



**FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES**

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

TESIS

**“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA INDUSTRIAL
SICO MADERAS SAC EN EL ASERRIO DE MADERA Y PROPUESTA DE
MEJORA, 2014”**

Para optar el Título de Ingeniero Forestal

AUTOR

JIMMY ANTONY MERA ISLA

Iquitos- Perú

2016

ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 630

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el Bachiller JIMMY ANTONY MERA ISLA titulada: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA INDUSTRIAL SICO MADERAS SAC EN EL ASERRIO DE MADERA Y PROPUESTA DE MEJORA" formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:

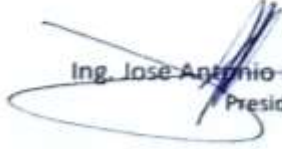
Con el calificativo de:

En consecuencia queda en condición de ser calificada:


Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Aprobado
By Luis
Spade

Iquitos, 07 de Abril 2015.


Ing. Jose Antonio Escobar Diaz, Mgr.
Presidente.


Ing. Jorge Luis Rodriguez Gomez, Dr.
Miembro.


Ing. Carlos Luis Vásquez Flores.
Miembro.


Ing. Jarlin Arellano Valderrama.
Asesor.

TESIS


**ÉVALUACION DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA INDUSTRIAL SICO MADERAS
SAC, EN EL ASEERIO DE MADERAS Y PROPUESTA DE MEJORA, 2014"**

(Aprobado el 07 de abril del 2015 según acta de sustentación N° 630)

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR


Ing. José Antonio Escobar Díaz, Mgr.


Presidente


Ing. Luis Rodríguez Gómez, Dr.

Miembro


Ing. Carlos Luis Vázquez Flores

Miembro


Ing. Jarlin Arellano Valderrama.

Asesor

DEDICATORIA

A mis queridos padres Edna Mercedes y

Jaime Javier, mis padres, por haberme

proporcionado las condiciones y eterno

Apoyo para la culminación en mis estudios

y por los valores impartidos durante todas

las etapas de mi vida.

Gracias adorados padres.

A mis hermanos: Danny, Milagros,
Francisco por su apoyo moral y amor filial.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales por sus savias enseñanzas y consejos durante todo el tiempo que interactué con todos con ellos para el logro de mis objetivos

A la empresa Sico Maderas SAC en la persona del señor Dante Zevallos Ballesteros, por la oportunidad que me ha dado para desarrollo mi investigación científica.

INDICE

N°	Descripción	Pág.
	Dedicatoria	
	Agradecimiento	
	Lista de cuadros	ix
	Lista de graficas	x
	Lista de figuras	xi
	Resumen	xii
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 Alterna	5
	3.3. 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	45
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	48
8.1. Características del área de estudio	48
8.2. Materiales	48
8.2.1. Materiales y equipos de campo	48
8.2.2. Materiales de oficina	48
8.3. Método	49
8.3.1. Tipo y nivel de la investigación	49
8.3.2. Análisis estadístico de los datos	49
8.4. Materia prima	50
8.4.1. Aspecto técnico del aserradero	50
8.4.2. Aspecto social.	50
8.4.3. Aspecto económico	50
8.4.4. Aspecto ambiental	51
8.4.5. Aspecto laboral	51
8.5. Procedimiento	51
8.6. Técnicas e instrumentos de la recolección de los datos	52
8.7. Instrumentos	52
8.8. Fuentes de Recolección de datos	53
8.9. Técnicas de procesamiento de datos	53
8.10. Técnicas de Análisis e Interpretación de la información	53
IX. RESULTADOS	54

