UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL LA PLATA

Producción de Pellet de madera a base de residuos y subproductos de la industria forestal

Índice

Abstract 5
Objetivo 6
Objetivos específicos 6
Alcance 6
Justificación 7
Producto 8
Calidad de producto terminado y materia prima a utilizar 10
Mercado objetivo 19
Análisis del mercado interno 19
Análisis del mercado externo 19
Reino Unido 24
Análisis de la demanda 25
Competidores directos 27
Principales productores 31
Principales exportadores 32
Cliente objetivo 32
Argentina 35
Competencia directa 35
Competencia indirecta 37
Localización 40
Macro localización 40
Extracciones forestales y especie durante 2014 41
Análisis forestal en la Región Mesopotámica 43
Microlocalización 56
Criterios de análisis de la matriz de decisión 56
Parque industrial Concordia 64
Análisis de disponibilidad de materia prima 67
Disponibilidad de materia prima para determinar el nivel de producción 68
Plan agregado de producción 71
Plan maestro de producción 73
Análisis FODA 74

Proceso 77
Materia Prima 77
Diagrama de Bloque 79
Descripción del proceso 79
Almacenamiento de materia prima y aprovisionamiento 79
Molienda 86
Secado 88
Pelletización/Prensado 91
Enfriado 94
Tamizado 96
Almacenamiento de producto final en silos 98
Almacenamiento de producto terminado y despacho 100
Despacho de producto final hacia la Terminal Puerto Rosario 106
Cursograma analítico 107
Balance de materia 108
Selección de maquinaria y tecnología 109
Matriz de decisión para maquinaria 123
Estudio de tiempos 126
Balance de línea 129
Requerimiento de personal 136
Mantenimiento 138
Gestión de Calidad 140
Seguridad industrial 148
Impacto ambiental 154
Efluentes líquidos 154
Emisiones Gaseosas 154
Residuos Sólidos 154
Efluentes 155
Layout 155
Diagrama de Relaciones 157
Matriz Desde-Hacia 158
Distribución de la planta 161
Requerimientos energéticos para el proceso y elección de combustible 165
Consumo de energía eléctrica 169

Análisis y determinación del precio de venta 173
Logística de Exportación 175
Comercio exterior 181
Posición arancelaria del producto 181
Documentación para la exportación 181
Incoterm 184
Competitividad del precio 184
Ingreso al Reino Unido 187
Análisis Económico-Financiero 189
Proyección de variables macroeconómicas 189
Inversión y financiamiento 189
Inversiones de Planta 189
Capital de trabajo 190
Préstamo 191
Costos de personal 191
IVA 192
Cuadro de resultados 193
Cuantificación del riego 194
Estructura de capital 194
Simulación de Montecarlo 197
Flujo de Fondos 197
TIR del accionista y del proyecto 198
Análisis de Sensibilización 201
Análisis del Punto de equilibrio 204
Conclusiones y resultados 206
Bibliografía 207

Abstract

El presente informe detalla un estudio de prefactibilidad de la instalación de una planta de fabricación de pellets de madera en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Se realizarán estudios de Mercado, Ingeniería y Económico-Financiero.

Los pellets de madera son un producto que tienen como materia prima principal, y casi única, los residuos de la industria forestal como es el aserrín, las virutas y astillas. El proyecto se centra en el uso de pellets de madera como combustible alternativo para la generación de energía térmica y eléctrica a nivel industrial.

Los pellets producidos serán destinados al mercado internacional, con foco único en el mercado de Reino Unido. Dentro de los mercados desarrollados, los pellets se pueden considerar un commodity dadas las cualidades que poseen y se solicita. Los precios proyectados dieron como resultado un precio de exportación CIF de 175,31 US$/Tn y una producción en el primer año de 20.200 toneladas.

La planta estará localizada en el Parque Industrial Concordia de la provincia de Entre Ríos, al lado de la ruta nacional RN14. Los pellets luego serán transportados por vía terrestre hacia la Terminal Puerto Rosario, donde serán luego exportados por vía marítima hasta el puerto de Liverpool, Inglaterra.

La tecnología seleccionada varía de acuerdo con la maquinaria y se optó por priorizar la confiabilidad y calidad de las máquinas más relevantes antes del precio, para poder garantizar la calidad y el ritmo de producción elegidos anteriormente.

La inversión inicial con la cual se debe contar es de $75.738.351 de pesos argentinos. La estructura de capital será del 63,64% financiada por el Banco Nación, mientras que el 36,36% restante por capital propio, ambos adquiridos bajo la moneda nacional.

Los resultados arrojados por el análisis Económico-Financiero fueron de un Valor Actual Neto (VAN) de $ 48.109.308, una TIR del Accionista del 46,10%, una TIR del Proyecto del 36,48% y un WACC del 16,24%.

Objetivo

Producir pellets de madera en el territorio argentino para comercializar a Reino Unido y otros países de la Unión Europea en el futuro.

Objetivos específicos

- Generar un combustible de alto poder calorífico, haciendo que sea una forma de energía rentable y renovable.
- Crear un producto limpio, fácil de manipular, que ocupe poco espacio y permitan autoalimentar las centrales de cogeneración que los utilizan, calderas y estufas.
- Brindar un producto de excelente calidad.
- Reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera
- Ser sustituto de los combustibles fósiles, como gasoil, gas propano, gas natural, carbón mineral, etc.
- Reutilizar los desechos generados por la industria forestal utilizándolos como materia prima.

Alcance

Estudiar la factibilidad económica, técnica, financiera y comercial de la producción de pellets de madera. Definir la localización de la fábrica según la cercanía de la materia prima, proveedores y puertos de nuestro país, definir procesos productivos a realizar, maquinaria y equipos necesarios para el correcto funcionamiento, especificación de la cantidad de equipos necesarios, mano de obra, equipos auxiliares, impacto ambiental y social generado, demanda proyectada y producción en un periodo 5 (cinco) años, cómo y quién financiará el proyecto y clientes a los que se exportará nuestro producto.

Justificación

En Argentina la actividad forestal y la foresto industria se desarrolla principalmente en la región Mesopotámica que abarca las provincias de Corrientes, Entre Ríos y Misiones. En esta región se sitúa la mayor superficie de bosques cultivados del país, siendo esta del 80%.

Corrientes es la principal provincia forestada, con un poco más de 474 mil hectáreas, seguida por la provincia de Misiones que cuenta con una importante superficie de bosques implantados con más de 370 mil hectáreas, principalmente pino y eucalipto; por último, Entre Ríos cuenta en la actualidad con unas 145 mil hectáreas forestadas, principalmente de eucalipto, las cuales se concentran sobre el Río Uruguay.

La principal característica de este sector es el bajo rendimiento de la industria donde prácticamente el 65 % de la materia prima se pierde como residuo. La gran cantidad de desechos generados han llegado a transformarse en un problema difícil de evacuar generando costos de almacenamiento, transporte y de vertedero.

El uso de estos residuos generados, para el proyecto, será una gran solución a variados inconvenientes dentro de la sociedad, tales como:

- Se utilizarán desechos de la actividad forestal como materia prima para producir un producto de valor comercial razonable.
- Aumentar la eficiencia de este sector de la industria.
- Protección del medio ambiente reduciendo los residuos finales y previniendo la quema de los mismos.
- Creación de nuevos puestos de trabajo.
- La comercialización de los residuos de la industria forestal, puede generar importantes beneficios económicos, además de reducir el costo de los tratamientos silvícolas.
- Generar mayores fuentes de trabajo y crear un ambiente rural dinámico, entre otros aspectos.

Para llevar a cabo el proyecto es de suma importancia conocer la ubicación de los principales centros foresto-industriales (aserraderos, carpinterías, entre otras) y los

desechos generados por la actividad (aserrín, astillas, virutas y otros) para ser utilizados como materia prima para la elaboración de pellets.

Producto

La industria del Pellet se inició en la década de 1980 en respuesta a las crisis de los precios de energía en la década del ´70. El 17 de octubre de 1973, los países productores árabes de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) declararon un embargo de las exportaciones de petróleo a EEUU y a Europa Occidental, debido al apoyo a Israel en la Guerra de Yom Kippur; y ese conflicto originó el aumento por cuatro del precio del barril del crudo provocando el estallido de una crisis económica mundial. La segunda crisis del petróleo, se produjo en 1979 por efectos de la Revolución Iraní y la posterior guerra entre Irán-Irak, donde el precio del petróleo se multiplicó por 2,7 desde mediados de 1978 hasta 1981.

La energía de biomasa utiliza materia orgánica (madera agrícola, residuos, etc.) para la generación de electricidad y/o calor.

Los pellets de madera son el combustible sólido más utilizado en las centrales de biomasa, se suelen crear a partir de desechos de la industria forestal y de la madera, y otros residuos de bajo valor económico en estas industrias. Poseen un aspecto cilíndrico de pequeñas dimensiones que va de unos 6 a 12 mm de diámetro y unos 10 a 30 mm de largo. Se elaboran a partir de madera residual como aserrines, virutas o polvos de madera, siendo comprimidos a través de una matriz a alta presión sin la presencia de aditivos, obteniendo un producto homogéneo con una humedad muy baja; esa compresión da un poder calorífico superior que otras fuentes típicas de biomasa.

En el mundo, los pellets son utilizados como un tipo de energía renovable, ecológica y muy económica que presenta un balance de CO_2 neutro, porque el carbono que se libera al quemar la madera procede de la atmósfera misma. Se trata de un combustible ecológico de gran poder calorífico que ayuda a cuidar el medio ambiente.

Debido a su bajo costo, limpieza, alta densidad energética y bajas necesidades de almacenamiento en comparación a otros combustibles, el consumo de pellets de madera ha mostrado una fuerte tendencia al alza en el mercado europeo, destacándose en los últimos años Reino Unido.

Los pellets presentan las siguientes ventajas:

- Recurso renovable al alcance de todos: se obtiene principalmente de residuos de la industria maderera o de la madera virgen.

- Los materiales desechados procedentes de la industria maderera que antes se desperdiciaban, hoy tienen una segunda vida al ser reutilizados en un 100%.
- Presenta un bajo costo respecto a los combustibles sólidos: a paridad de calor producido, el pellet es más barato que el petróleo o el gas metano.
- Respeta el protocolo de Kyoto en materia de emisión de CO_2. Por ser un material de origen biológico disminuye notablemente la emisión de anhídrido carbónico respecto a los combustibles fósiles a paridad de rendimiento calórico.
- Fácil de transportar: el pellet al tener una densidad mucho más alta que la leña ocupa un espacio menor y puede ser fácilmente transportado a granel, en bolsas o big bags.
- El costo del pellet no sufre variaciones drásticas con respecto al petróleo: el precio del pellet es estable y fiable y no sufre los cambios de precios del gas o petróleo.
- La combustión alcanza temperaturas elevadas limitando la producción de cenizas: su elevada densidad y el menor tenor de humedad (8-12%) respecto a la leña de combustión, arde casi completamente, alcanzando altísimas temperaturas y limitando por lo tanto la cantidad de cenizas y de residuos producidos, favoreciendo una limpieza más práctica de estufas, calderas y centrales de generación eléctrica.
- El pellet es un producto natural y no contiene sustancias químicas: su densidad hace posible su estiba por largo tiempo.
- El pellet disminuye la dependencia del petróleo y del gas.
- Es un recurso inagotable y sin limitaciones geográficas: al ser un material de origen vegetal puede ser producido en cualquier parte del mundo y por tanto es un recurso inagotable.

En el proyecto se llevara adelante la producción de pellets de madera mediante el uso de residuos de la industria maderera y forestal no teniendo aditivos ni contaminantes de ningún tipo. Su composición será 100% eucalipto implantado y cultivado en la provincia de Entre Ríos. El producto estará certificado bajo la norma ENplus como categoría B1, y poseerá las siguientes características, entre otras:

- **Diámetro: de 6 a 8 milímetros**
- **Longitud: de 3 a 40 milímetros**
- **Humedad: menor o igual a 10% en masa**
- **Poder calorífico: mayor o igual a 4,6 Kwh/Kg**
-

Calidad de producto terminado y materia prima a utilizar

La calidad del producto es definida de acuerdo a su uso. Para nuestro caso, el pellet de madera será destinado a industrias que poseen consumos a gran escala dentro de equipos robustos y preparados para quemar biomasa, con el objetivo de producir diferentes tipos de energía. Por otro lado, existe el uso de pellets de madera como fuente de combustible a menor escala en estufas especiales para calefacción domiciliaria.

Las variables a considerar en cuanto a especificaciones técnicas que se deben cumplir al final del proceso productivo para satisfacer la necesidad del cliente y certificar la calidad tanto para uso residencial como industrial son las siguientes:

- **Diámetro**: Se refiere al diámetro del pellet en milímetros. El mismo quedara definido luego de la operación de Pelletizado.

- **Longitud**: Se refiere a la longitud del pellet en milímetros. El mismo quedara definido luego de la operación de Pelletizado.

- **Humedad**: Se refiere al contenido de humedad del pellet expresado en % sobre el peso. Dicha variable quedara definida luego de la operación de Secado. Es importante reducir el contenido de humedad de la materia prima para que el producto final contenga un elevado poder calorífico y así satisfacer eficientemente la necesidad para la cual es fabricado.

- **Cenizas:** Se refiere al contenido de cenizas del pellet expresado en % sobre el peso. Dicha variable dependerá de la composición de la materia prima y de la operación de tamizado, ya que cuanto más finos contenga el producto final, mayor probabilidad de contener o formar cenizas. Un alto contenido de cenizas afectaría directamente sobre el poder calorífico del producto y por lo tanto su capacidad para producir calor de manera eficiente, por lo que se pretenden valores bajos.

- **Durabilidad mecánica**: Se refiere a la resistencia del pellet a desintegrarse físicamente cuando se expone a procesos de combustión, carga, descarga, almacenaje, entre otros. Dicha variable se expresa en % sobre el peso y quedara definida luego del proceso de molienda, pelletizado, secado, y enfriado ya que depende del contenido de humedad (a mayor humedad menor durabilidad y viceversa) y de la densificación generada por la pelletizadora (a mayor compresión mayor durabilidad y viceversa). Se pretenden valores altos en cuanto a dicha cualidad. El enfriado posterior al pelletizado le confiere propiedades mecánicas óptimas ya que allí se reduce la fragilidad proveniente del prensado. También es importante la molienda, ya que cuantas más pequeñas sean las partículas que conforman el pellet, más resistencia tendrá el mismo.

- **Finos**: Se refiere a la cantidad de partículas finas (<3,15 mm) presentes en el pellet, expresada en % sobre el peso. Dicha variable dependerá del proceso de Tamizado. Los finos pueden dar lugar la desintegración e implican una mayor cantidad de polvo en los almacenamientos, posibles daños en calderas, menor eficiencia, mayor cantidad de cenizas por ello es que se pretende que el contenido de los mismos sea bajo.

- **Poder calorífico inferior**: Expresado en MJ/Kg se refiere a la capacidad del pellet para generar energía calórica. Dicha variable dependerá principalmente de la operación de Secado ya que el contenido de humedad influye en gran medida sobre esta propiedad. También influye el contenido de cenizas determinado por la operación de Tamizado y calidad de la materia prima.

- **Densidad aparente**: Expresada en Kg/m3 se refiere a la densidad del producto terminado y la misma dependerá principalmente de la compactación generada en la operación de Pelletizado. A mayor densidad aparente, mejores propiedades tendrá el pellet de madera en cuanto a su resistencia mecánica.

- **Nitrógeno**: Se refiere al contenido de Nitrógeno en el pellet, expresado en % sobre el peso. Dicha variable depende de la calidad de la materia prima según tipo de madera.

- **Sulfuros**: Se refiere al contenido de Sulfuros en el pellet, expresado en % sobre el peso. Dicha variable depende de la calidad de la materia prima según tipo de madera.

- **Cloro:** Se refiere al contenido de Cloro en el pellet, expresado en % sobre el peso. Dicha variable depende de la calidad de la materia prima según tipo de madera.

Teniendo en cuenta esto, se exponen las diferentes calidades exigidas para los pellets de madera tanto para uso industrial como para uso residencial.

Especificaciones de calidad para Pellets de uso comercial y residencial

Certificación ENplus®

Es un sistema de certificación privado basado en el estándar internacional ISO 17225-2, y hace referencia exclusivamente a los pellets de madera para usos no industriales. Los clasifica en tres calidades: A1 (pellets de madera virgen y residuos de madera sin tratar químicamente, con bajos contenidos en cenizas, nitrógeno y cloro), A2 (combustibles con un contenido ligeramente más alto en cenizas, nitrógeno y/o cloro) y B (pellets en cuya producción se ha podido emplear también madera reciclada y residuos industriales). También se incluyen valores para el contenido de los metales pesados. Los derechos de la marca ENplus® los posee el European Pellet Council, siendo AVEBIOM el licenciatario nacional encargado de la gestión del sistema en España.

PROPIEDAD	UNIDAD	Enplus A1	Enplus A2	Enplus B	NORMA DE ENSAYOS
Diámetro	mm	6 ± 1 u 8 ± 1			ISO 17829:
Longitud	mm	3,15 < L ≤ 40 [4]			ISO 17829:
Humedad	% en masa [2]	≤ 10			ISO 18134
Cenizas	% en masa [3]	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0	ISO 18122
Durabilidad mecánica	% en masa [2]	≥ 98,0 [5]	≥ 97,5 [5]		ISO 17831-1
Finos (< 3,15 mm)	% en masa [2]	≤ 1,0 [6] (≤ 0,5 [7])			ISO 18846
Temperatura de los pellets	°C	≤ 40 [8]			
Poder calorífico neto	kWh/kg [2]	≥ 4,6 [9]			ISO 18125
Densidad aparente	kg/m³ [2]	600 ≤ BD ≤ 750			ISO 17828
Aditivos	% en masa [2]	≤ 2 [10]			-
Nitrógeno	% en masa [3]	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0	ISO 16948
Azufre	% en masa [3]	≤ 0,04	≤ 0,05		ISO 16994
Cloro	% en masa [3]	≤ 0,02		≤0,03	ISO 16994
Temperatura de deformación de las cenizas[1]	°C	≥ 1200	≥ 1100		CEN/TC 15370-1
Arsénico	mg/kg [3]	≤1			ISO 16968
Cadmio	mg/kg [3]	≤ 0,5			ISO 16968
Cromo	mg/kg [3]	≤10			ISO 16968
Cobre	mg/kg [3]	≤10			ISO 16968
Plomo	mg/kg [3]	≤10			ISO 16968
Mercurio	mg/kg [3]	≤ 0,1			ISO 16968
Níquel	mg/kg [3]	≤10			ISO 16968
Cinc (Zn)	mg/kg [3]	≤100			ISO 16968

Tabla N° 1: Características del pellets y clasificación según norma ENPlus

Las clases de propiedad A1 y A2 son aquellos fabricados con madera virgen y residuos de madera no tratados químicamente. Los A1 representan los que tienen bajo contenido en ceniza y nitrógeno, mientras que A2 tienen algo más de cenizas y nitrógeno. La clase de propiedad B permite subproductos y residuos industriales de madera tratada químicamente y madera usada no tratada químicamente.

Especificaciones de calidad para Pellets de uso Industrial

Normas ISO/UNE

Los documentos normativos UNE (acrónimo de Una Norma Española) son un conjunto de normas, normas experimentales e informes (estándares) creados en los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización (UNE, antes llamada AENOR).

UNE es una asociación privada sin ánimo de lucro, reconocida legalmente en España como organismo nacional de normalización conforme a lo establecido en el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial (Real Decreto 2200/1995) y en el Reglamento (UE) 1025/2012 sobre Normalización Europea.

ISO 17225: a nivel internacional, ISO ha desarrollado una serie de normas (8), que afectan a los biocombustibles sólidos más utilizados a nivel internacional, como son los pellets, las astillas y la leña.

Clase de propiedad/ Método de análisis.	Unidades	I1	I2	I3
Origen y fuente		1.1 Bosque, plantaciones y otra madera virgen 1.2.1 Residuos de madera no tratada químicamente	1.1 Bosque, plantaciones y otra 1.2.1 Residuos de madera no tratada químicamente	1.1 Bosque, plantaciones y otra madera virgen 1.2 Subproductos y residuos de la industria del procesado de la madera 1.3.1 Madera usada no tratada químicamente
Diámetro, D	mm	6 ±1 o 8±1	6 ±1; 8±1 o 10±1	6 ±1; 8±1; 10±1 o 12±1
Longitud, L	Mm	3,15<L≤40	3,15<L≤40	3,15<L≤40
Humedad, M	%(m/m) según se recibe, en base húmeda	≤10	≤10	≤10
Cenizas, A	%(m/m) en base seca	≤1,0	≤1,5	≤3,0
Durabilidad mecánica, DU	%(m/m) según se recibe	97,5≤DU≤99,0	97,0≤DU≤99,0	96,5≤DU≤99,0
Finos, F	%(m/m) según se recibe	≤4,0	≤5,0	≤6,0
Aditivos	%(m/m) según se recibe	≤3 A declarar tipo y cantidad	≤3 A declarar tipo y cantidad	≤3 A declarar tipo y cantidad
Poder calorífico neto, Q	MJ/kg o KWh/kg según se recibe	≥16,5	≥16,5	≥16,5
Densidad a granel, BD	Kg/m^3 según se recibe	≥600	≥600	≥600
Nitrógeno, N	%(m/m) en base seca	≤0,3	≤0,3	≤0,6
Distribución de tamaño de partícula de pellets desintegrados	%(m/m) en base húmeda equilibrada	≥99%(<3,15mm) ≥95%(<2mm) ≥60%(<1,0mm)	≥98%(<3,15mm) ≥90%(<2mm) ≥50%(<1,0mm)	≥97%(<3,15mm) ≥85%(<2mm) ≥40%(<1,0mm)
Azufre, S	%(m/m) en base seca	≤0,05	≤0,05	≤0,05
Cloro, Cl	%(m/m) en base seca	≤0,03	≤0,05	≤0,1
Arsénico, As	mg/kg en base seca	≤2	≤2	≤2
Cadmio, CD	mg/kg en base seca	≤1,0	≤1,0	≤1,0
Cromo, Cr	mg/kg en base seca	≤15	≤15	≤15
Cobre, Cu	mg/kg en base seca	≤20	≤20	≤20
Plomo, Pb	mg/kg en base seca	≤20	≤20	≤20
Mercurio, Hg	mg/kg en base seca	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Zinc, Zn	mg/kg en base seca	≤100	≤100	≤100
Comportamiento de fusión de ceniza	ºC	Se debe declarar	Se debe declarar	Se debe declarar

Tabla N° 2: Características de pellets de uso industrial y clasificación según normas

Las clases de propiedad I1 e I2 son aquellos fabricados con madera virgen y residuos de madera no tratados químicamente. Las clases de propiedades I1 e I2 tienen un contenido de ceniza y nitrógeno similar a la de A2. Las clases de propiedad I3 permiten subproductos y residuos industriales de madera tratada químicamente y madera usada no tratada químicamente.

Como se puede observar, las categorías mencionadas con letras en las tablas anteriores distinguen la calidad de los pellets según el origen de la materia prima y de allí las exigencias.

A su vez se observa que en ambas certificadoras de calidad comparadas, las categorías B para el caso de Enplus y la categoría I3 para el caso de UNE se aplica a materias primas similares, y las especificaciones de calidad son muy parecidas.

Diferencia entre uso doméstico e industrial - determinación de calidad a certificar

Destinado a uso doméstico las empresas productoras de pellets recomiendan como único combustible para estufas, termoestufas, calderas y quemadores ecológicos de pellets la utilización de pellets de madera de alta calidad analizados según la norma E N 14961-2, certificados, homologados y marcados EN Plus A1 (nunca las clases EN Plus A2 o B para usos industriales). Los pellets clasificados como EN Plus A2 o B tienen un alto contenido en cloro, en nitrógeno, en cenizas y utilizan maderas recicladas, residuos industriales, entre otros, lo que obviamente perjudica el buen funcionamiento y la durabilidad de los equipos siendo totalmente contraindicada la utilización de los mismos en equipos de pellets de uso doméstico.

El cloro ataca de manera fulminante los metales férricos incluso los aceros inoxidables de alta calidad lo que provocaría una rápida degradación del interior de los equipos (tuberías, hogar, intercambiador y en definitiva todos los componentes internos).

Para el caso de las industrias, los equipos que queman este tipo de combustible no requieren que el mismo sea de una calidad óptima. Por ello es que para nuestro proyecto se opta por certificar calidad **ENplus Categoría B** y además por el tipo de materia prima procesada (residuos de la industria maderera de eucaliptus no tratada químicamente).

Si bien el sello ENplus se utiliza mayoritariamente para pellets de uso residencial, apuntaremos a alcanzar dicha certificación por tratarse de un organismo de renombre

encontrándose muy bien posicionado y reconocido a nivel mundial como un referente en lo que refiere a la calidad del producto en cuestión. Esto inspirara garantía, seguridad y confianza por parte de los clientes.

Con la certificación ENplus se obtiene un respaldo otorgado por parte de una entidad independiente, AENOR, que garantiza la conformidad de la producción o comercialización de pellets de madera con los requisitos establecidos en el Manual ENplus para la certificación de pellets de madera para usos térmicos.

El objeto de la certificación ENplus es asegurar un nivel constante de calidad de los pellets a lo largo de toda la cadena de suministro, desde la fase de producción hasta la posterior comercialización, logística y entrega al consumidor final. Los requisitos de esta certificación están relacionados con la gestión de la calidad interna, mediante la realización de autocontroles periódicos, la adecuación de las materias primas, el mantenimiento de las instalaciones, las condiciones de almacenamiento y entrega de producto y el etiquetado de producto.

La certificación fue diseñada en el 2010, y desde su implementación creció hasta ser reconocida internacionalmente. Actualmente certifica un total de 10 millones de toneladas de pellets y se encuentran certificadas un total de 886 empresas a lo largo de todo el mundo.

Cabe aclarar que las normas aplicables tanto para el producto terminado como para cada uno de los ensayos correspondientes a las cualidades particulares que debe cumplir el mismo, son certificadas por ENplus en base a las normativas ISO visualizadas en la hoja de especificaciones, cuya casa matriz se encuentra en Bélgica.

Caracterización de la materia prima

Para conocer cómo influyen en el proceso de pelletizado los parámetros a controlar, se debe conocer previamente las características de la materia prima. Estas características afectaran al producto obtenido a partir de ellas y por tanto afectará a las variables de control del proceso. Controlaremos dichas variables con equipos de laboratorio que se especificaran luego.

Conociendo previamente como está compuesta la carga (aserrín Eucaliptus o Pino), estos son los valores aproximados esperados para la caracterización de la misma:

CARACTERISTICA		UNIDAD	ESPECIE	
			EUCALIPTUS	PINO
Poder calorifico inferior		Kcal/Kg	4600	4650
Poder calorifico superior		Kcal/Kg	4800	4850
Contenido energetico 10% de humedad		Kcal/Kg	4700	4775
Densidad	Anhidrida	Kg/m3	800	454
	Basica	Kg/m3	623	429
	Nominal	Kg/m3	720	459
	Aparente	Kg/m3	445	304
Humedad		% en peso	20 - 60	
Emisiones		Kg gas/Kg combustible	1,85	

Tabla N° 3: Características de los pellets según especies

*Poder calorífico: Se presentan valores para los productos en base seca. Considerar que para altos contenidos de humedad (aprox. 45%) dicho poder calorífico se encuentra altamente reducido (aprox. 2.000 Kcal/Kg).

Al momento de seleccionar proveedores según localización de la planta, se determina el tipo de especie presente en la materia prima teniendo en cuenta el porcentaje de extracción forestal para la industria maderera en el sector.

Como se mencionara más adelante en el estudio de la macro localización según último censo forestoindustrial, en la provincia de Entre Ríos con respecto a las plantaciones promovidas por la Ley Nacional N° 25.080, de inversiones para bosques cultivados, el Eucalipto es la principal especie cultivada, con el 86,6%, siguiéndole en importancia el pino con el 12,7%. Tomando en cuenta estos datos, **se tomará como parte de la caracterización de la carga un 100% de aserrín proveniente de residuo de la madera correspondiente a la especie Eucaliptus**.

Mercado objetivo

Análisis del mercado interno

En Argentina el consumo de pellets de madera es prácticamente nulo. El crecimiento es lento porque no hay suficientes incentivos por parte del estado para facilitar a los privados la decisión de migrar a una alternativa renovable. Además el precio de los biocombustibles es mucho mayor y de menor acceso para la población (al no estar fomentado por el gobierno) en comparación con los combustibles fósiles, especialmente, el gas natural. Comparación de precios en Argentina:

Aportan aprox. 9.000 Kcal/Kg:	
2 Kg Pellets	1 m3 Gas Natural
$40	**$ 19 (max.)**

Cualquier cambio que se decida hacer, ya sea para aplicación industrial o domiciliaria requiere de importante inversión, ya sea porque hay que adaptar los equipos existentes o comprar equipos especiales para el consumo de pellets de madera.

Una estufa para calefaccionar con pellets de madera puede costar el doble que una a gas de garrafa (GLP) o electricidad; por eso en la mayor parte del territorio nacional (que posee red de gas natural), se opta por el uso de gas natural siendo este más económico al estar subvencionado por el Estado.

En los países más desarrollados el esfuerzo de optar por biocombustibles es compartido entre el privado y el Estado (nacional, provincial o municipal); cuanto mayor es la ayuda, más rápido es el crecimiento a diferencia de Argentina que actualmente hay pocos incentivos para quienes invierten en este tipo energías.

Análisis del mercado externo

En el mundo se está buscando reducir las emisiones de CO_2 que liberan las empresas y habitantes de todos los países. Es por esta razón que los diferentes gobiernos, están impulsando nuevas medidas para la utilización de biocombustibles.

La Directiva del Consejo Europeo sobre Energías Renovables (RED) que forma parte de la Energía y Cambio Climático (CCP) de la Unión Europea establecieron como objetivos para el año 2020, una reducción del 20% en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en comparación con 1990, que el 20% de la energía consumida por la población sea renovable y que los transportes utilicen un 10% de biocombustible.

La creciente tendencia del consumo de pellet de madera en el mundo se debe al aumento del uso de energías renovables, ya sea para calefacción o generación de energía eléctrica, entre estos se destacan países como el Reino Unido, Dinamarca, Bélgica e Italia.

En Asia, países como Corea del Sur y Japón han experimentado un salto dramático en la demanda de biocombustibles con el fin de reducir sus emisiones de CO_2 y aumentar la cuota de uso de energías renovables.

En mercados como el Reino Unido, Bélgica y los Países Bajos el uso residencial es insignificante y la demanda está impulsada por las grandes centrales eléctricas. El uso a gran escala de pellets de madera por centrales de energía es fomentado por las ordenanzas de la Unión Europea para el uso de energía renovable para 2020.

El mercado de pellets de madera en Suecia, Dinamarca e Italia es diferente porque son utilizados en estufas y calderas pequeñas en viviendas particulares. Además tienen amplio uso en plantas de calefacción urbanas de generación combinada de calor y energía.

En el siguiente grafico se puede observar cómo se divide el consumo de pellets y para el cual se les da uso, siendo la generación de energía térmica un 64% del consumo, la generación de energía eléctrica tan solo un 36%. Además, la generación de energía térmica se divide en calefacción para uso doméstico (42,2%), calefacción para procesos industriales (15,7%) y en plantas combinadas de producción de potencia y calor (6%).

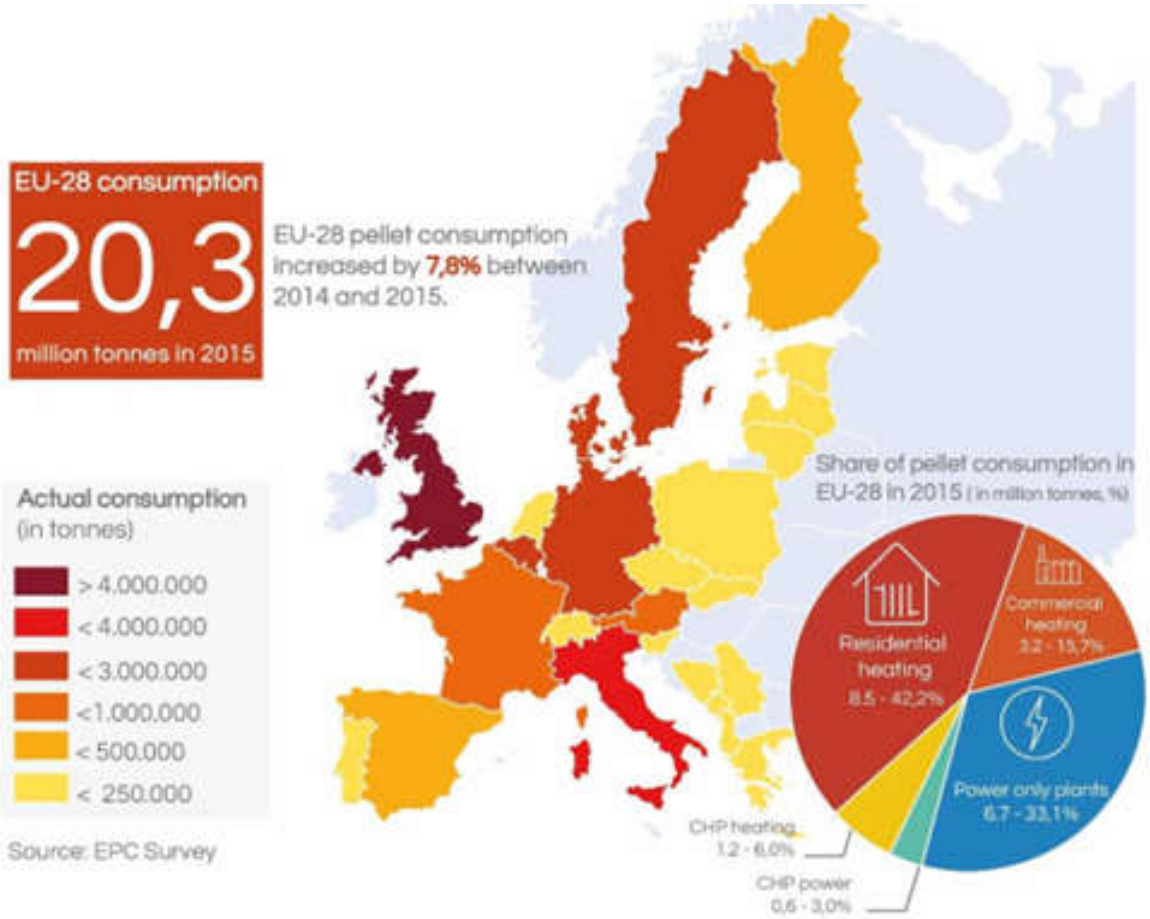


Imagen N°1: Consumo de pellets de la UE en el año 2015

Como se puede observar el consumo de pellet en la Unión Europea para la generación de energía incrementó un 14,9% entre el 2014 y 2015; siendo 7,2 millones de toneladas las consumidas en el año 2015.

Entre el 2014 y 2015 hubo dos países de la Unión Europea que aumentaron el consumo de pellets para generar energía eléctrica, ellos fueron: Reino Unido quien tuvo un incremento del 21,4% de un total de 5,7 millones toneladas, y Bélgica arrojando un 67% de un total de 1 millón de toneladas.

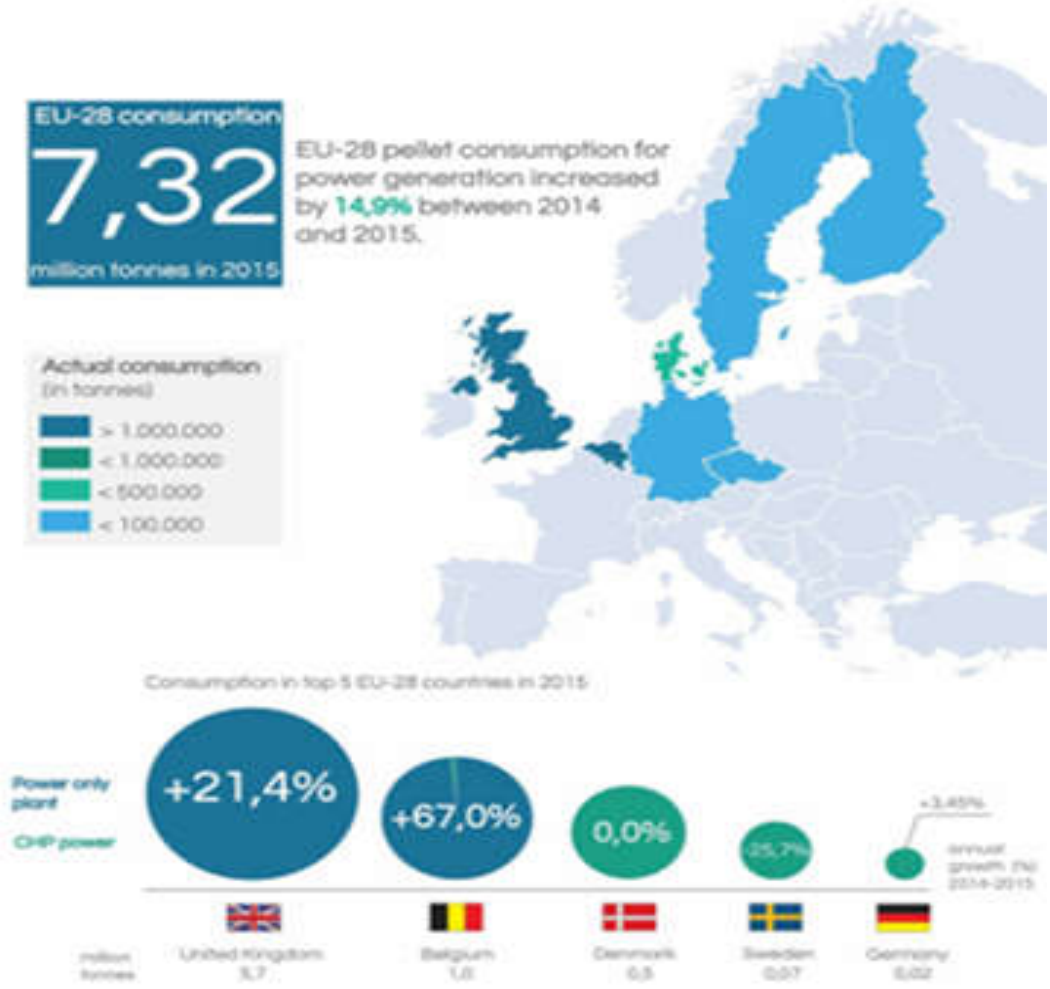


Imagen N°2: Evolución del consumo de pellets

En el siguiente gráfico, se puede apreciar cómo ha evolucionado en consumo de pellet de madera a partir del 2012, el consumo actual y la tendencia del mismo centra a Europa como el principal consumidor de este tipo de combustible, siendo el Reino Unido el principal importador de pellets en el mundo, y apareciendo en menor medida como un futuro competidor potencial los países asiáticos.

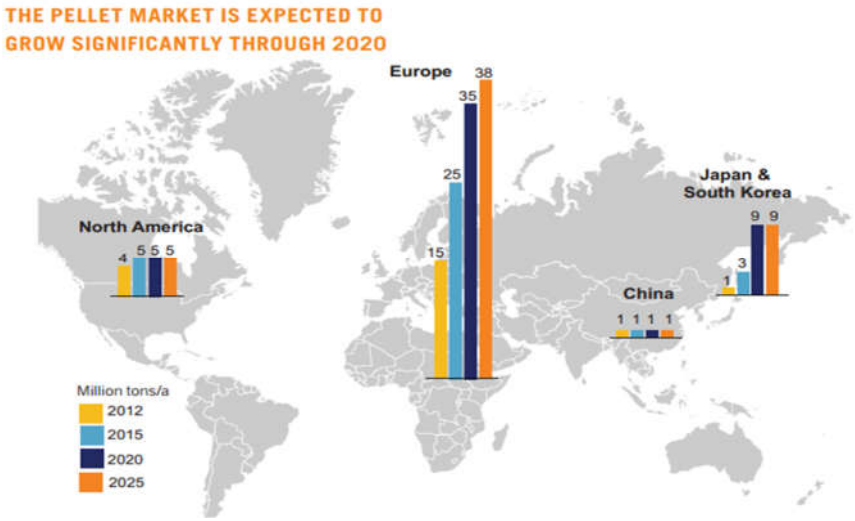


Imagen N°3: Tendencias de consumo global al 2025

En la siguiente tabla se detalla la evolución del comercio mundial de pellets de madera de los principales países importadores en los últimos 5 (cinco) años.

Importadores	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mundo	8.828.138	12.247.545	14.446.432	15.660.489	16.782.367	19.593.780
Reino Unido	1.469.518	3.432.187	4.757.135	6.547.918	7.086.469	8.771.675
Dinamarca	2.026.078	2.268.222	2.150.165	2.059.386	2.146.807	3.094.453
Italia	1.193.699	1.755.961	1.956.277	1.653.604	1.663.820	1.802.248
Corea del Sur	122.447	484.668	1.849.641	1.470.685	1.716.641	2.431.165
Bélgica	972.321	905.577	657.756	985.617	906.477	-
Suecia	491.341	710.679	517.027	354.422	267.621	272.297
Países Bajos	1.032.550	542.858	451.200	140.957	143.749	306.156
Alemania	347.445	545.948	416.399	445.113	422.808	430.260
Austria	272.173	385.457	343.945	367.842	378.566	403.471
EEUU	86.736	152.442	219.986	207.172	172.379	211.596
Japón	71.981	83.769	96.745	232.425	346.865	506.353
Eslovenia	60.166	118.625	162.320	160.359	220.893	-
Francia	25.887	92.024	137.832	155.741	246.758	271.181
Letonia	34.016	40.776	87.661	129.018	195.634	195.802
Polonia	193.732	87.055	52.204	60.718	64.967	74.006
Lituania	39.571	58.031	72.446	83.204	85.886	117.990

Tabla N°4: Evolución de las importaciones de pellets de madera en toneladas

Según los datos obtenidos de la ITC World Trade Statistics (Tabla 2) y habiendo analizado los datos, consumos y proyecciones en el mundo se desprende que la mejor

opción para llevar a cabo la oportunidad de negocio será en Reino Unido porque es el mercado que mayor proyección a futuro tiene por el gran aumento en cuanto a las importaciones que vienen creciendo en los últimos años.

Reino Unido

El Reino Unido es una monarquía constitucional basada en una democracia parlamentaria, la cual está conformada por cuatro países constituyentes: Inglaterra, Escocia, Gales e Irlanda del Norte. Es un estado unitario con una devolución parcial de poderes a Escocia, Gales y a Irlanda del Norte.

Reino Unido, se encuentra situada en el norte de Europa y tiene una superficie de 243.610 Km2 con una población de 66.238.007 de personas teniendo una densidad de población de 272 habitantes por Km2.

Su capital es Londres y pertenece a la Unión Europea, pero a diferencia de la mayoría de estos países no pertenece a la zona euro, y tiene como moneda la libra esterlina. Es una de las 10 (diez) economías más importantes del mundo por volumen de PBI.

En cuanto al poder ejecutivo de Reino Unido, la Reina es el jefe del estado, su papel es en realidad predominantemente ceremonial aunque sigue ejerciendo tres derechos esenciales: derecho a ser consultada, derecho a asesorar y el derecho a advertir.

Luego de las elecciones legislativas de la cámara baja del parlamento, el líder del partido mayoritario o el líder de la coalición mayoritaria suele ser designado como Primer Ministro por la Reina para ejercer el cargo durante un período de cinco años. El Primer Ministro es el jefe del gobierno y dispone de todos los poderes ejecutivos que incluyen la aplicación de la ley en el país y la gestión de los asuntos diarios; también designa a los componentes del gabinete ministerial.

Actualmente la Reina es Isabel II (desde febrero de 1952), el Primer Ministro Theresa May (desde julio de 2016) del Partido Conservador; en tanto que las próximas elecciones de la Cámara de los Comunes serán el 5 de mayo de 2022 o antes.

