

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

EVALUACIÓN DEL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PRODUCCIÓN
MÁS LIMPIA EN LA INDUSTRIA FORESTAL (ASERRADEROS Y EBANISTERÍA) EN
LOS TALLERES DE LOS CORREGIMIENTOS DE AGUA BUENA Y TRES
QUEBRADAS DE LOS SANTOS

YURYBELL DEL C. VILLARREAL CÁRDENAS
C.I.P: 7-711-1463

PANAMÁ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2022

EVALUACIÓN DEL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PRODUCCIÓN
MÁS LIMPIA EN LA INDUSTRIA FORESTAL (ASERRADEROS Y EBANISTERÍA) EN
LOS TALLERES DE LOS CORREGIMIENTOS DE AGUA BUENA Y TRES
QUEBRADAS DE LOS SANTOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO A LA CONSIDERACIÓN, PARA OPTAR
POR EL TÍTULO DE INGENIERÍA EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER
OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO POR:

ING. LOURDES RUBATINO MSc.




DIRECTOR

ING. YIRA DÍAZ DE VEGA MSc.



ASESOR

ING. EDGAR CHACÓN MSc.



ASESOR

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ
2022

DEDICATORIA

A mis padres, Rigoberto y Zorineth, quienes desde siempre han sido el soporte y guía que he necesitado para salir adelante, siempre estaré agradecida por poner en mis manos la mejor arma para combatir la vida que es la educación, con la cual forjaré mi futuro profesional a base de conocimientos que son la mejor herencia que me han podido dar. En este momento que culmino mis estudios, les dedico a ustedes este logro, amados padres, como una meta más conquistada. Gracias por ser quienes son y por siempre creer en mí.

YURYBELL.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la oportunidad de poder realizar y cumplir con satisfacción mi proyecto de tesis, elevo una oración de gratitud por todos esos momentos de bendiciones y protección a lo largo de mi vida educativa.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra manera me acompañan en todos mis sueños y metas. Gracias a mi tío Toñín, por ser parte de mi familia y de mi vida, por siempre apoyarme en todo momento.

A todos mis queridos profesores, por su paciencia, por sus sabias palabras, por compartir sus conocimientos de manera profesional, por su dedicación, perseverancia y tolerancia, a todos ustedes les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya los llevaré conmigo en mi transitar profesional.

A mi profesora asesora, la Mgter. Lourdes Rubatino, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las fases de este proyecto, para lograr los resultados anhelados.

A la Licenciada Xiomara Gómez por siempre tener la disponibilidad de ayudarme en todo momento.

A las personas que siempre estuvieron a disposición de colaborar con la recopilación de datos para llevar adelante este proyecto: Omar Ríos, Mercedes Jaén, Reinaldo Moreno, Jesús Vergara, Ángel Mendieta, Noldier Barrios, Carlos N. Sáez, Ramiro Bravo, Asley Gómez, Diomedes Sáez, todos estos propietarios de los talleres de ebanistería. Para todos ustedes muchísimas gracias por su valiosa ayuda.

Carlitos, hoy me toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerte por tu apoyo incondicional, por tus consejos, por estar en los momentos más difíciles. Gracias por toda tu dedicación conmigo y ayudarme en todo momento para poder culminar esta meta.

A mis compañeros de salón, gracias por esos años que compartimos juntos en un mismo espacio, aprendiendo de cada uno de ustedes, aquellos que un día serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

Para ustedes Eduardo, Nedelka, Ingrid, Iliam, Jisslena y Álvaro, mis queridos amigos, con los cuales compartí muchas vivencias y momentos tan maravillosos que siempre atesoraré en mi corazón, gracias por las lágrimas compartidas y las risas festejadas, por estar conmigo en las buenas y en las malas, luchando juntos hasta alcanzar nuestra tan deseada meta universitaria.

A veces, omitimos personas que se nos olvida agradecer, pero no es de manera intencional, para ustedes mil gracias y una disculpa.

Siempre será motivo de regocijo para mí haber contado con tantas personas maravillosas que caminaron conmigo juntos hasta esta meta de vida, un millón de gracias. Eternamente agradecida.

YURYBELL.

RESUMEN

La presente investigación denominada: “Evaluación Del Manejo Integral De Residuos Sólidos Y Producción Más Limpia En La Industria Forestal (Aserraderos Y Ebanistería) En los Talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos”, esta investigación tiene como objetivo evaluar el manejo integral de residuos sólidos y Producción más Limpia en la Industria Forestal (Aserraderos Y Ebanistería). En los Talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, los cuales en total suman 10 talleres entre grandes y pequeños. Se utiliza un tipo de método no experimental y documental exploratorio, en cuanto a su alcance el mismo consiste en desarrollar un proyecto de investigación que muestre con claridad los aspectos teóricos relacionados con el manejo de residuos sólidos y producción más limpia, lo cual sirva de orientación para los distintos talleres de ebanistería a nivel nacional. Los resultados mostraron que el taller que más residuos sólidos tiene es de 80 sacos semanales y el menor es de 6 sacos, de igual manera se observó que sobre el tema de los residuos sólidos el 90% de los encuestados dijo no recibir capacitación alguna sobre el manejo de los residuos sólidos, en tanto que sobre la producción más limpia el 90% dijo conocer dicho concepto, sin embargo, cada taller encuestado no cuenta con un plan de producción más limpia.

Palabras clave: Ambiente, aserrín, producción limpia, residuos sólidos, viruta.

ABSTRACT

The present investigation calls: "Evaluation of the Comprehensive Management of Solid Waste and Cleaner Production in the Forestry Industry (Sawmills and Joinery) in the Workshops of the districts of Agua Buena and Tres Quebradas de Los Santos", this investigation aims to evaluate the comprehensive management of solid waste and cleaner production in the forestry industry (sawmills and cabinet making) in the workshops of the districts of Agua Buena and Tres Quebradas de Los Santos, which total 10 workshops between large and small. A type of non-experimental and exploratory documentary method is used, in terms of its scope it consists of developing a research project that clearly shows the theoretical aspects related to solid waste management and cleaner production, which serves as a guide. for the different cabinetmaking workshops nationwide. The results showed that the workshop with the most solid waste is 80 bags per week and the least is 6 bags, in the same way it was observed that on the subject of solid waste, 90% of the respondents said they did not receive any training on the management of solid waste, while about cleaner production, 90% said they knew this concept, however, each workshop surveyed does not have a cleaner production plan.

Keywords: Environment, sawdust, clean production, solid waste, chips.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del tema a investigar	2
1.2. Antecedentes	4
1.3. Justificación	6
1.4. Objetivos	7
1.4.1. General	7
1.4.2. Específicos	7
1.5. Hipótesis	7
1.6. Alcance y limitaciones del estudio	8
2. REVISIÓN DE LITERATURA	9
2.1. Descripción del proceso productivo de la madera	9
2.1.1. Definición del producto	9
2.1.1.1. Sistema de producción	10
2.1.1.2. Mano de obra	10
2.1.1.3. Criterios de clasificación	10
2.1.2. Etapas del proceso	11
2.1.2.1. Etapa de acopio de trozas (madera en rollo)	11
2.1.2.2. Etapa de aserrado de la madera	12
2.1.2.3. Etapa de baño anti-manchas, secado y almacenamiento	15
2.1.2.4. Materia prima e insumos para el proceso de transformación	17
2.1.3. Impactos ambientales originados por el proceso de transformación de la Madera	18
2.1.3.1. Residuos sólidos	19
2.1.3.2. Residuos líquidos	20
2.1.3.3. Emisiones atmosféricas	21
2.2. Concepto de residuos sólidos	22
2.2.1. Clasificación de los residuos de madera	23
2.2.2. Generación de los residuos de madera	24
2.2.3. Estrategias para el manejo de los residuos de madera	24

2.2.4. Gestión integral de residuos sólidos.....	25
2.2.5. Usos de los residuos de madera.....	27
2.3. Efectos del manejo de químicos, pesticidas y residuos.....	30
2.3.1. Efectos de la contaminación del aire sobre la salud humana.....	30
2.3.2. Contaminación de ambientes interiores.....	33
2.3.3. Tóxicos en el agua.....	35
2.3.3.1. Contaminación del agua.....	36
2.3.4. Tóxicos en la fauna.....	36
2.4. Producción más limpia (P+L).....	37
2.4.1. Metodología para implementar un programa de (P+L).....	37
2.4.1.1. Primera fase: planeación y organización del programa de (P+L).....	38
2.4.1.2. Segunda fase: evaluación en planta.....	40
2.4.1.3. Tercera fase: estudio de factibilidad.....	43
2.4.1.4. Cuarta fase: implementación.....	44
2.4.1.5. Resumen de implementación de un programa de (P+L).....	45
2.4.2. Indicadores.....	45
2.4.2.1. Indicadores de procesos.....	45
2.4.2.2. Indicadores ambientales.....	46
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
3.1. Materiales.....	48
3.2. Métodos.....	48
3.2.1. Parámetros a evaluar.....	51
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
5. CONCLUSIONES.....	61
6. RECOMENDACIONES.....	62
7. REFERENCIAS CITADAS.....	63
8. ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Conocimiento sobre el término residuos sólidos.....	53
TABLA 2.	Importancia de un manejo adecuado de los residuos sólidos.....	54
TABLA 3.	Ha recibido capacitación sobre el manejo de los residuos sólidos.....	55
TABLA 4.	Conocimiento sobre los tipos de residuos sólidos resultantes de las actividades de su empresa.....	56
TABLA 5.	Manejo que actualmente su empresa les ofrece a los residuos sólidos.....	57
TABLA 6.	Conocimiento sobre el concepto producción más limpia.....	58
TABLA 7.	Cuenta con plan de producción más limpia en cuanto al manejo de residuos sólidos.....	59
TABLA 8.	Es consciente del daño ambiental y ecológico que puede causar el manejo inadecuado de los residuos sólidos.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1.	Conocimiento sobre el término residuos sólidos.....	53
GRÁFICA 2.	Importancia de un manejo adecuado de los residuos sólidos.....	54
GRÁFICA 3.	Ha recibido capacitación sobre el manejo de los residuos sólidos.....	55
GRÁFICA 4.	Conocimiento sobre los tipos de residuos sólidos resultantes de las actividades de su empresa.....	56
GRÁFICA 5.	Manejo que actualmente su empresa les ofrece a los residuos sólidos.....	57
GRÁFICA 6.	Conocimiento sobre el concepto producción más limpia.....	58
GRÁFICA 7.	Cuenta con plan de producción más limpia en cuanto al manejo de residuos sólidos.....	59
GRÁFICA 8.	Es consciente del daño ambiental y ecológico que puede causar el manejo inadecuado de los residuos sólidos.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Instrumento.....	66
ANEXO 2.	Aplicación de instrumento.....	68
ANEXO 3.	Colecta de la muestra.....	69
ANEXO 4.	Etiquetado de la muestra.....	70
ANEXO 5.	Residuos sólidos.....	71

1. INTRODUCCIÓN

En la provincia de Los Santos, República de Panamá se destacan las comunidades de Agua Buena y Tres Quebradas, en donde existen 90 talleres de ebanistería y se brinda empleomanía a talladores, carpinteros, talabarteros y ayudantes generales en el trabajo de la madera. Estas comunidades son corregimientos del distrito de Los Santos, y cuentan con 1,117 y 717 habitantes respectivamente según censo de 2010 (INEC, 2010). La mayoría de estos talleres se encuentran asociados a diferentes cooperativas de crédito de la región, sin embargo, 78 forman parte de la cooperativa El Progreso, principal proveedor crediticio a bajos intereses para la compra de insumos y otras inversiones. Para estas comunidades, la ebanistería representa una de sus principales actividades económicas. (Arenas *et al.*, 2018)

El manejo integral de los residuos sólidos generados por las diferentes actividades que realizan los talleres de ebanistería, dedicadas a la elaboración de muebles, resulta ser un tema de fundamental relevancia por las distintas implicaciones que este tipo de desechos pueden causar al medio ambiente, a la comunidad y a los propios trabajadores.

El efecto ambiental más evidente del manejo inadecuado de los recursos sólidos lo constituye la contaminación del suelo, del aire y los cuerpos de agua, ocasionada por el vertimiento directo de tales residuos. La gestión integral de los residuos sólidos, como enfoque, busca transformar la cultura actual de eliminación de desechos a una que evite los residuos, mediante prácticas de producción sostenibles.

El presente proyecto tiene como objetivo: Evaluar el Manejo Integral De Residuos Sólidos Y Producción Más Limpia En La Industria Forestal (Aserraderos Y Ebanistería). En los Talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos.

Con la finalidad de conocer desde una perspectiva realista el manejo real que se le da a

los residuos sólidos de las distintas maderas utilizadas en los talleres seleccionados para la realización de este proyecto.

En cuanto al tipo de investigación la misma es cuantitativa-descriptiva, “los estudios descriptivos buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (*Hernández et al.*, 2014).

Realmente el proyecto que se propone desarrollar se circunscribe a estudiar estrictamente el tema de los residuos sólidos generados de la madera y la importancia de contar con un plan de producción más limpia en los talleres de ebanistería seleccionados, de manera que se le pueda dar a estos tipos de residuos el manejo adecuado y evitar a su vez alguna afectación ambiental y humana.

1.1. Planteamiento del tema a investigar

En la actualidad la generación de residuos sólidos propiciados por la realización de actividades relacionadas con el proceso de elaboración de muebles de madera, llevada a cabo en distintos talleres de ebanistería, ocasionan significativamente algún tipo de impacto sobre componentes ambientales como: Suelo, agua y aire, lo cual constituye un alto riesgo para los seres humanos, sin destacar, lo que ello conlleva sobre la diversidad biológica de la fauna terrestre y acuática, lo cual afecta la estabilidad de la cadena alimenticia y los ecosistemas.

El uso de sustancias químicas se ha generalizado en todas las actividades económicas, incluso en la vida doméstica. Muchas de ellas pueden entrañar, sin la adopción de determinadas precauciones, riesgos para la salud y el medio ambiente. Los riesgos químicos pueden ser debido, bien a factores intrínsecos a los propios productos, bien a factores externos relacionados fundamentalmente con la inseguridad con la que se manipulan.