9.1. Aspectos técnicos del aserradero de la empresa	
(maquinaria)	54
9.1.1. Sierra principal	54
9.1.2. Canteadora	55
9.1.3. Despuntadora	56
9.1.4. Preservado de la madera	57
9.1.5. Secado de la madera	58
9.1.6. Taller de afilado	60
9.1.7. Taller de mantenimiento	61
9.1.8. Flujo de producción	62
9.2. Aspecto laboral y responsabilidad social	62
9.3. Aspecto económico	63
9.4. Aspecto ambiental y bioseguridad	64
9.5. Materia prima	64
9.5.1. Inventario	64
9.5.2. Análisis de los diámetros de las trozas por	
Categoría	67
9.5.3. Análisis de los largos de las trozas	69
9.5.4. Calidad de las trozas	70
9.6. Rendimiento de la madera aserrada	72
X. DISCUSIÓN	78
XI. CONCLUSIONES	83
XII. RECOMENDACIONES	86
XIII. BIBLIOGRAFÍA	87

LISTA DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
01	Número de trozas y volumen de la madera cumala inventariada en la empresa SICO MADERAS SAC	65
02	Número de trozas por categoría diamétrica	68
03	Número de trozas según su longitud	70
04	Características de la calidad de las trozas	71
05	Numero de trozas, calidad, volumen y porcentajes de trozas por calidad	72
06	Resultados en número de tablas y pt de aserrío de una troza de la muestra	73
07	Rendimiento de la muestra en aserrío	74

LISTA DE GRAFICOS

N°	Descripción	Pág.
01	Número de trozas por categorías diamétrica de las trozas Inventariadas	69
02	Número de trozas y porcentajes de largo por categoría	70
03	Porcentajes de calidad de las trozas	72

LISTA DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
01	Aserradero marca forano de la empresa SICO MADERAS SAC	55
02	Mesa cateadora de tipo artesanal de la empresa SICO MADERAS SAC	56
03	Despuntadora con sistema de rodillos de la empresa SICO MADERAS SAC	57
04	Cámara de secado de la empresa SICO MADERAS SAC	60
05	Taller de afilado de la empresa SICO MADERAS SAC	61
06	Histograma de frecuencia	75
07	Zona de rechazo y aceptación de la hipótesis nula	77

RESUMEN

El objeto del estudio fue determinar el estado actual de la empresa **SICO MADERAS SAC**, mediante una evaluación del rendimiento, para contribuir a la elaboración de una propuesta que permita mejorar su desarrollo, el estudio se realizó en la ciudad de Iquitos, aserradero ubicado a orillas de río Itaya. La investigación fue descriptiva y método analítico descriptivo (cuantitativo), que consistió en someter al aserradero a un minucioso trabajo de toma de información y análisis de los aspectos fundamentales que para estos casos se requiere.

La empresa realizó evaluaciones mediante encuestas de tipo social, técnico, económico, Se realizó un inventario que arrojó un total de 99 trozas con un volumen de 51,19 m³ en total, observándose también que el promedio en cuanto a diámetro por troza fue de 0,41 m y el promedio en largo fue de 3,50 m, el volumen promedio por troza fue de 0,52 m³.

La calidad de las trozas estuvo compuesta por dos categorías primeras y segundas, el rendimiento encontrado fue de 62,72 %. Se concluyó que las cámaras de secado son de fabricación local con capacidad de 22 000 pt por cámara. El promedio del diámetro por troza fue de 0,41 m y el promedio en largo fue de 3,50 m, el volumen promedio por troza fue de 0,52 m³. El rendimiento de la madera cumala para el aserrío fue del 62,22 %, y el promedio de volumen para trozas de 2 a 3 m de largo fue de 0,35 m³, y para trozas de 3,1 m a 4 m de largo de 0,43 m³ y por último para las trozas de 4,1 m a 5 m de 0,68 m³.

I. INTRODUCCIÓN

La región amazónica es la principal fuente de abastecimiento de materia prima (madera) para el país, convirtiéndose en una de las regiones más importantes en abastecimiento, produce un promedio anual de 700,000 M³ de madera en troza anualmente, ocupando el Segundo lugar Ucayali con 600,000 M³, volúmenes de producción de acuerdo a las estadísticas oficiales del Ministerio de Agricultura.

De este total de acuerdo a la misma fuente el 50 % se pierde por concepto de desperdicios considerando aquellos como maderas largas y cortas producto del canteado y despuntado de la madera, así mismo existe abundante cantidad de aserrín el mismo que generalmente es quemado y en algunos casos utilizado en las grajas de pollos y porcinos para dar mejores condiciones de desarrollo, la cantidad que se aprovecha en este rubro es mínima, así mismo parte también es utilizado como leña de panaderías y triplayeras.

