

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(98)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ANGIE CAROLINA ESCOBAR VELEZ		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	REYNEL NAVARRO LEON		
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN DE TABLEROS DE FIBRA DE MEDIA DENSIDAD EN TABLEMAC MDF S.A.S – BARBOSA, ANTIOQUIA		
RESUMEN			
(70 palabras aproximadamente)			
<p>EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE POR FINALIDAD EXPONER LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LOS TABLEROS MDF CALIBRE 9MM. EL ACV ESTUVO DESARROLLADO BAJO EL MARCO METODOLÓGICO ESTABLECIDO EN LA NTC ISO 14040 Y SUS DERIVADAS NORMAS. EL OBJETIVO FUNDAMENTAL DEL ESTUDIO CONSISTIÓ EN CONTRIBUIR A LA EMPRESA EN LA GESTIÓN DE SUS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES DERIVADOS DE SU PRODUCCIÓN DE TABLEROS.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 98	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:1



ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN DE TABLEROS DE FIBRA
DE MEDIA DENSIDAD EN TABLEMAC MDF S.A.S – BARBOSA, ANTIOQUIA

AUTOR (A)

ANGIE CAROLINA ESCOBAR VÉLEZ

Trabajo de grado modalidad pasantías para optar por el título de Ingeniera Ambiental

DIRECTOR

REYNEL NAVARRO LEON

Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Octubre, de 2016

Índice

Capítulo 1. Análisis del ciclo de vida de la producción de tableros de fibra de media densidad en Tablemac MDF S.A.S – Barbosa, Antioquia	3
1.1 Descripción de la Empresa.....	3
1.1.1 Misión.	4
1.1.2 Visión.....	4
1.1.3 Valores corporativos.....	4
1.1.4 Estructura organizacional.....	8
1.1.5 Descripción de la dependencia asignada.....	9
1.2 Diagnóstico inicial y actual de la dependencia asignada	10
1.2.1 Planteamiento del problema.....	11
1.3 Objetivos de la Pasantía	12
1.3.1 Objetivo General.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Descripción de Actividades	13
Capítulo 2. Enfoque referencial.....	14
2.1 Enfoque Conceptual.....	14
2.1.1 Sistema de Gestión Ambiental.....	14
2.1.2 Cadena de Valor.....	14
2.1.3 Sistema.....	15
2.1.4 Tableros de fibra de media densidad.	15
2.1.5 Biomasa.....	16
2.1.6 Análisis de ciclo de vida.	17
2.1.7 Evolución histórica del Análisis de ciclo de vida.	17
2.1.8 Tipos de Análisis de ciclo de vida	19
2.1.9 Aplicaciones del Análisis de ciclo de vida para el sector industrial.....	19
2.1.10 Normas aplicables en el desarrollo de un análisis de ciclo de vida.	20
2.1.11 NTC-ISO 14040. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.	22
2.1.12 NTC-ISO 14044. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices. Requisitos del ciclo de vida.	23
2.1.13 Guías referenciales.....	24
2.2 Enfoque Legal.....	25
2.2.1 Recurso Hídrico.	25
2.2.2 Recurso aire.	26
2.2.3 Residuos sólidos.....	27
2.2.4 Residuos peligrosos.	30
2.2.5 Energía.	31
2.2.6 Recurso Fauna y Flora.	32
2.2.7 Sustancias químicas.	32
Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo	33

3.1 Metodología de desarrollo	33
3.2 Presentación de resultados	34
3.2.1 Fase 1: Definición del objetivo y el alcance.	34
3.2.2 Fase 2: Desarrollo del inventario del ciclo de vida (ICV)	44
3.2.3 Fase 3: Evaluación del inventario de ciclo de vida (EICV).....	69
3.2.4 Fase 4: Interpretación de resultados.....	76
Capítulo 4. Diagnostico final.....	81
Capítulo 5. Conclusión.....	82
Capítulo 6. Recomendación.....	83
Referencias.....	82
Apéndices.....	84

Apéndice A. listas especiales

Lista de Tablas

Tabla 1 Matriz DOFA de doble entrada	10
Tabla 2 Descripción de las actividades a desarrollar	13
Tabla 3 Desarrollo histórico del ACV	18
Tabla 4 Descripción de la norma de las serie ISO 14040	21
Tabla 5 Marco normativo del recurso hídrico.....	25
Tabla 6 Marco normativo del recurso aire	26
Tabla 7 Marco normativo de generación, manejo y disposición de residuos sólidos.....	27
Tabla 8 Marco normativo de manejo y control de residuos peligrosos	30
Tabla 9 Marco normativo en materia de energía	31
Tabla 10 Marco normativo de recurso flora y fauna.....	32
Tabla 11 Marco normativo en el manejo y control de sustancias químicas	32
Tabla 12 Especificaciones del producto bajo estudio	35
Tabla 13 Descripción de las etapas del proceso productivo del MDF.....	45
Tabla 14 Descripción del proceso en planta térmica	48
Tabla 15 Entrada y salida en las unidades del proceso astillado	50
Tabla 16 Entrada y salida del proceso de refinación	51
Tabla 17 Entrada y salida del proceso de secado.....	52
Tabla 18 Masa de agua evaporada en el proceso de secado	52
Tabla 19 Entrada y salida del proceso de formación	53
Tabla 20. Entrada y salida del proceso de lijado	54
Tabla 21 Entrada y salida del proceso de modulado y corte.....	55
Tabla 22 Entrada y salida del proceso de embalaje	56

Tabla 23 Entrada y salida en planta térmica	57
Tabla 24 Inventario general de entrada y salidas	58
Tabla 25 Desechos con el proceso de astillado.....	60
Tabla 26 Corriente de salida en el proceso de refinado	61
Tabla 27 Mermas en el proceso de secado.....	62
Tabla 28 Mermas en el proceso de formación	63
Tabla 29 Mermas en el proceso de lijado	63
Tabla 30 Mermas en el proceso de modulado y corte	64
Tabla 31 Mermas en el proceso de embalaje	64
Tabla 32 Mermas en el proceso de planta térmica.....	65
Tabla 33. Generación de energía	65
Tabla 34 Selección de categorías de impacto	69
Tabla 35 Inventario general de salidas directas al ambiente.....	72
Tabla 36 Identificación de aspectos e impactos ambientales.....	72
Tabla 37 Categorías de impacto asociadas al ICV.....	73
Tabla 38 Asignación de los resultados del ICV a la categoría de impacto de lluvia acida	73
Tabla 39 Asignación d los resultados de ICV a la categoría del impacto de eutrofización.....	74
Tabla 40 Asignación de los resultados del ICV a la categoría de impacto de generación de residuos sólidos.....	74
Tabla 41 Caracterización de las categoría de impacto de lluvia acida y eutrofización	74
Tabla 42 Caracterización de las categoría de impacto de generación de residuos sólidos	75

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama de Tablemac S.A.	8
Figura 2. Organigrama de Tablemac MDF S.A.S. S	9
Figura 3. Metodología de desarrollo basada en la NTC ISO 14040 de 2007	33
Figura 4. Descortezador.....	36
Figura 5. Madera rolliza utilizada en el proceso.....	37
Figura 6. Astilladora	37
Figura 7. Cribadora.....	38
Figura 8. Selección de astillas en cribado.....	38
Figura 9. Torre de Refinación.....	39
Figura 10. Secado I y II etapa.....	39
Figura 11. Zona de prensado.....	40
Figura 12. Manta de fibra saliendo de pre prensado.....	40
Figura 13. Sierra diagonal.....	41
Figura 14. Zona de lijado.....	41
Figura 15. Zona de modulado y corte.....	42
Figura 16. Máquina Zunchadora.....	42
Figura 17. Zunchado de paquetes.....	43
Figura 18. Caldera. Planta Térmica.....	43
Figura 19. Diagrama de flujo general del proceso productivo de tableros MDF	45
Figura 20. Unidades de proceso seleccionadas para el estudio del ACV	49
Figura 21. Diagrama de flujo del proceso de astillado.....	50
Figura 22. Diagrama de flujo del proceso de refinado.....	51

Figura 23. Diagrama de flujo del proceso de secado.	53
Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de formación.	54
Figura 25. Diagrama de flujo del proceso de lijado.	54
Figura 26. Diagrama de flujo del proceso de modulado y corte.	55
Figura 27. Diagrama de flujo del proceso de embalaje.	56
Figura 28. Diagrama de flujo del proceso en planta térmica.	57
Figura 29. Esquema de la EICV según la ISO 14040.	70
Figura 30. Salidas del proceso directas al ambiente.	71

Resumen

El presente documento tiene por finalidad exponer los resultados obtenidos del Análisis de ciclo de vida de los tableros de fibra de media densidad calibre 9 mm realizado en la empresa Tablemac MDF S.A.S - Planta Barbosa ubicada en el departamento de Antioquia.

El estudio estuvo desarrollado bajo el marco metodológico establecido en la NTC ISO 14040 y sus derivadas normas, por lo cual, en la Fase I se encontrará el objetivo y el alcance del ACV, en la Fase II todo lo relacionado con el inventario de ciclo de vida, en la Fase III la evaluación del inventario de ciclo de vida y en la Fase IV la interpretación del ciclo de vida.

El objetivo fundamental de este estudio consistió en contribuir a la empresa en la gestión de sus aspectos e impactos ambientales potenciales derivados de su producción de tableros 9 mm, por ello, se generan recomendaciones claves a partir de los resultados obtenidos en el análisis.

Introducción

El camino hacia la sustentabilidad requiere que las organizaciones y las actividades productivas encuentren la manera de reducir y controlar sus impactos ambientales a lo largo de su cadena de valor, es por ello, que muchas organizaciones actualmente implementan el método de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) como una herramienta de gestión ambiental que permite reducir los efectos ambientales asociados con la producción de bienes o prestación de servicios.

La adopción y aplicación del método de ciclo de vida genera dentro de las organizaciones nuevas dinámicas orientadas a garantizar productos y servicios sustentables a través de la mejora continua de los procesos y productos del sistema, en donde las estrategias de negocio son integradas dentro de una política que garantiza a sus partes interesadas una producción limpia y sostenible.

Por todo ello, Tablemac MDF S.A.S, dentro de su política ambiental deja ver su compromiso con la conservación y uso responsable de los recursos naturales y, a través de su Sistema de Gestión Ambiental incorpora la metodología de Análisis de Ciclo de Vida para la producción de tableros de fibra de media densidad calibre 9 mm.

En el siguiente informe se describe el desarrollo del análisis de ciclo de vida del proceso de producción de tableros MDF 9 mm basándose en la metodología descrita en la NTC - ISO 14040 versión 2007 y únicamente su estudio abarca las diferentes fases del proceso de manufactura seleccionadas.

Capítulo 1. Análisis del ciclo de vida de la producción de tableros de fibra de media densidad en Tablemac MDF S.A.S – Barbosa, Antioquia

1.1 Descripción de la Empresa

Tablemac es una empresa líder en innovación y desarrollo constante de tableros de partículas aglomeradas de madera, siempre comprometida con la protección de la naturaleza, ya que todos nuestros productos están elaborados con madera proveniente de bosques cultivados.

Somos una empresa Colombiana que produce y comercializa tableros de partículas de madera aglomerada, con y sin recubrimiento melamínico o de películas decorativas.

Constituida en 1988, esta compañía opera actualmente con una capacidad instalada de producción de 110.000 m³ de tableros crudos al año, 55.000 m³ de láminas recubiertas con papeles melamínicos, foils decorativos o resinas de altas resistencias. Su avanzada tecnología y sus estándares de calidad que cumplen los requisitos de ISO 9001 lo cual le permiten exportar a los estados Unidos, el Caribe, Centro América y el Pacto Andino con gran aceptación en los diferentes mercados.

Es un principio y un valor para Tablemac reconocer su responsabilidad ambiental, por ello, elaboramos productos con madera de bosques cultivados por el hombre y no de bosques nativos, cosechamos y sembramos *Pino patula* para garantizar el recurso maderero en el futuro y aplicamos las más exigentes normas técnicas y de seguridad en todo proceso. Toda la materia prima empleada proviene de árboles cuidadosamente cultivados y seleccionados en los cuales se reduce al máximo la presencia de arena y residuos metálicos, nuestros tableros rompen con un mito existente de los tableros aglomerados pues en nuestros procesos no se utilizan subproductos como aserrín y/o desperdicios de madera; por ser el medio ambiente

una de nuestras mayores preocupaciones encaminamos nuestras acciones al mejoramiento tecnológico en procura de una producción más limpia que demuestre ese respeto por la naturaleza.

1.1.1 Misión.

Tablemac es un aliado innovador en soluciones de paneles de madera con productos para la construcción, amoblamiento, ambientación y remodelación de espacios. Establecemos relaciones de largo plazo con nuestros clientes contribuyéndoles a lograr una buena rentabilidad en sus negocios.

A través de nuestro enfoque empresarial basado en la responsabilidad social y sostenibilidad ambiental, agregamos valor a los accionistas, proveedores, empleados y a la comunidad.

1.1.2 Visión.

En nuestro negocio de paneles seremos el aliado preferido de los transformadores de la madera.

En el negocio de muebles ofreceremos soluciones de amoblamiento creativas, funcionales y prácticas acorde a las necesidades del hogar.

1.1.3 Valores corporativos.

- **Honestidad:** Rectitud, Responsabilidad y Sinceridad en todo lo que se hace.
- **Innovación:** Aportar ideas que contribuyan a ser mejor empresa y tener una actitud positiva hacia el cambio.
- **Trabajo en equipo:** Actitud y colaboración activa para el logro de los objetivos comunes.
- **Aprendizaje continuo:** Crear un ambiente de aprendizaje, aciertos y desaciertos; admitiendo que siempre se puede mejorar.

- **Compromiso:** Disposición de hacer el mayor esfuerzo para el logro de la Visión y los Objetivos de la Compañía.
- **Comunicación:** Escuchar activamente y transmitir información clara, veraz y oportuna.
- **Responsabilidad ambiental:** Protección del medio ambiente que nos permita ser socios de la tierra.
- **Confianza:** Credibilidad ganada a través de la coherencia entre lo que se piensa, se dice y se hace.

1.1.3.1 Compromiso de la dirección.

Tablemac considera dentro de su filosofía empresarial, que sus productos y servicios deben proporcionar a sus usuarios la máxima satisfacción de sus necesidades, garantizando además el cumplimiento de las normas preestablecidas de calidad, los requisitos ambientales vigentes y el cumplimiento de las normas de seguridad industrial y de salud ocupacional vigentes, por ello, la dirección establece su compromiso claro a través de sus políticas corporativas.

1.1.3.1.1 Política de Calidad.

En el compromiso de satisfacer a plenitud a nuestros clientes, la Calidad en Tablemac se manifiesta mediante la práctica de los siguientes principios:

- Claridad y oportunidad en la comunicación a clientes y proveedores.
- Cumplimiento de acuerdos pactados con clientes y proveedores.
- Garantía en especificaciones de productos y entregas oportunas: tiempo y cantidad.
- Atención de inquietudes técnicas, con la velocidad y el respaldo requerido.

- Desarrollo de productos de acuerdo a las necesidades del mercado, con un equilibrio costo-beneficio.
- Aprendizaje permanente de nuestros procesos y optimización de las operaciones.
- Formación continua de usos y aplicaciones adecuados para los productos.
- Participación activa del personal con ideas que permitan el crecimiento de la compañía.
- Uso responsable y adecuado de los recursos forestales.
- Compromiso constante con la seguridad de nuestro personal, equipos y estructura.
- Cumplimiento de las disposiciones legales.

Por medio del Sistema de Gestión, aseguramos la aplicación de la Política y el cumplimiento de nuestro compromiso.

1.1.3.1.2 Política Ambiental.

Tablemac y sus filiales son un aliado innovador en soluciones de paneles de madera para construcción, amoblamiento, ambientación y remodelación de espacios. Nuestra Responsabilidad Ambiental se basa en que nuestras operaciones de hoy y de mañana no comprometan la salud humana, el medio ambiente y los recursos naturales no renovables, tanto para las comunidades actuales como para las generaciones futuras soportadas en el cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

Prevenimos y minimizamos el impacto ambiental mediante el aprovechamiento de bosques cultivados, el uso de sobrantes de madera como materia prima y combustible, la capacitación de nuestra gente para asegurar operaciones responsables y controladas, el desarrollo de productos amigables con la naturaleza, la incorporación de una producción más limpia y el mejoramiento continuo de nuestros procesos.

1.1.3.1.3 Política de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

En el desarrollo de nuestras operaciones, cuidamos de la integridad física de nuestro personal, contratistas y proveedores, guiados por las directrices de la legislación nacional y por nuestra propia convicción de retornar a nuestros hogares en buen estado.

Para ello, contamos con los siguientes elementos que permiten la mejora continua y guían nuestro proceder:

1. Nos aseguramos de iniciar labores de mantenimiento y producción, solo cuando nuestro personal esté adecuadamente protegido y entrando para tal actividad.
2. La primera responsabilidad de un jefe de área es cuidar de sus colaboradores directos, para ello es responsable de la aplicación de las normas y procedimientos que se establezcan para una operación segura.
3. Mejoramos la seguridad de los equipos, procesos y condiciones de trabajo, para garantizar la operación.
4. Diseñamos y ejecutamos un Sistema de Gestión de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, asignando los recursos físicos, económicos y de tiempo requeridos para la prevención de enfermedades laborales, apoyados en la implementación de programas de higiene y medicina preventiva.
5. Comunicamos los actos inseguros que atenten contra nuestras personas y los equipos de la compañía, como un medio de aprendizaje para que a futuro no formemos parte de las estadísticas de accidentes e incidentes.
6. Medimos nuestro desempeño en materia de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial, como parte de la efectividad de nuestras acciones, que conduzcan a sentirnos más seguros, pero no confiados, en los respectivos puestos de trabajo.

7. Todos nuestros empleados son responsables de acatar, mejorar y garantizar el cumplimiento de una producción segura.

1.1.4 Estructura organizacional

A continuación, se presenta la manera jerárquica de cómo se encuentra estructurada Tablemac S.A (Figura 1), se puede observar como la Planta de producción Barbosa hace parte de un gran corporativo. En la estructura organizativa de Tablemac MDF S.A.S (Figura 2) se puede ver desde donde se direcciona el área ambiental.

