



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

TESIS

“Determinación de Impactos Ambientales generados en el proceso de aserrío
en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre. Loreto – Perú.

Tesis para optar el título de

INGENIERO FORESTAL

Autor

Alfredo Luis Gil Zambrano

Iquitos - Perú

2016



ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 719

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller **ALFREDO LUIS GIL ZAMBRANO**, titulada: "**DETERMINACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN EL PROCESO DE ASERRÍO EN EL ASERRADERO FORESTAL AGRÍCOLA Y SERVICIOS EL TIGRE. LORETO - PERÚ**", formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos

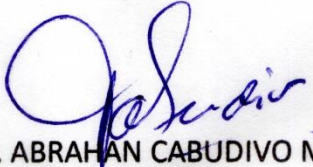
Con el calificativo de:

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

APROBADO
BUENO
APTO

Iquitos, 20 de junio 2016


Ing. ABRAHAM CABUDIVO MOENA, Dr.
Presidente

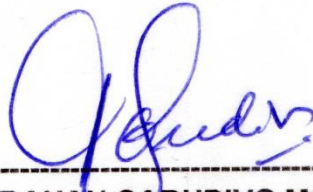

Ing. RILDO ROJAS TUANAMA.
Miembro


Ing. WILFREDO MORI INSAPILLO.
Miembro

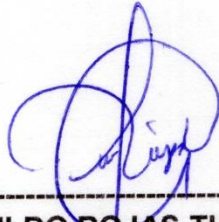

Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.
Asesor

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 20 DE JUNIO CON ACTA DE
SUSTENTACION N° 719, EN EL AUDITORIO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
AMAZONIA PERUANA.

JURADOS



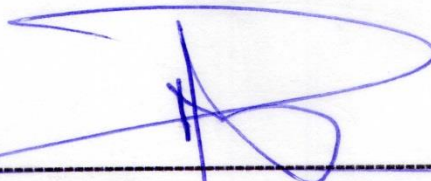
ING. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr..
Presidente



ING. RILDO ROJAS TUANAMA, M.Sc.
Miembro



ING. WILFREDO MORI INSAPILLO.
Miembro



ING. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS por darme la vida,
fortaleza y haber permitido
lograr mis metas.

A mí Adorada madre JUANA
ZAMBRANO y a mi querido padre
LUIS ALFREDO GIL NAVARRO por
su desprendimiento e incondicional
apoyo económico, moral y de
valores durante mi formación
profesional ya que sin sus esfuerzos
y sacrificio no hubiera sido posible

A mi querida hermana JAZMIN
CELESTE GIL ZAMBRANO y a mis
adorados hermanos JORGE,
KEVIN Y DAMON por ser motor
que me impulso a lograr esta
aspiración.

Y a CECILIA PATRICIA RIOS
MESSINI, y amado hijo LUIS
FABIANO GIL RIOS por ser las
personas más importantes y
especiales en mi vida, por
haberme apoyado en todo
momento.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento:

- ❖ A la empresa Forestal Agrícola y Servicios el Tigre, que me permitieron el ingreso a su planta , para desarrollar la ejecución del presente trabajo.

- ❖ A todas las personas que de una forma u otra contribuyeron a la ejecución del presente trabajo.

- ❖ A la Facultad de Ciencias Forestales y su plana docente por el apoyo y asesoramiento brindado en mi formación profesional y culminación de mi carrera.

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Lista de cuadros	iii
Lista de figuras	iv
Resumen	v
I. Introducción	1
II. El Problema	3
2.1. Descripción del problema	3
2.2. Definición del problema	4
III. Hipótesis	5
3.1. Hipótesis general	5
3.2. Hipótesis nula	5
IV. Objetivos	6
4.1. Objetivo general	6
4.2. Objetivos específicos	6
V Variables	7
5.1. Identificación de variables, indicadores e índices	7
VI Marco teórico	8
VII Marco conceptual.	16
VIII Materiales y Métodos	17
8.1. Lugar de ejecución	17
8.2. Materiales y método	17
8.3. Método	18
8.3.1. Tipo y nivel de investigación	18
8.3.2. Población y muestra	18
8.3.3. Procedimiento	19
8.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28

	Pág.
IX Resultados	30
X Discusión	43
XI Conclusión	54
XII Recomendaciones	56
Bibliografía	57
Anexo	

LISTA DE CUADROS

Nº	TITULO	Pág.
1	Escala de intensidad y carácter de los impactos ambientales	25
2	Escala de duración de los impactos ambientales	25
3	Escala de reversibilidad de los impactos ambientales	26
4	Escala de extensión de los impactos ambientales	27
5	Disposición de las celdas en la matriz de Leopold	27
6	Volumen de trozas del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre	32
7	Volumen de madera aserrada comercial y largo angosta del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	33
8	Rendimiento de Volumen de madera aserrada comercial y largo angosta del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	34
9	Volumen de residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	35
10	Rendimiento de Volumen de residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	36
11	Rendimiento de volumen de madera aserrada y residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	37
12	Matriz de Leopold - Aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre	40

LISTA DE FIGURAS

Nº	TITULO	Pág.
1	Flujo de Producción de la empresa de aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre	31
2	Rendimiento de madera aserrada comercial y largo angosta en % del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	44
3	Rendimiento de residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	47
4	Rendimiento total de madera aserrada y de residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	50
5	Indicadores del impacto por factores medio ambientales de Aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre	51
6	Indicadores del impacto por actividades del proyecto del Aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.	52
7	Ubicación del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre	63
8	Boya del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.	64
9	Patio de acopio de materia prima del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.	64
10	Sierra principal del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre	65
11	Canteadora del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.	65
12	Patio de Almacenamiento del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre	66
13	Desperdicios producidos por el proceso de aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre	66

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre, ubicado en el pasaje Juan Pablo II N° 123, en la ciudad de Iquitos, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto; con el objetivo de determinar los impactos ambientales generados en el proceso de aserrío; siendo el estudio descriptivo, explicativo y transversal.

Los resultados muestran que el aserradero presenta un rendimiento del grado comercial 50,85% y larga angosta 12,80%. El rendimiento por residuos es de 36,350 %, disgregándose en tapas 13,509%; despunte 6,902 %; canteado 9,462% y aserrín 6,631%. Siendo el rendimiento de 63,650% en madera aserrada y de 36,350% en residuos.

El impacto en el aserradero, sobre el aire o atmósfera referidos a las operaciones de aserrío, canteado, despuntado y preservado tienen un impacto negativo de muy a leve a leve; siendo el secado de impacto moderado. En el ruido y vibraciones, el canteado con un impacto de intensidad negativa moderado; el aserrío y despuntado negativa leve. En el medio acuático (descargas líquidas), las operaciones de preservado con un impacto de intensidad negativa moderado; el aserrío, canteado y secado con un impacto negativo de muy a leve a leve. En el suelo de la zona, el preservado afecta negativamente leve. En suelo de relleno, canteado, despuntado y aserrío y secado con un impacto negativo de muy a leve a leve; siendo el preservado de impacto moderado. El grado de intensidad positivo moderado respecto al factor economía local.

Palabras claves: Impacto ambiental, aserrío, aserradero, rendimiento, residuos de madera.

I. INTRODUCCION

En Loreto se viene promoviendo un conjunto de actividades económicas productivas cuyos impactos en el ambiente hasta ahora no fueron evaluados ni dimensionados en su totalidad.

La actividad forestal es una de las principales actividades económicas después de la actividad petrolera, con fuerte influencia en el PBI regional, la que, tanto en su etapa de extracción forestal como de transformación industrial, genera grandes volúmenes de residuos sólidos, que por lo general son utilizados para rellenar los alrededores de los lugares de trabajo y/o dejados a la orilla de los ríos y cochas. Dichos residuos contienen un conjunto significativo de productos químicos que son tóxicos para los seres vivos acuáticos, terrestres y los humanos.

La industria forestal en Iquitos ha experimentado un cierto crecimiento en cuanto a instalaciones físicas y este crecimiento no siempre ha ido de la mano con la protección ambiental.

Una situación que resulta muy común a cualquier unidad de producción lo constituye la generación de volumen de astillas, desechos de madera, cortezas y aserrín. Generalmente, estos residuos son empleados como materia prima para otras industrias (madera aglomerada, calderas, etc.) y en algunos casos se aprovechan para la generación de calor y eventualmente de energía eléctrica. A estos debemos agregar además como residuos sólidos de alta toxicidad a las provenientes del baño antimancha, compuesta principalmente de aserrín, tierra y las soluciones de biocidas mencionadas anteriormente. Los volúmenes dependen del tipo de aserradero y de los procesos productivos y sus impactos sobre el suelo,

agua, flora y fauna son de gran magnitud cuando estos residuos no son manejados apropiadamente. Estos residuos se consideran sólidos, ya que su manejo implica almacenarlos en contenedores seguros y sellados, ya que constituyen elementos peligrosos inflamables. (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000)

El futuro de la producción de madera aserrada y otros derivados de esta industria estarán sujetos a certificación ambiental como es el caso de aquellas que exportan, esto significa que los procesos industriales deben generar una contaminación mínima para evitar daños al medio ambiente y garantizar la conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables.

En este sentido, se hace necesario conocer la generación y volumen de los residuos sólidos y determinar los impactos ambientales que generan en el procesamiento básico de transformación de la madera en el aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre, de manera que se pueda proponer la implementación de acciones para lograr la minimización y reducir el volumen de estos residuos que puedan estar generando contaminación del medio ambiente en el precitado aserradero.

II. EL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Hasta hace algunos años el recurso bosque se consideraba en tal abundancia que prácticamente se percibía como inagotable. La explotación, calificada muchas veces como irracional, de los recursos del bosque en el país es destinada principalmente a la industria de aserrío (Gauthier, 1986).

La industria del aserrío de la madera, cuenta con aserraderos que debido al incremento de la demanda en el mercado nacional e internacional producen madera aserrada y de valor agregado para la industria de la carpintería y la construcción. El proceso de aserrío, implica un proceso de transformación primaria de la madera rolliza (troza) para obtener madera aserrada en sus diferentes formas utilizando para ello maquinaria, equipos, recursos humanos, fuentes de energía y dinero (Vignote y Martínez, 2006).

Las empresas madereras más importantes se encuentran en las regiones de Ucayali, Junín, Loreto, Madre de Dios y San Martín. Las deficiencias más notorias de este tipo de industria son el elevado desperdicio (más del 40%) de la materia prima, el poco valor agregado a los productos forestales y el déficit de capacidad de secado de madera aserrada (Sibille, 2004).

Sin embargo, el tema de la gestión ambiental en las empresas va perdiendo importancia desde el nivel de medianas empresas hasta muy pequeños aserraderos. Es precisamente en estas últimas donde la

situación ambiental es más crítica, vinculado principalmente al tema del manejo de residuos en general.