Toda esta problemática genera otra mayor ¿cuál es? La contaminación ambiental generada como consecuencia de la quema de la leña y aserrín, la que genera gases tóxicos que contribuyen al tema del efecto invernadero y contaminación del ambiente, como se verá se plantean dos problemas mayores, el primero referido al rendimiento de la empresa y el otro referido a la contaminación ambiental, nuestro interés no es resolver la totalidad del problema sino contribuir a la disminución de la contaminación ambiental mediante un mejor aprovechamiento de la madera procesada.

Por tanto el presente trabajo pretende determinar el estado actual de la empresa **SICO MADERAS SAC**, mediante una evaluación del rendimiento, para contribuir a la elaboración de una propuesta que permita mejorar su desarrollo y para ello resulta necesario determinar las causas del bajo rendimiento de la empresa ,mejorar el rendimiento con la maquinaria y tecnología existente, diseñar una propuesta de mejora a través de un modelo tecnológico de procesamiento para reducir las causas del bajo rendimiento y aumentar la productividad de la industria.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

La industria de la madera en la región Loreto continua desde hace muchos años produciendo madera aserrada sin considerar aspectos fundamentales como la calidad de la madera, el estado de las maquinarias, la capacitación de la mano de obra, aspectos laborales, bioseguridad, la gerencia de la empresa, entre otros, motivos fundamentales para que el rendimiento de las plantas de transformación no sea el más indicado, generando serias pérdidas de tiempo, materia prima y por ende recursos económicos.

La maquinaria que hoy se utiliza para fines de transformación datan de muchos años de antigüedad que generan serias pérdidas económicas a las empresas, así mismo el personal que labora en ellas no es capacitado y poco preparado, el 95 % solo cuenta con educación primaria, este aspecto también es fundamental para el buen aprovechamiento de la madera, la parte gerencial está a cargo por la general de sus propietarios, quienes son pequeños empresarios no capacitados para tales fines, por tanto existe un serio descuido en el aspecto social, laboral, condiciones de trabajo y bioseguridad.

El industrial loreto no ha tomado conciencia de tal situación, salvo algunos de ellos, como el propietario de la empresa en estudio, sin embargo consideramos que existe mucho por hacer de tal manera que poco a poco las empresas se actualicen o capaciten en el tema haciendo desarrollo sostenido el mismo que ya cuenta con más de 20 años de su aplicación, como se analiza el problema es

bastante complejo por lo que resulta fundamental realizar estudios de esta naturaleza con la finalidad de aportar significativamente al desarrollo de la empresa y del sector.

2.2. Definición del problema

Mediante la evaluación del rendimiento de la empresa SICO MADERAS SAC, se lograra elaborar una propuesta que contribuya a mejorar el desarrollo de la empresa.

Problemas secundarios

¿Cuáles son las causas del bajo rendimiento de la empresa SICO MADERAS SAC?

¿Es posible mejorar el rendimiento con la maquinaria y tecnología existente?

¿Es posible identificar cuál de las fases del proceso genera mayor desperdicio?

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Con la evaluación del rendimiento de la empresa SICO MADERAS SAC, se contribuye a elaborar una propuesta para mejorar el desarrollo de la empresa.

3.2. Hipótesis Alternativa

Con el resultado de la evaluación del rendimiento de la empresa si contribuye a elaborar una propuesta para mejorar el desarrollo de la empresa SICO MADERAS SAC

3.3. Hipótesis Nula

Con la evaluación del rendimiento de la empresa SICO MADERAS SAC, no se contribuye a elaborar una propuesta para mejorar el desarrollo de la empresa

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Determinar el estado actual de la empresa **SICO MADERAS SAC**, mediante una evaluación del rendimiento, para contribuir a la elaboración de una propuesta que permita mejorar su desarrollo.

