



ESCUELA DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA INDUSTRIA  
DEL ASERRÍO Y SU APROVECHAMIENTO CON ALTERNATIVAS DE  
TECNOLOGÍAS LIMPIAS, IQUITOS - LORETO – PERÚ, 2015”**

**Presentado por:**

**GUILLERMO ENRIQUE MOGOLLON MAESTRE**

**LUZ LILIANA SILVA DOZA**

**Para optar el grado de:**

**Magister en Ciencias**

**Iquitos – Perú**

**2015**

TESIS

"EVALUACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA INDUSTRIA  
DEL ASERRÍO Y SU APROVECHAMIENTO CON ALTERNATIVAS DE  
TECNOLOGÍAS LIMPIAS, IQUITOS - LORETO - PERÚ, 2015"

AUTOR : GUILLERMO ENRIQUE MOGOLLON MAESTRE  
I.C.Z LILIANA SILVA DOZA

SECCION : MAESTRIA

MENCION : GESTION AMBIENTAL

MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA  
PRESIDENTE DEL JURADO

---

MSc. JOSE ANTONIO ESCOBAR DÍAZ  
MIEMBRO

---

MSc. LIDIA DEL CARMEN BARDALES PEZO  
MIEMBRO

---

MSc. SEGUNDO CORDOVA HORNIA  
ASESOR

OCTUBRE - 2015

IQUITOS - PERÚ

## Dedicatoria

Yo confío en ti Señor, y te digo:" tú eres mi Dios". Salmo 31, 15.  
Esta tesis la dedico a Dios, por mostrarme día a día con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible.

A mis padres, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi madre doña Luz Mery Doza Castro por su bondad y sacrificio, me inspiraste a ser mejor, gracias por estar siempre a mi lado, por ser el pilar más importante de mi vida, por tu siempre apoyo incondicional.

A mis hermanos Nilo y Claudia, quienes son frutos ejemplos de perseverancia.

A todos mis amigos de la maestría por formar y ser parte de una buena experiencia en conocimientos, actitudes y perseverancia. Por demostrar que no cuenta la edad, sexo, profesión para fortalecer nuestros conocimientos y habilidades en común para el desarrollo sostenible mediante la gestión ambiental para nuestra ciudad, región y nuestro país.

A mi amorcito Axel Alfredo Rengifo Gordillo por ser mi compañero, amigo , confidente y formar parte de mi vida para la realización de nuestras metas y una vida juntos.

Luz Liliana Silva Doza

## Dedicatoria

A mi querida Esposa Esly Maria, por ser mi compañera de siempre su comprensión, tolerancia y motivación fortalecieron el cumplimiento de esta etapa de mi formación académica, gracias amor.

A mis hijos Carlos y Luis por ser ellos fruto de este gran amor que tengo a mi familia.

A mi Mama Norma por haberme dado la vida sus consejos y enseñanzas hicieron posible que llegue a esta etapa.

A mí querida hermana Johanna y Flor por ser las personas más nobles de este mundo.

Al grupo completo de la Maestría por haber compartido sus conocimientos y experiencias, en especial a Ingrid, Oscar y Luz, siempre serán buenos amigos.

Hago una mención honrosa al G.:A.:D.:U.: ,por iluminarme y darme S.:F.:U.:.

Gracias padre mío.

Guillermo Enrique Mogollón Maestre

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos:

- ❖ Al Ing. MSc. Segundo Cordova Horna, docente de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP, por el asesoramiento en la ejecución del presente trabajo de investigación.
- ❖ A los Gerentes de las Empresas Forestales Netrimac SAC, empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C.
- ❖ A todas las personas que colaboraron directa e indirectamente para la culminación satisfactoria de la presente tesis.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenido	iii
Índice de cuadros	iv
Índice de figuras	v
Resumen	vi
I Introducción	1
II Antecedentes	3
III. Metodología	10
3.1. Lugar de ejecución	10
3.2. Tipo y nivel de la Investigación	10
3.3. Diseño de la Investigación	10
3.4. Población y muestra	11
3.5. Procedimiento	11
3.6. Técnica e instrumentos de recolección de datos	15
IV. Resultados	17
V. Discusión	30
VI. Conclusiones	40
VII. Recomendaciones	42
VIII. Bibliografías	43
Anexos	47

## ÍNDICE DE CUADROS

N°	Titulo	Pág.
1	Personal de los aserraderos: Netrimac SAC, Raúl Oliveira E.I.R.L, Sico Maderas SAC, Zambito E.I.R.L.	20
2	Antigüedad de maquinarias de los aserraderos: Netrimac SAC, Raúl Oliveira E.I.R.L, Sico Maderas SAC, Zambito E.I.R.L.	21
3	Rendimiento de madera aserrada empresa Netrimac SAC	22
4	Rendimiento de madera aserrada empresa Raúl Oliveira E.I.R.L.	24
5	Rendimiento de madera aserrada empresa Sico maderas SAC	25
6	Rendimiento de madera aserrada empresa Zambito E.I.R.L	27
7	Rendimiento en los aserraderos Netrimac SAC, empresas de aserrió Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Flujo de Producción de las empresas de aserrío Netrimac S.A.C. , empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C	19
2	Rendimiento de madera aserrada empresa Netrimac S.A.C.	23
3	Rendimiento de madera aserrada empresa Raúl Oliveira E.I.R.L	24
4	Rendimiento de madera aserrada empresa Sico maderas S.A.C.	26
5	Rendimiento de madera aserrada empresa Zambito E.I.R.L	27
6	Distribución porcentual del rendimiento de madera aserrada de los Aserraderos Netrimac S.A.C. , empresa de Aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L. Zambito E.I.R.L. y Sico Maderas S.A.C.	29
7	Proceso de canteado del aserradero aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L.	48
8	Llenado de la cámara de secado del aserradero aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L.	48
9	Asierre principal del aserradero aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L.	49
10	Despuntadora del aserradero Netrimac S.A.C.	49
11	Canteadora del aserradero Netrimac S.A.C.	50
12	Tina de Preservado Netrimac S.A.C.	50
13	Canteado en la empresa Zambito E.I.R.L.	51
14	Tina de preservado en la empresa Zambito E.I.R.L.	51
15	Apilado para la cámara de secado en la empresa Zambito E.I.R.L.	52
16	Sierra Principal en la empresa Sico Maderas S.A.C.	52
17	Cámaras de secado de la empresa Sico Maderas S.A.C.	53
18	Almacenamiento en la empresa S.A.C.	53



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Loreto, provincia de Maynas, en los aserraderos que se encontraban en actividad, las mismas que recayeron en : Netrimac SAC, Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L.y Sico Maderas S.A.C. La información fue recolectada en los meses de Marzo - Abril del presente año. El estudio tuvo como finalidad cuantificar la generación residuos sólidos en los aserraderos de Iquitos y proponer alternativas de aprovechamiento con tecnologías limpias.

Los resultados muestran que las cuatro empresas en estudio, presentan sus flujo de transformación de la madera en troza en madera aserrada de manera similar, tal como se describe: boya, aserrío principal, reaserrado, canteando, despuntado, preservado, secado y almacenamiento. 204 personas laboran en los aserraderos, tres son profesionales con 0.75 (1.29 %) por aserradero; 17 administrativos con 4.25 personas por aserradero, siendo el rubro mayor los obreros con total 184 personas (89.1 %). Dos (02) de las empresas tiene winches y sierra principal menores a 5 años y otras 02 tienen winches y sierra principal entre 5.1 a 10 años; 01 tiene canteadora y despuntadora de 0 a 5 años y otra tiene canteadora y despuntadora de 5.1 a 10 años; 02 tienen canteadora y despuntadora mayores a 10 años; las tinas de preservación en todos los casos son mayores a los cinco años, mientras que las cámaras de secado 03 de las 04 empresas tienen cámara, una con 5.1 a 10 años y otras dos mayor a los 10 años. Los winches en todos los casos son de fabricación local artesanal; las sierras principales son compradas en el mercado internacional; dos canteadoras y despuntadoras de fabricación local artesanal y dos de origen brasilera; las tina de preservación son de madera y fabricación local artesanal, la cámaras de secado todas son de mampostería. Los rendimientos promedios para los 04 aserraderos es para madera comercial y angosta que representan un rendimiento igual al 55.93 %, las cantoneras y aserrín son muy similares y representan el 15.91 % y 15.7 % y por último el desperdicio representa el 9.06 % . La propuesta de aplicación de tecnologías limpia para los aserraderos analizados puede producir beneficios económicos y ambientales significativos en un corto plazo, la mayoría de las medidas propuestas apuntan a cambios en la gestión y en los hábitos usados por la empresa, por las cuales se debe partir en la sustentabilidad de un proceso de producción limpia.

**Palabras claves:** Residuos sólidos, tecnología limpia, aserraderos.

## ABSTRACT

This research was conducted in the department of Loreto, province of Maynas, in sawmills that were in activity, and they were the following: Netrimac SAC, Raul Oswaldo Oliveira Garcia EIRL, Zambito EIRL, and Sico Maderas SAC. The information was collected in the months of March-April of this year. The study was aimed to quantify the solid waste generation in sawmills of Iquitos and to propose alternative uses with clean technology.

The results show that the four companies in the study, show their processing flow from logs into sawnwood in a similar way, as described: buoy main sawing, resawing, edging down, blunt, preserved, drying and storage. 204 people work in the mills, three are professionals 0.75 (1.29%) per mill; 17 Administrative with 4.25 people per mill, the largest group is the category of workers in total 184 people (89.1%). Two (02) companies have winches and main saw with less than five years of use and the other 02 have winches and main saw between 5.1 to 10 years of used; 01 company has an 0-5 years old edger and notcher, and another has a 5.1 to 10 years old edger and notcher; 02 of them have an older than 10 years edger, notcher and; the preservation tubs in all four cases are greater than five years old, while 03 of the companies have drying chambers, one of them has a drying chamber between 5.1 to 10 years of use and two of them with more than 10 years of use. The winches in all cases are of local craftsmanship; the main blades are purchased on the international market; two edging and notchers locally made craft and two of Brazilian origin; the preservation tub are made of wood and of local craftsmanship, drying chambers are all masonry. Average yields for the 04 mills are for narrow commercial wood which represent a yield equal to 55.93%, the half round logs and sawdust are very similar and represent 15.91% and 15.7% and finally the waste represents 9.06%. The proposed application of clean technologies for analyzed sawmills can produce significant economic and environmental benefits in a short period of time, most of the proposed measures aim at management changes and habits used by the company, which are the starting point for the sustainability of a clean production process. Keywords: Solid waste, clean technology, sawmills.

## I. INTRODUCCION

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; es decir la gestión ambiental en las empresas va perdiendo importancia desde el nivel de medianos aserraderos 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.