Las personas dependen de la biodiversidad en su vida cotidiana, de manera que no siempre son evidentes ni apreciadas. La salud humana depende en última instancia de los bienes y servicios de los ecosistemas (como el agua dulce, los alimentos y las fuentes de combustible) que son indispensables para la buena salud humana y los medios productivos de ganarse el sustento. La pérdida de biodiversidad puede ejercer un importante efecto directo en la salud humana si los servicios de los ecosistemas ya no alcanzan a satisfacer las necesidades sociales.

Resulta importante señalar que el manejo inadecuado de sustancias químicas y desechos altamente peligrosos, sin control, constituyen un alto riesgo para la salud de los seres humanos durante su ciclo vital y el medio ambiente, debido a la existencia, en algunas áreas de trabajo, de distintos materiales con alto nivel de toxicidad. Ante tal situación, la producción más limpia constituye, entonces, una verdadera macro-estrategia empresarial que, mediante el uso de preceptos e instrumentos de las ciencias de la producción, la ingeniería y el ambiente, aplicados de manera preventiva e integral, busca lograr el empleo óptimo de los recursos productivos, principalmente de los flujos de agua, energía, materiales e insumos en general.

Por lo anteriormente expuesto se considera que el manejo de los residuos sólidos generados por las actividades que realizan los talleres de ebanistería debe ser un tema de prioridad para la administración de este tipo de empresas, debido a las distintas afectaciones que pueden causar a la comunidad y al medio ambiente.

El presente proyecto consiste en determinar qué tipo de estrategias técnico-ambientales se pueden implementar en los talleres de ebanistería, por lo cual se pueda lograr un mejoramiento significativo en cuanto al manejo de los residuos sólidos y evitar los daños que diariamente se causan al ambiente y la comunidad en general.

El planteamiento del problema bajo investigación conlleva la formulación de las siguientes interrogantes, entre las cuales se destacan:

¿Cuál es el manejo actual que se le da a los residuos sólidos en los talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos?

¿Qué tipo de consecuencias para la comunidad y el medio ambiente pueden causar el manejo inadecuado de los residuos sólidos?

¿Qué acciones se pueden implementar para minimizar los riesgos ambientales en los talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos?

¿Cuál es la importancia de contar con un plan de producción más limpia en los talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos?

1.2. Antecedentes

La mala disposición de residuos genera deterioro al ambiente; uno de los impactos directos, es la contaminación de fuentes hídricas, tanto superficiales como subterráneas. Esta se da porque se realiza el vertimiento de basuras en ríos, canales y arroyos, así como la descarga del líquido percolado o lixiviado, producto de la descomposición de los desechos en los botaderos a cielo abierto o cuando se depositan en lugares inapropiados. La descarga de basuras a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de algas y dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso y de su entorno (Jaramillo, 2003).

Otro aspecto del que habla el citado autor es que se pueden generar una serie de riesgos indirectos como la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población; conocidos como vectores, dentro de los cuales se encuentran moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un refugio y ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos

de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad.

En el sector maderero los gerentes y directivos son conscientes del gasto que representa en sus empresas el manejo de residuos, sin embargo, son muy pocas las que llevan a cabo la reutilización de los mismos. Uno de los principales aspectos relacionados a esta condición es la ausencia de Planes de Gestión de Residuos en las empresas, ya que su implementación permitiría mejorar el manejo de residuos y generar ingresos e inversión, a través del aprovechamiento de los residuos obtenidos, así como la disminución de los mismos desde el proceso productivo (Amaya, 2015).

Una de las alternativas de manejo de los residuos de madera se enfoca en su aprovechamiento y su posible reutilización en fabricación de biomasa, lo cual contribuye a mitigar el impacto ambiental, porque se pretende utilizar un producto que sustituya a los combustibles actualmente utilizados como el carbón. Los proyectos de reciclaje de desechos madereros en las empresas de fabricación de muebles de la ciudad de Bogotá y su reaprovechamiento como sustituto del combustible fósil pueden satisfacer el 39,3% de la demanda del sector. Por lo que se recomienda ampliar la recolección de residuos en los aserraderos, sector de gran generación de desperdicios de Biomasa de madera (Canastero, 2014).

En la formulación de un plan de gestión integral de residuos sólidos generados en la fabricación de muebles se busca identificar y plantear soluciones a la situación real de manejo, con el fin de evitar impactos negativos en el medio ambiente generados por su disposición incorrecta (Arias, 2014).

Para la reducción del impacto ambiental en el sector de madera se implementan estrategias de producción más limpia, a través de mejoras en el proceso, bien mediante un cambio de tecnología, aumentando la eficiencia del proceso o reduciendo el número de etapas de fabricación necesarias mediante una adecuada selección de los materiales. Además de tener

un sistema de gestión ambiental, preferiblemente certificado (AIDIMA, 2009).

1.3. Justificación

Una investigación de esta naturaleza se justifica por considerar que en la actualidad el manejo de los residuos sólidos en los talleres de ebanistería resulta ser un tema de fundamental importancia, debido a las diferentes afectaciones que este tipo de sustancias pueden ocasionar tanto para los propios trabajadores, la comunidad en general y el medio ambiente.

Cabe destacar que son diversos los perjuicios que diariamente se cometen al medio ambiente, el cual nos ha dado todo lo que necesitamos para nuestra propia supervivencia. Se considera que el presente estudio permitirá conocer la situación real de muchos talleres de ebanistería a nivel regional, en cuanto a la necesidad obligatoria de contar con un plan de producción más limpia dentro de su organización administrativa, puesto que la aplicación de tecnologías y producción más limpia es una herramienta clave en la gestión de los negocios, desde una perspectiva de la sustentabilidad, donde se deben tener en cuenta los efectos y actividades realizadas por la organización, desde la perspectiva económica, social y ambiental, lo cual se traduce, finalmente, en mayor productividad, nuevos mercados, ahorros en costos de producción, mejores alianzas con sus proveedores, cumplimiento de la legislación, desarrollo de nuevos productos, entre otros.

Con este proyecto se busca contribuir a dar solución a los problemas ambientales resultantes del manejo de residuos sólidos que generan las distintas actividades que se realizan en los talleres de ebanistería.

En cuanto a la importancia del presente proyecto se puede mencionar:

- ❖ Tiende a coadyuvar con el proceso de formación académica-intelectual de estudiantes y docentes a nivel regional.

- ❖ Sirve como guía de orientación personal a lectores en general, puesto que en la actualidad no existen proyectos semejantes.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- ❖ Evaluar el manejo integral de residuos sólidos y producción más limpia en la Industria Forestal (Aserraderos Y Ebanistería). En los Talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos.

1.4.2. Específicos

- ❖ Determinar el manejo que se le da a los residuos sólidos en los talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos.
- ❖ Describir el tipo de consecuencias para la comunidad y medio ambiente que puede causar el manejo inadecuado de los residuos sólidos.
- ❖ Establecer que acciones se pueden implementar para minimizar los riesgos ambientales en los talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos.
- ❖ Conocer la importancia que tiene un plan de producción más limpia en los talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos.

1.5. Hipótesis

H1: El adecuado manejo de los residuos sólidos y plan de producción más limpia contribuyen a mejorar de manera significativa los problemas contaminación ambiental asociados a este tipo de residuos generados por los talleres de ebanistería.

H0: El adecuado manejo de los residuos sólidos y plan de producción más limpia no contribuyen a mejorar de manera significativa los problemas contaminación ambiental asociados a este tipo de residuos generados por los talleres de ebanistería.

1.6. Alcance y limitaciones del estudio

Alcance: Desarrollar un proyecto de investigación que muestre con claridad los aspectos teóricos relacionados con el manejo de residuos sólidos y producción más limpia, lo cual sirva de orientación para los distintos talleres de ebanistería a nivel nacional.

Limitaciones del estudio: Durante el desarrollo del presente proyecto se presentaron algunas limitaciones, las cuales se procede a describir:

- ❖ Inaccesibilidad a la biblioteca de la universidad por razones de pandemia mundial COVID-19, lo cual fue un verdadero obstáculo durante el proceso de recopilación de la información requerida para elaborar esta investigación.
- ❖ La información existente en internet sobre el tema de investigación no se encuentra actualizada.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción del proceso productivo de la madera

2.1.1. Definición del producto

Las industrias que se benefician al transformar los árboles en madera se encuentran principalmente en países como Estados Unidos, México, Venezuela y Chile. En dichos países se identifica que dentro de la industria de la madera se genera un mix de residuos, tales como astillas, virutas, aserrín y polvo. Estos residuos se consumen en molduras de madera, proceso de cepilladoras, de aserraderos, de bobinadoras; tanto en madera seca como húmeda (Martínez *et al.*, 2005).

El proceso de transformación primaria de la madera inicia con el árbol en troza o en rollo y constituye la base del procesamiento industrial de la madera. Las trozas de madera provenientes del bosque son procesadas en aserraderos y convertidas en madera dimensionada, que se destina a una amplia gama de usos finales: material de construcción, fabricación de embalajes (cajas para empaque de frutas y hortalizas, tarimas, etc.), muebles, utensilios y otros. De las trozas para aserrar y para chapas se obtienen las maderas aserradas, los tableros de madera y las maderas terciadas, que son utilizados para la fabricación de muebles, estacas, palos de escoba y otros productos.

Los bosques de coníferas se caracterizan por el dominio de los pinos y por una baja biodiversidad. Se hace una extracción selectiva de los árboles de mayor tamaño. La edad óptima para la corta es de 45-50 años de árboles con un diámetro base de 45-50 cm. También es usual que se extraigan árboles más pequeños para postes de luz y teléfono.

2.1.1.1. Sistema de producción

Las actividades relacionadas con el aserrado de la madera incluyen diversas formas de producción, que van desde una distribución por proceso (las máquinas, empleados y materiales se distribuyen de acuerdo con la secuencia de operaciones requeridas para producir) hasta una combinación de proceso- producto. Aquí las máquinas se alinean de forma tal que el flujo de la madera obedece una secuencia de operaciones (casi continuas) de acuerdo con la forma y el tamaño de la pieza que sale de la operación precedente (Alvarado, 2009).

2.1.1.2. Mano de obra

“Existe suficiente mano de obra disponible en los lugares donde se asienta la producción primaria (aserraderos) tanto calificada (especializada por ellos mismos) como no calificada. En algunas regiones del país la actividad maderera es una importante fuente de empleos” (Alvarado, 2009).

2.1.1.3. Criterios de clasificación

Para determinar a qué categoría pertenece una pieza de madera debe comprobarse si cumple las especificaciones de la norma correspondientes a esa categoría. En las fichas se resume cuáles son estas características.

Las piezas se clasifican atendiendo a las singularidades del material ligadas a:

- ❖ Características generales: contenido de humedad, densidad y dimensiones.
- ❖ Anatomía de la madera: nudos, entrecasco, bolsas de resina, fendas, desviación de la fibra, madera de reacción y juvenil y anillos de crecimiento.
- ❖ Aserrado de las piezas: médula y gemas.
- ❖ Alteraciones biológicas: alteraciones por hongos, alteraciones por plantas parásitas, alteraciones por insectos xilófagos.
- ❖ Deformaciones: curvatura de cara, curvatura de canto, a tejado o abarquillado, alabeo.

Tecnología de aserrío: La tecnología para el aserrado de la madera se constituye como una de las características más importantes de la industria maderera. La utilización de tecnología obsoleta en los aserraderos repercute en la productividad y los rendimientos.

Producto terminado: La calidad del producto terminado como muebles, piezas de madera de grado, etc., es muy buena lo que les confiere un reconocimiento en el mercado internacional.

2.1.2. Etapas del proceso

Desde el punto de vista técnico, el proceso de transformación de la madera consta de tres etapas: a) acopio de trozas; b) aserrado de la madera; y c) baño anti-manchas clasificación, secado y almacenamiento. De esta forma, el proceso es considerado secuencial, dependiendo del producto a obtener y la calidad de la troza aserrada. Cabe mencionar que cuando el producto final es el tablón (timber), se obvian las operaciones de re aserrado y canteado de la madera, ya que estos productos salen directamente de la sierra principal (aserradora) hacia la sierra despuntadora (Alvarado, 2009).

2.1.2.1. Etapa de acopio de trozas (madera en rollo)

Esta etapa inicia con la llegada de camiones cargados con trozas de madera al patio de acopio del aserradero (área amplia y despejada para el almacenamiento temporal de trozas). En ese momento, se revisa la factura que garantiza la legitimidad de su procedencia, se mide o se pesa el volumen y se descarga. Seguidamente, se clasifica (puede ser por procedencia, diámetro, calidad, etc.) para los procesos posteriores. De esta etapa se generan residuos sólidos (cortezas, ramas, astillas, etc.), que pueden ser utilizados como abono orgánico o como material de combustión.

ACOPIO DE LA MADERA



Figura 1. Acopio de la madera.

2.1.2.2. Etapa de aserrado de la madera

❖ **Descortezado de la madera:**

El descortezado puede ser manual o mecánico, ambos producen residuos sólidos que pueden ser utilizados como abono orgánico o como material de combustión.

❖ **Aserrado principal:**

En esta subetapa se cortan las orillas de la troza para obtener un tablón de madera con escuadra en una o todas sus caras longitudinales. Esta operación se realiza en la sierra principal, que puede ser de tres tipos: sierra de cinta y carro, sierra circular o de disco y sierra alternativa. Normalmente, se utiliza una sierra de cinta con volantes para el corte de trozas gruesas, equipada con un sistema de giro y porta trozas que mantiene una velocidad constante durante el corte. Las tablas o tablones pasan a la sierra partidora (rea serradora) o a la sierra canteadora, dependiendo del tipo de producto. En esta subetapa se generan subproductos de madera llamados orillas con

corteza (lomos o capotes), que son aprovechados para la fabricación de cajas de empaque de tomates, nasas para pesca, palillos para escobas y clips para las fosforeras.