4.2. Objetivos específicos

4.2.1. Determinar las causas del bajo rendimiento de la empresa **SICO MADERAS SAC**.

4.2.2. Diseñar una propuesta de mejora a través de un modelo tecnológico de procesamiento para reducir las causas del bajo rendimiento y aumentar la productividad de la industria.

V. VARIABLES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

Variables	Indicadores	Índices
<ul style="list-style-type: none">• Independiente La empresa	Estado de las maquinarias	Número maquinarias operativas, no operativas, mantenimiento
<ul style="list-style-type: none">• Dependiente Rendimiento	Capacitación del personal	Número de personal capacitado y no capacitado
	Aspectos laborales	Normas cumplidas
	Bioseguridad	Normas cumplidas
	Gerencia	Personal capacitado

VI. MARCO TEÓRICO

ÁLVAREZ, D. et al. (2002). En su artículo científico titulado “Factores fundamentales para aumentar los rendimientos de madera aserrada en aserraderos con sierras de banda”, sostienen 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.

1. El efecto del diámetro sobre el rendimiento, nos obliga a pensar en la necesidad del perfeccionamiento del aserrado de trozas de pequeñas dimensiones, y trazar, además, una política que garantice, en lo posible, un mayor desarrollo de las existencias maderables, con el objetivo de obtener trozas de grandes dimensiones y calidad, destinadas a los aserraderos.

2. Longitud y conicidad de las trozas.

El rendimiento de las trozas en el proceso de aserrado es afectado por la longitud, **Wade, M. 1992;** y por la conicidad, **Willis, J. 1994.** En la medida que aumentan la longitud y la conicidad, se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza. Al aserrar las mismas, generalmente, gran cantidad de madera se pierde en forma de residuo. Por lo tanto, una de las formas de incrementar el rendimiento es mediante la optimización del troceado y aserrado, produciendo lógicamente madera aserrada de dimensiones requerida. Esta observación es de peculiar importancia para la industria cubana del aserrado.

3. Tipo de Sierra. Demuestra que el ancho de corte influye sobre el rendimiento de la madera aserrada, ya que una vía de corte ancha se traduce en más pérdida de fibras de madera en forma de aserrín y la disminución de la eficiencia de la maquinaria. La influencia del tipo de sierra sobre el rendimiento, suscita la necesidad de adquirir aserraderos de sierra principal de banda, en lugar de sierra alternativa múltiple o circular, para un mejor aprovechamiento de la materia prima.

4. Calidad de las trozas. Uno de los factores a tener en cuenta, particularmente en la sierra principal, para maximizar el volumen es la calidad de la troza. El rendimiento disminuye con el deterioro de la calidad de las trozas, ya que al eliminarse, o evitar efectos en el aserrado de trozas de baja calidad, se pierde gran cantidad de madera en forma de desperdicio en la sierra principal y en la canteadora. Con un incremento en 0,1 de la proporción torcedura-diámetro, conduce al decrecimiento del rendimiento volumétrico en un 5%, Todoroki, 1995. Por lo tanto, es requisito indispensable para el incremento del rendimiento, tratar de obtener de la madera en trozas de más alta calidad.

5. Esquemas de corte. La aplicación de esquemas de corte, teniendo en cuenta diámetro, longitud, calidad de las trozas, conicidad, tipo de sierra y otros factores, es una variante que favorece el incremento de los rendimientos de la madera aserrada. Ello ha sido la base de los programas de optimización, que permiten obtener resultados relevantes en la industria del aserrado.

<http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea19s/ch017.htm> (2014). “Producción y exportación de madera aserrada.” Las técnicas de aserrío de diferentes grados de sofisticación, existe un importante cúmulo de experiencias y *know-how* en este campo, que permiten sugerir que el aserrío no es sólo una técnica sino también un arte. Pocas veces existe una única solución para realizar un determinado programa de trabajo: distintas máquinas insertadas en distintos *lay-outs* pueden realizar tareas semejantes, eventualmente en condiciones igualmente rentables. Por lo tanto, generalmente no existe una instalación 'tipo' que pueda proponerse como una receta, debiéndose al contrario estudiar cada aplicación como un caso particular con sus variables específicas. En esta sección se desarrolla una alternativa de inversión basada en ciertos supuestos concernientes la materia prima, especificados más adelante, que implican una variabilidad de diámetros a la entrada y de dimensiones del producto final que, posiblemente, encarecen artificialmente la instalación; sin duda, este costo podrá minimizarse cuando, en el estudio de factibilidad, se determinen los procesos, *lay-out* y maquinaria en función de una materia prima y productos finales perfectamente definidos.