Una situación que resulta muy común a cualquier unidad de producción de aserrío 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 para generación de energía eléctrica. A esto 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. 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. De otro lado, las actividades de mantenimiento de un aserradero generan una serie de residuos sólidos tales como envases de solventes, aceites, grasas y elementos de limpieza de la maquinaria. 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 se 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 cuantificar la generación de residuos sólidos generados en los aserraderos de Iquitos y proponer alternativas de aprovechamiento

con tecnologías limpias, de manera que se pueda lograr una minimización y reducir el volumen de generación de residuos sólidos, realizar un aprovechamiento integral de la madera y generar menos contaminación para el medio ambiente en los aserraderos de la ciudad.



## II. ANTECEDENTES

Wikipedia (2015), señala que la industria maderera es el sector de la actividad industrial que se ocupa del procesamiento de la madera, desde su plantación hasta su transformación en objetos de uso práctico, pasando por la extracción, corte, almacenamiento o tratamiento químico y moldeo. El producto final de esta actividad puede ser la madera aserrada, fabricación de mobiliario, materiales de construcción o la obtención de celulosa para la fabricación de papel, entre otros derivados de la madera.

La industria maderera es un sector muy importante en países como Brasil, Malasia e Indonesia, así como en varios países de Europa del Este. Esta industria es diferente de la carpintería y del trabajo en madera, tanto por su escala industrial (en cuanto estas últimas se realizan bajo un modelo artesanal de producción) como por incluir no solo el corte, moldeo y finalización, sino también todo el proceso anterior que incluye la tala de árboles o replantación de áreas taladas (reforestación). La industria maderera concierne, pues, la logística necesaria para el traslado de la madera desde el bosque en que ha sido talada hasta un aserradero. El término también se usa para indicar un amplio rango de actividades forestales o de selvicultura.

La producción real de residuos o desperdicios, producidos por la fabricación de productos maderables, es diferente de una instalación a otra y depende de varios factores, (Especie, calidad de las trozas, maquinaria, mano de obra, legislación). 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 las trozas este porcentaje es bajo, debido al mal mantenimiento de las maquinarias 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.

Nájera. *et al* (2011), señala que el término rendimiento se refiere a la relación entre el volumen de madera en rollo y el volumen resultante en productos aserrados, el cual es afectado por el diámetro, clase, calidad y forma de las trozas a procesar, los tiempos empleados en los procesos, el patrón de corte, el tipo de sierra, la calidad y dimensiones de los productos generados, la habilidad y capacidad del operario y las condiciones de mantenimiento de los equipos; por lo que algunos estudios se han centrado en conocer el efecto que tienen esas variables sobre el rendimiento de la madera aserrada y sugerir acciones correctivas.

Álvarez *et al* (2012), manifiesta en su artículo científico “Factores fundamentales para aumentar los rendimientos de madera aserrada en aserraderos con sierras de banda”, sostiene que a partir de las opiniones de los especialistas, podemos definir que los principales factores que inciden sobre los rendimientos de madera aserrada son: diámetro de las trozas, longitud y conicidad de las trozas, calidad de las trozas, tipo de sierra y esquemas de corte.

Gauthier (1986), señala que el éxito de un aserradero radica, en gran parte, en lograr los mejores rendimientos posibles sin perjudicar al producto deseado, tanto en calidad como en dimensiones. La tecnología moderna se orienta así, por un lado, a perfeccionar el corte en cuanto a velocidad, delgadez y precisión para minimizar la producción de aserrín y, por otro, a analizar la materia prima, pieza por pieza, tanto a su entrada como en las diferentes etapas de su procesamiento con el fin de llegar al máximo aprovechamiento de la madera útil contenida en cada troza.

Trautmann (2010), de la Universidad Nacional de Chile, sostiene que un aserradero debe ser una instalación cuidadosa y metódicamente dirigida, con intervenciones oportunas y mejoras introducidas en forma permanente. En este sentido, el factor humano es determinante: algunos puestos son claves para el rendimiento (posicionamiento, afilado, selección) y otros lo son para la calidad; en tanto que el gerente debe observar permanentemente el funcionamiento del aserradero y, en estrecha colaboración con el personal de la planta para, afinar continuamente el proceso.

Aldas (2014), en su trabajo de tesis titulado “Rendimiento en el proceso de transformación de madera rolliza a madera escuadrada de pino (*Pinus radiata* d .don), con dos tipos de aserradero, en la ciudad de Riobamba”. Concluye que la sierra de cinta permite obtener un mayor rendimiento en el aserrado de la troza con un aprovechamiento del 45%, en relación al 35% que obtenemos utilizando la sierra circular. La forma y efectos naturales de la troza tienen una mayor influencia en el rendimiento utilizando la sierra de cinta, debido a que no se puede trabajar con esta sierra la madera rolliza sino en bloque.

Quevedo, Guevara, Espinosa, y Puertas (2012), en sus trabajo de investigación titulado “Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales del rendimiento en el aserrío” concluye que el rendimiento de la madera de diez especies de bosques secundarios y primarios residuales varía entre 53.55% para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don (Huamanzamana) y 22.80%, para *Matisia cordata* Bonpl (Zapote). La variación en el rendimiento depende del diámetro de la troza, factor de ahusamiento y estado sanitario de la medula.

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. De 51 trazas trabajadas

de *Clarisia racemosa*, se obtuvo un volumen de 48.11 m<sup>3</sup> de madera rolliza y 29.02 m<sup>3</sup> de madera aserrada. En el caso de la *Virola sp.* se aserraron 32 trozas se obtuvo un volumen de 26.13 m<sup>3</sup> de madera rolliza y 14.41 m<sup>3</sup> de madera aserrada.

Guevara, Reyes y Bocanegra (1993), concluyen en su artículo científico titulado “Evaluación de residuos de aserrío que los principales residuos de aserrío de ocho maderas son: cantos (20,7 %), despuntes (10,2 %), cantoneras (6,7 %), y aserrín (8,2%), existe una relación entre diámetro de troza y rendimiento, que se observa en catahua y cumala, los principales residuos factibles de ser industrializados son las puntas y el aserrín, ya que cantoneras y cantos tienen utilización.

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.

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.

TECNOFOREST (1982), afirma que el uso y manipuleo de residuos constituye un problema que afecta sustancialmente los costos de producción.

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. Otros residuos tienen características físico-mecánicas diferentes a la madera. 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 de



la industria, de las dimensiones de los productos comerciales terminados y sus tolerancias, y de las dimensiones y características de las trozas.

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 medianos aserraderos 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. 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. (Álvarez *et al*, 2001).

De otro lado, y 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).

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 (Manzanares, Vásquez y Guyat (2007).

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).

De acuerdo a 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.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Loreto, provincia de Maynas y se evaluó a los aserraderos que se encontraban en actividad del ámbito de influencia, las mismas que recayeron en : Netrimac SAC, que se encuentra ubicado en la Carretera Santa María S/N Km 1, – Masusa, distrito de Punchana, Provincia de Maynas; empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L y Zambito E.I.R.L., ambas empresas se encuentran ubicados en el caserío de Rumococha – distrito de San Juan Bautista; la empresa de Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, en la calle Santa Rosa S/N, distrito de Iquitos y Zambito E.I.R.L, en la calle 30 de Agosto S/N, distrito de Iquitos Provincia de Maynas – Loreto y Sico Maderas S.A.C., ubicada en Av. Participación 7ma. Cuadra - distrito de Belén, Provincia de Maynas. La información fue recolectada en los meses de Marzo - Abril del presente año.

#### 3.2. Tipo y nivel de la Investigación

El estudio pertenece al enfoque cuantitativo correlacional, porque se relacionó las variables: Industria del aserrío y Generación de residuos sólidos. Se realizó la medición a cada una de las variables en forma independiente y después se analizó la vinculación entre ellas.

La investigación pertenece al nivel de descriptivo correlacional

Es descriptivo porque permitió observar las características presentes en el sitio donde se llevó a cabo el estudio y se procedió a recopilar la información relativa a la industria del aserrío y a la generación de residuos sólidos

#### 3.3. Diseño de la Investigación

El diseño de la Investigación que se empleó en el estudio es no experimental del tipo transaccional correlacional.

Es no experimental porque no se manipula la variable independiente: Industria del aserrío sino que se observó los hechos tal como se presenta en su contexto natural, para luego analizarlo.

Es de tipo transaccional correlacional porque se recolectó los datos de las variables, en un solo momento y en un tiempo único, luego se describió el comportamiento de cada una de las variables y después se estableció las relaciones entre las variables en estudio.

### **3.4. Población y Muestra**

La población está conformada por todos los aserraderos ubicados en ámbito del distrito de Iquitos que se encuentran en actividad, a la fecha del levantamiento de la información solo se encontraron en actividad 18 aserraderos en los cuatro Distritos Iquitos, Punchana, San Juan Bautista y Belén; esto debido a la presencia permanente de lluvias lo que ha generado la inundación de sus instalaciones y las probabilidad de recuperación están previstas para los meses posteriores, por lo que se estableció una muestra equivalente a cuatro aserraderos : Netrimac SAC, empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C.

### **3.5. Procedimiento**

#### **3.5.1. Etapa de Evaluación del Procesamiento de madera aserrada.**

Revisión y Evaluación del flujo de procesamiento de madera aserrada, es decir se describió las etapas por el cual la madera en troza es transformada en madera aserrada (Boya, winche, sierra principal, canteada, despuntada, preservada, secada, almacenamiento).

### **3.5.2. Evaluación de la caracterización de empresas de madera aserradas objeto del estudio.**

De las empresas seleccionadas, se caracterizaron cada una de ellas, así como el personal que laboran en ellas, y la antigüedad de las maquinarias.

### **3.5.3. Evaluación de la generación de residuos sólidos en los aserraderos objetos de estudio.**

En esta etapa se determinó el rendimiento del volumen de madera aserrada obtenida, con respecto al volumen de madera rolliza procesada, para que en función al resultado, se obtenga la cantidad de los residuos generados para los cuatro aserraderos : Netrimac SAC, empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C. , de la siguiente manera:

- ✓ Se determinaron las muestras para cada aserradero, dependiendo de la disponibilidad de la misma.
- ✓ 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 m<sup>3</sup>

Dx<sup>2</sup> = Diámetro promedio expresado en m.

L = Longitud expresado en m.