ASERRADERO PRINCIPAL



Figura 2. Aserradero principal.

❖ Sierra partidora (rea serradora)

La sierra partidora o rea serradora tiene como función principal transformar los tablones en tablas. Asimismo, realiza cortes paralelos al corte de referencia (corte de escuadra) con mayor precisión que la sierra principal. El equipo de esta subetapa está compuesto por una mesa de corte con una banda guía que regula el grosor del corte y realiza las tareas de avance, además de un rodillo de presión que mantiene la pieza en la posición adecuada. Al igual que con la sierra principal, la sierra partidora puede ser de banda o circular.

SIERRA PARTIDORA



Figura 3. Sierra partidora.

❖ Sierra canteadora:

Las tablas provenientes de la sierra partidora o de la sierra principal, pasan a la sierra canteadora que realiza dos cortes a la pieza, uno a cada lado de la tabla, para definir el ancho requerido. Los cortes se realizan en dirección longitudinal a la pieza. En esta subetapa se utiliza una máquina compuesta por una mesa de entrada, rodillos de alimentación y un eje en el que se disponen al menos dos sierras circulares. Una de estas sierras es fija, la otra se desplaza a lo largo del eje, definiendo así el ancho de la pieza. A la salida de la máquina se disponen unos rodillos de evacuación para facilitar el desplazamiento de las piezas.

SIERRA CANTEADORA



Figura 4. Sierra canteadora.

2.1.2.3. Etapa de baño anti-manchas, secado y almacenamiento

❖ Baño anti-manchas

Los tratamientos fungicidas realizados a la madera en los aserraderos tienen la finalidad de evitar la aparición de la mancha azul durante los 2 o 3 meses que puede durar el secado natural o durante un periodo de hasta 15 días previo a que se lleve a cámaras de secado. Estos tratamientos consisten en la inmersión de las tablas y tablones en una pileta (balsa o bañera) que contiene la solución anti-manchas. Esta solución también se puede aplicar en cámaras con aspersores en los cuatro costados. El tiempo de tratamiento dependerá del producto utilizado. Después del tratamiento la tabla se saca y se dejan escurrir previo a su traslado al área de secado. En esta subetapa del proceso, se generan residuos lodos, semisólidos resultantes de la combinación del aserrín y virutas con la solución fungicida (Alvarado, 2009).

❖ **Clasificación de la madera**

Después del baño anti-manchas, las tablas se ordenan de acuerdo con las dimensiones de corte (largo, ancho y grueso), para su clasificación. Las piezas se clasifican con criterios o normas internacionales de acuerdo con los requerimientos de los clientes.

❖ **Secado de la madera**

A la salida del proceso de transformación, la madera presenta una humedad superior al 80%. En estas condiciones, la madera no es apta para comercializarse debido a su carácter higroscópico y a su vulnerabilidad frente al ataque de algunos hongos, principalmente los que producen la mancha azul. La madera debe alcanzar una humedad de menos del 20%, para que pueda ser usada, por lo que debe ser sometida a un proceso de secado. En la actualidad se usan diversos métodos de secado que se agrupan en dos grandes categorías: secado al aire libre y secado artificial en cámaras. Para el secado al aire libre, se dispone la madera en pilas lo que permite la circulación del aire hasta alcanzar el grado de humedad del ambiente (Alvarado, 2009).

El secado artificial consiste en forzar el proceso en cámaras, donde se puede manejar temperatura y humedad. Existen cuatro métodos de secado artificial:

- ❖ Secado en cámara con aire caliente climatizado.
- ❖ Secado en cámara con bomba de calor en circuito cerrado.
- ❖ Secado en cámara con bomba de calor en circuito abierto.
- ❖ Secado a alta temperatura.

El secado al aire libre permite bajar la humedad de la madera hasta 14 o 18% en un tiempo de 1 a 3 meses. En este tipo de secado es necesario el empleo de productos químicos que previenen la aparición de la mancha azul. Este proceso de secado es afectado por las condiciones meteorológicas, por la separación de rastreles, el grosor de la madera, etc. Cabe mencionar que,

para efectos de la presente guía, se consideran solamente los impactos ambientales que puedan ocurrir en el secado al aire libre.

En el proceso de secado de la madera intervienen diferentes factores como: la humedad, la temperatura a la que esté expuesta, y la velocidad del viento. La madera debe llegar a un grado de humedad similar a las condiciones ambientales donde vaya a utilizarse. Si la madera va a ser utilizada para la fabricación de paneles o para la fabricación de muebles, se requiere que el grado de humedad sea bajo, entre un 10 o 12%. Cuando la madera es requerida para puertas o ventanas su nivel de humedad debe ser próximo a 14 o 15%, para las estructuras, como vigas, que son sometidas a la intemperie, el porcentaje de la humedad debe ser de 21 a 24% y si está en contacto directo con el agua su nivel de humedad será de 30%.

❖ **Almacenamiento del producto terminado**

Una vez seca, la madera se almacena en el parque de salida, en donde puede estar al aire libre, bajo techo o en una instalación cerrada. En el parque de salida se organiza la madera por dimensiones, en pilas, en función de sus características o de sus destinos, según el sistema de venta y de transporte de cada empresa.

2.1.2.4. Materia prima e insumos para el proceso de transformación

La madera llega al aserradero en rollo o en troza proveniente del bosque. Aquí son clasificadas por criterios como: defectos (curvaturas, hongos, quemaduras, ramazón), especies, diámetros y largos. Algunos aserraderos lo hacen de acuerdo con la calidad de la troza (sin ramas, circulares, derechas, etc.). Las trozas aserradas y convertidas en madera dimensionada, que se destina a una amplia gama de usos finales de acuerdo con su calidad, tales como material de construcción, fabricación de embalajes (cajas para empaque de frutas y hortalizas, tarimas, etc.), muebles, utensilios y otros.

❖ **Productos químicos para el baño anti-manchas**

Los productos químicos aplicados en el baño anti-manchas tienen el objetivo de impedir que se desarrolle el hongo cromógeno que provoca cambios de color de la madera entre grisáceo y azulado (mancha azul) que disminuye su valor estético y comercial. La madera de grado pasa a ser tratada con soluciones de compuestos químicos que contienen sustancias de la familia de los fenoles (tribromofenol o dos fenifenol comúnmente llamado preventol) cuyos derrames deliberados o accidentales son altamente contaminantes para cuerpos de agua, superficial y subterráneos, para los suelos y tiene efectos negativos en la salud de los trabajadores. Al momento de aplicar el fungicida es necesario seguir las normas del fabricante: dosis, diluciones, equipo de protección para aplicadores (guantes, mascarillas, botas de caucho sintético o goma, delantales o pecheras, etc.).

❖ **Agua**

En los aserraderos el agua tiene dos usos: primero, se emplea para el riego de calles y zona de acopio de madera (cuando son de tierra) para evitar que se levante el polvo y, segundo, como disolvente de los productos químicos del baño anti-manchas. En ninguno de los casos recibe tratamiento y no es necesario que cumpla con requisitos de calidad. No obstante, sí es necesario que presente condiciones de baja dureza para proteger el equipo.

2.1.3. Impactos ambientales originados por el proceso de transformación de la Madera

En un proyecto de aserrado primario de la madera, el tipo e intensidad del impacto ambiental es determinado en gran medida por la planeación de las actividades; por lo que la etapa de factibilidad del proyecto es clave para evitar efectos adversos. Los planificadores de proyectos deberán concebir la construcción de las obras físicas, operación y cierre de los aserraderos con los mínimos impactos en el entorno y bajo un esquema de uso racional de recursos y servicios.

Durante la etapa de construcción se afecta el suelo como consecuencia del acondicionamiento del terreno, la cimentación y el levantamiento de la infraestructura. Además, se generan impactos por el manejo inadecuado de los residuos sólidos (aserrín, partes de madera, etc.) que provienen de la transformación de la madera, se generarán emisiones atmosféricas producto de los gases emitidos por los vehículos de transportes y manejo de madera en rollo, las emisiones de polvo ocasionados por movimiento de estos vehículos en el plantel. También se pueden producir impactos ambientales en la etapa de cierre y post clausura, pero estos también dependerán de la planificación de las actividades del desarrollador del proyecto (Alvarado, 2009).

Durante la etapa de operación las actividades del proceso productivo son continuas en la zona, por lo que esta fase es la más crítica en cuanto a impacto ambiental.

A continuación, se analizan los principales residuos y emisiones de un proyecto de aserrado de madera.

2.1.3.1. Residuos sólidos

Las actividades que se realizan en la etapa de descarga, clasificación y acopio de la materia prima generan residuos sólidos: Corteza y tierra. Las cantidades de residuos sólidos en esta fase son mínimas, por lo que sus impactos son de baja magnitud, especialmente si se siguen las medidas de prevención indicadas.

En la segunda etapa del proceso (aserrado de la madera) se genera la mayor cantidad de residuos sólidos de madera: aserrín, virutas, cortezas, partes de madera del despunte, orillas con corteza, etc. Cuando estos residuos no se manejan adecuadamente, originan impactos ambientales que se constituyen un problema para la industria maderera en general.

Finalmente, en la etapa de secado, almacenamiento de la madera terminada y actividades generales del aserradero (clasificación, embalaje, mantenimiento de equipos y maquinaria y funcionamiento de oficinas) se pueden producir:

- ❖ Residuos sólidos domésticos, generados en oficinas, comedor, etc. (papel, cartón, restos de embalajes, plásticos, restos orgánicos, etc.).
- ❖ Aceites, grasas, solventes de las operaciones de mantenimiento de maquinarias y equipos, así como aceites de recambios de lubricantes.
- ❖ Otros residuos sólidos: filtros, envases vacíos y elementos de limpieza contaminados con restos de grasa, aceites y solventes.

En este tipo de industria los residuos sólidos domésticos no representan un problema, deben ser recolectados separadamente y dispuestos en el relleno sanitario de la localidad. Los demás residuos requieren de un manejo adecuado dentro de la planta y de la gestión con la alcaldía municipal o con entidades privadas para su disposición final. En esta última etapa, se deben añadir los residuos sólidos generados en el estanque del baño anti-manchas, considerados de alta toxicidad.

Estos lodos son compuestos principalmente de aserrín, tierra y las soluciones anti-hongos. Cuando los residuos no son manejados apropiadamente pueden producir impactos de gran magnitud sobre el suelo, agua, flora y fauna. El volumen de estos lodos depende del tamaño del aserradero.

2.1.3.2. Residuos líquidos

En esta primera etapa del acopio de madera en rollo los únicos efluentes líquidos generados en el patio de acopio serán las escorrentías de las aguas lluvias que podrán arrastrar tierra y restos de cortezas adheridas. Por otra parte, la última etapa se constituye como única fuente generadora de residuos líquidos provenientes del baño anti-manchas que, como se

mencionó anteriormente, contienen derivados fenólicos que tienen un alto impacto contaminante sobre los cuerpos de agua y son peligrosos para la salud de los trabajadores.

2.1.3.3. Emisiones atmosféricas

❖ Emisiones de gases

Las emisiones de gases en los aserraderos se dan exclusivamente en la primera etapa del proceso (área de acopio de trozas), producidas por el equipo de manejo y de transporte de trozas, durante su carga y descarga, lo que afecta la calidad del aire y la salud de los trabajadores.

❖ Ruido

En el patio de acopio de trozas se producen emisiones sonoras fuertes provenientes de las fuentes móviles para manejo de trozas (camiones y cargadoras). Cuando los aserraderos se encuentran alejados de las viviendas, el ruido afecta únicamente a los trabajadores.

Durante el aserrado de la madera se producen también emisiones sonoras provenientes de fuentes fijas del proceso industrial (equipos y maquinaria de aserrado, canteadoras, despuntadoras, ciclones, etc.). Como los aserraderos suelen estar alejados de los núcleos poblados los ruidos afectan principalmente a los trabajadores, por lo que el uso de protectores para el oído en las estaciones de trabajo es indispensable.

❖ Emisiones de polvo y humo

El movimiento de las máquinas durante la descarga y manejo de trozas levanta polvo en las áreas de acopio de la madera, principalmente cuando el piso es de tierra. Durante el procesamiento de la madera las emisiones de polvo son mínimas por su alto contenido de humedad (aproximadamente 80%) y porque las máquinas empleadas están equipadas de sistema neumático de extracción de polvo. Además, se emplean fosos que recogen los residuos de madera (Alvarado, 2009).

Sin embargo, sí puede existir liberación de partículas por un manejo y disposición inadecuados de los residuos sólidos. En efecto el viento puede dispersar pequeñas partículas de madera provenientes de la mala disposición del aserrín o de las salidas de sistemas de extracción cuando estos no están provistos de filtros de contención. Este problema puede agravarse cuando los residuos son quemados, lo que libera dióxido de carbono y suspende partículas en el aire. Esta contaminación sin duda se reduciría si los residuos fuesen quemados en una planta de generación energética que operará con una alta eficiencia de combustión y con equipos de control de contaminación.

2.2. Concepto de residuos sólidos

Los residuos de madera son generados desde la misma actividad forestal en donde se presenta la explotación de los bosques naturales y de plantaciones forestales, de las industrias y/o talleres de procesamiento.

Se denomina residuos sólidos a cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud.

Los residuos sólidos generados por una sociedad están relacionados con el uso del suelo y su localización. Aunque pueden desarrollarse muchas clasificaciones, las más conocidas se relacionan con la fuente de generación: doméstica, comercial, institucional, construcción y demolición, servicios municipales, plantas de tratamiento, residuos sólidos urbanos, residuos sólidos industriales, residuos sólidos agrícolas. Todas las actividades industriales producen residuos, en mayor o menor medida, por lo tanto, todas ellas en general se ven afectadas por la legislación sobre residuos. Por esto es posible presentar en las industrias una propuesta estratégica para la gestión de residuos, que consiste en: reducir, reciclar, recuperar y tratar.

2.2.1. Clasificación de los residuos de madera

“Los residuos se clasifican dependiendo del tipo de proceso por el que ha pasado la madera en: residuos generados de procesos mecánicos y residuos generados de procesos químicos” (Zapata, 2006).