Análisis de la demanda

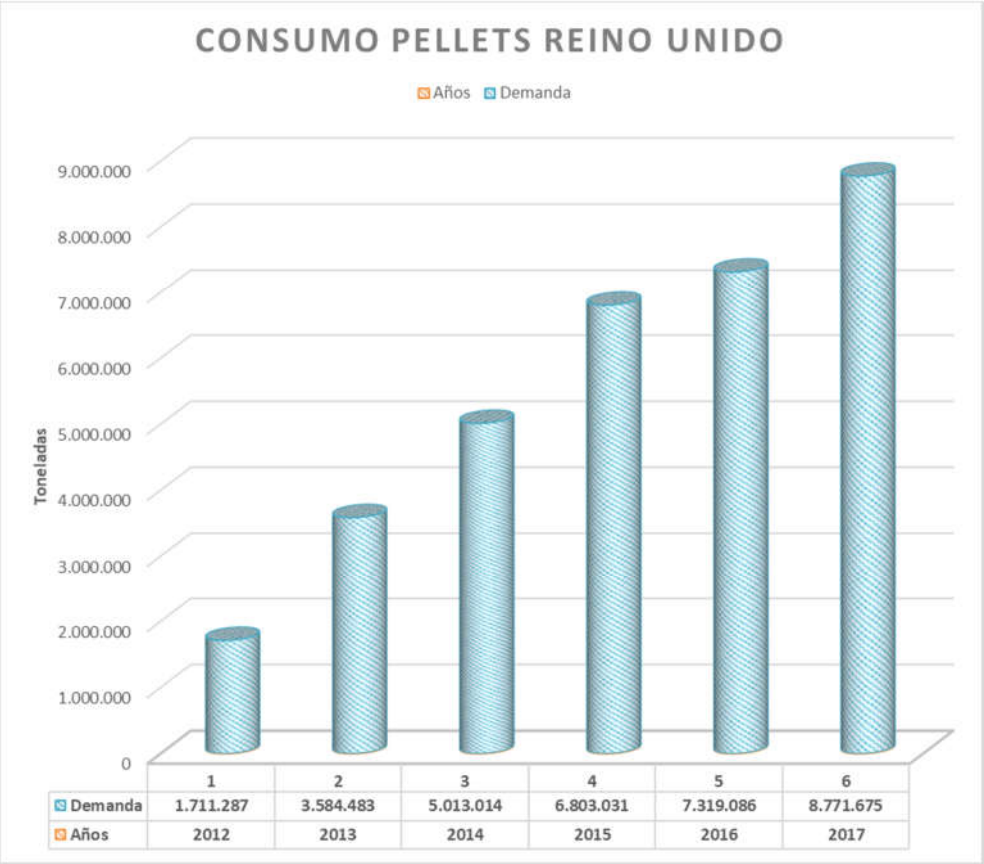


Imagen N°4: Análisis de la demanda de pellets en UK

Como se puede observar en la imagen N° 4, el consumo y la importación de pellets de madera tiene un crecimiento constante en los últimos años, esto se debe a las políticas de producción y consumo de energías renovables llevadas a cabo por el Reino Unido y los países de la Unión Europea.

Se usa principalmente en la industria para la generación de energía eléctrica y además tiene un amplio uso en las centrales de generación combinada de energía y calor, también se lo suele utilizar para calefacción de particulares, privados y edificios públicos, aunque no esta tan extendido.

La bioenergía en el Reino Unido tiene un papel importante para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones de carbono para el 2020. A través de las políticas y la intervención regulatoria del gobierno local y la Unión Europea, el combustible renovable, se ha incentivado para reducir el uso de carbón en las plantas de energía.

La sustitución del carbón y la adecuación de las centrales eléctricas para el uso de biomasa sólida como combustible es el método más rápido y más rentable para Reino Unido, y así poder lograr los objetivos en cuanto a la reducción de emisiones.

El Reino Unido representa el 78% del total de los pellets consumidos en la Unión Europea para la producción de energía y actualmente es un importador neto de energía en todas sus formas.

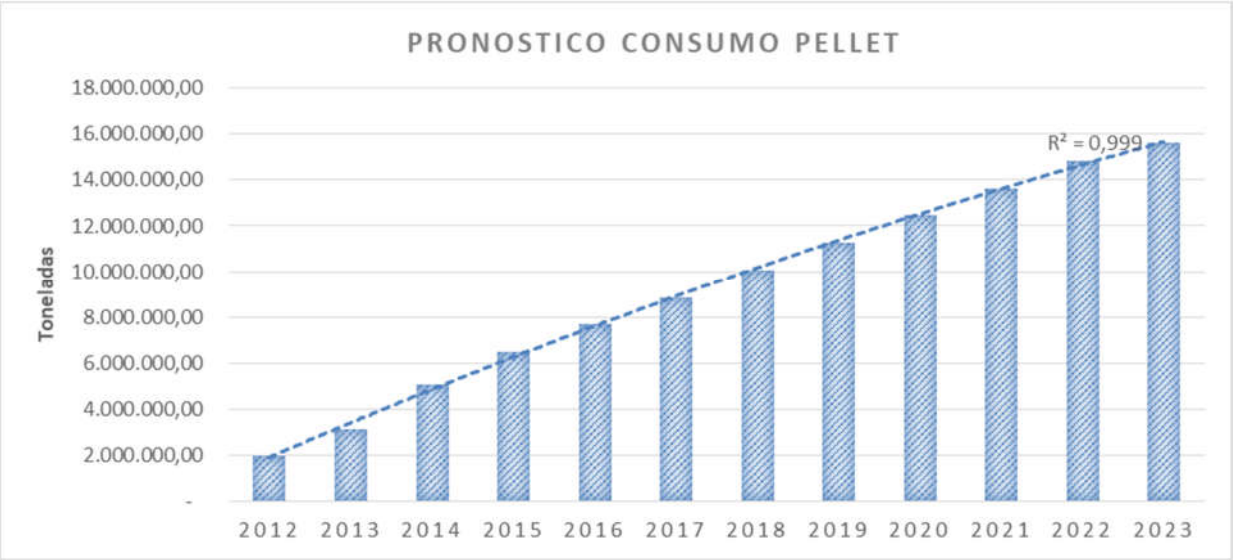


Imagen N°5: Pronostico del consumo de pellets en UK hasta el año 2023

Luego de analizar el gráfico anterior, y habiéndose realizado una estimación del consumo en el Reino Unido hasta el año 2023, se estima que la demanda de pellets tendrá un crecimiento interanual de 1.200.000 toneladas, llegando casi a los 16 millones de toneladas para el año 2023.

Competidores directos

Una vez definido el mercado objetivo se procede al estudio de los actores en el rubro, como los competidores directos y los canales de distribución existentes. En el siguiente mapa se puede observar el emplazamiento de los principales expendedores

de pellets en Reino Unido, con un total de 27 empresas y alrededor de 62 puntos de venta, los cuales se expanden a lo largo y ancho de todo el territorio británico.

Imagen N° 6: Principales expendedores de pellets en UK

GOV.UK

Proveedores	Sitio Web	Tipo de Combustible
3F Pellets Ltd		Chip, Pellets
Arbuthnott Wood Pellets Ltd	www.hotstovies.com	Pellets
Buy Biomass Pellets Ltd	www.buybiomasspellets.com	Pellets
Caledonian Pellets	www.caledonianpellets.co.uk	Pellets
Cheshire woodpellet ltd	www.cheshirewoodpelletsltd.co.uk	Pellets
Durrant Electrical & Mechanical Ltd	www.thewoodpelletdelivery.co.uk	Pellets
Durrant Electrical & Mechanical Ltd	www.pelletdelivery.co.uk	Pellets
Ecowood Pellets Ltd	www.ecowoodpellets.co.uk	Pellets
Intervate Limited	www.phoenixwoodpellets.co.uk	Chip, Pellets
J Milburn Wood Pellet Supplies	www.mjfwoodenergy.co.uk	Pellets
Liverpool Wood Pellets Ltd	www.liverpoolwoodpellets.co.uk	Pellets
Pellet Co Limited	https://www.pelletco.co.uk/	Pellets
Perthshirepellets	www.perthshirepellets.co.uk	Pellets
Phillips Animal Bedding Just Wood Pellets	-	Pellets
Plenty Pellets	www.plentypellets.co.uk	Pellets
PLQ Pellets Ltd	www.plqpellets.co.uk	Pellets
Puffin Pellets	www.puffinpellets.com	Pellets
Siberian Wood Pellets Ltd	www.peltrade.com	Pellets
Solent Wood Pellets	www.solentwoodpellets.com	Pellets
South West Pellet	www.southwestpellet.co.uk	Pellets
Straw Pellets Ltd	http://www.strawpelletsltd.co.uk	Pellets
The Big Green Pellet Company limited	-	Pellets
UK Pellet Co(Nationwide)Ltd	-	Pellets
UK Wood Pellets	http://www.ukwoodpellets.eu	Pellets
Wood Pellets Ayrshire	www.wood-pellets-ayrshire.co.uk	Pellets
Wood Pellets UK	www.biomassfuelsupplies.co.uk	Pellets
Zora Energy Renewables Ltd.	www.ypellets.com	Pellets

Tabla N°5: Proveedores de pellets de madera en Reino Unido

A continuación se nombraran las principales empresas del rubro que están aprobadas y certificadas por el gobierno del Reino Unido:

- **3F Pellets Ltd:** la fábrica se encuentra en Lincoln, ciudad de Inglaterra. Se especializa en la producción de soluciones únicas en la industria del reciclaje, biocombustibles para grandes plantas de calefacción industrial y la generación de energía y demás. Con su experiencia y métodos de producción probados, suministran productos de pellets que exceden las expectativas en el mercado utilizando los cortes de cartón y de los de fabricación, subproductos de viruta de las industrias de madera y

pallets, muebles y carpintería, para luego ser procesados y brindar un producto de excelentísima calidad.

- **Arbuthnott Wood Pellets (AWP)**: es una empresa familiar ubicada en la finca Arbuthnott, en el noreste de Escocia. “Stovies" es el nombre del producto comercial registrado por la empresa. La materia prima para se obtiene de su propia plantación forestal y de terceros. Los pellets están hechos de aserrín altamente comprimido y son vendidos a diferentes empresas para la producción de energía y calefacción en hogares.

- **Caledonian Pellets:** ubicada en Jedburgh, la frontera de Escocia. Suministran pellets de madera de la más alta calidad, a un precio competitivo. El combustible de alta calidad es absolutamente crítico para el rendimiento de un sistema de biomasa con la calidad de los gránulos relacionados con los procedimientos de manipulación, así como sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. No sólo el combustible de alta calidad se quema más eficientemente, sino que reduce los costos generales de mantenimiento a largo plazo.

- **Ecowood Pellets Ltd:** Es una empresa que se fundó en el año 2009 y su oficina central está radicada en Tiverton, Devon que es una ciudad de Inglaterra; aunque también tiene oficinas regionales que cubren todo el Reino Unido.

Fabrican pellets de madera a partir de desechos de madera producidos a través de procesos industriales, cuyo material es el aserrín, virutas de madera, desprendimientos de madera etc. Ecowood importa los pellets de madera de alta calidad para usarlos como pellets de combustible, pellets de cama para caballos y pellets de cama para gatos.

Precios:

- Pallet completo (70 bolsas de15 Kg tiene un valor total de U$447)
- Mitad de pallet (35 bolsas de15 Kg tiene un valor total de U$266)

- Un cuarto de pallet (20 bolsas de15 Kg tiene un valor total de U$180)

- **Intervate Limited:** Compañía de energía de biomasa con sede en West Midlands, que se ubica en el centro de Inglaterra. Se dedica a fabricar y suministrar pellets de madera para instalaciones provenientes de energía renovable de origen local. Tiene una capacidad de producción de 20.000 toneladas de pellets por año.

- **Liverpool Wood Pellets Ltd:** La empresa está situada en Liverpool, al noreste de Inglaterra. Es el principal proveedor británico de pellets de madera de primera calidad al por mayor en cantidades embolsadas, a granel o sopladas, y posee un gran stock. Sus principales productos son las pastillas Premium LWP y Balcas Brites.

Precios

- 100 bolsas de 10 Kg marca Balcas Brites, con un valor total de U$ 311
- 65 bolsas de 15 Kg Premium, de excelente calidad tiene un valor total de U$ 293.

- **PLQ Pellets Ltd:** Ubicada en Preston, Reino Unido es una empresa que se dedica a la fabricación de pellets de madera como combustible y briquetas de madera. Suministran pellets de madera verde de 6 mm, fabricados con madera virgen de madera blanda 100%, obtenidos localmente en el Reino Unido, produciendo pellets Premium de alta calidad y de grado 1. A su vez los pellets no tienen aditivos químicos ya que la lignina natural en la madera sirve como aglutinante.

- **Puffin Pellets:** situada en Aberdeenshire, Reino Unido. Fabrica pellets de madera que están dirigidos a los habitantes para la calefacción hogareña, empresas eléctricas y de cogeneración y para cama de caballos y de gatos. A lo largo del Reino Unido posee distintos puntos de venta, especialmente en Escocia donde fabrican estos productos.

Pellets para calefacción de hogar y para cogeneración

- Bolsa Puffin Premium Plus de 15 Kg a un valor de U$ 21,45.
- 67 Bolsas Puffin Premium Plus de 15 Kg (1 tonelada en total) a U$ 370.
- 50 Bolsas Puffin Premium Plus de 20 Kg a un valor de U$ 358.
- 1 bolsa con asas Puffin Premium Plus de 1Tn a un valor de U$ 345.

- **Solent Wood Pellets**: Fábrica ubicada en Whippance Farm, Reino Unido, proporciona a los clientes pellets de madera de primera calidad de madera AKZ y

  con un alto rendimiento que están aprobados y, de hecho, superan el estándar europeo de calidad de pellets de ENplus A1.

- **Wood Pellets Ayrshire**: Situado en Preswick al suroeste de Escocia. Suministran y entregan pellets de madera empaquetados en bolsas o a granel. Los pellets de

madera son de origen local y están acreditados por FSC. Fabrican pellets de madera para calefacción, calderas, cogeneración y para cama de caballos, aves y gatos.

Precio de pellets

- 49 Bolsas ENplus A Premium Plus de 10 Kg a un valor de U$ 208.
- 98 Bolsas ENplus A Premium Plus de 10 Kg a un valor de U$ 351.
- Remolque 15 - 45 m^3 que descarga a granel.

Principales productores

Según el informe de AEBIOM, entre 2014 y 2015, la producción de pellets aumentó un 4,7%, para alcanzar un nivel de 20,2 millones de toneladas en 2015. En la Unión Europea (UE) Alemania es el mayor productor de pellets de madera ya que produce 2 millones de toneladas (mtn), seguido de Suecia (1,7), Letonia (1,5), Estonia (1,3) y Austria (1).

Cabe aclarar, que existen en el mundo otros grandes productores como Estados Unidos y Canadá en Norteamérica y China en el continente asiático quienes producen a gran escala.

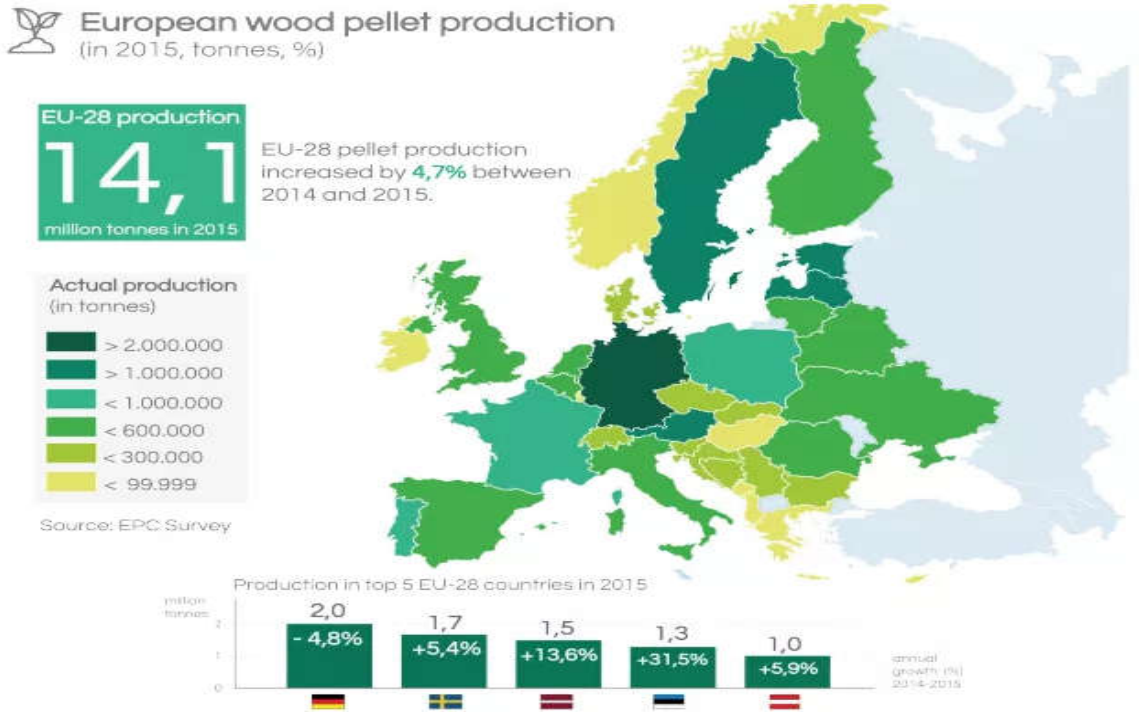


Imagen N°7: Productores de pellets en Europa

Principales exportadores

En la siguiente tabla, se puede observar que los principales países exportadores de pellets a nivel mundial son: Estados Unidos con una participación del 27,07%, seguidos de Canadá con 13,64%, Letonia 9,61% y Vietnam 7,62% entre otros países.

N°	Exportadores	2012	2013	2014	2015	2016	Participación	Acumulado
1	Mundo	9.454.531	12.562.292	14.731.471	15.745.022	17.397.614	100	100
2	EEUU	1.898.125	2.882.517	4.055.732	4.668.775	4.708.968	27,07	27,07
3	Canadá	1.369.181	1.640.347	1.637.589	1.627.784	2.373.110	13,64	40,71
4	Letonia	901.960	1.055.755	1.290.351	1.605.188	1.671.247	9,61	50,31
5	Viet Nam	-	132.398	607.379	553.452	1.326.265	7,62	57,94
6	Rusia	728.540	743.626	879.028	934.859	1.073.215	6,17	64,11
7	Estonia	430.425	623.175	640.838	883.390	930.721	5,35	69,46
8	Austria	476.312	482.799	485.372	559.126	606.340	3,49	72,94
9	Portugal	575.450	769.897	723.115	690.443	485.124	2,79	75,73
10	Alemania	848.777	720.204	682.800	688.285	357.604	2,06	77,78
11	Lituania	267.792	321.479	300.066	310.303	307.656	1,77	79,55
12	Rep. Checa	153.387	161.376	162.844	241.856	307.247	1,77	81,32
13	Malasia	-	81.142	168.559	149.045	295.565	1,70	83,02
14	Rumania	275.638	456.608	412.915	323.325	261.106	1,50	84,52
15	Polonia	108.214	183.943	175.864	201.315	256.846	1,48	85,99
16	Dinamarca	54.124	126.639	132.188	78.854	236.238	1,36	87,35
17	Croacia	138.314	170.924	161.364	200.554	235.925	1,36	88,71

Tabla N°6: Principales exportadores de pellets en el mundo

Cliente objetivo

Como se mencionó anteriormente, en Reino Unido el consumo de pellets es utilizado para la generación de energía eléctrica y térmica, quedando relegado su uso doméstico.

Existen pequeñas centrales de cogeneración extendidas a lo largo del territorio británico, además, se encuentran radicadas grandes empresas generadoras de energía eléctrica quienes consumen más del 80% de las importaciones de pellets en el Reino Unido. Entre las existentes, se destaca Drax que para poder abastecerse está incursionando en inversiones para la generación de sus propios pellets de madera en EEUU ya que no puede satisfacer su propia demanda.

Drax, uno de los principales generadores de energía del Reino Unido, está convirtiendo sus centrales a base de carbón en unidades aptas para el uso de biomasa. Dos unidades fueron completamente convertidas para la utilización de pellet entre 2013 y 2014 y una tercera unidad comenzó a convertirse en 2015, lo que explica el crecimiento experimentado en el Reino Unido durante estos últimos años.

Además, se destacan empresas distribuidoras e importadoras dentro de Reino Unido que abastecen a edificios, hospitales, entidades de bien público, clubes y casas particulares quienes tienen instalaciones acordes para la quema de biomasa a mediana escala, tanto para la generación de energía térmica, eléctrica y de cogeneración. A continuación se detallan algunos importadores de mediana escala dentro de Reino Unido.

List of contract awards
United Kingdom, Sector: 440131 - Wood pellets

Title	Contractor	Contract value
Wood fuels	THE WUID CHIPS COMPANY	
Wood fuels	STOBART BIOMASS	
Wood fuels	HIGH PARK INDUSTRIES	
Fuel Supply to Sella Ness Offices / Workshop Biomass Pellets	NESS ENGINEERING LTD	GBP 26000
District heating	ANGUS BIOFUELS	
Fuel Wood	MIDLANDS WOOD FUEL LTD	
The Supply Of Heat Via Biomass Woodfuel	SCOT HEATING COMPANY LTD	
Supply Of Biomass (wood Chip).	SCOT HEATING LIMITED	GBP 504000
Supply Of Wooden Pellets For Biomass Boilers	FOREST FUELS LTD	
Biomass Fuel (1278886)	BALCAS TIMBER LIMITED	
Supply Of 6 Mm Wood Pellets (united Kingdom-nottingham: Wood Fuels)	AFTERWOOD LTD	GBP 663000
Supply Of Biomass Fuel	CLEARPOWER LTD	GBP 2000000
Biomass Boiler Operate, Maintenance And Fuel Supply	ALTERNATIVE HEAT LTD.	
Framework For The Supply And Delivery Of Virgin Wood Pellets To Iso17225-2 Enplus A1 Standard Or Equivalent Wood Pellet Standard (united Kingdom-durham: Wood Fuels)	FOREST FUELS LIMITED	
Np814/18 - Biomass Wood Fuel Supply	THE COMMON SERVICES AGENCY (MORE COMMONLY KNOWN AS NHS NATIONAL SERVIC	
The Provision Of The Supply Of Energy To Catholic Education Establishments	NPOWER LIMITED	
Itt259 Provision Of Biomass Wood Chip Fuel For 995 Kw Biomass Boiler.	WILBY TREE BIOMASS LTD	GBP 300000
Supply Of Biomass Wood Chips	FOREST FUELS LTD	
Nhsdg Wood Pellet Supply Biomass Boilers November 2018 October 2021 (united Kingdom-dumfries: Wood Fuels)	JAMES D BILSLAND LTD	GBP 750000
Supply And Delivery Of Biomass Pellets	NORTH FISH (SHETLAND) LTD	
Supply Of Biomass Fuel To Ayrshire College, Kilmarnock	BALCAS	GBP 361000
Design, Build And Operate Of A Biomass Energy Centre At Underwood Road Depot	HIGHLAND WOOD ENERGY LTD	GBP 569627

Imagen N°8: Importadores de mediana escala dentro de Reino Unido

Por lo tanto, al existir grandes importadores industriales de generación de energía térmica, eléctrica y de cogeneración de mediana y gran escala formarán parte del mercado objetivo del proyecto.

Vale aclarar, que al existir gran demanda de importaciones de biomasa en el Puerto de Liverpool, este último ha decidido invertir más de 100 millones de libras esterlinas para almacenamiento de los mismos y en infraestructura para poder aumentar la capacidad de carga ferroviaria dentro del puerto.

UK wood pellet consumption

- Current demand mainly driven by Drax's biomass conversions

Utility	Plant	Capacity	Status	Consumption
Drax	Units 1,2,3	645MW each	Operating	7.5mn t/yr
EPH	Lynemouth	396MW	Commissioning	1.6mn t/yr
MGT Power	Teesside	299MW	Planned, expected 1Q20	1mn-1.2mn t/yr
Drax	Unit 4	645MW	To be converted in summer 2018	?

illuminating the markets

Copyright © 2018 Argus Media group. All rights reserved.

argus

Imagen N°9: Consumo de pellets en empresas de cogeneración de energía de Reino Unido

Argentina

Competencia directa

La producción de pellets en Argentina es una industria que está comenzando a desarrollarse. En la actualidad existen pocas empresas que se dedican a su fabricación a partir de residuos madereros de los aserraderos y carpinterías que trabajan con maderas de implantación, situándose en su mayoría en el noreste argentino y Entre Ríos. Las empresas más grandes son LIPSIA S.A., Enrique Zeni & Cia., GP Energy, LARE S.A., Madereras de la Mesopotamia captando aproximadamente un 95% de la oferta del mercado nacional, aunque existen otros pequeñas.

Las empresas productoras de pellets de madera observan que el mayor negocio es la comercialización hacia países de la Unión Europea porque son los de mayor demanda, como es el caso de Reino Unido quien no logra satisfacer su demanda con producción local y recurre a la importación.

Características que presentan las principales empresas nacionales de producción de pellets:

- **LIPSIA:** ubicada en la provincia de Misiones. Los bosques se encuentran en Puerto Esperanza, Iguazú, Colonia Wanda y Puerto Libertad. Es una empresa que se dedica a desarrollar soluciones energéticas sustentables para el medio ambiente, posicionándose como líder en el mercado de los biocombustibles sólidos de nuestro país, exportando a Europa para calefacción de hogares.

- **Enrique Zeni &Cía.:** es una empresa que dio sus primeros pasos en 1940. Con el correr de los años la empresa se fue diversificando y abarcando las áreas industrial maderera, ganadera, forestal y citrícola. Se encuentra ubicada al sudoeste de la provincia de Corrientes, en la ciudad de Esquina. Su producción se basa en madera seca, cepillada y perfilada, cutstocks y blanks, molduras, molduras pintadas, pellets de madera, balustres, tableros y subproductos (corteza de pino, chips secos y verdes y aserrín seco y verde). Se caracteriza por ser una empresa con una superficie de 8.000 hectáreas forestadas, principalmente de pino, eucaliptus, grevillea y cedro australiano; y por utilizar un material genético de altísima calidad que lo diferencia del resto.

- **Madereras de la Mesopotamia:** es una de las industrias que conforma el London Supply Group y se encuentra en la zona franca de Iguazú, provincia de Misiones. Los pellets se venden en big bags para grandes consumidores o en bolsas de 2 Kg.

- **Latinamerican Renewable Energy S.A. (LARE S.A.):** empresa ubicada en la ciudad de Concordia, provincia de Entre Ríos. Produce pellets de madera que son utilizados como combustibles para la generación de energía eléctrica, calefacción industrial y hogareña, y para cocinar. Su principal misión es brindar una fuente de energía renovable, versátil y sustentable, utilizar una tecnología de alto rendimiento y

de fácil manejo, ahorrar energía con la propuesta de un producto renovable, además del agregado ecológico y sostenible.

- **GP Energy S.A:** empresa dedicada a la fabricación y comercialización de pellets de madera. La administración general y ventas se encuentran en la ciudad de Rafaela y la planta industrial en la ciudad de Capiovi, Misiones. Para la fabricación de este biocombustibles se utiliza como materia prima el aserrín de Pino. La empresa cuenta con certificación DIN+ y se entrega en bolsas de 15 kg para uso hogareño y en big bags de 1.250 kg para uso industrial. Exporta su producción a países como Brasil, Italia, Dinamarca y Estados Unidos.

Empresas	Capacidad productiva Tn/mes
LIPSIA S.A.	4.500
Zeni & Cía.	1.500
Maderera de la Mesopotamia	3.000
LARE S.A.	5.500
G.P Energy S.A.	400
Otros	-

Tabla N° 7: Capacidad productiva de empresas de pellets en Argentina

Tal como se dijo anteriormente, se puede observar en la tabla una aproximación de la capacidad productiva de los competidores a nivel local más importante del sector con el fin de poder estimar la disponibilidad de materia prima para nuestro proyecto teniendo en cuenta la cantidad de desperdicios que generan los aserraderos.

Competencia indirecta

Existe en el mundo una múltiple cantidad de productos que se utilizan para el mismo fin y pueden satisfacer las mismas necesidades que los pellets de madera, pero la diferencia radica en la composición química, tamaño y tipo de combustible que se vaya

a utilizar, y en general depende de las normas y leyes que imponga cada país en particular y sobre todo del precio de los mismos. A continuación alistaremos los más utilizados y los de mayor renombre:

Briquetas: son combustibles que generan calor y se utilizan en chimeneas, estufas, salamandras, hornos y calderas. Es un producto de bioenergía sólida, 100% renovable y ecológico que tiene forma de ladrillo o cilíndrica, y en muchas ocasiones, sustituye a la leña o carbón. Las briquetas, a diferencia de los pellets que tienen que utilizarse en una estufa o caldera especial, se pueden utilizar en cualquier equipo que opere normalmente con leña o carbón.

Carbón vegetal: Sustancia sólida, ligera, negra y combustible, que resulta de la destilación o de la combustión incompleta de la leña o de otros cuerpos orgánicos. Su poder calorífico oscila entre 29.000 y 35.000 kJ/kg, es muy superior al de la madera y posee alta durabilidad. Fue el primer material de carbón usado por el hombre y se utiliza como combustible industrial, doméstico y para la fabricación de la pólvora negra. Tiene una forma irregular, genera un nivel de suciedad importante y tiene baja densidad. La desventaja que presenta este tipo de combustible es su gran emisión de CO_2 hacia la atmosfera.

Leña: Es la fuente de energía que se obtiene directamente de los recursos forestales, incluye troncos y ramas de árboles. Utilizada para hacer fuego en estufa, chimeneas o cocina; y una de las formas más simple de biomasa. Posee un 25% de humedad y es una de las fuentes de energía más baratas para calefacción. Tiene un poder calorífico que va de 2.500 a 4.000 kcal/Kg., esto depende del árbol que proviene la leña a utilizar ya que si es una madera dura y no blanda, la combustión será más eficiente.

Carbón mineral: Es un combustible fósil que se muestra en forma de rocas de color negro que se extrae de los yacimientos mineros. Existen diferentes tipos de carbón mineral en función del grado de carbonificación que haya alcanzado la materia que lo originó. Es un producto barato, pero gran contaminante porque libera una gran cantidad de CO_2 a la atmósfera. Se utiliza, pero en menor medida para calefacción y producir energía en algunas centrales.

Gas natural: Importante fuente de energía fósil liberada por combustión, es una mezcla de hidrocarburos gaseosos ligeros. Es un combustible muy versátil y con menos emisiones de CO_2 en su combustión que el resto de combustibles fósiles. Se lo utiliza para calefacción hogareña e industrial, centrales eléctricas de alto rendimiento y de ciclo combinado, centrales de cogeneración, gas natural vehicular, etc. El poder calorífico superior del combustible es de 10,45 - 12,8 Kwh/m3.

Gas Oil/ Fuel Oil: el gasoil es un hidrocarburo líquido compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en calefacción y en motores diésel, en cambio, el fuel oíl es un combustible más pesado de los que se pueden destilar a presión atmosférica, de color negro. Se lo utiliza en plantas de energía eléctrica, calderas y hornos.

Localización

Macro localización

La Argentina es el segundo país más grande de América Latina en cuanto a extensión de territorio. En la región de la Mesopotamia, que abarca las provincias de Corrientes,

Entre Ríos y Misiones, representa casi el 90% del total de las extracciones de productos forestales.

En la siguiente imagen se puede observar las plantaciones forestales en Argentina, destacándose la Región de la Mesopotamia.

Imagen N° 10: Plantaciones forestales del territorio argentino

Teniendo en cuenta los datos obtenidos de la Subsecretaria de Desarrollo Foresto Industrial dependiente del Ministerio de Agroindustria de la Nación, se tomó como primera medida instalar la empresa en dicha región.

Para seleccionar la ubicación de la industria, se tendrán en cuenta ciertas variables que faciliten la toma de decisiones para llevar a cabo el análisis técnico y económico-financiero del proyecto.

Las principales variables a contemplar serán:

- Disponibilidad de materias primas
- Proveedores y distancia a los mismos
- Clima
- Acceso y distancia a los puertos

- Competidores internos
- Plantación/extracción de bosques implantados
- Consumo de rollizos por año
- Acceso a los servicios de luz, gas y agua

Extracciones forestales y especie durante 2014

Imagen N° 11: Extracciones forestales por provincia (Fuente: Subsecretaria de Desarrollo Foresto Industrial, año 2014)

La zona de la Mesopotamia concentra el 89% de las extracciones totales del país, siendo el pino la especie forestal que más se extrae en esta región, seguido del eucalipto entre otros.

Durante el año 2014 se hicieron extracciones por un total de casi 10 millones de toneladas de bosques implantados.

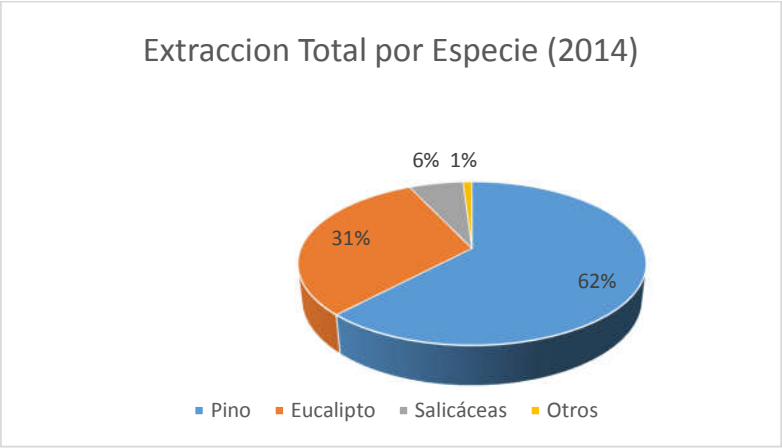


Imagen N° 12: Extracción forestal total por especie (Fuente: Subsecretaria de Desarrollo Foresto Industrial, año 2014)

De estas 10 millones de toneladas, la especie que más se extrajo fue el pino con un total de 6 millones de toneladas, representando un 62% del general. El eucalipto ocupo el segundo lugar con un 31 %, principalmente en las provincias de Entre Ríos y Corrientes, con algo más de 3 millones de toneladas extraídas. A continuación se muestran algunas características de las especies extraídas dentro de la región:

Análisis forestal en la Región Mesopotámica

Se procederá a realizar un análisis más detallado de cada provincia que integra dicha región, y así seleccionar la mejor alternativa según datos obtenidos del Censo de Aserraderos de 2015 del Ministerio de Agroindustria dependiente de la Presidencia de la Nación y con el informe elaborado a fines del 2017 y principios de 2018.

ENTRE RIOS

La provincia de Entre Ríos cuenta en la actualidad con unas 154.000 hectáreas forestadas, principalmente de Eucaliptus grandis. Se cultiva generalmente en los suelos arenosos y mestizos que se extienden a lo largo de la costa del Rio Uruguay.

La madera aserrada de Eucalipto usualmente se comercializa verde y sin ningún estándar de calidad, dividiéndola en madera corta (menos de 2,3 m de longitud) y madera larga (2,3 hasta 4,6 m de largo), siendo utilizada esta última para la obtención de tablas y tirantes.

Con respecto a las plantaciones promovidas por la Ley Nacional N° 25.080, de inversiones para bosques cultivados, el eucalipto es la principal especie cultivada, con el 86,6%, siguiéndole en importancia el pino con el 12.7%.

Zonificación de la provincia

A los efectos de establecer un parámetro de rendimiento dentro de la provincia de Entre Ríos, hemos dividido la misma en dos zonas:

Imagen N°13: Zonas productivas madereras de Entre Ríos

El sector industrial de la madera en la provincia de Entre Ríos comprende 2 (dos) subsectores bien diferenciados:

1) Industrialización primaria: procesa los rollizos y elabora madera en bruto.

2) Industrialización de remanufactura: productos de bajo valor agregado como cajones, pallet y bins, productos de valor agregado medio como pisos de madera, decks,

machimbres y tranqueras, y productos de alto valor agregado como aberturas, muebles, vigas multilaminadas, tableros, entre otros.

A continuación, se observan las principales características de los aserraderos de la provincia de Entre Ríos correspondientes al año 2015, existiendo un total de 178 aserraderos y utilizando un total de 2.066.959 m3 de materia prima.

Caracteristicas generales de los aserraderos en Provincia de Entre Ríos, 2015			
N° Aserraderos	Personal ocupado	Materia prima rolliza consumida en m³	Producción en m³
178	2.911	2.066.959	755.932

Tabla N°8: Características generales de aserraderos de Entre Ríos, año 2015

Especies utilizadas	
Especies	Cantidad (m³)
Eucalipto	1.334.752
Pino	158.337
Álamo	8.571
Sauce	786
Algarrobo	661
Otras cultivadas	27
Total	**1.503.134**

Tabla N°9: Cantidad de especies utilizadas en Entre Ríos (m3)

En el siguiente grafico de torta, se destaca el eucalipto con un 89% como las especies más trabajadas, seguida por el pino con un el 11%.

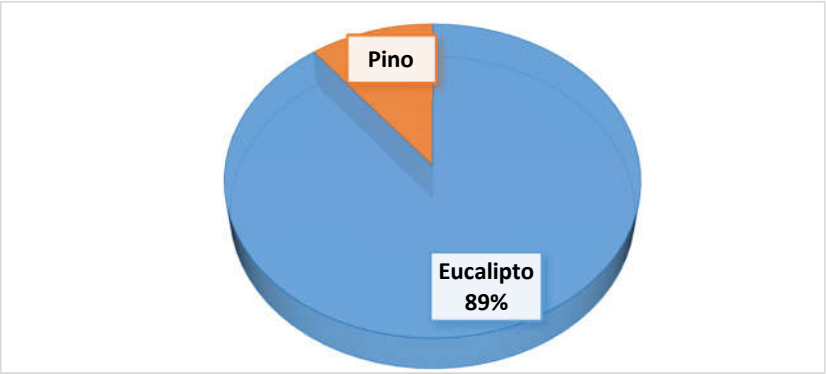


Imagen N°14: Porcentajes de especies en Entre Ríos

Tamaño de los aserraderos

Para definir las características generales de los aserraderos utilizaremos para cada provincia en particular, el parámetro de producción, de modo que permita dimensionar a los aserraderos.

Según la cantidad de m³ producidos por establecimiento, la clasificación de los aserraderos es la siguiente:

Categoria	Rangos de producción	Cantidad	Porcentaje
Micro	$X \leq 940$ m³	37	21%
Pequeño	940 m³$< X \leq 4.720$ m³	83	47%
Mediano	4.720 m³ $< X \leq$ 23.585 m³	56	31%
Grande	$X > 23.585$ m³	2	1%
Total		**178**	**100%**

Tabla N°10: Clasificación de aserraderos de Entre Ríos

De acuerdo a esta clasificación, de los 178 aserraderos censados 37 son micro empresas, representando por el 21%; 83 son pequeños representando el 47%; 56 son medianos, correspondiendo al 31% y 2 son grandes con el 1%.

Subproductos

En la provincia se pudo observar un alto porcentaje de aserraderos que comercializan sus subproductos como chips, aserrín y costaneros, existiendo por lo menos dos empresas foresto industriales de tableros de fibra y partículas, que compran dichos productos. También hay empresas de celulosa y tableros de partículas que están fuera de la provincia y compran los subproductos generados en toda esta región.

En el censo se consultó cuál es el destino de los subproductos de los aserraderos. De las respuestas obtenidas, los resultados están expresados en porcentaje en la siguiente tabla:

Destino	Costaneros	Aserrin	Despuntes
Venta	54%	54%	42%
Energia propia	2%	-	-
Desecha/ Quema	6%	8%	18%
No contesta	38%	38%	40%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Tabla N°11: Subproductos de aserraderos de Entre Ríos en porcentaje

CORRIENTES

Corrientes cuenta con casi 450 mil hectáreas de bosques implantados, siendo la provincia Argentina con mayor superficie forestada. Sin embargo, según la Subsecretaria de Desarrollo Industrial de las 8.000.000 de toneladas de madera que produce anualmente, solo el 20 % se industrializa en la provincia y el resto se comercializa como materia prima a las provincias vecinas.

La cadena forestal es uno de los ejes productivos de mayor desarrollo reciente a partir de las inversiones realizadas en la implantación de pinos y eucaliptos. En 2013, la extracción provincial de madera de bosques implantados se ubicó en torno a las 3,9

millones de toneladas, situando a la provincia en el segundo lugar, luego de Misiones como productora forestal; representando el 33% del total nacional. Sobre esta superficie (450 mil hectáreas) el 70% corresponde a plantaciones de pino y el 30% restante a eucalipto.

La provincia de Corrientes cuenta con 232 establecimientos industriales madereros, dedicados a la transformación física o mecánica de la madera, con diferentes grados de desarrollo tecnológico, escala de producción, tipo y calidad de materias primas empleadas.

<u>Zonificación de la provincia</u>

El sector industrial de la madera en Corrientes comprende dos subsectores bien diferenciados:

1) Industrialización primaria: procesa el rollizo y elabora madera aserrada.

2) Industrialización secundaria: procesa el rollizo para la elaboración de envases de madera, aberturas, muebles y otros productos de carpintería.

La provincia se la divide en 4 zonas:
Zona A Nor-oeste: Capital, San Cosme, Itatí, San Luis del Palmar, Empedrado, Berón de Astrada, San Miguel, General Paz, Concepción, Saladas y Mburucuyá
Zona B Nor-este: Santo Tomé, Ituzaingó y General Alvear.
Zona C Sur-oeste: Bella Vista, San Roque, Lavalle, Goya, Esquina y Sauce
Zona D Sur-este: Mercedes, Curuzú Cuatiá, San Martín, Monte Caseros y Paso de los libres.

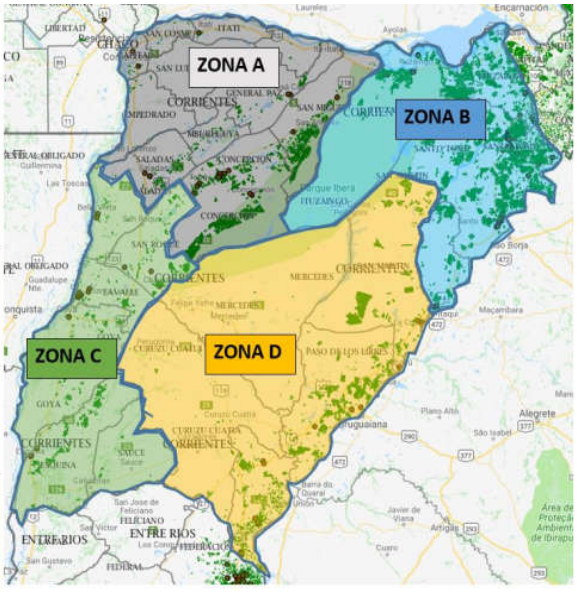


Imagen N°15: Zonas productivas madereras de Corrientes

Según los datos obtenidos en el relevamiento, el rendimiento promedio provincial, tomando los datos anuales en m3 en los aserraderos es del orden del 34 %.

A continuación se muestran las principales características de los aserraderos de la provincia de Corrientes correspondientes al año 2015.

Caracteristicas generales de los aserraderos en Provincia de Corrientes, 2015					
N° Aserraderos	Personal ocupado	Materia prima rolliza consumida		Producción	
150	3.226	2.254.258 m³	1.837.721 Tn	767.902 m³	325.590.448 p²
1m³ = 424 pie²					

Tabla N°12: Características de aserraderos de Corrientes

Especies utilizadas	
Especies	Cantidad (m³)
Pino	1.377.044
Eucalipto	873.190
Sauce	3.733
Urunday	96
Quebracho colorado	95
Otras cultivadas	70
Algarrobo	30
Total	**2.254.258**

Tabla N°13: Cantidad de especies utilizadas en Corrientes (m3)

En el siguiente grafico de torta, se destaca el pino con un 61% como las especies más trabajadas, seguida por el eucalipto con un el 39%.

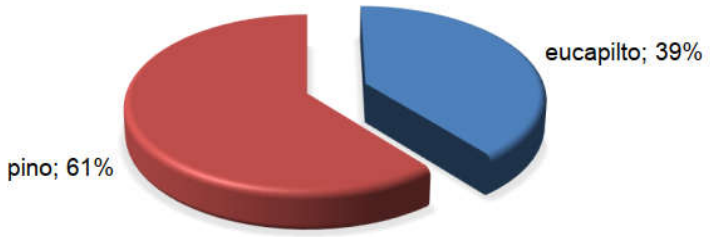


Imagen 16: Grafico de torta de especies más utilizadas en la provincia de Corrientes

Tamaño de los aserraderos

Se categorizan los aserraderos censados según su producción anual, clasificandose de la siguiente manera:

Categoría	Producción
Micro	$X \leq 940\ m^3$
Pequeño	$940\ m^3 < X \leq 4.720\ m^3$
Mediano	$4.720\ m^3 < X \leq 23.585\ m^3$
Grande	$X > 23.585\ m^3$

Tabla N°14: Clasificación de aserraderos de Corrientes

La provincia tiene 41 microindustrias, 60 pequeñas, 42 medianas y 7 grandes.

Subproductos

Los subproductos del aserradero son el aserrín, la viruta, los despuntes,los costaneros y corteza, los mismos tienen un potencial valor de mercado para su uso en diferentes procesos.

Aunque no todos los aserraderos cuantifican los subproductos generados durante el proceso, se pudo recopilar información sobre cuál es el destino que le asignan las empresas a los mismos.

Destinos de los subproductos				
Destino	Subproductos			
	Costaneros	Tacos	Aserrín	Viruta
Quema o desecha	15%	14%	22%	13%
Energía propia	4%	4%	3%	3%
Reprocesa	6%	3%	1%	1%
Venden	22%	7%	7%	13%
No contestan	53%	72%	67%	70%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Tabla N°15: Destino de subproductos en aserraderos de Corrientes

Solo el 21 % de los aserraderos declararon producir chips a partir de despuntes y costaneros, siendo su destino la venta en un 27 % y la energía propia del 5%. Sin embargo declararon solo 19 chipeadoras en la provincia. Por otra parte existe un solo aserradero que vende la corteza y otro que elabora pellets.

