



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Propuesta de alternativas de solución para el transporte de
residuos de madera sólida en la industria de tableros
contrachapados.**

Patrocinante: Sr. Rogelio Moreno M.

Trabajo de Titulación presentado
como parte de los requisitos para optar
al título de **Ingeniero en Maderas.**

JOSE LEONIDAS TEIHUEL VASQUEZ

VALDIVIA
2007

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Rogelio Moreno M.	<u>6,5</u>
Informante:	Sr. Hernan Poblete W.	<u>6,0</u>
Informante:	Sr. Rolando Ríos R.	<u>6,5</u>

El patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Sr. Rogelio Moreno M.

Agradecimientos

Aprovecho esta oportunidad, para agradecer todo el apoyo de mi familia, durante estos 5 años de estudio, el cual fue fundamental para poder sacar mis responsabilidades adelante, en especial a mi madre, hermanas y hermano quienes me dieron la oportunidad, el apoyo, la motivación y el sustento económico para poder continuar mis estudios.

También agradezco a Carmen Díaz por la confianza entregada para desarrollar el trabajo de titulación, en base a situaciones reales del rubro maderero de hoy, en las cuales es posible aplicar conocimientos adquiridos durante la carrera.

Por supuesto agradezco a mi profesor patrocinante don Rogelio Moreno M, por todo el apoyo y la ayuda brindada, durante todo el recorrido de este trabajo, por la paciencia, preocupación y dedicación incondicional y acertadas correcciones.

Quiero también agradecer a mis profesores informantes, don Hernán Poblete W, por sus sabias y oportunas críticas y por su profesionalismo y a don Rolando Ríos R, por su colaboración para el desarrollo del trabajo y por su dedicación.

Agradecer a toda la gente que trabaja en el Instituto de Tecnología de Productos Forestales en especial a la Srta. Maria Eugenia, Sra. Alicia Fernández, Sr. Marcos Torres, Luis Inzunza y todos los profesores que ayudaron en mi formación ya que siempre estuvieron dispuestos a colaborar ante cualquier gestión o consulta.

Como no agradecer a mis sobrinos quienes me llenan de alegría cada vez que los veo, a todos ustedes los quiero mucho (Yanina, Peggy, Juan, Allison, Génesis, Monse, Vicente, Kata), también agradecer a mis cuñaos y a Ricardo por su cariño entregado.

A mis compañeros y amigos con quienes hemos recorrido un camino largo durante estos años Karla, Ronny, Edwin, Lea, Jose R, Jose A, con los cuales siempre nos hemos apoyado, y nos seguiremos apoyando a todos ustedes gracias por su amistad.

Finalmente quiero agradecer especialmente a Paola por su cariño entregado, paciencia, por el apoyo mutuo que nos hemos entregado durante estos 5 años, por entregarme siempre la motivación para salir adelante cada vez que necesite de tus palabras, por todo esto muchas gracias, te quiero.

A todos ellos muchas gracias...

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
2.1 Descripción del proceso de producción	2
2.2 Descripción de las etapas del proceso	2
2.2.1 Cancha de acopio	2
2.2.2 Descortezado	3
2.2.3 Macerado	3
2.2.4 Debobinado	3
2.2.5 Foliado	3
2.2.6 Secado	3
2.2.7 Juntado	4
2.2.8 Fabricación del tablero	4
2.2.9 Acondicionamiento	5
2.2.10 Escuadrado	5
2.2.11 Lijado	5
2.2.12 Clasificación	6
2.2.13 Embalaje	6
3. MARCO TEORICO	7
3.1 Residuos	7
3.1.1 Definiciones	7
3.1.2 Manejo de residuos	7
3.1.3 Características de los residuos	8
3.2 Sistema de transporte	9
3.2.1 Sistema de cintas transportadoras	9
3.2.2 Cintas con rodillos (Roller Conveyors)	9
3.2.3 Cintas planas (Belt Conveyors)	10
3.2.4 Cintas con cadenas (Chain Conveyors)	11
3.2.5 Cintas con ruedas (Skate – Wheel Conveyors)	11
3.2.6 Transportador de banda	11
3.2.7 Contenedor para grúas horquillas	13
3.2.8 Ventajas y desventajas correas transportadoras del tipo canoa	14
3.2.9 Ventajas y desventajas contenedores	14
3.3 Chipeador	14
4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	17
4.1 Descripción de la materia prima	17

4.2	Instrumentos de medición	18
4.3	Método para la cuantificación de residuos sólidos	18
4.4	Método para la caracterización de residuos sólidos	20
4.4.1	Cálculo de contenido de humedad	20
4.4.2	Cálculo de peso específico	21
4.4.3	Cálculo de poder calorífico	22
4.5	Método para la determinación del balance de energía	22
4.6	Método para proponer alternativa de solución en función de los costos	23
5	RESULTADOS Y DISCUSIONES	25
5.1	Cuantificación de residuos	25
5.2	Caracterización de residuos	26
5.2.1	Contenido de Humedad	26
5.2.2	Peso específico	29
5.2.3	Poder calorífico	30
5.3	Balance de energía	30
5.4	Cálculo de costos para alternativas de solución del transporte de residuos	33
5.4.1	Costos para implementación de contenedores	33
5.4.2	Costos para implementación de correas transportadoras y contenedores	33
5.4.3	Comparación de costos entre alternativas	34
6	CONCLUSIONES	36
7	BIBLIOGRAFIA	38

ANEXOS

- 1 Abstract
- 2 Cuantificación de residuos sólidos de madera por máquina
- 3 Contenido de Humedad
- 4 Peso Específico
- 5 Presentación Alternativas
- 6 Flujo de Correas Transportadoras y Contenedores Propuestos
- 7 Instructivo Manejo Contenedores

ÍNDICE DE CUADROS

	Página	
Cuadro 1.	Método de recolección de volúmenes generados en un turno de trabajo	18
Cuadro 2.	Balance residuos generados dentro de la planta	25
Cuadro 3.	Resumen residuos generados	26
Cuadro 4.	Poder calorífico inferior a presión constante en base seca en estado anhidro y húmedo PCI bs (kcal/kg)	30
Cuadro 5.	Participación de especies y densidades	32
Cuadro 6.	Costos asociados a la compra de contenedores	33
Cuadro 7.	Costos asociados en el arriendo de contenedores	33
Cuadro 8.	Costos asociados en la implementación de correas transportadoras y la compra de contenedores	34
Cuadro 9.	Costos asociados en la implementación de correas transportadoras y el arriendo de contenedores	34
Cuadro 10.	Comparación entre las alternativas	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página	
Figura 1.	Diagrama de Flujo del Proceso productivo	6
Figura 2.	Sistema de Transporte por rodillos	10
Figura 3.	Sistemas de Transporte tipo canoa	10
Figura 4.	Sistema de Transporte por cadenas	11
Figura 5.	Detalle banda transportadora	12
Figura 6.	Esquema componentes de una cinta transportadora	12
Figura 7.	Estructura de cinta transportadora	13
Figura 8.	Contenedores metálicos para grúa horquilla	13
Figura 9.	Chipeador a tambor	15
Figura 10.	Funcionamiento del chipeador	16
Figura 11.	Ubicación de máquinas generadoras de residuos sólidos	20
Figura 12.	Variación contenido de humedad material foliado verde	27
Figura 13.	Variación contenido de humedad material foliado seco	27
Figura 14.	Variación contenido de humedad material debobinado verde	28
Figura 15.	Variación contenido de humedad material debobinado seco	28
Figura 16.	Variación promedio de peso específico	29

RESUMEN EJECUTIVO

La producción de tableros de contrachapados es, hoy en día, una actividad industrial que está generando un producto con una demanda creciente. Esta actividad comprende una serie de procesos, que deben realizarse de manera óptima y de acuerdo a las exigencias del mercado. Una de las principales exigencias comprende realizar la elaboración bajo un buen control y manejo de residuos, el cual certifique que el producto final proviene de una producción limpia y acorde con las normas ambientales existentes.

El objetivo general del presente estudio es establecer y proponer alternativas de solución para el manejo de residuos sólidos generados en los procesos de transformación de la madera en tableros contrachapados. Para llevar a cabo dicho objetivo fue necesario realizar mediciones en una industria de estas características ubicada en la XIV Región. Las mediciones consistieron en cuantificar los residuos sólidos de madera, caracterizar dichos residuos, realizar un balance de energía por uso de residuos en caldera y finalmente un estudio de costos.

La cuantificación arrojó los siguientes resultados promedios por turnos: 50,7 m³ para caldera, 25,5 m³ para la venta y 8,1 m³ que se envían a vertedero.

Los resultados de la caracterización fueron contenidos de humedad promedio para chapa seca de un 16,7% y para chapa verde 90,1%, mientras que para tulipa seca fue de un 4,6% y para la tulipa verde un 119,3% de contenido de humedad. Por otra parte, el peso específico promedio de las chapas verdes y secas fue de 192 kg/m³ y 139,4 kg/m³ respectivamente, mientras que para tulipas verdes fue de 408,2 kg/m³ y para tulipas secas 192,3 kg/m³. Finalmente, el valor promedio obtenido de poder calorífico inferior fue de 4238 kcal/kg, valores que se reflejan en los residuos derivados de estos productos.

El resultado de balance de energía por su parte fue de 5,2 m³ de consumo de residuo por hora para alimentación de la caldera.

Los resultados de costos para las alternativas de solución fueron de \$17.349.490 en la compra de contenedores, \$39.279.963 en arriendo de contenedores, \$51.774.059 instalación de correas transportadoras y contenedores y finalmente \$65.176.015 instalación de correas transportadoras y arriendo de contenedores.

De acuerdo al objetivo general la conclusión del estudio arroja que el sistema de transporte de residuos que se ajusta de mejor manera al caso, es la compra de contenedores, la cual requiere una menor inversión, pero una mayor coordinación en su implementación para el correcto uso. Por otra parte, el uso de correas transportadoras del tipo canoa, también es una alternativa viable aunque de mayor costo, pero se ajustan al tipo de residuo y dan un flujo constante de éstos de manera más eficiente.

Palabras claves: Residuos, Tableros contrachapados, sistema de transporte

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la industria de la madera en Chile presenta un desarrollo tecnológico bastante avanzado, lo cual permite que los productos elaborados tengan una importante participación en los mercados internacionales.

En la actualidad, existe una amplia variedad de productos derivados de la madera, los cuales tienen distintos tipos de transformación y elaboración.

La fabricación de tableros contrachapados es uno de los procesos en la industria maderera de gran importancia, ya que es un producto con una demanda creciente, el cual es muy utilizado como material de construcción tanto en nuestro país como en el extranjero. Sin embargo, a través del proceso de fabricación del tablero se produce una cantidad significativa de residuos sólidos de madera, los cuales deben tener un flujo constante ordenado, para lograr un buen aprovechamiento y la formación de subproductos; ya sea la fabricación de briquetas, industria de tableros, celulosa, combustible u otra alternativa que facilite la utilización de los residuos generados.

En el presente estudio, orientado al manejo de residuos sólidos de madera, derivado del conjunto de procesos que implica la fabricación de tableros, se describe la metodología para realizar una caracterización de los distintos tipos de residuos, determinación de un flujo óptimo para su utilización de la manera mas eficiente y económica para la industria.

Este trabajo tendrá como objetivo principal establecer y proponer alternativas de solución para el manejo de residuos sólidos generados en los procesos de transformación de la madera en tableros contrachapados. Para ello, se han trazado los siguientes objetivos específicos:

- Cuantificar los residuos sólidos de madera generados en cada proceso de transformación.
- Caracterizar los residuos sólidos de madera generados, para otorgar la mejor utilización.
- Establecer una relación entre generadores de residuos sólidos de madera y los usuarios, mediante un balance de energía.
- Estudiar y proponer alternativas de solución mediante sistemas mecánicos para el transporte y almacenaje de los residuos, a través de un análisis de costos, evaluado por el método de valor actual neto.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El presente trabajo se desarrolla en una empresa foliadora de madera dedicada a la producción de tableros ubicada en la provincia de Valdivia, la cual ha pasado por varios procesos de transformación en sus maquinarias empleadas, que ha llevado a alcanzar una producción media mensual de 3000 m³ de tableros, entre los cuales destacan terciados decorativos, estructurales y contrachapados.

2.1 Descripción del proceso de producción

El proceso de producción de tableros, ya sean terciados decorativos, estructurales o contrachapados, cuentan con las siguientes etapas:

- Cancha de acopio
- Descortezado
- Macerado
- Foliado
- Debobinado
- Juntado
- Fabricación del tablero:
 - Encolado
 - Armado
 - Pre-prensado
 - Prensado
- Acondicionamiento
- Escuadrado
- Lijado
- Clasificación
- Paletización

Las etapas mencionadas son analizadas posteriormente con más detalle, donde se ilustrará el flujo del proceso productivo de la planta, en la fabricación de tableros.

2.2 Descripción de las etapas del proceso

2.2.1 Cancha de acopio

El sector de acopio de la madera se utiliza para efectos de inventario, en donde la madera es clasificada de acuerdo a la especie, diámetro y largo del trozo.

Para evitar problemas de hongos (mancha azul), se cuenta con sistemas de riego por aspersión.

2.2.2 Descortezado

Etapa realizada a los trozos que se procesarán en la planta, la cual tiene el siguiente objetivo:

- Limpiar los trozos para evitar deterioros de la herramienta de corte, con el fin de prolongar su vida útil.
- Disminución de la rotación de las aguas en el proceso de macerado.
- Facilitar la transferencia de calor en el macerado.

2.2.3 Macerado

Proceso que se realiza a los trozos que serán debobinados o foliados. Este proceso tiene por objeto el ablandamiento de las fibras de la madera para que ésta no ponga mayor resistencia al ataque del cuchillo.

2.2.4 Debobinado

El debobinado consiste en la obtención de láminas muy delgadas denominadas tulipas, mediante la aplicación de un cuchillo sobre el perímetro del trozo, el cual va girando.

2.2.5 Foliado

Este proceso se realiza en paralelo al debobinado y consiste en la obtención de láminas muy delgadas denominadas chapas, mediante la aplicación de un cuchillo que va rebanando la basa. Se aplica a maderas nativas que son cotizadas por su alto valor estético, las que serán utilizadas en tableros decorativos.

Para la obtención de productos de buena calidad, es importante, tanto en el foliado como en el debobinado, considerar los siguientes puntos:

- Una buena maceración
- Cuchillos bien afilados
- Ángulos de corte adecuados

2.2.6 Secado

El proceso de secado permite eliminar el agua retenida en las láminas de madera mediante la aplicación de calor sobre su superficie.

En la empresa existen dos tipos de secadores, los cuales se diferencian por el sistema de secado empleado en cada uno, que continuación se indican

- Secador de Rodillos
- Secadores de Mallas

2.2.7 Juntado

Este proceso se origina debido a que la materia prima no siempre es capaz de entregar láminas del tamaño del tablero, por lo que es necesario que pedazos de chapas y tulipas sean unidos longitudinal y transversalmente para formar paños del tamaño del tablero.

Para la realización de este proceso existen distintos tipos de juntado:

- Juntado con adhesivos
- Juntado con hilo termo-fundente

2.2.8 Fabricación del tablero

Esta etapa se subdivide en cuatro procesos

- Encolado
- Armado
- Pre-prensado
- Prensado

a) Encolado

Consiste en la aplicación del adhesivo en el tablero, el cual puede ser del tipo urea-formaldehído o fenol-formaldehído, sobre la superficie de las láminas de madera.

Este proceso se realiza mediante encoladoras de rodillos, las que van regulando la cantidad de adhesivo a aplicar.

b) Armado

Esta etapa consiste en la superposición de las láminas que componen el tablero, las cuales siempre van a ser un número impar de láminas, y va a depender del espesor final del tablero a producir. Están orientadas en dirección perpendicular unas con otras, para darle mayor resistencia y evitar cambios dimensionales del tablero.

c) Pre-prensado

Etapa preliminar al proceso de prensado, la cual tiene como objeto lograr la unión primaria del adhesivo con la madera y disminuir el espesor del tablero antes de llegar a la prensa.