En términos generales, el tema ambiental en el rubro aserraderos está orientado principalmente al manejo de residuos sólidos y líquidos, especialmente los residuos de proceso, tales como aserrín, viruta, polvo de madera, borras contaminadas, uso de pesticidas y residuos líquidos de humectación de trozas.

1.2 Definición del problema

La investigación está definida con la siguiente interrogante ¿Cuáles son los impactos ambientales generados en el proceso de aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre?

III. HIPÓTESIS

2.1. Hipótesis general

La generación de residuos sólidos en el proceso de aserrío influye en los impactos ambientales en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.

2.2. Hipótesis nula

La generación de residuos sólidos en el proceso de aserrío no influye en los impactos ambientales en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.

IV. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Determinar los impactos ambientales generados en el proceso de aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre .

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Evaluar la generación de los residuos sólidos generados en el proceso de aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

3.2.2. Identificar los impactos ambientales generados en el proceso de aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

V. VARIABLES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

Variable Independiente

X: Generación de residuos sólidos en el proceso de aserrío el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

X1: Cantidad generada

Variable dependiente

Y: Grado de perturbación del medio ambiente

Y1: Aire

Y2: Agua

Y3: Suelo

Y4: Flora

Y5: Fauna

Y6: Socio cultural

Y7: Socio económico

5.2. Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Índices
Independiente (X)		
Generación de residuos sólidos en el proceso de aserrío el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre	Cantidad generada	m^3
Dependiente (Y)		
Grado de perturbación del medio ambiente (Aire, agua, suelo, flora, fauna, socio cultural, socio económico)	Impactos positivos probables Impactos negativos probables	Matriz de leopold

VI. MARCO TEÓRICO

Vignote y Martínez (2006), conceptualizan la industria del aserrado como aquella que transforma la madera en rollo para la obtención de madera aserrada, aunque puede obtener otros productos pero siempre complementarios, como es el caso de costeras, aserrín, residuos sólidos o corteza, secando o no la madera o consigue realizar una preparación posterior de la madera aserrada.

Calderón y Sosa (2012), Describen a los aserraderos como aquellas instalaciones industriales, donde se transforma la madera rolliza en madera escuadrada. Por lo general, es una combinación de máquinas de diferentes tipos; las cuales varían de acuerdo a las condiciones de la materia prima, la situación actual de la industria, la disponibilidad de mano de obra calificada y muchos otros factores. Así mismo, se puede entender como una combinación de máquinas de diferente tipo, que permiten la transformación de las trozas en piezas de diferente acabado.

Granja y Molina (1992), manifiestan el hecho de que el procesamiento de la madera y muy específicamente las labores de aserrío se caracterizan por sus múltiples operaciones en el proceso. Es común que en estos procesos de transformación primaria se generan considerables volúmenes de astillas, desechos de madera, cortezas y aserrín. Generalmente, estos residuos son empleados como materia prima para otras industrias (madera aglomerada, calderas, etc.) y en algunos casos se aprovechan para la generación de calor y eventualmente de energía eléctrica.

Castillo, (2007), señala que el aserrío genera al final del proceso un conjunto de productos que pueden ser catalogados como desechos. Entre ellos se

encuentran: despuntes, cantoneras, corteza y aserrín. Estos cuatro productos que por lo general se acumulan al no tener mayor valor ni utilización definida, estarían ocasionando problemas en los centros productores ubicados cerca o dentro de las habilitaciones urbanas.

Alvarez, (1999), señala a la industria de transformación de la madera como generador de altos volúmenes de residuos y la mayor parte se convierte en desechos sólidos o basura, donde descende la gran preocupación por las generaciones presentes y futuras debido a la calidad del medio ambiente.

Su acumulación en los aserraderos llega a obstaculizar el desarrollo del proceso productivo, por lo que es necesario que sean evacuados con rapidez. El destino de los diferentes residuos no es el más racional, algunas industrias generadoras los venden o regalan a empresas que les dan uso; en ocasiones se envían a los vertederos o se incineran indiscriminadamente. La incineración es una técnica derrochadora, ya que la materia orgánica es rica en nutrientes y su destino final debe ser el retorno al suelo para mantener su fertilidad. Principalmente utiliza residuos madereros, la industria químico-forestal y la de tableros

Tecnoforest (1982), afirma que el uso y manipuleo de residuos constituye una problemática que afecta sustancialmente los costos de producción.

Las porciones de madera sólida provienen de secciones de las trozas con forma redondeada (cantoneras, largueros y costaneras); de las secciones con defectos y formaciones no toleradas en los productos terminados; y de los extremos irregulares de la troza. Esta proporción es muy variable y puede ser calculada a partir de muestreos, los cuales dependen del nivel tecnológico e a industria, de las dimensiones de los productos comerciales

terminados y sus tolerancias, y de las dimensiones y características de las trozas.

De otro lado, al ser identificados una cierta cantidad de residuos sólidos en las labores de aserrío, también se hace necesario efectuar una gestión adecuada del manejo de los mismos, siendo entonces importante cumplir con las exigencias que plantea la normatividad vigente.

Álvarez *et al.* (2001), indican que la acumulación de aserrín puede tener además efectos ambientales negativos, debido a que, al descomponerse, el dióxido de carbono contenido en la materia orgánica se dispersa en la atmósfera. De otro lado el sol y las altas temperaturas pueden provocar una pirolisis de baja temperatura en grandes montones de aserrín, haciendo que emitan gases contaminantes. La combustión eleva también la temperatura ambiente, produciendo un efecto de invernadero

Asimismo, de acuerdo a las condiciones de ubicación de los centros de procesamiento, los residuos sólidos como aserrín, cortezas, partes de madera, etc. generados por el procesamiento de la madera no deben ser depositados en cauces que funcionan como drenajes naturales, ni en cuerpo de agua (ríos, quebradas, etc.). Tampoco deberán estar expuestos a la lluvia y al viento para evitar ser arrastrados a cuerpos de agua y a la población aledaña, (Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, 2009).

En el contexto de la ciudad de Iquitos, por lo general los aserraderos, luego de una pequeña selección, se desprenden de estos desechos quemándolos o arrojándolos a las quebradas o ríos, ya que los volúmenes generados se constituyen como un obstáculo dentro de las instalaciones de procesamiento. Sin embargo, en la medida que esta práctica se vuelva

cotidiana, se constituye a su vez en un problema de tipo ambiental. Más si los desechos se arrojan a los ríos y quebradas, hay un efecto contaminante de las aguas y en los pequeños ríos o quebradas pues se ocasiona la presencia de materiales con alto contenido de carga orgánica y sólidos suspendidos, que además pueden cerrar sus cauces cortando el abastecimiento de agua. Estos problemas ya se perciben en algunos centros productores madereros de la localidad. (Dirección Nacional de Comercio Exterior, 2005).

El Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (2009), manifiestan que considerando los niveles de perturbación o afectación al medio ambiente resulta imprescindible mencionar que el tema de la gestión ambiental en las empresas va perdiendo importancia desde el nivel de medianas empresas hasta muy pequeños aserraderos. Es precisamente en estas últimas donde la situación ambiental es más crítica, vinculado principalmente al tema del manejo de residuos en general.

El aserrín acumulado en los aserraderos puede ser un medio ideal para la propagación de plagas y enfermedades ya que se constituye en un depósito y un foco para la propagación de hongos, que provocan la descomposición con un contenido de humedad relativamente alto. El aserrín supone también peligro de incendios.

Dada la importancia de evaluar las perturbaciones ambientales que pueden ocasionar las actividades de procesamiento como las labores de transformación de la madera en trozas, se debe identificar los impactos a través de matrices de evaluación de los mismos como la Matriz de Leopold,

entre otros (Banco Interamericano de Desarrollo & Centro de Estudios para el Desarrollo. 2001).

En estas matrices, la importancia del impacto es valorada en el grado de incidencia o intensidad de la alteración producida como de la caracterización del efecto, determinándose una serie de tipo cualitativo y cuantitativo. (Batelle Institute, 1972)

La producción real de residuos o desperdicios, producidos con la fabricación de productos madereros, es distinta de una instalación a otra y depende de varios factores, que van desde las propiedades de la madera al tipo, funcionamiento y mantenimiento de la industria elaboradora. Aproximadamente del 45% al 55% de las trozas que entran en un aserradero o fábrica de contrachapados va a convertirse en residuos (FAO, 1991).

Kawas (1975), Indica que al relacionar el volumen bruto y el volumen de madera aserrada obtenida, se detecta un 44,5% de rendimiento de los trozos este porcentaje es bajo, debido al mal mantenimiento de las máquinas y una mala capacitación de los operarios.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (2000), Manifiestan que la cuantificación de los volúmenes de residuos generados tiene un grado de dificultad, ya que son residuos que se almacenan y en ciertos casos se comercializan, por lo que sus volúmenes mensuales fluctúan considerablemente. Sin embargo, se han desarrollado factores teóricos de generación de residuos sólidos por tonelada producida. Para el caso de aserraderos estos factores fluctúan entre 0,05 y 0,15 toneladas de residuos sólidos por tonelada producida.

De otro lado, en un estudio de 38 aserraderos de Pucallpa, (Gauthier, 1986) encuentra valores para el rendimiento promedio de 53,1 % referido al diámetro promedio de las trozas.

Arrega, (2007), desarrolló un estudio de rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de caoba (*Swietenia macrophylla*) en dos aserraderos de Guatemala, obteniendo un rendimiento medio por cada metro cúbico en rollo aserrado del 56 % y 53% para cada aserradero.

CENFOR IX (1987), en estudio, determinaron que el rendimiento de madera aserrada por unidad de volumen de madera rolliza varía entre 50-55%, dependiendo de las especies y grado de defectos de la misma.

Otero (1985), Indican, en un estudio sobre ubicación industrial, que, puede asumirse 54 % como rendimiento promedio de aserrío, quedando 46 % de residuos, de los que, de acuerdo a la clase de madera, puede reciclarse en volumen variable, quedando un residuo no aprovechable constituido en su mayor parte por aserrín.

En los países desarrollados, donde la actividad industrial del sector forestal tiene un aporte significativo en la economía, los residuos de la madera son utilizados industrialmente en un 50%, en una gran variedad de usos (Granja y Molina, 1992).

Los resultados obtenidos en rendimiento de madera aserrada obtenidos por Manzanares, Velásquez y Guyat (2007) en su artículo titulado: "Experiencia del Aprovechamiento de los residuos en un aserrío" indican que la madera larga comercial tiene un rendimiento de 48.49 %, las cantoneras 21.66 %, el aserrín 23.24 % y los desperdicios 6.6. %.

