



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PELLETS DE BIOMASA

**DOCUMENTO I:
MEMORIA**

Grado de Ingeniería Forestal: Industrias Forestales

*AUTOR: ALFONSO GARCÍA ÁLVARO
ESCUELA DE INGENERÍAS AGRARIAS. SORIA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

JULIO 2014

DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.

CAPÍTULO 2. OBJETO DEL PROYECTO

CAPÍTULO 3. BASES DEL PROYECTO.

3.1 JUSTIFICACIÓN Y DIRECTRICES

3.2 CONDICIONANTES

3.2.1 Condicionantes internos

3.2.2 Condicionantes externos

3.3 CRITERIOS DE VALOR

3.4 CRITERIOS DE DISEÑO

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.

4.1 GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

4.2 SOLUCIÓN ADOPTADA.

4.3 LOCALIZACIÓN (ampliado)

4.3.1 Subproductos de campo en un radio de 25 km

4.3.2 Subproductos de industria en un radio de 25 km

4.3.3 Costes de recolección y transporte

4.3 DIMENSIONADO (ampliado)

4.3.1 Estimación del Residuo forestal

4.3.2 Estimación de la madera procedente de tratamientos silvícola:

4.3.3 Estimación de la materia prima procedente de las industrias de transformación

4.3.4 Porcentaje de disponibilidad

4.3.5 Estimación de la producción:

CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

5.1 INGENIERÍA DEL PROCESO

5.1.1 PRODUCTO

5.1.1.1 PELLETS DE MADERA

5.1.1.2 MATERIA PRIMA

5.1.1.2.1 Especies principales. *Pinus pinaster*.

5.1.1.3 FORMAS DE RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

5.1.1.4 CRITERIOS DE CALIDAD DE LOS PELLETS

5.1.1.5 NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

5.1.1.6 VENTAJAS RESPECTO OTROS COMBUSTIBLES

5.1.2 PROCESO PRODUCTIVO

5.1.3 DIMENSIONAMIENTO DE SILOS Y ALMACENES

5.1.4 MAQUINARIA

5.1.5 PROGRAMA PRODUCTIVO

5.1.5.1 NECESIDADES DE PERSONAL

5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

5.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

5.2.1.1 Consideraciones previas

5.2.1.2 Normativa

5.2.1.3 Materiales utilizados

5.2.1.4 Diseño de la obra y perfiles a utilizar

5.2.1.5 Resumen de la medición y superficies a emplear

5.2.1.6 Distribución de dependencias.

5.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES BÁSICAS

5.2.1 SANEAMIENTO

5.2.2 FONTANERÍA

5.2.2.1 AGUA FRÍA.

5.2.2.2 AGUA CALIENTE.

5.2.3 ELECTRICIDAD

5.2.4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

CAPÍTULO 6: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO 7: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

CAPÍTULO 8: PLAN, CALENDARIO Y PLAN DE EJECUCIÓN.

8.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

8.2 PREVISIÓN DE TIEMPOS

8.2 DIAGRAMA DE GRANTT

CAPÍTULO 9: PRESUPUESTO DEL PROYECTO

CAPÍTULO 10: ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO.

CAPÍTULO 11: NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA

11.1 NORMATIVA UTILIZADA

11.1 BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.

El presente proyecto es pionero en la zona, siendo la principal motivación la oportunidad del aprovechamiento de los recursos forestales de la zona, así como el actual crecimiento en el uso de la biomasa como biocombustible para uso doméstico, todo ello encuadrado en un desarrollo local y sostenible del municipio.

Hay un estudio previo denominado “Estudio de Prefactibilidad de una planta peletizadora de biomasa en Quintana Redonda (Soria)”, llevado a cabo por el mismo redactor del presente proyecto técnico, Alfonso García Álvaro con fecha de Enero de 2014 en el contexto de la asignatura “Proyectos” y en la titulación de Grado de Ingeniería Forestal de la Universidad de Valladolid.

CAPÍTULO 2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo, diseñar, proyectar y ejecutar una industria de producción de pellets con los restos de origen forestal, siempre que la rentabilidad económica del mismo lo haga viable. Se establecerán las bases técnicas y económicas que favorezcan la inversión inicial y el posterior proceso productivo. Todo ello, tras un estudio de dimensionado y localización previo.

Así mismo, el proyecto debe ser válido como documento administrativo a presentar ante los organismos competentes con el fin de obtener ayudas de carácter financiero para su futura ejecución ya sean subvenciones, créditos, préstamos hipotecarios, etc. Además será utilizado para la ejecución y dirección de obras.

La enmarcación de la planta se localiza en el término municipal de Quintana Redonda, a las afueras del pueblo sobre suelo industrial en el Polígono 304, Parcela 33, Majuelos, Quintana Redonda (Soria)

CAPÍTULO 3. BASES DEL PROYECTO.

3.1 JUSTIFICACIÓN Y DIRECTRICES

La biomasa o “masa biológica” es una energía emergente en España y que actualmente ya está consolidada en el resto de países europeos, especialmente en los nórdicos. La implantación de este nuevo recurso va a favorecer entre otras cosas:

- Menor dependencia energética de otros países.
- Perspectivas y consolidación de un mercado nuevo.
- Favorecer la situación de la “Crisis energética global”.
- Tratamiento de un recurso limpio, ya que se evita el efecto nocivo sobre el medio ambiente del uso de otros recursos.

Además de todo lo expuesto, con la puesta en marcha de este proyecto habría un desarrollo local muy importante sobre todo con la creación de nuevos puestos de trabajo, la valoración y aprovechamientos de los recursos de la zona y el desarrollo de un mercado emprendedor no existente todavía en los alrededores.

3.2 CONDICIONANTES

Hay una serie de condicionantes a tener en cuenta a la hora del diseño del proyecto destacando:

3.2.1 Condicionantes internos:

- Recurso disponible: La zona se encuentra localizada en los alrededores de un área extensa de pinar. En concreto de *Pinus pinaster* que por sus características es muy apto para la elaboración del pellet.
- Costes de transporte: Será otro factor importante incluyendo los costes medios de recolección más los de transporte a la planta de producción.
- Infraestructuras: La comunicación, especialmente con la red vial, será básica, disponiendo acceso directo a la carretera comarcal SO-100 y acceso cercano con la autovía y la red ferroviaria. La planta estará asfaltada por lo que no habrá impedimentos para la entrada de vehículos tanto normales como especiales.

- Saneamiento: Las aguas pluviales se verterán hasta un pozo de registro previo paso a la red de alcantarillado general. El mismo proceso a lo largo de otra línea de distribución con las aguas residuales, fecales y sanitarias.
- Abastecimiento de aguas: La línea de abastecimiento general, conducirá el agua desde la red pública hasta una arqueta de acometida situada en el interior de la parcela que a su vez será la encargada de abastecer el agua a la planta para servicios y usos generales.
- Abastecimiento de electricidad: Se llevará a cabo mediante una acometida desde la red eléctrica general pública.

3.2.2 Condicionantes externos:

- Presencia de industrias de aserrado: En un área cercana hay localizadas diferentes industrias cuyos subproductos son válidos para el proceso de la planta.
- Mercado emergente: Hay un cambio en el mercado del pellet que hace que este recurso se haya revalorizado. Su creciente consumo hacen del producto una buena oportunidad de inversión.
- Normativa urbanística: En todo momento se cumplirá las normas urbanísticas de la localidad de Quintana Redonda.
- Legislación: Se respetará la normativa correspondiente para este tipo de industrias en todo lo que refiere construcciones, electricidad, protección contra incendios, etc.
- Normativa del producto: El producto final cumplirá los criterios de calidad basados en la norma Europea EN 14961.

3.3 CRITERIOS DE VALOR

Para la realización de la planta se regirán por una serie de criterios de valor:

- Llevar a cabo un proceso productivo que resulte rentable llegando a un equilibrio entre las inversiones a realizar y los beneficios a obtener.

- Generar un desarrollo laboral en la zona con la creación de empleos directos e indirectos.
- Diseño de una planta de producción sostenible y respetuosa con el medio ambiente en todas sus fases, utilizando energías limpias.
- Desarrollo de una industria moderna con un proceso de producción continuo que asegure un pellet de calidad. También se tendrán en cuenta posibles ampliaciones e investigaciones de cara a una mejora cualitativa o cuantitativa del producto final, dando prioridad a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I).

3.4 CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño de la planta de producción se realizará en una serie de criterios basados en:

- Estudio de los condicionantes actuales del sector en el mercado.
- Cuantificación de los recursos potenciales de la zona.
- Características y cualidades tecnológicas de la materia prima.

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.

El diseño final del proyecto se basa en un estudio de varias alternativas donde se presentan las diferentes opciones a tomar, y en base a este análisis se tomarán las decisiones que más se adecuen a los condicionantes descritos.

El objetivo, por tanto, será alcanzar la situación más idónea para el cumplimiento del mismo.

4.1 GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Las alternativas seleccionadas son las siguientes:

- **Localización:**

Tras realizar un estudio de ubicación de acuerdo a la cantidad de recursos disponibles y al bajo coste de transporte, se ha elegido el municipio de Quintana Redonda, en una parcela rústica en suelo industrial. En concreto se trata de la parcela 33 del polígono

304, situada a solamente 300 metros del casco urbano de Quintana Redonda. Este apartado se amplía en el punto 4.3.

Las principales razones, por tanto, por las que se ha decidido la ubicación de la planta y que definen la singularidad de la instalación con el objetivo de buscar la eficiencia en la instalación son:

1. Proximidad para la captación de la materia prima.
2. Aproximación de buen número de proveedores relacionados con la industria de la madera.
3. Fácil acceso a vías rápidas, para la distribución de su producción a importantes zonas industriales (Castilla y León, Navarra, La Rioja, Aragón y Comunidad de Madrid) y especialmente con la cercanía a la línea ferroviaria Soria-Madrid que se localiza a 1.000 metros de la planta.
4. Disponibilidad de un del terreno **a coste cero**, por cortesía del Ayuntamiento, dónde se localizarán las instalaciones, dotados de todos los servicios necesarios para realizar el proceso productivo.

- **Materia prima:**

Se procesará la materia prima en tres formas:

1. Residuo forestal (coníferas).
2. Madera de claras (coníferas tras tratamiento silvícola).
3. Restos de la industria de primera transformación (astilla y serrín de coníferas).

La especie principal, y en principio única que se utilizará como materia prima será el *Pinus pinaster*, especie abundante en la zona, además de sus características. Se trata de una especie muy aceptable para la producción del pellet. La madera es de alta calidad, aportando un alto poder calorífico, generando un bajo contenido de cenizas tras combustión y ofrece un buen comportamiento para el peletizado por su alto contenido en lignina.

Los aserraderos cercanos también trabajan casi en su totalidad con esta especie de madera, principalmente para la fabricación de pales, por lo que se aprovecharán los

restos de la industria de primera transformación. Luego el 100% de la materia prima será del *Pinus pinaster*.