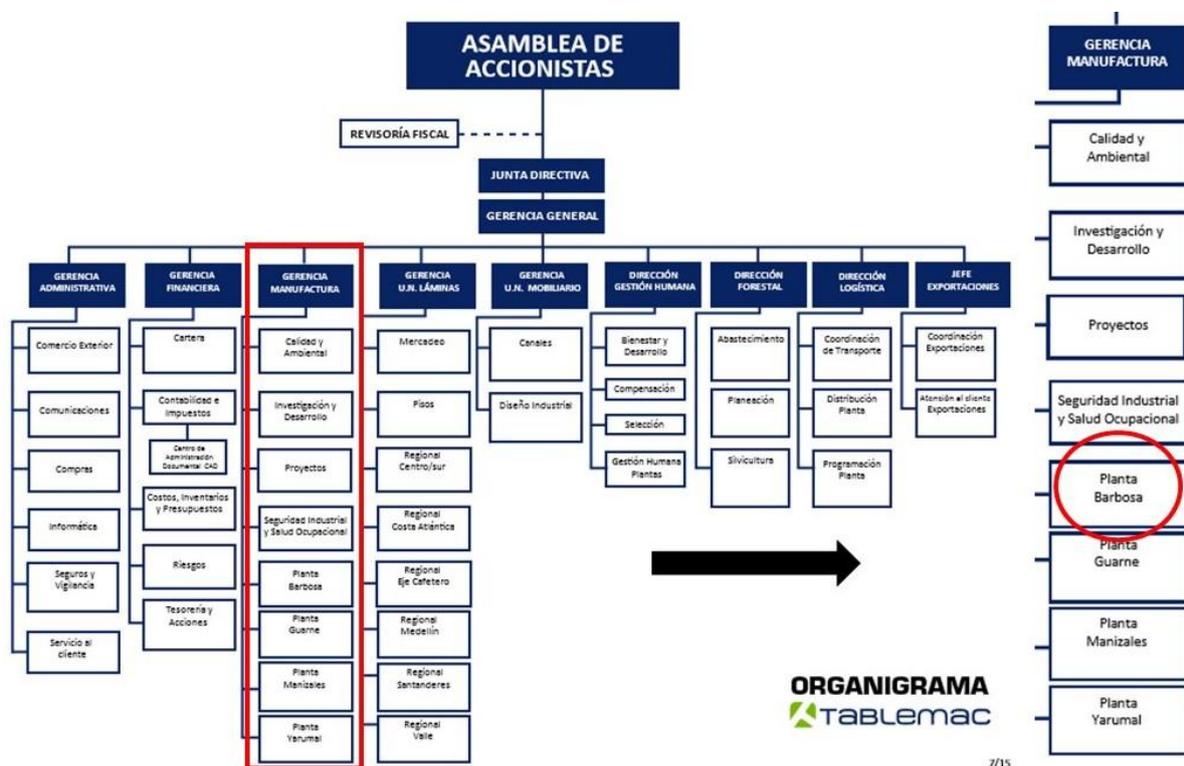


Figura 1. Organigrama de Tablemac S.A. Manual de Calidad. Tablemac MDF S.A.S

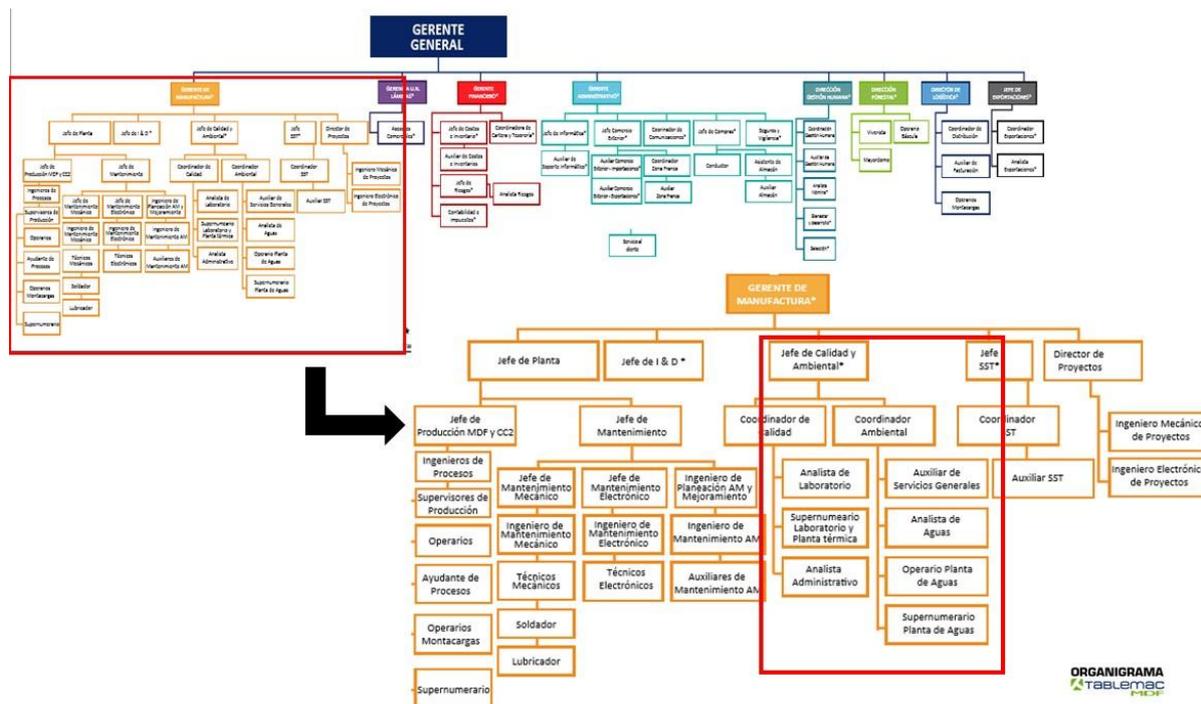


Figura 2. Organigrama de Tablemac MDF S.A.S. Manual de Calidad. Fuente: Tablemac MDF S.A.S

1.1.5 Descripción de la dependencia asignada.

El trabajo de grado bajo la modalidad de pasantía se realizará desde el área de la Coordinación Ambiental de Tablemac MDF S.A.S - Planta Barbosa, a través de esta dependencia se desarrollan y dirigen todos los planes, programas y proyectos de carácter ambiental de la planta, los cuales se encuentran regidos bajo los estándares y lineamientos establecidos en su Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14:001,2004) de manera tal, que cada una de sus actividades debe estar enmarcada en el cumplimiento su política ambiental.

Desde el área, se coordinan diferentes procesos para asegurar el cumplimiento de los requisitos legales y de otra índole que adquiere la empresa en materia ambiental, de igual modo, se establecen los diferentes mecanismos de control y prevención de aspectos e impactos ambientales que generen grandes afectaciones al medio ambiente y a la salud de las personas en general y se fomenta la creación de una cultura de cuidado y respeto por los recursos naturales.

1.2 Diagnóstico inicial y actual de la dependencia asignada

Mediante un análisis del ambiente tanto interno como externo en relación con el análisis de ciclo de vida de la producción de tableros de fibra de media densidad, se pueden generar estrategias claras que impulsen el crecimiento continuo de la compañía.

Tabla 1

Matriz DOFA de doble entrada

<i>Factor Interno</i>	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	F1. Se tienen cuantificadas en algunas etapas del proceso de producción el flujo de materiales y energía utilizados. F2. Existe un interés por parte de la gerencia en el desarrollo del proyecto. F3. A través del Sistema de Gestión Ambiental se incorpora la norma ISO 14040 para el desarrollo del ACV.	D1. El uso de la información relevante de las diferentes etapas del proceso de producción será de uso privativo de la compañía, por lo cual los resultados obtenidos a través del ACV serán compartidos de manera selectiva. D2. El tiempo destinado a al desarrollo del proyecto del AVC es limitante para realizar un estudio a profundidad. D3. No se ha evaluado el impacto ambiental potencial asociado a las entradas y salidas de las etapas del sistema de producción.
<i>Factor Externo</i>	FO (MÁXI-MÁXI)	DO (MINI-MAXI)
OPORTUNIDADES	O1. El ACV es una metodología ampliamente reconocida a nivel mundial y aplicado en sistemas de gestión de alta calidad y producción más limpia. O2. El ACV es una metodología flexible en cuanto a parámetros de aplicación, lo cual permite la utilización de diferentes herramientas de acuerdo al criterio del evaluador y al interés particular del estudio. O3. Acceso a nuevos mercados internacionales y cumplimiento de regulaciones ambientales actuales y futuras. O4. Ingreso a nichos de mercado diferenciales y disminución de riesgos asociados a la competitividad.	Desarrollar el estudio de ACV, a partir de las diferentes metodologías existentes bajo el soporte de la norma ISO 14040, de manera que exista mayor confiabilidad en el producto, crecimiento en el mercado, cumplimiento de regulaciones ambientales e incremento de la calidad.
AMENAZAS	FA (MAXI-MINI)	DA (MINI-MINI)
A1. Nuevos competidores en el mercado de los transformadores de la madera. A2. La disponibilidad de consumo de materias primas y los costos elevados al acceder en un futuro al uso de la misma. A3. Incremento constante de los estándares de calidad, generando un crecimiento proporcional en el uso de recursos naturales.	Hacer uso del ACV para determinar de manera concreta los impactos significativos asociados a las diferentes etapas del sistema de producción a través de un estudio detallado de entradas y salidas de materia y energía, creando el firme propósito en la compañía de tener bajo estudio constante su proceso productivo.	Fortalecer el proceso de análisis del sistema de producción en el tiempo de manera, que exista un control total en todas las operaciones y se genere un proceso dinámico de encontrar fallas, afrontar fallas y generar soluciones, propendiendo siempre por la mejora continua del sistema en cada etapa del proceso.

Nota. La tabla 1 muestra la matriz DOFA que se realizó para saber el diagnóstico inicial de la empresa donde se evidencia las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que presenta la misma. Fuente: Autor del proyecto.

1.2.1 Planteamiento del problema

Tablemac S.A se constituye como una compañía fabricante de tableros aglomerados de madera, a través de su filial Tablemac MDF S.A.S, se opera todo un sistema de producción dedicado a la manufactura y comercialización de tableros de fibra de densidad media. La planta de producción Tablemac MDF, se encuentra ubicada Vía al Hatillo en el km 1,3 antes de la cabecera municipal de Barbosa, en el departamento de Antioquia, y cuenta con una capacidad instalada de 132.000 m³ de tableros anuales (Tablemac S.A, 2012).

Actualmente la planta de producción cuenta con la certificación ISO 14001:2004 de su Sistema de gestión ambiental y a través de los diferentes mecanismos y estrategias de mejoras continuas propias del sistema se determinó mediante una auditoría realizada el pasado mes de noviembre del año 2015 la necesidad de realizar un análisis del ciclo de vida de su cadena de producción.

Tablemac MDF, es consciente de la importancia de conservar los recursos naturales de los que hace uso y bajo los lineamientos de su responsabilidad y política ambiental procura generar una cultura de prevención y mitigación de grandes afectaciones ambientales, por ello, el conocer y evaluar las diferentes etapas de su sistema de producción implica determinar de manera clara las repercusiones ambientales generadas por sus procesos, de modo tal, que se puedan establecer estrategias que impliquen oportunidades de mejorar el desempeño ambiental del producto, la aportación de información para la toma de decisiones en la industria, la selección de indicadores ambientales pertinentes y la efectividad de sus procesos.

Por tanto, a través de la adopción de la metodología del ACV enmarcada en la norma ISO 14040 se busca darle solución a esta necesidad de la compañía, de modo que, los resultados que se obtengan de este análisis permitan orientar la toma de decisiones respecto al manejo ambiental de las operaciones que se deben tener en el proceso de producción y se pueda

cumplir con las nuevas actualizaciones que se designan en la nueva versión de la ISO 14001 versión 2015.

1.3 Objetivos de la Pasantía

1.3.1 Objetivo General.

Desarrollar el Análisis de Ciclo de Vida de la producción de Tableros de fibra de media densidad calibre 9 mm en Tablemac MDF S.A.S, Barbosa - Antioquia.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Determinar el alcance y objetivo del ACV de la producción de tableros MDF.
- Realizar el análisis general del inventario de entradas y salidas de las diferentes etapas del proceso de producción.
- Evaluar las repercusiones ambientales generadas por el proceso de producción de tableros MDF.
- Generar recomendaciones para la toma de decisiones a partir de la interpretación de los resultados del ACV.

1.4 Descripción de Actividades

Tabla 2

Descripción de actividades

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades
Desarrollar el Análisis de Ciclo de Vida de la producción de Tableros de fibra de media densidad calibre 9mm en Tablemac MDF S.A.S, Barbosa - Antioquia.	1. Determinar el alcance y objetivo del ACV de la producción de tableros MDF.	1.1. Definir los objetivos del proyecto. 1.2. Determinar qué tipo de información es necesaria para el desarrollo proyecto. 1.3. Determinar la gestión de los datos y la presentación de los resultados. 1.4. Definir el alcance del estudio a desarrollar.
	2. Realizar el análisis general del inventario de entradas y salidas de las diferentes etapas del proceso de producción.	2.1. Elaborar la metodología de análisis de inventario y estructuración de los balances parciales. 2.2. Elaborar el plan de recolección de datos para el análisis del inventario. 2.3. Recopilar e inventariar las entradas y salidas de las diferentes etapas del proceso. 2.4. Documentar e informar los resultados del análisis de inventario.
	3. Evaluar las repercusiones ambientales generadas por el proceso de producción de tableros MDF.	3.1. Seleccionar y definir las categorías del impacto. 3.2. Determinar las categorías de evaluación de las repercusiones ambientales. 3.3. Caracterizar y valorar los impactos. 3.4. Presentar el informe de resultados de repercusiones ambientales.
	4. Generar recomendaciones para la toma de decisiones a partir de la interpretación de los resultados del ACV.	4.1. Identificar y analizar los elementos más significativos basados en los resultados del análisis del inventario y evaluación de repercusiones ambientales. 4.2. Determinar las conclusiones, recomendaciones y diseñar el informe a partir del estudio de elementos significativos.

Nota. La tabla 2 muestra detalladamente las actividades a realizar durante el desarrollo de la pasantía. Fuente: Autor del proyecto.

Capítulo 2. Enfoque referencial

2.1 Enfoque Conceptual

2.1.1 Sistema de Gestión Ambiental

Es un sistema estructurado de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección ambiental que suscribe una empresa (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, s.f.).

La (International Organization for Standardization, 2004) establece a través de la norma ISO 14001 una serie de requisitos para la implementación de un sistema de gestión ambiental, orientados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y la información relativa a los aspectos ambientales significativos. Se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización identifica que puede controlar y aquel sobre los que la organización puede tener influencia.

2.1.2 Cadena de Valor

(PORTER, 1985) Define el concepto de cadena de valor como el conjunto de actividades empresariales generadoras de beneficios percibidos por los clientes. De allí se parte para establecer que la cadena de valor consiste en la reunión de etapas de todo un sistema en el cual cada proceso desarrollado dentro de ese mismo sistema agrega valor determinado a un producto o servicio y puede generar una de ventaja competitiva en el mercado.

2.1.3 Sistema

(Bertalanffy, 1976) en su libro sobre teoría general de los sistemas hace mención a los sistemas y los define como un conjunto de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema unido de manera directa o indirecta de modo más o menos estable y cuyo comportamiento en general consiste en alcanzar algún tipo de objetivo. Los sistemas reciben datos, energía o materiales (entradas) y proveen información, energía o materia (salidas). Ahora bien, aterrizando al desarrollo del presente informe, los sistemas de manufactura son el conjunto de procesos integrados de producción que transforman las materias primas en bienes terminados.

2.1.4 Tableros de fibra de media densidad

Se denominan tableros de fibra, aquellos que han sido elaborados en forma de tablas de medidas variables, que están compuestos por haces de fibras de madera obtenidas por proceso de desfibrado en seco o en húmedo y que han sido unidos nuevamente entre sí mediante resinas sintéticas termoendurecibles o empleando la misma lignina de la madera como aglutinante (KEIL & SPAVENTO, 2009).

Entonces bien, los tableros de fibra de media densidad (tableros MDF), o simplemente tableros de densidad media, son un aglomerado que se fabrica utilizando fibras de madera, que previamente se han tratado y encolado y que mediante fuerte presión y temperatura son formados.

Según la (FAO, s.f.), tablero de fibra es un término utilizado para determinar un material de densidad variada y hecho por la refinación total o parcial de fibras de madera u otro material de tipo vegetal.

Los tableros de fibra se pueden clasificar según el tipo de materia prima con el que estén hechos, según el método de producción (húmedo o seco) y sobre todo según la densidad que

tenga el producto. De acuerdo con la clasificación realizada por la FAO, los tableros de fibra de media densidad están formados por fibras lignocelulósicas aglomeradas con resinas sintéticas y prensados en caliente con una densidad comprendida entre los 500 y 800 kg/m³.

Dentro de los procesos de fabricación de estos materiales encontramos que, los tableros de MDF son producidos usando troncos frescos de pino, eucalipto o ciprés, previamente seleccionados y descortezados, provenientes de plantaciones generalmente manejadas bajo el concepto de una continua y permanente reforestación; inicialmente la rolliza se descorteza para luego ser reducida a astillas mediante una astilladora de tambor, luego de pasar por una criba selectora se someten a un proceso termo mecánico de desfibración. La fibra se mezcla con aditivos (resina, parafina) y finalmente pasa por un proceso de prensado en donde se aplica presión y temperatura dando así origen al tablero de MDF. Estos tableros se liján posteriormente para obtener un acabado superficial y finalmente son cortados en las dimensiones que se requieran (Tablemac MDF S.A.S) .

2.1.5 Biomasa

Se constituye como aquella materia de carácter orgánico ya sea de tipo animal o vegetal, incluyendo los residuos o desechos orgánicos que pueden ser aprovechados energéticamente.

Actualmente, se considera biomasa a un “grupo de productos energéticos y materia primas de tipo renovable que se originan a partir de materia orgánica formada por vía biológica” (Renovatec).

En Tablemac MDF (Higuera, 2016), biomasa son todos aquellos residuos orgánicos provenientes de algunas etapas del sistema de producción, es decir, aquellos sobrantes de la materia prima que no se utilizan en el proceso de fabricación de los tableros y los residuos propios del adecuamiento de los mismos. Estos residuos aportan la energía suficiente para el desarrollo de algunos procesos en la planta.

2.1.6 Análisis de ciclo de vida

El análisis de ciclo de vida (ACV) ha sido definido cómo un método que busca evaluar los productos y servicios de “la cuna a la tumba” analizando toda su cadena de valor. Este método inicia determinando las materias primas desde su extracción para la fabricación de un producto o prestación de un servicio hasta la determinación de los diferentes residuos generados por el proceso productivo y la manera en que son devueltos al ambiente. Por tanto, este estudio analiza cada una de las etapas de la vida de un producto teniendo en cuenta que cada uno de ellos es interdependiente (Martínez, 2011). Se debe aclarar que cuando el alcance del sistema se limita a las entradas y salidas desde que se realiza la extracción de materia prima hasta que el producto es llevado al mercado, es decir, a la salida de la planta de fabricación, se le denomina al estudio de la “cuna a la puerta”; mientras que cuando solo se analizan las entradas y salidas del sistema productivo, es decir, los procesos de fabricación, se le llama “de la puerta a la puerta” (Inhobe S.A., 2009).

(EPA, 2006) Un ACV permite estimar los impactos ambientales asociados a todos los procesos que integran el producto o servicio desde sus materias primas hasta su disposición final. Al ser incluida en el ACV toda la cadena de valor este método permite un mayor entendimiento de los aspectos e impactos ambientales del producto o servicio de forma más exacta y las verdaderas compensaciones o pasivos ambientales generados por un producto o servicios de acuerdo a las materias primas y procesos utilizados.

2.1.7 Evolución histórica del Análisis de ciclo de vida

La historia del ACV comienza a principios de los años 60s como una preocupación por las limitaciones en materias primas y energía que generó diferentes análisis que cuantificaron el

uso de la energía y sus proyecciones futuras desde ese momento se han generado diferentes perspectivas, métodos y aplicaciones de esta herramienta donde los dos métodos más utilizados fueron el propuesto por la agencia de protección ambiental de los EEUU (EPA) y el modelo de la Unión Europea en los cuales se basa la serie ISO 14040. La EPA propuso utilizar tres etapas que comenzaban con un inventario de entradas y salidas de acuerdo al alcance del ACV, luego establecer las etapas de conversión o procesamiento determinando entradas y salidas con sus respectivos efectos e impactos ambientales para identificar finalmente las oportunidades de mejora. Por otra parte, la propuesta de la unión europea consistía trabajar con matrices que combinaran las etapas del ciclo de vida o la cadena de valor con sus repercusiones ambientales.