MISIONES

La provincia de Misiones cuenta con más de 405.824 hectáreas de bosques implantados que están dedicados a la forestación. Del total, casi el 87% corresponde a pino, 9% a eucalipto y el resto se reparte entre Araucarias, Paraísos y otros.

Generan un promedio de 9 millones de metros cúbicos de madera por año, pero la capacidad industrial instalada es de 6 millones y se utilizan de manera efectiva solo 4 millones de metros cúbicos. La extracción de rollizos proviene en un 92% del bosque implantado, destinándose principalmente a la producción de madera aserrada y en volúmenes ligeramente inferiores a pasta celulósica.

En la provincia operan más de 900 establecimientos que procesan la madera de diversas formas: actividades celulósicas, papeleras, aserraderos, laminadoras, fábricas de tableros, carpinterías de obras, remanufactura (machimbres, molduras,

tableros alistonados y finger joint), producción de envases, impregnadoras, fábrica de muebles y partes, etc.

El uso de la madera de coníferas se utiliza para diferentes tipos de industrias y fabricación de productos, como se observa en la siguiente tabla:

Uso de madera de Coníferas	
Aserradero	45%
Celulosa	30%
Tablero	15%
Energía	10%

Tabla N°16: Uso de coníferas en Misiones

Zonificación de la provincia

El sector industrial de la madera en la provincia de Misiones está caracterizado con dos subsectores, según el tipo de industrialización:

1) Industrialización primaria: procesa el rollizo y elabora madera aserrada, ejemplo: tablas, tirantes, varillas.

2) Industrialización secundaria: procesa el rollizo, pero la elaboración de madera luego sufre otra transformación y da como resultados, envases de madera, aberturas, muebles, entre otros productos de carpintería.

La provincia se divide en 3 zonas:
Zona A-Sur: Posadas, Candelaria, Apóstoles, Concepción, San Javier, Leandro N. Alem
Zona B-Centro: Oberá, San Ignacio, 25 de Mayo, Cainguás, Libertador Gral. San Martín.
Zona C-Norte: Montecarlo, Guaraní, Eldorado, San Pedro, Gral. Manuel Belgrano, Iguazú

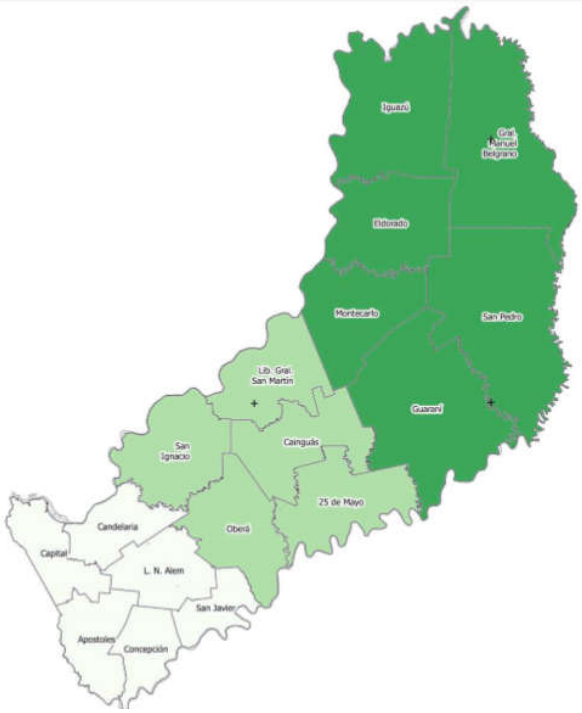


Imagen N°17: Zonas productivas madereras de Misiones

A continuación, se muestran las principales características de los aserraderos de la provincia de Misiones correspondientes al año 2015:

Caracteristicas generales de los aserraderos en Provincia de Misiones, 2015			
N° Aserraderos	**Personal ocupado**	**Materia prima rolliza consumida en m³**	**Producción en m³**
438	6.195	3.676.226	1.309.414
1m³ = 424 pie²			

Tabla N°17: Características de aserraderos en Misiones

Como resultado del censo se determinó que hay 438 aserraderos, distribuidos de la siguiente manera:

- Zona Sur: 89 aserraderos
- Zona Centro: 209 aserraderos
- Zona Norte: 140 aserraderos

En el siguiente cuadro se puede observar las especies utilizadas en la provincia según zona, y se destaca que el pino es la especie más utilizada, con el 87% del total. En la Zona Norte es donde se desarrolla con más fuerza la actividad foresto industrial.

Especies utilizadas (m^3)				
Especie	**Total**	**Zona Sur**	**Zona Centro**	**Zona Norte**
Pino	2.951.917	674.244	651.053	1.626.620
Eucalipto	287.517	99.343	102.701	85.473
Araucaria	81.835	-	5.867	75.968
Kiri	28.461	292	11.191	16.978
Paraíso	27.469	5.251	16.886	5.332
Toona	9.668	-	902	8.766
Otras cultivadas	85	50	35	-
Subtotal	**3.386.952**	**779.180**	**788.635**	**1.819.137**

Tabla N°18: Cantidad de especies utilizadas en Misiones (m3)

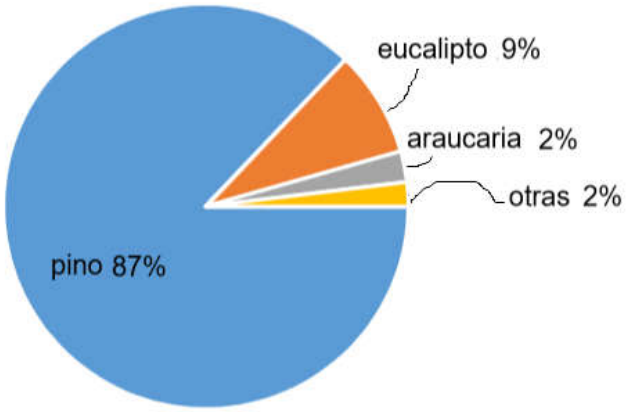


Imagen N°18: Gráfico de especies totales dentro de Misiones

Tamaño de aserraderos

Se utilizó el mismo criterio que en los casos anteriores para realizar la clasificación del tamaño de los aserraderos, según cantidad de empleados, volumen de producción y facturación y el nivel tecnológico; arrojando la siguiente clasificación de aserraderos.

Categoría	Producción
Micro	$X \leq 940\ m^3$
Pequeño	$940\ m^3 < X \leq 4.720\ m^3$
Mediano	$4.720\ m^3 < X \leq 23.585\ m^3$
Grande	$X > 23.585\ m^3$

Tabla N°19: Clasificación de aserraderos de Misiones

Los resultados arrojaron 32 aserraderos grandes, 8 medianos, 155 pequeños y 243 micro.

Subproductos

Los subproductos son los remanentes de la materia prima que se utilizan para el reproceso, elaboración y mayor aprovechamiento de nuevos productos. En varias situaciones se los considera como residuos, a pesar de que tengan una posibilidad de utilización. En el caso de los aserraderos, los subproductos tienen un valor potencial de mercado para su uso en diferentes procesos industriales como: aserrín, viruta, despuntes y costaneros.

Destinos de los subproductos				
Destino	Subproductos			
	Costaneros	Aserrín	Viruta	Despuntes
Energía propia	3%	4%	2%	3%
No utiliza	32%	41%	32%	19%
Reproceso	9%	6%	3%	5%
Venta	28%	16%	15%	8%
No contestan	28%	33%	48%	65%

Tabla N°20: Destino de subproductos en aserraderos de Misiones

Microlocalización

Criterios de análisis de la matriz de decisión

A continuación se realizará una matriz de decisión de las 3 (tres) provincias que se analizaron anteriormente, eligiendo la mejor alternativa para instalar la fábrica de producción de pellets teniendo en cuenta las siguientes variables:

a) Disponibilidad de materia prima

Será de vital importancia contar con un suministro constante de desechos y subproductos de la industria forestal, los cuales serán utilizados en un 100% para la elaboración del producto final. Esto se relaciona directamente con las cantidades totales de desperdicios dispuestas a la venta por los aserraderos de cada provincia. Según los datos de los últimos censos realizados, se observa que la provincia de Misiones es la que mayor producción arroja. En cantidad le siguen Entre Ríos y Corrientes.

Se debe conocer la distribución de los principales bosques implantados y la localización de las industrias que hacen uso de estos recursos, siendo los principales proveedores de materia prima.

b) Proveedores y distancia a los mismos

Es relevante conocer los tipos de industria y su localización, tipo de subproducto y residuos; distancia desde los sitios de producción hasta la planta de conversión, disponibilidad de recursos, costos de transporte y la infraestructura vial, férrea y fluvial. Dicho criterio se relaciona directamente con la cantidad de aserraderos distribuidos en cada zona, quienes serán los proveedores para la industria de pellets. Según los datos del censo se concluye que la mejor alternativa en dicho aspecto teniendo en cuenta ubicaciones, cantidades y distancias es Misiones, seguido de Entre Ríos y luego Corrientes.

c) Clima

Debido a la influencia de los vientos provenientes del Atlántico, las selvas y las frecuentes lluvias, el clima resulta tropical en la zona geográfica de la Mesopotamia.

El factor climático es fundamental porque está directamente relacionado con la obtención de pellets de madera pudiendo afectar a la materia prima y al producto final debido a elevados porcentajes de humedad, alteraciones en la calidad del producto y descomposición del mismo.

d) Distancia a Terminal Puerto Rosario

Como se justificó anteriormente, debido a la baja promoción de la utilización de energías renovables en Argentina, y la falta de equipamiento tanto en hogares como en industrias para utilizar pellets de madera como fuente de combustible, se concluye que la mejor alternativa es exportar el producto a países con mayor demanda del mismo. Por este motivo es importante utilizar como criterio de selección la distancia a Terminal Puerto Rosario siendo el puerto de mayor envergadura dentro del país y el único que se adapta a las características exigidas para la exportación de pellets de madera (a granel).

Cada provincia en particular tendrá diferentes costos logísticos que se verán reflejados en el precio de venta y estos serán tomados en cuenta respecto a la distancia que existe entre la capital de cada provincia hacia el puerto destino; siendo Misiones la provincia más alejada del Puerto Rosario (922 Km), seguido de Corrientes (757 Km) y Entre Ríos la más cercana (204 km).

e) Competidores internos

Tanto la ubicación como el tamaño de las empresas competidoras fabricantes de pellets en las provincias son importantes a la hora de seleccionar la ubicación de nuestra fábrica, ya que influyen principalmente en la captación de materia prima, negociación con proveedores de zonas cercanas, tratamientos de residuos, entre otras cosas.

Según los datos obtenidos de las principales empresas existentes, los que poseen mayor capacidad productiva se ubican en la provincia de Misiones, mientras que en Entre Ríos y Corrientes existen menor cantidad de empresas, siendo más favorable.

f) Superficie implantada

La zona de mayor superficie implantada en especies de pino y eucaliptus (ideales para producir rollizos de madera) es la provincia Corrientes, seguida de Misiones y por último Entre Ríos. Los datos numéricos se encuentran en la información extraída de los censos foresto industriales de los últimos años.

Dicho criterio de selección se relaciona indirectamente con la cantidad de materia prima disponible en el área ya que los aserraderos procesan las especies implantadas en las zonas, para luego generar los desperdicios aprovechables para nuestro fin.

g) Consumo de rollizos anual

Se utiliza como criterio de selección de localización ya que de éste depende en gran medida la producción de desechos en las industrias madereras y según datos censados, la provincia con mayor consumo es Misiones, mientras que los valores de las otras dos provincias son casi similares.

h) Disponibilidad de servicios: gas, electricidad y agua

Es fundamental contar con el suministro de servicios básicos de energía y agua para el funcionamiento óptimo de una industria, para el consumo de proceso, personal administrativo y planta. Ligado al proceso, el servicio que podría representar un mayor consumo y costo es el gas natural, utilizándose en la operación de “secado” donde habrá un horno. Por ello es que dentro de los servicios daremos mayor importancia a la disponibilidad del mismo.

Según información obtenida, tanto las provincias de Misiones y Corrientes no cuentan con una red troncal (gasoducto) de suministro continuo domiciliario ni a industrias; mientras que Entre Ríos cuenta con gas natural y hay gasoductos cercanos en la zona.

N°	Variable	Ponderación	Misiones	Corrientes	Entre Ríos
1	Disponibilidad de materia prima	1	9	5	7
2	Proveedores y distancia a los mismos	1	9	5	7
3	Clima	0,4	4	5	6
4	Acceso y distancias a puertos	0.8	5	6	9
5	Competidores internos	0,7	6	8	8
6	Plantación/extracción de bosques implantados	0,5	7	8	5
7	Consumo de rollizos al año	0,8	8	6	6
8	Acceso a los servicios de luz, gas y agua	0,9	5	5	9
	TOTAL		**42,2**	**35,7**	**44,6**

Tabla N°21: Matriz de decisión de análisis de mercado

Luego de haber realizado la matriz de decisión para el análisis de mercado en la *Tabla N°21*, se ha llegado a la conclusión que la provincia de Entre Ríos es quien presenta las mejores aptitudes y condiciones para la localización de la empresa, lo cual permitirá aprovechar mejores oportunidades en el negocio y se reducirán los riesgos de estudio de localización.

Como decisión final se evaluaran las distintas regiones y ciudades que presenta dicha provincia, definiendo cual es la de mayor producción de desechos foresto industriales y sus subproductos como así también, una ubicación apta para el desarrollo de la actividad de pellets de madera.

Como se ha mencionado anteriormente y a los efectos de establecer un parámetro de rendimiento dentro de la Provincia de Entre Ríos optaremos por dividirla en dos zonas:

Imagen N°19: Zonas productivas madereras de Entre Ríos

Según los datos obtenidos del relevamiento del Ministerio de Agroindustria del Ministerio de la Nación en el año 2015, el rendimiento promedio de los aserraderos en Entre Ríos es del orden del 35%.

En la provincia se censaron 178 aserraderos, de los cuales 138 corresponden a la zona norte (A) y los 40 restantes a la zona centro-sur (B). Para clasificar la producción, se utilizaron las siguientes categorías:

• Primera transformación: madera aserrada sin secado.

• Re-manufactura de valor agregado bajo: embalajes (cajones, bins, pallet, etc.)

• Re-manufactura de valor agregado medio: madera aserrada secado natural o en horno, con o sin cepillado, y/o machimbrados.

• Valor agregado alto: tableros alistonados, vigas multilaminadas y carpintería.

En la siguiente tabla se observan los principales productos de aserraderos clasificados según valor agregado. Cabe aclarar, que se hizo hincapié en el total de la producción de toda la provincia, arrojando un total de 755.932 m³, de los cuales 602.561 m³, corresponden a la primera transformación. Debe considerarse que el 75% de esta producción es tabla, el 14% es tirante y el resto listones y durmientes.

Primera transformación de bajo valor agregado (m³)					
Tablas	Tirante	Listones (*)	Durmientes		**Subtotal**
451.870	84.519	65.394	778		**602.561**
Remanufactura de bajo valor agregado (m³)					
Cajones	Pallets	Bins			**Subtotal**
25.754	84.707	4.211			**114.672**
Remanufactura de valor agregado medio (m³)					
Machimbre	Decks	Pisos de madera	Molduras	Zócalo	**Subtotal**
17.826	4.155	3.721	1.988	1.030	**28.720**
Remanufactura de valor agregado alto(m³)					
Tablero de listones	Viga laminada		Carpinteria		**Subtotal**
4.054	3.758		2167		**9.979**
En "listones" se sumo tacos, tirantillo, varilla, viga, alfajias					

Tabla N°22: Principales productos de aserraderos clasificados por su valor agregado

La Zona Norte "A" manifiesta un predominio en el consumo de toda la provincia con el 80% y 138 establecimientos, mientras que la Zona Centro-Sur (B) el consumo de materia prima representa el 20%, con 40 aserraderos.

Materia prima utilizada por zonas	Aserraderos	m³	Porcentaje
Zona Norte (A)	138	1.653.187	80%
Zona Centro-Sur (B)	40	413.772	20%
Total	**178**	**2.066.959**	**100%**

Tabla N°23: Materia prima utilizada según zonas

En el siguiente cuadro se describen las principales especies utilizadas como materia prima, el consumo total por especie y el porcentaje de la misma. El 86% corresponde a eucaliptus y el 13% a pino, el porcentaje restante lo ocupan el álamo, algarrobo, sauce y otras especies.

Materia prima en m³ utilizada por especie en las diferentes zonas				
Especies	**Zona A**	**Zona B**	**Total**	**Porcentaje**
Eucalipto	1.428.985	350.666	1.779.651	86%
Pino	223.514	48.527	272.041	13%
Álamo	-	13.793	13.793	0,60%
Sauce	-	786	786	0,03%
Algarrobo	661	-	661	0,03%
Otras cultivadas	27	-	27	0,001%
Total General	**1.653.187**	**413.772**	**2.066.959**	**100%**

Tabla N°24: Materia prima por especie utilizada según zonas

Con relación a la materia prima utilizada, el 73% proviene de la misma provincia de Entre Ríos, el 26% de Corrientes y el 1% restante provienen de las provincias de Santa Fe, Misiones, y Buenos Aires. El 99,97% son especies cultivadas y solo el 0,03% de nativas. Del total de productos generados por los aserraderos, el 80% corresponde a productos de primera transformación y el 20% restante corresponde a productos de remanufactura.

Producción por zona			
Zonas	**m³**	**p2**	**Porcentaje**
A	614.090	210.063.528	81%
B	141.842	60.140.929	19%
Total	**755.932**	**270.204.457**	**100%**

Tabla N°25: Producción según zona

Dentro de las dos zonas en la que se dividió la provincia, la zona norte (A) es la que arrojó los valores más altos de producción con 614.090 m ³ representando el 81% del volumen total producido en la provincia, mientras que la zona B produjo 141.842 m ³ con un 19% del total. Habiendo arrojado estos resultados, nos centraremos en localizar nuestro proyecto en la zona norte (A) ya que es donde mayor producción existe.

En las instalaciones del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) de Concordia en julio de 2018 se llevó a cabo la presentación de los resultados del Inventario de Plantaciones del área continental de Entre Ríos y del censo de aserraderos.

En lo que respecta al Censo de Aserraderos se relevaron 178 industrias en actividad durante el mes de junio de 2017 y se estimó en base a lo declarado un consumo y producción anual de 2.066.959 m3 y 755.932 m ³ respectivamente, dando como resultado un rendimiento promedio del 35 %. En cuanto a su ubicación el grueso de los aserraderos se encuentra en los departamentos de Concordia (63 establecimientos) y Federación (71 establecimientos).

Imagen N°20: Mapa de Entre Ríos

Teniendo en cuenta que la distancia entre Federación y Concordia es de 50 kilómetros entre una y otra, y que ambos departamentos tienen aproximadamente la misma cantidad de aserraderos, optaremos por localizarnos en la ciudad de Concordia por tener una mayor cercanía a la Terminal Puerto Rosario y así evitar mayores costos logísticos.

Parque industrial Concordia

Concordia es un departamento ubicado en el noreste de la provincia de Entre Ríos, con una superficie de 3.259 km² y el segundo más poblado detrás de la capital Paraná, con 149.150 habitantes según censo de 2010. La ruta nacional N° 14 es la principal vía de comunicación de Concordia con el resto de Argentina y con países vecinos.

Limita al oeste con los departamentos Federal y San Salvador, al norte con Federación, al sur con Colón y al este con la República Oriental del Uruguay, de la cual está separado por el río Uruguay y el embalse de la represa de Salto Grande sobre el mismo río.

Su principal actividad económica se basa en la producción de aserraderos con un elevado crecimiento en los últimos años; producción agrícola y ganadera.

La empresa se ubicará en el Parque Industrial de Concordia siendo la Municipalidad la propietaria del mismo, a 10 km de dicha ciudad, a 1 km de distancia de la Ruta Nacional N° 14 y a 371 kilómetros de la Terminal Puerto Rosario.

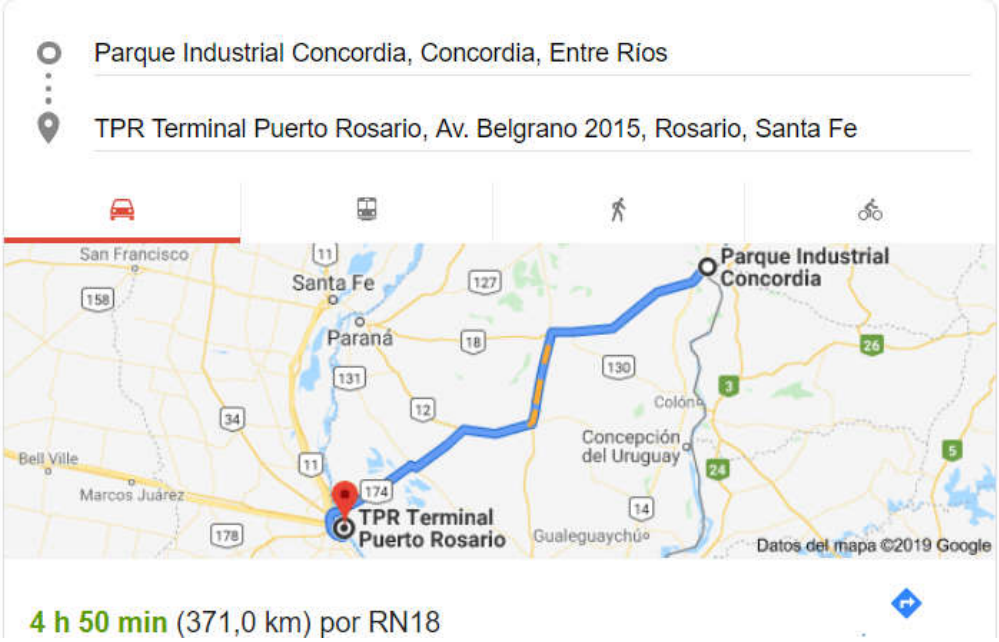


Imagen N°21: Trayecto desde Parque Industrial hacia Terminal Puerto Rosario

Este parque presenta las siguientes características:

Infraestructura y servicios comunes:

- Superficie del área industrial: 100 hectáreas parceladas y con cerco perimetral de seguridad.

- Valor del terreno: 0 U$/m2

- Las empresas que deseen instalarse en el parque podrán solicitar la transferencia a título gratuito del predio en que construyan su planta industrial

- Energía eléctrica: a cargo de la Cooperativa Eléctrica de Concordia; cuenta con una estación transformadora 33/13,2 KV y líneas de suministro de energía eléctrica en media y baja tensión; red interna de distribución e instalación de iluminación.

- Gas natural: estación reguladora de presión y cañerías de distribución interior

- Agua: captación de agua subterránea, mediante 3 perforaciones, con equipos de bombeo, un tanque de HºAº de 500 m3 de capacidad y red de distribución interna.

- Acceso y Red vial interna: portal de ingreso, cabina de control, camino de acceso y red vial interna de hormigón y ripio.

- Comunicaciones: líneas de teléfonos, internet.

- Cabina y báscula para pesaje de camiones de hasta 80 toneladas con dispositivo electrónico de control.

- Servicio de control y seguridad.

- Instalación contra incendios.

- Red colectora de efluentes cloacales e industriales:

- Planta de depuración de efluentes industriales y cloacales.

- Desagües pluviales

- Beneficios tributarios:

I Municipales: Exención de las tasas y tributos municipales por un período de 10 años a partir del inicio de las actividades del proyecto promovido y de acuerdo a la siguiente escala.-

Años	Tasa de desgravación
1 a 4	100%
5	85%
6	70%
7	55%
8	40%
9	25%
10	10%

Tabla N°26: Exención de las tasas y tributos

II Provinciales: Régimen de Promoción Industrial de la provincia.

En la siguiente tabla se pueden apreciar las empresas que se encuentran instaladas dentro del parque industrial, siendo muy importante que existan aserraderos dentro del mismo para el aprovisionamiento de materia prima.

Empresa	Actividad
MASISA ARGENTINA S.A.	Paneles aglomerados y laminados.
RESINAS CONCORDIA S.A.	Fabric. resinas ureicas, melamínicas, otros
VITASOL S.R.L.	Elaboración bebida a base de jugos cítricos.
LITORAL CITRUS S.A.	Bebidas a base de jugos cítricos.
LA MANEA S.R.L.	Productos Lácteos: quesos y leche fluida.
IMPREGANDORA CONCORDIA S.R.L.	Creosotado de postes de eucaliptus.
SOC. IMPREG. ENTERRIANOS S.R.L.	Impregnación de postes de madera.
BRAVO, ANDRÉS	Aserradero, madera p/construcción.
CRASI de FINONDO ,CARLOS R.	Aserradero, madera p/construcción.
BRAND FORESTAL S.R.L.	Aserradero, cajones y palletes p/citrus.
ASERRADERO GRANTON	Aserradero, cajones y palletes p/citrus.
ALBORNOS, JUAN	Aserradero, cajones y palletes p/citrus.
VECCHIO S.R.L.	Elaboración de hormigón, cementos, etc.
PRECON S.R.L.	Fab. de caños, paneles p/construcción.
FRIGORÍFICO A Y B S.R.L.	Fab. de carnes rojas y chacinados.
METALURGICA PIZZINI Y OTROS	Servicios metalúrgicos para Masisa.
HORIZONTES GASES	Fab. De gases, oxígeno, CO2 y otros.
JUVIAL MADERAS S.R.L.	-

Tabla N°27: Empresas radicadas en el Parque Industrial Concordia

Análisis de disponibilidad de materia prima

Provincia	Total materia prima procesada (m^3)	Rendimiento en desperdicio	Cantidad de desperdicio (m^3)	Porcentaje destinado a la venta	Total materia prima disponible (m^3)	Total materia prima disponible (Tn)
Misiones	3.676.226	63%	2.316.022,4	35%	810.607,8	202.652
Corrientes	2.254.258	63%	1.420.182,5	22%	312.440,2	78.110,1
Entre Ríos	2.066.959	63%	1.302.184,2	54%	703.179,5	175.794,9

Tabla N°28: Disponibilidad de materia prima en provincias

La información de la tabla anterior corresponde al último censo foresto industrial realizado en las provincias en cuestión (año 2017). Los datos de materia prima procesada son anuales y corresponden a la cantidad de metros cúbicos de rollizos de

madera que transformaron los aserraderos para convertirlos en productos comerciales con valor agregado.

El rendimiento promedio del proceso en los aserraderos es de un 37%, esto quiere decir que de la materia prima procesada, existe un 63% de material que se “pierde” como viruta, aserrín y astillas. Dicho rendimiento en deshechos conforma la parte aprovechable en la industria de pellets ya que los mismos son la materia prima del producto.

Como se vio anteriormente en los datos censados, no todo el desperdicio se destina a la venta, sino que algunos aserraderos lo usan como fuente de combustible propia, parte directamente se desecha y/o se quema, por lo que dichas cantidades son afectadas por el porcentaje correspondiente a la disposición de venta en cada provincia.

Luego, teniendo en cuenta la densidad promedio del aserrín Pino / Eucaliptus de 0,25 Tn/m3 obtenemos el total de materia prima disponible en cada región expresada en toneladas anuales, la cual puede ser captada por las diferentes industrias que desarrollan la fabricación de pellets.

Disponibilidad de materia prima para determinar el nivel de producción

Empresa	Capacidad productiva anual Pellets (Tn)	Materia prima procesada (Tn)	Total requerido	Total disp en provincias	Sobra Total
LIPSIA S.A.	54.000	83.077	342.769	456.557	113.788
Zeni & Cia.	18.000	27.692			
Maderera de la Mesopotamia	36.000	55.385			
LARE S.A.	60.000	92.308			
G.P. Energy S.A.	4.800	7.385			
Otros	50.000	76.923			

Tabla N°29: Disponibilidad de materia prima en las provincias del sector

A partir de la estimación de la capacidad de procesamiento anual de los competidores locales extraída de las principales empresas (situadas en diferentes zonas de Misiones, Corrientes y Entre Ríos) y teniendo en cuenta el rendimiento del proceso para la fabricación de pellets de madera (65%), se calcula el total de materia prima requerida por las mismas. Se tiene en cuenta para el cálculo de materia prima necesaria la cantidad de humedad que perderá el producto a lo largo de toda la cadena productiva. La humedad presente al ingreso del proceso varia alrededor de 45%, quedando finalmente a la salida del mismo con valores menores al 10%. Se deberá prestar especial atención entonces, al cálculo de la misma.

Se puede observar que teniendo en cuenta la cantidad de aserrín total disponible para la venta distribuido entre Misiones, Corrientes y Entre Ríos y conociendo la cantidad de materia prima consumida por las empresas del mismo rubro instaladas en el sector, se puede afirmar que existe disponibilidad de aproximadamente 113.788 toneladas anuales de desperdicio de la industria maderera.

Producción Aserrín		
Misiones	202.652	44,39%
Corrientes	78.110	17,11%
Entre Rios	175.794	38,50%

Tabla N°30: Producción de aserrín en toneladas de las provincias del sector

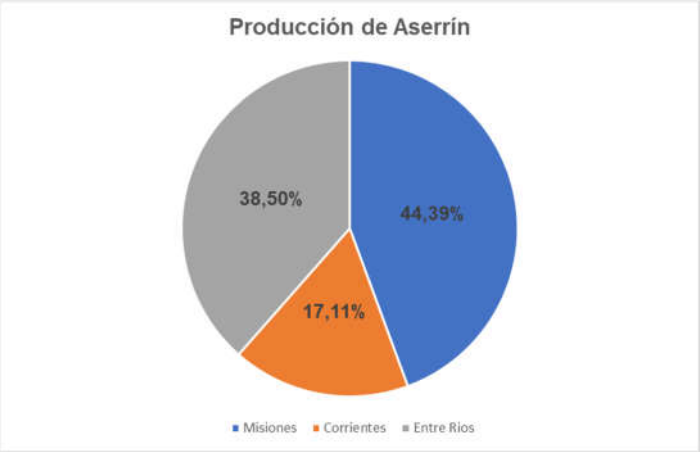


Imagen N°22: Gráfico de torta de producción de aserrín en las provincias del sector

Según lo expuesto, en la Tabla N° 29 se puede apreciar que el total de materia prima requerida por la competencia local, teniendo en cuenta las 3 (tres) provincias es de 342.769 toneladas de aserrín. De las principales industrias mencionadas, LARE S.A es la única empresa ubicada en la provincia de Entre Ríos, por lo tanto, para calcular la materia prima disponible para nuestra provincia se restará el consumo de dicha industria al total de producción de aserrín en Entre Ríos (175.794 toneladas). También se restará un porcentaje correspondiente a industrias más pequeñas del sector que se encuentra dentro de la categoría "Otros" distribuidas en Misiones, Corrientes y Entre Ríos. Se estima un 40% para la provincia de Entre Ríos.

Disponibilidad total en Entre Ríos	Consumo Lare S.A.	Consumo de "otros" (pequeñas industrias)	Disponibilidad neta	87% Correspondiente a Eucaliptus
175.794	92.308	23.000	60.486	**52.623**
Toneladas/Año				

Tabla N°31: Calculo de disponibilidad de materia prima (eucalipto) en Entre Ríos

La radicación será en la provincia de Entre Ríos y se tiene en cuenta que se comprará la materia prima a los proveedores cercanos. Entonces, considerando la captación de materia prima por la competencia, la producción de aserrín en la provincia destinada a la venta, y el porcentaje correspondiente a Eucaliptus, la disponibilidad de la misma será de **aproximadamente 52.623 toneladas**.

Con lo anterior expuesto, tomando una posición conservadora y sin pretender captar el 100% de los desperdicios en el primer año, se calcula la disponibilidad real de la materia prima para la planta, tomando aproximadamente un **60% del total** lo que equivale a aproximadamente **31.700 toneladas de aserrín**.

Procesando dicha cantidad queda definida una **producción anual de 20.200 toneladas de pellets, representando un 1,68% del crecimiento interanual del mercado de Reino Unido en el primer año** (como se ve en la Imagen N°5: Pronostico del consumo de pellets en UK hasta el año 2022) y un **0,18%** del mercado total.

En caso de disponer de la materia prima requerida tal como se observa en análisis previos, el mercado seguirá creciendo. Si se considera un escenario neutro para el procesamiento de la madera en la provincia, obtenemos que la misma alcanzara para incrementar el nivel de producción hasta el 5to año, y así incrementar el nivel de producción manteniendo constante la porción de mercado captada. La realidad es que por los datos obtenidos el mercado interno seguirá creciendo, al igual que las empresas competidoras y por eso se toma un porcentaje de captación bastante conservador.

La forma en que se asegurará la planta este suministro de materia prima será mediante una asociación de la fábrica con los diferentes aserraderos. Esta asociación será una relación de ganancia mutua dado que, para ellos tanto el aserrín, viruta y astillas son un desecho que no encuentran una total disposición final óptima y rentable, y por otro lado, para la industria de pellets conforman la parte esencial del producto y su fabricación. Al obtener un rédito económico de esto y sin ser su principal fuente de ingreso, el proveedor se encuentra en una posición de negociación mayor que el productor de pellet.

Plan agregado de producción

Según lo obtenido en el estudio de mercado, se conoce que durante los próximos años el mercado objetivo crecerá sostenidamente, a un ritmo de 1.200.000 toneladas anuales.

Se fijó como meta de producción la captación del 0,18% del mercado total de Reino Unido teniendo en cuenta la disponibilidad de materia prima en la zona de localización. Este porcentaje captado representa el 1,68% del crecimiento interanual del mercado británico para el año 2019.

Durante los próximos 5 (cinco) años se incrementará la producción de acuerdo al crecimiento del mercado, para así continuar con la cuota captada al inicio del proyecto, 0,18 %.

Año	Consumo UK en toneladas	Producción anual proyecto	% del mercado total
2019	11.257.573	20.200	0,18
2020	12.449.759	22.598	0,18
2021	13.640.753	24.990	0,18
2022	14.830.557	27.989	0,18
2023	15.615.978	29.769	0,18

Tabla N°32: Plan agregado de producción

Se puede ver en la Tabla N°22 que el nivel de producción se incrementará en promedio un 10% anual hasta el quinto año. Esto es, teniendo en cuenta la disponibilidad de materia prima y el incremento porcentual de captación pretendida. Se toma en consideración un escenario neutro con respecto al crecimiento del mercado ligado a los negocios madereros del sector, por lo cual para la estimación de disponibilidad se considera constante la oferta de desperdicios por parte de los aserraderos.

Teniendo en cuenta la cantidad de materia disponible y considerando que el mercado al que se apuntará tiene una capacidad de demanda ilimitada en comparación con la escala del proyecto, la capacidad productiva se encontrará limitada por la materia prima disponible.

Es así, que en principio se pretenderá satisfacer la demanda con una capacidad máxima de producción anual de 20.200 toneladas para el primer año, y se determinará en base a la capacidad productiva de las máquinas y el balanceo de la línea, cuál será la cantidad de turnos de trabajo acorde para satisfacer dicha producción.

La capacidad máxima solo se verá directamente afectada por factores de disponibilidad operativa relacionados a paradas por mantenimiento preventivo de maquinaria, mantenimiento correctivo, reprocesos, calidad de la carga y producto, capacidad de almacenamiento, cronograma de trabajo, desbalanceo de línea e imponderables. El factor humano no representa gran influencia ya que el proceso para fabricar pellets posee un elevado porcentaje de automatización.

Se considerara un tiempo productivo de 259 días al año, restando para ello los feriados y fines de semana en los cuales no se tendrá producción. La cantidad de horas productivas se calculara en base a los requerimientos de mano de obra y de las horas maquina necesarias para alcanzar la producción objetivo establecida en el plan de producción propuesto.

- Días del año: 365 – 10 (feriados) = 355
- Días hábiles del año: 355 – 8x12 = 259
- Días hábiles mensuales: 22
- Horas trabajadas por turno: 8

Para calcular la disponibilidad productiva en una jornada de trabajo, se deberá restar la disponibilidad operativa por mantenimiento y tiempo de set up de la línea productiva, el cual es diario, y se hará al inicio de la jornada, viene determinado por la puesta en marcha del horno rotativo secador correspondiéndose a un tiempo de 30 minutos.

Plan maestro de producción

Previo a la definición de las maquinarias necesarias, se requiere determinar la cantidad de la materia prima a tratar.

El contenido de humedad al inicio del proceso productivo ronda el 45%, este es eliminado principalmente en el horno rotativo y en procesos posteriores. Al final de la línea, la mezcla molida y seca de aserrín posee una humedad inferior o igual al 10%.

AÑO		1	2	3	4	5
Produccion Anual	Ton	20.200	22.598	24.990	27.989	29.769
Necesidad MP Anual	m^3	126.984	142.060	157.096	175.948	187.140
Necesidad MP Anual	Ton	31.746	35.515	39.274	43.987	46.785
Produccion Mensual	Ton	1.683	1.883	2.083	2.332	2.481
Necesidad MP Mensual	m^3	10.582	11.838	13.091	14.662	15.595
Stock de Seguridad	Tn	154	172	190	212	226
Producción total mensual	Tn	1.683	1.883	2.083	2.332	2.481

Tabla N°33: Plan maestro de producción

Con estos datos se procederá a la evaluación de cada una de las alternativas disponibles.

Análisis FODA

Fortalezas

- Producto nuevo con demanda insatisfecha en el mercado exterior.
- En Europa, el producto tiene un valor equivalente a la mitad del valor de los combustibles tradicionales.
- Energía renovable capaz de sustituir directamente a los combustibles fósiles.
- Independencia energética del exterior, los cambios en el precio de los combustibles fósiles no alteran el precio del mismo.
- El insumo que se utiliza para producir el bien es un residuo de otra industria.

- El precio del insumo es relativamente bajo porque se descarta/deshecha en otra industria.
- No se generan desperdicios del insumo durante el proceso productivo ya que se reutiliza toda la materia prima.
- La combustión del producto genera bajas emisiones de gases contaminantes, siendo un biocombustible y una gran alternativa para el consumo como combustible.
- Requiere poca superficie para la instalación de las máquinas del proceso productivo.
- Costos de almacenamiento del producto bajos
- Si se piensa ampliar el negocio, la planta industrial es fácilmente replicable.
- Beneficios al usuario de energías renovables por parte del gobierno.

Oportunidades

- Mercado en franco crecimiento, donde no se visualizan fuertes competidores en al ámbito local. Se apunta como mercado objetivo internacional a la Unión Europea, donde se espera una fuerte demanda del producto para los próximos años.
- Al ser un producto sustituto de los combustibles derivados del petróleo, el aumento en el precio de este implicará una mayor demanda del producto.

- Productores y usuarios de energía que componen el Protocolo de Kioto, obtienen un beneficio económico por reducir las emisiones gaseosas contaminantes.
- Surgimiento de grandes centros de consumo en Asia (Corea del Sur y Japón), lo cual lleva a los principales proveedores del Reino Unido (Estados Unidos y Canadá), a observar con atención y exportar sus productos al creciente mercado Oriental.
- Aumento en los precios del barril de petróleo.

Debilidades

- La planta productora de pellets deberá localizarse cerca de la producción foresto-industrial, aserraderos y carpinterías.
- Falta de incentivos por parte del gobierno nacional para favorecer el desarrollo del mercado local.
- Falta de cooperación del sector público y privado para favorecer el impulso y el desarrollo de este nuevo producto.

- Elevados costos de inversión.
- Desconocimiento de la sociedad acerca de las posibilidades energéticas de los biocombustibles.
- Marca no conocida a nivel nacional e internacional: al no tener una trayectoria, la empresa tendrá que apostar por una buena publicidad, crear una cartera de clientes y encontrar la oportunidad de mercado.

Amenazas

- Participación de nuevos competidores de pellets, surgimiento de nuevos centros de producción como los estados balcánicos y asiáticos, como Vietnam.
- Bajo precio de combustibles fósiles.
- Desinterés del gobierno respecto a la industria maderera, no fomentando el desarrollo dentro del mercado.
- Descubrimiento de una nueva y más económica fuente de energía.
- La restricción en la explotación forestal, ya sea por cuotas de explotación o determinada especie forestal que limite el acceso a los insumos.
- Creación de tributo relacionado al nuevo producto, especialmente retenciones a las exportaciones.

- Volatilidad / incremento del precio de flete para el transporte, ya sea la materia prima como del producto terminado.
- Suba del costo de materia prima adquirida o escasez de la misma.
- Competencia por la materia prima con otros usuarios, como abono en la agricultura y combustible en forma de briquetas, industria celulósica y otros fabricantes de pellets.
- Crisis económica mundial.
- Variación del precio de venta, tipo de cambio, inflación, etc.
- Importaciones de biomasa y biocombustibles a bajo precio.

Proceso

Materia Prima

Para la producción de una tonelada de pellets se requiere un volumen de materia prima (aserrín, viruta y astillas) un poco superior a una tonelada ya que existe en el proceso un 30-35% de desperdicios por la humedad que contienen los residuos que se emplearan en la producción del producto final. A continuación se mencionará la materia prima utilizada en el proceso:

- **Viruta**

La viruta es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que es extraído mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera. Se suele considerar un residuo de las industrias madereras y se utilizara en el proceso productivo de la fabricación de pellets ya que es una madera blanda, teniendo una densidad aparente de 90 Kg/ m³.

Imagen N°23: Viruta, materia prima

- **Aserrín**

El aserrín es el desperdicio del proceso de serrado de la madera, como el que se produce en un aserradero. Este material, que en principio es un residuo o desecho de las labores de corte de la madera tiene diferentes usos. Dentro del campo de la carpintería se usa para fabricar tableros de madera aglomerada y de tablero de fibra de densidad media, también se usa como cama o lecho para animales, bien en bruto o bien tras su procesado, siendo aglutinado y pelletizado. En los últimos años ha aumentado su uso para la fabricación de briquetas destinadas a la alimentación de estufas, y de pellets destinados a la alimentación de calderas de biomasa. Su densidad aparente es de 250 Kg/m3.

Los residuos forestales, sobre todo el aserrín, son agentes contaminantes del suelo y agua.

Imagen N°24: Aserrín, materia prima

- **Astillas**

Las astillas son un fragmento de superficie irregular, fino, alargado y puntiagudo, que se desprende o se forma de la madera como resultado del triturado de la misma. Normalmente, procede de madera virgen que no puede ser utilizada para fabricación de muebles, estructuras, etc. Las astillas requieren una calidad mínima que depende fundamentalmente de la materia prima donde procede y de la tecnología del astillado.

El principal uso de las astillas es la generación de biomasa para instalaciones térmicas.

Imagen N°25: Astillas, materia prima

Diagrama de Bloque

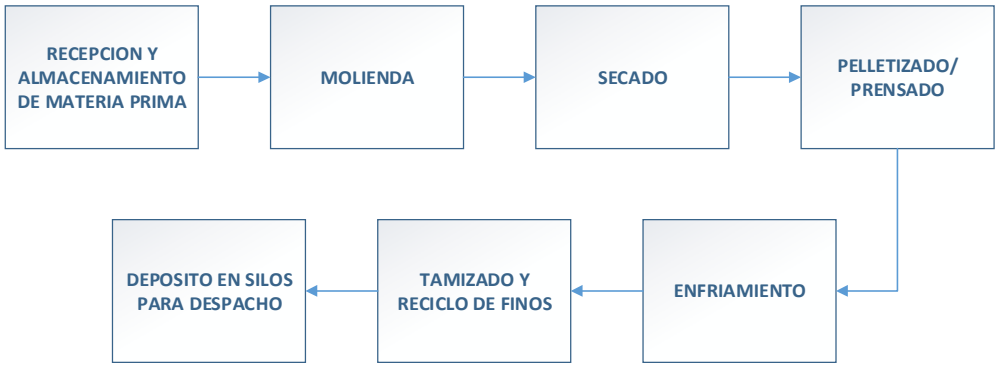


Imagen N°26: Diagrama de bloque

Descripción del proceso

Almacenamiento de materia prima y aprovisionamiento

Para cumplir con la producción programada, se necesitarán 122 toneladas de materia prima por día. La forma de aprovisionamiento será teniendo en cuenta el volumen de generación de desperdicio diario por parte de los aserraderos, el volumen disponible para transportar, el costo del transporte, la capacidad de almacenamiento de materia prima, etc.

A partir del anterior análisis, se determinará el lote de compra, frecuencia de aprovisionamiento y punto de pedido para asegurar la disposición de material de manera constante, sin incurrir en costos innecesarios.

Para el almacenamiento de materia prima no se requiere de equipamiento especializado, sino de un espacio que este bajo techo, destinado para que el aserrín sea almacenado mientras es preparado para la siguiente etapa de procesamiento. Es importante considerar que, durante el almacenaje de los residuos de madera, se produce una serie de procesos químicos y biológicos por la acción de microorganismos y las células vivas de la madera que liberan calor, ocasionando deterioros y pérdidas energéticas en los materiales. La temperatura al interior de una pila de residuos madereros puede llegar sobre los 50º C durante las primeras semanas de almacenamiento, estabilizándose para luego disminuir de forma progresiva, aunque en ciertas ocasiones pueden producirse fenómenos de carbonización o ignición espontánea.