No obstante, más adelante se puede investigar en hacer mezclas con otras especies de coníferas o chopos, especies también muy presentes en replantaciones de la zona, existiendo además empresas similares que trabajan con mezcla de estas dos especies de la que obtienen buenos resultados.

- **Capacidad productiva:**

Tras hacer un dimensionado de la producción en función de los recursos presentes, la vida útil del proyecto y la capacidad de la maquinaria repartida de dos turnos diarios de ocho horas, cinco días a la semana, se obtiene una producción de 3.965 toneladas de pellets a la hora, lo que hace 15.164,18 toneladas anuales. Este apartado se amplía en el punto 4.4.

- **Comercialización del proyecto:**

El producto se pondrá a la venta en el mercado de dos formas diferentes:

- En sacos de 15 Kg: Es el tipo de comercialización más práctica en la actualidad para el consumo de pellets, ya que es un envase cómodo y fácil de almacenar a pesar de que resulta más caro que el resto de formas de comercialización
- A granel: Es la forma de comercializado más barata y está destinada a grandes consumidores con posibilidad de almacenaje en tolvas o depósitos de gran tamaño.

Se descartan otras formas de comercializado como las Big-Bag de 500 ó 1.000 Kg ya que para su producción y transporte se necesita maquinaria especial para clientes específicos.

- **Proceso productivo:**

Se elige un flujo productivo continuado e informatizado para gestionarlo desde una sala de control. El objetivo será por tanto la producción de un pellet de calidad en continuo, separando y seleccionando la materia prima de mayor calidad gracias al paso por diferentes cribados.

El flujo en continuo comprenderá las fases de: Recepción y procesado de la materia prima, triturado de la madera en húmedo (astillado), secado, cribado, triturado de la madera en seco (molino de martillos), prensado (peletizadora), enfriado, ensacado (paletizado), almacenado.

- **Tecnología del proceso:** Se tienen en cuenta diferentes fases:
 - Secado: Se propone el uso de un secadero de banda, que a pesar de que requiere una inversión mayor que otras opciones, como el secadero tipo “trómel” sus ventajas son más interesantes, como:
 - Bajo consumo de energía eléctrica.
 - Nivel menor de emisiones contaminantes.
 - Funcionamiento automático.
 - Utilización de energía a muy baja temperatura.
 - Mínimo riesgo de incendio.
 - Calidad óptima del producto.
 - Almacenado y silos intermedios: Se incorporarán al proceso productivo continuo, filtro por el paso de los diferentes almacenes y silos intermedios con el objetivo de evitar paradas técnicas o cualquier incidencia o funcionamiento de las máquinas.
 - Descortezado previo: Se descarta esta etapa por su gran inversión en maquinaria ya que además con los diferentes ciclones separadores y cribados, se generará una separación por diferencia de densidad que nos permitirá deshacernos de las partes de menor calidad como la corteza, permitiéndonos además su uso como combustible en la caldera para producir energía para la etapa del secado.

4.2 SOLUCIÓN ADOPTADA.

ALTERNATIVA	SOLUCIÓN ADOPTADA
Localización	Polígono Industrial Majuelos 304, Parcela 33, Quintana Redonda (Soria).
Materia prima	<i>Pinus pinaster</i> en forma de residuo forestal, madera de claras y restos de la industria de primera transformación.
Capacidad productiva	Capacidad para procesar 15.164,18 toneladas anuales.
Comercialización del proyecto	En forma de sacos de 15 Kg o a granel.
Proceso productivo	Flujo productivo continuado e informatizado.
Tecnología del proceso	Tecnología moderna y actual con secadero de banda, almacenes intermedios para ser más eficiente y sin descortezado previo.

Tabla 1. Alternativas. Solución adoptada. Fuente: Elaboración propia.

4.3 LOCALIZACIÓN (ampliado)

Como se ha comentado anteriormente, la materia prima procederá: por una parte de restos forestales y por otra del resto de la industria forestal.

Gracias a la herramienta virtual del programa BioRase del CIEMAT (herramienta ofimática del Ministerio de Economía y Competitividad), se puede observar, como la zona de pinares de la provincia de Soria es la más apropiada para este tipo de industria debido a la gran cantidad de recursos de materia prima.

No obstante y dado que en la zona de pinares altos hay gran competencia, se elige la zona de pinares de Almazán, que también es muy favorable y más asequible. Se ha realizado un estudio de localización en los municipios alrededores como Almazán, Matamala, Navalcaballo, Quintana Redonda y Tardelcuende, cuyos resultados obtenidos son los siguientes:

4.3.1 SUBPRODUCTOS DE CAMPO EN UN RADIO DE 25 KM:

Localidad	Recursos disponibles (t m.s./año)
Almazán	9.863,54
Matamala	12.581,31
Navalcaballo	14.139,69
Quintana Redonda	15.107,13
Tardelcuende	13.389,51

Tabla 2. Subproductos de campo (coníferas) por localidades. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 SUBPRODUCTOS DE INDUSTRIA EN UN RADIO DE 25 KM:

Localidad	Recursos disponibles (t m.s./año)
Almazán	1.681,38
Matamala	1.681,38
Navalcaballo	6.457,12
Quintana Redonda	3.523,98
Tardelcuende	1.868,46

Tabla 3. Subproductos de industria por localidades. Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 COSTES DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Localidad	Coste medio recolección (€/t m.s.)	Coste medio transporte (€/t m.s.)	Coste medio recolección + transporte (€/t m.s.)
Almazán	55,41	8,14	63,55
Matamala	55,61	12,08	67,69
Navalcaballo	58,77	10,7	69,47
Quintana Redonda	57,24	12,66	69,90
Tardelcuende	55,9	11,52	67,42

Tabla 4. Costes de los subproductos de campo (coníferas) por localidades. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la cantidad de recursos existentes en las en un radio de 25 Km de superficie circular y centro de las localidades seleccionadas, nos muestra, que salvo la localidad de Almazán, que no llega a 10.000 t.m.s , el resto están entre 12.000-15.000 t.m.s. , siendo Quintana Redonda la única que los supera. De esta criba descartaremos

Almazán, a pesar de que en el análisis del coste de recolección y transporte, Almazán presenta ventajas respecto al resto de localidades que las tienen muy parejas.

En cuanto a los subproductos de la industria de madera, destacan Quintana Redonda y Navalcaballo, siendo algo mayor el precio medio puesto en fábrica del segundo.

Con esta tesis, razonablemente destacaríamos Navalcaballo y Quintana Redonda, pero dado que el ayuntamiento de Quintana Redonda cederá el suelo sin coste alguno, es por lo que se ha optado por este municipio.

4.3 DIMENSIONADO (ampliado)

Una vez seleccionada la localización final para instalar la planta de producción, se hace una valoración cuantitativa del recurso en sus diferentes formas:

4.3.1 Estimación del Residuo forestal:

El estudio se lleva a cabo de nuevo con el programa BioRaise, que ofrece los siguientes datos en un radio de 25 Km desde el punto de construcción de la planta:

Uso del suelo	Recursos potenciales (t m.s./año)	Recursos disponibles (t m.s./año)	Superficie de recursos disponibles (ha)
Secano	136.038,00	40.29,00	47.40,00
Regadío	2.485,93	1.988,75	268,75
Frondosas	10.088,23	4.056,83	9.006,25
Coníferas	29.577,39	15.107,13	31.162,50
Mezcla coníferas frondosas	25.357,09	17.248,75	25.062,50
Matorral	11.381,25	5.879,06	16.581,25

Tabla 5: Recursos disponibles con un radio de 25 m desde Quintana Redonda. Fuente: BioRaise

4.3.2 Estimación de la madera procedente de tratamientos silvícola:

Su evaluación en este caso, se he basado en un programa SIG (Sistema de Información Geográfica) del Servicio de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, gracias a la cual y al acceso a datos de superficies forestales y con los datos actualizados del Mapa Forestal Nacional se ha podido hacer una estimación de la biomasa forestal.

El análisis, ha consistido, en realizar en un radio de 25 Km desde la localización de la planta, un filtro por municipio de la masa forestal cuya Fracción de Cabida Cubierta (FCC) sea mayor o igual al 75% donde dominara el *Pinus pinaster*. Tras ello se ha generado una tabla en Excel que ha permitido su análisis gráfico y numérico para contabilizar el recurso disponible.

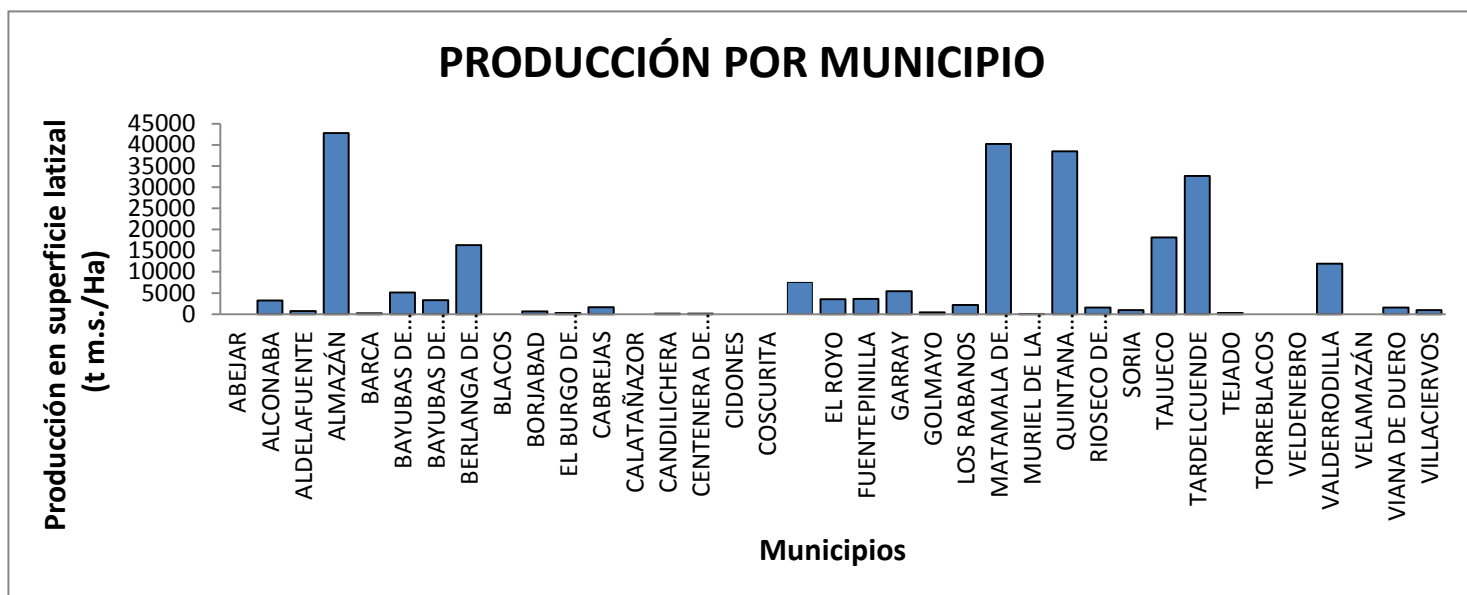


Gráfico 1: Producción forestal latifolia por municipio. Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Estimación de la materia prima procedente de las industrias de transformación:

Su evaluación es similar a los restos forestales, trabajándose de nuevo con BioRaise.