Para esto se utilizan prensas hidráulicas de un plato.

d) Prensado

Etapa fundamental para la obtención del tablero, la cual tiene como objeto principal la unión final de las láminas. Las variables a controlar en este proceso son la temperatura, presión aplicada y tiempo de prensado.

2.2.9 Acondicionamiento

Terminado la etapa de prensado, el adhesivo tiene que terminar con el proceso de curado, por lo que es necesario que se mantenga un tiempo almacenado para que los tableros se enfríen antes del maquinado final.

2.2.10 Escuadrado

En este proceso se definen las dimensiones finales del tablero, las cuales corresponden a las dimensiones estándar nacionales e internacionales más comunes, siendo estas:

- 2,44 m x 1,22 m
- 2,44 m x 1,52 m

También se fabrican tableros a pedido, los cuales tienen distintas medidas y entre los cuales encontramos:

- Terciado Mercedes Benz 1,83 m x 1,83 m

2.2.11 Lijado

Operación final del maquinado, cuyo objetivo principal es darle uniformidad en el espesor del tablero, eliminar manchas, suciedad e irregularidades.

2.2.12 Clasificación

Antes del proceso de embalaje, para ir posteriormente a la bodega de productos terminados, los tableros deben pasar uno a uno, por una clasificación, con el objeto de eliminar aquellos que no cumplan con las normas establecidas.

2.2.13 Embalaje

Es la última etapa a realizar en el proceso, donde se protegen los tableros con materiales plásticos con el objeto de obtener un buen aislamiento de la humedad ambiental. También se incorpora una ficha con el detalle del paquete donde se indica:

- El tipo de tablero
- Fabricante
- Destino del tablero, etc.

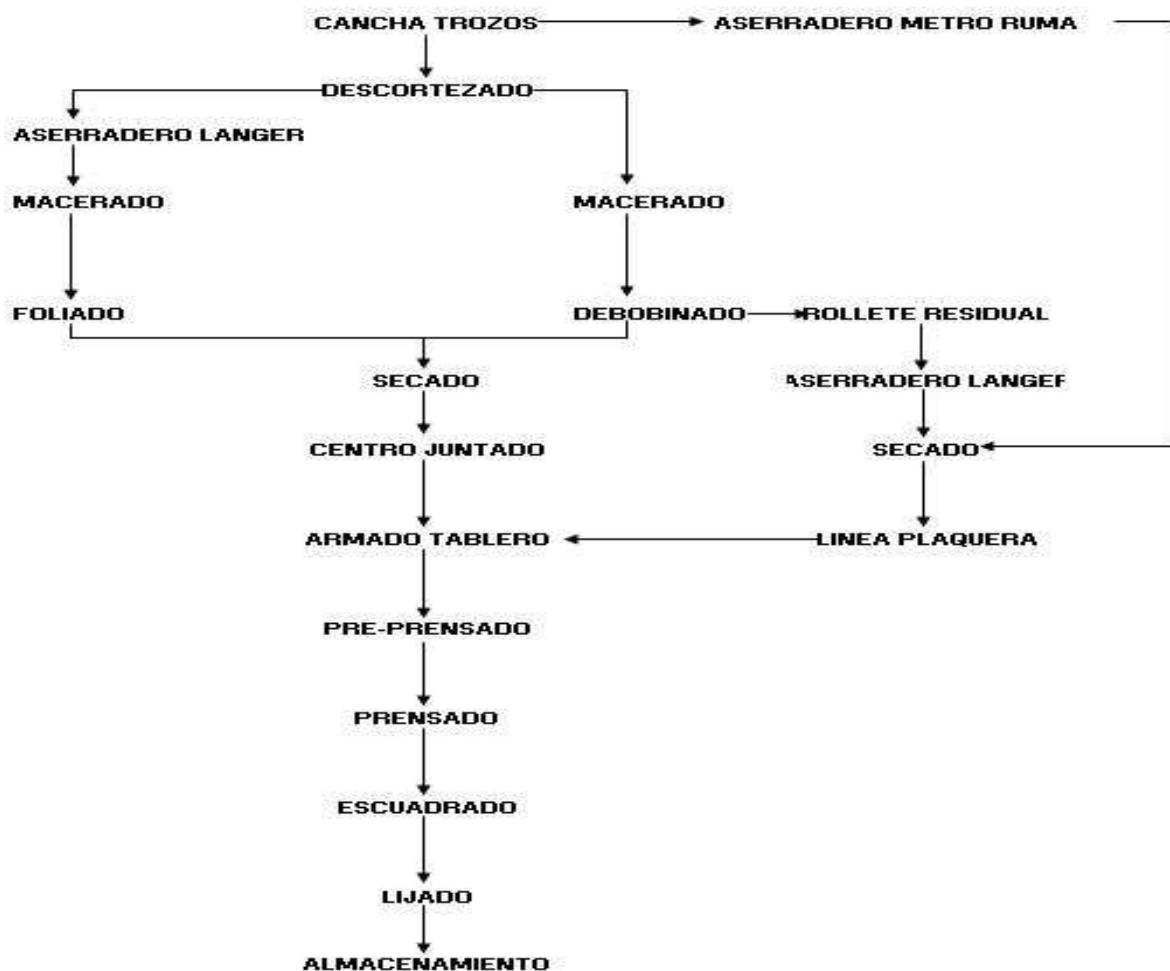


Fig. 1: Diagrama de flujo del proceso productivo

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Residuos

3.1.1 Definiciones

Se define como *residuo* las sustancias u objetos del cual su poseedor se desprende o tiene la obligación de desprenderse.

Los *residuos asimilables a urbanos*, son los residuos que se producen en mayor cantidad. Se derivan de la propia actividad y en algunos casos no precisan una gestión especial, aunque es conveniente su valorización de la mejor manera posible. Entre ellos están restos de madera, aserrín, virutas, corchos, metales, entre otros, que en general pueden ser reutilizados.

Los *residuos sólidos Industriales*, son residuos derivados de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuyo poseedor lo destina al abandono o del cual el producto tenga necesidad de desprenderse por no ser objeto directo de su proceso productivo.

Los *subproductos*, se obtienen a partir del principal y que suelen ser de menor valor. La utilización de subproductos es una alternativa a la generación de residuos (Alliende, 1996).

Los residuos sólidos generados durante el proceso de transformación de la madera corresponden principalmente a aserrín verde, corteza, despunte de madera y viruta. En la mayoría de los casos estos residuos se constituyen en un recurso energético que posee un valor en el mercado, y que la población demanda producto del alto valor de la leña, para calefacción domiciliaria. También constituye una fuente energética para calderas y como materias primas para otras industrias de madera aglomerada. CONAMA (2000).

3.1.2 Manejo de residuos

El manejo de residuos sólidos, que para el caso de los aserraderos son básicamente aserrín, viruta y polvo de madera, no requiere de grandes costos para su control. Usualmente se requiere habilitar espacios de almacenamiento. Sin embargo, si estos residuos tienen por destino la incineración, el manejo de ellos requiere condiciones de almacenamiento que no alteren los requerimientos de humedad necesarios para tal proceso, que dependerá en gran medida de los volúmenes producidos y del espacio disponible, así como la infraestructura necesaria para transporte hacia las calderas, en donde se utilizan sistemas mecanizados (correas transportadoras) que alimentan continuamente las calderas o maquinaria convencional que transporta el residuo. CONAMA (2000).

La industria tiene que definir una estrategia de residuos, encaminada a la eficiencia ambiental de sus operaciones, orientada a la obtención de un óptimo uso de recursos y a un mínimo de externalidades generadas por la industria (Alliende, 1996).

La *estrategia industrial de gestión de residuos*, es el plan que la industria realiza para manejar sus residuos desde su fuente de origen hasta su disposición final.

Tipos de residuos sólidos a ser transportados: Es importante conocer las características de los residuos que llegaran a la estación, con el objeto de diseñar los equipos y trailers de transferencia.

Cantidad de residuos: Se debe analizar las cantidades de residuos que llegarán durante el día (Alliende, 1996).

3.1.3 Características de los residuos

Los residuos generados en la transformación de la madera, están caracterizados de acuerdo a su potencial de utilización. A continuación se enumeran algunos residuos:

a) Industria de aserrío

- Aserrín y Virutas: Sólido residual, nivel de humedad variable, orgánico vegetal, combustible, valor de uso cuando está seco. Insumo para la industria de briquetas, tableros y celulosa. La mayoría de las empresas grandes lo están utilizando como combustible interno.
- Aserrín y virutas sucias: Sólido residual contaminado con tierra. Alto nivel de humedad. Combustible, bajo valor comercial.
- Corteza: Sólido residual de bajo contenido de humedad. Combustible, valor potencial como combustible o material de relleno para suelos rurales.

b) Industria de tableros y paneles

- Corteza: Sólido residual de bajo contenido de humedad. Combustible, valor potencial como combustible o material de relleno para suelos rurales.
- Restos de tableros: Sólido seco contaminado con resinas. Combustible (pero puede generar volátiles tóxicos durante la combustión) (Zaror, 2000).

3.2 Sistemas de transporte

3.2.1 *Sistemas de cintas transportadoras*

Los sistemas de cintas transportadoras se emplean cuando los materiales deben ser desplazados en cantidades relativamente grandes entre posiciones específicas de un rutado fijo. La mayoría de estos sistemas son impulsados mecánicamente; algunos emplean la gravedad para trasladar la carga entre puntos de diferente altura. Estos sistemas comparten los siguientes atributos:

- Son generalmente mecanizados y a veces automatizados.
- Ocupan posiciones fijas, estableciendo las rutas.
- Pueden estar montados sobre el suelo o suspendidos del techo.
- Casi siempre están limitados a un flujo unidireccional de materiales.
- Generalmente mueven cargas discretas, aunque algunos están preparados para cargas voluminosas o continuas.
- Pueden emplearse sólo para transporte o para transporte más almacenamiento automático de elementos (Gómez-Estern, 2000).

3.2.2 *Cintas con rodillos (Roller conveyors)*

Es una forma muy común de cinta. El camino consiste en una serie de tubos (rodillos) perpendiculares a la dirección de avance. Los rodillos están contenidos en un armazón fijo que eleva la cinta del suelo desde varios decímetros a algo más de un metro. Los pallets planos o bandejas portando la carga unitaria son desplazados a medida que giran los rodillos. Las cintas con rodillos pueden ser impulsadas mecánicamente o gravitatorias. Los sistemas de tipo gravitatorio se disponen de tal modo que el camino desciende una pendiente suficiente para superar la fricción de los rodillos. Las cintas con rodillos pueden ser usadas para el reparto de cargas durante las operaciones de procesado, el reparto hacia y desde el lugar de almacenamiento y aplicaciones de distribución. Los sistemas de cintas automatizados son también útiles para operaciones de clasificación y combinado.



Fig. 2: Sistema de transporte por rodillos

3.2.3 Cintas planas (Belt conveyors)

Este tipo está disponible en dos formatos comunes: cintas *planas* para pallets, piezas o incluso ciertos tipos de materiales en masa; y cintas *huecas* para materiales en masa. Los materiales se sitúan en la superficie de la cinta y viajan a lo largo del recorrido de la misma. La cinta forma un lazo continuo de manera que una mitad de su longitud puede emplearse para el reparto del material y la otra mitad para el retorno (generalmente vacío). La cinta se soporta con un armazón con rodillos u otros soportes espaciados entre sí varios decímetros. En cada extremo de la cinta están los rodillos motores (“poleas”) que impulsan la cinta.



Fig.3: Sistema de transporte tipo canoa

3.2.4 Cintas con cadenas (Chain conveyors)

Están formadas por lazos de cadena sin fin en una configuración arriba abajo alrededor de ruedas dentadas motorizadas, en los extremos del camino. Puede haber una o más cadenas operando en paralelo para formar la cinta. Las cadenas viajan a lo largo de canales que proporcionan soporte para las secciones flexibles de la cadena. O bien las cadenas se desplazan por el canal o usan rodillos para montarse al canal. Las cargas generalmente se montan sobre las cadenas.

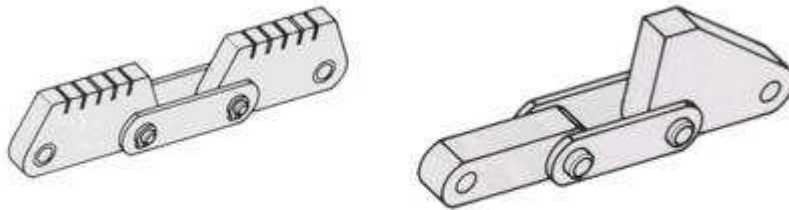


Fig.4: Sistema de transporte por cadenas

3.2.5 Cintas con ruedas (Skate-wheel conveyors)

Operativamente son similares a los rodillos. Sin embargo en lugar de rodillos, pequeñas ruedas como las de los “patines” montadas sobre ejes rotatorios conectados al armazón se emplean para desplazar el pallet, bandeja, u otro contenedor a lo largo de la ruta. Las aplicaciones de este tipo de cintas son similares a las de los rodillos, excepto que las cargas deben ser en general más ligeras al estar los contactos entre carga y cinta mucho más concentrados.

3.2.6 Transportador de banda

Es de servicio intenso y adecuado para el transporte de grandes tonelajes sobre trayectorias que queden fuera del intervalo cubierto por cualquier otro tipo de transportador. La capacidad puede ser de varios miles de toneladas por hora y la distancia de varios kilómetros, puede ser horizontal o inclinado hacia arriba o hacia abajo, o una combinación de estas direcciones. (Marks, 1960)

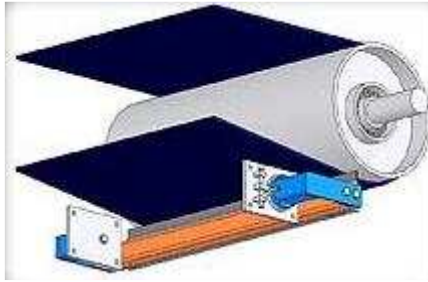


Fig. 5: Detalle banda transportadora

El límite de inclinación se alcanza cuando el material tiende a resbalar sobre la superficie de la banda.

En su forma más sencilla, el transportador consiste en un tambor motriz, una polea compensadora de la tensión, una banda sin fin, y de poleas locas de guía en el tramo de transporte y en el retorno (Fig.6).

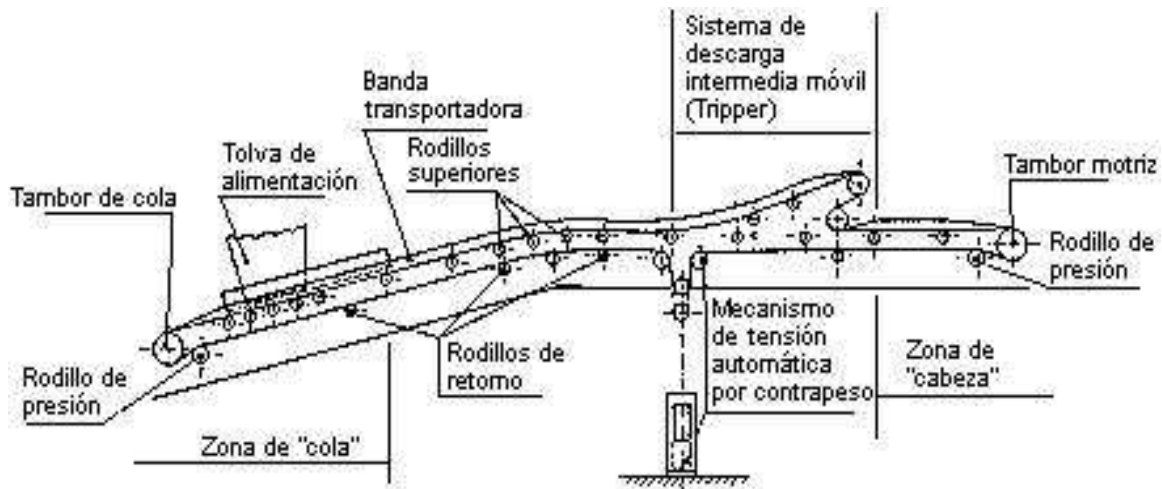


Fig. 6: Esquema componentes de una cinta transportadora

La separación de las poleas guías en el lado de transporte varía con el ancho y la carga de la banda y es frecuentemente de 1,5 m o menos.

