anterior del pie</b>	Deslizamiento de la azada u otra herramienta hacia el pie
<b>Abrasión en manos</b>	Roce con herramientas
<b>Acción del ruido</b>	Ruido continuo producido por la maquinaria
<b>Acción mecánica de elementos extraños en las vías respiratorias o en los ojos</b>	Penetración de polvo
<b>Incendio o quemaduras</b>	Manipulación de sustancias inflamables
<b>Peligro para la salud (lesiones dorsolumbares)</b>	Transporte manual de elementos pesados Utilización de herramientas inadecuadas Utilización de técnicas o posturas inadecuadas en el manejo de plantas o en el manejo de herramientas

## 2.5. RIESGOS PROFESIONALES A TERCEROS

Se producen en general en el transporte de materiales, o en la circulación de los vehículos y/o maquinaria por las vías de acceso.

Tabla 7. Riesgos profesionales a terceros

<b><u>Riesgo</u></b>	<b><u>Origen y forma de los riesgos</u></b>
<b>Accidentes diversos (golpes, colisiones, atropellos...)</b>	Incorporación del vehículo de transporte o maquinaria a las vías públicas sin señalización adecuada
	Acceso de vehículos no autorizados a la zona de restauración
	Acceso y permanencia de personas ajenas a las obras en estas

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### **3. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA**

#### **3.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DAÑOS DERIVADOS DE LAS CONDICIONES DEL MEDIO**

Dado que estos riesgos son propios de la naturaleza del medio, no se puede acudir a medios de protección colectiva para prevenirlos, por lo que solo podrán proponerse normas de seguridad y equipos de protección individual.

##### **3.1.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD**

- Los obreros que ocupen puestos de trabajo en el que deban realizar los desplazamientos por la zona a pie, deberán de llevar ropa de protección que impida que sufran lesiones por elementos vegetales o minerales del medio.
- En el caso de que la meteorología sea desfavorable, con lluvia o nieblas, se proporcionará a los obreros que trabajen sin la protección de los vehículos, ropa impermeable.
- En el caso de que las temperaturas sean bajas, se equipará con prendas de abrigo a aquellos obreros que trabajen en el exterior.
- En el caso de que las temperaturas sean muy altas, o que el tiempo sea soleado, se proporcionará a los obreros que participen en trabajos en el exterior, crema de protección y gorras/gorros que no limiten su campo de visión.

##### **3.1.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Botas de material impermeable, con puntera reforzada y suela antideslizante
- Mono de trabajo de manga larga, reforzado con un material resistente a cortes y penetración de objetos punzantes.
- Prendas impermeables
- Prendas de abrigo
- Protector solar
- Gorro/Gorra de material ligero para proteger la cabeza de las radiaciones solares
- Cantimplora
- Gafas solares polarizadas antipartículas

#### **3.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROVOCADOS POR EL ESTADO DE LOS TRABAJADORES**

Se tratará con estas normas, mejorar las condiciones físicas y mentales de los trabajadores.

##### **3.2.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD**

- Deberán evitarse los excesos de comida tal que llegue a mermar las facultades de los obreros.

- Se evitará la ingestión de cualquier tipo de bebida alcohólica en el horario de trabajo.
- Se proporcionará a los trabajadores un almuerzo a media mañana.
- Tras la comida, se establecerá un descanso mínimo de media hora.
- Los trabajadores dispondrán en cualquier momento de agua potable accesible.
- Se evitarán los períodos de trabajo en solitario.
- Los conductores de maquinaria, estarán obligados a realizar un descanso mínimo de media hora por cada tres horas de trabajo.
- Se tendrá en cuenta la condición física de cada trabajador a la hora de asignarle un puesto de labor.
- Tanto la maquinaria como las herramientas solo serán utilizadas por trabajadores cualificados, con formación y experiencia.

### **3.3. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROVOCADOS POR EL TRANSPORTE DE PERSONAS, MAQUINARIA Y MATERIALES, Y DE ACTIVIDADES DE CARGA Y DESCARGA**

Se centrarán en gran medida en las actuaciones de los conductores, el buen funcionamiento de la maquinaria y las revisiones adecuadas de esta.

#### **3.3.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD**

- Los conductores, y los obreros encargados de la carga y descarga de materiales deberán recibir una copia de las instrucciones de seguridad de su tarea. Estos deberán firmar el recibí para que quede constancia de la entrega.
- Los vehículos de transporte deberán encontrarse en condiciones óptimas para el desarrollo de su función mediante mantenimiento y revisiones.
- Se deberán revisar periódicamente todos los puntos de escape del motor, para evitar escapes de gases nocivos al interior de la cabina.
- Los conductores deberán vigilar la presión de los neumáticos y asegurarse que esta, es la recomendada por el fabricante.
- Los caminos y vehículos de transporte circularán por vías públicas o pistas en las que los firmes estén en buenas condiciones, única y exclusivamente.
- Todos los vehículos de transporte deberán tener un extintor con su capacidad al completo y con las revisiones al día.
- Tanto la cabina como la caja de los vehículos de transporte, deben mantenerse limpias.
- Los conductores de los vehículos de transporte deberán informar del estado de las pistas por las que deban circular.
- La subida y bajada de los vehículos de transporte se realizará usando peldaños o asideros, evitando saltar desde el camión.
- Los vehículos de transporte no entrarán en zonas cuya pendiente sea excesiva.

- Antes de bajarse del vehículo, el conductor debe asegurarse de que el motor este apagado y el freno manual echado.
- Se evitará subir al vehículo con el calzado lleno de barro o grasa.
- No se transportaran personas y materiales en el mismo vehículo.
- Las maniobras de carga y descarga estarán dirigidas por un especialista.
- Los vehículos de transporte de personas deberán disponer de asientos con respaldo y con las sujeciones necesarias.
- Los elementos cortantes de las herramientas se protegerán para su transporte, carga y descarga.
- Los materiales, equipos y herramientas transportados deberán ser colocados de forma adecuada, para impedir así, su caída, desplome o movimiento, y de forma uniforme para repartir el peso.
- No se asignaran puestos de carga y descarga a obreros con patologías dorsolumbares.
- Siempre que sea posible, la carga y descarga de materiales no se llevara a cabo de forma manual, y en el caso de que deba ser así, los obreros adoptaran posturas que minimicen el riesgo de lesión lumbar.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, se parará el motor del vehículo de transporte, se echara el freno de mano, y se colocaran calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas.
- Se evitara la sobrecarga de los vehículos.
- Las maquinas transportadas deberán ir suficientemente sujetas a la caja de los vehículos que las trasladen, con el freno de mano puesto, y con cuatro calzos en las cuatro ruedas.
- Las tareas de carga y descarga se realizaran en zonas llanas.
- Las maniobras de carga y descarga de maquinaria se realizaran a velocidad mínima.
- Se prohíbe la presencia de personas en la caja del camión o en sus aledaños mientras estén en curso las maniobras de carga y descarga de maquinaria.

### **3.3.2. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mono de trabajo

### **3.3.3. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA**

- Taco de inmovilización de ruedas
- Topes para balizamiento de vehículos de transporte estacionados para la carga y descarga,



- Señalización de seguridad
- Barandillas anticaída
- Escalera de mano
- Extintores

### **3.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROVOCADOS POR LA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE Y MAQUINARIA POR VÍAS PÚBLICAS O PISTAS**

Estos riesgos, se deben a la circulación de vehículos especiales por vías públicas, por lo que no existirán medios de protección individual, pero sí medios de protección colectiva y normas de seguridad.

#### **3.4.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD**

- Se deberán señalizar y controlar los accesos de obra.
- Se prohibirá la entrada a cualquier vehículo ajeno a la obra.
- Se señalizarán adecuadamente los puntos de incorporación a la vía pública de los vehículos especiales procedentes de la obra.
- Los caminos de circulación por la zona de la obra deberán ser señalizados con claridad.
- Deberán realizarse las incorporaciones a la vía pública con extrema prudencia.
- Los vehículos y maquinaria que circulen por las vías internas, llevarán señales luminosas, y en el caso de que sea necesario, señales sonoras.
- Se deberá ordenar la circulación interna del modo más sencillo posible.
- Se deberá circular con precaución, y con una velocidad adaptada al estado de la vía.
- Siempre que exista la posibilidad, deberán trazarse rutas separadas para peatones y vehículos. En el caso de que ambos necesiten compartir la misma ruta, los peatones se mantendrán estrictamente en el lado izquierdo.
- Podrá prohibirse el tránsito de peatones en aquellas vías habitualmente utilizadas por vehículos de transporte o maquinaria.
- No se deberán apilar materiales en las zonas de circulación o tránsito de maquinaria o vehículos de transporte.

#### **3.4.2. MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

- Señales de tráfico en accesos y salidas de las zonas de obras.
- Señales de tráfico en los puntos de incorporación de vehículos pesados a la vía pública.
- Señales de peligro por circulación de maquinaria pesada.
- Jalones de señalización en la localización de taludes y zanjas.
- Cintas de balizamiento en caminos internos.

- Dispositivos de emisión de señales luminosas y acústicas para vehículos de transporte y maquinaria.

### **3.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROVOCADOS POR EL MONTAJE, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA**

Este conjunto de normas y equipamientos, se centrará en el mantenimiento, reparaciones y montajes de la maquinaria necesaria para la obra.

#### **3.5.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD**

- La maquinaria será objeto de una serie de revisiones periódicas realizadas por técnicos especialistas en la materia.
- El montaje y desmontaje de la maquinaria, se debe realizar de una forma segura. En el caso de que el fabricante indique una serie de instrucciones, esta tarea se debe realizar cumpliendo estas instrucciones. Esta labor será realizada por una serie de sujetos que hayan recibido una formación específica para cumplir esta función.
- La maquinaria debe cumplir las condiciones estructurales para garantizar la seguridad de los trabajadores que realizan las operaciones de montaje, reparación y mantenimiento, según el RD 1435/1992, de 27 de noviembre.
- Las averías de la maquinaria serán reparadas por técnicos especialistas, pero si el problema es un problema ordinario de funcionamiento, si un operario o el conductor, con experiencia en el uso de la máquina, tiene los conocimientos necesarios para resolverlo, existirá la posibilidad de realizarlo.
- Los conductores de las máquinas y vehículos de transporte serán informados de todas las normas de seguridad relativas al mantenimiento y reparación de estos.
- Ninguna persona no autorizada podrá realizar operaciones de montaje, reparación o mantenimiento.
- Antes de realizar cualquiera de las tareas aquí descritas, se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar la puesta en marcha o conexión accidental de la maquinaria mientras se efectúa la operación.
- Durante el mantenimiento o reparación, los aperos permanecerán apoyados en el suelo.
- En ningún momento se deberá levantar la tapa del radiador en caliente.
- Se dejara escapar la presión del líquido del radiador antes de quitar el tapón al comprobar dicho líquido.
- Se prohíbe fumar o manipular objetos incandescentes mientras se opera con los líquidos de la batería, que resultan ser inflamables.
- Los cambios de aceite, tanto de los motores, como de los sistemas hidráulicos, se realizarán en frío para evitar que se produzcan quemaduras.
- Previamente a manipular el sistema eléctrico de la maquinaria, esta debía encontrarse desconectada, y con la llave de contacto extraída.

- Las operaciones de control del funcionamiento de los mandos de la maquinaria deben hacerse con marchas muy lentas.

### **3.5.2. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Faja de protección lumbar: para todos los maquinistas y operarios.

### **3.5.3. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA**

- Tacos de inmovilización para ruedas
- Calzos para apoyar los aperos de la maquinaria
- Topes para balizamiento de vehículos de transporte estacionados
- Señalización de seguridad

## **3.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DAÑOS EN LA RESTAURACION HIDROLOGICO-FORESTAL**

### **3.6.1. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD**

#### ***3.6.1.1. Normas generales***

- La maquinaria y sus equipamentos deberán cumplir los requisitos establecidos en la normativa vigente.
- La maquinaria debe estar dotada de cabina antivuelco, y disponer de los dispositivos de seguridad y protección exigibles.
- En caso de ser necesario, se procederá a la colocación redes protectoras para impedir la caída de objetos a través de los huecos de la cabina de la maquinaria.
- Antes del ciclo de trabajo, se comprobará que la plenitud de mandos tenga un buen funcionamiento.
- El conductor, deberá recibir una copia de las instrucciones de seguridad, y firmar el recibí correspondiente.
- Ninguna persona no autorizada podrá acceder a la maquinaria.
- Se revisaran cada los enganches de las piezas móviles.
- La maquinaria y sus equipamentos se mantendrán en condiciones óptimas para el desarrollo de su función propia, mediante las operaciones de mantenimiento y revisión.
- Se revisaran periódicamente todos los puntos de escape del motor, para evitar la presencia de gases tóxicos en la cabina del conductor.
- No se trabajará con la maquina en situación de avería.
- El conductor no abandonará la cabina de la maquina en ningún caso, sin antes apagar el motor y echar el freno manual.

- Se plantea limpiar diariamente el cazo y los rejones de grasas y barro. La cabina de la maquinaria también ha de mantenerse limpia.
- Se prohíbe el transporte de personas en maquinaria.
- Se prohíbe acceder al interior de la cabina a cualquier persona no autorizada para ello.
- Se subirá y bajará de la maquinaria en posición formal.
- Toda persona debe mantenerse alejada de la maquinaria al menos 15 metros.
- Se prohíbe la realización de cualquier trabajo no autorizado en el área de influencia de la máquina.
- Los obreros que deban trabajar en las proximidades del área de influencia de la maquinaria deberán llevar prendas reflectantes de colores vivos que favorezcan su visibilidad.
- La maquinaria deberá estar dotada de retrovisores a ambos lados
- La maquinaria deberá estar dotada de un equipo de señales acústicas para señalar las maniobras que se realicen marcha atrás, además de luces de retroceso.
- Los generadores eléctricos serán transportados por dos personas, con técnicas y posturas que minimicen el riesgo de lesiones dorsolumbares.
- Aquellos operarios que sufran lesiones dorsolumbares se abstendrán de participar en el transporte de generadores.
- El servicio de combustible a los generadores eléctricos se llevará a cabo mediante un embudo, evitando al máximo cualquier derrame de líquido.
- Se prohíbe de forma categórica fumar o manipular objetos incandescentes, durante el servicio de combustible a los generadores, y en la proximidad de los mismos.
- Las azadas o herramientas manuales que se han de utilizar se encontrarán en perfecto estado.
- El ensamblaje entre hoja y mango de las herramientas manuales deberán ser revisados a diario.
- La longitud del mango de las herramientas manuales deberán ser las adecuadas para el trabajador que ha de utilizarlas.
- Las herramientas manuales deberán ser limpiadas antes de cada uso.
- Las herramientas manuales se posarán en el suelo de lado, visibles, y nunca en la zona de tránsito de peatones.
- Los obreros que trabajen con herramientas manuales deberán guardar una distancia fijada de seguridad.

### **3.6.1.2. Para la colocación de gaviones**

- Las borriquetas se deberán montar perfectamente niveladas, para minimizar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.
- Las borriquetas de madera deberán estar en perfectas condiciones para eliminar riesgos por fallo, movimiento o rotura espontánea.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

- Las plataformas de trabajo deberán estar perfectamente ancladas a las borriquetas.
- Las plataformas de trabajo no deberán sobresalir más de cuarenta centímetros por los laterales de las borriquetas para evitar el riesgo de balanceos o vuelco.
- Sobre los andamios de borriquetas solo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma, para evitar sobrecargas.
- Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas.
- Las borriquetas no estarán separadas entre sí, más de 2,5 m, para evitar las grandes flechas.
- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre estarán dotadas de cadenas limitadoras de apertura máxima.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán una anchura mínima de 60 centímetros.
- Se prohíbe apoyar borriquetas aprisionando cables eléctricos.
- Los andamios de borriquetas cuya plataforma de trabajo, este ubicada a dos o más metros de altura, estarán rodeados de barandillas de una altura mínima de 90 centímetros, formadas por pasamanos, rodapié y listón intermedio.
- Los andamios de borriquetas cuya plataforma de trabajo, este ubicada a dos o más metros de altura, se arriostrarán entre sí mediante cruces de San Andrés, para evitar los movimientos oscilatorios.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas sustentadas en borriquetas apoyadas estas a su vez, sobre otro andamio de borriquetas.
- Las prendas serán las adecuadas al oficio que se esté realizando, y utilice estos medios auxiliares.

#### **3.6.1.3. Para la plantación**

- Se organizará el transporte de plantas al lugar de plantación minimizando las posibilidades de lesiones dorsolumbares.

#### **3.6.1.4. Para el uso de escaleras metálicas**

- Los largueros serán de una sola pieza, y estarán sin deformaciones o abolladuras que mermen su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes.
- Las escaleras metálicas no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de dispositivos fabricados para este fin.

#### **3.6.1.5. Para el uso de escaleras de tijera**

- Estas escaleras estarán dotadas de topes de seguridad de apertura.
- Deberán estar dotadas hacia la mitad de su altura, de una cadena de limitación de apertura máxima.

- Se deberá utilizar siempre abriendo ambos largueros a máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Se prohíbe la utilización de estas escaleras a modo de borriquetas para sustentar plataformas de trabajo.

#### **3.6.1.6. Para el uso de escaleras de mano**

- Se prohíbe el uso de escaleras de mano simples para salvar alturas superiores a 5 metros, salvo que estén reforzados en su centro, que se podrán utilizar para salvar alturas inferiores a los 7 metros.
- Las escaleras estarán dotadas de zapatas antideslizantes de seguridad en su extremo inferior.
- Es necesario, que las escaleras a utilizar estén firmemente amarradas a la estructura a la que dan acceso.
- Se prohíbe transportar pesos a mano iguales o superiores a 25 kilogramos sobre las escaleras de mano.
- Se prohíbe sustentar la base de la escalera sobre estructuras o lugares poco firmes que minimicen su estabilidad.
- El ascenso a través de escaleras de mano, se realizará individualmente.
- El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente.
- Las prendas serán las adecuadas al oficio que se esté realizando.

#### **3.6.2. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable: para los trabajadores que trabajen cerca de maquinaria que genere polvo y humos peligrosos.
- Faja de protección lumbar: para todos los maquinistas y operarios.
- Mono de trabajo de manga larga, reforzado con un material resistente a cortes y penetración de objetos punzantes.

#### **3.6.3. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA**

- Señalización de zona de peligrosidad de la maquinaria en parado.
- Jalones de señalización en la localización de la maquinaria.
- Cintas de balizamiento en caminos internos.
- Dispositivos de emisión de señales luminosas y acústicas para vehículos de transporte y maquinaria.
- Señales de seguridad y prohibición
- Extintor

## **3.7. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

### **3.7.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD**

- Se establecerá, señalizará y controlará el acceso a la obra.
- Se prohíbe la entrada a la obra a toda persona o vehículo ajena a esta.
- Se señalizarán adecuadamente los puntos de incorporación a la vía pública.
- Las personas ajenas a la obra, autorizadas eventualmente a permanecer dentro del recinto de esta, deberán hacer uso de los elementos de protección individual que procedan.

### **3.7.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable: para los trabajadores que trabajen cerca de maquinaria que genere polvo y humos peligrosos.

### **3.7.3. MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

- Balizas, vallas de limitación y protección y carteles de prohibido el paso en:
  - o Zonas de trabajo
  - o Zonas de maquinaria
  - o Zonas de acopio de materiales
  - o Instalaciones
- Señalización de tráfico y balizas en los accesos a las zonas de trabajo.
- Señalización de obra en sus accesos naturales, prohibiciones de paso a toda persona ajena a esta, y colocación en su caso de cerramientos necesarios.
- Señalización indicada en otros apartados.

## **4. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

El promotor está obligado a designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, antes del inicio de los trabajos, cuando en la ejecución de estos, intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos.

Pese al nombramiento de un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, la responsabilidad final de este, recaerá sobre el promotor.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactara con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997.

## **5. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

Durante la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que el personal aplique los principios de acción preventiva incluidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y las actividades incluidas en el artículo 10 del RD 1627/1997.
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad, incluidos en este documento.
- Aprobar el Estudio Básico de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, y aprobar las modificaciones de este, en caso de que existan, antes del inicio de los trabajos.
- Asegurar el cumplimiento de las medidas de protección y los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias, para evitar el acceso a la obra a cualquier persona no autorizada.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

## **6. FORMACIÓN**

Todo el personal recibirá al incorporarse a las obras, una formación sobre los métodos de trabajo y los riesgos que estos puedan comportar. También recibirán una formación acerca de las medidas de seguridad y prevención de riesgos y daños que deriven de estos.

Esta formación será específica para cada puesto de trabajo específico.

En el caso de que se produzcan cambios en los puestos de trabajo, los trabajadores que sufran estos cambios deberán ser informados previamente de los riesgos inherentes a las nuevas tareas que deberán realizar, y las medidas de prevención de estos.

Todos los trabajadores recibirán una formación adecuada en materia de señalización de seguridad y salud en las obras, centrada en particular en el significado de las señales, y en los comportamientos que deberán adoptar en función de estas.

Se realizará una formación a un trabajador de cada cuadrilla acerca de primeros auxilios, para que en cada una haya al menos una persona capaz de realizarlos.

## **7. SERVICIOS COMUNES**

Los servicios comunes de la obra consistirán en:

- Local de primeros auxilios donde se situarán los botiquines
- Comedor con aire acondicionado
- Vestuarios con aire acondicionado
- Aseos



Será necesario disponer en todo momento de un vehículo, de tal forma que, en el caso de que sea necesario el transporte de algún trabajador que hay sufrido algún daño tanto al local de primeros auxilios como al centro médico más cercano, pueda realizarse con celeridad.

## **8. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

El contratista deberá cumplir las siguientes funciones:

- Aplicar los principios de acción preventiva recogidos en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Asegurar el mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza
- Determinación de las vías de circulación y de las zonas de acceso.
- Determinación de los puestos y áreas de trabajo en función de las condiciones de acceso.
- Mantenimiento, control previo y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras.
- Delimitación de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales.
- Asegurar a cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Cumplir y hacer cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Será responsable de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente.

## **9. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En la zona de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud. Este Libro de Incidencias deberá encontrarse siempre en la obra.

## **10. PARALIZACIONES EN LOS TRABAJOS**

En el caso de que el Coordinador en materia de Seguridad y Salud, durante la ejecución de las obras, observase un incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud propuestas en el Plan, advertirá al contratista, y dejara constancia de ello en el Libro de Incidencias.

En circunstancias graves de riesgo inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, o en el caso de un incumplimiento reiterado de las medidas de Seguridad y Salud propuestas en el Plan, tendrá la posibilidad de disponer la paralización de trabajos concretos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

En el caso de que ocurra esta paralización, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud notificará este hecho a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia de Valladolid, y notificará al contratista y los representantes de los trabajadores afectados dicha paralización.

## **11. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Se estima el presupuesto de Seguridad y Salud en un 2% del Presupuesto de Ejecución Material.