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. En este sentido, es esencial respetar los siguientes principios:

Armonizar la geometría de una troza con las dimensiones del producto final, es decir aplicar un correcto plan de corte buscando para cada troza el tipo y dimensión de producto que optimicen su rendimiento.

Posicionar perfectamente las piezas con respecto a las líneas de corte, lo que implica la instalación de sofisticados dispositivos que combinen alta tecnología mecánica y electrónica.

Aplicar tecnologías que permiten disminuir considerablemente el impacto de la curvatura y conicidad de los rollizos en el aprovechamiento de la materia prima. En realidad este punto es una extensión del primero, considerando que las trozas no son perfectamente rectas y cilíndricas. La primera de estas técnicas - las cuales hoy en día son absolutamente operacionales - es el "aserrado curvo", que permite que las líneas de corte sigan exactamente la forma del rollizo, sea éste recto o curvo; incluso, se han perfeccionado técnicas para enfrentar la doble curvatura. La segunda técnica de punto, el "aserrado cónico", permite minimizar las pérdidas por conicidad al trasladarlas a la zona de menor valor (centro) mediante el corte de las tablas de la periferia en línea paralela a la superficie. Esta técnica se practica

desde hace tiempo, en particular con las sierras sinfín, pero actualmente también las chipeadoras-canteadoras pueden ser equipadas con cabezales móviles que permiten seguir la conicidad (hasta 1,5 cm/m).

Por otra parte, 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, afinar continuamente el proceso.

Tal como se analizara en un capítulo anterior, el proceso de transformación del Eucalyptus es considerablemente más complejo que el de la mayoría de las especies de uso común en los aserraderos. Las tensiones internas que se liberan al efectuarse los cortes con sus consecuentes deformaciones, rajaduras, grietas, etc. hacen necesario recomendar que un estudio de factibilidad para un aserradero de Eucalyptus incluya una serie de ensayos prácticos y sistemáticos para apreciar y comprobar el efecto del programa de corte propuesto sobre la materia prima. Esto redundará en un *lay-out* y las selecciones de tecnología y maquinaria totalmente adecuadas al objetivo propuesto. En la presente etapa de pre factibilidad, se propone un aserradero con tecnología de primer nivel incluyendo, por una parte, sofisticados sistemas electrónicos de optimización y, por otra, maquinaria robusta, de alto rendimiento, gran precisión y máxima confiabilidad en su operación. Este marco conlleva, sin duda, un importante costo

de capital pero este gasto se verá compensado por los niveles de producción, rendimiento y calidad obtenidos, siempre y cuando se disponga de la materia prima necesaria, en cantidad y calidad, para hacer viable esta propuesta.

Disponibilidad de materia prima y parámetros de producción

El aserradero ha sido diseñado para la producción de madera aserrada de calidad. Esto implica disponer de materia prima obtenida de plantaciones podadas y raleadas, tema que ha sido tratado en un capítulo anterior. En este caso, se ha determinado un volumen anual de consumo de materia prima de 300.000 m³ de **E. grandes** en función de los siguientes factores:

La disponibilidad futura de madera de plantaciones de Eucalyptus, con base en los ritmos de forestación experimentados en los últimos años pero suponiendo que una parte de estas plantaciones esté sujeta a regímenes de manejo silvicultural con poda y raleo; y

La conveniencia, si no la necesidad, de operar con volúmenes que permitan lograr economías de escala con el fin de asegurar la rentabilidad del aserradero según estándares internacionales.