-Materia prima diaria requerida: 122 Tn = **490 m³ diarios requeridos**
(Densidad promedio de aserrín: 0,25 Tn/ m³)
-Capacidad camión de tres ejes (peso de carga admitido 25 Tn): Máximo 27,5 Tn = 110 m³ de aserrín.

<u>Lote de aprovisionamiento y Punto de pedido:</u>

Materia Prima	Aserrín (Ton)	Aserrín (m³)
Lead Time (días)	01	01
Consumo anual	31.746	126.984
Consumo diario	123	490
Consumo durante Lead Time	123	490
Desviación Consumo en LT	11	22
ROP	141	527
Lote mínimo de pedido	28	110
Días de Consumo	2	2
Lote de Pedido	248	990
Cantidad de Pedidos (por año)	149	149
Frecuencia (días)	02	02
Cantidad de Conos	12	12
Volumen Cono	80 m³	

Más allá del cálculo teórico que se pudiera realizar, para determinar la frecuencia y lote de aprovisionamiento, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La materia prima proviene de aserraderos de la zona, los cuales se encuentran a no más de 60 Km de distancia por lo que el costo logístico es relativamente bajo.
- El aserrín como desperdicio de los aserraderos es un subproducto que se genera en forma diaria.
- Por las características del material, no es conveniente acopiar el mismo en grandes cantidades durante largos periodos de tiempo ya que el mismo se degrada. Por lo tanto no sería conveniente ni para el proveedor ni para la planta de pellets contar con altos niveles de stock.
- Los aserraderos no cuentan con espacio físico destinado al almacenamiento de aserrín por lo que si no lo venden rápidamente, lo desechan o lo queman.
- No existen beneficios económicos por solicitar grandes cantidades ya que el precio es por Tonelada a camión lleno.
- El apilamiento de aserrín y/o viruta ocupa demasiado espacio físico, lo que implica incurrir en costos de infraestructura.

Teniendo en cuenta dichas cuestiones, se decide que la frecuencia y forma de aprovisionamiento para satisfacer el nivel de producción propuesto será de **5 camiones por día de aserrín,** ya que es lo que se necesita para satisfacer la producción diaria en el primer año.

La capacidad del almacén de materia prima se sobredimensiona teniendo en cuenta el stock de seguridad (para abastecer 1 día de producción = 122 Tn) para cada año hasta el quinto año, por lo que desde un principio la capacidad total del almacén tendrá en cuenta la capacidad requerida en el quinto año y por eso la utilización del mismo se irá incrementando en cada periodo. Se establece entonces una cantidad de acopio que pueda satisfacer la producción de 2 días en cada periodo. Para el dimensionamiento del mismo como se verá en el estudio de Layout se establece la disposición del material en forma de apilamiento cónico con radio de 5 metros y altura de 3 metros (aprox. 80 m³) y se tendrán en cuenta la distancia entre apilamientos y pasillo para equipo de transporte.

	Año 1	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Lote de compra diario (Tn)	122	137	152	170	181
SS (Tn)	122	137	152	170	181
Utilización AMP	67,40%	75,69%	83,98%	93,92%	100,00%

Capacidad Requerida en año 5	**362**	Tn Aserrín
	1450	m3 Aserrín
	18	Conos Aserrín

Dimensión Conos	Distancia entre conos	Ancho de pasillo	Capacidad almacén en conos
Diam. 10 x 3 metros altura	2 metros	5 metros	18
Aprox 80 m3			aprox. 1450 m3 Aserrín

Como se explicó en la sección de Calidad cuando nos referimos a la caracterización de la materia prima teniendo en cuenta los bosques implantados en la región y la explotación forestal, se obtuvo que la materia prima se conforma por un 100% de aserrín proveniente de madera Eucaliptus. Por lo tanto en el primer año, el lote diario de aserrín estará conformado por aproximadamente 122 toneladas de aserrín Eucaliptus (5 camiones).

Los proveedores serán auditados y homologados para comprobar que la materia prima cumpla con la calidad requerida para el proceso (aserrín proveniente de especie Eucaliptus como residuo de procesamiento de la madera sin tratar químicamente).

Imagen N°27: Almacenamiento de materia prima

Análisis de manejo de la materia prima desde almacén hacia tolva de Molienda

Será necesario estudiar capacidades/tiempos para justificar la necesidad de dicho recurso como se muestra a continuación.

En esta primera etapa es por donde circulará la materia prima, debiendo cargarse en la tolva el material requerido. Esta operación implica el manejo de una pala cargadora recorriendo una distancia desde el almacén de materia prima hacia la tolva principal.

Siendo la capacidad de la tolva de 27 m³ y 2 m³ la de la pala cargadora, se calculará a continuación los requerimientos necesarios para poder abastecer el proceso según la cantidad de materia prima calculada y necesidad de producto terminado (32 m3/hr de aserrín o 7,9 Tn/hr):

Datos Pala Cargadora:

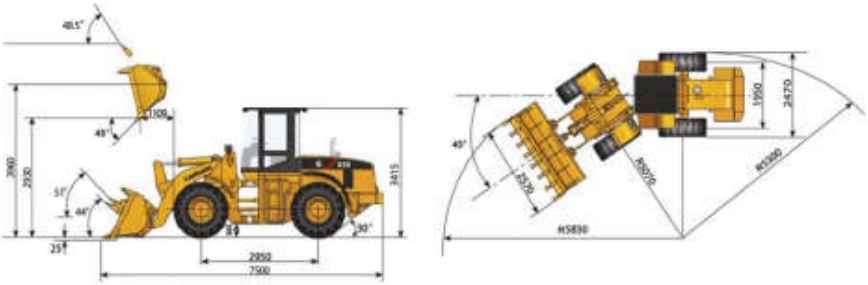


Imagen N° 28: Pala cargadora

CARACTERISTICAS	PALA CARGADORA CLG 835
Carga maxima	2 m³/3.000 Kg
Tiempo de levantar	4,6 segundos
Tiempo de descargar	1,1 segundos
Tiempo de bajar	3,3 segundos
Tipo de combustible	Diesel
Tanque de combustible	150 litros
Peso	10,9 toneladas
Precio	US$ 53.000

Tabla N°34: Características de la pala cargadora

Utilizando la ficha técnica de la pala mecánica se procederá a calcular la cantidad de operarios necesarios para la carga de la tolva al inicio del proceso productivo:

Cálculo de tiempos:

Características, distancias, tiempos	
Carga máxima	2 m³/3.000 Kg
Tiempo de levantar	4,6 segundos
Tiempo de descargar	1,1 segundos
Tiempo de bajar (x2)	6,6 segundos
Distancia promedio entre MP y tolva	75 metros
Velocidad de desplazamiento	5 Km/hr
Tiempo de distancia recorrida x carga	54 segundos
Tiempo total requerido por viaje	**1,1 minutos**

Tabla N°35: Cálculo de tiempos y distancias para transportar MP hacia tolva

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	(2 Turnos de 8 hs)	(3 Turnos de 8 hs)			
Cantidad de MP requerida	32 m³/hr	24 m³/hr	26 m³/hr	29 m³/hr	31 m³/hr
Cantidad de viajes requeridos	16 viajes/hr	12 viajes/hr	13 viajes/hr	15 viajes/hr	16 viajes/hr
Tiempo total viaje carga y descarga	17,6	13,2	14,3	16,5	17,6
Complemento OIT 15%	20,24	15,18	16,45	18,98	20,24
Utilización	29%	22%	24%	28%	29%

Tabla N°36: Cálculo de tiempos, MP y viajes requeridos para los 5 años

Como conclusión de esto se determina que un solo operario basta para cargar la tolva en los 5 años de análisis ya que el mismo dispone de tiempo ocioso suficiente para considerar los suplementos recomendados por la OIT para necesidades personales, refrigerio y descanso (siendo un 15%). Además cuenta con tiempo para acomodar el aserrín luego de la descarga del camión y realizar los análisis de calidad.

La tolva de alimentación principal descarga el material hacia el proceso con un caudal volumétrico controlado para satisfacer los requerimientos de las operaciones según balance de línea del proceso. Por lo tanto dicho caudal será regulado de forma tal que se suministren **0,52 metros cúbicos por minuto** (0,13 Tn/min) para el primer año.

Molienda

La etapa de molienda es donde se obtiene uniformidad del producto, obteniendo de esta forma un tamaño ideal para facilitar la actividad de compactación disminuyendo el tamaño de la materia prima. Esto favorece la operación de densificación en el pelletizado y a la vez mejora la eficiencia de intercambio térmico en la operación de secado.

La importancia de la molienda en el proceso de pelletizado reside en que una adecuada trituración del material, permite un alto grado de compactación y, al mismo tiempo, reduce la producción de finos, permitiendo la elaboración de pellets con buenas características físicas.

En la Molienda, la materia prima debe ser llevada a una granulometría pequeña y uniforme, **inferior a los 5 mm** a partir de la utilización de un molino.

Para el caso de la biomasa el tipo de Molino a utilizar es el siguiente:

Molino de martillos: Consiste en unas placas que golpean el producto contra una criba. Cuando el tamaño de grano es suficientemente pequeño, el residuo puede pasar a través de la criba y por tanto queda granulado de manera correcta. El aserrín es machacado mediante la rotación de un eje al que están adosados martillos de aleaciones duras (acero), sobre un cilindro agujereado según el tamaño de partícula que se desea obtener.

El molino de martillos es el equipo más utilizado en procesos de molienda de materiales biomásicos debido a que están diseñados específicamente para triturar y pulverizar materiales que no sean demasiado duros o abrasivos. Se caracterizan por su gran versatilidad, dado que se puede ajustar la granulometría variando la rejilla de salida.

Tiene menor costo de inversión respecto a otros molinos (de bola) y ahorro en consumo energético.

Previo a la etapa de la molienda, es de vital importancia contar con una maquina separadora de elementos metálicos los cuales pueden estar dentro de la materia prima que se molera, es por eso que se utilizara un imán que captara aquellos elementos metálicos indeseados (clavos, tornillos, alambres, balas, etc.) que se encuentren dentro de la materia prima porque pueden estropear las máquinas.

HS - MACHINERY		
Modelo	HS-HM75	
Potencia	75	KW
Energia del soplador de aire	18,5	KW
Día Ciclón	Doble 800	mm
Burbuja de aire	50	litros
Capacidad	4	Tn/hr
Precio	$ 30.023	Dólares

Imagen N°29: Ficha técnica de molienda

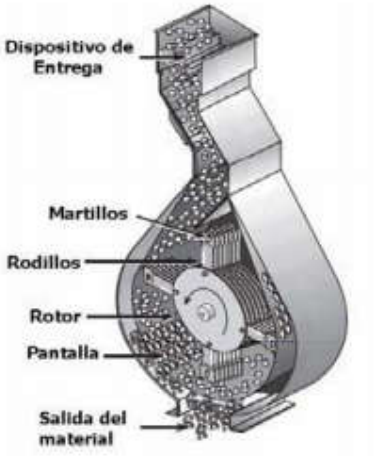


Imagen N°30: Molienda

Secado

La biomasa residual se presenta con elevados contenidos de humedad, se tomara como promedio y tomando posición conservadora un 45% en peso, teniendo en cuenta las características de los residuos madereros provenientes de Pino y Eucaliptus. Esto plantea problemas para su utilización con fines energéticos y por este motivo es necesario reducir sus contenidos hasta valores razonables. Se empleara para tal efecto un horno secador rotatorio.

Esta etapa es fundamental ya que aquí aumenta el poder calorífico del material, pasando de 2000 Kcal/Kg a su valor final mayor a 4600 Kcal/Kg. La materia prima empleada se desprende de aproximadamente el 35% de agua, con respecto al contenido de agua inicial, alcanzando un 10% necesario para realizar una compactación óptima y alcanzar la calidad requerida. El agua separada de la materia prima es descargada a la atmósfera como vapor de agua. El tiempo de residencia del material en el equipo es de 20-30 min.

El tipo de secado que se emplea en esta etapa es el secado directo, y se compone de dos equipos:

- El quemador o cámara de combustión (Biomasa o Gas Natural)
- El secador rotativo (intercambio térmico entre Aserrín húmedo y Aire seco)

El equipo principal, consiste básicamente, en un tambor giratorio en el que se introduce tanto el producto a secar como el fluido térmico de secado (aire) a una temperatura elevada (150 °C). Dicha temperatura es suficiente para evaporar el agua contenida y superada la misma, el producto comenzaría a degradarse.

El sólido por secar se introduce continuamente en uno de los extremos de un cilindro giratorio, mientras que el aire caliente fluye en co-corriente. El cilindro está instalado en un pequeño ángulo con respecto a la horizontal; en consecuencia, el sólido se mueve lentamente a través del aparato logrando el pasaje de los materiales.

Dentro del secador, unos elevadores que se extienden desde las paredes del cilindro en la longitud total levantan el sólido y lo riegan en una cortina móvil a través del aire; así lo exponen completamente a la acción secadora del fluido. En el extremo de alimentación del sólido, unos cuantos elevadores espirales pequeños ayudan a impartir el movimiento inicial del solido hacia adelante, antes de que este llegue a los elevadores principales.

El tipo de secador es el rotatorio de una etapa, el mismo es construido con aletas soldadas en el interior, en el largo total de su tambor. Mientras que el tambor gira a una velocidad constante, las aletas levantan continuamente la biomasa y la pasan por una corriente de aire caliente. Al mismo tiempo, barreras especialmente proyectadas ayudan a mantener un transporte mecánico y neumático consistente de las partículas de biomasa a través del secador. Cuando la cantidad apropiada de humedad es retirada, la biomasa seca es transportada hasta un sistema de colecta por la pala de la hélice del secador.

A la salida del secador, se encuentra instalado un ciclón decantador para separar los sólidos del aire. Una vez que la materia prima sale de la etapa de secado, se realizara un control de calidad en cual se evaluara y medirá el nivel de humedad que contiene.

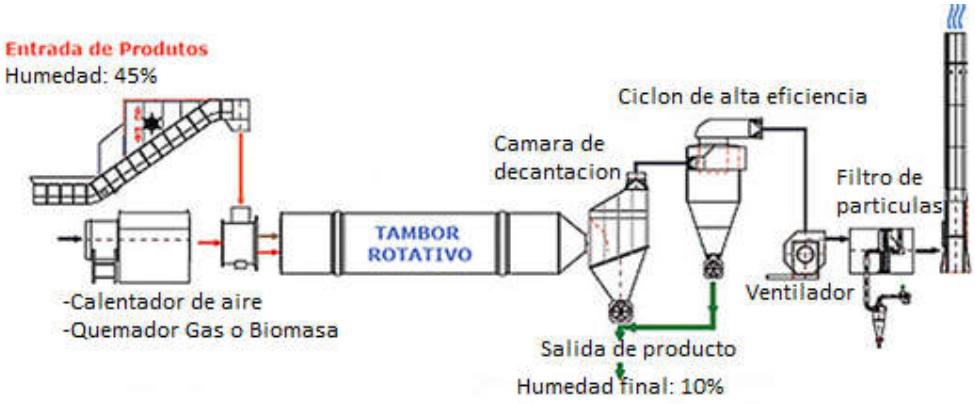


Imagen N° 31: Proceso de secado y equipo auxiliar

HS - MACHINERY		
Modelo	HS-RD2512/3	
Capacidad	9	Tn/hr
Longitud	15	metros
Diámetro	2,50	metros
Inclinación	3°-5°	
Humedad final	< 10%	
Potencia	15	KW
Tiempo de residencia	30	minutos
Evaporación	4,10	Tn/hr
Precio	$ 66.615	Dolares

Imagen N°32: Ficha técnica de secador

Pelletización/Prensado

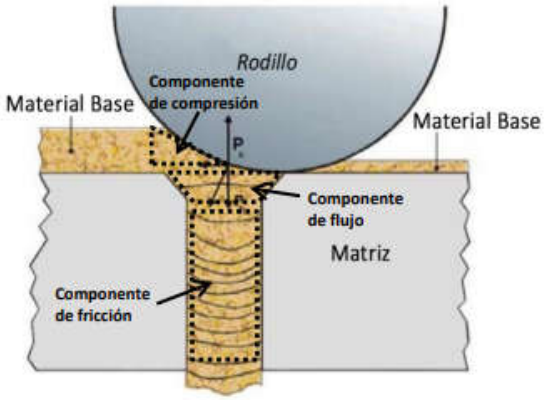
Durante el proceso de pelletización el producto es comprimido mediante una matriz, encargada de reducir el volumen de la materia prima, transformándola en pellets. El uso de una matriz permite que la temperatura de salida en la granulación adquiera una densidad que facilita el almacenamiento.

El pelletizado es la etapa principal del proceso descrito, en la cual se efectúa un trabajo de compresión de forma continua sobre la materia prima, disminuyendo su volumen de 3 a 5 veces. Para ello, se aplica alta presión sobre el material mediante una serie de rodillos situados sobre una matriz metálica con orificios de salida de calibre variable (entre 5 y 25 mm), los cuales en conjunto con el rozamiento del material con la matriz, provoca el calentamiento y aglomeración forzada del mismo. Según la norma Enplus; ISO 17829 (Biocombustibles sólidos. Determinación de longitud y diámetro de pellets) se detallan las propiedades de los pellets y sus valores:

- Diámetro entre 6 a 8 mm
- Longitud de 3- 40 mm

A la salida de los orificios existen unas cuchillas que cortan el pellet según la longitud deseada. El pellet en la prensa puede alcanzar temperaturas cercanas a los 100º C, presentando en la salida del equipo un aspecto blando por lo cual deben ser enfriados para endurecerlos, obteniendo un producto compacto, de humedad reducida y

homogénea. Por la temperatura y la presión de trabajo se estima la pérdida de un 1% en peso de humedad en el material



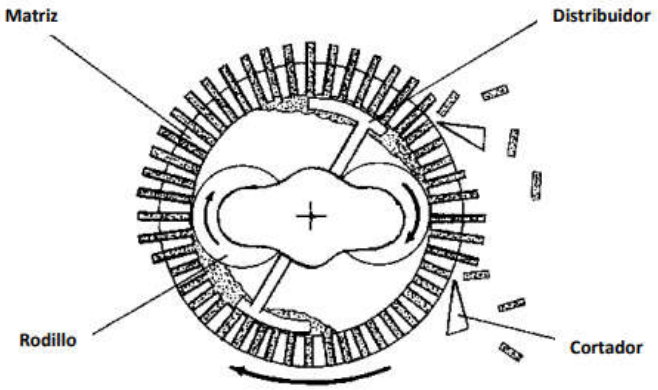


Imagen N° 33: Componentes del proceso de Pelletizado

En el proceso de compactación, no es necesario la utilización de ningún componente aditivo, puesto que los propios componentes ligno-celulósicos actúan como aglomerante.

La tecnología de matriz plana se basa en un disco metálico con orificios, según las características buscadas en el pellet. Su morfología le aporta unas ventajas importantes frente a la matriz anular, dado que para producciones similares, la velocidad lineal de los rodillos giratorios es menor, lo que implica una reducción de vibraciones y ruidos de los elementos móviles, además que como la matriz está apoyada en la base fija de la planta a lo largo de toda la circunferencia de su perímetro, posee mayor estabilidad y resistencia frente a la presión ejercida por los rodillos, permitiendo la obtención de un producto con mejores características de dureza.

HS - MACHINERY		
Modelo	HSLH-132-508	
Capacidad	2,5	Tn/hr
Diámetro pellet	6	mm
Diametro interior de la	630	mm
Longitud pellet	Adaptable	mm
Cantidad de rodillos en camara de prensado	3	
Densidad final	1,3	Tn/m³
Potencia	115	KW
Precio	$ 25.600	Dólares

Imagen N°34: Ficha técnica de pelletizadora

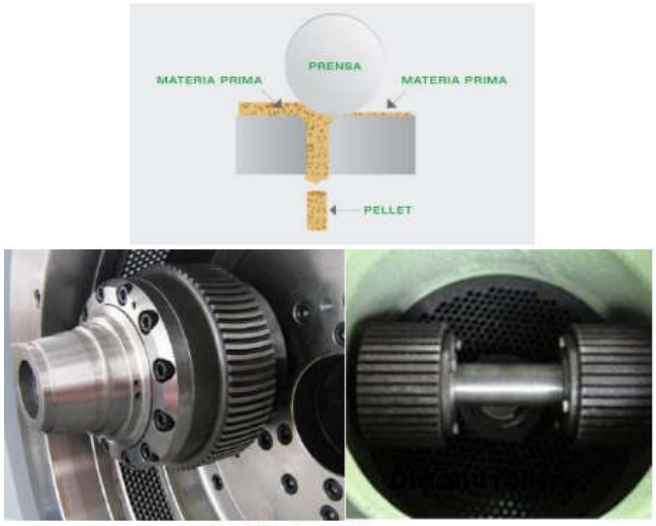


Imagen N°35: Rodillos de la pelletizadora

Imagen N°36: Partes y componentes de pelletizadora

Enfriado

La etapa de enfriamiento es muy importante en todo el proceso de producción de pellets. Luego de la pelletización, la temperatura de los pellets es alta (80-100 °C). El enfriado estabiliza a estos y endurece la lignina en la superficie de los pellets, y de ahí la forma de los pellets se mantiene sin cambios evitando que se quiebren o rompan.

En esta etapa se estabiliza y mejoran las características mecánicas del producto. Al someter el producto a un enfriamiento rápido, la lignina presente en la superficie se endurece, dando forma, dureza y resistencia al pellet, para evitar su disgregación durante las etapas de manipulación posteriores de transporte (carga y descarga). El producto es descargado de la prensa por un dispositivo especial, que

minimiza las fracturas del mismo, hacia un equipo enfriador, donde se proporciona una corriente de aire frío en sentido contrario a la caída del pellet mediante un ventilador.

HS - MACHINERY		
Modelo	HS-C6	
Capacidad	8	Tn/hr
Aire absorbido	13.500	m³/hr
Potencia	2,6	KW
Volumen de enfriamiento	6	m³
Dia Ciclón	1200	mm
Precio	$ 10.800	Dólares

Imagen N°37: Ficha técnica de enfriador

<u>Calor liberado en el proceso de enfriado</u>

$$Q_{\dot{m}_{Pellets}} = \dot{m}\ x\ Cp_{Eucaliptus}\ x\ (T°_{Salida} - T°_{Entrada})$$

$$Q_{\dot{m}_{Pellets}} = 5.300\,{}^{Kg.}/_{Hr.}\ x\ 2{,}5\,{}^{Kj.}/_{Kg.K}\ x\ (303-373)K$$

$$Q_{\dot{m}_{Pellets}} = -927.500\,\frac{Kj}{Hr}$$

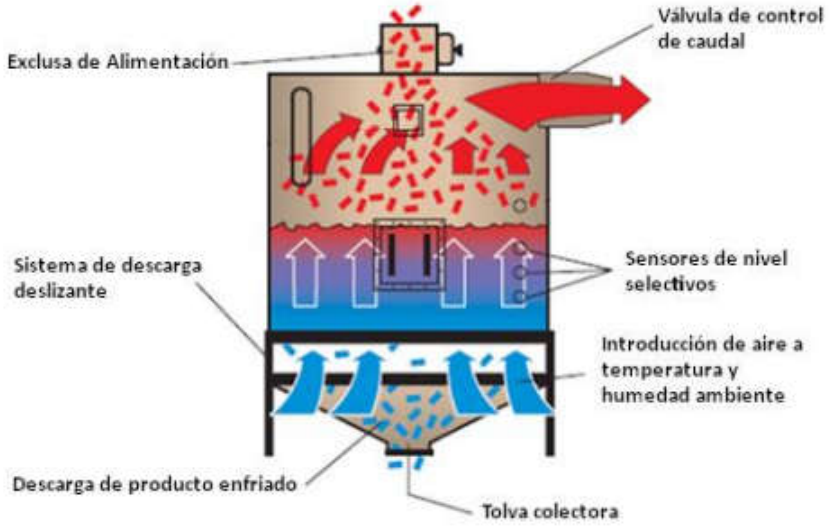


Imagen N°38: Partes y componentes del enfriador

Teniendo en cuenta la masa que ingresa a la máquina (Ton/hora), el calor especifico de la misma y la diferencia de temperaturas en la entrada y en la salida, se estima el calor liberado en el proceso de enfriado. Este calor liberado calculado es el extraído por la corriente de aire y el mismo puede aprovecharse para el calentamiento de la carga del horno secador, economizando costos de calefacción. Actualmente no contemplado en los análisis.

Tamizado

Separación de polvos que no cumplen con los requerimientos de granulometría del producto y fracciones de la materia prima que no se ha podio prensar y/o compactar.

Se utiliza un tamizador con sistema de vibración para asegurar un producto homogéneo, evitando que cause problemas en el manejo y traslado del producto y para alcanzar la calidad en cuanto a contenido de finos.

El proceso consiste en hacer pasar los pellets por un sistema de cribas, donde se separa restos de materia prima sin compactar y trozos de pellets disgregados durante el enfriado en el transporte en cinta, los cuales son reconducidos a la etapa del prensado para su reutilización en el proceso.

Para la separación de partículas muy gruesas para el uso destinado, el tamaño del tamiz delimita el tamaño de partícula máximo, estableciendo el tamaño mínimo de las piezas que no rebasan la malla en al menos una de las direcciones de esta.

Se utiliza malla número 6 Standard según normas (3,35 mm).

Tamiz Vibratorio		
Dimension	1.500 x 3.000	mm
Granularidad	3,35 (Malla nro 6)	mm
Frecuencia	960	rpm
Voltaje	380	V
Motor	2	vibradores
Capacidad	8	Tn/hs
Nivel de ruido	60	dB
Tamaño de material	3,15 - 40	mm

Imagen N°39: Ficha técnica del Tamizador

Reproceso de polvos recuperados del Tamizado

De la operación de Tamizado se pierde aproximadamente un 5% de la carga a la máquina en forma de polvos pero estos se pueden recuperar reprocesándolos en la operación de pelletizado.

La manera de llevar a cabo dicho procedimiento es mediante la recolección del deshecho dentro de una bolsa colectora de polvos asociada al tamiz, la cual antes de ser llenada es tomada por el operador de planta y trasladada hacia la carga de pelletizado, reemplazando en ese momento la bolsa llena por una bolsa vacía. Esta secuencia se repite a lo largo de todo el turno productivo.

Teniendo en cuenta la capacidad de la bolsa (1 Tn) y la tasa de producción de polvo de la máquina (aprox. 0,25 Tn/hr) según la carga procesada, el tiempo aproximado

que tardará en llenarse la misma es de 4 horas, por lo que el operador deberá llevar a cabo la acción 2 veces en el turno utilizando un autoelevador.

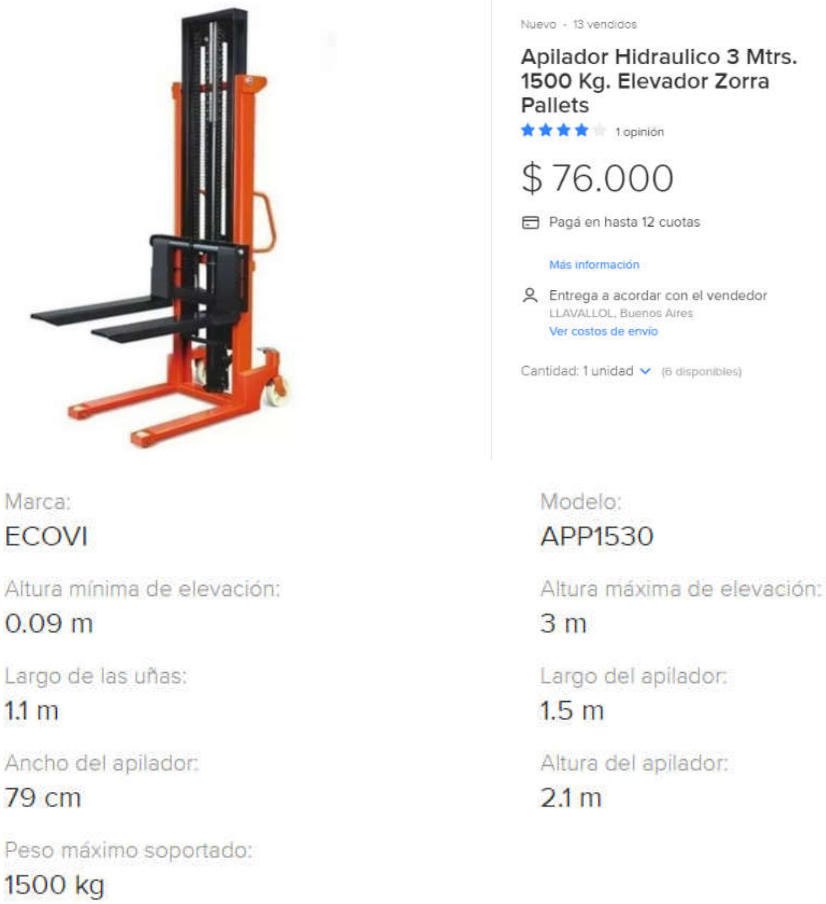


Imagen N° 40: Autoelevador

Almacenamiento de producto final en silos

Una vez cumplida la etapa anterior, los pellets son almacenados en silos. El almacenaje de los pellets a granel, debe procurar mantener una temperatura y ventilación adecuada, además de evitar que absorban humedad, protegiéndolos de la lluvia y condiciones atmosféricas desfavorables.

Los pellets son muy sensibles al desgaste físico y por lo tanto deben ser manejados con cuidado, minimizando los transportes y movimientos dentro del almacén que puedan generar grandes caídas aumentando el contenido de finos.

El almacenamiento de los pellets a granel requiere cuidados para evitar el auto calentamiento del producto y por ende riesgos de ignición espontánea, asociado a su bajo contenido de humedad. Sin embargo, debido a esa característica, el crecimiento de microorganismos es limitado por lo que no revista mayores problemas. Esto será realizado utilizando silos de almacenaje.

El empleo de silos para almacenar pellets de madera es una práctica común en las fábricas y plantas industriales de pelletización. Los silos a utilizar serán herméticamente cerrados y tendrán una gran capacidad de almacenaje. Las superficies interiores deben ser lo más lisas posibles, por lo cual se cubren con cemento vidriado, resinas sintéticas o una mezcla cuyo componente principal es el vidrio soluble. El objetivo de estos recubrimientos es facilitar el flujo del producto dentro del silo y protegerlo contra materiales corrosivos.
Cuando el material almacenado posee poca movilidad se pueden acondicionar tolvas, bien para llenar o descargar el silo, las cuales poseen una inclinación de unos 28 grados y a las que pueden adaptarse variantes de diseño como la vibración o el mezclado, para aumentar la velocidad del flujo.

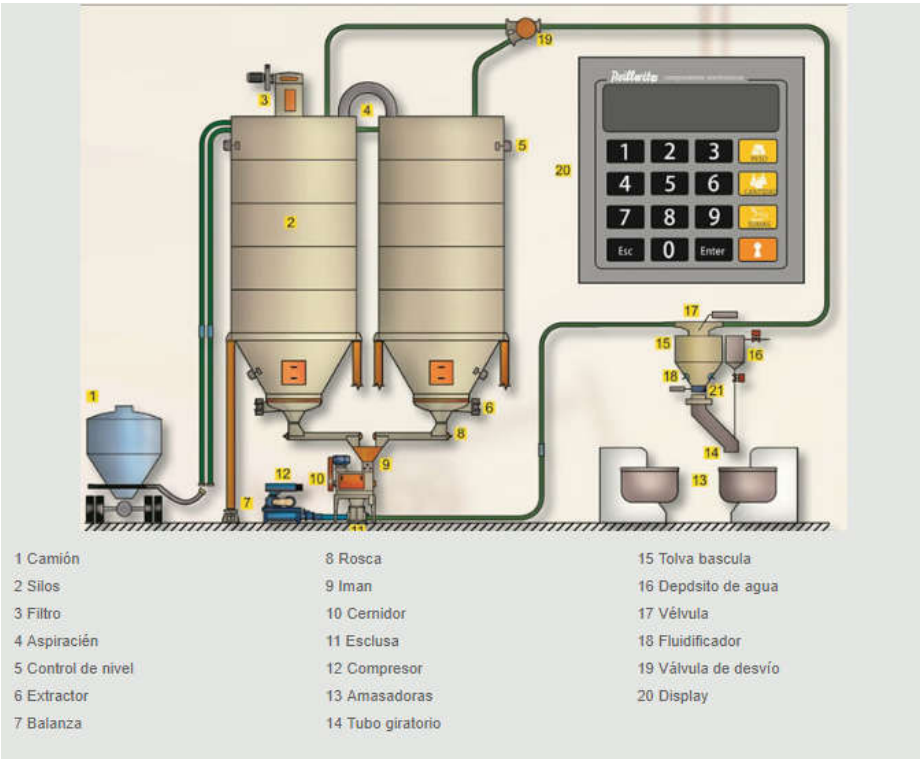


Imagen N°41: Silos con su respectivo equipamiento

Almacenamiento de producto terminado y despacho

-Producto terminado: 77 Tn diarias = **101 m³ diarios**
(Densidad de pellets: 0,76 Tn/ m³)
-Frecuencia y forma de despacho: **3 camiones diarios**

A continuación, para justificar la elección del medio de transporte y frecuencia se plantean las dos opciones analizadas para realizar el despacho de pellets desde la fábrica.

Opción 1:
Embolsados en Big Bags: para este tipo de despacho se requiere el uso de 77 bolsas diarias de 1.000 Kg cada una para satisfacer la capacidad de producción establecida.

Opción 2:
Carga directa a camión: se requerirán 3 camiones volquete diarios, con una capacidad de 25 Tn aproximadamente cada uno, para satisfacer la capacidad de producción.

Teniendo en cuenta los aditamentos adicionales requeridos para cada opción, así como también el espacio adicional requerido y el área de despacho, se decide adoptar la opción de carga directa a camión por implicar menores requerimientos.

Imagen 42: Camión volquete

DESCRIPCION DEL CAMION			
Parámetro Peso	Masa en orden de marcha del vehiculo completo (Kg)	12.200	
	Masa máxima autorizada, total (Kg)	25.000	
Parámetro Dimensión	Dimensiones exteriores (mm)	Longitud (mm)	78.35
		Ancho (mm)	2.496
		Altura (mm)	3.170
	Distancia entre ejes (mm)		3.400 + 1350
	Tamaños de carga internos	Longitud (mm)	5.400
		Ancho (mm)	2.300
		Altura (mm)	1.400
Parámetros de rendimiento	Velocidad máxima (km/h)		75
	Pendiente máxima (%)		70
	Diámetro de giro (m)		16

Tabla N°37: Características del camión

Debido al tipo de despacho de pellets, el almacenamiento de los mismos deberá ser en un silo vertical con descarga automática a camión, permitiendo agilizar la descarga y transporte de los pellets almacenados.

Determinada la cantidad de producción diaria, el diseño de la ingeniería básica plantea cumplir con un almacenamiento de 2 días a la semana, para poder satisfacer futuros incrementos en la demanda de producto (teniendo en cuenta que el proceso cuenta con capacidad ociosa) basado en la siguiente expresión:

2 días * 15,5 hr/día * x 4,98 Tn/hr: 155 Tn de producto terminado (Pellets).

Densidad de pellets: 0,76 Tn/m3, por lo que el volumen requerido convirtiendo las toneladas es de **204 m³.**

A partir de esto se define la cantidad de silos, los cuales deberán cumplir las siguientes especificaciones:

. Altura mínima superior a 9,5 metros y diámetro aproximado de 2 metros.

. Jácena secundaria con altura de 4,75 metros, suficiente para el paso de los camiones, sirviendo de apoyo a la plataforma de la tolva.

. Fondo cónico con un ángulo comprendido entre 45 y 60° que permita el vaciado completo del silo.

. Escaleras o plataforma de acceso al techo.

. Plataforma y acceso para el mantenimiento de los paneles de explosión situados en el techo del silo.

. Capacidad de almacenamiento mínima de 106,6 m³.

. El caudal de vaciado consta de una línea de descarga en camión: 20 Tn/hr.

. Boquilla de salida cuadrada que permita la instalación de una válvula reguladora de pellets terminados.

DESCRIPCION DEL SILO		
Capacidad (toneladas)	60	
Párametro Dimensión	Diámetro (m)	3
	Altura (m)	11

Imagen N°43: Descripción de silo

En base a las dimensiones y capacidades de los silos, se determina que la cantidad requerida para poder almacenar 2 (dos) días de producción en el primer año es de **cuatro (4) silos verticales con utilización del 64%.**

Se decide no optar por un silo o dos silos de mayor envergadura, debido a cuestiones de seguridad, ya que de la forma adoptada se diversifica el riesgo y a la vez disminuye el tiempo de mitigación ante un eventual incidente. Además, es conveniente por cuestiones estructurales y logísticas de montaje.

Utilización de Silos del año 1 al año 5

Descripción	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Requerimiento Bruto mensual	1.683 Tn	1.883 Tn	20.83 Tn	2.332 Tn	2.481 Tn
Stock de Seguridad	77 Tn	86 Tn	95 Tn	106 Tn	113 Tn
Cantidad total mensual	1.837 Tn	1.901 Tn	2.101 Tn	2.350 Tn	2.499 Tn
Producción total diaria	77 Tn	86 Tn	95 Tn	106 Tn	113 Tn
Capacidad Total Silos APT	240 Tn	240 Tn	240 Tn	240 Tn	240 Tn
Utilización APT	**64%**	**71%**	**79%**	**88%**	**94%**

Imagen N°44: Utilización del silo durante los 5 años

Equipamiento asociado a silos

Válvula rotativa: El silo de almacenamiento final necesita de una descarga controlada del producto terminado, por ende se requiere de la instalación de un equipo desarrollado para la transferencia de dicho producto. La opción más adecuada es la instalación de una válvula rotativa de caída libre al mismo. La válvula requiere las siguientes especificaciones:

. Diferentes unidades para diferentes velocidades de rotación.

. Diseño robusto y compacto.

. Fácil acceso a todos los componentes mecánicos internos.

. Puerta de inspección para el rotor.

. La puesta en marcha sea a través de transmisión por corriente eléctrica, adaptada con un circuito sencillo que permita realizar un sistema de monitoreo.

Elevador de Cangilones: El equipo auxiliar para cargar los silos de producto final es un elevador de cangilones, el cual se alimenta mediante una cinta transportadora y eleva la carga hacia la parte superior del silo, en donde descarga a los conductos tubulares direccionados hacia cada uno de ellos para que todo el circuito de llenado se encuentre protegido de cualquier tipo de contaminación. Dicho elevador debe tener una altura aproximada de 15 metros teniendo en cuenta las dimensiones de los silos descriptos anteriormente.

Estas son las ventajas de utilizar el sistema de carga con elevador de cangilones:

- Sistema siempre absolutamente hermético al polvo.
- Fácil de llenar y vaciar.
- Esfuerzo de limpieza considerablemente menor, gracias a la construcción prácticamente exenta de espacios muertos.
- Son posibles varias entradas y salidas.
- Menor esfuerzo de mantenimiento, dado que para el transporte de material a granel vertical no se requiere estación tensora.
- Sistema transportador a prueba de propagación de llamas y resistente a golpes de presión
- Muchas variantes posibles gracias a su configuración flexible.
- Ocupa menor superficie de piso

Capacidad	15 - 60 m³/hr
Potencia	3 - 7,5 Kw
Peso cabezal sup	650 Kg
Peso cabezal inf	290 Kg

Imagen N°45: Descripción del sistema de cangilones

Para la descarga de los silos hacia el camión volquete, la manera de llevarlo a cabo es mediante la boca de descarga de cada uno de ellos en la parte inferior directamente sobre el camión, ya que se cuenta con el espacio suficiente para que el mismo se

posicione por debajo de los silos, quienes se encuentran en altura soportados por estructuras.

Control de temperatura y gases: Para mayor seguridad, por el tipo de producto que se maneja con peligro de auto-ignición, cada silo debe estar equipado con un sistema de medición de temperatura y otro de detección de gas. Además, debe estar preparado para la extinción de incendios y de emergencia descarga de material caliente.

El sistema de medición de la temperatura incluye sensores de temperatura colocados a diferentes alturas y en diferentes posiciones horizontales, los mismos miden temperaturas de hasta 100 °C como mínimo.

El sistema de detección de gas incluye los analizadores de CO y O2, y mide la atmósfera en la parte superior del silo. El nivel de concentración del CO puede ser utilizado como un indicador de la oxidación o la pirolisis del material a granel. La medición de la concentración de O2 es útil durante la operación de extinción con gas inerte (nitrógeno) para asegurarse de que una atmósfera inerte se ha alcanzado en el silo. En los silos de pellets, el gas inerte a utilizar es el Nitrógeno o Dióxido de Carbono. El punto de inyección óptimo se encuentra en la parte inferior del silo.

Control de nivel: Para llevar un correcto control de stock almacenado, cada silo contará con sensores de nivel que darán con exactitud la cantidad de producto terminado presente. Se utilizará un sensor laser LTI:

Imagen N°46: Control de nivel

El LTI es un instrumento para medir automáticamente sin contacto el nivel de volumen, materiales sólidos granulares en silos y otros depósitos de almacenamiento. Basado en la tecnología láser con su característica de haz estrecho y baja divergencia, el LTI puede medir directamente en una superficie sin la interferencia de la estructura interna y con inmunidad completa a la superficie angular o dieléctrico material.

El sensor LTI puede medir todas las superficies visibles, independientemente de la textura, granularidad, pendiente o color. Un programador de campo opcional con el texto y lecturas gráficas hace que sea fácil de visualizar los resultados, los valores de rango de entrada y alinear el instrumento.

Despacho de producto final hacia la Terminal Puerto Rosario

Finalmente el operario del depósito será quien se encargue de despachar los pellets de madera en la caja del camión, para que luego, el transportista se dirija hacia el puerto de origen y así descargar el producto final dentro del puerto.

Cursograma analítico

A continuación se muestra el proceso completo de la producción de pellets de madera:

Proceso: Producción de pellets de madera		Resumen		
			Actual	Totalidad de movimientos
		Operación	8	19
		Transporte	7	
		Demora	0	
		Op+ Insp	1	
		Inspección	1	
		Almacenam.	2	
N°	Descripción de movimientos de pellets	Símbolo		Observaciones
1	Recepción de la materia prima en el almacen	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
2	Control y apilamiento de la MP por parte del operario	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
3	Carga de MP en pala mecanica	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
4	Traslado desde almacen de MP a Molienda	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
5	Descarga de MP en tolva del Area Molienda	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
6	Traslado desde tolva a molinos	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
7	Proceso de molienda	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
8	Traslado desde los molinos a Secador	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
9	Proceso de secado	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
10	Traslado desde secado a pelletizado	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
11	Proceso de pelletizado	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
12	Traslado desde pelletizado a enfriador	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
13	Proceso de enfriado	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
14	Traslado desde enfriador a tamizador	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
15	Proceso de Tamizado	○ ⇨ D □ ◙ ▽		Fracción de finos retorna al proceso de pelletizado
16	Control de calidad	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
17	Traslado desde tamizado a Silos	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
18	Almacenamiento de producto terminado en Silos	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-
19	Despacho de PT de silos a camiones	○ ⇨ D □ ◙ ▽		-

Imagen N°47: Cursograma analítico del proceso

Tal como se puede observar en el gráfico, se necesitarán realizar 19 movimientos a partir de que ingresa la materia prima al almacén para realizar el proceso completo.