Tabla 3

Desarrollo histórico del ACV

Año	Descripción
1963	Harold Smith publica uno de los primeros informes con enfoque de ACV sobre los requerimientos y uso de la energía en la producción de intermedios químicos y presenta su trabajo en la conferencia mundial de energía.
A finales de 1960´s	Global modelling studies publica los límites del crecimiento (“The Limits to Growth”, Meadows et al 1972) y una huella azul para la supervivencia (“A Blueprint for Survival” Goldsmith et al 1972) donde se predicen los efectos por el aumento de la población y las tendencias finitas de las materias primas y la energía. Las predicciones sobre la disminución de combustibles fósiles y el cambio climático generaron estudios detallados que cuantificaron la relación uso de energía y producción en diferentes procesos industriales.
1969	La compañía de bebidas coca-cola realiza un ACV que generaron los fundamentos de aplicación de este método en los USA. El estudio consistió en analizar contenedores de diferentes bebidas producidas por la compañía con el fin de determinar la bebida que generaba menor impacto ambiental en cuanto a sus residuos y uso de materias primas y energía
Principios de los 1970`s	Diferentes compañías en Europa y USA comienzan aplicar el ACV con metodologías similares a la de coca-cola y al mismo tiempo agencias gubernamentales e industrias generan documentos técnicos sobre los lineamientos de este método en su mayoría de uso privado.
1970-1975	La oficina de protección ambiental de los USA establece la metodología para realizar los ACV denominándolo Análisis diagnóstico de recursos y medio ambiente (Resource and Environmental Profile Analysis (REPA) y en Europa fue denominado Eco-balance.
Finales de los 1970´s y principios de los 1980´s	Las preocupaciones ambientales cambian y se focalizan en la gestión de residuos sólidos y peligrosos. El ACV fue introducido en nuevas estrategias como la valoración del riesgo y el análisis de problemas ambientales. En Europa se promulga una directiva sobre contenedores de alimentos líquidos donde se requería monitorear el consumo de energía y materias primas y determinar los residuos sólidos en las diferentes etapas productivas.

‘‘Continuación’’

Finales de los 1980’s	Diferentes investigadores y consultores en el mundo realizan nuevos aportes a los métodos de ACV. La sociedad de toxicología y química ambiental publica una serie de documentos donde se Establece la estructura, métodos y valoraciones requeridas para realizar un ACV.
1991 – 1992	Debido a diferentes denuncias en los USA sobre el uso inadecuado de este método para promover productos en el mercado a partir de estudios irreales genero presiones y consenso de diferentes grupos por establecer un estándar lidero el desarrollo y crecimiento de la familia de normas ISO 14000. Además, estas normas fueron el soporte para alcanzar el desarrollo sustentable discutido en la conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo en Rio de Janeiro.
1997	La serie ISO 14040 sobre ACV es promulgada por la ISO como una guía o estándar genérico para la aplicación del ACV en cualquier organización.

Fuente: Basado en EPA, 2006 y Chacón, 2008.

2.1.8 Tipos de Análisis de ciclo de vida

(GUTIÉRREZ, 2013) De acuerdo al detalle y profundidad del estudio, los ACV pueden ser divididos en tres tipos:

ACV conceptual. Se trata de un estudio básicamente cualitativo, cuya finalidad principal es la identificación de los potenciales impactos que son más significativos. Los datos que se utilizan son cualitativos y muy generales.

ACV simplificado. Consiste en aplicar la metodología de ACV para llevar a cabo un análisis selectivo (tomado sólo en consideración datos genéricos y abarcando el Ciclo de Vida de forma superficial), seguido de una simplificación (centrándose en las etapas más importantes) y un análisis de la fiabilidad de los resultados.

ACV completo. Consiste en realizar un análisis en detalle, tanto del inventario como de los impactos, de forma cualitativa y cuantitativa.

2.1.9 Aplicaciones del Análisis de ciclo de vida para el sector industrial.

Dentro del sector industrial, el ACV tiene diferentes aplicaciones, dependiendo del uso interno o externo que se le dé. (Romero, 2010)

2.1.9.1 *Uso Interno.*

- Aplicaciones como herramienta para la planificación de estrategias medioambientales.
- Selección de alternativas de gestión de residuos.
- Herramienta de decisión durante la fase de diseño de nuevos productos.
- Comparación funcional de productos equivalentes.
- Comparación de distintas opciones dentro de un nuevo proceso con el objetivo de minimizar impactos ambientales.
- Herramienta para la identificación de procesos, componentes y sistemas cuya contribución al impacto ambiental es significativa.
- Evaluación de los efectos producidos por el consumo de recursos en las instalaciones.

2.1.9.2 *Uso Externo.*

- Mejora de imagen y márketing ambiental.
- Desarrollo de programas de investigación.
- Proporcionar información complementaria a la administración para la regulación y reducción de determinados productos.
- Ejercer presión sobre los proveedores.

2.1.10 Normas aplicables en el desarrollo de un análisis de ciclo de vida.

La Organización Internacional de Estandarización (ISO International Organization for Standardization), desarrollo la serie ISO14040 donde se enmarcan los lineamientos genéricos para la aplicación e interpretación de un ACV, el siguiente cuadro describe las normas de esta serie.

Tabla 4*Descripción de las normas de la serie ISO 14040*

Norma	Descripción	Estándar
ISO 14040:2006	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco.	Estándar ISO
ISO 14041:1999	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición de la meta y el alcance y el análisis del inventario.	Estándar ISO
ISO 14042:2000	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida.	Estándar ISO
ISO 14043:2000	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida.	Estándar ISO
ISO 14044: 2006	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requerimientos y directrices.	Estándar ISO
ISO/TR 14047:2003	Norma sobre Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Ejemplos de aplicación de la ISO 14042 (2000).	Estándar ISO
ISO/TS 14048:2000	Norma sobre Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Normalización de datos e información para una evaluación de ciclo de vida.	Estándar ISO
ISO 14049:2000	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación para la definición del objetivo y del marco, así como del análisis del inventario.	Estándar ISO
PAS 2050	Análisis de ciclo de vida de las emisiones de gases efecto invernadero en productos y servicios.	Estándar británicos BSI

Fuente: International Organization for Standardization

La serie ISO 14040 define las cuatro etapas principales de un ACV, como son, 1) la definición del objetivo (ISO 14040) donde el alcance debe ser definido, 2) el análisis de inventario (ISO 14041) donde se establecen los flujos de cada uno de los procesos definiendo las entradas y salidas al sistema, 3) valoración del impacto (ISO 14042) asociados a los impactos ambientales generados y 4) interpretación del ACV (ISO 14043) orientado a establecer planes de mejora ambiental. (Martínez, 2011).

Sin embargo, en el año 2006 la ISO actualizó la serie dejando solo dos normas la ISO 14040:2006 y la ISO 14044:2006, englobando las normas anteriores relacionadas con el ciclo de vida del producto. Actualmente la NTC ISO se encuentra en su segunda actualización, versión del año 2007.

2.1.11 NTC-ISO 14040. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.

(International Organization for Standardization, 2007), el análisis de ciclo de vida trata los aspectos ambientales e impactos potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, desde la adquisición de materia prima, pasando por la producción utilización, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final, es decir, de la cuna a la tumba.

Hay cuatro fases en un estudio de ACV:

- a) la fase de definición del objetivo y alcance,
- b) la fase de análisis del inventario,
- c) la fase de evaluación del impacto ambiental, y
- d) la fase de interpretación

El alcance de un ACV, incluye los límites del sistema y el nivel de detalle del estudio, depende del tema y el uso previsto del mismo. La profundidad y amplitud del ACV puede diferir considerablemente dependiendo del objetivo del ACV.

La fase de análisis del inventario del ciclo de vida (fase ICV), es la segunda fase del ACV, la cual, consiste en un inventario de datos entradas/salidas en relación con el sistema bajo estudio. Implica los datos necesarios para cumplir con los objetivos del estudio.

La fase de evaluación del impacto de ciclo de vida (fase EICV), corresponde a la tercera fase del ACV. El objetivo de la EICV es proporcionar información adicional para ayudar a evaluar los resultados del inventario del ciclo de vida de un sistema del producto a fin de comprender mejor su importancia ambiental.

La interpretación del ciclo de vida es la fase del procedimiento de un ACV, en la cual se resumen y discuten los resultados del ICV o de la EICV o de ambos como base para las conclusiones, recomendaciones y toma de decisiones de acuerdo con el objetivo y el alcance definidos para un estudio.

Esta norma comprende los estudios del ACV y los estudios del ICV. No describe la técnica de ACV en detalle, ni especifica metodologías para las fases individuales del ACV.

2.1.12 NTC-ISO 14044. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices. Requisitos del ciclo de vida.

(International Organization for Standardization, 2007) Describe los requisitos y directrices para el análisis de ciclo de vida (ACV) incluyendo:

- a) la definición del objetivo y el alcance del ACV,
- b) la fase de análisis del inventario del ciclo de vida (ICV),
- c) la fase de evaluación del impacto del ciclo de vida,
- d) la fase de interpretación del ciclo de vida,
- e) el informe y la revisión crítica del ACV,
- f) las limitaciones del ACV,

- g) la relación entre las fases del ACV, y
- h) las condiciones de utilización de juicios de valor y de elementos opcional.

Esta norma comprende los estudios del ACV y los estudios del análisis del ICV. La aplicación prevista de los resultados de ACV o ICV se considera al definir el objetivo y el alcance, pero la aplicación en sí misma está fuera del alcance de esta Norma Internacional.

Esta Norma Internacional no está prevista para fines contractuales o reglamentarios, ni para registro y certificación.

2.1.13 Guías referenciales

2.1.13.1 GTC-ISO TR 14049. Evaluación del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de la

Norma ISO 14041 para la definición del objetivo y el alcance y para el análisis del inventario

(ICONTEC, 2015) Esta guía presenta ejemplos de las prácticas para conducir el análisis del inventario del ciclo de vida (AINCV), como la forma de satisfacer ciertos requisitos de la ISO 14041, 1999. Estos ejemplos son solo una muestra de los posibles casos que satisfacen los requisitos de la norma, se deben tomar como la presentación de una o varias formas en vez de la única forma de aplicar la norma. Además, solo reflejan ciertas partes de un estudio AINCV.

2.1.13.2 GTC 52. Guía para tratar las cuestiones ambientales en normas de producto

(ICONTEC, 2015) Proporciona orientación sobre cómo tratar las cuestiones ambientales en normas de producto. Está destinado principalmente para quienes elaboran normas de producto. Su propósito es:

- dar una idea general de la relación entre las disposiciones que se encuentran en las normas de producto y los aspectos e impactos ambientales del producto;
- ayudar a la redacción o a la modificación de las disposiciones que se encuentran en las normas del producto, para reducir los impactos ambientales adversos potenciales en las diferentes etapas del ciclo de vida completo del producto.

2.2 Enfoque Legal

Dentro del ámbito de desarrollo de las actividades y procesos llevados a cabo dentro de la planta de producción de tableros MDF, adquiere la empresa todo un marco normativo en material ambiental referente al uso e intervención de los recursos naturales. A continuación, se describen los requisitos legales contemplados dentro del sistema de gestión ambiental de la organización.

2.2.1 Recurso Hídrico.

Tabla 5

Marco normativo del recurso hídrico

NORMA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Decreto	2811 de 1974	Las industrias que por razón de su proceso productivo viertan aguas de temperatura que esté fuera del nivel o intervalo permisible, no podrán incorporarlas a las corrientes receptoras sin previa adecuación
Ley	9 de 1979	Toda agua para consumo humano debe de ser potable cualquiera sea su procedencia.
Ley	9 de 1979	No podrán utilizarse las aguas como sitio de disposición final de residuos sólidos, salvo los casos que autorice el Ministerio de Salud. Se prohíbe la descarga de residuos líquidos en las calles, calzadas, canales o sistemas de alcantarillado de aguas lluvias.
Ley	373 de 1997	Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Se deben fijar metas anuales para consumo de agua. Enviar programa a la autoridad ambiental
Decreto		

"Continuación"

Resolución	2115 de 2007	Las características físicas, químicas que tienen un efecto adverso e implicaciones a la salud humana. Las características químicas que tienen consecuencia económica e indirectas sobre la salud humana y las características microbiológicas. Al igual que el cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano y el cálculo de dicho índice con su rango de riesgo. La frecuencia y número de muestra según la población
Decreto	3930 de 2010	No se admite vertimientos en calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillados para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación. Sin tratar, provenientes del lavado de vehículos aéreos y terrestres, del lavado de aplicadores manuales y aéreos, de recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas. Que alteren las características existentes en un cuerpo de agua que lo hacen apto para todos los usos determinados en el artículo 9 del presente decreto. Que ocasionen altos riesgos para la salud o para los recursos hidrobiológicos. Los lodos, o sustancias sólidas deben disponerse según las normas legales en materia de residuos. Los usuarios que amplíen su producción, serán considerados como usuarios nuevos con respecto al control de los vertimientos si se es usuario del servicio público domiciliario de alcantarillado, deberán dar aviso a la entidad encargada de la operación de la planta tratamiento de residuos líquidos, cuando con un vertimiento ocasional o accidental puedan perjudicar su operación. Se exceptúan del permiso de vertimiento a los usuarios y/o suscriptores que estén conectados a un sistema de alcantarillado público
Decreto	4728 de 2010	Modifica los artículos 28, 34, 35, 52, 54, 61,77 Y 78 Y deroga el numeral 21 del artículo 42 del Decreto 3930 de 2010. La norma de vertimiento en los parámetros de y límites máximos permisibles, el protocolo de monitoreo de los vertimientos, el plan de reconversión de tecnología limpia
Decreto	2667 de 2012	Meta de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado. La meta individual de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado, corresponderá a la contenida en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV, presentado por el prestador del servicio y aprobado por la autoridad ambiental. Cálculo del monto a cobrar por concepto de tasa retributiva. La autoridad ambiental competente cobrará la tarifa de la tasa retributiva evaluando anualmente a partir de finalizado el primer año, el cumplimiento de la meta global del cuerpo de agua o tramo del mismo, así como las metas individuales y grupales, de acuerdo con lo establecido en el artículo 17 del presente decreto. Información para el cálculo del monto a cobrar. El sujeto pasivo de la tasa retributiva, deberá presentar a la autoridad ambiental competente la auto declaración de sus vertimientos correspondiente al periodo de facturación y cobro establecido por la misma, la cual no podrá ser superior a un año. La auto declaración deberá estar sustentada por lo menos con una caracterización anual representativa de sus vertimientos y los soportes de información respectivos. Monitoreo de vertimientos. La caracterización se realizará de acuerdo con lo establecido en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del IDEAM y aplicando lo dispuesto en el párrafo 2 del artículo 42 del Decreto 3930 de 2010, o aquel que lo adicione, modifique o sustituya.
Resolución	0631 de 2015	Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de agua residual no domésticas para las actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficial

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos legales. Tablemac MDF. S.A.S

2.2.2 Recurso aire.

Tabla 6

Marco normativo del recurso aire

NORMA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Resolución	1619 de 1997	El Ministerio del Medio Ambiente fijará las normas y estándares a que deben sujetarse las fuentes fijas de emisión de contaminantes al aire en todo el territorio nacional
Resolución	619 de 1997	Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.
Decreto	1697 de 1997	Las calderas u hornos que utilicen como combustible gas natural o gas licuado del petróleo, en un establecimiento industrial o comercial o para la operación de plantas termoeléctricas con calderas, turbinas y motores, no requerirán permiso de emisión atmosférica.

"Continuación"

Resolución	627 de 2006	Las alarmas de seguridad instaladas en edificaciones no deben emitir al ambiente un nivel de ruido mayor de 85 dB(A) medidos a tres (3) metros de distancia en la dirección de máxima emisión. Para la medición del ruido emitido por alarmas instaladas en edificaciones, se debe proceder como se describe en el Capítulo I del Anexo 3, de la presente resolución, respetando la distancia de tres (3) metros
Resolución	909 de 2008	Obligatoriedad de construcción de un ducto o chimenea, Combustible utilizado, Localización del sitio de muestreo, Determinación de la altura del punto de descarga
Resolución	910 de 2008	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución	1309 de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 909 del 5 de junio de 2008. Respecto a: Los motores de combustión interna con capacidad igual o superior a 1 MW existentes en actividades industriales deberán cumplir un estándar de emisión admisible para MP de 100 mg/m ³ , para SO ₂ de 400 mg/m ³ y para NO _x de 1800 mg/m ³ a condiciones de referencia y con oxígeno de referencia del 15% y Los hornos de fabricación que funcionen con gas natural como combustible y oxígeno puro como comburente deberán cumplir un estándar de emisión admisible para NO _x de 1000 mg/m ³ a condiciones de referencia sin corrección por oxígeno de referencia.
Resolución	935 de 2011	Se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas.
Resolución	760 de 2010	Se adopta a nivel nacional el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas
Resolución	2153 de 2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la Resolución 760 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución	591 de 2012	Aquellas actividades que de acuerdo con lo establecido en el artículo 69 de la Resolución número 909 de 2008 tengan la obligación de contar con un ducto o chimenea, deberán cumplir con la altura obtenida luego de la aplicación de las Buenas Prácticas de Ingeniería de las que trata el presente capítulo, a más tardar el 28 de febrero de 2013. El procedimiento y resultado obtenidos, deberán ser informados a la autoridad ambiental competente a más tardar el 15 de octubre de 2012 para su conocimiento y seguimiento
Resolución	1632 de 2012	Se adiciona metodología para la aplicación de buenas prácticas de ingeniería basada en el Nomograma de Ermittlung der Schornsteinhöhe el cual consiste en analizar la dispersión de los contaminantes con base en las características de la fuente de emisión.
Resolución	1807 de 2012	Aquellas actividades que de acuerdo con lo establecido en el artículo 69 de la Resolución número 909 de 2008 tengan la obligación de contar con un ducto o chimenea, deberán cumplir con la altura obtenida luego de la aplicación de las Buenas Prácticas de Ingeniería de las que trata el presente capítulo, a más tardar el 28 de febrero de 2013. El procedimiento y resultado obtenidos, deberán ser informados a la autoridad ambiental competente a más tardar 60 días calendario contados a partir de la fecha de publicación de la presente resolución.

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos legales. Tablemac MDF. S.A.