## ANEJO XVI. BIBLIOGRAFIA

- ALLUÉ, J. L., (1990). Atlas Fitoclimático de España. Taxonomías. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- BIANCHINI, A. (1959). Gaviones metálicos. Para su empleo en obras de defensas fluviales, corrección de torrentes y en la construcción de carreteras. A. Bianchini Ingenieros SA.
- CATELLA, M; PARIS, E. Y SOLARI, L. (2005). Case Study: Efficiency of Slit-Check Dams in the Mountain Region of Versilia Basin. Journal of Hydraulic engineering.
- CEBALLOS Y RUIZ DE LA TORRE (1979). Árboles y arbustos de la España peninsular. ETSIM. Fundación Conde del Valle de Salazar.
- ELIAS CASTILLO, F. (1973). Precipitaciones máximas en España. Monografía nº 21 del ICONA. Madrid.
- GARCIA SALMERON, J. (2002). Manual de repoblaciones forestales I. Mundi-prensa. Madrid.
- GARCIA SALMERON, J. (2002). Manual de repoblaciones forestales II. Mundi-prensa. Madrid.
- GOBIERNO DE NAVARRA (2011). Tarifas forestales de Navarra. Gestión Ambiental de Navarra. Navarra.
- GRIMALDI, S; VEZZA, P; ANGELUCCETTI, I; COVIELLO, V Y MAGLOIRE KOUSSOUBE, A. (2015). Designing and building gabion check dams in Burkina Faso. Engineering Geology for Society and Territory. Suiza.
- ICONA (1988). Agresividad de la lluvia en España: valores del factor R de la ecuación universal de pérdidas de suelo. Madrid.
- ICONA (1992). Libro rojo de los vertebrados de España. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1982). Mapa Geológico de España. 1:50000. Hoja nº 343. Madrid.
- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (2008). Mapa Topográfico Nacional. 1:50000 Hoja nº 343. Madrid.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (1995). Manual de forestación. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (2005). Programa regional de forestación de tierras agrarias. Cuaderno de la zona 14. Cerratos Oeste.
- LOPEZ GONZALEZ, G. (2014). Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares. Mundi-prensa. Madrid.
- MARTINEZ DE AZAGRA, A. Y DIEZ HERNANDEZ, J.M. (2012) Apuntes de Hidráulica forestal. Servicio de publicaciones de la ETSIAA. Palencia.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

- MARTINEZ DE AZAGRA, A. Y NAVARRO HEVIA, J. (1996). Hidrología forestal. El ciclo hidrológico. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Valladolid. Valladolid.
- MONTERO DE BURGOS J.L. Y GONZALEZ REBOLLAR J.L. (1983). Diagramas bioclimáticos. ICONA. Madrid.
- MONTERO DE BURGOS, J.L. (1987). La regresión vegetal y la restauración forestal. Boletín de la Estación Central de Ecología.
- MONTERO DE BURGOS, J.L; GONZALEZ REBOLLAR, J.L; GARCIA SALMERON, J. Y SERRADA, R. (1981). Restauración de espacios naturales degradados. Forestación y reforestación. Tratado del Medio Natural Tomo IV. UPM. CEOTMA. ICONA, Madrid,
- MOPU (1987). Calculo hidrometeorológico de Caudales máximos en pequeñas cuencas naturales. MOPU. Madrid.
- NAFRÍA GARCÍA, D.A. ET AL. (2013). Atlas Agroclimático de Castilla y León. Junta de Castilla y León y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- PENAS, A. (1991). Plantas silvestres de Castilla y León. Ambito. Madrid.
- PERMAN GARCIA J. Y NAVARRO CERRILLO R. (1998). Repoblaciones forestales. Servicio de publicaciones de la Universidad de Lleida. Lleida.
- RIVAS MARTINEZ S. (1987). Memoria y mapa de series de vegetación de España. ICONA. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (2006). Flora mayor. ICONA. Madrid
- RUIZ DE LA TORRE J. (1997). Mapa forestal de España. ICONA. Madrid.
- SERRADA HIERRO R. (2000). Apuntes de repoblaciones forestales. ETSIM. Madrid.
- TRAGSA (1998). Restauración hidrológica forestal de cuencas y control de la erosión. Mundi-prensa. Madrid.

## ANEJO XVII. ANEJO FOTOGRAFICO



*Figura 1. Zona de estudio en la localidad de San Martín de Valvení. .*



*Figura 2. Zona de estudio en la localidad de San Martín de Valvení.*

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural





*Figura 3. Detalle de uno de los cursos temporales de agua.*



*Figura 4. Detalle de la zona de estudio.*

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural





*Figura 5. Imagen general de la zona de estudio.*



*Figura 6. Curso temporal de agua en la época estival.*

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural





*Figura 7. Zona límite entre la zona erosionada y las tierras de cultivo.*



*Figura 8. Zona límite entre la repoblación adyacente y la zona erosionada.*

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural





*Figura 9. Calicata nº 1.*



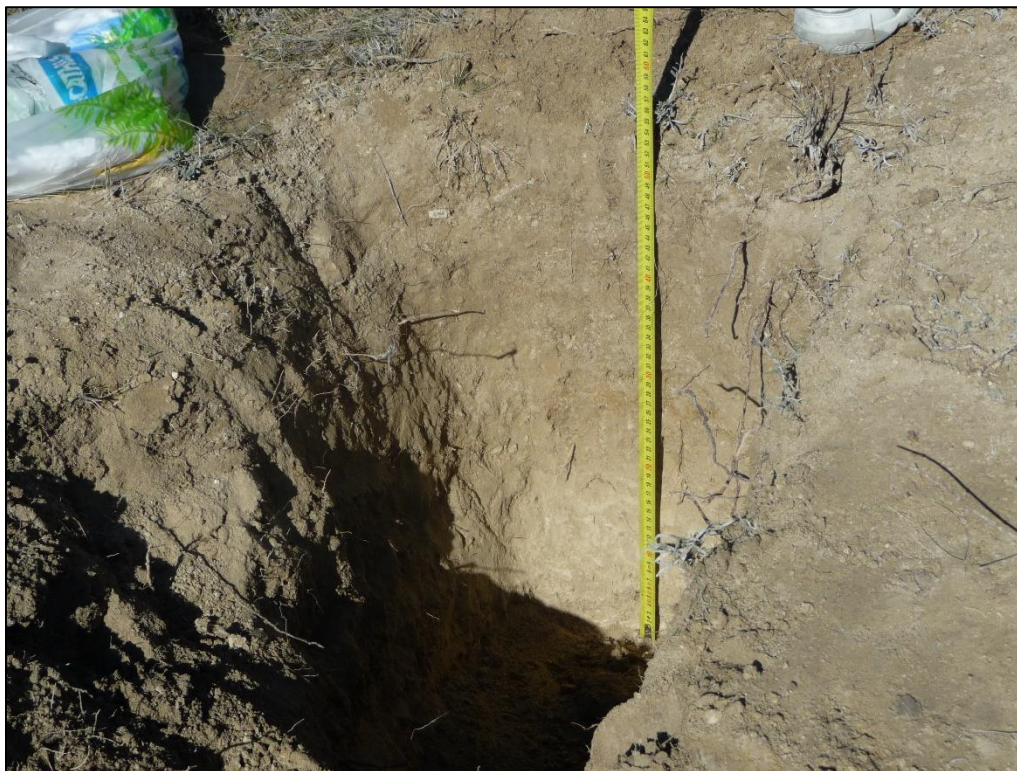
*Figura 10. Calicata nº 2.*

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural





*Figura 11. Calicata nº 3.*



*Figura 12. Calicata nº 4.*

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Figura 13. Pruebas de suelo realizadas en el laboratorio de la ETSIIAA.

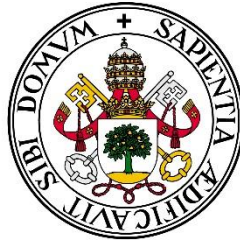


Figura 14. Pruebas de suelo realizadas en el laboratorio de la ETSIIAA.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal  
de la cuenca del arroyo de Valdecelada (San  
Martín de Valvení, Valladolid)**

**Documento III: Planos**

**Alumno: Cristina Sáez Pérez**

**Tutor: Joaquín Navarro Hevia  
Cotutora: María Belén Turrión Nieves**

**Septiembre de 2015**

Copia para el tutor/a

## **ÍNDICE DOCUMENTO 3. PLANOS**

- 1. PLANO Nº1. PLANO DE LOCALIZACIÓN**
- 2. PLANO Nº2. PLANO DE SITUACION**
- 3. PLANO Nº3. PLANO DE EMPLAZAMIENTO**
- 4. PLANO Nº4. DELIMITACIÓN DE CUENCAS**
- 5. PLANO Nº5. RED HIDROLOGICA DE LA ZONA**
- 6. PLANO Nº6. RED DE DRENAJE DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO**
- 7. PLANO Nº7. MAPA EDAFOLÓGICO DE INCLUSION (FAO)**
- 8. PLANO Nº8. MAPA EDAFOLOGICO DE FASES (FAO)**
- 9. PLANO Nº9. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES**
- 10. PLANO Nº10. MAPA DE PENDIENTES**
- 11. PLANO Nº11. SERIES DE VEGETACIÓN DE RIVAS MARTINEZ**
- 12. PLANO Nº12. ZONAS PROTEGIDAS: ZONAS ZEPA Y LIC**
- 13. PLANO Nº13. PLANO DE VEGETACIÓN Y CULTIVOS. MAPA FORESTAL ESPAÑOL (1/50000)**
- 14. PLANO Nº14. LOCALIZACIÓN DE DIQUES**
- 15. PLANO Nº15. DIQUE 1. SUBCUENCA 1**
- 16. PLANO Nº16. DIQUE 1. SUBCUENCA 2**
- 17. PLANO Nº17. DIQUE 1. SUBCUENCA 3**

## **18. PLANO Nº18. DIQUE 1. SUBCUENCA 4**

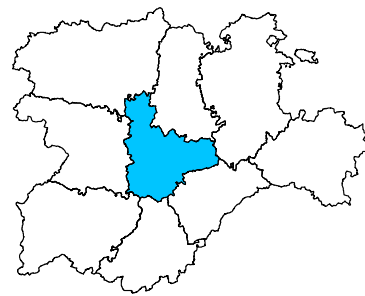
## **19. PLANO Nº19. RODALES DE REPOBLACION**



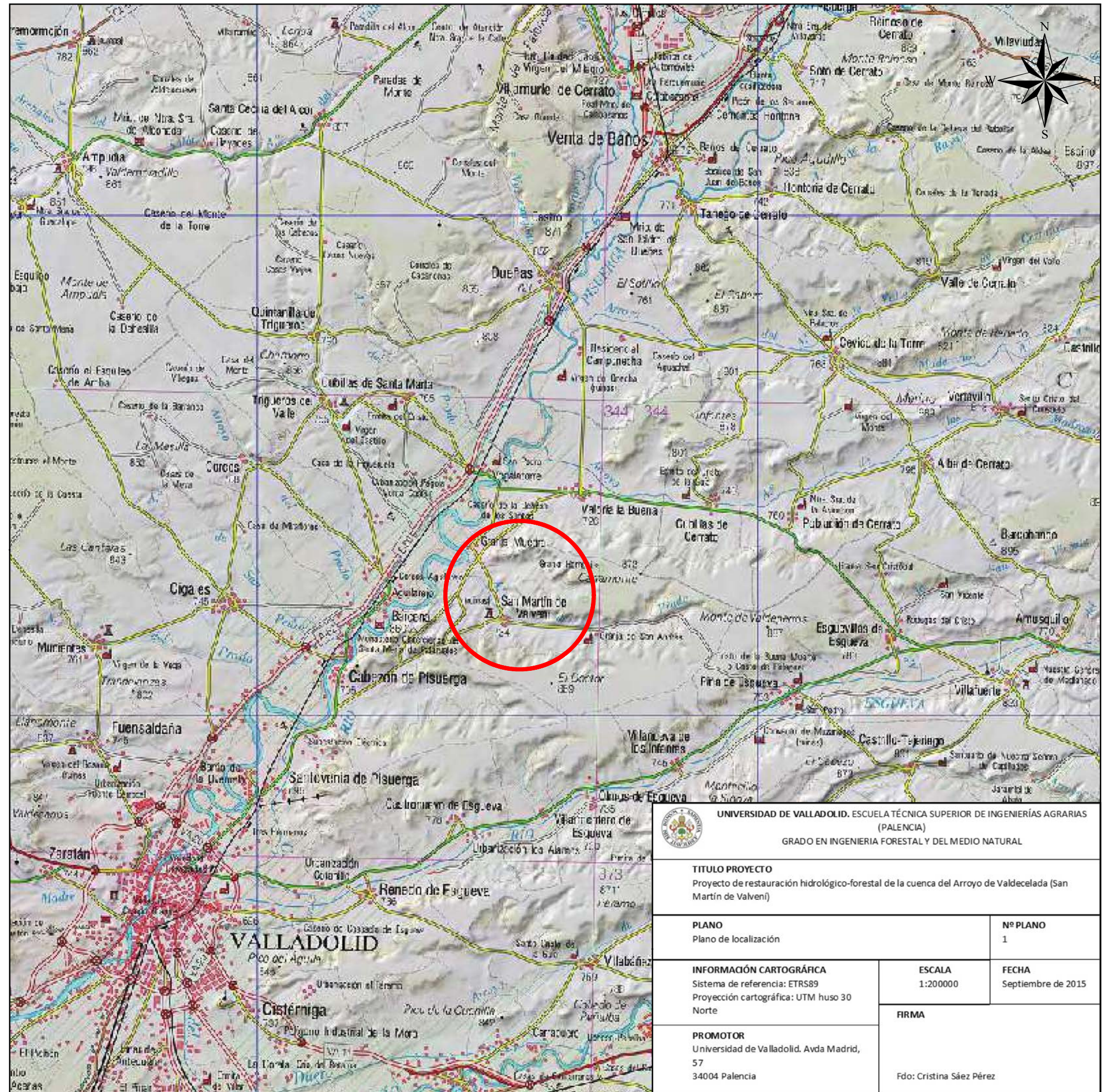
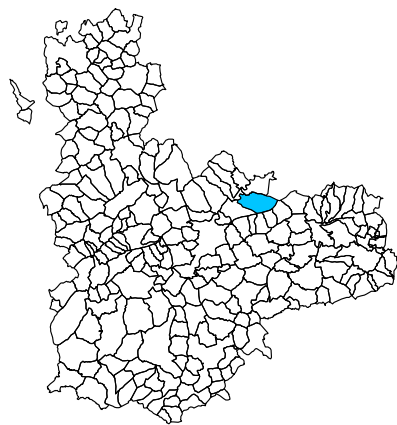
Situación de la Comunidad Autónoma de Castilla y León en España




Situación de la provincia de Valladolid en Castilla y León



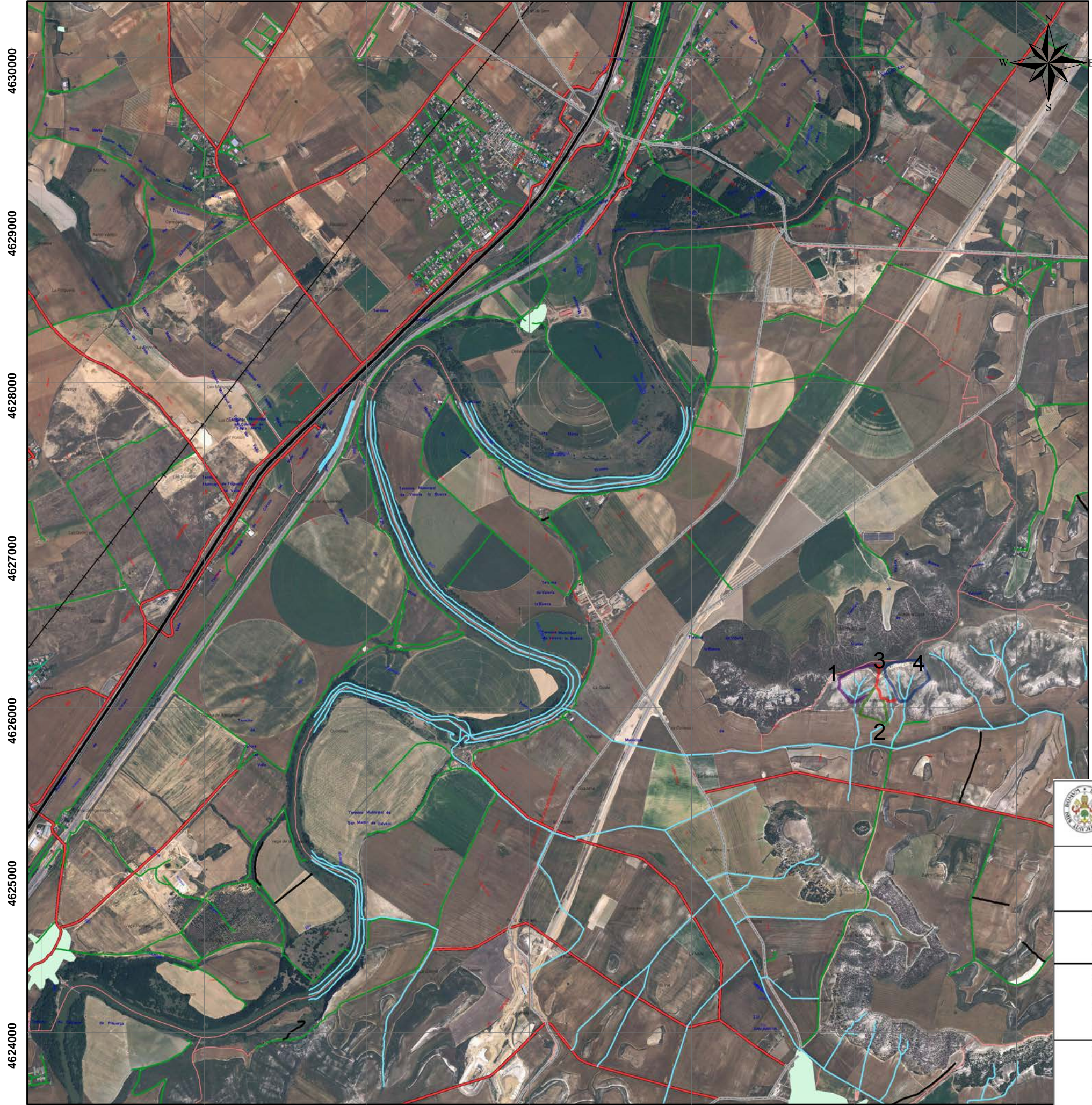
Situación del municipio de San Martín de Valvení en la provincia de Valladolid



 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TITULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdelcada (San Martín de Valveni)		
<b>PLANO</b> Plano de localización	<b>Nº PLANO</b> 1	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:200000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia	<b>FRMA</b> Fdo: Cristina Sáez Pérez	



365000 366000 367000 368000 369000 370000 371000



4630000  
4629000  
4628000  
4627000  
4626000  
4625000  
4624000

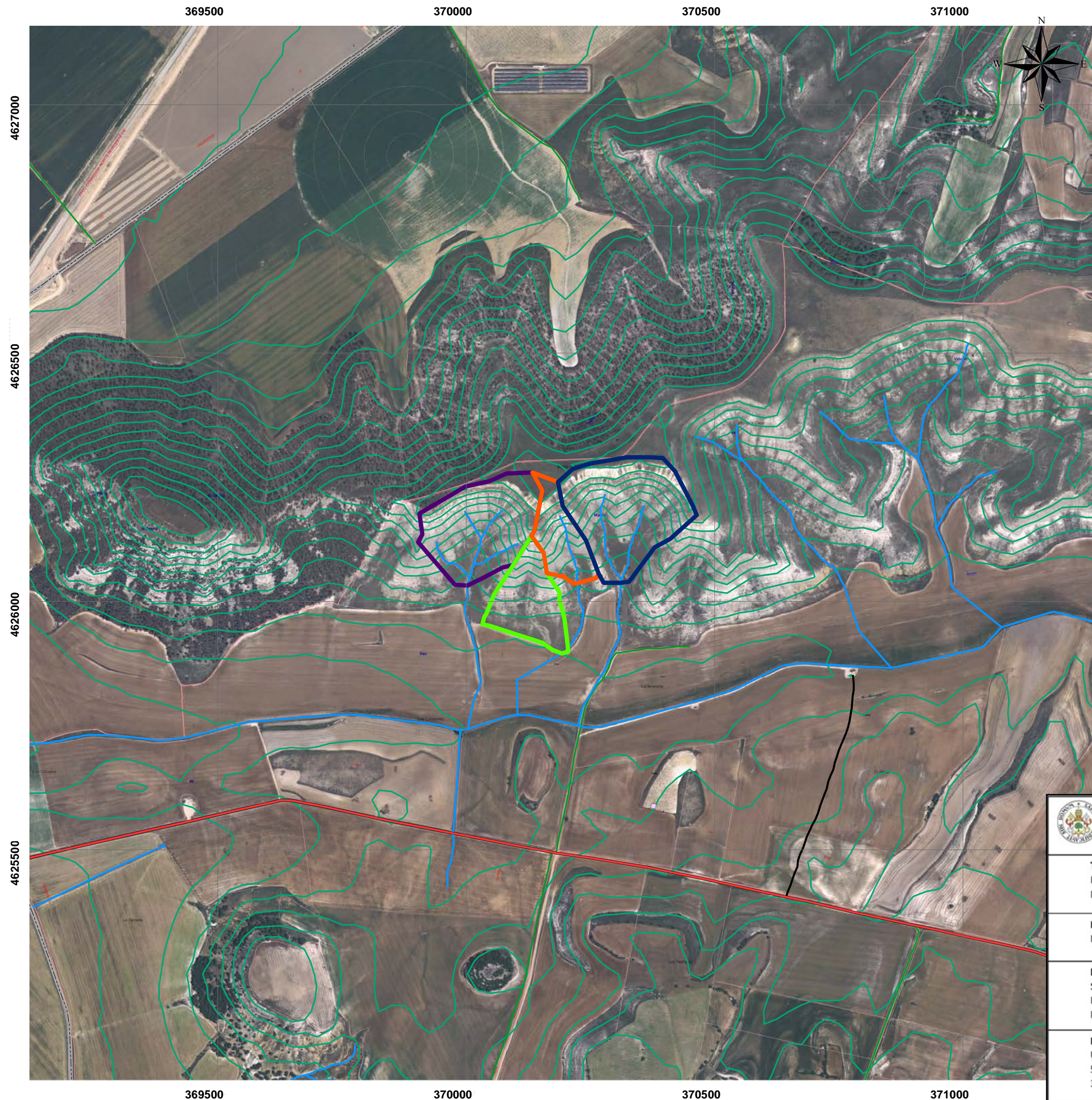
365000 366000 367000 368000 369000 370000 371000

### Leyenda

- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4
- Cursos de agua
- Autovia/Autopista
- Carretera convencional
- Pista
- Línea eléctrica
- Senda
- Camino
- Calle
- Entorno poblacional
- Edificios
- Polígonos catastrales

<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Plano de situación	<b>Nº PLANO</b> 2	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:25000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
	<b>FIRMA</b>  Fdo: Cristina Sáez Pérez	
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia		





### Leyenda

- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4
- Cursos de agua
- Autovia/Autopista
- Carretera convencional
- Pista
- Línea eléctrica
- Senda
- Camino
- Calle
- Entorno poblacional
- Edificios
- Curvas de nivel con equidistancia
- Parcelas catastrales
- Polígonos catastrales

**Ortofoto máxima actualidad**

<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Plano de emplazamiento	<b>Nº PLANO</b> 3	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:8000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia	<b>FIRMA</b>  Fdo: Cristina Sáez Pérez	