	Recursos disponibles (t m.s./año)	Precio medio puerta fábrica (€/t m.s.)	Superficie de recursos disponibles (ha)
Industria de la madera (subproductos de madera no tratada químicamente)	3523,98	34,03	6,25
Industria de la madera (otros subproductos)	67,61	0	6,25
Industria de la madera (Corteza)	212,77	39,99	6,25

Tabla 6. Recursos disponibles de la industria de la madera. Fuente: Elaboración propia

4.3.4 PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD

Para estimar la disponibilidad total, no vamos a tener en consideración todos los recursos que hemos contabilizado, si no que:

- Residuos forestales: Consideramos $\frac{1}{4}$ parte de lo estimado, que serán las ramas de corta final, riberones... Es una materia costosa y de algo peor calidad.
- Claras: Nos quedamos con la $\frac{1}{2}$ parte de lo estimado. Es algo más barato que los residuos forestales.

- Restos de industria: Nos quedamos con la mayor parte $\frac{3}{4}$ ya que a pesar de esto, se lo podrían llevar otras empresas o el propio consumo de las mismas. Es la más cara actualmente pero aporta una mayor calidad en el pellet final y requiere menos pretratamientos.

Materia Prima	Cantidad disponible (t) 50%h	Cantidad disponible (t m.s.)	Cantidad disponible (t) 40%h	Producción de pellets (t) 10%h
Residuos forestales	7.553,57	3.776,78	6.294,64	4.196,43
Tratamiento silvícolas	12.196,31	6.098,16	10.163,59	6.775,73
Industrias de primera transformación	10.571,94	5.285,97	8.809,95	5.873,30
TOTAL	30.321,82	15.160,91	25.268,18	16.845,45

Tabla 7. Recursos totales disponibles. Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Estimación de la producción:

Tras llevar a cabo todo el proceso, los cambios de humedad y las pérdidas para la caldera de combustión, se obtiene que la producción de esta planta:

t m.s. disponible/año	15.160,91
t, 50% disponible/año	30.321,82
t, 40% disponible/año	25.268,18
t, 15% disponible/año tras secado	17.836,36
t, 12% disponible/año para caldera	1.719,48
t Pellets 10%/año 2ª calidad	4.214,64
t Pellets 10%/año 1ª calidad	10.949,54
Producción total de Pellets 10% h/año	15.164,18

Tabla 8. Producción de pellets total. Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

5.1 INGENIERÍA DEL PROCESO

5.1.1 PRODUCTO

5.1.1.1 PELLETS DE MADERA

Los pellets son uno de los principales productos de la compactación de la biomasa. Generalmente para su fabricación se utilizan materiales residuales de las industrias de transformación de la madera tales como virutas, serrines, polvo de lijado, etc.

Los pellets tienen forma cilíndrica, con diámetros normalmente comprendidos entre 6 y 12 mm y longitudes de 10 a 30 mm.

5.1.1.2 MATERIA PRIMA

La elaboración de pellets de origen forestal se puede llevar a cabo con varios tipos de especies, desde coníferas, donde destacan las diferentes especies de pinos, como de frondosas como el chopo, el roble o el eucalipto.

La materia prima utilizada para este proceso de producción será la procedente de *Pinus pinaster* ya que es la especie más abundante en la zona y además ofrece unas características óptimas para este tipo de producto y una mayor calidad.

5.1.1.2.1 ESPECIES PRINCIPALES. *Pinus pinaster*.

El pino pinaster, cuya denominación científica es *Pinus pinaster*, es una conífera natural de la región mediterránea occidental y de la fachada atlántica, y que constituye masas forestales en Francia, España, Portugal, Italia, Marruecos, Argelia y Túnez.

En la zona de Soria, se encuentra la Subespecie mesogeensis o mediterránea (*Pinus pinaster subsp. mesogeensis*), cuyo área se limitaba a una zona de las provincias de Ciudad Real y Cuenca, extendiéndose hoy a gran parte de la península Ibérica debido a las diferentes repoblaciones forestales.

En cuanto a su madera, tiene un defecto común asociado que es la carencia de rectitud del fuste, circunstancia que se debe a un crecimiento desigual en diámetro y por la aparición de madera de compresión en una parte significativa del tronco, lo que condiciona su utilización en aplicaciones relacionadas con la construcción, destinándose habitualmente a envases, embalajes y palés

Esta desventaja en sus propiedades, no afecta al destino como biocombustible ya que además posee otras características óptimas como su alto poder calorífico, alto contenido en lignina y bajo producción de cenizas, por lo que podemos decir que se trata de una especie muy apta para la producción final de pellets.

5.1.1.3 FORMAS DE RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

La materia prima llegará a la planta de diferentes formas:

- Biomasa procedente de las industrias de primera transformación de la madera

Es el subproducto principal de los aserraderos como consecuencia del procesado de la madera. Comprende tanto astilla como serrín.

- Biomasa forestal arbolada:

Debido a que la astilla y serrín no cubrirán las necesidades de la industria, se tendrán en cuenta los residuos forestales y la madera en rollo procedente de tratamientos silvícolas.

- ✓ Biomasa de residuos forestales

Son los residuos procedentes de tratamientos silvícolas, especialmente tras cortas finales y llevados a cabo en las áreas cercanas a la industria.

- ✓ Biomasa procedente de tratamientos silvícolas

Maderas procedentes de claras de los montes cercanos a la industria. Las masas forestales de *Pinus pinaster* que se tendrán en cuenta, serán latizales ordenados para los pies de un diámetro máximo de 20 cm.

5.1.1.4 CRITERIOS DE CALIDAD DE LOS PELLETS

El producto final obtenido y ofrecido al mercado será fundamental para que la empresa logre sus objetivos, por lo que habrá que tener en consideración una serie de criterios tanto físicos como químicos a la hora de su producción, ya que factores como humedad y la homogeneidad pueden influir en el rendimiento de la caldera así como en la durabilidad de la misma.

- ✓ Densidad: Es mayor que la de los combustibles similares no prensados de madera como las astillas. Un mayor valor en la densidad proporciona una ventaja de cara al transporte y al almacenamiento y además ofrece una alta durabilidad, por lo que no se deterioran en su manejo.
- ✓ Contenido de humedad: Cuanto menor sea la humedad, mayor será la calidad de la combustión y por tanto mayor calidad del pellet.
- ✓ Poder calorífico: Depende de la materia prima con la que están hechos. Por regla general tienen un valor alto y en equivalencia, dos kilogramos de pellets equivalen aproximadamente a un litro de gasóleo.
- ✓ Precio: Aunque los mercados son muy variantes, en proporción es alrededor de un 35 % más barato que el gasóleo.
- ✓ Contenido en cenizas: Suele ser un valor bajo que depende de la materia prima y que por tanto reducen las operaciones de limpieza y mantenimiento de los equipos.
- ✓ Tamaño de finos: A mayor valor de superficie específica, menor temperatura de encendido y una optimización de las fases de la combustión que permite una combustión más limpia.
- ✓ Forma, tamaño y composición: Es una característica muy útil de cara a uso, transporte y almacenamiento.

5.1.1.5 NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

Actualmente la norma común vigente desde 2012 en relación con los biocombustibles sólidos es la fprEN 14961-2.

Hay un sistema de certificación de calidad ENplus se basado en esta normativa, que divide los pellets en diferentes calidades de acuerdo a la siguiente tabla:

PROPIEDAD	UNIDAD	EN-PLUS (FprEN 14961-2)			DIN PLUS/DIN 51731
		A1	AII	B	
ORIGEN		Madera no tratada químicamente	Madera no tratada químicamente	Cualquier tipo de madera o corteza	
Diámetro (D)	mm	6 (±1) y 8 (±1)	6 (±1) y 8 (±1)	6 (±1) y 8 (±1)	$4 \leq D \leq 10$ (±10%)
Longitud (L)	mm	$3,15 \leq L \leq 40$	$3,15 \leq L \leq 40$	$3,15 \leq L \leq 40$	$\leq 5 \times D$
Densidad a granel (BD)	kg/m ³	≥ 600	≥ 600	≥ 600	-
Humedad (M)	%(b.h.)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Durabilidad (DU)	%(b.h.)	$\geq 97,5$	$\geq 97,5$	$\geq 96,5$	$\geq 97,7$
Ceniza (A)	%(b.s.)	$\leq 0,7$	$\leq 1,5$	$\leq 3,0$	$\leq 0,5$
Finos (F)	%(b.h.)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Aditivos	%(b.h.)	≤ 2	≤ 2	≤ 2	-
PCI (Q)	MJ/kg (b.h.)	$\geq 16,5$	$\geq 16,3$	≥ 16	≥ 18
N	%(b.s.)	$\leq 0,3$	$\leq 0,4$	$\leq 1,0$	$\leq 0,30$
S	%(b.s.)	$\leq 0,03$	$\leq 0,03$	$\leq 0,04$	$\leq 0,04$
Cl	%(b.s.)	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$	$\leq 0,03$	$\leq 0,02$
As	mg/kg (b.s.)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	$\leq 0,8$
Cd	mg/kg (b.s.)	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$
Cr	mg/kg (b.s.)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 8
Cu	mg/kg (b.s.)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5
Pb	mg/kg (b.s.)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Hg	mg/kg (b.s.)	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,05$
Ni	mg/kg (b.s.)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	-
Zn	mg/kg (b.s.)	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Fusibilidad	°C	Informativa	Informativa	Informativa	

Tabla 8: Características del pellet según clase de calidad. Fuente: IDAE

En la presente planta de producción se obtendrán tanto pellets de calidad A.I, en su mayoría) como A.II. Los logos distintivos en sus envases serán:

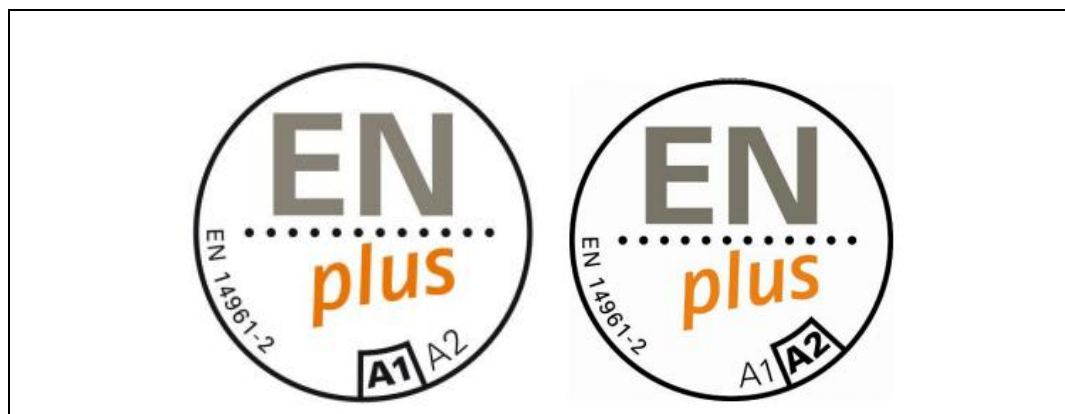


Figura 1: Sello ENplus para pellets de madera de calidad ENplus-A1 y AII. Fuente: IDAE

