

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA**

**Ingeniero Técnico Forestal**

---



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

**“Balance energético y económico para  
el aprovechamiento de biomasa  
forestal en el término municipal de  
Enguera. “**

**TRABAJO FINAL DE CARRERA**

Autor/es:

**Ivan Enguix Domenech**

Director:

**Rafael Delgado Artés**

Tutor externo:

**Miguel Fabra Crespo**

**GANDIA, 2012**

## **0. Agradecimientos.**

En primer lugar, quiero dar las gracias a mis Directores Académicos, Rafael Delgado Artés y Miguel Fabra Crespo, por no haberme dejado solo en ningún momento y haber sido mis guías, y facilitarme toda la ayuda necesaria en la elaboración de este estudio. Gracias por el apoyo, dedicación y por toda la asistencia académica que ha sido necesaria.

A José Andrés Sanchís Blay, Javier Estornell Cremades, Luís Gómez Moya, Constan Amurrio García los cuales me han prestado su ayuda siempre que me hecho falta.

A mis compañeros de estudios, especialmente a Pere Olcina Collado y Calos Martínez Rodrigo (Tavernes Blanques), Rogelio Miñana Oliver (La Pobla Llarga), Esperanza Mora (Alboraya), Inma Pérez Vidal (Orihuela), Sonia Martínez Sanjuán (Alcoy), Saray Roldan Polo (Madrid), Carlos Pastor Moreno, Eduardo Ramírez y Diana Escribano (Valencia) que junto a ellos he realizado esta trayectoria y que ya forma parte de mi.

A mis compañeros de la Brigada Forestal, Vicent (Lloc nou d'en Fenollet), Isaac y Raül (Carcaixent), Loles (Xàtiva), Ginés (Elda), Javi (Onil), David y Hector (Villena) y Bruno (Petrer), por su buen humor, amistad y ánimos.

A mi cuñada Vanessa, por apoyarme en todo momento y a mis tres sobrinos, Ernest, Miquel y Ramón, y a los que están por venir.

A los amigos de La Pobla Llarga, mi pueblo.

A una gran amiga, Silvia Alfaro Guastavino (Alfajar), por su apoyo incondicional y por sus palabras de ánimo.

Y por supuesto a toda mi familia, mis padres Ernesto y Chelo; y a todos mis hermanos: Miguel, Ernesto y Ramón, los cuales siempre me han ofrecido su apoyo, dándome todas las fuerzas necesarias para poder realizar todo aquello que me he propuesto, y estar siempre a mi lado.

En el carbón de tu planta  
de hojas negras  
parecía dormida,  
luego

.....

fue  
una lengua loca  
de fuego  
y vivió adentro  
de la locomotora  
o de la nave,  
rosa roja escondida,  
víscera del acero,

.....

donde alcanzó tu fuego,  
llegaron los racimos,  
crecieron  
las ventanas,  
las páginas se unieron como plumas  
y volaron las alas de los libros:  
nacieron hombres y cayeron árboles,  
fecunda fue la tierra.

.....

Fuego que corre y canta,  
agua que crea,  
crecimiento,  
transforma nuestra vida,  
saca  
pan de las piedras,  
oro del cielo,  
ciudades  
del desierto,  
danos,  
energía,  
lo que guardas,

.....

Entonces, oh energía,  
espada ígnea,  
no serás  
enemiga,  
flor y fruto completo  
será tu dominada cabellera,  
tu fuego  
será paz, estructura,  
fecundidad, paloma,  
extensión de racimos,  
praderas de pan fresco.

Pablo Neruda. "Odas Elementales". *Oda a la energía*. (1954)

## ÍNDICE

0. Introducción.....	4
1. Ámbito de estudio.....	5
2. Objetivos.....	8
3. Material y métodos.....	8
3.1 Cartografía.....	9
3.1.1 Cartografía utilizada para la obtención de los mapas de nuestra zona de estudio.....	9
3.1.2 Metodología Cartográfica.....	9
3.2 Balance energético.....	19
3.2.1 Elección de la Potencia de la central que vamos a instalar.....	20
3.3 Balance económico.....	21
3.3.1 Calculo de los gastos.....	21
3.3.2 Calculo de los ingresos.....	24
3.3.3 Balance económico final.....	24
4. Discusión de los resultados y conclusiones.....	25
5. Referencias bibliográficas.....	27
Anexo I. La biomasa.....	30
Anexo II. Estado natural.....	41
Anexo III. Especies forestales que forman parte del estudio.....	57
Anexo IV. Balance energético.....	63
Anexo V. Balance económico.....	70
Anexo VI. Ayudas económicas para el uso de la biomasa forestal.....	78
Anexo VII. Pliego de Prescripciones Técnicas: “Prácticas recomendables por razones de seguridad y salud”.....	80
Anexo VIII. “Impactos negativos potenciales de la extracción de biomasa forestal”... ..	87
Anexo IX. Cartografía.....	92
Anexo X. Legislación.....	98
Anexo XI. Cuadro de Precios y Presupuesto.....	101
Tabla Excel: CALCULOS PARA EL BALANCE ECONOMICO DEL ESTUDIO.....	115
Tabla Excel: ANEXO IV.....	115
Tabla Excel: ATRIBUTOS DEL MAPA FINAL.....	115
Tabla Excel: PARCELAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	115

## 0. Introducción.

Tradicionalmente, el bosque ha sido una fuente natural de recursos, primero suministrando madera para la construcción y como fuente de energía doméstica, después proporcionando materia prima para la producción de papel y como combustible en calderas. Aunque siempre ha tenido una función ecológica, ha habido que esperar hasta las últimas décadas para que se reclame la necesidad de conservarlo tras reconocer su utilidad como defensa de la diversidad, por su función estética y otros valores ambientales y sociales enmarcados en el contexto de la sostenibilidad. El equilibrio deseable entre los usos presentes y futuros exige una gestión correcta de los bosques de la que, no obstante, hoy en día todavía estamos lejos.

El riesgo implícito en el cambio climático como consecuencia del aumento de dióxido de carbono en la atmósfera se ha añadido como una preocupación ambiental adicional que aconseja promover la explotación sostenible de la biomasa como fuente de energía, al tratarse de un combustible de potencial de calentamiento casi nulo. La Unión Europea ha marcado como uno de sus objetivos, el desarrollo del uso de la biomasa como fuente de energía renovable. La contribución de los bosques a los objetivos del Protocolo de Kioto se puede plantear además como medio para el secuestro y la acumulación de carbono en forma de biomasa, reduciendo así la cantidad de dióxido de carbono presente en la atmósfera.

La gran ventaja de la biomasa es que las emisiones de CO<sub>2</sub> se consideran casi neutras, a diferencia de las emisiones procedentes de combustibles fósiles. Para la Unión Europea sólo el uso de la parte explotable de biomasa permitiría reducir de un 2 a un 3% las emisiones de CO<sub>2</sub>, al mismo tiempo que mejoraría la condición de los bosques y todavía permitiría aumentar la masa forestal considerablemente con una reducción adicional del CO<sub>2</sub> del 2 al 3% incorporado desde la atmósfera. En conjunto, hasta un 4 a un 6% del compromiso de la Unión Europea del 8% de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> se podría conseguir potencialmente a través de esta vía.

El aprovechamiento energético de la biomasa no sólo es compatible con la gestión sostenible de los bosques sino que es un componente casi necesario para el equilibrio forestal. Al mismo tiempo que, conjuntamente con otras fuentes renovables de energía, puede asegurar estratégicamente una parte del suministro energético y también contribuir a una política energética descentralizadora de las grandes centrales de generación eléctrica.

Estrechamente relacionado con la falta de una buena gestión, el bosque mediterráneo sufre estacionalmente un riesgo grave de incendios que aumenta los requisitos de una gestión sostenible. Una gestión sostenible debe tener en cuenta la madurez del bosque y como hacer compatible su aprovechamiento con el potencial incremento de la masa forestal en condiciones más seguras para que la acumulación futura se haga en condiciones que no incrementen el riesgo de incendios o de plagas que puedan afectar a dicha masa.

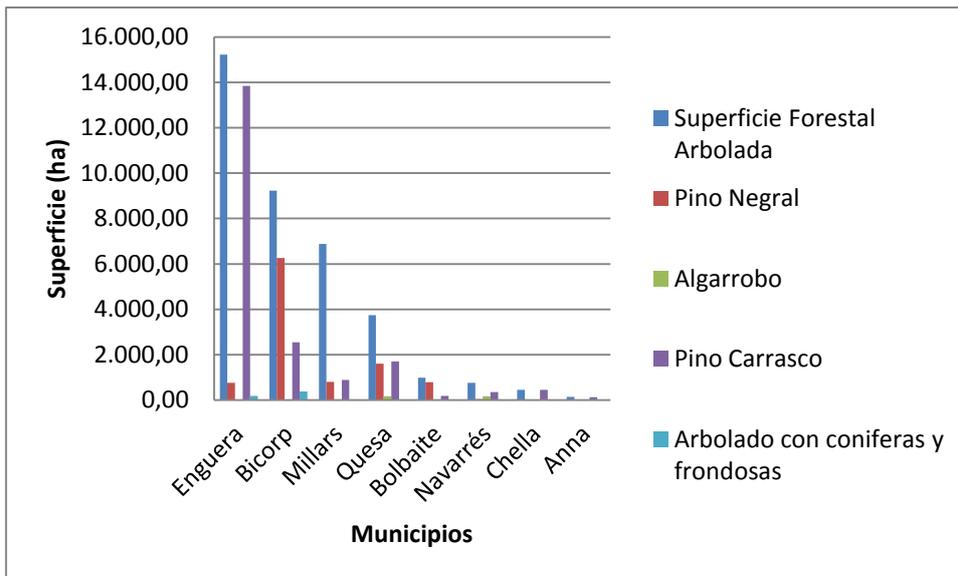
## 1. **Ámbito de estudio.**

Los criterios establecidos para la elección de la zona donde realizaremos el estudio son múltiples. En primer lugar se consideró la posibilidad de que la zona de estudio comprendiese también las comarcas de la Ribera Alta y la Ribera Baixa, pero ello suponía una complejidad excesiva, por lo que se decidió que la zona de estudio se acotara a la comarca de la Canal de Navarrés. Pero después de estudiar detenidamente la comarca y debido a una serie de criterios como:

- Gran parte de sus municipios no poseen una gran cantidad de biomasa forestal, ya que dicha biomasa se encuentra mayoritariamente en los municipios de Enguera y Bicorp. Dicha información la podemos observar con mayor facilidad en la tabla y la grafica que presentamos a continuación:

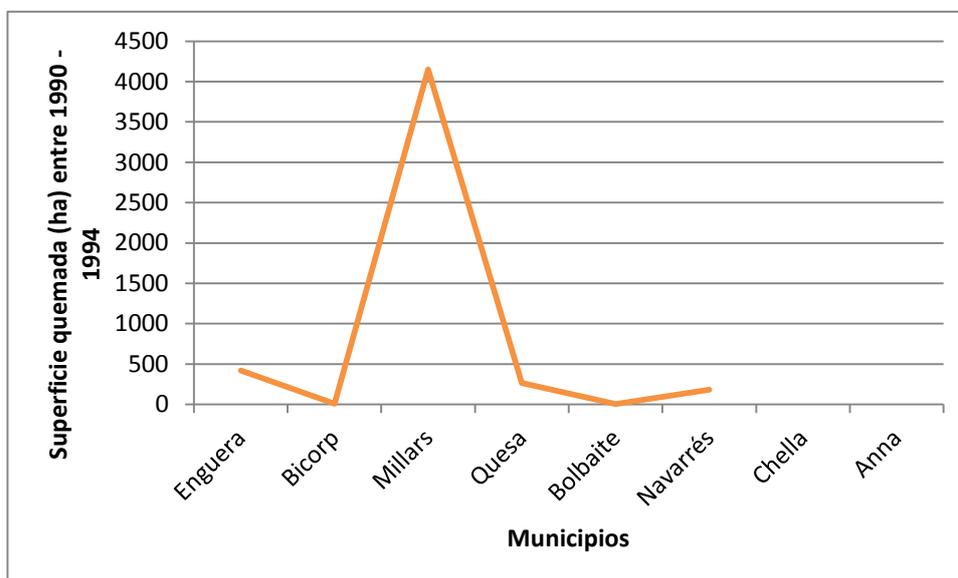
<i>Termino Municipal</i>	<i>Superficie Forestal Arbolada</i>	<i>Pino Negral</i>	<i>Algarrobo</i>	<i>Pino carrasco</i>	<i>Arbolado con coníferas y frondosas</i>	<i>Superficie afectada por los incendios(1990-1994)</i>
<i>Enguera</i>	<i>15.219,33</i>	<i>758,74</i>	<i>8,06</i>	<i>13.846,23</i>	<i>187,55</i>	<i>418,75</i>
<i>Bicorp</i>	<i>9.232,60</i>	<i>6.265,89</i>	<i>21,66</i>	<i>2.553,71</i>	<i>383,29</i>	<i>8,05</i>
<i>Millars</i>	<i>6.881,23</i>	<i>808,44</i>		<i>891,6</i>	<i>30,76</i>	<i>4.150,43</i>
<i>Quesa</i>	<i>3.746,91</i>	<i>1.610,07</i>	<i>167,32</i>	<i>1.702,68</i>		<i>266,84</i>
<i>Bolbaite</i>	<i>984,97</i>	<i>785,41</i>	<i>7,23</i>	<i>185,98</i>		<i>6,35</i>
<i>Navarrés</i>	<i>764,24</i>	<i>46,98</i>	<i>173,35</i>	<i>362,2</i>		<i>181,71</i>
<i>Chella</i>	<i>455,53</i>			<i>455,53</i>		
<i>Anna</i>	<i>139,30</i>	<i>9,38</i>		<i>127,34</i>		<i>2,58</i>

**Tabla 1:** Distribución de Superficie (ha) por término municipal y especie dominante para la comarca de La Canal de Navarrés **Fuente:** “Los Montes Valencianos en cifras”, Extracto del Tercer Inventario Forestal de la Comunidad Valenciana.



**Figura 1:** Representación grafica de la distribución de superficie (ha) por término municipal y por especie dominante para la comarca de La Canal de Navarra.

Así pues también podemos ver en el grafico que se presenta a continuación que tanto Enguera como Bicorp no sufrieron grandes incendios en el periodo que comprende los años 1990 – 1994. Podemos observar (Anexo II, en el punto referente a los Incendios) que Enguera solo sufrió un gran número de incendios en el 1999 por lo que respecta a las dos últimas décadas. Precisamente por estos datos podemos deducir que actualmente Enguera posee una gran superficie arbolada.

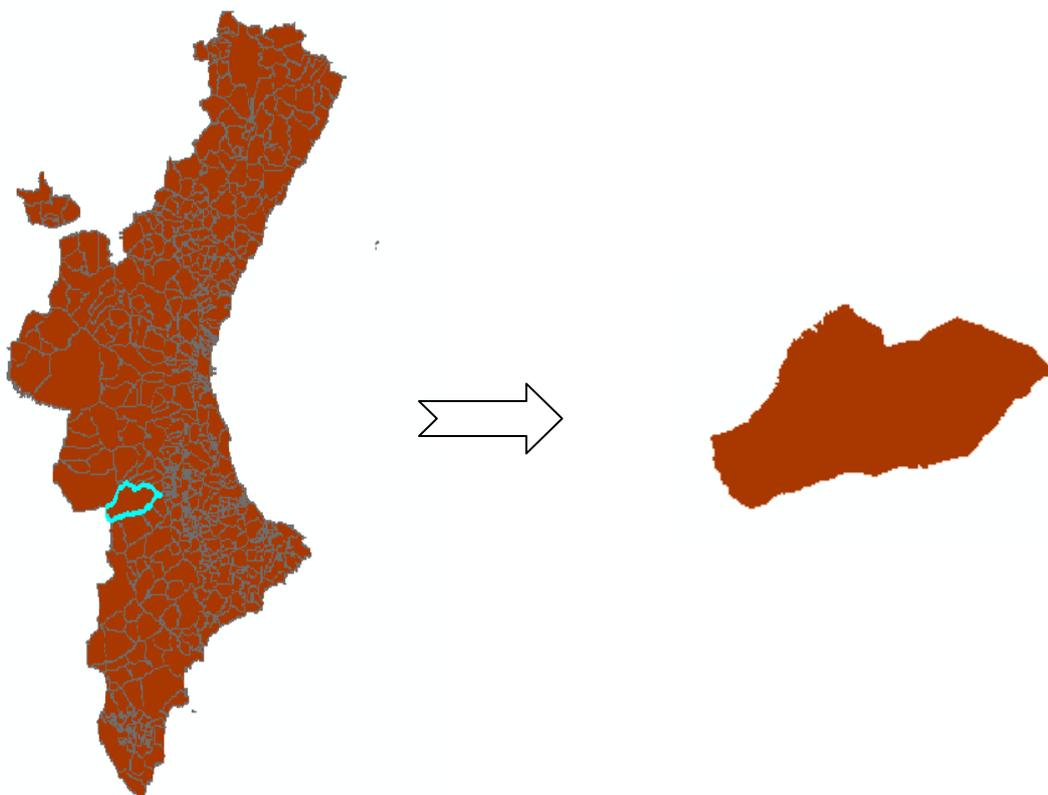


**Figura 1.2:** Representación grafica de la superficie (ha) total quemada en los municipios de La Canal de Navarra entre los años 1990 y 1994.

- La gran mayoría de sus montes no están gestionados públicamente.
- Resultaría muy costoso transportar la biomasa desde los diferentes puntos de la comarca hasta el punto donde estuviera instalada la central.
- El término municipal de Enguera está ocupado en su mayoría por montes de gestión pública, los cuales disponen además de una gran cantidad de biomasa forestal. Dicha biomasa debe de ser extraída del monte para su posterior aprovechamiento, ya que su presencia en exceso favorece la propagación del fuego en caso de incendio, pudiendo arrasarlo todo.
- En el municipio de Enguera disponemos de suficiente biomasa forestal para instalar una central de 3 MW (cálculos realizados a partir de los datos contenidos en las tablas del 3er INVENTARIO NACIONAL las cuales están relacionadas con un SIG; y los datos obtenidos de TRAGSATEC “Los Montes Valencianos en cifras: Extracto del Tercer Inventario Forestal de la Comunidad Valenciana” y del CONSORCI FORESTAL DE CATALUNYA “Guia: Classificació de la fusta en peu. Aplicacions i transformació de la fusta dels boscos catalans” Anexo IV) con la cual podemos abastecer todos los municipios de la Canal de Navarrés.

Se decidió finalmente que la zona destinada al estudio fuera el término municipal de Enguera.

Podemos encontrar más información sobre la zona de estudio en el Anexo II, referente al estado natural.



**Figura 1.3:** Localización del municipio de Enguera dentro de la Comunitat Valenciana.  
**Fuente:** Elaboración propia con ArcMap 10.

## **2. Objetivos.**

Dada la gran importancia de la biomasa como energía renovable y la gran cantidad existente en la superficie forestal que conforma nuestro ámbito de estudio se pretende:

Comprobar la viabilidad energética, económica, técnica y legal (por el tema de la propiedad que es fundamental para saber si se pueden utilizar los recursos o no) para el abastecimiento de una central de biomasa, la cual produce energía eléctrica y abastecerá a todos los habitantes de la Canal de Navarrés, con los recursos forestales existentes en el municipio de Enguera.

Para conseguir una evaluación más objetiva e incrementar la fiabilidad de las conclusiones del estudio se ha realizado una serie de cálculos y mapas, los cuales están explicados más detenidamente en el siguiente punto.

## **3. Material y métodos.**

Para cumplir el objetivo del proyecto debemos de realizar una serie de pasos los cuales se presentan a continuación:

- Calcular del volumen de biomasa necesario para producir la energía requerida, para poder abastecer a todos los municipios de la Canal de Navarrés.
- Hacer un estudio de la propiedad existente en el municipio de Enguera y características físicas (pendiente, accesibilidad, etc.). Superficie forestal susceptible de suministrar biomasa.
- Conocimiento cuantitativo del recurso forestal que será utilizado como fuente de energía, a partir de la información de las parcelas de campo del IFN3.
- Aplicación de la metodología más adecuada adaptada a las circunstancias y a las variables y factores (pendientes, accesibilidad...) de nuestra zona de estudio que guardan relación con el aprovechamiento forestal.
- Logística y aplicación de la metodología más adecuada adaptada a las circunstancias y a las variables y factores (pendientes, accesibilidad...) de nuestra zona de estudio que guardan relación con el aprovechamiento forestal.
- Cálculo del coste de extracción de la biomasa forestal hasta la central.
- Cálculo de todos los beneficios que obtendremos a partir de la generación de energía eléctrica.

### 3.1 Cartografía.

#### 3.1.1 Cartografía utilizada para la obtención de los mapas de nuestra zona de estudio.

La relación de la cartografía utilizada, para la obtención de los mapas que nos harán falta en nuestro posterior estudio y su procedencia es la siguiente:

<b>CAPA</b>	<b>TIPO DE CAPA</b>	<b>LUGAR DE PROCEDENCIA:</b>
<b>Comarcas de la Comunidad Valenciana (CV).</b>	Polígonos	Cartografía temática de la CV.
<b>Municipios de la CV.</b>	Polígonos	Cartografía temática de la CV.
<b>Curvas de nivel de la CV.</b>	Líneas	ICV (Instituto Cartográfico Valenciano)
<b>Puntos de cota de la CV.</b>	Puntos	ICV (Instituto Cartográfico Valenciano)
<b>Parcelas de muestreo del IFN3 (3er Inventario Forestal Nacional).</b>	Puntos	Ministerio de Medio Ambiente Rural y marino.
<b>Comunicaciones.</b>	Líneas	ICV (Instituto Cartográfico Valenciano)
<b>Litología de la CV.</b>	Líneas	Conselleria de obres publiques, infraestructura i transport.

**Tabla 4.7.1:** Relación de la cartografía utilizada y su lugar de procedencia.

#### 3.1.2 Metodología Cartográfica.

Para poder realizar los cálculos pertenecientes a nuestra zona de estudio debemos de obtener un mapa que contemple todas nuestras variables de estudio, las cuales vienen definidas por las tarifas de Tragsa 2003. Dichas variables son: CD, distancias a pistas y pendientes. El mapa que utilizaremos (Mapa resultante) para hacer los cálculos y el posterior presupuesto de nuestro estudio, será el resultado de cruzar los tres mapas con las variables citadas anteriormente.

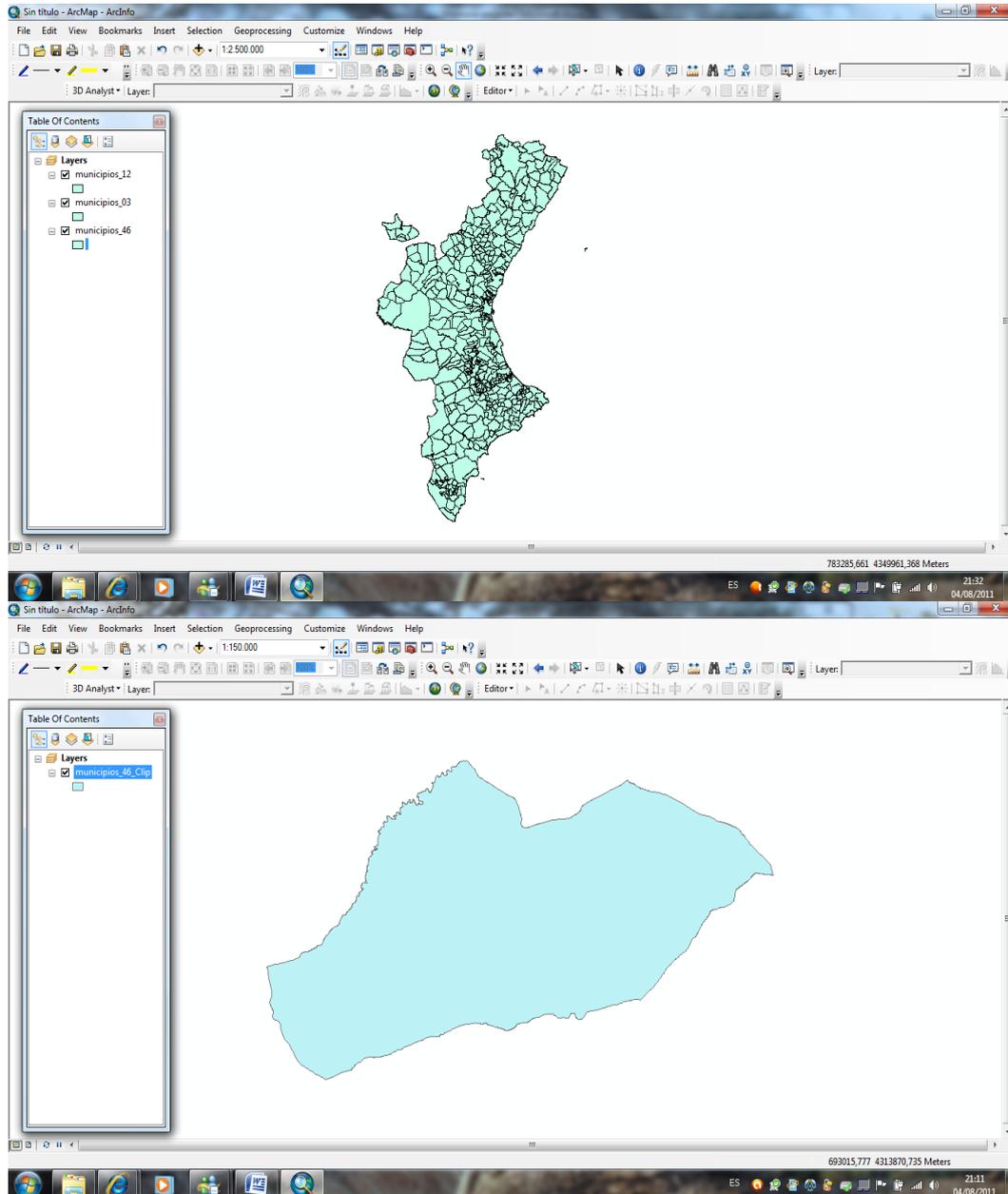
Los mapas son los siguientes: Polígonos Thiessen, Multibuffer, TIN.

Así pues la metodología a seguir para realizar los mapas citados es la siguiente:

### Mapa de Polígonos Thiessen.

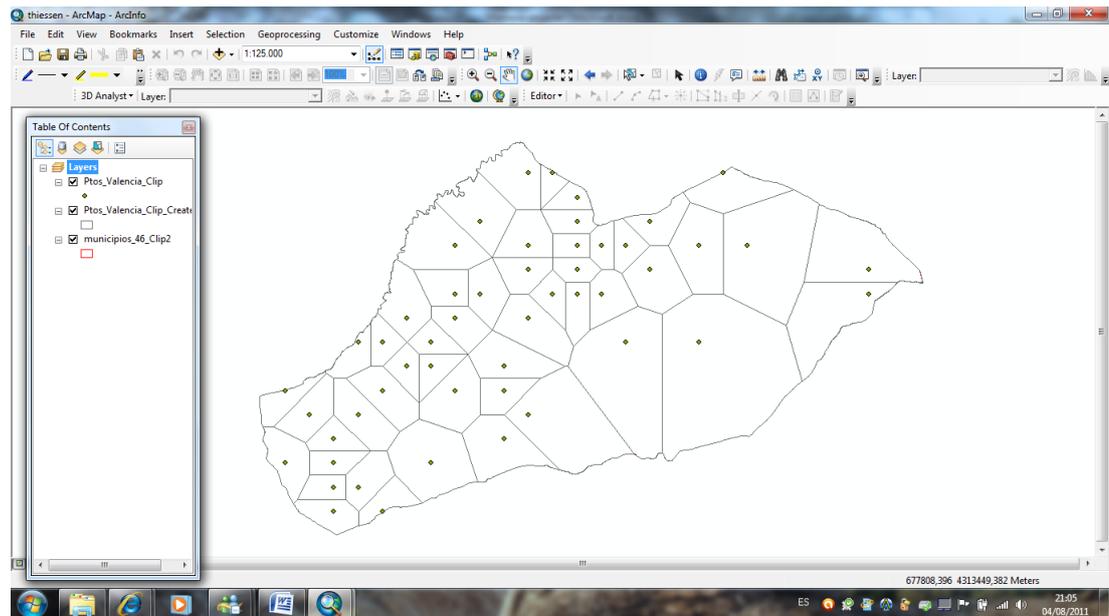
Para dar lugar al Mapa de Polígonos Thiessen hemos seguido los siguientes pasos:

- Primero hemos hecho un recorte (Clip) del municipio de Enguera a partir de la capa de Municipios de la CV, para obtener la que será nuestra zona de estudio.