En un diagnóstico de la industria de aserrío en Pucallpa, el rendimiento en madera aserrada es de 53,1% y de residuos de 46,9% (Gauthier, 1986) y otro estudio, encontraron rendimientos en madera aserrada de 54% y de residuos 46% (Fullop y Vasquez, 1989); en estudio en Guatemala, determinaron rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de caoba (*Swietenia macrophylla*) en dos aserraderos de Guatemala obteniendo un rendimiento medio por cada metro cúbico en rollo aserrado del 56 % y 53% para cada aserradero (Herrera, 2008); en el mismo país de Guatemala, obtuvieron los siguientes rendimientos de aserrío promedio para tres especies tropicales; 55,37% en caoba (*Swietenia macrophylla* K.), 50,52% en cedro (*Cedrela odorata* L.) y 41,61% en machiche (*Lonchocarpus castilloi* S.) (Herrera, 2008).

En un estudio sobre sobrantes de madera, (Otero, 1985), indica que la industria de transformación mecánica produce importantes volúmenes de residuos, con dimensiones y formas inferiores a las mínimas toleradas como productos comerciales.

Lo que explica que los residuos pueden llegar a significar hasta el 60 o 65% de volumen de madera ingresada a un aserradero (Tuset y Durán, 1979).

Castillo, (2007), Señala que la producción real de residuos producidos con la fabricación de productos madereros, es distinta de una instalación a otra y dependiendo de las propiedades de la madera, el tipo de funcionamiento y mantenimiento de la industria elaboradora.

Soto (1999), realizó un estudio sobre la evaluación económica ambiental de residuos forestales en aserraderos de Costa Rica, en donde el objetivo primordial era estimar y conocer la eficiencia del proceso de aserrío, para

proyectar la disponibilidad de materia prima. El resultado obtenido muestra que la eficiencia en el proceso de transformación de la madera es baja para la mayoría de las empresas, realizado para las procesadoras de madera del bosque y madera de plantaciones, revelando que el volumen de residuos está en función del volumen de madera que se transforma.



VII. MARCO CONCEPTUAL

Aserrío de trozas : Consiste en la transformación de las trozas en madera aserrada de distintas escuadrías, según los productos que se hayan seleccionado para los patrones de corte (Vignote S. y Martínez, 2006)

Industria Forestal : Es el conjunto de operaciones que involucran, entre otros, los procesos de transformación primaria y secundaria de los recursos forestales (Gauthier,1986)

Impacto Ambiental : es el efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000)

Residuos: Son aquellas sustancias, productos o subproductos de naturaleza sólida o semisólida, descartados por el hombre y que deben ser tratados de manera eficiente a través de un sistema que incluya, según corresponda, una serie de tratamientos para su disposición final. (Peruano, 2004)

Residuos sólidos : aquellas sustancias, productos o subproductos de naturaleza sólida o semisólida que su generador dispone o está obligado a disponer.(Ley General de Residuos Sólidos (Peruano, 2004)

VIII. MATERIALES Y MÉTODO

8.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre, el mismo que se encuentra ubicado en el pasaje Juan Pablo II N° 123, distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, geográficamente se localiza entre los paralelos 03°44'59" Latitud Sur y los meridianos 73° 15' 43" Longitud oeste. Ver figura 7 de anexos.

8.2. Materiales

- ✓ Instalaciones de la empresa de aserrío Forestal Agrícola y Servicios el Tigre
- ✓ Personal del aserradero
- ✓ Madera en troza y aserrada de diversas especies
- ✓ Regla de cubicación
- ✓ Winche métrico
- ✓ Casco de protección
- ✓ Movilidad personal
- ✓ Formatos para el registro de datos
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Calculadora de mano
- ✓ Computadora "Pentium"
- ✓ Programas de Word y Excel
- ✓ Útiles de escritorio y papelería en general

8.3. Método

8.3.1. Tipo y nivel de investigación

El método utilizado en el presente estudio es descriptivo, explicativo y transversal.

Es descriptivo por que se describió el procesamiento básico de transformación en madera aserrada con respecto al manejo de los residuos sólidos que se utiliza en el aserradero, para relacionarla con el grado de contaminación del medio ambiente.

Es explicativo porque se analizó y se determinó las causas que originan perturbación en el medio ambiente por la generación de residuos sólidos en función del procesamiento de la madera aserrada en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.

Es transversal, porque esta referido al periodo en que se recolecta la información.

8.3.2. Población y muestra

La población y muestra fue estimada para determinar el rendimiento de madera aserrada y de residuos; para el cual la población y muestra estuvo conformada por 20 trozas de diferentes especies, que es el numero de trozas existentes en el patio de trozas.

8.3.3. Diseño de la investigación

El estudio es no experimental.

8.3.4. Análisis estadístico

Con la información obtenida se procedió a la utilización del respectivo análisis estadístico utilizando la estadística inferencial sobre la base de parámetros estadísticos e histogramas para su debida interpretación.

8.3.5. Procedimiento

8.3.5.1. Evaluación del procesamiento de la madera aserrada

Revisión y evaluación del flujo de procesamiento de madera aserrada, es decir se describe las etapas por el cual la madera en troza es transformada en madera aserrada (Boya, winche, aserrado principal, canteado, despuntado, preservado, secado, almacenamiento).

8.3.5.2. Evaluación del Manejo de Residuos en el proceso de aserrío

- ✓ Se determinaron la muestra según lo descrito en 8.3.2
- ✓ Se cubicaron las trozas en el patio de trozas :

Para determinar el volumen de las trozas, se aplicó la fórmula abajo indicada, ya que considera el promedio de los diámetros mayor y menor registrados de la troza y la longitud de la misma.

$$V = 0.7854 (Dx^2) L$$

Dónde:

V = Volumen expresado en m³

Dx = Diámetro expresado en metros

L = Longitud expresado en metros

✓ Marcado de tablas:

Una vez que las trozas pasaron por la sierra principal y obtenidas las tablas, estas fueron marcadas con crayones de un color característico y así se pudo determinar a qué troza pertenecían.

✓ Cubicación y clasificación de tablas

La cubicación de las tablas se realizó, luego de que éstas pasaron por la despuntadora obteniéndose las dimensiones finales de cada tabla. Las medidas tomadas fueron: ancho en cm, espesor en cm y largo en m, los resultados fueron expresados en metros cúbicos, se aplicó la siguiente fórmula basada en el sistema métrico decimal:

$$V = \frac{L * A * E}{10000}$$

Donde:

L = Largo expresado en m

A = Ancho expresado en cm

E = Espesor expresado en cm

V = Volumen expresado en m³

Grados de calidad:

La empresa en estudio, clasifican su madera aserrada en:

Producto	Mercado	Espesores	Anchos	Largos	Presentación
Madera comercial	Exportación	1" - 2"	6" - 18"	7' - 14'	Tablas
Madera larga angosta	Exportación ✓ ✓	1" - 2"	4" - 5"	7' - 14'	Tablas

- ✓ Determinación del rendimiento de la madera aserrada

Madera aserrada :

Para obtener porcentajes para el rendimiento de madera aserrada, se utilizaron las relaciones sugeridas por (Torres, 1983):

$$Rt = \frac{Vs (m^3)}{Vr (m^3)} * 100$$

$$RC = \frac{VsC (m^3)}{Vr (m^3)} * 100$$

$$RLA = \frac{VsLA (m^3)}{Vr (m^3)} * 100$$

Dónde:

RT = Rendimiento total en %

RC = Rendimiento de madera comercial en %

RLA = Rendimiento de madera larga angosta en %

Vs = Volumen de madera aserrada en m³

Vr = Volumen de madera rolliza en m³

VsC = Volumen de madera aserrada comercial en m³

VsLA = Volumen de madera aserrada larga angosta en m³

Residuos sólidos :

Para obtener porcentajes para el rendimiento de residuos, se utilizaron las relaciones sugeridas por (Torres, 1983):

$$R_{res} = \frac{V_{res} (m^3)}{V_r (m^3)} * 100$$

$$R_{tapa} = \frac{V_{tapa} (m^3)}{V_r (m^3)} * 100$$

$$R_{cantonera} = \frac{V_{cantonera}(m^3)}{V_r (m^3)} * 100$$

$$R_{despunte} = \frac{V_{despunte} (m^3)}{V_r (m^3)} * 100$$

$$R_{aserrin} = \frac{V_{aserrin} (m^3)}{V_r (m^3)} * 100$$

Dónde:

R_{res} = Rendimiento residuo en porcentaje

R_{tapa} = Rendimiento de tapa en porcentaje

$R_{cantonera}$ = Rendimiento de cantonera en porcentaje

$R_{despunte}$ = Rendimiento de despunte en porcentaje

$R_{aserrin}$ = Rendimiento de aserrín en porcentaje

V_r = Volumen de madera rolliza en m^3

V_{res} = Volumen de residuo en m^3

V_{tapa} = Volumen de tapa en m^3

$V_{cantonera}$ = Volumen de cantonera en m^3

$V_{despunte}$ = Volumen de despunte en m^3

$V_{aserrin}$ = Volumen de aserrín en m^3

8.3.5.3. Determinación de Impactos Ambientales generados en el proceso

Por cada etapa del proceso de transformación, se identificaron los impactos ambientales que suelen producirse en el aire, agua, suelo, flora, fauna, socio cultural y socio económico.

En el presente estudio, se utilizó una matriz de Leopold modificada, en la cual se consideraron 5 criterios de evaluación de los impactos (Leopold, Clarke, Kanshaw, y Balsley. 1971):

a) Intensidad del impacto: es el grado de incidencia de la acción impactante sobre un factor del entorno. En el cuadro 1, se observa la intensidad utilizada en el estudio:

- 5: Muy alto
- 4: Alto
- 3: Moderado o medio
- 2: Leve
- 1: Muy leve
- 0: Sin impacto

b) Carácter del impacto: indica si el impacto es beneficioso o perjudicial para el factor afectado. Se representa como un signo “+” (impacto positivo o

beneficioso) o “-” (impacto negativo o perjudicial) delante del indicador de intensidad del impacto, tal como se muestra en el cuadro 1.