Las poleas guías del lado de retorno van separadas por distancias de 3 m entre ejes o ligeramente menores, cuando se trata de bandas anchas.

El ancho dependerá principalmente de la capacidad y el tamaño del material transportado.

Estas bandas son fabricadas con varias capas o lonas de algodón pegadas o cementadas con un compuesto de caucho llamado fricción (Fig.7). El espesor de la cubierta superior es determinado por la severidad del servicio y varía de 1,5 a 12,5 mm. La cubierta inferior es frecuentemente de 1,5 mm (Marks, 1960).

La ilustración muestra la construcción de una cinta reforzada con tela

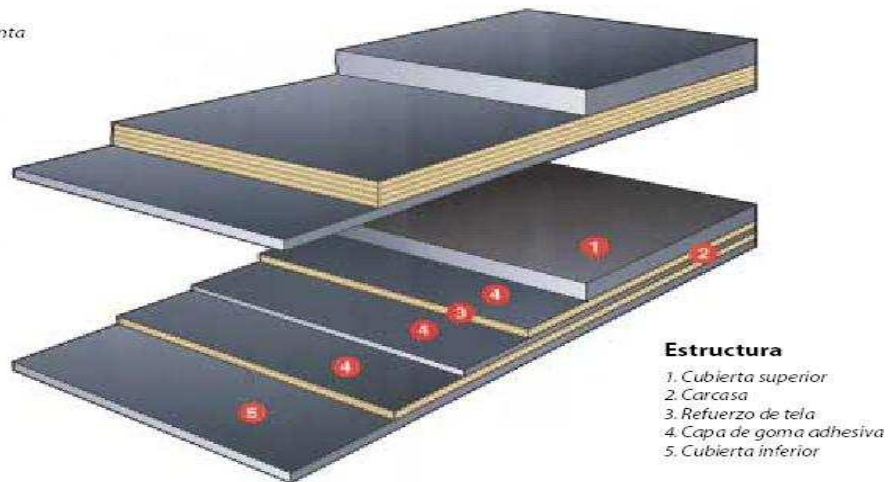


Fig. 7: Estructura de Cinta Transportadora

Un transportador de banda debe vaciarse después de cada periodo de trabajo, para evitar una deformación fuerte al arrancar (Marks, 1960).

3.2.7 Contenedor para grúas horquillas

Los contenedores son utilizados para la captación de residuos en el área de origen, estos son de diferentes tamaños de acuerdo a la necesidad del cliente. Se fabrican de material metálico para prolongar su vida útil (Fig.8). A continuación se presentan los tipos de contenedores con sus características principales, de acuerdo a la ficha técnica de los contenedores de Multiaseo (2006).

- Capacidad : 2 m³
- Peso : 2 Ton.
- Tipo residuo: Granel industrial
- Modelo : Abierto, metálico.
- Precio : Compra \$ 1.000.000 y arriendo \$/mes 37.000.



Fig. 8: Contenedores metálicos para grúa horquilla

3.2.8 *Ventajas y desventajas de correas transportadoras del tipo canoa*

A continuación se presentan las ventajas y desventajas de las correas transportadoras según Albornoz (2000).

a) Ventajas

- Flujo continuo de los residuos
- Fácil Montaje de las estructuras
- Abarca mayor volumen

b) Desventajas

- Mayor costo de inversión
- Necesita una mantención constante

3.2.9 *Ventajas y desventajas contenedores*

a) Ventajas

- Menor Costo de Inversión
- Ahorro de espacios

b) Desventajas

- Necesita una buena coordinación para el retiro de los residuos con las grúas

3.3 Chipeador

El chipeador a tambor, es una máquina especialmente desarrollada para el procesamiento de cortezas fibrosas, así como de pequeños pedazos de madera que normalmente se encuentran mezclados a este material (Fig.9). Se diferencia, principalmente, por sus características constructivas innovadoras, que permiten la absorción y trituración de grandes volúmenes irregulares de material, con alta eficiencia y productividad. El equipo no ofrece cualquier obstáculo a la entrada de materiales a procesar, posee un rodillo compactador de gran dimensión que garantiza una operación continua y efectivo direccionamiento del material al sistema de trituración.



Fig. 9: Chipeador a tambor

A continuación se describe el funcionamiento del chipeador a tambor (Fig.10), el material a ser procesado **(1)** es introducido en la máquina a través de la correa de alimentación **(2)** hasta el sistema de rodillos transportadores inferiores **(3)** y rodillo compactador dentado superior **(4)**, trayendo los materiales de la entrada de la máquina hasta el rotor **(5)**.

La articulación del rodillo compactador superior alrededor de su eje permite la abertura de la sección de alimentación, que varía de acuerdo al volumen del material que será procesado (dentro de los límites técnicos del equipo).

A través de la acción de los rodillos transportadores, en conjunto con el rodillo compactador, se fuerza el material contra el rotor, que es cortado por las cuchillas **(6)** y la contra-cuchilla**(7)** en larguras regulares, de manera que sea clasificado por el tamiz **(8)** y descargado, en forma de astillas. Las astillas que, eventualmente, estén procesadas en tamaño más grande que el padrón de la máquina, serán repicadas por la segunda contra-cuchilla **(9)** hasta llegaren al tamaño aceptable.

El sistema de funcionamiento anteriormente descrito es flexible, permitiendo un control del tamaño final del producto procesado, a través de alteración en las variables, tales como rotación del rotor, número de cuchillas, velocidad de alimentación y tamaño de la malla del tamiz.

Las capotas del rotor **(10)** y del rodillo compactador **(11)** pueden moverse fácilmente. Cuando están abiertas, obligatoriamente se las traba mecánicamente y disponen de sistema hidráulico antisumersión para seguridad adicional (Demuth, 2004).

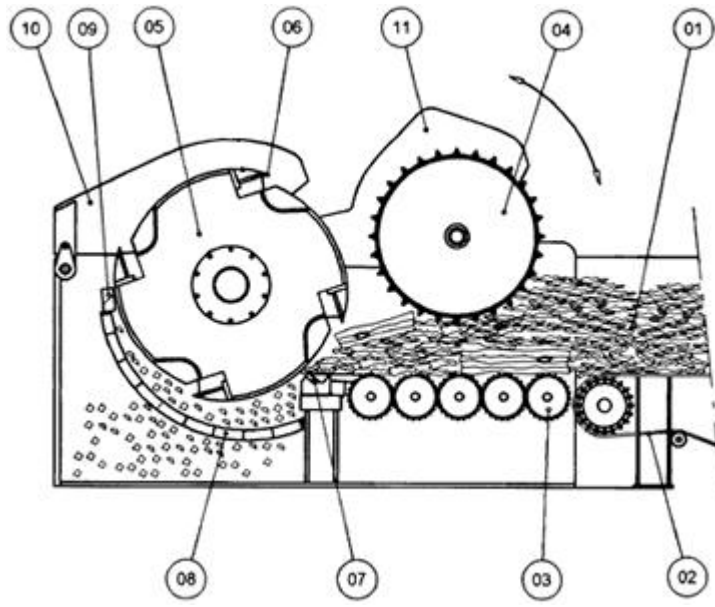


Fig. 10: Funcionamiento del chipeador

4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se describirá la metodología que se aplica para el desarrollo del presente estudio, el cual corresponderá a la determinación de cantidades y características de los desechos sólidos generados en la fabricación de tableros contrachapados, los cuales entre otros usos serán utilizados como combustible de la caldera.

4.1.- Descripción de la materia prima

La materia prima utilizada para el siguiente estudio corresponde a la generada en cada área del proceso productivo de tableros contrachapados.

En cada área se producen residuos sólidos de características y magnitudes distintas. Las áreas en que se realizan las mediciones son las siguientes y en las cuales se incluye cada maquina generadora de residuos sólidos.

- Área Debobinado
- Área Foliado
- Área Centro Juntado
- Área Tableros
- Área Línea Plaquera
- Área Partes y Piezas

Se deja en claro que para este estudio no se incluyen los residuos de partículas como aserrín y polvo, ya que estos cuentan con un sistema de succión que lo traslada por tubos directo al silo de almacenamiento.

Tampoco se incluyen los residuos sólidos generados en el debobinado, ni en el descortezado ya que estos cuentan con un sistema de correas que lo trasladan hacia el chipeador en el caso del debobinado, para luego pasar al almacenamiento temporal. La corteza va al almacenamiento directo.

El tipo de residuos que se generan son de chapas, tulipas, despunte de madera, lampazos y despunte de tableros.

Para el caso de las chapas éstas son de las siguientes especies: Coigue, Lingue, Eucalipto, Mañío, éstas se presentan en los siguientes formatos propios del foliado, 2,65 m de largo, 0,30 m de ancho y espesores de 1,1 y 1,6 mm.

Las tulipas corresponden en su mayoría a pino y se encuentran en formatos de 2,65 m de largo, 1,3 m de ancho y espesores de 2,1 y 3,0 mm.

Los despuntes de madera son de Pino radiata y se encuentran en formatos largos de 2,65 m y 0,40 m, ambos de 5 cm de ancho y 1cm de espesor.

Los lampazos son de varias especies tales como, Coigue, Lingue, Eucaliptos, Maño, Pino radiata, cuyo largo es de 2,65 m, ancho promedio de 25 cm y espesores de 5 cm.

Los despuntes de tableros son combinaciones de las especies antes nombradas y se generan en los siguientes formatos: 2,65 y 1,40 m de largo, 5 cm de ancho y en espesores de 3,2; 5,2; 9; 12; 15; 18 mm.

4.2.- Instrumentos de medición

La instrumentación que se utiliza durante el estudio es la siguiente:

- Huincha de medir
- Estufa
- Balanza
- Balde de 20 litros

4.3.- Método para la cuantificación de residuos sólidos

El método para la determinación de un volumen de residuo generado en un turno de trabajo, y que sea representativo para proponer soluciones en el transporte de éstos, desde su lugar de origen a su destino final, se describe a continuación.

Se realizan 30 mediciones en terreno para cada tipo de residuo generado en todas las máquinas del proceso de producción de tableros contrachapados, las cuales serán distribuidas de la siguiente forma: se medirá en terreno por 10 días en los tres turnos de trabajo, los datos recogidos en terreno se llevaran a una planilla Excel, con la cual se trabaja para la obtención del volumen de residuo generado en un turno de trabajo.

Cuadro 1: Método de recolección de volúmenes generados en un turno de trabajo

Dia	Volumen Residuo (m³)			Promedio Turno (m³)
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Promedio Total (m³)	
---------------------	--

Para el análisis de los datos recogidos se determina la media del residuo generado en cada máquina del proceso productivo de acuerdo a las siguientes formulas:

$$\bar{X}_{Turno} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

donde:

n = Turno 1, Turno 2, Turno 3; $\therefore n = 3$
 X_i = Cantidad de residuo generado en un turno de trabajo (m^3 /turno)
 \bar{X}_{Turno} = Promedio del turno en un día (m^3 /turno)

$$\bar{X}_{Total} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{x}_{Turno}}{k} \quad (2)$$

donde:

k = 10 días, correspondiente al periodo de muestreo.
 \bar{X}_{Dia} = Promedio día del volumen generado en un turno de trabajo
 \bar{X}_{Total} = Promedio en 10 días del volumen generado en un turno de trabajo

La cuantificación de residuos se efectúa durante un periodo de 10 días, donde cada día se obtiene un promedio de cantidad de residuos abarcando los tres turnos de trabajo (\bar{X}_{Turno}). Posteriormente se obtendrá el promedio total de residuos generados durante el periodo del estudio (\bar{X}_{Total}).

Este método se aplica a cada máquina generadora de residuo sólido, con lo que se obtiene una cuantificación total. A continuación se muestran las máquinas que generan residuos sólidos de madera y la ubicación de estas dentro de la planta (Fig.11)

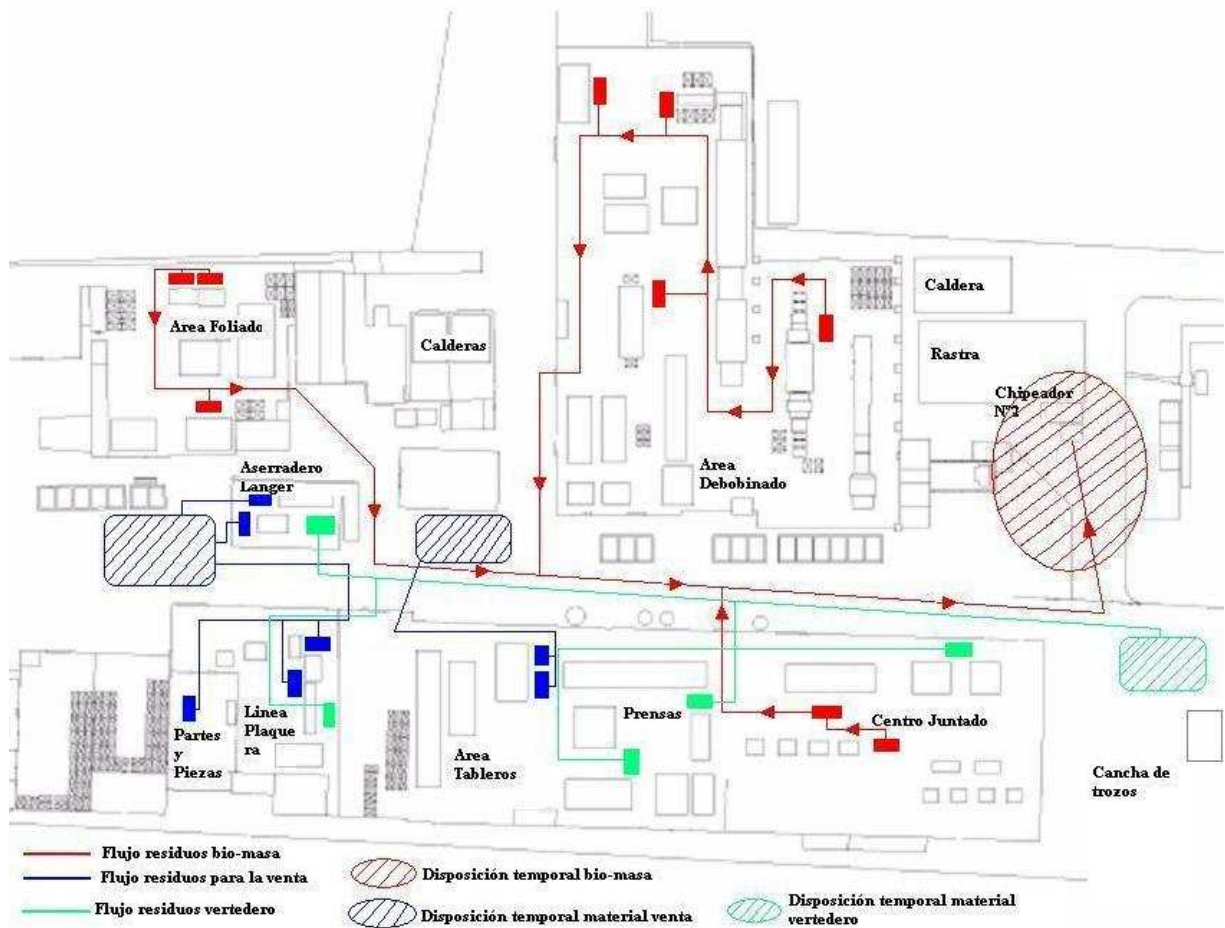


Fig. 11: Ubicación de máquinas generadoras de residuos sólidos

4.4 Método para la caracterización de residuos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos se hace de acuerdo a lo requerido para el transporte, los que se realizan por medio de correas transportadoras, por lo que se necesita conocer el peso específico, contenido de humedad de los residuos; dando a conocer también el poder calorífico que presenta cada tipo de residuo.