370000

370500

4626500

4626000

4625500

370000

370500

4626500

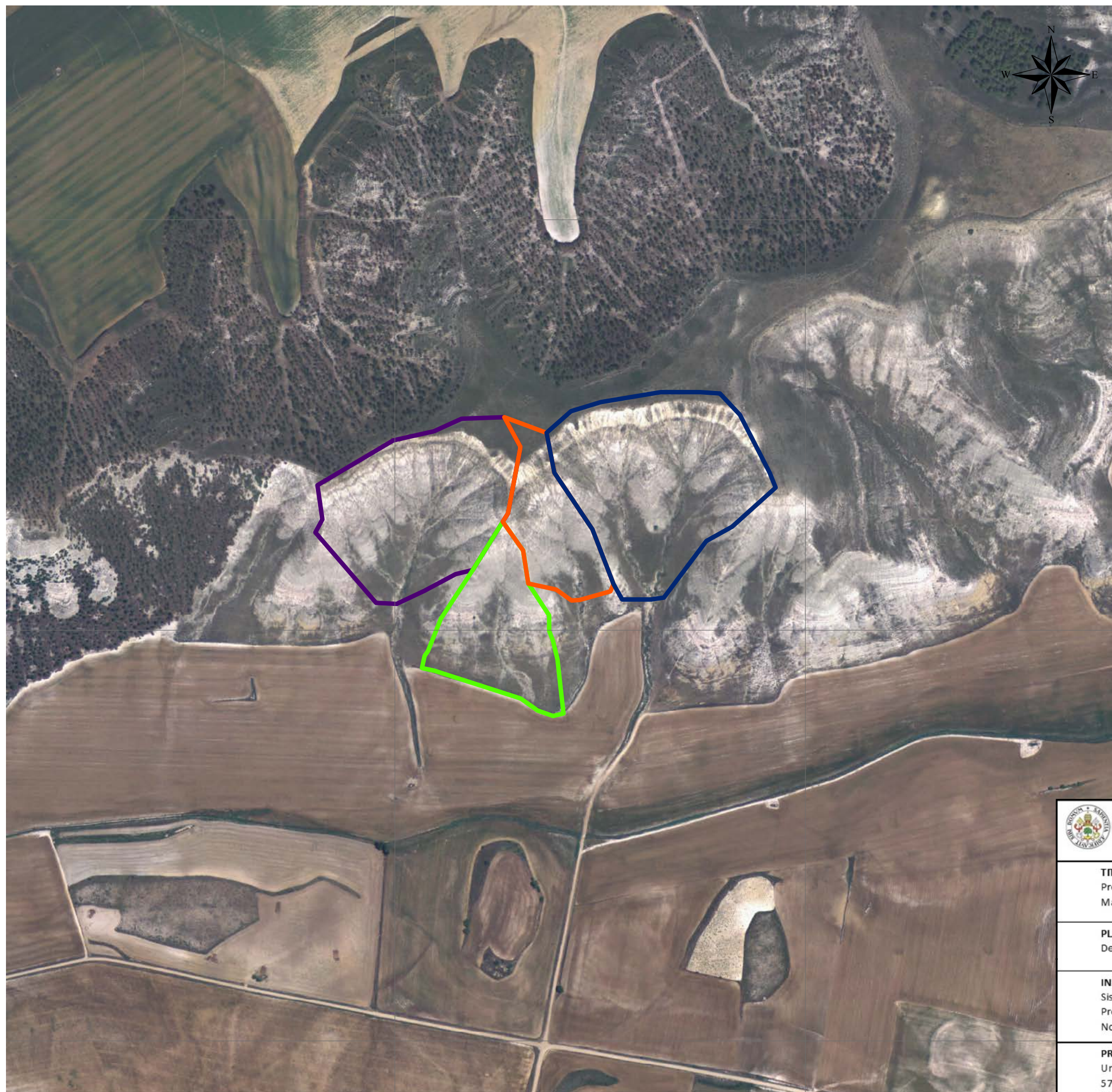
4626000



**Legenda**

- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4

**Ortofoto máxima actualidad**

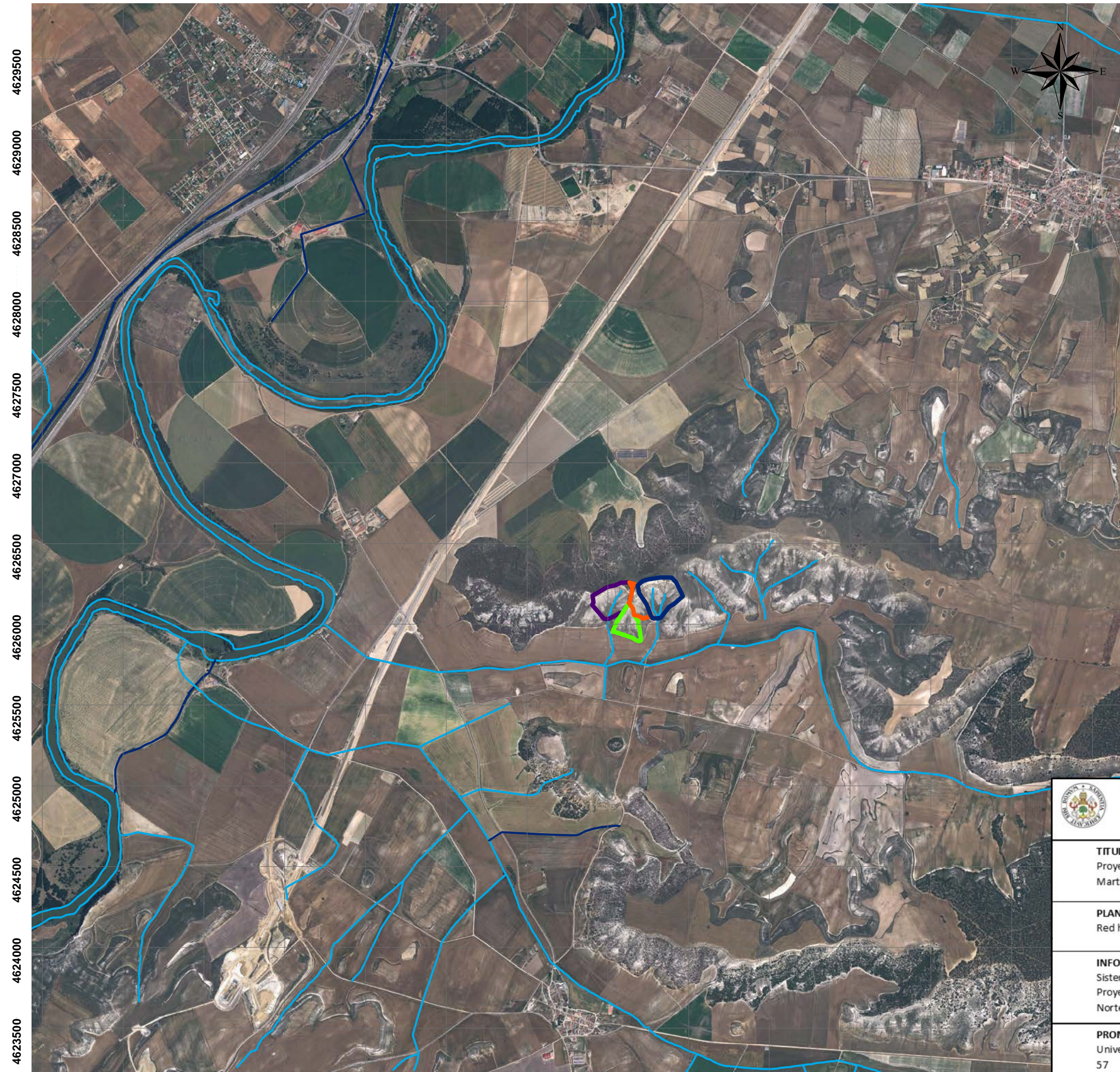


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)  
GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

<b>TITULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Delimitación de cuencas	<b>Nº PLANO</b> 4	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:5000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia	<b>FIRMA</b>  Fdo: Cristina Sáez Pérez	



366500 367000 367500 368000 368500 369000 369500 370000 370500 371000 371500 372000 372500 373000



366500 367000 367500 368000 368500 369000 369500 370000 370500 371000 371500 372000 372500

4629500  
4629000  
4628500  
4628000  
4627500  
4627000  
4626500  
4626000  
4625500  
4625000  
4624500  
4624000  
4623500

**Leyenda**

- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4
- Caudal artificial
- Rio

**Ortofoto máxima actualidad**

<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valveni)		
<b>PLANO</b> Red hidrológica de la zona		<b>Nº PLANO</b> 5
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:25000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia		<b>FIRMA</b> Fdo: Cristina Sáez Pérez



369500

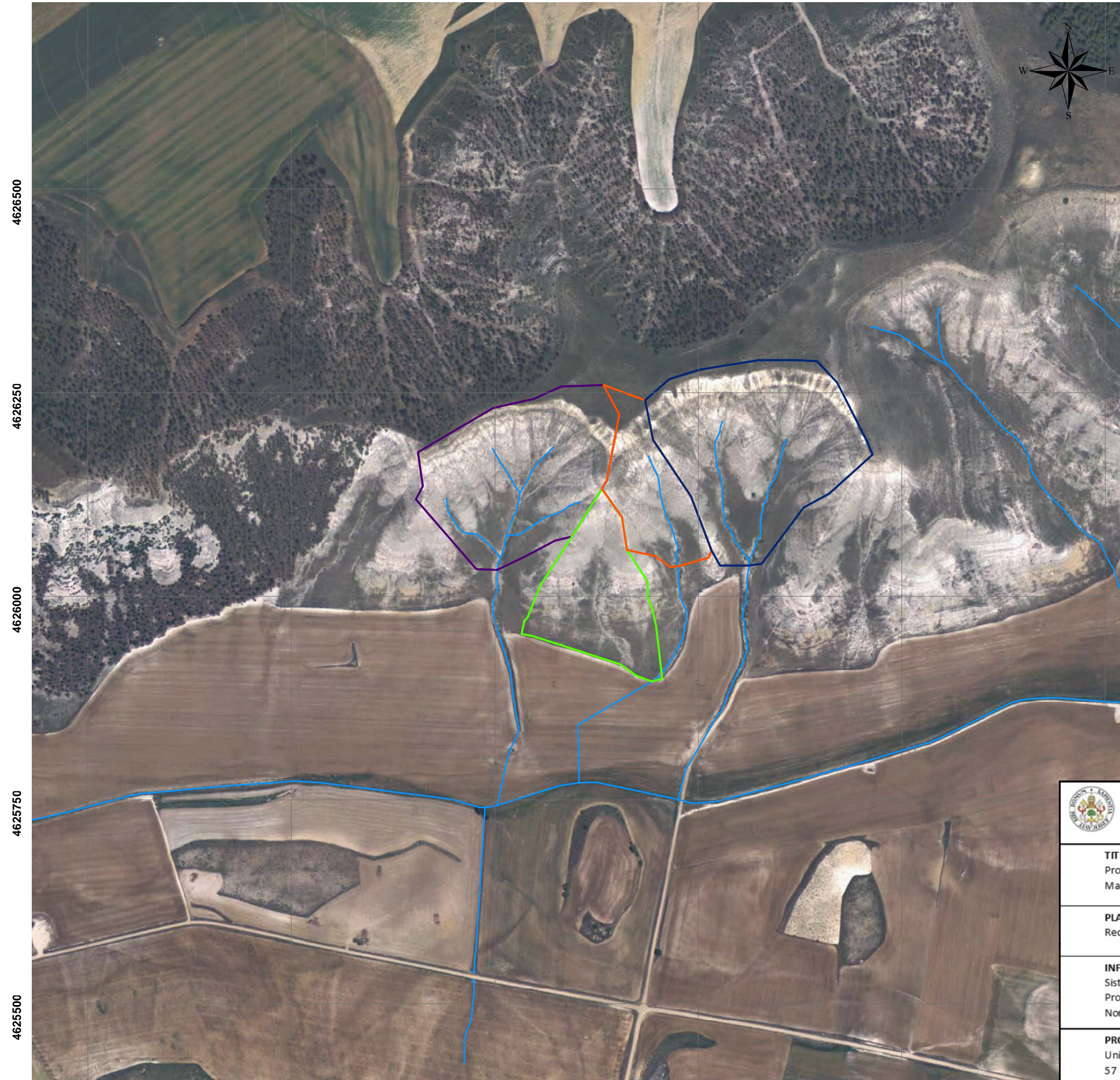
369750

370000

370250

370500

370750



4626500

4626250

4626000

4625750

4625500



4626500

4626250

4626000


4625750

4625500

### Leyenda

- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4
- Cursos de agua

**Ortofoto máxima actualidad**

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valveni)		
<b>PLANO</b> Red de drenaje de las subcuencas de estudio	<b>Nº PLANO</b> 6	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:5000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia	<b>FIRMA</b>  Fdo: Cristina Sáez Pérez	

369500

369750

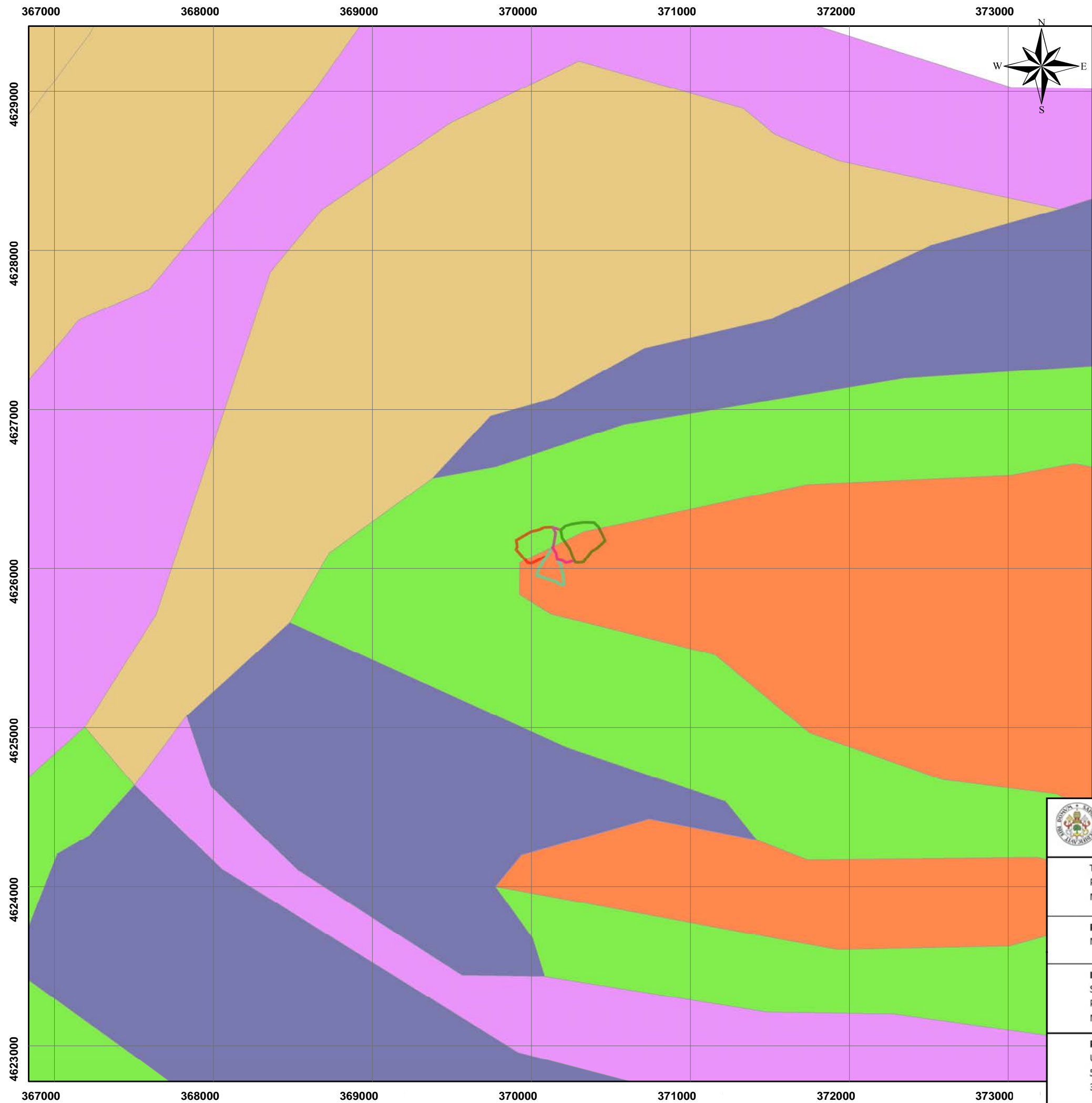
370000

370250

370500






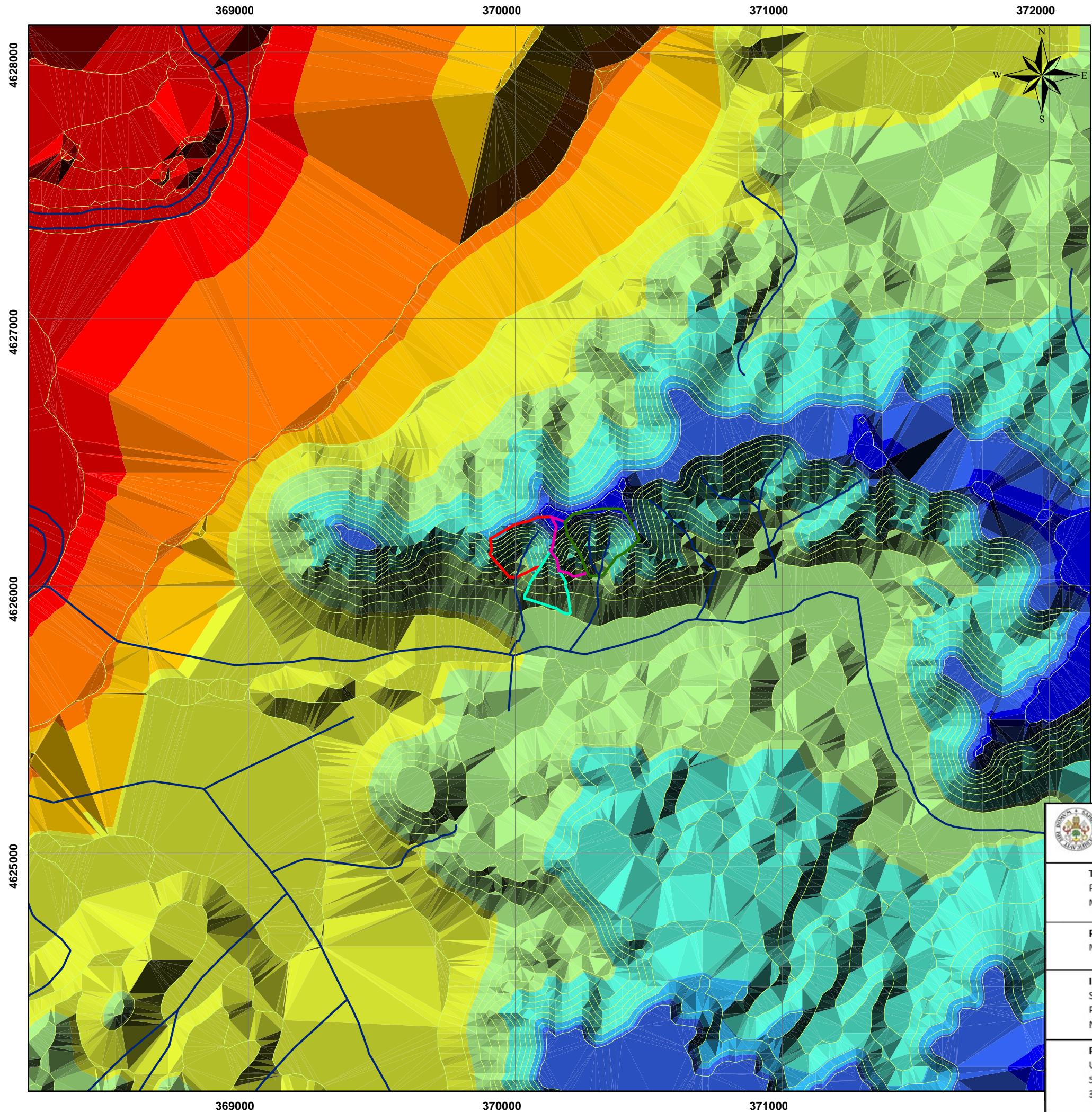


### Leyenda

	Subcuenca 1
	Subcuenca 2
	Subcuenca 3
	Subcuenca 4
	Freática
	Freática en zonas
	Freática y de gravas
	Gravas
	Gravas en zonas
	Gravas y freática
	Gravas y freática en zonas
	Gravas y lítica
	Gravas y lítica en zonas
	Lítica
	Lítica en zonas
	Lítica y de gravas
	Lítica y de gravas en zonas

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valveni)		
<b>PLANO</b> Mapa edafológico de fases (FAO)	<b>Nº PLANO</b> 8	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:25000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia	<b>FIRMA</b> Fdo: Cristina Sáez Pérez	





### Leyenda

- Rios
- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4

**MDT**

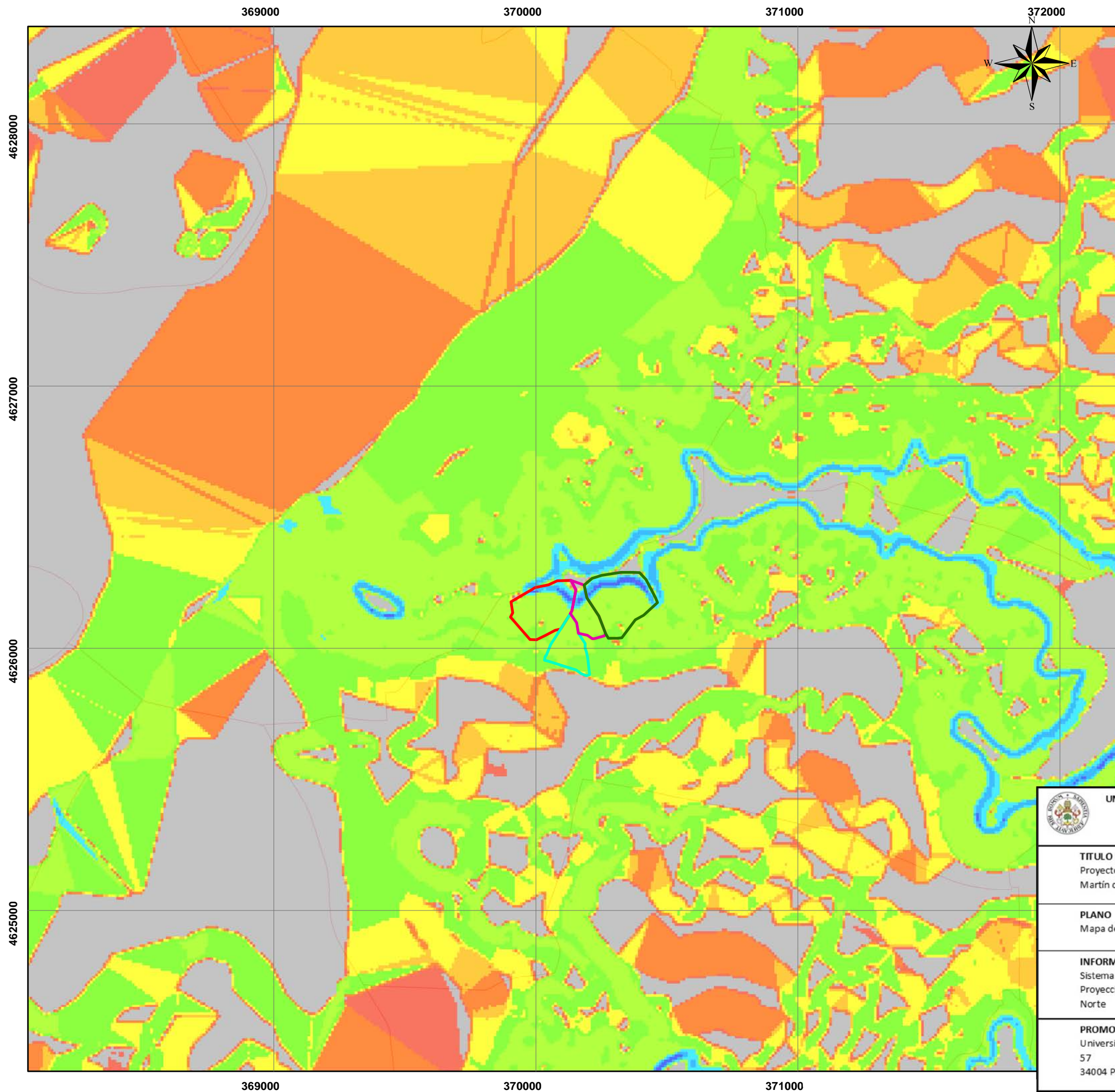
- Curvas de nivel

**Altura**

- 4000 - 4500
- 3500 - 4000
- 3000 - 3500
- 2500 - 3000
- 2000 - 2500
- 1500 - 2000
- 1000 - 1500
- 500 - 1000
- 0 - 500