✓ 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 a tomar 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:

$$V = L * A * E$$

Dónde:

L = Largo expresado en m

A = Ancho expresado en m

E = Espesor expresado en m

V = Volumen expresado en m<sup>3</sup>

Las empresas en estudio, clasifican su madera aserrada en:

Producto	Mercado	Espesores	Anchos	Largos	Presentación
Madera larga comercial	Exportación	1" - 1.5" - 2"	6" - 18"	6" - 18"	Tablas
Madera larga angosta	Exportación	1" - 1.5" - 2"	4" - 5"	6" - 14"	Tablas

- ✓ Determinación del rendimiento de la madera aserrada y de residuos  
Para obtener porcentajes para el rendimiento de madera aserrada y de residuos, se utilizaron las relaciones sugeridas por (Torres, 1983):

$$RMLC = \frac{VMLC (m^3)}{Vr (m^3)} * 100$$

$$RMLA = \frac{VMLA (m^3)}{Vr (m^3)} * 100$$

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

$$Raserrin = \frac{Vaserrin(m^3)}{Vr (m^3)} * 100$$

$$Rdesperdicios = \frac{Vdesperdicios (m^3)}{Vr (m^3)} * 100$$

Dónde:

RT = Rendimiento total en %

RC = Rendimiento de madera comercial en %



RMLC	= Rendimiento de madera Larga Comercial en %
RMLA	= Rendimiento de madera Larga Corta en %
RC	= Rendimiento de cantonera en %
RA serrín	= Rendimiento de aserrín en %
R desperdicios	= Rendimiento de desperdicios en %
V <sub>r</sub>	= Volumen de madera rolliza en m <sup>3</sup>
VMLC	= Volumen de madera aserrada larga comercial en m <sup>3</sup>
VMLA	= Volumen de madera aserrada larga angosta en m <sup>3</sup>
VC	= Volumen de cantonera en m <sup>3</sup>
Vaserrín	= Volumen de aserrín en m <sup>3</sup>
Vdesperdicios	= Volumen de desperdicios en m <sup>3</sup>

### 3.6. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

#### 3.6.1. Técnicas

La técnica que se empleó en la recolección de los datos estuvo en función a los índices de las variables indicadas.

#### 3.6.2. Instrumentos

Se utilizaron diversos instrumentos como fórmulas de volumen, reglas de cubicación, grados de calidad, encuestas, entrevistas.

### **3.6.3. Procesamiento de la Información.**

La información fue procesada en forma computarizada, utilizando el paquete estadístico computacional PASW versión 18 en español y MINITAB, sobre bases de datos con el cual se organizó la información en cuadros para luego representarlos en gráficos.



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Etapa de Evaluación del Procesamiento de madera aserrada

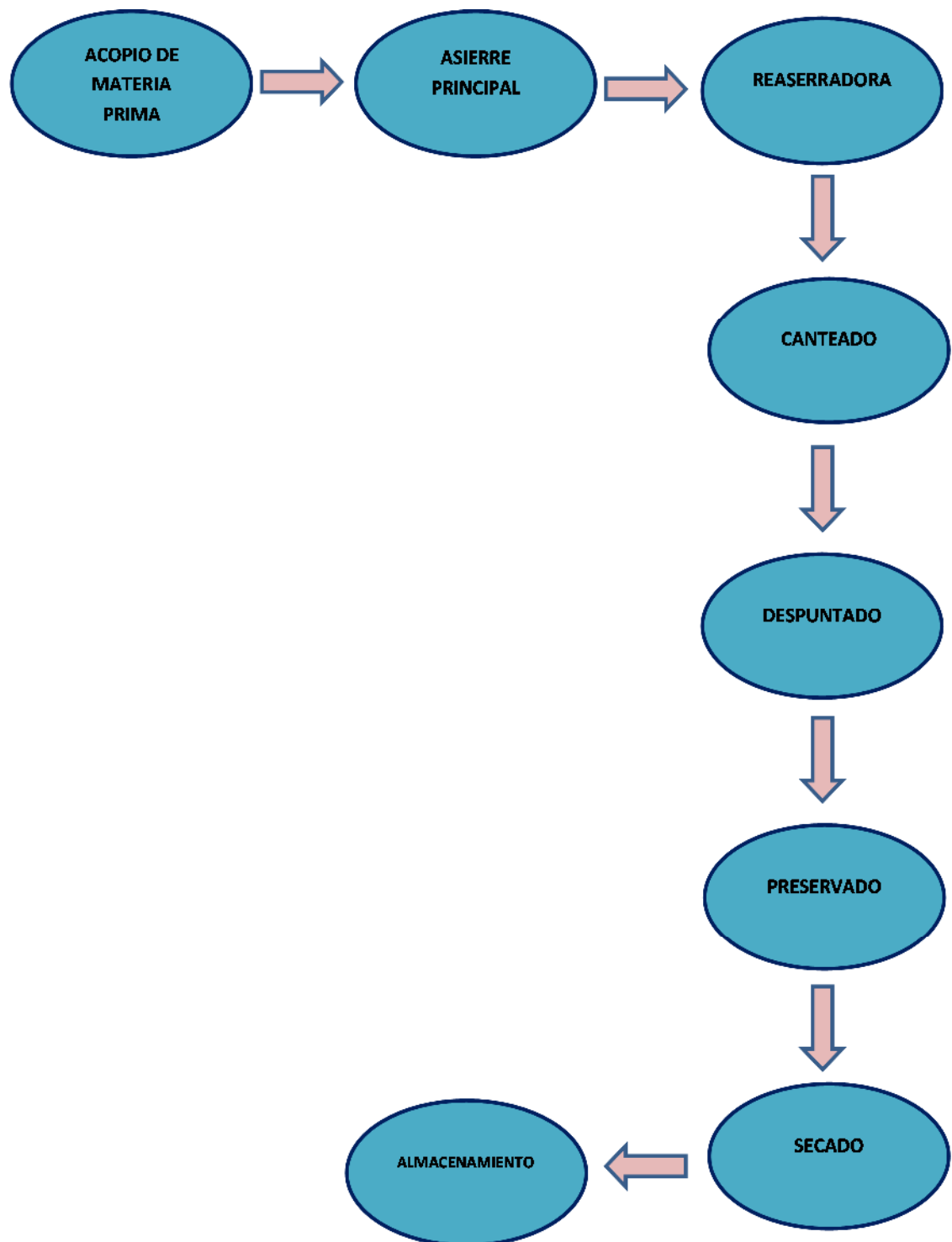
Las cuatro empresas en estudios, presentan sus procesos y flujo de transformación de la madera en troza en madera aserrada de manera similar, tal como se describe y se presenta en la figura N° 01:

- A. **Boya:** Lugar en el cual se abastece de materia prima al aserradero, puede ser a orillas del río o en un patio de espera. Esta etapa se inicia con el descortezado de las trozas, la corteza es eliminada por los alrededores de la planta sin ser recogidos, los que con el paso de los días llegan en un buen porcentaje al río pudiendo generar contaminación a la fauna ictiológica por la presencia de taninos u otros componentes químicos.
- B. **Aserrío principal:** Realiza el principal corte primario de la troza en forma longitudinal, donde se obtiene las tablas o tablones.
- C. **Reaserrado:** Realiza el corte secundario de tablones en forma longitudinal, donde se obtiene tablas
- D. **Canteando:** Reaserrado de las tablas o tablones longitudinalmente en una operación de corte al hilo o sobre el canto para dar el ancho necesario.
- E. **Despuntado:** Reaserrado de las tablas transversalmente en una operación de emparejado, con el fin de eliminar defectos y dar la longitud deseada o requerida.

En el proceso productivo de los aserraderos, donde se incluye la sierra principal, reaserradora, canteadora y despuntadora se observa que las maquinarias y utilizadas cuentan con elementos de corte que generan un alto porcentaje de desperdicios debido a que estos son de baja calidad y precisión; los aserraderos no cuentan con programas preestablecidos para dar mantenimiento tanto a las maquinarias como los equipos y herramientas, solo se utiliza el criterio de los operadores y del gerente o propietario de la empresa.

Así mismo se ha podido observar que los aserraderos cuentan con equipos de corte que generan un alto porcentaje de ruido generando trastornos de audición básicamente a los trabajadores de la empresa y a la población circundante.

- F. **Preservado:** Inmersión en una tina con sustancia preservante donde son sumergidas las tablas de madera a fin de protegerlas temporalmente del ataque de agentes biodeteriorantes, se observa que no existe evaluación de la solución preservadora es decir se utiliza hasta que se acabe descuidando el PH recomendado por el fabricante; los residuos del proceso de impregnación son acumulados en la tina y luego vertidos a los alrededores de la planta, los preservantes utilizados presentan un cierto grado de toxicidad a las personas y al medio ambiente; Las maderas impregnadas son estivadas en los patios y suelen escurrir la solución , esta se desplaza sobre el suelo generando dificultades de toxicidad en el personal que allí labora.
- G. **Secado:** Proceso por el cual se elimina el agua en la madera hasta un contenido de humedad promedio de 9%. Las cámaras de secado poseen un sistema de tuberías que actualmente no poseen ningún aislamiento fuera del secador. No es una práctica prohibida en el aserradero usar madera impregnada para el caldero, aunque no es común que ocurra, puede ocurrir; para alimentar la caldera se usa leña húmeda; no existe control sobre las emisiones de la caldera y no se usan filtros en las chimeneas.
- H. **Almacenamiento:** Disposición de la madera aserrada en espacios adecuados para luego proceder a su clasificación y embalaje. En esta etapa la madera almacenada presenta un olor permanente de preservante que llega a causar sequedad en la boca y garganta de los trabajadores causando malestar general a los mismos.



**Figura 1:** Flujo de Producción de las empresas de aserrío Netrimac SAC, empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C

## 4.2. Recursos Humanos

En el Cuadro N°01, se muestra la cantidad del personal que labora en los aserraderos objeto de estudio, las que se observa un total de 204 personas que laboran, de las cuales solo tres son profesionales especializados en el área forestal, que en promedio implica 0.75 (1.29 %) profesionales por aserradero, se cuenta además con 17 administrativos para los cuatro aserraderos que implica 4.25 personas por aserradero, siendo el rubro más fuerte los obreros que suman en total 184 personas y son el porcentaje más alto con el 89.1 %.

**Cuadro 01:** Personal de los aserraderos: Netrimac SAC, Raúl Oliveira E.I.R.L, Sico Maderas SAC, Zambito E.I.R.L.

Recurso Humano	Administrativos	%	Obreros	%	Profesionales	%	Total	%
Netrimac SAC	4	4.60	82	94.25	1	1.15	87	100
Raul Oliveira E.I.R.L.	4	11.43	31	88.57	0	0.00	35	100
Sico Maderas SAC	5	10.00	43	86.00	2	4.00	50	100
Zambito E.I.R.L.	4	12.50	28	87.50	0	0.00	32	100
Total	17	38.53	184.00	356	3	5.15	204	400
<b>Promedio</b>	<b>4.25</b>	<b>9.63</b>	<b>46</b>	<b>89.08</b>	<b>0.75</b>	<b>1.29</b>	<b>51</b>	<b>100</b>

## 4.3. Antigüedad de la Maquinaria

En el Cuadro N°02, se presentan el estado actual de las maquinarias de los aserraderos con respecto al tiempo que ese encuentran en funcionamiento, con la finalidad de conocer las condiciones en las que actualmente vienen trabajando habiendo encontrado que las maquinarias que se utilizan tiene diversos números de años de antigüedad; así tenemos que dos de las empresas tiene winches nuevos menores a cinco años de antigüedad y otras dos empresas tiene winches comprendidos entre 5.1 a 10 años de antigüedad , en el caso de la sierra cinta o sierra principal que es una de las maquinarias de mayor importancia encontramos que están situación similar al winche, lo que no sucede con la canteadora y despuntadora, una empresa tiene canteadora y despuntadora nueva ( 0 a 5 años) y otra empresa tiene cantadora y despuntadora cuya antigüedad es de 5.1 a 10 años, dos empresas tienen canteadora y despuntadora mayores a 10 años de antigüedad,

las tinas de preservación en todos los casos son mayores a los cinco años, mientras que las cámaras de secado solo dos de las cuatro empresas tiene cámara, una con 5.1 a 10 años y otras dos mayor a los 10 años.