Residuos generados de procesos mecánicos:

Las industrias que los generan son los aserraderos, fábricas de chapas, fábricas de triples, depósitos de madera, fábricas de muebles, carpintería y ebanistería.

Aserrín o Serrín:

El aserrín es el conjunto de partículas o polvillo que se desprende de la madera cuando esta es aserrada; también contiene minúsculas partículas de madera producidas durante el proceso y manejo de la misma, paneles contrachapados y/o aglomerados. Además del polvo, en el proceso de aserrado se genera la viruta, que es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral (Beltrán *et al.*, 2018).

Retales:

Restos de madera de forma y dimensiones variadas que se generan sobre todo en las empresas relacionadas con el sector de la madera y mueble. (Beltrán *et al.*, 2018).

Virutas:

Conjunto de partículas que tienen aspecto de escamas, en las cuales el espesor es mínimo y su largo y ancho son aproximadamente iguales, dependiendo de la madera y las máquinas utilizadas. Los procesos donde se genera esta clase de residuo requieren de máquinas como planeadoras, cepillos y ruteadoras.

Polvo de lijado:

Partículas de madera semejantes a la harina, provenientes generalmente de máquinas lijadoras y pulidoras de madera.

Materiales bastos:

Son pedazos sobrantes de un árbol o de una pieza de madera hechos por corte, y sus tamaños y formas dependen de la calidad y dimensionamiento de la misma.

2.2.2. Generación de los residuos de madera

Los talleres de procesamiento en donde se realiza la transformación de la madera como son la fabricación de muebles, conllevan procesos que van desde el marcaje, tronzado, aserrado, desdoblado, curvado, torneado, tallado, lijado, calibrado, despiece, corte a medida, macizado, aplacado de cantos y chapado; estos procesos generan residuos como son el aserrín, las virutas, los restos de chapa y tablero, y los recortes de madera. Todos ellos son recuperables como materia prima en otros puntos del sector, prolongando su vida útil. Gran parte de estos residuos se producen durante las operaciones de dimensionado y mecanizado de la madera, mientras que el resto son materiales que no son susceptibles de continuar en el proceso de producción o bien son piezas defectuosas (Confemadera, 2009).

Existen otro tipo de residuos con características peligrosas como son los aceites usados, junto con envases, productos de limpieza y disolventes utilizados, los cuales son generados en el funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria. Cuando se efectúa la aplicación de barnices y tintes, muchas veces a través de pistolas y en el interior de cabinas, se limpian con disolventes orgánicos. Estas sustancias, así como los materiales impregnados con ellas, deben ser retiradas por un gestor autorizado para el manejo de residuos peligrosos.

2.2.3. Estrategias para el manejo de los residuos de madera

Como estrategias para el manejo de los residuos de madera se plantean las prácticas de reciclaje y de reutilización para la fabricación de nuevos productos y aplicaciones. Por ejemplo, los productos más comunes que se fabrican a partir de madera reciclada son el triplex, el cual se usa en embalajes y construcción (Pardo, 2017).

Otros usos los tiene el aserrín para cubrir los pisos de las pesebreras, la madera triturada para los jardines y para procesos de compostaje. La madera reciclada continúa conservando sus propiedades naturales y por eso garantiza un buen desempeño, aun cuando es reutilizada. Con el reciclaje de la madera se generan beneficios ambientales, ya que se extiende su vida útil. Aquellos residuos que ya no se reciclan se pueden usar para la generación de energías renovables a partir de la biomasa, es decir de materiales naturales como la madera para producir calor o electricidad.

Los residuos de madera utilizados en la generación de energía favorecen con los siguientes beneficios ambientales. En primer lugar, su uso reduce la dependencia de la industria de los combustibles fósiles que generan impactos ambientales, a su vez, evitan la liberación de reservas de carbono a largo plazo, a partir de fuentes que no pueden ser renovadas. En segundo lugar, esta energía emite menos emisiones de gases de efecto invernadero. Adicional a lo anterior existe otro destino principal para los residuos de madera como lo es la fabricación de tableros aglomerados a partir de virutas o partículas encoladas con resinas sintéticas. Este destino tiene un porcentaje del 80-90% de la madera recuperada.

2.2.4. Gestión integral de residuos sólidos

La GIRS se define como la selección y aplicación de técnicas apropiadas, tecnologías y programas de gestión para conseguir objetivos y metas específicos en la gestión de residuos. Lo prioritario en una política de gestión de residuos es la reducción de la cantidad de residuos. Esto implica que la industria, el comercio, la agricultura, y las viviendas no generen residuos en primer lugar.

El énfasis es fabricar productos con un mínimo de residuos. Promueve buenas prácticas de supervisión de los residuos con vistas a una minimización. Las “auditorías de residuos” realizadas regularmente por varios productores y consumidores pueden identificar áreas que se

podrían mejorar. El reciclaje y la reutilización son un tema “verde” que solo recientemente ha tenido aceptación en la industria. La industria está haciendo grandes esfuerzos para que el producto sea reutilizado, reelaborado y refabricado.

La transformación de residuos sea esta en forma de incineración, compostaje o producción de biogás, todo sirve para reducir el volumen de residuos cuando el destino final es el vertedero. La incineración reduce el volumen de, aproximadamente, un 15% de su entrada, y genera energía. El compostaje transforma los residuos orgánicos en nutrientes. El biogás produce energía a partir de los residuos orgánicos normalmente co-digeridos con contribuciones de residuos industriales o agrícolas o con lodos urbanos.

Aspectos ambientales de los residuos sólidos:

El tratamiento de los residuos sólidos y las metodologías de eliminación está cargado de problemas; por ejemplo, el proceso de formación del compost ha originado problemas con los malos olores, metales pesados y con las escasas ventas dificultosas del compost.

Separación:

La separación se puede efectuar tanto en origen en la vivienda (o industria), como en la estación de transferencia o en el destino final donde es posible la separación mecánica clasificación.

Minimización de los residuos sólidos:

La minimización de los residuos significa reducir la cantidad generada en el origen.

Reutilización y reciclaje de fracciones de residuos sólidos:

Los estudios sobre residuos han llegado a la conclusión de que buena parte de estos pueden ser recuperados, reutilizados o reciclados. Para el caso, el compostaje ha tenido una historia muy variable de éxito, pero hoy día los problemas con los malos olores, los metales pesados y de agentes patógenos, se pueden resolver con tecnologías. La fracción de madera tiene

un buen poder calorífico para las plantas de incineración.

2.2.5. Usos de los residuos de madera

“Las formas de uso que se le dan a los residuos son: como materia prima en la manufactura de otros productos, en la fabricación de productos químicos, como combustible directo y en forma natural” (Zapata, 2006).

Existen diferentes alternativas para el uso de residuos del trabajo de la madera. Entre las fuentes de energía a partir de biomasa, los residuos de los aserraderos son potencialmente atractivos económicamente. De los procesos de conversión térmica de la biomasa para la producción de electricidad, la gasificación presenta grandes perspectivas, ya que ofrece entre otras ventajas, una mayor eficiencia de conversión en comparación con la pirólisis y la combustión (Jaén *et al.*, 2016)

Residuos en la manufactura de otros productos:

El aserrín y las virutas son ingredientes importantes de una serie de productos de composición, algunos de los cuales se describen a continuación:

a. Hormigón de madera

Se ha venido ensamblando elementos elaborados con virutas y aserrín de madera aglutinados con cemento. Estos elementos presentan gran versatilidad en su utilización, fácil manipulación y alta resistencia a los golpes, rozaduras, heladas, hongos e insectos. El tamaño, forma y distribución granulométrica de las partículas afectan la resistencia del hormigón, además, influyen en la orientación, en la formación de puntos débiles y en la dinámica del agua en el proceso de fraguado y endurecimiento. Los residuos de maderas latifoliadas adquiridos en talleres de carpintería, sin previo estudio de procedencia y madera original, se ha elaborado un concreto ligero cuya aplicación, se puede dar en elementos para construcción que no requieren alta resistencia.

b. Tableros de partículas

Con mayor frecuencia se han estado utilizando los residuos en la elaboración de tableros de madera. Los residuos del aprovechamiento, las virutas y el aserrín se incrementan cada día más en las mezclas.

Para la elaboración de tableros con madera 100% de residuos se debe investigar más, sobre todo en lo que respecta a tipos de pegantes y resistencia a las plagas y enfermedades.

c. Briquetas

Se da el nombre de briquetas de madera a un conglomerado de aserrín, virutas y madera picada, secada con anticipación y compactada con aglutinantes especiales mediante prensado. Su uso posterior es como combustible de hornillos para cocción de alimentos y en chimeneas para calefacción. Dentro de las características más importantes de las briquetas están su manejabilidad, poder calorífico bueno, no producen muchas cenizas y humo y pueden permanecer almacenadas durante largos periodos sin deterioro alguno. La mayor dificultad para elaborar briquetas a partir de los residuos se encuentra en los altos contenidos de humedad de estos y en la poca efectividad del aglutinante.

d. Harina de madera

Es la madera finamente molida que se asemeja a la harina común, se obtiene por recuperación del polvo de madera de pulidores y por molido del aserrín y las virutas, previamente clasificadas y descontaminadas, mediante procesos complejos. Los usos principales de la harina de madera son: como relleno; en la fabricación de linóleos, plásticos y otros productos moldeados y como absorbente en la manufactura de la dinamita.

e. Limpiadores para pisos

Se pueden fabricar dos tipos de limpiadores para pisos a partir del aserrín: con aceites agregantes para utilizarlos sobre superficies que no sean afectadas por el aceite y con una cera

líquida o emulsión para pisos delicados.

Los productos más usados son la cera y el aceite de parafina. A la mezcla se le debe agregar arena fina y sal común y se puede colorear y aromatizar para darle mejor presentación al producto.

Residuos en la elaboración de productos químicos:

La utilización del aserrín y las virutas en la manufactura de productos químicos, de acuerdo con el tratamiento y proceso que se les asigne a los residuos, se obtiene:

a. Alcohol etílico

La madera contiene un 60% de celulosa y es posible obtener alcohol etílico a partir del aserrín si este es tratado con ácido sulfúrico diluido y el producto parcial se fermenta y luego se destila. Se ha aprovechado el aserrín proveniente de los aserraderos como materia prima para la elaboración de este producto.

b. Furfural

Tratando el residuo de madera por catálisis ácida se convierten los azúcares de cinco carbonos directamente en furfural, el cual es utilizado posteriormente como disolvente y en la preparación de resinas sintéticas, pinturas, desodorantes y desinfectantes.

c. Fenoles

Tratando el residuo de madera mediante una hidrogenación, una porción, de la lignina se convierte en fenoles, los cuales son utilizados en la industria farmacéutica y en la preparación de resinas artificiales.

Residuos en forma natural:

Pueden ser utilizadas como abonos, absorbentes en camas de establos, galponeras y perreras, en peletería, limpieza, secado y pulimiento de metales, fabricación de embalajes.

2.3. Efectos del manejo de químicos, pesticidas y residuos

En el presente apartado se hace referencia a las cuatro mayores fuentes de exposición de compuestos tóxicos, a las cuales están expuestos los seres humanos en los tiempos actuales.

2.3.1. Efectos de la contaminación del aire sobre la salud humana

El aire contaminado principalmente es causante de daños pulmonares y de repercusiones a las vías respiratorias, aunque otros órganos pueden ser afectados también (Márquez, sf)

Se pueden dividir los efectos de la contaminación aérea sobre la salud en cuatro grupos:

- a) Efectos respiratorios a corto plazo o efectos agudos: son aquellos que ocurren repentinamente y son de corta duración (horas o días).
- b) Efectos respiratorios a largo plazo o efectos crónicos: son aquellos que persisten a lo largo de grandes periodos de tiempo (años).
- c) Cáncer al pulmón.
- d) Efectos no-respiratorios.

a) Efectos agudos: Se pueden establecer cuatro divisiones en este aspecto:

- ❖ Ataques asmáticos.
- ❖ Vías respiratorias hiperactivas.
- ❖ Infecciones respiratorias.
- ❖ Cambios reversibles en las funciones pulmonares.

El asma es la condición en la cual las vías respiratorias se contraen obstruyendo el flujo de aire hacia los pulmones. Esta contracción es causada por espasmos de los pequeños músculos que circundan las vías y por la secreción de excesiva mucosidad que tapa las vías respiratorias. Un ataque de este tipo puede ser ocasionado por una reacción alérgica hacia una sustancia extraña (tragada o aspirada) y por muchos otros factores como pueden ser infecciones respiratorias, ejercicio, aire frío y estrés emocional. En los Ángeles, EE.UU., se ha asociado al

ozono y a las partículas suspendidas con los ataques de asma, y en las áreas industriales se ha encontrado que el dióxido de sulfuro y los sulfatos son responsables de tales efectos. En realidad, no se sabe con exactitud si la contaminación del aire es causante de asma directamente, o si solo ocasiona ataques asmáticos.

Las vías respiratorias hiperactivas, por otro lado, son aquellas que se contraen con mucha más frecuencia y rapidez que las normales en presencia de materia foránea. A diferencia del asma, ciertas estrecheces de las vías respiratorias son un mecanismo de defensa normal para prevenir la inhalación de sustancias nocivas. En personas con las vías respiratorias hiperactivas, las vías responden de manera exagerada y en situaciones en que no es necesario o en situaciones en que no sucede nada en las personas normales. Los síntomas son similares a los del asma: falta de aire, tos y respiración asmática. Se sabe que el dióxido de azufre, las partículas suspendidas, el ozono y los óxidos de nitrógeno pueden estimular la reactividad de las vías respiratorias.

Las infecciones respiratorias, en especial en lo que respecta a los niños, aumentan debido a la contaminación del aire. Ciertas infecciones (en la zona superior de las vías respiratorias) como el resfrío, la influenza y el dolor de garganta son asociados con los sulfatos, el dióxido de azufre y las partículas presentes en el aire externo que respiramos. Además, el dióxido de nitrógeno que es liberado por las cocinas a gas ocasiona que el porcentaje de niños con resfrío sea mayor al porcentaje de resfríos en niños que viven en casa con cocina eléctrica. Estudios en animales demuestran que ciertas concentraciones de ozono y dióxido de nitrógeno reducen la resistencia a las infecciones bacterianas como Neumonitis y Bronquitis Aguda.