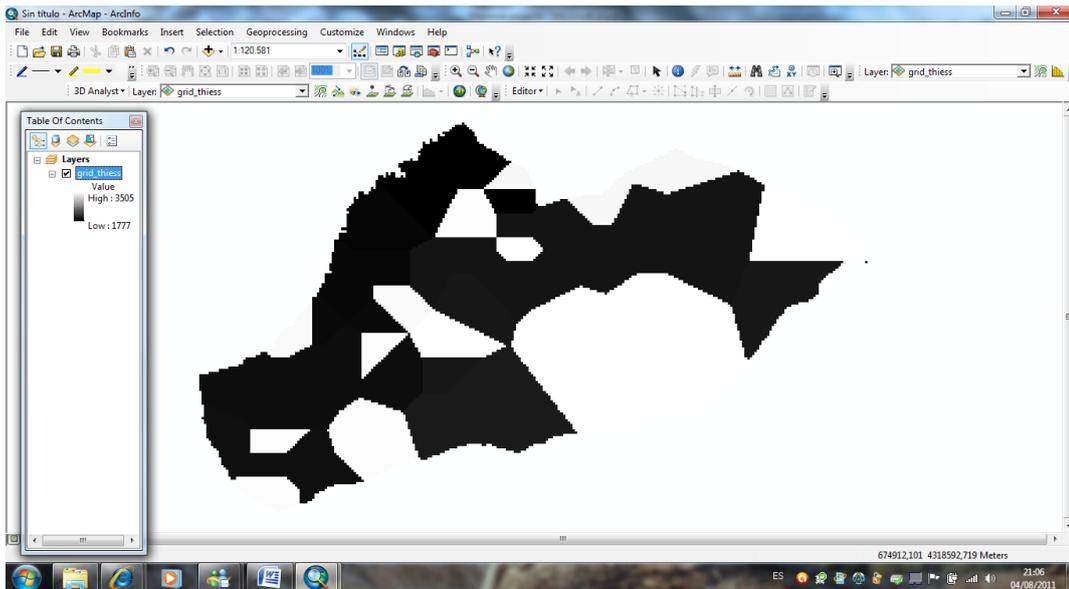


- Seguidamente hemos hecho otro recorte entre el recorte obtenido en el punto anterior y la capa de Parcelas de muestreo del IFN3.
- A continuación eliminamos de la capa de Parcelas de muestreo, aquellas que no tienen los datos que nos interesan, como pueden ser la CD (clase diamétrica), el VCC (volumen con cortea)...
- Posteriormente calculamos los Polígonos Thiessen a partir de la capa que hemos modificado en el paso anterior.

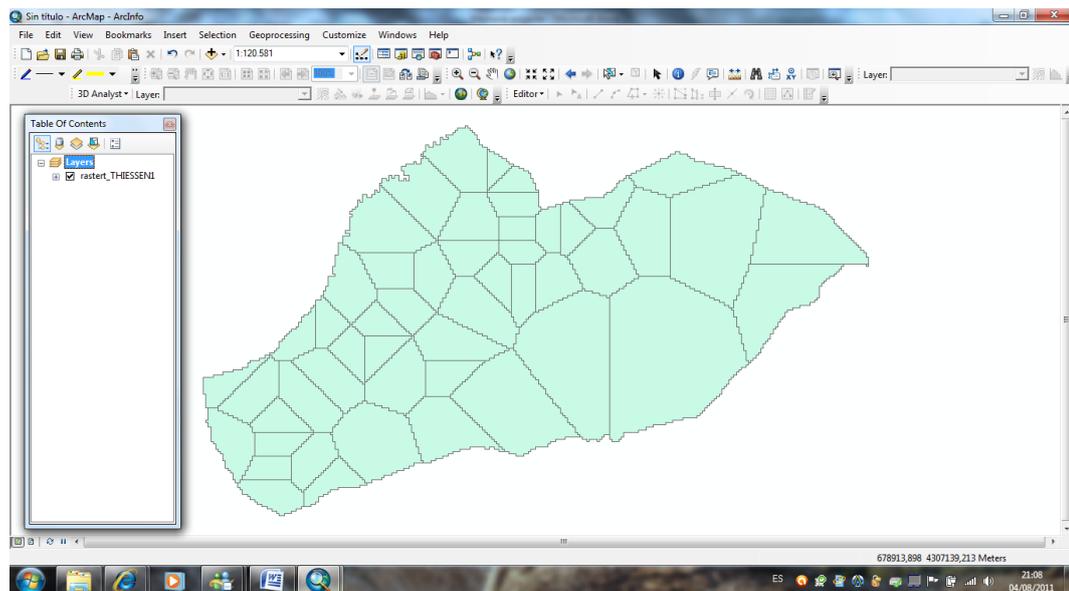
- Luego asignaremos el sistema de referencia ED50 30 N a la capa, por si acaso no tuviera las coordenadas. Este paso lo realizaremos en todos los mapas que vamos a cruzar para obtener el mapa final para nuestro estudio. Pero no debe preocuparnos, ya que volveremos a georeferenciar el mapa final, por si acaso se hubiera olvidado hacerlo previamente en el algún mapa.
- Después realizamos un clip a partir de la capa resultante de los Polígonos Thiessen con la del municipio de Enguera, de manera que solo nos dará los polígonos que solo se encuentran dentro de nuestra zona de estudio. El resultado será el siguiente:



- A posteriori relacionaremos las tablas de atributos de la capa de las Parcelas de muestreo del IFN3 con la tabla de atributos de la capa de los Polígonos Thiessen resultante. Como se trata de dos tipos de capas diferentes (puntos y polígonos) crearemos un campo común con el nombre de código para poder relacionar sus tablas.
- Acto seguido haremos la conversión de shape a raster dándole un tamaño de pixel de 100x100m; puesto que vamos a cruzar capas de diferentes topologías (polígonos, líneas, puntos), y así posteriormente se podrá trabajar más fácilmente entre ellas. Dicha conversión la realizamos para que posteriormente la capa obtenida nos sirva como “mask” a la hora de hacer las reclasificaciones en los mapas del multibuffer y del TIN. El resultado será el que se muestra a continuación:



- Luego volvemos a convertir de raster a shape, de manera que la topología de la capa resultante será de polígonos. Ya que esta es la única topología con la que podemos unir varias capas entre ellas para obtener el mapa final, que contemplara todas las variables para nuestro estudio.

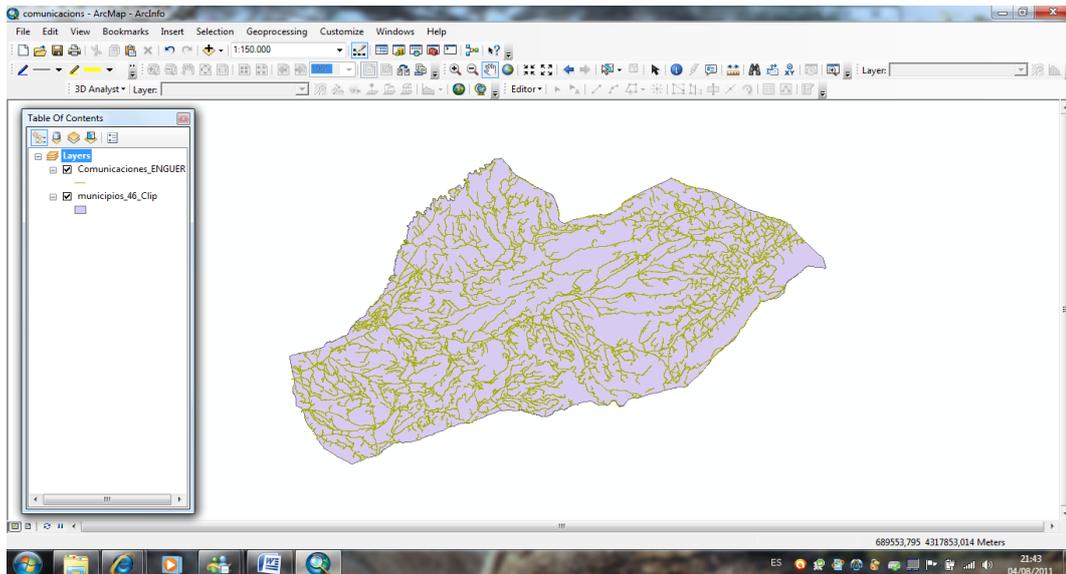


Este paso hay que hacerlo con todos los mapas que vamos a cruzar para poder llegar hacer la unión entre ellos.

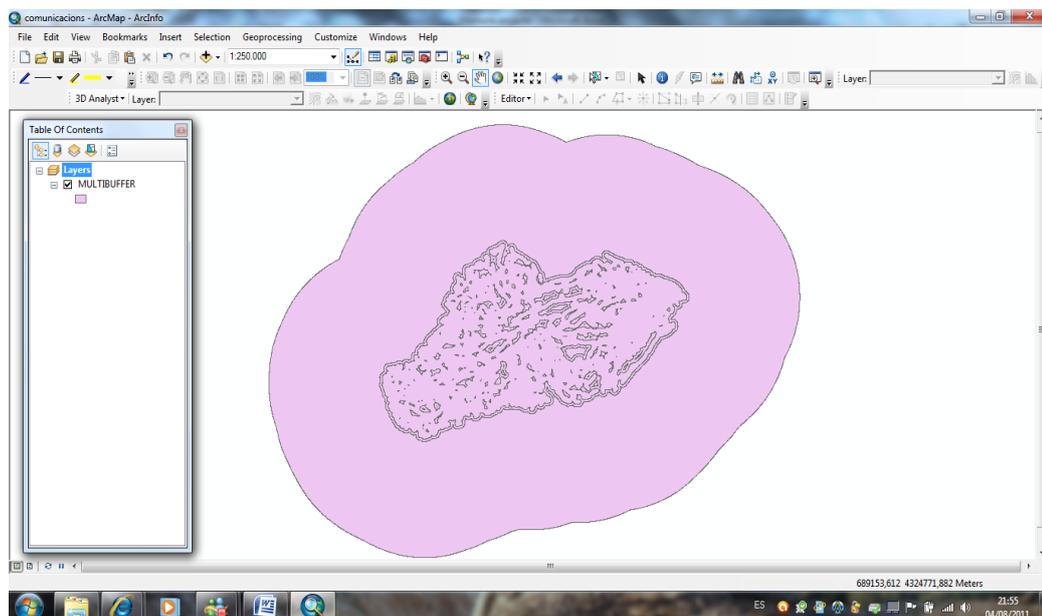
## Multibuffer.

Para hacer el Mapa Multibuffer hemos seguido los siguientes pasos:

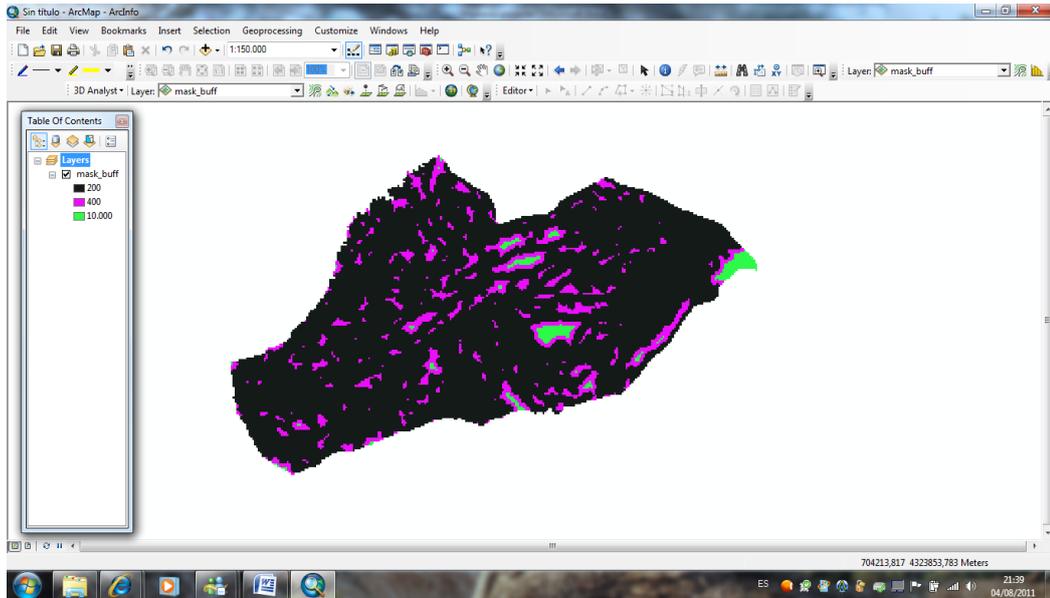
- Primeramente abrimos el recorte (clip) del municipio de Enguera y todas las hojas de comunicaciones del mapa topográfico 1:10.000 que se encuentran en el grid que comprende dicho recorte.
- Segundamente realizamos un merge entre todas las hojas de comunicaciones que comprende el término municipal de Enguera.



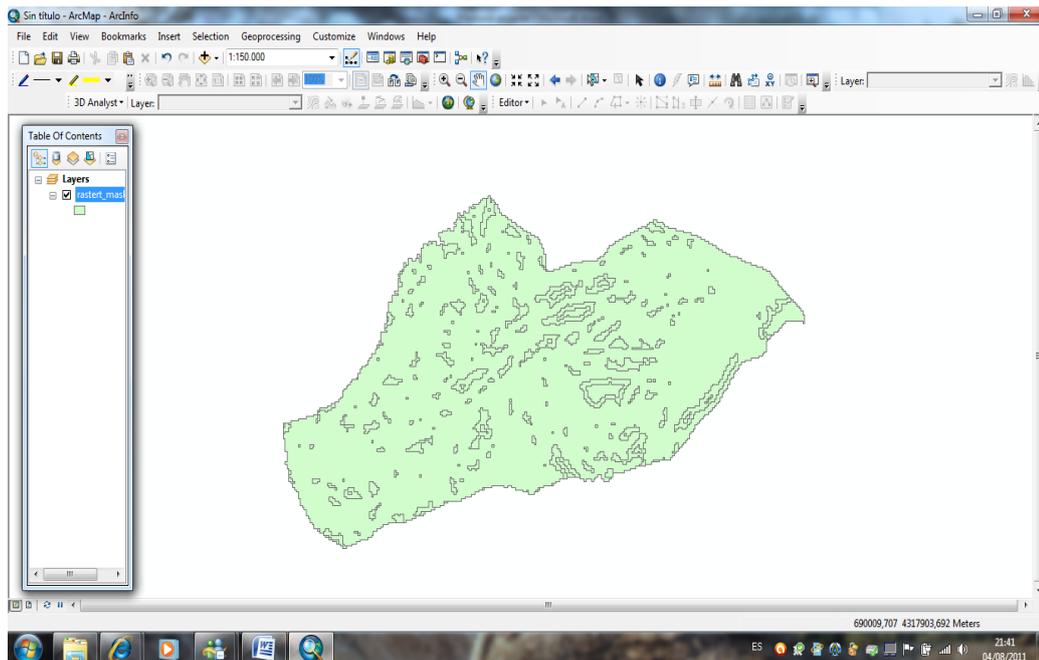
- El siguiente paso es asignar el sistema de referencia ED (Europa Datum) 50 30 N a la capa, por si acaso no estuviera georeferenciada.
- A continuación realizaremos un multibuffer (shape) de la zona aplicando las diferentes distancias a pistas para la saca, según las unidades de las tarifas de Tragsa 2003 (actualizadas al 2011), las cuales nos servirán para hacer el presupuesto. Dichas distancias son  $\leq 200$  m y de  $200-\leq 400$ m. Así pues el mapa resultante sería el siguiente:



- Acto seguido hacemos la conversión de shape a raster, utilizando como máscara (mask) la conversión que hemos hecho en el Mapa de Polígonos Thiessen, dado que debe de tener el mismo tamaño de píxel 100x100m. Y reclasificaremos de nuevo las distancias de las unidades de las tarifas de Tragsa 2003 (actualizadas al 2011), las cuales nos servirán para hacer el presupuesto. Dichas distancias son  $\leq 200$  m y de  $200-\leq 400$ m. Así pues el mapa resultante sería el siguiente:



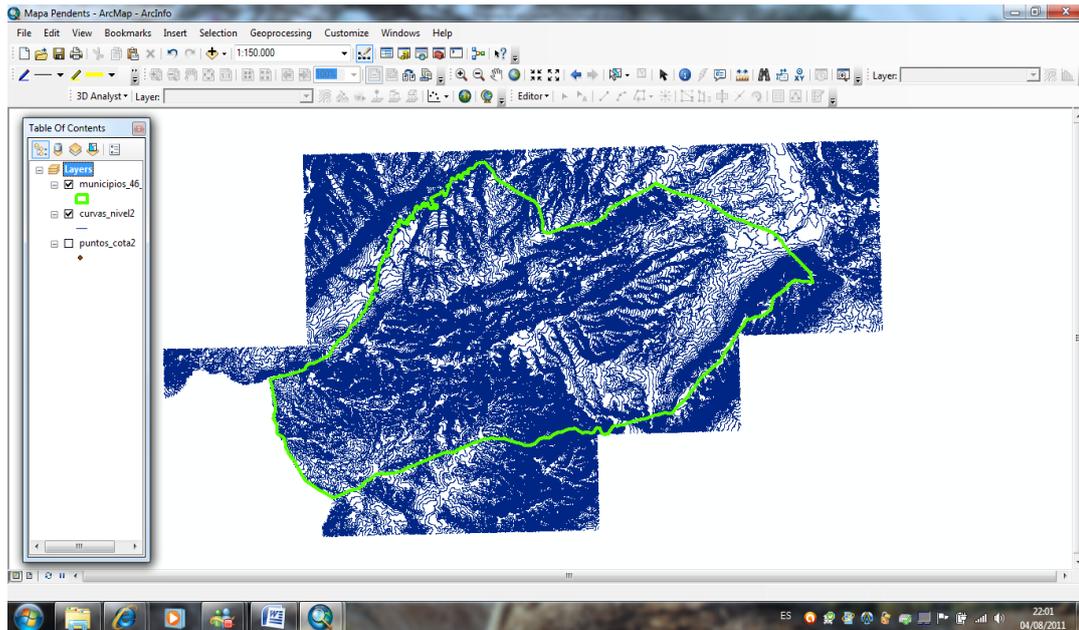
- Después volvemos a convertir de raster a shape, como hemos hecho en el mapa de Polígonos Thiessen, de manera que la capa resultante tenga la topología de polígonos, como ya hemos explicado en el mapa de Polígonos Thiessen. El resultado será:



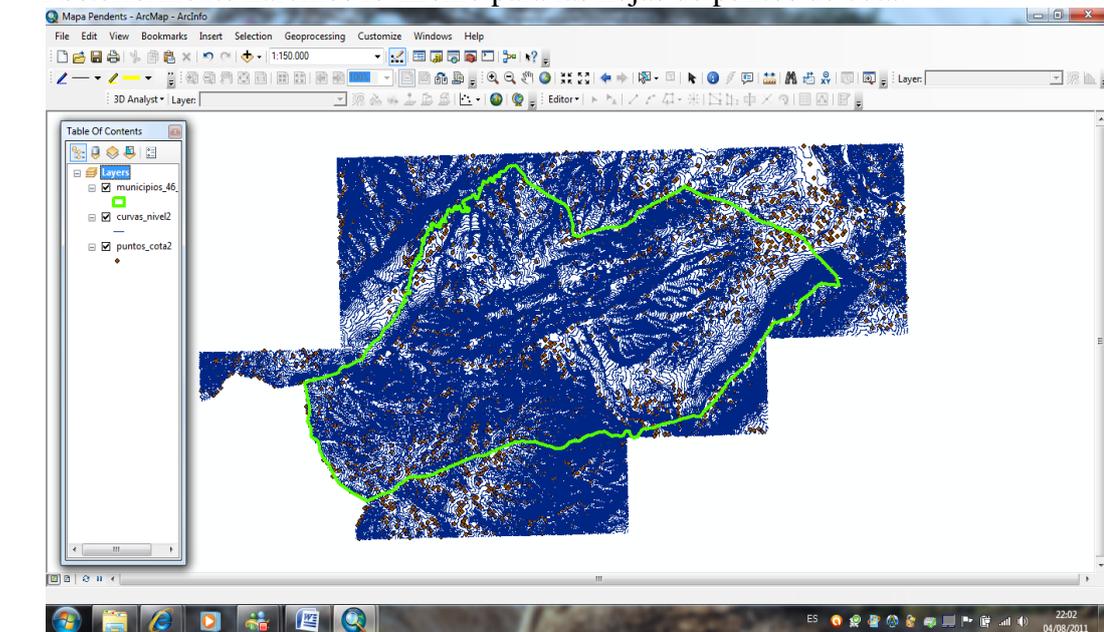
## TIN.

Para obtener el Mapa de Pendientes hemos seguido las siguientes pautas:

- El primer paso será abrirla el recorte (clip) del municipio de Enguera y todas las hojas de curvas de nivel del mapa topográfico 1:10.000 que se encuentran en el grid que comprende dicho recorte.
- Segundamente realizamos una unión (merge) entre todas las hojas de curvas de nivel que comprende el término municipal de Enguera.



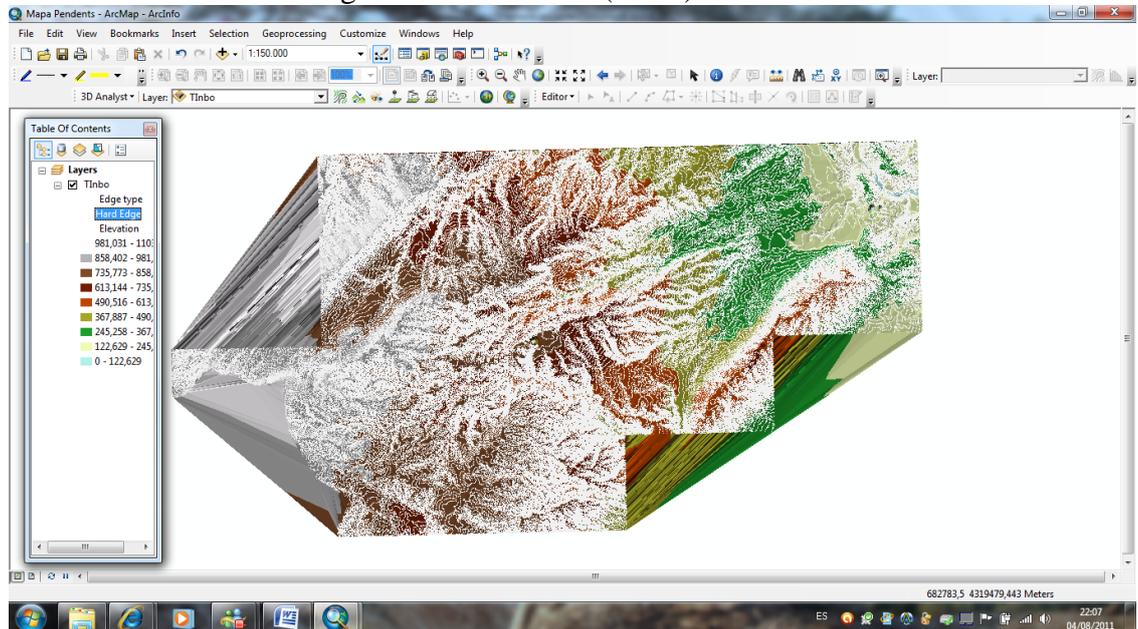
- Después asignaremos el sistema de referencia ED50 30 N a la capa.
- Posteriormente haremos lo mismo para las hojas de puntos de cota.



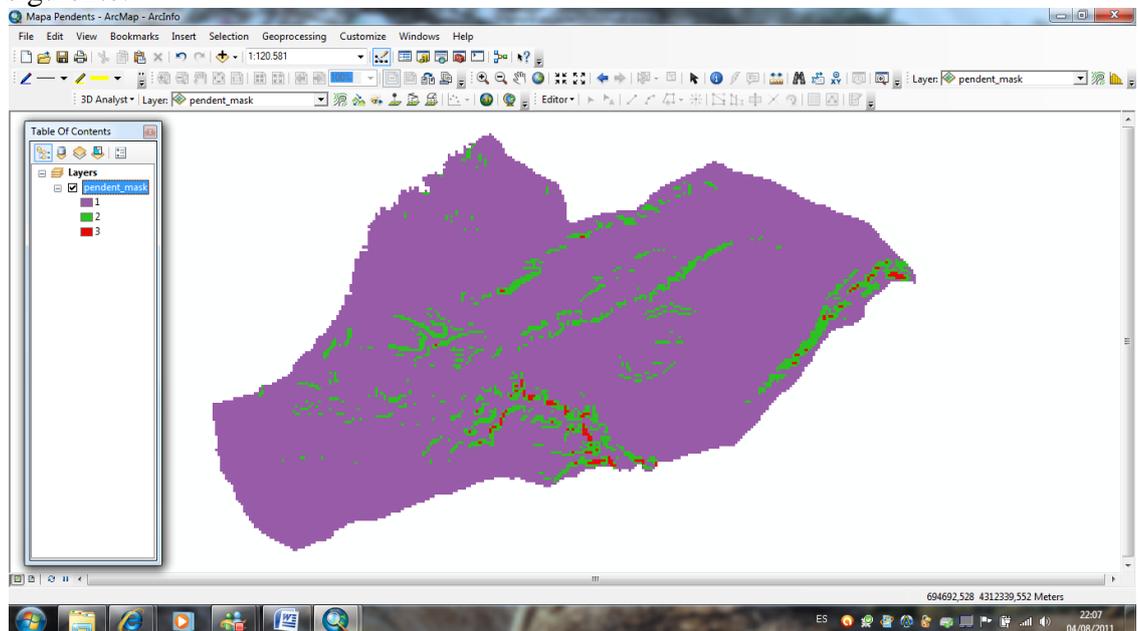
- Siempre es necesario comprobar la corrección de los datos que utilizamos. En el caso de las capas de curvas de nivel y puntos de cota, si existe algún punto extrañamente discordante en altura con respecto a los de alrededor, posiblemente

se trate de un error. Así que ordenamos los campos que contienen la información de la altura para ver si existe algún punto o alguna curva extraña.

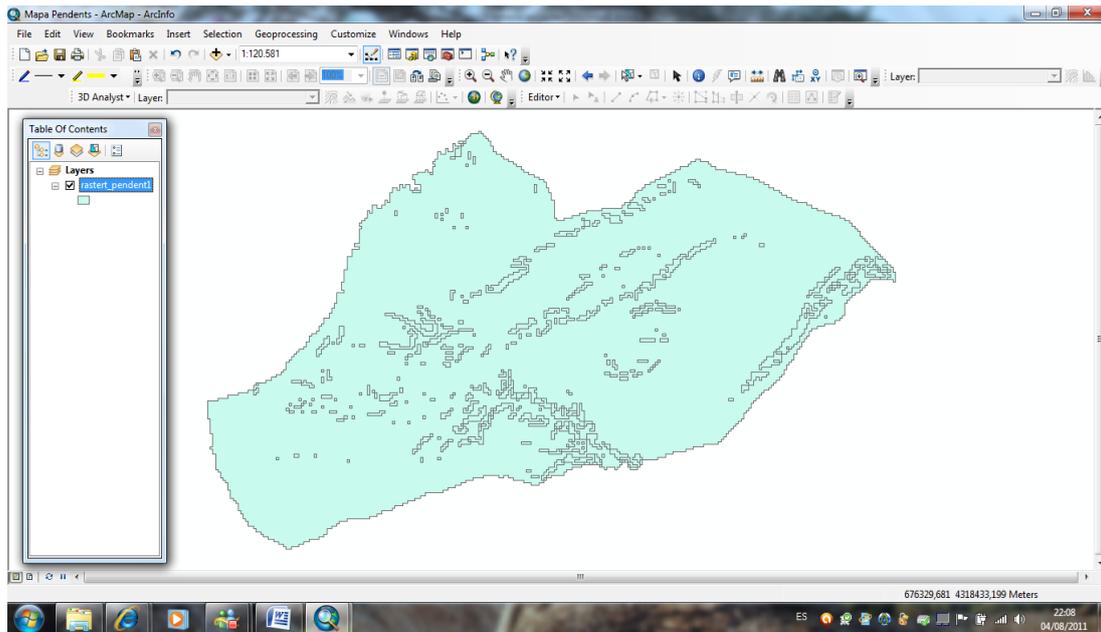
- A continuación crearemos un TIN y lo convertiremos a raster (utilizando la máscara, igual que hemos hecho en los mapas anteriores) de manera que obtendremos el modelo digital de elevaciones (MDE).



- El siguiente paso es realizar la reclasificación de las pendientes, aplicando las pendientes para la saca, según las unidades de las tarifas de Tragsa 2003 (actualizadas al 2011), las cuales nos servirán para hacer el presupuesto. Dichas pendientes son  $<30\%$  y  $>30\leq 50\%$ . Así pues el mapa resultante sería el siguiente:



- Después volvemos a convertir de raster a shape, como hemos hecho en los mapas anteriores, para que posteriormente podamos cruzarlos todos y realizar la unión.

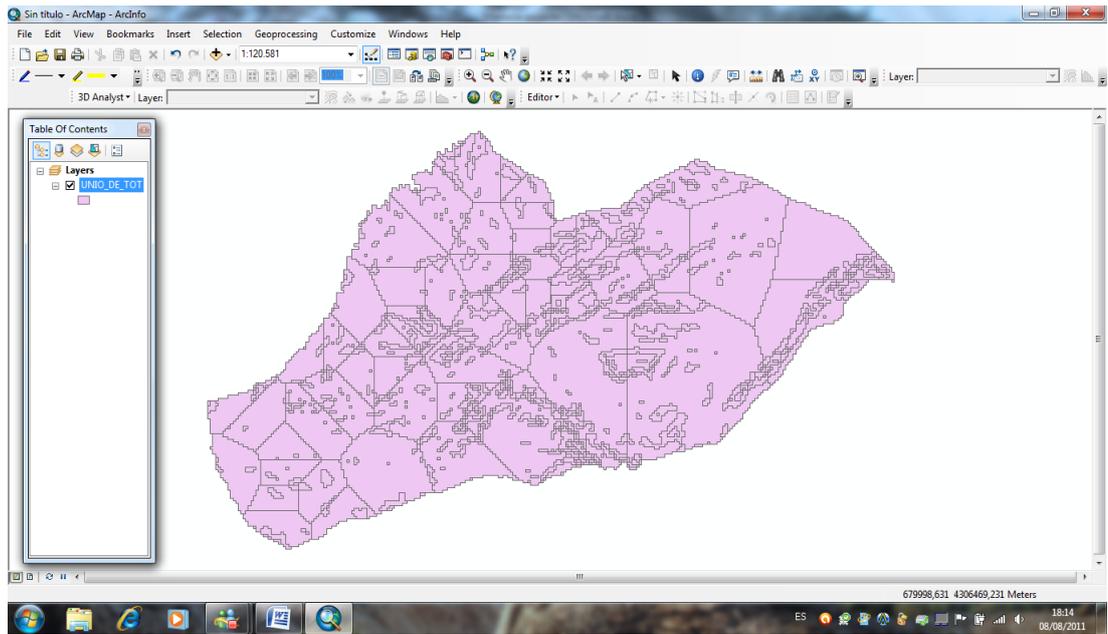


### Mapa resultante.

Una vez terminados los mapas (Poligonos Thiessen, Multibuffer, Pendientes) que contienen las variables que nos van a servir para hacer el presupuesto y el posterior estudio económico; seguiremos los siguientes pasos:

- Primero unimos los tres mapas, que hemos hecho anteriormente. De manera que tendremos los tres mapas superpuestos en uno, al igual que sus correspondientes tablas de atributos.
- A continuación realizamos una simplificación (dissolve) del mapa obtenido, de manera que se eliminan aquellos bordes o límites sobrantes.
- Después calculamos y añadimos un campo a la tabla de atributos el cual nos representara la superficie en ha. Dicha superficie está dividida para cada parcela, según la distancia a pistas y el porcentaje de la pendiente.
- Seguidamente volvemos a asignar el sistema de referencia ED50 30 N al mapa final, por si acaso no estuviera bien georeferenciado.
- Finalmente exportamos la tabla de atributos del mapa final a Excel, para poder realizar los posteriores cálculos; los cuales nos servirán para hacer el presupuesto y el estudio económico final.