- Impacto positivo: aquél cuyo efecto es admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.
- Impacto negativo: aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la alteración, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

La escala conjunta de intensidad y carácter del impacto es la siguiente:

Cuadro 1. Escala de intensidad y carácter de los impactos ambientales

ESCALA:	INTENSIDAD Y CARÁCTER	SIGNIFICADO
	5	Impacto positivo muy alto
	4	Impacto positivo alto
	3	Impacto positivo moderado o medio
	2	Impacto positivo leve
	1	Impacto positivo muy leve
	0	Sin impacto
	-1	Impacto negativo muy leve
	-2	Impacto negativo leve
	-3	Impacto negativo moderado o medio
	-4	Impacto negativo alto
	-5	Impacto negativo muy alto

- c) Duración del impacto: indica el tiempo de manifestación de un impacto sobre un factor del entorno. Para la valoración de la duración de los impactos, en el presente estudio se utilizó la siguiente escala que se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2. Escala de duración de los impactos ambientales

ESCALA:	DURACIÓN	SIGNIFICADO
	3	Efecto en el largo plazo: más de 1 año
	2	Efecto en el mediano plazo: entre 3 meses y 1 año
	1	Efecto en el corto plazo: menos de 3 meses

- d) . Reversibilidad del impacto: analiza si un impacto es reversible de manera natural, recuperable mediante la

tecnología y los medios existentes actualmente, o irreversible. Tiene la particularidad de aplicarse sólo a impactos negativos, por lo tanto cuando se trata de un impacto positivo se coloca las letras “NA” refiriéndose a que el impacto no aplica en el factor ambiental. En el presente estudio, para la valoración de los impactos en cuanto a su reversibilidad, se utilizó la siguiente descripción del cuadro 3.

Cuadro 3: Escala de reversibilidad de los impactos ambientales

ESCALA:	REVERSIBILIDAD	SIGNIFICADO
	3	Impacto irreversible.
	2	Impacto recuperable con medios disponibles.
	1	Impacto reversible de manera natural.

- e) Extensión del impacto: indica la extensión geográfica en la cual la actividad tendrá un impacto sobre un factor del entorno. Para la valoración de la extensión, en el presente estudio se utilizó la siguiente escala del cuadro 4 :

Cuadro 4. Escala de extensión de los impactos ambientales

ESCALA:	EXTENSIÓN	SIGNIFICADO
	3	Efecto sobre un radio mayor a 1000 metros
	2	Efecto sobre un radio entre 100 y 1000 metros
	1	Efecto sobre un radio menor a 100 metros

La matriz de Leopold se construyó, por lo tanto, aplicando los 5 criterios mencionados en cada intersección de actividades del proyecto con factores del medio, como se muestra en el cuadro 5. de la siguiente manera:

Cuadro 5. Disposición de las celdas en la matriz de Leopold

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	
	Intensidad y carácter	Extensión
	Duración	Reversibilidad

Para cada factor ambiental se obtiene una sumatoria de los productos de los 5 criterios obtenidos en cada celda (intersección con cada actividad del proyecto). Este valor, indicado en el extremo derecho de la matriz, es un indicador de la fragilidad de dicho factor ambiental respecto de las actividades del proyecto.

Asimismo, para cada actividad del proyecto se obtiene una sumatoria de los productos de los 5 criterios

obtenidos en cada celda (intersección con cada factor ambiental). Este valor, indicado en el extremo inferior de la matriz, representa la agresividad de dicha actividad sobre el ambiente.

Cabe mencionar que estos indicadores son útiles para evaluar cuáles actividades del proyecto requieren de acciones correctivas o de mitigación y cuáles factores del medio pueden ser afectados, pero no deben ser utilizados como valores absolutos o para realizar comparaciones, debido a la diferente naturaleza de cada impacto.

Finalmente, se elaboraron matrices de caracterización donde, según la designación de importancia, carácter negativo, duración y reversibilidad del impacto obtenida en la Matriz de Leopold, se dictaminó cuáles actividades requieren medidas correctoras en cuanto a sus impactos sobre cada elemento del medio.

8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La obtención de los datos sobre la evaluación de la generación de residuos sólidos (rendimientos) y la determinación de los impactos ambientales, se efectuó mediante la observación y evaluación directa con el uso de los formatos de toma de datos y luego ésta información se llevo a una base de datos y con el apoyo del Programa Microsoft Excel 2010 se procedió á la información de acuerdo al método establecido.

8.5. Técnica de presentación de resultados

Los resultados finales se presentan en concordancia con los objetivos específicos en cuadros, gráficos y figuras toda vez que se muestre los valores cuantitativos de los parámetros evaluados utilizando la hoja de cálculo denominada Excel 2010

IX. RESULTADOS

9.1. Evaluación de la generación de los residuos sólidos.

9.1.1. Generación de residuos sólidos en la empresa de aserrío Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

A: Flujo de producción

El proceso y flujo de transformación de la madera en troza en madera aserrada para esta empresa se describe y se presenta en la figura 1:

- A. **Boya:** Lugar en el cual se abastece de materia prima al aserradero, puede ser a orillas del río ó en un patio de espera.
- B. **Aserrío principal:** Realiza el principal corte primario de la troza en forma longitudinal, donde se obtiene las tablas o tablones.
- C. **Canteando:** Reaserrado de las tablas o tablones longitudinalmente en una operación de corte al hilo o sobre el canto para dar el ancho necesario.
- D. **Despuntado:** Reaserrado de las tablas transversalmente en una operación de emparejado, con el fin de eliminar defectos y dar la longitud deseada o requerida.
- E. **Preservado:** inmersión en una tina con sustancia preservante de las tablas de madera a fin de protegerlas temporalmente del ataque de agentes biodeteriorantes.
- F. **Secado :** proceso por el cual se elimina el agua en la madera hasta un contenido de humedad promedio de 9%

G. Almacenamiento: Disposición de la madera aserrada en espacios adecuados para luego proceder a su clasificación y embalaje.

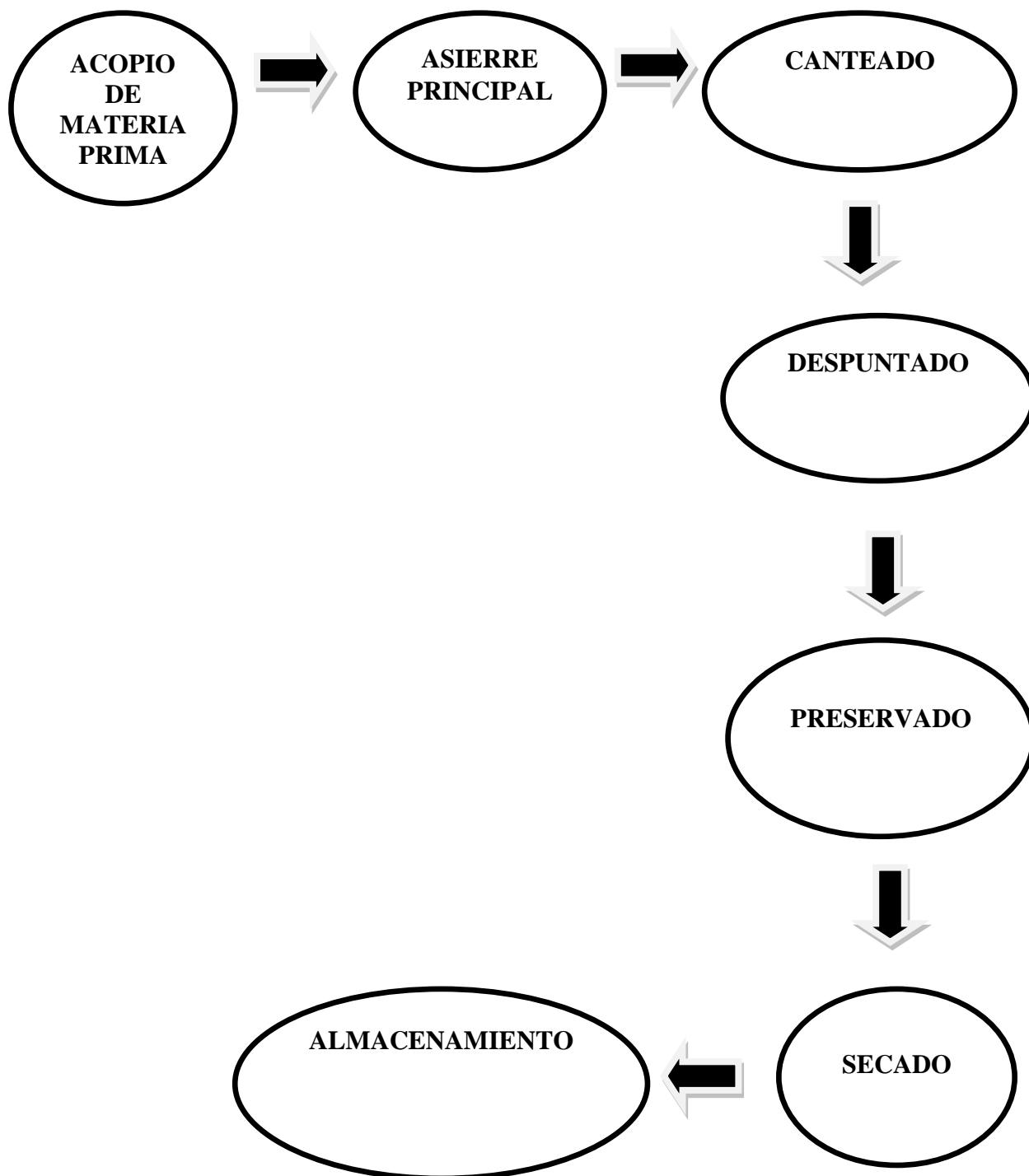


Figura 1: Flujo de Producción de la empresa de aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

En el cuadro 6, se observa que existen 04 especies que aserran; siendo el volumen total de 20 trozas de madera rolliza de 16,83 m³. Es preciso señalar que, la troza con mayor diámetro es la troza 6 de la especie *Virola sp. Aubl.* (cumala) con (69,50 cm), que obtuvo también un mayor volumen de troza (1,57 m³) y la troza con menor diámetro es la troza 19 de la especie *Virola sp. Aubl.* (cumala) con 34,75 cm, el mismo que obtuvo el menor volumen (0,42 m³).