4.4.1.- Cálculo de contenido de humedad

Es necesario determinar el contenido de humedad del residuo que se genera en cada máquina, por lo que se utiliza el método de secado en estufa para los residuos de chapas y tulipas y de acuerdo de éstos se obtendrá el de sus derivados.

Para los residuos generados en el área de foliado (aserradero preparación de basas, foliadora RFR), y debobinado (Tornos) la determinación del contenido de humedad se realiza en estufa de secado, debido a que este material viene saturado producto

de ser trozas que han estado un tiempo a la intemperie en la cancha acopio y que luego pasa por el proceso de maceración de trozos. Este material se seca en estufa a 103 +/- 2° C, los contenidos de humedad se separan de acuerdo al tipo de especie que corresponda.

$$C.H. = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 \quad (3)$$

donde:

C.H.: Contenido de humedad de la madera (%)

Ph: Peso húmedo o inicial de la madera (kg)

Ps: Peso seco de la madera (kg)

Para el resto de los residuos sólidos de madera, ya sea chapas, tulipas, despunte de tableros, despunte madera, entre otros, son materiales secos que han pasado por secadores, por lo que se encuentran con humedades entre 6 y 7%, por lo que se hará una verificación de humedad con xilohigrometro de contacto.

4.4.2.- Cálculo de peso Específico

El peso específico que se determina, es la relación peso/volumen de residuos sólidos de madera, a un cierto contenido de humedad, que se determina de acuerdo al apartado descrito anteriormente.

$$\text{Peso Específico} = \frac{P}{V} \quad (4)$$

donde:

Pe: Peso específico (kg/m³)

P: Peso (kg)

V: Volumen (m³)

Para la obtención del peso específico de los residuos se toman muestras de los residuos en baldes de volumen conocido, los cuales son llenados con residuos que se dejan caer por su propio peso. Así, quedan de igual forma, como al momento de generarse en el proceso. Se toman 3 muestras por tipo de residuo las que serán distribuidas de la siguiente manera:

- Al comienzo del turno (Pe₁)
- Mitad del turno (Pe₂)
- Al final del turno (Pe₃)

$$\bar{P}_{es} = \frac{(Pe_1 + Pe_2 + Pe_3)}{3} \quad (5)$$

donde:

\bar{P}_{es} : Promedio Peso específico (kg/m³)

P_e : Peso específico correspondiente a la hora de medición (kg/m³)

Tanto el contenido de humedad como el peso específico se determinan durante el mes de Julio, ya que éste es el mes donde los promedios de humedad de equilibrio son mayores, por lo que la madera alcanza su máximo contenido de humedad de equilibrio, siendo los valores mas críticos que se obtienen.

4.4.3.- Cálculo de poder calorífico

El poder calorífico, si bien no forma parte del estudio, se da a conocer como un antecedente para la empresa, producto que ésta utiliza los residuos sólidos de madera como combustible de la caldera.

El valor energético que importa es el Poder Calorífico Inferior PCI y es el que se utiliza en las ecuaciones de balance energético de una caldera.

Estos valores se dan de acuerdo a resultados experimentales que posee el Instituto de Materiales y Procesos Termomecánicos (IMPT) de la Universidad Austral de Chile, por lo que no se hacen ensayos para la determinación de éstos.

4.5 Método para la determinación del balance de energía

Este es necesario para entender el estudio ya que a través de la cantidad y calidad de los residuos generados en el proceso productivo, y que posteriormente son consumidos en su mayoría por la caldera, se es capaz de generar la energía requerida por la empresa.

Para esto se aplicará la fórmula de balance de energía:

$$\dot{m}_c = \frac{\dot{Q}_{gen}}{\bar{P}_c} \quad (6)$$

donde:

\dot{m}_c = Consumo de combustible (kg/h)

\bar{P}_c = Poder calorífico promedio de la mezcla (kcal/kg)

\dot{Q}_{gen} = Energía generada (kcal/h)

Para poder aplicar la formula nº 6 se necesita conocer el poder calorífico inferior de la mezcla, este valor se obtiene del promedio del poder calorífico inferior de los datos entregados por el Instituto de Materiales y Procesos Termomecánicos de la Universidad Austral de Chile.

El valor de la energía generada se obtiene de la formula nº 7 de rendimiento de una caldera, el rendimiento de la caldera lo entrega la empresa.

$$\eta = \frac{\dot{Q}_u}{\dot{Q}_{gen}} \quad (7)$$

donde:

η = Eficiencia (%)

\dot{Q}_u = Energía útil (kcal/h)

\dot{Q}_{gen} = Energía generada (kcal/h)

La energía útil, solicitada en la formula nº 7, se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_u = \dot{m}_v \cdot Dh \quad (8)$$

donde:

\dot{Q}_u = Energía útil (kcal/h)

\dot{m}_v = Consumo de vapor (kg/h)

Dh = Diferencia de entalpía (kcal/kg)

El consumo de vapor corresponde al promedio de consumo de la planta, este valor es entregado por la empresa de acuerdo a lo requerido por las máquinas que necesitan de energía calórica (secadores, prensas, juntadoras).

4.6 Método para proponer alternativa de solución en función de los costos.

Las alternativas presentadas en el marco teórico para el transporte de residuos son utilizadas para diversas áreas industriales, sin embargo para la industria de tableros de contrachapados de acuerdo a los residuos generados, el método de transporte que más se adecua, es el de cintas transportadoras. Implementar éstas, significa un alto costo de inversión, por otra parte la industria de tableros a la cual esta dirigido el presente estudio, ha implementado como parte de este trabajo el uso de contenedores metálicos, a modo de marcha blanca con el fin de manejar y transportar los residuos que se generan en las diversas áreas.

Ahora para determinar cual de los dos métodos es el más conveniente y apropiado para el manejo de residuos, se utiliza el método de determinación del valor actual neto para cada sistema de transporte. Este método implica considerar todos los costos que significa implementar un nuevo proyecto de sistema de transporte dentro de un periodo de diez años, para luego actualizarlos al periodo inicial, de este modo se obtendrá cual de los sistemas de transporte es más conveniente en cuanto a

costos; sin embargo también se deberá considerar las ventajas y desventajas de cada sistema, al momento de elegir una alternativa de transporte de residuos.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{ft}{(1+i)^t} \quad (9)$$

donde:

VAN = Valor actual neto
i = Tasa descuento
t = Periodo

5.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1.- Cuantificación de residuos

Mediante la recolección en terreno (cuadro nº 1), se obtuvo el promedio de residuos de madera generado por turno en cada máquina que participa en el proceso productivo. También se indica el destino y uso que tiene dentro de la planta. El detalle del volumen diario generado se muestra en el anexo nº2 por máquina y donde se puede apreciar que existen bastantes variaciones en el comportamiento de residuos y que son ocasionadas principalmente por la materia prima y la misma máquina. Cuando existen estos altos existe una rastra de 1200 m³ que es la ante sala de la caldera y en donde se almacenan los residuos. En el cuadro nº 2 se muestra un resumen de los resultados por máquina y en el cuadro nº 3 un resumen por destino.

Cuadro 2: Balance residuos generados dentro de la planta.

AREA	MAQUINA	TIPO RESIDUOS	VOLUMEN M3/TURNO	DESTINO
FOLIADO	SIERRA HUINCHA	ASERRIN	0,76	CALDERA
		DESPUNTE	0,40	VENTA
		LAMPAZO	2,32	VENTA
	FOLIADORA RFR	CHAPA VERDE	1,00	CALDERA
		FLITCH	0,16	VENTA
	SECADOR TROMAG GUILLOTINAS	CHAPA SECA	0,33 4,47	CALDERA CALDERA
DEBOBINADO	TORNO FRANCIA	TULIPA VERDE	8,22	CALDERA
		ROLLETE RESIDUAL	3,52	VENTA
	TORNO OLM	TULIPA VERDE	3,95	CALDERA
		ROLLETE RESIDUAL	5,19	VENTA
	TORNO CREMONA	TULIPA VERDE	8,13	CALDERA
		ROLLETE RESIDUAL	6,25	VENTA
	SECADOR SCHILDE	TULIPA SECA	4,83	CALDERA
	SECADOR FEZER	TULIPA SECA	2,01	CALDERA
	SECADOR CREMONA	TULIPA SECA	0,66	CALDERA
	JUNTADORA CHANG TAI	TULIPA SECA	2,83	CALDERA
JUNTADORA BRUGS	TULIPA SECA	0,23	CALDERA	
	ASERRIN	0,09	CALDERA	
CENTRO JUNTADO	PARCHADORAS	DEFECTOS TULIPAS	0,05	VERTEDERO
	GUILLOTINAS	CHAPA SECA	2,70	CALDERA
	JUNTADORA RUCKLE	CHAPA SECA	0,50	CALDERA
	JUNTADORA KUPPER	CHAPA SECA	0,96	CALDERA
TABLEROS	PRENSA OLM	TULIPA SECA	0,13	CALDERA
	PRENSA 8 PLATOS	TULIPA SECA	0,31	CALDERA
	PRENSA RAUTE	TULIPA SECA	0,34	CALDERA
	LIJADORA B Y G	POLVILLO	1,52	CALDERA
	ESCUADRADORA	ASERRIN	0,13	CALDERA
		DESPUNTE TABLEROS	1,63	VERTEDERO
	ESCUADRADORA INDUMEC	ASERRIN	0,51	CALDERA
DESPUNTE TABLEROS		6,40	VERTEDERO	
LINEA PLAQUERA	ASERRADERO	ASERRIN	1,04	CALDERA
		LAMPAZOS ROLLETES	6,50	VENTA
	PLAQUERA	VIRUTA	1,58	CALDERA
		ASERRIN	3,48	CALDERA
PARTES Y PIEZAS	CELASCHI	DESPUNTES	0,81	VENTA
		ASERRIN	0,02	CALDERA
	TROQUELADO	DESPUNTE TABLEROS	0,37	VENTA

Cuadro 3: Resumen residuos generados.

DESTINO RESIDUO	VOLUMEN M3
Caldera	50,7
Venta	25,5
Vertedero	8,1
TOTAL	84,4

De todos los residuos generados el análisis se centra principalmente en el manejo de los residuos de madera que llegan a la caldera ya que son éstos los que se ocupan como combustible de la caldera para proporcionar la energía requerida por la planta.

La cantidad de residuos de madera generados por la planta corresponde a 84,4 m³, los cuales se destinan de la siguiente manera, 50,7 m³ que corresponden a material blando como aserrín, tulipas y chapas tanto húmedas como secas que son trituradas por el chipeador que las convierte en astillas, para ser consumidas por la caldera.

Otro es el material de venta con 25,5 m³ correspondiente a despuntes de madera, lampazos, rollete residual, flitch, y despuntes de tableros del tipo mercedes benz, todos estos residuos son vendidos como metro ruma a terceros, generando ingresos para la planta.

Por ultimo están los residuos que van al vertedero que equivalen a 8,1 m³, correspondiente a defectos de tulipas y despuntes de tableros producto del escuadrado que por su densidad no pueden ser transformados en astillas por el chipeador y son retirados hacia el vertedero municipal.

5.2.- Caracterización de residuos

5.2.1 Contenido de humedad

Los valores de contenido de humedad fueron obtenidos según los valores de peso inicial (peso húmedo); luego éstos fueron llevados a estufa a 103 +/- 2 °C, por un tiempo de 4 horas hasta llegar a un peso constante o final (peso seco). Con estos dos valores se aplica la fórmula nº 3 de determinación de contenido de humedad obteniendo los siguientes resultados (de acuerdo al anexo nº 3, para cada tipo de material y derivados de estos, tales como aserrín verde, aserrín seco, viruta y polvillo).

a) Contenido de humedad área foliado

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, para el área foliado, se realizó la medición de contenido de humedad, tanto para el material foliado verde, así como para el material foliado seco, con la finalidad de obtener un valor promedio del contenido de

humedad que presentan dichos materiales y sus derivados, como lo indican las figuras 12 y 13.

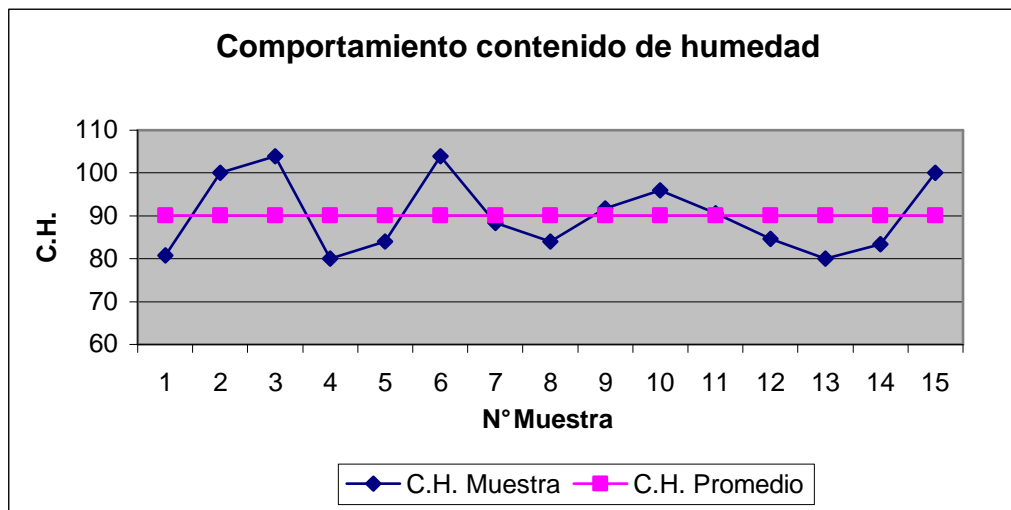


Figura 12: Variación contenido de humedad material foliado verde.

El contenido de humedad del material de foliado verde tuvo una variación que va de un 80 % C.H. hasta los 103 % C.H. en base seca, obteniéndose un promedio de 90,1 % C.H. en base seca, por lo tanto el aserrín obtenido desde aserradero foliado en la preparación de basas se considera con un contenido de humedad promedio de 90,1 % C.H. en base seca.

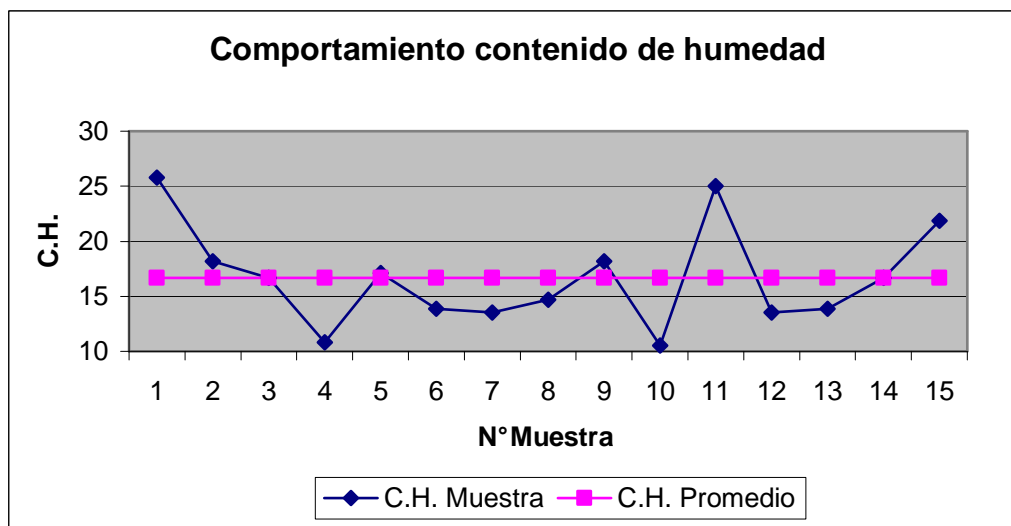


Figura 13: Variación contenido de humedad material foliado seco.