El mapa resultante final se presentaría de la siguiente forma:



### 3.2 Balance energético.

Para saber si el estudio va a ser viable energéticamente se debe de realizar una serie de cálculos, los cuales se presentan a continuación:

#### **Cálculo de cantidad de biomasa disponible en el término municipal de Enguera.**

Las especies forestales en las que nos vamos a centrar para realizar el estudio son el pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill) y el pino negral o rodeno (*Pinus pinaster* Ait. Subsp. *Mesogeensis* Fieschi & Gaussen), ya que son las que están presentes en él. También podemos observar que hay presencia de algún pie de *Quercus ilex* L., pero como ya hemos comentado en el Anexo III vamos a desestimar dicha especie, porque solo disponemos de datos para tres pies (según las tablas del IFN3) y además no hemos podido encontrar que superficie ocupa en nuestra zona de estudio.

Así pues una vez definida cual será nuestra zona de estudio pasaremos al cálculo de la cantidad de biomasa total (t) presente en ella. Para ello utilizaremos la información extraída de la Tabla Parcelas\_exs del 3er Inventario Nacional de TRAGSATEC, de “Los Montes Valencianos en cifras: Extracto del Tercer Inventario Forestal de la Comunidad Valenciana” Tragsatec y de la “Guia: Classificació de la fusta en peu. Aplicacions i transformació de la fusta dels boscos catalans”. CONSORCI FORESTAL DE CATALUNYA; y seguiremos los siguientes pasos:

1) Se sumó la biomasa total de los pies por parcela y especie correspondientes al campo VCC según la tabla Excel con el nombre de “Parcelas de la zona de estudio”.

El número de parcelas total en nuestra zona de estudio es de 51 (datos extraídos del IFN3). Los datos de las parcelas están representados en la tabla de Excel con el nombre de “Parcelas de la zona de estudio”. La localización de las parcelas que conforman nuestro ámbito de estudio está reflejada en el mapa nº5 (Monte de utilidad pública y parcelas de estudio, Anexo IX), las cuales se encuentran en su mayoría en monte de utilidad pública. Dichas parcelas distan 1km de distancia entre ellas.

2) Seguidamente multiplicaremos dichos resultados por las densidades al 12% correspondiente para cada especie.

3) A continuación dividiremos estos resultados entre 1000 para obtener el peso (tn/ha) y los sumamos por especie. Este resultado lo dividimos entre las parcelas totales de cada especie.

4) Posteriormente sumamos los resultados obtenidos en el paso anterior por especies.

5) Multiplicamos los resultados obtenidos en el punto anterior por la superficie total en ha que ocupa cada especie en el término municipal de Enguera.

6) Finalmente sumamos las toneladas (t) calculadas de todas las especies obteniendo la cantidad total de biomasa (t) de la que dispondremos.

Dichos cálculos se encuentran explicados más detenidamente en el Anexo IV y representados en la hoja de Excel con el nombre de “Tabla anexo IV”.

### **3.2.1 Elección de la Potencia de la central que vamos a instalar.**

Una vez realizados los cálculos para determinar la cantidad de biomasa total de la que disponemos (204240,3063 t), los cuales están detallados y ampliados en el Anexo IV y en la hoja de Excel con el nombre de Tabla Anexo IV, pasaremos a la elección de la potencia que deberá tener la central que vamos a instalar.

Para ello hemos estudiado las cantidades de biomasa necesarias para abastecer a centrales con diferentes potencias, comparando costes económicos y producciones de electricidad entre ellas. Así pues, finalmente hemos llegado a la conclusión de que la central más adecuada para nuestra zona de estudio debería de tener una potencia eléctrica de 3MW. Esta decisión la hemos tomado a partir de diferentes factores como son:

- Número total de habitantes en la Canal de Navarrés.
- El consumo medio anual de electricidad en un hogar, por lo que hemos calculado;
- Consumo anual total en la Canal de Navarrés.
- Producción eléctrica (usada y almacenada o vendida) anual que debe tener la central.

Dichos cálculos se encuentran realizados y representados en el Anexo IV.

### **3.3 Balance económico.**

Para realizar el balance económico del estudio se deben de calcular tanto los gastos como los ingresos generados de este. Para ello debemos de saber que los gastos son aquellos derivados de todos los trabajos forestales realizados durante el estudio, además de los costes económicos de la central a instalar. Todos los gastos están representados en el presupuesto de dicho estudio. (Anexo XI)

En cambio los ingresos serán todos aquellos derivados de algún tipo de beneficio económico (subvenciones, consumo eléctrico de los habitantes de la Canal de Navarrés) para nuestro estudio.

Tanto los cálculos de los gastos como de los beneficios están representados en la hoja de Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

Así pues la metodología a seguir para realizar el balance económico del estudio es la siguiente:

- Cálculo de los gastos.
- Cálculo de los beneficios.
- Cálculo del balance económico final.

El cálculo de los gastos del estudio consta de seis partes, las cuales están explicadas a continuación.

#### **3.3.1 Cálculo de los gastos**

Como se ha comentado anteriormente los gastos del estudio son aquellos derivados de todos los trabajos forestales realizados durante el estudio, además de los costes económicos de la central a instalar. Los trabajos forestales realizados en el estudio son: apeo, saca, apilado, carga y transporte.

En referencia a la metodología a seguir para el cálculo de los gastos es la siguiente:

##### **Cálculo del Apeo.**

Para el cálculo del coste económico que supone apeo los pies que componen nuestra zona de estudio, hemos seguidos los siguientes pasos:

- Primero, aplicando filtros agrupamos los pies que se encuentran en las parcelas por CD (clases diamétricas).

- Después multiplicaríamos el número de pies (Npies) correspondiente a una CD de una parcela en concreto por la superficie (ha) total de dicha parcela. Este paso se hará repetitivamente para todas las CD y sus respectivos pies.
- A continuación multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa. Este paso se repetirá para todas las CD y sus respectivos pies.
- Finalmente sumariamos todos los precios obtenidos en el último paso para obtener el coste total económico correspondiente al apeo.

### **Cálculo de la Saca.**

A continuación vamos a calcular el coste económico que supone la saca de los pies. Para ello haremos lo siguiente:

- Primero, aplicando filtros agrupamos los pies que se encuentran en las parcelas por pdt (pendiente en %) y distancias (metros).
- Después multiplicamos la superficie correspondiente a un pie, con una distancia (m) y una pendiente (%) determinada por el número de pies totales (Npies) de la parcela a la que pertenece dicho pie. Este paso se hará repetitivamente para todas las pdts (%) y distancias (m) con sus respectivos pies.
- Posteriormente multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa. Este paso se hará también de manera repetitiva para todas las pdts (%) y distancias (m) con sus respectivos pies.
- Finalmente sumariamos todos los precios obtenidos en el punto anterior para obtener el coste total económico correspondiente a la saca.

### **Cálculo del apilado.**

El siguiente paso para el cálculo del presupuesto total sería, calcular el coste económico que supone apilar los pies. Para ello seguiremos los siguientes pasos:

- Primero que nada aplicando filtros agrupamos los pies que se encuentran en las parcelas por CD.
- Seguidamente multiplicamos el volumen con corteza (VCC) correspondiente a un pie de una CD, la cual pertenece a una parcela en concreto por  $0,35 \text{ m}^3$ . Ya que este dato es el equivalente a un estéreo (unidad correspondiente para los precios del apilado). Este paso se hará repetitivamente para todas las CD y sus respectivos pies.
- A continuación multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por la superficie (ha) total de dicha parcela. Este paso se hará repetitivamente para todas las CD y sus respectivos pies.

- Después multiplicamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa .Este paso se hará también de manera repetitiva para todas las CD y sus respectivos pies.
- Por último sumaremos todos los precios obtenidos en el último paso para obtener el coste total económico correspondiente al apilado.

### **Cálculo de la carga.**

Para saber el coste económico que supone realizar la carga de los pies totales debemos hacer lo siguiente:

- Primeramente calculamos la cantidad de estéreos totales de los que disponemos en nuestra zona.
- Seguidamente multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de correspondiente a la carga de un estero con una grúa de 101/130 CV.

### **Cálculo del transporte.**

Ahora vamos a calcular el coste económico que supone el transporte de los pies. Para ello debemos de seguir los siguientes pasos:

- Primeramente dividiremos las toneladas totales de las que disponemos en el término municipal de Enguera entre 30, que son el número de toneladas que puede cargar un camión bañera de 400 CV.
- Seguidamente multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa.

### **Costes económicos derivados de la central a instalar.**

El siguiente paso a seguir para el cálculo del balance económico, serian el cálculo de los costes derivados de la central a instalar (3MW) en nuestra zona de estudio. Dichos datos están representados en la tabla IV.II del Anexo IV.

El siguiente paso para calcular los costes económicos del estudio seria, sumar todos los costes obtenidos en los pasos anteriores.

Por último para obtener los costes totales del estudio, se sumaría el 18% de IVA al resultado obtenido en el paso anterior.

### **3.3.2 Calculo de los ingresos.**

Como se ha comentado anteriormente los ingresos que forman parte del estudio son aquellos derivados del consumo eléctrico por los habitantes de la Canal de Navarrés durante la vida útil (20 años) de la central de biomasa.

Así pues la metodología para el cálculo de los ingresos generados es la siguiente:

- Primero se multiplica la energía que genera la central de biomasa por el precio del kWh.
- A continuación se multiplica el resultado obtenido en el paso anterior por la vida útil de la central de biomasa.

También se debe considerar que cabe la posibilidad de recibir ingresos en forma de subvenciones.

### **3.3.3 Balance económico final.**

Una vez se ha calculado los gastos y los ingresos del estudio, el siguiente paso sería compararlos para calcular el balance económico final, para ello seguiremos la siguiente expresión matemática:

Balance económico = Ingresos – Gastos

Todos los pasos para el cálculo del balance económico están explicados de manera más detallada en el Anexo V y representados en la tabla de Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

#### 4. Discusión de los resultados y conclusiones.

Después de analizar los cálculos para obtener el balance energético, se observa que se dispone de suficiente biomasa forestal en el ámbito de estudio, para abastecer a la central, la cual producirá la energía eléctrica necesaria para suministrar a todos los habitantes de la Canal de Navarrés.

Así pues la cantidad de biomasa total en la zona de estudio es de 206.875,8005 t. Pero cabe destacar que en los cálculos realizados para obtener la cantidad de biomasa forestal no se ha tenido en cuenta que se debería de dejar unos 400 pies por ha aproximadamente, sino que el cálculo se ha hecho sobre todos los pies que se encuentran en la zona de estudio. Pero así y todo como la cantidad necesaria para abastecer a toda La Canal de Navarrés durante un año es de 27.540 t/año (cálculos realizados y representados en la hoja de Excel con el nombre de Tabla Anexo IV), se puede observar que se hay margen bastante amplio, para poder gestionar de manera eficiente los recursos madereros, sin llegar a agotarlos, atendiendo a la selvicultura de las especies de la zona de estudio (Anexo III).

Hay que tener en cuenta que siempre tendrá que haber suficiente energía almacenada para solucionar cualquier circunstancia adversa que se pueda originar.

Respecto al balance económico, los gastos del estudio ascienden a un total de 88.278.989,5 € y el total de ingresos generados es de 64.043.550 €, así pues el balance económico resultante del estudio sería negativo ya que los gastos son superiores a los ingresos. Esta expresión la podemos ver mejor a continuación:

$$\text{Balance económico} = \text{Ingresos} - \text{Gastos} = 64.043.550 - 88.278.989,5 = - 24235439,5 \text{ €}.$$

El cálculo del balance económico final para nuestro estudio está representado y explicado de manera más detallada en el Anexo V.

Para que nuestro estudio pueda llevarse a cabo, el balance económico debe de ser positivo, es decir que los ingresos sean superiores a los gastos.

El resultado final obtenido en el balance económico y sus cálculos previos, para nuestro estudio, nos han llevado a la conclusión de que este no es viable económicamente, ya que sus gastos son superiores a los ingresos generados.

Esto es debido a varios factores que hay que tener en cuenta como son:

- Los costes de inversión para instalaciones de biomasa son superiores a sus homólogos para instalaciones de combustibles convencionales. Esto se debe, no sólo a la falta de desarrollo de sistemas de producción en serie para algunos componentes, sino que también influyen las características especiales requeridas por los equipos para poder utilizar biomasa de forma eficiente.
- Cuando nos referimos a los costes de operación o explotación de plantas de biomasa, su comparación frente a combustibles convencionales puede ser favorable o no según el tipo de aplicación. La principal componente de los costes de explotación en este tipo de instalaciones es la compra de la biomasa.

Los costes debidos al suministro de la biomasa varían según la cantidad demandada, la distancia de transporte y los posibles tratamientos para mejorar su calidad, como el secado, el astillado o la peletización.

- La disponibilidad del combustible, su estacionalidad y la variación de los precios.
- Los costes de inversión en el caso de generación eléctrica tienen una clara división según se trate de instalaciones de generación eléctrica específicas de biomasa o instalaciones de combustión de biomasa y carbón en centrales térmicas convencionales.
- Las instalaciones específicas de biomasa requieren sistemas más complejos, lo que obliga a diseñar calderas con un mayor hogar que reduce a su vez el rendimiento.
- El mayor tamaño del hogar, unido al resto de componentes para el tratamiento y movimiento de biomasa en la planta, dan lugar a unos costes de inversión en torno a los 1.800 €/kW instalado.
- La principal componente en los gastos de explotación en las instalaciones de generación eléctrica es siempre el coste de la biomasa utilizada, aún cuando se trate de residuos industriales. Dada la gran demanda de biomasa de este tipo de instalaciones, el área de influencia para su suministro es muy grande, lo que implica una gran repercusión del coste de transporte en el coste final de la biomasa, que por otro lado, al ser adquirida en mayores cantidades puede sufrir una reducción de su precio de origen.

En estos casos considerando una distancia media de transporte asequible para la instalación y según el tipo de biomasa los costes de suministro son entorno a los 50 €/t cuando se utilizan residuos de cultivos agrícolas o forestales.

Pero hay que comentar que por una parte siempre cabe la posibilidad de adquirir ayudas económicas, en forma de subvenciones, las cuales nos reducirían los gastos económicos (Anexo VI). Además también hay que decir que el precio del kWh aumenta con el paso de los años, lo cual nos generaría mayores ingresos de los que hemos calculado. Por otra parte hay que tener en cuenta que los costes económicos de las operaciones forestales derivadas de nuestro estudio también aumentarían con el paso de los años.

Por lo que hace referencia a la viabilidad energética, técnica y legal (monte de utilidad pública o privada) el estudio se adecua perfectamente, como ya se ha explicado anteriormente.

Por parte parte cabe remarcar que sería muy complicado saber si el estudio será viable económicamente, después de 20 años (vida útil de la central a instalar), ya que no sabemos cuánto aumentarían el IPC (Índice de Precios de Consumo).

## 5. Referencias bibliográficas.

### Documentos Impresos:

- [1] IDAE. *Energía de la biomasa. Energías Renovables*. Madrid: GOBIERNO DE ESPAÑA (MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO), octubre 2007. 135 p. ISBN 978-84-96680-15-9
- [2] IDAE. *Biomasa: Cultivos energéticos. Energías Renovables*. Madrid: GOBIERNO DE ESPAÑA (MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO), octubre 2007. 50 p. ISBN 13-978-84-96680-17-3
- [3] IDAE. *Biomasa: Maquinaria agrícola y forestal. Energías Renovables*. Madrid: GOBIERNO DE ESPAÑA (MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO), octubre 2007. 29 p. ISBN 13-978-84-96680-18-0
- [4] IDAE. *Biomasa: Experiencias con biomasa agrícola y forestal para uso energético. Energías Renovables*. Madrid: GOBIERNO DE ESPAÑA (MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO), mayo 2007. 54 p. ISBN 978-84-96680-32-6
- [5] TOLOSANA ESTEBAN, Eduardo. *Manual técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal*. Madrid: Mundi-Prensa, septiembre 2009. 348 p. ISBN: 97-884-84763-83-3
- [6] TOLOSANA ESTEBAN, Eduardo, et al. *El aprovechamiento maderero*. Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 570 p. ISBN: 84-7114-904-4
- [7] MUNDET I JULOL, Roser, et al. *Guia classificació de la fusta en peu. Aplicacions i transformació de la fusta dels boscos catalans*. CONSORCI FORESTAL DE CATALUNYA. 76 p.
- [8] TRAGSATEC. *Los Montes Valencianos en cifras. Extracto del Segundo Inventario Forestal de la Comunidad Valenciana*. GENERALITAT VALENCIANA. CONSELLERIA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE. 51 p.
- [9] AIDIMA, et al. *Interrregional Co-operation on Biomass Utilization*. Valencia: Masuno. 215 p.
- [9] INIA. *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. Madrid: Rafael Serrada, Gregorio Montero, José A. Reque, 2008. 1178 p. ISBN 978-84-7498-521-4

### Documentos electrónicos:

- [1] Zambrano, Sulay. *Energía de biomasa* [en línea]. Agosto 2010 [ref. de 4 de diciembre de 2010]. Disponible en Web: <<http://blog.espol.edu.ec/cysuzamb/2010/08/22/energia-de-biomasa/>>
- [2] Construmática. *Biomasa* [en línea]. [ref. de 4 diciembre de 2010]. Disponible en Web: <<http://www.construmatica.com/construpedia/Biomasa>>
- [3] Miliarium. *Biomasa* [en línea]. [ref. de 5 de diciembre de 2010]. Disponible en Web: <[http://www.miliarium.com/monografias/energia/E\\_Renovables/Biomasa/Biomasa.asp](http://www.miliarium.com/monografias/energia/E_Renovables/Biomasa/Biomasa.asp)>

- [4] Wikipedia. *Enguera*. [ref. de 5 de diciembre de 2010]. Disponible en web: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Enguera#Localidades\\_lim.C3.ADtrofes](http://es.wikipedia.org/wiki/Enguera#Localidades_lim.C3.ADtrofes)>
- [5] Soliclima. *Cada vez más plantas de biomasa en España*. [en línea]. Octubre 2009 [ref. de 10 de diciembre de 2010]. Disponible en Web: <<http://news.soliclima.com/noticias/biomasa/cada-vez-mas-plantas-de-biomasa-en-espana>>
- [6] Portal Forestal. *La biomasa forestal existente en Cáceres puede dar electricidad a la mitad de los hogares*. [en línea]. Diciembre 2007 [ref. de 10 de diciembre de 2010]. Disponible en Web: <<http://www.portalforestal.com/informacion/noticias/972-la-biomasa-forestal-existente-en-caceres-puede-dar-electricidad-a-la-mitad-de-los-hogares.html>>
- [7] Jaume Satorra. *Centrales eléctricas con biomasa agroforestal*. [en línea]. Octubre 2009 [ref. de 10 de diciembre de 2010]. Disponible en Web: <<http://jaumesatorra.wordpress.com/2009/10/01/centrales-electricas-con-biomasa-agroforestal/>>
- [8] Convertworld. [ref. de 20 de diciembre de 2010]. Disponible en web: <<http://www.convertworld.com/es/potencia/Kilovatio.html>>
- [9] Estrucplan. *Gestión e impacto ambiental. La biomasa*. [ref. de 23 de diciembre de 2010]. Disponible en web: <<http://www.estrucplan.com.ar/contenidos/Impacto/Energias/biomasa/biomasaParaUsos03.asp>>
- [10] Adene. *Enguera en la defensa de la naturaleza*. [ref. de 28 de diciembre de 2010]. Disponible en web: <<http://adene.enguera.com/Lasierra/Introducción.aspx?PageContentMode=1#11>>
- [11] Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. *Siga (Sistema información geográfico agrario)*. [ref. de 9 de enero de 2011]. Disponible en web: <<http://sig.marm.es/siga/>>
- [12] Aven. *Electricidad. Legislación básica*. 2008 [ref. de 16 de enero de 2011]. Disponible en web: <<http://www.aven.es/legislacion/index.html>>
- [13] IDAE. *Energías renovables*. [ref. de 16 de enero de 2010]. Disponible en web: <<http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/idpag.16/relcategoria.1021/relmen.41>>
- [14] Renov-Arte. *Subvenciones para ahorro y eficiencia energética*. [ref. de 26 de febrero de 2010]. Disponible en web: <<http://www.renov-arte.es/subvencion-para-ahorro-y-eficiencia-energetica-valencia.html>>
- [15] SENDIN MACIAS, Sara. *Diagnóstico de la legislación y ayudas de la biomasa en España. Comunidad Valenciana*. [ref. de 26 de febrero de 2010]. Disponible en Web: <<http://www.profor.org/remasa/wp-content/uploads/2011/02/ayudas%20y%20legis%20biomasa%20ESP.pdf>>
- [16] Universidad de Murcia. *Diagrama de Rivas Martínez*. [ref. de 30 de febrero de 2010]. Disponible en web: <<http://www.um.es/>>

#### Bases de datos

- [1] TRAGSATEC. *3er Inventario Forestal Nacional. Descripción de la base de datos de SIG* [CD-ROM].
- [2] TRAGSATEC. *SIG\_46 Base de datos*. [CD-ROM]

# **Anexos.**

# **Anexo I.**

## **La biomasa.**

Anexo I. La biomasa.

Históricamente, el hombre ha solucionado de forma más o menos compleja el abastecimiento energético que precisaba. El sistema tradicional que ha ocupado la mayor parte de la historia, se ha basado en las energías renovables, la biomasa o su proximidad y facilidad de acceso, ha sido y todavía es en muchas zonas rurales y economías no industrializadas, el principal método de producción de energía.

La adaptación a nuevas formas y hábitos de vida emergentes con la Revolución Industrial de finales del siglo XVIII, exigió el concurso de grandes cantidades de energía que, primero el carbón y más tarde el petróleo, pudieron proporcionar de una forma rápida eficaz y barata, con una marginación casi total de las fuentes tradicionales. En esta dirección se ha caminado hasta mediados del siglo XX, en que por diversas razones (estrategias diversificadoras de abastecimiento, agotamiento paulatino de las reservas de combustibles fósiles, incidencia sobre el medio ambiente, etc.), se han contemplado otras alternativas, que por el momento no son sino una esperanza prometidora, con una implantación lenta pero progresiva.

El estudio de soluciones alternativas ha estado prácticamente siempre ligado con periodos de escasez del petróleo, aumento de precios y otras coyunturas más o menos duraderas, así como la toma de conciencia sobre el volumen en regresión de las reservas mundiales. La recuperación de la situación previa a cada crisis apartaba la investigación.

En los últimos años, se ha sumado una circunstancia que previsiblemente intensifique las acciones en esta línea: el aumento incontrolado de las emisiones netas totales de CO<sub>2</sub> por su contribución al efecto invernadero.

Dichas soluciones alternativas de las que hablamos son las llamadas, Energías renovables. (García Tirado, R. 2003)

Se denominan energías renovables aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, la biomasa y los biocombustibles.

Las energías renovables son fuentes de abastecimiento energético respetuosas con el medio ambiente. Ello no significa que no ocasionen efectos negativos sobre el entorno, pero éstos son infinitamente menores si los comparamos con los impactos ambientales de las energías convencionales (combustibles fósiles: petróleo, gas y carbón; energía nuclear, etc.) y además son casi siempre reversibles.

Como ventajas medioambientales importantes podemos destacar la no emisión de gases contaminantes como los resultantes de la combustión de combustibles fósiles, responsables del calentamiento global del planeta (CO<sub>2</sub>) y de la lluvia ácida (SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>) y la no generación de residuos peligrosos de difícil tratamiento y que suponen durante generaciones una amenaza para el medio ambiente como los residuos radiactivos relacionados con el uso de la energía nuclear.

Otras ventajas a señalar de las energías renovables son su contribución al equilibrio territorial, ya que pueden usar fácilmente en zonas rurales y aisladas, así como la disminución de la dependencia de suministros externos, ya que las energías renovables son autóctonas (accesibles en cualquier zona del mundo), mientras que los combustibles fósiles sólo se encuentran en un número limitado de países.

Este tipo de energías podrían solucionar muchos de los problemas ambientales y económicos que supone el actual uso del resto de las fuentes de energía, como la contaminación atmosférica, los residuos radiactivos, liberación de gases que propician la destrucción de la capa de ozono e incrementan el efecto invernadero, junto a su vez, frenar la dependencia de las importaciones energéticas de fuentes agotables. (Cybertesis, 2006)

La biomasa.

Entre las energías renovables destaca el uso de productos obtenidos a partir de materia orgánica fresca para producir energía. Estos productos componen lo que se denomina comúnmente “biomasa”, una definición que abarca un gran grupo de materiales de diversos orígenes y con características muy diferentes. Los residuos de aprovechamientos forestales y cultivos agrícolas, residuos de podas de jardines, residuos de industrias agroforestales, cultivos con fines energéticos, combustibles líquidos derivados de productos agrícolas (los denominados biocarburantes), residuos de origen animal o humano, etc., todos pueden considerarse dentro de la citada definición.

La biomasa forestal como energía renovable, ha sido un campo que se ha desarrollado muy poco y muy lentamente a lo largo de los últimos años. Por ello el progresivo agotamiento de las energías fósiles (petróleo, carbón...) y los efectos nocivos ligados a estas, como pueden ser la contaminación, el aumento de precios en el mercado... han sido las principales causas de que hoy en día se dedique mucho más tiempo, se invierta más dinero y se realicen más investigaciones para el desarrollo de dicho campo.

Los escenarios energéticos actuales no son sostenibles ni a corto ni a largo plazo. La dependencia de combustibles no renovables nos obliga a cuestionar, replantear y cambiar el actual modelo energético. Las energías alternativas, a la luz de las políticas europeas relacionadas con el Protocolo de Kyoto y a la vista del aumento imparable de los precios del petróleo y del gas, que han llegado a duplicarse en los últimos años, cobran especial importancia en la actualidad. Estas energías, que han cubierto durante miles de años las necesidades energéticas de la humanidad, lo volverán a hacer en el futuro y esto no significa, como algunos se empeñan en pensar, un retroceso al pasado o un estancamiento del avance tecnológico. Por el contrario, aprovechar una energía “gratuita” y sostenible es además de una necesidad, un síntoma de progreso en la actualidad. (IDAE, 2007)

➤ La biomasa en los diferentes contextos.

La biomasa se puede ver desde diferentes contextos o niveles. Estos niveles son los siguientes:

La biomasa en el contexto Mundial.

El desarrollo y operación de los actuales sistemas de producción y consumo necesitan grandes cantidades de energía para mantenerse. Esta situación se puede constatar en la medida que se analiza el aumento del consumo energético referenciado a los países en vías de desarrollo.

La Agencia Internacional de la Energía ha desarrollado diversos proyectos sobre la biomasa a través de su división IEA Bioenergy. Esta agencia calcula que el 10% de la energía primaria mundial procede de los recursos asociados a esta fuente, incluidos los relacionados con biocombustibles líquidos y biogás. Gran parte de este porcentaje corresponde a los países pobres y en desarrollo, donde resulta ser la materia prima más utilizada para la producción de energía, justo en aquellos países donde se prevé un mayor aumento de la demanda energética.

Según datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “algunos países pobres obtienen el 90% de su energía de la leña y otros biocombustibles”. En África, Asia y Latinoamérica representa la tercera parte del consumo energético y para 2.000 millones de personas es la principal fuente de energía en el ámbito doméstico.

La propia FAO reconoce que la mejora del uso eficiente de los recursos de la energía de la biomasa- incluidos los residuos agrícolas y las plantaciones de materiales energéticos- ofrece oportunidades de empleo, beneficios ambientales y una mejor infraestructura rural.

Mientras esta apuesta se hace realidad, las previsiones concretas de futuro las marca, entre otros, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, estableciendo que antes de 2100 la cuota de participación de la biomasa en la producción mundial de energía debe estar entre el 25 y el 46%. (IDAE, 2007)

En el contexto Europeo.

En Europa, el 54% de la energía primaria de origen renovable procede de esta fuente, sin embargo sólo supone el 4% sobre el total energético. En concreto según los datos del observatorio europeo de las energías renovables, EurObserv'ER, en 2004 la producción de energía primaria debida a biomasa se cuantificó en 55.439 ktep (kilotoneladas de petróleo equivalente).