2.2.3 Residuos sólidos.

Tabla 7

Marco normativo de generación, manejo y disposición de residuos sólidos

NORMA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Ley	9 de 1979	No se podrá efectuar en las vías públicas la separación y clasificación de las basuras. Ningún establecimiento podrá almacenar a campo abierto o sin protección las basuras provenientes de sus instalaciones, sin previa autorización del Ministerio de Salud o la entidad delegada. El almacenamiento de basuras deberá hacerse en recipientes o por períodos que impidan la proliferación de insectos o roedores y se eviten la aparición de condiciones que afecten la estética del lugar. Prohibidas las quemaduras al aire libre para eliminación de basuras

"Continuación"

Resolución	541 de 1994	1. Está prohibida la disposición final de los materiales y elementos a que se refiere esta resolución, en áreas de espacio público. 2. La persona natural o jurídica, pública o privada que genere tales materiales y elementos debe asegurar su disposición final de acuerdo a la legislación sobre la materia. 3. Está prohibido mezclar los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución con otro tipo de residuos líquidos o peligrosos y basuras, entre otros.
Decreto	321 de 1999	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas
Resolución	415 de 1998	Toda persona natural o jurídica que genere aceite usado o los maneje, estará obligado a conocer la destinación última que se le esté dando a los volúmenes generados o manejados del mismo, bien sea que los venda, los ceda, los reprocese o ejecute cualquier otra actividad con ellos, y deberá contener como mínimo la siguiente información: a) Proveedor del aceite usado b) Origen del aceite usado c) Volumen y proporción de aceite usado empleado en la mezcla d) Tipo de combustible que se ha mezclado con el aceite usado
Decreto	1609 de 2002	OBLIGACIONES DEL REMITENTE Y/O PROPIETARIO DE MERCANCÍAS PELIGROSAS. Además de las disposiciones contempladas en las normas vigentes para el transporte terrestre automotor de carga por carretera, en el Código Nacional de Tránsito Terrestre y en la Norma Técnica Colombiana para cada grupo, de acuerdo con lo establecido en el literal F del numeral 3 del Artículo 4 del presente Decreto, el remitente y/o el dueño de las mercancías peligrosas están obligados a: A. Diseñar y ejecutar un programa de capacitación y entrenamiento sobre el manejo de procedimientos operativos normalizados y prácticas seguras para todo el personal que interviene en las labores de embalaje, cargue, descargue, almacenamiento, manipulación, disposición adecuada de residuos, descontaminación y limpieza. Además, cumplir con lo establecido en la Ley 55 de julio 2 de 1993 sobre capacitación, entrenamiento y seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. B. Realizar una evaluación de la dosis de radiación recibida cuando se manipule material radiactivo por los conductores y personal que esté implicado en su manejo, este personal debe estar inscrito a un servicio de dosimetría personal licenciado por la autoridad reguladora en materia nuclear y además tener en cuenta las disposiciones establecidas por el Ministerio de Trabajo. C. No despachar el vehículo llevando simultáneamente mercancías peligrosas, con personas, animales, medicamentos o alimentos destinados al consumo humano o animal, o embalajes destinados para alguna de estas labores. D. Elaborar o solicitar al importador, representante o fabricante de la mercancía peligrosa la Tarjeta de Emergencia en idioma castellano y entregarla al conductor, de acuerdo con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4532, -Anexo No 3-. E. Solicitar al fabricante, propietario, importador o representante de la mercancía peligrosa la Hoja de Seguridad en idioma castellano y enviarla al destinatario antes de despachar el material, según los parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4435, -Anexo No 2-. F. Entregar para el transporte, la carga debidamente etiquetada según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 segunda actualización, -Anexo No 1-. G. Entregar para el transporte, la carga debidamente embalada y envasada según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana de acuerdo con la clasificación dada en numeral 2 del artículo 4 del presente Decreto
Decreto	1609 de 2002	S. El importador y/o fabricante o su representante deben adoptar un plan de contingencia y un programa de seguridad para que todas las operaciones que involucren la disposición final de residuos y desechos peligrosos, se efectúen con las normas de seguridad previstas, para lo cual dispondrá de los recursos humanos, técnicos, financieros y de apoyo necesarios para tal fin, además debe cumplir con lo establecido en la Ley 430 de 1998, "Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones" o las normas que las adicionen o modifiquen. T. Garantizar que el conductor cuente con el carnet de protección radiológica, cuando transporte material radiactivo. U. Proveer los elementos necesarios para la identificación de las unidades de transporte y el vehículo, según lo establecido en los literales A y B del Artículo 5 del presente Decreto. V. Cuando realice el transporte en vehículos de su propiedad, adquirir póliza de responsabilidad civil extracontractual, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo VIII del presente Decreto. W. Cuando los vehículos que se utilicen para el transporte de mercancías peligrosas sean de propiedad del remitente, este debe elaborar y entregar al conductor, antes de cada recorrido, un plan de transporte el cual debe contener los siguientes elementos: 1. Hora de salida del origen. 2. Hora de llegada al destino. 3. Ruta seleccionada. 4. Listado con los teléfonos para notificación de emergencias: de la empresa, del fabricante y/o dueño del producto, destinatario y comités regionales y/o locales para atención de emergencias, localizados en la ruta a seguir durante el transporte. 5. Lista de puestos de control que la empresa dispondrá a lo largo del recorrido.
Decreto	1609 de 2002	Los desechos que se generen por cualquier proceso productivo, incluyendo los envases y embalajes, adquieren las características de mercancía peligrosa, y como tal deben ser tratados.

"Continuación"

Decreto	4741 de 2005	La mezcla de un residuo o desecho peligroso con uno que no lo es, le confiere a este último, características de peligrosidad y debe ser manejado como residuo o desecho peligroso. Hacer uso de los procedimientos existentes para identificar si un residuo o desecho es peligroso. Actualizar la caracterización si se presentan cambios en el proceso que genera el residuo en cuestión; esos cambios pueden incluir, entre otros, variaciones en los insumos y variaciones en las condiciones de operación. Los residuos o desechos peligrosos se deben envasar, embalar, rotular, etiquetar y transportar en armonía con lo establecido en el Decreto No. 1609 de 2002 o por aquella norma que la modifique o sustituya. Obligaciones del Generador, entregar plan de gestión de residuos peligrosos hasta 12 meses después de la entrada en vigencia. Los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción. Prohibiciones relacionadas con residuos peligrosos
Decreto	3450 de 2008	Recolección y disposición final de los productos sustituidos. El manejo de las fuentes lumínicas de desecho o de sus elementos se hará de acuerdo con las normas legales y reglamentarias expedidas por la autoridad competente
Resolución	372 de 2009	DE LOS CONSUMIDORES O USUARIOS FINALES DE BATERÍAS PLOMO ÁCIDO. Para efectos de los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Acido, son obligaciones de los usuarios o consumidores finales las siguientes: a) Seguir las instrucciones de manejo seguro suministradas por el fabricante o importador del producto hasta finalizar su vida útil; y b) Entregar los residuos o desechos peligrosos posconsumo al mecanismo de devolución o retorno que el fabricante o importador establezca.
Resolución	1511 de 2010	Obligaciones de los Consumidores Retornar o entregar los residuos de bombillas a través de los puntos de recolección establecidos por los productores. Seguir las instrucciones por parte de los productores de bombillas separar los residuos de bombillas de los residuos sólidos domésticos para su entrega en los puntos de recolección
Resolución	1297 de 2010	Obligaciones de los Consumidores Retornar o entregar los residuos de pilas y/o acumuladores a través de los puntos de recolección establecidos por los productores. Seguir las instrucciones por parte de los productores de pilas y/o acumuladores separar los residuos de pilas y/o acumuladores de los residuos sólidos domésticos para su entrega en los puntos de recolección
Resolución	1457 de 2010	Obligaciones de los consumidores. Para efectos de aplicación de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, son obligaciones de los consumidores las siguientes: a) Retornar o entregar las llantas usadas en los puntos de recolección establecidos por los productores; b) Seguir las instrucciones de manejo seguro suministradas por los productores de llantas.
Resolución	1512 de 2010	Obligaciones de los Consumidores Retornar o entregar los residuos de computadores y/o periféricos a través de los puntos de recolección establecidos por los productores. Seguir las instrucciones por parte de los productores de computadores y/o periféricos separar los residuos de computadores y/o periféricos de los residuos sólidos domésticos para su entrega en los puntos de recolección
Resolución	0222 de 2011	Los propietarios de equipos y desechos contaminados con PCB están obligados a identificar y marcar sus existencias. Además, deberán inscribirlos en el inventario de PCB, ante la autoridad ambiental entre el primero de julio y el 31 de diciembre de 2012. Los propietarios de equipos contaminados con PCB pueden realizar el almacenamiento, previo a la eliminación, en sus instalaciones hasta por un periodo de doce (12) meses. Además, el transporte de dichos equipos y desechos deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 1609 de 2002 por medio del cual se regula el transporte por carretera de mercancías peligrosas. Los equipos nuevos como Transformadores eléctricos, condensadores eléctricos, interruptores, reguladores, reconectores u otros dispositivos, deben tener certificación por parte del proveedor de que el equipo fue fabricado libre de PCB. Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que se encuentre en el campo de aplicación de esta norma, debe solicitar ante la autoridad ambiental la inscripción en el inventario de PCB; independientemente de cualquier otro registro que se tenga ante la autoridad ambiental.

"Continuación"

Decreto	2981 de 2013	<p>Son obligaciones de los usuarios del servicio público de aseo, en cuanto al almacenamiento y la presentación de residuos sólidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Almacenar y presentar los residuos sólidos, de acuerdo a lo dispuesto en este decreto, en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de los municipios o distritos, en los respectivos programas para la prestación del servicio público de aseo, aspectos que deben estar definidos en el Contrato de Servicios Públicos. 2. Realizar la separación de residuos en la fuente, tal como lo establezca el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del respectivo municipio o distrito para su adecuado almacenamiento y posterior presentación. 3. Presentar los residuos sólidos para la recolección en recipientes retornables o desechables, de acuerdo con lo establecido en el PGIRS de forma tal que facilite la actividad de recolección por parte del prestador. Preferiblemente la presentación de los residuos para recolección se realizará en recipientes retornables. 4. Almacenar en los recipientes la cantidad de residuos, tanto en volumen como en peso, acorde con la tecnología utilizada para su recolección. 5. Ubicar los residuos sólidos en los sitios determinados para su presentación, con una anticipación no mayor de tres (3) horas previas a la recolección de acuerdo con las frecuencias y horarios establecidos por el prestador. 6. Almacenar y presentar los residuos sólidos provenientes del barrido de andenes, de manera conjunta con los residuos sólidos originados en el domicilio. 7. Presentar los residuos en área pública, salvo condiciones pactadas con el usuario cuando existan condiciones técnicas y operativas de acceso a las unidades de almacenamiento o sitio de presentación acordado.
---------	--------------	---

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos legales. Tablemac MDF. S.A.S

2.2.4 Residuos peligrosos.

Tabla 8

Marco normativo de manejo y control de residuos peligrosos

NORMA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Decreto	4741 de 2005	<p>La mezcla de un residuo o desecho peligroso con uno que no lo es, le confiere a este último, características de peligrosidad y debe ser manejado como residuo o desecho peligroso. Hacer uso de los procedimientos existentes para identificar si un residuo o desecho es peligroso. Actualizar la caracterización si se presentan cambios en el proceso que genera el residuo en cuestión; esos cambios pueden incluir, entre otros, variaciones en los insumos y variaciones en las condiciones de operación. Los residuos o desechos peligrosos se deben envasar, embalar, rotular, etiquetar y transportar en armonía con lo establecido en el Decreto No. 1609 de 2002 o por aquella norma que la modifique o sustituya. Obligaciones del Generador, entregar plan de gestión de residuos peligrosos hasta 12 meses después de la entrada en vigencia. Los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción. Prohibiciones relacionadas con residuos peligrosos</p>

"Continuación"

Decreto	1609 de 2002	<p>OBLIGACIONES DEL REMITENTE Y/O PROPIETARIO DE MERCANCIAS PELIGROSAS.</p> <p>Además de las disposiciones contempladas en las normas vigentes para el transporte terrestre automotor de carga por carretera, en el Código Nacional de Tránsito Terrestre y en la Norma Técnica Colombiana para cada grupo, de acuerdo con lo establecido en el literal F del numeral 3 del Artículo 4 del presente Decreto, el remitente y/o el dueño de las mercancías peligrosas están obligados a:</p> <p>A. Diseñar y ejecutar un programa de capacitación y entrenamiento sobre el manejo de procedimientos operativos normalizados y prácticas seguras para todo el personal que interviene en las labores de embalaje, cargue, descargue, almacenamiento, manipulación, disposición adecuada de residuos, descontaminación y limpieza. Además, cumplir con lo establecido en la Ley 55 de julio 2 de 1993 sobre capacitación, entrenamiento y seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo.</p> <p>B. Realizar una evaluación de la dosis de radiación recibida cuando se manipule material radiactivo por los conductores y personal que esté implicado en su manejo, este personal debe estar inscrito a un servicio de dosimetría personal licenciado por la autoridad reguladora en materia nuclear y además tener en cuenta las disposiciones establecidas por el Ministerio de Trabajo.</p> <p>C. No despachar el vehículo llevando simultáneamente mercancías peligrosas, con personas, animales, medicamentos o alimentos destinados al consumo humano o animal, o embalajes destinados para alguna de estas labores.</p> <p>D. Elaborar o solicitar al importador, representante o fabricante de la mercancía peligrosa la Tarjeta de Emergencia en idioma castellano y entregarla al conductor, de acuerdo con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4532, -Anexo No 3-.</p> <p>E. Solicitar al fabricante, propietario, importador o representante de la mercancía peligrosa la Hoja de Seguridad en idioma castellano y enviarla al destinatario antes de despachar el material, según los parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4435, -Anexo No 2-.</p> <p>F. Entregar para el transporte, la carga debidamente etiquetada según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 segunda actualización, -Anexo No 1-.</p> <p>G. Entregar para el transporte, la carga debidamente embalada y envasada según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana de acuerdo con la clasificación dada en numeral 2 del artículo 4 del presente Decreto</p>
Decreto	1609 de 2002	<p>Los desechos que se generen por cualquier proceso productivo, incluyendo los envases y embalajes, adquieren las características de mercancía peligrosa, y como tal deben ser tratados.</p>

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos legales. Tablemac MDF. S.A.S

2.2.5 Energía.

Tabla 9

Marco normativo en materia de energía

NORMA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Decreto	2532 de 2001	Objeto y campo de aplicación. En el territorio de la República de Colombia, todos los usuarios del servicio de energía eléctrica sustituirán, conforme a lo dispuesto en el presente decreto, las fuentes de iluminación de baja eficacia lumínica, utilizando las fuentes de iluminación de mayor eficacia lumínica disponibles en el mercado
Resolución	180609 de 2006	Definir como subprogramas que hacen parte integral de Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales, PROURE

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos legales. Tablemac MDF. S.A.S

2.2.6 Recurso Fauna y Flora.

Tabla 10

Marco normativo del recurso fauna y flora

NORMA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Decreto	1608 de 1978	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
Decreto	1791 de 1996	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
Ley	491 de 1999	El objeto de la presente ley es crear los seguros ecológicos como un mecanismo que permita cubrir los perjuicios económicos cuantificables a personas determinadas como parte o como consecuencia de daños al ambiente y a los recursos naturales y la reforma al Código Penal en lo relativo a los delitos ambientales, buscando mejorar la operatividad de la justicia en este aspecto, lo anterior en desarrollo del artículo 16 de la Ley 23 de 1973.
Ley	619 de 2002	por la cual se establece el Salvoconducto Nacional para la movilización de productos primarios provenientes de plantaciones forestales
Decreto	1076 de 2015	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal y se establece el Salvoconducto Nacional para la movilización de productos primarios provenientes de plantaciones forestales

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos legales. Tablemac MDF. S.A.S

2.2.7 Sustancias químicas.

Tabla 11

Marco normativo para el manejo y control de sustancias químicas

NORMA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Ley	2811 de 1974	En accidentes acaecidos o que previsiblemente puedan sobrevenir, que causen deterioro ambiental, o de otros hechos ambientales que constituyan peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro.
Decreto	321 de 1999	Los lineamientos, principios, facultades y organización establecidos en el PNC, deberán ser incorporados en los planes de contingencias de todas las personas naturales y jurídicas, públicas o privadas, que exploren, investiguen, exploten, produzcan, almacenen, transporten, comercialicen o efectúen cualquier manejo de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas, o que tengan bajo su responsabilidad el control y prevención de los derrames en aguas marinas, fluviales o lacustres.
Decreto	3930 de 2010	Modificado por el artículo 3 del Decreto Artículo 3. Plan de Contingencia para el Manejo de Derrames de Hidrocarburos o Sustancias Nocivas. Los usuarios que exploren, exploten, manufacturen, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias nocivas para la salud y para los recursos hidrobiológicos, deberán estar provistos de un plan de contingencia y control de derrames, el cual deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental competente.
Decreto	1079 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos legales. Tablemac MDF. S.A.S

Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados para el desarrollo de la práctica, se procede a establecer la siguiente metodología.

3.1 Metodología de desarrollo

El desarrollo del estudio se acoge a los principios metodológicos descritos en la norma NTC - ISO 14040:2007 y las guías de referencia descritas en el desarrollo de este documento.

De acuerdo a ello, el ACV se realiza de la siguiente manera:

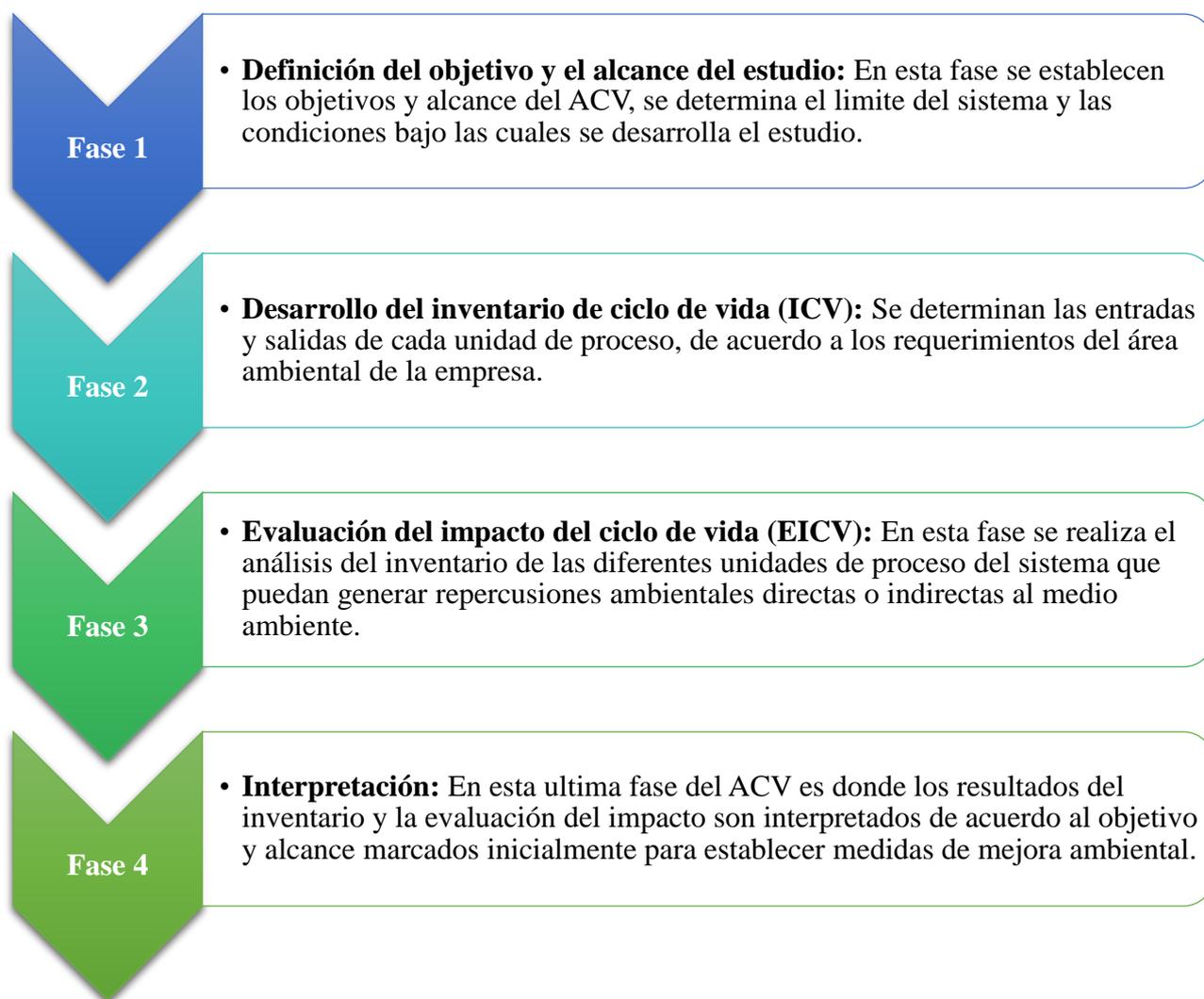


Figura 3. Metodología de desarrollo basada en la NTC ISO 14040 de 2007. Adaptado (*International Organization for Standardization, 2007*)

3.2 Presentación de resultados

3.2.1 Fase 1: Definición del objetivo y el alcance.

3.2.1.1 Introducción.

Durante esta fase inicial del ACV se determina el objetivo y el alcance del estudio, se describe la forma de obtención de los datos, la función y las unidades funcionales del sistema y se establece el límite del mismo.