5.1.1.6 VENTAJAS RESPECTO OTROS COMBUSTIBLES

El uso de este biocombustible presenta una serie de ventajas respecto otros combustibles destinados al mismo fin:

- Su uso en sistemas de climatización es más respetuoso con el medio ambiente (ver tabla), no genera olores como, ni puede producir escapes peligrosos.
- Se trata de un combustible en proporción más barato y de origen local.
- Su mercado está en plena expansión tanto en España como en Europa, donde países como Alemania, Italia o Austria demandan el producto español.
- La inversión en este combustible genera un desarrollo socioeconómico local de la zona llevando consigo un aprovechamiento energético que supone convertir un residuo en un recurso.
- Contribución importante al cuidado del medio ambiente, ya que con la combustión, el pellet generará unas emisiones de CO₂ a la atmósfera que durante su pasado fijo gracias al proceso fisiológico de la fotosíntesis. Con esto se cierra un ciclo que por otra parte es muy favorable a la fijación del CO₂. También es menos agresivo en relación a otro tipo de fenómenos como la lluvia ácida...

Emisiones-año del ciclo de vida			
	Gasóleo calefacción	Gas natural	Astilla de madera y Pellets
CO (Kg)	35	90	20
SO ₂ (Kg)	205	20	48
CO ₂ (Kg)	195	160	15
Partículas (Kg)	20	10	30

Tabla 9: Emisiones-año del ciclo de vida según el tipo de combustible. Fuente: IDAE

5.1.2 PROCESO PRODUCTIVO

El proceso consiste en alimentar una gran prensa cilíndrica con los residuos forestales previamente acondicionados (secados y triturados) con una granulometría adecuada (entre 0,5 y 5 mm). A la salida de los orificios existen unas cuchillas (tambor cortante) que cortan según la longitud deseada que suele estar entre los 35 y los 65 mm.

Para obtener el producto final, el pellet, la madera ha de pasar por una serie de fases que permitan obtener biomasa densificada y que se pueden resumir en los siguientes apartados y de forma gráfica y flujo de etapas:

1. Recepción y procesado de la materia prima:

Se trata de la recepción de la materia prima, en cualquiera de sus formas, que será clasificada y almacenada en los interiores de la planta, con el fin de que ésta no se vea afectada por agentes externos. En caso de estar los almacenes llenos se usará el parque de madera exterior. La humedad media de la materia prima recibida en planta será del 50%.

2. Triturado de la madera en húmedo (astillado):

Tras la recepción, la materia prima comenzará su procesado en la astilladora, que será recogida mediante una pala cargadora. El fin será triturar la madera que no venga en forma de astilla o serrín, en material más manejable.

En esta etapa del proceso la humedad baja hasta un 40 % con el que posteriormente entra al secadero

Después de esta fase, la astilla obtenida se almacena en dos tolvas diferentes en función del tipo de residuo vegetal y mediante un sistema de tolvas de descarga con rosca, se mezcla en un mezclador para que sea homogénea en sus propiedades y conseguir una mayor eficiencia.

3. El secado:

Esta etapa tiene el objetivo de disminuir a humedad de la materia prima desde el 40 % hasta un 15 %, pero no será definitivo como veremos en las siguientes etapas. La maquinaria elegida será el secadero de banda, donde la materia prima húmeda se distribuye uniformemente sobre una banda transportadora que trabaja a baja temperatura (unos 90-95°C)

La temperatura se alcanza gracias al paso de aire caliente obtenido a través del intercambio térmico ente el aire ambiente con agua caliente y vapor procedente de una caldera de biomasa que se alimentará con el propio material generado en la planta, principalmente residuos que no han pasado la criba, restos de corteza y si no fuese suficiente con lo pellets generados.

4. Cribado y ciclones separadores:

Habrán cuatro cribados diferentes a lo largo del proceso: Uno posterior al astillado y mezclado y tres posteriores tras el secado, el paso por el molino de martillos y tras el pelletizado y enfriado para retirar finos. El objeto de todos ellos es homogeneizar la materia para optimizar el producto final y por otra parte eliminar las partículas con densidad y calidad menor. Además estos restos se podrán utilizar como combustible para la caldera.

5. Triturado de la madera en seco (molino de martillos):

Al secadero de banda llegan partículas desde un 60% hasta un 10 % de humedad (una media del 40 %). Tras el secado, una partícula perderá casi el 60% de su tamaño y la otra el 10%, produciendo así partículas de tamaños diferentes.

La función de este segundo triturado será, por tanto, homogeneizar al máximo la materia prima para el calibre del pellet final.

6. Prensado (peletizadora):

En este proceso se ejerce un trabajo de compresión sobre la materia prima de forma continua, reduciendo el volumen del producto considerablemente, llevándose a cabo por dos máquinas llamadas peletizadoras.

Su funcionamiento se debe a un sistema de rodillos que ejercen presión en el producto, obligándolo a atravesar los orificios de una matriz al mismo tiempo que se comprime los pellets. A su salida un sistema de cuchillas, corta los cilindros con la precisión que se elija.

Un dato reseñable es que el proceso no necesita aditivos ya que la propia materia prima (madera de pino) libera una sustancia natural denominada lignina que actúa como aglutinante, y que favorece la producción de un pellet de calidad.

7. Enfriado:

Su objetivo es bajar la temperatura del producto, con el objeto de endurecer la lignina y así evitar fisuras y problemas de manipulación. Además también se evita con ello la formación de hongos.

El trabajo se lleva a cabo a contra flujo, es decir, introduciendo aire forzado con ayuda de ventiladores en la tolva donde los pellets caen.

8. Ensacado (paletizado):

Tras el enfriado y un último cribado el producto final ya estaría listo para su uso final. Como se ha comentado en el anejo de descripción del producto, éste se venderá en forma de “a granel” o “en saco”. Para el primer caso se almacenará en una tolva intermedia y posteriormente en un silo de descarga directa sobre el camión. Para el segundo caso habrá dos últimas etapas de ensacado y paletizado.

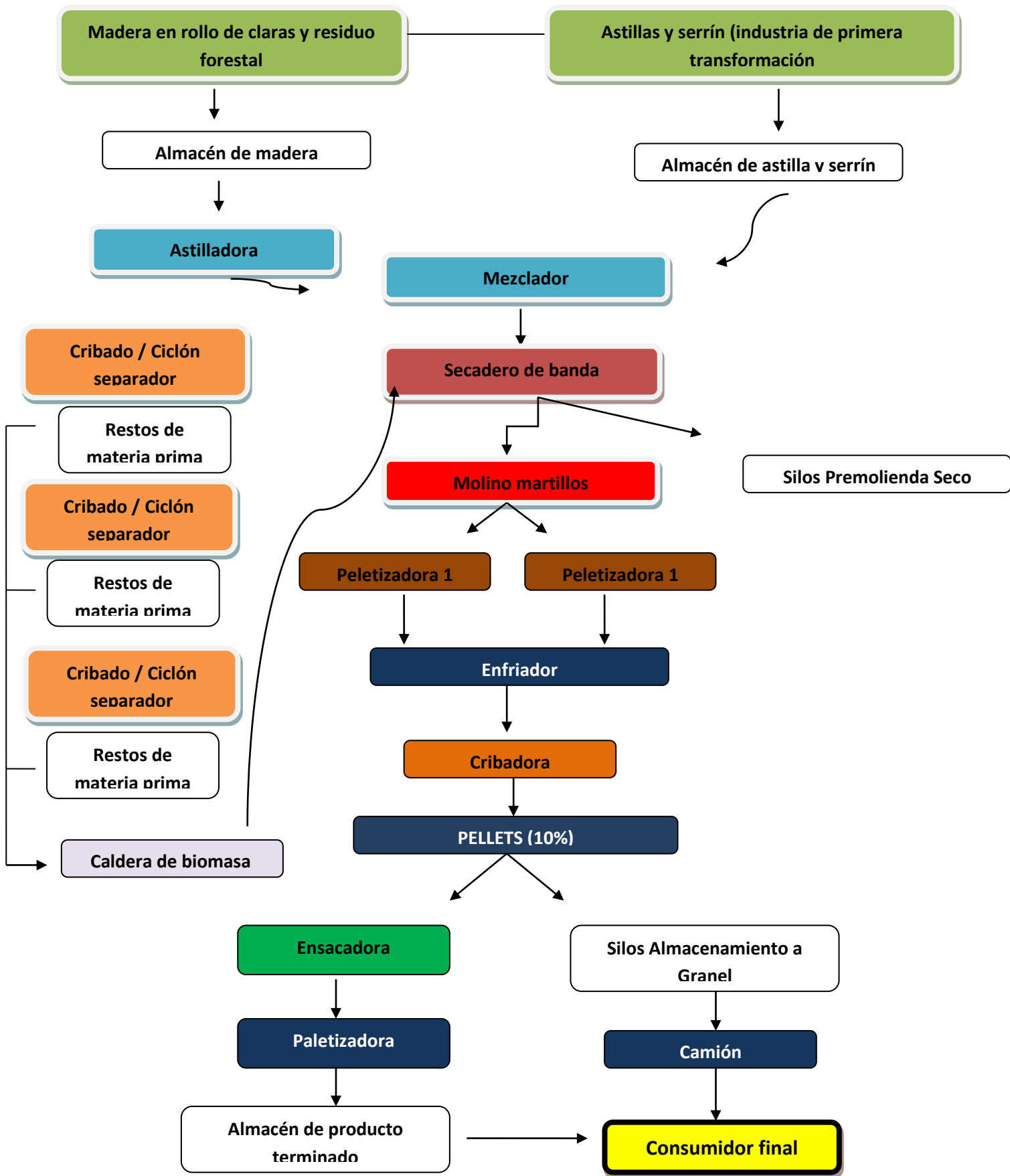
El ensacado, se lleva a cabo mediante una ensacadora con dispositivo de pesaje incorporado.