Por otra parte el material de foliado seco tuvo una variación que va de 10,5 % C.H. hasta 25,8 % C.H. en base seca, este material entrego un promedio de 16,7 % C.H. en base seca.

b) Contenido de humedad área debobinado

Al igual que el área foliado, para el área debobinado se determinó los valores de contenido de humedad, tanto para el material debobinado verde, así como para el material debobinado seco, con el objeto de determinar el contenido de humedad promedio de dichos materiales y sus derivados, como se indica en las figuras 14 y 15.

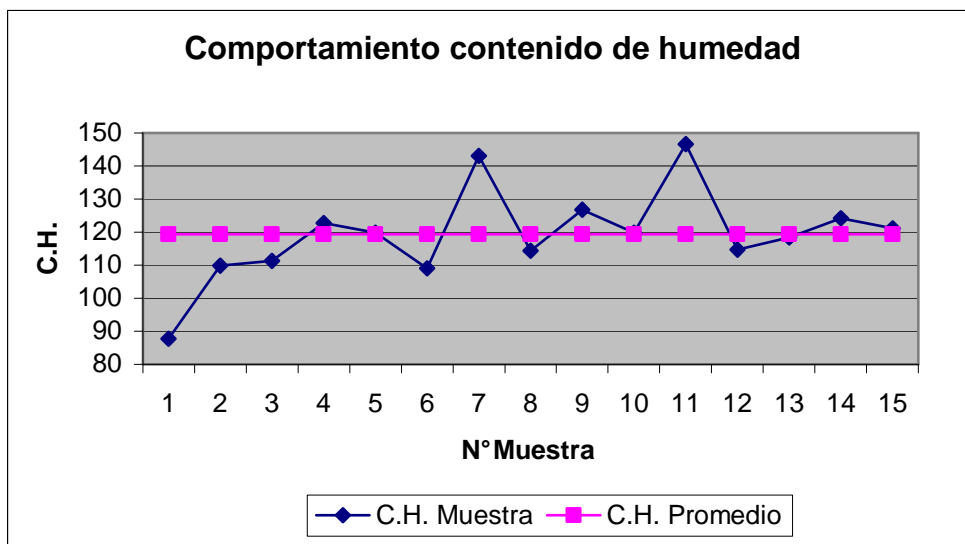


Figura 14: Variación contenido de humedad material debobinado verde.

Los resultados de contenido de humedad del material debobinado verde según la figura 13, fluctúan entre 87.8 % y 146.6 % de contenido de humedad en base seca; obteniéndose un promedio de 119.3 % C. H. para dicho material.

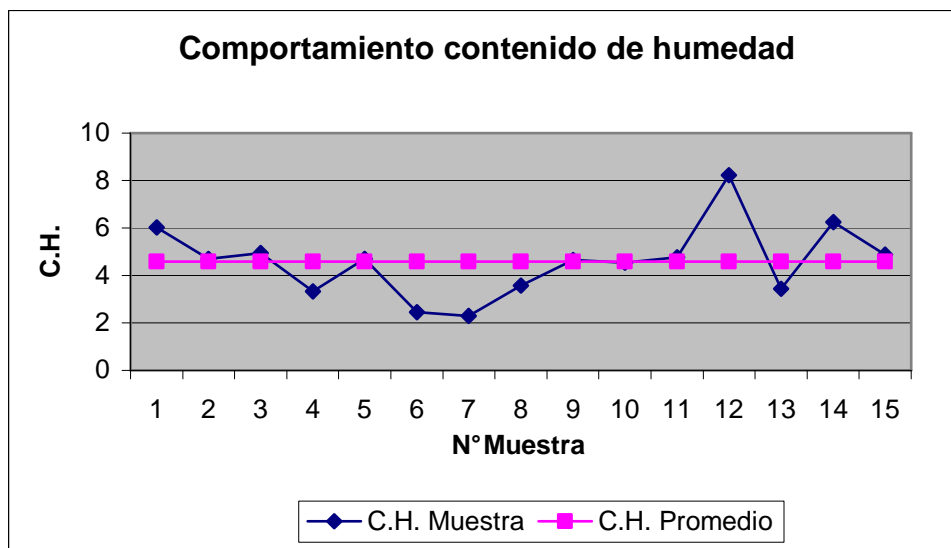


Figura 15: Variación contenido de humedad material debobinado seco.

La medición realizada para el material debobinado seco según figura 14, indica que los valores varían entre el rango de 2.3 % a 8.2 % de contenido de humedad, obteniéndose un promedio de 4.6 % C. H.; lo que indica además que será igual valor para aserrín seco, viruta y polvillo.

5.2.2 Peso específico

Para la determinación de peso específico se utilizó un recipiente de 20 litros el cual fue cubicado, obteniéndose un volumen de 0,026 m³, posteriormente se tomaron 3 muestras por turno para los cuatro tipos de materiales, en total 12 muestras las que se pesaron arrojando los resultados presentados en el anexo n°4. Con estos datos aplicamos la formula n° 4 para la obtención del peso específico, para luego obtener mediante la formula n° 5 el peso específico promedio para cada turno y tipo de material, presentados en la figura16.

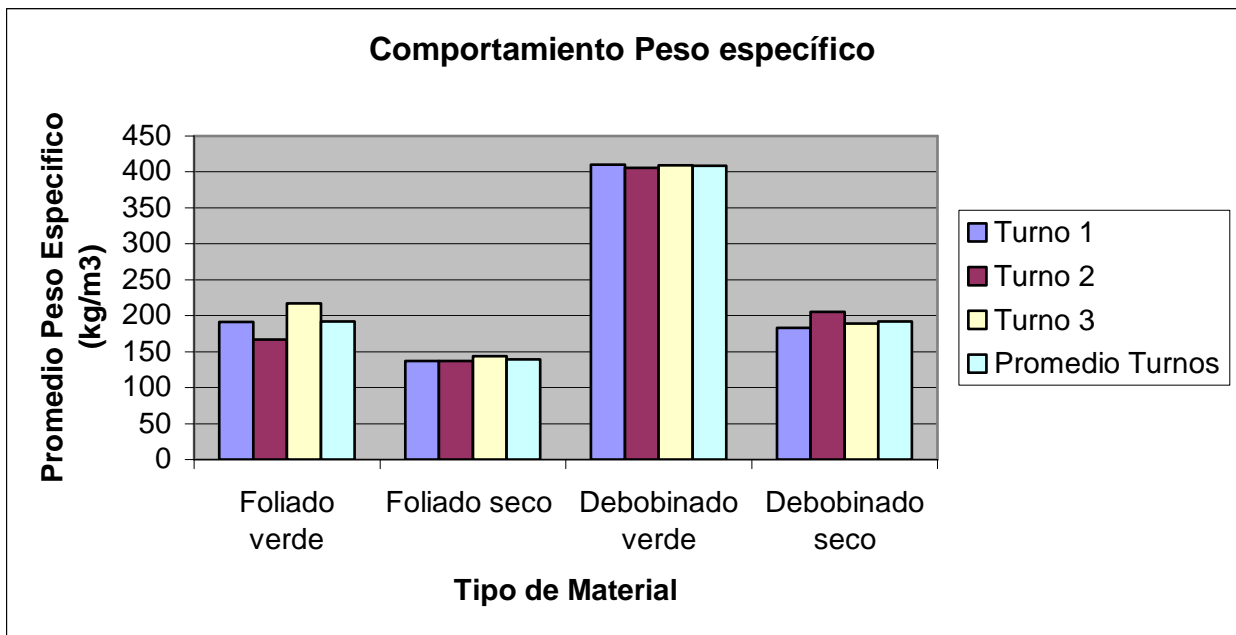


Figura 16: Variación promedio de peso específico

Los resultados obtenidos de peso específico para cada material y en diversos turnos, no tuvieron grandes variaciones, debido a que son siempre las mismas especies que se están elaborando constantemente en el proceso de foliado así como en el debobinado, por lo cual se determinó un promedio del peso específico de cada material, de acuerdo a los tres turnos. Los promedios obtenidos para los distintos materiales fueron de 192 (kg/m³) en foliado verde y 139.4 (kg/m³) en foliado seco, mientras que para debobinado verde fue de 408.2 (kg/m³) y 192.3 (kg/m³) para debobinado seco.

5.2.3 Poder calorífico

A continuación se presentan los resultados que se obtuvieron en el estudio poder calorífico para muestras madereras. Informe Técnico Universidad Austral de Chile. Los valores son entregados en el cuadro N°4.

Cuadro 4: Poder Calorífico Inferior a Presión Constante Base Seca en Estados Anhidro y Húmedo PCI bs (kcal/ kg) .

Descripción	Estado Seco	Estado Húmedo
	PCIbs (kcal/kg)	PCIbs (kca/kg)
Viruta Pino seca	4236	4124
Astilla seca Pino	4276	4229
Polvillo seco	4204	4167
Aserrín seco Pl.	4251	4195
Astilla verde Pino	4244	3508
Astilla verde nativo	3953	3374
Aserrín verde Pino	4503	4146
PROMEDIO PCI	4238	3963

En las aplicaciones prácticas no existe condensación del vapor de agua de los gases de combustión en el interior de la caldera y no hay liberación del calor latente, por lo cual, el valor energético que importa es el Poder Calorífico Inferior PCI y es el que se utiliza en las ecuaciones de balance energético de una caldera. Sin embargo se utiliza el promedio de éstos el cual corresponde a 4238 (kcal/kg). Este poder calorífico del combustible se trabaja en base seca.

5.3 Balance de energía

A continuación se presentan los resultados del balance de energía, con el cual se sabe si los residuos que llegan a caldera son suficientes para abastecer a toda la planta de energía durante el turno correspondiente.

Aplicación formula n° 8:

$$\dot{Q}_u = \dot{m}_v \cdot Dh$$

donde:

$$\dot{Q}_u = ? \text{ (kcal/h)}$$

$$\dot{m}_v = 15.000 \text{ kgv/h (valor entregado por la empresa, correspondiente al consumo promedio requerido por la caldera)}$$

$$Dh = 580 \text{ kcal/kg}$$

$$\dot{Q}_u = 15.000 \times 580$$

$$\dot{Q}_u = 8.700.000 (\text{kcal} / \text{h})$$

Por lo tanto la energía útil entregada por la caldera es 8.700.000 (kcal/h), este valor es el que se aplica en la formula nº 7 de rendimiento de la caldera para poder obtener la energía generada por la caldera que es lo que se busca.

Aplicación formula nº 7:

$$\eta = \frac{\dot{Q}_u}{\dot{Q}_{gen}}$$

donde:

$$\eta = 0,85 \text{ (Valor entregado por la empresa)}$$

$$\dot{Q}_u = 8.700.000 \text{ (kcal/h)}$$

$$\dot{Q}_{gen} = ? \text{ (kcal/h)}$$

$$\dot{Q}_{gen} = \frac{8.700.000}{0.85}$$

$$\dot{Q}_{gen} = 10.235.294 (\text{kcal} / \text{h})$$

La energía generada por la caldera corresponde 10.235.294 (kcal/h). Con todos los valores calculados se puede aplicar la formula nº6 de balance de energía.

Aplicación formula nº 6:

$$\dot{m}_c = \frac{\dot{Q}_{gen}}{\bar{P}_c}$$

donde:

$$\dot{m}_c = \text{Consumo de Combustible (kg/h)}$$

$$\bar{P}_c = 4238 \text{ (kcal/kg)}$$

$$\dot{Q}_{gen} = 10.235.294 \text{ (kcal/h)}$$

$$\dot{m}_c = \frac{10.235.294 (\text{kcal} / \text{h})}{4238 (\text{kcal} / \text{kg})}$$

$$\dot{m}_c = 2415 (\text{kg} / \text{h})$$

El consumo de combustible de la caldera es de 2415 (kg/h), con este valor más el de densidad obtendremos el volumen por hora consumido por la caldera, por lo tanto:

$$\delta = \frac{Masa}{Volumen}$$

donde:

- δ = Densidad (kg/m³)
- M= Masa (kg)
- V= Volumen (m³)

A continuación se presenta en el cuadro n° 5, las especies consumidas por la planta y su participación dentro de estas, para poder tener la densidad promedio a aplicar.

Cuadro 5: Participación de especies y densidades.

Especie	Densidad	% Consumo planta	Participación Densidad
ulmo	610	3,9	23,79
coigue	580	1,9	11,02
rauli	570	3,9	22,23
euca	510	2	10,2
tineo	570	3,9	22,23
canelo	440	3,9	17,16
pino	450	80,5	362,25

Participación Total de densidad	469
--	------------

$$V = \frac{2415 \text{ (kg / h)}}{469 \text{ (Kg / m}^3\text{)}}$$

$$V = 5,2 \text{ (m}^3 \text{ / h)}$$

Por lo tanto se tiene:

$$\begin{array}{l} 5,2 \text{ m}^3 \text{-----} 1 \text{ h} \\ 50,7 \text{ m}^3 \text{-----} X \end{array}$$

$$X=9.8 \text{ h}$$

Por lo tanto el volumen por hora consumido por la caldera es de 5,2 m³/h, por lo que se divide el volumen generado por turno de 50,7 m³ (cuadro n° 3), se concluye que el material alcanza para trabajar por 9,8 h, sin embargo solo se trabajan 8 horas por turno, quedando un excedente de 9,5 m³ por turno por cualquier eventualidad.

5.4 Cálculo de costos para alternativas de solución del transporte de residuos

Con los resultados obtenidos de la cuantificación de los residuos, caracterización de éstos y el desarrollo del balance de energía, más la información recolectada en este trabajo, se puede plantear diferentes sistemas de transporte para los residuos generados, teniendo en cuenta los costos asociados a cada alternativa de manera que sea la más conveniente y viable para la empresa.