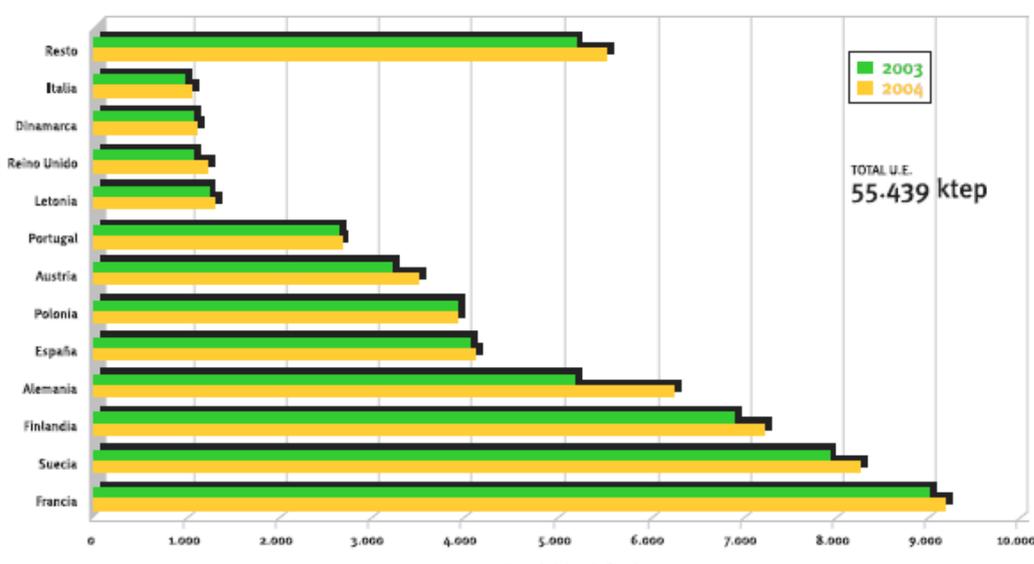
En general, en torno al 83% se destina a usos térmicos y el 17% a la producción de electricidad.

Francia, con 9.180 ktep encabeza la producción, seguida por los países escandinavos, que son considerados los auténticos líderes acorde con su número de habitantes ya que, por ejemplo, Finlandia cubre con biomasa el 50% de sus necesidades de calor y el 20% del consumo de energía primaria. Sin embargo, el ritmo actual de crecimiento de la producción con biomasa hará imposible el cumplimiento de los objetivos establecidos en el Libro Blanco de la Energías Renovables de la Unión Europea, que los fija en

100.000 ktep para finales de 2010. Según ese ritmo actual, en dicha fecha se alcanzarán sólo 77.700 ktep.

En 2004 la Comisión Europea emitió una comunicación dirigida al Consejo y al Parlamento Europeo en la que confirmaba que el desarrollo de tecnologías vinculadas a la biomasa sufría una mala coordinación de las políticas y un apoyo financiero insuficiente. Según la Comisión, sólo Dinamarca, Finlandia y el Reino Unido experimentan una curva de crecimiento importante de esta fuente de energía.

El diagnóstico de EurObserv'ER apunta a que si los países más habitados del continente y con importantes recursos forestales, como Francia, Alemania, España e Italia, intensifican sus esfuerzos en esta materia se puede cumplir el objetivo. El Libro Blanco otorga a la biomasa la máxima responsabilidad en el incremento del peso de estas energías en el futuro desarrollo europeo. Si todas estas buenas intenciones se concretan, la contribución de la biomasa a finales del siglo XXI podría alcanzar la cuarta parte de la producción mundial de energía. (IDAE, 2007)



**Figura I:** Producción de energía primaria con biomasa en Unión Europea durante los años 2003 y 2004. **Fuente:** EurObserv'ER

#### En el contexto nacional.

En España, los recursos potenciales de biomasa calculados en el Plan de Energías Renovables (PER) se sitúan en torno a los 19.000 ktep, de los cuales, más de 13.000 ktep corresponden a biomasa residual y casi 6.000 ktep a cultivos energéticos. En la actualidad, la biomasa alcanza el 45% de la producción con energías renovables en España, lo que equivale al 2,9% respecto del total de consumo de energía primaria, incluida las convencionales.

El PER, aprobado por el Gobierno en agosto de 2005, plantea una serie de soluciones a los problemas que han impedido el desarrollo de la biomasa, con los peores números de cumplimiento del antiguo Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) de 1999. Las 4.167 ktep de consumo de 2004 fueron ligeramente superiores a las 4.122 ktep de 2003, pero teniendo en cuenta que durante el período 1999-2004 el incremento

fue de 538 ktep, resultaba imposible que en 2010 se alcanzara el objetivo establecido de las 6.000 ktep de crecimiento. En el cómputo global del consumo, además del sector doméstico, destacan las industrias de pasta y papel; las de madera, muebles y corcho; y las de alimentación, bebidas y tabaco, que suman el 90% del total.

Igualmente, tanto en aplicaciones eléctricas como térmicas los recursos más utilizados son los residuos procedentes de industrias forestales y agrícolas. El escaso aprovechamiento de los residuos agrícolas y de los cultivos energéticos ha motivado los malos resultados de la biomasa en general.

Andalucía, Galicia y Castilla y León son las Comunidades Autónomas que registran un mayor consumo debido principalmente a la presencia en ellas de empresas que utilizan grandes cantidades de biomasa, a la existencia de un sector forestal desarrollado y la diseminación de la población que facilita el uso de la biomasa doméstica.

El PER toma como punto de partida el año 2004 y marca un nuevo crecimiento hasta finales de 2010 de 5.040,3 ktep. (IDAE, 2007)

### En la Comunitat Valenciana.

La gran mayoría del suelo de la Comunitat Valenciana es productor de biomasa, ya sea forestal: Coníferas, frondosas, etc. o agrícola: Leñosos, Herbáceos, etc. En total, la biomasa agrícola-forestal se calcula en unas 30.000 kt/año (Kilotoneladas por año) brutas (aproximadamente el 10% serían fácilmente aprovechables).

La superficie forestal de la Comunitat Valenciana es de 1.215.077 ha, la cual representa un 5% de la extensión forestal del territorio español (24.001.192 ha) y por Comunidades Autónomas es el octavo lugar en extensión.

En cuanto al régimen de propiedad forestal, en la Comunitat Valenciana los montes privados superan a los públicos. Por usos, el 48% de la superficie corresponde a superficie forestal, el 44% a cultivos, un 4% a superficie en regeneración y el 4% restante a superficie improductiva.

La biomasa forestal aprovechada en las explotaciones forestales de la Comunitat Valenciana pertenece principalmente al género *Pinus*, siendo las especies *P.halepensis*, *P.sylvestris*, *P.pinaster* y *P.nigra*. A su vez también existen masas de frondosas aprovechadas, siendo los géneros *Populus* y *Quercus* los más representativos.

En el conjunto de biomasa forestal y agrícola se observa que la producción media se sitúa en 1 tonelada/año. ha, pero no toda esta biomasa es directamente usable, y sólo el 10-20% de ella sería económicamente viable valorizarla con la tecnología actual. Aún así esto puede suponer entre 1.000 y 5.000 kt/año de biomasa. (AIDIMA, 2007)

➤ Tipos de biomasa.

La biomasa vegetal se clasifica de la siguiente manera:

Natural.

Es aquella que abarca los bosques, árboles, matorrales, plantas de cultivo, etc. Por ejemplo, en las explotaciones forestales se producen una serie de residuos o subproductos, con un alto poder energético, que no sirven para la fabricación de muebles ni papel, como son las hojas y ramas pequeñas, y que se pueden aprovechar como fuente energética. Los residuos de la madera se pueden aprovechar para producir energía. De la misma manera, se pueden utilizar como combustible los restos de las industrias de transformación de la madera, como los aserraderos, carpinterías o fábricas de mueble y otros materiales más.

Residual.

Es aquella que corresponde a los residuos de paja, serrín, estiércol, residuos de mataderos, basuras urbanas, etc. El aprovechamiento energético de la biomasa residual, por ejemplo, supone la obtención de energía a partir de los residuos de madera y los residuos agrícolas (paja, cáscaras, huesos...), etc. Los residuos agrícolas también pueden aprovecharse energéticamente y existen plantas de aprovechamiento energético de la paja residual de los campos que no se utiliza para forraje de los animales.

Para entender mejor el origen y composición de cada uno de los residuos y materiales, susceptibles de ser utilizados en la producción de energía, conviene analizarlos uno a uno:

- **Residuos forestales.**

Se originan en los tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales, tanto para la defensa y mejora de éstas como para la obtención de materias primas para el sector forestal (madera, resinas, etc.). Los residuos generados en las operaciones de limpieza, poda, corta de los montes pueden utilizarse para usos energéticos dadas sus excelentes características como combustibles. Con la maquinaria apropiada se puede astillar o empaquetar para mejorar las condiciones económicas del transporte al obtener un producto más manejable y de tamaño homogéneo. En la actualidad, los inconvenientes asociados a estos residuos, como la dispersión, la ubicación en terrenos de difícil accesibilidad, la variedad de tamaños y composición, el aprovechamiento para otros fines (fábricas de tableros o industrias papeleras), las impurezas (piedra, arena, metales) o el elevado grado de humedad han impedido su utilización generalizada como biocombustibles sólidos.

- **Residuos agrícolas leñosos.**

Las podas de olivos, viñedos y árboles frutales constituyen su principal fuente de suministro. Al igual que en el caso anterior, es necesario realizar un astillado o empacado previo a su transporte que unido a la estacionalidad de los cultivos aconseja la existencia de centros de acopio de biomasa donde centralizar su distribución.

- **Residuos agrícolas herbáceos.**

Se obtienen durante la cosecha de algunos cultivos, como los de cereales (paja) o maíz (cañote). También en este caso la disponibilidad del recurso depende de la época de recolección y de la variación de la producción agrícola.

- **Residuos de industrias forestales y agrícolas.**

Las astillas, las cortezas o el serrín de las industrias de primera y segunda transformación de la madera y los huesos, cáscaras y otros residuos de la industria agroalimentaria (aceite de oliva, conservera, frutos secos...) son parte de los biocombustibles sólidos industriales. En estos casos la estacionalidad se debe a las variaciones de la actividad industrial que los genera.

### Cultivos energéticos.

Son cultivos de especies vegetales destinados específicamente a la producción de biomasa para uso energético. En España, aunque existen experiencias en diversos lugares asociadas a distintos proyectos, aún no han pasado del campo de la experimentación. Entre las distintas especies agrícolas herbáceas susceptibles de convertirse en cultivos energéticos destacan el cardo, el sorgo y la colza etíope. Además también pueden utilizarse especies forestales leñosas, como los chopos, en zonas de regadío, y los eucaliptos, en terrenos de secano. A veces, no se suelen incluir en la energía de la biomasa que queda restringida a la que se obtiene de modo secundario a partir de residuos, restos, etc. (Zambrano, S. 2010)

- Ventajas e inconvenientes del uso de la biomasa como energía renovable.

Como todas las energías renovables, el uso de la biomasa también presenta ventajas e inconvenientes. Aunque es mucho mayor el número de las primeras frente a los últimos. Así pues, tenemos que las pros y los contras del uso de la biomasa son los siguientes:

#### Ventajas.

- El balance de CO<sub>2</sub> emitido es neutro. La combustión de biomasa, si se realiza en condiciones adecuadas, produce agua y CO<sub>2</sub>, pero la cantidad emitida de este último gas, principal responsable del efecto invernadero, fue captada por las plantas durante su crecimiento. Es decir, el CO<sub>2</sub> de la biomasa viva forma parte de un flujo de circulación continuo entre la atmósfera y la vegetación, sin que suponga incremento de ese gas en la atmósfera con tal que la vegetación se renueve a la misma velocidad que se degrada.

- No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas.

- Una parte de la biomasa para fines energéticos procede de materiales residuales que es necesario eliminar. El aprovechamiento energético supone convertir un residuo en un recurso.

Los cultivos energéticos sustituirán a cultivos excedentarios en el mercado de alimentos. Eso puede ofrecer una nueva oportunidad al sector agrícola.

- La producción de biomasa es totalmente descentralizada, basada en un recurso disperso en el territorio, que puede tener gran incidencia social y económica en el mundo rural.

- Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles.

- La tecnología para su aprovechamiento cuenta con un buen grado de desarrollo tecnológico para muchas aplicaciones.

- Es un importante campo de innovación tecnológica. Las respuestas tecnológicas en curso están dirigidas a optimizar el rendimiento energético del recurso, minimizar los efectos ambientales de los residuos aprovechados y de las propias aplicaciones, incrementar la competitividad comercial de los productos y posibilitar nuevas aplicaciones de gran interés como los biocombustibles, entre otros.

- Reducción de riesgos de incendios forestales y de plagas de insectos.

- Aprovechamiento de residuos agrícolas, evitando su quema en el terreno.

#### Inconvenientes.

- La materia prima es de baja densidad (menor rendimiento energético en comparación con los combustibles fósiles) energética lo que quiere decir que ocupa mucho volumen y por lo tanto puede tener elevados costes de transporte y almacenamiento.

- Producción estacional.

- Tecnología en desarrollo. (Estrucplan, 2010)

## ➤ Aplicaciones de la biomasa.

La gran variedad de biomasa existentes unida al desarrollo de distintas tecnologías de transformación de ésta en energía (Combustión directa, Pirolisis, Gasificación, Fermentación, Digestión anaeróbica,...) permiten plantear una gran cantidad de posibles aplicaciones entre las que destacan:

### Biocombustibles.

La producción de biocombustibles tales como el etanol y el biodiesel tiene el potencial de sustituir cantidades significativas de combustibles fósiles en varias aplicaciones de transporte. El uso extenso del etanol en Brasil ha demostrado que los biocombustibles son técnicamente factibles en gran escala. La producción de biocombustibles en los EE.UU. y Europa (etanol y biodiesel) está aumentando, siendo la mayoría de los productos utilizados en combustible mezcla, por ejemplo E20 está compuesto por 20% de etanol y 80% de gasolina y se ha descubierto que es eficaz en la mayoría de los motores de ignición sin ninguna modificación. Actualmente la producción de biocombustibles es apoyada con incentivos del gobierno, pero en el futuro, con el crecimiento de los sembrados dedicados a la bioenergía, y las economías de la escala, las reducciones de costos pueden hacer competitivos a los biocombustibles.

### Producción eléctrica.

La electricidad puede ser generada a partir de un número de fuentes de biomasa y al ser una forma de energía renovable se la puede clasificar como “energía verde”. La producción de electricidad a partir de fuentes renovables de biomasa no contribuye al efecto invernadero ya que el dióxido de carbono liberado por la biomasa cuando es quemado, (directa o indirectamente después de que se produzca un biocombustible) es igual al dióxido de carbono absorbido por el material de la biomasa durante su crecimiento.

### Calor y Vapor.

La combustión de la biomasa o de biogás puede utilizarse para generar calor y vapor. El calor puede ser el producto principal, en usos tales como calefacción de hogares y cocinar, o puede ser un subproducto de la producción eléctrica en centrales combinadas de calor y energía. El vapor generado por la biomasa puede utilizarse para accionar turbinas de vapor para la producción eléctrica, utilizarse como calor de proceso en una fábrica o planta de procesamiento, o utilizarse para mantener un flujo de agua caliente.

### Gas Combustible.

Los biogases producidos de la digestión o de la pirolisis anaerobia tienen un número de aplicaciones. Pueden ser utilizados en motores de combustión interna para accionar

turbinas para la producción eléctrica, puede utilizarse para producir calor para necesidades comerciales y domésticas, y en vehículos especialmente modificados como un combustible. (Estrucplan, 2010)

➤ Consideraciones ambientales en el aprovechamiento de la biomasa.

Es fundamental que se establezcan pautas que aseguren un correcto desarrollo del potencial de la biomasa sin dar lugar a otros problemas ambientales. El objetivo debe ser impulsar aquellas formas de aprovechamiento que sean sostenibles y ambientalmente aceptables, descartando otras que sean perjudiciales para el medio ambiente.

La biomasa es parte del ciclo natural del carbono entre la tierra y el aire. Para que la biomasa energética se considere energía renovable, la emisión neta de carbono del ciclo deberá ser cero o negativa, esto es, el carbono absorbido en el proceso total debe ser igual o mayor al emitido en la atmósfera en los procesos de generación de la energía.

Asimismo, el análisis del balance energético del ciclo es fundamental para comprobar que éste sea positivo, es decir, el rendimiento energético obtenido de la biomasa debe ser igual o mayor que la suma de la energía no renovable utilizada en el proceso de producción generación y transporte de la misma.

Como criterio general se priorizarán los recursos excedentes frente a la nueva producción de los mismos potenciando los sistemas a pequeña escala y cercanos a la producción de los recursos, teniendo en cuenta que el dimensionado de las instalaciones se deberá realizaren función de la disponibilidad del recurso biomasa y no al revés. (Construmática, 2010)

# **Anexo II.**

## **Estado natural.**

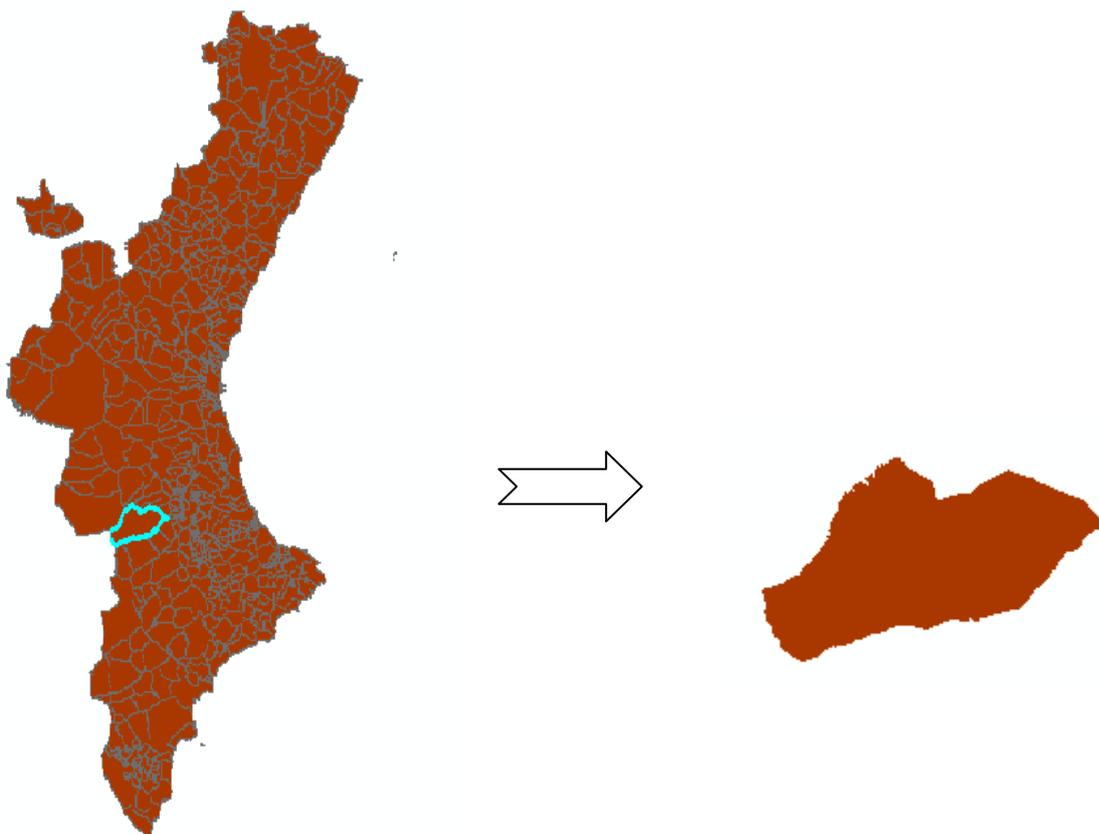
Anexo II. Estado natural.

➤ Localización geográfica y situación administrativa.

Al sud-oeste de la provincia de Valencia y a 70 kilómetros de la capital Valenciana, se encuentra el municipio de Enguera, con 5.902 habitantes (a 31 de diciembre de 2010) y a una altura de 318 msnm. El término municipal de Enguera pertenece a la comarca de la Canal de Navarrés y se encuentra situado entre el macizo del Caroig y el valle de Montesa.

Se puede apreciar tanto en el mapa de situación del término municipal de Enguera(Plano 1, Anexo VI) como en la figura 3.1 de localización los límites del término estudiado.

El municipio de Enguera tiene una superficie de 241,8 km<sup>2</sup> y limita con las localidades de Anna, Chella, Bolbaite, Quesa, Ayora, La Font de la Figuera, Moixent, Vallada, Montesa, Canals y con un pequeño enclave de Xativa, todas ellas de la provincia de Valencia, y con Almansa en la provincia de Albacete, Castilla- La Mancha.



**Figura II:** Localización del municipio de Enguera dentro de la Comunitat Valenciana.

**Fuente:** Elaboración propia con ArcMap 10.

## ➤ **La Sierra de Enguera.**

La Sierra de Enguera posee una extensión de 24.025 ha. La gran parte de esta superficie ocupada por una masa forestal de 4.140 ha de matorral y 13.793 ha de arbolado, completándose con superficies de cultivos de regadío y de secano, a esta superficie y está dividida en cuatro zonas, las cuales está delimitadas físicamente: La Redonda, Los Altos y Navalón y La Matea.

### **La Redonda.**

Conocida como la Vall de Enguera, con un total de 6.862 hectáreas, es la zona que circunda la población y se encuentra rodeada en su mayoría por zonas de cultivos, esencialmente de olivos, algarrobos y árboles frutales. Comienza desde los límites con los términos de Anna, Chella y Montesa, y finaliza con una línea que podemos trazar entre la Cuesta del Rebollo y la Casa de la Losa Larga, en término de Chella, y hasta el límite del término de Vallada, en el Barranco de la Piletas, pero al llegar a este punto antes hemos de pasar, cruzando el camino del Covarcho, y a la altura de la cueva del Alionero, por el puntal de este mismo nombre, después por el Barranco del Sindico, Carretera del Caserío de Benali en el Kms. 9, Barranco de Peñas Escalas, Llano de Almas, Umbría del Saytón, cruza por el camino de la Losa Varea, Puntal del Tambor, Barranco del Gallardo, La Hospitalera, La Carrasquilla y desde este punto terminar por la Casa de la Serra en dirección al término de Vallada.

### **Los Altos.**

Con una superficie de 10.830 hectáreas, es la zona más extensa de la sierra de Enguera, donde está enclavada la mayoría de la masa forestal existente en estos momentos de pinadas adultas. Empieza desde los puntos antes citados, del Monte de “ La Redonda “ y termina en el paraje conocido como Los Dientes de la Vieja en Rió Grande ( Término de Ayora), pasa por la Casa de Úbeda, cruza la Vereda Real de Almansa, a la altura del Barranco de Cacer, Loma Marín, cruza la Carretera de Ayora por la Casa de la Peraleja, y después de pasar por lo Bujes, llega hasta el Manjón de Las Armas, donde limitamos con el término de Mogente.

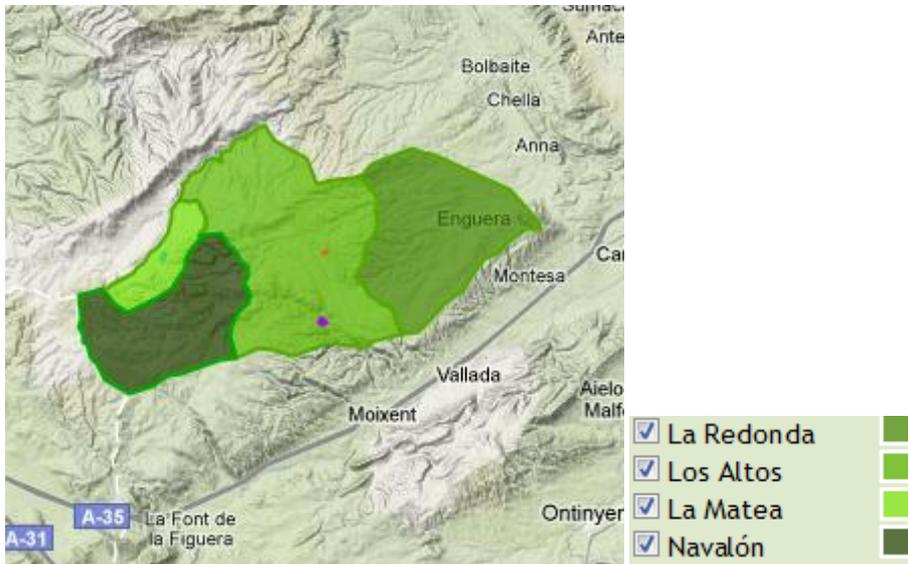
### **Navalón.**

Con 5.133 hectáreas, es uno de los parajes más emblemáticos de la sierra. Empieza desde la Vereda Real de Almansa, a la altura del paraje conocido como el Sabinarejo, continua con los montes de Los Altos hasta llegar al mojón de Las Armas. Es una zona donde aún se conservan grandes masas forestales entre los términos de La Font de la Figuera y Almansa, lindante con la provincia de Albacete.

### **La Matea.**

El coto del Conde o de la Matea, es decir, las 1.200 hectáreas que el mismo tiene dentro de nuestro término, empiezan en el paraje que conocemos como Dientes de la Vieja, cruza la Rambla Honda, La Casa de Úbeda, El Sabinarejo, sigue por la Loma del Padre

o Cerro de los Pastores, Barranco de Enmedio, Alto de la Muelas, para terminar en la Fuente de la Doncellas, en el termino de Ayora.



**Figura II.I:** Mapa de las diferentes zonas de la Sierra de Enguera. **Fuente:** "www.adene.es"

### ➤ Orografía.

Podemos distinguir tres zonas diferentes. Dentro de la formación morfológica de la Sierra de Enguera, siendo una característica importante la presencia de largas unidades anticlinales con orientación Noreste-Suroeste, formando sierras y unidades sinclinales, con la misma orientación, que da lugar a estrechos valles y profundos barrancos.

La zona occidental, considerada como prolongación del macizo del Caroig, presenta un relieve abrupto, con materiales calcáreos intensamente fracturados con una latitud media de 900 m, encontrándose las mayores cotas hacia el Sur y Sudeste.

También es característica la presencia de anticlinal de la "La Plana " y sinclinal de Enguera con una cota media de 600 metros. Situada en la parte Sur-Este del término.

En la zona centro, entre la estribaciones del macizo del Caroig y la Plana de Enguera se sitúa una formación montañosa con una cota media de 500 m.

Las depresiones que forman los valles alcanzan su menor cota al Norte de la población de Enguera, con relieves suaves y ondulados cuya cota media es de 250 mts.

Las principales alturas del término municipal de Enguera son: Altos de Umbría Negra (1.056 m.), Altos de Salomón (1.026 m), Arenales (1.019 m), Matamoros (838 m), Albarra (826 m), Palmera (877 m), Arenas (819 m), todos ellos vértices geodésicos de tercer orden, y la Plana (618 m), vértice de segundo orden.

### ➤ **Geología y Litología.**

La sierra de Enguera, pertenece a las unidades externas de la Cordillera Bética y más concretamente a la Zona Prebética, que ocupa gran parte del Sur de la Provincia de Valencia y de Alicante.

En los Montes de la Sierra de Enguera, predominan los substratos calcáreos; Las rocas calizas dura (incluyendo las dolomías y calizas dolomíticas) dan lugar a abundantes afloramientos de roca, suelos superficiales y muy pedregosos (Barrancos La Carrasca, El Gatillo, La Hoz, Río Grande, etc.).

Otro sustrato rico en cal es la Marga, de consistencia blanda pero muy compacta e impermeable, este tipo de roca con frecuencia alterna con las calizas encontrándose en gran parte en las zonas de ladera.

La litología presente en el término municipal de Enguera es muy variada. Podemos decir que dicho municipio está ocupado en su mayoría por dolomías, las cuales se distribuyen en toda su parte oeste y noroeste. Aunque también podemos apreciar pequeñas zonas de calcáreas, arenas y arcillas, la cuales se distribuyen por toda la parte oeste de dicho término. Además podemos observar que en la parte este del término municipal hay una gran presencia de margas, cantos, gravas y limos; seguidos en su menor medida de calcáreas y dolomías y arenas. Toda esta distribución la podremos ver más fácilmente en el mapa correspondiente a la litología del término municipal de Enguera. (Anexo VI).

### ➤ **Climatología.**

La sierra de Enguera, situada en el extremo Sur-Occidental de la Comunidad Valenciana, se puede considerar como un sector de transición climática entre variantes diferentes del clima mediterráneo. Factores fundamentales de esta transición, son la orientación de sus valles y estribaciones W-E y SW-NE, la diferencia de altitud en zonas bajas subiendo la misma hasta los 1.126 metros del Caroig en las cimas interiores y su distancia al mar, confieren a la parte occidental de la sierra un mayor aspecto de continentalidad en el clima. Presenta un tipo climático seco-subhúmedo y un ombroclima seco.

Según las diferencias de cotas en la sierra, hace fluctuar las temperaturas entre 4 y 5 °C, así como la pluviometría, oscilando la media anual entre 300 litros/m<sup>2</sup> y 400 l/m<sup>2</sup>, se corresponde con un clima mediterráneo con máximas en otoño y primavera, y mínimas durante el verano.