Balance de materia

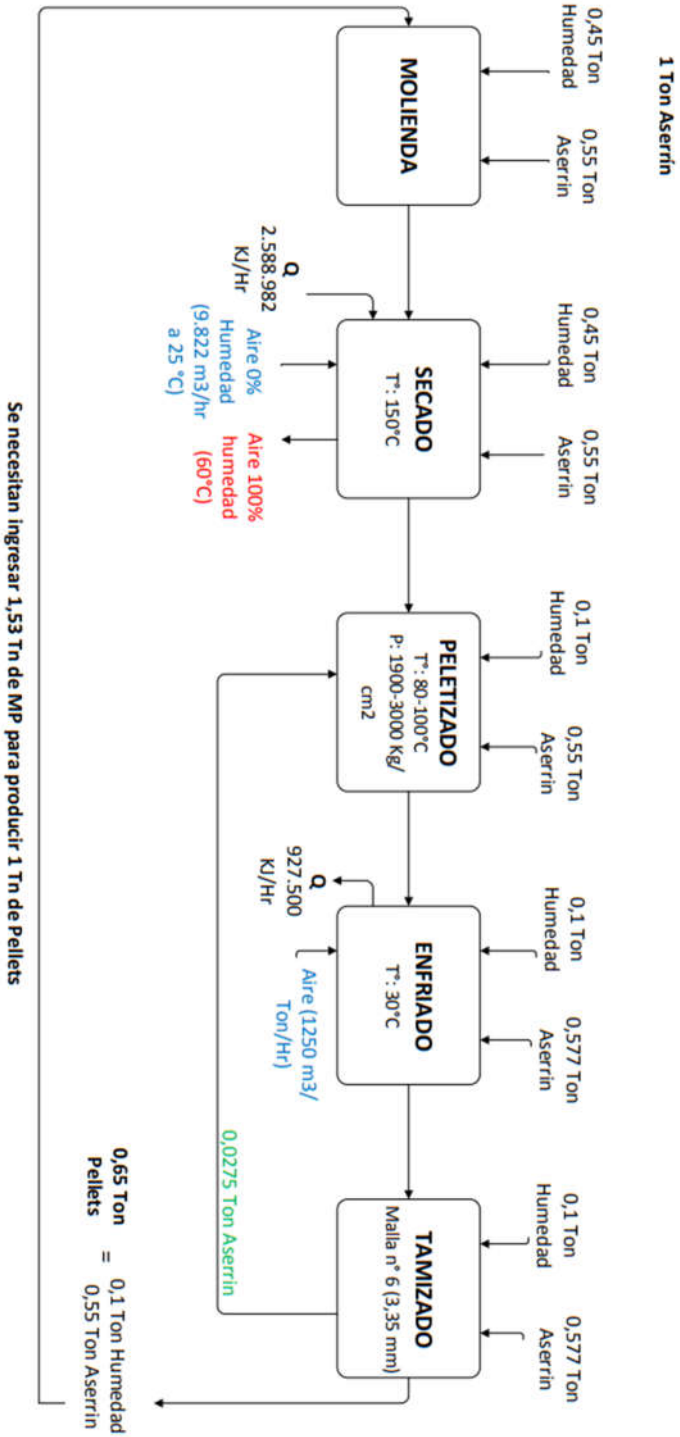


Imagen N°48: Balance de materia del proceso

Selección de maquinaria y tecnología

Se procederá a analizar las diferentes alternativas existentes para elegir correctamente la maquinaria que se utilizará para llevar a cabo el proceso productivo. Cabe destacar que cada una de las máquinas y sistemas evaluados a continuación poseen secciones adicionales a los equipos principales, las cuales no serán tomadas en cuenta en este análisis, pero si una vez finalizada la selección de los mismos.

A continuación se mencionarán las empresas participantes en el proceso de selección de maquinaria teniendo en cuenta las características y especificaciones que cumple cada una de estas; ellas son:

- HS-MACHINERY
- ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA
- LIPPEL
- KMEC Engineering.

Por último, se realizará una evaluación técnica y económica, a través de una matriz de decisión ponderando con distintos valores las variables elegidas a la hora de seleccionar la maquinaria adecuada.

Sección molienda

HS-MACHINERY

El funcionamiento se basa en la acción generada por el giro de un eje sobre el que se montan un grupo de aspas-martillo, todo ello situado en el interior de una tolva. El producto es introducido por la parte superior de la tolva principal y es golpeado repetidamente por el giro de las aspas-martillo, aplicando sobre el producto una primera etapa de rotura. Esta exclusivamente diseñado para triturar y machacar las virutas de madera.

Esta sección incluye: transportador de alimentación, molino de martillos, sistema de flujo de aire, tamiz rotativo y separador magnético.

Imagen N°49: Máquina de molienda –HS-MACHINERY-

HS - MACHINERY		
Modelo	HS-HM75	
Potencia	75	KW
Capacidad	4	Tn/hr
Precio	$ 30.023,00	Dólares

Tabla N°38: Características de máquina de molienda –HS-MACHINERY-

ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA

Molino de martillos especialmente diseñado para la molienda de biomasa: tallos de maíz, arroz, hierba, virutas de madera, madera, ramas y otros. Estructura firme y duradera, segura y conveniente. Incluye transportador de alimentación, canal vibratorio y removedor de hierros.

Imagen N°50: Máquina de molienda- ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA-

ZHENGZHOU YUFENG - YUF CHINA		
Modelo	YFCZ130×55	
Potencia	110	KW
Capacidad	6	Tn/hr
Precio	$ 39.124,00	Dólares

Tabla N°39: Características de máquina de molienda -ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA-

LIPPEL

El molino de martillo MML 980 es alimentado a través de su parte superior, contando con el auxilio de un sistema de descarga bidireccional que direcciona los residuos, conforme el sentido del giro del motor y proporcionando un mejor flujo de alimentación para el equipo.

Imagen N°51: Máquina de molienda –LIPPEL-

LIPPEL		
Modelo	MML 980	
Potencia	110	KW
Capacidad	10,5	Tn/hr
Precio	$ 85.000,00	Dolares

Tabla N°40: Características de máquina de molienda -LIPPEL-

Sección Secado

ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA

Secador rotativo, robusto y energéticamente eficiente. Apropiado para el secado de productos disgregados de granulometría variable de origen vegetal y mineral. Su distribución celular interna proporciona un reparto uniforme del producto que aumenta la superficie de contacto y el rendimiento, equilibrando el cilindro y disminuyendo la potencia de accionamiento necesaria.

Imagen N°52: Máquina de secado -ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA-

ZHENGZHOU YUFENG - YUF CHINA		
Modelo	₵ 1.8X18M	
Capacidad	9	Tn/hr
Longitud	18	metros
Diámetro	1,80	metros
Inclinación	3°- 5°	
Humedad final	< 12%	
Potencia	22	KW
Tiempo de residencia	30	minutos
Evaporación	4	Tn/hr
Precio	$ 59.524,00	Dólares

Tabla N°41: Características de máquina de secado -ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA-

HS-MACHINERY

Secador de tambor rotativo de 3 capas HuaSheng, es un sistema de alta eficiencia para el secado. Se utiliza para eliminar la humedad de los materiales biomásicos como aserrín de madera, residuos de caña de azúcar, paja, hojas, cascara de coco, etc.

La capacidad del secador de tambor rotatorio de 3 capas es de 9 Tn/hr dependiendo del tipo de máquina y de la humedad original de la materia prima que se utilizará.

Imagen N°53: Máquina de secado –HS-MACHINERY-

HS - MACHINERY		
Modelo	HS-RD2512/3	
Capacidad	9	Tn/hr
Longitud	15	metros
Diámetro	2,50	metros
Inclinación	3°-5°	
Humedad final	< 13%	
Potencia	15	KW
Tiempo de residencia	30	minutos
Evaporación	4,10	Tn/hr
Precio	$ 66.615,00	Dolares

Tabla N°42: Características de máquina de secado –HS-MACHINERY-

LIPPEL

Secador rotativo Lippel SRL 10000, es un modelo de alta eficiencia, reduciendo la humedad de la biomasa hasta un 10 -15% de alimentación automática. Es un modelo de fácil uso e instalación, con elevada confiabilidad y prestaciones.

Imagen N°54: Máquina de secado –LIPPEL-

LIPPEL		
Modelo	SRL 10000	
Capacidad	10	Tn/hr
Longitud	12	metros
Diámetro	2,30	metros
Inclinación	3	
Humedad final	<12	
Potencia	10	KW
Tiempo de residencia	30	minutos
Evaporación	2,50	Tn/hr
Precio	$ 210.000,00	Dolares

Tabla N°43: Características de máquina de secado –LIPPEL-

Sección Pelletizado/ Prensado

ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA

Pelletizadora de matriz anular vertical de alto rendimiento. Diseñada para prensar residuos de biomasa como aserrín, astillas y otros en pellets sólidos de alta densidad. Esta unidad hace que los pellets sean más sólidos con una superficie acabada más lisa.

Imagen N°55: Máquina de pelletizado/prensado – ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA-

ZHENGZHOU YUFENG - YUF CHINA		
Modelo	YFK560	
Capacidad	1,8	Tn/hr
Diámetro pellet	4 a 12	mm
Longitud pellet	adaptable	mm
Densidad final	1,3	Tn/m3
Potencia	90	KW
Precio	$ 25.000	Dólares

Tabla N°44: Características de máquina de pelletizado/prensado – ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA-

HS-MACHINERY

Prensa de pellet de matriz de anillo HS-PM510, se utiliza para la producción de pellets de mediana a gran escala. Incluye dispositivos de seguridad como imanes permanentes, pasadores de corte y protección contra sobrecargas, sistema de refrigeración, sistema de arranque suave e interruptores de seguridad.

Imagen N°56: Máquina de pelletizado/prensado – HS-MACHINERY-

HS - MACHINERY		
Modelo	HSLH-132-508	
Capacidad	2,5	Tn/hr
Diámetro pellet	6	mm
Longitud pellet	Adaptable	mm
Densidad final	1,3	Tn/m3
Potencia	115	KW
Precio	$ 25.600	Dólares

Tabla N°45: Características de máquina de pelletizado/prensado – HS-MACHINERY-

KMEC Engineering

Modelo confiable y construido con los más altos estándares de calidad. Adopta tecnología aerodinámica para reducir la temperatura en la cámara de pelletización a aproximadamente unos 90ºC, pudiendo aumentar el tiempo de duración de la matriz anular.

Imagen N°57: Máquina de pelletizado/prensado – KMEC Engineering-

KMEC		
Modelo	KMPM508	
Capacidad	2	Tn/hr
Diámetro pellet	6	mm
Longitud pellet	Adaptable	mm
Densidad final	1,0 -1,3	Tn/m3
Potencia	132	KW
Precio	$ 35.255	Dólares

Tabla N°46: Características de máquina de pelletizado/prensado – KMEC Engineering-

Sección Enfriado

ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA

Funciona en principio de contracorriente, evita que los pellets se agrieten o rompan y enfría las partículas racionalmente. La ocupación del espacio es económico y de fácil operación. Disminuye la humedad y la temperatura de los pellets que ingresan alrededor de 85°C hasta los 3.5°C.

Imagen N°58: Máquina de sección enfriado – ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA-

ZHENGZHOU YUFENG - YUF CHINA		
Modelo	YFNL2.5	
Capacidad	5	Tn/hr
Aire absorbido	13.500	m3/hr
Potencia	2,45	KW
Precio	$ 7.032	Dólares

Tabla N°47: Características de máquina de la sección enfriado – ZHENGZHOU YUFENG / YUF CHINA-

HS-MACHINERY

Funciona por el principio de enfriamiento a contraflujo, quitando la mayor parte de la humedad en la superficie de pellet. Después del proceso de enfriamiento, los pellets se vuelven más duros y más estables para el almacenamiento, embalaje y transporte.

Posee una alta eficiencia y es de control automático.

Imagen N°59: Máquina de sección enfriado –HS-MACHINERY-

HS - MACHINERY		
Modelo	HS-C6	
Capacidad	8	Tn/hr
Aire absorbido	13.500	m³/hr
Potencia	2,6	KW
Volumen de enfriamiento	6	m³
Dia Ciclón	1200	mm
Precio	$ 10.800	Dólares

Tabla N°48: Características de máquina de la sección enfriado –HS-MACHINERY-

KMEC Engineering

El enfriador de pellets es un elemento fundamental en el proceso de granulación de madera y biomasa. Los gránulos de pellets salen de la prensa a una temperatura de unos 88°C y poseen un contenido de humedad que ronda el 15%. Se debe reducir su temperatura y humedad hasta valores cercanos a la temperatura ambiente con un nivel de humedad del 10-12% o inferior para su manipulación y almacenamiento adecuados.

Imagen N°60: Características de máquina de sección enfriado – KMEC Engineering

KMEC		
Modelo	SKLN 1.9x1.9	
Capacidad	10	Tn/hr
Aire absorbido	-	m3/hr
Potencia	3	KW
Precio	$ 10.503	Dólares

Tabla N°49: Máquina de sección enfriado – KMEC Engineering

Finalizada la descripción de la maquinaria y tecnología de las empresas nombradas anteriormente según secciones del proceso, se tomará en cuenta diferentes criterios para la selección de la misma, ellos son:

Aspectos económicos: es indispensable elegir la maquinaria que brinde las mejores prestaciones en relación a las necesidades y calidad del proyecto al mejor precio posible.

Capacidad de producción: es fundamental que la capacidad de producción de los equipos se ajuste al plan maestro de producción, ya sea en cantidad de máquinas o capacidad de una sola de ellas. Se buscará la que mejor se adapte a las necesidades de este proyecto.

Servicio post-venta e instalación: será necesario contar con asesoramiento del proveedor para la instalación y puesta en marcha de la planta y/o maquinaria, y capacitación del personal de producción y mantenimiento.

Mantenimiento y repuestos: deberá ser accesible poder conseguir los repuestos necesarios para la maquinaria elegida, si estos no se pueden conseguir en el país (puede que suceda) dará lugar a demoras y paradas innecesarias con elevados costos.

Matriz de decisión para maquinaria

A continuación se realizará la matriz de decisión para seleccionar la maquinaria adecuada que se utilizará en la fabricación de pellets, eligiendo la mejor alternativa entre las empresas participantes. Cabe aclarar que para la selección de la mejor opción se tendrá en cuenta los criterios anteriormente mencionados para desarrollar los objetivos y procesos con altos estándares de calidad y sin sopesar las alternativas.

Horno: Sección secado

HORNO	PONDERACION	ZHENGZHOU YUFENG - YUF CHINA	HS-MACHINERY	LIPPEL
Aspectos económicos	30	7	8	2
Capacidad de producción	40	8	7	10
Instalación y servicio post-venta	15	5	7	8
Mantenimiento y repuestos	15	6	6	8
TOTAL	100	695	715	700

Tabla N°50: Matriz de decisión de empresas de la sección secado

Molinos: Sección molienda

MOLINO	PONDERACION	ZHENGZHOU YUFENG - YUF CHINA	HS-MACHINERY	LIPPEL
Aspectos económicos	30	7	8	4
Capacidad de producción	40	7	5	10
Instalación y servicio post-venta	15	5	7	8
Mantenimiento y repuestos	15	6	6	6
TOTAL	100	655	635	730

Tabla N°51: Matriz de decisión de empresas de la sección molienda

Pelletizadora: Sección prensado

PELLETIZADORA	PONDERACION	ZHENGZHOU YUFENG - YUF CHINA	HS-MACHINERY	KMEC
Aspectos económicos	30	8	8	5
Capacidad de producción	40	6	8	7
Instalación y servicio post-venta	15	5	7	5
Mantenimiento y repuestos	15	5	6	6
TOTAL	100	985	1145	980

Tabla N°52: Matriz de decisión de empresas de la sección prensado

Enfriador: Sección de enfriado

ENFRIADOR	PONDERACION	ZHENGZHOU YUFENG - YUF CHINA	HS-MACHINERY	KMEC
Aspectos económicos	30	7	5	5
Capacidad de producción	40	4	10	8
Instalación y servicio post-venta	15	5	7	8
Mantenimiento y repuestos	15	6	6	5
TOTAL	100	1015	1145	940

Tabla N°53: Matriz de decisión de empresas de la sección enfriado

Habiendo realizado la matriz de decisión con diferentes empresas proveedoras, quien aprovisionará los equipos principales para la elaboración del producto final dentro de la empresa es la empresa HS- Machinery.

Si bien, en la elección del molino la opción ganadora fue la empresa Lippel, se decide que el mismo será provisto por HS-Machinery, ya que en el análisis anterior se ha observado que es la empresa que mejor cumplió con los requerimientos establecidos para la elección del resto de las maquinarias, y aprovechando esto, será más conveniente comprar todas las máquinas a una misma empresa por cuestiones de costo-beneficio, logística, mantenimiento, asesoramiento, puesta en marcha, etc.

Equipos auxiliares asociados al proceso

Proceso	Equipos auxiliares	Modelo	Energia	Ancho	Longitud	Capacidad
1. Molienda	Tolva	HS - A21	-	3 metros	3 metros	5 Tn/hs
	Cinta transportadora alimentacion en molino	HS- B60	2,2 kw	0,6 metros	8 metros	-
	Removedor de impurezas en la materia prima	Incluido en el equipo principal				
2. Secado	Cinta transportadora alimentacion en secado	HS- B60	2,2 kw	0,6 metros	12 metros	-
	Quemador	HS-120/250	120-250 Gcal/hs	2 metros	3,4 metros	-
	Ventilador	HS G473-8D	18,5 kw	1,8 metros	1,8 metros	31.000 m³/hs
	Ciclón	HS 1000-2	Velocidad viento: 22 m/seg	1 metro	3,5 metros	20.100 m³/hs
	Ventilador de extraccion de polvo (ciclón)	HS473-8	18,5 kw	1,8 metros	1,8 metros	30.900 m³/hs
3. Pelletizado	Cinta transportadora alimentacion para pelletizadora	HS- B65	2,2 kw	0,5 metros	10,5 metros	-
4. Enfriador	Cinta transportadora alimentacion para pelletizadora	HS- PB70	4 kw	0,5 metros	11 metros	-
	Ventilador	HS G441-8D	14 kw	1,5 metros	1,5 metros	22.000 m³/hs
	Ciclón	HS 1000-2	Velocidad viento: 22 m/seg	1 metro	3,5 metros	20.100 m³/hs
	Colector de polvo	24 piezas de bolsas				
5. Tamizado	Cinta transportadora alimentacion para tamizadora	HS- PB70	4 kw	0,5 metros	11 metros	-
	Bolsa colectora de polvos	2 bolsas para almacenamiento del "desperdicio" en los laterales del equipo				
6. Almacenamiento en Silo	Cinta transportadora alimentacion para elevador	HS- PB80	5 kw	0,8 metros	13 metros	-
	Valvula rotativa	Presion diferencial máx: 4,4 psi	1,1 Kw	Tasa de descarga: 28,88 Tn/hs		velocidad del rotor: 30 rpm
	Elevador de cangilones para cargar Silos	-	3 - 7,5 Kw	Altura: 15 m		15 - 60 m³/hs
Accesorios adicionales y partes del sistema electrico	Sistema de control electrónico	U$35.000				
	Máquina de reparación matriz de anillo	U$ 600				

Tabla N°54: Características de quipos auxiliares

Habiéndose realizado el estudio de los equipos principales para la selección de la mejor opción, se deberá tener en cuenta que los mismos cuentan con equipos auxiliares asociados a las diferentes etapas del proceso, por lo cual, estos serán tomados en cuenta a la hora de la cotización, compra, envió, recepción y montaje.

Sumando la totalidad de los equipos auxiliares a los equipos principales, la línea productiva tendrá un costo total de U$ 348.100, repartidos de la siguiente manera:

- Equipos principales: U$ 247.400
- Equipos auxiliares: U$ 100.700

Cabe aclarar que dentro de los equipos auxiliares están contemplados todos los accesorios para el correcto funcionamiento, como por ejemplo: tuberías, conexiones, aislamientos, válvulas, tablero electrónico, etc.

Estudio de tiempos

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Unidades
Programa anual	20.202	22.598	24.990	27.989	29.769	Tn/Año
Turno 1	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	horas
Turno 2	8	8	8	8	8	horas
Turno 3	8	8	8	8	8	horas
Dias/año	259	259	259	259	259	Días

Tabla N° 55: Programación anual del proceso durante los 5 (cinco) años

Operación	Tasa de produccion ajustada a la demanda (Ton/min)	Tiempo de ciclo (min/ton)
Molienda	0,132	7,59
Secado	0,086	11,67
Prensado	0,088	11,33
Enfriado	0,088	11,33
Tamizado	0,084	11,92
Tiempo de Ciclo proceso (min/ton)		**11,92**
Tiempo de Proceso (min/ton)		**53,84**

Tabla N° 56: Determinación del tiempo de ciclo y tiempo de proceso

Se calcula el tiempo de ciclo de cada operación teniendo en cuenta que el ritmo de trabajo de la línea será tal que satisfaga la producción programada anual y por lo tanto diaria.

Se define como tiempo de ciclo a la cantidad de tiempo que transcurre entre la fabricación de dos unidades consecutivas dentro de los parámetros de calidad adecuados. Por tratarse en este caso de un producto a granel, se realizan los cálculos en base a una Tonelada en peso del mismo y la unidad corresponde a minutos por Tonelada de producto final. El tiempo de ciclo de la línea completa es el tiempo de ciclo de la última operación, en este caso el Tamizado.

El tiempo de proceso corresponde al que se liga directamente a cada operación la cual agrega valor al material procesado, por lo tanto queda definido el mismo como la sumatoria en minutos por Tonelada de cada uno de los tiempos de ciclo correspondientes a las operaciones involucradas.

Datos para calcular el Tiempo de Flujo

	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen por metro (m^3)	Tasa de carga requerida (Ton/seg)	Tasa de carga requerida (m^3/seg)	Velocidad requerida (m/seg)	Tiempo por metro recorrido (seg)	Tiempo de transporte (seg)
Tiempo de carga a tolva	-	-	-	-	-	-	-	-	66
Cinta Transp. de tolva a molino	8	0,6	0,1	0,06	0,0022	0,0088	0,1464	6,829	54,629
Cinta transp. de molino a secado	12	0,6	0,1	0,06	0,0022	0,0088	0,1464	6,829	81,944
Cinta transp. de secado a prensado	10,5	0,5	0,1	0,05	0,0014	0,0057	0,1142	8,755	91,924
Cinta transp. de prensado a enfriado	11	0,5	0,03	0,015	0,0015	0,0019	0,1291	7,748	85,225
Cint transp. de enfriado a tamizado	11	0,5	0,03	0,015	0,0015	0,0019	0,1291	7,748	85,225
						Tiempo total de transporte (seg)			465
						Tiempo total de transporte (min)			7,75

Tabla N° 57: Determinación de los tiempos totales de transporte

Tiempo de Proceso (min)	**53,84**
Tiempo de Transporte (min)	**7,75**
Tiempo de Flujo (min)	**61,59**

Para calcular el tiempo de flujo, se suman al tiempo de proceso todos aquellos tiempos que no agregan valor al producto pero que forman parte de la línea productiva. En dicho caso los tiempos anteriormente mencionados son los correspondientes a las acciones de cargar materia prima dentro de la tolva de alimentación principal y los asignados al transporte del material entre las distintas maquinas a través de cintas transportadoras. Para esto se realizó una estimación del volumen de aserrín o pellet que se transportan en un metro de cinta (teniendo en cuenta las dimensiones de la misma) y luego se calculó la velocidad a la que debe moverse la cinta para que cada máquina reciba la carga requerida para que la línea se encuentre balanceada.

Luego de obtener la velocidad de las cintas se puede saber el tiempo de transporte de cada una multiplicando la longitud de la misma por la inversa de la velocidad (cantidad de segundos que tarda en recorrer un metro).

Después de calcular el tiempo de ciclo, tiempo de proceso, tiempo de flujo y considerando el tiempo de set up para calentamiento del horno rotativo, se decide que para aprovechar la productividad diaria los operarios del primer turno dentro del primer año realizaran una jornada de 9 horas. Esto es porque se considera en base a los cálculos, que luego de preparar el horno de secado y cargar la línea con materia prima, el proceso productivo arrojara una Tonelada de producto terminado luego de transcurrida una hora.

Para el análisis de balanceo de línea se considera que todos los turnos de trabajo son de 8 horas por lo tanto la disponibilidad referida al tiempo solo es afectada por el tiempo de set up del horno (30 min), y no se considera la hora improductiva durante la cual se carga la línea, entonces para el primer año las horas netas productivas por día teniendo en cuenta 2 turnos será de 15,5 hs.

Inventario en proceso

Tasa de producción de la línea / Tiempo de flujo:

WIP	5,17 Toneladas

Balance de línea

Materia prima requerida por operación para cumplir programa anual en toneladas

			Desperdicio		
Operación	**Materia prima requerida**	**Agregado**	**No recuperable**	**Recuperable**	**Producción anual**
Molienda	31.746	0	0%	0%	31.746
Secado	31.746	0	**35%**	0%	20.635
Prensado	20.635	1.083	**2%**	0%	21.284
Enfriado	21.284	0	0%	0%	21.284
Tamizado	21.284	0	0%	**5%**	20.219

Tabla N°58: Balanceo de línea

Consideración: Para las operaciones de Molienda y Pelletizado se decide instalar en planta al menos 2 máquinas de cada una con menor capacidad de procesamiento. Esto es debido a que son las dos operaciones sometidas a esfuerzos mecánicos con piezas metálicas sometidas a desgaste (golpe, fatiga, fricción). Se pretende garantizar que la línea productiva va a continuar produciendo normalmente cuando alguna de las maquinas deba ser intervenida por Mantenimiento de manera imprevista para reparación o cambio de algún repuesto.

Teniendo en cuenta las bajas capacidades de las máquinas seleccionadas correspondientes a las operaciones de molienda y prensado, se calculará la utilización de dicha operación considerando 2 (dos) máquinas de cada una, y se llega a la conclusión que serían suficientes solo si se trabajase 3 (tres) turnos diarios. Por lo tanto, se decide agregar 1 (una) máquina más de cada una, es decir, 3 (tres) en total de cada una para realizar el balance de línea general, teniendo en cuenta que, comparando con las capacidades del resto de las operaciones, alcanzaría para que el proceso opere durante 2 turnos diarios y así tener margen de ampliar las horas productivas en un futuro si es que la demanda lo requiere.

A continuación, el análisis:

2 máquinas	Capacidad Teórica	Rendimiento Operativo	Capacidad real	Capacidad por turno	Capacidad anual
Molienda	8	98%	7,84	58,80	15229,20
Prensado	5	97%	4,85	36,38	9421,13

Estación	Materia prima Requerida	Capacidad (1 turno)	Utilización	Capacidad (2 turnos)	Utilización	Capacidad (3 turnos)	Utilización
Molienda	31.746,00	15.229,20	208,5%	31.473,68	100,9%	47.718,16	66,5%
Prensado	20.635,00	9.421,13	219,0%	19.470,33	106,0%	29.519,53	69,9%

Con 2 (dos) máquinas para molienda y otras dos para prensado, no alcanzan los 2 turnos de operación

Tabla N°59: Análisis de balanceo de línea para estación de molienda y prensado

Por lo tanto, para un nuevo análisis de balance de línea se define lo siguiente:

Cantidad de máquinas y capacidad de procesamiento para línea de producción

Molienda	3 maquinas x 4 Ton/hora
Secado	1 maquina x 9 Ton/hora
Prensado	3 maquinas x 2,5 Ton/hora
Enfriado	1 maquina x 8 Ton/hora
Tamizado	1 maquina x 8 Ton/hora

Tabla N°60: Cantidad de máquinas y capacidad de las mismas

Operación	Capacidad teórica	Rendimiento operativo	Capacidad real	Capacidad por turno	Capacidad anual
Molienda	12	98%	11,76	88,2	22.844
Secado	9	98%	8,82	66,15	17.133
Prensado	7,5	97%	7,275	54,5625	14.132
Enfriado	8	98%	7,84	58,8	15.229
Tamizado	8	98%	7,84	58,8	15.229

Tabla N°61: Capacidades en la línea de producción

Determinación final de Balance de línea

	Operación	Materia Prima requerida	Capacidad real anual (1 turno)	Utilización	Capacidad real anual (2 turnos)	Utilización	Capacidad real (3 turnos)	Utilización
Año 1	Molienda	31.746	22.844	139%	47.211	67%	71.577	44%
	Secado	31.746	17.133	185%	35.408	90%	53.683	59%
	Prensado	20.635	14.132	146%	29.205	71%	44279	47%
	Enfriado	21.265	15.229	140%	31.474	68%	47718	45%
	Tamizado	21.265	15.229	140%	31.474	68%	47718	45%

Tabla N°62: Balance de línea del año 1 en la línea de producción

Programado primer año	20.200 Ton
Turno I	9 Hs
Turno II	8 Hs
Dias año	259

En la *Tabla N°58*, se calcula la cantidad de materia prima que se debería procesar en cada tipo de operación para poder cumplir con el programa de producción anual, teniendo en cuenta el rendimiento en cada una de las operaciones.

Como se observa, la operación con mayor desperdicio no recuperable (pérdida de rendimiento) corresponde al secado, ya que es allí en donde se elimina la mayor fracción de humedad contenida en la materia prima.

En la etapa de enfriado, se elimina algo de humedad y por ello es que se estima una pérdida de rendimiento del 2%. Se debe tener en cuenta que dichas pérdidas de rendimiento se corresponden con una mejora en la calidad del producto final, ya que uno de los factores más importantes para obtener un buen poder calorífico y alto aprovechamiento de combustible en la condición de servicio para la cual es fabricada, es el bajo porcentaje de humedad en el mismo.

Así como existen desperdicios no recuperables como la humedad, hay desperdicios recuperables los cuales vuelven al proceso en la etapa de prensado/pelletizado y corresponde a los polvos extraídos en la operación de tamizado de pellets. Dichos polvos, libres de humedad, se reprocesarán no produciendo así una pérdida en cuanto al rendimiento.

Con los datos de la tabla, se observa que si cada estación de trabajo o máquina procesa la cantidad de materia prima establecida, se cumplirá con la producción programada expresada en toneladas anuales.

En la *Tabla N°61*, se cargan los datos obtenidos de la selección previa de las máquinas ligadas a cada operación en lo que refiere a la capacidad teórica de procesamiento. Dicha capacidad teórica es afectada por un porcentaje de disponibilidad operativa relacionado a paradas por mantenimiento preventivo y correctivo. De aquí es que se obtiene la capacidad de procesamiento real en un turno y consecuentemente en un año. Para ello se multiplica la capacidad real expresada en Tn/hs por la cantidad de horas productivas en un turno, y luego a ese número se lo multiplica por la cantidad de días efectivos de producción en el año obteniendo así la capacidad de procesamiento real por máquina por año.

Se determina que a las horas disponibles dentro del primer turno (9 horas) se resta el tiempo correspondiente al set up (30 min), el cual corresponde al precalentamiento del horno de secado, y se realizaría solo una vez al día, independientemente de la cantidad de turnos necesarios para cumplir con el programa anual, y también se resta el tiempo que demanda cargar la línea (1 hora) quedando una jornada laboral netamente productiva de 7,5 horas. Al segundo turno corresponde 8 hs netas productivas.
Para determinar la cantidad de días en el año, se resta al total la cantidad de días no laborables (fines de semana y feriados) arrojando un total de 259 días de producción.

En la *Tabla N°62*, se compara la cantidad de materia prima anual requerida por operación con la capacidad de procesamiento anual de cada una. Esta relación nos indica el porcentaje de utilización de cada estación de trabajo y si la misma supera el 90%, quiere decir que:

- Habrá que aumentar el número de máquinas, o
- Aumentar el número de turnos.

Por ser un proceso de alto grado de automatización, con disposición en línea de producción para arrojar un producto estandarizado, se determinará que el mismo sea diseñado para operar de manera óptima y confiable cuando se encuentre en régimen

continuo, es por eso que se decide aumentar la cantidad de turnos para balancear la línea de trabajo.

Cuando se observe que ningún grado de utilización de la máquina supere el 90% de su capacidad es cuando se determina la cantidad de turnos necesarios para cumplir con el programa de producción anual, sabiendo además, cuál es el cuello de botella del proceso **para tratar de producir a un ritmo de trabajo utilizando dicha operación al máximo posible** obteniendo una mayor rentabilidad ya que como se dijo anteriormente, se espera vender todo lo que se pueda fabricar y esto es a raíz de la gran demanda existente en el mercado objetivo en relación a la escala del proyecto.

Ritmo de trabajo Año 1: Para 3 turnos: 3,28 Tn/hs
Para 2 turnos: 4,98 Tn/hs
Para 1 turno: 10,3 Tn/hs

Luego del balance de línea se concluye que para cumplir con la producción programada en el primer año y teniendo en cuenta el número y capacidad de máquinas disponible, se requieren **dos turnos diarios** de trabajo.
Operación cuello de botella: Horno de secado.

Balance de línea para segundo, tercero, cuarto y quinto año

	Operación	Materia Prima requerida	Capacidad real anual (1 turno)	Utilización	Capacidad real anual (2 turnos)	Utilización	Capacidad real (3 turnos)	Utilización
Año 2	Molienda	35.511	22.844	155%	47.211	75%	71.577	50%
	Secado	35.511	17.133	207%	35.408	100%	53.683	66%
	Prensado	23.082	14.132	163%	29.205	79%	44279	52%
	Enfriado	23.787	15.229	156%	31.474	76%	47718	50%
	Tamizado	23.787	15.229	156%	31.474	76%	47718	50%

Tabla N°63: Balance de línea del Año 2 en la línea de producción

	Operación	Materia Prima requerida	Capacidad real anual (1 turno)	Utilización	Capacidad real anual (2 turnos)	Utilización	Capacidad real (3 turnos)	Utilización
Año 3	Molienda	39.271	22.844	172%	47.211	83%	71.577	55%
	Secado	39.271	17.133	229%	35.408	111%	53.683	73%
	Prensado	25.526	14.132	181%	29.205	87%	44279	58%
	Enfriado	26.306	15.229	173%	31.474	84%	47718	55%
	Tamizado	26.306	15.229	173%	31.474	84%	47718	55%

Tabla N°64: Balance de línea del Año 3 en la línea de producción

	Operación	Materia Prima requerida	Capacidad real anual (1 turno)	Utilización	Capacidad real anual (2 turnos)	Utilización	Capacidad real (3 turnos)	Utilización
Año 4	Molienda	43.984	22.844	193%	47.211	93%	71.577	61%
	Secado	43.984	17.133	257%	35.408	124%	53.683	82%
	Prensado	28.590	14.132	202%	29.205	98%	44279	65%
	Enfriado	29.462	15.229	193%	31.474	94%	47718	62%
	Tamizado	29.462	15.229	193%	31.474	94%	47718	62%

Tabla N°65: Balance de línea del Año 4 en la línea de producción

	Operación	Materia Prima requerida	Capacidad real anual (1 turno)	Utilización	Capacidad real anual (2 turnos)	Utilización	Capacidad real (3 turnos)	Utilización
Año 5	Molienda	46.781	22.844	205%	47.211	99%	71.577	65%
	Secado	46.781	17.133	273%	35.408	132%	53.683	87%
	Prensado	30.408	14.132	215%	29.205	104%	44279	69%
	Enfriado	31.336	15.229	206%	31.474	100%	47718	66%
	Tamizado	31.336	15.229	206%	31.474	100%	47718	66%

Tabla N°66: Balance de línea del Año 5 en la línea de producción

Como se puede observar, manteniendo la misma cantidad de máquinas en la planta, a partir del segundo año se necesitan 3 turnos diarios para cumplir con el programa de producción anual, quedando un remanente de disponibilidad para aumentar la producción luego del quinto año. La operación cuello de botella para cada año continua siento el horno de secado.

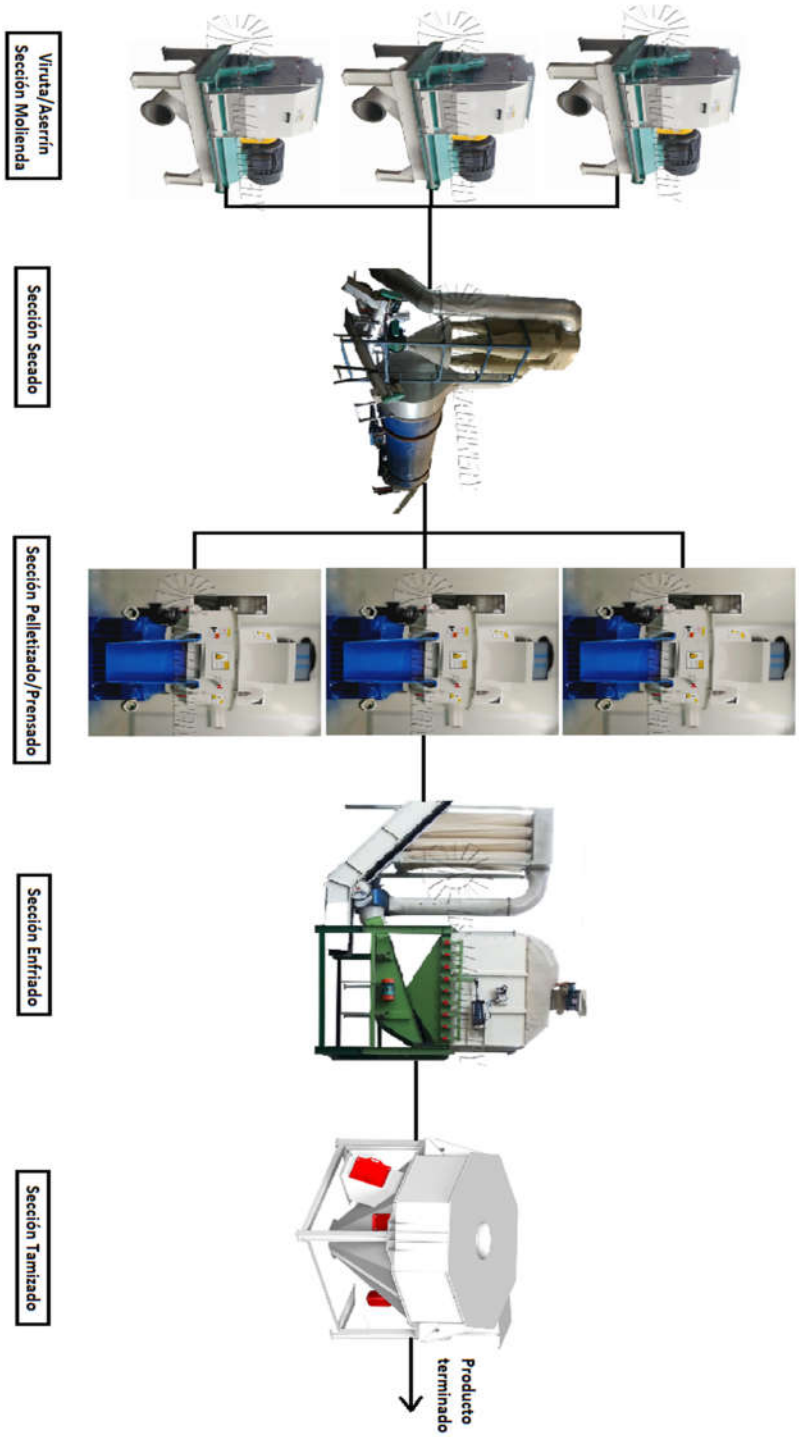


Imagen N°61: Diagrama de proceso según balance de línea

Requerimiento de personal

Por tratarse de un proceso con disposición de línea productiva automatizada, no es necesario que un trabajador se encuentre en contacto directo con el subproducto, producto final y/o maquinaria en cada una de las áreas de trabajo, por tanto no se requerirá realizar un cálculo detallado para número de operarios según tareas y optimización de tiempos, ya que las mismas estarán ligadas mayormente a puesta a punto de la unidad, control del proceso, solucionar imprevistos y seguimiento de la producción.

La única tarea asociada al proceso que requiere la presencia de un operario realizando una tarea constante y repetitiva es la operación de carga de materia prima a tolva de alimentación principal (carga a operación de molienda), por lo que anteriormente ya se realizó el análisis para determinar la necesidad del operario para dicha tarea en base a los tiempos.

Teniendo en cuenta que la planta producirá durante 16 horas diarias divididas en 2 jornadas laborales de 9 horas y 8 horas, la cantidad de personal discriminado por función asignado a cada turno será la siguiente:

-Supervisor en operación de molienda y secado (1): el operario se capacitará y especializará en las operaciones de molienda y secado para poder llevar a cabo el control adecuado y solucionar imprevistos que no requieran intervención de mantenimiento.

-Supervisor en operación de pelletizado, enfriado y tamizado (1): el operario se capacitará y especializará en las operaciones de pelletizado, enfriado y tamizado para poder llevar a cabo el control adecuado y solucionar imprevistos que no requieran intervención de mantenimiento.

-Operador de almacén de materia prima (1): Como se explicó y calculó anteriormente, el operario se encargará de manipular la maquinaria de transporte desde el AMP hasta tolva de alimentación principal.

-Operador de almacén de producto terminado (1): el operario será el encargado de controlar la descarga de pellets a los silos, la temperatura que se lleva a cabo dentro

de los silos para que no ocurra ningún imprevisto y descargar desde los silos el producto terminado hacia la caja del camión.

-Jefe de planta –producción- (1): Supervisa y gestiona los temas asociados al proceso y personal en las operaciones de cada estación.

-Mantenimiento (1): Se encarga de solucionar problemas asociados al proceso, reparando máquinas, cambiando repuestos y llevando a cabo los planes de preventivos.

-Encargado del Departamento Compras y Ventas (1): El personal se encargará de la compra de materia prima, insumos, maquinaria y equipos; y la venta del producto final. Solo trabajará durante un turno.

-Encargado del Departamento Finanzas y RR.HH (1): El personal se encargará de lo relacionado a las finanzas y recursos humanos de la empresa. Solo trabajará durante un turno.

-Jefe Logística y Comercio Exterior (1): Su función será diagramar y concretar correctamente la logística y las relaciones del comercio exterior, encargándose de las gestiones con traders y posibles compradores, calculando y previendo los costos y gastos necesarios para la correcta caracterización del producto y posterior exportación.

-Gerente general (1): Define objetivos, controla y verifica resultados de todas las áreas involucradas y toma decisiones.

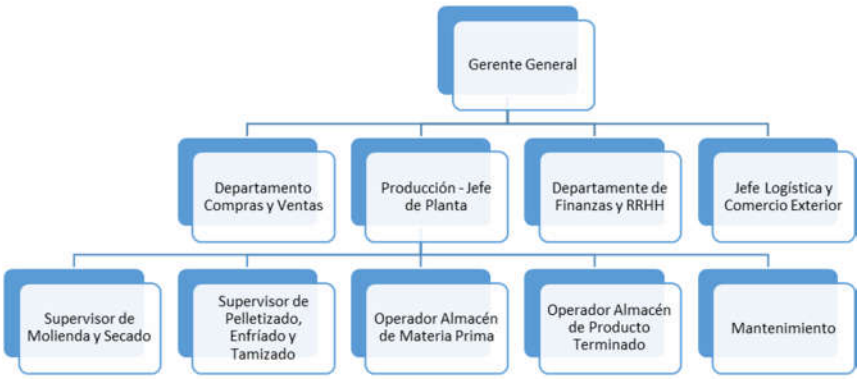


Imagen N°62: Organigrama de la empresa

Sueldos del personal

A continuación se detalla los salarios para cada puesto, según función a cumplir del personal y sin tener en cuenta cargas sociales y aportes patronales. Estos si serán tenidos en cuenta para los cálculos finales en la evaluación econométrica.

Para la determinación de los sueldos, se tiene en cuenta el convenio con la Unión de Sindicatos de la Industria Maderera.

PUESTO	SUELDO
OPERARIO	$ 33.000
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	$ 33.000
ENCARGADO DE COMPRAS Y VENTAS	$ 35.000
ENCARGADO DE FINANZAS Y RR.HH	$ 35.000
JEFE LOGISTICA Y COMERCIO EXTERIOR	$ 40.000
JEFE DE PLANTA	$ 45.000
GERENTE GENERAL	$ 55.000

Tabla N°67: Sueldos del personal de planta

Mantenimiento

Es la función empresarial a la cual se le encomienda el control constante de las instalaciones, el conjunto de los trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular (preservar la función) y el buen estado de conservación de las instalaciones, servicios e instrumentación de los establecimientos para prevenir accidentes y lesiones en el trabajador.

Conceptualmente el mantenimiento debe estar estructurado de forma tal que esté conformado por los siguientes elementos:

- Política de mantenimiento
- Plan de mantenimiento
- Programas de mantenimiento

a) Política de mantenimiento

La política de mantenimiento establece la estrategia, lineamientos y pautas a seguir en la organización funcional de mantenimiento, conformando las etapas de planificación, programación, preparación, ejecución y evaluación de resultados.

b) Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es aquel que, elaborado conforme a la política de mantenimiento, define los programas de mantenimiento a realizar en un periodo de tiempo determinado. (Periodicidad)

c) Programas de mantenimiento

Los programas de mantenimiento son aquellos en que se definen básicamente: tareas y fecha de ejecución. Tanto la política, como el plan y los programas de mantenimiento deben estar perfectamente determinados y documentados a los efectos de llevar a cabo una exitosa gestión.

En la empresa se aplicará el mantenimiento preventivo, y se realizará sobre un ítem que se encuentra en condiciones normales de operación, con el objetivo de reducir la probabilidad de falla o deficiencia en el funcionamiento, pudiéndose prevenir y programar. Estará constituido por un plan de inspecciones y trabajos realizados periódicamente según un programa cíclico a fin de evitar las fallas. El encargado del Área de Mantenimiento definirá el Plan de Mantenimiento Preventivo.

Antes de comenzar cualquier programa de mantenimiento preventivo, se recurrirá a la aplicación de un sistema de mantenimiento correctivo sobre máquinas críticas por una primera y única vez. Una vez cumplimentado, recién se aplicará el mantenimiento preventivo en forma continua y permanente como tarea de rutina normal. Así se habrá logrado introducir un sistema de trabajo a un conjunto de máquinas con un standard de mantenimiento homogéneo.

A continuación se detallaran las tareas generales a efectuarse para el mantenimiento preventivo en máquinas, equipos principales y equipos auxiliares:

- Analizar los costos.
- Inspeccionar las condiciones ambientales.
- Verificación del estado y funcionamiento del equipo.