<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Modelo Digital del Terreno	<b>Nº PLANO</b> 9	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:15000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia		<b>FIRMA</b>  Fdo: Cristina Sáez Pérez





### Leyenda

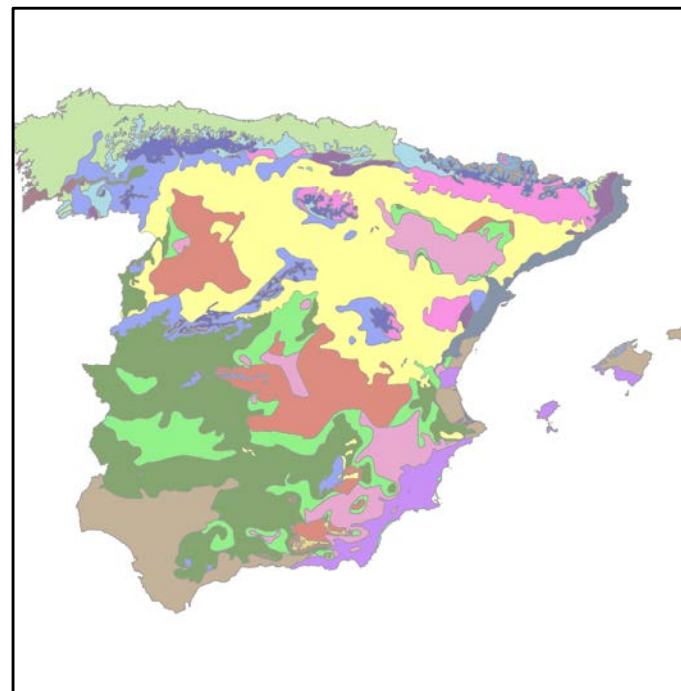
- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4

### % de pendiente

- 0 - 2
- 2 - 4
- 4 - 8
- 8 - 10
- 10 - 15
- 15 - 30
- 30 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 400
- 400 - 500
- 500 - 600
- 600 - 775

<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Mapa de pendientes	<b>Nº PLANO</b> 10	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:15000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia	<b>FIRMA</b>  Fdo: Cristina Sáez Pérez	





**REGIONES FITOCLIMATICAS DE ALLUÉ ANDRADE**

VI(IV)1 Tipo fitoclimático: Nemorales  
 Asociación potencial de vegetación:  
 Quejigares, melojares o rebollares, encinares  
 alsinares y robledales pubescentes.

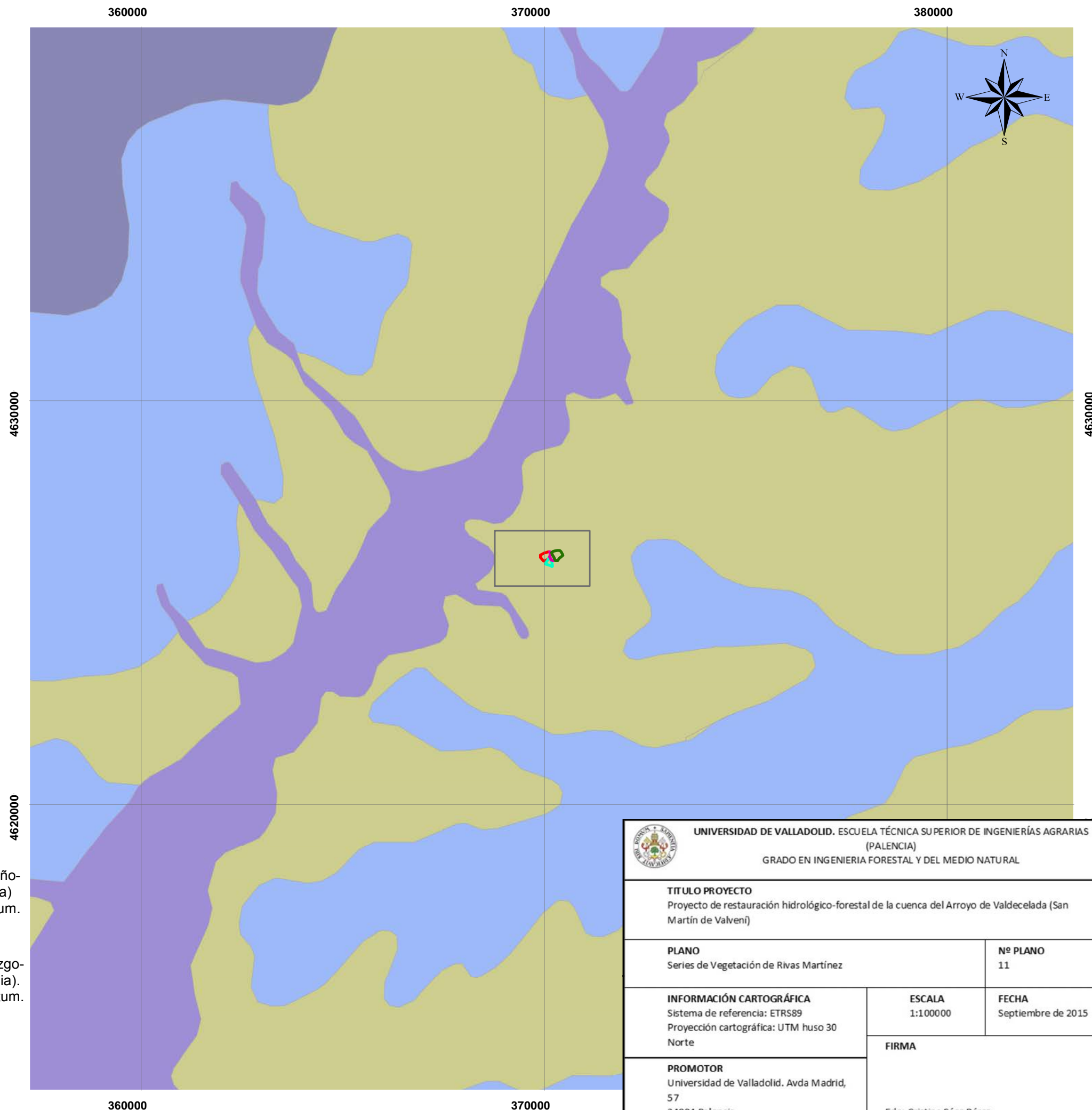
**LEYENDA**


- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4

**Series de vegetación**

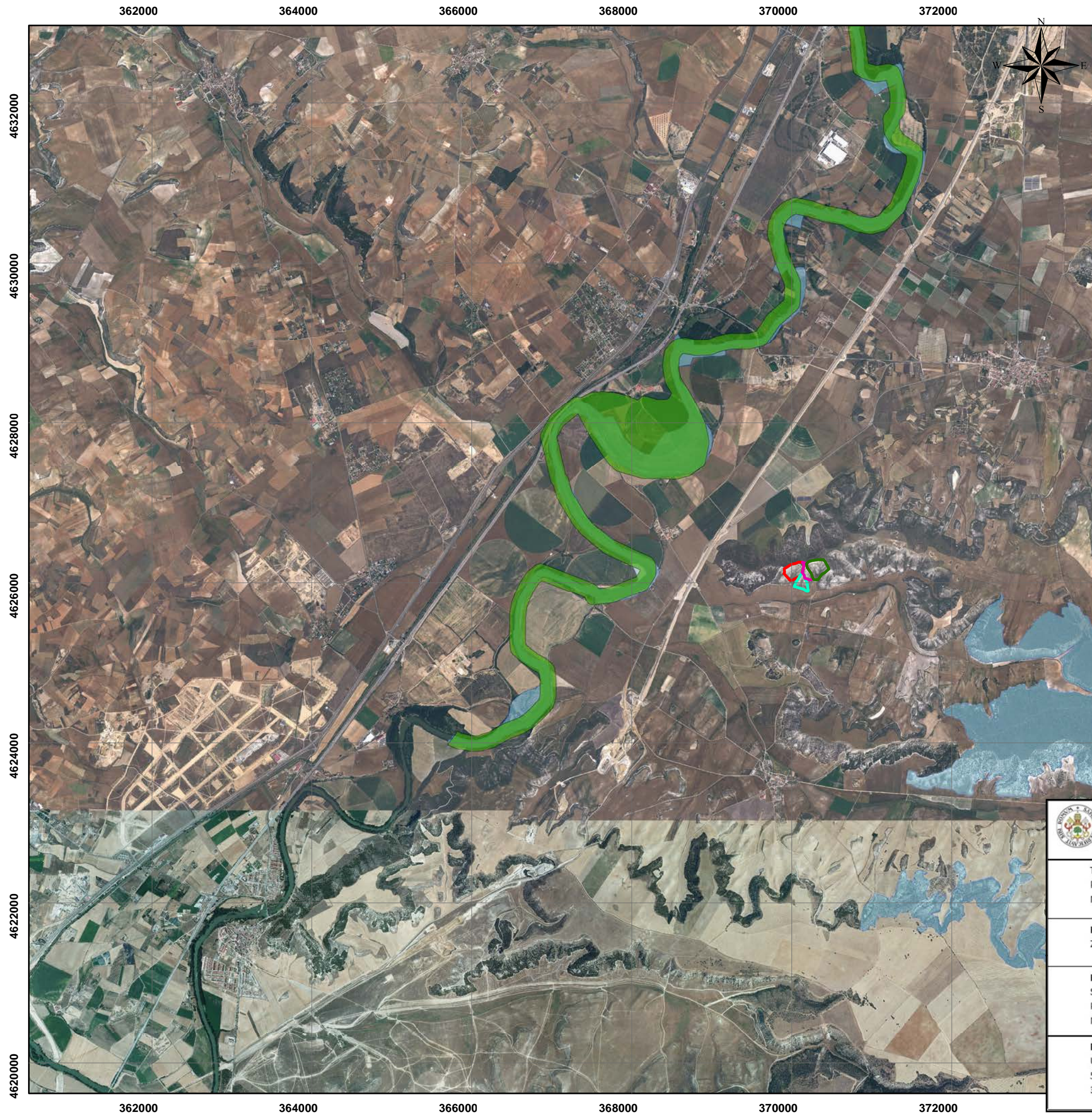
**Series de vegetación**

- 19b Serie supra-mesomediterránea castellano-alcarreño-manchea basófila del quejigo (*Quercus faginea*)  
Cephalanthero longijoliae-Querceto fagineae sigmetum.
- 22a Serie supramediterránea castellano-maestrazgo-manchea basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*).  
Junipero thurijerae~Querceto rotundifoliae sigmetum.
- | Piso termomediterráneo



 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Series de Vegetación de Rivas Martínez		<b>Nº PLANO</b> 11
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:100000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia		<b>FIRMA</b> Fdo: Cristina Sáez Pérez





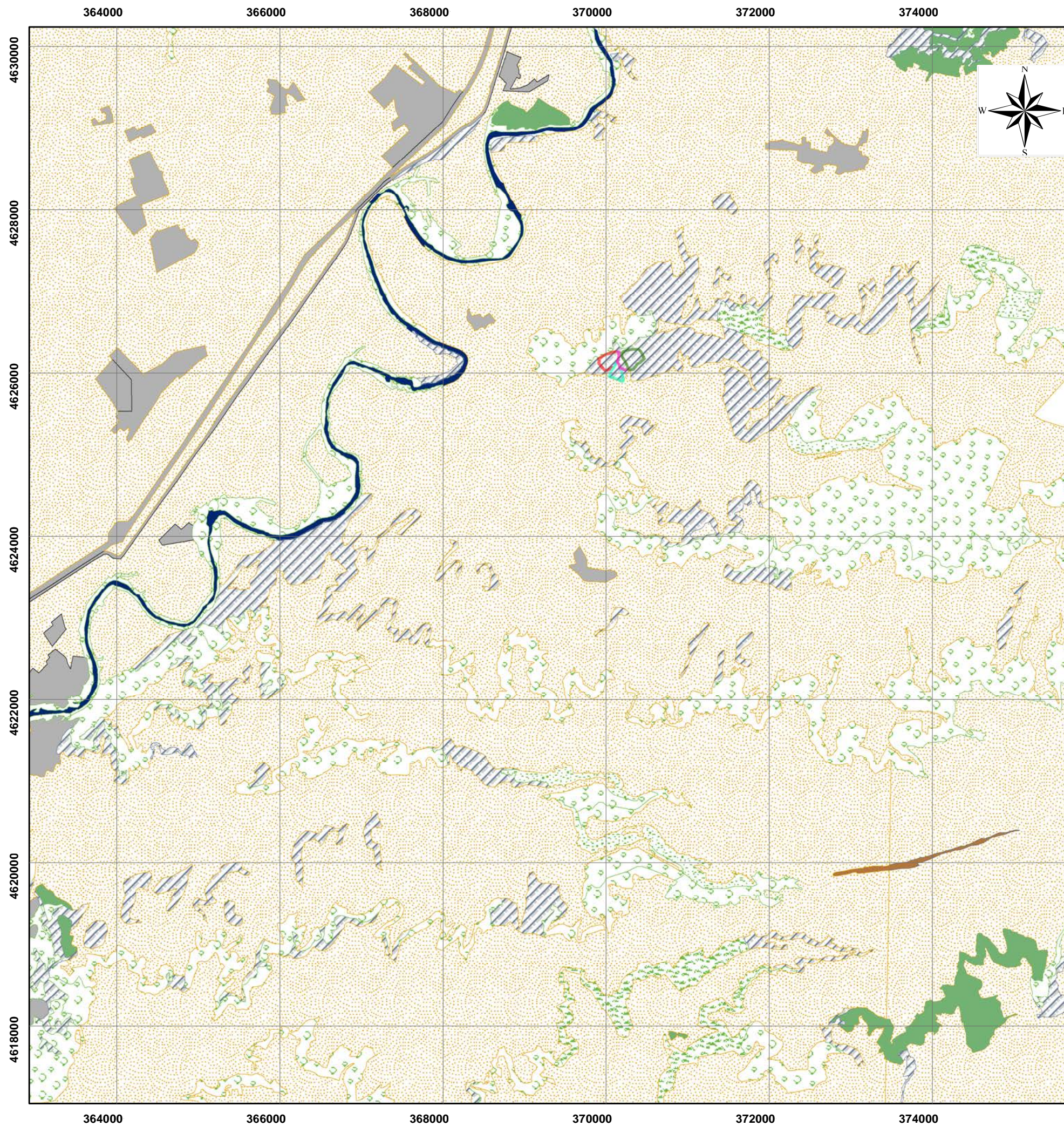
### Leyenda

- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4
- Zonas ZEPA
- Zonas LIC

**Ortofoto máxima actualidad**

<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Zonas protegidas: Zonas ZEPA y Zonas LIC		<b>Nº PLANO</b> 12
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte		<b>ESCALA</b> 1:50000
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia		<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>FIRMA</b> Fdo: Cristina Sáez Pérez		





### Leyenda

- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4

### MFE 50

### Usos del suelo

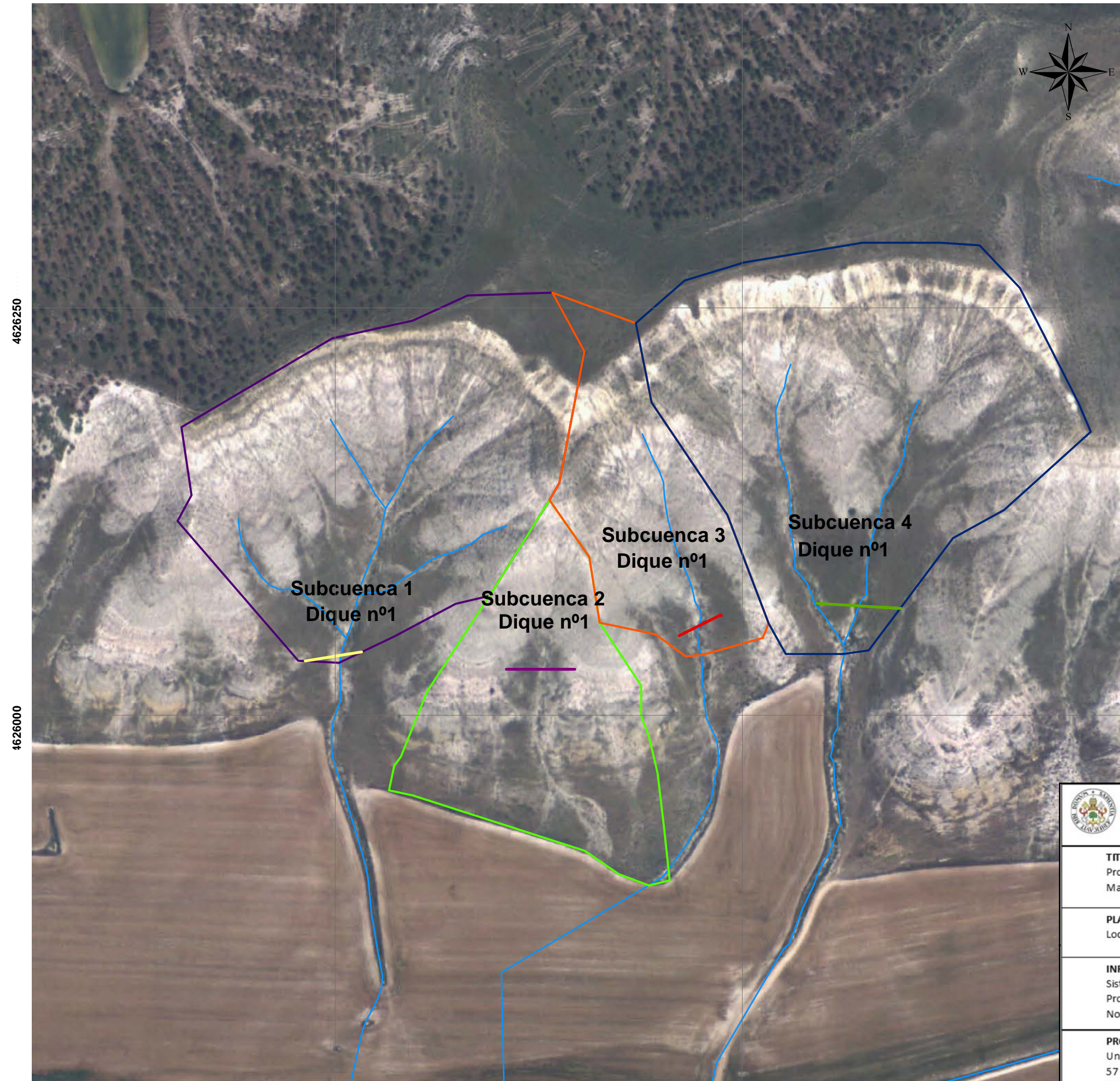
- Agua
- Artificial
- Cultivos
- Humedal
- Monte arbolado
- Monte arbolado adhesionado
- Monte arbolado de plantación
- Monte con arbolado disperso
- Monte con arbolado disperso de dehesa
- Monte con arbolado disperso de plantación
- Monte con arbolado ralo
- Monte con arbolado ralo de dehesa
- Monte con arbolado ralo de plantación
- Monte desarbolado

<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TÍTULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Plano de vegetación y cultivos. Mapa Forestal Español	<b>Nº PLANO</b> 13	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:50000	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
	<b>FIRMA</b>  Fdo: Cristina Sáez Pérez	
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia		



370000

370250



4626250

4626250

4626000

4626000


370000

370250

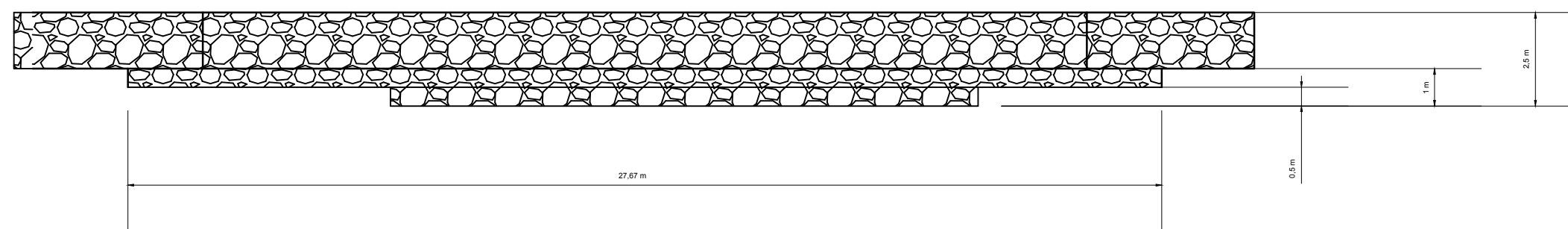
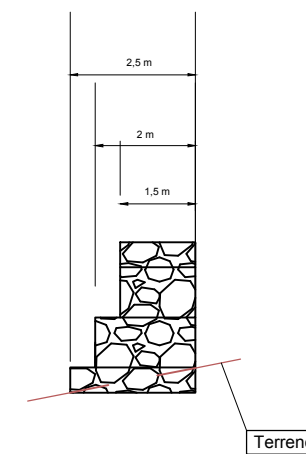
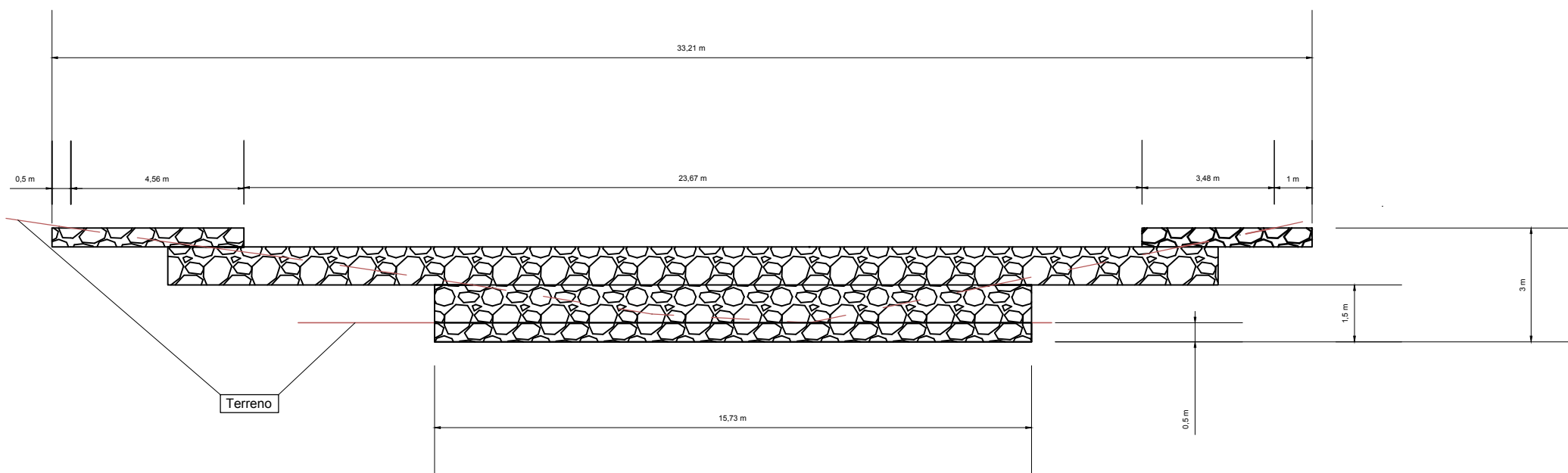
### Leyenda