La estación que tiene más correspondencia a nuestra zona de estudio es la de Enguera. Esta estación tiene las siguientes características:

Tipo de estación: Termopluviométrica

Coordenadas UTM:

X: 690.207,88

Y: 4.310.822,49

La siguiente información climática se ha extraído de La aplicación SIGA (Sistema de Información Geográfico Agrario), que se encuentra en la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; y es la siguiente:

Pluviometría media anual (mm)	584
Temperatura media anual (°C)	14-16
Temperatura media de mínimas del mes más frío-Enero (°C)	3,20
Temperatura mínima absoluta-Enero (°C)	-9,0
Temperatura media de máximas del mes más cálido-Julio (°C)	29,50
Temperatura máxima absoluta-Julio (°C)	43,0
Duración período cálido (nº meses)	1
Duración período frío de heladas (nº meses)	5,11
Duración período seco (nº meses)	2,80
Índice de evapotranspiración (ETP) medio anual	776
Índice de aridez (P/ETP)	0,5-0,75

**Tabla II:** Datos de la estación termopluviométrica de Enguera. **Fuente:** “www.siga.es”

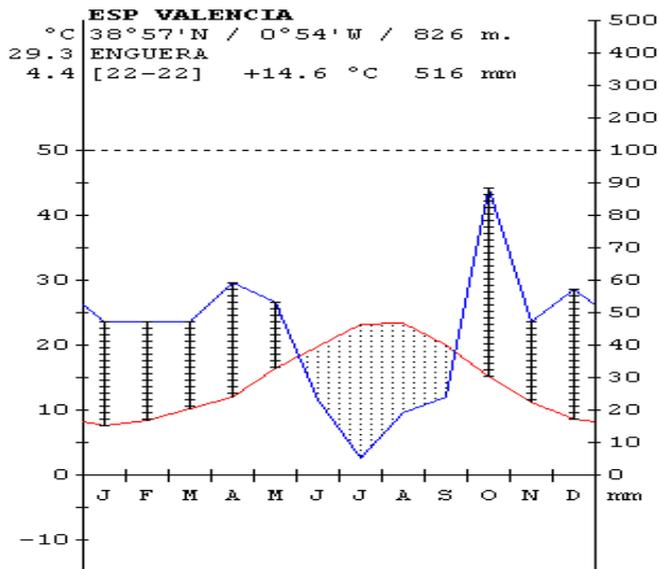
El mes más frío es Enero, con temperaturas medias de 7,3 °C. En primavera la temperatura media es de 12,3 °C y en otoño es de 15 °C. Se cumple así una característica típica de las latitudes medias, de una evolución de las temperaturas más frescas hasta ya entrado el mes de Mayo.

Respecto a la temperatura media de las máximas de los meses más cálidos, se llega a alcanzar de 29,50 °C en el mes de Julio y en la temperatura media de los meses más fríos, se llega a alcanzar una máxima de 10,3 °C en el mes de Enero. Se vuelve a observar un ascenso lento de las temperaturas en los meses de la primavera y un descenso rápido en los meses de otoño, por lo que se repetiría el patrón térmico estacional descrito para la temperatura media.

En la temperatura media de las mínimas, la media anual en Enguera es de 9,8 °C, alcanzándose en Enero una mínima absoluta de – 9,0 °C.

En relación a las heladas, cabe destacar los siguientes que:

La fecha media de la primera helada es el 13 de diciembre. La fecha media de la última helada es el 22 de febrero. Hay, de media, 0,1 granizadas al año. Hay, de media, 0,9 nevadas al año.



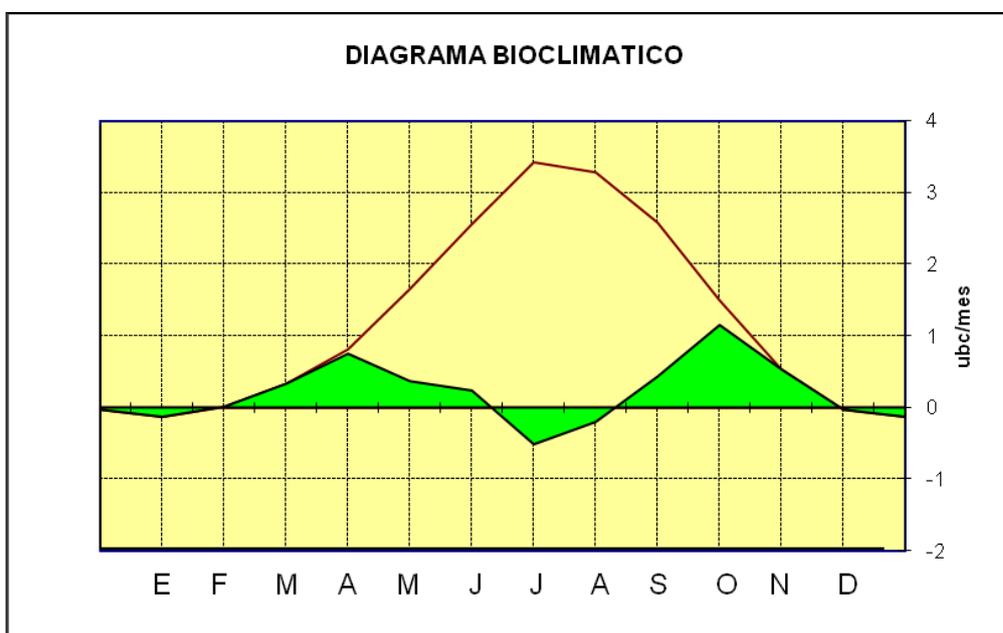
**Figura II.II:** Diagrama ombroclimático de Rivas-Martinez, 1987 **Fuente:** "www.um.es "

Vientos de componente O en otoño e invierno y máxima frecuencia de vientos de componente E en la primavera y verano pudiéndose dar ocasionalmente casos de temporales de viento entre noviembre y marzo.

Desde el punto de vista bioclimático, si se aplica la metodología de Rivas-Martínez, se observa que la zona se encuentra dentro del **piso bioclimático meso-mediterráneo**.

Una mejor aproximación bioclimática la proporcionan los **Diagramas Bioclimáticos** de Montero de Burgos y González Rebollar. Previamente a su cálculo es necesario establecer el valor de las hipótesis de Capacidad de Retención (CR) y escorrentía (W) que es más frecuente en nuestra zona de estudio. Los suelos son, en general, pedregosos, pero con una vegetación con una FCC que está, de media, alrededor del 80 %. Por lo que la CR=50 mm. Por otra parte, de las pendientes, predomina el intervalo del 0 al 30 %, por lo que se establece la hipótesis W=10. (Fabra Crespo, M.2007)

El resultado es:



**Figura II.III:** Diagrama bioclimático de Montero de Burgos y González Rebollar, 1987

Los valores de los parámetros bioclimáticos para la hipótesis  $CR=50$ ,  $W=10$  son los siguientes:

**Intensidad Bioclimática Potencial (IBP)** = 16,65 unidades bioclimáticas (ubc). La IBP muestra un valor muy elevado. Esto quiere decir que, potencialmente, y sin ausencia de restricciones hídricas, el crecimiento de la vegetación sería muy importante.

**Intensidad Bioclimática Real (IBR)** = 3,82 ubc. La IBR se reduce drásticamente en relación a la IBP a causa, precisamente, del déficit hídrico.

**Intensidad Bioclimática Fría (IBF)** = -0,15 ubc. Este valor indica que, existe un pequeño parón en el crecimiento de la vegetación a causa del frío. Este parón, gráficamente, se corresponde por el área que se encuentra debajo de la línea que marca 0 ubc. Dicha línea corresponde a una temperatura de 7,5 °C. Por debajo de esta temperatura no existe crecimiento vegetal, y corresponde en este caso con los meses de diciembre y enero.

**Intensidad Bioclimática Condicionada (IBC)** = 1,02 ubc. Después del parón en el crecimiento vegetal en verano, se produce el descenso de las temperaturas y el aumento de las lluvias en otoño. El estrés hídrico existente durante el verano no se recupera por la planta instantáneamente, sino que pasa un tiempo durante el cual se crece menos, hasta recuperar la turgencia total, así como la actividad fotosintética completa. Este tiempo de recuperación lo explica la IBC, que en el caso de Los Brunales, corresponde con los meses de Septiembre, Octubre y hasta la mitad de Diciembre.

**Intensidad Bioclimática Subseca (ISS)** = 12,82 ubc. Este elevado valor indica que parte del crecimiento sobre el potencial no se produce a causa de las altas temperaturas y el cierre de estomas. Para el caso objeto de estudio, si no hubiera limitación hídrica, es decir, si la planta creciera teniendo a su disposición toda el agua necesaria, crecería un 77 % más de lo que lo hace bajo las condiciones reales.

➤ **Hidrología.**

Las aguas de la Sierra de Enguera las recogen tres cauces principales: al norte, el río Grande, que afluye al Escalona y recibe, entre otros, los barrancos del Ribasón, la Cuarentena y de los Chatos; al centro está el río Mínguez, que va al río Sellent y recoge los barrancos del Saitón, las Barbas y Gallardo; y en el sector sur el barranco de la Boquilla, que desemboca en el río Cãñoles, recoge los barrancos subsidiarios de Barrona, Toro, Hoz, Parral, etc.

➤ **Vegetación.**

**Vegetación Potencial.**

Se trata de una extensa zona montañosa, ocupada por matorrales y fragmentos de formaciones forestales, de gran interés para la fauna silvestre por su carácter de encrucijada entre diferentes territorios. Surcada además por importantes barrancos que albergan hábitats rocosos y fluviales de elevado valor.

Cronológicamente, el territorio pertenece al reino Holártico, región Mediterránea, superprovincia Mediterráneo-Iberolevantina y dentro de esta a la provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega (sector Manchego), caracterizada por un clima mediterráneo más occidental.

Según las series de vegetación de Rivas Martínez, nuestra zona de estudio pertenece a la serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de la carrasca o encina (*Blupearu rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum*). Esto se define como un carrascal manchego óptimo continental, con un estrato arbustivo y lianoide muy pobre. Su faciación típica se encuentra representada en el piso Mesomediterráneo Superior y presenta como etapas de sustitución un coscojar (*Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae*) y un retamar (*Genisto scorpii-Retametum sphaerocarphae*), un matorral serial (*Salvio lavandulifoliae- Genistetum mugronensis*) y un pastizal xerófilo (*Phlomido-Brachypodium retusi*).

## Vegetación actual.

El estudio de la vegetación presente en nuestra zona de estudio se realiza mediante la separación y análisis de las diferentes etapas que componen la sucesión normal de la vegetación existente en la zona.

**Arbolado:** Está compuesto casi exclusivamente por el pino carrasco, el cual está perfectamente adaptado a las duras condiciones climáticas y edáficas existentes. También podemos encontrar aunque en menor medida ejemplares de pino negral. En las ramblas y sobre sustratos de textura arenosa es posible encontrar algún ejemplar de pino piñonero, aunque el número de estos es casi insignificante. En cuanto a la presencia de la especie climática por excelencia (la carrasca), ésta se ve dificultada por la escasa humedad existente y la escasa profundidad de los suelos. No obstante se localiza mezclada con el pino carrasco en las laderas sombreadas y en las zonas más elevadas del monte.

Así pues, según datos extraídos del Segundo Inventario Forestal tenemos que la distribución de las especies dominantes en el término de Enguera es la siguiente:

Termino Municipal	Superficie Forestal Arbolada	Pino Negral	Algarrobo	Pino carrasco	Arbolado con coníferas y frondosas	Superficie afectada por los Incendios en Ha (1990-94)
Enguera	15.219,33	758,74	8,06	13.846,23	187,55	418,75

**Tabla II.I:** Distribución de la superficie (ha) en Enguera por especie dominante.

**Fuente:** “Los Montes Valencianos en cifras”, Extracto del Segundo Inventario Forestal de la Comunidad Valenciana.

**Maquia/garriga:** Está compuesta fundamentalmente de coscoja y lentisco que impiden con su sombra que prosperen los pinos y otros arbustos. Estos arbustos están acompañados por otros como *Rhamnus lycioides*, *Rhamnus alaternus* y *Daphne gnidium*, propios del orden *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, típico de los pisos termo y mesomediterráneo inferior aunque la presencia del lentisco no es muy abundante debido a las bajas temperaturas invernales pero sí lo es la coscoja. Debido a que en la zona predomina el piso mesomediterráneo, la maquia es más pobre en especies ya que las condiciones de frío y sequedad impiden la presencia de especies más termófilas por lo que, se dan asociaciones *Ramno-Quercetum cocciferae* hasta los 800 metros de altitud.

Por otro lado, estos coscojares llegan a constituir la vegetación potencial en las partes bajas de las laderas montañosas expuestas al sol, siendo entonces la serie de vegetación, la serie mesomediterránea aragonesa, murciano-manchega, murciano-almeriense y setabense, semiárida basófila de *Quercus coccifera*.

**Matorral:** Son matorrales basófilos mediterráneos que tienen gran variedad florística predominando las especies *Ulex parviflorus*, *Anthyllis cytisoides*, *Thymus vulgaris* y *Rosmarinus officinalis* existiendo especies endémicas de los géneros *Teucrium* y *Sideritis* que caracterizan al sector en el que se encuentran. Su clase de vegetación es la *Ononido-Rosmarinetea officinalis*, orden *Rosmarinetalia* y alianza *Rosmarino-Ericion multiflorae*, característica de los pisos termo y mesomediterráneo, que puede llegar a ser la vegetación potencial en las laderas montañosas. Existe un predominio claro de especies pertenecientes a las familias de las labiadas (romero, tomillo y espliego entre otras) y de las papilionáceas (aliagas, albaidas, retamas, etc.). Es posible encontrar también especies propias de medios eurosiberianos como *Anthyllis vulneraria* y *Marrubium vulgare*.

**Pastizal:** Son aquellas comunidades herbáceas ricas en terófitos y geófitos más ó menos dominadas por gramíneas. Constituyen la última etapa de regresión de la vegetación natural y generalmente suponen la antesala de los cultivos agrícolas. Se originan cuando la sequedad es tan fuerte y los suelos tan degradados que el matorral no es capaz de establecerse. Las especies presentes son muchas destacando los pastizales de *Brachypodium retusum*, *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartium* y *Koeleria vallesiana* que conforman los pastizales de la clase *Lygeo-Stipetea tenacissimae* y orden *Stipetalia*. Importante presencia de especies de las familias de las crucíferas (las vulgarmente denominadas rebanizas) y compuestas (cardos, margaritas, etc.). También pueden encontrarse especies paleotropicales propias de países cálidos pero que alcanzan regiones templado-cálidas como *Asphodelus fistulosus* e *Hyparrhenia hirta*, que pueden formar pastizales secos sabanoides.

**Cultivos agrícolas:** Entre las especies leñosas más cultivadas encontramos el olivo y la vid en secano. En cuanto a los cultivos herbáceos predominan los cereales como la cebada, la avena y en menor medida el trigo.

### **Flora endémica.**

En la sierra de Enguera podemos encontrar los siguientes endemismos:

Nombre común	Nombre científico	Características
<b>Rabo de gato lanoso</b>	<i>Sideritis sericea</i>	Tallos y hojas blanquecinas. Flores de color rosado o amarillento. Se localiza solamente en el macizo del Caroig y sus poblaciones son escasas.
<b>Poleo de roca o rompepiedras</b>	<i>Teucrium buxifolium</i> <i>Subsp. buxifolium</i>	Se cría en las fisuras de roquedos calcáreos. Está restringido a las sierras setabenses de baja y media altitud.
<b>Margarita fina</b>	<i>Leucanthemum valentinum</i>	Puede alcanzar hasta los 60 cm de altura y crece en herbazales, pedrizas, matorrales y cunetas.
<b>La grasilla</b>	<i>Pinguicula mundi</i>	Vive en paredes calizas rezumantes orientas al Norte.
<b>Pelosilla de cueva</b>	<i>Chaenorhinum tenellum</i>	Es una planta herbácea muy sedosa y grácil, cubierta de gran pilosidad blanquecina.

**Tabla II.II:** Flora endémica de Enguera. **Fuente:** Plan Técnico de Ordenación Cinegético de “Los Brunales” (TT.MM. Enguera).

### **Estado de conservación.**

El estado de conservación actual de la vegetación existente es relativamente aceptable, ya que se encuentra en constante progresión. Los incendios son su principal amenaza, aunque el uso ganadero en gran parte de la zona ha conformado un territorio bastante limpio de estrato arbustivo en consecuencia menos susceptible a la propagación del fuego.

También podemos observar un progresivo aumento de los eriales ó zonas improductivas debido principalmente al abandono de los cultivos.

➤ **Cultivos.**

Como ya hemos comentado anteriormente, las especies más cultivadas en la zona son el olivo y la vid en secano. Aunque (según los datos recogidos en la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), también encontramos una pequeña zona de cultivo de cítricos en regadío en la parte nor-este del municipio y pequeños enclaves de producción de frutales distribuidos a lo largo de este.

➤ **Fauna.**

Entre los mamíferos más comunes en la sierra se encuentran: la liebre (*Lepus granatensis*), el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), el jabalí (*Sus scofra*), la cabra montesa (*Capra pyrenaica*), la ardilla (*Sciurus vulgaris*), el gato montés (*Felis silvestres*), el tejón (*Meles meles*) y el zorro (*Vulpes vulpes*).

Entre las aves más comunes se encuentran: la perdiz roja (*Alectoris rufa*), tórtola (*Streptopelia turtur*), Paloma torcaz (*Columba palumbus*), Aguila real (*Aquila chrysaetos*), Aguila culebrera (*Circaetus gallicus*), Abubilla (*Upupa epops*) o Poput, Cernícalo (*Falco tinnunculus*), Arrendajo (*Garrulus glandarius*) y la codorniz (*Coturnix coturnix*).

**Fauna protegida y fauna de interés especial.**

Dentro de la fauna, cabe destacar algunas especies las cuales se encuentran, incluidas en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, según el Real Decreto 439/1990, de 30 de Marzo (BOE núm. 82 de 05-04-1990), bajo la figura de interés especial o tutelada.

Otras se encuentran incluidas en el Catálogo Valenciano, según el Decreto 32/2004, de 27 de febrero (DOGV número 4705 de fecha 04.03.2004), del *Consell de la Generalitat*, bajo las figuras de especie vulnerable o protegida.

Dichas especies son las siguientes:

<b><i>Nombre común</i></b>	<b><i>Nombre científico</i></b>	<b><i>Tipo de especie</i></b>
<b>Culebra bastarda</b>	Malpolon monspessulanus	Protegida.
<b>Triguero</b>	Miliaria calandra	Protegida
<b>Gorrión Común</b>	Passer domesticus	Tutelada
<b>Estornino negro</b>	Sturnus unicolor	Tutelada
<b>Azor común</b>	Accipiter gentilis	Interés especial
<b>Vencejo común</b>	Apus apus	Interés especial
<b>Sapo corredor</b>	Bufo calamita	Interés especial
<b>Busardo ratonero</b>	Buteo buteo	Interés especial
<b>Jilguero</b>	Carduelos carduelis	Interés especial
<b>Verderón común</b>	Carduelis chloris	Interés especial
<b>Agateador común</b>	Certhia brachydactyla	Interés especial
<b>Avión común</b>	Delichon urbica	Interés especial
<b>Escribano Montesino</b>	Emberiza cia	Interés especial
<b>Cogujada Montesina</b>	Galerida theklae	Interés especial
<b>Aguillilla calzada</b>	Hieraetus pennatus	Interés especial
<b>Golondrina Dáurica</b>	Hirundo daurica	Interés especial
<b>Golondrina común</b>	Hirundo rústica	Interés especial
<b>Alcaudón común</b>	Lanius senator	Interés especial
<b>Abejaruco Europeo</b>	Merops apiaster	Interés especial
<b>Carbonero garrapinos</b>	Parus ater	Interés especial
<b>Herrerillo capuchino</b>	Parus cristatus	Interés especial
<b>Sapo de espuelas</b>	Pelobates cultripes	Interés especial
<b>Gorrión chillón</b>	Petronia petronia	Interés especial
<b>Colirrojo Tizón</b>	Phoenicurus ochruros	Interés especial
<b>Tarabilla Común</b>	Saxicola torquata	Interés especial
<b>Curruca capirotada</b>	Sylvia atricapilla	Interés especial
<b>Curruca rabilarga</b>	Sylvia undata	Interés especial
<b>Águila culebrera</b>	Circaetus gallicus	Interés especial
<b>Gallipato</b>	Pleurodeles waltl	Vulnerable y de interés especial
<b>Cangrejo de río</b>	Austropotamobius pallipes	Vulnerable

**Tabla II.III:** Fauna protegida y fauna de interés especial de Enguera. **Fuente:** Plan Técnico de Ordenación Cinegético de “Los Brunales” (TT.MM. Enguera).

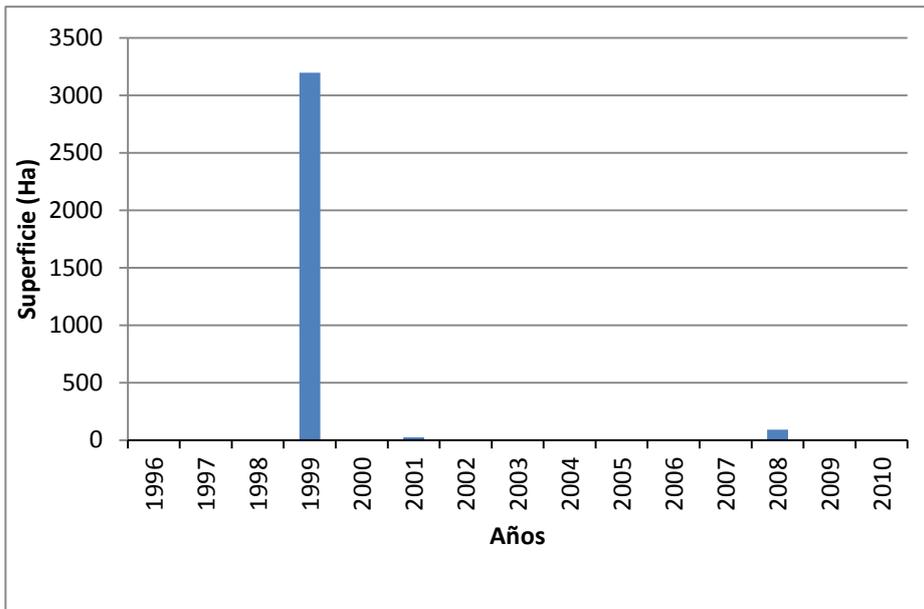
No hay especies en peligro de extinción.

➤ **Incendios.**

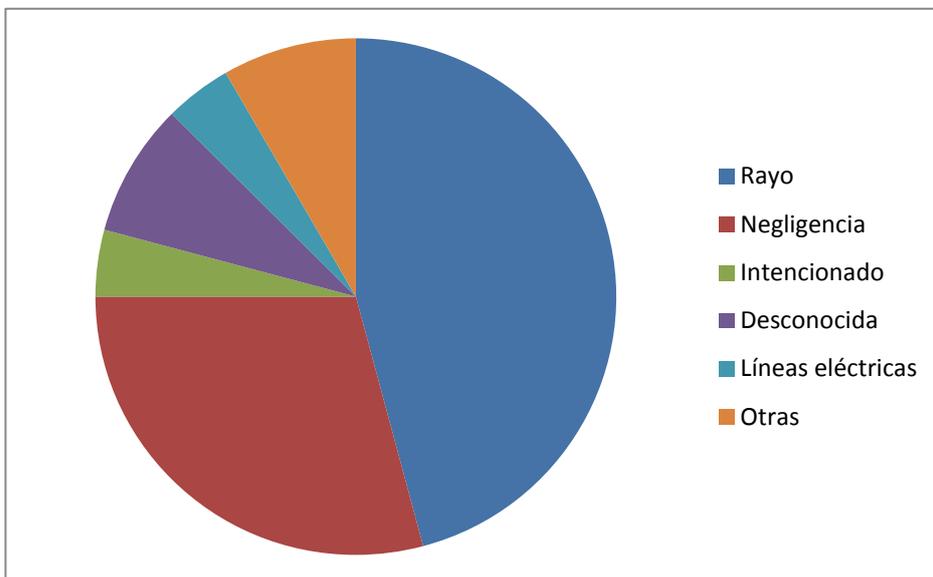
El número de hectáreas calcinadas en el término municipal de Enguera ha sido insignificante en los últimos 15 años, ya que no han tenido lugar incendios de gran importancia. El último gran incendio en dicho municipio fue en el 1999 y en él se quemaron un total de 3195,50 ha. Así pues podemos observar en la tabla y los gráficos que se presentan a continuación, la evolución de los incendios forestales durante los años comprendidos entre 1996-2010 que han tenido lugar en el municipio de Enguera. (Conselleria d'Infraestructures, Territorio i Medi Ambient)

Fecha	Causa	Superficie(Ha)		
		Arbolada	Rasa	Total
25/07/1996	Rayo	1,50	0	1,50
18/03/1998	Negligencia	0	0,04	0,04
31/03/1998	Negligencia	0,60	0	0,60
15/08/1999	Negligencia	3.070,50	125	3195,50
25/05/2000	Negligencia	0	0,03	0,03
24/03/2001	Intencionado	5	10	15
27/03/2001	Rayo	5	3	8
04/07/2001	Rayo	0	0,01	0,01
24/08/2001	Otras	0,07	0	0,07
27/10/2002	Desconocida	0	0,20	0,20
08/07/2003	Líneas eléctricas	0	0,01	0,01
08/08/2003	Otras	0'10	0	0,10
21/06/2005	Rayo	0	0,01	0,01
22/05/2006	Negligencia	0,02	0	0,02
11/09/2006	Rayo	0	0,01	0,01
11/09/2006	Rayo	0	0,05	0,05
08/04/2008	Desconocida	4	86	90
30/06/2008	Rayo	0,15	0	0,15
21/04/2009	Negligencia	0	0,08	0,08
25/05/2009	Rayo	0,10	0	0,10
26/05/2009	Negligencia	0	0,05	0,05
27/07/2009	Rayo	0	0,05	0,05
27/07/2009	Rayo	0,02	0	0,02
27/07/2009	Rayo	0,10	0	0,10
				3311,7

**Tabla II.IV:** Incendios forestales en Enguera 1996-2010 **Fuente:** “www.cma.gva.es”



**Figura II.IV:** Evolución de los incendios forestales durante los años comprendidos entre 1996-2010 que han tenido lugar en el municipio de Enguera.



**Figura II.V:** Relación entre las causas de los incendios y su proporción, durante el periodo comprendido entre los años 1996-2010 en el municipio de Enguera.

## **Anexo III.**

# **Especies forestales que forman parte del estudio.**

Anexo III. Especies forestales que forman parte del estudio.

Las especies forestales en las que nos vamos a centrar para realizar nuestro estudio son el pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill) y el pino negral o rodeno (*Pinus pinaster* Ait. Subsp. *Mesogeensis* Fieschi & Gaussen), ya que son las que están presentes en él. También podemos observar que hay presencia de algún pie de *Quercus ilex* L., pero como se comenta más adelante en el Anexo IV se va a desestimar dicha especie, porque solo disponemos de datos para tres pies (según las tablas del IFN3) y además no hemos podido encontrar que superficie ocupa en nuestra zona de estudio.

#### Pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill).

El pino carrasco (*Pinus halepensis* Miller) es la especie del género *Pinus* más ampliamente repartida por el entorno circunmediterráneo, conformando un elemento caracterizador fundamental de los bosques del Mediterráneo occidental. Es una especie que presenta una marcada adaptación a la gran variedad de tipos climáticos y ecológicos propios del medio mediterráneo, ocupando desde ambientes semiáridos hasta zonas submediterráneas de media montaña. Entre los rasgos definidores de esta adaptación cabe citar su resistencia a la sequía, su indiferencia frente a un amplio rango de sustratos y su estrategia xeriscente frente al fuego. La plasticidad ecológica del *Pinus halepensis* la convierte en una especie pionera, capaz de expandirse en terrenos desnudos, en plena exposición, recién incendiados o en áreas agrícolas abandonadas. El carácter climático e incluso la espontaneidad en la Península ibérica de *Pinus halepensis* ha sido objeto de controversia, aunque la mayor parte de los autores aceptan hoy en día el papel de la especie como vegetación potencial en ambientes áridos, o sobre sustratos margosos, y su carácter de etapa de sustitución de formaciones frondosas esclerófilas. La superficie de masas naturales de la especie en España supera las 800.000 ha (Gil et al., 1996). Así mismo, la especie ha sido ampliamente utilizada en repoblaciones, generalmente de carácter protector frente a la erosión hídrica. Esta actividad repobladora ha supuesto que entre 1940 y 1995 la superficie de la especie en España se haya incrementado en más de 500.000 ha (Montero, 1999).

El *Pinus halepensis* es una especie relativamente poco estudiada. Entre las distintas razones que han motivado este aparente desinterés suele citarse en primer lugar el escaso interés económico del aprovechamiento maderero del pino carrasco. Otra razón es el amplio rechazo que la especie llegó a levantar en determinados sectores sociales y académicos, que negando la naturalidad de la misma, la señalaron como principal agente causante y propagador de incendios forestales. Más allá de las causas que motivaron el olvido de la especie, la realidad es que en gran parte de las masas españolas de pino carrasco la actividad silvícola ha sido escasa, presentando en la actualidad problemas de decaimiento, riesgo de estabilidad biológica y alta vulnerabilidad frente a la ocurrencia de incendios.



**Figura III:** Distribución del *Pinus halepensis* Mill en la Península Ibérica. **Fuente:** INIA. Compendio de Selvicultura Aplicada en España.

Pino negroal o rodeno ( *Pinus pinaster* Ait. Subsp. *Mesogeensis Fieschi & Gaussen*).

*Pinus pinaster* Ait. Subsp. *Mesogeensis Fieschi & Gaussen* (Pino negroal o rodeno) es la segunda especie arbórea en extensión superficial en España, donde ocupa en masas monoespecíficas una superficie próxima a 1.060.000 ha, aunque está presente en mezcla con otras especies en 620.000 ha adicionales (DGCONA 2000). Esa cifra total está constituida tanto por pinares naturales como por repoblaciones, ya que se trata de la especie con la que se ha reforestado una mayor superficie en España, desde 1940 hasta 1983 se estima la repoblación de unas 800.000 ha (Solís, 2003), parte de las cuales sin embargo se han perdido por incendios. Se puede decir que es la única especie forestal presente, en mayor o menor medida, en todas las provincias españolas, exceptuando las islas.