5.4.1 Costos para Implementación de Contenedores

Una de las alternativas es la implementación de contenedores de volumen de 2 m³, para la captación de los residuos en el sector de origen, estos contenedores se ubican en los 18 sectores. Los valores presentados a continuación corresponden a la empresa MULTIASEO S.A. la cual es una empresa proveedora de contenedores.

a) Compra Contenedor

Cuadro 6: Costos asociados a la compra de contenedores

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Compra Contenedor	c/u	18	1.000.000	\$ 18.000.000
Transporte Contenedor	c/u	18	100.000	\$ 1.800.000
				\$ 19.800.000

b) Arriendo Contenedor

Cuadro 7: Costos asociados en el arriendo de contenedores

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Arriendo Contenedor (anual)	c/u	18	37.000	\$ 7.992.000
Transporte Contenedor	c/u	18	100.000	\$ 1.800.000
				\$ 9.792.000

5.4.2 Costos para Implementación Correas transportadoras y Contenedores

La segunda alternativa es incorporar correas transportadoras del tipo canoa, ya que es la más económica de todos los tipos de sistema de correa, tiene un montaje mas simple en comparación a las otras y la mantención no es tan rigurosa, además se ajusta a las características de los residuos según volumen, contenido de humedad y peso específico, estas se instalaran en los sectores donde el residuo que se genera corresponde a chapa y tulipas ya que éstos residuos tienen que llegar al chipeador. Estos residuos se generan en las áreas de Foliado y Debobinado, para las otras áreas y residuos se utilizan contenedores, de acuerdo al anexo n° 6.

a) Implementación Correas Transportadoras y compra contenedores

Cuadro 8: Costos asociados en la implementación de correas transportadoras y la compra de contenedores

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Correa 400 mm	ML	600	15000	9000000
Estructura y Montaje	ML	260	60000	15600000
Motor Reductor 5 k	c/u	6	400000	2400000
Tambores 6" Diametro	c/u	12	400000	4800000
Tensores con Rodamientos	c/u	6	110000	660000
Rodillos 1 1/2" c/2 m	c/u	260	40000	10400000
Montaje Electrico	c/u	6	800000	4800000
Contenedores	c/u	11	1000000	11000000
Costo Transporte	c/u	11	100000	1100000
				\$ 59.760.000

b) Implementación Correas Transportadoras y arriendo contenedores

Cuadro 9: Costos asociados en la implementación de correas transportadoras y el arriendo de contenedores

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Correa 400 mm	ML	600	15000	9000000
Estructura y Montaje	ML	260	60000	15600000
Motor Reductor 5 k	c/u	6	400000	2400000
Tambores 6" Diametro	c/u	12	400000	4800000
Tensores con Rodamientos	c/u	6	110000	660000
Rodillos 1 1/2" c/2 m	c/u	260	40000	10400000
Montaje Electrico	c/u	6	800000	4800000
Arriendo Contenedores Anual	c/u	11	37000	4884000
Costo Transporte	c/u	11	100000	1100000
				\$ 53.644.000

5.4.3 Comparación de costos entre las alternativas

Para realizar una comparación de los sistemas de transportes en función de los costos que implica cada una de las alternativas, éstas se evaluaron de acuerdo a los costos que genera implementar cada una de ellas en un periodo de 10 años, periodo que se sugiere para evaluar proyectos de compras de maquinarias industriales según Sapag (2000). Para poder aplicar el valor actual neto de los sistemas de transportes se considero el flujo de costos que genera cada una de manera anual y de acuerdo a esto, cabe destacar que las correas transportadoras si bien aportan gran eficiencia y rapidez del proceso, requieren de un alto costo de inversión, y mayores costos de mantención durante todo el periodo. Por lo tanto, ante lo expuesto la alternativa más conveniente en cuanto a costos reflejados en el VAN anexo nº 5 y cuadro nº 10 es la compra de contenedores, la empresa por su parte ha implementado contenedores los cuales han mostrado un beneficio en cuanto al orden presentado, en el manejo de residuos sólidos de madera. Sin embargo, estos contenedores necesitan de una

mayor coordinación del uso de grúas para el retiro hacia el chipeador, el cual se debe hacer de acuerdo al anexo n° 7 que indica las instrucciones del uso, además están siendo arrendados, lo cual genera un mayor costo para la empresa a medida que mayor tiempo se proyecte el uso mediante arriendo de los contenedores.

Por otra parte no se descarta la opción de implementar correas transportadoras y compra de contenedores, según lo requiera el área de aplicación, pese a que ello implica una mayor inversión, ya que estas entregan una mejor fluidez de los residuos hacia el chipeador.

Cuadro 10: Comparación entre las alternativas

ALTERNATIVAS SISTEMA DE TRANSPORTE	VAN
Compra Contenedores	17.349.490
Arriendo Contenedores	39.279.963
Correas Transportadoras y Compra Contenedores	51.774.059
Correas Transportadoras y Arriendo Contenedores	65.176.015

6 CONCLUSIONES

La industria de tableros de contrachapados, genera importantes volúmenes de residuos de madera sólida, los cuales deben ser aprovechados de la manera más óptima a fin de maximizar su uso. Teniendo en cuenta además el buen manejo de dichos residuos para lograr una producción limpia, acorde con las normas ambientales que se exigen para este tipo de industrias.

El presente estudio fue desarrollado en una industria de tableros de contrachapados de la XIV región. Para dar cumplimiento al primer objetivo se realizó una cuantificación de residuos de madera sólida con la finalidad de estimar el volumen promedio por turno generado. El resultado obtenido fue de 84,4 m³/turno, los cuales son distribuidos a la caldera, venta y vertedero.

Como parte del segundo objetivo, una vez estimada la cuantificación de residuos, fue necesario realizar una caracterización de éstos, desde el punto de vista de su humedad, a fin de poder buscar alternativas de sistemas de transporte adecuados al tipo de residuos a manejar. Los resultados obtenidos fueron, para chapa seca un 16,7% y para chapa verde 90,1% de contenido de humedad promedio, mientras que para tulipa seca fue de un 4,6% y para la tulipa verde un 119,3% de contenido de humedad promedio. Otro aspecto a considerar en la caracterización de residuos es su peso específico promedio en los distintos turnos, de acuerdo al tipo de residuo generado derivado de las chapas o tulipas, verdes y secas. De acuerdo a esto, los resultados obtenidos fueron de 192 kg/m³ y 139,4 kg/m³ en peso específico de chapas verdes y secas respectivamente, mientras que para tulipas verdes y secas fue de 408,2 kg/m³ y 192,3 kg/m³ de peso específico respectivamente. Finalmente para concluir la caracterización, se da a conocer el poder calorífico inferior en base seca de los residuos, para posteriormente utilizar dicha variable en las ecuaciones de balance de energía, para abordar un objetivo planteado del presente estudio. El valor promedio obtenido de poder calorífico fue de 4238 kcal/kg.

Como tercer objetivo se estableció una relación de generación de residuos y los usuarios de éstos. Descartando los residuos que se destinan a venta y vertedero y poniendo el foco en los que llegan a caldera, el resultado obtenido fue de 5,2 m³/h de consumo de residuo en la caldera, por lo que los 50,7 m³ de residuos que se generan por turno alcanzan a cubrir el consumo de la caldera durante el turno, quedando además un excedente de 9,5 m³ de residuos por cualquier eventualidad.

Finalmente para poder proponer alternativas de solución de sistemas de transportes de residuos como lo indica el objetivo general del estudio, se realizó una evaluación de costos que implica establecer los sistemas de transporte y manejo de residuos más adecuados para el caso en estudio. Los resultados de los costos proyectados a 10 años de uso, que generan cada uno de los sistemas de transporte son de \$17.349.490 en la compra de contenedores, \$39.279.963 en arriendo de contenedores, \$51.774.059 para instalación de correas transportadoras y compra de

contenedores y finalmente \$65.176.015 para instalación de correas transportadoras y arriendo de contenedores.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la alternativa de transporte de residuos que mejor se ajusta al caso en estudio, según análisis de costos, es la compra de contenedores. Estos podrían ser implementados en toda la planta si lo que se busca es economizar, tomando en cuenta la coordinación que se deberá tener en el funcionamiento de éstos, para el uso de las grúas horquillas que se encargarían del retiro y retorno de los contenedores según se requiera. Además de los tiempos que se deben estimar de acuerdo a lo que demora en llenarse un contenedor en cada área donde se está utilizando.

La segunda alternativa más conveniente por eficacia, es la instalación de correas transportadoras del tipo canoa, para áreas de flujo continuo y compra de contenedores para áreas más aisladas. Con esto se lograría una fluidez de los residuos hacia la caldera, aunque las correas necesitan de una mantención periódica.

7. BIBLIOGRAFÍA

Albornoz, C. 2000. Estudio de automatización de una línea de producción en la planta temsa, Los Lagos. Tesis Ingeniero de ejecución mecánico. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Pág. 12-19.

Alliende, F. 1996. Manual de Manejo de Residuos Sólidos Industriales. Santiago, CONAMA, Ministerio de Economía. 314p. Pág. 13-16, 26-30, 130-136.

CONAMA. 2000. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Rubro Aserraderos y Procesos de la Madera. Santiago, CONAMA. Pág. 25-28, 34-35.

Demuth. 2006. DPC – Picadora de cortezas y pedazos de madera. INTERNET: <http://www.demuth.com.br/espanhol/produtos/index.html> (Julio, 03, 2006)

Gomez-Estern, F. 2000. Cintas Transportadoras en Automatización de la Producción. Pág. 1-5.

Marks, L. 1960. Manual del Ingeniero Mecánico. México, UTEHA. 2596p. Pág. 1550-1561.

Moreno, R. 2004. Estudio poder calorífico para muestras madereras. Informe Técnico Universidad Austral de Chile. Pág. 1-3.

MULTIASEO S.A. 2006. Cotización 175/06. Talcahuano. Pág. 1-3.

Sapag Chain, N. Sapag Chain, R. 2000. Preparación y evaluación de proyectos. 4a.ed. Santiago, McGraw-Hill. 439p. Pág. 200-205.

TEXTER. Fabricante Bandas Transportadoras. Catalogo EP: Poliéster Nylon – Multitelas. Pág. 1-6.

Zaror, C. 2000. Residuos Sólidos Industriales en la VIII Región. INTERNET. <http://navarro.cl/ambiente/residuos/index.htm#> (Junio, 19, 2006)

ANEXOS

Anexo 1
Abstract

ABSTRACT

Plywood production is, nowadays, an industrial activity that is generating a product with an increasing demand. This activity comprises a series of processes that must be performed in an optimal way and respecting market regulations. One of the main regulations is to produce under good waste management and control practices, to certify that the end product is made under pollution prevention practices and respecting existing environmental laws.

The general objective of this study is to establish and propose alternatives solutions to manage waste generated in plywood production. To undertake this objective it was necessary to perform waste measures in a plywood mill located in the XIV Region in Chile. Measures consisted in the quantification of solid Wood wastes, its characterization, the performance of an energy balance using this waste in a wood boiler, and finally a costing analysis.

The quantification showed the following average results by shift: 50,7 m³ for boiler, 25,5 m³ for sale, and 8,1 m³ that are sent to dump.

Characterization results included: average moisture content for dry veneers (16,7 %) and for green veneers (90,1%), while for dry rotary-cut veneers moisture content was 4,6% and 119,3 for green rotary-cut veneers. Additionally, average density of green and dry veneers was 192 kg/m³ and 139,4 kg/m³ respectively. Furthermore, density for green and dry rotary-cut veneers was 408,2 kg/m³ and 192,3 kg/m³. Finally, the average value obtained for heat value was 4238 kcal/kg. These values are consequently present in all wastes derived from these products.

The results for energy balance was 5,2 m³ of waste consumption for hour to feed the boiler.

Costing results for alternative solutions were: \$17.349.490 to buy containers, \$39.279.963 to rent containers, \$51.774.059 to install conveyors and containers, and finally \$65.176.015 to install conveyors and rent containers.

In accordance with the general objective, the study conclusions shows that the system to transport waste that best fit this case is to buy containers. From one side, this solution requires a lower investment but a higher coordination in its implementation for the right utilization. On the other side, the use of "canoe" type conveyors is also an alternative feasible with a higher cost but it fits better for the type of waste and allows a constant flow, more efficiently.

Keywords: Waste management, plywood, transportation system.

Anexo 2
Cuantificación de residuos sólidos de madera por máquina

Área Foliado

Cuadro A.1 Volumen Aserrín Aserradero Basas

Día	Volumen (m3)
1	1,37
2	0,51
3	0,66
4	0,73
5	0,80
6	0,62
7	0,84
8	0,53
9	0,79
10	0,74

Promedio Turno

0,76

Cuadro A.2 Volumen Despunte Aserradero Basas

Día	Volumen (m3)
1	0,72
2	0,27
3	0,35
4	0,39
5	0,42
6	0,32
7	0,44
8	0,28
9	0,42
10	0,39

Promedio Turno

0,40

Cuadro A.3 Volumen Lampazo Aserradero Basas

Día	Volumen (m3)
1	4,20
2	1,55
3	2,01
4	2,24
5	2,46
6	1,89
7	2,57
8	1,61
9	2,43
10	2,25

Promedio Turno

2,32

Cuadro A.4 Volumen Chapa Verde Foliadora RFR

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,68	0,91	1,54	1,04
2	0,56	0,92	0,47	0,65
3	0,85	0,54	0,69	0,69
4	0,68	0,98	1,72	1,13
5	0,75	0,71	1,10	0,85
6	1,04	1,00	1,25	1,10
7	1,10	0,65	0,98	0,91
8	1,04	1,33	1,96	1,44
9	0,78	0,72	0,80	0,77
10	1,26	1,44	1,46	1,39

Promedio Total Turno 1,00

Cuadro A.5 Volumen Flich Foliadora RFR

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,11	0,15	0,25	0,17
2	0,09	0,15	0,08	0,11
3	0,14	0,09	0,11	0,11
4	0,11	0,16	0,28	0,18
5	0,12	0,11	0,18	0,14
6	0,17	0,16	0,20	0,18
7	0,18	0,11	0,16	0,15
8	0,17	0,22	0,32	0,24
9	0,13	0,12	0,13	0,13
10	0,21	0,23	0,24	0,23

Promedio Total Turno 0,16

Cuadro A.6 Volumen Chapa Seca Secador TROMA

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,75			0,75
2		0,32		0,32
3			0,38	0,38
4			0,36	0,36
5		0,29	0,25	0,27
6		0,26		0,26
7			0,33	0,33
8		0,25	0,24	0,25
9		0,18	0,22	0,20
10		0,22	0,23	0,23

Promedio Total Turno 0,33

Cuadro A.7 Volumen Chapa Seca Guillotinas RFR

Día	Volumen (m3)
1	4,5
2	4,05
3	6,33
4	3,65
5	3,41
6	4,06
7	4,57
8	5,88
9	5,54
10	2,74

Promedio Turno

4,47

Área Debobinado

Cuadro A.8 Volumen Rollete Residual Torno OLM

Día	Volumen (m3)
1	8,46
2	4,73
3	5,23
4	3,73
5	4,44
6	5,79
7	5,17
8	4,06
9	4,79
10	5,50

Promedio Turno

5,19

Cuadro A.9 Volumen Tulipa Verde Torno OLM

Día	Volumen (m3)
1	4,32
2	3,10
3	4,55
4	2,23
5	2,64
6	3,44
7	0,12
8	2,04
9	5,07
10	12,03

Promedio Turno

3,95

Cuadro A.10 Volumen Rollete Residual Torno Cremona

Día	Volumen (m3)
1	5,96
2	6,48
3	6,17
4	7,68
5	5,54
6	6,74
7	5,43
8	5,64
9	6,64
10	6,27

Promedio Turno

6,25

Cuadro A.11 Volumen Tulipa Verde Torno Cremona

Día	Volumen (m3)
1	8,34
2	9,58
3	9,32
4	11,35
5	7,14
6	0,75
7	6,99
8	7,95
9	11,29
10	8,59

Promedio Turno

8,13

Cuadro A.12 Volumen Rollete Residual Torno Francia

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	3,13	3,21	3,29	3,21
2		2,09	5,16	3,62
3	2,97	2,95	4,15	3,36
4		4,25	2,72	3,48
5		3,21	3,68	3,45
6		4,72	5,32	5,02
7	4,49	4,14		4,32
8	3,37	2,89	3,32	3,19
9	2,14	3,32	3,87	3,11
10	3,93	1,67	1,76	2,46

Promedio Total Turno

3,52

Cuadro A.13 Volumen Tulipa Verde Torno Francia

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	5,33	8,73	8,94	7,66
2		4,58	20,60	12,59
3	7,68	7,79	10,63	8,70
4		7,91	4,83	6,37
5		8,31	9,50	8,90
6		11,52	12,07	11,80
7	11,60	3,43		7,51
8	8,90	13,47	2,51	8,30
9	1,58	4,85	8,99	5,14
10	7,68	4,15	3,80	5,21

Promedio Total Turno 8,22

Cuadro A.14 Volumen Tulipa Seca Secador Schilde

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	1,01	7,28	3,23	3,84
2	6,24	3,04	6,70	5,33
3	3,79	3,59	6,79	4,72
4	4,01	5,90	5,90	5,27
5	3,50	3,06	8,27	4,94
6	3,16	3,72	7,77	4,88
7	6,06	8,36	8,36	7,59
8	3,24	3,39	2,62	3,08
9	2,47	10,78	1,67	4,97
10	4,07	3,86	2,91	3,61