Los contaminantes aéreos deshabilitan los mecanismos que remueven los virus y las bacterias del sistema respiratorio. Además, incapacitan a las células que combaten las mencionadas infecciones.

b) Efectos crónicos

Los dos efectos respiratorios crónicos principales causados por la exposición por largos períodos de tiempo a contaminantes presentes en el aire, son la Obstrucción Crónica Pulmonar (conocida como Chronic Obstructive Pulmonar Disease, COPD, en inglés) y los cambios en el desarrollo y en el envejecimiento de los pulmones (Márquez, sf).

La COPD es la designación que se le da a un grupo de enfermedades que tienen como factor común la dificultad en el respirar, esto debido a la imposibilidad de clasificar y diferenciar una enfermedad de otra.

Este grupo de enfermedades incluye la Bronquitis Crónica, Enfisema Crónica y los disturbios crónicos a las vías respiratorias más pequeñas. La Bronquitis Crónica involucra la secreción persistente de cantidades excesivas de mucosidad en las vías respiratorias. Su principal síntoma es una tos flemática duradera. Enfisema es la destrucción de las paredes de los “sacos” de aire, más conocidos como alvéolos, y se reconoce por una falta de aire que desencadena en tos. La mencionada enfermedad a las vías respiratorias pequeñas ocurre cuando se inflaman y por ende se estrechan las vías respiratorias de menor tamaño (donde se produce en intercambio O₂-CO₂) conocidos como bronquiolos. Esta última es una de las COPD que aparecen con mayor frecuencia y velocidad en personas que fuman.

Personas que sufren de COPD tienen, en resumen, pulmones más débiles que la gente normal, y su supervivencia depende de cuán susceptibles sean los individuos a las infecciones respiratorias como la influenza y la neumonía.

Las principales causas de la COPD son el fumar, la exposición a sustancias como polvo de carbón o algodón debido a un trabajo determinado, concentraciones altas de dióxido de azufre y partículas suspendidas en el aire, y como por último factores genéticos.

También cabe destacar que el crecimiento de los pulmones se ve afectado por la contaminación

del aire. Normalmente el pulmón crece hasta los 20 años para luego declinar en su habilidad de almacenar aire, pero se ha encontrado que los contaminantes del aire, principalmente en el interior de las casas (cigarrillo), provocan un descenso en la velocidad de crecimiento del pulmón, lo cual trae como consecuencia un mayor porcentaje de enfermedades respiratorias.

c) Cáncer al pulmón

El cáncer al pulmón es la principal causa de muerte por cáncer, tanto en hombres como en mujeres, siendo causante de sobre 1/4 de todas las muertes a raíz de cáncer. El fumar es el factor preponderante en lo que se refiere a ocasionar cáncer al pulmón (Márquez, sf).

La contaminación del aire es responsable de una fracción de los cánceres al pulmón, pero el valor de esta fracción está en disputa. El análisis químico en el aire que respiramos comúnmente, muestra la presencia de subproductos causantes de cáncer, como son los Benzo pirenos y las Dioxinas (provenientes de la quema de combustibles), ciertas fibras como el Asbesto y metales como el Cadmio y el Arsénico. Estos problemas son más graves en las zonas urbanas, ya que estudios han demostrado que se produce un incremento en las tasas de cáncer alrededor de industrias, o en ciudades que en comparación con las locaciones rurales.

El problema se encuentra en reconocer la verdadera influencia que tiene en cigarrillo en comparación con los otros factores. Por esto identificar la acción de la contaminación del aire en los casos de cáncer al pulmón se hace difícil. A pesar de esto, la EPA ha afirmado que entre 5.000 y 20.000 casos de cáncer del pulmón son ocasionados por el Radón, y de estos casos, el mayor porcentaje se encuentra dentro de las personas fumadoras.

2.3.2. Contaminación de ambientes interiores

A mediados de los 70, algunos informes científicos comenzaron a plantear la posibilidad de que la contaminación del aire podría ser más peligrosa en cualquier cocina de una casa común, que en la que se podría encontrar en el aire de las ciudades más pobladas. Hoy en día,

después de muchos trabajos efectuados sobre este tema, el problema de la contaminación de ambientes interiores está claramente establecido (Márquez, sf).

Existen cinco tipos de fuentes de contaminación en un hogar común. La primera en ser reconocida fue la combustión de combustibles para calentamiento y cocción de alimentos. Los gases más utilizados como combustible son el Gas Natural (Metano) y el Gas Licuado (Propano-Butano), que principalmente producen Dióxido de Nitrógeno y Monóxido de Carbono junto a otros productos de la combustión que no tienen efectos nocivos. Si se utiliza madera tanto para calefacción en chimeneas o para cocción (es el caso de muchos países en el mundo), en este caso además de los dos contaminantes nombrados se agregan material particulado y una serie de hidrocarburos potencialmente riesgosos para la salud. Estos hidrocarburos incluyen al grupo de los benzo- [a]-pirenos que son conocidos como potentes cancerígenos.

La combustión de Carbón o Petróleo produce todos los contaminantes anteriores además de la producción de Dióxido de Azufre. En la mayoría de los países desarrollados se utiliza petróleo de bajo contenido de Azufre como elemento de calefacción, por lo cual lo anterior no es un problema mayor. Sin embargo, en muchos otros países como China, por ejemplo, se utiliza en grandes cantidades Carbón en la mayoría de los hogares, y por lo tanto el espectro de contaminantes que se producen provocan una serie de daños a la salud de la población. En las naciones en desarrollo donde el uso de cocinas con mala ventilación y de uso común de combustión directa en el interior de las casas, la contaminación a partir de estos combustibles se cree que puede ser una gran fuente de peligro para la salud.

Una segunda fuente de contaminación interna es la resultante de materiales naturales y sintéticos utilizados en alfombras, aislantes de espumas, papeles de decoración interior, y muebles. Los pegamentos utilizados en maderas aglomeradas, por ejemplo, producen Formaldehído. Las alfombras de Látex son fuente de emisiones de fenilciclohexeno. Asbestos,

utilizados en materiales de construcción por sus propiedades de resistencia al calor, pueden provocar la emisión de fibras de asbesto al aire interior si no están apropiadamente selladas. En oficinas algunos tipos de fotocopiadoras e impresoras de computadores son una fuente de sustancias orgánicas tóxicas tales como el Tolueno. En efecto, el aire en muchos de los edificios modernos está particularmente contaminados, debido a la combinación de equipos de oficina, alfombras sintéticas, y mala ventilación.

La tercera fuente posible de contaminación interna es la fuga de gases tóxicos a través del suelo bajo las casas o de los servicios de aguas servidas por posible contaminación en estos conductos. En Estados Unidos la mayor fuente de emisión de gases a través del suelo lo constituye las emisiones de gas radioactivo Radón. Cierta evidencia reciente ha demostrado que es posible que gases tóxicos emitidos de lugares de almacenamiento de desechos puedan afectar sitios poblados, y también hay casos documentados de problemas por emisiones a través de los servicios de alcantarillados.

2.3.3. Tóxicos en el agua

El agua potable es una necesidad que lamentablemente no todos tienen la posibilidad de conseguir. Pero, aunque se tenga la posibilidad de tenerla, no siempre se obtiene en las mejores condiciones, y debido a la gran cantidad de agua que se consume y utiliza en nuestra vida diaria, la calidad del agua potable debe ser siempre un importante tópico a tratar.

La calidad del agua que se consume hoy en día es, sin duda, mucho mejor que en un pasado cercano, pero a pesar de esto, la contaminación del agua, aunque un problema de escasas locaciones ha ido creciendo en los últimos años, debido al avance tecnológico, lo que acarrea un aumento en los residuos que tienen la posibilidad de acceder a las fuentes de agua. Para ciertos contaminantes, como el plomo, la contaminación no ha empeorado, sino que los

científicos han descubierto, solo en los últimos años, que los daños ocasionados ocurren a concentraciones mucho más bajas de lo que se creía (Amaya, 2015).

2.3.3.1. Contaminación del agua

Los contaminantes que llegan al agua potable lo pueden hacer de una diversidad de maneras. Una de estas maneras es a través de la corrosión de cañerías, con lo cual se liberan metales como plomo, cadmio, hierro, zinc, níquel y otros al suministro de agua. Asbesto también puede ser liberado debido a la rotura de cañerías de asbesto-cemento, que son usados en algunos sistemas de distribución. No se sabe si el Asbesto presente en el agua produce algún riesgo a la salud, aunque existe una relación entre el asbesto liberado en los ambientes de trabajo y el cáncer gastrointestinal.

Varios metales tóxicos son introducidos al agua en nuestras mismas casas, de los cuales el más significativo es el Plomo. Estos metales se disuelven de las líneas de servicio usadas para conectar el sistema de distribución de la ciudad con aquel que se tiene en la casa. El envenenamiento por Plomo puede traer como consecuencia problemas de aprendizaje, reducción del coeficiente intelectual, hiperactividad en los niños, alta presión en los adultos y recién nacidos prematuros y de bajo peso. Otros metales que pueden aparecer debido a estas circunstancias son el Cadmio, Cobre y Zinc acarreado todos problemas de alta presión, además de otros trastornos.

2.3.4. Tóxicos en la fauna

Si un animal come alimentos que contiene una sustancia tóxica día a día, bajo ciertas circunstancias esta sustancia se concentrará en el animal a un nivel más alto que en el alimento. Este fenómeno llamado *biomagnificación* (o bioconcentración) puede conducir a niveles peligrosos de sustancias tóxicas en el alimento que comemos. ¿Cuáles son las circunstancias bajo las que la biomagnificación ocurre y cuán severo es este problema? (Márquez, sf).

Algunas sustancias tóxicas son rápidamente excretadas por los animales y en esas instancias la sustancia no bioacumulará. Las sustancias, usualmente, se bioconcentrarán cuando ellas son almacenadas en ciertos tejidos u órganos del cuerpo. El DDT, por ejemplo, se bioacumula porque habita en la grasa del cuerpo. Aunque solo una pequeña porción del alimento comido por un animal es retenida una gran fracción del DDT es ingestado. Así, la concentración de DDT en el cuerpo, gradualmente incrementará.

2.4. Producción más limpia (P+L)

“La Producción más Limpia (P+L) es la continua aplicación de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente” (Alvarado, 2009).

Uno de los medios por los cuales se busca proteger el medio ambiente es la Producción Más Limpia (PML), por la cual se busca la eliminación o reducción de las materias primas tóxicas, reducción de emisiones, vertimientos y desechos y el uso eficiente de los recursos. Es decir, la PML además de pensar en “qué hacer con los residuos”, piensa en “qué hacer para no generarlos” (Paredes, 2014).

Más Limpia es evitar una generación excesiva de residuos, dado que por un lado es considerada una pérdida económica como producto del mal aprovechamiento de los recursos e insumos empleados, y por el otro, los residuos son contaminantes y afectan a la salud y al ambiente, por lo que su reducción permite prevenir impactos ambientales negativos.

2.4.1. Metodología para implementar un programa de (P+L)

Para poder diseñar e implementar un “Programa de Producción más Limpia (P+L)”, es necesario poner en práctica una metodología de cuatro fases o etapas (GTZ, 2007).

ETAPAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE P+L



Figura 5. Etapas para la Implementación de P+L.

2.4.1.1. Primera fase: planeación y organización del programa de (P+L)

En la fase de planeación y organización del programa de Producción más Limpia, se establece el compromiso de la empresa, indispensable para su implementación exitosa. También se da a conocer la iniciativa al personal y se definen los grupos de trabajo y sus responsabilidades (Alvarado, 2009). Las actividades a desarrollar en esta fase son:

❖ **Compromiso de la gerencia y del personal de la empresa:**

La P+L es un esfuerzo de mejora continua que requiere que los directivos, gerentes y personal clave de la empresa o proyecto estén convencidos de sus beneficios y comprometidos con su éxito. Este convencimiento y apropiación es, por lo tanto, el primer logro a obtener.

❖ **Organizar el equipo de P+L:**

Para poder organizar un equipo de trabajo, es necesario dar a conocer al personal de la

empresa los planes que se tienen respecto a la implementación de un programa de P+L. Se debe integrar un equipo responsable del mismo, que incluya a empleados clave de las distintas áreas de la empresa, con un alto nivel de compromiso. Todas las áreas de la organización deben estar representadas para lograr una identificación exhaustiva los aspectos a mejorar y para incrementar la masa crítica capaz de aportar propuestas de solución a los problemas encontrados. El equipo será el responsable de la coordinación del Programa de P+L, de su implementación y del seguimiento de las medidas recomendadas. En lo posible se sugiere establecer un plan de incentivos económicos acorde con los logros obtenidos. Al momento de conformar el equipo se recomienda tomar datos que serán imprescindibles para la correcta operación del programa.

❖ **Definir claramente las metas del Programa de P+L dentro de la empresa:**

Los miembros del equipo de trabajo deben establecer metas viables en todos los niveles de operación de la entidad. Para ello es necesario estimular la participación de todos los empleados clave y lograr un conocimiento y apropiación del proceso y de los resultados esperados. Una vez definidas las metas se debe elaborar un plan de acción que permita alcanzarlas en el corto, mediano y largo plazo. Este plan debe establecer las metas y acciones de cada el área del sistema productivo, los aspectos a mejorar, los recursos logísticos con los que se cuenta y los responsables directos del cumplimiento de cada meta. Es recomendable establecer fechas de cumplimiento.

❖ **Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de P+L:**

Al momento de establecer las metas del programa, se debe indicar los posibles obstáculos en el proceso y proponer soluciones. En esta actividad, es de suma importancia la participación activa del personal clave, conocedor de las interioridades de sus respectivas áreas de trabajo.