El centro de diseminación de *Pinus pinaster* parece situarse en la Serranía de Cuenca (Gil, 1991), desde donde se expandió siguiendo las líneas montañosas. Su expansión, lo mismo que su extinción reciente en diversas áreas, parece estar muy unida a la actividad humana y, en concreto, a la frecuencia de incendios (Alcalde et al., 2004). Se considera que esta especie tienen un importante papel serial en la vegetación española, como fase previa a la instalación de frondosas, si bien en determinadas circunstancias puede tener un carácter climácico, sobre todo en zonas con limitaciones de sustrato, como las dolomías o las areniscas del sur peninsular, o las arenas de gran potencia de la Meseta castellana.



**Figura III.I:** Distribución del *Pinus halepensis* Mill y *Pinus pinaster* Ait. Subsp. *Mesogeensis* Fieschi & Gaussen en la Península Ibérica.

**Fuente:** INIA. Compendio de Silvicultura Aplicada en España.

Silvicultura para las especies de nuestra zona de estudio.

Una vez calcula la cantidad de biomasa de la que disponemos en nuestra zona de estudio también debemos de tener en cuenta cuales son las producciones, los crecimientos y los turnos de corta para las especies con las que vamos a trabajar. Esto lo haremos para saber en todo momento cual será la cantidad de biomasa de la que dispondremos; y para poder gestionar de manera correcta y sostenible todas las operaciones de nuestro estudio sin que estas lleguen a agotar la cantidad de biomasa de la que disponemos.

- Silvicultura para el pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill).

### Crecimiento y producción.

De acuerdo con las tablas de producción de silvicultura variable para *Pinus halepensis* (Montero et al., 2001), los crecimientos de esta especie en el área mediterránea de la península Ibérica son relativamente bajos, inferiores a los de las estaciones francesas e italianas (Tabla 4.4.1.1). El crecimiento corriente máximo en volumen varía de 2,1

m<sup>3</sup>/ha·año en la calidad de estación 11 a 5,4 m<sup>3</sup>/ha·año en la calidad de estación 20, alcanzándose estos crecimientos entre los 30 y 40 años de edad. El crecimiento medio máximo es de 1,5 m<sup>3</sup>/ha·año para la calidad inferior y 4,0 m<sup>3</sup>/ha·año para la superior y se producen a los 70 y 40 años respectivamente. Sin embargo, los valores máximos identificados en las tablas francesas e italianas son acordes con los datos máximos de crecimiento encontrados por Martín Bolaños (1947) en las mejores estaciones de pino carrasco en la provincia de Valencia, donde en masas de 30-35 años cita valores de crecimiento medio superiores a 10 m<sup>3</sup>/ha·año, con alturas dominantes superiores a 15 metros.

Tablas de producción	Calidad baja	Calidad alta
España(Montero et al.,2001)	1,5	4,0
España-Levante(Martín Bolaños, 1947)	1,0	10,9
Provença-Alps-Costa Brava, Francia(Couhert y Duplat, 1993)	1,0	6,0
Italia(Castellani et al., 1982)	1,5	10,5

**Tabla III:** Crecimientos medios máximos (m<sup>3</sup>/ha·año) en calidades bajas y altas dados en las tablas de producción de *Pinus halepensis* para distintas regiones geográficas.

**Fuente:** Compendio de Selvicultura Aplicada en España.

### Turno.

La elección del turno óptimo de gestión de masas regulares de *Pinus halepensis* viene determinado por el objetivo preferente de la ordenación y por la reducción significativa que se observa en la producción de fruto a partir de los 80-100 años (Nahal, 1962), dependiendo de la calidad de la estación. De acuerdo a las tablas de producción de Montero et al. (2001) proponen para las masas españolas turnos de máxima renta en especie algo menores, que varían entre 60 años en la mejor calidad y 80 años en la peor.

Los turnos de gestión aplicados en las masas de pino carrasco españolas se sitúan en los rangos definidos por los turnos de máxima renta en especie. Aunque en masas privadas con objetivo preferente de producción de madera los turnos de gestión habitualmente utilizados se sitúan en torno a los 60 años (Cal, 1994), la mayor parte de los autores (ONF, 1992; Cal, 1992; Bernetti, 1995) proponen turnos de gestión de 70-80 años, en masas con vocación productora-protectora.

- Selvicultura para el pino negral o rodeno (*Pinus Pinus pinaster Ait. Subsp. Mesogeensis Fieschi & Gaussen*).

### Crecimiento y producción.

En referencia a crecimientos volumétricos, las tablas de producción para *Pinus pinaster* en el área mediterránea de la península Ibérica (García Abejón y Gómez Loranca, 1989) establecen un crecimiento corriente a los 80 años de 11-13 m<sup>3</sup>/ha año para la calidad I, 7 m<sup>3</sup>/ha año para la calidad II y 4,5 m<sup>3</sup>/ha año para la calidad III.

### Turno.

El progresivo abandono de la actividad resinera en la mayoría de los montes ha dado lugar a modificaciones a la baja de los turnos (cifras de unos 80 años), al fijarse la madera como producción principal de los montes, quedando la resina en un plano secundario. El turno considerado en el caso de montes de *Pinus pinaster mesogeensis* con producción principal de madera es de 60 a 80 años para producción de maderas de sierra (Ceballos y Ruiz de la Torre, 1976).

# **Anexo IV.**

## **Balance energético.**

Anexo IV. Balance energético.

Para saber si el estudio va a ser viable energéticamente se debe de realizar una serie de cálculos, los cuales se presentan a continuación:

- Cálculo de cantidad de biomasa disponible en el término municipal de Enguera.

Para calcular la cantidad de biomasa de la que disponemos en el término municipal de Enguera, hemos tenido que seguir los siguientes pasos:

### **Fuentes de información para el cálculo de la biomasa forestal disponible en nuestra zona de estudio.**

El primer paso ha sido la búsqueda de información en diferentes fuentes asegurando su fiabilidad y su adecuación a las especies forestales principales en la zona de estudio.

Dichas fuentes son:

- El 3er Inventario Nacional: tabla Parcelas\_exs, TRAGSATEC
- “Los Montes Valencianos en cifras: Extracto del Tercer Inventario Forestal de la Comunidad Valenciana” Tragsatec
- “Guia: Classificació de la fusta en peu. Aplicacions i transformació de la fusta dels boscos catalans”. CONSORCI FORESTAL DE CATALUNYA

### **Pasos a seguir para el cálculo de la biomasa forestal disponible en nuestra zona de estudio.**

Para calcular la cantidad de biomasa forestal de la cual disponemos en la zona de estudio seleccionada, con objeto de dimensionar y decidir la potencia eléctrica que va a tener la central que vamos a proyectar hemos seguido los siguientes pasos:

- 1) Primero hemos ordenado ascendentemente en una tabla Excel todas las parcelas que se encuentran dentro de nuestra zona de estudio, de las cuales disponemos de información como:

Nombre campo	Tipo	Descripción
Estrato	T(3)	Es un caracterizador del tipo de vegetación arbórea del recinto, según la/s especie/s presentes con objeto de realizar grupos estadísticamente homogéneos
Estadillo	T(4)	Número del estadillo rellenado en la toma de datos.
Cla	T(1)	Código referente a si la parcela se levantó en el IFN2 o si se levanta por primera vez en el IFN3.
Subclase	T(2)	Código que determina el tipo de parcela, según la localización del rejón.
Especie	T(3)	Código de la especie arbórea original o asociada a la misma, según la importancia que pueda tener en la provincia.
CD	N(entero)	Clase diamétrica de la especie arbórea.
NPies	N(doble)	Número de pies mayores por estrato, estadillo, clase, subclase, especie y clase diamétrica.
ABas	N(doble)	Área basimétrica por estrato, estadillo, clase, subclase, especie y clase diamétrica.
VCC	N(doble)	Volumen con corteza por estrato, estadillo, clase, subclase, especie y clase diamétrica.
VSC	N(doble)	Volumen sin corteza por estrato, estadillo, clase, subclase, especie y clase diamétrica.
IAVC	N(doble)	Incremento anual de volumen con corteza por estrato, estadillo, clase, subclase, especie y clase diamétrica.
VLE	N(doble)	Volumen de leñas por estrato, estadillo, clase, subclase, especie y clase diamétrica.

NPies : es el número de pies por ha, y se obtiene multiplicando el número de pies por un factor de expansión que depende de la CD.

EAbas está en m<sup>2</sup>/ha

VCC está en m<sup>3</sup>/ha, está desglosado por especie y CD. El VCC de la parcela sería la suma.

VSC está en m<sup>3</sup>/ha

IAVC está en m<sup>3</sup>/ha

VLE está en m<sup>3</sup>/ha

**Tabla IV:** Datos de existencias procesados por parcela para la tabla Parcelas\_exs.

**Fuente:** Documentador de la base de datos SIG del IFN3.

- 2) A continuación hemos analizado el VCC, ya que va a ser la variable que nos ayude a calcular la biomasa total de la que disponemos. Para ello, sumaremos por parcelas la biomasa total de todos los pies que se encuentren en ellas.

El número de parcelas total en nuestra zona de estudio es de 51 (datos extraídos del IFN3). Los datos de las parcelas están representados en la tabla de Excel con el nombre de “Parcelas de la zona de estudio”. La localización de las parcelas que conforman nuestro ámbito de estudio está reflejada en el mapa nº5 (Monte de utilidad pública y parcelas de estudio, Anexo IX), las cuales se encuentran en su mayoría en monte de utilidad pública. Dichas parcelas distan 1km de distancia entre ellas.

- 3) Como necesitamos saber la cantidad de biomasa total de la que disponemos en t/año y el VCC está expresado en m<sup>3</sup>/ha, lo transformaremos a kg/ha. Para ello multiplicaremos el total de la biomasa de la parcela por la densidad al 12%, que para el *Pinus halepensis* es del 500 kg/m<sup>3</sup>, para el *Pinus pinaster* de 540 kg/m<sup>3</sup> y para el *Quercus ilex* de 1002,5 kg/m<sup>3</sup>.

Aunque no vamos a calcular la biomasa para éste último, ya que solo disponemos de datos para tres pies (según las tablas del IFN3) y además no hemos podido encontrar que superficie ocupa dicha especie en nuestra zona de estudio.

Datos obtenidos de CONSORCI FORESTAL DE CATALUNYA “Guia: Classificació de la fusta en peu. Aplicacions i transformació de la fusta dels boscos catalans”

- 4) Posteriormente hemos dividido el resultado obtenido para cada parcela entre 1000 y nos dará el peso en t/año.
- 5) A continuación hemos sumado los pesos en t/ha por especies y dichos resultados los hemos dividido entre el número de parcelas totales correspondiente a cada especie.
- 6) Multiplicamos los resultados obtenidos en el punto anterior por la superficie total en ha correspondiente a cada especie para nuestra zona de estudio, según datos obtenidos de TRAGSATEC “Los Montes Valencianos en cifras: Extracto del Tercer Inventario Forestal de la Comunidad Valenciana”. (Tabla 1 de la memoria).

- 7) Finalmente hemos sumado las toneladas (t) calculadas de *P.halepensis* y *P.pinaster* obtenidas en los pasos anteriores, dando como resultado las toneladas (t) totales de biomasa forestal para nuestra zona de estudio.

Así pues tenemos que la cantidad de biomasa total de la que disponemos en nuestra zona de estudio es de: 206.875,8005 t

Todos estos cálculos se encuentran realizados en la hoja de Excel con el nombre de: Tabla Anexo IV.

- Elección de la Potencia de la central que vamos a instalar.

Después de calcular la cantidad de biomasa de la que disponemos, de comparar costes económicos y producciones de electricidad entre plantas de biomasa con diferentes potencias, hemos decidido que la más adecuada para nuestra zona de estudio sería una central con una potencia eléctrica de 3MW. Esta elección la hemos tomado debido a que:

- El total de habitantes de la Canal de Navarrés asciende a 17.691

Municipio	Población	Superficie ( km <sup>2</sup> )	Densidad (Hab/km <sup>2</sup> )
Enguera	5.902	241,8	24,41
Navarrés	3.068	47,00	65,27
Chella	2.776	43,50	63,81
Anna	2.718	21,40	127,00
Bolbaite	1.507	40,40	37,30
Quesa	740	73,20	10,10
Bicorp	603	136,50	4,41
Millares	517	105,50	4,90
<b>Totales</b>	<b>17.691</b>	<b>709,30</b>	<b>24,94</b>

**Tabla IV.I:** Municipios de la Canal de Navarrés **Fuente:** www.wikipedia.org

- Que la producción eléctrica de dicha central es de 22.500 MWh/año (Tabla IV.II) la cual puede llegar a abastecer a 27.506 personas anualmente. Por lo que disponemos de suficiente energía para abastecer a toda la comarca de la Canal de Navarrés. (Cálculos realizados a partir de los datos de la Tabla IV.II y de la Tabla IV.III, los cuales están representados a continuación).

<b>Potencia eléctrica</b>	<b>3</b>	
<b>MW</b>		
<b>Rendimiento global</b>	<b>21,6%</b>	
<b>Vida útil</b>	<b>20</b>	
<b>años</b>		
<b>Cantidad de biomasa consumida</b>	<b>27.540</b>	
<b>t/año</b>		
<b>Costes de combustible</b>	<b>0,018820 €/kWh</b>	<b>423.450 €</b>
<b>/año</b>		
<b>Costes de operación y mantenimiento</b>	<b>0,009306 €/kWh</b>	<b>209.385 €</b>
<b>/año</b>		
<b>Inversión</b>	<b>1.803 €/kW instalado</b>	<b>5.409.000</b>
<b>€</b>		
<b>Producción eléctrica</b>	<b>22.500 MWh/año</b>	<b>22.500.000</b>
<b>kWh/año</b>		

**Tabla IV.II:** Principales parámetros que definen las instalaciones tipo de aprovechamiento eléctrico con biomasa forestal. **Fuente:** IDAE. Energía de la biomasa. Energías Renovables.

	<b>ANUAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>DIARIO</b>
<b>Consumo medio por hogar español</b>	<b>3.272 kWh</b>	<b>272,66 kWh</b>	<b>9,0 kWh</b>

**Tabla IV.III:** Consumo medio de electricidad en un hogar de 4 personas. **Fuente:** Factura de la luz.

Así pues como ya hemos comentado anteriormente, tenemos que con una central de 3MW podemos abastecer a 27.506 personas durante un año.

$$\left. \begin{array}{l} 3.272 \text{ kWh/año} \rightarrow \text{consumen 4 personas/hogar} \\ 22.500.000 \text{ kWh/año} \rightarrow x \end{array} \right\} 27.506 \text{ personas}$$

Y dado que todos los habitantes de la Canal de Navarrés (17.691) consumen 14.471.238 kWh/año.

$$\left. \begin{array}{l} 3.272 \text{ kWh/año} \rightarrow \text{consumen 4 personas/hogar} \\ x \rightarrow 17.691 \text{ personas} \end{array} \right\} 14.471.238 \text{ kWh/año}$$

Podemos decir que si comparamos el consumo total de electricidad de todos los habitantes de la Canal de Navarres durante un año con la producción de electricidad de nuestra central de biomasa tendremos un margen de 8.028.762 kW/h/año (22.500.000 kWh/año - 14.471.238 kW/h/año) sobrantes, los cuales podrán ser almacenados para ser utilizados en caso de emergencia o para ser vendidos.

- La cantidad de biomasa total en nuestra zona de estudio es de 206.875,8005 t (cálculos realizados y representados en la Tabla Anexo I) y como la cantidad necesaria para abastecer a toda La Canal de Navarrés durante un año es de 27.540 t/año, podemos decir que disponemos de un margen bastante amplio, para poder gestionar de manera eficiente los recursos madereros, sin llegar a agotarlos, atendiendo a la silvicultura de las especies de nuestra zona de estudio (Anexo III).

Hay que tener en cuenta que siempre tendrá que haber suficiente energía almacenada para solucionar cualquier circunstancia adversa que se pueda originar.

# **Anexo V.**

## **Balance económico.**

Anexo V. Balance económico.

### **Cálculo del balance económico.**

Para deducir si nuestro estudio es viable económicamente tenemos que comparar los gastos que este supone con los ingresos que nos generaría. Para ello primeramente debemos de calcular todos los costes económicos derivados de los trabajos forestales (apeo, saca, apilado, carga y transporte), juntamente con los derivados de la central a instalar. Para que posteriormente, se comparen con los ingresos y se calcule el balance económico.

### **Gastos**

Como se ha comentado anteriormente los gastos del estudio son aquellos derivados de todos los trabajos forestales realizados durante el estudio, además de los costes económicos de la central a instalar.

Así pues la metodología a seguir para el cálculo de todos los gastos, es la siguiente:

### **Cálculo del Apeo.**

Vamos a calcular el coste económico que supone apea los pies que componen nuestra zona de estudio, los cuales como ya hemos comentado anteriormente se encuentran en montes de utilidad pública. Para ello hemos seguidos las siguientes directrices:

- Primeramente, aplicando filtros (hoja de Excel con el nombre, Tabla Anexo IV) agrupamos los pies que se encuentran en las parcelas por CD (clases diamétricas), ya que esta es la directriz a seguir según los precios unitarios para el cálculo del apeo de las tarifas de Tragsa 2003, a las cuales le hemos aplicado el incremento del IPC desde dicho año a la actualidad. El cual es de un 25%. De manera que los grupos según los precios unitarios de Tragsa2003 para el cálculo del apeo serían los siguientes:

<b>Ø (cm)</b>	<b>CD que comprende cada grupo</b>	<b>Precio en € según Tarifas Tragsa 2003</b>	<b>Precio en € para 2011, aplicando el IPC 25%.</b>
≤ 12	CD10	0,17	0,21
>12 - ≤ 20	CD 15 y la mitad de CD 20	0,27	0,33
>20 - ≤ 30	CD 20, CD 25 y la mitad CD 30	0,49	0,61
>30	La mitad CD 30, CD 35, CD 40, CD 45, CD 50, CD 55, CD 60	1,22	1,52

**Tabla V:** Tabla CD y sus respectivos precios para el apeo. **Fuente:** Tarifas de Tragsa 2003.

- A continuación multiplicaríamos el número de pies (Npies) correspondiente a una CD de una parcela en concreto (dato extraído de la hoja de Excel, Tabla Anexo IV) por la superficie (ha) total de dicha parcela (datos extraídos de la hoja de Excel, Tabla de atributos del mapa final). El resultado obtenido será redondeado.  
Este paso se hará repetitivamente para todas las CD y sus respectivos pies.
- Posteriormente multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa 2003 correspondiente a esa CD en concreto (aplicándole el incremento del IPC desde dicho año hasta la actualidad).  
Este paso se hará también de manera repetitiva para todas las CD y sus respectivos pies.
- Finalmente sumariamos todos los precios obtenidos en el último paso para obtener el coste total económico correspondiente al apeo.

Los resultados correspondientes a estos pasos están representados en la Hoja 1 del documento Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

### Cálculo de la Saca.

El siguiente paso para el cálculo del balance económico es calcular el coste económico que supone la saca de los pies, los cuales son los mismos para los que hemos calculado el apeo en el punto anterior. Para ello seguiremos las siguientes pautas:

- El primer paso a seguir será, aplicando filtros (hoja de Excel, Tabla de atributos del mapa final) agrupamos los pies que se encuentran en las parcelas por pdt (pendiente en %) y distancias (metros), ya que esta es la directriz a seguir según los precios unitarios para el cálculo de la saca de las tarifas de Tragsa 2003, a las cuales le hemos aplicado el incremento del IPC desde dicho año a la actualidad. El cual es de un 25%, como hemos indicado anteriormente. De manera que los grupos según los precios unitarios de Tragsa2003 para el cálculo de la saca serían los siguientes:

Pendiente (%)	Distancia (m)	Precio en € según Tarifas Tragsa 2003	Precio en € para 2011, aplicando el IPC 25%.
<30	≤ 200	5,05	7,57
<30	> 200 - ≤ 400	6,19	7,73
>30 - ≤ 50	≤ 200	6,3	7,87
>30 - ≤ 50	> 200 - ≤ 400	8,93	11,16

**Tabla V.I:** Tabla pdt (%) y distancia (m) a pistas con sus respectivos precios para la saca. **Fuente:** Tarifas de Tragsa 2003.

- Seguidamente siguiendo los filtros aplicados en el punto anterior multiplicamos la superficie correspondiente a un pie, con una distancia (m) y una pendiente (%) determinada (hoja de Excel, Tabla de atributos del mapa final) por el número de pies (Npies) totales de la parcela a la que pertenece dicho pie (hoja Excel con el nombre, Tabla Anexo IV). El resultado obtenido será redondeado.

Este paso se hará repetitivamente para todas las pdts (%) y distancias (m) con sus respectivos pies.

- Después multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa 2003 correspondiente a esa pdt(%) y distancia (m) en concreto (aplicándole el incremento del IPC desde dicho año hasta la actualidad).  
Este paso se hará también de manera repetitiva para todas las pdts(%) y distancias(m) con sus respectivos pies.
- El último paso sería sumar todos los precios obtenidos en el punto anterior para obtener el coste total económico correspondiente a la saca.

Los resultados correspondientes a estos pasos están representados en la Hoja 2 del documento Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

### **Cálculo del apilado.**

A continuación vamos a pasar a calcular el coste económico que supone apilar los pies, para su posterior carga. Para ello seguiremos los siguientes pasos:

- Antes que nada, como ya hemos hecho en los puntos anteriores, aplicando filtros (hoja de Excel, Tabla Anexo IV) agrupamos los pies que se encuentran en las parcelas por CD (clases diamétricas), ya que esta es la directriz a seguir según los precios unitarios para el cálculo del apeo de las tarifas de Tragsa 2003, a las cuales le hemos aplicado el incremento del IPC desde dicho año a la actualidad. El cual es de un 25%, como hemos indicado anteriormente. De manera que los grupos según los precios unitarios de Tragsa2003 para el cálculo de la saca serían los siguientes:

<b>∅ (cm)</b>	<b>CD que comprende cada grupo</b>	<b>Precio en € según Tarifas Tragsa 2003</b>	<b>Precio en € para 2011, aplicando el IPC 25%.</b>
≤ 20	CD 10, CD 15 y la mitad de CD 20	2,03	2,53
>20 - ≤ 30	CD 20, CD 25 y la mitad CD 30	1,72	2,15
>30	La mitad CD 30, CD 35, CD 40, CD 45, CD 50, CD 55 Y CD 60	1,72	2,15

**Tabla V.II:** Tabla CD y sus respectivos precios para el apilado. **Fuente:** Tarifas de Tragsa 2003.

- Posteriormente multiplicaríamos el volumen con corteza (VCC) correspondiente a un pie de una CD, la cual pertenece a una parcela en concreto (hoja de Excel, Tabla Anexo IV ) por  $0,35 \text{ m}^3$ . Ya que este dato es el equivalente a un estéreo (unidad correspondiente para los precios del apilado). Este paso se hará repetitivamente para todas las CD y sus respectivos pies.
- Después multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por la superficie (ha) total de dicha parcela (datos extraídos de la hoja de Excel, Tabla de atributos del mapa final). El resultado obtenido será redondeado. Este paso se hará repetitivamente para todas las CD y sus respectivos pies.
- Seguidamente multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa 2003 correspondiente a esa CD en concreto (aplicándole el incremento del IPC desde dicho año hasta la actualidad). Este paso se hará también de manera repetitiva para todas las CD y sus respectivos pies.
- Finalmente sumariamos todos los precios obtenidos en el último paso para obtener el coste total económico correspondiente al apilado.

Los resultados correspondientes a estos pasos están representados en la Hoja 3 del documento Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

### **Cálculo de la carga.**

Para calcular el coste económico que supone realizar la carga de los pies de nuestra zona de estudio debemos seguir los siguientes pasos:

- Primeramente calculamos la cantidad de estéreos totales de los que disponemos en nuestra zona. Este paso ya ha sido realizado en el apartado anterior (cálculo del apilado).

- Seguidamente multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa 2003 (aplicándole el incremento del IPC desde dicho año hasta la actualidad) correspondiente a la carga de un estero con una grua de 101/130 CV.

Los resultados correspondientes a estos pasos están representados en la Hoja 4 del documento Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

### **Cálculo del transporte.**

El siguiente paso para el cálculo del balance económico es calcular el coste económico que supone el transporte de los pies, los cuales son los mismos para los que hemos calculado las demás operaciones en los puntos anteriores. Para ello seguiremos las siguientes pautas:

- Primero dividiremos las toneladas totales de las que disponemos en el término municipal de Enguera (cálculo realizado explicado en el Anexo IV y representado en la hoja de Excel, Tabla Anexo IV) entre 30, que son el número de toneladas que puede cargar un camión bañera de 400 CV, ya que esta es la directriz a seguir según los precios unitarios para el cálculo del transporte de las tarifas de Tragsa.
- Seguidamente multiplicaríamos el resultado obtenido en el paso anterior por el precio unitario de las tarifas de Tragsa 2003 (aplicándole un incremento del IPC del 25%), correspondiente al precio unitario comentado anteriormente, de manera que obtendríamos el total del coste económico del transporte.

Los resultados correspondientes a estos pasos están representados en la Hoja 5 del documento Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

### **Costes económicos derivados de la central a instalar.**

El siguiente paso a seguir para el cálculo del balance económico, sería el cálculo de los costes derivados de la central a instalar (3MW) en nuestra zona de estudio (Dichos datos están representados en la tabla IV.II del Anexo IV).

En este apartado se ha calculado los costes de combustible y los costes de operación y mantenimiento para 20 años, dado que esta es la vida útil de la central a instalar (3MW). Para ello hemos multiplicado el coste de un año por 20. Además también se ha añadido el coste total de la inversión.

Los resultados correspondientes a estos pasos están representados en la Hoja 6 del documento Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

El siguiente paso para calcular los costes económicos del estudio sería, sumar todos los costes obtenidos en los pasos anteriores.

Finalmente para calcular el total de los costes económicos (gastos) del estudio debemos de sumar el 18% de IVA al resultado obtenido en el paso anterior.

El resultado correspondiente a estos dos últimos pasos están representados en la Hoja 7 del documento Excel con el nombre de “Cálculos para el balance económico del estudio”.

Las tarifas utilizadas para el cálculo de los costes económicos (los resultados de los cuales son los mismos que están representados en el presupuesto) han sido las Tarifas de TRAGSA correspondientes al año 2003. El motivo por el cual se han utilizado estas tarifas es porque de todas las que disponíamos eran las más completas, así que para actualizarlas lo único que hemos hecho ha sido aplicarles un incremento del IPC del 25%, como ya hemos explicado en pasos anteriores.

### **Ingresos**

Los ingresos derivados de nuestro estudio serán aquellos pertenecientes al consumo eléctrico de los habitantes de la Canal de Navarrés durante la vida útil (20 años) de la central de biomasa.

Dado que sabemos que nuestra central de biomasa produce un total de 22.500.000 kWh/año, y que 0,142319 €/kWh (dato extraído de una factura de la luz actual), y que la central tiene una vida útil de 20 años; los pasos a seguir para el cálculo de los ingresos serían los siguientes:

- Primero se multiplica la energía que genera la central de biomasa por el precio del kWh.
- A continuación se multiplica el resultado obtenido en el paso anterior por la vida útil de la central de biomasa.

y por tanto la expresión matemática que representa este cálculo sería:

$$22.500.000\text{kwh/año} \times 0,142319\text{€/kWh} \times 20\text{años}$$

También se debe considerar que cabe la posibilidad de recibir ingresos en forma de subvenciones.

### **Balance económico**

Después de calcular los gastos y los ingresos del estudio, el siguiente paso para el cálculo del balance económico sería compararlos siguiendo la siguiente expresión:

$$\text{Balance económico} = \text{Ingresos} - \text{Gastos}$$

De manera que la expresión para nuestro estudio quedaría representada de la siguiente manera:

$$\text{Balance económico} = 64.043.550 - 88278989,5$$

Así pues según el resultado final del balance económico este puede ser de dos tipos como se muestra a continuación, en la siguiente tabla:

<b><i>Balance económico</i></b>	
<b>Positivo</b>	Ingresos > Gastos
<b>Negativo</b>	Ingresos < Gastos

**Tabla V.III:** Balance económico

## **Anexo VI.**

# **Ayudas económicas para el uso de la biomasa forestal.**

Anexo VI. Ayudas económicas para el uso de la biomasa forestal.

Las ayudas económicas para el ámbito de la biomasa forestal como energía renovable, son múltiples. Hemos recogido algunas de ellas a nivel europeo, nacional y comunitario. Son las siguientes:

➤ **Ayudas económicas para el uso de la biomasa a nivel europeo.**

Fondos europeo de desarrollo regional (FEDER): suponen la partida más elevada dentro del presupuesto de la UE y están orientados a las áreas estructurales del desarrollo social y económico de Europa: transporte, energía, medio ambiente, infraestructuras sociales, sector de la investigación, sector de la innovación, la reconversión industrial, la rehabilitación urbana, el desarrollo rural, la pesca, el turismo y la cultura

➤ **Ayudas económicas para el uso de la biomasa nivel nacional.**

**Programa de ayudas a proyectos estratégicos:** Se trata de una Línea de apoyo de IDAE a la financiación de proyectos de ahorro y eficiencia energética. El Programa se enmarca en las actuaciones directas de IDAE del Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (2004-2012).