9. Almacenado:

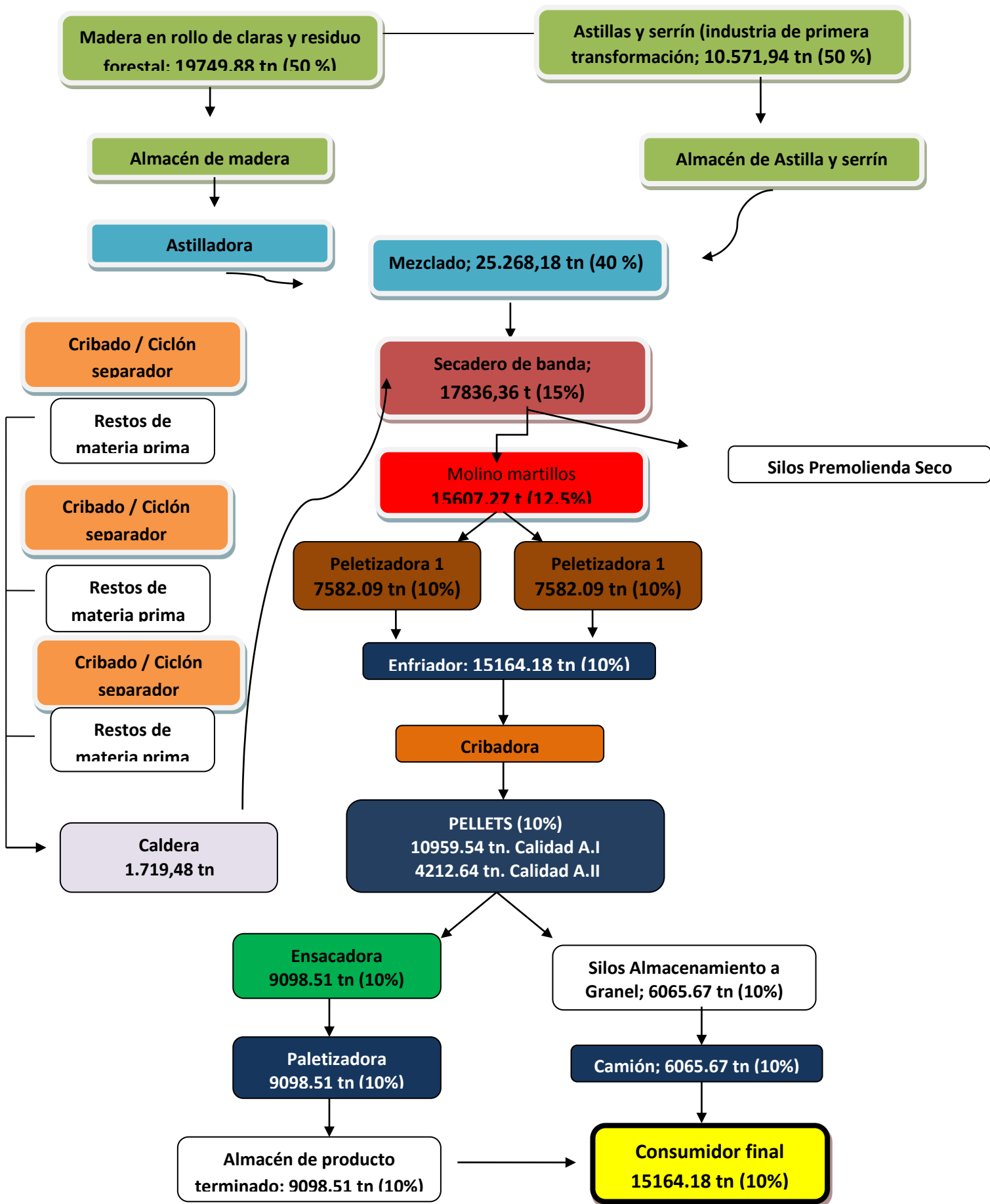
Tras en el envasado, los sacos de 15 Kg se almacenarán en palés, pasando por la última máquina que es la paletizadora que permitirá un almacenado mucho más eficiente y que la venta del producto sea también lo más fácil y cómoda posible. El transporte desde la paletizadora al almacén se llevará a cabo con una carretilla elevadora.

Gráfico 3: Proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4: Proceso productivo. Flujo de masa. Fuente: Elaboración propia.



	RECEPCIÓN Y PROCESADO DE LA MATERIA PRIMA		PRENSADO (PELETIZADORA)
	TRITURADO DE LA MADERA EN HUMEDO (ASTILLADO)		ENFRIADO
	SECADO		ENSACADO (PALETIZADO)
	CRIBADO		ALMACENADO
	TRITURADO DE LA MADERA EN SECO (MOLINO DE MARTILLOS)		



- Las cantidades de materia prima que pasan por los diferentes cribados, se calculan para la suma todos, recogiendo un total de 1719,48 tn a reutilizar.

5.1.3 DIMENSIONAMIENTO DE SILOS Y ALMACENES

Los silos y almacenes de la materia prima, el producto en proceso y el producto final tienen como principal objetivo evitar las paradas en la producción de pellets en la planta durante cada turno de 8 horas en el caso de que haya cualquier interrupción en alguna de sus etapas. En esta planta se diseñan los siguientes:

Para los cálculos en el diseño del almacenado en unidades de volumen, tomaremos una densidad media del subproducto de 450 kg/m³.

ALMACÉN/SILO	CAPACIDAD
TOLVA DEL SUBPRODUCTO HÚMEDO	100 m ³
TOLVA DEL SUBPRODUCTO EN SECO	70 m ³
SILO PRODUCTO FINAL	300 m ³
ALMACÉN DEL PRODUCTO FINAL INTERIOR.	317,2 m ²
ALMACENADO DE LA MATERIA PRIMA.	2776 m ³

Tabla 10: Silos/Almacenes de la planta. Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 MAQUINARIA

El proceso productivo pasa por diferentes etapas como hemos visto. La maquinaria de cada una de las etapas, en orden de aparición, es la siguiente:

MAQUINARIA	POTENCIA UNITARIA	MAQUINARIA	POTENCIA UNITARIA
1. Sistema de Triturado	Kw	2. Sistema de secado	Kw
Tolva de descarga con rosca	4	Elevador de cangilones	3
Transportador de cinta 1,5 kw	1,5	Rosca transportadora 3 Kw	3
Astilladora de disco	55	Secadero de banda	20
Transportador de cinta 1,5 kw	1,5	Caldera de biomasa	15
Tolva de descarga con rosca	4	Rosca transportadora 3 Kw	3
Tolva de descarga con rosca	4	Ciclón separador con ventilador de inducción	7,5
Rosca transportadora 3 Kw	3	Cámara de aire	0,75
Rosca transportadora 3 Kw	3	Sistema de aspiración y transporte	15
Transportador de cinta 0,75 Kw	0,75	TOTAL	67,25
Transportador de cinta 0,75	0,75	MAQUINARIA	POTENCIA

Kw			UNITARIA
		3. Paso por el molino de martillos	Kw
Mezclador	25		
Transportador de cinta 1,5 kw	1,5	Transportador de cinta 1,5 Kw	1,5
Ciclón separador con ventilador de inducción	7,5	Transportador de cinta 1,5 Kw	1,5
Cámara de aire	0,75	Molino de martillos	90
Sistema de aspiración y transporte	15	Ciclón separador con ventilador de inducción	7,5
Transportador de cinta 1,5 kw	1,5	Cámara de aire	0,75
Transportador de cinta 1,5 kw	1,5	Sistema de aspiración y transporte	15
TOTAL	126,25	TOTAL	116,25

MAQUINARIA	POTENCIA UNITARIA	MAQUINARIA	POTENCIA UNITARIA
4. Sistema de peletizado	Kw	5. Sistema de enfriado y empacado	Kw
Transportador de cinta 1,5 kw	1,5	Transportador de cinta 1,5 Kw	1,5
Elevador de cangilones	3	Elevador de cangilones	3
Distribuidor de material	1,5	Enfriador	3
Tubo magnético permanente		Transportador de cinta 1,5 Kw	1,5
Silo de transición		Transportador de cinta 1,5 Kw	1,5
Rosca transportadora 3 Kw	3	Cribadora	1,5
Rosca transportadora 3 Kw	3	Elevador de cangilones	3
Peletizadora	150	Rosca transportadora 4 Kw	4
Peletizadora	150	Silo de almacén	
TOTAL	312	Rosca transportadora 4 Kw	4
		Ensacadora	24
		Paletizadora	4
		TOTAL	43,5

Tabla 11: Flujo de maquinaria en el proceso. Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 PROGRAMA PRODUCTIVO

La planta va a poder recibir materia prima a lo largo de todo el año, por lo que se va a tratar de definir la producción que optimice el uso de los recursos disponible, proponiéndose un funcionamiento de 16 horas diaria en continuo, repartidas en dos turnos de 8 horas.

El objetivo de esta decisión es evitar tiempos de espera y lograr un mayor margen de beneficio. Se hará una parada de 30 días, durante el mes Agosto para respetar las vacaciones de los operarios, aprovechando que durante ese periodo, el nivel de

exigencia de combustible es menor. Además se podrá aprovechar este tiempo para hacer el mantenimiento oportuno de las máquinas. De acuerdo a esto, obtenemos que:

$$\text{Producción media por hora} = \frac{15.164,18 \text{ toneladas/año}}{3824 \text{ h/año}} = \mathbf{3,965 \text{ toneladas pellets/h}}$$

5.1.5.1 NECESIDADES DE PERSONAL

Como se ha comentado previamente, la planta se encuentra muy automatizada, por lo que serán necesarios los siguientes trabajadores por turno.

1. Encargado de llevar la pala cargadora en el sector de almacenaje de la materia prima. Su tarea es la continua alimentación del proceso productivo. Habrá dos turnos diarios de 8 horas cada uno.
2. Encargado del control del sector de producción. Como se ha explicado, la planta está muy automatizada y su tarea será por tanto el control de cada una de las máquinas para que el funcionamiento sea el correcto y evitar problemas en cualquier fase del proceso. Habrá dos turnos diarios de 8 horas cada uno.
3. Encargado de las fases de ensacado y paletizado. Deberá utilizar la carretilla para elevar y colocar los sacos de pellets en palés. Habrá dos turnos diarios de 8 horas cada uno.
4. Gerente. Encargado de planificar la producción, las cuentas, así como encargarse del correcto cumplimiento de las normativas vigentes y de mantener la calidad del producto mediante el análisis en fábrica y en laboratorio. Habrá un turno diario de 8 horas.
5. Administrativo. Encargado de realizar las ventas llevar los contratos y demás documentos oficiales para tener todo en regla. También tendrá la responsabilidad de la contabilidad e inventarios . Habrá un turno diario de 8 horas.

6. Comercial. Encargado de captar clientes, dar publicidad y asignar un valor y una marca al producto. También será el encargado de contratar las partidas de madera a las industrias de madera de primera transformación, así como de estar pendiente de las subastas de madera de la zona. Habrá un turno diario de 8 horas.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

5.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

El diseño de la nave industrial donde se llevara a cabo la elaboración desde la materia prima hasta el producto final, se ha llevado a cabo teniendo en cuenta las necesidades espaciales de dicho proceso.