Promedio Total Turno 4,83

Cuadro A.15 Volumen Tulipa Seca Secador Fezer

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,95	2,51	3,22	2,23
2	2,78	1,21	0,32	1,44
3	2,91	3,57	0,17	2,22
4	2,21	1,20	2,18	1,86
5	2,30	2,82	1,10	2,07
6	0,34	2,08	2,75	1,72
7	2,84	0,97	1,36	1,72
8	3,07	2,70	2,77	2,85
9	3,02	2,67	2,81	2,83
10	1,18	1,26	1,14	1,19

Promedio Total Turno 2,01

Cuadro A.16 Volumen Tulipa Seca secador Cremona

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,98	1,17	0,48	0,88
2	1,16	0,37	1,08	0,87
3	0,97	0,48	0,40	0,62
4	1,23	0,28	1,19	0,90
5	0,25	0,41	0,37	0,34
6	0,29	0,65	0,63	0,52
7	0,25	0,40	0,96	0,54
8	1,44	0,70	0,19	0,78
9	1,06	0,28	0,98	0,77
10	0,28	0,59	0,29	0,39

Promedio Total Turno

0,66

Cuadro A.17 Volumen Tulipa Seca Juntadora Chang Tai

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	2,62	2,18	2,70	2,50
2	3,42	2,90	2,56	2,96
3	3,80	3,56	1,53	2,97
4	2,64	3,62	2,93	3,06
5	3,15	2,61	3,31	3,02
6	3,20	2,33	1,90	2,48
7	2,43	2,43	2,21	2,36
8	2,64	2,21	3,20	2,68
9	2,98	2,81	2,92	2,90
10	2,27	6,73	1,20	3,40

Promedio Total Turno

2,83

Cuadro A.18 Volumen Tulipa Seca Juntadora Brugs

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,35	0,38	0,35	0,36
2	0,30	0,12	0,18	0,20
3	0,27	0,22	0,21	0,23
4	0,37	0,21	0,13	0,24
5	0,35	0,28	0,21	0,28
6	0,25	0,20	0,23	0,23
7	0,21	0,18	0,11	0,17
8	0,11	0,19	0,23	0,17
9	0,22	0,13	0,35	0,24
10	0,23	0,35	0,07	0,22

Promedio Total Turno

0,23

Cuadro A.19 Volumen Aserrín Juntadora Brugs

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,13	0,15	0,13	0,14
2	0,12	0,04	0,07	0,08
3	0,10	0,08	0,08	0,09
4	0,14	0,08	0,05	0,09
5	0,14	0,11	0,08	0,11
6	0,10	0,08	0,09	0,09
7	0,08	0,07	0,04	0,06
8	0,04	0,07	0,09	0,07
9	0,08	0,05	0,14	0,09
10	0,09	0,13	0,03	0,08

Promedio Total Turno

0,09

Área Centro Juntado

Cuadro A.20 Volumen Chapa Seca Juntadora Ruckle

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1		0,54	0,52	0,53
2		0,48	0,45	0,47
3		0,53	0,46	0,50
4		0,48	0,49	0,49
5	0,43	0,47	0,58	0,49
6		0,63	0,69	0,66
7	0,06	0,35	0,31	0,24
8	0,47	0,55	0,59	0,54
9		0,66	0,48	0,57
10	0,51		0,48	0,50

Promedio Total Turno

0,50

Cuadro A.21 Volumen Chapa Seca Juntadora Kupper 1

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,06	0,1	0,11	0,09
2	0,08	0,07	0,11	0,09
3	0,09	0,1	0,13	0,11
4	0,12	0,11	0,3	0,18
5	0,1	0,1	0,12	0,11
6	0,16	0,11	0,09	0,12
7	0,12	0,1	0,1	0,11
8	0,09	0,1	0,1	0,10
9	0,12	0,12	0,08	0,11
10	0,14	0,12	0,09	0,12

Promedio Total Turno 0,11

Cuadro A.22 Volumen Chapa Seca Juntadora Kupper 2

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,03	0,04	0,05	0,04
2	0,16	0,14		0,15
3	0,11	0,16	0,15	0,14
4	0,14		0,12	0,13
5		0,18	0,18	0,18
6	0,12	0,11		0,08
7	0,1	0,12	0,21	0,14
8	0,31	0,1		0,21
9	0,1	0,08	0,09	0,09
10	0,1	0,12	0,12	0,11

Promedio Total Turno 0,13

Cuadro A.23 Volumen Chapa Seca Juntadora Kupper 3

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,2	0,2	0,2	0,20
2	0,19	0,21	0,19	0,20
3	0,28	0,24	0,22	0,25
4	0,2	0,18	0,21	0,20
5	0,2	0,17	0,22	0,20
6	0,27	0,22	0,27	0,25
7	0,18	0,21	0,22	0,20
8	0,26	0,22	0,24	0,24
9	0,29	0,25	0,25	0,26
10	0,32	0,27	0,12	0,24

Promedio Total Turno 0,22

Cuadro A.24 Volumen Chapa Seca Juntadora Kupper 4

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,2	0,2	0,43	0,28
2	0,35	0,18	0,47	0,33
3	0,36	0,23	0,46	0,35
4	0,27	0,16	0,44	0,29
5	0,3	0,13	0,28	0,24
6	0,3	0,23	0,28	0,27
7	0,31	0,3	0,21	0,27
8	0,31	0,21	0,26	0,26
9	0,31	0,3	0,3	0,30
10	0,32	0,31	0,25	0,29

Promedio Total Turno

0,29

Cuadro A.25 Volumen Chapa Seca Juntadora Kupper 5

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,2	0,33	0,1	0,21
2	0,18	0,25	0,23	0,22
3	0,15	0,32	0,15	0,21
4	0,33	0,18	0,23	0,25
5	0,1	0,1	0,09	0,10
6	0,25		0,1	0,18
7	0,27	0,31	0,25	0,28
8		0,3	0,25	0,28
9	0,1	0,12	0,1	0,11
10	0,08	0,32	0,43	0,28

Promedio Total Turno

0,21

Área Tableros

Cuadro A.26 Volumen Tulipa Contaminada Prensa Raute

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,18	0,17	0,26	0,20
2	0,49	0,39	0,06	0,31
3	0,35	0,37	0,82	0,51
4		0,61	0,32	0,47
5	0,27	0,35	0,44	0,35
6	0,347	0,21	0,22	0,26
7		0,46	0,48	0,47
8	0,33	0,33	0,21	0,29
9	0,14	0,27	0,38	0,26
10	0,30	0,27	0,26	0,28

Promedio Total Turno

0,34

Cuadro A.27 Volumen Tulipa Contaminada Prensa OLM

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,12	0,15	0,19	0,15
2	0,30	0,14		0,22
3	0,10	0,13	0,11	0,11
4	0,03		0,19	0,11
5		0,10	0,14	0,08
6	0,154	0,20		0,18
7	0,07	0,07	0,06	0,07
8	0,15	0,11		0,13
9	0,18	0,09		0,14
10	0,13	0,14		0,13

Promedio Total Turno

0,13

Cuadro A.28 Volumen Tulipa Contaminada Prensa 8 Platos

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,31	0,32	0,14	0,25
2	0,25		0,18	0,22
3	0,62	0,26	0,43	0,43
4	0,13	0,44	0,13	0,23
5		0,53	0,21	0,37
6	0,489	0,22	0,18	0,30
7	0,59	0,25	0,23	0,36
8	0,31	0,35	0,44	0,37
9	0,26	0,65	0,22	0,38
10	0,14	0,27		0,21

Promedio Total Turno 0,31

Cuadro A.29 Volumen Aserrín Escuadradora Indumec

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,60	0,43	0,59	0,54
2	0,56	0,39	0,37	0,44
3	0,52	0,43	0,41	0,45
4	0,44	0,52	0,39	0,45
5	0,47	0,41	0,40	0,43
6	0,501	0,47	0,53	0,50
7	0,49	0,39	0,57	0,48
8	0,52	0,45	0,36	0,44
9	0,36	0,52	0,55	0,48
10	0,40	1,68	0,63	0,90

Promedio Total Turno 0,51

Cuadro A.30 Volumen Despunte Tableros Escuadradora Indumec

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	7,55	5,39	7,43	6,79
2	7,04	4,87	4,68	5,53
3	6,53	5,39	5,12	5,68
4	5,56	6,48	4,94	5,66
5	5,86	5,14	4,99	5,33
6	6,263	5,93	6,59	6,26
7	6,17	4,85	7,09	6,04
8	6,50	5,60	4,48	5,52
9	4,50	6,47	6,91	5,96
10	5,03	20,98	7,85	11,28

Promedio Total Turno 6,40

Cuadro A.31 Volumen Aserrín Escudradora Infodema

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1		0,05	0,07	0,06
2	0,12			0,12
3	0,15		0,10	0,12
4	0,13			0,13
5		0,07		0,07
6	0,020	0,03	0,13	0,06
7			0,34	0,34
8		0,10		0,10
9		0,07		0,07
10			0,23	0,23

Promedio Total Turno

0,13

Cuadro A.32 Volumen Despunte Tableros Escudradora Infodema

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1		0,65	0,82	0,73
2	1,47			1,47
3	1,86		1,24	1,55
4	1,59			1,59
5		0,93		0,93
6	0,252	0,39	1,65	0,77
7			4,28	4,28
8		1,21		1,21
9		0,85		0,85
10			2,91	2,91

Promedio Total Turno

1,63

Área Línea Plaquera

Cuadro A.33 Volumen Aserrín Aserradero Rollete Residual

Día	Volumen (m3)
1	1,20
2	0,99
3	0,67
4	0,88
5	1,10
6	0,95
7	1,01
8	1,05
9	1,20
10	1,36

Promedio Turno

1,04

Cuadro A.34 Volumen Lampazo Rollete Aserradero Rollete Residual

Día	Volumen (m3)
1	7,57
2	6,18
3	4,18
4	5,52
5	6,86
6	5,92
7	6,36
8	6,59
9	4,84
10	10,98

Promedio Turno

6,50

Cuadro A.35 Volumen Viruta Plaquera

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,82	2,10	2,18	1,70
2	1,26	2,01	2,08	1,78
3	1,13	2,15	2,32	1,87
4	1,36	2,58	1,44	1,79
5	0,54	1,13	1,35	1,01
6	0,88	1,39	1,47	1,25
7	0,88	0,72	0,79	0,80
8	0,85	2,41	2,46	1,91
9	0,96	2,41	2,18	1,85
10	0,91	2,32	2,34	1,85

Promedio Total Turno 1,58

Cuadro A.36 Volumen Aserrín Plaquera

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	1,81	4,61	4,80	3,74
2	2,77	4,42	4,57	3,92
3	2,49	4,74	5,11	4,11
4	2,99	5,67	3,18	3,95
5	1,18	2,49	2,96	2,21
6	1,93	3,05	3,24	2,74
7	1,93	1,58	1,75	1,75
8	1,87	5,30	5,42	4,19
9	2,12	5,30	4,80	4,07
10	1,99	5,11	5,14	4,08

Promedio Total Turno 3,48

Cuadro A.37 Volumen Despunte Plaquera

Día	Volumen (m3)			Promedio Turno
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
1	0,42	1,08	1,12	0,87
2	0,65	1,03	1,07	0,92
3	0,58	1,11	1,19	0,96
4	0,70	1,32	0,74	0,92
5	0,28	0,58	0,69	0,52
6	0,45	0,71	0,76	0,64
7	0,45	0,37	0,41	0,41
8	0,44	1,24	1,26	0,98
9	0,49	1,24	1,12	0,95
10	0,47	1,19	1,20	0,95

Promedio Total Turno 0,81

Área Partes y Piezas

Cuadro A.38 Volumen Aserrín Celaschi

Dia	Volumen (m3)
1	0,02
2	0,02
3	0,01
4	0,01
5	0,02
6	0,02
7	0,02
8	0,02
9	0,02

Promedio Turno

0,018

Cuadro A.39 Volumen Despunte Tableros Troquelado

Dia	Volumen (m3)
1	0,33
2	0,39
3	0,30
4	0,30
5	0,51
6	0,38
7	0,38
8	0,39
9	0,37

Promedio Turno

0,37

Anexo 3
Contenido de Humedad

Contenido de humedad Material Foliado

MATERIAL FOLIADO VERDE

N°Muestra	Peso Inicial	Peso final	C.H. %
1	4,7	2,6	80,8
2	5,2	2,6	100,0
3	5,3	2,6	103,8
4	4,5	2,5	80,0
5	4,6	2,5	84,0
6	5,3	2,6	103,8
7	8,1	4,3	88,4
8	4,6	2,5	84,0
9	4,6	2,4	91,7
10	4,9	2,5	96,0
11	6,1	3,2	90,6
12	4,8	2,6	84,6
13	6,3	3,5	80,0
14	5,5	3,0	83,3
15	5,8	2,9	100,0
PROMEDIO			90,1

MATERIAL FOLIADO SECO

N°Muestra	Peso Inicial	Peso final	C.H. %
1	3,9	3,1	25,8
2	3,9	3,3	18,2
3	4,2	3,6	16,7
4	4,1	3,7	10,8
5	4,1	3,5	17,1
6	4,1	3,6	13,9
7	4,2	3,7	13,5
8	3,9	3,4	14,7
9	3,9	3,3	18,2
10	4,2	3,8	10,5
11	4,0	3,2	25,0
12	4,2	3,7	13,5
13	4,1	3,6	13,9
14	4,2	3,6	16,7
15	3,9	3,2	21,9
PROMEDIO			16,7

Contenido de humedad Material Debobinado

MATERIAL DEBOBINADO VERDE

N°Muestra	Peso Inicial	Peso final	C.H. %
1	18,4	9,8	87,8
2	19,1	9,1	109,9
3	18,8	8,9	111,2
4	19,6	8,8	122,7
5	20	9,1	119,8
6	18,4	8,8	109,1
7	19,2	7,9	143,0
8	19,5	9,1	114,3
9	19,5	8,6	126,7
10	18,9	8,6	119,8
11	18	7,3	146,6
12	17,6	8,2	114,6
13	19	8,7	118,4
14	19,5	8,7	124,1
15	19,9	9	121,1
PROMEDIO			119,3

MATERIAL DEBOBINADO SECO

N°Muestra	Peso Inicial	Peso final	C.H. %
1	8,8	8,3	6,0
2	8,9	8,5	4,7
3	8,5	8,1	4,9
4	9,3	9	3,3
5	8,9	8,5	4,7
6	8,4	8,2	2,4
7	8,9	8,7	2,3
8	8,7	8,4	3,6
9	9	8,6	4,7
10	9,2	8,8	4,5
11	8,8	8,4	4,8
12	9,2	8,5	8,2
13	9	8,7	3,4
14	8,5	8	6,3
15	8,6	8,2	4,9
PROMEDIO			4,6

Anexo 4
Peso Específico

Peso Especifico Material foliado

AREA FOLIADO

MATERIAL CHAPA VERDE	PESO (KG)		
	1 hr	4hr	8 hr
TURNO 1	5,2	3,9	5,7
TURNO 2	3,8	4,7	4,4
TURNO 3	5,9	5,5	5,4

MATERIAL CHAPA SECA	PESO (KG)		
	1 hr	4hr	8 hr
TURNO 1	3,7	3,6	3,3
TURNO 2	3,2	3,8	3,6
TURNO 3	3,7	3,6	3,8

Peso Especifico Material Debobinado

AREA DEBOBINADO

MATERIAL TULIPA VERDE	PESO (KG)		
	1 hr	4hr	8 hr
TURNO 1	11,0	11,0	9,7
TURNO 2	9,5	10,8	11
TURNO 3	10,8	10,5	10,3

MATERIAL TULIPA SECA	PESO (KG)		
	1 hr	4hr	8 hr
TURNO 1	4,0	4,4	5,7
TURNO 2	5,7	5,0	5,1
TURNO 3	4,6	4,5	5,5

Resumen Promedio Peso Especifico (kg/m³)