3.2.1.2 Objetivo del estudio.

Contribuir a la organización para la gestión de sus aspectos e impactos ambientales derivados de la producción de tableros MDF 9 mm.

3.2.1.3 Alcance del estudio.

El desarrollo del ACV comprende las siguientes unidades de proceso:

1. Astillado, que abarca las sub- unidades de Descortezado, Chipper y Criba.
2. Refinación.
3. Secado
4. Formación
5. Lijado
6. Modulado y Corte
7. Embalaje.

Según los condicionamientos del estudio, a estas etapas únicamente se le hará el balance de masa. Para realizar el balance de energía solamente se tendrá en cuenta:

1. Planta Térmica.

Todo el sistema se estudiará bajo las especificaciones descritas en la Tabla 12, es decir, que únicamente se tendrá en cuenta el calibre con el formato de mayor comercialización en la empresa y los demás calibres de fabricación no se tendrán en cuenta para este estudio.

Ahora bien, en las diferentes etapas (tanto para balance de masa y de energía) solo serán de importancias los flujos relevantes de materiales y/o energía, y para algunas unidades de proceso solo se tendrán en cuenta los datos de relevantes para el área ambiental, junto con los que se puedan medir o calcular.

Tabla 12

Especificaciones del producto bajo estudio

Producto Bajo Estudio	
	Producto: Tablero MDF
	Calibre: 9 mm
	Formato: 1,83m x 2,44m

Nota. El ACV únicamente se hará para el producto descrito en esta tabla. Fuente: Tablemac MDF S.A.S

3.2.1.4 Datos

Los datos a tener en cuenta para el estudio no son datos estándares ni estables, estos pueden variar dependiendo de las condiciones del sistema, los equipos, los materiales o las condiciones del medio. Durante el desarrollo de la Fase 2, únicamente se utilizarán los datos disponibles y aquellos que puedan ser medidos o calculados. Para los procesos seleccionados desde Astillado hasta Secado se estudiarán flujos máxicos (masa por unidad de tiempo medidos en Ton/h), mientras que desde el proceso de Formación hasta Embalaje solo se tendrá en cuenta las unidades máxicas (medidas en kg) que entran y salen del proceso. En Planta Térmica se tomará la energía producida por los materiales (MW) y el aporte al sistema

productivo. Los datos para el ICV, se tomarán de un día de producción normal de tableros calibre 9 mm como se establece en el estudio.

3.2.1.5 Función y unidades funcionales del sistema

El sistema bajo estudio tiene como función fabricar Tableros de fibra de media densidad de diferentes calibres, en este caso el estudio estará basado en la fabricación de tableros MDF de calibre 9 mm formato: 1,83m x 2,44m como se especifica anteriormente.

El sistema estudiado cuenta con los siguientes equipos que determinan sus unidades funcionales.

Equipo: Descortezador.

Función: Retirar corteza de la madera rolliza.



Figura 4. Descortezador. Fuente: Autor del proyecto.



Figura 5. Madera rolliza utilizada en el proceso. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Chipper o Astilladora.

Función: Convertir madera en astilla.



Figura 6. Astilladora. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Cribadora

Función: Clasificar las astillas.



Figura 7. Cribadora. Fuente: Autor del proyecto.



Figura 8. Selección de astillas en cribado. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Refinador.

Función: Ablandar, cocer y estrujar la astilla y convertirla en fibra.



Figura 9. Torre de Refinación. Fuente: Autor del proyecto.

Equipos: Ciclones de secado.

Función: Reducir la humedad de la fibra.



Figura 10. Secado I y II etapa. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Formadora y prensadora.

Función: Acondicionar y prensar fibra.



Figura 11. Zona de prensado. Fuente: Autor del proyecto.



Figura 12. Manta de fibra saliendo de pre prensado. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Sierra Diagonal.

Función: Cortar el Master Panel



Figura 13. Sierra diagonal. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Lijadora.

Función: Lijar la superficie del Master Panel.



Figura 14. Zona de lijado. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Sierras de corte a medida o moduladora.

Función: Cortar el Master Panel a formato comercial.



Figura 15. Zona de modulado y corte. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Máquina Zunchadora.

Función: Unir los extremos de los flejes de poliéster o flejes de metal en el producto final.



Figura 16. Máquina Zunchadora. Fuente: Autor del proyecto.



Figura 17. Zunchado de paquetes. Fuente: Autor del proyecto.

Equipo: Caldera

Función: Generar energía a partir de la combustión de la biomasa.



Figura 18. Caldera. Planta Térmica. Fuente: Autor del proyecto.

3.2.1.6 Límites del sistema.

Es importante aclarar que el análisis de ciclo de vida se limita únicamente a estudiar las unidades de proceso definidas en el alcance del estudio, por tanto, el estudio es simplificado, puesto que únicamente se estudian las unidades más relevantes y solo se tienen en cuenta los flujos de materiales y energías sobre los cuales hay interés.

3.2.2 Fase 2: Desarrollo del inventario del ciclo de vida (ICV)

3.2.2.1 Introducción

Durante esta fase del ACV, se realiza la descripción de las unidades del sistema producto, se recopilan los datos correspondientes a las entradas y salidas dichas unidades, se describen los flujos másicos en cada proceso y se determinan las mermas y las descargas puntuales al ambiente.

3.2.2.2 Descripción del proceso de fabricación de Tableros MDF.

Como se ilustra en la Figura 19, la fabricación de Tableros MDF abarca un conjunto de procesos unitarios que conforman toda su cadena de valor. Es importante definir que todo el proceso de fabricación de tableros MDF inicia con la extracción de materias primas, transformación (proceso de manufactura), distribución y transporte, uso y disposición final del producto, pero únicamente este estudio acoge la fase de transformación y las demás fases se excluyen debido a la complejidad del mismo estudio y debido al reducido tiempo de desarrollo del análisis.

A continuación, en la Tabla 13, se exponen cada una de las unidades productivas del sistema bajo estudio.

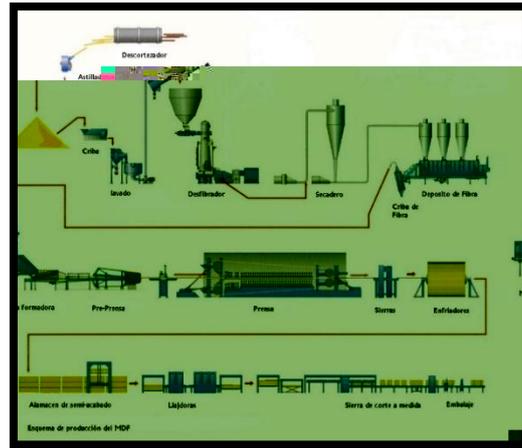
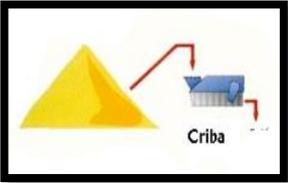


Figura 19. Diagrama de flujo general del proceso productivo de tableros MDF

Tabla 13

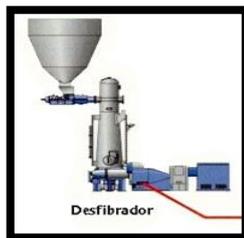
Descripción de las etapas del proceso productivo del MDF

		PRODUCCIÓN DE TABLEROS MDF
Unidad de proceso	Descripción	
 <p>Descortezador</p>	<p>Al estar almacenada la materia prima (madera rolliza) en el patio de madera y contar con las características de humedad necesarias, esta puede ingresar a la etapa de descortezado que consiste en retirar la corteza de los troncos.</p>	
 <p>Astilladora</p>	<p>En esta etapa el tronco ingresa a Chipper o Astilladora en donde mediante un sistema de cuchillas se va a picar hasta quedar reducido a astillas.</p>	
 <p>Criba</p>	<p>Se realiza una separación de astillas dependiendo de su tamaño a través de un sistema de mallas de diferentes dimensiones que permite una selección de la astilla adecuada para el proceso de producción.</p>	

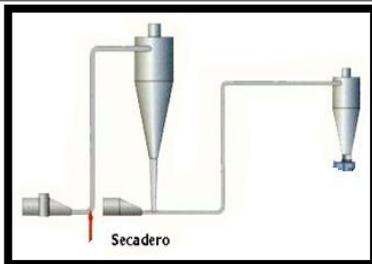
“Continuación”



Es una de las etapas centrales del proceso, consiste en inyectarle vapor a las virutas de madera seleccionadas anteriormente con el fin de pre-cocinarla y ablandarla.



Al igual que la etapa anterior, esta se convierte en una fase central del proceso, aquí ingresa la astilla y es convertida en fibra mediante un proceso de estrujado para luego encolarla y finalmente poder ser prensada.



La fibra proveniente de la etapa anterior se mezcla con los gases calientes provenientes de planta térmica, la temperatura de los gases está alrededor de los 180° C y la humedad de las fibras empieza a evaporarse hasta llegar a aproximadamente un 10% al salir de la secadora.



En los depósitos de fibra ingresa todo el material proveniente de las etapas de secado, en ellos se hace una separación de la fibra por diferencia de densidades en donde por efecto centrífuga el material más fino se precipita.

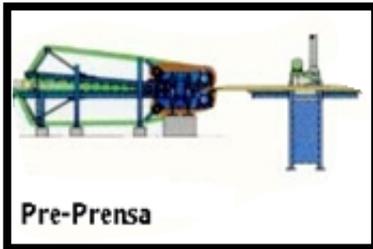


Por la criba ingresa todo el material fino que va a formar la manta, cuando a esta etapa llega material grueso automáticamente mediante un sistema de compuertas es rechazado al bunker de formación.

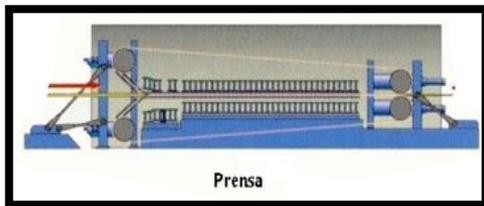


Durante esta etapa, la fibra ingresa a la cabeza de formación y se forma el colchón o manta de fibra, el equipo cuenta con una báscula que va registrando el peso del colchón formado y un sistema de paletas rasuradoras que llevan el colchón al tamaño deseado. Es importante aclarar que cada calibre lleva un peso determinado.

“Continuación”



En punto del proceso se elimina el exceso de aire presente en la manta mediante de un sistema de pre prensado el cual contiene tres bandas: dos de presión y una desaireadora.



En esta fase del proceso se logra la cohesión de la manta gracias a la presión y las altas temperaturas que el sistema le provee al material, el cual, mediante un conjunto de rodillos hidráulicos y altas temperaturas logra el prensado de todo el material.



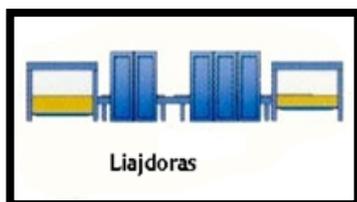
Se realizan los respectivos cortes diagonales a los Master Panel ya prensados gracias a un sistema de cuchillas circulares.



A esta etapa van llegando los Master Panel prensados, el equipo consiste en una estrella giratoria compuesta por 40 brazos rotativos que van capturando los MP con el fin de que tengan un tiempo de curado antes de ser apilados.

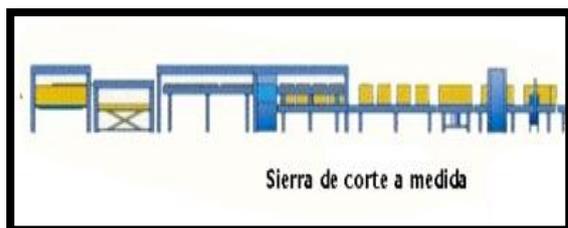


Al tener los paquetes con el número de láminas completas, se llevan a la bodega de curado por un tiempo de tres días, con el fin de que el tablero adquiera las condiciones de secado pertinentes.

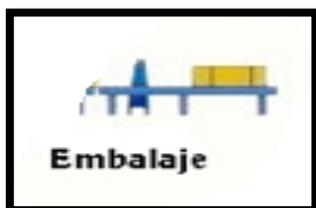


Cuándos los paquetes de MP ingresan a esta etapa, se incorporan al sistema con un calibre bruto (frio para lijadora) mayor al calibre real. El sistema trabaja mediante dos cuerpos de lijado, el primero con lijas de grano 60 - 80 micras que reducen el tamaño del MP al calibre real y el segundo cuerpo de lijado o cuerpo de satinado le confiere al MP una textura lisa mediante lijas de grano de 100 a 150 micras.

“Continuación”



En esta etapa se realiza el corte y modulado de los MDF, según los requerimientos de producción se hacen los respectivos cortes longitudinales y transversales del MP.

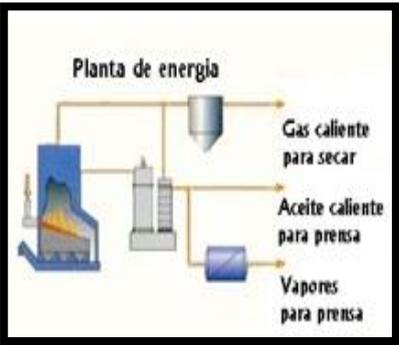


Corresponde a la etapa final del proceso, se zunchan los tableros de acuerdo a la comercialización que vayan a tener. Cada paquete es zunchado de acuerdo a las especificaciones de embalaje para su protección.

Fuente. Autor del proyecto.

Tabla 14

Descripción del proceso en Planta Térmica

		PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
Unidad de proceso	Descripción	
	<p>Planta térmica es una caldera compuesta, una parte acuatubular y la otra piro-tubular. Mediante la combustión de la biomasa en caldera, se produce la energía suficiente para generar los gases para las etapas de secado, calentar el aceite térmico para la prensa y producir los vapores necesarios para la etapa de formación del Master Panel.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

De acuerdo con las etapas seleccionadas para el estudio (Figura 20), se determinaron las diferentes entradas y salidas de materiales en cada uno de las unidades de proceso, para ello, se desarrolló el respectivo balance de masa con el fin de conocer las entradas y salidas en cada unidad de proceso seleccionada, de igual manera, se desarrolló el balance de energía únicamente para Planta Térmica.

A continuación, se exponen las entradas y salidas en los diferentes procesos del sistema estudiado, cada uno con su flujo de materiales y/o energía estudiado. Todos los datos consignados se basan en los resultados obtenidos en los balances realizados.

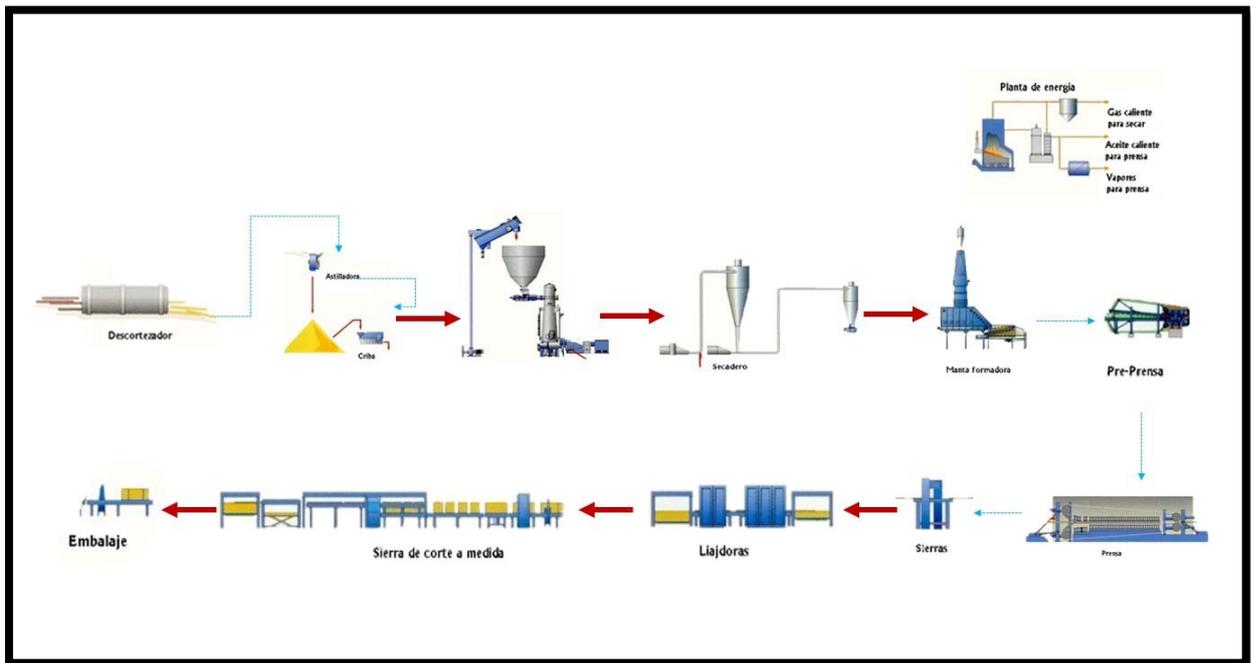


Figura 20. Unidades de proceso seleccionadas para el estudio del ACV

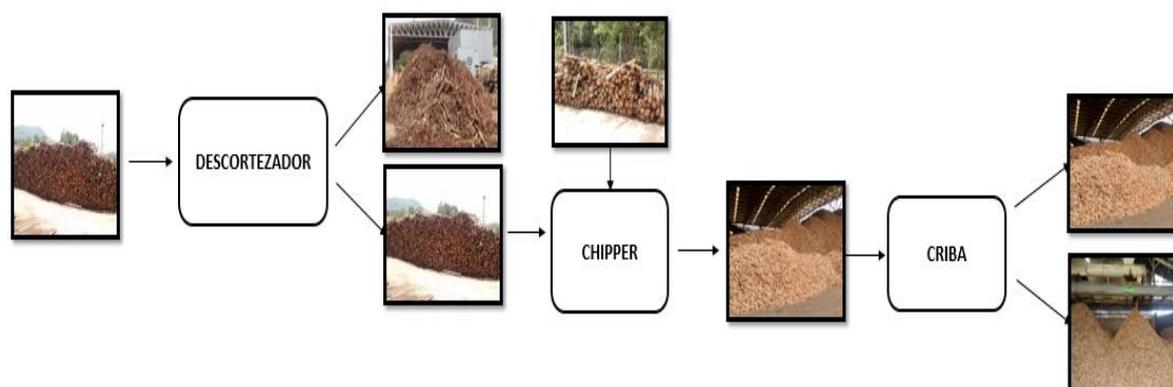
3.2.2.2.1 Proceso: Astillado.

Comprende las unidades de proceso de descortezado, astillado y cribado, de acuerdo al balance de masa realizado se determinaron las diferentes entradas y salidas de materiales del proceso.

Tabla 15*Entradas y salidas en las unidades de proceso de astillado*

Proceso	Unidad de proceso	Entradas	Flujo másico (Ton/h)	Salidas	Flujo másico (Ton/h)
Astillado	Descortezador	Madera rolliza	45.76	Corteza	3.203
				Madera descortezada	42.56
	Chipper	Madera descortezada	42.56	Madera chippeada	78.56
		Madera con corteza (banda transversal)	36		
Criba	Criba	Madera chippeada	78.56	Astilla	73.1
				Rechazo (Finos y gruesos)	5.5

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

**Figura 21.** Diagrama de flujo del proceso de astillado. Fuente: Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.2.2 Proceso: Refinado.