Además para los cálculos estructurales se ha utilizado el Software que ofrece el programa CYPE, que permite, una vez introducido el diseño y las cargas de viento, nieve y propia, llevar a cabo los cálculos de acuerdo a la normativa vigente.

5.2.1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

- Localización de la nave: Polígono industrial 304, Parcela 33; Majuelos, término municipal de Quintana Redonda.
- Longitud de la nave: 60 m.
- Luz de la nave: 25 m.
- Altura de los pilares: 6 m.
- Separación entre pilares: 5 m.
- Separación máxima entre correas: 1,25 m.

Habrán un total de 13 pórticos con cubierta POLIGONAL a dos aguas con una pendiente del 10 % y del 30 % respectivamente. El motivo de la elección de esta cubierta es:

- Es más económico que un pórtico con las mismas características de luz pendiente y altura con la cubierta a dos aguas.
- Es más estético que una cubierta simple a dos aguas.

Las fachadas (pórticos hastiales) estarán formadas por pórticos metálicos constituidos por cuatro pilares con una separación de 6,25 m y una altura de 6 y 7,85 m.

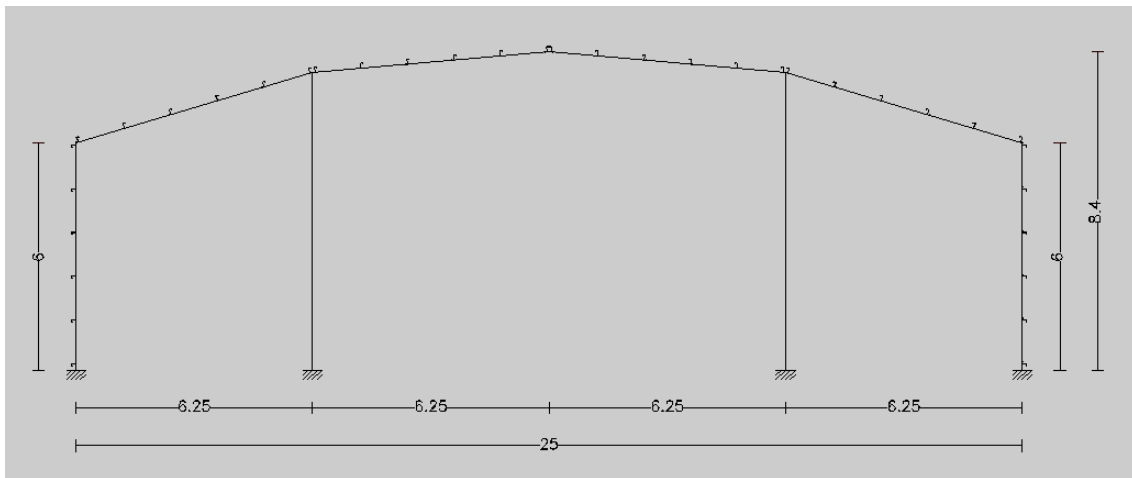


Imagen 2. Pórtico hastial. Estructura general. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el resto de pórticos centrales estarán formados por dos pilares de 6 m respectivamente.

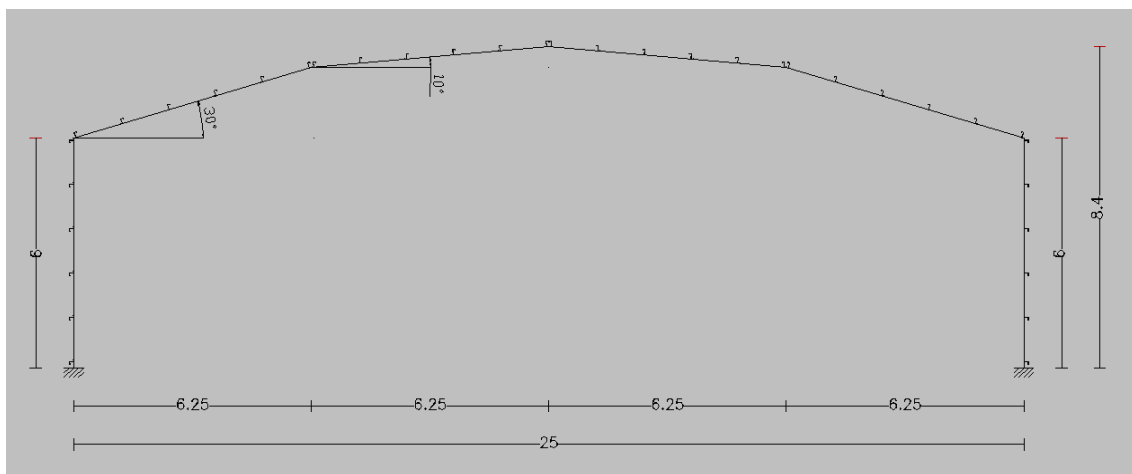


Imagen 3. Pórtico central. Estructura general. Fuente: Elaboración propia.

- Cubierta:

La cubierta de la nave será tipo sándwich, en concreto, se trata de una cubierta completa formada por paneles prefabricados tipo sándwich de 30 mm de espesor formado por dos láminas de acero galvanizado y lacado con un relleno intermedio de espuma de poliuretano, con espesor total de 10 cm, que se colocará por encima de unas correas del perfil "Z", que se explican más adelante.

La pendiente de la cubierta, como se observa en los gráficos es del 30% y del 10% respectivamente.

- Cerramiento:

Por otra parte los cerramientos de la nave serán de fachada con panel prefabricado de hormigón armado de 6 cm de espesor con nervaduras verticales exteriores, de ancho hasta 2,5 cm y altura hasta 10 m, acabado en color gris visto ciego.

- Tabiquería:

La tabiquería interior constará de un tabique de rasillón dimensiones 50x20x7 cm, recibido con mortero de cemento y arena de río, sobre la que se añadirá un guarnecido con yeso grueso de 12 mm de espesor y enlucido de yeso fino de 1 mm de espesor, para el posterior alicatado de azulejos blancos de 20x20 cm (en laboratorio y servicios). El resto de dependencias se pintarán con pintura gotelé blanca.

- Solado:

El tipo de solado será diferente a lo largo de la nave. El suelo destinado al uso industrial llevará una capa de hormigón en masa de solera HA-25 sobre la cual se añadirá pavimento continuo antideslizante resistente al rozamiento. El suelo del resto de dependencias (oficinas, sala de juntas, laboratorio...) llevará un solado de baldosa de gres 20x30 cm.

- Pintura:

La pintura utilizada para la nave en su exterior e interior salvo las zonas ya comentadas, será pintura a la cal con dos manos en paramentos verticales y horizontales, previa limpieza de salitres y polvo.

- Carpintería, cerrajería y vidriería:

La planta industrial estará vallada de acuerdo a los planos con una puerta cancela metálica de hoja abatible de entrada, desde donde empieza el vallado de malla galvanizada con resistencia a la torsión.

Habrán tres puertas de entrada a la nave. Dos de ellas serán puertas de chapa lisa de acero de 1 mm de espesor, engatillada, realizada en dos bandejas, con rigidizadores de tubo rectangular y de 5x5 m, mientras que la puerta de entrada a las oficinas será una puerta de entrada con hoja de cuarterones en ambas caras en madera de Pino Soria.

El resto de puertas de paso entre diferentes dependencias serán de paso ciegas con hoja lisa.

En cuanto a las ventanas a lo largo de la zona industrial, será un tipo de ventana en hoja corredera de aluminio anodizado de 2x1,2 m, mientras que las de las oficinas, sala de juntas y laboratorio serán ventanas con cerco de pino Soria de 1,1x1 m.

5.2.1.2 NORMATIVA

La normativa aplicada a la hora de hacer los cálculos y el diseño de la estructura es:

CTE DB SE-AE (España)

El Documento Básico del Código Técnico de la Edificación (CTE) es el conjunto principal de normativas que regulan la construcción de edificios en España.

DB-SE AE (Acciones en la Edificación): Recoge las fuerzas externas que deben de soportar las estructuras, principalmente el peso.

Por otra parte, la normativa aplicada a los materiales estructurales de la nave será:

Hormigón: EHE-08

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

Aceros laminados y armados: EAE 2011

Real Decreto 751/2011 de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).

5.2.1.3 MATERIALES UTILIZADOS

Acero:

Materiales utilizados							
Material		E	n	G	f _y	a _t	g
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad; n: Módulo de Poisson; G: Módulo de cortadura; f_y: Límite elástico; a_t: Coeficiente de dilatación; g: Peso específico

Tabla 11. Características acero. Fuente: Elaboración propia.

Hormigón:

Materiales utilizados							
Material		A	C	L	A	R7	R28
Tipo	Designación		(Kg/m ²)	(N/mm ²)	(cm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
Hormigón	HA-25	B-500 S	275	500	6-9	18.75	25.00

Notación:
A: Armadura; L: Límite elástico; C: Contenido de cemento A: Asiento cono de Abrams; R7: Resistencia a 7 días; R28: Resistencia a 28 días

Tabla 12. Características hormigón. Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.4 DISEÑO DE LA OBRA Y PERFILES A UTILIZAR

El diseño general de la nave, de acuerdo a lo explicado se adaptará a la siguiente imagen:

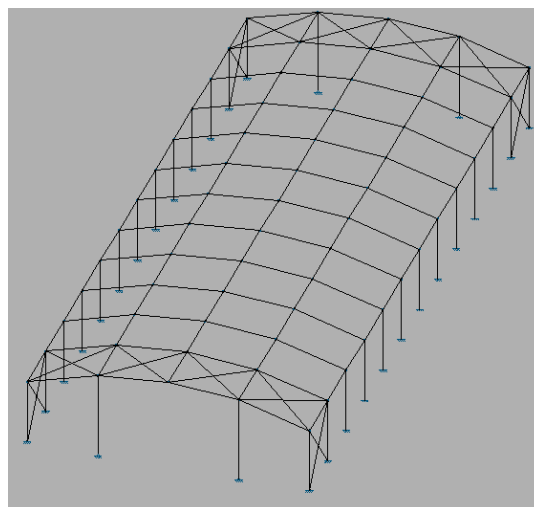


Imagen 4. Diseño general de la nave. Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.6 DISTRIBUCIÓN DE DEPENDENCIAS.

En el plano de “Cotas y Superficies” se puede ver de forma gráfica la distribución de la nave industrial. La superficie cubierta se proyecta con una altura libre de seis metros a lo largo del almacén de materia prima, la sala de producción y el almacén del producto terminado. Por otra parte en el resto de dependencias se han instalado falsos techos con una altura de tres metros.