- Limpiar e inspeccionar externamente el equipo.
- Limpiar e inspeccionar internamente el equipo.
- Lubricar y engrasar.
- Reemplazar los elementos dañados o desgastados, o aquellos que hayan cumplido con el tiempo de servicio preestablecido.
- Ajustar y calibrar.
- Revisar la seguridad eléctrica.
- Realizar pruebas funcionales completas.
- Verificar que no exista ningún tipo de fuga o problema operatorio (cumpla con las normas de seguridad).

Gestión de Calidad

La empresa necesitara implementar un sistema de gestión de calidad que se centrará no solo en la calidad del producto, servicio o satisfacción del clientes sino en los medios para obtenerla, es por eso que se utilizará el aseguramiento de la calidad y el control de los procesos para obtener una calidad más consistente.

La calidad empresarial se regirá bajo la Norma ISO 9001-2015, con el fin de asegurar que el producto cumpla con los más altos estándares de calidad. Al ser una norma tan conocida, cuando una empresa busca un proveedor, suele hacerlo basándose en que esté certificado en la norma ISO 9001, ya que es una garantía de calidad.

El organismo encargado de certificar la calidad de los pellets de madera se denomina ENplus, debiendo cumplir ciertas especificaciones técnicas que deberá cumplir el producto final como ya se ha mencionado al principio del proyecto.

Si la empresa ofrece certificado de calidad será mucho más atractiva que las empresas que no lo tengan, por eso se apuntará a obtener dicha certificación no solo para cumplir con las especificaciones técnicas requeridas por los clientes sino también como una herramienta de marketing para tener una buena imagen y credibilidad.

Cuando tanto la materia prima como el producto terminado no cumplan con los criterios de calidad internos o no satisface las especificaciones del cliente, se los definirá como producto no conforme para no dar cumplimiento a la entrega final, y dicho volumen podrá ser reprocesado.

Materia prima

Se realizaran una serie de ensayos a la materia prima antes de procesarla, realizando una extracción de una muestra al azar y verificando que cumpla con las normas de calidad establecidas por la empresa. La primera prueba será visualizar la materia prima y luego se realizaran los ensayos respectivos. Los ensayos que se realizarán a la muestra permitirán medir tres parámetros:

a) Humedad relativa
b) Porcentaje de cenizas
c) Productos indeseados

a) Humedad Relativa

DETERMINACION DE LA HUMEDAD DE LA BIOMASA		
PARAMETRO	**PROCEDIMIENTO**	**MATERIALES**
HUMEDAD: Se denomina humedad en el material a la cantidad de vapor de agua presente en el mismo	Penetracion de las agujas del equipo en la muestra de ensayo, obteniendose una lectura del contenido de humedad que posee	El equipo que se utiliza es un HUMIDIMETRO PORTATILE. El mismo posee una punta penetradora de 12,7 mm de longitud

Tabla N°68: Determinación de la humedad relativa

HUMIDIMETRO PORTATIL – MADERA

Imagen N°63: Humidimetro portátil

Es un equipo portátil, de fácil manejo, bajas dimensiones y de una precisión muy alta. Mide la humedad del material y detecta además de la humedad relativa y temperatura ambiente, la humedad absoluta de los materiales y madera. No posee errores de lectura y se utiliza con pilas de 9 voltios.

b) Porcentaje de cenizas

DETERMINACION DE LA HUMEDAD DE LA BIOMASA			
PARAMETRO	**PROCEDIMIENTO**	**MATERIALES**	**CALCULO**
CENIZA: es el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles. El porcentaje de cenizas india la cantidad de material solido no combustible por kilogramo de material	> Secar la muestra hasta peso constante. > Pesar 30 grs de la muestra en un crisol e identificar como Pi > Calcinar la muestra a 1100°C por una hora > Pesar la muestra calcinada e identificar como Pf > Realizar los calculos	> Balanza > Crisol > Mufla: donde se calcina la muestra	% Cenizas= [(Pi-Pf)*100] Donde: Pi: Peso de la muestra Pf: Peso de la muestra calcinada

Tabla N°69: Determinación de la humedad de biomasa

c) Productos indeseados

Mediante un detector de metales se procederá a analizar si la materia prima posee metales indeseados.

DETECTOR DE METALES CABLES MADERA DIGITAL BOSCH GMS 120

Imagen N°63: Detector de metales BOSCH

Características del instrumento:

•Elevada fiabilidad: gracias al calibrado automático se encuentran todos los objetos y se evitan los errores de aplicación.
•Localización fiable incluso de objetos situados en lugares profundos (hasta 120 mm de profundidad).
•Detección de metales aún más fiable gracias al anillo luminoso LED de tres colores.
•Indicación exacta del centro del objeto con la escala "Center Finder".
•Mejor visibilidad del resultado gracias a la pantalla iluminada.
•Apertura de señalización con anillo luminoso LED.

Finalizados los ensayos de calidad de la materia prima, se realizará y elevará un informe detallado a la gerencia, y se analizarán los resultados obtenidos. Se colocará un adhesivo sobre un cartel a la producción realizada en el lote depositado en el almacén. Este cartel contendrá la información básica y necesaria firmado por el supervisor de turno, para que dicho producto se encuentre en condiciones de ser procesado.

El encargado de llevar a cabo dichas tareas será el operador de almacén de materia prima, y los controles los realizará sobre cada apilamiento cónico de aserrín previo al traslado del material hacia la sección de molienda.

DETERMINACION DE LA CALIDAD **ACEPTADO**	DETERMINACION DE LA CALIDAD **EN ESPERA**	DETERMINACION DE LA CALIDAD **RECHAZADO**
RESPONSABLE:	RESPONSABLE:	RESPONSABLE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:
CODIGO DE RECEPCION:	CODIGO DE RECEPCION:	CODIGO DE RECEPCION:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:

Tabla N°70: Determinación de la calidad

Habiendo observado los carteles que se encuentran en cada sector del almacenamiento, permitirá controlar y verificar el responsable que analizó la materia prima, fecha del proveedor que la entrego, código de recepción para hacer el seguimiento, y la firma del responsable.

ACEPTADO: Nos dice que la materia prima cumplió con los controles de calidad establecidos y que está en condiciones óptimas de ser utilizada en el proceso.

EN ESPERA-NO USAR: Nos dice que la materia prima no está disponible aún para ser utilizada ya que antes deben realizarse los controles de calidad correspondiente.

RECHAZADO: Nos dice que la materia prima no aprobó los controles de calidad prestablecidos por alguna razón, y que la misma no puede ser procesada. Una vez rechazada, se procede a colocarle la etiqueta roja y se separa hacia otro sector del almacén a la espera de ser retirado por el proveedor.

Producto terminado

A la hora de seleccionar el método de control de calidad para el producto terminado (contenido de humedad, durabilidad mecánica, densidad aparente, tamaño de partícula y temperatura) se evalúan dos opciones:

-Una opción consiste en implementar un sistema programado de ensayos de laboratorio por muestreo cada cierta cantidad de tiempo. Dentro de este sistema, se requiere de un técnico de laboratorio trabajando durante ambos turnos (dos técnicos); un determinado requerimiento de espacio físico para llevar a cabo los ensayos correspondientes, y el equipamiento necesario para los mismos. Por otro lado, al ser los ensayos realizados durante períodos de tiempo prolongados por tratarse de un muestreo manual con análisis llevado a cabo por una persona, podría suceder que el producto se encuentre saliendo a los silos fuera de especificación (producto no conforme) por no haberse detectado el desvío a tiempo, implicando mayores costos operativos.

-Otra opción consiste en implementar un sistema innovador de análisis continuo (en línea) totalmente automatizado, el cual ensaya automáticamente por muestreo cada media hora y posee varias ventajas por sobre la opción anterior.

- Control automático del proceso.
- Rápidos resultados
- Permite una producción de pellets sin manipulación.
- Elimina la influencia del personal en los resultados de las pruebas.
- La calidad se registra y evalúa continuamente.

- Los resultados se pueden usar para el control y la optimización del proceso.
- Control remoto de calidad instalado y los resultados se pueden mostrar en la sala de control o en Internet.
- Reduce costos variables de mano de obra para el control de calidad interno.
- Ahorro en el consumo de energía.
- Aumento del rendimiento debido a la optimización del proceso.
- Costos operativos bajos, ya que aparte de la limpieza periódica y un servicio anual, prácticamente no genera otros gastos.

La inversión inicial para este tipo de control de calidad será mayor (incluye equipo, flete desde Austria e instalación), pero dicho gasto será amortizado en el corto plazo, no solo por la automatización que implica reducción de personal sino también por la reducción considerable de costos operativos a causa del aseguramiento de la calidad en forma continua y detección de desvíos a tiempo. Por otro lado se ahorra en infraestructura/espacio físico en planta y mantenimiento continuo asociado al equipamiento de laboratorio. Por esto mismo, es que se considera la mejor opción.

El PPA (Pellet Professional Analyzer) es un sistema de control de calidad de los pellet en línea totalmente automatizado. Este sistema, evalúa la durabilidad mecánica, la densidad aparente, el contenido de humedad, la temperatura y la distribución de tamaño de partícula. Estas variables se analizan siguiendo los métodos establecidos en la norma ISO.

Las muestras son tomadas de manera automática en diferentes puntos del proceso. El sistema PPA es compatible con los sistemas de certificación (por ejemplo, ENplus®) puesto que cubre todos los parámetros requeridos para la certificación. De hecho, la medición de estas variables se realiza con una frecuencia tan elevada como se precise (cada 30 minutos) y sin ninguna influencia humana.

Se puede integrar totalmente en el sistema de control de la planta y en todos los sistemas ERP (Planificación de Recursos Empresariales). Los resultados de las pruebas se transfieren a través de LAN al sistema de control y también pueden ser consultados en remoto mediante WLan, pudiendo así consultar la calidad producida en cualquier momento y lugar.

Operación del PPA

El PPA toma una muestra de gránulos del flujo de producto (sistema neumático). En la unidad de separación de gránulos, los gránulos se separan del polvo y pasan al dispositivo para determinar la densidad aparente, el contenido de humedad y la temperatura. Para determinar la durabilidad mecánica, los gránulos se pesan y se mueven por medio de un elevador. Luego se tamizan y se dejan caer en un recipiente. Después de girarlos se vuelven a tamizar y se pesan. La calibración está garantizada según los estándares de referencia (ISO 17828, ISO 17831-1 e ISO 18134-2).

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Dimensions	1200 x 800 x 2200 mm (2 cabinets á 600 x 800 x 2200 mm)
Weight	460 kg
Colour	RAL 7035 (light grey)
Sound pressure level	Less than 70 dBA
Power supply	230 V /16 A
Compressed air supply	Permanent min. 6,5 bar (~95 psi) Max. 14 bar (~200psi)
Specified measuring range	Wood pellets Ø 6 mm / 8 mm Moisture content: 4 - 10 % Bulk density: 550 - 750 kg/m³ Mechanical durability: 97 - 100 %
Test frequency	Max. every 30 minutes
Operation conditions	Temperature of test pellets: 0 to 50°C Operating temperature: 5 to 35°C Dimension of pellets: diameter 6 - 8 mm, Lmax = 5 cm Pellets required per measurement: approximately 5 l Quality of pellets: fines < 10 %
Material transport	Max. suction height: 7 m Max. transport distance: 20 m
Data storage	For each measurement a set of data is recorded. 500 records can be saved within the SPS of the instrument.
Data output	At the display USB Remote access Data transfer to external system

Imagen N°63: Especificaciones del PPA

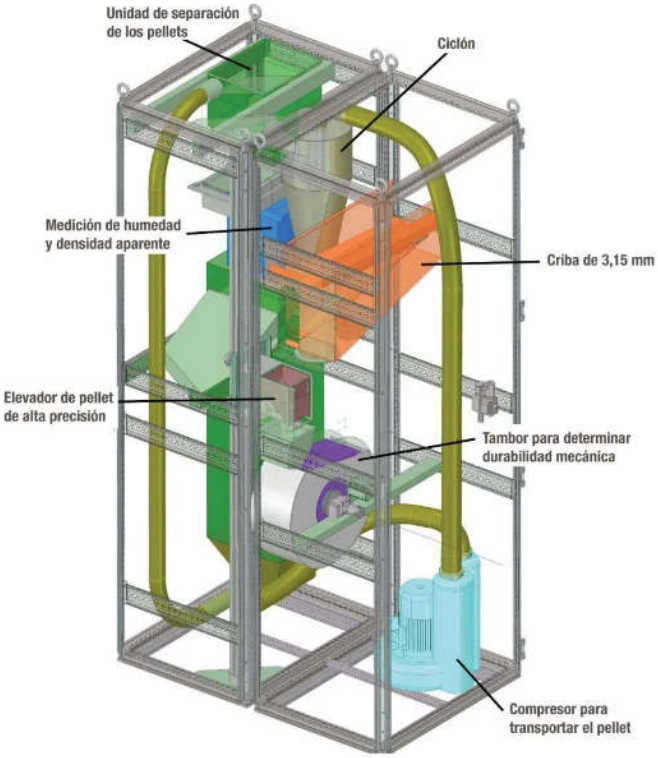


Imagen N°64: PPA

Precios suministrados por: philipp.koskarti@bioenergy.co.at , Asesor de ventas de la empresa fabricante (Bioenergy):

-PPA (incl. standard sampling device): **US$ 82.500.-**
-Delivery to Argentina: **US$ 4400.-**
-Installation and training (incl. travelling costs): **US$ 6.050.-**

Cabe destacar que el material que sea considerado como scrap (producto que no puede ser reparado, retrabajado o empleado bajo los requisitos especificados o los criterios de calidad definidos) se registre y coloque en un recipiente que tendrá su respectiva señalización. Allí se depositará todo el scrap que se genere durante el proceso incluyendo el producto terminado que se rechazó.

Seguridad industrial

Zona de almacenamiento de materia prima

La separación entre el almacén y el edificio de fabricación de la planta será al menos igual que la altura de las pilas formadas en el almacenaje (aproximadamente 3 metros) y nunca inferior a la misma para evitar el riesgo de propagación de incendios del almacén a la planta y viceversa, al igual que la distancia entre el techo y el apilamiento, la misma no superará el 1,5 metros por el mismo motivo. Además, es recomendable realizar un apilamiento menor o igual a 3 (tres) metros de aserrín a fin de evitar la acumulación de cargas eléctricas en la superficie denominada electricidad estática.

Otro problema es el nivel de polvo de aserrín arrojado en el ambiente. A continuación se mencionaran algunos métodos posibles para reducir y/o minimizar estos niveles:

- Buena limpieza dentro del almacén.

- No debe usarse aire comprimido para limpiar las superficies de trabajo (barra o uso de aspiradora para recolectar el polvo).

- Existirá un ventilador de extracción local para capturar y eliminar el polvo de los equipos de trabajo.

- Los equipos de control del polvo estarán debidamente mantenidos.

- Usar métodos húmedos donde sea apropiado, para minimizar la generación de polvo.

Zona de almacenamiento de producto terminado

Los pellets una vez fabricados pasarán a ser almacenados en cuatro silos con capacidad suficiente como para almacenar la producción.

Así mismo, el poder calorífico medio de los pellets es de 9,8 GJ/m^3, por lo que

esto arroja una carga de fuego total elevada en los silos, y teniendo en cuenta que el producto con el que se trabaja es derivado de la madera, el riesgo intrínseco asociado es alto.

Medidas a adoptar para mitigar riesgos:

- En los silos, a fin de extinguir la posible aparición de fuegos, se establece la necesidad de un sistema de introducción de gas inertizante desde el fondo del mismo.

- Además, se debe tener en cuenta la expansión de los pellets cuando son mojados, pudiendo llegar a expandirse 3,5 veces su volumen, por lo que se debe evitar el uso de agua para la extinción del fuego en los silos ya que puede llegar a reventar el silo, con los consiguientes problemas y situaciones de riesgo que puede generar este hecho.

- Se dispondrá sobre cada silo un anillo de incendio como medida de mitigación en caso de provocarse el mismo.

- Pintura antiestática, silo metálico y puesto a tierra, para evitar la aparición de chispas debidas a cargas electrostáticas que puedan originar una explosión.

- Sistemas de extracción de polvo durante el llenado del silo.

-Sistemas de detección y extinción de chispas, como los mencionado anteriormente, en la entrada del silo.

- El silo deberá tener un panel de venteo para evitar que supere, en caso de explosión, la presión reducida de explosión. Este panel además deberá cumplir una serie de condiciones como son que esté instalado en la parte superior del silo; que el producto no puede llegar a taparlo nunca, por lo que se establecerá un nivel máximo de llenado en el silo que ha de respetarse obligatoriamente; y se debe proteger el panel de venteo para evitar que puedan caer personas a través de él.

Fábrica en general

Medidas para mitigar riesgos

- Como el nivel de riesgo de la fábrica también es alto por encontrarse producto derivado de la madera en constante circulación, deberán existir al menos dos salidas alternativas en caso de incendio o ante cualquier eventualidad.

- Debido a que se trata de una planta con un riesgo intrínseco alto y su superficie es de aproximadamente 3.800 m^2, se debe disponer de un sistema de evacuación de humos, pudiendo ser natural o forzado.

- Se tendrán que instalar sistemas manuales de alarma de incendios tanto en fábrica como en el almacenaje de la materia prima y de los pellets.

- En la planta se deberá situar un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio.

- Se instalarán extintores de incendios tanto en la fábrica como en el almacén de materias primas. Los extintores deberán ser de tipo A, ya que se tratan de combustibles sólidos. En la fábrica se deberán poner 27 extintores como mínimo teniendo en cuenta las dimensiones de la misma.

- Se deberá instalar un sistema de bocas de incendio en la fábrica de pelletizado, al presentar un nivel de riesgo intrínseco alto y al tener una elevada superficie construida.

- Existe la posibilidad de formación de nubes de polvo en el ambiente, pudiendo crear junto con el oxígeno del aire una atmósfera explosiva en condiciones atmosféricas de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propagaría a la totalidad de la mezcla no quemada.

En el caso de la fábrica de pelletizado la mezcla estará formada por aire y polvo procedente de la madera. Este tipo de polvo, procedente de madera blanda, va a presentar las siguientes características:

- T° autoignición (polvo en suspensión) = 450ºC.
- T° autoignición (capa de polvo) = 225ºC.
- Mínima energía de ignición: 17mJ.
- Mínima concentración de explosividad (LIE): 70 g/m^3.
- Máxima presión de explosión: 8,1bares.
- Velocidad máxima de aumento de presión: 537bar/s.
- Índice de deflagración: 146bar*m/s.
- Se requiere un 10,5% en volumen de oxígeno para la ignición.
- Temperatura de ignición en superficie caliente con capa de polvo de 5 mm: 300ºC.
- Temperatura de ignición en superficie caliente con capa de polvo de 19 mm: 260ºC.

Las zonas que se deben estudiar frente al riesgo de atmósferas explosivas son el sector de fabricación pellets y los silos donde van a ser guardados, ya que en estas zonas es donde se van a poder producir las condiciones necesarias de explosividad debido a la existencia de procesos capaces de generar nubes de polvo.

<u>Medidas a adoptar para prevención riesgos:</u>

- Los trabajadores deben ser debidamente informados sobre cómo y dónde surge el riesgo de explosión, así como de las medidas preventivas que se han de

adoptar. Además, se les deberá informar sobre los protocolos o procedimientos a seguir en estas zonas, donde será necesario tener permisos de trabajo para ciertas actividades.

- Sistema de señalización / cartelería (Ejemplo: “Prohibido Fumar”)
- Evitar soldar o cortar en el sector donde se produce el proceso de pelletizado, y en caso de realizarse estas actividades siempre bajo autorización y asegurándose de que no existen nubes de polvo peligrosas en el área.
- Evitar la formación de capas de polvo en general, y especialmente sobre superficies calientes, ya que presentan un riesgo alto de ignición. Se realizará mediante un programa exhaustivo de limpieza.
- Evitar el uso de aparatos de aire comprimido durante cualquier actividad, incluida también la limpieza del área, ya que pueden poner en suspensión el polvo acumulado en las superficies y generar una atmósfera altamente explosiva.
- Evitar acciones que produzcan fricción, impactos, rozamientos o chispas.
- Evitar la existencia de cargas electrostáticas en la zona, para lo que se emplearán materiales antiestáticos y se deberá disponer de una adecuada y efectiva puesta a tierra.
- Motores eléctricos y demás aparatos eléctricos.
- Luminosas de emergencia deberán respetar la legislación de atmósferas explosivas.

Elementos de protección personal

Para minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y a la vez las consecuencias, será obligatorio el uso de elementos de protección personal para toda aquella persona que circule dentro del área de producción y almacenamiento:

- Mameluco ignífugo
- Casco de seguridad
- Botines de seguridad
- Lentes de seguridad
- Guantes
- Protección auditiva
- Semimascara con filtro de polvo P2 (EN 143) o N95 (estándar US NIOSH)

Como regla general para este tipo de industria, las medidas que se tomaron en cuenta a la hora de diseñar las instalaciones de la planta de pelletizado, a fin de que cumplan con las condiciones adecuadas para preservar la seguridad y la salud de los trabajadores de dicha planta son:

- Espacios de trabajo
- Vías de circulación
- Escalas fijas
- Vías y salidas de evacuación
- Orden, limpieza y mantenimiento
- Condiciones ambientales
- Iluminación
- Servicios higiénicos y locales de descanso
- Material y locales de primeros auxilios
- Niveles de riesgo.

Se implementará tanto en los almacenes como en cada equipo de fábrica un sistema de puesta a tierra para reducir los riesgos de incendio o los efectos de las

fusiones en el equipo fallado, riesgos de choques eléctricos al personal y riesgos en la caída en el voltaje de la línea mientras se trata con la falla a tierra, reducir el estrés en circuitos que conducen corrientes de falla a tierra y la probabilidad de arqueo (el personal cerca de la falla a tierra está más seguro y la destrucción del equipo se reduce).

Impacto ambiental

Efluentes líquidos

El mayor desperdicio se produce en la eliminación de agua por secado. Al utilizar aserrín húmedo dado a su alta disponibilidad y bajo costo, se debe eliminar un gran porcentaje de agua, superior al 30% de la masa total de materia prima. El agua que sale a partir del proceso de secado se elimina a través de la chimenea del equipo en el aire usado en el mismo. El vapor no es nocivo para el medio ambiente por lo que no se le debe realizar ningún tratamiento.

Emisiones Gaseosas

Las mermas en términos energéticos que podrían recuperarse serán los gases que usamos para el funcionamiento del secador y el calor extraído en el proceso de enfriado de pellets.

Residuos Sólidos

En cuanto a desperdicios de aserrín, durante el proceso es nula debido a que cualquier partícula de aserrín que no se haya amalgamado al pellet se puede volver a reprocesar en la línea de producción.

Efluentes

Por la naturaleza del proceso no hay efluentes para ser tratados dentro de la empresa.

Layout

En esta sección se procede a llevar a cabo el método convencional para la distribución de planta y oficinas dentro del parque industrial para que la misma quede definida. Teniendo en cuenta el tipo de producto que se fabrica y el proceso asociado con la tecnología disponible, dicha distribución se corresponde con una línea de producción automatizada, por lo que se aplicarán los métodos que apliquen a la misma.

Se determinará el área necesaria para cada centro de trabajo, estableciéndose un análisis detallado con el objetivo de establecer el contenido necesario o deseado de cada uno. Se constituirá un diagrama de relaciones con su respectiva representación gráfica confeccionando un diagrama de nodos. Se determinará luego la eficacia del arreglo nodal establecida para luego representar cada área teniendo en cuenta las relaciones entre cada sector y las dimensiones de los equipos que determinarán el área total requerida.

Para formar la tabla de relaciones, la cual describe de forma cuantitativa el grado de acercamiento estimado entre las distintas áreas de trabajo, debemos apoyarnos sobre los siguientes criterios de prioridad y codificación referidas de manera descendente.

Relación	Prioridad	Valor
A	Absolutamente necesario	100
E	Especialmente importante	50
I	Importante	20
O	Ordinario	10
U	No importante	0
X	Indeseable	-100

Tabla N°71: Valores de tabla de relaciones

En la siguiente tabla de relaciones se expresa la vinculación de las áreas, basándose en las claves de la tabla anterior, usadas para describir el acercamiento, por prioridad descendente. Sólo se requiere la mitad de los elementos, porque la tabla es simétrica respecto a su diagonal.

El flujo de material que llega al área de producción conformada por la serie máquinas en línea, proviene del almacén de materia prima. De la última operación de proceso, el material circula hacia el área de despacho de producto terminado. No se recomienda que ambos sectores de acopio de materia prima y pellets terminados están cercanos por posibles contaminaciones ya que presentan diferentes calidades, lo mismo ocurre con el área de despacho y la primera operación de proceso. Respecto a las oficinas es importante que se encuentren cerca del área de producción porque manejan el inventario de producción pero por otro lado, las oficinas no deben estar cerca del equipo de secado debido a las condiciones de alta temperatura en las que se trabaja. En la operación, las máquinas al estar en serie deberán respetar la cercanía según la secuencia del proceso, teniéndose en cuenta que de la operación de tamizado se reprocesa el recuperado en la sección de prensado/pelletizado.

	AMP	Molienda	Secado	Prensado	Enf/Tam	APT	Oficinas
AMP		A	X	O	U	X	O
Molienda			E	O	U	U	O
Secado				E	O	U	X
Prensado					A	U	I
Enfriado - Tamizado						A	I
APT							E

Tabla N°72: Diagrama de Relaciones

Siguiendo la metodología, se procede a mostrar una tabla de relaciones en un diagrama en el que la relación entre cada una de las áreas puede ser registrada y tener uno o

varios números debajo de la relación que indique razones o criterios para asignar la clave, según la siguiente tabla:

Razón	
1	Flujo de material
2	Flujo de información
3	Conveniencia

Diagrama de Relaciones

A continuación se muestra gráficamente el diagrama de relaciones del proceso de pellets:

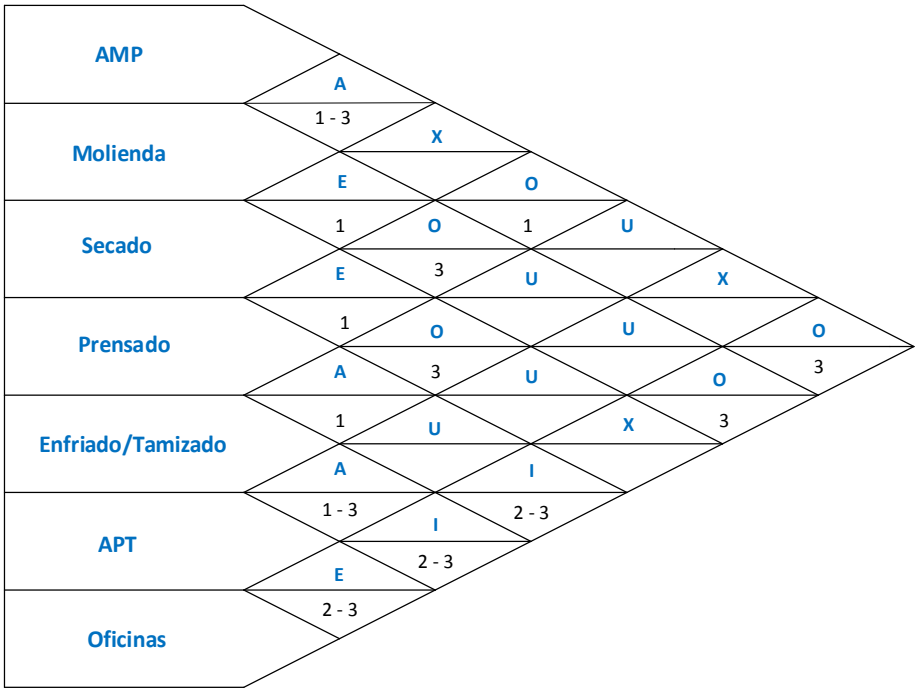


Imagen N°65: Diagrama de Relaciones

Matriz Desde-Hacia

A continuación, se especifican las unidades transportadas anuales entre las distintas áreas del proceso:

FROM \ TO	Almacen MP	Molienda	Secado	Pelletizado	Enfriado y tamizado	Almacen PT	Oficinas	x-Prop.
Almacen MP		31.746						31.746
Molienda			31.746					31.746
Secado				20.635				20.635
Pelletizado					21.265			21.265
Enfriado y tamizado				1.064		20.202		21.266
Almacen PT							0	0
Oficinas								0
	0	31.746	31.746	21.699	21.265	20.202	0	126.658

Tabla N°73: Unidades transportadas en Matriz Desde-Hacia

Una vez establecidas las relaciones entre las distintas áreas de la planta, procedemos al cálculo del área individual y total requerida para cada una de ellas, con el fin de poder disponerlas de manera adecuada y lo más eficientemente posible. Para ello, determinaremos tres tipos de espacios ocupados contemplando el espacio que ocupa cada sector u operación y el movimiento de equipos de transporte y personal dentro de la fábrica. A continuación se los clasifican:

Superficie Estática (Ss)	Considera el área total que ocupa cada equipo. **Ss = largo x ancho**
Superficie gravitacional (Sg)	Considera el área efectiva de trabajo. Se toma para todos los casos N=2 (Número de lados a partir de los cuales los equipos pueden ser utilizados). **Sg= Se x N**
Superficie de evolución (Se)	Contempla espacios para movimiento de personal y equipos de transporte. Se considera K=0,23 (Coeficiente de evolución que viene dado por la relación entre las alturas de los elementos móviles y estáticos). **Se = (Ss + Sg) x K**
Area de Almacén materia prima	Teniendo en cuenta la forma en que se dispone el aserrín en el suelo (apilamiento cónico), dimensiones, cantidad requerida según producción diaria y sumado al sobredimensionamiento explicados anteriormente, se requieren de 2600 m2 de superficie estática.
Area de Almacén producto terminado	Teniendo en cuenta dimensiones/cantidad de Silos verticales necesarios según producción diaria y sobredimensionamiento explicados anteriormente, se requieren de 48 m2 de superficie estática. Se suman 100 m2 para entrada y salida de camion.

Imagen N°66: Superficie y áreas en la industria

Equipos principales	Cantidad	Dimensiones (metros)			Superficie estática	Superficie gravitacional	Superficie de evolución	Superficie total (m2)
		Largo	Ancho	Altura				
Molino	3	2,5	1,4	1,5	10,5	21	7,25	**38,75**
Secador	1	15	2,5	2	37,5	75	25,88	**138,38**
Pelletizadora	3	2,8	2	2,1	16,8	33,6	11,59	**61,99**
Enfriador	1	1,4	1,4	2,5	1,96	3,92	1,35	**7,23**
Tamizador	1	3	1,5	1,1	4,5	9	3,11	**16,61**
Equipos adicionales	**Cantidad**	**Dimensiones (metros)**			**Superficie estática (m2)**	**Superficie gravitacional (m2)**	**Superficie de evolución (m2)**	**Superficie total (m2)**
		Largo	**Ancho**	**Altura**				
Transportadora de MP desde tolva a Molino	3	8	0,6	4	4,8	0	1,104	**17,71**
Transportadora de material Molienda-Secado	1	12	0,6	4	7,2	0	1,656	**8,86**
Equipos auxiliares Secador rotativo	1	6	2	3,5	12	0	2,76	**14,76**
Transportadora de material Secado-Pelletizado	3	10,5	0,5	7	5,25	0	1,2075	**6,46**
Transportadora de material Pelletizado-Enfriado	1	11	0,5	5	5,5	0	1,265	**6,77**
Transportadora de material Enfriado-Tamizado	1	11	0,5	5	5,5	0	1,265	**6,77**
Transportadora de material hacia silo producto final	1	6	0,8		4,8	0	1,104	**5,90**
Elevador de cangilones	1	1,5	2	15	3	0	0,69	**3,69**
Montacargas	1	1,6	1,4	2	2,24	0	0,52	**2,76**
Tolva de alimentación principal	1	3	3	3	9	9	4,14	**22,14**
Tolva de alimentación para secado	1	3,5	2	1,5	7	14	4,83	**25,83**
Tolva de alimentación para pelletizado	3	1,6	1,6	1,5	7,68	15,36	5,2992	**28,34**
Otras áreas								
Almacén MP					2600	0	598	3198
Almacén PT					148	0	34,04	182,04
Control de calidad					16	0	3,68	19,68
Oficinas					50	0	11,5	61,5
							TOTAL	**3.874,14**

Tabla N° 74: Dimensiones y superficie total de equipos principales, adicionales y áreas de la fábrica

Para definir correctamente el espacio ocupado por cada sector, se calculará el área total teórica requerida para cada operación sumando las dimensiones de la maquinaria en cuestión y los equipamientos auxiliares asociados (tolva, cinta transportadora).

Por otro lado, se definirá el largo y ancho mínimo que debe tener cada sector, el cual estará limitado por las longitudes mayores de cada equipo para que el cálculo del área teórica se adapte a geometrías reales y aplicables respetando las dimensiones de cada uno. Luego de esto y teniendo en cuenta el diagrama de relaciones y matriz desde-hacia, se podrá proponer diferentes layout y compararlos en cuanto a superficie óptima para elegir la mejor opción.

	Area Total Teórica (m2)	Largo mínimo (m)	Ancho mínimo (m)
AMP	**3198**	65	40
Molienda	**90,21**	25,5	4,2
Secado	**170,66**	35	2,5
Pelletizado	**97,1**	15,4	6
Enf/tam	**30,6**	15,4	1,5
APT	**182,04**	15	12

Tabla N° 75: Área total teórica de la empresa

Utilizando herramientas de SLP (Systematic Layout Planning), como el Bloc Plan y complementos de Excel se evaluaron posibles distribuciones en planta y armados de layout. Luego, se iteró hasta encontrar una solución óptima que satisfaga de la mejor manera el espacio, flujo de materiales y el flujo del personal.

Optaremos por proponer dos disposiciones de planta:

-Disposición en línea

-Disposición en “U”

Como datos de entrada se utilizaron el Diagrama de relaciones anteriormente mencionado y el Diagrama Desde-Hacia, obteniéndose los siguientes resultados:

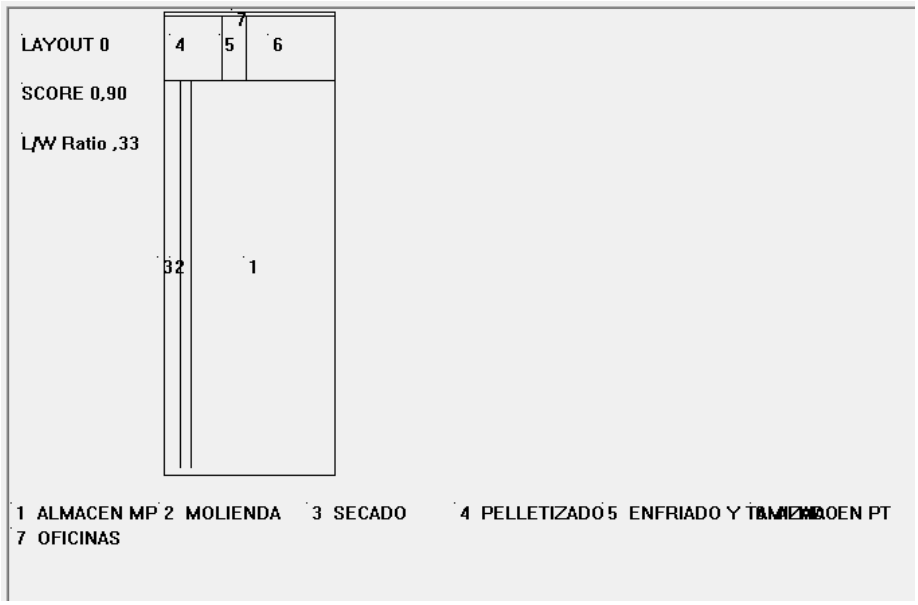


Imagen N° 67: Bloc Plan de la fábrica

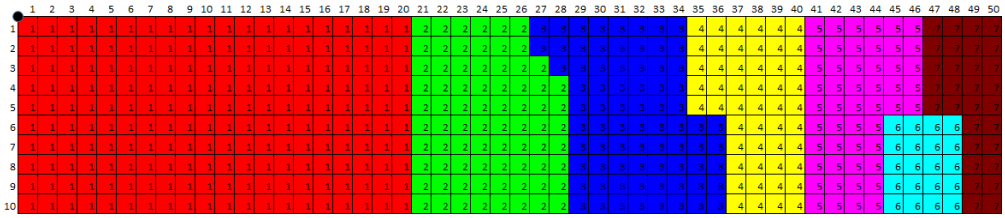


Imagen N° 68: Complemento de layout

Distribución de la planta

En base a los estudios realizados, quedará definida la distribución final de la planta, la cual contempla el espacio requerido para llevar a cabo cada tarea como así también movimientos internos y relación entre las distintas áreas.

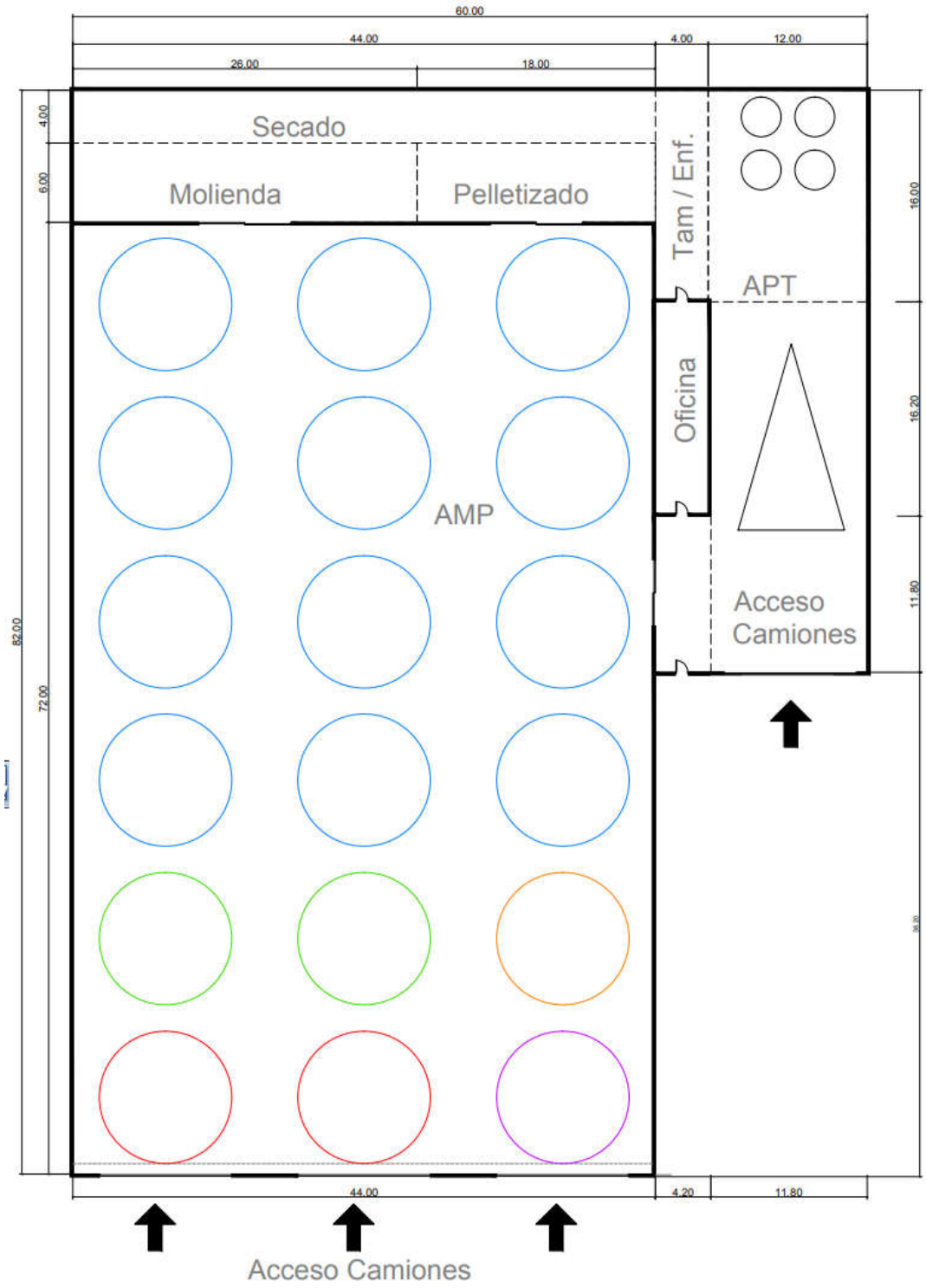


Imagen N° 69: Esquema funcional de planta con cotas ; AutoCAD

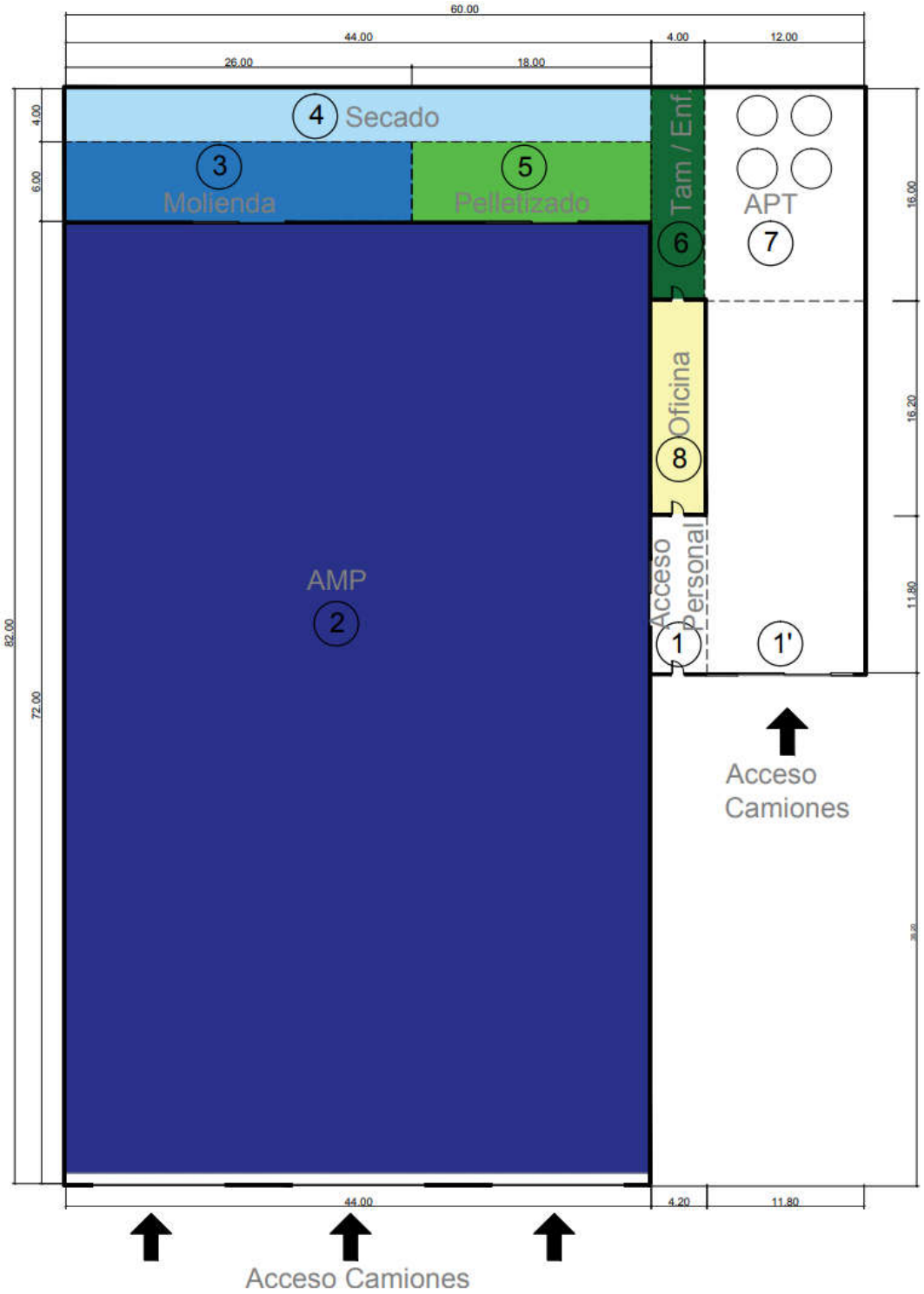


Imagen N° 70: Circuito del proceso ; AutoCAD

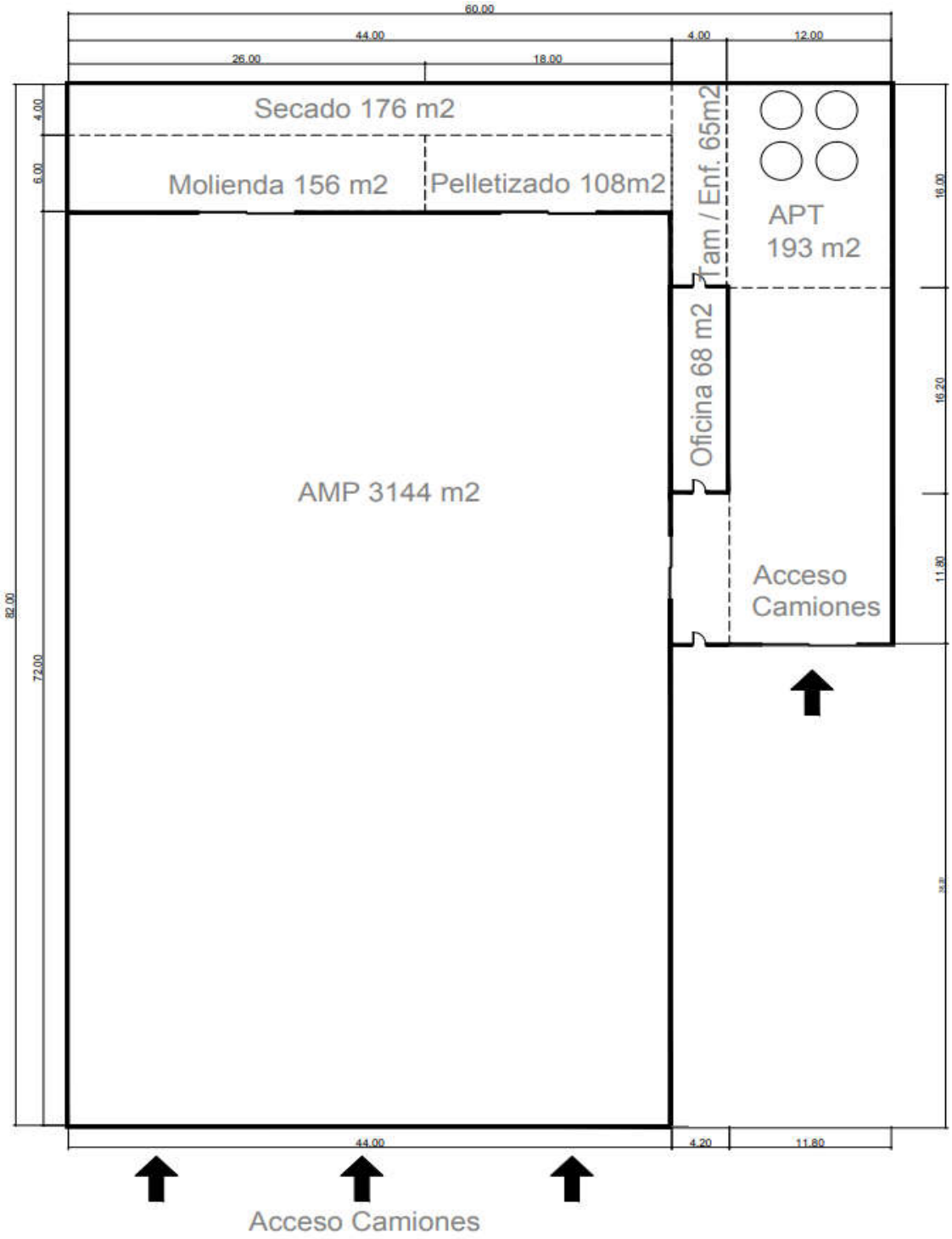


Imagen N° 71: Superficies de sectores de la planta; AutoCAD

Requerimientos energéticos para el proceso y elección de combustible

Para conocer el consumo energético que tendrá el proceso de secado en el horno rotativo, primero se debe conocer las cantidades de las corrientes que entran y salen del mismo.