A continuación, se presentan los datos del balance de materiales en el proceso de refinación.

Tabla 16*Entradas y salidas en el proceso de refinación*

Proceso	Entradas	Flujo másico (Ton/h)	Salidas	Flujo másico (Ton/h)
Refinación	Vapor de agua de la presteaming	1	Agua del estrujado	4.42
	Astilla	14.4	Fibra	9
	Agua Tejas	2.2		

Nota. En la salida de agua del estrujado no se cuentan con datos acerca de las cargas contaminantes con las que sale el agua residual. Fuente. Tablemac MDF S.A.S

**Figura 22.** Diagrama de flujo del proceso de refinado. Fuente: Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.2.3 Proceso 3: Secado.

Para este proceso se tuvieron en cuenta las condiciones ambientales (humedad relativa, presión atmosférica, entre otras) para conocer los flujos de aire dentro de esta unidad de proceso las cuales permiten su funcionamiento y adicionalmente a ello, dentro del balance realizado se determinó la cantidad de masa de agua evaporada en el proceso de secado (Ver tabla 18).

Tabla 17*Estradas y salidas del proceso de secado*

Proceso	Entradas	Flujo másico (Ton/h)	Salidas	Flujo másico (Ton/h)
Secado	Fibra Húmeda	9	Fibra Seca	6
	Aire seco	49.75	Aire húmedo	52.75

Nota. El proceso de secado consta de dos etapas la I y II, entre estas dos etapas ocurre el flujo de aire (aire seco y aire húmedo), todo este proceso se da dentro de los ciclones de secado, es decir, de forma interna. Ver anexo A para mayor comprensión. Fuente. Balance de masa y energía Tablemac MDF S.A.S

Tabla 18*Masa de agua evaporada y NOx emitido en el proceso de secado*

Proceso	Masa de agua evaporada (Ton/h)	Emisión de NOx (Ton/h)	Observación
Secado	2.61	0.00094	La cantidad de agua evaporada por el sistema es la única salida fuera del mismo, es decir, una salida directa al ambiente.

Nota. En la tabla 18 se muestra la masa de agua evaporada en el proceso de secado y de la cantidad de carga contaminante por NOx emitida al ambiente. Fuente: Balance de masa y energía Tablemac MDF S.A.S. Los datos de emisión de NOx son tomados del último estudio realizado a la fuente, con un patrón productivo de 22,56 m³/h equivalente a un día de trabajo operativo. *PLAN DE MONITOREO N° 687 INFORME N° APC - 1399: EVALUACIÓN DE EMISION DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS GENERADOS POR FUENTES FIJAS PUNTUALES. JUNIO 2015.*



Figura 23. Diagrama de flujo del proceso de secado. Fuente: Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.2.4 Proceso 4: Formación.

Dentro de esta fase encontramos las unidades de proceso de cabeza de formación, pre prensa, prensa y sierra diagonal. Para la elaboración del balance de materiales en este punto del sistema, se estudió el proceso como un todo y únicamente se tuvo acceso a la información descrita en la siguiente tabla.

Tabla 19

Entradas y salidas del proceso de formación

Etapa	Entradas	Peso (kg)	Salidas	Peso (kg)
Formación	Colchón de fibra	313.17	Master Panel	91.6
			Polvo de sierras	0.17

Fuente. Tablemac MDF S.A.S

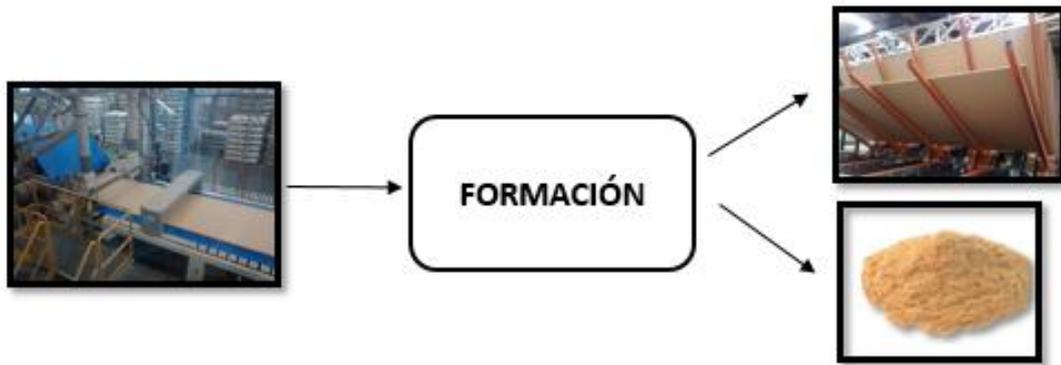


Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de formación. Fuente: Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.2.5 Proceso 5: Lijado.

El balance elaborado en el proceso de lijado se realizó únicamente tomando los datos para un Master Panel producido.

Tabla 20

Entradas y salidas del proceso de lijado

Proceso	Entradas	Peso (kg)	Salidas	Peso (kg)
Lijadora	Master Panel	91.6	Master Panel Lijado	83.27
			Polvo de Lijado	8.3

Fuente. Tablemac MDF S.A.S

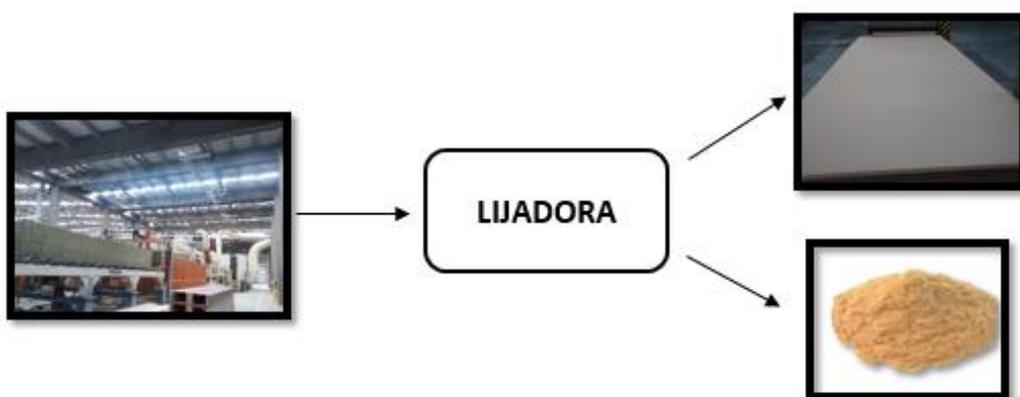


Figura 25. Diagrama de flujo del proceso de lijado. Fuente: Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.2.6 Proceso 6: Modulado y Corte (Schelling).

En el proceso de modulado y corte solo se toman los datos generados por el corte de un Master Panel, del cual, se obtienen 3 tableros formato 1,83m x 2,44m.

Tabla 21

Entradas y salidas del proceso de modulado y corte

Proceso	Entradas	Peso (kg)	Salidas	Peso (kg)
Modulado y corte	Master Panel	83.27	Tableros	81.93
			Polvo de Schelling	0.64

Fuente. Tablemac MDF S.A.S

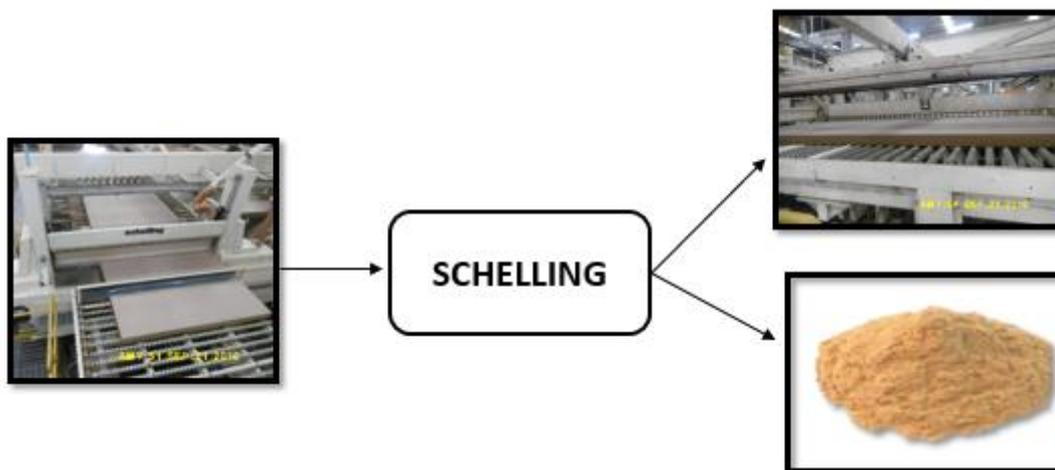


Figura 26. Diagrama de flujo del proceso de modulado y corte. Fuente: Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.2.7 Proceso 7: Embalaje.

En este último proceso, el balance de materiales se realizó de acuerdo a los datos obtenidos en el zunchado de un paquete de tableros por 60 unidades según su tipo de comercialización, paquetes Nacionales o de Exportación.

Tabla 22

Entradas y salidas del proceso de Embalaje

Proceso	Entradas	Peso (kg)	Salidas	Peso (kg)
Embalaje	Tableros x 60 ud.	1638.55	Paquetes Nacionales Zunchados	1783.05
	Elementos para embalar paquetes nacionales	144.51	Paquetes de Exportación Zunchados	1809.69
	Elementos para embalar paquetes de exportación	171.15		

Fuente. Tablemac MDF S.A.S

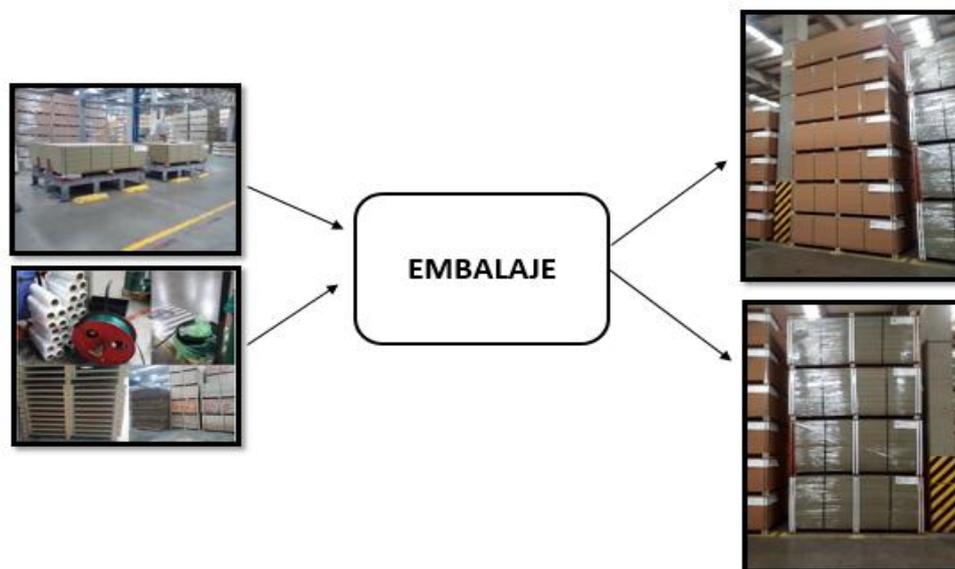


Figura 27. Diagrama de flujo del proceso de embalaje. Fuente Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.3 Planta de Energía.

Para el balance de energía en planta térmica, se tomaron los datos del poder calorífico que aportaba la biomasa y el polvo de acuerdo a la dosificación del sistema y la cantidad de energía que se produce por su combustión.

Tabla 23

Entradas y salidas en Planta Térmica

Proceso	Entradas	Energía Producto (MW)	Salidas	Energía Aportante (MW)
Planta de Energía	Biomasa (Corteza, Astilla y Fibra)	12.8	Energía Térmica	16.6
	Polvo (Formación, Lijado y Schelling)	7.91		

Fuente. Tablemac MDF S.A.S

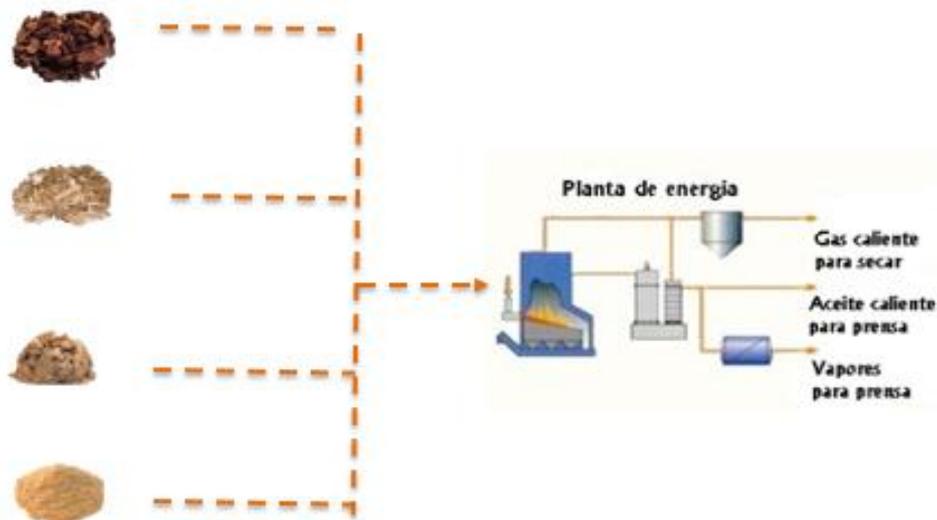


Figura 28. Diagrama de flujo del proceso en planta térmica. Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.4 Inventario general de entradas y salidas por unidades de proceso.

Tabla 24

Inventario general de entradas y salidas

		DATOS POR UNIDADES DE PROCESO	
		Unidad funcional del sistema Producción de tableros MDF 9mm	
ASTILLADO			
Localización: Descortezador			
	Entradas de material	Unidades	Cantidad
Madera rolliza		Ton/h	45,76
	Salidas de material	Unidades	Cantidad
Corteza		Ton/h	3,203
Madera descortezada		Ton/h	42,56
Localización: Chipper			
	Entradas de material	Unidades	Cantidad
Madera descortezada		Ton/h	42,56
Madera con corteza		Ton/h	36
	Salidas de material	Unidades	Cantidad
Madera chipeada		Ton/h	78,56
Localización: Criba			
	Entradas de material	Unidades	Cantidad
Madera chipeada		Ton/h	78,56
	Salidas de material	Unidades	Cantidad
Astilla		Ton/h	73,1
Rechazo (finos y gruesos)		Ton/h	5,5
REFINACIÓN			
	Entradas de material	Unidades	Cantidad
Vapor H2O de la presteaming		Ton/h	1
Agua Tejas		Ton/h	2,2
Astilla		Ton/h	14,4
	Salidas de material	Unidades	Cantidad
Agua del estrujado		Ton/h	4,42
Fibra		Ton/h	9
SECADO			
	Entradas de material	Unidades	Cantidad
Fibra Húmeda		Ton/h	9
Aire Seco		Ton/h	49,75
	Salidas de material	Unidades	Cantidad
Fibra Seca		Ton/h	6,00
Aire Húmedo		Ton/h	52,75
NOx		Ton/h	0.00094
FORMACIÓN			
	Entradas de material	Unidades	Cantidad
Colchón de fibra		Kg	313,17
	Salidas de material	Unidades	Cantidad
Master panel		Kg	91,6
Polvo de sierras		Kg	0,17
LIJADORA			
	Entradas de material	Unidades	Cantidad
Master panel		Kg	91,6
	Salidas de material	Unidades	Cantidad

"Continuación"

Master panel lijado	Kg	83,27
Polvo de lijadora	Kg	8,3
MODULADO Y CORTE		
Entradas de material	Unidades	Cantidad
Master panel	Kg	83,27
Salidas de material	Unidades	Cantidad
Tableros	Kg	81,93
Polvo de schelling	Kg	0,64
EMBALAJE		
Entradas de material	Unidades	Cantidad
Tableros (60 ud.)	Kg	1638,55
Elementos para embalaje Nacional	Kg	144,51
Elementos para embalaje Exportación	Kg	171,15
Salidas de material	Unidades	Cantidad
Paquete Nacional	Kg	1783,05
Paquete Exportación	Kg	1809,69
PLANTA TERMICA		
Entradas de material	Unidades	Cantidad
Biomasa	MW	12,8
Polvo	MW	7,91
Salidas de material	Unidades	Cantidad
Energía Térmica	MW	16,6

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

3.2.2.5 *Mermas por unidad de proceso.*

Dentro de la dinámica normal del sistema, se generan unas mermas o reducciones dentro de cada proceso, es decir, si todo lo que entra en un sistema no sale de una manera puntual u otra forma, quiere decir que existe una pérdida en ese sistema. Partiendo de este punto, se determinaron las mermas existentes en cada unidad de proceso estudiado.

A continuación, se definen las mermas de las diferentes unidades de proceso con su respectiva justificación.

3.2.2.5.1 *Proceso 1: Astillado***Tabla 25***Desechos en el proceso de astillado*

			Descortezador				
Entrada	Cantidad	Unidades	Salidas	Cantidad	Unidades	Desecho	Unidades
Madera Rolliza	45,76	Ton/h	Madera descortezada	42,56	Ton/h	3,203	Ton/h
			Chipper				
Madera descortezada	42,56	Ton/h					
			Madera chippeada	78,56	Ton/h	0,0	Ton/h
Madera con corteza	36	Ton/h					
			Criba				
Madera Chippeada	78,56	Ton/h	Astilla	73,1	Ton/h	0,0	Ton/h
			Rechazo	5,5	Ton/h		

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

La merma en este proceso corresponde al 7% de corteza retirada a la madera rolliza que ingresa a la etapa de descortezado. Los residuos generados en esta actividad son utilizados dentro del proceso de generación de energía térmica, para ello, la corteza producida es llevada al cobertizo (área de almacenamiento) para ser mezclada con otros residuos del proceso y ser quemada en la caldera, por tanto, en esta unidad de proceso la merma corresponde a un desecho aprovechado dentro del mismo sistema productivo.

3.2.2.5.2 *Proceso 2: Refinado***Tabla 26***Corriente de salida en el proceso de refinado*

Entrada	Cantidad	Unidades	Refinación		Cantidad	Unidades	Corriente	Unidades
			Salidas					
Vapor de agua de la presteaming	1	Ton/h	Agua Estrujado		4,42	Ton/h	4,42	Ton/h
Agua Tejas	2,2	Ton/h	Fibra		9	Ton/h	9	Ton/h
Astilla	14,4	Ton/h						

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

El flujo de astilla que ingresa al proceso (14,4 Ton/h) de refinación cuenta con una humedad propia del material, el agua resultante del estrujado (ARnD: 4,42 Ton/h) es producto de la sumatoria del Vapor de agua de la Presteaming, el Agua Tejas y las partes de agua de la Astilla menos las partes de agua de la Fibra, por tanto, la corriente de salida se conserva en el proceso.