DEPENDENCIA	DIMENSIONES		SUPERFICIE (m ²)
	LARGO (m)	ANCHO (m)	
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA	25	15	375
SALA DE PRODUCCIÓN	25	25	625
ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO	25	20	500
SALA DE OPERACIONES	5	3,5	17,5
OFICINAS	5	5	25
SALA DE JUNTAS	5	3	15
VESTUARIO/ASEO MASCULINO	4	3	12
VESTUARIO/ASEO FEMENINO	4	3	12
LABORATORIO	4	2	8
SALA DE LIMPIEZA	1,2	1	1,2
PASILLOS	6,45	1	6,45

Tabla 15: Cuadro de superficies de las diferentes dependencias. Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES BÁSICAS

El diseño de cada una de las instalaciones, se lleva a cabo de acuerdo al reglamento vigente para los cálculos. La normativa se especifica en el apartado correspondiente.

5.2.1 SANEAMIENTO

La red de saneamiento se diseña con el objeto de deberá evacuar las aguas de origen pluvial así como las procedentes del consumo humano y las generadas por la actividad industrial.

Para ello, se plantean dos sistemas separados de evacuación:

- Para las aguas pluviales: Se desarrollará un sistema de canalones donde las aguas serán conducidas hacia los bajantes que se recogerán en arquetas

sumidero que posteriormente mediante colectores desembocarán en la red general de aguas pluviales.

- Para las aguas procedentes de los aparatos sanitarios y la planta de elaboración: Se hará una eliminación a través de una red horizontal a base de arquetas y colectores, enviándolas a la red general de depuración del pueblo.

LOCALIZACIÓN DE LA NAVE	TIPOS DE ARQUETAS EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PELLETS					
	ARQ. SUMIDERO		ARQ. SIFÓNICA		ARQ. A PIE BAJAE	
	TIPO	CANTIDAD	TIPO	CANTIDAD	TIPO	CANTIDAD
PARTE TRASERA	51X38X50	2	51X51X80	2	-	-
PARTE DELANTERA	51X38X50	2	51X51X80	2	-	-
PARTE LATERAL DERECHA	51X38X50	2	51X51X80	2	38X26X50	14
TOTAL	51X38X50	6	51X51X80	6	38X26X50	14

Tabla 16. Resumen de las arquetas calculadas. Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 FONTANERÍA

La planta requiere de abastecimiento de agua caliente y agua fría en los diferentes puntos de abastecimiento y demanda de la industria. Es importante remarcar que para esta planta de producción de pellets **NO** va a existir una necesidad de agua a lo largo del proceso.

La línea de abastecimiento desde la arqueta de acometida hasta el contador general se llevará a cabo con una tubería de polietileno de 100 mm de diámetro, siendo el caudal administrado de 9 l/s con una presión de 35 m.c.a. Se desarrollan tres líneas de abastecimiento, dos de agua fría y una de agua caliente:

5.2.2.1 AGUA FRÍA.

De acuerdo al plano de Instalación de Fontanería se pueden apreciar las dos líneas independientes de abastecimiento. Una para dentro de la oficina y otras para la toma de agua de las otras salas:

LINEA	ELEMENTO	NÚMERO	CAUDAL (l/s)	CAUDAL TOTAL (l/s)
LINEA 1	Aseo/Vestuario Masculino			
	Lavabo	2	0,1	0,2
	Ducha	2	0,15	0,3
	Inodoro	2	0,2	0,4
	Aseo/Vestuario Masculino			
	Lavabo	2	0,1	0,2
	Ducha	2	0,15	0,3
	Inodoro	2	0,2	0,4
	Laboratorio			
	Lavabo	1	0,1	0,1
TOTAL				1,9
LINEA 2	Limpieza/Otros usos			
	Tomas de agua	3	0,5	1,5
TOTAL LINEA 1 Y 2				3,4

Tabla 17. Necesidades de agua fría. Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 AGUA CALIENTE.

Los dos aseos dispondrán de agua caliente para sus duchas y sus lavabos. El laboratorio también:

LINEA	ELEMENTO	NÚMERO	CAUDAL (l/s)	CAUDAL TOTAL (l/s)	
LINEA 3	Aseo/Vestuario Masculino				
	Lavabo	2	0,1	0,2	
	Ducha	2	0,15	0,3	
	Aseo/Vestuario Masculino				
	Lavabo	2	0,1	0,2	
	Ducha	2	0,15	0,3	
	Laboratorio				
	Lavabo	1	0,1	0,1	
	TOTAL				1,1

Tabla 18. Necesidades de agua caliente. Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 ELECTRICIDAD

La planificación de la instalación eléctrica, debe admitir todas las necesidades de energía tanto en alumbrado como en tomas de fuerza. El diseño de cada una de las líneas de distribución, desarrolladas en el anejo 11, se representa en el esquema unifilar. Hay un cuadro general con dos derivaciones a dos cuadros secundarios.

La potencia total es de 690.326 Kw, de los cuales se destinan 13.576 Kw a alumbrado mientras que el resto 676.75 Kw serán utilizados para la maquinaria y demás aparatos eléctricos.

Lámpara (W)	Potencia de iluminación (W)
7 lámparas fluorescentes de 36W	252
28 lámparas fluorescentes de 58W	1624
8 lámparas incandescentes de 25W	200
22 lámparas halogenuros metálicos de 400W	8800
10 lámparas de emergencia de 20W	200
10 lámparas de vapor de Hg de 250W	2500
TOTAL ALUMBRADO	13576

Tabla 19. Potencia Total de Iluminación. Fuente: Elaboración propia

MAQUINARIA	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	POTENCIA
Astilladora de disco	55	1	55
Tolva de descarga con rosca	4	3	12
Mezclador	25	1	25
Elevador de cangilones	3	4	12
Secadero de banda	20	1	20
Caldera de biomasa	15	1	15
Molino de martillos	90	1	90
Distribuidor de material	1,5	1	1,5
Tubo magnético permanente		1	0
Silo de transición		1	0
Peletizadora	150	2	300
Enfriador	3	1	3
Cribadora	1,5	1	1,5
Silo de almacén		1	0
Ensayadora	24	1	24
Paletizadora	4	1	4
Rosca transportadora 3 Kw	3	6	18
Rosca transportadora 4 Kw	4	2	8
Transportador de cinta 1,5 kw	1,5	11	16,5
Transportador de cinta 0,75 Kw	0,75	2	1,5
Ciclón separador con ventilador de inducción	7,5	3	22,5
Cámara de aire	0,75	3	2,25
Sistema de aspiración y transporte	15	3	45
TOTAL			676,75

Tabla 20. Potencia total de la suma de todos los procesos en la planta.

5.2.4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El diseño de protección contra incendios se lleva a cabo con tres acciones diferentes:

- Instalación de siete extintores 21^a, 113B, repartidos en sala de producción, laboratorio, almacén de materias primas, almacén de producto acabado y oficinas.
- Instalación de tres sistemas de bocas de incendio equipadas del tipo DN 45 mm en la sala de producción, almacén de materias primas y almacén de producto terminado.
- Se dispondrán tres salidas de emergencia

CAPÍTULO 6: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo a la reciente normativa, la ley 21/2013, de 11 de Diciembre, de Evaluación Ambiental, esta industria de producción de pellets, está exenta de llevar a cabo el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) correspondiente y su tramitación. No obstante, se presenta una lista con los impactos más significativos y sus medidas correctoras propuestas:

1. Ruido y vibraciones:

El nivel sonoro de la planta no superará en ningún momento el umbral máximo establecido en la normativa de seguridad e higiene en el trabajo, no obstante siendo el área de producción por su maquinaria la zona más expuesta a los trabajadores, se presentan una serie de medida correctoras a implantar:

- El anclaje de máquinas, compresores, que produzcan ruidos, vibraciones o trepidaciones.
- Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones molestas se instalarán adecuadamente y en el recinto de aquellas, sólo trabajará el personal necesario para su mantenimiento durante el tiempo indispensable.
- No se instalarán maquinas o aparatos ruidosos adosados a paredes o columnas de las que se distarán en al menos 0,70 m de los tabiques medianeros y 1 m de las paredes exteriores o columnas.

2. Emisión de contaminantes a la atmósfera:

La actividad no generará contaminación representativa de este tipo, si bien es cierto, que habrá dos tipos de emisiones. Por una parte la salida de vapor de agua, procedente del proceso de secado y por otra el humo de combustión de la caldera para hacer funcionar al secadero. Para ello se propone que:

- Ambos gases se harán pasar por un ciclón y posteriormente por una serie de filtros para asegurar la mínima emisión de contaminantes a la atmósfera.

3. Residuos sólidos asimilables a urbanos:

Los residuos sólidos producidos se limitarán a embalajes, material de oficina, etc no reutilizables producidos en el funcionamiento de la actividad y que serán retirados de forma periódica tres veces a la semana por el servicio de recogida de basuras de la Mancomunidad del Río Izana, siendo conducidos a un vertedero legalizado.

4. Residuos inertes:

Hay maquinaria que incluye imanes captadores de metales para evitar residuos, daños y averías durante todo el proceso. Los metales que se recojan se depositarán en un contenedor y cuando éste se complete a empresa chatarrera asociada se lo llevará.

5. Residuos tóxicos y peligrosos:

La actividad no generará ningún tipo de residuo que pueda ser generado de este tipo.

6. Aguas residuales:

En la planta habrá dos tipos de aguas residuales. Por una parte las aguas fecales y por otra las pluviales. Para ello se desarrollarán de forma individual una red de saneamiento explicada en el anejo 9.

CAPÍTULO 7: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo al Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, este proyecto deberá abordar un estudio completo de Seguridad y Salud, que será llevado a cabo por el técnico competente. No obstante, en el Anejo 14, se desarrolla el Estudio Básico de Seguridad y Salud cuyo objeto será marcar unas directrices generales en este ámbito que posteriormente se deberán ampliar en el estudio completo.

CAPÍTULO 8: PLAN, CALENDARIO Y PLAN DE EJECUCIÓN.

A continuación, se especifica la estimación precisa de los tiempos de duración de las obras necesarias para llevar a cabo el completo desarrollo del proyecto, la programación de ejecución y su puesta en marcha.

Para llevar a cabo dicha estimación se ha dividido la ejecución del proyecto en diferentes capítulos por orden cronológico, cada cual tendrá un valor, determinando con ello el tiempo necesario de ejecución del proyecto hasta su puesta en marcha.

8.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- Movimiento de tierras:

Abarca por una parte la limpieza y desbroce del terreno y el objeto es dejar la parcela preparada para su replanteo y por otra parte, la realización de la apertura de la cimentación bajo la supervisión de la Dirección Técnica. Excavación de pozos, zapatas, arquetas, tuberías y otras conducciones enterradas.

- Cimentación:

Comprende todas las actividades de relleno de zanjas y pozos con hormigón y su armadura correspondiente.

- Saneamiento:

Colocación de las conducciones de saneamiento, arquetas de obra...

- Estructura:

Se lleva a cabo la estructura metálica de la obra, pórticos, pilares...

- Cerramiento:

Se procederá a la colocación de los bloques de hormigón.

- Cubierta.

Se colocarán los paneles tipo sándwich asignados para esta actividad.

- Saneamiento vertical.