Cuadro 6. Volumen de trozas del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

TROZA (Nº)	ESPECIE	DIAMETR O MAYOR (cm.)		DIAMETR O MENOR (cm.)		LONGITU D DE TROZA (m)	DIAMETR O PROMEDI O (cm.)	VOLUMEN (m ³)
		D1	D2	d1	d2			
1	<i>Cedrelinga catanaeformis</i> (Tornillo)	70	74	61	65	4,27	67,50	1,53
2	<i>Cedrelinga catanaeformis</i> (Tornillo)	41	45	33	36	4,10	38,75	0,48
3	<i>Cedrelinga catanaeformis</i> (Tornillo)	40	38	44	42	4,50	41,00	0,59
4	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	45	48	35	38	4,12	41,50	0,56
5	<i>Sinmarouba amara</i> (marupa)	41	43	34	40	4,15	39,50	0,51
6	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	71	74	66	67	4,14	69,50	1,57
7	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	62	65	55	58	4,12	60,00	1,16
8	<i>Cedrelinga catanaeformis</i> (Tornillo)	54	61	53	59	3,23	56,75	0,82
9	<i>Cedrelinga catanaeformis</i> (Tornillo)	51	58	56	62	3,36	56,75	0,85
10	<i>Sinmarouba amara</i> (marupa)	60	62	58	61	3,40	60,25	0,97
11	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	59	54	42	48	4,30	50,75	0,87
12	<i>Hura crepitans</i> L. (Catahua)	69	75	62	65	3,60	67,75	1,30
13	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	50	47	39	41	4,05	44,25	0,62
14	<i>Sinmarouba amara</i> (marupa)	48	45	40	39	4,50	43,00	0,65
15	<i>Sinmarouba amara</i> (marupa)	38	40	40	43	4,23	40,25	0,54
16	<i>Hura crepitans</i> L. (Catahua)	45	48	45	49	3,84	46,75	0,66
17	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	59	57	53	57	4,06	56,50	1,02
18	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	58	61	58	62	4,13	59,75	1,16
19	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	38	41	28	32	4,39	34,75	0,42
20	<i>Virola sp. Aubl</i> (Cumala)	39	40	40	44	4,22	40,75	0,55
TOTAL								16,83

En el cuadro 7, se puede apreciar que, la sumatoria de madera comercial es de 8,64 m³, madera largo angostas 2,09 m³ haciendo un total de 10,73 m³.

Cuadro 7. Volumen de madera aserrada comercial y largo angosta del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre

Troza (Nº)	Volumen Madera Aserrada (m ³)		Σ Volumen (m ³)
	Comercial	Largo Angosta	
1	0,65	0,23	0,88
2	0,20	0,07	0,27
3	0,25	0,08	0,33
4	0,21	0,12	0,33
5	0,24	0,12	0,36
6	0,98	0,13	1,11
7	0,65	0,11	0,76
8	0,47	0,07	0,54
9	0,51	0,13	0,64
10	0,54	0,14	0,68
11	0,45	0,11	0,56
12	0,63	0,12	0,75
13	0,36	0,07	0,43
14	0,38	0,08	0,46
15	0,35	0,03	0,38
16	0,31	0,10	0,41
17	0,50	0,12	0,62
18	0,50	0,17	0,67
19	0,18	0,05	0,23
20	0,28	0,04	0,32
TOTAL	8,64	2,09	10,73

En el cuadro 8, se presenta el rendimiento en madera aserrada por grados de calidad de las trozas estudiadas, el mismo que nos indica un rendimiento total para los dos grados del orden del 63,65%, siendo el de comercial que presenta el mayor rendimiento de 50,85% y larga angosta con 12,80.

Cuadro 8. Rendimiento de Volumen de madera aserrada comercial y largo angosta del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre

Trozas (Nº)	Rendimiento (%)		
	Comercial	Largo Angosta	Total
1	42,54	15,05	57,59
2	41,36	14,48	55,84
3	42,08	13,47	55,54
4	37,68	21,53	59,21
5	47,19	23,60	70,79
6	62,40	8,28	70,67
7	55,80	9,44	65,24
8	57,53	8,57	66,10
9	60,01	15,30	75,30
10	55,71	14,44	70,15
11	51,73	12,65	64,38
12	48,54	9,25	57,79
13	57,80	11,24	69,04
14	58,15	12,24	70,39
15	65,03	5,57	70,60
16	47,03	15,17	62,20
17	49,12	11,79	60,91
18	43,18	14,68	57,86
19	43,23	12,01	55,24
20	50,87	7,27	58,14
PROMEDIO	50,85	12,80	63,65

En el cuadro 9, se observa que el volumen total de residuos es de 6,097 m³, disgregándose en tapas 2,273 m³; despunte 1,161 m³; canteado 1,592 m³ y aserrín 1,070 m³.

Cuadro 9. Volumen de residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre

Troza (Nº)	Volumen de residuos (m ³)				Σ Volumen Residuos (m ³)
	Tapa	Despunte	Canteado	Aserrín	
1	0,210	0,059	0,300	0,079	0,648
2	0,050	0,039	0,085	0,040	0,214
3	0,085	0,050	0,097	0,032	0,264
4	0,086	0,050	0,065	0,026	0,227
5	0,065	0,026	0,032	0,025	0,149
6	0,226	0,090	0,065	0,080	0,461
7	0,155	0,147	0,039	0,064	0,405
8	0,141	0,064	0,041	0,031	0,277
9	0,100	0,042	0,043	0,026	0,210
10	0,155	0,043	0,043	0,048	0,289
11	0,072	0,052	0,077	0,109	0,310
12	0,172	0,047	0,151	0,178	0,548
13	0,077	0,016	0,065	0,035	0,193
14	0,038	0,043	0,054	0,058	0,193
15	0,074	0,028	0,031	0,025	0,158
16	0,086	0,072	0,051	0,040	0,249
17	0,151	0,110	0,090	0,046	0,398
18	0,175	0,085	0,154	0,075	0,488
19	0,069	0,047	0,055	0,016	0,186
20	0,086	0,049	0,056	0,039	0,230
TOTAL	2,273	1,161	1,592	1,070	6,097

En el cuadro 10, se presentan que el rendimiento por los residuos que se obtienen; haciendo el rendimiento total de residuos de 36,350 %, disgregándose en tapas 13,509%; despunte 6,902 %; canteado 9,462% y aserrín 6,631%.

Cuadro 10. Rendimiento de Volumen de residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre

Troza (Nº)	RENDIMIENTO (%)				Residuos (%)
	Tapa	Despunte	Canteado	Aserrín	
1	13,743	3,865	19,617	5,184	42,409
2	10,341	7,980	17,579	8,260	44,160
3	14,307	8,416	16,286	5,447	44,455
4	15,450	8,972	11,664	4,700	40,785
5	12,860	5,162	6,261	4,927	29,210
6	14,390	5,730	4,139	5,067	29,326
7	13,306	12,651	3,332	5,470	34,759
8	17,265	7,865	5,036	3,739	33,905
9	11,785	4,901	5,009	3,001	24,696
10	16,012	4,478	4,392	4,969	29,850
11	8,317	5,993	8,806	12,504	35,619
12	13,249	3,599	11,624	13,738	42,210
13	12,299	2,562	10,453	5,647	30,961
14	5,803	6,631	8,307	8,868	29,609
15	13,810	5,264	5,733	4,590	29,397
16	12,992	10,991	7,759	6,057	37,799
17	14,882	10,848	8,862	4,499	39,092
18	15,075	7,349	13,265	6,453	42,143
19	16,505	11,268	13,133	3,853	44,759
20	15,578	8,988	10,244	7,047	41,858
PROMEDIO	13,509	6,902	9,462	6,361	36,350

En el cuadro 11, figura 4, se detalla los rendimientos encontrados tanto en madera aserrada como en residuos; obteniéndose un 63,650% de en madera aserrada y de 36,350% en residuos.

Cuadro 11. Rendimiento de volumen de madera aserrada y residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre

Troza (Nº)	Residuos (%)	Aserrada (%)	Total (%)
1	42,409	57,591	100
2	44,160	55,840	100
3	44,455	55,545	100
4	40,785	59,215	100
5	29,210	70,790	100
6	29,,326	70,674	100
7	34,759	65,241	100
8	33,905	66,095	100
9	24,696	75,304	100
10	29,850	70,150	100
11	35,619	64,381	100
12	42,210	57,790	100
13	30,961	69,039	100
14	29,609	70,391	100
15	29,397	70,603	100
16	37,799	62,201	100
17	39,092	60,908	100
18	42,143	57,857	100
19	44,759	55,241	100
20	41,858	58,142	100
TOTAL	36,350	63,650	100

4.2. Etapa de Evaluación de Aspectos Contaminantes del Medio Ambiente por Generación de Residuos.

4.2.1. Aspectos Contaminantes del Medio Ambiente por Generación de Residuos del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

En el cuadro 12, se identifican los efectos ambientales generados en esta empresa, por cada etapa del proceso de transformación, en el que se puede observar, la matriz de Leopold, identificándose los impactos negativos moderados en las operaciones unitarias de aserrío, preservado, acopio de materia prima, canteado y despuntado; los que se asocian al manejo de residuos sólidos y emisiones atmosféricas (material particulado y ruido).

4.2.1.1. Impactos sobre el aire o atmósfera

Las operaciones de aserrío, canteado así como el despuntado y preservado son las que contribuyen significativamente en la afectación a la calidad del aire con un impacto negativo de muy leve a leve; siendo el secado de impacto moderado respectivamente, debido a la emisión de material particulado.

El canteado con un impacto de intensidad negativa moderado; el aserrío y despuntado son las operaciones que contribuyen en forma negativa leve, a la calidad ambiental del aire en el aspecto de ruido y vibraciones.

4.2.1.2. Impactos sobre el medio acuático (calidad del agua)

El preservado con un impacto de intensidad negativo moderado; el aserrío, canteado y secado con un impacto negativo de muy leve a leve, con respecto a las descargas líquidas producto de las actividades generadas por el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

4.2.1.3. Impactos sobre el suelo

Con respecto al suelo de la zona, el preservado afecta negativamente leve, por la percolación que pudiera tener la solución preservadora.

En el suelo de relleno, el canteado, despuntado y aserrío y secado afectan con un impacto negativo de muy leve a leve; siendo el preservado de impacto moderado respectivamente, debido al manejo que se hace a los residuos sólidos generados en la planta industrial.

4.2.1.4 Impactos sobre el medio biológico: flora y fauna

Como es una zona poblada la ubicación de la planta, no existe vegetación herbácea y arbustiva cercana a la planta, la cual ha sido considerada al momento de la evaluación, y se considera que no existe impacto alguno.

Los componentes de la fauna se pueden ver afectados en forma negativa muy leve en las secciones de acopio de materia prima, aserrío y secado respectivamente.

4.2.1.5. Impactos sobre el medio socio-cultural

Respecto a modificación en el paisaje el acopio de materia prima, aserrío, canteado, despuntado y secado ejercen un impacto negativo muy leve.

Por otro lado el acopio de materia prima, aserrío, canteado, despuntado y secado son las etapas del proceso productivo que ejercen un impacto negativo muy leve en la calidad y estilo de vida de la población debido a la generación y manejo de residuos sólidos.

4.2.1.6. Impactos sobre el medio socio-económico

En el factor salud poblacional, las etapas de acopio de materia prima, canteado y aserrío, preservado y secado, son aquellas cuyo impacto negativo fue identificado como de intensidad muy leve a leve. Respecto al uso del suelo el preservado y secado son las etapas del proceso que ejerce un impacto negativo leve. En estos factores la explicación es por la presencia de residuos sólidos manejados inadecuadamente.