Matemáticamente:

Vapor H ₂ O (Ton/h)	1
Agua tejas (Ton/h)	2,2
Humedad de la astilla H _{bs}	85%
Agua de la madera(Ton/h)	6,62
Humedad de la fibra H _{bs}	60%
Agua de la Fibra (Ton/h)	5,4

$$\text{Agua de la madera} = \text{Astilla} \left[\frac{H_{bs}}{H_{bs}+1} \right]$$

$$\text{Agua de la madera} = [0,85 / (0,85 + 1)]$$

$$\text{Agua de la madera} = 14,4 [0,459]$$

$$\text{Agua de la madera} = 6,62$$

$$\text{Agua de la fibra} = \text{Astilla} [Hbs/(Hbs+1)]$$

$$\text{Agua de la fibra} = [0,60 / (0,60 + 1)]$$

$$\text{Agua de la fibra} = 14,4 [0,375]$$

$$\text{Agua de la fibra} = 5,4$$

$$\text{Agua del estrujado} = (\text{Vapor de H}_2\text{O} + \text{Agua tejas} + \text{Agua madera}) - \text{Agua fibra}$$

$$\text{Agua del estrujado} = (1 + 2,2 + 6,62) - 5,4$$

$$\text{Agua del estrujado} = 4,42$$

3.2.2.5.3 Proceso: Secado.

Tabla 27

Mermas en el proceso de Secado

Secado							
Entrada	Cantidad	Unidades	Salidas	Cantidad	Unidades	Mermas	Unidades
Fibra húmeda	9	Ton/h	Fibra seca	6,00	Ton/h	0,0	Ton/h
Aire seco	49,75	Ton/h	Aire húmedo	52,75	Ton/h		

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

En el proceso de secado no ocurren mermas, es decir, que los flujos dentro del equipo ocurren de manera estable. Las corrientes de aire de entrada y salida se dan a nivel interno dentro de los equipos y la reducción de fibra se debe a la pérdida de humedad del material el cual se ve reflejado en la masa de agua evaporada por ducto de emisión (ciclón 305). (Véase Tabla 18 y apéndice B.)

3.2.2.5.4 *Proceso 4: Formación.***Tabla 28***Mermas en el proceso de formación*

Formación							
Entrada	Cantidad	Unidades	Salidas	Cantidad	Unidades	Mermas	Unidades
			Master Panel	274,8	kg		
Colchón de fibra	313,17	kg				38,22	kg
			Polvo de Sierras	0,17	kg		

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

La merma del proceso de formación puede corresponder a fibra que no es prensada, pero que puede retornar al sistema de formación, escapar en forma de material particulado o ser rechazada en el proceso.

3.2.2.5.5 *Proceso 5: Lijado.***Tabla 29***Mermas en el proceso de lijado*

Lijadora							
Entrada	Cantidad	Unidades	Salidas	Cantidad	Unidades	Mermas	Unidades
			MP lijado	83,27	Kg		
Master Panel	91,60	Kg				0,0	Kg
			Polvo de lijado	8,3	Kg		

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

Sin mermas en el equipo, es decir, que todo lo que ingresa en este proceso sale nuevamente.

3.2.2.5.6 Proceso 6: Modulado y Corte.

Tabla 30

Mermas en el proceso de modulado y corte

Modulado y Corte							
Entrada	Cantidad	Unidades	Salidas	Cantidad	Unidades	Mermas	Unidades
			Tableros	81,93	kg		
Master Panel	83,27	kg				0,7	kg
			Polvo de Schelling	0,64	kg		

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

La merma en esta etapa puede estar asociada con el polvo que se queda retenido en el equipo o que escapa al ambiente en forma de material particulado y que no es conducido hasta la zona de almacenamiento de polvo o a los residuos de madera producto del modulado del MP.

3.2.2.5.7 Proceso 7: Embalaje.

Tabla 31

Mermas en el proceso de embalaje

Embalaje							
Entrada	Cantidad	Unidades	Salidas	Cantidad	Unidades	Mermas	Unidades
Tableros	1638,55	kg					
Elementos para embalaje Nacional	144,51	kg	Paquetes Zunchados Nacional	1783,05	kg	0,0	kg
Elementos para embalaje Exportación	171,15	kg	Paquetes Zunchados Exportación	1809,69	kg	0,0	kg

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

Sin mermas en el equipo, es decir, que todo lo que ingresa en este proceso sale nuevamente.

3.2.2.5.8 Planta de Térmica

Tabla 32

Merms en el proceso de planta térmica

Planta de Energía							
Entrada	Cantidad	Unidades	Salidas	Cantidad	Unidades	Merms	Unidades
Biomasa	12,8	MW	Energía Térmica	16,6	MW	4,14	MW
Polvo	7,91	MW					

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

Para evaluar la merma en planta térmica fue necesario conocer:

Tabla 33

Generación de energía

PLANTA TÉRMICA	
Capacidad de la Caldera (MW)	22
Demanda energética	
Energía producida por el polvo (MW)	7,91
Energía producida por Biomasa (MW)	12,8
Demanda energética total (MW)	20,7
Consumo energético	
Gases Calientes (MW)	6,9
Calentamiento del aceite (MW)	1,7
Producción de vapor (MW)	5,2
Consumo energético total (MW)	13,8
Eficiencia del sistema (%)	80
Energía producto de eficiencia (MW)	16,6
Perdidas propias del sistema (MW)	4,14

Fuente. Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

La merma de 4,14 MW corresponde a las pérdidas propias del sistema que equivalen al 20%, de acuerdo con la capacidad operativa del equipo (80%). Ahora bien, el aporte energético del polvo y la biomasa puede cubrir con el requerimiento energético para generar gases calientes, calentar el aceite y producir vapor, sin que se vea afectado el proceso por la pérdida que tiene.

3.2.2.6 *Inventario general de salidas directas al ambiente*

De acuerdo a las salidas del sistema por unidad de proceso, se determinaron los flujos másicos existentes conforme al patrón productivo de cada equipo. Estas salidas de las diferentes unidades funcionales constituyen una descarga directa al ambiente.

3.2.2.6.1 *Astillado*

Descortezador: Salida de corteza.

Corresponde: 44,84 ton

$$\text{Corteza generada (ton/h)} = 3,203$$

$$\text{Patrón productivo bruto (h)} = 14$$

$$\text{Flujo másico de corteza} = (\text{patrón productivo bruto} * \text{corteza generada})$$

$$\text{Flujo másico de corteza: } 44,84 \text{ ton}$$

Criba: Salida de rechazo de finos y gruesos.

Corresponde: 77 ton

$$\text{Rechazo de finos y gruesos (ton/h)} = 5,5$$

$$\text{Patrón productivo bruto (h)} = 14$$

$$\text{Flujo másico de finos y gruesos} = (\text{patrón productivo bruto} * \text{finos y gruesos})$$

$$\text{Flujo másico de finos y gruesos: } 77 \text{ ton}$$

3.2.2.6.2 Refinación

Salida de agua del estrujado

Corresponde: 61,88 ton

$$\text{Agua del estrujado generada (ton/h)} = 4,42$$

$$\text{Patrón productivo bruto (h)} = 14$$

$$\text{Flujo másico de agua del estrujado} = (\text{patrón productivo bruto} * \text{Agua del estrujado generada})$$

$$\text{Flujo másico de agua del estrujado: } 61,88 \text{ ton}$$

3.2.2.6.3 Secado

Salida de vapor de agua.

Corresponde: 58,88 ton

$$\text{Vapor de agua generado (ton/h)} = 2,61$$

$$\text{Patrón productivo bruto (h)} = 22,56$$

$$\text{Flujo másico de vapor de agua} = (\text{patrón productivo bruto} * \text{Vapor de agua generado})$$

$$\text{Flujo másico de vapor de agua: } 58,88 \text{ ton}$$

Para encontrar los flujos másicos de polvo residual de los procesos de formación, lijado y modulado y corte se tuvo en cuenta el patrón productivo del equipo y el volumen de un MP trabajado en cada proceso, de modo que:

3.2.2.6.4 *Formación.*

Salida de polvo

Corresponde: 0,027 ton

$$\text{Peso polvo cortado (kg)} = 0,17$$

$$\text{Patrón productivo bruto (m}^3\text{/h)} = 21,56$$

$$\text{Volumen del MP (m}^3\text{/MP)} = 0,135$$

$$\text{Flujo másico de polvo} = (\text{patrón productivo bruto} * \text{peso polvo cortado}) / \text{volumen del MP}$$

$$\text{Flujo másico de polvo: } 27,15 \text{ kg; } 0,027 \text{ ton}$$

3.2.2.6.5 *Lijado.*

Salida de polvo

Corresponde: 1,33 ton

$$\text{Peso polvo lijado (kg)} = 8,3$$

$$\text{Patrón productivo bruto (m}^3\text{/h)} = 21,56$$

$$\text{Volumen del MP (m}^3\text{/MP)} = 0,135$$

$$\text{Flujo másico de polvo} = (\text{patrón productivo bruto} * \text{peso polvo cortado}) / \text{volumen del MP}$$

$$\text{Flujo másico de polvo: } 1325,54 \text{ kg; } 1,33 \text{ ton}$$

3.2.2.6.6 *Modulado y corte.*

Salida de polvo de schelling

Corresponde: 0,10 ton

$$\text{Peso polvo de schelling (kg)} = 0,64$$

$$\text{Patrón productivo bruto (m}^3\text{/h)} = 21,56$$

$$\text{Volumen del MP (m}^3\text{/MP)} = 0,135$$

$$\text{Flujo másico de polvo} = (\text{patrón productivo bruto} * \text{peso polvo cortado}) / \text{volumen del MP}$$

$$\text{Flujo másico de polvo: } 102,21 \text{ kg; } 0,10 \text{ ton}$$

Tabla 34

Inventario general de salidas directas al ambiente

Unidad de proceso	Descarga (Ton)
Astillado	121,84
Refinación	61,88
Secado	58,88
Formación	0,027
Lijado	1,33
Modulado y corte	0,10

Fuente: Balance de masa y energía. Tablemac MDF S.A.S

3.2.3 Fase 3: Evaluación del inventario de ciclo de vida (EICV)

3.2.3.1 Introducción

Esta fase del ACV tiene por finalidad convertir la información del ICV en información interpretable, se determina en cuales de los procesos estudiados se presentan mayores descargas sobre el medio ambiente, de manera que se puedan identificar las repercusiones ambientales generadas por el sistema estudiado.

Para la EICV, la norma ISO 14040 establece una serie de pasos obligatorios y optativos para evaluar el impacto ambiental del sistema producto, la norma ISO 14042 (International

Organization for Standardization, 2001) ofrece una guía completa para la realización de la EICV.

Para el desarrollo de la EICV únicamente se tuvieron en cuenta los elementos obligatorios de selección de categorías de impacto, asignación de los resultados del ICV (clasificación) y cálculo del indicador de categoría (caracterización); para la caracterización del indicador de categoría se selecciona como modelo de caracterización el Eco Indicador 95 creado para dar un peso relativo a cada impacto del ACV. El proyecto Eco Indicador fue desarrollado por PRÉ Consultants en colaboración con la industria, las Universidades de Ámsterdam, Leiden y Delf y las consultoras Holandesas CE y TNO. A mayor valor del indicador, mayor impacto ambiental (García, 2006).

En la etapa de caracterización se tomaron los valores del modelo de Caracterización del Eco-Indicador 95, software desarrollado por SimaPro versión 4.0 el cual establece los valores referentes para la EICV de acuerdo a las cargas contaminantes a evaluar.

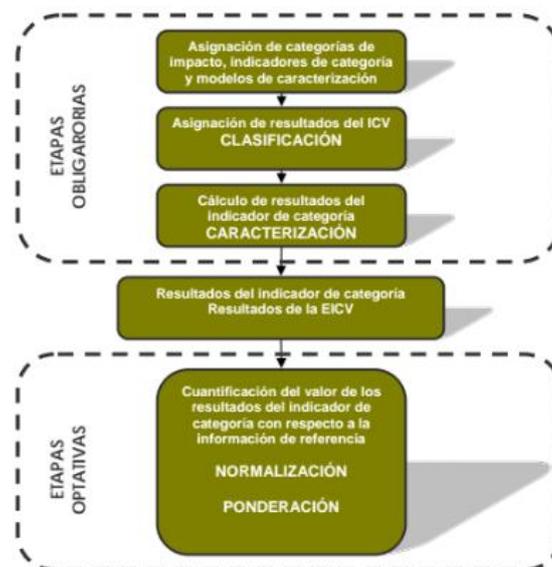


Figura 29. Esquema de la EICV según la ISO 14040

3.2.3.2 Categorías de impacto asociadas al ICV

La mayoría de los procesos estudiados generan salidas directas al ambiente (Ver numeral 3.2.2.4 a 3.2.2.7.), unas en mayor proporción que otras, en la Figura 20 se muestran los aspectos ambientales generados por cada actividad. Para conocer las afectaciones ambientales causadas por las diferentes unidades de proceso, en la Tabla 35 se relacionan los aspectos e impactos ambientales causados por los procesos.

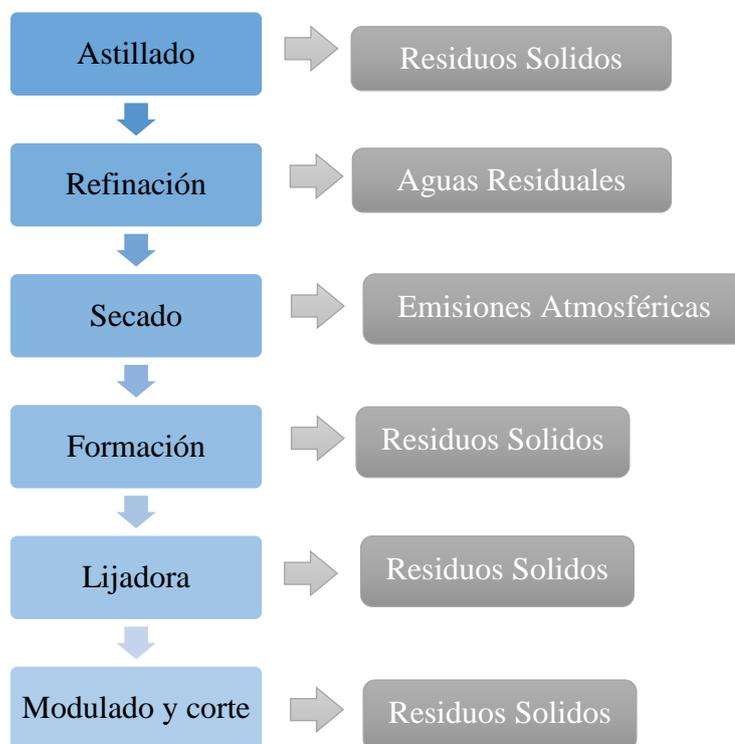


Figura 30. Salidas del proceso directas al ambiente. El proceso de embalaje y planta térmica se excluyen debido a que no generan descargas puntuales al ambiente de acuerdo con los resultados del ICV.

Tabla 35*Identificación de Aspectos e Impactos ambientales*

Proceso	Aspecto	Impacto
Astillado	Generación de Residuos sólidos	Agotamiento de los recursos naturales
Refinación	Generación de aguas residuales no domesticas	Presión sobre el recurso hídrico
Secado	Generación de emisiones atmosféricas	Reducción de la calidad del aire
Formación	Generación de Residuos sólidos	Agotamiento de los recursos naturales
Lijadora	Generación de Residuos sólidos	Agotamiento de los recursos naturales
Modulado y corte	Generación de Residuos sólidos	Agotamiento de los recursos naturales

Nota. Identificación de los aspectos e impactos ambientales asociados a la producción de tableros 9mm.

Fuente. Autor del proyecto.

Partiendo de la identificación de los aspectos e impactos ambientales generados por las salidas directas al ambiente en las diferentes unidades de proceso se pueden determinar los efectos ambientales potenciales, para ello, se seleccionaron las siguientes categorías de impacto asociadas a los resultados del ICV, su ámbito geográfico de afectación y su caracterización de acuerdo al modelo Eco Indicador 95.

Tabla 36*Selección de categorías de impacto*

Ámbito del impacto	Categoría de Impacto	Factor de Equivalencia por emisiones de NOx	
		g eq. SO₂	g eq. PO₄
Regional	Lluvia Acida	0.70	-
Regional	Eutrofización	-	1.00
Local	Generación de residuos solidos	No aplica	No aplica

Nota: Factores de caracterización derivados del modelo Eco Indicador 95 aplicados a los impactos ambientales potenciales asociados a emisiones de NOx. Fuente. (ACV. Estado de conocimiento).

Tabla 37*Categorías de impacto asociadas al ICV*

Categoría de Impacto Ambiental	Unidad de referencia	Factor de categorización
Lluvia Acida	gr eq. SO ₂	Potencial de lluvia ácida
Eutrofización	gr eq. PO ₄	Potencial de Eutrofización de una sustancia
Generación de residuos sólidos	Cantidad de residuos sólidos generados y reusados	Potencial de generación y reusó

Fuente. Autor del proyecto.

3.2.3.3 Asignación de resultados del ICV a las categorías de impacto.**Tabla 38***Asignación de los resultados del ICV a la categoría de impacto de lluvia acida*

Categoría de Impacto	Lluvia Acida
Proceso generador	Secado
Resultados del ICV	Emisiones atmosféricas de NOx
Modelo de Caracterización	Eco-Indicador 95 (en SimaPro 4.0)
Indicador de Categoría	Capacidad de una sustancia para formar protones
Factor de categorización	Potencial de lluvia ácida
Indicador	g SO ₂ -eq/ g sustancia
Punto final de categoría	Lagos, bosques, flora y fauna, tierras agrícolas, reservas de agua y la salud humana. Produce daños en la vegetación, acaba con los microorganismos fijadores de nitrógeno, causa disminución en el suelo de nutrientes esenciales para las plantas y árboles, provoca acidez en los cuerpos de agua dificultando el desarrollo normal de la vida acuática. En los materiales, produce deterioro.
Referencias ambientales	

Fuente. Autor del proyecto.

Tabla 39

Asignación de los resultados del ICV a la categoría de impacto de Eutrofización

Categoría de Impacto	Eutrofización
Proceso generador	Secado
Resultado del ICV	Emisiones atmosféricas de NOx
Modelo de Caracterización	Eco-Indicador 95 (en SimaPro 4.0)
Indicador de Categoría	Capacidad de una sustancia para formar fosfatos.
Factor de categorización	Potencial de eutrofización de una sustancia
Indicador	g PO4-eq/ g sustancia
Punto final de categoría	Cuerpos de agua, ecosistemas acuáticos. La acumulación de nutrientes (materia orgánica y mineral) en el sistema acuático causa un incremento en las plantas que debido a su respiración reducen drásticamente los niveles de O ₂ en el agua.
Referencias ambientales	

Fuente. Autor del proyecto.

Tabla 40

Asignación de los resultados del ICV a la categoría de impacto de Generación de residuos sólidos

Categoría de Impacto	Generación de residuos sólidos
Resultados del ICV	Residuos de astillado y polvo de formación, lijadora y modulado y corte.
Modelo de Caracterización	N/A
Indicador de Categoría	Potencial de generación y reuso
Factor de categorización	N/A
Indicador	kg de residuos generados y reusados
Punto final de categoría	Cuerpos de agua, rellenos sanitarios, suelo, paisaje, fauna y flora. La incorporación de residuos a los cuerpos de agua suelo, paisaje, fauna y flora puede alterar la dinámica normal de dichos recursos contribuyendo a su deterioro.
Referencias ambientales	

Fuente. Autor del proyecto.

3.2.3.4 Caracterización de resultados.

De acuerdo al modelo de caracterización seleccionado y los datos obtenidos en el ICV se obtuvo lo siguiente:

Tabla 41

Caracterización de las categorías de impacto de Lluvia ácida y Eutrofización

Sustancia	Cantidad (g)	Lluvia Ácida g SO ₂ -eq/ g sustancia	Caracterización (Ec'95)	Eutrofización g PO ₄ -eq/ g sustancia	Caracterización (Ec'95)
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	940	0,70	658	0.13	122
	Caracterización (Ec'95)		658 g eq SO ₂		122 g eq PO ₄

Nota. El modelo de caracterización se aplica para los datos de emisión de NOx (Ver tabla 18) de la emisión de vapor de agua del ciclón 305. Debido a que no se cuentan con datos de las sustancias contaminantes del agua del estrujado, no se aplica el modelo de caracterización para su categoría de impacto correspondiente. Fuente. Autor del proyecto.