Turno	Foliado verde	Foliado seco	Debobinado verde	Debobinado seco
1	191,6	137,2	410,3	182,8
2	166,7	137,2	405,2	205,0
3	217,5	143,7	409,1	189,0
PROMEDIO	192,0	139,4	408,2	192,3

Anexo 5
Presentación Alternativas

PROYECTO COMPRA DE CONTENEDORES											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación		1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
Valor Residual											2700000
Utilidad antes Impuesto		1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	900.000
Impuesto 17%		306000	306000	306000	306000	306000	306000	306000	306000	306000	153000
Utilidad Neta		1.494.000	1.494.000	1.494.000	1.494.000	1.494.000	1.494.000	1.494.000	1.494.000	1.494.000	747.000
Depreciación		1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
Costo Transporte	1.800.000										
Inversion	18.000.000										
Flujo de Caja	19.800.000	306.000	306.000	306.000	306.000	306.000	306.000	306.000	306.000	306.000	2.547.000

Valor Actual Neto	17.349.490
-------------------	------------

PROYECTO ARRIENDO DE CONTENEDORES											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arriendo Anual		7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000
Utilidad antes Impuesto		7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000	7.992.000
Impuesto 17%		1358640	1358640	1358640	1358640	1358640	1358640	1358640	1358640	1358640	1358640
Utilidad Neta		6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360
Costo Transporte	1.800.000										
Flujo de Caja	1.800.000	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360	6.633.360

Valor Actual Neto	39.279.963
-------------------	------------

PROYECTO CORREAS TRANSPORTADORAS Y COMPRA DE CONTENEDORES											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación		5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000
Valor Residual											8799000
Utilidad antes Impuesto		5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	2.933.000
Impuesto 17%		997220	997220	997220	997220	997220	997220	997220	997220	997220	498610
Utilidad Neta		4.868.780	4.868.780	4.868.780	4.868.780	4.868.780	4.868.780	4.868.780	4.868.780	4.868.780	2.434.390
Depreciación		5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000	5.866.000
Costo Transporte	1100000										
Inversion	58.660.000										
Flujo de Caja	59.760.000	997.220	997.220	997.220	997.220	997.220	997.220	997.220	997.220	997.220	8.300.390

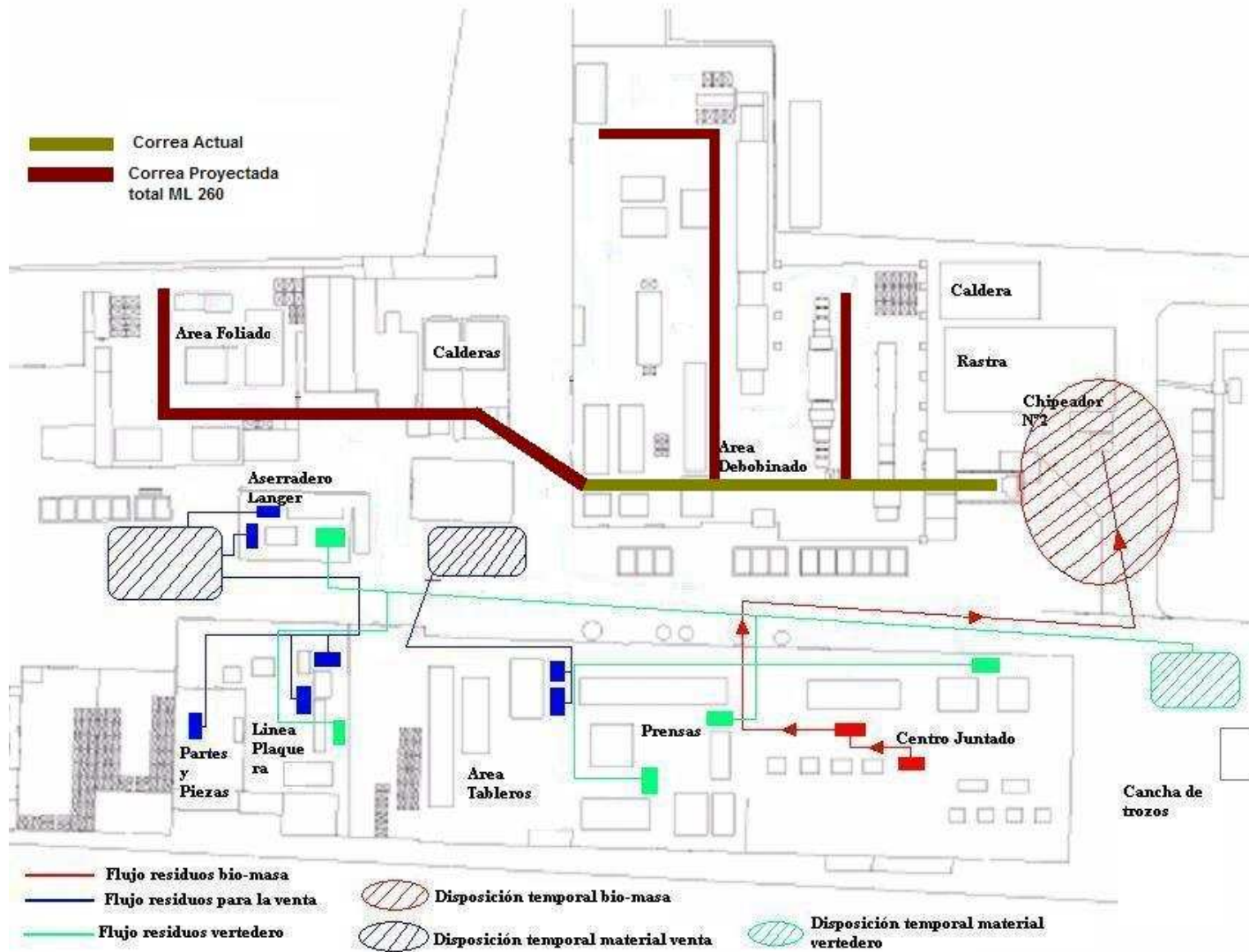
Valor Actual Neto 51.774.059

PROYECTO CORREAS TRANSPORTADORAS Y ARRIENDO CONTENEDORES											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arriendo Anual		4.884.000	4.884.000	4.884.000	4.884.000	4.884.000	4.884.000	4.884.000	4.884.000	4.884.000	4.884.000
Depreciación		4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000
Valor Residual											7149000
Utilidad antes Impuesto		9.650.000	9.650.000	9.650.000	9.650.000	9.650.000	9.650.000	9.650.000	9.650.000	9.650.000	2.501.000
Impuesto 17%		1640500	1640500	1640500	1640500	1640500	1640500	1640500	1640500	1640500	425170
Utilidad Neta		8.009.500	8.009.500	8.009.500	8.009.500	8.009.500	8.009.500	8.009.500	8.009.500	8.009.500	2.075.830
Depreciación		4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000	4.766.000
Costo Transporte	1.100.000										
Inversion	47.660.000										
Flujo de Caja	48.760.000	3.243.500	3.243.500	3.243.500	3.243.500	3.243.500	3.243.500	3.243.500	3.243.500	3.243.500	2.690.170

Valor Actual Neto 65.176.015

Anexo 6
Flujo de Correas Transportadoras y Contenedores propuestos

DISTRIBUCION Y FLUJOS RESIDUOS SOLIDOS DE MADERA DENTRO DE LA PLANTA



Anexo 7
Instructivo manejo contenedores



INSTRUCTIVO MANEJO CONTENEDORES RESIDUOS SÓLIDOS DE MADERA

Código: A-7. 1.0-O-IN- 0054

Edición: 1

Página 1 de 3

ACTIVIDAD	NOMBRE	CARGO	FECHA	FIRMA
ELABORACIÓN	Carmen Díaz	Jefe Ingeniería Industrial	04/09/06	
REVISIÓN	Richard Behrens	Superintendente de Producción	07/09/06	
APROBACIÓN	Roberto Pera	Gerente de Operaciones	08/09/06	

OBJETIVO	Describir el procedimiento que Infodema S.A. utiliza en la captación, retiro, transporte, y disposición final de los residuos sólidos de madera generados y que serán utilizados como combustible de la caldera o retirados por terceros como material de venta o contaminado.
ALCANCE	El documento es aplicable a todos los trabajadores de Infodema S.A. y de Empresas Contratistas

DEFINICIONES GENERALES Y DE AREAS DENTRO DE LA PLANTA

Residuos sólidos de madera :

Los residuos sólidos de madera son los desechos generados en las máquinas que participan en el área, estos corresponden a: desechos de chapas, despunte de madera sólida, entre otros.

Disposición Temporal :

Corresponde al almacenamiento transitorio de los residuos sólidos de madera, en lugares establecidos para estos fines, al interior de la Planta , los cuales se describen :

- **Sector que rodea al chipeador N° 2** , en los cuales el material tendrá que permanecer hasta que sea consumido por el chipeador, el contenedor tendrá que retornar al área y máquina de origen.
- **Entrada aserradero Langer**, el material permanecerá hasta que sea vendido por el area de Recursos Humanos.
- **Vertedero cancha de trozos**, el material permanecerá hasta que sea retirado hacia el vertedero municipal.

Disposición Final

Chipeador N° 2 : el contenedor debe ser descargado y devuelto al área o máquina de origen, el material será consumido por el chipeador y arrastrado por correas a la rastra donde esperará el chip para ser consumido por la caldera.

Venta a terceros: para el caso de restos como tablas, despunte de madera, despunte de tableros.

Vertedero municipal: Chapas contaminadas y despuntes de madera.

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

ACCIONES	RESPONSABLE
Definir disposición final de Residuos sólidos de madera	Superintendente Producción
Definir localización de contenedores receptores de residuos sólidos	Jefe de Ingeniería Industrial
Capacitar y dar inducción al personal para el correcto manejo de contenedores de residuos sólidos, donde se incluye al operador de grúa horquilla. Implementar instructivo Coordinar retiro de los contenedores Reportar deterioro y daños de los contenedores Disponer de un adecuado manejo y cuidado de los contenedores	Jefes de Turno
Recolectar los residuos en el área de trabajo	Operarios de Planta
Retiro de contenedores hacia disposición final e intermedia Retorno de contenedores al área y máquina de origen en forma oportuna Trasladar , Manipular y Vaciar resguardando el cuidado de los contenedores	Operador Grúa horquilla
Verificar la ejecución de las actividades contenidas en este procedimiento	Encargado Procedimientos

COPIA CONTROLADA

FRECUENCIA, DE VACIADO CONTENEDORES DE RESIDUOS SÓLIDOS

Retiro y Frecuencia: El retiro de los contenedores deberá hacerlo el operador de la grúa horquilla, al término de cada turno, o de acuerdo como se lo indique Jefe de Turno
Las grúas que participaran en el manejo de los contenedores dentro de la planta, serán las correspondientes a cada área.

Area	Grua N°1	Grua N°2
Foliado	Nissan 30	Linde 30
Debobinado	Nissan 30	Linde 30
Centro Juntado	Toyota 20	Toyota 30
Tableros	Toyota 30	Toyota 20
Linea Plaquera	Toyota 30	
Linea Partes y Piezas	Toyota 30	

ACCIONES A REALIZAR POR LA GRUA HORQUILLA

El Operador de la grúa horquilla será el responsable directo del manejo de los contenedores, el cual debe adoptar las precauciones necesarias en las maniobras que realice a fin de prolongar la vida útil de éstos.

Retiro de los contenedores desde el área de origen	El Operador de la grúa deberá retirar el contenedor del sector tomándolo desde la parte inferior de éstos; al llegar al chipeador N° 2 deberá dejar el contenedor en el suelo, posteriormente deberá tomarlo por las manillas superiores para poder descargarlo.
Descarga de los contenedores	Se deberá hacer por la parte superior de los contenedores.
Retorno contenedores	El Operador de la grúa tomará el contenedor por la parte inferior de éstos para retornarlo al sector de origen

EXIGENCIAS EN MANIOBRAS Y MANEJO

Cada vez que llegue al Chipeador un contenedor, el Operador del Chipeador deberá manipular la palanca de descarga. Con el objeto de disponer de un adecuado manejo que permita resguardar los contenedores.



Retiro área de origen



Traslado disposición temporal



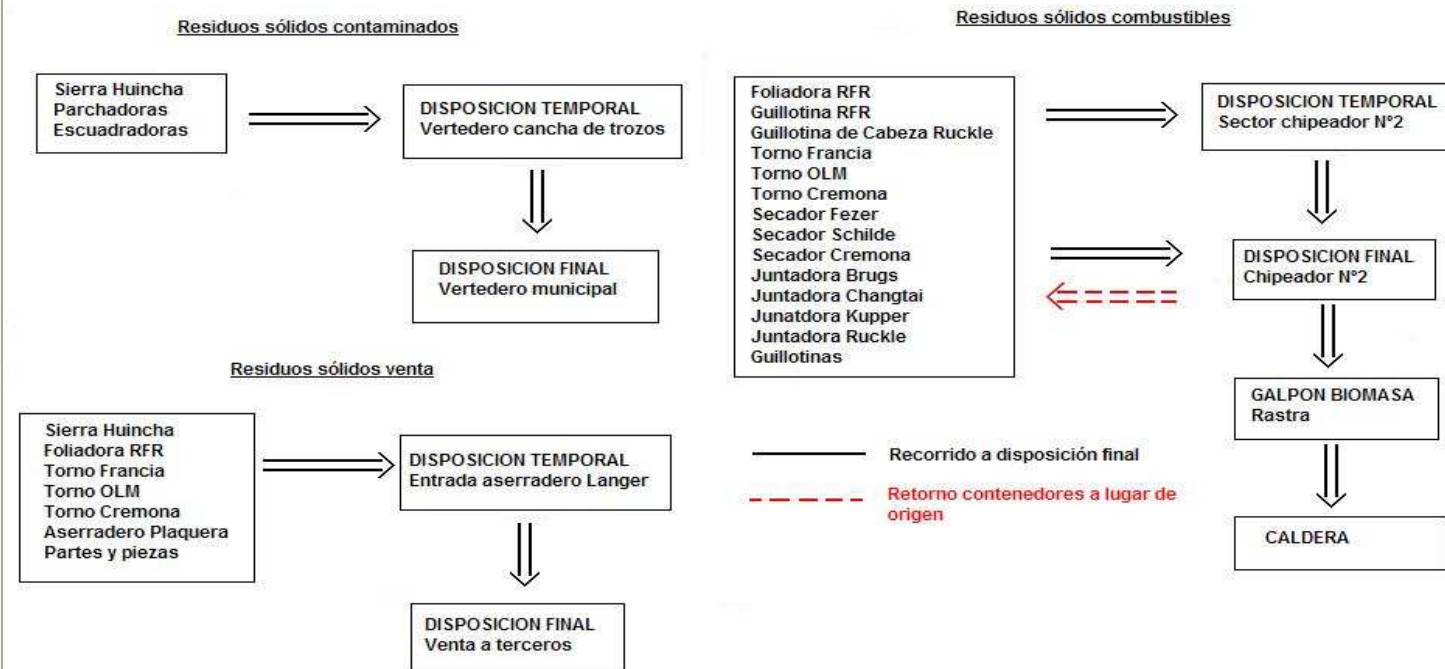
Descarga disposición temporal



Descarga disposición final

FLUJO GRAMA

AREAS GENERADORAS



ANEXOS

RESIDUOS SÓLIDOS VENTA



Área generadora



Disposición Temporal (previo retiro)



Área generadora



Disposición Temporal (previo retiro)

RESIDUOS SÓLIDOS COMBUSTIBLES



Área generadora



Disposición temporal



Disposición Final