El sector donde se encuentra ubicada el aserradero que es en el pasaje Juan Pablo II N° 123, en la ciudad de Iquitos, se ve beneficiado directamente por los trabajos que realiza la empresa, ello debido a que el 70% aproximadamente de los trabajadores son pobladores de esta zona, por lo que resulta de grado de intensidad positivo moderado respecto al factor economía local

X. DISCUSION

En la figura 1, se observa el flujo de producción para el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, en el que se puede observar que esta empresa nos muestra que tiene un flujo común para los aserraderos en nuestra región, por decir no posee maquinarias adicionales, como un reaserrado después de la sierra principal y otras maquinas que puedan obtener una mayor producción por turno; puesto que en la sierra principal se realiza los cortes primarios de la troza en tablas y tablones y en la reaserradora se realiza los cortes secundarios de los tablones en tabla, por lo que se optimizaría una mejor producción.

En el cuadro 7, se aprecia que la sumatoria de madera comercial es de $8,64 \text{ m}^3$, y madera largo angostas $2,09 \text{ m}^3$ haciendo un total de $10,73 \text{ m}^3$, la diferencia que existe entre estos dos volúmenes es que la madera largo angosta sale de piezas de recuperación o de los cantos de las trozas y sus dimensiones de los anchos son menores (4" a 5"). Además los empresarios tratan en lo posible de obtener un mayor volumen de madera comercial, por que se oferta a mayor precio en el mercado y por ende obtienen mayor rentabilidad. De la misma forma, en el cuadro 8, fig.2, se presenta el rendimiento en madera aserrada por grado de calidad de las trozas estudiadas, el mismo que nos indica un rendimiento total para los dos grados del orden del 63,65%, siendo el de comercial que presenta el mayor rendimiento de 50,85% y larga angosta con 12,80%, por las razones líneas arriba señaladas.

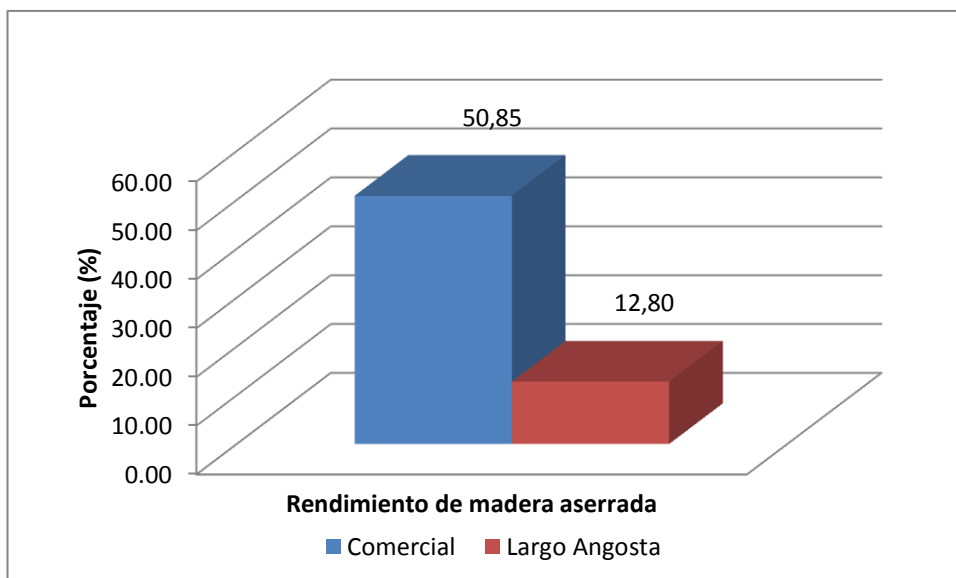


Figura 2. Rendimiento de madera aserrada comercial y largo angosta en % del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre

El volumen de residuos que generan ambas empresas, se presentan en la figura 5 ; notándose que la sumatoria de volúmenes de residuos son similares para la empresa del aserradero Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L con $6,57874 \text{ m}^3$ y la de Zambito E.I.R.L. con $6,4468 \text{ m}^3$; observándose que del volumen de trozas; el volumen de aserrín promedio de ambas empresas están en el orden aproximado del 8%, y el resto de residuos como tapas, despunte y canteado en el orden aproximado del 30%; es decir que este mayor porcentaje de residuos, se comercializa o se destina a darle un uso en la combustión, para generar energía en sus respectivos secaderos de ambas empresas; de esta manera se trata de minimizar la acumulación de residuos en las áreas adyacentes.

En el cuadro 9, se observa que el volumen total de residuos es de 6,097 m³, disgregándose en tapas 2,273 m³; despunte 1,161 m³; canteado 1,592 m³ y aserrín 1,070 m³.

En el cuadro 10, figura 3, se presentan que el rendimiento por los residuos que se obtienen; haciendo el rendimiento total de residuos de 36,350 %, disgregándose en tapas 13,509%; despunte 6,902 %; canteado 9,462% y aserrín 6,631%. Estos resultados muestran que las tapas y cantoneras presentan los mayores rendimientos de residuos, toda vez que estos suelen ser piezas de mayor dimensiones y por ende mayor rendimiento respectivamente.

Los resultados obtenidos en rendimiento de madera aserrada obtenidos por Manzanares, Vásquez y Guyat (2007), en su artículo titulado: "Experiencia del Aprovechamiento de los residuos en un aserrío" indican que la madera larga comercial tiene un rendimiento de 48.49 %, las cantoneras 21.66 %, el aserrín 23.24 % y los desperdicios 6.6. %, lo que difiere significativamente a los encontrados en el presente trabajo, debiéndose tales diferencias a que la empresa en estudio, tienen mayor preocupación en la selección de su materia prima y de otros factores que influyen en un menor rendimiento de sus residuos.

El aserrín que están en el orden del 6,631%, no tienen precio en el mercado dedicando su uso para pollerías y chancherías por algunos empresarios de este rubro: siendo necesario identificar usos apropiados para aprovechar tales residuos y de esa manera incrementar el grado de utilización de la materia prima.

Los subproductos de madera aserrín, astillas pueden aparecer limpios o con impurezas, y son siempre recuperables en otros subsectores de la madera, incrementando el valor agregado de la madera.

En este sentido, se sugiere, que de alguna manera se deben reciclar los residuos de madera, introduciéndolos de nuevo en la cadena productiva de este y otros sectores.

Entre los residuos de madera que se generan en los aserraderos, y que deben recuperarse, se encuentran la corteza, el aserrín, la astilla, la leña y desperdicios en general.

El reciclaje contribuye a alargar el ciclo de vida de la madera, disminuyendo el consumo de materias primas.

Bajo este contexto, se precisa una valorización de estos residuos, es decir que se realice procedimientos que permitan el aprovechamiento de los recursos incluida la incineración con recuperación de energía, sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente. Reciclar los residuos para ser utilizado para otros fines distinto para el que fue diseñado y por último el residuo debe ser reutilizado con el mismo fin para el que fue diseñado.

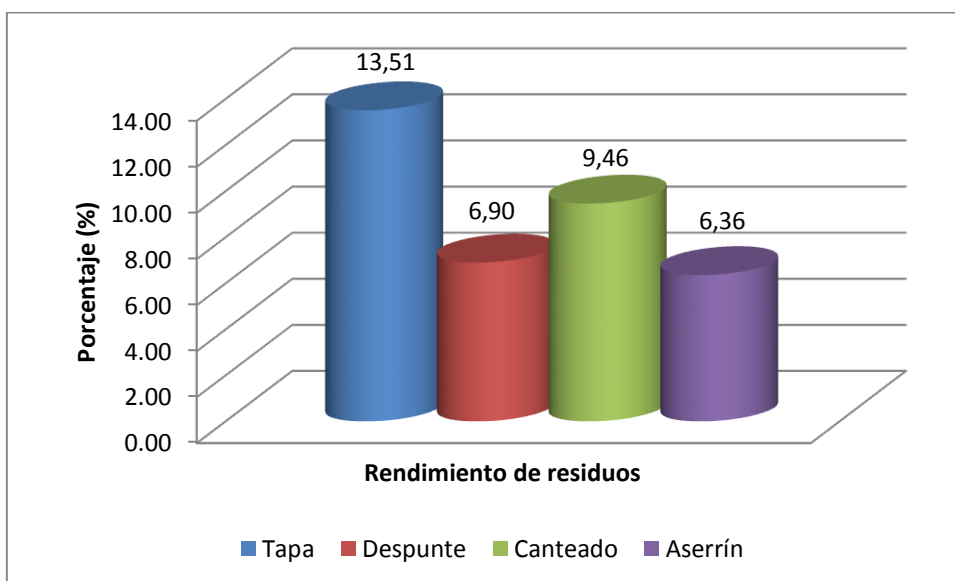


Figura 3. Rendimiento de residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre

Concerniente a los rendimientos de madera aserrada y de residuos que presenta el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, se presenta en el cuadro 11, figura 4, se detalla los rendimientos encontrados tanto en madera aserrada como en residuos; obteniéndose un 63,650% de en madera aserrada y de 36,350% en residuos. Así mismo, si observamos los rendimientos por especies, se puede notar por ejemplo en la troza N°01 : *Cedrelinga catanaeformis* (tornillo un rendimiento en madera aserrada 57,591% y residuos 42,409% y en la troza 5: *Simarouba amara* Aubl. (marupa), se nota un mayor rendimiento en madera aserrada 70,790% y menor de residuos 29,210% con respecto al *Cedrelinga catanaeformis* (tornillo).

Observando el mismo cuadro 6, la troza 1 de la especie *Cedrelinga catanaeformis* (tornillo), presenta mayor diámetro promedio de 67,50 cm con respecto a la troza

5 de *Simarouba amara* Aubl. (marupa) con 39,50cm. Esto quiere decir que no necesariamente las trozas que tienen mayor diámetro, presenta mayor rendimiento; es decir otros factores pueden estar influenciado en los rendimientos como es el caso de la calidad de las trozas(trozas cilíndricas, libres de defectos físicos y biológicos).

De acuerdo a los rendimientos encontrados 63,650% en madera aserrada y de 36,350% en residuos, se puede referir como aceptables en esta empresa, toda vez que existen antecedentes de otros estudios que en otras empresas, tales como en un diagnóstico de la industria de aserrío en Pucallpa, el rendimiento en madera aserrada es de 53,1% y de residuos de 46,9% (Gauthier, 1986) y otro estudio, encontraron rendimientos en madera aserrada de 54% y de residuos 46% (Fullop y Vasquez 1989); en estudio en Guatemala, determinaron rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de caoba (*Swietenia macrophylla*) en dos aserraderos de Guatemala obteniendo un rendimiento medio por cada metro cúbico en rollo aserrado del 56 % y 53% para cada aserradero (Herrera, 2008); en el mismo país de Guatemala, obtuvieron los siguientes rendimientos de aserrío promedio para tres especies tropicales; 55,37% en caoba (*Swietenia macrophylla* K.), 50,52% en cedro (*Cedrela odorata* L.) y 41,61% en machiche (*Lonchocarpus castilloi* S.) (Herrera, 2008).