Para la caracterización de la categoría de Generación de residuos sólidos no aplica el modelo de caracterización seleccionado, por lo cual, se estableció un indicador de aprovechamiento de residuos generados en la planta.

$$Ira = \frac{\sum Ru}{\sum Rg} * 100$$

Donde:

Ira: Indicador de residuos aprovechados

Ru: Residuos usados

Rg: Residuos generados

Tabla 42

Caracterización de las categorías de impacto de Generación de residuos sólidos

Residuo	Total generado (Ton)	Indicador	Potencial de generación y reúso
Residuos de astillado	121,84	$Ira = \frac{123,30}{123,30} * 100$	100%
Polvo de Formación	0,027		
Polvo de Lijadora	1,33		
Polvo de modulado y corte	0,10		

Nota. En la planta se reutilizan todos los residuos generados en el proceso de fabricación de tableros, por ello, el potencial de aprovechamiento es de 100%. Fuente. Autor del proyecto.

3.2.4 Fase 4: Interpretación de resultados.

3.2.4.1 Introducción.

Esta última fase del ACV consiste en interpretar los resultados de las fases de ICV y EICV y enfrentarlos al objetivo del estudio. En esta fase se detectan las etapas más críticas del ciclo de vida, se identifican los puntos de mayor peso ambiental y en consecuencia se generan las conclusiones y recomendaciones a que haya lugar.

3.2.4.2 Aspectos significativos.

- Los datos obtenidos mediante las fases precedentes (ICV y EICV) permiten realizar un acercamiento a los impactos ambientales potenciales generados por el sistema producto según el fin del estudio.
- El alcance, que establece las unidades de proceso estudiadas, ofrece datos de consumo y generación de cargas ambientales significativas, los cuales permiten cuantificar el aporte contaminante del sistema de acuerdo al modelo de caracterización usado.
- La EICV se ve afectada porque no se cuentan con datos de las cargas contaminantes de las aguas residuales no domésticas, pues la salida de agua residual del proceso específico no permite obtener una caracterización acorde con la categoría de impacto a la cual pertenece, mientras que, los datos resultantes de la carga contaminante por emisiones atmosféricas permiten conocer las repercusiones ambientales generadas por la emisión de Óxidos de Nitrógeno (NO_x).

3.2.4.3 Conclusiones del ACV.

Del estudio del ACV para tableros MDF calibre 9 mm se puede concluir que:

- Los residuos generados en los procesos de descortezado, cribado, polvo de formación, lijadora y modulado y corte son insumos para la generación de energía térmica, lo cual indica que la gestión del impacto ambiental derivado de la generación de residuos sólidos se da de manera responsable dentro de la empresa, puesto que la planta utiliza un mecanismo de producción limpia dentro de su proceso industrial. Estas unidades de proceso en mención son los que generan una carga ambiental mayor por la generación de residuos sólidos al ambiente, sin embargo, este impacto es controlado al reusarse el 100% de los residuos.
- En el proceso de Planta Térmica no se está aprovechando al máximo la energía generada, pues los 16.6 MW producto del 80% de la eficiencia del equipo no se utilizan por completo, por lo que existe una pérdida de aproximadamente 3 MW que se pueden aprovechar en equipos de bajo consumo de energía.
- En los procesos donde se generan mermas por posibles escapes de material particulado al medio, se produce un impacto ambiental potencial asociado a la contaminación del aire por partículas suspendidas y afectaciones a la salud del personal en general. Este impacto no se contempló durante la fase de EICV debido a la incertidumbre de los datos frente a la certeza de que la merma corresponda a una descarga al medio.
- Conforme al ICV y la EICV, la etapa de secado es la que mayormente contribuye a la generación de impactos ambientales potenciales (Lluvia acida y Eutrofización) por la

emisión de NO_x, sin embargo, aunque la empresa cumple legalmente con el estándar de emisión (véase apéndice C), el aporte al impacto regional por lluvia acida y eutrofización se sigue presentando, pero, para poder conocer la severidad de este impacto en el medio, se hace necesario establecer un mecanismo de comparación desde el modelo de caracterización que pueda determinarlo.

- De acuerdo a la carga contaminante emitida en la etapa de secado y a su caracterización en la EICV, el NO_x tiene más peso contaminante para la formación de g eq SO₂ (potencial generador de lluvias acidas) que para la formación de g eq PO₄ según modelo de caracterización Eco Indicador 95 seleccionado.
- Los datos de las cargas contaminantes producto de las salidas de los procesos no suministran toda la información necesaria para evaluar los impactos ambientales potenciales que pueda generar el sistema estudiado, por ello, los resultados del ACV únicamente se direccionan a la generación de afectaciones ambientales por emisiones de NO_x.
- Las emisiones atmosféricas resultantes en el proceso de manufactura tienen origen principalmente en planta térmica, pues allí es donde se realiza la combustión, por ello, determinar las diferentes repercusiones ambientales potenciales por emisión de otros compuestos contaminantes no fue posible debido a que el balance realizado para el ICV solo contemplo el factor energético producido por dicha unidad de proceso.
- El acceso a softwares de caracterización de indicadores de impacto es restringido, lo que dificulta determinar qué sustancias contaminan más referente al modelo de

caracterización que se vaya a utilizar, por ende, no se puede conocer al detalle la severidad en el medio de los impactos generados, dando lugar únicamente, a conocer los puntos finales de categorías afectados con base a las referencias ambientales actuales.

3.2.4.4 Recomendaciones basadas en el ACV.

Es importante que, para la gestión de sus aspectos e impactos ambientales, la empresa conozca al detalle sus repercusiones ambientales derivadas del sistema de producto, por ello, se hace necesario incluir todas las cargas contaminantes provenientes de las diferentes unidades de proceso del sistema.

Para generar mejoras ambientales dentro de la planta, que orienten a la obtención de un producto final que sea ambientalmente responsable, la organización debe:

1. Generar estrategias de control sobre los impactos ambientales potenciales sobre los que ya tiene conocimiento que genera la empresa a lo largo de su cadena de valor. Estas estrategias deben estar orientadas al control de las emisiones de NO_x, de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, pues es la carga contaminante que mayores repercusiones ambientales genera.
2. Establecer mecanismos de control para impactos ambientales provenientes de las mermas o reducciones que no se tienen en cuenta y, que particularmente, en este proceso industrial se ven reflejadas en fuentes dispersas de material particulado, por

tanto, tener un inventario de fuentes dispersas, podría ser el inicio de una acción correctiva.

3. Para determinar completamente las repercusiones ambientales derivadas del proceso de fabricación de Tableros MDF calibre 9 mm, es importante realizar un estudio de caracterización de agua residuales en la etapa de Refinación (agua del estrujado), para la obtención de datos insumos que permitan incluirlos en categorías de impactos ambientales potenciales y caracterizarlo, con el fin de conocer el daño ambiental generado por esta unidad de proceso.
4. Para conocer todas las cargas contaminantes y afectaciones ambientales derivadas de la producción, es indispensable realizar un balance de masa y energía de todo el sistema productivo y caracterizar las diferentes emisiones a los recursos ambientales implicados, con el fin de determinar los correspondientes impactos ambientales potenciales del proceso de manufactura.
5. Adquirir un software de acuerdo a un modelo de caracterización de categorías de impacto, que permita realizar una caracterización de impactos ambientales potenciales derivados de los estudios de ACV con el objetivo de que se pueda conocer la magnitud de los impactos potenciales aportados por la empresa.

Capítulo 4. Diagnostico final

Después de realizado el análisis de ciclo de vida para tableros de fibra de media densidad calibre 9 mm, el área de la coordinación ambiental queda con información base para la gestión de sus aspectos e impactos ambientales potenciales derivados de su proceso industrial, de acuerdo a ello, la empresa, desde su sistema de gestión ambiental puede iniciar labores para la actualización de su SGA conforme a los requisitos solicitados en la NTC ISO 14001 versión 2015 y articularla con mejoras directas al producto y lograr obtener los beneficios que conllevan un ACV.

Finalmente, atendidas las recomendaciones y conclusiones del ACV, la empresa puede dar inicio a evaluación su desempeño ambiental con el fin de fortalecer su proceso productivo desde un enfoque ambiental.

Capítulo 5. Conclusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de análisis de ciclo de vida, la planta de producción, a través, de su Sistema de gestión ambiental, puede generar oportunidades de mejora referentes a la gestión de sus aspectos e impactos ambientales derivados de su proceso de manufactura, los datos obtenidos de este estudio, relacionados con la fabricación de tableros MDF calibre 9 mm, permiten hacer un acercamiento a los impactos ambientales potenciales que genera la empresa, por lo cual, se hace necesario continuar con el proceso de estudio de las cargas contaminantes procedentes de las diferentes unidades de proceso del sistema productivo.

La incorporación de mecanismos de producción más limpia dentro del proceso estudiado, se vio reflejado en el manejo de los sobrantes industriales existentes en la planta, lo cual indica, que existe un compromiso frente a la minimización de los impactos ambientales, por ende, para obtener un producto que sea ambientalmente responsable, es necesario que en todas las etapas del proceso de manufactura se incorporen estrategias de producción limpia, las cuales disminuyan las repercusiones ambientales potenciales que genera la empresa y pueden causar afectaciones de carácter global.

Finalmente, es indispensable que, para realizar un estudio de análisis de ciclo de vida, debe existir una apropiación de la metodología descrita en la norma ISO 14040 y sus derivadas por parte de las personas quienes realicen el ACV, puesto que la complejidad y el detalle de análisis requerido lo ameritan, es decir, que debe existir un conocimiento previo de la norma y esencialmente del sistema estudiado.

Capítulo 6. Recomendación

Para tener total certeza de las afectaciones ambientales derivadas de los Tableros de fibra de media densidad, es importante realizar un estudio de análisis de ciclo de vida que vaya desde la cuna hasta la tumba, es decir, realizar un estudio completo de todo el producto desde la extracción de materias primas hasta el uso y la disposición final de los tableros MDF, es importante incluir en la fase de manufactura todos los calibres de fabricación de los tableros en mención con el fin de garantizar que existe un control sobre la generación de repercusiones ambientales potenciales derivadas de ese sistema.

Los datos que se manejen dentro del estudio de ACV, deben ser de fuentes confiables y estar exentos de incertidumbres, es decir, los datos a manejar dentro de la fase del inventario de ciclo de vida deben proporcionar la información necesaria a cerca de todas las cargas contaminantes de las que se pueda tener información, en caso no contar con datos suficientes, la empresa debe realizar los estudios correspondientes si desea obtener resultados útiles.

Adicionalmente, debe existir una cohesión entre los diferentes estamentos de trabajo; área ambiental, área de mantenimiento, área operativa, etc., puesto que finalmente son estas áreas quienes suministran la información insumo para el desarrollo del estudio y sin lugar a dudas debe existir un compromiso por parte de la alta dirección en el desarrollo del mismo.

Referencias

- ACV. Estado de conocimiento. (s.f.).
- Bertalanffy, L. v. (1976). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México D.F.
- EPA. (2006). *Environmental Protection Agency*. Obtenido de www.epa.gov
- FAO. (s.f.). *Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de www.fao.org
- García, E. A. (2006). *Eco-Indicadores para empresas Mexicanas*. Mexico D.F. , Mexico .
- GUTIÉRREZ, F. A. (Septiembre de 2013). Análisis de ciclo de vida comparativo de una mermelada de naranja ecológica y no ecológica. Valladolid, España.
- Higuera, X. (2016). Proceso del MDF. (A. Escobar, Entrevistador)
- ICONTEC. (Octubre de 2015). GTC 52. Primera actualización. Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida y Ecodiseño. . Bogotá D.C, Colombia.
- ICONTEC. (Octubre de 2015). GTC-ISO TR 14049 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida y Ecodiseño. Bogotá D.C, Colombia.
- Inhobe S.A. (2009). *Análisis de ciclo de vida y huella de carbono*. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Bilbao, España: INHOBE, S.A. Sociedad Publica de Gestión Ambiental.
- International Organization for Standardization. (2001). ISO 14042. Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de Vida. Evaluación de impacto del ciclo de vida.
- International Organization for Standardization. (2004). Environmental management systems — Requirements with guidance for use. *ISO 14001*.
- International Organization for Standardization. (2007). Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework.
- International Organization for Standardization. (2007). ISO 14040. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- International Organization for Standardization. (2007). ISO 14044. Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requiritos y directrices.
- ISO 14041. (1999). Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Definición de la meta y el alcance y el análisis del inventario.
- KEIL, G., & SPAVENTO, E. (2009). *INDUSTRIA DE TABLEROS DE FIBRA DE MADERA*. La Plata.
- Martínez, C. I. (2011). *Análisis de ciclo de vida. Módulo didáctico*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. (s.f.). *Ministerio de Fomento, Industria y Comercio*. Obtenido de <http://www.mific.gob.ni/GESTIONAMBIENTAL/SISTEMADEGESTIONAMBIENTAL.aspx>

PORTER, M. (1985). *Competitive Advantage*.

Renovatec. (s.f.). *RENOVATEC. PLANTAS DE BIOMASA*. Obtenido de <http://www.plantasdebiomasa.net/que-es-la-biomasa.html>

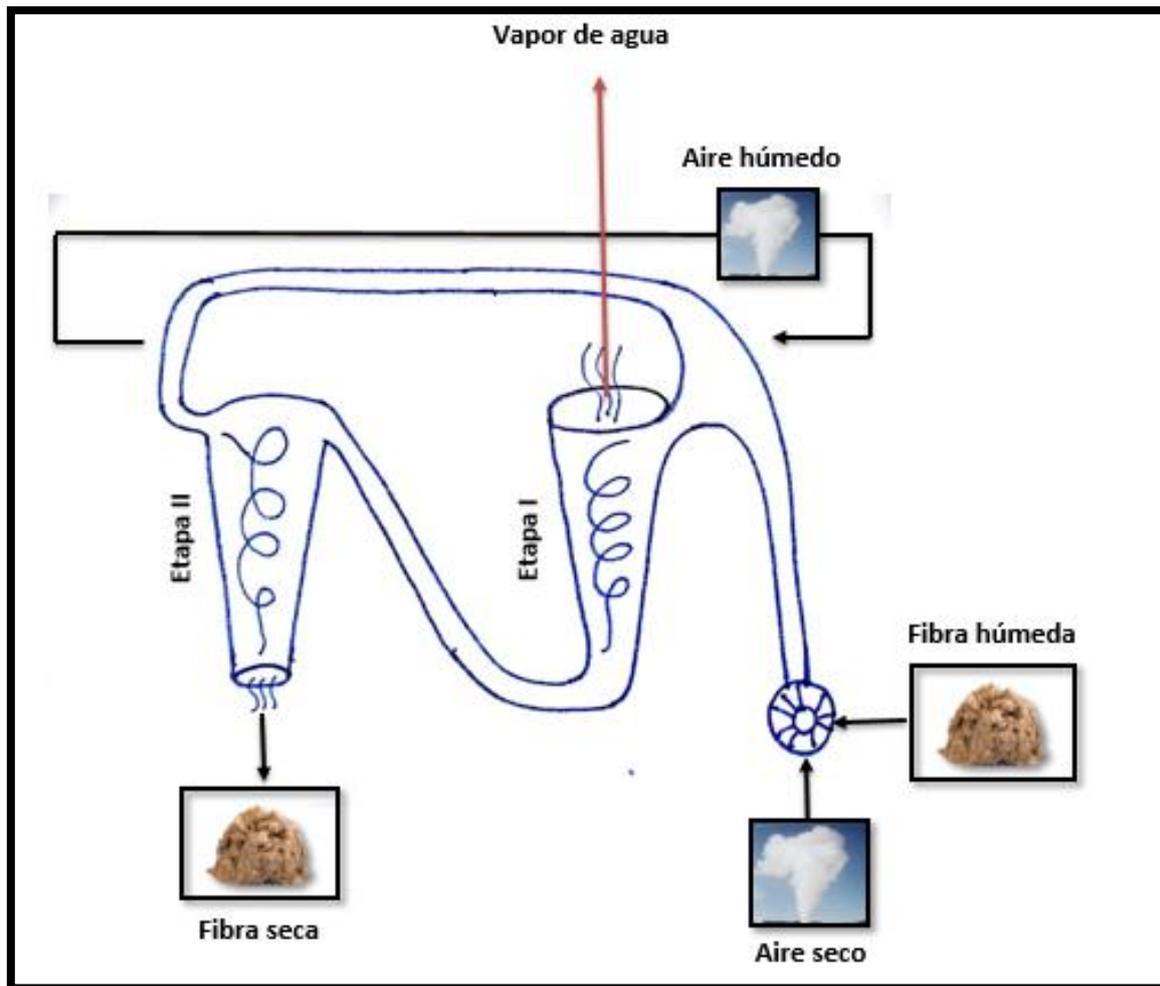
Romero, M. T. (03 de Septiembre de 2010). *EOI - Escuela de Organización Industrial*. Obtenido de <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-45560/analisis-de-ciclo-de-vida-acv-herramienta-de-gestion-ambiental>

Tablemac S.A. (2012). *Informe Anual*. Medellín.

Tablemac MDF S.A.S. (s.f.). Descripción del proceso de producción de Tableros MDF. Barbosa, Antioquia, Colombia.

Apéndices

Apéndice B. Proceso de Secado



Las flechas negras indican el flujo de materiales dentro de los ciclones de secado y la línea roja hace referencia a la única descarga ambiental (por ducto del ciclón 305) existente en el proceso de secado, la cual corresponde a vapor de agua.

Apéndice C. Resumen Ejecutivo del estudio de emisión de NOx del ciclón 305 correspondiente a las etapas de secado realizado en el 2015



Versión: 220014

Informe Nº: APC - 1200

1 RESUMEN EJECUTIVO

Fecha medición:	20 de mayo de 2015
Medición realizada por:	Aux. Ambiental Duber Rojas Aux. Ambiental Helbert Laverde
No. Fuentes evaluadas:	1 Fuente
Legislación vigente	- Resolución 909 de 2008 (MAVDT) - Resolución 2153 de 2010 (MAVDT) - Resolución 1309 de 2010 (MAVDT) - Resolución 0935 de 2011

A continuación se presenta la tabla 1, donde se relaciona el nombre del dispositivo, el tipo de combustible, tipo de proceso, contaminante medido, la emisión obtenida y el valor estándar de emisión admisible de acuerdo a la identificación del proceso, este valor puede ser reevaluado por la empresa y la autoridad ambiental de acuerdo a la clasificación del sector o proceso y al análisis que de este informe realicen cualquiera de las partes.

Tabla 1. Emisión de contaminantes

DISPOSITIVO / COMBUSTIBLE	PROCESO	CONTAMINANTE	EMISIÓN		ESTANDAR DE EMISIÓN* (mg/m ³)	INFERIOR O SUPERIOR AL ESTANDAR
			mg/m ³	Kg/h		
CICLON 305	Secado	NOx	21,8	0,84	500	Inferior

Artículo 4: "Estándar estándares de emisión admisibles para actividades industriales nuevas, tabla 1.

NOTA: Los resultados presentados en este informe sólo se relacionan con los parámetros evaluados, durante la fecha de medición. Además en este informe la (,) corresponde a la separación de decimales y el (.) a la separación de miles.