Hay que destacar que los winches en todos los casos son de fabricación local artesanal fabricados por técnicos de la región, en el caso de la sierra principal estas son compradas en el mercado internacional y son de fabricación brasilera, las canteadoras y despuntadoras dos de las empresas tienen de fabricación local artesanal y dos de origen brasilera, mientras que las tina de preservación todas son de madera y fabricación local artesanal, la cámaras de secado todas son de fabricación local artesanal.

**Cuadro 02:** Antigüedad de maquinarias de los aserraderos: Netrimac SAC, Raúl Oliveira E.I.R.L, Sico Maderas SAC, Zambito E.I.R.L.

N°	Categoría	Winche		Sierra principal		Canteadora		Despuntadora		Tina. Preservación		Cámara secado	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1	0 a 5 años	2	50	2	50	1	25	1	25				
2	5.1 a 10 años	2	50	2	50	1	25	1	25	4	100	2	50
3	Más de 10 años					2	50	2	50			2	50

#### 4.4. Rendimiento de Madera por Aserraderos

##### 4.4.1. Rendimiento en Netrimac SAC

En el cuadro N° 03, figura N°02, se observa el rendimiento de la maquinaria de la empresa Netrimac SAC en el aserrío de madera en trozas, después de haber pasado por este proceso, aserrando únicamente la especie cumala; en el que se utilizaron 35 trozas de madera con un volumen total de 16.87 m<sup>3</sup> (100%) para el aserrío, después de este proceso se tabuló la información y se encontró que el promedio de rendimiento de madera aserrada por troza fue de 0,29 m<sup>3</sup> equivalente al 62.37 % ,

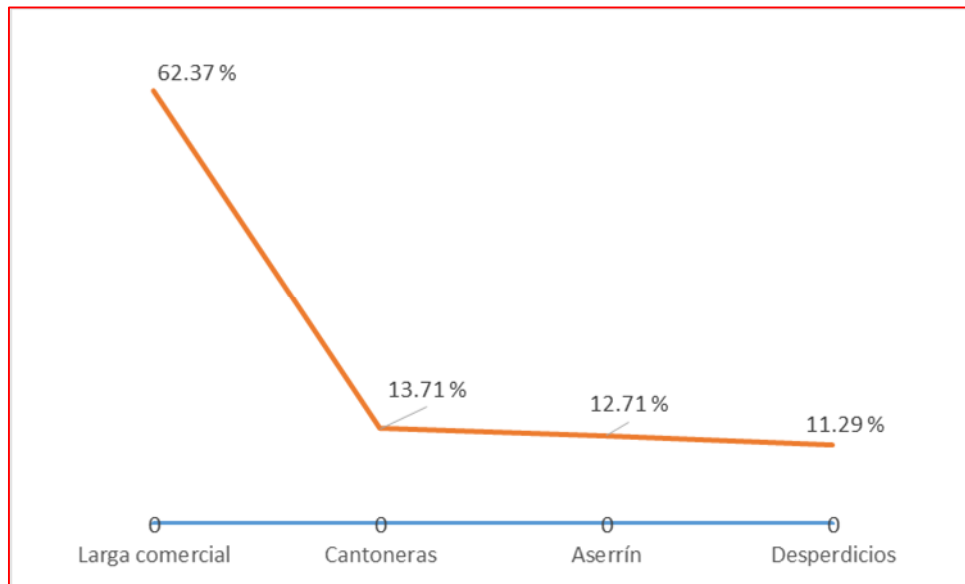
que comprende madera larga comercial y larga angosta, las cantoneras ocupan un segundo lugar con 0.0637 m<sup>3</sup> (13.71 %), luego el aserrín con 0.0611 m<sup>3</sup>(12.71 %) y finalmente los desperdicios con 0.058 m<sup>3</sup>(11.29 %).

Es necesario señalar que la madera larga comercial y angosta son los productos que tienen el mejor precio en el mercado, mientras que las cantoneras y el aserrín tiene precio simbólico en algunos casos y en otros son productos desechados al igual que los desperdicios, el desecho se debe a la falta de maquinaria que generan con valor agregado de las empresas.

**Cuadro 03:** Rendimiento de madera aserrada empresa Netrimac S.A.C.

N°	Volumen Bruto (m <sup>3</sup> )	Volumen Largo Comer. (m <sup>3</sup> )	Rend. %	Vol. Largo Ang. (m <sup>3</sup> )	Rend. %	Vol. Cant. (m <sup>3</sup> )	Rend. %	Vol. Aserrín (m <sup>3</sup> )	Rend. % (m <sup>3</sup> )	Vol. Desperd. (m <sup>3</sup> )	Rend. %
1	0.43	0.23	53.49	0.06	13.95	0.07	16.28	0.06	13.95	0.01	2.33
2	0.33	0.14	42.42	0.06	18.18	0.06	18.18	0.06	18.18	0.01	3.03
3	0.58	0.28	48.28	0.06	10.34	0.09	15.52	0.07	12.07	0.08	13.79
4	0.4	0.23	57.5	0.08	20	0.07	17.5	0.01	2.5	0.01	2.5
5	0.34	0.18	52.94	0.04	11.76	0.04	11.76	0.06	17.65	0.02	5.88
6	0.55	0.33	60	0.05	9.09	0.07	12.73	0.05	9.09	0.05	9.09
7	0.76	0.35	46.05	0.16	21.05	0.08	10.53	0.09	11.84	0.08	10.53
8	0.53	0.29	54.72	0.06	11.32	0.08	15.09	0.06	11.32	0.04	7.55
9	0.43	0.23	53.49	0.04	9.3	0.04	9.3	0.05	11.63	0.07	16.28
10	0.6	0.32	53.33	0.05	8.33	0.08	13.33	0.07	11.67	0.08	13.33
11	0.51	0.23	45.1	0.06	11.76	0.09	17.65	0.06	11.76	0.07	13.73
12	0.32	0.15	46.88	0.03	9.38	0.05	15.63	0.03	9.38	0.06	18.75
13	0.44	0.24	54.55	0.06	13.64	0.05	11.36	0.06	13.64	0.03	6.82
14	0.59	0.28	47.46	0.09	15.25	0.06	10.17	0.08	13.56	0.08	13.56
15	0.46	0.27	58.7	0.05	10.87	0.08	17.39	0.05	10.87	0.01	2.17
16	0.49	0.26	53.06	0.05	10.2	0.05	10.2	0.07	14.29	0.06	12.24
17	0.56	0.2	35.71	0.04	7.14	0.09	16.07	0.07	12.5	0.16	28.57
18	0.76	0.27	35.53	0.1	13.16	0.04	5.26	0.12	15.79	0.23	30.26
19	0.53	0.27	50.94	0.09	16.98	0.05	9.43	0.09	16.98	0.03	5.66
20	0.38	0.2	52.63	0.03	7.89	0.02	5.26	0.04	10.53	0.09	23.68
21	0.34	0.14	41.18	0.03	8.82	0.07	20.59	0.03	8.82	0.07	20.59
22	0.58	0.27	46.55	0.09	15.52	0.03	5.17	0.08	13.79	0.11	18.97
23	0.33	0.17	51.52	0.06	18.18	0.06	18.18	0.02	6.06	0.03	9.09
24	0.35	0.18	51.43	0.06	17.14	0.04	11.43	0.06	17.14	0.01	2.86
25	0.36	0.16	44.44	0.07	19.44	0.05	13.89	0.07	19.44	0.01	2.78
26	0.34	0.19	52.95	0.05	14.71	0.04	11.76	0.05	14.71	0.02	5.88
27	0.56	0.26	46.43	0.12	21.43	0.08	14.29	0.06	10.71	0.04	7.14
28	0.76	0.39	51.32	0.09	11.84	0.08	10.53	0.09	11.84	0.11	14.47
29	0.53	0.28	52.83	0.09	16.98	0.07	13.21	0.08	15.09	0.01	1.89
30	0.38	0.16	42.11	0.02	5.26	0.05	13.16	0.04	10.53	0.11	28.95
31	0.35	0.15	42.86	0.07	20	0.06	17.14	0.05	14.29	0.02	5.71
32	0.32	0.18	56.25	0.03	9.38	0.07	21.88	0.04	12.5	0	0
33	0.67	0.31	46.27	0.05	7.46	0.08	11.94	0.05	7.46	0.18	26.87
34	0.54	0.23	42.59	0.11	20.37	0.09	16.67	0.1	18.52	0.01	1.85
35	0.47	0.2	42.55	0.06	12.77	0.1	21.28	0.07	14.89	0.04	8.51
<b>Total</b>	<b>16.87</b>	<b>8.22</b>	<b>1714</b>	<b>2.26</b>	<b>468.93</b>	<b>2.23</b>	<b>479.76</b>	<b>2.14</b>	<b>445</b>	<b>2.04</b>	<b>395.31</b>
<b>Prom.</b>	<b>0.48</b>	<b>0.23</b>	<b>48.97</b>	<b>0.0646</b>	<b>13.4</b>	<b>0.0637</b>	<b>13.71</b>	<b>0.0611</b>	<b>12.71</b>	<b>0.058</b>	<b>11.29</b>





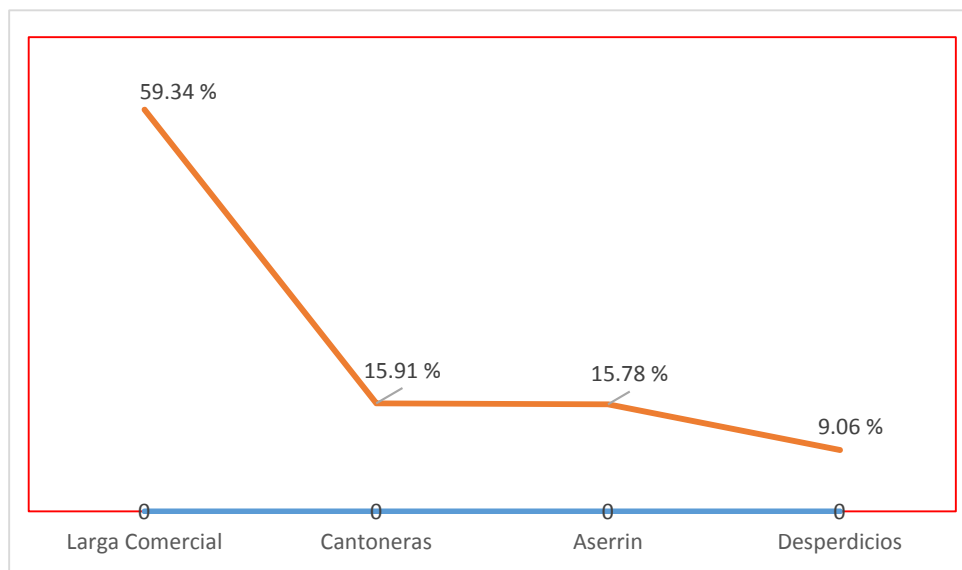
**Figura 02:** Rendimiento de madera aserrada empresa Netrimac S.A.C.