A diferencia del caso del complejo integrado de transformación tratado en el Capítulo IV, el volumen seleccionado no ha sido relacionado en forma detallada con el tipo, diámetros y frecuencias de trozas que se obtendrían de los diferentes raleos y la corta final de un régimen de manejo silvicultural determinado. Por lo tanto, se ha considerado que el aserradero procesaría trozas (podadas) de una

diametría comprendida entre 20 y 45 cm y se definió arbitrariamente una distribución de frecuencia. Esta distribución permite definir parámetros básicos de funcionamiento del aserradero, que se sitúen dentro de los rangos posibles de cosecha y que sean compatibles con el tipo de instalación que se propone. De esta forma, la troza media típica de 3,2 m de longitud tendría un diámetro de 32 cm y un volumen de 0,25 m³. Con un largo de 2,4 m, el volumen de la troza media típica sería de 0,19 m³.

Considerando que las instalaciones propuestas soportan hasta 10 trozas por minuto a la entrada, se observa que las mismas podrían procesar tanto trozas de 3,2 m como de 2,4 m de largo. Arbitrariamente, se desarrolló el estudio con la troza típica de 3,2 m de largo, la cual es obviamente más favorable para el rendimiento global del aserradero. A partir de la cantidad total media de trozas a procesar y a título indicativo, se elaboró el Cuadro III.25 para asegurar que las hipótesis adoptadas respecto al flujo de piezas sean compatibles con las máquinas propuestas a continuación. Este punto es central en la definición de un aserradero dado que de su justa definición dependerá la adecuación de los medios de producción a las necesidades del mercado que se pretende satisfacer. Por lo tanto, en la etapa de factibilidad el estudio técnico deberá centrarse en este punto y cruzar los datos sobre frecuencias diamétricas reales con los de las escuadrías relevantes de los productos finales demandados por el mercado. De este ejercicio saldrán patrones y valores realistas sobre los cuales recién se construirá el *lay-out* definitivo y se determinarán o revisarán las características básicas de las máquinas.

Localización del aserradero

Las consideraciones específicas a tomar en cuenta en la localización del aserradero incluyen: (I) la distancia ponderada (distancia/volumen) de las plantaciones al aserradero; (ii) la distancia a los lugares de embarque o de destino del producto principal y subproductos y (iii) la relación en la generación de productos y subproductos.

Impacto de los aprovechamientos forestales Industriales

En muchos casos, el aprovechamiento forestal no ha sido eficiente y ha producido muchos desperdicios, esto debido en gran parte a malas técnicas de trabajo así como a tecnologías no adecuadas.

Según entrevistas con los industriales madereros, también con personas que trabajan en instituciones relacionadas con el medio ambiente, se ha determinado que aproximadamente el 50% de un árbol queda como desperdicio en forma de ramas, trozas de diámetros pequeños aprovechables y trozas con defectos.

Esto indica, que la utilización del recurso madera, no se está utilizando en una forma sostenible, debido a que el porcentaje de desperdicio es demasiado alto.

Según un estudio realizado, se pudo determinar la cantidad estimada de madera desperdiciada que podría ser aprovechable, los resultados de este estudio se puede observar a continuación:

Para poder realizar la estimación de la cantidad de madera desperdiciada y que podría ser aprovechada, se toma como referencia la deforestación en nuestra Amazonía. En los últimos 40 años, la selva ha sido una de las áreas geográficas más afectadas del país por la destrucción de 8.5 millones de hectáreas de

bosques tropicales, perjudicando no sólo el medio ambiente sino también a los propios habitantes y comunidades nativas, sin embargo dicha deforestación también benéfica a las poblaciones nativas y ciudadinas con el abastecimiento de alimentos básicos como son la yuca, plátano, frijol, frutales diversos, entre otros, pues sin ellos se vería seriamente afectadas dichas poblaciones. Dado que las tierras son mayoritariamente de vocación forestal, luego del proceso de tumba y quema tradicional en la agricultura amazónica se genera el círculo vicioso de la destrucción del ambiente, pérdida de la biodiversidad y pobreza rural, cuyo origen está en la pérdida de la fertilidad natural de los suelos, y no se aprovecha este recurso natural por falta de orientación al campesino, lo que ocasiona que los campesinos continúen quemando y tumbando bosques en la búsqueda de nuevas tierras para la agricultura de subsistencia.