El secado se llevara a cabo con una corriente de aire que será captada desde la atmósfera, la cual se hará pasar por un filtro secador para disminuir la humedad presente, por esto, se asumirá que el aire a utilizarse es seco a 25 grados Centígrados.

En primer lugar se procederá a realizar el balance de materia para el aserrín, luego el caudal másico de la corriente de aire necesario para el secado, y por último, el calor que será entregado a dicho flujo.

Datos y supuestos

1) La corriente de entrada 1, es aserrín con un contenido de humedad del 45%. Con un caudal másico de 8 toneladas por hora.
2) La corriente de salida 3, es aserrín seco con un contenido de humedad inferior al 10%.
3) La corriente de entrada 2, es aire a 25°C con 0% de humedad.
4) La corriente de salida 4, es aire a 60° C, asumiendo aire saturado.

Balance General:

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3 + \dot{m}_4$$

Balance Materia Seca

$$\dot{m}_1 \; x \; 0{,}45 = \dot{m}_3 \; x \; 0{,}10$$

Conociendo la corriente de entrada de aserrín, su contenido de humedad y conociendo la humedad del mismo a la salida, se calculará la masa de aserrín "seco" $\dot{m}_3$.

Conociendo:

$$\dot{m}_1 = 8 \; \frac{Ton}{Hr}$$

Reemplazando se obtiene:

$$\dot{m}_3 = 4.44 \; \frac{Ton}{Hr.}$$ Que es la corriente de salida de aserrín seco.

Entonces, la masa de agua a eliminar se puede calcular de la siguiente manera:

$\dot{m}_1 - \dot{m}_3 = \dot{m}_{agua\ eleminada}$

$8 - 4.44 = 3.56\ \frac{Ton}{Hr.}$

Balance de calor

El calor necesario para eliminar el agua será aportado por el aire, siendo:

$Q_{Ent.} = masa_{H_2O\ Evap} \text{x}\ Cp_{H_2O\ Liq.}\ \text{x}\ (T°_{Evap.} - T°_{Aserrín})$

$Q_{Ent.} = 3{,}56\ \frac{Ton.}{Hr.} \text{x}\ 4{,}189\ \frac{Kj}{Kg.K} (373\ \text{K} - 298\ \text{K})$

$Q_{Ent.=}\ 1.118.463\ \frac{Kj}{Hr.}$

Conociendo la cantidad de calor que suministrara el aire durante el proceso de secado propiamente dicho, se calculará el caudal másico de aire necesario y los requerimientos de calor del mismo.

Entonces:

$$Q_{Ent.=}\ \dot{m}_{Aire}\ x\ Cp_{Aire}\ x(T°_{Aire\ entrada} - T°_{Aire\ salida})$$

Una vez calculado el calor necesario para el proceso y sabiendo que la temperatura del aire a la entrada a 150°, y siendo el mismo a la salida de 60°C , se podrá calcular el flujo másico de aire necesario asumiendo que el Cp del aire es constante.

$\dot{m}_{Aire} = \frac{Q_{Ent.}}{Cp_{Aire}\ x\ (T°_{Aire\ entrada} - T°_{Aire\ salida})}$

$\dot{m}_{Aire} = \frac{1.118.463\ {}^{Kj}/_{Hr.}}{1{,}005\ {}^{Kj}/_{Kg.K}\ x\ (423 - 333)K}$

$\dot{m}_{Aire} = 12.365\ \frac{Kg.}{Hr.}$

Sabiendo que la densidad del aire es 1,25 ${}^{\text{kg}}/_{\text{m}^3}$, el caudal volumétrico será:

$\text{Volumen}_{\text{Aire}} = 9892\ {}^{m^3}/_{Hr}$

Una vez conocida la corriente de aire a la entrada es necesario calcular los requerimientos de calor para la corriente de aire $\dot{m}_3$, los cuales se estiman:

$Q_{\dot{m}_3} = \dot{m}_3 \; x \; Cp_{Aire} \; x \; (T°_{Salida} - T°_{Entrada})$

$Q_{\dot{m}_3} = 12.365 \, {}^{Kg.}/_{Hr.} \; x \; 1{,}005 \, {}^{Kj.}/_{Kg.K} \; x \; (423-298)K$

$Q_{\dot{m}_3} = 1.553.353 \, \frac{Kj}{Hr}$

Se asume que la eficiencia térmica del proceso de secado es 60%, entonces el requerimiento de calor será:

$Q_{Real} = \frac{Q_{m_s}}{\eta}$

$Q_{Real} = \frac{1.553.353}{0{,}60} \frac{Kj}{Hr}$

$Q_{Real} = 2.588.892 \, {}^{Kj}/_{Hr}$

<u>Elección del combustible a utilizar</u>

La provincia de Entre Ríos posee grandes cantidades de desperdicios de materia orgánica, las cuales son residuos de la extendida industria forestal y maderera predominante en la región. Por lo cual, sería lógico utilizar estos desperdicios (astillas, costaneros, despuntes, leña y todo aquel desperdicio biomásico) para la generación de calor de proceso.

Es posible, también, la utilización de gas natural para la generación del calor ya que la provincia cuenta con gasoductos que pueden cubrir la demanda a escala industrial.

Se compara a continuación las 2 posibles opciones.

- El poder calorífico del gas se estima en $40.000 \, {}^{Kj}/_{Kg}$ promedio.
- El precio por metro cubico es $1,094815 y el contrato por suministro es de $10784,34 mensual, siendo la categoría que encuadra este proyecto CAT. P3 (2) según la empresa con distribución en Entre Ríos, GAS NEA S.A.
- El poder calorífico de los residuos de biomasa se estima en $15.000 \, {}^{Kj}/_{Kg}$ promedio.
- El costo de la tonelada de biomasa varía desde $350 hasta $550 la tonelada, tomándose como promedio $450 la tonelada.

Se tendrá en cuenta que para el manejo de combustible tipo biomásico será necesario contar con 1 (un) operario en cada turno de producción encargado de la carga de material para la generación del calor de proceso requerido.

Cabe destacar que para el siguiente análisis no se tomará en cuenta, impuestos, tasas, aportes y contribuciones sociales para cada uno de los casos de estudio.

TARIFA 3	COSTO	UNIDAD
Consumo variable	1.094815	$/m3
Cargo fijo	10784.34	$/Mes

Tabla N° 76: Tarifa GAS NEA

GAS NATURAL		Unidad
Requerimiento Horario	2,588,982	Kj/Hr
Requerimiento Mensual	911,321,664	Kj/Mes
Cantidad necesaria	22,783	m3
Contrato, Cargo fijo (mensual)	10,784.34	$
Cargo Variable	24,924.65	$/m³
Total Mensual	**35,708.99**	**$**

Tabla N°77: Gas natural

BIOMASA		Unidad
Requerimiento Horario	2,588,982	KJ/Hr
Requerimiento Mensual	911,321,664	KJ/Mes
Cantidad necesaria	61	Ton/Mes
Contrato, Cargo fijo (mensual)	-	$
Cargo Variable ($/ton)	-	$
Total Mensual	**27450**	**$**
Operario Turno 1	33000	$/mes
Operario Turno 2	33000	$/mes
Total General Mes	**93450**	**$**

Tabla N°78: Biomasa

Habiéndose analizado estas dos alternativas, se decide que la mejor opción de combustible para la generación del calor requerido dentro del proceso es el gas natural, el cual tendrá un costo de $35.709 mensuales sin impuestos, siendo el consumo 22.783 $\frac{m^3}{mes}$.

Se calcularán los consumos asociados a cada año y su costo.

Consumo y Costo Mensual Proyectado			
Año	**Producción (Ton)**	**Consumo (m3)**	**Total Factura**
1	1683	22784	$35,728.60
2	1883	25492	$38,693.36
3	2082	28186	$41,642.80
4	2332	31570	$45,347.65
5	2480	33574	$47,541.66

Tabla N° 79: Consumo Gas Natural

Consumo de energía eléctrica

Se enumeran los consumos de energía asociados a los equipos principales del proceso, equipos auxiliares, iluminación de planta e iluminación/equipos de oficinas, teniendo en cuenta artefactos como computadoras, impresoras, aire acondicionado, heladera y microondas. Con estos valores se determinará la potencia máxima unitaria total, para luego poder llevar a cabo el análisis de tarifación.

Multiplicando la potencia total de cada equipo por la cantidad de horas diarias de funcionamiento (15,5) se determinará el consumo de energía eléctrica diario, y luego el consumo anual multiplicando dicho valor por la cantidad de días productivos en el año (259).

Equipo	Cantidad	Potencia Unitaria	Potencia Total (Kw/hs)	Consumo diario E.E	Consumo anual E.E (Kw)
Molino	3	75	225	3.600	932.400
Secador	1	12	12	192	49.728
Pelletizado	3	115	345	5.520	1.429.680
Enfriador	1	3	3	48	12.432
Tamizador	1	3	3	48	12.432
Analizador de calidad	1	5	5	28	7.123
Silo	4	-	-	-	-
Iluminación en planta	1	120	120	1.920	497.280
Iluminación y equipos de oficina	1	14	14	112	29.008
Equipos Auxiliares	1	88	88	1.408	364.672
			Potencia Total	Consumo Total Diario	Consumo Total Anual
			815	12.876	3.334.755

Tabla N°80: Consumo de energía total para 2 (dos) turnos

Equipo	Cantidad	Potencia Unitaria (Kw)	Potencia Total (Kw/hs)	Consumo diario E.E	Consumo anual E.E (Kw)
Molino	3	75	225	5.400	1.398.600
Secador	1	12	12	288	74.592
Pelletizado	3	115	345	8.280	2.144.520
Enfriador	1	3	3	72	18.648
Tamizador	1	3	3	72	18.648
Analizador de calidad	1	5	5	41	7.123
Silo	4	-	-	-	-
Iluminacion en planta	1	120	120	2.880	745.920
Iluminación y equipos de oficina	1	14	14	112	29.008
Equipos Auxiliares	1	88	88	2.112	547.008
			Potencia Total	Consumo Total Diario	Consumo Total Anual
			815	19.257	4.984.067

Tabla N°81: Consumo de energía total para 3 (tres) turnos

Tarifación eléctrica

Se calculará el consumo y la potencia eléctrica necesaria para el funcionamiento de la fábrica, teniéndose en cuenta la potencia a contratar, los consumos variables y los rangos horarios en los cuales funcionará.

Según datos obtenidos de la distribuidora de energía eléctrica ENERSA SA:

Para demandas mayores a 300 KW, ENERSA categoriza a sus clientes con tarifa T3 "clientes de gran demanda". Según el cuadro tarifario vigente para diciembre de 2018, se puede calcular el costo de la energía eléctrica a ser suministrada.

TARIFA 3	COSTO ($)	UNIDAD
Contrato Resto	23,32	$/kWmes
Contrato Pico	23,32	$/kWmes
Cargo Variable Pico	1,6488	$/kWHs
Cargo Variable Valle	1,4988	$/kWHs
Cargo Variable Resto	1,5737	$/kWHs

Tabla N°82: Tarifación de energía eléctrica

De la tabla de consumos energéticos vista anteriormente se obtiene:

FACTURA MENSUAL = CARGO FIJO + CARGO VARIABLE + IMPUESTOS

IMPUESTOS= 35 % (no contemplados, los mismos serán tratados de forma profunda en el análisis econométrico del proyecto.)

Año 1

A) CARGO FIJO RESTO / POTENCIA CONTRATADA = $815\ KW\ x\ 23{,}32\ \frac{\$}{KWMes}$

CARGO FIJO / POTENCIA CONTRATADA = $19.005{,}80\ \frac{\$}{Mes}$

B) CARGO FIJO PICO / POTENCIA CONTRATADA = $815\ KW\ x\ 23{,}32\ \frac{\$}{KWMes}$

CARGO FIJO / POTENCIA CONTRATADA = $19.005{,}80\ \frac{\$}{Mes}$

CARGO VARIABLE: CONSUMO PUNTA + CONSUMO VALLE + CONSUMO RESTO

1) CONSUMO PICO = $815\ KW\ x\ 4\ \frac{Hs}{Dia}\ x\ 22\ \frac{Dias}{Mes}\ x\ 1{,}6488\ \frac{\$}{KWMes}$

CONSUMO PICO = $118.252\ \frac{\$}{Mes}$

2) CONSUMO RESTO = $815\ KW\ x\ 12\ \frac{Hs}{Dia}\ x\ 22\ \frac{Dias}{Mes}\ x\ 1{,}5737\ \frac{\$}{KWMes}$

CONSUMO RESTO = $338.597\ \frac{\$}{Mes}$

3) CONSUMO VALLE= ILUMINACION EXTERIOR, A CARGO DEL PARQUE INDUSTRIAL.

FACTURA MENSUAL= (A+B+1+2+3+CARGO FIJO)+ (35%) IMPUESTOS

FACTURA MENSUAL= (14.312 + 14.312 + 114.860 + 328.872)$\frac{\$}{Mes}$ + IMP.

FACTURA MENSUAL= 494.860 $\frac{\$}{Mes}$ + impuestos

<u>A continuación se presenta los costos esperados para los próximos 5 (cinco) años:</u>

Consumo y Costo Mensual Proyectado			
Año	**Turnos**	**Consumo (KW)**	**Total Factura**
1	2	815	$ 494,860.00
2	3	815	$ 712,538.20
3	3	815	$ 712,538.20
4	3	815	$ 712,538.20
5	3	815	$ 712,538.20

Tabla N° 83: Consumo y costos de energía eléctrica

Análisis y determinación del precio de venta

De acuerdo con el plan de negocios, el producto se exportará hacia el puerto de Liverpool, Reino Unido. Será despachado en dicho puerto y se venderá a empresas dedicadas a la generación de energía eléctrica y/o calórica.

En cuanto al análisis de proyección de precios, es indispensable entender la naturaleza del producto. Los pellets de madera son productos con diferenciación entre los distintos productores. Existen distintas certificaciones, garantizando las diferentes calidades de producto en base a su poder calorífico. Sin embargo, pellets provenientes de distintos productores con la misma certificación no serían posibles de diferenciar uno del otro. Adicionalmente, a nivel internacional, los pellets poseen un precio que está establecido por el mercado y no presenta variaciones importantes entre países.

Para determinar el precio de venta por tonelada de producto, distribuimos los costos totales del proyecto sobre las toneladas programadas a producir teniendo en cuenta un promedio entre los 5 años analizados (25.000 Ton), quedando de la siguiente manera:

	Costo Variable Unitario	***$/Tn***
CV	Aserrin	$ 573,54
	Gas	$ 15,33
	Energía Eléctrica	$ 484,26
	Mano de obra directa	$ 423,76
	Total	**$ 1.496,89**
	Costo Fijo Unitario	***$/Tn***
CF	Gastos de Fabricación	$ 326,19
	Gastos de Comercialización	$ 1.318,87
	Gastos de Administración	$ 64,16
	Total	**$ 1.709,22**
-	**Inversión y financiamiento**	$ 485,00
	COSTO TOTAL UNITARIO	$ 3.691,11
		US$ 94

Tabla N° 84: Calculo del costo total unitario

-Gasto de materia prima (Aserrin):

El costo de materia prima se obtuvo luego de investigar en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y a través del contacto con asesores de venta de distintos aserraderos cercanos al Parque Industrial de Concordia. En base a la información brindada por los mismos se tomó un precio promedio de $363 la tonelada de aserrín con IVA y flete incluido. Teniendo en cuenta la cantidad de materia prima requerida para fabricar una tonelada de pellets o consumo específico (1,53), se calculó el costo final por tonelada.

-Gasto de Gas Natural: Incluye los gastos por contrato y gasto variable asociado principalmente al consumo del horno de secado, el cual fue calculado.

-Gasto total de energía eléctrica: Incluye los gastos por contrato en las bandas horarias y el costo variable por la cantidad de horas en funcionamiento de los equipos eléctricos. Se detalló el cálculo en la parte de consumos energéticos.

-Gasto de Mano de Obra directa: Incluye los sueldos del personal asociado directamente a la producción y administración.

-Gastos indirectos de fabricación: Incluye la totalidad de los costos indirectos de fabricación (gas, energía eléctrica de planta, gastos varios, limpieza, entre otros).

-Gastos de comercialización: Incluye gastos varios, flete hacia puerto de origen, gastos de elevación, acopio y descarga en puerto, personal de comercio exterior.

-Gastos de administración: Incluye gastos de telefonía, papelería, limpieza, seguros, servicio limpieza, energía eléctrica de oficinas.

-Gastos de financiamiento y capital propio: Incluye la inversión de capital propio y gastos asociados a la deuda (intereses pagados).

La suma de dichos costos expresada en dólares es de **94,35 US$/Tn**.

Dicho valor de venta será afectado por una utilidad porcentual de ganancia (30%) y se utilizará para determinar las ganancias futuras de la empresa, y a la vez para calcular a partir del mismo, el valor de exportación según Incoterm a designar, para poder comparar dicho valor con competidores exportadores (por ejemplo: Estado Unidos) y así verificar que tan competitivo es el precio asignado.

Logística de Exportación

Luego de que el producto terminado en especificación se carga en el camión volquete, el mismo será transportado hacia la Terminal Puerto Rosario (a 371 km de distancia).Este es el puerto de mayor superficie de Argentina con 1.600 metros lineales de muelle, el más al norte dentro de la hidrovía Paraná-Paraguay y es administrado por el ENAPRO (Ente Administrador Puerto Rosario). En los últimos años, se ha ubicado como una de las logísticas más importantes de la región gracias al lugar geográfico y estratégico que ocupa, enclavado en el corredor bioceánico conectado tanto con el Océano Pacifico como con el Atlántico.

ENAPRO tiene como misión la dirección, administración y explotación de los muelles operativos y terrenos portuarios, manteniendo las rutas y destinos comerciales como así también la preservación y promoción portuaria para una activa integración del puerto con la ciudad. La modalidad de explotación del puerto es llevada a cabo a través de la concesión de sus terminales a empresas privadas quedando bajo la órbita del ente el control de las mismas.

La Terminal multipropósito está dividida en 3 (tres) áreas: Muelle Norte, Muelle Centro y Muelle Sur. Esta sectorización asegura una cómoda y eficaz tarea en constante operar de graneles sólidos y líquidos, así como también múltiples cargas tanto para importación como para exportación.

El Puerto de Rosario es apto para recibir buques de ultramar lo que le permite absorber el tráfico de comercio tanto argentino como de países limítrofes. Estos factores en conjunto con la disponibilidad de muelles y de su zona de expansión lo distinguen como un verdadero nodo logístico y lo posicionan en los altos estándares de operatoria internacional.

Con una enorme cantidad de almacenaje de graneles sólidos, la terminal granelera atiende principalmente cargas de exportación del sector agrario cuenta con una gran capacidad de embarque (225.000 toneladas), la cual se duplico con la culminación de las obras de reestructuración de la Unidad 7 en el año 2016.

Imagen N°72: Ubicación de Terminal Puerto Rosario

Imagen N°73: Accesos a Terminal Puerto Rosario vía terrestre

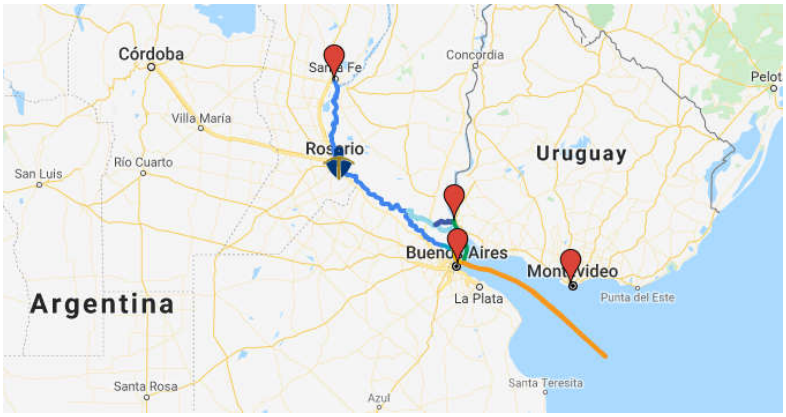


Imagen N°74: Accesos a Terminal Puerto Rosario vía fluvial

El camión que va desde la fábrica hacia el puerto suele ser de caja abierta por lo que hay que tener precaución en el caso de que el pellet en el transporte se moje o se contamine de alguna otra forma. Por esto es que los camiones irán con una lona de máxima calidad que cumple con ciertos requisitos, como se explicó anteriormente. En caso de incidencia meteorológica que pudiera afectar a la calidad del pellet, se debe interrumpir inmediatamente el transporte o la descarga. Durante el proceso de descarga se debe comprobar que no exista deterioro de la mercadería y el piso sobre el que se descarga el producto este pavimentado. Arenas u otro tipo de contaminaciones pueden generar escorias en los equipos de quemado de los mismos.

Frecuencia de despacho y operatoria en puerto

Según las cantidades a producir establecidas para el primer año según programa y las dimensiones del almacén de producto terminado diseñadas anteriormente, se establece que la cantidad de pellets a despachar por día es de 77 Toneladas, correspondiendo a tres (3) camiones volquete. Los camiones transportarán la mercadería hacia el Puerto de Rosario, en donde será descargada y elevada hacia un silo de acopio cumpliendo las condiciones para mantener la calidad de los pellets, a la espera de alcanzar una cantidad tal que permita llenar la bodega del buque.

La carga viajara hacia Liverpool en una bodega con capacidad de almacenaje de entre siete mil (7.000) y ocho mil (8.000) toneladas en el primer año. Teniendo en cuenta la cantidad diaria a despachar, esto corresponde a la producción de 4 (cuatro) meses; quedando establecido que la empresa realizara la cantidad de tres (3) exportaciones durante el primer año.

A partir de lo explicado, se calcularán los costos asociados a las operaciones en puerto los cuales se clasifican en costos de elevación (involucran carga/descarga y dependen solo de la cantidad) y costos de almacenaje (dependen de la cantidad y el tiempo de acopio).

Para realizar los cálculos se tendrá en cuenta las toneladas cargadas cada mes, hasta que se alcance el nivel de producto para completar la bodega del barco.

La mercadería se almacenara en un silo dentro del puerto y el movimiento de la misma se realizará mediante cintas transportadoras tanto para carga como para descarga de la misma.

Todas las gestiones administrativas y de relaciones para el comercio internacional estarán a cargo del Jefe de Logística y Comercio Exterior perteneciente a la empresa.

	Operación	Tarifa	Unidad	Costo Mensual	Unidad
Costo de Almaceje	Acopio	0,04	US$/Ton-Dia	1,14	US$/Ton-Mes
Costo de Elevación/ Carga	Descarga de Camiones	1,50	US$/Ton	1,50	US$/Ton
	Carga de Buque	0,50	US$/Ton	0,50	US$/Ton
	FUENTE : PUERTOS DE SANTA FE http://www.puertosfe.com/servicios/				

Tabla N° 85: Costos en puerto de origen

Cálculo de costo por tonelada para operatoria en puerto Año 1

Mes	Cantidad (Ton.)	Acumulado (Ton)	Costo Acopio (US$/Ton-Mes)	Costo Descarga Camión (US$/Ton)	Costo Carga Buque (US$/Ton)
1	1683	1683	1918,62	2524,5	-
2	1683	3366	3837,24	2524,5	-
3	1683	5049	5755,86	2524,5	-
4	1683	6732	7674,48	2524,5	3366
TOTAL		**6732**	**19186,2**	**10098**	**3366**

TOTAL COSTOS =	32650,2	US$
COSTO OPERATORIA PUERTO =	***4,85***	***US$/TON***

BODEGA DE 7000 TONELADAS, MINIMO PARA CARGAR BUQUE, FUENTE: OPERADOR PUERTODESANTAFE.COM

Tabla N° 86: Costos en puertos para exportación en el primer año

AÑO 1	**20.200**	Toneladas				
MES	**CANTIDAD (TON)**	**ACUMULADO (TON)**	**COSTO ACOPIO (US$/TON-MES)**	**COSTO DESCARGA CAMION (US$/TON)**	**Costo Carga Buque (US$/Ton)**	**TOTAL (US$/Ton)**
1	1683	1683	1918,62	2524,5	-	
2	1683	3366	3837,24	2524,5	-	
3	1683	5049	5755,86	2524,5	-	
4	1683	6732	7674,48	2524,5	3366	***4,85***
5	1683	1683	1918,62	2524,5	-	
6	1683	3366	3837,24	2524,5	-	
7	1683	5049	5755,86	2524,5	-	
8	1683	6732	7674,48	2524,5	3366	***4,85***
9	1683	1683	1918,62	2524,5	-	
10	1683	3366	3837,24	2524,5	-	
11	1683	5049	5755,86	2524,5	-	
12	1683	6732	7674,48	2524,5	3366	***4,85***
TOTAL	**20196**	*Según plan de producción anual*				

Tabla N° 87: Costos y frecuencia de envío

Cálculo de costos y cronograma de exportación

Año	Producción Anual (Ton)	Producción Mensual (Ton)	Costo (US$/Ton)	Frecuencia de envío (cant/Años)
1	20.201	1683	4,85	3
2	22.597	1883	4,85	3
3	24.990	2082	4,28	4
4	27.989	2332	4,28	4
5	29.769	2480	4,28	4

Tabla N° 88: Costos y cronograma de exportación

Tipo de Buque

El buque apropiado para el tipo y cantidad a cargar es el Handymax / Supramax, el cual es capaz de operar en regiones con puertos pequeños y forma la mayoría de los buques de carga oceánica en el mundo. Una embarcación Handymax suele contar con cinco bodegas de carga y una capacidad promedio de 35.000 Toneladas.

En cuanto a las condiciones técnicas requeridas por el barco a la hora de la carga, ante todo es necesaria una inspección “clean on board” para verificar que las bodegas están limpias y no contaminen la carga. Una compañía de control acreditada chequea el calado final de la embarcación para calcular el peso real de lo que en ella se transporta.

Es importante reducir en este proceso las mermas por finos, vientos o caídas; para ello, la clave es elegir cucharas y elementos de carga adaptados, para evitar caídas del producto. No hay que olvidar que los costos logísticos de la biomasa pueden suponer grandes porcentajes de su precio final, por lo que el control estricto de las operaciones de manipulación es fundamental.

Comercio exterior

Posición arancelaria del producto

El código de producto para la importación es 4401310000. Los productos están sujetos a la tasa estándar de IVA (21.00%). La importación desde fuera de la UE está sujeta a un impuesto de un tercer país del 0 %, a menos que esté sujeta a otras medidas.

A los efectos de la sub-partida 4401.31, la expresión 'pellets de madera' significa subproductos, tales como virutas de corte, aserrín o virutas, de la industria de transformación mecánica de la madera, la industria de fabricación de muebles u otras actividades de transformación de la madera, que han sido aglomerados directamente por compresión o por la adición de un aglutinante en una proporción que no excede el 3% en peso.

Dichos pellets son cilíndricos, con un diámetro que no exceda los 25 mm y una longitud que no supera los 100 mm.

Impuestos comerciales

Derecho de Exportación: 12% hasta el 31 de diciembre de 2019, con un máximo de AR$ 3 por cada dólar según el Decreto 793/18 y modificatoria Decreto 865/18.

Reintegros: 0,25%

Documentación para la exportación

Factura Proforma

Será emitida por el exportador, y contendrá los nombres del exportador e importador, con sus respectivas direcciones y datos. Aquí figurarán los detalles técnicos de la mercadería, fecha y lugar de emisión, la unidad de medida, cantidad de unidades que se están facturando, los precios unitarios y totales de venta, moneda de venta, condición de venta, forma y plazos de pagos, pesos brutos y netos, marcas, número de bultos que

contiene la mercadería y medio de transporte y se encuentra firmada al pie por alguna persona responsable de la empresa o del sector de Comercio Exterior. Este documento es fundamental para poder tramitar la Carta de Crédito.

Factura comercial

Al igual que la factura proforma, será emitida por el exportador, y contendrá los nombres del exportador e importador, con sus respectivas direcciones y datos y figurarán la misma información antes descripta.

Packing List

Informará el contenido, peso bruto y neto de la mercadería a ser exportada, de acuerdo a como se encuentra despachada. Emitida por el exportador en hoja membrete de la empresa con los siguientes datos principales: datos del exportador e importador, marcas y números de los bultos, lugar y fecha de emisión, modo de embarque, cantidad de bultos y descripción de la mercadería, total de los pesos brutos y netos, tipo de embalaje, firma y sello del exportador

Certificado de origen

Certifica el origen de las mercaderías del país de exportación, para ser presentado por el importador, ya que existen acuerdos de preferencia arancelaria entre los países.
El organismo autorizado para emitirlo en nuestro país es la Cámara Argentina de Comercio y la Cámara de Exportadores de Argentina.
Tiene un plazo de validez es de 180 días desde que es emitido y no puede tener fecha anterior a la de la emisión de la factura comercial que ampara el embarque.

Conocimiento de embarque

Será necesario para el transporte marítimo, siendo el título que representa la propiedad de la mercadería, la prueba del contrato de transporte y recibo de la mercadería a bordo. Los datos que contiene son: datos del cargador, datos del exportador, datos del consignatario, datos del importador, nombre del buque, puerto de carga y de descarga, indica si el flete es pagadero en destino o en origen, importe del flete, marcas y números del contenedor o de los bultos, número del precinto, descripción de mercaderías, pesos bruto y neto, volumen y medidas, fecha de embarque.

Carta de Porte

Dado que se tercerizará el transporte terrestre desde la fábrica hacia el depósito, y de este último hacia el Puerto de Buenos Aires, será necesario contar con este documento el cual es el más importante en las cargas terrestres ya que concede la titularidad de la mercadería al poseedor del mismo. Es emitido por la compañía de transporte terrestre, y en el figuran los siguientes datos: exportador, consignatario, importador, lugar y fecha de emisión, detalle de la carga: peso, cantidad, volumen, bultos, descripción, flete, si es pagado o pagadero en destino y monto, ruta y plazo del transporte, marcas y números, aduana de salida del país exportador y aduana de entrada del país importador, formalidades para el despacho de la mercadería, declaración del valor de la mercadería, documentos anexos (copias de factura, certificados, etc.).

Hoja de ruta

Documento utilizado en cargas terrestres y que acompaña al permiso de embarque de exportación, en él se detallan las principales ciudades y rutas por las cuales transita el medio de transporte con destino a la Aduana de Salida. También se detalla el número de la destinación aduanera correspondiente y el plazo para efectuar el recorrido previsto. Por lo general, esta documentación la efectúa la empresa de transporte y deberá estar firmada por un Agente de Transporte Aduanero.

MIC/DTA

Manifiesto Internacional de Carga - Declaración de Tránsito Aduanero.

Este documento es utilizado solamente en la modalidad de transporte terrestre de cargas por carretera, en cargas de exportación y tránsito. Su función esencial es contener los datos del medio de transporte que lleva la mercadería, descripción de la mercadería, aduanas de salida y destino, lugar de cruce, duración del viaje, número de precinto, embarcador, destinatario, transportista, N.C.M. y fecha de emisión y carga efectiva.

Incoterm

El incoterm elegido para realizar el análisis de competitividad es CIF, ya que permite realizar la comparación del producto a exportar respecto a los competidores en el puerto destino. Consideramos que es la opción más acertada dado que si bien nuestro importador en Reino Unido ya posee experiencia en el mercado internacional, no tiene productos de Argentina aún. Confiamos en que nuestros conocimientos de los distintos aspectos que conlleva la exportación de la mercadería son suficientes como para que no haya ningún inconveniente en la contratación del seguro y flete, haciéndonos responsables de la mercadería hasta que llegue al puerto de Liverpool. A partir de ese momento, será el importador quien se maneje para liberar la mercadería y se encargará de todos los trámites aduaneros en destino.

Trader/Brooker: Se contratará este servicio para mediar y facilitar las relaciones y negociaciones entre la empresa y los clientes en el país de destino, facilitando también la búsqueda y captación de los mismos. Los cargos a cubrir en concepto de comisión será 1% del monto total de la transacción. Los servicios de transporte y envío no están cubiertos, el comprador y el vendedor deben acordar el modo de envío a través de la plataforma virtual de negociación provista por los mismos. (Traderbiomass.com)

Competitividad del precio

Para analizar la competitividad del precio del producto en el país importador, realizaremos los cálculos referidos a todos los costos involucrados directamente sobre el mismo, desde que ingresa la materia prima a la fábrica hasta que llega el producto al puerto de destino.

A partir de los costos de fabricación y sumando un margen de utilidad, calcularemos el precio EXW (producto terminado en fábrica). A partir de dicho valor, se sumarán todos los gastos asociados al comercio exterior, gastos aduaneros y flete marítimo hacia puerto de destino para obtener un valor CIF.

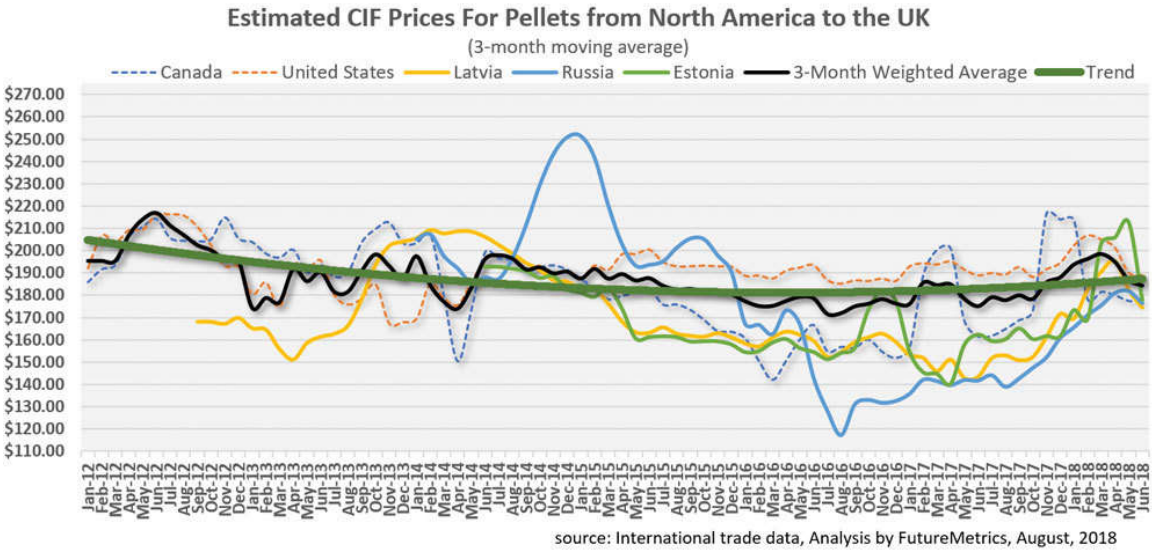
Por último, para analizar la competitividad del precio, se comparará dicho precio con el de los competidores directos incluyendo los principales exportadores hacia Reino Unido. Aquí se sabrá si el precio fijado inicialmente cuenta con margen para incrementar la utilidad o si la misma deberá disminuirse para que la tonelada de pellet pueda competir en el mercado objetivo propuesto.

Puerto destino : Liverpool - Reino Unido				
TRANSPORTE PRINCIPAL: MARÍTIMO CALCULO FOB/FCA				
Descripción	***Subtotales***	***Unidad***	***Subtotales***	***Unidad***
Cantidad	1,00	Ton	1,00	Ton
Costo Unitario	94,35	US$/Tn	3701,35	Pesos/Ton
Utilidad	30%	%	25,00	%
CONDICION EXW	122,66	US$/Tn	4811,76	Pesos/Ton
Derechos	12,00%	%	12,00%	%
Estadística	1,00%	%	1,00%	%
Reintegro	-0,25%	%	-0,25%	%
Seguro interno	1,00%	%	1,00%	%
Despachante Aduana	1,50%	%	1,50%	%
Manejo Documentacion	0,50%	%	0,50%	%
Terminal Handling	1,00%	%	1,00%	%
B/L	1,00%	%	1,00%	%
Carta de Crédito	1,50%	%	1,50%	%
Trader	1,00%	%	1,00%	%
FOB/FCA	153,80	U$S	6033,55	Pesos/Ton
FOB/FCA(U$S)	153,80	U$S	6033,55	Pesos/Ton
FOB/FCA (U$S/Tn) Rosario, Argentina	**153,80**	**U$S/Tn**	**6034,00**	**Pesos/Ton**
CALCULO CIF/CIP				
Flete Marítimo	18,00	U$S /Tn	706,14	Pesos/Ton
Seguro Internacional	2%	%	2%	%
CIF/CIP (U$S/Tn) Liverpool, Reino Unido	**175,31**	**U$S/Tn**	**6878,00**	**Pesos/Ton**

Tabla N°89: Cálculo del precio CIF

El medio de pago que se utilizará será una carta de crédito siendo un instrumento bancario que formaliza el acuerdo entre el comprador y el vendedor. Con ella se logrará tener una mayor confiabilidad y seguridad en la transacción para ambas partes asumiendo un compromiso para el cumplimiento de las normativas legales aplicables a la transacción evitando el riesgo y siendo regulada por la Cámara de Comercio Internacional.

Para analizar la competitividad del precio, como se dijo anteriormente se tomarán en cuenta los principales proveedores de pellets del Reino Unido estudiados en la primera etapa del proyecto (Estados Unidos, Canadá, Estonia, Letonia y Portugal). El rango de precio CIF por tonelada para dichos exportadores se encuentra entre los US$ 170 y US$ 220, llegando hasta los US$ 250 en ocasiones. Este análisis comparativo se centra en los principales exportadores en volumen como son Estados Unidos y Canadá, los cuales proveen en un rango de precio inferior al resto, con un valor CIF máximo de US$ 185.



PRECIO CIF POR TONELADA FUTUREMETRICS.COM	*Mínimo*	*Máximo*	*Proyecto*
Precio en Dolares (US$)	170	220	173,07
Precios en Pesos ($)	6669,1	8630,6	6790

Imagen N° 75: Estimaciones del precio CIF de diferentes países del mundo

Luego de haber calculado el valor CIF desde Concordia, Entre Ríos hacia Liverpool,

Reino Unido, se llega a la conclusión de que el producto fabricado es competitivo en el mercado objetivo llegando a un precio de US$ 175,31 la tonelada.

Además, a raíz de esto se concluye que la empresa cuenta con margen para poder aumentar el porcentaje de utilidad y absorber variabilidades (imponderables) tanto en la fabricación como en la cadena logística.

Por otro lado, como ventaja para el proyecto se debe tener en cuenta que desde la Unión Europea y el Reino Unido se ha criticado a Estados Unidos y Canadá, desde el punto de vista del desarrollo sustentable, ya que sus materias primas provienen de la explotación forestal de bosques nativos e implantados y no de desechos provenientes de la industria maderera y afines.

Ingreso al Reino Unido

El primer paso para poder importar al Reino Unido, es obtener un número de EORI (Economic Operator Registration and Identification Scheme) que nos registra como comerciantes de bienes dentro del territorio en cuestión. El formulario de EORI a completar dependerá de si se está previamente ingresado en el registro de impuesto al valor agregado o VAT (valueaddedtax) en Inglaterra. Una vez completado en formulario, el trámite lleva 3 (tres) días hasta que se expida el número de EORI y podamos comenzar a operar en territorio británico.

En cuanto a los requisitos meramente aduaneros, podemos destacar las siguientes barreras encontradas:

- Control de importación: se debe presentar el “CommonEntryDocument” (Documento Común de Entrada), que es un documento que el importador utiliza como notificación previa de la importación y que el DPE lo usa para mostrar el resultado de los controles. Éste debe ser completado por el operador de la industria donde notifica acerca de la fecha y horario estimado de llegada de la mercadería al punto designado de entrada. Se debe completar la primer parte de este documento y entregar a las autoridades competentes en el punto de entrada designado por lo menos un día antes de la llegada física del producto.
- Control de importación: Los resultados del análisis deben ser adjuntados al

certificado; el cual debe ser emitido por SENASA y presentado con anterioridad a la entrada en destino. En cuanto a la posición 4401.31 originaria de Argentina se realizarían controles físicos (en el medio de transporte, muestreo para análisis y exámenes de laboratorio, entre otros controles para verificar el cumplimiento de la legislación) y de identificación (inspección de certificados y documentos).

Análisis Económico-Financiero

Proyección de variables macroeconómicas

Para realizar los estudios económico-financieros no se tomará en cuenta la inflación de la moneda nacional y estadounidense (pesos argentinos y dólares estadounidenses), para el desarrollo del proyecto.

El producto será exportado en su totalidad a Reino Unido siendo los ingresos por venta a percibir en dólares estadounidenses, los cuales, serán convertidos una vez percibido en pesos argentinos.

Cabe aclarar, que el análisis del proyecto fue realizado enteramente en moneda nacional.

Inversión y financiamiento

Inversiones de Planta

Del estudio de ingeniería se determinó que la inversión inicial se desarrollará durante el inicio del proyecto, es decir, en el año 2018.

Se deberá invertir en el primer año en la construcción de la infraestructura necesaria para la instalación de la planta, máquinas, equipos, vehículos y tecnología para comenzar con el desarrollo de la producción en 2019.

Activos Fijos	Período 0
Terrenos	-
Obra Civil e Instalaciones	49.405.281
Maq y equipos principales Importados (FOB)	4.986.155
Maquina importada control calidad	1.624.490
Equipos auxiliares de planta	2.032.126
Silos de almacenamiento e instrumentaciòn	760.000
Vehiculos de planta	2.155.190
Software y equipos informaticos	50.000
Equipamiento de oficina	150.000
Capital de trabajo	233.915
Activos Nominales	
Gs. de Nacionalización	561.780
Flete maq importada	189.692
Gs. Preoperativos (Com. Fin)	1.446.000
Total neto de IVA	**$ 63.594.629**
IVA	**$ 12.143.721**
Total de la Inversión	**$ 75.738.351**

Tabla N°90: Activos fijos en planta

Capital de trabajo

El Activo de Trabajo representa aquellos Activos Corrientes necesarios para llevar a cabo el proyecto. El Capital de Trabajo es la diferencia entre el Activo Corriente y el Pasivo Corriente.