- Perfil Dique nº1
- Perfil Dique nº2
- Perfil Dique nº3
- Perfil Dique nº4
- Subcuenca 1
- Subcuenca 2
- Subcuenca 3
- Subcuenca 4
- Cursos de agua

**Ortofoto máxima actualidad**

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL		
<b>TITULO PROYECTO</b> Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)		
<b>PLANO</b> Localización de diques	<b>Nº PLANO</b> 14	
<b>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA</b> Sistema de referencia: ETRS89 Proyección cartográfica: UTM huso 30 Norte	<b>ESCALA</b> 1:2500	<b>FECHA</b> Septiembre de 2015
<b>PROMOTOR</b> Universidad de Valladolid. Avda Madrid, 57 34004 Palencia	<b>FIRMA</b>  Fdo: Cristina Sáez Pérez	

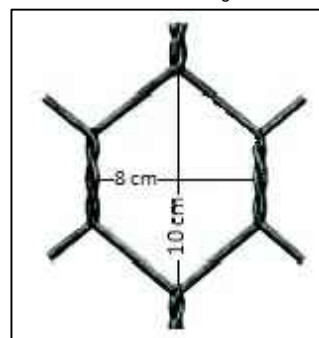




Especificaciones de los gaviones:

Alambre de acero galvanizado  
 Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82  
 Triple torsión  
 Resistencia a la rotura: 45-52 kg/mm<sup>2</sup> (norma DIM-1548)  
 Diámetro alambre: 2-2,40 mm  
 Relleno: Piedra natural  
 Diámetro relleno: 10-20 mm

Detalle de la malla del gavión



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:  
 PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLOGICO FORESTAL DE LA CUENCA DEL ARROYO DE VALDECELADA ( SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID)

PLANO: DIQUE 1. SUBCUENCA 1

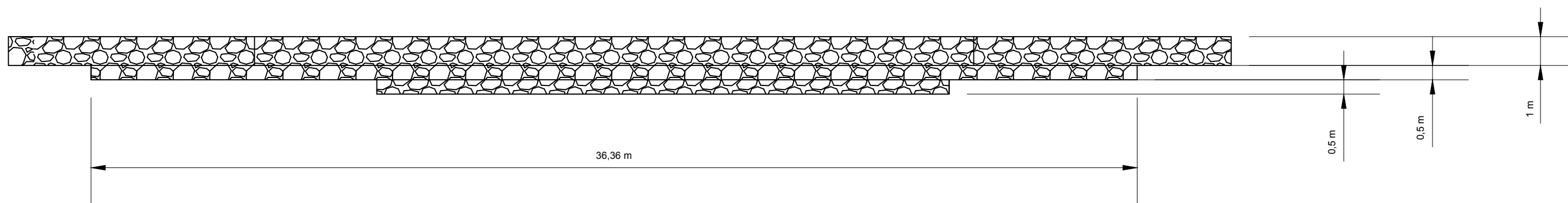
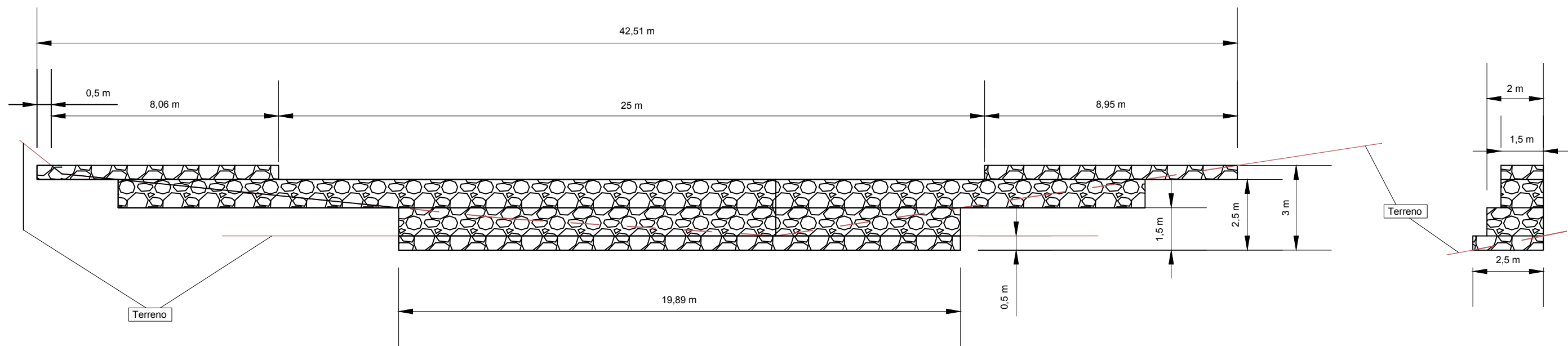
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA:  
 1/150

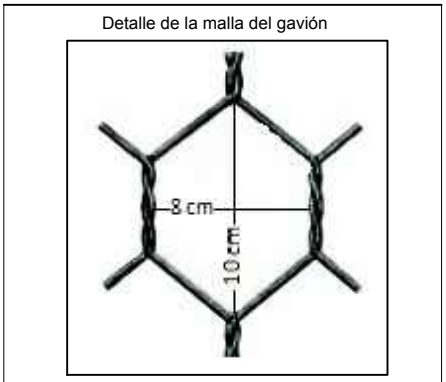
PLANO N°:  
 15

EL AUTOR:

Fdo: Cristina Sáez Pérez



**Especificaciones de los gaviones:**  
 Alambre de acero galvanizado  
 Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82  
 Triple torsión  
 Resistencia a la rotura: 45-52 kg/mm<sup>2</sup> (norma DIM-1548)  
 Diámetro alambre: 2-2,40 mm  
 Relleno: Piedra natural  
 Diámetro relleno: 10-20 mm



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:  
 PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE LA CUENCA DEL ARROYO DE VALDECELADA ( SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID)

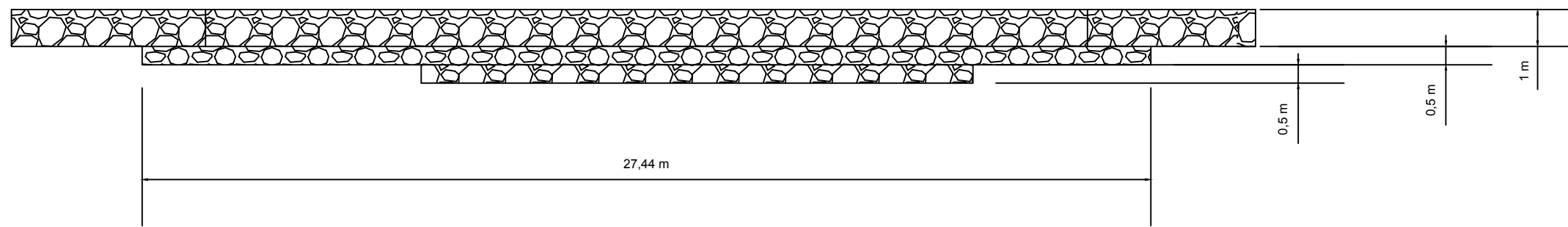
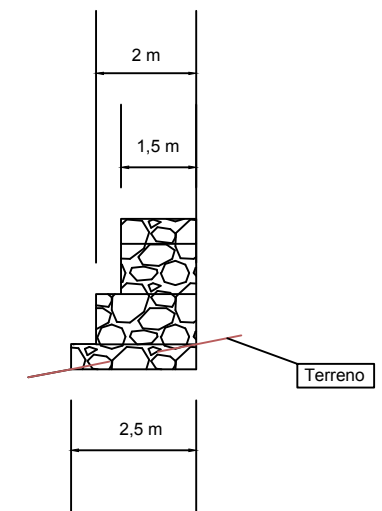
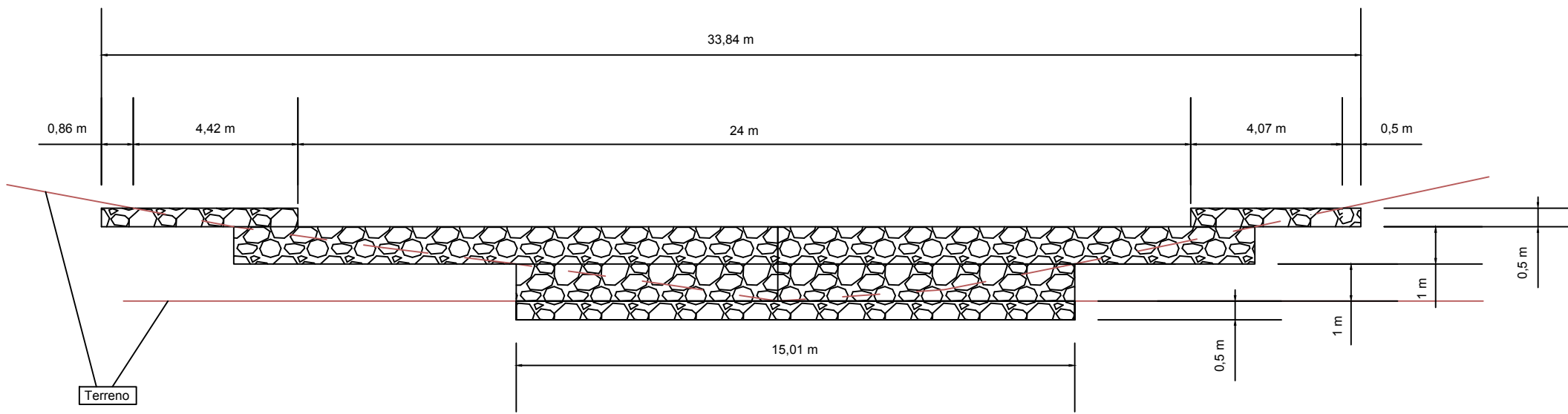
PLANO: DIQUE 1. SUBCUENCA 2

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA: 1/150

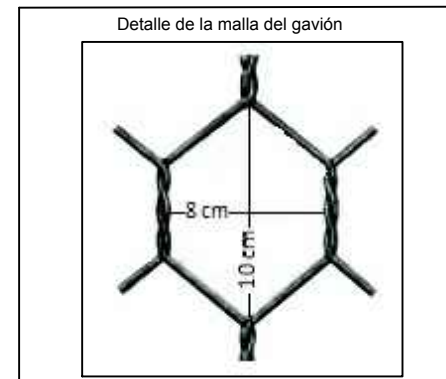
PLANO N°: 16

EL AUTOR:  
  
 Fdo: Cristina Sáez Pérez



**Especificaciones de los gaviones:**

- Alambre de acero galvanizado
- Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82
- Triple torsión
- Resistencia a la rotura: 45-52 kg/mm<sup>2</sup> (norma DIM-1548)
- Diámetro alambre: 2-2,40 mm
- Relleno: Piedra natural
- Diámetro relleno: 10-20 mm



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:  
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE LA CUENCA DEL ARROYO DE VALDECELADA ( SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID)

PLANO: DIQUE 1 SUBCUENCA 3

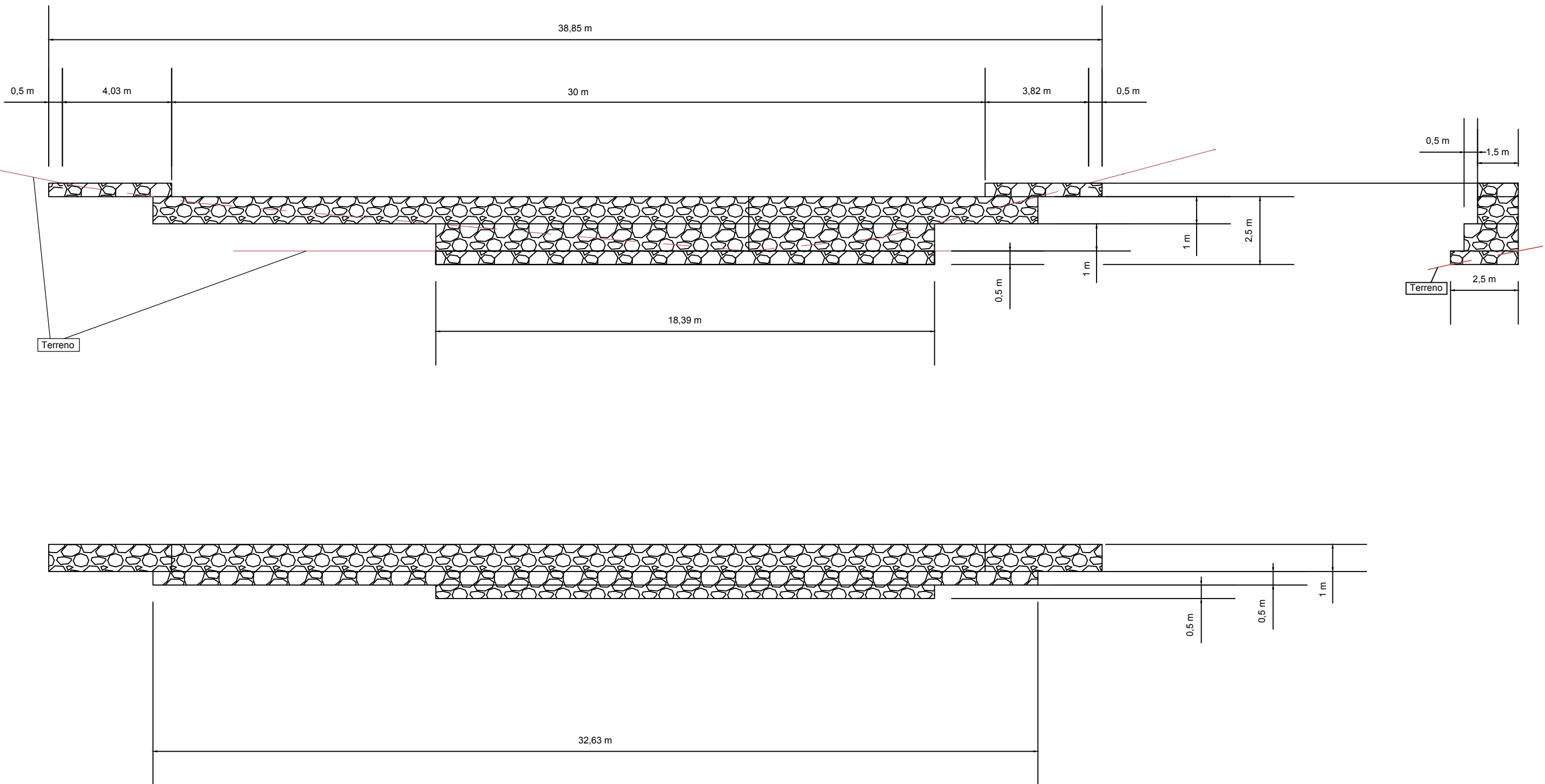
EL AUTOR:

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA: 1/150

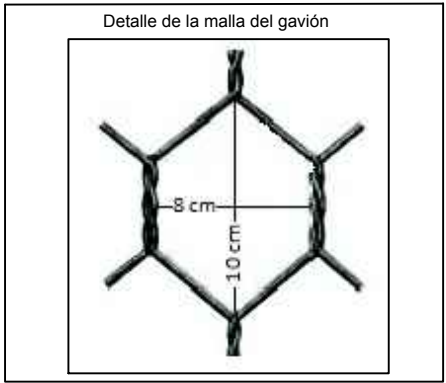
PLANO Nº: 17

Fdo: Cristina Sáez Pérez



**Especificaciones de los gaviones:**

- Alambre de acero galvanizado
- Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82
- Triple torsión
- Resistencia a la rotura: 45-52 kg/mm<sup>2</sup> (norma DIM-1548)
- Diámetro alambre: 2-2,40 mm
- Relleno: Piedra natural
- Diámetro relleno: 10-20 mm



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:  
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE LA CUENCA DEL ARROYO DE VALDECELADA ( SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID)

PLANO: DIQUE 1. SUBCUENCA 4

EL AUTOR:

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA: 1/150

PLANO Nº: 18

Fdo: Cristina Sáez Pérez

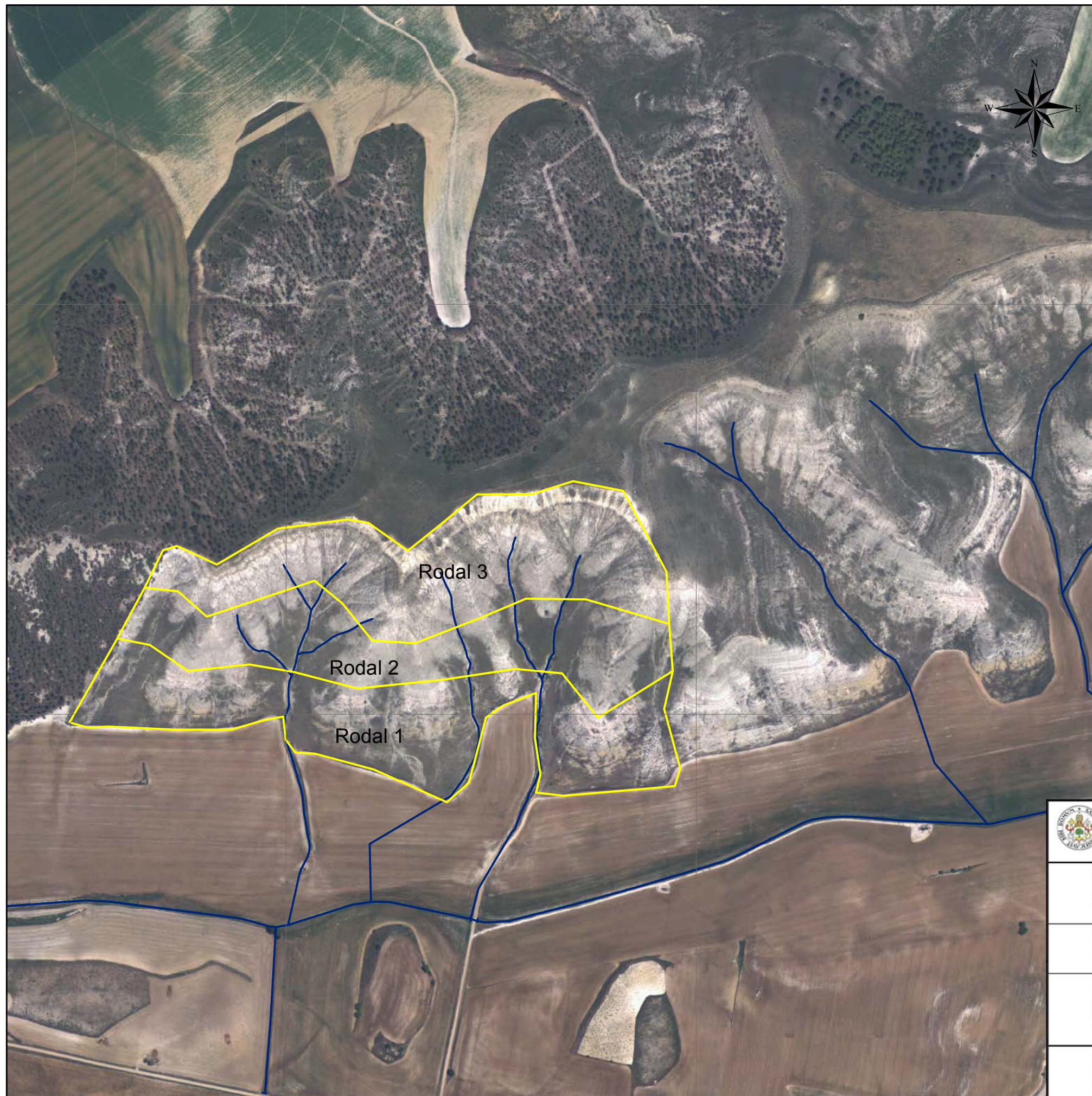


370000

370500

4626500

4626000



## Leyenda

— Rodales de repoblacion

— Cursos de agua

## Ortofoto máxima actualidad

### Rodal 1

Ahoyado mecanizado con retroexcavadora  
Sin desbroce previo  
Plantación manual  
Densidad de planta: 3 x 3 metros  
*Crataegus monogyna* (10%)  
*Pinus halepensis* (90%)

### Rodal 2

Ahoyado mecanizado con ripper  
Sin desbroce previo  
Plantación manual  
Densidad de planta: 3 x 3 metros  
*Crataegus monogyna* (10%)  
*Pinus halepensis* (90%)

### Rodal 3

Ahoyado mecanizado con ripper  
Sin desbroce previo  
Plantación manual  
Densidad de planta: 3 x 3 metros  
*Crataegus monogyna* (10%)  
*Pinus halepensis* (90%)



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
(PALENCIA)  
GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

#### TÍTULO PROYECTO

Proyecto de restauración hidrológico-forestal de la cuenca del Arroyo de Valdecelada (San Martín de Valvení)

#### PLANO

Rodales de repoblación

#### Nº PLANO

19

#### INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema de referencia: ETRS89  
Proyección cartográfica: UTM huso 30  
Norte

#### ESCALA

1:5000

#### FECHA

Septiembre de 2015

#### FIRMA

#### PROMOTOR

Universidad de Valladolid. Avda Madrid,  
57  
34004 Palencia

Fdo: Cristina Sáez Pérez

370000

370500





---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal  
de la cuenca del arroyo de Valdecelada (San  
Martín de Valvení, Valladolid)**

**Documento IV: Pliego de condiciones**

**Alumno: Cristina Sáez Pérez**

**Tutor: Joaquín Navarro Hevia  
Cotutora: María Belén Turrión Nieves**

**Septiembre de 2015**

Copia para el tutor/a

## ÍNDICE DOCUMENTO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

<b>TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLOGICO FORESTAL DEL ARROYO DE VALDECELADA (SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID).....</b>	<b>2</b>
<b>CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DIQUES .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPITULO 2. UNIDADES DE OBRA .....</b>	<b>2</b>
<b>CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA REPOBLACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO 2. UNIDADES DE OBRA .....</b>	<b>8</b>
<b>TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLOGICO FORESTAL DEL ARROYO DE VALDECELADA (SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID).....</b>	<b>15</b>
<b>CAPITULO 1. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPITULO 2. TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPITULO 3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPITULO 4. RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>21</b>

---

<b>CAPITULO 5. DISPOSICIONES GENERALES .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPITULO 6. DISPOSICIONES VARIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>TITULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO- FORESTAL DEL ARROYO DE VALDECELADA (SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID).....</b>	<b>24</b>
<b>CAPITULO 1. MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>24</b>
<b>TITULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO- FORESTAL DEL ARROYO DE VALDECELADA (SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID).....</b>	<b>28</b>
<b>CAPITULO 1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN .....</b>	<b>28</b>

En el presente Pliego de Condiciones, para las obras de la restauración hidrológico-forestal de las cárcavas pertenecientes al municipio de San Martín de Valvení, se desarrollan una serie de instrucciones para el desarrollo de dichas obras, y contiene la información y condiciones técnicas necesarias referidas a materiales, plantas y maquinaria, y las instrucciones y detalles necesarios para la ejecución.