En ese sentido, se puede señalar que el rendimiento de madera larga comercial y angosta en promedio se obtienen el 59,67%, cantonera el 15,91% y aserrín y desperdicios en el orden del 24,84%. Resultados que coinciden con otros autores tales como Mera (2014), sostiene que el rendimiento de la especie cumala para la empresa Sico Maderas en un estudio realizado en año 2014 fue del 62,22 %, para la especie cumala.

Sánchez (1984), determina que en su trabajo de investigación se obtuvo 62% y 49% de rendimiento respectivamente para las especies *chorisia integrholia* Ulbr. (Lupuna) y *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón (capinurí)..

Nájera *et.al* (2012), indican que el rendimiento sin corteza en los aserraderos evaluados es de 61,64%.

Anco (2013), en su trabajo de tesis titulado "Coeficiente de rendimiento de *Clarisia racemosa* y *Virola sp* distrito de Pichanaki, concluye que el coeficiente de rendimiento de aserrío de madera rolliza a madera aserrada para las especies *Clarisia racemosa* y *Virola sp*. fue de 58% (246 pt), y 55% (233 pt) respectivamente.

Fullop y Vásquez (1989) indican, en un estudio sobre ubicación industrial, que, puede asumirse 54 % como rendimiento promedio de aserrío, quedando 46 % de residuos, de los que, de acuerdo a la clase de madera, puede reciclarse en volumen variable, quedando un residuo no aprovechable constituido en su mayor parte por aserrín.

Los resultados encontrados en el presente estudio, reflejan que la empresa del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, tratan de obtener una mayor producción de madera aserrada y menos desperdicios, manifestando lógicamente en una mayor utilidad en los costos de producción.

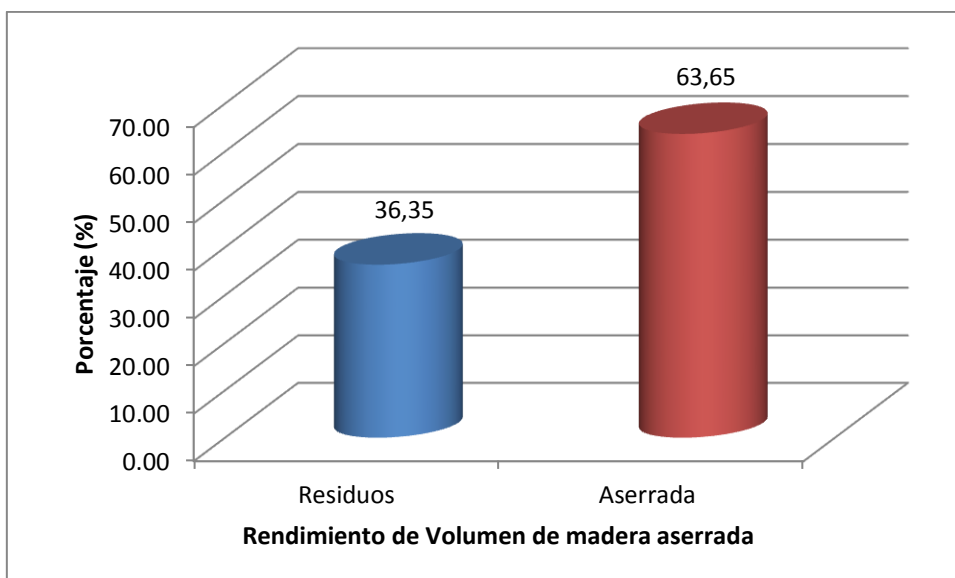


Figura 4. Rendimiento total de madera aserrada y de residuos del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre

En la figura 5, se muestran los indicadores del impacto por los factores medio ambientales generados el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, identificándose que los factores ambientales más afectados negativamente son : suelo (relleno), agua (descarga), socio económico (salud poblacional) y otros factores con menos intensidad negativa Socio económico (usos del suelo), aire (composición atmosférica), socio cultural (calidad y estilo de vida), aire (ruido y vibraciones), fauna (especies y poblaciones de animales), socio cultural (modificaciones del paisaje) y suelo (suelo de la zona); sin embargo se observa que existe un factor positivo referida a la parte socio económico respecto a la economía local por ser parte de los ingresos de los pobladores que habitan en zonas aledañas a ambas empresas.

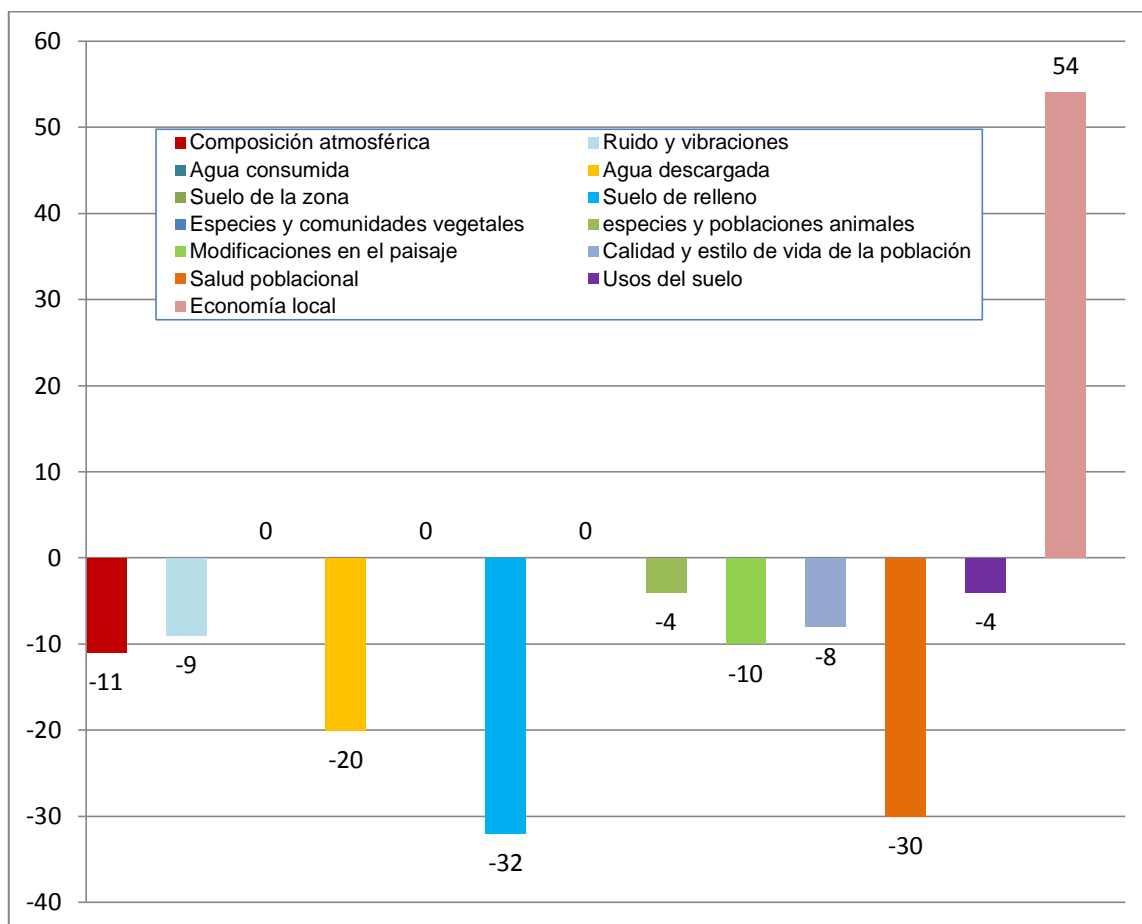


Figura 5. Indicadores del impacto por factores medio ambientales de Aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

En las figuras 6, se aprecian los indicadores del impacto negativos más pronunciados en las operaciones unitarias de ambas empresas que son el preservado, secado de la madera y con menos intensidad en el proceso de aserrío; y la etapa de almacenamiento se presenta como un factor positivo mínimo, toda vez que su presencia no altera los factores medio ambientales en ambas empresas.

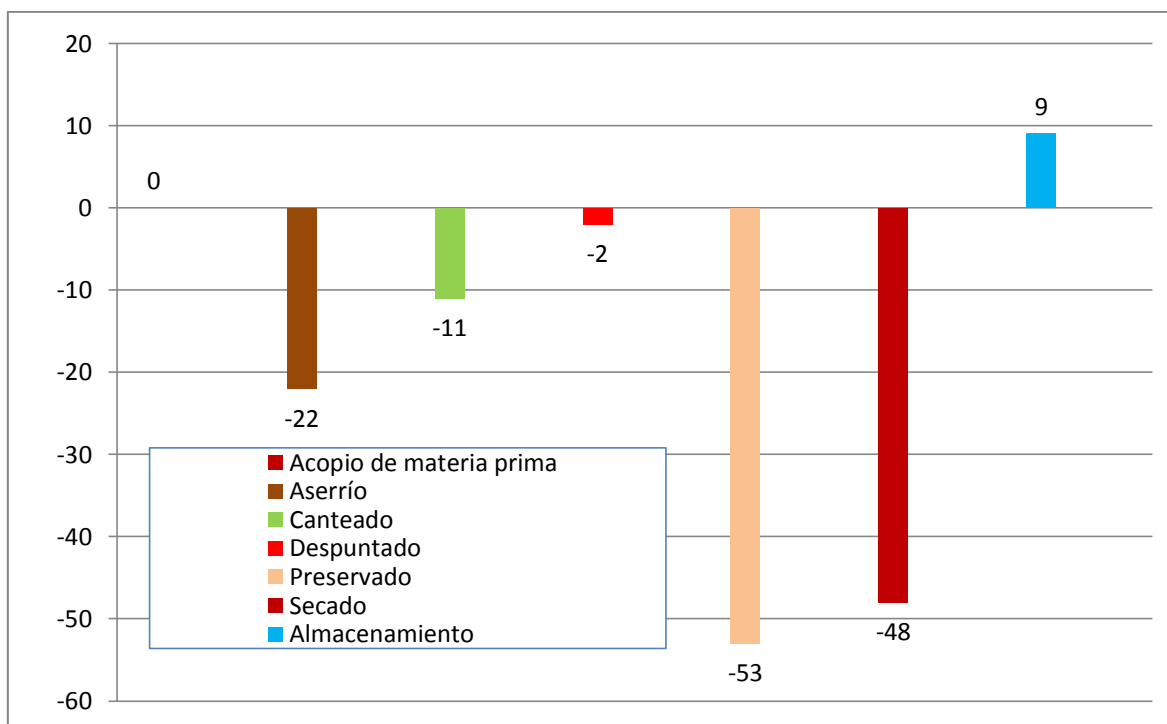


Figura 6. Indicadores del impacto por actividades del proyecto del Aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre

En este contexto, la empresa en estudio, debe implementar algunas medidas correctivas, que corresponden en este escenario a un adecuado manejo de los residuos sólidos que se generan en estas empresas tales como :

- ✓ Efectuar la caracterización de los residuos sólidos al final de cada periodo de producción, con el propósito de tener identificado los residuos que se generan habitualmente y los posibles efectos o impactos que se podrían generar al medio ambiente.
- ✓ Implementar acciones para lograr la minimización, para reducir el volumen de generación de residuos sólidos.
- ✓ Llevar un control de los residuos sólidos generados en planta para evaluar más adelante la posibilidad de aprovechar de manera integral la madera que se usa en el proceso.