❖ **Capacitar a mandos intermedios y operarios:**

Es necesario realizar diagnósticos de necesidades de capacitación que permitan identificar las áreas a fortalecer para propiciar el éxito del proceso. El plan de capacitación permitirá desarrollar las bases cognoscitivas necesarias para llevar a cabo el programa de forma eficiente y obtener las metas en el tiempo establecido.

2.4.1.2. Segunda fase: evaluación en planta

La fase de evaluación del proceso en planta es crucial en la implementación de la P+L, ya que al efectuar el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo se identifican Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). De este análisis se derivan las principales recomendaciones de mejora. Con la evaluación en planta se determina también la situación general de la empresa, los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua y materia prima, así como sus efectos financieros y ambientales (Alvarado, 2009). Las actividades a realizar en esta etapa son:

a. Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción.

Se requiere obtener información sobre el volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo. Por lo tanto, mediante una lista de chequeo, se deben establecer indicadores de comparación que permitan evaluar los avances y logros obtenidos con las medidas adoptadas. Así mismo, deben tomarse datos relevantes del proceso productivo para identificar oportunidades de mejora. Por ejemplo, si se lleva un registro de consumo ¿Cuáles son los rendimientos obtenidos por unidad de materia prima? También debe analizarse si existen manuales de procesos o planes de mantenimiento, entre otros aspectos.

b. Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.

Esta etapa consiste en evaluar las entradas y salidas en las distintas fases del proceso productivo, para poder identificar los residuos generados y definir los indicadores para su

monitoreo. Al recorrer, analizar y diagramar el flujo del proceso se podrá visualizar los espacios físicos destinados para cada área, definir si la secuencia de las acciones es la más conveniente y generar las recomendaciones pertinentes. El diagrama de flujo es uno de los elementos básicos para establecer indicadores productivos y de eficiencia en el uso de los recursos. Se recomienda describir y cuantificar, para cada una de las fases del proceso productivo, todas las entradas, salidas y costos asociados.

c. Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.

Para establecer los registros y mediciones de materias primas, consumo de agua y consumo energético debe diseñarse un recorrido por la empresa (GTZ, 2007), a lo largo del cual se resuelvan las siguientes interrogantes:

¿Cómo debe ser el recorrido por la empresa?

“Guía metodológica para visitas de diagnóstico rápido” se da algunas recomendaciones para el recorrido. Durante el recorrido se recomienda seguir el flujo del proceso, iniciando por el almacén de los insumos.

¿Cuánto debe durar el recorrido?

¿Qué información se requiere de la empresa antes de iniciar el recorrido? (ejemplo: costos para insumos y salidas, programación del recorrido, participación de otra(s) persona(s) de la empresa, etc.).

¿Qué áreas podrían ser de especial interés?

¿Qué personas deben entrevistarse durante el recorrido (ejemplo: operarios)? ¿Cómo y con qué objetivo?

Se debe contar con toda la documentación requerida para facilitar la identificación de indicadores de comparación, por ejemplo: recibos de consumo de energía, consumo de agua, compra de materiales, controles de inventario, etc., así como realizar mediciones in situ de

aspectos de relevancia como niveles de iluminación, niveles de sonido en cuartos de máquinas, volúmenes de aguas residuales, etc. Al momento de organizar el recorrido por la empresa, se debe considerar la participación del jefe de planta y del jefe de mantenimiento, así como sostener entrevistas con los encargados de bodega, de inventarios, de contabilidad de costos, operadores de equipo, etc.; ya que son los más indicados para identificar detalles sobre el movimiento diario de las entradas y salidas del proceso.

d. Organizar el equipo evaluador.

Se debe organizar un equipo evaluador conformado por empleados competentes, responsables y experimentados en donde quede representada cada etapa del proceso industrial. Este equipo deberá realizar un recorrido coherente con el ordenamiento del proceso productivo, es decir que se deberá iniciar con la recepción de materias primas e insumos auxiliares y finalizar con la entrega del producto o servicio. Se deberán establecer las funciones de los miembros del equipo evaluador (una persona puede asumir varias responsabilidades).

- ❖ Coordinador del equipo: debe preparar la introducción, presentación, cierre, desarrollo de la visita de acuerdo con la planificación, organización de los horarios, etc.
- ❖ Responsable(s) de las listas de chequeo: deberá alistar las listas de chequeo necesarias para cada área visitada.
- ❖ Responsable(s) de las estadísticas de insumos, residuos y de sus respectivos costos en el proceso de producción: deberá alistar los datos cuantificables de volúmenes y costos de materia prima, agua, residuos, etc., y calcular diferentes escenarios de ahorro.
- ❖ Responsable(s) de los flujos de materiales y energía: sistematizará las etapas del proceso, sus entra- das y salidas para la preparación de los diagramas de flujo.
- ❖ Observador: deberá evaluar la interacción del grupo y los procesos de comunicación (GTZ, 2007).

e. Generar opciones.

Al momento de realizar el recorrido por la empresa, se deben identificar puntos críticos en las distintas áreas del proceso, haciendo énfasis en el uso eficiente de los recursos energía, agua y materia prima; así como en la generación de residuos de producción. Para esto, previo a realizar el recorrido, el equipo deberá tener claridad sobre los aspectos a evaluar y los datos a recopilar. Se recomienda elaborar un cuestionario que facilite la evaluación de los procesos durante el recorrido.

La evaluación de la planta generará información sobre metas e intervenciones, que se incorporarán en el plan de acción. Dichas metas deberán ser ambiciosas dentro de los límites de la viabilidad económica social y ambiental de la empresa.

La campaña de divulgación y motivación del programa de P+L dentro de la empresa, mencionada en la fase 1 del programa, debería propiciar un ambiente de cordialidad durante el recorrido de evaluación en planta.

2.4.1.3. Tercera fase: estudio de factibilidad

En esta fase se elaboran los análisis económicos, tecnológicos y ambientales de las oportunidades de mejora encontradas, para identificar las que sean factibles. Las actividades a realizar en esta etapa son:

a. Evaluación técnica, económica y ambiental.

Una vez realizado el recorrido por la empresa, se tendrá que organizar la información recopilada y establecer indicadores que muestren los puntos críticos del proceso, los cuales podrán transformarse en las oportunidades de mejora a recomendar.

b. Definición de recomendaciones.

Al hacer una recomendación es importante definir con claridad el tipo de medidas a tomar y su forma de implementación, los recursos logísticos y humanos necesarios, el costo preciso de inversión requerida, los resultados, beneficios económicos y ambientales que se obtendrán.

c. Selección de las medidas a tomar.

Al momento de seleccionar las medidas a implementar, se debe analizar la relación costo-beneficio de la inversión, así como el periodo de retorno de las acciones. Teniendo en cuenta que la P+L es un proceso de mejora continua las recomendaciones no son estáticas y dependerán de las condiciones de cada empresa que decidirá cuáles implementar en función de los beneficios económicos, del ahorro de recursos o de la prevención de problemas ambientales.

2.4.1.4. Cuarta fase: implementación

Esta es la fase de ejecución en la que se concretan las recomendaciones establecidas mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos. Para la implementación se requiere:

a. Establecer la fuente y cantidad de fondos destinados al proyecto.

Se debe asegurar que las acciones relacionadas con la implementación de P+L estén dentro del presupuesto financiero disponible. Una vez analizados los costos y beneficios de la intervención es necesario gestionar los fondos necesarios, para lo cual se recomienda establecer reuniones con la administración, gerencia y directiva.

b. Ejecución de las medidas recomendadas.

Una vez asegurados los fondos para la implementación de las medidas, estos deben asignarse a las dependencias involucradas en su ejecución y reafirmar su responsabilidad.

c. Monitoreo y evaluación de las medidas implementadas.

La implementación de acciones debe ser precedida del diseño de un plan de control y

seguimiento, en el que se definan participativamente indicadores de desempeño, puntos y tiempos de control, formatos de registro, informes y otras acciones que se consideren pertinentes para realizar un seguimiento adecuado. Para ilustrar este punto se presenta, en el recuadro, el plan que utilizó una empresa para implementar un programa de P+L. Se debe aclarar que los tiempos asignados para cada actividad dependerán del tamaño de la organización, del número de trabajadores, de los productos/servicios y de los procesos involucrados.

2.4.1.5. Resumen de implementación de un programa de (P+L)

La implementación de P+L es la simple aplicación de una serie de pasos ordenados que conducen a una mejora continua. No obstante, debe recalcar que la metodología de implementación funciona como un círculo cerrado, ya que el proceso no termina con el desarrollo de las recomendaciones establecidas, sino que continúa con una etapa de seguimiento de las mismas, para posteriormente identificar e implementar nuevas acciones (Alvarado, 2009).

2.4.2. Indicadores

Bajo el enfoque de P+L, los indicadores permiten caracterizar el desempeño de la empresa y brindan información de cada uno de los recursos que se utilizan en el proceso productivo (consumo de agua, energía, etc.) y de los residuos generados durante el desarrollo del mismo (residuos sólidos, emisiones, efluentes, etc.). Bajo este esquema de trabajo no se puede mejorar lo que no se está midiendo o evaluando en las entradas y salidas de un proceso, de ahí surge la importancia de seleccionar y establecer indicadores (Alvarado, 2009).

2.4.2.1. Indicadores de procesos

Los indicadores de proceso tienen como propósito de conocer si se está llevando a cabo un uso adecuado de los insumos y materias primas que participan en el proceso productivo, es necesario tener una visión clara de las operaciones en que estos se utilizan. Para lograrlo se utiliza el análisis del “Balance de Entradas y Salidas de los Recursos (materia prima, agua y

energía)”, donde se pueden establecer una serie de indicadores para evaluar la eficiencia de la empresa o proyecto (Alvarado, 2009).

BALANCE DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS RECURSOS

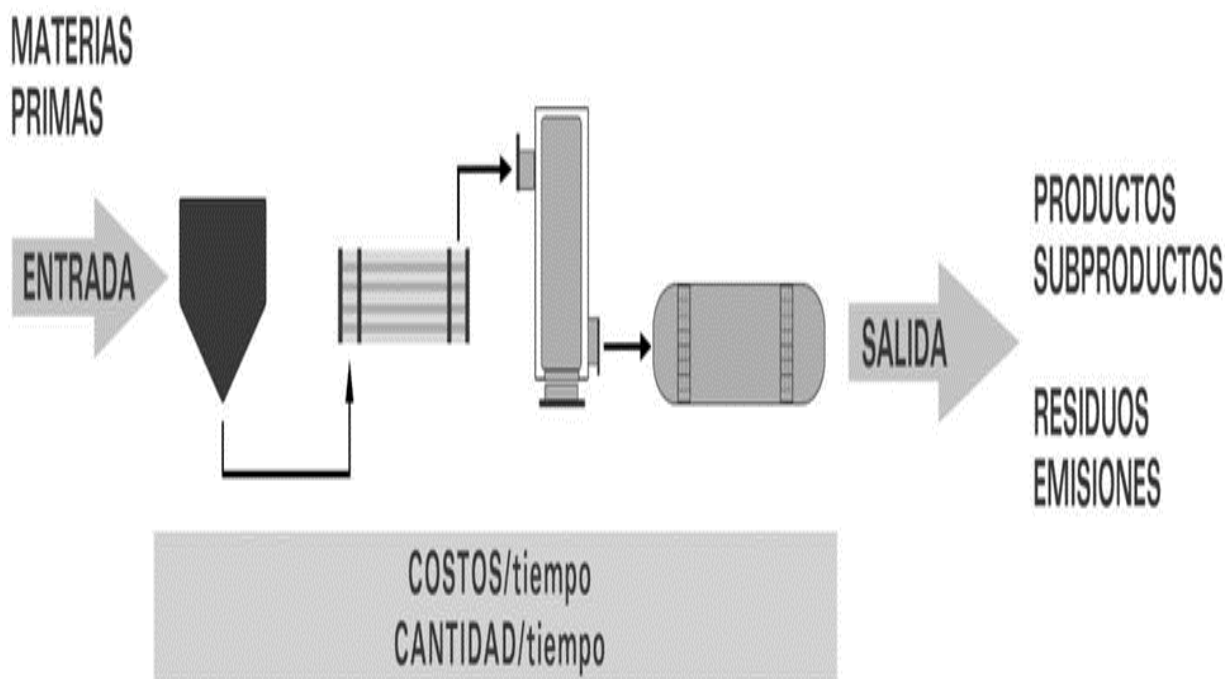


Figura 6. Balance de entradas y salidas de los recursos.

El balance de entradas y salidas establece que el peso total de los materiales que ingresan a un proceso (materia prima, insumos, energía, agua, etc.), es igual al de los productos, subproductos, residuos y emisiones que salen del mismo:

$$\text{Materias primas} - (\text{Productos} + \text{Subproductos}) = \text{Residuos} + \text{Emisiones}$$

2.4.2.2. Indicadores ambientales

Un adecuado control ambiental en una empresa o proyecto se realiza cuando se puede planificar, controlar y supervisar la gestión de los factores ambientales. Por lo tanto, las herramientas de gestión ambiental más importantes son los indicadores que se constituyen en

un factor que permite reducir continuamente la contaminación y facilita la comunicación con grupos externos interesados en el tema (Alvarado, 2009).

Uno de los principales atributos de los indicadores ambientales es la capacidad de cuantificar la evolución de la empresa en la protección ambiental, permitiendo comparaciones año tras año. Los indicadores, evaluados periódicamente, permiten detectar rápidamente tendencia por lo que son sumamente útiles en los sistemas de alerta temprana. Al comparar la información de indicadores ambientales de diferentes empresas, o diferentes departamentos dentro de la misma empresa, se hacen evidentes las fallas y las acciones potenciales de optimización, por lo que estos son esenciales para la definición metas en un programa de mejora.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

1. Ubicación del ensayo:

El ensayo de campo se realizará en los Talleres de ebanistería de los corregimientos de Agua Buena con las coordenadas geográficas (7°50'15" Latitud, 80°24'1" Longitud) y Tres Quebradas con las coordenadas geográficas (7°51'0" Latitud, 80°25'0.12" Longitud) en la provincia Los Santos. Se utilizarán los siguientes materiales:

- ❖ Residuos sólidos de la madera:
- ❖ Aserrín.
- ❖ Viruta.
- ❖ Polvillo.
- ❖ Pesa o balanza digital Premier: Para conocer los pesos exactos cantidad muestreada de los residuos sólidos.
- ❖ Bolsas plásticas con cierre herméticos.
- ❖ Pala.