#### 4.4.2. Rendimiento en Raúl Oliveira E.I.R.L.

En el cuadro N° 04, figura N°03, se observa el rendimiento de la maquinaria de la empresa Raúl Oliveira E.I.R.L, en el que procesa las especies cumula, pashaco, papelillo, shiringa y capinuri. Se utilizaron 20 trozas de madera con un volumen total de 17.39 m<sup>3</sup> (100%) para el aserrío, después de este proceso se tabuló la información y se encontró que el promedio de rendimiento de madera aserrada por troza fue de 0.53 m<sup>3</sup> equivalente al 60.54 % que comprende madera larga comercial y larga angosta, el aserrín con 0.135 m<sup>3</sup> (16.66 %) luego las cantoneras con 0.131 m<sup>3</sup> (15.49 %), y por último los desperdicios con 0.074m<sup>3</sup> (7.3%).En este caso se observa un ligero incremento en cantoneras y aserrín y una baja importante en desperdicios.

**Cuadro N ° 04:** Rendimiento de madera aserrada empresa Raúl Oliveira E.I.R.L.

N°	Vol.	Volumen Madera Aserrada (m3)			%	Vol. (m <sup>3</sup> )	MA	Aserrin	%	Cant.	%	Desp.	%
	Bruto (m <sup>3</sup> )	MC	%	MLA			%	(m <sup>3</sup> )		m <sup>3</sup>			
1	1.56	0.68	43.59	0.23	14.74	0.91	58.33	0.12	7.69	0.26	16.67	0.27	17.308
2	0.5	0.19	38	0.07	14.4	0.26	52.4	0.11	22	0.11	22	0.018	3.6
3	0.6	0.25	41.67	0.08	13.5	0.33	55.17	0.08	13.33	0.11	18.33	0.079	13.167
4	0.59	0.21	35.59	0.12	20.34	0.33	55.93	0.15	25.42	0.1	16.95	0.01	1.695
5	0.53	0.23	43.4	0.12	22.64	0.35	66.04	0.07	13.21	0.07	13.21	0.04	7.547
6	1.62	0.82	50.62	0.13	8.02	0.95	58.64	0.18	11.11	0.18	11.11	0.31	19.136
7	1.31	0.64	48.85	0.11	8.4	0.75	57.25	0.16	12.21	0.19	14.5	0.21	16.031
8	0.83	0.48	57.83	0.07	8.31	0.55	66.14	0.14	16.87	0.1	12.05	0.041	4.94
9	1.17	0.52	44.44	0.21	17.95	0.73	62.39	0.16	13.68	0.16	13.68	0.12	10.256
10	1.02	0.54	52.94	0.14	13.73	0.68	66.67	0.17	16.67	0.17	16.67	0	0
11	0.88	0.46	52.27	0.12	13.64	0.58	65.91	0.16	18.18	0.14	15.91	0	0
12	1.19	0.63	52.94	0.12	10.08	0.75	63.03	0.21	17.65	0.21	17.65	0.02	1.681
13	0.63	0.35	55.56	0.07	11.43	0.42	66.98	0.12	19.05	0.08	12.7	0.008	1.27
14	0.65	0.36	55.38	0.08	12.15	0.44	67.54	0.11	16.92	0.1	15.38	0.001	0.154
15	0.52	0.25	48.08	0.03	5	0.28	53.08	0.1	19.23	0.1	19.23	0.044	8.462
16	0.67	0.31	46.27	0.1	14.93	0.41	61.19	0.11	16.42	0.09	13.43	0.06	8.955
17	1	0.51	51	0.12	12	0.63	63	0.22	22	0.13	13	0.02	2
18	1.17	0.51	43.59	0.22	18.8	0.73	62.39	0.16	13.68	0.16	13.68	0.12	10.256
19	0.41	0.18	43.9	0.05	11.95	0.23	55.85	0.11	26.83	0.07	17.07	0.001	0.244
20	0.54	0.25	46.3	0.04	6.48	0.29	52.78	0.06	11.11	0.09	16.67	0.105	19.444
<b>TOTAL</b>	<b>17.39</b>	<b>8.37</b>	<b>952.2</b>	<b>2.23</b>	<b>258</b>	<b>10.6</b>	<b>1211</b>	<b>2.7</b>	<b>333.3</b>	<b>2.62</b>	<b>309.9</b>	<b>1.477</b>	<b>146.1</b>
<b>PROM</b>	<b>0.87</b>	<b>0.42</b>	<b>47.61</b>	<b>0.112</b>	<b>12.9</b>	<b>0.53</b>	<b>60.54</b>	<b>0.135</b>	<b>16.66</b>	<b>0.131</b>	<b>15.49</b>	<b>0.074</b>	<b>7.307</b>



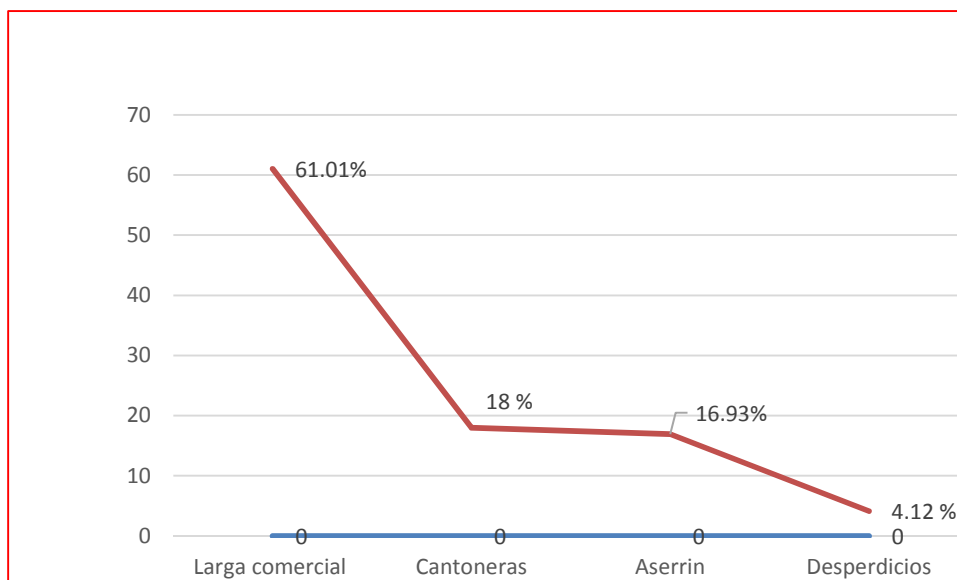
**Figura 03:** Rendimiento de madera aserrada empresa Raúl Oliveira E.I.R.L

#### 4.4.3. Rendimiento en Sico Maderas SAC

En el cuadro N° 05, figura N°04, se presenta el rendimiento de la maquinaria de la empresa Sico maderas SAC en el aserrío de madera en trozas, en el que esta empresa asierra las especies cumala y marupa. Se utilizaron 10 trozas de madera con un volumen total de 5.93 m<sup>3</sup> (100%) para el aserrío, después de este proceso se tabuló la información y se encontró que el promedio de rendimiento de madera aserrada por troza fue de 0.37m<sup>3</sup> equivalente al 61.01 % que comprende madera larga comercial y larga angosta, el aserrín con 0. 10 m<sup>3</sup> (16.93 %) luego las cantoneras con 0.10 m<sup>3</sup> (18%), y por último los desperdicios con 0.03 (4.12%).

**Cuadro N ° 05: Rendimiento de madera aserrada empresa Sico maderas SAC**

N°	Vól.	Madera aserrada (M <sup>3</sup> )				Vól. (m <sup>3</sup> )	%Madera	Aserrín (m <sup>3</sup> )	%	Cart. (m <sup>3</sup> )	%	Resid.	%
	Bruto (m <sup>3</sup> )	MC	%	MLA	%								
1	0.24	0.11	45.83	0.02	8.33	0.13	54.17	0.05	20.83	0.05	20.83	0.01	3.75
2	0.3	0.16	53.33	0.03	10	0.19	63.33	0.05	15	0.05	16.67	0.02	5.33
3	0.3	0.16	53.33	0.03	10	0.19	63.33	0.04	13	0.05	16.67	0.02	6.67
4	0.76	0.36	47.37	0.08	10.53	0.44	57.89	0.17	22.37	0.14	18.42	0.01	1.05
5	0.21	0.1	47.62	0.03	14.29	0.13	61.9	0.02	10.95	0.05	23.81	0.01	3.81
6	0.35	0.18	51.43	0.03	8.57	0.21	60	0.06	18.29	0.07	20	0.01	1.43
7	1	0.53	53	0.02	2	0.55	55	0.24	24	0.16	16	0.05	5.4
8	1.01	0.52	51.49	0.11	10.89	0.63	62.38	0.21	20.79	0.16	15.84	0.01	1.39
9	0.4	0.21	52.5	0.03	7.5	0.24	60	0.07	17.5	0.08	20	0.01	2.75
10	1.36	0.59	43.38	0.39	28.68	0.98	72.06	0.09	6.62	0.16	11.76	0.13	9.63
<b>Total</b>	<b>5.93</b>	<b>2.92</b>	<b>49.28</b>	<b>0.77</b>	<b>110.78</b>	<b>3.69</b>	<b>610.07</b>	<b>1</b>	<b>169.35</b>	<b>0.97</b>	<b>180</b>	<b>0.28</b>	<b>41.21</b>
<b>Prom</b>	<b>0.59</b>	<b>0.29</b>	<b>49.93</b>	<b>0.08</b>	<b>11.08</b>	<b>0.37</b>	<b>61.01</b>	<b>0.1</b>	<b>16.93</b>	<b>0.1</b>	<b>18</b>	<b>0.03</b>	<b>4.12</b>



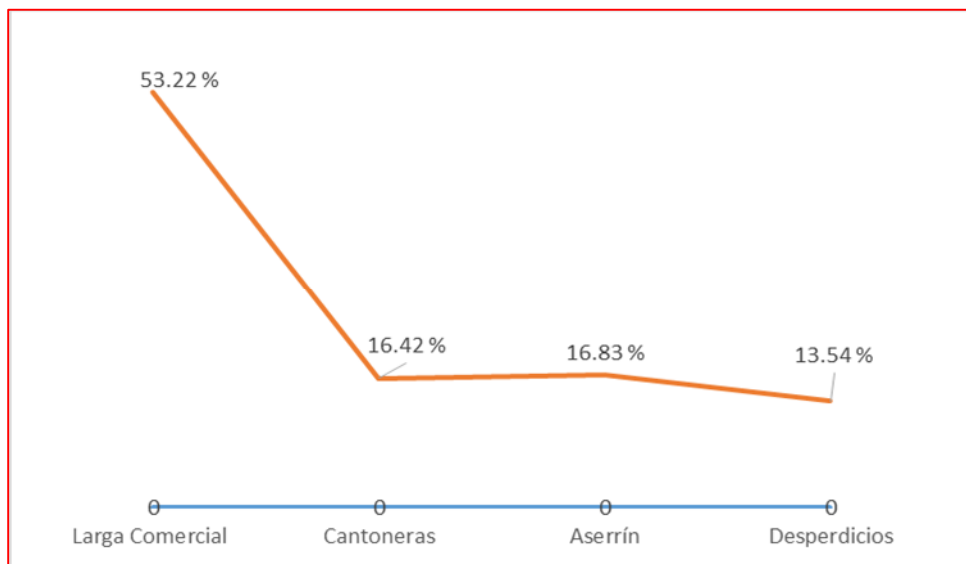
**Figura 04:** Rendimiento de madera aserrada empresa Sico Maderas S.A.C.