Asimismo se establecen las consideraciones sobre la forma de medir y valorar las distintas unidades de obra, así como las disposiciones generales que, además de la legislación vigente, regirán durante la efectividad del Contrato de Obras.

### **APLICACION**

Las condiciones e instrucciones citadas en este Pliego, serán aplicadas en las mencionadas obras de restauración hidrológico-forestal en San Martín de Valvení, y serán controladas, inspeccionadas y dirigidas por el Ingeniero determinado para esta labor.

### **ESTRUCTURA DEL PLIEGO DE CONDICIONES**

En el Pliego de Condiciones se pueden diferenciar cuatro partes:

- Título I: Pliego de Condiciones de Índole Técnica
- Título II: Pliego de Condiciones de Índole Facultativa
- Título III: Pliego de Condiciones de Índole Económica
- Título IV: Pliego de Condiciones de Índole Legal

# **TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLOGICO FORESTAL DEL ARROYO DE VALDECELADA (SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID)**

## **CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DIQUES**

### **CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **1.1. ALCANCE DE LAS CONDICIONES**

Las citadas prescripciones se aplicarán en los casos que correspondan a la ejecución de las obras comprendidas dentro de la unidad de inversión “Construcción de diques para la corrección del cauce”.

Contiene las condiciones técnicas que, además de las particulares que se establezcan en el contrato, deberán regir en la ejecución de dichas obras.

#### **1.2. OBJETO DE LAS OBRAS**

La construcción de diques tiene como objetivos la retención de sedimentos y la consolidación de laderas, y comprende, por tanto, todos los trabajos y cuantas obras y operaciones sean necesarias para que los trabajos queden ejecutados de acuerdo con los Planos y preinscripciones de este Pliego.

Todas las obras que se describen seguidamente, figuran incluidas en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo las modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras autorizadas por la superioridad.

En los Planos figuran las referencias planimétricas y altimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y realización de los diques.

#### **1.3. LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras se realizan en el término municipal de San Martín de Valvení, de la provincia de Valladolid, incluidos dentro del Monte de la Casa.

La localización exacta, se encuentra perfectamente indicada en la Memoria y los Planos del proyecto.

### **CAPITULO 2. UNIDADES DE OBRA**

#### **2.1. CONDICIONES GENERALES DE MEDICIÓN Y ABONO**

Todos los precios unitarios, a los que se refieren las normas de medición y abono contenidas en este capítulo del presente Pliego de Condiciones se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada con arreglo a lo especificado en el presente Pliego y en los Planos, sea aprobada por la Administración.

Asimismo se entenderán incluidos los ocasionados por:

- La reparación de los daños inevitables causados por la maquinaria.
- La conservación durante el plazo de garantía de las obras.

## **2.2. CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN DE CUMPLIR LOS MATERIALES**

Todos los materiales que se utilicen en las obras, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Condiciones y deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de las obras.

El contratista tiene libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los puntos que estime convenientes sin modificación de los precios establecidos.

### **2.2.1. Gaviones y corazas**

Los alambres con los que se confeccionarán los gaviones serán de triple torsión, en malla de 8x10 cm de escuadra y el alambre será del número 16. Para las corazas, la malla será de 5x7 cm de escuadra y el alambre del número 13.

Dicho alambre, deberá cumplir las normas BSS 1052/80, resistencia media a la rotura de 45 a 52 kg/mm<sup>2</sup>.

El alambre será galvanizado, reforzado según las normas DIM-1548 y BSS 443/82 con contenido mínimo de zinc de 240 g/m<sup>2</sup>, para diámetro de 2 mm, y 260 g/m<sup>2</sup> para diámetro de 2,40 mm.

El alambre será galvanizado, reforzado según las normas DIM-1548 y BSS 443/82 con contenido mínimo de zinc de 240 g/m<sup>2</sup>, para diámetro de 2 mm y 260 g/m<sup>2</sup> para diámetro de 2,40 mm.

Se admitirá una tolerancia en el diámetro del alambre galvanizado de  $\pm 2.5\%$ .

Se admitirá una tolerancia en las medidas del gavión de  $\pm 3\%$  en su longitud y anchura, y de un 5% en altura.

Para el alambre necesario para cosidos y atirantados se tomará como medida 0,4 kg/m<sup>2</sup>.

Cuando las obras de fábrica se hallen en contacto con la excavación, esta se realizará con el mayor cuidado a fin de evitar excesos de obra. Durante la ejecución, y siempre que lo estime necesario el Director de Obra, se limpiaran las excavaciones a fin de que pueda ser reconocido el terreno. No se efectuará el relleno de las excavaciones mientras no lo ordene el Director de Obra.

Para el llenado de los gaviones y de las corazas de los gaviones, se comprarán piedras en la cantera más rentable. Será dura, no heladiza y sin coqueras, presentando aristas vivas y tamaños varios.

### **2.2.2. Otros materiales**

Los demás materiales que hayan de emplearse en las obras y para los que no se detallan específicamente las condiciones, serán de primera calidad y antes de colocarse en la obra deberán ser reconocidos y aceptados por la Dirección Facultativa.

## **2.3. FORMA DE REALIZAR LOS TRABAJOS**

El primer trabajo es la excavación y perfilado de los taludes para emplazar los diques.

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Para construir los diques (gaviones) y zampeados en el caso necesario (corazas de gaviones) se procede de la siguiente manera:

- Desdoblar cada gavión sobre una superficie rígida y plana, y eliminar todas sus irregularidades.
- Doblar los paneles de lado y de fondo para formar una caja y juntar los cantos superiores con los hilos gruesos que salen de los mismos.
- Colocar el alambre de amarre en la unión entre las aristas superiores de los paneles. Amarrar las aristas con vueltas simples y dobles cada 10 cm.
- Amarrar varios gaviones en grupos y colocar en posición.
- Después de haber colocado varios gaviones en posición, antes de llenarlos, estirar con un cabestrante.
- Llenar los gaviones hasta 1/3 de la capacidad total.
- Colocar los tirantes por encima de las piedras, atándolos en las mallas del gavión, y después enroscarlos entre sí con una piedra para evitar que se desenreden.
- Después fijar los tirantes hasta 2/3 de la capacidad total, y los otros tirantes al final.
- Terminar de llenar hasta 3 ó 5 cm por encima de la altura del gavión.
- Doblar las tapas y amarrar

En la Figura 1 se observa la forma de construcción de los gaviones propuesta por Bianchini (1959).

#### **2.4. PROGRAMA DE PRUEBAS**

Para el control de la ejecución de las obras se establecerá un programa de pruebas establecido en dos etapas: una durante la ejecución de los trabajos, y otra, concluidos estos, antes de finalizar el período de garantía.

El resultado de todas las comprobaciones que se emprendan deberá estar en concordancia con las condiciones establecidas en la descripción de los procesos operativos correspondientes.

Se dedicará un 1% del presupuesto final del proyecto dedicado al control de calidad de las obras.

El Director de las Obras podrá efectuarlas en el momento y frecuencia que crea oportuna; así mismo, podrá llevar a cabo cualquier otra comprobación que estime necesaria para verificar la correcta ejecución de los trabajos.

# CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA REPOBLACIÓN

## CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 1.1. ALCANCE DE LAS CONDICIONES

Las citadas prescripciones se aplicarán en los casos que correspondan a la ejecución de las obras comprendidas dentro de la repoblación del presente Proyecto.

Contiene las condiciones técnicas que, además de las particulares que se establezcan en el contrato, deberán regir en la ejecución de dichas obras.

### 1.2. OBJETO DEL PROYECTO

La repoblación, tiene un fin protector y comprende, por tanto, todos los trabajos y cuantas obras y operaciones sean necesarias para que quede ejecutada de acuerdo con los Planos y preinscripciones de este Pliego.

Todas las obras que se describen seguidamente, figuran incluidas en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo las modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras autorizadas por la superioridad.

En los Planos figuran las referencias planimétricas y altimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y realización para la repoblación.

### 1.3. INSTRUCCIONES EN CUANTO A LA FORMA DE TRATAMIENTO DEL SUELO Y DE LA VEGETACIÓN EXISTENTE EN LA ZONA OBJETO DEL PROYECTO

#### 1.3.1. Tratamiento del suelo: Sistema de preparación

Siendo el suelo del monte factor fundamental sobre el que ha de asentarse la repoblación, deberán tenerse en cuenta en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, las relativas a su tratamiento de forma que los postulados ecológicos básicos se complementen con las finalidades productivas o protectoras de la repoblación, y asimismo, contribuyen al mejor logro de estas finalidades como medio físico sobre el que se asienta la repoblación y la vegetación existente, las cuales han de formar unidad en su funcionamiento.

Importancia especial deben tener las consideraciones hechas en la Memoria en cuanto a pendientes hasta donde es posible la labor mecanizada o las relativas a la etapa evolutiva en que se encuentra el suelo en cuestión.

Para lograr este fin, los métodos elegidos son: ahoyado con retroexcavadora y ahoyado con ripper, con el fin de mullir un volumen de suelo que facilite el crecimiento radicular.

#### 1.3.2. Tratamiento de la vegetación preexistente

Toda obra de repoblación debe tratar siempre que sea posible, ser una reconstrucción de la primitiva masa forestal o de algo que sin llegar a serlo cumpla sus finalidades de protección o producción, y en cualquier caso nunca tan alejado que represente algo irreversible.

No será necesario realizar un tratamiento de la vegetación preexistente.

Cualquier variación durante la ejecución de las obras sobre estos puntos, por no haberse tenido en cuenta en el proyecto debe ser competencia exclusiva del Ingeniero Director de las Obras.

#### 1.4. DETALLES DE EJECUCIÓN

##### 1.4.1. Procesos en la repoblación

La repoblación se ejecuta de forma habitual en dos fases:

- Primera fase: Actuaciones sobre el matorral y preparación del terreno.
- Segunda fase: Plantación y colocación de protectores

###### 1.4.1.1. Actuaciones sobre el matorral y preparación del terreno

Ambas labores se ejecutan simultáneamente en todos los rodales, sin existir actuaciones concretas para tratamiento del matorral.

Se han escogido los métodos a aplicar en función principalmente de la pendiente del terreno.

- En el rodal 1, cuya pendiente se sitúa entre un 15 y un 30 %, la preparación del terreno consistirá en un ahoyado con retroexcavadora. En esta labor se empleará una retroexcavadora de cadenas, especialmente adaptada a terrenos forestales. Esta máquina realiza simultáneamente al ahoyado una roza de matorral. La retroexcavadora realiza la apertura del hoyo de plantación mediante el cazo (de hasta 1 m<sup>3</sup>), y trabajando en las líneas de máxima pendiente. La potencia de la máquina será de 100 CV.
- En el rodal 2, se plantea un ahoyado mecanizado con desbroce previo, dado que posee una pendiente entre el 25 y el 40%. La maquinaria utilizada es un tractor de cadena de 120 CV, provisto de dos subsoladores o ripper separados dos metros sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica y adaptados mediante dos piezas: la primera de forma triangular que abre el hoyo, y la segunda situada encima con forma de orejeta que empuja la tierra y el material para que no vuelva a caer al hoyo. La actuación sobre el matorral preexistente se realiza simultáneamente.

En el rodal 3, se plantea exactamente la misma actuación realizada con la misma maquinaria que en el rodal 2, dado que posee una pendiente entre el 35 y el 60%.

Las características de la zona objeto de la repoblación, su distribución en el espacio, y la descripción de las actuaciones proyectadas en ella, se indican ampliamente en los documentos de Memoria, Anejos y Planos, siendo esta la razón por la que no se incluyen de nuevo en el presente Pliego.

###### 1.4.1.2. Plantación y colocación de los protectores

Dado que las pendientes de la zona son muy altas, la utilización de maquinaria para realizar la plantación resulta inviable, por lo que se realizará una plantación manual. La plantación en los tres rodales se realizará con el mismo marco de plantación y la misma densidad de planta, variando solo el número de plántulas necesarias, debido a la diferencia entre las distintas superficies de los rodales.

La densidad de plantación es de 1100 pies/ha, con un marco de plantación de 3x3 m.

Con el fin de lograr una protección individual de las plántulas, eficaces frente a los conejos y pequeños mamíferos, se colocarán unos protectores, que consisten en una malla rígida de plástico de forma cilíndrica de 60 cm de altura, que se coloca alrededor de cada plántula, que son recuperables una vez superada la edad de peligro.

#### **1.4.2. Descripción de las obras**

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos, las prescripciones del presente Pliego, y las ordenes complementarias del Ingeniero Director de las Obras.

##### **1.4.2.1. Localización de las obras**

Las obras se realizan en el término municipal de San Martín de Valvení, de la provincia de Valladolid, incluidos dentro del Monte de la Casa.

La superficie de la Subcuenca 1 es de 3,841 ha, la subcuenca 2 ocupa 2,149 ha, la subcuenca 3 es de 1,536 y la subcuenca 4 ocupa una superficie de 4,576. La superficie de la zona de repoblación es de 19,13 ha.

La localización precisa de la zona de repoblación se encuentra indicada en la Memoria y en los Planos del presente Proyecto.

##### **1.4.2.2. Apeo de rodales**

Los rodales de la repoblación se determinarán teniendo en cuenta la homogeneidad de cada uno de ellos en cuanto a la pendiente del terreno, dado que la zona es homogénea en cuanto a vegetación, suelo y vegetación, para aplicar el mismo sistema de preparación de terreno, sistema de repoblación, densidad de plantación y los mismos precios unitarios.

En función de este planteamiento, en la zona de estudio, se consideran tres rodales, definidos, localizados y caracterizados tanto en la Memoria como en los Planos del Proyecto.

En definitiva las actuaciones en los distintos rodales son:

- **Rodal 1**

Superficie: 6,94 ha

Pendiente: 15-30 %

Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora

Método de plantación: Manual

Densidad y marco de plantación: 1100 pies/ha, 3x3 m

Especies que se van a implantar: *Pinus halepensis* (90%) y *Crataegus monogyna* (10%)

- **Rodal 2**

Superficie: 5,45 ha

Pendiente: 25-40 %

Preparación del terreno: Ahoyado con ripper

Método de plantación: Manual

Densidad y marco de plantación: 1100 pies/ha, 3x3 m

Especies que se van a implantar: *Pinus halepensis* (90%) y *Crataegus monogyna* (10%)

- **Rodal 3**

Superficie: 6,74 ha

Pendiente: 35-60%

Preparación del terreno: Ahoyado con ripper

Método de plantación: Manual

Densidad y marco de plantación: 1100 pies/ha, 3x3 m

Especies que se van a implantar: *Pinus halepensis* (90%) y *Crataegus monogyna* (10%)

## **CAPITULO 2. UNIDADES DE OBRA**

### **2.1. CONDICIONES GENERALES DE MEDICIÓN Y ABONO**

Todos los precios unitarios, a los que se refieren las normas de medición y abono contenidas en este capítulo del presente Pliego de Condiciones, se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales que se requieran para que la obra se realice con arreglo a lo especificado en el presente Pliego y en los Planos, y que sea aprobada por la Administración.

También se entenderán incluidos, aquellos ocasionados por la reparación de los daños inevitables causados por la maquinaria, y la conservación durante el plazo de garantía de las obras.

### **2.2. CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES**

Todos los materiales que se han de utilizar en las obras, deben cumplir las condiciones establecidas en el presente Pliego de Condiciones, y las condiciones establecidas en la normativa vigente y deben ser aprobados por el Ingeniero Director de las Obras.

El contratista, tiene libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los puntos que él estime convenientes sin modificación de los precios establecidos.

Cuando el vivero de origen no esté fijado en el proyecto, el contratista podrá obtener la planta en los viveros de suministro que él considere oportunos. Pese a ello, deberá exigir la procedencia que señalen los documentos informativos del proyecto y las observaciones complementarias que pueda realizar el Ingeniero Director de las Obras.

El contratista deberá notificar al Ingeniero Director el vivero de origen de la planta que se propone utilizar con la suficiente antelación, aportando, si el ingeniero lo requiere, las muestras y datos necesarios para demostrar la posibilidad de su aceptación por calidad y por cantidad.

La Administración no asume la responsabilidad de asegurar que el contratista encuentre el lugar de procedencia elegido, planta adecuada en cantidades suficientes para las repoblaciones proyectadas en el momento de su ejecución.

En ningún caso podrá ser utilizada planta que no haya sido previamente aprobada por el Ingeniero Director. La aceptación de una planta en cualquier momento no será obstáculo para que sea rechazada en un futuro, si se encontraran defectos en su calidad y uniformidad.

Si el contratista acopiara plantas que no cumplieren las condiciones de este Pliego, el Ingeniero Director dará las órdenes para que, sin peligro de confusión, sean separadas de las que cumplan y sustituidas por otras adecuadas.

Cuando la planta proceda de viveros de la Administración o sea proporcionada por ésta, el contratista dará visto bueno a su calidad, expresándose así mediante acta levantada al efecto.

El contratista deberá cumplir con el mayor rigor las instrucciones que sobre manejo y cuidado de la planta que se detallan en este Pliego. De incumplirse cualquiera de esas instrucciones el Ingeniero Director podrá ordenar la eliminación de la planta maltratada, que en el caso de haber sido proporcionada por la Administración, será cargada al contratista al precio que figure en el proyecto.

El contratista debe cumplir la normativa europea de Comercialización de Material Genético, aportando los certificados tales como el Pasaporte Fitosanitario o el Certificado de Procedencia de la Semilla.

Las plantas a emplear deben presentar un aspecto de no haber sufrido desecaciones o temperaturas elevadas durante el transporte en especial en lo referido a la turgencia y coloraciones adecuadas. Se cuidará especialmente su buen estado fitosanitario.

En ningún caso se admitirán procedencias de plantas cuyo origen no se encuentre en la Península Ibérica.

La región de procedencia recomendada para *Pinus halepensis* en la zona es: "Repoblaciones de la Meseta Norte", aunque también es posible la procedencia "Maestrazgo – Los Serranos", ambas con categoría seleccionado.

La utilización de dicha planta no libera, en ningún caso, de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, y que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

Las características de las plantas a utilizar, según las especies vendrán dadas por los valores mínimos exigibles de los siguientes parámetros:

- **Altura:** Se define por la longitud desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz.
- **Robustez:** Se define por el diámetro del cuello de la raíz.
- **Forma del sistema radical:** Debe estar ramificado de forma equilibrada, con numerosas raíces laterales y numerosas terminaciones meristemáticas.
- En el caso de plantas en contenedor, se tendrá en cuenta que el sustrato del envase no esté muy compactado, pero sí relativamente húmedo en el momento de la plantación; el envase debe tener dispositivos antiespiralizantes incorporados para evitar que las raíces se enrollen y sus paredes deben ser impermeables, impidiendo que las raíces pasen de un envase a otro. En el

vivero, los envases deben estar suficientemente elevados para que se produzca un correcto autorrepicado.

- **Relación raíz-parte aérea:** El peso de cada una de las parte, no deberá rebasar 1,8 veces el de la otra.
- **Hojas y ramificaciones:** Las coníferas deben tener el tipo de acículas que corresponde a su edad en vivero con buenas ramificaciones. La planta de tallo espigado y sin ramificar deberá ser rechazada, pues no dará en el cuello de la raíz los diámetros mínimos exigibles. También se rechazaran las plantas con fuerte curvatura en el tallo y las que tengan tallos múltiples. La planta no deberá presentar heridas sin cicatrizar dado que estas pueden favorecer el ataque de insectos o la propagación de enfermedades.
- **Estado:** No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas, o a haber sufrido temperaturas elevadas o desecaciones durante el transporte. No debe confundirse la coloración por deficiencias nutricionales con el cambio de coloración que experimentan debido a las heladas.
- **Edad:** Viene determinado por el número de savias o tiempo de permanencia en el vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o periodos vegetativos.

Los valores mínimos exigibles de los diferentes parámetros según el tipo de planta y serán las siguientes:

*Pinus halepensis* (envase)

Edad: dos savias

Altura: 15-30 cm

Robustez: 3-4 mm de diámetro en el cuello de la raíz

*Crataegus monogyna* (envase)

Edad: 2 savias

Altura: 15-20 cm

Robustez: 3-4 mm de diámetro en el cuello de la raíz

## 2.3. FORMA DE REALIZARSE LOS TRABAJOS-OPERACIONES DE REPOBLACION

Tanto las operaciones que comprenden la repoblación como la forma de realizarse varían según las condiciones particulares de cada proyecto.

### 2.3.1. Preparación del terreno

#### 2.3.1.1. Proceso operativo: Ahoyado con retroexcavadora

Es el proceso operativo seleccionado para el rodal 1.

La maquinaria que se utiliza es una retroexcavadora de cadenas en terrenos forestales con una potencia de 100 CV y con un cazo de hasta 1 m<sup>3</sup>.

En primer lugar se realiza un marcado del terreno siguiendo una distribución regular con una distancia entre hoyos de 3 m.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



La máquina realiza una roza de matorral simultánea con la apertura del hoyo de plantación provista de un cazo y trabajando en líneas de máxima pendiente.

La máquina se va desplazando por el terreno apoyando el cazo en el suelo. Estacionada en un punto realiza un número determinado de hoyos para después trasladarse a otra posición.

La operación se efectuará el número de veces necesario para lograr las dimensiones de 60 x 60 x 60 cm cada hoyo.

#### 2.3.1.2. Proceso operativo: Ahoyado con ripper

Es el proceso operativo seleccionado para los rodales 2 y 3.

La maquinaria utilizada es un tractor de cadena de 120 CV, provisto de dos subsoladores o ripper separados dos metros sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica, y adaptados mediante dos piezas: la primera de forma triangular que abre el hoyo, y la segunda situada encima con forma de orejeta que empuja la tierra y el material para que no vuelva a caer en el hoyo.

La primera pieza tendrá unas dimensiones mínimas de 30 centímetros de altura y 40 centímetros de anchura, mientras que la orejeta tendrá una altura de 30 centímetros y una anchura de 30 centímetros en su parte central.

En primer lugar, se sitúa el tractor en la parte alta de la ladera, desplazándose en línea de máxima pendiente clavando los rejonos separados dos metros de forma alternativa y a la distancia prefijada de 3 metros.

La máquina completa la doble línea de hoyos y puede remontar de 3 formas: marcha atrás sin realizar ahoyado, marcha atrás realizando ahoyado o marcha adelante, invirtiendo la colocación de los rejonos.