3.2. Métodos

El método que se utilizó para el estudio de este trabajo de investigación fue el experimental inductivo, porque permitió estudiar el fenómeno bajo lineamientos especiales planteados y fue inductivo porque tomó hechos similares o trabajos ya desarrollados sobre el tema de investigación.

- ❖ Técnica:

La técnica utilizada fue visitas a campo, para lo cual se hizo en primera instancia una clasificación de los talleres a investigar, de conformidad a la cantidad de residuos sólidos que

estos generan diariamente. Una vez identificados los talleres de ebanistería objeto de estudio, se procedió a observar desde una perspectiva realista el manejo que se le ofrece a los residuos sólidos en cada taller.

❖ Selección de la muestra:

Las muestras respectivas se tomaron en diferentes talleres de ebanisterías categorizado según sus actividades en grandes y pequeños.

COLECTA DE LA MUESTRA



Figura 7. Colecta de la muestra

La colecta de la muestra se realizó mediante el tipo de muestra no probabilístico por conveniencia en donde los sujetos de la muestra no son elegidos siguiendo las leyes del azar, sino de alguna forma intencional” (Hernández *et al.*, 2014).

REGISTRO DE LA MUESTRA



Figura 8. Registro de la muestra

Una vez colectada las respectivas muestras se procedió a registrar las mismas con la finalidad de tener un control adecuado.

CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA



Figura 9. Clasificación de la muestra

Las muestras colectadas fueron clasificadas según los tipos de madera previamente escogidos para el presente estudio.

3.2.1. Parámetros a evaluar

Se evaluaron las emisiones, manejo y aprovechamiento de residuos sólidos generados por los talleres de ebanistería.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (ASERRÍN).

Nombre Del Taller	Tipo De Taller	Cantidad Muestreada	Aproximado Semanal	Proceso Del Que Viene La Muestra	Especies Forestales De La Muestra
Ebanistería Odalys	Pequeño	5.50 oz 5.46 oz 5.40 oz	*6 sacos	Lijadora Circular Escoplo	*Teca 80% Laurel 10% Melina 10%
Taller Edgar	Grande	5.12 oz 7.41 oz 5.22 oz	60 sacos	Lijadora Circular Escoplo	Teca 70% Cedro 10% Melina 10% Corotú 10%
Ebanistería Moreno	Grande	6.67 oz *8.61 oz 6.70 oz	*80 sacos	Lijadora Circular Escoplo	Teca 70% Cedro 10% Melina 10% Laurel 10%
Taller Darlen	Pequeño	7.83 oz 7.73 oz 5.40 oz	10 sacos	Lijadora Circular Escoplo	Cedro 70% Teca 30%
Taller Ángel	Pequeño	6.02 oz 7.57 oz 5.29 oz	25 sacos	Lijadora Circular Escoplo	Teca 80% Laurel 20%
Taller la Guadalupeana	Grande	7.10 oz 7.99 oz 6.62 oz	40 sacos	Lijadora Circular Escoplo	Teca 80% Melina 10% Laurel 10%

*El taller de Ebanistería Moreno, es el que mayor cantidad de residuos sólidos genera durante la semana con 80 sacos.

*El taller de Ebanistería Odalys, es el que menor cantidad de residuos sólidos genera durante la semana con 6 sacos.

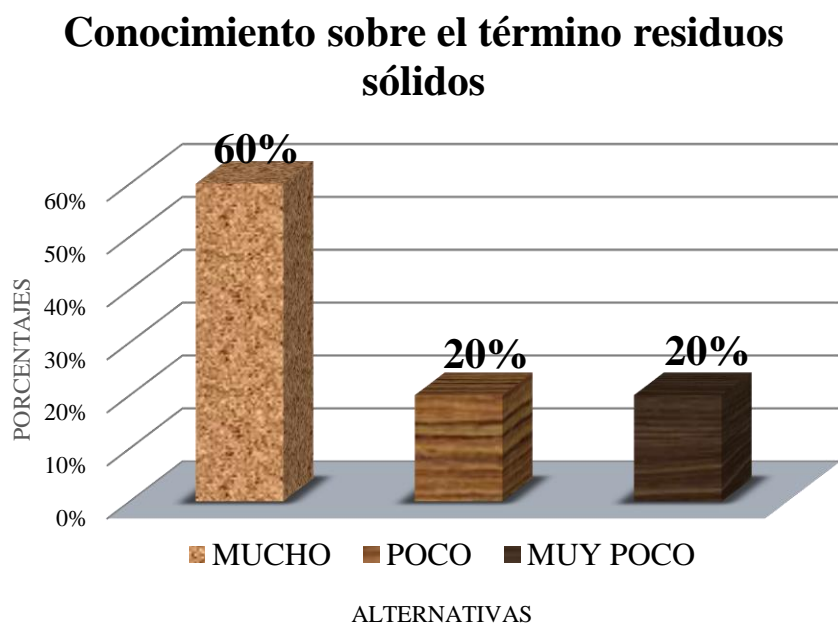
*Peso de la bolsa con la etiqueta 0.24 oz.

*La madera de Teca representa el 80% de las especies forestales de la muestra, al igual que la madera de corotú con un 80%

Tabla 1. Conocimiento sobre el término residuos sólidos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mucho	6	60%
Poco	2	20%
Muy poco	2	20%
Nada	0	0%
Total	10	100%

Fuente: Encuesta aplicada a propietarios de Talleres de ebanistería Agua Buena y Tres quebradas de Los Santos, 2022.

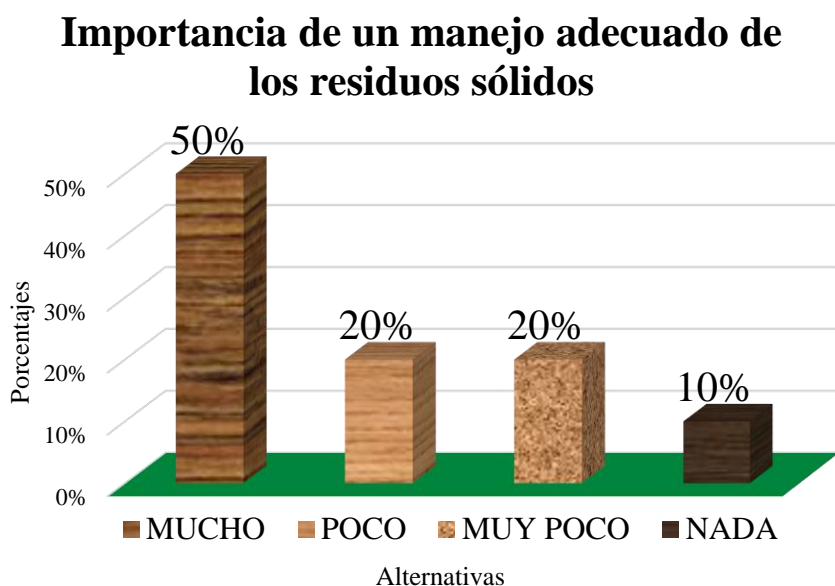
Gráfica 1.

El 60% de los encuestados dijo tener mucho conocimiento sobre el término residuos sólidos, mientras que el 20% dijo que poco y el resto 20% señala que muy poco. Con el presente resultado se aprecia que existe en los encuestados un conocimiento significativo sobre la interrogante planteada, por lo tanto, se puede inferir que la mayor parte de los encuestados conocen el tema de los residuos sólidos, puesto que todos los días tienen trabajar con distintas maderas, las cuales generan distintos tipos de residuos sólidos.

Tabla 2. Importancia de un manejo adecuado de los residuos sólidos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mucho	5	50%
Poco	2	20%
Muy poco	2	20%
Nada	1	10%
Total	10	100%

Fuente: Encuesta aplicada a propietarios de Talleres de ebanistería Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, 2022.

Gráfica 2.

En la tabla 2 y la correspondiente gráfica se observa que las respuestas emitidas por parte de los encuestados se encuentran divididas, en ese sentido el 50% dijo que mucho, el 20% dijo que poco, el 20% dijo que muy poco y el resto 10% dijo que nada, al confrontar tales respuestas se puede deducir que por encima del 70% las respuestas emitidas en cuanto a la importancia de un manejo adecuado de los residuos sólidos son altamente positivas, por ello resulta necesario que el 30% restante le ofrezca al tema de los residuos sólidos la importancia que realmente se merece a nivel personal y ambiental.

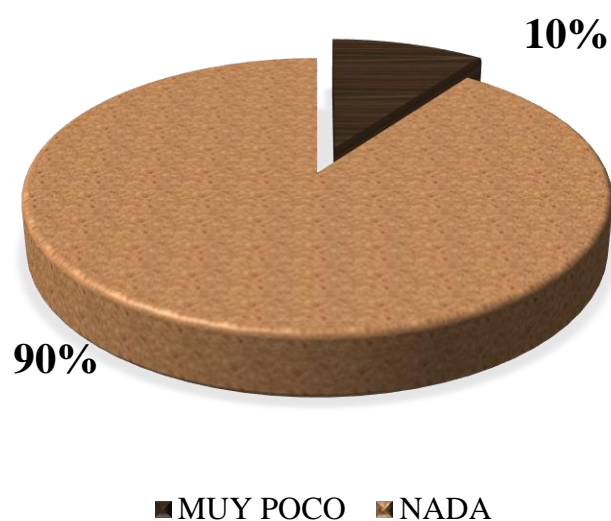
Tabla 3. Ha recibido capacitación sobre el manejo de los residuos sólidos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mucho	0	0%
Poco	0	0%
Muy poco	1	10%
Nada	9	90%
Total	10	100%

Fuente: Encuesta aplicada a propietarios de Talleres de ebanistería Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, 2022.

Gráfica 3.

Ha recibido capacitación sobre el manejo de los residuos sólidos



El 90% de los encuestados en relación a la interrogante planteada dijo que nada, mientras que el 10% dijo que muy poco, este resultado es indicativo de que se requiere a la brevedad posible capacitación sobre el manejo de los residuos sólidos. Por lo tanto, se puede inferir que la capacitación que se ofrezca sobre el manejo de los residuos sólidos debe ser valorada como una oportunidad para conocer un poco más sobre dicho tema.

Tabla 4. Conocimiento sobre los tipos de residuos sólidos resultantes de las actividades de su empresa.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mucho	10	100%
Poco	0	0%
Muy poco	0	0%
Nada	0	0%
Total	10	100%

Fuente: Encuesta aplicada a propietarios de Talleres de ebanistería Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, 2022.

Gráfica 4.

Conocimiento sobre los tipos de residuos sólidos



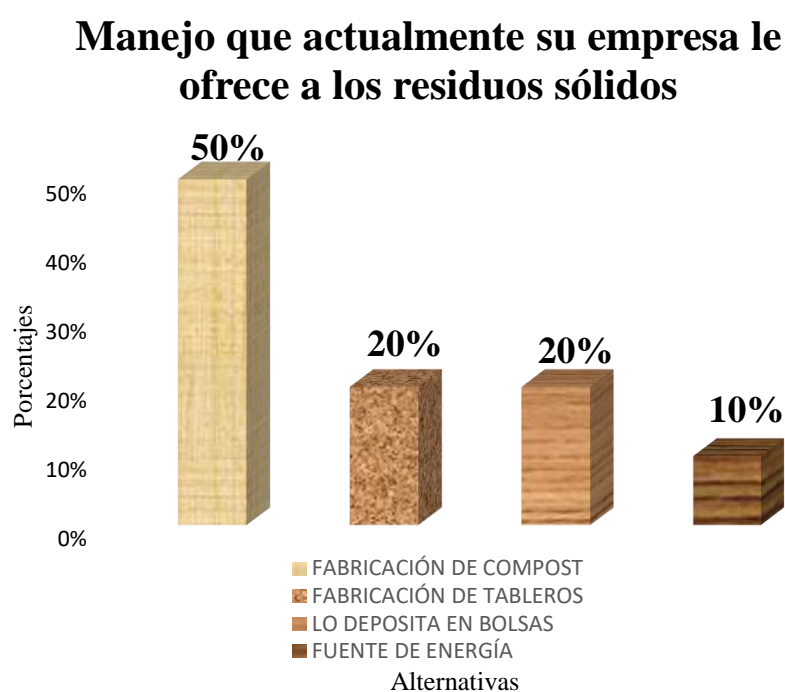
■ MUCHO

En relación con los tipos de residuos sólidos resultantes de la actividad se aprecia que el 100% de los encuestados dijo que sí tiene conocimiento. Con el presente resultado se evidencia de manera categórica que todos los encuestados conocen muy bien cada tipo de residuos sólidos, lo cual resulta ser de suma relevancia, puesto que esto facilita un mejor manejo de los mismos.

Tabla 5. Manejo que actualmente su empresa les ofrece a los residuos sólidos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Fabricación de compost	5	50%
Fabricación de tableros	2	20%
Lo deposita en bolsas	2	20%
Fuente de energía	1	10%
Total	10	100%

Fuente: Encuesta aplicada a propietarios de Talleres de ebanistería Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, 2022.