#### 4.4.4. Rendimiento en Zambito E.I.R.L.

En el cuadro N° 06, figura N°05, se observa el rendimiento de la maquinaria de la empresa Zambito E.I.R.L en el aserrío de madera en trozas, las que asieran las especies de cumala, papelillo. moena. Copaiba y marupa. Se utilizaron 24 trozas de madera con un volumen total de 30.96 m<sup>3</sup> (100%) para el aserrío, después de este proceso se tabuló la información y se encontró que el promedio de rendimiento de madera aserrada por troza fue de 0.70 m<sup>3</sup> equivalente al 53.22 % que comprende madera larga comercial y larga angosta, las cantoneras con 0.26 m<sup>3</sup> (16.42 %), el aserrín con 0.22 m<sup>3</sup> (16.83) y por último los desperdicios con 0.13 (13.54%). En este caso los porcentajes de aserrín y cantoneras son similares mientras que los desperdicios observan un incremento importante.

**Cuadro N ° 06:** Rendimiento de madera aserrada empresa Zambito E.I.R.L

Trozadas	Vol. bruto (m <sup>3</sup> )	Rend. Comerl. %	Vol. Comerl. (m <sup>3</sup> )	Cantoneras %	Vol. Cantoneras (m <sup>3</sup> )	Rend. Aserrín %	Vol. Aserrín (m <sup>3</sup> )	Rend. Residuos %	Vol. Residuos (m <sup>3</sup> )	TOTAL (%)
1	1.09	50	0.55	17	0.19	19	0.25	14	0.11	100
2	0.93	48.55	0.45	16	0.19	19.42	0.18	16	0.11	100
3	1.84	53.2	0.98	15	0.37	13.57	0.25	18	0.18	100
4	1.61	48.42	0.78	15	0.32	19.87	0.32	17	0.16	100
5	1.2	51	0.82	18	0.24	21	0.26	10	0.12	100
6	1.84	51.8	0.92	19	0.37	19.28	0.3	10	0.18	100
7	1.1	60	0.72	15	0.22	15.4	0.17	10	0.11	100
8	1.29	58	0.71	15	0.26	16.99	0.22	10	0.13	100
9	1.72	55	0.92	18	0.34	17.4	0.3	10	0.17	100
10	1.19	55	0.59	19	0.24	16	0.18	10	0.12	100
11	1.29	52	0.71	22	0.26	16.22	0.21	10	0.13	100
12	0.27	48.78	0.13	18	0.05	15.01	0.04	18	0.03	100
13	1.01	57.19	0.58	16	0.2	16.76	0.17	10	0.1	100
14	1.74	50	0.87	13	0.35	16.71	0.29	20	0.17	100
15	1.4	55.86	0.78	18	0.28	15.76	0.22	10	0.14	100
16	1.86	53.27	0.99	16	0.37	18.29	0.34	12	0.19	100
17	1.29	54.83	0.71	19	0.26	16.22	0.21	10	0.13	100
18	1.5	50	0.75	13	0.3	18.64	0.28	18	0.15	100
19	0.46	53.81	0.25	15	0.09	15.07	0.07	17	0.05	101
20	0.77	53.49	0.41	17	0.15	14.35	0.11	15	0.08	100
21	0.84	46.19	0.39	14	0.17	14.21	0.12	26	0.08	100
22	2.11	50	1.06	16	0.42	16.56	0.35	17	0.21	100
23	1.61	57	1.1	16	0.32	16.14	0.26	11	0.16	100
24	1	64	0.64	14	0.2	16	0.16	6	0.1	100
<b>Total</b>	<b>30.96</b>	<b>1277.39</b>	<b>16.81</b>	<b>394</b>	<b>6.16</b>	<b>403.87</b>	<b>5.26</b>	<b>325</b>	<b>3.11</b>	<b>2401</b>
<b>Prom.</b>	<b>1.29</b>	<b>53.22</b>	<b>0.7</b>	<b>16.42</b>	<b>0.26</b>	<b>16.83</b>	<b>0.22</b>	<b>13.54</b>	<b>0.13</b>	<b>100.04</b>



**Figura 05:** Rendimiento de madera aserrada empresa Zambito E.I.R.L.

#### 4.4.5. Rendimiento en los aserraderos Netrimac SAC, empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C

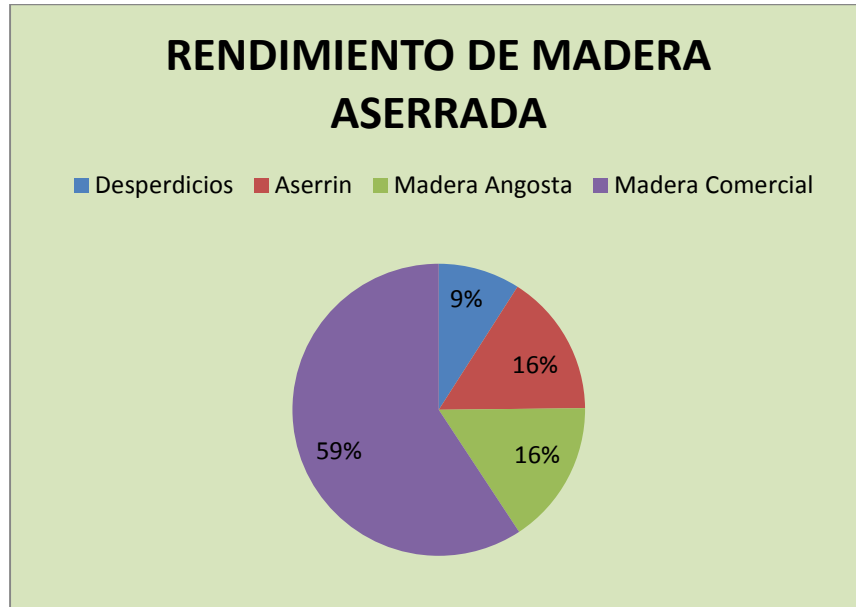
En el cuadro N°07, figura N°06, se puede observar en resumen los resultados encontrados para cada una de las empresas de aserrío en estudio, donde se establece un promedio de promedios del rendimiento para poder determinar el resultado total del estudio y poder inferir sobre la población en estudio. Los resultados nos muestran que la madera comercial y angosta representan un rendimiento igual al 55.93 %, (0.47 m<sup>3</sup>) mientras que las cantoneras y aserrín son muy similares y representan el 15.91 % (0.14 m<sup>3</sup>) y 15.7% (0.13 m<sup>3</sup>) respectivamente y por último el desperdicio representa el 9.06 % (0.07 m<sup>3</sup>).

**Cuadro N° 07:** Rendimiento en los aserraderos Netrimac SAC, empresas de aserrío Raúl

Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas

S.A.C

Empresa	Madera Comercial (m3)	%	Madera Angosta (m3)	%	Cantidad (m3)	%	Aserrín (m3)	%	Desperdicio	%
Zambito E.I.R.L.	0.7	53.22		0	0.26	16.42	0.22	16.83	0.13	13.54
Netrimac SAC	0.23	48.97	0.064	13.4	0.06	13.71	0.06	12.71	0.06	11.29
Sico Maderas SAC	0.29	49.93	0.08	11.08	0.1	18	0.1	16.93	0.03	4.12
Raul Oliveira E.I.R.L.	0.42	47.61	0.11	12.9	0.13	15.49	0.14	16.66	7	7.3
<b>Total</b>	<b>1.64</b>	<b>199.73</b>	<b>0.26</b>	<b>38.38</b>	<b>0.55</b>	<b>63.62</b>	<b>0.52</b>	<b>63.13</b>	<b>0.29</b>	<b>36.25</b>
<b>Promedio</b>	<b>0.41</b>	<b>49.93</b>	<b>0.06</b>	<b>9.34</b>	<b>0.14</b>	<b>15.91</b>	<b>0.13</b>	<b>15.78</b>	<b>0.07</b>	<b>9.06</b>



**Figura N° 06:** Distribución porcentual del rendimiento de madera aserrada de los Aserraderos Netrimac SAC, empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Etapa de Evaluación del Procesamiento de Madera Aserrada

En la Figura N°01, se presentan los procesos y flujo de transformación de la madera en troza de madera aserrada de las empresas Netrimac SAC, empresa de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C.

En lo que respecta a la boya, dada la acumulación de la corteza por los alrededores de la planta sin ser recogidos, siendo necesario ubicar contenedores en lugares adecuados.

En el proceso productivo de los aserraderos, respecto al asierre principal, canteado y despuntado, respecto a una producción limpia en el proceso se sugiere el uso de elementos de corte de alta calidad en cuanto a su durabilidad y precisión; los mantenimientos de los elementos de corte se debe realizar siguiendo un calendario establecido y recomendado por los fabricantes para cada elemento de corte; realizar correctos y periódicos afilados de las sierras; empleo de motores de bajo consumo de energía y mantenimiento periódico de ellos, a fin de realizar un menor consumo de energía y en lo posible cerrar herméticamente las instalaciones en donde se efectúa el aserrado de la madera (cerrados con material aislante) y mitigar los olores y los ruidos.

En lo referente al proceso de tratamiento de la madera, debido al uso de fungicidas e insecticidas solubles en agua de gran poder contaminante. Estos productos impregnan los lodos que se forman por la sedimentación del aserrín en las tinas donde se realiza el baño protector.

Además, al producirse derrames, salpicaduras o goteos se genera contaminación en los suelos cercanos a la tina de tratamiento, e incluso en las aguas subterráneas gracias a la solubilidad del producto, que llega a ellas disuelta en el agua de lluvia. Este problema también se da en el lugar de almacenaje de la madera tratada, si no se hace bajo techo.

En este sentido, se sugiere que las empresas de aserrío, traten de utilizar otros preservantes profilácticos alternativos, que sean menos tóxicos y con una mayor biodegradabilidad, esta alternativa minimizara de forma considerable los impactos producidos sobre el medio ambiente. Por un lado, descende el riesgo de perjuicio sobre el medio natural (ecotoxicidad) en caso de accidentes, ya que, al haberse rebajado la agresividad de los



productos empleados, los efectos negativos también se reducen.

Por otro lado, la utilización de otros productos de menor toxicidad implica una disminución de la toxicidad de los lodos producidos en las tinajas donde se lleva a cabo el tratamiento.