- ✓ El uso como combustible de parte del material de residuos de los volúmenes utilizados en planta en la fase de generación de calor debe realizarse con los cuidados adecuados para preservar la integridad física de los trabajadores.
- ✓ Tomar las medidas de seguridad necesarias para el manejo de los residuos al interior de la Planta de Procesamiento.

XI. CONCLUSION

1. El aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, presenta un rendimiento total para los dos grados del orden del 63,65%, siendo el de comercial que presenta el mayor rendimiento de 50,85% y larga angosta con 12,80.
2. El volumen total de residuos es de 6,097 m³, disgregándose en tapas 2,273 m³; despunte 1,161 m³; canteado 1,592 m³ y aserrín 1,070 m³.
3. El rendimiento por los residuos que se obtienen; haciendo el rendimiento total de residuos de 36,350 %, disgregándose en tapas 13,509%; despunte 6,902 %; canteado 9,462% y aserrín 6,631%.
4. Los rendimientos totales son : 63,650% en madera aserrada y de 36,350% en residuos.
5. El impacto en el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre sobre el aire o atmósfera referidos a las operaciones de aserrío, canteado así como el despuntado y preservado son las que tienen un impacto negativo de muy leve a leve; siendo el secado de impacto moderado. El canteado con un impacto de intensidad negativa moderado; el aserrío y despuntado negativa leve, a la calidad ambiental del aire en el aspecto de ruido y vibraciones.
6. El impacto en el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, sobre el medio acuático (descargas líquidas), en las operaciones de preservado con un impacto de intensidad negativa moderado; el aserrío, canteado y secado con un impacto negativo de muy leve a leve.

7. El impacto en el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, sobre el suelo de la zona, el preservado afecta negativamente leve. En suelo de relleno, canteado, despuntado y aserrío y secado afectan con un impacto negativo de muy leve a leve; siendo el preservado de impacto moderado.
8. El impacto en el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, sobre, la flora no existe impacto alguno; con respecto a fauna se pueden ver afectados en forma negativa muy leve en las secciones de acopio de materia prima, aserrío, y secado respectivamente.
9. El impacto en el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, referido a modificación en el paisaje el acopio de materia prima, aserrío, canteado, despuntado y secado ejercen un impacto negativo muy leve. Por otro lado el acopio de materia prima, aserrío, canteado, despuntado y secado son las etapas del proceso productivo que ejercen un impacto negativo muy leve en la calidad y estilo de vida de la población.
10. El impacto en el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, sobre el factor salud poblacional, las etapas de acopio de materia prima, canteado y aserrío, preservado y secado, como de intensidad muy leve a leve. Respecto al uso del suelo el preservado y secado ejerce un impacto negativo leve. El grado de intensidad positivo moderado respecto al factor economía local.

XII. RECOMENDACIÓN

1. En el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, efectuar la caracterización de los residuos sólidos al final de cada periodo de producción, con el propósito de tener identificado los residuos que se generan habitualmente y los posibles efectos o impactos que se podrían generar al medio ambiente.
2. En el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, llevar un control de los residuos sólidos generados en planta para evaluar más adelante la posibilidad de aprovechar de manera integral la madera que se usa en el proceso.
3. En el aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre, el uso como combustible de parte del material de residuos de los volúmenes utilizados en planta en la fase de generación de calor debe realizarse con los cuidados adecuados para preservar la integridad física de los trabajadores.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, G. 1999. Perspectiva de aprovechamiento del aserrín mediante su transformación hidrolítica y como fuente de Biomasa para diversos fines. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía y Forestal, Centro de Estudios de Biomasa Vegetal, Universidad de Pinar del Río, Cuba. 30 p.
- Anco, T. 2013 "Coeficiente de rendimiento de *clarisia racemosa* y *virola sp* distrito de Pichanaki, Tesis de Ingeniero Forestal y Ambiental, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente - Universidad Nacional del Centro. Huancayo. 102 p.
- Álvarez, E.; Díaz, S. y Alessandrini, M. 2001. Utilización racional de los residuos forestales. EN: Unasyva - No. 206 - CONVENIOS MUNDIALES SOBRE LOS BOSQUES Revista internacional de silvicultura e industrias forestales - Vol. 52- 2001/3. FAO.
- Arrega, M. 2007. Rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de la especie de caoba (*swietenia macrophylla*), en dos aserraderos del municipio de flores, peten. Guatemala. 55 p.
- Banco Interamericano de Desarrollo & Centro de Estudios para el Desarrollo. 2001. Revisión de la evaluación de impacto ambiental en países de América Latina y El Caribe. Metodología, resultados y tendencias. (Eds. G. Espinoza & V. Alzina). Santiago de Chile: BID/CED. 93 p.

- Batelle Insitute. 1972. Environmental evaluation system for water resource planning. Columbus: Bureau of reclamation. U.S. Department of the Interior.
- Castillo, G. 2007. Aprovechamiento de residuos de madera de Caoba y Manchiche para una concesión forestal del departamento del Petén. Tesis profesional. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 163 p.
- Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH). 2009. Guía de buenas Prácticas ambientales para la industria forestal primaria (aserraderos). HONDURAS. 154 p
- CENFOR IX. 1987. Plan de Desarrollo Forestal Industrial Maderera de Loreto-Iquitos. Documento de trabajo. 205 p.
- Chou, Y. 1985. Análisis Estadístico. 2da. ed. Ed. Interamericana México. 795 p.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2000. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Rubro Aserraderos y Procesos de Madera. Santiago. Chile. 220 p.
- Calderón, M. y Sosa, V. 2012. Manual de Taller de capacitación: curso-taller de aserrío. 99 p.
- Gauthier, D. 1986. "Diagnóstico de la industria de aserrío en Pucallpa". Programa de Desarrollo Industrial Forestal. Perú Canadá. Lima. 16 p.
- Dirección Nacional de Comercio Exterior. 2005. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la Industria de Aserrío. Programa

- de Desarrollo de Políticas de Comercio Exterior 1442/OC-PE.
Lima –Perú. 87 p.
- FAO .1991. Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales. ESTUDIO FAO: MONTES 93. Roma, Italia. 81 p.
- Fullop, Z. y Vásquez, W. 1989. “Guía de cubicación industrial de maderas en trozas”. Proyecto de Desarrollo Industrial Forestal. Perú Canadá. Lima. 16 p.
- Granja, C y Molina, J. 1992. Estimación y usos de los residuos generados por industrias de la transformación de madera en Bogotá. Colombia FORESTAL. 3(5): 27-35., citado por Alvarez G. E. 1999. Perspectiva de aprovechamiento del aserrín mediante su transformación hidrolítica y como fuente de Biomasa para diversos fines. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía y Forestal, Centro de Estudios de Biomasa Vegetal, Universidad de Pinar del Río, Cuba. 30 p.
- Gauthier, D. 1986. “Diagnóstico de la industria de aserrío en Pucallpa”. Programa de Desarrollo Industrial Forestal. Perú Canadá. Lima. 16 p.
- Hernández, R.; Fernandez, C.; Baptista, P. 2006. Metodología de la Investigación. Editorial McGraw Hill, Mexico D.F. 850 p.
- Herrera, W. 2008. Monitoreo de actividades de aprovechamiento forestal sostenible, realiza do en la Unidad de Manejo Uaxactún, Reserva de la Biósfera Maya, Petén, Guatemala. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 113 p

- Leopold, I; Clarke, f; Kanshaw, b; and Balsley, J. 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact - U.S. Geological Survey Circular No. 654, U.S. Geological Survey, Washington D.C. 120 p.
- ManzanareS, K; Velázquez, D; Guyat, A. (2007). Experiencia del aprovechamiento de los residuos en un aserrío, Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, reparto Siboney, Playa, La Habana, CP 11600.
- Mera, J. 2014. Evaluación del rendimiento de la planta industrial Sico Maderas SAC en el aserrío de madera y propuesta de mejora. Tesis para optar el título de Ingeniero forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 104 p.
- Nájera, H; Méndez, J y Vargas, R. 2012 . Rendimiento de la madera aserrada en dos aserraderos privados de El Salto, Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Versión impresa ISSN 0186-3231, 55 p.
- Otero, N. 1985. “Estudio sobre disponibilidad de sobrantes de madera para uso en la generación de energía eléctrica”. Electro Centro S.A. Pucallpa. 517 p.
- Sánchez, C. 1984 “Estudio de rendimiento de madera *aserrada en cuatro especies*”. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Iquitos – Perú. 96 p.
- Sibille, A. 2004. Reunión de Consultores Regional Desk. Proyecto “Red de Transferencia Tecnológica” (TTN). Programa de las

- Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (PNUMA). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). 26 p.
- Soto, S. 1999. Evaluación económica y ambiental de los desechos forestales producidos en los aserraderos de la Region Hueta
- TECNOFOREST. 1982. *Consulta Técnica*. El libro de problemas. Feria Internacional del Pacífico. Lima. 56 p.
- Torres, J. 1983. Rendimiento técnico económico para la instalación de un aserradero en el centro de investigación y enseñanza forestal – Puerto Almendras. Tesis. FCF-UNAP. Iquitos-Perú. 145 p.
- Tuset, R. y Duran F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Montevideo, Uruguay. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. 688 p
- Vignote, S. y Martínez, I. 2006. Tecnología de la madera. 3ª edición. Mundi- prensa, Madrid España. 678 p.
- .

Anexos



Figura 7. Ubicación del aserradero Forestal Agrícola y servicios el Tigre



Figura 8. Boya del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.



Figura 9. Patio de acopio de materia prima del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.



Figura 10.Sierra principal del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.



Figura 11.Canteador del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre.



Figura 12. Patio de Almacenamiento del aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre



Figura 13. Desperdicios producidos por el proceso de aserrío en el aserradero Forestal Agrícola y Servicios el Tigre