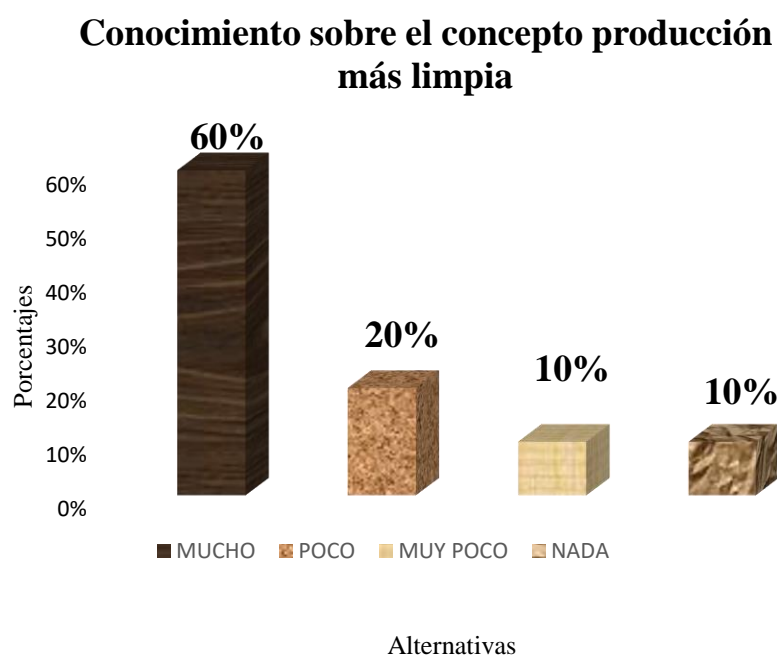
Figura 5.

En cuanto al manejo que actualmente la empresa les ofrece a los residuos sólidos se evidencian cuatro opciones a respuestas, con lo cual el 50% manifiesta que fabricación de compost, el 20% dijo que fabricación de tableros, el 20% señala que lo deposita en bolsas y el resto dijo que fuente de energía. Con los resultados obtenidos se observa que actualmente se les da a los residuos sólidos un manejo consciente y responsable por parte de los propietarios y colaboradores de los talleres de ebanistería bajo investigación.

Tabla 6. Conocimiento sobre el concepto producción más limpia

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mucho	6	60%
Poco	2	20%
Muy poco	1	10%
Nada	1	10%
Total	10	100%

Fuente: Encuesta aplicada a propietarios de Talleres de ebanistería Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, 2022.

Gráfica 6.

En la tabla 6 y la correspondiente gráfica se observa que el 60% de los encuestados dijo tener mucho conocimiento sobre el concepto producción más limpia, por su parte el 20% dijo que poco, mientras que el 10% dijo que muy poco y nada respectivamente. Al confrontar los resultados obtenidos se observa que el 80% de los encuestados posee un claro conocimiento sobre el concepto producción más limpia, por lo tanto, se puede decir que tales encuestados saben lo que comprende tal concepto.

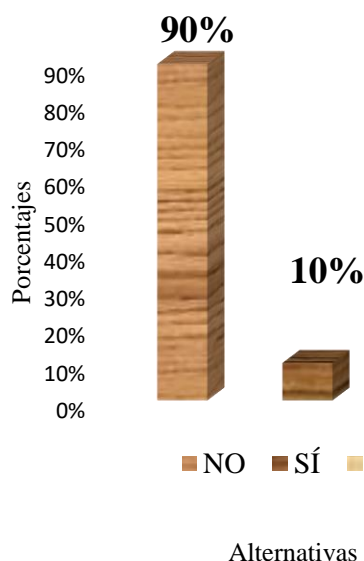
Tabla 7. Cuenta con plan de producción más limpia en cuanto al manejo de residuos sólidos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí	1	10%
No	9	90%
Total	10	100%

Fuente: Encuesta aplicada a propietarios de Talleres de ebanistería Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, 2022.

Gráfica 7.

Cuenta con producción más limpia en cuanto al manejo de residuos sólidos



El 90% de los encuestados dijo no contar con un plan de producción, mientras que el 10% dijo que sí. El presente resultado indica existe una cantidad considerable que no cuenta con un plan de producción más limpia, lo cual se convierte en una necesidad a nivel de cada taller, puesto que la existencia de un plan de producción más limpia traerá beneficios significativos para los mismos y más aún al tratarse de residuos sólidos generados por la madera.

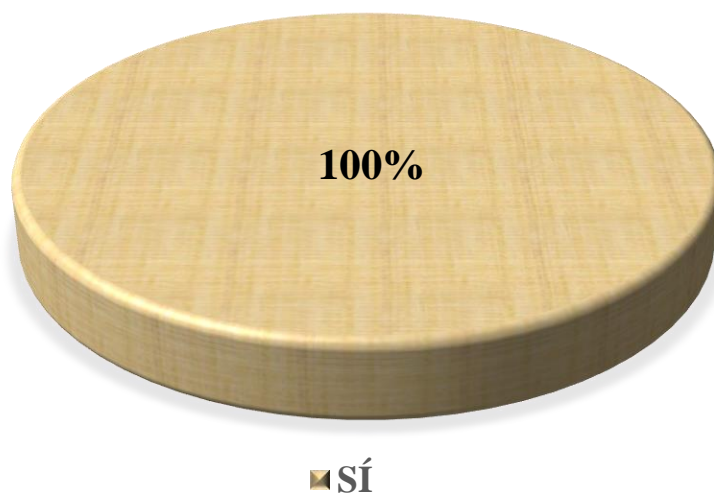
Tabla 8. Es consciente del daño ambiental y ecológico que puede causar el manejo inadecuado de los residuos sólidos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
SÍ	10	100%
NO	0	0%
Total	10	100%

Fuente: Encuesta aplicada a propietarios de Talleres de ebanistería Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, 2022.

Gráfica 8.

Consciente del daño ambiental y ecológico que puede causar el manejo inadecuado de los recursos sólidos



Para esta interrogante se observa que el 100% de los encuestados es consciente del daño ambiental y ecológico que puede causar el manejo inadecuado de los residuos sólidos. Por ello, se puede inferir que a pesar de que existe una cantidad considerable de talleres que no cuentan con un plan de producción más limpia para el manejo adecuado de los residuos sólidos, los mismos deben reconocer los graves daños tanto al ambiente y a la persona que estos pudieran ocasionar.

5. CONCLUSIONES

Tras la preparación del presente proyecto investigativo: *Evaluación Del Manejo Integral De Residuos Sólidos Y Producción Más Limpia En La Industria Forestal (Aserraderos Y Ebanistería) En los Talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos*, se presentan las siguientes conclusiones:

- ❖ Se aprecia que el taller de Ebanistería Moreno es el que mayor cantidad de residuos sólidos genera durante con 80 sacos semanales, por su parte el taller Odalys, es el que menor cantidad de residuos sólidos genera durante con 6 sacos semanales.
- ❖ El 90% de los encuestados dijo no haber recibido capacitación alguna sobre el manejo de los residuos sólidos, situación que a nuestro juicio se traduce en una necesidad, por las distintas implicaciones para el ambiente y la propia salud de las personas que puede traer un manejo inadecuado de los residuos sólidos.
- ❖ Al evaluar el manejo integral de residuos sólidos y Producción más Limpia en la Industria Forestal (Aserraderos Y Ebanistería) En los Talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, se puede deducir existe una parte considerable de la población encuestada que posee mucho conocimiento sobre los residuos sólidos, sin embargo, hay situaciones que deben ser mejoradas de manera significativa.
- ❖ En cuanto a la Producción más Limpia en la Industria Forestal (Aserraderos Y Ebanistería) En los Talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos, se puede inferir que existe una cantidad de la población encuestada que conoce el concepto de lo que representa producción más limpia, sin embargo, el 90% de las personas encuestadas dijeron no contar con un plan de producción más limpia.

6. RECOMENDACIONES

- ❖ Solicitar una capacitación integral sobre el tema de los residuos sólidos para los colaboradores de los talleres bajo estudio, con la finalidad de que los mismos aprendan a darles un manejo adecuado a tales residuos.
- ❖ Implementar a la brevedad posible un plan de producción más limpia en cada taller de ebanistería investigado, con lo cual tales personas ven a la producción más limpia como una alternativa y no como un problema de la administración.
- ❖ Sugerir a las personas que laboran en cada taller las distintas consecuencias y daños tanto para el ambiente y la propia salud que pueden ocasionar un manejo inadecuado de los residuos sólidos.
- ❖ Fiscalizar que una vez se implemente el plan de producción más limpia, se logren mejoras significativas en cada taller y se minimice el riesgo para el ambiente y la salud humana propiciado por el manejo inadecuado de los residuos sólidos.

7. REFERENCIAS CITADAS

- AIDIMA. (2009). *Situación del Ecodiseño en el Sector del Mueble. Instituto Tecnológico del Mueble, Madera, Embalaje y Afines, España*. Obtenido de <http://www.ecodiseño>.
- Alvarado, E. (2009). *Guía de Producción de más limpia para la empresa forestal*. Honduras.
- Amaya, C. (2015). *Disposición de Residuos Industriales Maderables: Una Estrategia Empresarial Ambiental para Convertir Costos en Inversiones Universidad Militar Nueva Granada. Academia y virtualidad*.
- Arenas, A., Cárdenas, Y., Quintero, E., Villarreal, O., & Cedeño, M. (2018). Evaluación de la productividad y el uso del residuo de la madera en talleres de ebanisterías en la región de Azuero. *Especial, 4*.
- Arias, G. (2014). *Formulación de un plan de gestión integral de residuos sólidos generados en la fabricación de muebles. Trabajo de grado Especialista, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá*. doi:10654/12037/1
- Beltrán, Y., Martínez, D., & Ariza, Y. (2018). *Aprovechamiento De Los Residuos De Madera*.
- Canastero, R. (2014). *Aprovechamiento de los residuos de la madera y su posible reutilización en fabricación de biomasa generada en Bogotá. Trabajo de pregrado Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá*. doi:138588/2869739
- Confemadera. (2009). *Generación de residuos sólidos*.
- Hernández, R., Baptista, M. d., & Fernández, C. (2014). *Metodología de Investigación*. McGraw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Education.
- INEC. (2010). *XI Censo de Población y VII de Vivienda*.

- Jaén, L., García, L., Ruíz, L., Rodríguez, J., & Revilla, D. (2016). Gasificación de biomasa para la generación de electricidad con motores de combustión interna. Eficiencia del proceso. *Tecnología Química*, 36, 133-134.
- Jaramillo, J. (2003). *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; Efectos de la inadecuada gestión de Residuos sólidos; Universidad de Antioquía, Medellín. Colombia.*
- Márquez, R. (sf). *Definición de la política ambiental de una organización.*
- Martínez, J., Covalada, M., Salazar, X., & Acevedo, G. (2005). *La cadena forestal y de madera en Colombia. una mirada global de su estructura y dinámica.*
- Pardo, L. (2017). *Alternativas de solución para minimizar los impactos ambientales generados por los residuos del sector de muebles de madera. . Bogotá.*
- Paredes, P. (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado Industrial. 17.
- Tenesaca, L. L. (2015). *Dinámica de absorción de nutrientes en el cultivo de fréjol.* Obtenido <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3006/8/8.%20%20ESTRUCTURA%20DE%20CONTENIDO>
- Zapata, D. (2006). *Diagnóstico ambiental y recopilación de alternativas Tecnológicas Aplicables a la gestión integral de residuos sólidos de una fábrica de muebles de madera.*

8. ANEXOS

ANEXO 1.

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ENCUESTA:

Aplicada a: Propietario De Taller De Ebanistería En La Comunidad De Las Zatras De Sabana Grande, Provincia Los Santos.

Respetado señor: Nos dirigimos a usted con el objetivo de recopilar información relacionada con: *“Evaluación Del Manejo Integral De Residuos Sólidos Y Producción Más Limpia En La Industria Forestal (Aserraderos Y Ebanistería) En los Talleres de los corregimientos de Agua Buena y Tres Quebradas de Los Santos”*, para complementar el trabajo final de una Licenciatura en Ciencias Agropecuaria, motivo por el cual agradecemos de antemano su generosidad y objetividad en las respuestas.

Instrucciones: Marque con una X la casilla con la respuesta de su opinión. Su información es de suma importancia y es tratada con discreción y con fidelidad para nosotros.

Pregunta N°1.

¿Cuánto conoce sobre el término residuos sólidos?

- | | |
|-------------|--|
| a. Mucho | |
| b. Poco | |
| c. Muy poco | |
| d. Nada | |

Pregunta N°2

¿Cuánto sabe sobre la importancia de un manejo adecuado de los residuos sólidos?

- | | |
|-------------|--|
| a. Mucho | |
| b. Poco | |
| c. Muy poco | |
| d. Nada | |

Pregunta N°3.

¿Cuánto ha recibido usted capacitación sobre el manejo de residuos sólidos?

- | | |
|-------------|--------------------------|
| a. Mucho | <input type="checkbox"/> |
| b. Poco | <input type="checkbox"/> |
| c. Muy poco | <input type="checkbox"/> |
| d. Nada | <input type="checkbox"/> |

Pregunta N°4.

¿Cuánto sabe sobre los tipos de residuos sólidos resultantes de las actividades de su empresa?

- | | |
|-------------|--------------------------|
| a. Mucho | <input type="checkbox"/> |
| b. Poco | <input type="checkbox"/> |
| c. Muy poco | <input type="checkbox"/> |
| d. Nada | <input type="checkbox"/> |

Pregunta N°5.

¿Cuál es el manejo que actualmente su empresa les ofrece a los residuos sólidos?

Explique:

Pregunta N°6.

¿Cuánto conocimiento posee sobre el concepto producción más limpia?

- | | |
|-------------|--------------------------|
| a. Mucho | <input type="checkbox"/> |
| b. Poco | <input type="checkbox"/> |
| c. Muy poco | <input type="checkbox"/> |
| d. Nada | <input type="checkbox"/> |

Pregunta N°7.

¿Cuenta usted con un plan de producción más limpia en cuanto al manejo de residuos sólidos?

SÍ NO

¿Por qué?

Pregunta N°8.

¿Es consciente del daño ambiental y ecológico que puede causar el manejo inadecuado de los residuos sólidos?

SÍ NO

¿Por qué?

ANEXO 2. APLICACIÓN DE INSTRUMENTO



Figura 10. Aplicación de instrumento.

ANEXO 3.
COLECTA DE LA MUESTRA



Figura 11. Colecta de la muestra.

ANEXO 4.
ETIQUETADO DE LA MUESTRA



Figura 12. Etiquetado de la muestra.

ANEXO 5.
RESIDUOS SÓLIDOS



Figura 13. Residuos Sólidos