Respecto al secado de la madera, utilizar los desechos de aserrío como combustible para la caldera, en lo posible aislar las tuberías del contacto directo con el ambiente, evitar la no incineración de madera que contenga productos químicos (como los provenientes del impregnado); alimentar la caldera con madera seca, analizar periódicamente las emisiones, usar filtros en las chimeneas, realizar mantenimiento periódica de la caldera.

En la etapa de almacenamiento, dado a la madera almacenada que presenta un olor permanente de preservante que llega a causar sequedad en la boca y garganta de los trabajadores causando malestar general a los mismos. Se debe proporcionar a los trabajadores equipos de protección facial y así mismo las empresas deben brindar caramelos y leche en forma diaria.

## **5.2. Recurso humanos**

En el Cuadro N°01, se aprecia en cuanto al recurso humano que labora en los aserraderos, en el que se puede afirmar que para el caso en estudio que estas empresas no cuenta con personal profesional, pues solo 0.75 profesionales (1.29 %) labora por cada aserradero, número que puede considerarse adecuado ya que estas empresas son de categoría mediana y no cuentan con un gran número de personas. Sin embargo se precisa que siendo el rubro más fuerte los obreros que suman en total 184 personas y son el porcentaje más alto con el 89.1 %, se sugiere que este personal sea capacitado, con el propósito de brindar los conocimientos, habilidades y actitudes, para incidir en el mejoramiento del desempeño de sus funciones laborales y profesionales; además de orientar las acciones al cumplimiento de los objetivos de la empresa. La gestión de la capacitación, que se debe hacer en todas las áreas de la empresa, incluye las siguientes áreas de capacitaciones:

- A. Salud ocupacional y Seguridad Industrial: Equipo de protección personal, riesgos que corre el empleado en la empresa, primeros auxilios, procedimientos de higiene y seguridad, entre otros. Especificar zonas potenciales de riesgos como fugas de vapores, explosiones o incendios, capacitar en operaciones que involucren el manejo de solventes inflamables.
- B. Procesos : Tipos de equipo y herramientas utilizadas para la transformación primaria de la madera, detalle del proceso productivo riesgos ambientales de cada una, buenas prácticas de producción más limpia
- C. Insumos: Capacitación básica en manejo de materiales para el conocimiento de las sustancias utilizadas como recursos e insumos, su uso eficiente, afecciones a la salud y consecuencias en caso de manejo inadecuado.
- D. Residuos y subproductos: Conceptos generales y manejo de los lodos del baño antimanchas, residuos sólidos como aserrín, cortezas, etc., así como subproducto del proceso.
- E. Legislación y Ambiente: Legislación aplicable y temas relacionados a la protección ambiental como ser: Ley general del ambiente, Ley forestal, Código del Trabajo, etc.

### 5.3. Antigüedad de la maquinaria

En el Cuadro N°02, se observa el estado actual de las maquinarias de los aserraderos con respecto al tiempo que ese encuentran en funcionamiento, habiéndose encontrado que las maquinarias que se utilizan tiene diversos números de años de antigüedad; así tenemos que dos de las cuatro empresas estudiadas tiene el 50 % de winches con una antigüedad mayor a cinco años, de igual manera la sierra principal, los winches son de fabricación local lo que implica que exista mayor imprecisión en la maquinaria debido al tipo de trabajo para la fabricación de los mismos que es de tipo artesanal no contando los fabricantes con muchos instrumentos y equipos fundamentales para este tipo de fabricación, en el caso de la sierra principal todas son sierra de cinta, no existiendo cierras de disco, la canteadora y despuntadora en todos los casos son artesanales, lo mismo sucede con las tinas de preservación y cámaras de secado. En

este sentido Fajardo (2012), sostiene que la maquinaria existente en la industria del aserrío tiene una antigüedad muy heterogénea que va desde los 02 hasta más de 30 años, incluidas las diferentes categorías establecidas indica además que el 33 % del total de las empresas en sus diferentes categorías cuentan con maquinaria nueva no mayor de 10 años, destacando en especial la categoría mediana con 9 empresas, existiendo también empresas con maquinaria con buen tiempo de uso ( 10 a 30 años) siendo este su porcentaje de 24.56 %, el 42.11 % es maquinaria muy antigua con más de 30 años de antigüedad, siendo la categoría pequeña la que presenta el mayor número de empresas obsoletas, se puede observar también con mucha claridad que las empresas grandes cuentan con maquinaria relevante nueva que no pasa los 10 años de antigüedad, esta afirmación concuerda en muchos casos con lo indicado en el presente estudio.

Las principales emisiones atmosféricas presentes en los aserraderos estudiados corresponden a las que se originan en el secador, producto de la incineración de residuos provenientes del proceso de aserrío, la mayoría de los residuos que alimentan la caldera del secador contienen un alto contenido de humedad, lo cual aumenta considerablemente las emisiones atmosféricas, además, producto de la incineración de estos residuos se generan óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno los cuales son liberados a la atmósfera, esto contribuye a la llamada lluvia ácida. Por último, las emisiones de dióxido de carbono producidas por la combustión de estos residuos sólidos contribuyen al efecto invernadero.

Las emisiones de pequeñas partículas de madera o aserrín fino y muy fino constituyen otra emisión atmosférica, la cual afecta directamente a las personas que trabajan en el aserradero, sobre todo cuando se trata de partículas muy finas. Estas emisiones de partículas finas se concentran en las etapas del proceso en donde se le da terminaciones finas a cierto tipo de producto, por ejemplo en la lijadora.

Cabe indicar, que por lo general los lugares donde se emplazan actualmente los aserraderos se han ido poblando paulatinamente de casas habitacionales; a esto se suma a que las instalaciones en donde se asierra la madera no poseen el aislamiento

necesario y esto hace que el ruido proveniente del proceso de aserrío llegue hasta las casas vecinas, no produciéndose problemas hasta el momento. El principal problema en cuanto al ruido se presenta para los operarios que trabajan directamente en las labores de aserrío, sobre todo en los trabajadores que llevan más años en la empresa, se evidencia en ellos tienen problemas acústicos causados por la prolongada exposición a ruidos del proceso, en los operarios más jóvenes se comprueba la utilización de tapones protectores en los oídos. El problema de los ruidos se ve acentuado por el hecho de que las máquinas ocupadas en el aserradero son antiguas, muchas de ellas modificadas y adaptadas por lo que su funcionamiento no presenta ningún grado de optimización.

Producto del estado de las maquinarias, se producen los ruidos, emisión de polvos y vibraciones, además de las grandes cantidades de residuos de madera que se generan durante el proceso. Estos residuos deben ser vistos como un subproducto valorizable que debe ser reintegrado en otros puntos del proceso productivo.

En este sentido, la modernización de la maquinaria sería una forma de reducir la cantidad de restos producidos, ya que incorporan sistemas. En casos de equipos y maquinarias de nuevo uso es necesario tomar en cuenta el escaneado para el aserrado, que mejoran el rendimiento de la materia prima, a la vez que reducen la cantidad de polvo producido, las vibraciones, ruidos, etc. Además, la maquinaria moderna tiende a reducir el consumo energético.

De otro lado, la constante mejora y modernización tecnológica de los equipos industriales llevan asociadas ventajas productivas y medioambientales, así el escáner multiplica el rendimiento de la materia prima, optimizan el consumo energético, y generan una menor cantidad de residuos.

Este tipo de mejora puede contribuir también a disminuir los tiempos de trabajo en los diferentes procesos.

Las máquinas más modernas suelen ser más eficientes tanto energéticamente como productivamente, lo cual supone un ahorro general de recursos.

Además, al estar diseñadas con una mayor conciencia medioambiental, son menos contaminantes, facilitan la gestión de los residuos y cumplen normas de seguridad que contribuyen a la salud laboral.

No está demás indicar que la sustitución de los aceites lubricantes PCB (policlorobifenilos) de las máquinas por otros alternativos que presenten un menor riesgo, tanto para la salud humana, como para el medio ambiente; se estaría reduciendo la destrucción de la capa de ozono y disminuye el riesgo de contaminación de los suelos. Además contribuye a mejorar la salud laboral al evitar emanaciones tóxicas.

#### **5.4. Rendimiento en los aserraderos Netrimac SAC, empresas de aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L, Zambito E.I.R.L y Sico Maderas S.A.C**

De los resultados encontrados en los Cuadros N°03, 04, 05, 06 y 07; figuras 02, 03, 04, 05 y 06. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que las especies conocidas como maderas suaves presentan similar rendimiento que las especies conocidas como maderas duras, sin embargo el rendimiento de estas son similares ya que estadísticamente estas no presentan significancia importante entre los aserraderos objetos del estudio.

Es necesario considerar que el rendimiento de la maquinaria de los aserraderos depende de su estado actual, como también del diseño de fabricación ya que en el caso de Loreto estos diseños adolecen de ciertas fallas debido a que son fabricadas por personas con experiencia pero sin conocimiento teórico o un mínimo de ello.

En ese sentido, se puede señalar que el rendimiento de madera larga comercial y angosta en promedio se obtiene 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 %, porcentaje similar al encontrado en el presente estudio para la misma empresa, rendimiento que fue del 61.01 %.

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 desde 61.64%, equivalente a obtener 261 pt ( $0.61\text{m}^3$ ) por cada metro cúbico de madera en rollo, o bien, se requieren  $3.83\text{ m}^3$  rollo para obtener 1,000 pt ( $2.36\text{ m}^3$ ) de madera aserrada.

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.

En un estudio de 38 aserraderos de Pucallpa, Gauthier (1986) encuentra valores para el rendimiento promedio de 53,1 % .

Fullopoy 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 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 las empresas hoy tienen mayor preocupación en compra de mayor número de maquinarias con una mejor tecnología

De estos resultados podemos señalar que el mayor porcentaje del 59,67% de rendimiento de madera larga comercial y angosta, para el empresario resulta poco aceptable el porcentaje promedio obtenido debido a que los precios tanto en el

mercado local, nacional e internacional son bastante bajos debido a que la madera cuenta con muchos sustitutos como fibra plástica, metales entre otros. y a esto le añadimos el 15,91% de cantoneras las que tiene un mínimo precio en el mercado local. El aserrín y desperdicios que están en el orden del 24,84% 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 y desperdicios 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 distintos para el que fue diseñado y por último el residuo debe ser reutilizado con el mismo fin para el que fue diseñado.