➤ **Ayudas económicas para el uso de la biomasa nivel comunitario (CCAA).**

**Orden 13/2010, de 10 de mayo,** de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, sobre concesión de ayudas de la Agencia Valenciana de la Energía, en materia de Energías Renovables y Biocarburantes, para el ejercicio 2010 (DOCV núm. 6271, 20/05/2010) – Ref. 17-06 + Modificación (DOCV núm. 6329, 10/08/2010) - Ref. 17-06-01

**Resolución de 18 de febrero de 2010,** de la directora de la Agencia Valenciana de Fomento y Garantía Agraria, por la que se convoca, para el año 2010, un régimen de primas, financiadas por FEADER, para la puesta en valor de la biomasa forestal residual en terrenos forestales de la Comunitat Valenciana (DOCV núm. 6214, 25/02/2010) – Ref. 17-17-01

**Orden de 1 de diciembre de 2009,** de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, por la que se aprueban las bases reguladoras de un régimen de primas para la puesta en valor de la biomasa forestal residual en terrenos forestales de la Comunitat Valenciana (DOCV núm. 6168, 18/12/2009) – Ref. 17-17

## **Anexo VII.**

# **Pliego de Prescripciones Técnicas: “Prácticas recomendables por razones de seguridad y salud”.**

Anexo VII. Pliego de Prescripciones Técnicas: “Prácticas recomendables por razones de seguridad y salud”.

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas constituye un conjunto de prácticas recomendables por razones de seguridad y salud para el desarrollo de las obras que constituyen el **Estudio del balance energético y económico de una central de biomasa forestal en una comarca de la Comunidad Valenciana** y contiene, como mínimo, las condiciones técnicas referentes a la maquinaria a emplear, las instrucciones y detalles de ejecución e indicaciones para su correcto uso.

Al tratarse de aprovechamientos generalmente mecanizados, se aportaran “buenas prácticas” generales para maquinistas forestales, seguidas de prácticas específicas para los tipos de máquina empleados, que se han adaptado de diversas fuentes, entre las que destacan Guías de Seguridad elaborados por la fundación para el Fomento de la Formación Forestal ([www.fundacionf4.org](http://www.fundacionf4.org)), como traducción de la Safety Guides del FASTCo del Reino Unido (aunque, habiéndose reestructurado recientemente esta institución, la actual organización responsable de la edición original de estas guías es AFAG).

➤ **Prácticas genéricas para los tractoristas forestales.**

**General.**

- Los maquinistas deben haber recibido formación específica relacionada con el manejo del tipo de máquina que estén empleando.  
Se debe operar usando las técnicas dentro de los límites establecidos por el fabricante.
- Las máquinas nuevas deben contar con la homologación o certificación CE.  
Las máquinas más antiguas deberán haber sido adaptadas al R.D. 1215/1997 (señalización luminosa, señalización acústica de marcha atrás, etc.)
- En el vehículo deben ir sólo las personas para las que esté diseñado, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se transportaran personas en el remolque o sobre la pala.
- Las máquinas deben contar con dos extintores, que se deben mantener en perfecto estado, realizando las revisiones periódicas que indique el fabricante. Los tubos de escape de todas las máquinas deben contar con un silenciador y matachispas.  
Se debe utilizar cinturón de seguridad y no dejar objetos sueltos en la cabina.

**Características de las máquinas.**

- Los puestos de control de los vehículos (incluidas las grúas para la carga de camiones o alimentación de astilladora) deben estar protegidos por cristales de seguridad contra impacto. Las cabinas de las máquinas forestales automóbiles deben cumplir los estándares de seguridad contra vuelcos y contra impactos (ROPS y FOPS)
- Las partes peligrosas de las máquinas (por ejemplo, una toma de fuerza) deben estar protegidas y señalizadas.

**Mantenimiento.**

- Se deben realizar todas las operaciones de mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la máquina. El mantenimiento se debe realizar con el vehículo parado, calzado y en terreno llano, accediendo al mismo por las partes indicadas para ello.
- Se deben emplear recipientes homologados para el repostado de combustible. Por supuesto, nunca se fumará durante esta operación, que se deberá producir en una zona apartada del lugar de trabajo, sin especiales riesgos de incendio y sin luz sola directa. Se repostara con el motor y las luces apagadas y se alejarán los depósitos de combustible de la máquina un mínimo de 3 metros antes de arrancar. Si se proceden derrames, hay que limpiarlos antes de arrancar la maquina.
- No se debe elevar manualmente los tanques de fuel para repostar. Si se requiere alimentación por gravedad para dicha operación, los bidones deben situarse de forma segura sobre pilas de madera bien formadas, bordes de talud, etc.
- Se debe cortar inmediatamente cualquier vertido de aceite. No hay que usar las manos para comprobar perdidas de aceite, sino un trozo de papel o cartón. El aceite hidráulico a presión puede penetrar a través de la piel y producir gangrena.
- Si es posible, el operario deberá asegurarse de que el aceite hidráulico en los sistemas que deben ser reparados no se encuentre bajo presión. Si no es posible descargar el aceite de presión, se debe aflojar muy cuidadosamente las juntas liberando gradualmente la presión.

### **Planificación.**

- Una persona responsable, además del maquinista, debe conocer el plan de trabajo diario, y se debe establecer un procedimiento de actuación en caso de emergencia. Es útil la comunicación con portófonos, incluyendo la definición de una señal de emergencia.
- Es obligatorio inspeccionar previamente el área de trabajo para identificar los lugares de riesgo y planear el trabajo para que las ramas y puntas sirvan de apoyo en terrenos difíciles.
- Cuando las operaciones sean potencialmente peligrosas para los usuarios de cualquier vía pública (carretera, camino o sendero), éstas no deben comenzar hasta su cierre. En todos los accesos al área, se debe disponer señales de peligro, prohibiendo el paso de personal no autorizado.

### **Operativa.**

- En las operaciones en las que sea necesario, hay que asegurarse de que le freno de estacionamiento o de carga esté conectado (y no olvidar soltarlo antes de poner la máquina en marcha). Si hay pendiente, se parará la máquina en posición recta encarada con la línea de máxima pendiente.
- Hay que emplear cadenas y/o semiorugas según las condiciones del terreno y los cambios.

- Se mantendrá una distancia de seguridad hacia cualquier persona que se encuentre en un radio de dos veces el alcance de la grúa, debiendo detenerse las operaciones si alguien penetra en dicho radio de seguridad. En cualquier caso, nunca se suspenderán cargas por encima de operarios u otras personas.
- Se mantendrá una distancia de seguridad mínima de 15 metro entre cualquier parte de la máquina (por ejemplo, la pinza de la grúa) y cualquier torre de acero de líneas eléctricas (9 metros si se trata de postes de madera)
- La máquina debe contar con iluminación adecuada para trabajar en condiciones de luz escasa. Es necesario contar, además, con una linterna de mano potente.
- Hay que retirar los residuos inflamables que puedan engancharse en los bajos de la máquina u otras áreas similares.
- Durante la marcha, se debe evitar la pendiente lateral excesiva.
- Si hay inestabilidad por la pendiente, sea lateral o longitudinal, es conveniente extender la grúa hacia el lado más alto para ganar estabilidad.
- Hay que asegurarse de que la grúa está en la posición de transporte antes de poner la máquina en marcha.
- Hay que evitar conducir, salvo que sea necesario para limpiar el camino, sobre árboles apeados o trozas.
- Se deben mantener las ventanillas y puertas cerradas durante la conducción.
- El personal autorizado que desee aproximarse a la máquina debería contactar primero con el tractorista. Si no es posible, debe hacerse la aproximación por la zona de mejor visión.
- Para el transporte de una máquina en una góndola, hay que asegurarse de que la posición de la grúa u otros órganos de trabajo es la más adecuada, y de que respeta las dimensiones máximas de las vías a atravesar en la ruta de transporte –altura, anchura y peso máximo autorizados-.

### **EPIS.**

- El maquinista debe llevar los siguientes EPIS (equipos de protección individual): protectores para los oídos excepto si el ruido en la cabina es inferior a los 85 dB, guantes resistentes al aceite hidráulico para manipular madera o materiales, botas de seguridad, elementos de limpieza y botiquín de primeros auxilios. Se llevará, además, casco, cuando se tenga que bajar del vehículo y haya posibilidad de caída de ramas u otros riesgos de golpes en la cabeza.
- En el mantenimiento, se debe trabajar con ropas ajustadas, para evitar atrapamientos.
- Hay que subir y bajar a los vehículos por las zonas habilitadas a tal fin, cuyos asideros y estribos deben mantenerse limpios y en buenas condiciones.
- Tanto la subida como la bajada del vehículo se realizaran de cara al mismo y sin saltar.

### **Situaciones de riesgo.**

- En caso de atasco de la máquina, se debe parar el motor y, en su caso, cortar la corriente, antes de intervenir para desatascar los efectos afectados.
- Si la máquina patina conduciendo hacia abajo, hay que soltar los frenos, aumentar gradualmente la velocidad y continuar en línea recta hacia delante hasta que se recupere la tracción. Nunca se debe desembragar.

- Si la máquina vuelca, se debe permanecer atado (con el cinturón) en e interior de la cabina, no intentando nunca saltar desde la misma.
- Para situaciones inesperadas (climáticas, topográficas o mecánicas) es conveniente conocerlas técnicas de conducción de emergencia, sólo para mover la máquina hasta una posición segura.

➤ **Medidas específicas para la cosechadora o procesadora.**

- Aspectos generales a considerar desde el punto de vista de la seguridad y salud son:
  - No se debe sobrecargar la máquina, dado que perdería estabilidad.
  - No se debe manipular con la grúa árboles de pesos (o tamaños) superiores a los indicados por el fabricante o recomendados por la experiencia.
  - Respecto a la ejecución del trabajo se debe tener en cuenta lo siguiente:
    - Se interrumpirá la tarea inmediatamente si cualquier persona o máquina entra en la zona de peligro especificada para la máquina –generalmente, en un radio igual a la longitud de la grúa más dos veces la altura de los árboles-. (se pueden hacer excepciones de supervisión, entrenamiento o estudio de tiempos).
    - Cuando alguna máquina (que debe tener, en todo caso, protección suficiente para su operador) necesite trabajar dentro de este radio, hay que evaluar el riesgo y planificar un sistema de trabajo lo más seguro posible en cada caso.
    - Se evitara n maniobras rápidas de la grúa hacia la cabina, independientemente del grado de protección del tractorista. Tampoco en dirección a ninguna persona que se encuentre en un radio de 200m.
    - Hay que dejar el material procesado en una posición segura y estable, con un acceso seguro para la maquinaria de saca.
    - Para facilitar la estabilidad, las pilas de árboles deberán ser paralelas a la pendiente o estar apoyadas en árboles en pie para evitar su deslizamiento.
  - El adecuado mantenimiento es fundamental para evitar situaciones problemas durante el trabajo:
    - Extraer y revisar, como mínimo una vez al día, el útil de corte, siempre inmediatamente después de cualquier incidente que pueda haberlo dañado. Inspeccionar particularmente las grietas en los elementos de la cadena, asegurándose además del alineamiento correcto.
    - Reparar o renovar la cadena con la debida periodicidad, manteniendo todos sus elementos (incluyendo los limitadores de profundidad) de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
    - Asegurarse del buen funcionamiento del sistema de lubricación de la cadena.
    - Los equipos hidráulicos quedarán en la posición más baja posible y la presión hidráulica se liberara (si su diseño lo permite). La espada quedara escondida o las cuchillas en posición segura.

➤ **Medidas específicas para el apilado.**

- Algunas reglas básicas y de seguridad para la correcta ejecución del apilado son las siguientes:
  - Dejar siempre libre la calle o pista para los desplazamientos del tractor de saca, esto es apilar a los lados del área prevista para el movimiento de las máquinas.
  - En pendiente para evitar que las pilas se desmoronen, es conveniente apilar en línea de máxima pendiente o apoyando las pilas en árboles en pie (en este último caso, es necesario que el tractorista que va a cargar estas pilas tenga experiencia y habilidad suficientes para hacerlo sin dañar a dichos árboles).
  - Hay que procurar que las pilas estén bien formadas, sin que las trozas sobresalgan lateralmente ni la pila incluya residuos de corta.
  - Conviene reducir las distancias de transporte de la madera: ello se facilita mediante los métodos de apeo dirigido y reunión planificada.

➤ **Medidas específicas para la saca.**

Los principales riesgos en el trabajo con tractores forestales tienen lugar durante las saca en sentido descendente o, en terrenos en pendiente, por el riesgo de vuelco lateral o incluso longitudinal.

- Aspectos generales a considerar desde el punto de vista de la seguridad y salud son:
  - El tractor debe de estar diseñado adecuadamente para que, en caso de vuelco, se proteja la integridad del operario. A este respecto, debe cumplir la normativa internacional de homologación de cabinas antivuelco (ROPS).
  - Usar cinturón de seguridad y transportar botiquín.
  - No trabajar más horas de las establecidas por la Ley. En lo posible, reducir el porcentaje de destajos.
  - Llevar botiquín. Es necesario que los operarios tengan nociones de primeros auxilios.
  - La formación es esencial; el conocimiento de los riesgos y de las prácticas y utensilios para evitarlos es básico.
  - No transportar objetos sueltos en la cabina.
  
- Respecto a la ejecución del trabajo se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - Emplear equipo de seguridad. El enganchador debería llevar, como mínimo, guantes, casco y botas.
  - Evitar el trabajo en solitario. Usar teléfonos portátiles o portófonos para comunicar en caso de accidente.
  - Estabilidad en sentido transversal: el tractor mantendrá la estabilidad transversal siempre que el cociente entre la mitad de su anchura y la altura sobre el suelo de su centro de gravedad sea inferior al valor de la pendiente expresado en tanto por uno. Por tanto, el tractor será tanto más estable cuanto más achoso sea y cuanto más bajo sea el centro de gravedad, pero ni la anchura se puede aumentar indefinidamente, porque disminuye la movilidad, ni la altura del centro de gravedad se puede reducir porque disminuye la capacidad de salvar obstáculos.

- Estabilidad en el sentido de la marcha: el tractor será más estable cuanto más bajo y adelantado se sitúe su centro de gravedad, ya que la mayor parte del peso se sitúa en la parte delantera del tractor. Con el tractor sin carga, al eje delantero le corresponden dos tercios del peso del vehículo y al trasero el tercio restante.
- Evitar pendientes laterales (incluyendo las maniobras de giro en pendientes fuertes).
- Evitar el arrastre de carga en direcciones muy alejadas del eje del vehículo.
- Controlar la velocidad en los viajes en vacío. Es cuando se producen más accidentes.
- Evitar bajar pendientes fuertes prolongadas controlando la velocidad mediante el freno; es preferible aprovechar la retención de la caja de cambios reduciendo convenientemente.

- El adecuado mantenimiento es fundamental para evitar situaciones problemas durante el trabajo.

#### ➤ **Medidas específicas para la carga de camiones.**

- Los aspectos a considerar durante la carga de los camiones y si se utilizan palas cargadoras son las que se detallan a continuación:
  - La carga debe producirse sobre terreno estable, con una distancia adecuada al punto de recolección de la carga y que no obligue a suspender la misma por encima de la cabina del camión. Durante la operación, el freno de estacionamiento debe estar activado, y el freno de giro debe haberse soltado.
  - En la pala o grúa empleada para la carga habrá un solo tractorista, que ejecutará antes del trabajo las labores de mantenimiento indicadas por el fabricante y realizará los movimientos de diagnóstico de la grúa o pala.
  - El operario del vehículo cargador deberá tener buena visibilidad del cargadero y del camión que debe ser cargado. El operario debe detener la máquina si aprecia la entrada inesperada y no planificada de alguna persona en el radio de seguridad de la máquina.
  - Se debe evitar cuidadosamente cargar tierra o piedras con los árboles o astillas, sacudiendo la carga si fuese necesario.
  - La capacidad de la pala o grúa debe emplearse al máximo (siempre sin superar las cargas máximas definidas por el fabricante).
  - Nunca se debe golpear con la carga el camión o ninguna de sus partes. No se debe dejar caer la carga con brusquedad.
  - No se debe nunca cargar cuando la carga suspendida debe pasar por encima de trabajadores que no estén protegidos por una cabina de seguridad homologada.
  - Se debe evitar dañar los árboles remanentes cercanos al cargadero.
  - Se debe evitar la proximidad de líneas eléctricas o de otras máquinas, de acuerdo con las normas generales. También tienen particular importancia en las operaciones de carga la señalización en las vías de acceso para evitar el ingreso de personal no autorizado o desconocedor de los riesgos.
  - Si el operario debe bajar de la grúa o pala, debe detener el motor y dejarla a nivel de suelo. Si el trabajo a desempeñar conlleva riesgos de aplastamiento por cargas suspendidas o atascadas, debe llevar los correspondientes EPIS. (Tolosana, E. 2009).

## **Anexo VIII.**

# **“Impactos negativos potenciales de la extracción de biomasa forestal”.**

Anexo VIII. “Impactos negativos potenciales de la extracción de biomasa forestal”.

El presente anexo expone un conjunto de impactos negativos derivados de la extracción de biomasa forestal durante el desarrollo de las obras (pérdida de nutrientes y reducción del crecimiento, efectos indirectos causados por la extracción de ramas y follaje, formación de rodadas, daños en pistas y trochas, compactación edáfica, erosión, etc.) que constituyen el “Estudio del balance energético y económico para el aprovechamiento de biomasa forestal en el término municipal de Enguera”, así como las medidas preventivas y correctoras a seguir para cada uno de ellos.

➤ **Pérdida de nutrientes y reducción del crecimiento.**

La mayor parte de los nutrientes se concentra en hojas, ramillos finos y corteza. Según Hakkila y Fredrikson (1996), en pinares jóvenes un 60% del nitrógeno, fósforo y potasio en la parte aérea se encuentran en la copa. Por ello, la extracción de árboles completos frente a la sola saca de la madera –o el aprovechamiento de los restos de ramas, ramillos y hojas en verde después de la extracción de las trozas maderables-, a pesar de sólo suponer una ganancia de entre un 15 y un 35% en peso extraído, puede hacer multiplicarse por entre 1,5 y 2 la exportación de calcio, magnesio y sodio (Nisbert et al, 1997), pudiendo llegar a ser entre dos y tres veces mayores a las sufridas en el aprovechamiento maderero tradicional las pérdidas de nitrógeno y fósforo. Autores escandinavos señalan un incremento en las exportaciones de nitrógeno, calcio y magnesio de entre un 67 y un 78% en el caso de aprovechamientos por el sistema de árboles completos frente a los sistemas tradicionales en que sólo se extraen madera y corteza ( Alakanga et al., 1999) de acuerdo con Cacot et al, (2004), el calcio es el elemento, debido a los balances minerales, más susceptible de resultar deficitario después de una intensificación de las extracciones. Sin embargo, de acuerdo con los mismos autores, desde el punto de vista del balance global de carbono, la retirada de restos con fines energéticos es preferible a su abandono sobre el terreno, mientras que desde el punto de vista energético, se considera que la inversión total de energía es sólo un 3% de la producida (Hakkyla, 2004; Björheden, 2009).

En cualquier caso, desde el punto de vista de la nutrición vegetal, y especialmente en suelos sensibles, es conveniente dejar algo de biomasa sobre el terreno. En cortas “a hecho” es difícil una recolección eficaz del más del 70% de la biomasa residual, además es más difícil recuperar lo más fino. De forma natural, parte de ello queda en los suelos. En claros no comerciales las tasas de extracción de la biomasa son mucho mayores. Por este motivo, en términos generales se recomienda dejar secar –o, en el caso de especies de hoja caediza, hacer los aprovechamientos en invierno- con lo que la mayor parte de las hojas y parte de los ramillos quedará en el terreno. El inconveniente de dejar secar la biomasa es que las ramas se vuelven quebradizas, lo que dificulta su recogida mecanizada. A cambio, la astilla más seca gana en poder calorífico y la ausencia de hojas mejora la calidad - menor presencia de álcalis y cenizas-. Por supuesto, el efecto potencialmente negativo de la extracción de nutrientes depende de varios factores, siendo los más importantes los siguientes:

- La extracción será mayor si lo es la intensidad de la silvicultura – que incluye el peso de las intervenciones y su frecuencia-, es decir que el riesgo será mayor en plantaciones tratadas a turno corto y en que se hagan cortas “a hecho”.
- Los efectos de la reducción de nutrientes dependerán de la edad y necesidades nutritivas de la propia masa forestal- máximas cuando es joven y tiene una mayor tasa de crecimiento-.
- Los efectos dependerán de la sensibilidad de los suelos –de la que se tratara a continuación-.
- Hay también algunos factores climáticos, entre los que destacan los que afectan a la dificultad de liberación de nutrientes o a la facilidad para su lavado- esto es , temperaturas frías y climas lluviosos-.

Según Cacot et al (2006), para suelos poco sensibles (pH 5,5 / >7), como es el caso en nuestra zona de estudio, se recomienda extraer la biomasa a lo largo de la vida de las masas de coníferas (o dos veces en un plazo igual a su edad de madurez en masas naturales), y espaciar las intervenciones en que se extraigan ramas sobre montes bajos o medios un mínimo de 15 a 20 años. Ya que en caso de intervenir con una frecuencia mayor, se haría necesario fertilizar. En todo caso se recomienda también dejar secar los restos entre 4 y 6 meses antes de su recogida.

#### ➤ **Efectos indirectos de la retirada de ramas y follaje.**

Además de lo indicado, la extracción de biomasa puede causar efectos indirectos sobre el crecimiento y las condiciones ecológicas de las masas forestales. Puede cambiar el microclima, reduciéndose la humedad y elevándose las temperaturas, y se puede producir una acidificación edáfica.

De acuerdo con Cacot et al. (2006), la extracción de restos, especialmente en el caso de aprovecharse una proporción elevada de los árboles por el sistema de árboles completos, puede provocar acidificación por la retirada de una parte significativa de los cationes alcalinos o “básicos” ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ) contenidos en las ramas y el follaje. Algunos autores han valorado la reducción del pH en 0,1 puntos en el caso de cortas finales.

En cuanto a la erosión, de acuerdo con pruebas realizadas en Galicia, si se aprovechan sólo las ramas (dejando ramillos y acículas) la tasa de erosión es siempre muy baja (Balboa et al, 2005). No obstante, la erosión está muy relacionada con la pendiente, por lo que en la conveniencia de mecanizar la recolección de biomasa, se deberían evitar las pendientes elevadas.

Otro efecto indirecto, en este caso positivo, es un incremento de la presencia de regeneración natural tras la retirada de restos, frente a su abandono sobre el terreno, por el impedimento físico que suponen al éxito de la germinación o el rebrote.

Hay algunos autores que citan efectos negativos sobre la regeneración por pérdida de la acción protectora que la capa de residuos puede suponer frente a las oscilaciones térmicas y frente a los herbívoros. Estos efectos sobre el microclima, junto con la reducción del aporte de materia orgánica, pueden conducir a un empobrecimiento de la microfauna edáfica, según Cacot et al (2006).

También se valora negativamente el efecto de la extracción sobre la fauna que utiliza la acumulación de restos como refugio o sobre las bacterias, hongos o insectos que la utilizan como parte de la cadena trófica, como los organismos descomponedores saprófitos.

Por último, los residuos pueden jugar un papel protector del suelo frente a la compactación y la formación de rodadas, especialmente en suelos finos y/o en tiempo lluvioso en que los suelos están empapados.

Frente a los potenciales efectos negativos relacionados con la fauna o los nutrientes, se considera muy positivo el efecto de la retirada de restos sobre el riesgo de incendios forestales.

#### ➤ **Medidas preventivas y correctoras.**

Siguiendo de nuevo a Cacot et al. (2004), las siguientes medidas son las más significativas para reducir los efectos negativos de la extracción de restos:

- Dejar secar los restos varios meses antes de su recogida. Ello puede reducir las pérdidas de nutrientes entre un 3 y un 45%.
- Recoger los restos o árboles de especies frondosas de hoja caediza en invierno.
- No recolectar adicionalmente los arbustos y vegetación acompañante.
- Limitar, en función de las características del suelo, el número de recolecciones de restos a lo largo de la vida de la masa.

#### ➤ **Otros impactos de los aprovechamientos.**

Otras prácticas recomendables serán las orientadas a reducir la erosión, especialmente en pendientes fuertes, desde evitar hacer aprovechamientos extrayendo hojas y ramillos cuando las pendientes superen ciertos límites, hasta todas las medidas recomendadas para evitar la formación de rodadas, daños en pistas y trochas, compactación edáfica, etc., a saber:

- Planificar adecuadamente las infraestructuras, incluyendo trochas, de forma coordinada con los responsables de gestión y control ambiental.
- Para evitar el taponamiento de cunetas, limpiar los restos que puedan quedar abandonados y depositarlos en el talud de terraplén y pasar la rueda del tractor para eliminar taponamientos con tierra.
- Se debe limitar y controlar la producción de rodadas en las pistas. Las pistas no deben presentar rodadas profundas (>15 cm) o encauzamiento de más de 50 m, el ejecutor debe prevenirlas o repararlas. En terrenos sensibles donde la reparación no sea fácil, los ejecutores deben limitar el uso de las pistas en épocas muy lluviosas.
- Se debe dotar a las pistas, tras los aprovechamientos, de banderas o tajeas para el drenaje superficial, separados entre 40 y 75 metros (menos cuando la pendiente sea mayor).
- Se debe reparar por el ejecutor los posibles daños en las pistas y en las infraestructuras de drenaje o cruce con cauces.
- Las calles o arrastraderos por los que circulen vehículos deben tener longitudes no excesivas (nunca más de 600 metros) y pendientes limitadas (no superiores nunca a 50%).
- Tampoco se deben producir, en estas calles o arrastraderos, rodadas profundas, por lo que hay que limitar el uso en tiempo de lluvias fuertes.

- Los ejecutores deben llevar a cabo “cortes de agua” después de las cortas, de forma sencilla y frecuente (entre cada 10 y cada 50 metros de calle, más cuanto mayor sea la pendiente).
- Para evitar daños en los cursos de agua, hay que planificar los cruces con arroyos, habilitando caños, puentes, etc. dentro de la planificación de la red de pistas.
- En general, se debe limitar el acceso a los cursos de agua al mínimo posible, cruzándolos siempre en ángulo recto. No se permitirá arrastrar a lo largo de los lechos y se mantendrá una franja de vegetación inalterada de entre 10 y 20 o más metros a ambos lados de los cursos de agua.

Para evitar los daños a la masa remanente, tanto los golpes y heridas como la aparición de enfermedades y plagas, convendrá respetar, además las siguientes normas:

- En masas de coníferas, o con otras especies sensibles a los perforadores, no se debe tener madera ni restos gruesos cortados recientemente en la época de actividad de los escarabajos que forman plagas (primavera y principios de verano, sobre todo). En esos casos, habrá que extraer la madera en no más de un mes tras su apeo, y cargarla en los transportes o astillarla de forma inmediata a su extracción.
- Las calles deberán trazarse en línea de máxima pendiente, no deberán estar excesivamente cerca -15 metros mínimo si hay pendiente, 18 a 20 en terreno llano y deberán ser suficientemente anchas –un metro más que las maquinas- para evitar golpes en los árboles de los bordes. En terreno llano, las calles deben entroncar en las pistas en un ángulo abierto, para evitar las maniobras de entrada en la pista con cargas voluminosas, en que se dañan los árboles de borde.
- Los árboles completos deben manipularse para su apilado y carga en el autocargador con gran cuidado y suficiente habilidad y preparación por los operarios, especialmente si los árboles están en savia (primavera y verano). Es importante que los tractoristas tengan experiencia y estén informados sobre la importancia de evitar daños.

Además, es esencial, como en cualquier aprovechamiento forestal en el ámbito mediterráneo, tomar medidas preventivas del riesgo de incendios, y en todo caso evitar el dejar basuras o residuos en los montes. El recipiente, bidón o bolsa que se ha llevado lleno de combustible, aceite o comida, debe volver vacío y depositarse en el lugar adecuado, fuera de los montes.