#### **2.3.2. Plantación**

La plantación se realizará de forma, en los hoyos abiertos por la retroexcavadora (rodal 1), o en los hoyos abiertos por el ahoyado mecánico con ripper (rodal 2 y rodal 3).

El punto de plantación será el hoyo abierto, y en cualquier caso, cada punto de plantación deberá tener el terreno suelo y estar libre de matorral, broza o piedras.

La planta en envase se extrae cuidadosamente, de manera que no se desmorone el cepellón, dando un pequeño golpe seco al cuello del envase contra algún elemento duro.

Posteriormente, se sujeta la planta con una mano a la altura del cuello de la raíz introduciéndola en el hoyo hasta que quede apenas por debajo del nivel del suelo. Se procede a tapar el hoyo con la tierra extraída de forma que las raíces queden siempre verticales en el suelo uniformando la tierra alrededor de la planta y compactándola mediante pisoteo. Es importante que se presione bien la tierra contra la planta y que no queden bolsas de aire que la dañen.

Los envases se deben recuperar tanto por su elevado coste como por el negativo efecto estético producido en la zona si no se recogen, y además se debe cumplir la normativa de residuos.

La herramienta necesaria es una azada de boca estrecha con pala de 120 mm de largo y 230 mm de ancho con un peso aproximado de 1,5 kg.

La medición se realizara con un aparato topográfico y se expresara en hectáreas.

Se comprobará que ha sido correctamente plantada toda la superficie y el número de plantas por hectárea corresponde con el indicado en el proyecto.

La época de plantación queda determinada en el Capítulo 5 del Título II del presente Pliego.

Puesto que las plantas constituyen un material muy delicado, deberá prestarse especial atención en su manejo siguiendo las siguientes instrucciones:

- Se protegerán en todo momento de la desecación, luz directa, calor excesivo, asfixia, congelación, roturas, variaciones bruscas de temperatura y contacto de sustancias tóxicas o perjudiciales.
- No se formarán grandes montones de planta y permitirá la libre circulación de aire entre los manojos.
- La planta se transportará con la mayor prontitud, en las horas de menor calor del día y nunca con vehículos descubiertos.
- Se cuidará proteger la planta de las heladas durante la época fría mientras que en la época cálida se buscarán lugares frescos, refugiados del sol y con buen suelo.
- Las plantas deben quedar espaciadas y enterradas, sin raíces expuestas y con un mínimo de 10 cm sobre ellas.
- Durante la plantación cada obrero llevará únicamente en cada cubo o contenedor las plantas que quepan con holgura, sin reducir mucho el número, porque ello supondría exponer durante bastante tiempo un porcentaje mayor de las plantas al sol. En ningún caso se dejará plantas sin utilizar en un cubo para detenerse a comer o por cualquier otro motivo. Para hacer un alto, será condición obligada, haber terminado previamente las existencias del cubo.
- Cada planta debe manejarse con destreza, separarse con cuidado de las demás y depositarse con rapidez y destreza en el hoyo de plantación.

### **2.3.3. Colocación de protectores**

Los protectores, serán colocados simultáneamente a la plantación.

Con el fin de lograr una protección individual de las plántulas, eficaces frente a los conejos y pequeños mamíferos, se colocarán unos protectores, que consisten en una malla rígida de plástico de forma cilíndrica de 60 cm de altura, que se coloca alrededor de cada plántula, que son recuperables una vez superada la edad de peligro.

Este tipo de protectores, no introducen cambios en el porte de las plantas y deben ser retirados en el momento en que se supera el riesgo de predación, para que no produzca deformaciones en la ramificación. Dado que los protectores son recuperables, se podrá recuperar parte de la inversión realizada en los tubos.

## **2.4. PROGRAMA DE PRUEBAS A LAS QUE A DE SOMETERSE LA REPOBLACION**

Para el control de la ejecución de las obras de repoblación, se establecerá un programa de pruebas establecido en dos etapas: una durante la ejecución de los trabajos, y otra una vez concluida la garantía.

### **2.4.1. Pruebas durante la ejecución de los trabajos**

#### **2.4.1.1. Fase de preparación del terreno**

- La distribución y dimensiones de los hoyos, especialmente su profundidad.

#### **2.4.1.2. Fase de plantación y colocación de protectores**

- Descalce de plantas 1 ó 2 días después de la plantación para comprobar la posición de la raíz.
- Intento de arranque de plantas para comprobar si el terreno ha quedado bien compactado en torno a la misma.
- Medición del tamaño de los hoyos.
- Características de la planta y cuidados de la misma.
- La colocación de los protectores individuales.

El resultado de estas comprobaciones deberá estar en concordancia con las condiciones establecidas en los procesos operativos correspondientes. El Ingeniero Director de las Obras podrá efectuarlas en el momento y con la frecuencia que él estime; asimismo, podrá llevar a cabo cualquier otra comprobación que estime necesaria para verificar la correcta ejecución de los trabajos.

Finalizado el plazo de garantía, se procederá a realizar un muestreo sistemático en todos y cada uno de los rodales, en que se estime que el porcentaje real de marras es superior al 10% del total de las plantas, de acuerdo con lo estipulado en el capítulo 1 del título III del presente pliego.

### **2.4.2. Parcelas de contraste**

Para determinar el porcentaje de marras debidas a fallos en la técnica de plantación, y en consecuencia imputables al contratista, la Administración establecerá parcelas de contraste plantadas en las mismas condiciones que el resto de la superficie y que servirán de modelo.

Estas parcelas se ubicarán dentro de cada rodal sistemáticamente, una por rodal, con una superficie de 1000 m<sup>2</sup>.

El replanteo de las mismas se realizará simultáneamente al de los rodales de repoblación, siendo los gastos de aquel por cuenta del contratista.

La plantación de las mencionadas parcelas se realizará bajo dirección directa del Ingeniero Director de las Obras, con el apoyo de las unidades Administrativas de repoblación y con personal obrero por cuenta del contratista.

El Ingeniero Director fijará el momento de su plantación con la misma planta utilizada por el contratista.



Figura 1. Forma de construcción de los gaviones (Bianchini, 1959).

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## **TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLOGICO FORESTAL DEL ARROYO DE VALDECELADA (SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID)**

### **CAPITULO 1. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **1.1. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS**

La dirección, control y vigilancia de las obras estará a cargo del Ingeniero Director de Obra, que deberá ser poseedor de alguna de las siguientes titulaciones: Ingeniería Técnica Forestal, Ingeniería Superior de Montes, Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Master en Ingeniería de Montes.

#### **1.2. INGENIERO DIRECTOR DE LAS OBRAS**

El Ingeniero Director de Obra será directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

#### **1.3. UNIDAD ADMINISTRATIVA A PIE DE OBRA**

La unidad administrativa a pie de obra, es responsable de la organización inmediata de las obras.

El Director de Obra en el desempeño de su cometido podrá contar con colaboradores que desarrollen su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o conocimientos específicos y que integrarán lo que en este pliego se entiende por dirección de obra.

El jefe de la Unidad de Obras, será dependiente del Ingeniero Director, y deberá ser este el que le indique las instrucciones y medios para garantizar el cumplimiento de su función de control y vigilancia.

#### **1.4. INSPECCIÓN DE OBRAS**

En todo momento, existirá la posibilidad de que el personal determinado por la Administración, ejecute una inspección de las obras que están en proceso de ejecución. Tanto el Ingeniero Director de Obra, como el contratista, deberán poner a su disposición los documentos y medios necesarios para la realización de dicha inspección.

#### **1.5. FUNCIONES DEL INGENIERO DIRECTOR DE LAS OBRAS**

Las funciones del Ingeniero Director de Obras son las siguientes:

- Obtener previamente los permisos necesarios de la Administración para la ejecución de las obras.
- Garantizar que la ejecución de las obras se ajuste al proyecto aprobado, o a sus modificaciones posteriores autorizadas, exigiendo al contratista el cumplimiento de las condiciones contractuales.

- Decidir acerca de la interpretación de los planos y de las condiciones de materiales y sistemas de ejecución de unidades de obra incluidos en este Pliego, siempre y cuando no se vean modificadas las condiciones del contrato.
- Definir aquellas condiciones técnicas que el actual Pliego de Condiciones deja a su criterio (suspensión de trabajos por heladas, calidad de planta, etc)
- Asumir en caso de urgencia o gravedad, bajo su criterio y responsabilidad, la dirección en operaciones o trabajos en curso, para lo que el contratista deberá poner a su disposición personal y materiales.
- Resolver las cuestiones que surjan acerca de las condiciones de los materiales y sistemas de unidades de obra, siempre que no se vean modificadas las condiciones contractuales.
- Realizar el replanteo de las obras.
- Estudiar las incidencias o problemas presentados en las obras, tramitando en caso de ser necesario, las propuestas correspondientes.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud presentado por el contratista,
- Redactar la liquidación de obras.
- Acreditar al contratista las obras realizadas, conforme a las condiciones dispuestas en los documentos del contrato.
- Notificar al contratista cualquier incompetencia u objeción de algún empleado y solicitar su sustitución en las obras con la mayor brevedad posible.
- Notificar las ordenes al contratista por escrito y firmadas con arreglo a las normas habituales en las relaciones técnico-administrativas.
- Decir acerca de la buena ejecución de las obras, y en caso contrario suspenderlas.
- Asumir la representación de la propiedad frente al contratista.

El contratista, tiene la obligación de prestar total colaboración al Ingeniero Director de Obra para el total y normal cumplimiento de las anteriores funciones a este encomendadas.

### **1.6. REPRESENTANTE DEL CONTRATISTA**

El Contratista deberá designar a un ingeniero competente (poseedor de alguna de las siguientes titulaciones: Ingeniería Técnica Forestal, Ingeniería Superior de Montes, Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Master en Ingeniería de Montes), que deberá estar perfectamente informado acerca del proyecto para poder actuar ante la Administración como Delegado de la Obra del Contratista. Los poderes concedidos deberán ser suficientes para realizar las siguientes funciones:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia según el “Reglamento General de Contratos” y los “Pliegos de Cláusulas”, así como todas las actas derivadas del cumplimiento de las obligaciones contractuales.
- Poner en marcha el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y aprobado por el Director de obras.

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

- Organizar la ejecución de la obra y poner en práctica las órdenes recibidas del Director de Obra.
- Colaborar con la Dirección de la Obra en la resolución de los problemas que se planteen.

### **1.7. PARTES E INFORMES**

Es obligación del contratista suscribir, con su conformidad, dudas o reparos, los partes e informes sobre las obras, siempre y cuando estas sean requeridas.

### **1.8. ORDENES AL CONTRATISTA**

Es función, ya citada anteriormente, del Director de Obra, notificar las ordenes al contratista por escrito, numeradas correlativamente y firmadas, quedando este obligado a firmar el recibo en el duplicado de la orden.

### **1.9. LIBRO DE ÓRDENES**

A partir de la orden de iniciación de la obra, será obligatoria la apertura a pie de obra de un Libro de Órdenes con hojas numeradas en el que se expondrá por duplicado las que se dicten, cada día de trabajo y las incidencias con el contratista. Estas serán firmadas por el Jefe de la Unidad de obras y revisado por el Ingeniero Director de Obra, entregándose una copia firmada al contratista.

## **CAPITULO 2. TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

### **2.1. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO**

Es de obligada ejecución, un replanteo del proyecto, consistente en la comprobación de la realidad geométrica del mismo, y la disponibilidad de los terrenos necesarios para su ejecución. Esto ha de realizarse posteriormente a la aprobación del proyecto, y previamente a la tramitación del expediente de contratación de la obra.

### **2.2. FIJACION DE LOS PUNTOS DE REPLANTEO Y CONSERVACIÓN DE LOS MISMOS**

La comprobación de los puntos de replanteo deberá incluir: el perímetro de los diferentes rodales para la repoblación, el trazado aproximado de vías de acceso con puntos de referencia, la ubicación de los diferentes diques y de las demás obras del proyecto.

Los puntos de referencia para los sucesivos replanteos se marcarán por medio de estacas, o si existiera peligro de desaparición, con mojones de hormigón y piedra.

Se realizará un acta de replanteo.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo en el acta de comprobación del replanteo, el cual se unirá al expediente de la obra, entregando una copia de este al contratista.

El contratista deberá responsabilizarse de la conservación de los puntos de replanteo que hayan sido entregados.



## **CAPITULO 3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS**

### **3.1. REPLANTEO DE DETALLE DE LAS OBRAS**

El Ingeniero Director de Obra aprobará los replanteos de detalle que sean necesarios para la ejecución de las obras incluidas en el proyecto, y suministrará al contratista toda la información que sea precisa para que aquellos puedan ser realizados.

El contratista deberá proveerse a su costa de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los replanteos, y determinar los puntos de control necesarios.

### **3.2. EQUIPOS DE MAQUINARIA**

Es obligación del contratista a situar en las obras, como mínimo, los equipos de maquinaria necesarios para la ejecución de estas, según se especifique en el proyecto.

El Ingeniero Director de Obra deberá aprobar los equipos de maquinaria e instalaciones necesarias para la obra.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedaran adscritas a la obra mientras dure el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse. No podrán retirarse sin consentimiento del Ingeniero Director.

### **3.3. ENSAYOS**

Cualquier tipo de ensayo deberá realizarse con arreglo a las instrucciones citadas por el Ingeniero Director de las Obras.

### **3.4. MATERIALES**

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras deberán cumplir las condiciones mínimas que se establecen en el presente pliego de condiciones, y serán suministrados por el Contratista. Estos, procederán de lugares previamente aprobados por el Director de Obra. Cuando existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor en la fecha de licitación.

El Contratista notificara a la Dirección, la procedencia y características de los materiales, para que se determine su idoneidad.

Todos los materiales habrán de ser del tipo considerado en la construcción como de primera calidad, y podrán ser examinados antes de su empleo por el Director Técnico de Obra quien dará su aprobación o lo rechazará en el caso de que los considere inadecuados, debiendo en tal caso, ser retirados inmediatamente por el contratista.

En los casos en los que el Pliego no fijara zonas o lugares apropiados para la extracción de materiales naturales, el Contratista los elegirá bajo su responsabilidad.

Será responsabilidad y cuenta del Contratista, la obtención de todos los permisos, autorizaciones, pagos, arrendamientos, indemnizaciones y otros que deba efectuar por el uso de las zonas destinadas para acopios.

### **3.5. TRABAJOS NOCTURNOS**

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Ingeniero Director y realizados solamente en las unidades de obra que el indique. El contratista deberá

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

instalar los equipos de iluminación, del tipo e intensidad que el Ingeniero Director ordene y mantenerlos en perfecto estado.

### **3.6. TRABAJOS NO AUTORIZADOS Y TRABAJOS DEFECTUOSOS**

Los trabajos efectuados por el contratista, modificando lo prescrito en los documentos contractuales sin la debida autorización, en ningún caso serán abonables. Por ello está obligado a restablecer a su costa las condiciones originales.

El Contratista será responsable además de aquellos otros daños que puedan derivarse para la Administración, igual responsabilidad acarreará la ejecución de los trabajos que el Director de Obra apunte como defectuosos.

### **3.7. CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACION DE DESVÍOS**

Si por necesidades surgidas posteriormente, fuera necesaria la construcción de rampas de acceso, se construirán siguiendo las características que ordene el Ingeniero Director.

### **3.8. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS**

El contratista queda obligado a señalizar a su costa las obras objeto del contrato, siguiendo las instrucciones y modelos que reciba del Ingeniero Director.

### **3.9. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **3.9.1. Lluvias**

Durante la época de lluvias, los trabajos podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando la pesadez del terreno lo justifique por las dificultades surgidas.

#### **3.9.2. Sequía**

Los trabajos de preparación del terreno y de plantación, podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director, cuando la falta de tempero pueda deducirse un fracaso en la repoblación.

#### **3.9.3. Heladas**

Tanto en trabajos de preparación de terreno como de plantación en época de heladas, la hora de los comienzos de trabajo será marcada por el Ingeniero Director.

#### **3.9.4. Incendios**

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las instrucciones complementarias que figuren en este Pliego, o que se dicten por el Ingeniero Director.

#### **3.9.5. Granizo y nieve**

El granizo y la nieve harán retrasar los trabajos durante el periodo de tiempo en el que se den. El Ingeniero Director es el responsable de ordenar la paralización de las obras.

### **3.9.6. Niebla**

La falta de visibilidad debido a la presencia de niebla, puede provocar la suspensión de actividades y operaciones ya que se dificulta la localización de los puntos de replanteo. En este caso, el Ingeniero Director ordenará lo que se estime oportuno.

### **3.9.7. Plagas**

Si durante la ejecución de los trabajos se observase la propagación de cualquier plaga o enfermedad, el Ingeniero Director podrá suspender la ejecución parcial o total de los mismos, temporal o definitivamente, según el estado y evolución de dicha plaga o enfermedad.

## **3.10. MODIFICACIONES DE OBRA**

En el caso de que como consecuencia de razones técnicas imprevistas, entre las que se pueden encontrar: falta de disponibilidad de planta, aparición de roca o falta de suelo en lugares no previstos, etc.; no pueda realizarse las actuaciones proyectadas, el Ingeniero Director podrá ordenar la variación técnica que considere conveniente, siempre y cuando se respete la legislación vigente, y no se introduzcan modificaciones en los precios unitarios proyectados ni en el presupuesto aprobado.

Si el contratista no se encuentra conforme con las indicaciones del Ingeniero Director, tendrá la posibilidad de apelar al Órgano de Contratación de la Administración que tomará la decisión de aceptar o no la variación técnica introducida.

En ningún otro caso el Ingeniero Director o el adjudicatario podrán introducir o ejecutar modificaciones en las obras comprendidas en el contrato sin la aprobación y/o autorización para ejecutarla.

## **CAPITULO 4. RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

### **4.1. DAÑOS Y PERJUICIOS**

El contratista será responsable, durante la ejecución de las obras, de todos los daños y perjuicios directos o indirectos ocasionados a cualquier persona, propiedad, servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiencia en la organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, con arreglo a la legislación vigente sobre el particular.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas a su costa adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo las condiciones primitivas o compensando adecuadamente los daños y perjuicios causados.

### **4.2. OBJETOS ENCONTRADOS**

El contratista será el responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediatamente cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director de las Obras, y colocarlos bajo su custodia.

### **4.3. EVITACION DE CONTAMINACIONES**

El contratista deberá adoptar las medidas necesarias para evitar la contaminación del monte, ríos y depósitos de agua, por efecto de los combustibles, aceites, residuos o desperdicios, o cualquier otro material que pueda ser perjudicial o deteriorar el entorno.

Se tendrá especial cuidado en la recogida de basuras y restos de comidas y otros que deberán ser enterrados o retirados para su vertido en lugar conveniente.

### **4.4. PERMISOS Y LICENCIAS**

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarias para la ejecución de obras, con excepción de los correspondientes a las expropiaciones, servidumbres y servicios definidos en el contrato.

### **4.5. PERSONAL DEL CONTRATISTA**

El contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico a que se comprometió en la licitación.

El Ingeniero Director tendrá la posibilidad de prohibir la permanencia en la obra del personal del contratista, por motivos de falta de: falta de obediencia y falta de respeto, o por causa de actos que comprometan o perturben la marcha de los trabajos. El contratista podrá recurrir, si entendiéndose que no hay motivos fundados para dicha prohibición.

El contratista está obligado al cumplimiento de lo establecido en el Estatuto de los Trabajadores y demás normativa legal vigente en materia laboral.

#### **4.6. EDIFICIOS O MATERIAL QUE LA ADMINISTRACION FORESTAL ENTREGUE AL CONTRATISTA PARA SU UTILIZACIÓN**

En el caso de que el contratista haga uso de material o útiles propiedad de la Administración, tendrá la obligación de su conservación y hacer entrega de ellos, en perfecto estado a la terminación de la contrata, respondiendo de los que hubiera inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en el material que haya usado. En el caso de que al terminar la contrata y hacer entrega del material no hubiera cumplido el contratista lo prescrito en el párrafo anterior, la Administración lo hará a costa de aquél.

#### **4.7. ENVASES RECUPERABLES**

El contratista está obligado a devolver el vivero forestal de procedencia la totalidad de los envases utilizados en la repoblación. En caso contrario éstos se deducirán de la certificación a razón del valor unitario que fije para cada envase no devuelto la Sección de Coordinación del Medio Natural.

### **CAPITULO 5. DISPOSICIONES GENERALES**

#### **5.1. PERIODOS DE EJECUCIÓN**

Los periodos de ejecución de las obras se distribuyen según las distintas operaciones, de la forma siguiente:

##### **5.1.1. Diques**

Estos trabajos se realizarán en julio y agosto.

##### **5.1.2. Repoblación**

- Ahoyado mecánico con retroexcavadora

El periodo comprendido desde el 1 de julio al 28 de julio, incluyendo tanto días festivos como la pérdida de días por causas diversas, para que la labor esté finalizada al menos 2 meses antes del comienzo de la plantación.

- Ahoyado mecánico con ripper

El ahoyado con ripper se efectuará en el periodo comprendido entre el 1 de julio y el 10 de julio, para que la labor esté finalizada al menos 2 meses antes del comienzo de la plantación.

- Plantación manual

Esta operación se efectuará en el periodo que discurre desde el 1 de octubre hasta el 1 de noviembre.

- Colocación de protectores

Esta operación se efectuará simultánea a la plantación manual.

#### **5.2. CONSERVACION DURANTE LA EJECUCION Y PLAZO DE GARANTÍA**

El adjudicatario queda comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto.

Asimismo queda obligado a la conservación de las obras de infraestructura vial, de prevención de incendios, cerramientos y de cualquier otra obra auxiliar o instalación incluidas en el proyecto, durante el plazo de garantía a partir de la fecha de recepción provisional. Durante este plazo deberá realizar cuantos trabajos sean necesarios para mantener dichas obras en perfecto estado, de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

## **CAPITULO 6. DISPOSICIONES VARIAS**

### **6.1. CUESTIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO**

Todas las cuestiones técnicas que surjan entre el adjudicatario y la Administración cuya relación no esté prevista en las prescripciones de este Pliego se resolverán de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y demás disposiciones vigentes en la materia.

## **TITULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DEL ARROYO DE VALDECELADA (SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID)**

### **CAPITULO 1. MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS**

#### **1.1. MEDICIÓN DE LAS OBRAS**

Todas las mediciones se referirán a proyecciones en el plano horizontal.

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar, serán definidas en el Título I del presente Pliego para cada unidad de obra. Solamente podrá utilizarse la conversión de longitudes a superficies o viceversa, cuando expresamente lo autorice el Título I de este Pliego de Condiciones. En este caso, los factores de conversión serán definidos en el mismo; o, en su defecto por el Ingeniero Director, quien por escrito justificará al contratista los valores adoptados, previamente a la ejecución de la unidad correspondiente.

Para la medición, serán validados los levantamientos topográficos, utilización del GPS (error admisible 0,05 m) y los datos que hayan sido conformados por el Ingeniero Director.

Todas las mediciones básicas necesarias para el abono al contratista, deberán ser conformadas por el Jefe de la Unidad Administrativa a pie de obra, y el representante del contratista, debiendo ser aprobadas por el Ingeniero Director.

#### **1.2. ABONO DE LAS OBRAS**

##### **1.2.1. Obras que se abonarán al adjudicatario**

Al adjudicatario se le abonará la obra que sea realmente ejecutada con sujeción al proyecto o a sus modificaciones autorizadas. Por tanto, el número de unidades de cada clase que se consignen en el presupuesto no será fundamento para establecer reclamaciones de ninguna clase.