## 5.5. Alternativas de aprovechamiento con tecnologías limpias

Dado el análisis de la situación actual de los aserraderos objeto del estudio, se propone las alternativas de aprovechamiento con tecnologías limpias:

1. En la boya, cuya genera la acumulación de cortezas, es necesario ubicar contenedores en lugares diseñados estratégicamente.
2. En el asierre principal, canteado, despuntado, se debe considerar el uso de elementos de corte de alta calidad en cuanto a su durabilidad y precisión; el mantenimiento de los elementos de corte debe realizarse siguiendo un calendarizado establecido y recomendado por los fabricantes de cada elemento de corte.
3. Realizar correctos y periódicos afilados de las sierras de acuerdo a un plan de producción.
4. Empleo de motores de bajo consumo y mantención periódica de ellos
5. Cerrar herméticamente las instalaciones en donde se efectúa el aserrado de la madera (cerrados con material aislante) para mitigar los olores y los ruidos.
6. En el tratamiento de preservación, en lo posible utilizar otros perseverantes profilácticos alternativos, que sean menos tóxicos y con una mayor biodegradabilidad,
7. En el secado de la madera, aislar las tuberías del contacto directo con el ambiente; evitar la incineración de madera que contenga productos químicos; alimentando la caldera con madera seca; analizar periódicamente las emisiones; usar filtros en las chimeneas y realizar mantención periódica de la caldera.
8. En la etapa de almacenamiento, se debe proporcionar a los trabajadores equipos de protección facial y así mismo las empresas deben brindar caramelos y leche en forma diaria.
9. En lo que respecta al personal, esta debe ser capacitado en :salud ocupacional y seguridad industrial, procesos, insumos, residuos, subproductos, legislación y ambiente.
10. En lo referente a las maquinarias, se debe realizar una modernización de la maquinaria; en casos de equipos y maquinarias de nuevo uso es necesario tomar en cuenta el escaneado para el aserrado; en lo posible realizar la sustitución de los aceites



lubricantes PCB (policlorobifenilos) de las máquinas por otros alternativos que presenten un menor riesgo, tanto para la salud humana, como para el medio ambiente.

11. Los residuos generados en el proceso productivo, de alguna manera se deben reciclarse, introduciéndolos de nuevo en la cadena productiva de este y otros sectores; valorizar 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 por último estos residuos deben ser reutilizado con el mismo fin para el que fue diseñado.

## VI. CONCLUSIONES

1. Las cuatro empresas en estudios, presentan sus procesos y flujo de transformación de la madera en troza en madera aserrada de manera similar, tal como se describe: boya, aserrío principal, reaserrado, canteando, despuntado, preservado, secado y almacenamiento.
2. 204 personas laboran en los aserraderos objetos del estudio, tres son profesionales en el área forestal 0.75 (1.29 %) profesional por aserradero; 17 administrativos que implica 4.25 personas por aserradero, siendo el rubro más fuerte los obreros que suman en total 184 personas (89.1 %)
3. Dos (02) de las empresas tiene winches y sierra principal nuevos menores a cinco años de antigüedad y otras 02 empresas tiene winches y sierra principal comprendidos entre 5.1 a 10 años de antigüedad; 01 empresa tiene canteadora y despuntadora nueva (0 a 5 años) y otra empresa tiene canteadora y despuntadora cuya antigüedad es de 5.1 a 10 años; 02 empresas tienen canteadora y despuntadora mayores a 10 años de antigüedad; las tinas de preservación en todos los casos son mayores a los cinco años, mientras que las cámaras de secado solo 03 de las 04 empresas tienen cámara, una con 5.1 a 10 años y otras dos mayor a los 10 años.
4. Los winches en todos los casos son de fabricación local artesanal; con respecto a la sierra principal estas son compradas en el mercado internacional y son de fabricación brasilera, las canteadoras y despuntadoras dos de las empresas tienen y son de fabricación local artesanal y dos de origen brasilera; las tina de preservación todas son de madera y fabricación local artesanal, la cámaras de secado todas son de mampostería
5. El rendimiento promedio de la maquinaria de la empresa Netrimac SAC, para la especie cumala es del 62.37 %, que comprende madera larga comercial y larga angosta, las cantoneras ocupan un segundo lugar con 13.71 %, luego el aserrín con 12.71 % y finalmente los desperdicios con 11.29 %.

6. El rendimiento promedio de la maquinaria de la empresa Raul Oliveira E.I.R.L, para las especies cumula, pashaco, papelillo, shiringa y capinuri es de 60.54 % que comprende madera larga comercial y larga angosta, el aserrín con 16.66 %, las cantoneras con 15.49 % y por último los desperdicios con 7.3%.
7. El rendimiento promedio de la maquinaria de la empresa Sico maderas SAC para las especies cumula y marupa es 61.01 % que comprende madera larga comercial y larga angosta, el aserrín con 16.93 %, las cantoneras con 18% y por último los desperdicios con 4.12%.
8. El rendimiento promedio de la maquinaria de la empresa Zambito E.I.R.L para las especies de cumula, papelillo. moena, copaiba y marupa es de 53.22 % que comprende madera larga comercial y larga angosta, cantoneras con 16.42 %, el aserrín con 16.83% y por último los desperdicios con 13.54%.
9. Los rendimientos promedios para los 04 aserraderos es para madera comercial y angosta representan un rendimiento igual al 55.93 %, , las cantoneras y aserrín son muy similares y representan el 15.91 % y 15.7 % y por último el desperdicio representa el 9.06 % .
10. La aplicación de tecnologías limpia para los aserraderos analizados puede producir beneficios económicos y ambientales significativos en un corto plazo, la mayoría de las medidas propuestas apuntan a cambios en la gestión y en los hábitos usados por las empresas, son las llamadas medidas blandas, por las cuales se debe partir en la sustentabilidad de un proceso de producción limpia.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Que las empresas de aserrío de la ciudad de Iquitos se provean de los recursos necesarios a fin de poder implementar las alternativas de aprovechamiento con tecnologías limpias que se proponen en el presente estudio.
2. Implementar medidas de tecnologías limpias, partiendo por las medidas blandas para reducir al máximo los residuos generados, y luego, disponer de manera adecuada de aquellos que igualmente resulten del proceso, asumiendo que siempre van a existir residuos en un aserradero. La tendencia mundial indica que la mejor forma de valorar estos residuos es a través de los subproductos, en el caso del aserrín, astillas y viruta, pueden ser usados para la fabricación de tableros, compostaje, briquetas y pellets.
3. Para que las empresas comiencen a implementar las medidas de tecnología limpia; sobre todo si se la concibe como una estrategia productiva más que ambiental, se debe realizar una gestión en donde todos los integrantes de la planta participen de la implementación de ésta, sobretodo en el nivel gerencial, el cual muchas veces se inhibe de estos procesos traspasando la responsabilidad de esta tarea a los mandos medios.

## VIII. BIBLIOGRÁFIAS

- 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 pág.
- ALDAS, M (2014). Rendimiento en el proceso de transformación de madera rolliza a madera escuadrada de pino (*Pinus radiata* D. Don), con dos tipos de aserradero, en la ciudad de Riobamba, Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Forestal. Tesis Ingeniero Forestal .Escuela Superior Técnica de Chimborazo. Ecuador. 123 pág.
- ÁLVAREZ, E.; DÍAZ, S. y ALESSANDRINI, M. (2001). Utilización racional de los residuos forestales. EN: Unasyuva - No. 206 - CONVENIOS MUNDIALES SOBRE LOS BOSQUES Revista internacional de silvicultura e industrias forestales - Vol. 52- 2001/3. FAO
- ÁLVAREZ *et. al* . (2012). Modelación de los rendimientos de madera aserrada en relación con determinadas características del árbol. Artículo científico, Revista Forestal, Universidad Pinar del Rio - Cuba . Universidad de Córdoba – España. 73 - 81 pág.
- 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 pág.
- CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE HONDURAS (CNP+LH). (2009). Guía de buenas Prácticas ambientales para la industria forestal primaria (aserraderos). HONDURAS.

- COMISIÓN DEL MEDIO AMBIENTE (1992). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1992). Agenda 21. Río de Janeiro, Brasil.
- COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. (2000). Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Rubro Aserraderos y Procesos de Madera. Santiago. Chile.
- 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.
- FAJARDO L. (2012). “Análisis de la industria del aserrío en la provincia de Maynas Loreto– Perú - 2 011”. Universidad nacional de la Amazonia Peruana. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal, 73 pág.
- FAO.(1991). Impacto de los aprovechamientos forestales industriales en un bosque primario del Petén. Guatemala; 16pág.
- FULLOP, Z. y VASQUEZ, W. (1989). “Guía de cubicación industrial de maderas en trozas”. Proyecto de Desarrollo Industrial Forestal. Perú Canadá. Lima. 16 pág.
- KAWAS, J. (1975). Rendimiento de los aserraderos en la región de Ucayali. Tesis para optar el título de ingeniero Forestal – Universidad nacional de Huancayo, 96 pág.
- GAUTHIER, D. (1986). “Diagnóstico de la industria de aserrío en Pucallpa”. Programa de Desarrollo Industrial Forestal. Perú Canadá. Lima. 16 pág.
- GUEVARA L REYES P Y BOCANEGRA L. (1993) Concluyen en su artículo científico titulado “Evaluación de residuos de aserrío” Folia Amazónica- Vol. 5 – (1 -2) – 93 Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 191 pág.
- 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 pág.
- NÁJERA, H; MÉNDEZ, J y VARGAS (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 pág.
- OTERO, N.(1985). “Estudio sobre disponibilidad de sobrantes de madera para uso en la generación de energía eléctrica”. Electro Centro S.A. Pucallpa. 517 pág.
- QUEVEDO, M; GUEVARA, L; ESPINOSA, M Y PUERTAS, C. (2012. “Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales el rendimiento en el aserrío, Informe Técnico Ministerio de Agricultura - ITTO – AIDER, Lima – Perú.
- 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 Pág.
- SOTO, S. (1999). Evaluación económica y ambiental de los desechos forestales producidos en los aserraderos de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis de maestría. Escuela de posgrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 103 pág.
- TECNOFOREST. (1982). *Consulta Técnica*. El libro de problemas. Feria Internacional del Pacífico. Lima. 56 pág.
- TRAUTMANN, C. (2015). Aserradero “Patagonia Ltda.”.Facultad de Ingeniería Industrial - Universidad Autónoma de Chile. Santiago de Chile, 138 pág.
- TORRES, 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 pág.

TUSET, R. Y DURAN F. (1979). Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Montevideo, Uruguay. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. 688 pág.

WIKIPEDIA (2015) [http://es.wikipedia.org/wiki/Industria\\_maderera](http://es.wikipedia.org/wiki/Industria_maderera)  
<http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea19s/ch017.htm> (2014).





# ANEXOS





**Figura N°07.** Proceso de canteado del aserradero aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L.



**Figura N°08.** Llenado de la cámara de secado del aserradero aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L.



**Figura N°09.** Asierre principal del aserradero aserrío Raúl Oswaldo Oliveira García E.I.R.L.



**Figura N°10.** Despuntadora del aserradero Netrimac S.A.C.



**Figura N°11.** Canteadora del aserradero Netrimac S.A.C.



**Figura N°12.** Tina de preservado Netrimac SAC



**Figura N°13.** Canteado en la empresa Zambito E.I. R.L.



**Figura N°14.** Tina de preservado en la empresa Zambito E.I. R.L.



**Figura N°15.** Apilado para la cámara de secado en la empresa Zambito E.I. R.L.



**Figura N°16.** Sierra Principal en la empresa Sico Maderas SAC.



**Figura N°17.** Cámaras de secado e la empresa Sico Maderas SAC.



**Figura N°18.** Almacenamiento en la empresa Sico Maderas SAC.