Se realizarán las actividades de colocación de canalones bajantes y conducciones de saneamiento que se enlazan a las arquetas construidas.

- Solera.

Tendrá lugar su realización una vez finalizados los capítulos anteriores. Aquí tendrá lugar el recubrimiento de la superficie horizontal de la nave.

- Divisiones interiores.

Se llevará a cabo la distribución de los diferentes recintos que tendrá la industria en cada una de sus zonas. Esto corresponde a la separación de las diferentes zonas de trabajo, donde se separarán las tres fases del proceso (almacén de materia prima, zona de producción y almacén de producto acabado).

- Fontanería.

Se procederá a la colocación de conducciones de agua (fría y caliente), calentador de agua, toma de agua en duchas, lavabos, inodoros y otros.

- Electricidad.

Abarca lo referente a la instalación eléctrica de alumbrado y tomas de fuerza.

- Soldados y alicatados.

Hace referencia a los diferentes soldados y alicatados en las dependencias de la nave que lo requieran.

- Carpintería.

Colocación de puertas y ventanas.

- Pintura.

Aplicación sobre paramentos que procedan.

- Mobiliario y maquinaria.

Se procede a la colocación del mobiliario y maquinaria como previamente se ha establecido.

8.2 PREVISIÓN DE TIEMPOS

Se presenta una tabla resumen de los tiempos:

ACTIVIDADES DE OBRA	DÍAS
Replanteo del terreno	3
Movimiento de tierras	5
Excavación: Saneamiento y electricidad	5
Cimentación	20
Levantamiento de estructura metálica	20
Colocación de cubierta y cerramiento	20
Saneamiento vertical	10
Solera	10
Particiones	20
Instalación eléctrica	30
Fontanería	15
Solados y alicatados	10
Carpintería	10
Pintura	5
Mobiliario y maquinaria	40
Pruebas y puesta en marcha	30
Seguridad	Toda la obra

Tabla 21. Tiempos de ejecución de las obras. Fuente: Elaboración propia.

8.2 DIAGRAMA DE GRANTT

Este diagrama es un gráfico representativo que permite visualizar fácilmente la distribución temporal del proyecto.

CAPÍTULO 9: PRESUPUESTO

A continuación se resume el presupuesto por capítulos, que se desarrolla ampliamente en el documento IV.

Tabla 22: Resumen general del presupuesto.

CAPÍTULO 1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.605,57 €
CAPÍTULO 2	SANEAMIENTO	5.912,72 €
CAPÍTULO 3	HORMIGONES	104.276,71 €
CAPÍTULO 4	ESTRUCTURA METÁLICA	215.259,18 €
CAPÍTULO 5	CUBIERTA	54.392,60 €
CAPÍTULO 6	ALBAÑILERÍA	125.274,14 €
CAPÍTULO 7	CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIERÍA	17.404,00 €
CAPÍTULO 8	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	4.486,42 €
CAPÍTULO 9	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	1.256,50 €
CAPÍTULO 10	PINTURA	7.101,43 €
CAPÍTULO 11	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	19.275,65 €
CAPÍTULO 12	MAQUINARIA E INSTALACIONES	1.458.325,00 €
CAPÍTULO 13	SEGURIDAD Y SALUD	40.351,40 €
TOTAL		2.057.921,32 €
15 % Gastos Generales		308.688,20 €
6 % Beneficio Industrial		123.475,2792 €
TOTAL		2.490.084,80 €
21 % I.V.A. de Contrata		522.917,81 €
TOTAL		3.013.002,61 €

ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DEL PROYECTO A LA CANTIDAD DE TRES MILLONES TRECE MIL DOS EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS (3.013.002,61 €)

Quintana Redonda (Soria). Julio, 2014

Fdo.: Alfonso García Álvaro

CAPÍTULO 10: ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO.

En el estudio económico y financiero a nivel general se ha planificado con estimaciones y previsiones los cálculos necesarios hasta poder hallar los índices y ratios necesarios que nos indicarán la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

Las inversiones para el presente proyecto serán:

TERRENO, CONSTRUCCION Y MAQUINARIA	
Adquisición de la parcela	0 €
Obra civil	596.009,95 €
Instalación eléctrica y de fontanería	23.762,07 €
Maquinaria	1.458.325,00 €
Dirección de montaje, contrata de obras, permisos y licencias	83.123,88 €
Gastos generales y Beneficio industrial	436.400,37 €
SUMA	2.597.621,27 €
21 % IVA	545.500,47 €
TOTAL	3.143.121,74 €

MOBILIARIO, EQUIPOS INFORMATICOS Y VEHICULOS	
Mobiliario y Equipos Informáticos	14.000 €
Vehículos	17.000 €
SUMA	31.000 €
21 % IVA	6.510 €
TOTAL	37.510 €

Tabla 23. Inversiones del proyecto. Fuente: Elaboración propia

Para hacer frente a los pagos de estas inversiones, se tomarán los recursos económicos o fuentes de financiación, considerando tres opciones:

1. Opción. 100 % mediante Fondos Propios: 3.180.631,74 €
2. Opción. 50 % mediante Fondos Propios: 1.580.631,74 €
50 % mediante financiación externa: 1.580.000 €
3. Opción. 100 % mediante financiación externa: 3.180.000. €

Para elaborar los balances, cuenta de resultados y los flujos de caja, se tienen en cuenta los siguientes ingresos y gastos anuales, planificando a una vida de 20 años, incrementando los precios en todas las partidas tanto en ventas como en consumo e inversiones en un 5 % cada año, independientemente del I.P.C. que se pudiera generar cada año.

PRODUCTO	PRODUCCIÓN (Ton/año)	PRECIO VENTA (€/Ton)	INGRESOS (€/año)
Pellet sacos 15 kg	9.098,508	290 €/Ton	2.638.567,32 €
Pellet a granel de 1ª calidad	1.851,032	253,38 €/Ton	469.014,49 €
Pellet a granel de 2ª calidad	4.214,64	149,05 €/Ton	628.192,09 €
TOTAL			3.735.773,90 €

Tabla 24. Ingresos anuales. Fuente: Elaboración propia

Por tanto los ingresos brutos anuales del primer año serían de 3.735.773,90 €/año, I.V.A. incluido.

Por otra parte, los gastos del primer año serán:

	CONCEPTO	BASE	I.V.A.	COSTE AÑO
1	MATERIAS PRIMAS	1.235.801,98 €	259.518,42 €	1.495.320,40 €
2	ENVASES Y EMBALAJES	37.599,27 €	7.895,85 €	45.495,12 €
3	MANO DE OBRA	226.396,00 €		226.396,00 €
4	SERVICIOS INDUSTRIALES	283.065,41 €	59.443,74 €	342.509,15 €
5	CONSERVACION Y MANTENIMIENTO	29.037,68 €	6.097,91 €	35.135,59 €
6	PRIMA DE SEGUROS	15.715,60 €		15.715,60 €
7	TRIBUTOS	9.429,37 €		9.429,37 €
8	GASTOS COMERCIALES	61.748,35 €	12.967,15 €	74.715,50 €
9	GASTOS MATERIAL	12.988,11 €	2.727,50 €	15.715,61 €
10	PROVISIONES Y GASTOS DETERIODO	56.036,61 €		56.036,61 €
	TOTAL	1.967.818,38 €	348.650,57 €	2.316.468,95 €

Tabla 25. Total Gastos Ordinarios. Fuente: Elaboración propia

Analizados todos los datos y desarrollados en el anejo 15, obtenemos los ratios de cada una de las opciones:

	opción 1ª	opción 2ª.	opción 3ª.
VAN	13.170.237,26 €	12.012.576,57 €	10.945.819,36 €
TIR	32,70%	40,50%	55,70%
PRI	3,5 años	1,9 años	1 año
B/I	414%	378%	344%

Beneficios antes de Impuestos	857.700,81 €	750.007,21 €	642.313,58 €
Beneficios después de Impuestos	600.390,57 €	525.005,05 €	449.619,51 €
EBITDA	539.766,89 €	324.379,69 €	108.992,43 €
ratio de solvencia económica	4,15	1,61	1
ratio de rentabilidad económica	0,14	0,13	0,11

Tabla 26. Criterios de rentabilidad. Resumen. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, las tres opciones de financiación escogidas para realizar el proyecto son perfectamente viables y rentables, tanto con financiación ajena como sin ella.

Ambas tienen margen más que suficiente para dar perfecta cobertura a los riesgos por las posibles incertidumbres, sensibilidades o incidencias que tanto a nivel de volatilidad de mercado subida o bajada de precios, como a nivel económico en los cambios del precio del dinero, pudieran acaecer durante el transcurso de los años de la vida productiva.

Analizadas las tres opciones, podemos decir que la más aconsejable es la tercera (financiación 100 % ajena) ya que aunque económicamente no sea la más rentable, es la que menos desembolso se ha aportado inicialmente obteniendo así el mejor TIR (55,70 %) de los tres casos.

No obstante, si lo que se quiere es asumir mayor riesgo invirtiendo en este negocio debido a los excelentes números resultantes, la opción primera es la más rentable ya que al no tener gastos financieros, ofrece los mejores ratios de solvencia y rentabilidad.

Se ha pretendido valorar las partidas lo más razonables posible, dejando como respaldo otras que por su complejidad no se han tenido en cuenta (subvenciones, bonificaciones, ayudas, exenciones, etc.).

Asimismo, este proyecto se realiza dentro de la cultura emprendedora de la provincia de Soria con la pretensión de impulsar una iniciativa que genere desarrollo sostenible, a través de un enfoque social y respetuoso con el medio ambiente.

CAPÍTULO 11: NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA

11.1 NORMATIVA UTILIZADA

La redacción y realización del presente proyecto ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- UNE-EN 14961-2:2012, de Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles
- El Documento Básico del Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Real Decreto 751/2011 de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Norma NTE-ISS/2003. Instalaciones de Salubridad. Saneamiento.
- Norma NTE-IFA/2003. Instalaciones de Fontanería
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real decreto 2267/2001, de 3 de Diciembre, de Seguridad contra incendios en os establecimientos industriales.
- Ley 21/2013, de 11 de Diciembre, de Evaluación Ambiental

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción

11.1 BIBLIOGRAFÍA

- Artículos e informes del Instituto de la diversificación y Ahorro Energético (IDAE).
- Artículos de las novedades en materia de biomasa de la revista “BioEnergy International”.
- Informes de valorización de la biomasa de la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM).

Otras fuentes de información:

- Visita particular a la planta de producción de pellets “BURPELLET” en Doña Santos (Burgos).
- Visita particular a la planta de producción de pellets “RIBPELLET” en Huerta del Rey (Burgos).
- Visita particular a la planta de producción de pellets “AMATEX” en Cabrejas (Soria).
- Visita particular al Centro de Investigación de Energías Renovables (CEDER).

Quintana Redonda (Soria), Julio de 2014.

Fdo: Alfonso García Álvaro