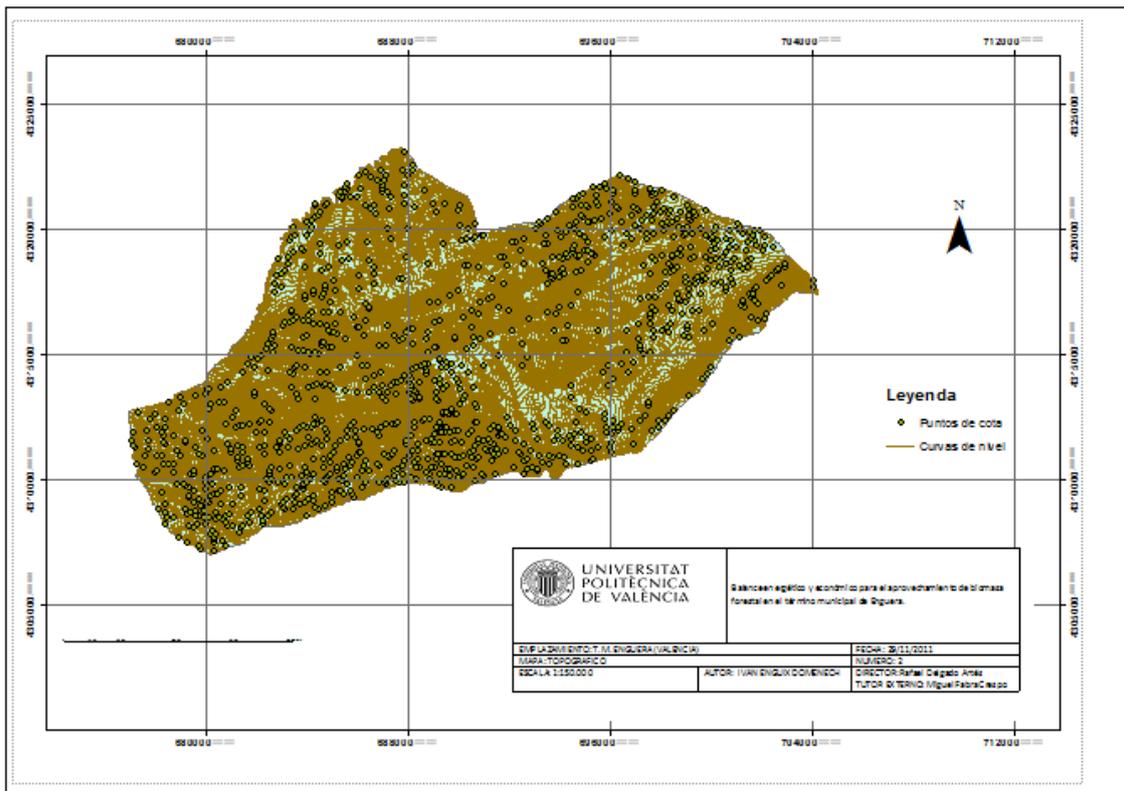
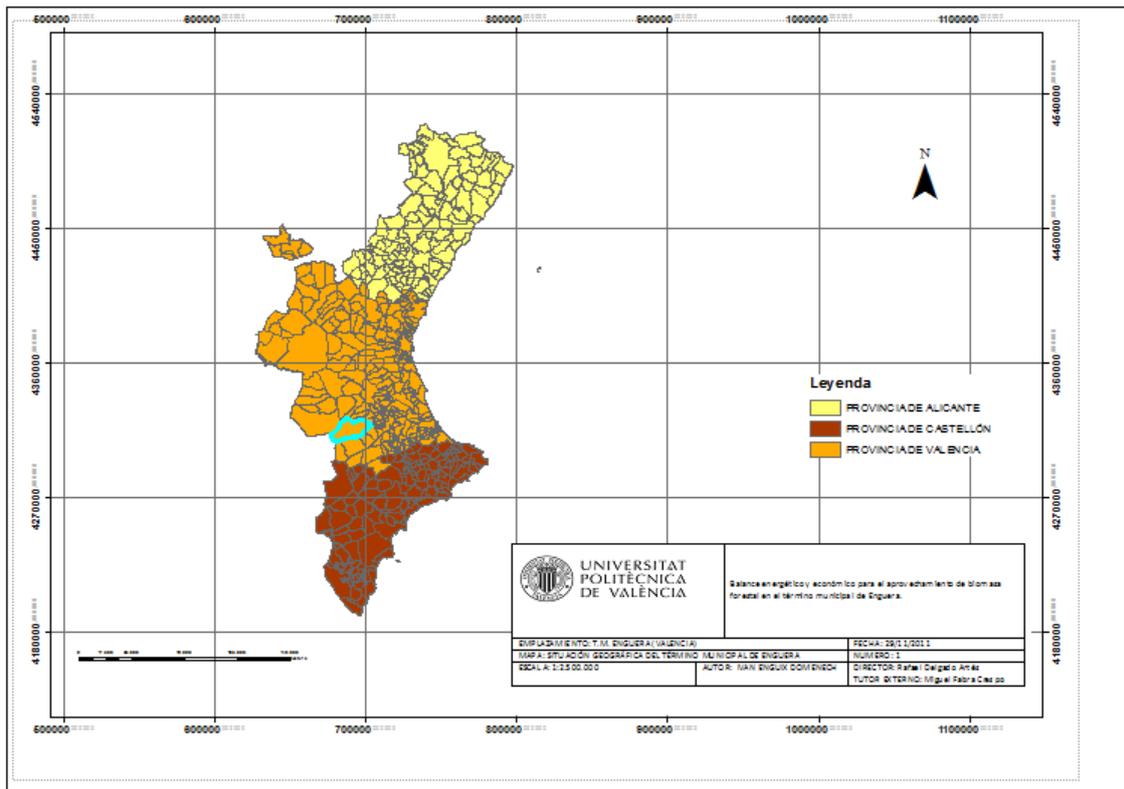
# **Anexo IX.**

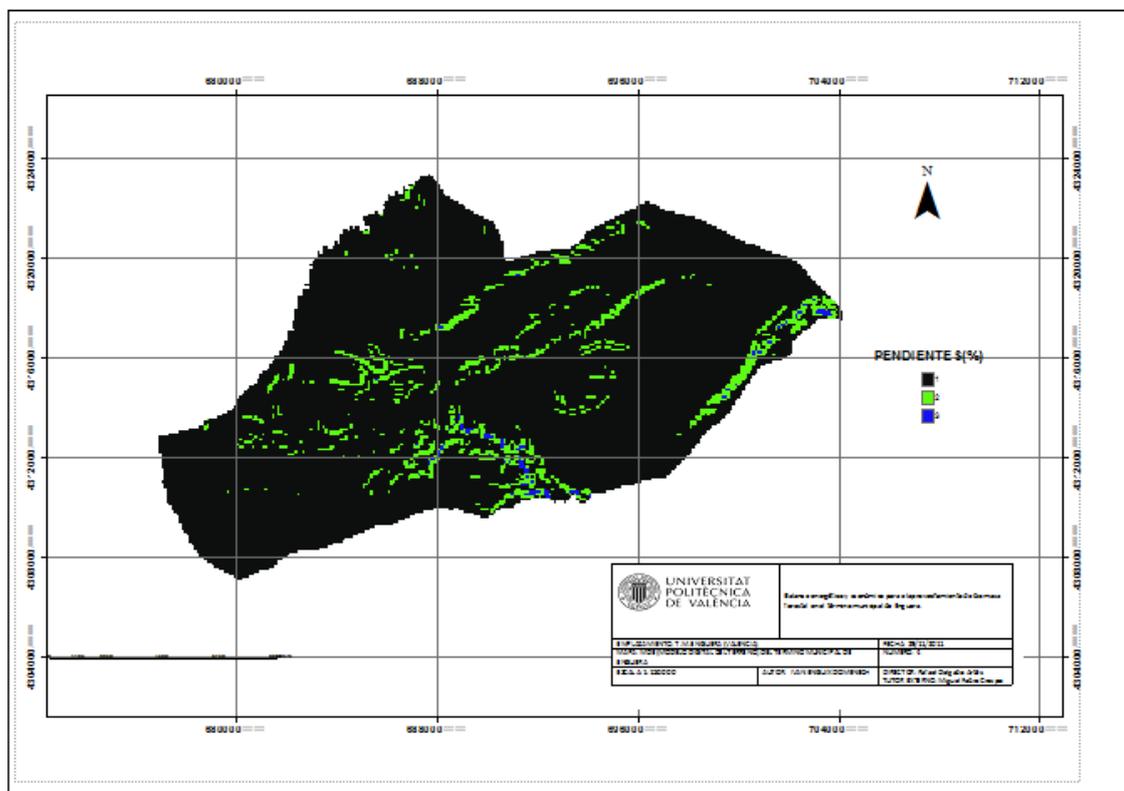
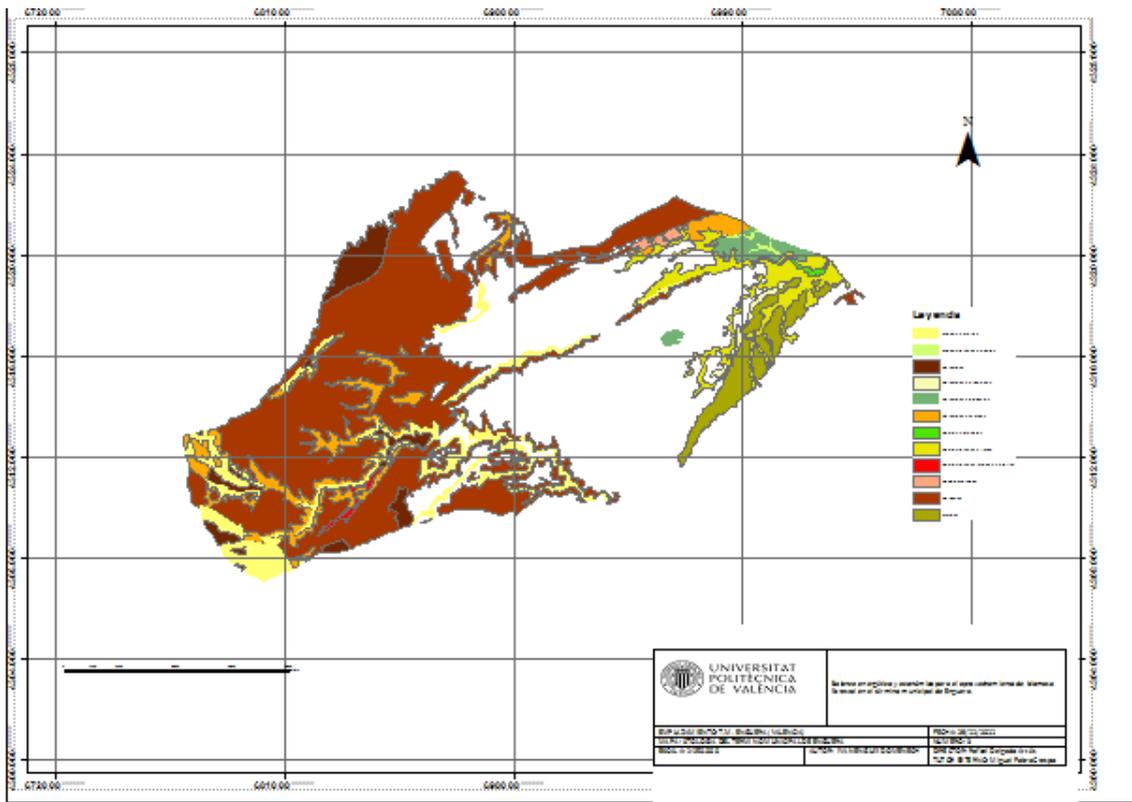
## **Cartografía.**

Anexo IX. Cartografía.

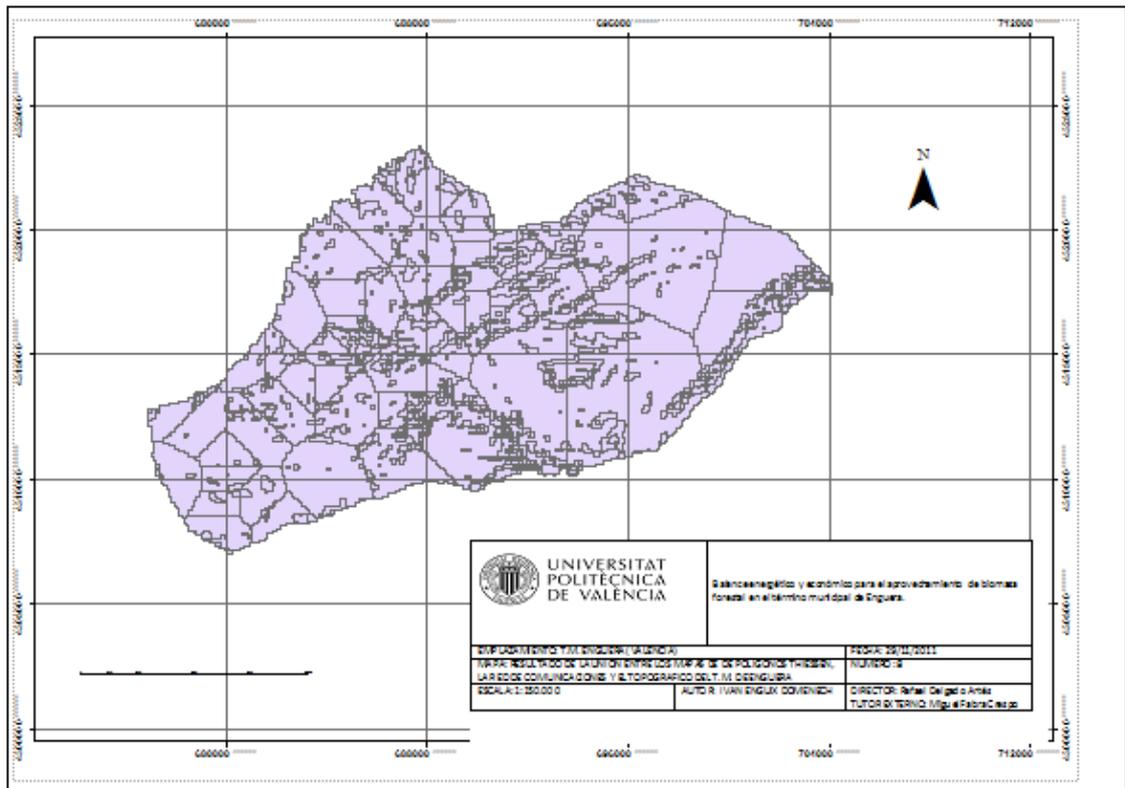
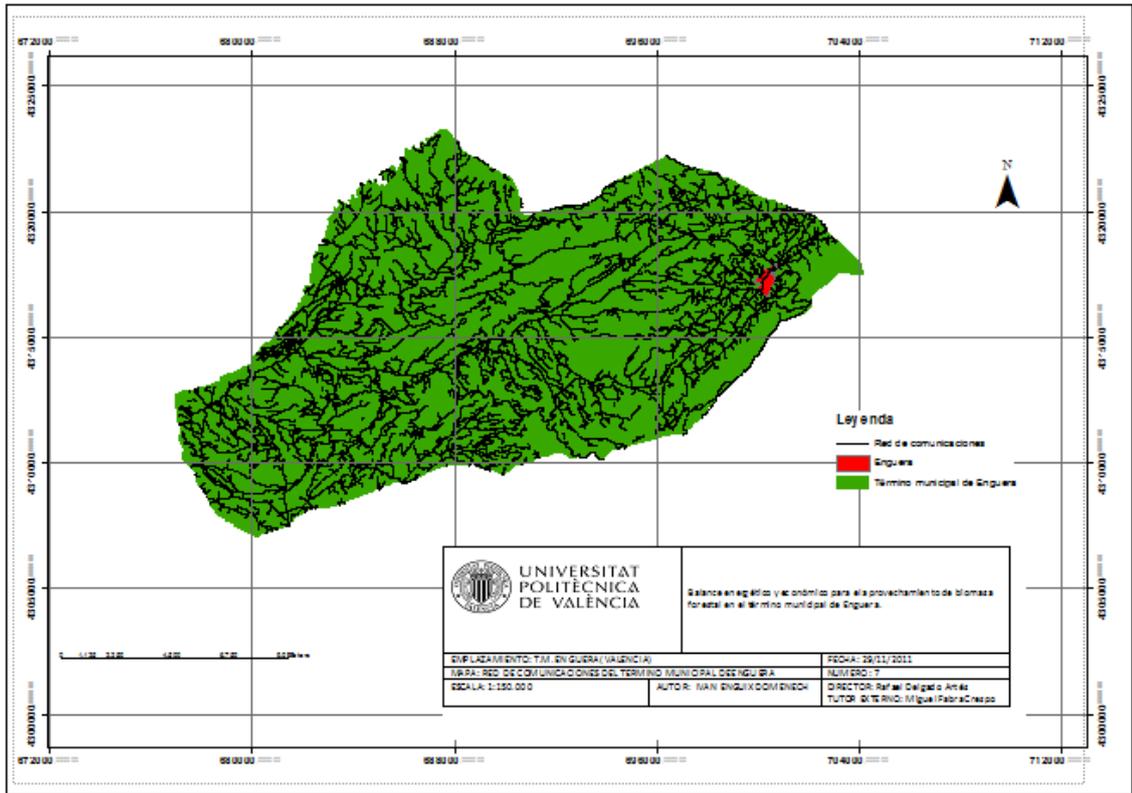
## **ÍNDICE**

1. Situación geográfica del término municipal de Enguera.
2. Topográfico del término municipal de Enguera..
3. Litología del término municipal de Enguera.
4. MDE (Modelo Digital del Terreno) del término municipal de Enguera.
5. Monte de utilidad pública y parcelas de estudio del término municipal de Enguera.
6. Parcelas de estudio del término municipal de Enguera.
7. Mapa de la red de comunicaciones del término municipal de Enguera.
8. Mapa resultante de la unión entre los mapas finales de polígonos thiessen, multibuffer y pendientes del término municipal de Enguera.









# **Anexo X.**

## **Legislación.**

Anexo X. Legislación.

La legislación sobre biomasa es amplia. Por ello hemos recogido información a nivel europeo, nacional y autonómico. Se podría llenar infinidad de hojas con esta información, pero aquí nos limitaremos a realizar mención de una parte representativa de la misma.

## 6.1 Europea.

### **DOCE 27-10-2001**

Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad. *Objeto:* La presente Directiva tiene por objetivo fomentar un aumento de la contribución de las fuentes de energía renovables a la generación de electricidad en el mercado interior de la electricidad y sentar las bases de un futuro marco comunitario para el mismo.

## 6.2 Nacional.

### **1. B.O.E. de 28-11-1997, Ley 54/1997, de 27 noviembre, del sector eléctrico**

La presente Ley regula las actividades destinadas a los suministros de energía eléctrica, consistentes en su generación, transporte, distribución, comercialización e intercambios intracomunitarios e internacionales, así como la gestión económica y técnica del sistema eléctrico.

**2. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo**, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. **BOE 126/2007 de 26 de mayo**  
CORRECCIÓN de errores en **BOE núm. 178, de 26 de julio de 2007**  
CORRECCIÓN de errores en **BOE núm. 177, de 25 de julio de 2007**

**3. Resolución de 10 de diciembre de 2001, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se autoriza a la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), para asumir funciones de normalización en el ámbito de las energías renovables y el cambio climático**

**4. Ley 40/1994 de 30 de diciembre de 1994**, de ordenación del sistema eléctrico nacional. **BOE 313/1994 del 31 de diciembre de 1994**

**5. Orden PRE/472/2004, de 24 de Febrero**, por la que se crea la Comisión Interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa. *BOE 50, de 27-2-2004*. Entre las distintas tecnologías de aplicación energética que considera el Plan está la biomasa o materia fotosintética, de la cual se aprovecha su contenido energético en una primera transformación (residuos agrícolas, forestales, cultivos energéticos, etc.) o en una segunda etapa (residuos animales transformados a biogás, biocarburantes, etc.). La energía procedente de la biomasa, para su aplicación en usos térmicos y eléctricos.

**6. Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre**, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. **BOE n. 312 de 30/12/1998**

**7. Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010**: Durante los últimos años, la biomasa ha experimentado en España unos desarrollos sensiblemente inferiores a los fijados en su día como objetivos del Plan de Fomento, y persisten en ella importantes barreras a las que este Plan de Energías Renovables 2005-2010 pretende dar respuesta. Por lo que se refiere a las aplicaciones eléctricas de la biomasa, el objetivo de crecimiento en el periodo 2005-2010 se sitúa en 1.695 MW

**8. ORDEN ITC/1522/2007, de 24 de mayo, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia**. La presente orden tiene por objeto regular la garantía de origen de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia, con objeto de fomentar su contribución a la producción de electricidad así como facilitar el comercio de electricidad producida a partir de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia. Igualmente, se establecen una serie de obligaciones de información por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y de la Comisión Nacional de Energía, en relación, por un lado, con el establecimiento de objetivos indicativos nacionales y las medidas previstas para alcanzarlos, y por otro, con la evaluación del marco normativo respecto de los procedimientos de autorización de estas instalaciones.

6.3 CCAA.

**1. Resolución de 22 de junio de 2005**, del Servicio Territorial de Energía, relativa a la autorización administrativa de instalación eléctrica y estudio sobre impacto ambiental. *DOGV 5081, de 30-8-2005.*

**2. Decreto 144/2005, de 7 de octubre**, del Consejo de la Generalitat, por el que se crea el centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana. *DOGV 5113, de 13-10-2005.*

# **Anexo XI.**

## **Cuadro de Precios y Presupuesto.**

Anexo XI. Cuadro de Precios y Presupuesto.

## CUADRO DE PRECIOS

### CAPÍTULO 01 APEO

CÓDIGO	UD	RESUMEN	
01.01	pie	<b>Apeo cosechadora, arboles <math>\varnothing \leq 12</math> cm</b> Apeo de arboles, con diámetros menores o iguales a 12 centímetros, mediante cosechadora con cabezal único de apeo.	0,21 €
01.02	pie	<b>Apeo cosechadora, arboles <math>\varnothing &gt;12</math> cm - <math>\leq 20</math> cm</b> Apeo de arboles, con diámetros comprendidos entre 12 y 20 centímetros, mediante cosechadora con cabezal único de apeo.	0,33 €
01.03	pie	<b>Apeo cosechadora, arboles <math>\varnothing &gt;20</math> cm - <math>\leq 30</math> cm</b> Apeo de arboles, con diámetros comprendidos entre 20 y 30 centímetros, mediante cosechadora con cabezal único de apeo.	0,61 €
01.04	pie	<b>Apeo cosechadora, arboles <math>\varnothing &gt; 30</math> cm</b> Apeo de arboles, con diámetros superiores a 30 centímetros, mediante cosechadora con cabezal único de apeo.	1,52 €

## CUADRO DE PRECIOS

### CAPÍTULO 02 SACA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	
02.01	m <sup>3</sup>	<b>Saca skidder, pdt &lt;30%, dist ≤ 200 m</b> Saca mecanizada de arboles mediante skidder para pendientes menores al 30% y distancias a pistas máximas de hasta 200 metros.	7,57 €
02.02	m <sup>3</sup>	<b>Saca skidder, pdt &lt; 30%, dist &gt; 200 - ≤ 400 m</b> Saca mecanizada de arboles mediante skidder para pendientes menores al 30% y distancias a pistas comprendidas entre 200 y 400 metros.	7,73 €
02.03	m <sup>3</sup>	<b>Saca skidder, pdt &gt; 30 %- ≤ 50%, dist ≤ 200 m</b> Saca mecanizada de arboles mediante skidder para pendientes superiores al 30% y distancias a pistas máximas de hasta 200 metros.	7,87 €
02.04	m <sup>3</sup>	<b>Saca skidder, pdt &gt; 30% - ≤ 50%, dist &gt; 200 - ≤ 400 m</b> Saca mecanizada de arboles mediante skidder para pendientes superiores al 30% y distancias a pistas comprendidas entre 200 y 400 metros.	11,16 €

## CUADRO DE PRECIOS

### CAPÍTULO 03 APILADO

CÓDIGO	UD	RESUMEN	
03.01		<b>estereo Apilado, arboles <math>\varnothing \leq 20</math> cm</b> Apilado mecanizado de arboles con diámetros máximos de hasta 20 centímetros.	2,53 €
03.02		<b>estereo Apilado, arboles <math>\varnothing &gt; 20 - \leq 30</math></b> Apilado mecanizado de arboles con diámetros comprendidos enter 20 y 30 centímetros.	2,15 €
03.03		<b>estereo Apilado, arboles <math>\varnothing &gt; 30</math></b> Apilado mecanizado de arboles con diámetros superiores a 30 centímetros.	2,15 €

## CUADRO DE PRECIOS

### CAPÍTULO 04 CARGA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	
04.01	estereo	Carga grua, 131/160 CV Carga de los arboles con grua de 131/160 caballos.	1,95 €

## CUADRO DE PRECIOS

### CAPÍTULO 05 TRANSPORTE

CÓDIGO	UD	RESUMEN	
05.01	t(30)	<b>Transporte, camión 400 CV (bañera 30 t)</b> Transporte de arboles mediante camión de 400 caballos, con capacidad de carga de 30 toneladas.	42,05 €

## CUADRO DE PRECIOS

### CAPÍTULO 06 COSTES DERIVADOS DE LA CENTRAL DE BIOMASA FORESTAL (3MW)

CÓDIGO	UD	RESUMEN
06.01	año	<b>Costes combustible.</b> Costes de combustible derivados de la central de biomasa por año. 423450 €
06.02	año	<b>Costes operación y mantenimiento.</b> Costes de operación y mantenimiento derivados de la central de biomasa por año. 209385 €
06.03		<b>Inversión</b> Inversión que supone poner en marcha una central de biomasa forestal. 5409000 €

**PRESUPUESTO****CAPÍTULO 01 APEO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
01.01	pie	<b>Apeo cosechadora, arboles <math>\varnothing \leq 12</math> cm</b> Apeo de arboles, con diámetros menores o iguales a 12 centímetros, mediante cosechadora con cabezal único de apeo.	3466911	0,21 €	
01.02	pie	<b>Apeo cosechadora, arboles <math>\varnothing &gt;12</math> cm - <math>\leq 20</math> cm</b> Apeo de arboles, con diámetros comprendidos entre 12 y 20 centímetros, mediante cosechadora con cabezal único de apeo.	2224225	0,33 €	
01.03	pie	<b>Apeo cosechadora, arboles <math>\varnothing &gt;20</math> cm - <math>\leq 30</math> cm</b> Apeo de arboles, con diámetros comprendidos entre 20 y 30 centímetros, mediante cosechadora con cabezal único de apeo.	1536564	0,61 €	
01.04	pie	<b>Apeo cosechadora, arboles <math>\varnothing &gt; 30</math> cm</b> Apeo de arboles, con diámetros superiores a 30 centímetros, mediante cosechadora con cabezal único de apeo.	466893	1,52 €	
TOTAL CAPÍTULO 01 APEO.....					<b>3109026,9</b>

**PRESUPUESTO****CAPÍTULO 02 SACA**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
02.01	m <sup>3</sup>	<b>Saca skidder, pdt &lt;30%, dist ≤ 200 m</b> Saca mecanizada de arboles mediante skidder para pendientes menores al 30% y distancias a pistas máximas de hasta 200 metros.	5479071	7,57 €	
02.02	m <sup>3</sup>	<b>Saca skidder, pdt &lt; 30%, dist &gt; 200 - ≤ 400 m</b> Saca mecanizada de arboles mediante skidder para pendientes menores al 30% y distancias a pistas comprendidas entre 200 y 400 metros.	574044	7,73 €	
02.03	m <sup>3</sup>	<b>Saca skidder, pdt &gt; 30 %- ≤ 50%, dist ≤ 200 m</b> Saca mecanizada de arboles mediante skidder para pendientes superiores al 30% y distancias a pistas máximas de hasta 200 metros.	541023	7,87 €	
02.04	m <sup>3</sup>	<b>Saca skidder, pdt &gt; 30% - ≤ 50%, dist &gt; 200 - ≤ 400 m</b> Saca mecanizada de arboles mediante skidder para pendientes superiores al 30% y distancias a pistas comprendidas entre 200 y 400 metros.	177035	11,16 €	
TOTAL CAPÍTULO 02 SACA.....					<b>52147489,2</b>

**PRESUPUESTO****CAPÍTULO 03 APILADO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>03.01</b>		<b>estereo Apilado, arboles <math>\varnothing \leq 20</math> cm</b> Apilado mecanizado de arboles con diámetros máximos de hasta 20 centímetros.			
			82270,15849	2,53 €	
<b>03.02</b>		<b>estereo Apilado, arboles <math>\varnothing &gt; 20 - \leq 30</math></b> Apilado mecanizado de arboles con diámetros comprendidos enter 20 y 30 centímetros.			
			99271,46219	2,15 €	
<b>03.03</b>		<b>estereo Apilado, arboles <math>\varnothing &gt; 30</math></b> Apilado mecanizado de arboles con diámetros superiores a 30 centímetros.			
			103642,1461	2,15 €	
		<b>TOTAL CAPÍTULO 03 APILADO.....</b>			<b>644407,7</b>

**PRESUPUESTO**

**CAPÍTULO 04 CARGA**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>04.01</b>	<b>estereo</b>	<b>Carga grua, 131/160 CV</b>			
		Carga de los arboles con grua de 131/160 caballos.			
			285183,7667	1,95 €	
		<b>TOTAL CAPÍTULO 04 CARGA.....</b>			<b>556108,3</b>

**PRESUPUESTO**

**CAPÍTULO 05 TRANSPORTE**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>05.01</b>	<b>estereo</b>	<b>Transporte, camión 400 CV (bañera 30 t)</b>			
		Transporte de arboles mediante camión de 400 caballos, con capacidad de carga de 30 toneladas.			
	t(30)		6895,860033	42,05 €	
		<b>TOTAL CAPÍTULO 05 TRANSPORTE.....</b>			<b>289970,9</b>

## PRESUPUESTO

### CAPÍTULO 06 COSTES DERIVADOS DE LA CENTRAL DE BIOMASA FORESTAL (3MW)

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
06.01	año	<b>Costes combustible.</b>			
		Costes de combustible derivados de la central de biomasa por año.			
			20	423450 €	
06.02	año	<b>Costes operación y mantenimiento.</b>			
		Costes de operación y mantenimiento derivados de la central de biomasa por año.			
			20	209385 €	
06.03		<b>Inversión</b>			
		Inversión que supone poner en marcha una central de biomasa forestal.			
				5409000 €	

TOTAL CAPÍTULO 06 COSTES DERIVADOS DE LA CENTRAL DE BIOMASA FORESTAL (3MW).....**18065700**

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

<b>CAPÍTULO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>CAPÍTULO 01</b>	<b>APEO</b>	<b>3109026,9</b>
<b>CAPÍTULO 02</b>	<b>SACA</b>	<b>52147489,2</b>
<b>CAPÍTULO 03</b>	<b>APILADO</b>	<b>644407,7</b>
<b>CAPÍTULO 04</b>	<b>CARGA</b>	<b>556108,3</b>
<b>CAPÍTULO 05</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>289970,9</b>
<b>CAPÍTULO 06</b>	<b>COSTES DERIVADOS DE LA CENTRAL (3 MW)</b>	<b>18065700</b>
	<b>TOTAL EJECUCIÓN.....</b>	<b>74812703</b>
	18,00% IVA.....	13466286,5
	<b>TOTAL PRESUPUESTO.....</b>	<b>88278989,5</b>

**Tabla Excel: CALCULOS PARA EL BALANCE ECONOMICO DEL ESTUDIO.**

**Tabla Excel: ANEXO IV.**

**Tabla Excel: ATRIBUTOS DEL MAPA FINAL.**

**Tabla Excel: PARCELAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.**