A continuación se muestra las inversiones de Capital de trabajo a realizar cada año.

	Capital de Trabajo					
Activo Corriente	**Perído 0**	**Perído 1**	**Perído 2**	**Perído 3**	**Perído 4**	**Perído 5**
isponibilidades mínimas caja y Bancos	$ 368.083	$ 8.629.355	$ 1.672.791	$ 928.499	$ 1.039.926	$ 1.106.062
Crédito a Compradores Mercado Interno	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Stock Productos Terminados	$ -	$ 2.801.343	$ 3.122.464	$ 3.466.309	$ 3.882.293	$ 4.129.193
Stock Productos en Proceso	$ -	$ 1.073.348	$ 199.398	$ 110.678	$ 123.960	$ 131.843
Stock Materia prima Nacional	$ 89.446	$ 1.073.348	$ 199.398	$ 110.678	$ 123.960	$ 131.843
Stock materiales y Accesorios	-	$ -	$ -	-	-	-
Pasivo Corriente						
Crédito Prov. Materia Prima Nacional	$ 223.614	$ 2.683.370	$ 3.002.515	$ 3.320.332	$ 3.718.798	$ 3.955.300
Otras Cuentas a Pagar	$ -	$ 4.502.272	$ 839.625	$ 464.249	$ 519.963	$ 553.031
Total Capital de Trabajo	**$ 233.915,00**	**$ 6.391.752,30**	**$ 1.351.910,15**	**$ 831.582,04**	**$ 931.378,54**	**$ 990.610,87**
Variación Capital de Trabajo	**$ 233.915,00**	**$ 6.157.837,30**	**$ -5.039.842,15**	**$ -520.328,11**	**$ 99.796,50**	**$ 59.232,33**

Tabla N°91: Inversiones de capital de trabajo por año

Préstamo

Para la determinación del préstamo bancario se tuvo en cuenta la inversión inicial (Activos fijos y nominales).

El préstamo será otorgado por el Banco Nación

Monto Total: $48.200.000

T.N.A: 19,5 %

Plazo de gracia: 6 meses

Plazo de devolución: 5 años

Sistema de amortización: alemán

Comisión: 3%

Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Prestamos	48.200.000	-	-	-	-	-
Amortización	-	5.355.556	10.711.111	10.711.111	10.711.111	10.711.111
Intereses	-	9.952.895	7.905.170	5.619.338	3.333.505	1.047.673
Comisión	1.446.000	-	-	-	-	-
Total a pagar	-46.754.000	15.308.450	18.616.281	16.330.449	14.044.617	11.758.784

Tabla N°92

Costos de personal

Para los sueldos de los empleados se tiene en cuenta que no todos los empleados desempeñan las mismas tareas y funciones, ni tienen los mismos sueldos. Además, la cantidad de empleados necesarios varía en cuanto a su función dentro de la empresa.

Categorías	Cantidad de Turnos		
Sector de Producción	**1°**	**2°**	**3°**
Jefe de Planta	1	1	1
Operarios	4	4	4
Mantenimiento	1	1	1
Sector administradón			
Gerente general	1	-	-
Encargado Departamento Compras y Ventas	1	-	-
Encargado Departamento Finanzas y RR. HH	1	-	-
Jefe de Logistica y Comercio exterior	1	-	-

Tabla N°93: Cantidad de personal por turno

Los aportes del trabajador y los patrones considerados fueron los siguientes:

Aportes trabajador	% del Sueldo Bruto
Asignación Familiar	9%
Jubilación	13%
Obra Social	6,50%
Seguros	1,50%
TOTAL	**30%**

Tabla N°94: Porcentaje de los aportes de personal

IVA

El impuesto al valor agregado representa una carga fiscal sobre el consumo, de la cual es responsable el consumidor. Debe ser considerada ya que el mismo tiene un impacto financiero sobre el proyecto. A continuación se procede a mostrar el cálculo del flujo del IVA para las inversiones, compras y ventas del proyecto:

Concepto	$ netos de IVA	Alicuota de IVA
Terrenos	-	0%
Obra Civil e Instalaciones	49.405.281	21,0%
Maq. y equipos principales Importados (FOB)	4.986.155	10,5%
Maquina importada control calidad	1.624.490	10,5%
Equipos auxiliares de planta	2.032.126	10,5%
Silos de almacenamiento e instrumentaciòn	760.000	21%
Vehículos de planta	-	21%
Software y equipos informaticos	50.000	21%
Equipamiento de oficina	150.000	21%

Tabla N°95

POSICIÓN TÉCNICA DE IVA	AÑO1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
IVA Ventas - IVA Compras	$ 6.437.276	$ 8.737.146	$ 10.552.075	$ 12.759.538	$ 14.069.736

Tabla N°96

Cuadro de resultados

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	97.174.044	108.731.384	120.240.610	134.670.445	143.235.002
Costos de Producción	30.231.164	33.826.690	37.407.248	41.896.417	44.560.879
Resultado Bruto	**66.942.880**	**74.904.694**	**82.833.361**	**92.774.028**	**98.674.123**
Gastos de Administración	1.559.277	1.817.652	1.559.277	1.559.277	1.559.277
Gastos de Comercialización	26.694.613	29.833.841	32.960.001	36.879.462	39.205.785
Gastos generales de fabricación	7.237.803	7.827.227	8.414.198	9.150.119	9.586.912
Gastos Amortización Activos	2.676.578	2.676.578	2.676.578	2.359.421	2.359.421
Intereses	9.952.895	7.905.170	5.619.338	3.333.505	1.047.673
Imp. a los Ingresos Brutos	3.401.092	3.805.598	4.208.421	4.713.466	5.013.225
Resultado antes impuestos	**15.420.623**	**21.038.627**	**27.395.549**	**34.778.778**	**39.901.831**
Impuesto a las Ganancias	5.397.218	7.363.519	9.588.442	12.172.572	13.965.641
Resultado después Impuestos	**10.023.405**	**13.675.108**	**17.807.107**	**22.606.206**	**25.936.190**

Ganancia x Ton	496,21 $/Tn	605,09 $/Tn	712,57 $/Tn	807,68 $/Tn	871,25 $/Tn

Tabla N°97: Cuadro de resultados del proyecto

Cuantificación del riego

Para el cálculo del riesgo sistemático que afrontará el proyecto se tomó en cuenta las volatilidades a las cuales está sujeto. Observando los desempeños y primas de riesgo del mercado local y analizando las variaciones del sector, es decir, como varía la rentabilidad del proyecto en relación a la variación promedio del rendimiento del mercado, se concluye que el valor BETA para este proyecto es de 27,7%.

Una vez conocido el valor BETA sin financiamiento, se estudió el impacto que se tendrá para cada nivel de endeudamiento. Esto dará la estructura óptima entre aporte de capital propio y el aporte de terceros dentro de las posibilidades del proyecto.

Estructura de capital

Para definir la estructura de capital, se calcula el WACC para distintos niveles de endeudamiento, pudiéndose observar que al aumentar el nivel de deuda, disminuye el costo promedio ponderado de capital. Por tal motivo se decide tomar una estructura de capital que involucre el mayor valor de préstamo que la entidad financiera (Banco) pueda otorgar al proyecto, siendo $48.200.000, lo cual representa aproximadamente un 64% de la inversión inicial, siendo el 36% restante aportado por capital propio.

Datos para calcular Beta L y Ke	
Tasa Impuestos Empresa	35,00%
Bu (Coef. Libre de riesgo de la empresa libre de deuda)	0,277
Rm (Rentabilidad media del mercado)	27,88%
Rf (Rentabilidad libre de riesgo del mercado)	7,00%
Riesgo Pais	7,30%

Total inversion	$ 75.670.168

Tasa Anual deuda	19,50%

Tabla N°98

Razon de deuda	Coef. De prima de riesgo del proyecto apalancado	Costo capital accionistas	Costo de la deuda	Costo promedio ponderado de capital	Nivel de deuda		Nivel de capital propio	Coef. Prima de riesgo del proyecto frente al mercado
Rd	**Beta L**	**Ke**	**Kd**	**WACC**	D	Monto Deuda	E	Bl
3,00%	0,283	20,20%	19,50%	19,97%	3,00%	$ 2.270.105,0	97,0%	0,282
6,00%	0,288	20,31%	19,50%	19,85%	6,00%	$ 4.540.210,1	94,0%	0,288
9,00%	0,295	20,42%	19,50%	19,72%	9,00%	$ 6.810.315,1	91,0%	0,293
12,00%	0,302	20,53%	19,50%	19,59%	12,00%	$ 9.080.420,2	88,0%	0,299
15,00%	0,309	20,65%	19,50%	19,45%	15,00%	$ 11.350.525,2	85,0%	0,304
18,00%	0,317	20,76%	19,50%	19,31%	18,00%	$ 13.620.630,2	82,0%	0,309
21,00%	0,325	20,87%	19,50%	19,15%	21,00%	$ 15.890.735,3	79,0%	0,315
24,00%	0,334	20,99%	19,50%	18,99%	24,00%	$ 18.160.840,3	76,0%	0,320
27,00%	0,344	21,10%	19,50%	18,82%	27,00%	$ 20.430.945,4	73,0%	0,326
30,00%	0,354	21,21%	19,50%	18,65%	30,00%	$ 22.701.050,4	70,0%	0,331
33,00%	0,366	21,32%	19,50%	18,47%	33,00%	$ 24.971.155,4	67,0%	0,336
36,00%	0,378	21,44%	19,50%	18,28%	36,00%	$ 27.241.260,5	64,0%	0,342
39,00%	0,392	21,55%	19,50%	18,09%	39,00%	$ 29.511.365,5	61,0%	0,347
42,00%	0,407	21,66%	19,50%	17,89%	42,00%	$ 31.781.470,6	58,0%	0,353
45,00%	0,424	21,78%	19,50%	17,68%	45,00%	$ 34.051.575,6	55,0%	0,358
48,00%	0,443	21,89%	19,50%	17,47%	48,00%	$ 36.321.680,6	52,0%	0,363
51,00%	0,464	22,00%	19,50%	17,24%	51,00%	$ 38.591.785,7	49,0%	0,369
54,00%	0,488	22,11%	19,50%	17,02%	54,00%	$ 40.861.890,7	46,0%	0,374
57,00%	0,516	22,23%	19,50%	16,78%	57,00%	$ 43.131.995,8	43,0%	0,380
60,00%	0,547	22,34%	19,50%	16,54%	60,00%	$ 45.402.100,8	40,0%	0,385
63,00%	0,584	22,45%	19,50%	16,29%	63,00%	$ 47.672.205,8	37,0%	0,390
64,00%	0,597	22,49%	19,50%	16,21%	64,00%	$ 48.428.907,5	36,0%	0,392
66,00%	0,627	22,56%	19,50%	16,04%	66,00%	$ 49.942.310,9	34,0%	0,396
69,00%	0,678	22,68%	19,50%	15,78%	69,00%	$ 52.212.415,9	31,0%	0,401
72,00%	0,740	22,79%	19,50%	15,51%	72,00%	$ 54.482.521,0	28,0%	0,407
75,00%	0,817	22,90%	19,50%	15,23%	75,00%	$ 56.752.626,0	25,0%	0,412
78,00%	0,915	23,02%	19,50%	14,95%	78,00%	$ 59.022.731,0	22,0%	0,417
81,00%	1,045	23,13%	19,50%	14,66%	81,00%	$ 61.292.836,1	19,0%	0,423
84,00%	1,222	23,24%	19,50%	14,37%	84,00%	$ 63.562.941,1	16,0%	0,428
87,00%	1,482	23,35%	19,50%	14,06%	87,00%	$ 65.833.046,2	13,0%	0,434
90,00%	1,897	23,47%	19,50%	13,75%	90,00%	$ 68.103.151,2	10,0%	0,439
93,00%	2,669	23,58%	19,50%	13,44%	93,00%	$ 70.373.256,2	7,0%	0,444
96,00%	4,598	23,69%	19,50%	13,12%	96,00%	$ 72.643.361,3	4,0%	0,450
99,00%	18,102	23,81%	19,50%	12,79%	99,00%	$ 74.913.466,3	1,0%	0,455

Tabla N°99

Simulación de Montecarlo

Se realizó una simulación de Montecarlo para conocer los efectos de la diversificación del riesgo del mercado y los riesgos inherentes al sector evaluando los distintos escenarios.

El método de Montecarlo permite calcular el valor de costos del proyecto en base a un determinado grado de confianza, determinando en qué medida las previsiones y planificaciones se ajustan a la realidad del proyecto y los objetivos perseguidos. Esto significa determinar en qué porcentaje de las simulaciones realizadas, el plazo y los costos totales son menores a los objetivos del proyecto

Flujo de Fondos

Para el cálculo de los flujos de fondos proyectado se utilizaron los siguientes datos calculados previamente, tal como se muestra en la siguiente tabla:

TASA	%
Riesgo País	7,300
Beta Unleveraged	0,277
Rendimiento del mercado	24,880
Ke	20,910
Kd	19,500
Impuesto a las ganancias	35,000
Tasa Libre de Riesgo	7,000
WACC	**16,24%**

Tabla N°100

	Flujo de Fondos Proyectado					
Ingresos Operativos	**Perído 0**	**Perído 1**	**Perído 2**	**Perído 3**	**Perído 4**	**Perído 5**
Pellets de Madera	$ -	$ 97.183.152	$ 108.741.576	$ 120.251.880	$ 134.683.068	$ 143.248.428
Egresos Operativos	-	-	-	-	-	-
Costos Directos de Producción	$ -	$ 30.231.164	$ 33.826.690	$ 37.407.248	$ 41.896.417	$ 44.560.879
Gs Generales de fabricación	$ -	$ 7.238.267	$ 7.827.747	$ 8.414.772	$ 9.150.763	$ 9.587.596
Gs Comercialización	$ -	$ 27.418.413	$ 30.557.641	$ 33.683.801	$ 37.603.262	$ 39.929.585
Gs Administración	$ -	$ 3.821.152	$ 4.079.527	$ 3.821.152	$ 3.821.152	$ 3.821.152
Flujo de Caja Operativo	**$ -**	**$ 28.474.156**	**$ 32.449.970**	**$ 36.924.907**	**$ 42.211.474**	**$ 45.349.216**
Ingresos No Operativos	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**
Recupero IVA Inversión	$ -	$ 6.437.276	$ 5.799.282	$ 32.683	$ 20.958	$ 12.439
Aporte Accionistas	$ 27.538.392	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Egresos No Operativos	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**
Inversión Activos Fijos	$ 75.504.443	$ 69.299	$ 23.530	$ 32.683	$ 20.958	$ 12.439
Variación Capital de Trabajo	$ 233.949	$ 329.997	$ 112.047	$ 155.631	$ 99.802	$ 59.235
Impuesto a los Ingresos Brutos	$ -	$ 3.401.410	$ 3.805.955	$ 4.208.816	$ 4.713.907	$ 5.013.695
Impuesto a las Ganancias	$ -	$ 5.400.132	$ 7.366.780	$ 9.592.048	$ 12.176.610	$ 13.969.936
Flujo de Caja No Operativo	**$ -48.200.000**	**$ -2.763.563**	**$ -5.509.030**	**$ -13.956.495**	**$ -16.990.319**	**$ -19.042.866**
Flujo de Caja sin Financiación	**$ -48.200.000**	**$ 25.710.593**	**$ 26.940.940**	**$ 22.968.412**	**$ 25.221.154**	**$ 26.306.350**
Ingresos Financieros	$ 48.200.000	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Egresos Financieros	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**	**$ -**
Amortización de Capital	$ -	$ 5.355.556	$ 10.711.111	$ 10.711.111	$ 10.711.111	$ 10.711.111
Intereses	$ -	$ 9.952.895	$ 7.905.170	$ 5.619.338	$ 3.333.505	$ 1.047.673
jo de Caja Neto con Financiac	**$ -**	**$ 12.116.517**	**$ 8.324.659**	**$ 6.637.963**	**$ 11.176.538**	**$ 14.547.566**
Flujo de Caja Acumulado	**$ -**	**$ 128.402.888**	**$ 41.518.828**	**$ 27.079.139**	**$ 38.255.677**	**$ 52.803.243**

Tabla N°101: Flujo de Fondos Proyectado

TIR del accionista y del proyecto

A continuación, se muestra el cálculo de la TIR del accionista y del proyecto:

Rentabilidad

	Período 0	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Total de la Inversión	$ -	$ 12.116.517	$ 8.324.659	$ 6.637.963	$ 11.176.538	$ 14.547.566
Perpetuidad	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 57.115.499
Vehiculos de planta	$ 27.538.392	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Equity Cash Flow	**$ -27.538.392**	**$ 12.116.517**	**$ 8.324.659**	**$ 6.637.963**	**$ 11.176.538**	**$ 71.663.064**

TIR Accionista	**46,10%**

	Período 0	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
	$ -27.538.392	$ 12.116.517	$ 8.324.659	$ 6.637.963	$ 11.176.538	$ 71.663.064
Ingresos Financieros	$ 48.200.000	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Egresos Financieros	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Amortizaciones Capital	$ -	$ 5.355.556	$ 10.711.111	$ 10.711.111	$ 10.711.111	$ 10.711.111
Intereses, Comisiones e Impuestos	$ -	$ 15.308.450	$ 18.616.281	$ 16.330.449	$ 14.044.617	$ 11.758.784
Protección Fiscal	$ -	$ 5.357.958	$ 6.515.698	$ 5.715.657	$ 4.915.616	$ 4.115.574
Free Cash Flow	**$ -75.738.392**	**$ 27.422.566**	**$ 31.136.353**	**$ 27.963.866**	**$ 31.016.650**	**$ 90.017.385**

TIR Proyecto	**36,49%**
WACC =	***16,24%***
VNA $_{(WACC)}$ =	***$ 48.109.308***

Tabla N°102: Calculo de la TIR del accionista y del proyecto

Para la simulación se utilizaron los siguientes datos:

Preferencias de ejecución:	
Número de pruebas ejecutadas	100.000
Monte Carlo	
Inicialización aleatoria	
Control de precisión activado	
Nivel de confianza	95,00%
Suposiciones	30

Los datos obtenidos a partir de la simulación son los siguientes:

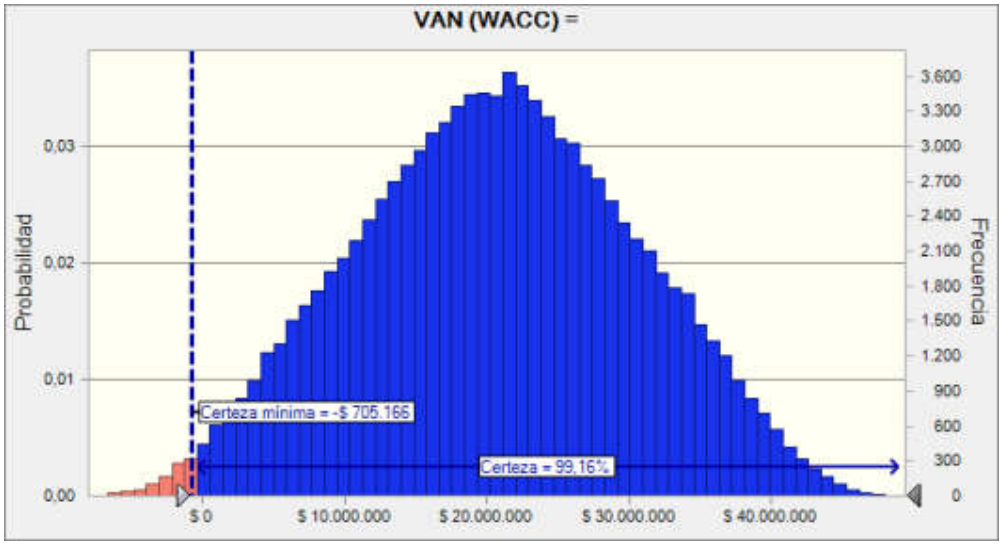


Imagen N°76: VAN

Estadísticas:	Valores de previsión
Pruebas	100.000
Caso base	$ 21.872.340
Media	$ 20.639.240
Mediana	$ 20.684.894
Modo	---
Desviación estándar	$ 9.743.732
Varianza	$ 94.940.307.622.765
Sesgo	-0,0098
Curtosis	2,49
Coeficiente de variación	0,4721
Mínimo	-$ 10.034.462
Máximo	$ 51.619.969
Ancho de rango	$ 61.654.431
Error estándar medio	$ 30.812

La probabilidad de que el VAN sea mayor que cero es del 99,16%, es decir un resultado más que alentador.

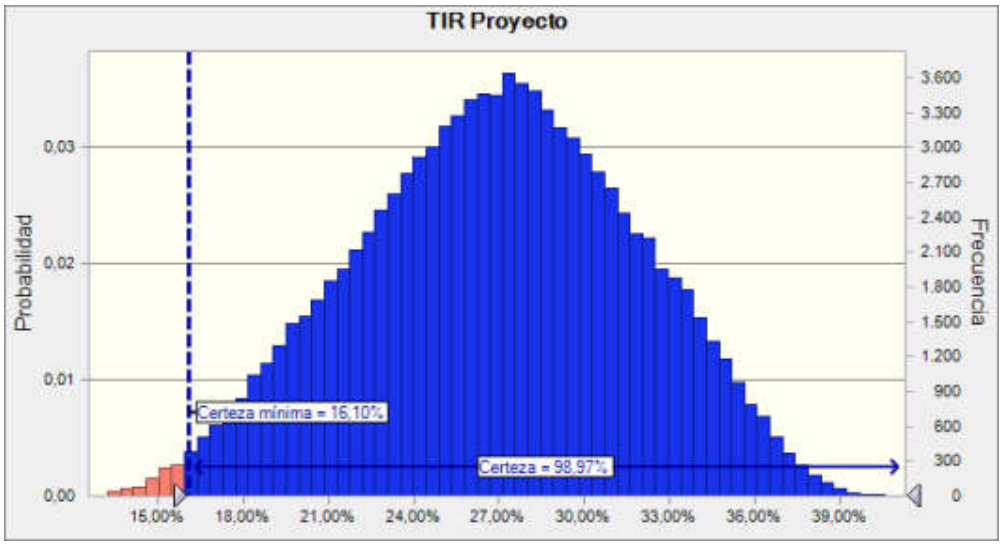


Imagen N°77: TIR Proyecto

Estadísticas:	Valores de previsión
Pruebas	100.000
Caso base	27,61%
Media	26,90%
Mediana	27,01%
Modo	---
Desviación estándar	4,88%
Varianza	0,24%
Sesgo	-0,0914
Curtosis	2,51
Coeficiente de variación	0,1813
Mínimo	10,63%
Máximo	41,74%
Ancho de rango	31,11%
Error estándar medio	0,02%

La probabilidad que la TIR sea mayor que 16,10% (mayor al WACC) es de 98,97%.

Análisis de Sensibilización

Se realizó un análisis Tornado y Spider de las variables que afectan al proyecto, arrojando los siguientes resultados:

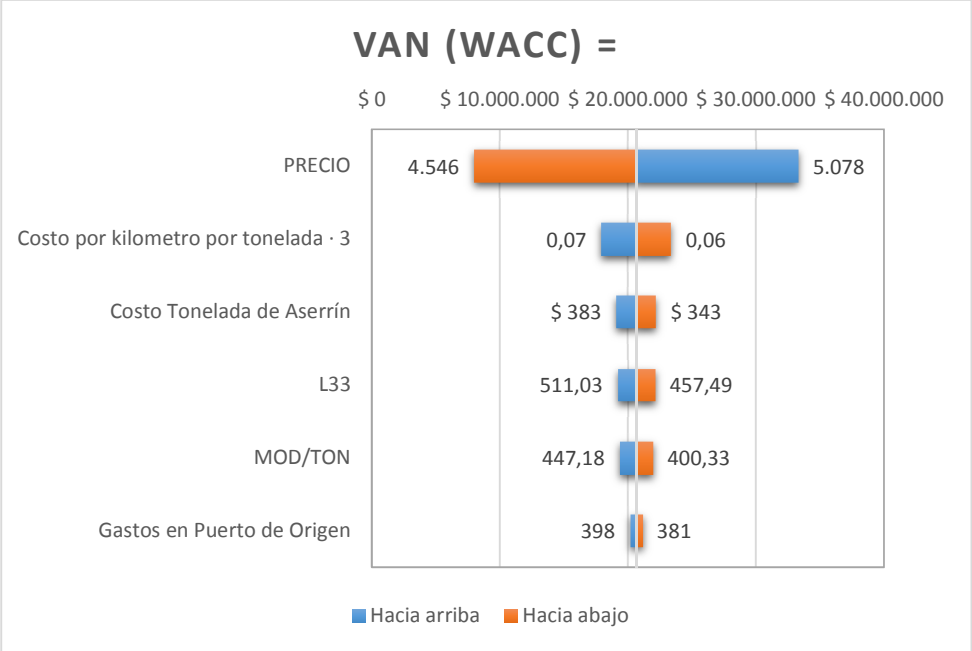


Imagen N°78: Gráfico de Tornado VAN

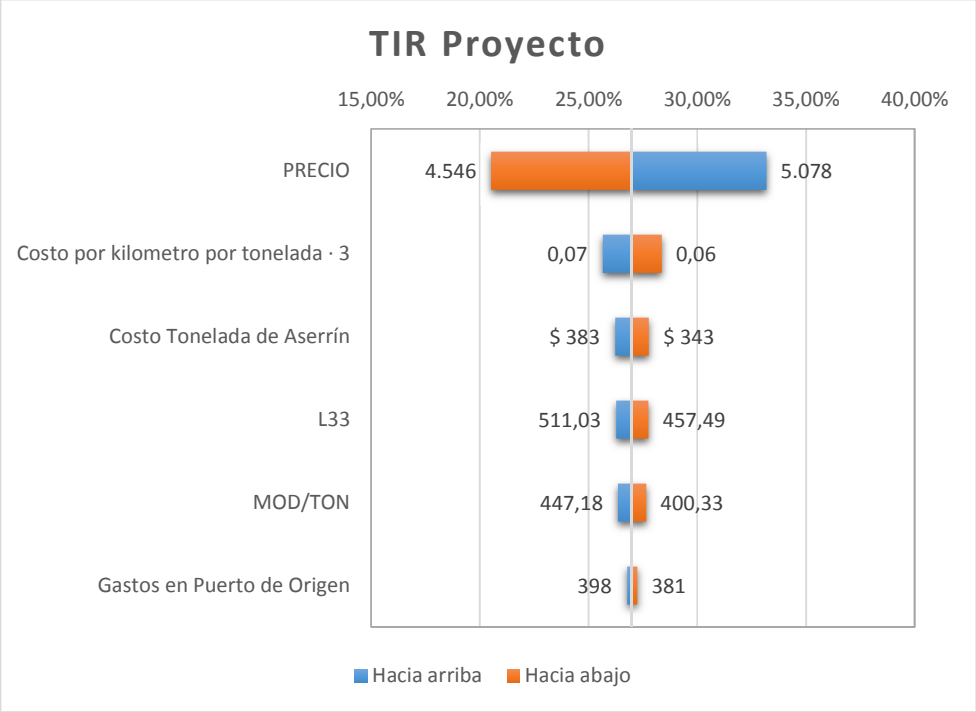


Imagen N°79: Grafico de Tornado TIR

Las etiquetas de barra muestran que tan sensible son el VAN y la TIR a los cambios de las variables que afectan al proyecto. Las mismas son perturbadas de forma estática una a la vez obteniéndose así los valores máximos y mínimos logrados en cada uno de los escenarios planteados.

Se adjunta además un análisis de sensibilización, el cual se desarrolló viendo los impactos que se obtiene en la TIR del proyecto perturbando cada variable con 10% de los valores alcanzados.

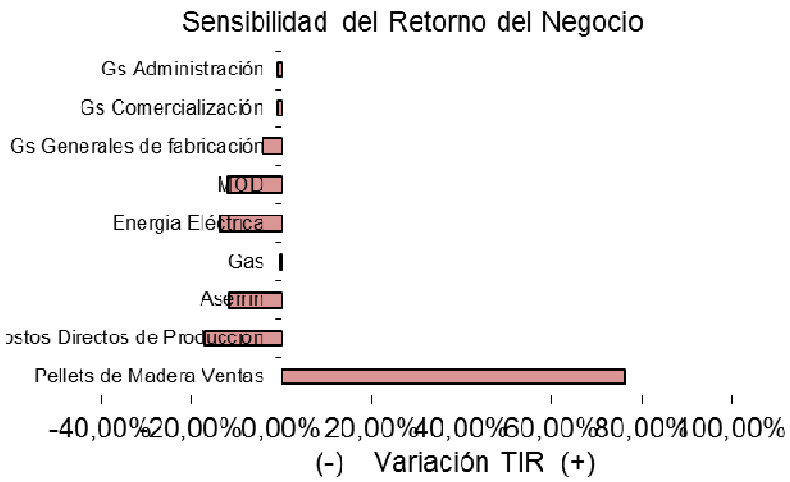


Imagen N°80: Sensibilidad del Retorno del negocio

El gráfico Spider muestra una estadística de elasticidad, muestra la diferencia de los valores de previsión máximos y mínimos, mostrando una curva a través de todos los valores de variable probados. Las curvas con pendiente más pronunciada son las que producen un mayor cambio en el modelo.

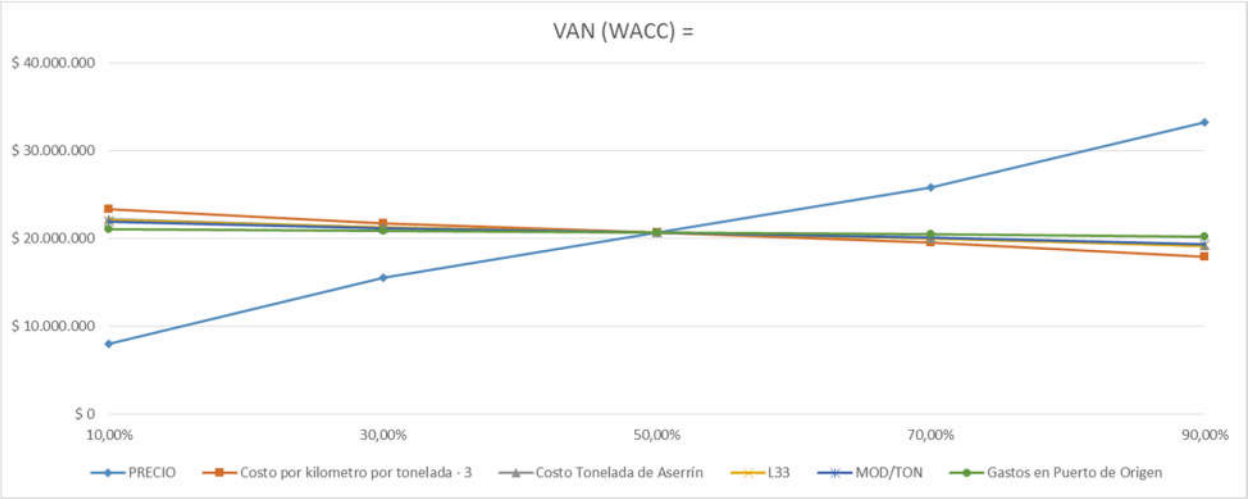


Imagen N°81: Gráfico de Spider VAN

Las etiquetas de barra muestran que tan sensible es el VAN a los cambios de las variables que afectan al proyecto.

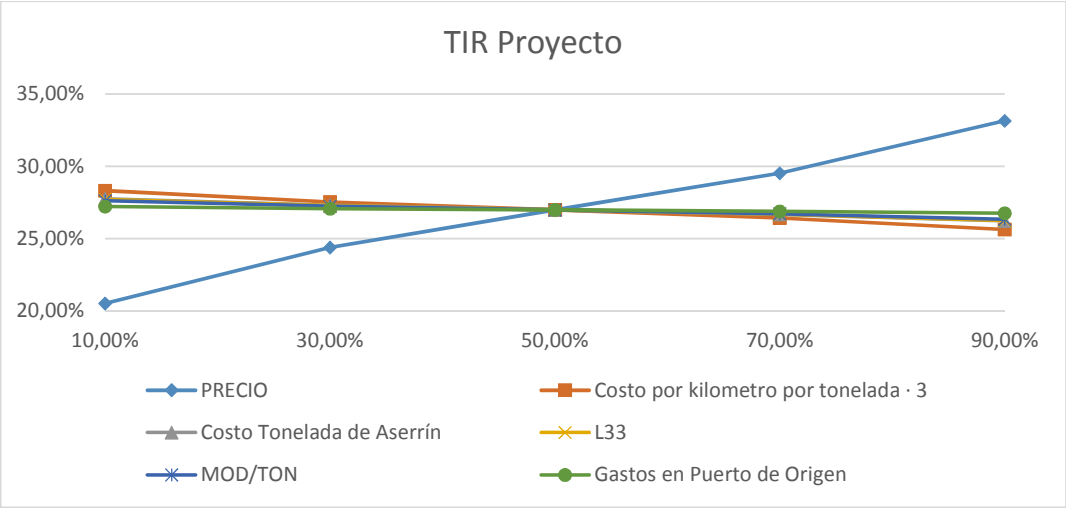


Imagen N°82: Grafico de Spider TIR

Análisis del Punto de equilibrio

A continuación se realizó el análisis del punto de equilibrio para determinar el volumen mínimo de ventas que la empresa deberá realizar para no perder ni ganar dinero. Como se puede apreciar en 13.000 toneladas aproximadamente y a $62.629.900 los ingresos por ventas y los costos se igualan, dando como resultado una utilidad por encima de la curva de ingresos por ventas y una perdida por debajo de la misma.

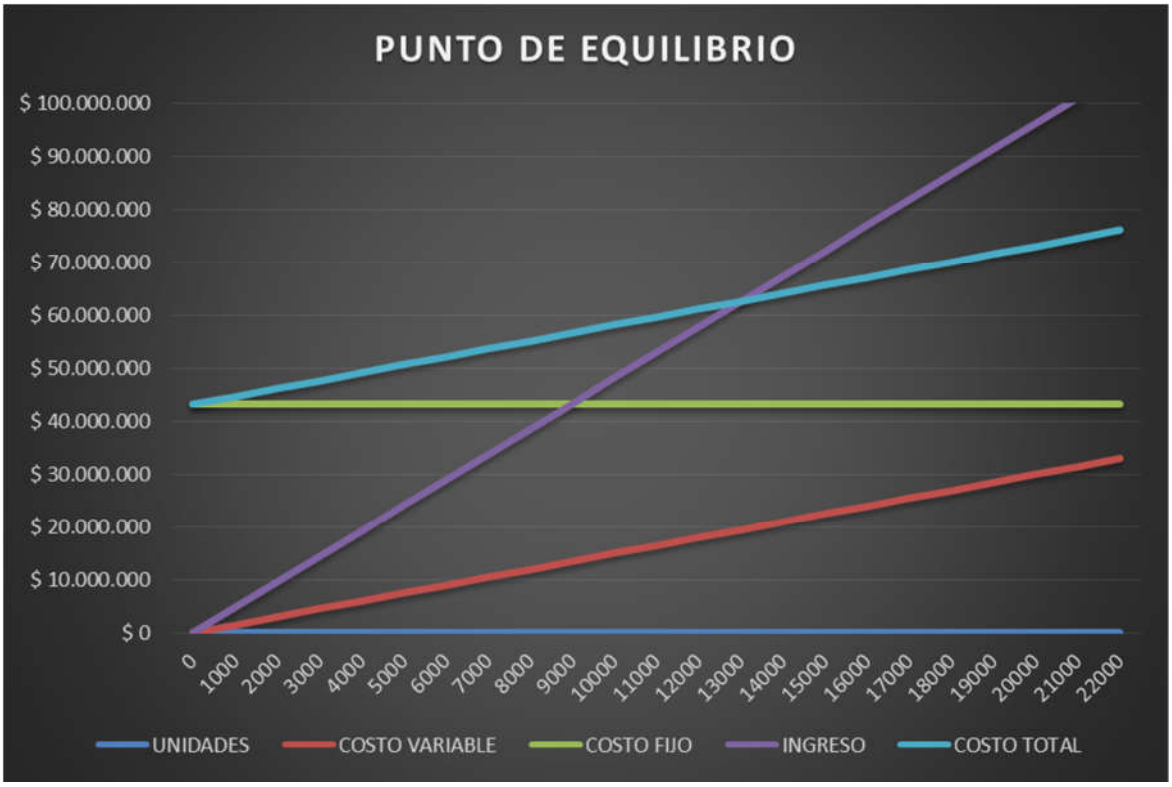


Imagen N°83: Grafico del Punto de Equilibrio

Conclusiones y resultados

El pellet, en la generación de energía térmica y eléctrica, está indiscutiblemente en pleno auge en todo el mundo posicionándose como la mejor alternativa dentro del sector y siendo el mejor sistema de calefacción ya que constituye una alternativa ecológica, generada en los bosques y no emite el dióxido de carbono.

Por el momento, constituye la alternativa más barata y económica, con altísimo poder calorífico lo que, añadido a su reducido tamaño y facilidad de transporte y almacenaje, lo convierten en un combustible más rentable y optimo que la madera (y más aún que otros combustibles derivados del petróleo).

Para concluir, el proyecto evaluado resulta favorable en términos del VAN dado que el valor del mismo es de $ 48.109.308 con una TIR del 36,49%, la cual resulta superior al WACC. Ambos indicadores de rendimientos económicos resultan positivos en cuanto a la realización del proyecto, por lo cual, se recomienda aceptar el mismo.

Bibliografía

https://www.forestfuels.co.uk/

http://www.biomass.ubc.ca/

http://www.trade.gov/topmarkets/

https://www.export.gov/article?id=United-Kingdom-Biomass

http://biomassmagazine.com/articles/11616/gain-report-highlights-status-of-u-k-pellet-demand

http://www.pelletcouncil.org.uk/

http://www.pelletcouncil.org.uk/

http://www.pelletbase.com/

https://www.eforestry.gov.uk/woodfuel/

https://www.forestfuels.co.uk/

https://pellet.memberclicks.net/assets/events/2016_Conference/strauss%20pellet%20markets%20and%20potential%20growth%20-%20william%20strauss%201.pdf

http://www.forisk.com/blog/2016/02/25/wood-bioenergy-update-q1-2016/

https://pellet.memberclicks.net/industry-data

http://www.basisbioenergy.eu/basis-gis.html

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca –Presidencia de la Nación-
Ministerio de Agroindustria –Presidencia de la Nación- Censo Nacional de Aserraderos 2015 para provincia de Entre Ríos, Misiones y Corrientes.

http://cfi.org.ar/wp-content/uploads/2015/02/informe-industria-forestal-pdf.pdf

http://www.ipecmisiones.org/foresto-industria-2016

http://www.geomat-maps.com.ar/mptt/map.phtml

http://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/estadisticas/sector-forestal/sector-forestal-2014.pdf

http://lipsia.com

http://www.argentinaforestal.com/

http://misionesonline.net/2017/04/16/corrientes-misiones-mapa-biomasa-forestal-promueve-la-nacion-la-generacion-energias-renovables/

http://neacorrientesforestal.blogspot.com.ar/p/informacion-tecnica.html

http://www.inti.gob.ar/e-renova/erBI/er25.php

http://www.argentinaforestal.com/actualidad/mercados/69-general/7617-se-inauguro-nueva-fabrica-de-pellets-de-madera-en-concordia

http://www.observatoriobiomasa.es/estadisticas/graficas

http://recursosforestales.corrientes.gob.ar/

http://ambiente.gob.ar/coordinacion-interjurisdiccional/

http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/Emails-sept.pdf

http://www.propellet.fr/

https://www.iea.org/

http://bostoncommons.net/wood-pellets-market-and-2021-forecast/

http://www.ine.es/serv/estadist.htm#europa

http://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/estudios-informes-y-estadisticas

http://bioenergyinternational.es/precios-de-los-biocombustibles-solidos-a-cliente-final-2t-2017/

https://www.forest-monitor.com/es/union-europea-pellets-mercado/

http://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc60/inti9.php

http://exporthelp.europa.eu/thdapp/display.htm?page=st%2fst_Statistics.html&docType=main&languageId=en%20buescar%20x%20codigo%20de%2010%20digitos%20440131000

https://www.traderbiomass.com // Contacto: Gaurav Gupta – Center Brooker

https://www.gov.uk/

https://www.hyjx-machine.com (Cotización de maquinaria)

https://www.weilitemachine.com Zhengzhou Weilite Machinery Equipment Co., Ltd (Cotización de maquinaria)

https://hsmachinery.com (Cotización de maquinaria) y contacto con el vendedor via telefonica y correo electronico: sonia@hspellet.com

http://www.plantaspeletizadoras.com/procesadores-de-biomasa.html "KMEC" (Cotización de maquinaria)

http://www.lippel.com.br/es/ "LIPPEL" (Cotización de maquinaria)

http://www.ipeco.com.ar/maquinas/ProductoDetallePelletizacionfibra.aspx

https://www.argentina.gob.ar/inta (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) – Ministerio de Agroindustria- Presidencia de la Nación

www.gasnea.com.ar/noroeste/argentino

ENARSA –Cuadro Tarifario Vigente-

https://www.researchgate.net/publication/258710569 - Research of Woody Biomass Drying Process in Pellet Production-

https://ec.europa.eu/eurostat/home?

http://www.fao.org/home/es/ Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura

https://www.nosis.com NOSIS Explorer- Estadísticas de Comercio Internacional-

https://www.pcram.net -Estadísticas de Comercio Internacional-

www.intracen.org –International Trade Centre- Estadísticas de Comercio para el desarrollo Internacional-

https://www.argusmedia.com/ ARGUS MEDIA BIOMASS MARKETS –Estadísticas de Comercio Internacional de biomasa-

https://ee.ricardo.com/ RICARDO ENERGY AND ENVIROMET -–Estadísticas de Comercio Internacional de biomasa-

https://www.hawkinswright.com/ -Previsiones de mercados a futuro de la industria de la madera y el papel-

https://www.futuremetrics.info/ Información y análisis de mercados para pellets de madera

https://www.ekmangroup.com/es/ Organización Global de Ventas y Marketing para productos forestales –TRADE-

http://diacore.eu/ Observatorio europeo para políticas de fuentes de energías renovables

www.trade.gov Departamento de Comercio _Internacional de EE.UU – Reportes para energías renovables europeas-

www.pelletsatlas.info Reportes del mercado europeo

https://www.minem.gob.ar › probiomasa › WISDOM_Arg_Informe_Final

www.biomassmagazine.com Información de biomasa

https://www.ieabioenergy.com/ Observatorio e información de energías renovables

https://bioenergyeurope.org/ Bioenergía de Europa

www.mercadolibre.com –Venta de maquinarias industriales-

www.searates.com Costos logísticos marítima para exportación

https://www.argentina.gob.ar/transporte/cargas-y-logistica Dirección Nacional de Planificación de Transportes -cargas y logística-

https://www.agrofy.com.ar/?gclid=Cj0KCQjwuNbsBRC-ARIsAAzlTueBid-kI0WIGzgtfSjHqXrag-RTvzJXIME4DIGHihyhY_1mIHtkUrwaAlqlEALw_wcB –Silos de almacenaje-

www.argenprop.com –Alquileres y ventas de inmuebles-

www.cadamda.org.ar Cámara Argentina de Aserraderos de Madera

www.byma.com.ar Bolsa de Comercio –Valores MERVAL-

www.bolsar.com Datos económicos de Argentina y MERVAL

http://www.bcra.gov.ar Banco Central de la República Argentina –Tasas y préstamos a industrias-

https://www.bind.com.ar/ Banco Industrial –Tasas y préstamos a industrias-

www.bna.com.ar Banco Nación de la República Argentina –Tasas y préstamos a industrias-

https://www.santander.com.ar Banco Santander –Tasas y préstamos a industrias-

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/ -Información financiera mundial-

https://www.bloomberg.com/ Periódico financiero

https://www.glassdoor.com.ar/index.htm Sueldos del personal

www.lightcom.com Flete marítimo, Contacto: Juan Manuel Lembi

www.es.portal.santandertrade.com Información de Comercio Exterior

www.sensovant.com Instrumentación de silos

www.expobiomasa.com

www.enplus-pellets.eu Almacenamiento y transporte de pellets

www.bioenergy.co.at Empresa BEA-Institut Fur Bioenergie- Maquinaria de Control de Calidad. Correo electrónico del contacto: philipp.koskarti@bioenergy.co.at

Libro Finanzas Corporativas, Autor: Guillermo Dumrauf

Aserraderos contactados via e-mail:

- ubajay
- Los Cipreses
- Aser
- Follonier
- Giovenale
- Los Pinos
- Madercol
- Trozan
- Asehambis
- Pozzi y Hudema