##### **1.2.2. Precio de valoración de las obras certificadas**

A las distintas obras realmente ejecutadas se les aplicarán los precios unitarios de ejecución material por contrata que figuran en el presupuesto (cuadro de precios unitarios de ejecución material por contrata) aumentados en los porcentajes que para gastos generales de la empresa, beneficio industrial, IVA, etc. estén vigentes de acuerdo con el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y de la cifra que se obtenga se deducirá lo que proporcionalmente corresponda a la baja a las obras ejecutadas realmente.

Los precios unitarios fijados por el presupuesto de ejecución material para cada unidad de obra cubrirán siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución, incluidos los trabajos auxiliares, siempre que expresamente no se diga lo contrario en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, así como cuantas necesidades circunstanciales se



requieran para que la obra realizada don arreglo a lo especificado en el Pliego y en los planos, sea aprobado por la Administración.

Cuando el contratista, con la autorización del Ingeniero Director, emplease voluntariamente material de más esmerada calidad, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra o, en general, introdujera en ella cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Administración, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

### **1.2.3. Partidas alzadas**

Se abonarán integras al contratista las partidas alzadas que se consignen el Título I del Pliego, bajo esta forma de pago.

Las partidas alzadas a justificar se abonarán consignando las unidades que de obra comprenden a los precios del contrato; o a los precios aprobados, si se tratara de nuevas unidades.

### **1.2.4. Instalaciones y equipos de maquinaria**

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria se consideran incluidos en los precios de las unidades correspondientes y en consecuencia, no serán abonados separadamente, a no ser que expresamente se indique lo contrario en el contrato.

### **1.2.5. Certificaciones**

Según las indicaciones del artículo 232 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la Administración, a través del Director de Obra, expedirá mensualmente, en los primeros diez días siguientes al mes al que correspondan, certificaciones que comprendan la obra ejecutada durante dicho período de tiempo, salvo prevención en contrario en el pliego de cláusulas administrativas particulares, cuyos abonos tienen el concepto de pagos a cuenta sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna, aprobación y recepción de las obras que comprenden.

El contratista tendrá también derecho a percibir abonos a cuenta sobre su importe por las operaciones preparatorias realizadas como instalaciones y acopio de materiales o equipos de maquinaria pesada adscritos a la obra, en las condiciones que se señalen en los respectivos pliegos de cláusulas administrativas particulares y conforme al régimen y los límites que con carácter general se determinen reglamentariamente, debiendo asegurar los referidos pagos mediante la prestación de garantía.

Cuando las obras no se hayan realizado de acuerdo con las normas previstas o no se encuentren en buen estado, o no cumplan el programa de pruebas previsto en el Pliego, el Ingeniero Director no podrá certificarlos y dará por escrito al adjudicatario las normas y directrices necesarias para que subsane los defectos señalados.

Dentro del plazo de ejecución de las obras deberán estar totalmente terminadas de acuerdo con las normas y condiciones técnicas que fijan para la adjudicación.

### **1.2.6. Recepción de la obra**

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 222 y 235 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la recepción de la obra se efectúa a través de un acto formal y positivo de recepción o conformidad dentro del mes siguiente a la entrega o realización del objeto del contrato, o en el plazo que se determine en el pliego de cláusulas administrativas particulares por razón de sus características.

A la recepción concurre un facultativo designado por la Administración representante de ésta, un facultativo encargado de la dirección de las obras y el contratista asistido, si lo considera oportuno, de su facultativo.

Si las obras se encuentran en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de ésta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente acta y comenzando entonces el plazo de garantía.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y el Director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquellos.

Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiera efectuado podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

Dentro del plazo de tres meses contados a partir de la recepción, el órgano de contratación deberá aprobar la certificación final de las obras ejecutadas, que será abonada al contratista a cuenta de la liquidación del contrato en el plazo previsto en esta Ley.

### **1.2.7. Plazo de garantía**

En consecuencia y sobre la base de lo establecido en el artículo 235 el plazo de garantía se establecerá en el pliego de cláusulas administrativas particulares atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no podrá ser inferior a un año salvo casos especiales.

### **1.2.8. Liquidación**

De acuerdo con el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público la Administración tendrá la obligación de abonar el precio dentro de los treinta días siguientes a la presentación de las certificaciones de obra y si se demora deberá abonar al contratista, a partir del cumplimiento de dicho plazo los intereses de demora y la indemnización por los costes de cobro en los términos previstos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales.

## **1.3. OTROS GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA**

Será de cuenta del contratista, siempre que en el contrato no se prevea explícitamente lo contrario los siguientes gastos:

- Los gastos de construcción, demolición y retirada de construcciones auxiliares e instalaciones provisionales.

- Los gastos de protección de materiales contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras.
- Los gastos de conservación previstos en el apartado específico del presente Pliego de condiciones, durante el plazo de garantía.
- Los gastos de herramientas y materiales.
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua necesaria para las obras.
- Los gastos de reparación de la red viaria existente antes de la ejecución de las obras, cuyo deterioro haya sido motivado por la realización de dichas obras.
- Los gastos que origine la copia de documentos, planos, etc.
- Los gastos de retirada de materiales rechazados y corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por las correspondientes pruebas y ensayos.
- Los gastos de replanteo de la obra.
- Los gastos de protección y seguros de la obra ejecutada.
- Los gastos de liquidación y retirada, en caso de rescisión del contrato por cualquier causa y en cualquier momento.

## **TITULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DEL ARROYO DE VALDECELADA (SAN MARTÍN DE VALVENÍ, VALLADOLID)**

### **CAPITULO 1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN**

#### **1.1. DESCRIPCION**

La descripción de las obras está contenida en el Título I: Pliego de Condiciones Técnicas del presente documento, en la Memoria del Proyecto y en los Planos.

Dichos capítulos contienen la descripción general y localización de la obra, las condiciones que han de cumplir los materiales y las instrucciones para la ejecución.

El título III: Pliego de Condiciones de índole económica, constituye la norma guía que ha de seguir el contratista en cuanto a la medición y abono de las unidades de obra a que se refiere.

#### **1.2. PLANOS**

Constituyen el conjunto de documentos que definen geoméricamente las obras y las ubican geográficamente. Contienen la localización del monte y las actuaciones necesarias para ejecutar la obra.

#### **1.3. CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES**

El contratista está obligado a señalar la Dirección Facultativa, con antelación al inicio de las obras, todas las contradicciones y omisiones que haya advertido entre los documentos del Proyecto, para proceder a su oportuna aclaración. De no hacerse así, las descripciones que figuren en un documento de Proyecto y hayan sido omitidas en los demás, habrán de considerarse expuestos en todos ellos.

En caso de contradicción entre planos y el pliego, prevalece lo escrito en éste último.

Lo mencionado en el Pliego y omitido en los Planos o, viceversa habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del Ingeniero Director quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el contrato. En el caso de aparecer alguna contradicción entre la Memoria y dicho Pliego prevalece lo expuesto en la Memoria.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Ingeniero Director, o por el contratista deberán reflejarse perceptivamente en el acta de comprobación del replanteo.

#### **1.4. PLANOS DE DETALLE**

Todos los planos de detalle preparados durante la ejecución de las obras deberán estar suscritos por el Ingeniero Director, sin cuyo requisito no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

## **1.5. DOCUMENTOS QUE SE ENTREGAN AL CONTRATISTA**

Los documentos, tanto del proyecto como otros complementarios, que se entreguen al contratista pueden tener un valor contractual o meramente informativo.

### **1.5.1. Documentos contractuales**

Los documentos que quedan incorporados al contrato como documentos contractuales, salvo en el caso de que queden expresamente excluidos en el mismo, son los siguientes:

- Pliego de condiciones.
- Planos.
- Cuadro de precios unitarios.
- Presupuesto total.
- Estudio de seguridad y salud.

La inclusión en el contrato de las mediciones no implica su exactitud respecto a la realidad.

### **1.5.2. Documentos informativos**

Los datos sobre suelo y vegetación, características de materiales, ensayos, condiciones locales, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y en general, todos los que se incluyen habitualmente en la memoria de los proyectos, son documentos informativos.

Dichos documentos representan una opinión fundada del proyectista. Sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran; y, en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complemento de la información que el contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato, el planeamiento y la ejecución de las obras.

Palencia, a 3 de septiembre de 2015

Fdo: Cristina Sáez Pérez



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal  
de la cuenca del arroyo de Valdecelada (San  
Martín de Valvení, Valladolid)**

**Documento V: Cuadro de mediciones**

**Alumno: Cristina Sáez Pérez**

**Tutor: Joaquín Navarro Hevia  
Cotutora: María Belén Turrión Nieves**

**Septiembre de 2015**

Copia para el tutor/a

# ÍNDICE DOCUMENTO 5. CUADRO DE MEDICIONES

<b>1. CAPITULO I: EXCAVACIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIALES.....</b>	<b>1</b>
<b>2. CAPITULO II: GAVIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN.....</b>	<b>5</b>



---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## DOCUMENTO 5. CUADRO DE MEDICIONES

### 1. CAPITULO I: EXCAVACIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIALES

Tabla 1. Mediciones del Capítulo 1. Excavación y transporte de materiales.

nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Superf.	Profund.	Subtotal	Medición
1.1	D1.01	m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.					
			<b>Dique 1. Subcuenca 1</b>					
			Hilada vertedero	1	2,24	1,5	3,36	3,4
			Hilada 1	1	8,057	1,5	12,086	12,1
			Hilada 2	1	7,828	2	15,656	15,7
			Zapata	1	7,864	2,5	19,66	19,7
			Total dique 1. Subcuenca 1					<b>50,9</b>
			<b>Dique 2. Subcuenca 2</b>					
			Hilada vertedero	1	1,4	1,5	2,1	2,1
			Hilada 1	1	8,236	1,5	12,354	12,4
			Hilada 2	1	9,287	2	18,574	18,6
			Zapata	1	9,948	2,5	24,87	24,9
			Total dique 2. Subcuenca 2					<b>58</b>
			<b>Dique 3. Subcuenca 3</b>					
			Hilada vertedero	1	1,94	1,5	2,91	3
			Hilada 1	1	6,052	1,5	9,078	9,1
			Hilada 2	1	6,573	2	13,146	13,2
			Zapata	1	7,505	2,5	18,766	18,8
			Total dique 3. Subcuenca 3					<b>44,1</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 1 (cont). Mediciones del Capítulo 1. Excavación y transporte de materiales.

nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Superf.	Profund.	Subtotal	Medición
			<b>Dique 4. Subcuenca 4</b>					
			Hilada vertedero	1	1,757	1,5	2,636	2,7
			Hilada 1	1	6,720	1,5	10,08	10,1
			Hilada 2	1	8,349	2	16,698	16,7
			Zapata	1	9,197	2,5	22,993	23
			Total dique 4. Subcuenca 4					<b>52,5</b>
			<b>Total partida 1.1</b>					<b>205,5</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## 2. CAPITULO II: GAVIONES

Tabla 2. Mediciones del Capítulo 2. Gaviones.

nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	X	Y	Z	Subtotal	Medición
2.1	NIFD04	m <sup>3</sup>	Gavión con malla metálica 8x10, nº16 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.						
			<b>Dique 1. Subcuenca 1</b>						
			Hilada vertedero	1	9,54	0,5	1,5	7,155	7,2
			Hilada 1	1	27,67	1	1,5	41,505	41,6
			Hilada 2	1	15,73	1	2	31,46	31,5
			Zapata	1	15,73	0,5	2,5	19,663	19,7
			Total dique 1. Subcuenca 1						100
			<b>Dique 2. Subcuenca 2</b>						
			Hilada vertedero	1	17,51	0,5	1,5	13,133	13,2
			Hilada 1	1	36,36	1	1,5	54	54
			Hilada 2	1	19,89	1	2	39,78	39,8
			Zapata	1	19,89	0,5	2,5	24,863	24,9
			Total dique 2. Subcuenca 2						131,9
			<b>Dique 3. Subcuenca 3</b>						
			Hilada vertedero	1	9,85	0,5	1,5	7,388	7,4
			Hilada 1	1	27,44	1	1,5	41,16	41,2
			Hilada 2	1	15,01	1	2	30,02	30,1
			Zapata	1	15,01	0,5	2,5	18,763	18,8
			Total dique 3. Subcuenca 3						97,5
			<b>Dique 4. Subcuenca 4</b>						
			Hilada vertedero	1	11,85	0,5	1,5	8,888	8,9
			Hilada 1	1	32,63	1	1,5	48,945	49
			Hilada 2	1	18,39	1	2	36,78	36,8
			Zapata	1	18,39	0,5	2,5	22,988	23
			Total dique 4. Subcuenca 4						117,7
			<b>Total partida 1.1</b>						<b>447,1</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### 3. CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 3. Mediciones del Capítulo 3. Preparación del terreno.

nº orden	Código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Medición
3.1.	NRPT037	Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60 x 60 x 60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.		
			Rodal I	8015,7	8016
			<b>Total partida 3.1.</b>		<b>8016</b>
3.2.	NRPT045	Ud.	Apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado mediante subsolador o ripper provisto de dos rejonos con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.		
			Rodal II	6294,76	6295
			Rodal III	7784,7	7785
			<b>Total partida 3.2.</b>		<b>14080</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## 4. CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 4. Mediciones del Capítulo 4. Plantación

nº orden	Código	U d.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Medición
4.1.	NRPO003	mil	Distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.		
			Rodal I	8,0157	8,016
			Rodal II	6,29476	6,295
			Rodal III	7,7847	7,785
			<b>Total partida 4.1.</b>		<b>22,096</b>
4.2.	NRPP049	ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 plantas/ha. No se incluye el precio de la distribución de la planta en el tajo. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Crataegus monogyna</i> (10%) y <i>Pinus halepensis</i> (90%)		
			Rodal I	6,94	6,94
			Rodal II	5,45	5,45
			Rodal III	6,74	6,74
			<b>Total partida 4.2.</b>		<b>19,13</b>
4.3.	NRPM0401	Ud .	Retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.		
			Rodal I	8015,7	8016
			Rodal II	6294,76	6295
			Rodal III	7784,7	7785
			<b>Total partida 4.3</b>		<b>22096</b>



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal  
de la cuenca del arroyo de Valdecelada (San  
Martín de Valvení, Valladolid)**

**Documento VI: Presupuesto**

**Alumno: Cristina Sáez Pérez**

**Tutor: Joaquín Navarro Hevia  
Cotutora: María Belén Turrión Nieves**

**Septiembre de 2015**

Copia para el tutor/a



## ÍNDICE DOCUMENTO 6. PRESUPUESTO

<b>CUADRO DE PRECIOS Nº1</b> .....	1
CAPITULO I: EXCAVACIÓN .....	1
CAPITULO II: GAVIONES.....	1
CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO .....	1
CAPITULO IV: PLANTACIÓN .....	2
<b>CUADRO DE PRECIOS Nº2</b> .....	3
CAPITULO I: EXCAVACIÓN .....	3
CAPITULO II: GAVIONES.....	3
CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO .....	4
CAPITULO IV: PLANTACIÓN .....	5
<b>PRESUPUESTOS PARCIALES</b> .....	6
CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN .....	6
CAPITULO II: GAVIONES.....	6
CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO .....	6
CAPITULO IV: PLANTACIÓN .....	7
<b>PRESUPUESTO GENERAL</b> .....	8
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL .....	8
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	9

---

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## **CUADRO DE PRECIOS Nº1**

### **CAPITULO I: EXCAVACIÓN**

Tabla 1. Cuadro de precios nº1. Capítulo I. Excavación.

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
1.1	D1.01	m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.	DOS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	2,43

### **CAPITULO II: GAVIONES**

Tabla 2. Cuadro de precios nº1. Capítulo II. Gaviones.

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
2.1	NIFD04	m <sup>3</sup>	Gavión con malla metálica 8x10, nº16 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.	NOVENTA Y NUEVE con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	99,55

### **CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO**

Tabla 3. Cuadro de precios nº1. Capítulo III. Preparación del terreno.

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
3.1	NRPT037	Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60 x 60 x 60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.	CERO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	0,82
3.2	NRPT045	Ud.	Apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejonos con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.	CERO EUROS con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	0,52

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## CAPITULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 4. Cuadro de precios nº1. Capítulo IV. Plantación.

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
4.1	NRPO003	mil	Distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	SETENTA Y SIETE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	77,52
4.2	NRPP049	ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de un millar de plantas en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 plantas/ha. No se incluye la distribución de la planta en el tajo. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Crataegus monogyna</i> (10%) y <i>Pinus halepensis</i> (90%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego	TRES MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS con SESENTA CENTIMOS	3240,60
4.3	NRPP049	Ud.	Retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.	CERO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS	0,59

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## **CUADRO DE PRECIOS Nº2**

### **CAPITULO I: EXCAVACIÓN**

Tabla 5. Cuadro de precios nº2. Capítulo I. Excavación.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal(€)	Importe (€)
1.1	D1.01		m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.			
		0,0430	h	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44	2,43	
<b>Total partida</b>							<b>2,43</b>

### **CAPITULO II: GAVIONES**

Tabla 6. Cuadro de precios nº2. Capítulo II. Gaviones.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1	NIFD04		m <sup>3</sup>	Gavión con malla metálica 8x10, nº16 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.			
	O002	0,8000	h	Jefe cuadrilla R. G.	22,00	16,50	
	O005	1,2000	h	Peón construcción	19,00	21,40	
	P010307	2,2000	t	Piedra en rama (en cantera)	7,40	16,28	
	P07003	0,4000	kg	Alambre galvanizado normal 1,3mm, p.o.	2,87	1,15	
	P0612	1,0000	m <sup>3</sup>	Malla-gavión galvanizada 8·10 nº16	17,90	17,90	
	MA015	0,3000	h	Retroexcavadora mixta 71/100 CV	39,00	11,70	
	%002	2,5000	%	Costes indirecto	68,63	2,05	
	NIFA0303	1,1000	m <sup>3</sup>	Carga/acopio con pala mecana D<=5m	0,47	0,52	
	NIFA0301	25,0000	km	Transporte de materiales sueltos en buenas condiciones	0,25	6,25	
	NIFA0302	10,0000	km	Transporte de materiales sueltos en malas condiciones	0,58	5,80	
<b>Total partida</b>							<b>99,55</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

### CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 7. Cuadro de precios nº2. Capítulo III. Preparación del terreno.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1	NRPT03 7		Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60 x 60 x 60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.			
	MA011 %001	0,0143 0,0081	h %	Retroexcavador hidráulica 71/100CV Costes indirectos	56,44 1,00	0,81 0,01	
	<b>Total partida</b>						
3.2	NRPT04 5		Ud.	Apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejonas con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.			
	MA004 %001	0,0048 0,0051	h %	Tractor orugas 191/240 CV Costes indirectos	105,33 1,00	0,51 0,01	
	<b>Total partida</b>						

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## CAPITULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 8. Cuadro de precios nº2. Capítulo IV. Plantación.

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)	
4.1	NRPO003		mil	Distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.				
	O002	0,2175	h	Jefe de cuadrilla forestal	22,00	4,79		
	O001	1,5300	h	Peón forestal	15,00	22,95		
	MA028	6	h	Vehículo todoterreno sin m.o.	8,25	49,5		
	%001	0,2774	%	Costes indirectos	1,00	0,28		
					<b>Total partida</b>		<b>77,52</b>	
4.2	NRPP049		ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 plantas/ha. No se incluye el precio de la distribución de la misma en el tajo. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Crataegus monogyna</i> (10%) y <i>Pinus halepensis</i> (90%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque, primer riego y retirada de la malla protectora.				
	O002	13,640	h	Jefe cuadrilla	22,00	300,08		
	O001	86,130	h	Peón forestal	15,00	1291,95		
	NRPPLF01019	990	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus halepensis</i> de edad 2+0 en alveolo de 400cc	0,55	544,50		
	NRPPLF02034	110	Ud.	Ud. de planta de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc	0,51	56,10		
	NRPO014	1100	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	451,00		
	MA018	12,100	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	531,43		
	P010509	33,00	m <sup>2</sup>	Agua (p.o.)	0,54	17,82		
	%001	0,0105	%	Costes indirectos	1	0,01		
						<b>Total partida</b>		<b>3192,89</b>
	4.3	NRPM0401		Ud.	Retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.			
		O002	0,003	h	Jefe cuadrilla	22,00	0,07	
O001		0,029	h	Peón forestal	15,00	0,44		
MA028		0,006	h	Vehículo todoterreno sin m.o.	8,25	0,07		
%001		0,0105	%	Costes indirectos	1	0,01		
					<b>Total partida</b>		<b>0,59</b>	

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



## **PRESUPUESTOS PARCIALES**

### **CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN**

*Tabla 9. Presupuesto parcial. Capítulo I. Excavación.*

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1	D1.01	m <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.	205,5	2,43	499,37
					<b>Total capítulo I:</b>	<b>499,37</b>

### **CAPITULO II: GAVIONES**

*Tabla 10. Presupuesto parcial. Capítulo II. Gaviones.*

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1	NIFD04	m <sup>3</sup>	Gavión con malla metálica 8x10, nº16 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.	447,1	99,55	44508,81
					<b>Total capítulo II:</b>	<b>44508,81</b>

### **CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO**

*Tabla 11. Presupuesto parcial. Capítulo III. Preparación del terreno.*

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1	NRPT037	Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60 x 60 x 60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.	8016	0,82	6573,12
3.2	NRPT045	Ud.	Apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejonas con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente	14080	0,52	7321,6
					<b>Total capítulo III</b>	<b>13894,72</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## CAPITULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 12. Presupuesto parcial. Capítulo IV. Plantación.

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1	NRPO 003	mil	Distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	22,096	77,52	1712,88
4.2	NRPP 049	ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 700 plantas/ha. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo.	19,13	3192,89	61079,99
4.3	NRPM 0401	Ud.	Retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.	22096	0,59	13036,64
					<b>Total capítulo IV</b>	<b>75829,51</b>

Alumno: Cristina Sáez Pérez

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

Titulación de: Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

## **PRESUPUESTO GENERAL**

### PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

#### Grupo de inversión 1: Diques

- Capítulo I: Excavación	499,37 €
- Capítulo II: Gaviones	44508,81 €
Total grupo de inversión 1	45008,18 €

#### Grupo de inversión 2: Repoblación

- Capítulo III: Preparación del terreno	13894,72 €
- Capítulo IV: Plantación	75829,51 €
Total grupo de inversión 2	89724,23 €

#### Grupo de inversión 3: Seguridad y salud

- Capítulo V: Seguridad y salud	2694,65 €
Total grupo de inversión 3	2694,65 €

<b>Total ejecución material</b>	<b>137426,82 €</b>
---------------------------------	--------------------

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE LA CUENCA DEL ARROYO DE VALDECELADA A **CIENTO TREINTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS (137426,82 €)**”

Palencia, a 3 de septiembre de 2015

Fdo: Cristina Sáez Pérez

## PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de ejecución por contrata	137426,82 €
- Gastos generales (16%)	21988,29 €
- Beneficio industrial (6%)	8245,61 €
- I.V.A. (21%)	35208,12 €

<b>Total ejecución por contrata</b>	<b>202865,84 €</b>
-------------------------------------	--------------------

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE LA CUENCA DEL ARROYO DE VALDECELADA A **DOSCIENTOS DOS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO EUROS (202865,84 €)**”

Palencia, a 3 de septiembre de 2015

Fdo: Cristina Sáez Pérez