Departamentos	*Mapa ajustado de Deforestación 1990 (Base de Datos de RR.NN-NRENA) (ha)	**Mapa de Deforestación al año 2000 (PROCLIM-INRENA) (ha)	Incremento de la Deforestación período 1990-2000 (ha)	Promedio Anual de Deforestación 1990-2000 (ha)
Amazonas	645 581,97	1 001 467,16	355 885,19	35 588,52
Loreto	638 070,95	945 590,61	307 519,66	30 751,97
Cajamarca	366 617,55	520 030,46	153 412,91	15 341,29
Cusco	395 849,46	537 601,10	141 751,64	14 175,16
Madre de Dios	79 267,85	203 878,80	124 610,95	12 461,10
Junín	622 859,14	734 272,72	111 413,58	11 141,36
Ucayali	547 749,65	627 064,40	79 314,75	7 931,48
Huánuco	532 457,40	600 620,43	68 163,03	6 816,30

Departamentos	*Mapa ajustado de Deforestación 1990 (Base de Datos de RR.NN-NRENA) (ha)	**Mapa de Deforestación al año 2000 (PROCLIM-INRENA) (ha)	Incremento de la Deforestación período 1990-2000 (ha)	Promedio Anual de Deforestación 1990-2000 (ha)
Puno	101 357,65	146 033,14	44 675,50	4 467,55
Piura	286,66	31 734,78	31 448,12	3 144,81
Huancavelica	23 560,52	51 986,59	28 426,07	2 842,61
San Martín	1 300 013,85	1 327 668,52	27 654,67	2 765,47
Pasco	287 352,54	302 007,62	14 655,08	1 465,51
Ayacucho	128 641,68	135 366,39	6 724,71	672,47
La Libertad	6 569,55	7 231,26	661,71	66,17
Total	5 676 236,41	7 172 553,97	1 496 317,56	149 631,76

Promedio anual de deforestación por departamento, período 1990–2000

Desde la década del 70 se han venido desarrollando diversos estudios de deforestación a nivel local y nacional, el último de ellos es el Mapa de la “Deforestación de la Amazonia Peruana – 2000” elaborado por el proyecto PROCLIM bajo la dirección del INRENA y el CONAM en el año 2005, en dicho estudio según cuadro anterior se estableció un promedio anual de deforestación por departamento que y en el que se puede observar que en el año 2000, de las 75 millones de hectáreas de bosque, se había deforestado 7 172 553.97 millones; a una tasa de deforestación promedio anual de 149 631.765 hectárea,, cifra equivalente a una pérdida de casi 410 hectáreas por día. Se estima que del total del área intervenida, aproximadamente el 40% corresponde a bosques de producción permanente, mientras que el 32% se ubican sobre bosques de colinas y el 28% en aluviales, a la fecha esta cifra no ha variado, según un informe de

FAO publicado en el diario Perú 21 el 18 de junio del 2013 indica que la amenaza de deforestación en el Perú debido a la tala ilegal, agricultura y minería es responsable de la depredación de 150,000 hectáreas de bosques al año, preocupa a expertos de la FAO, que realizan un inventario forestal en el país para enfrentar el cambio climático

“Existe una preocupación por la deforestación debido a la tala ilegal de árboles, una agricultura desordenada y una minería que avanza depredando todo lo que está a su paso”, dijo a la AFP José Dance, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, quien es uno de los expertos contratados y de las cifras publicadas por INRENA en el año 2000.

Para el caso de Loreto INRENA indica que la deforestación para ese periodo 1990 -2 000 llegó a 307 519, promediando 30 751 Has/año, ubicando a la región en el segundo lugar en el país de áreas deforestadas después de Amazonas, curiosamente Ucayali aparece en el puesto número 08 con 7 931,48 Has/año.

Otro factor es la construcción de carreteras, esta ha propiciado el crecimiento vertiginoso del cambio de uso de la tierra, es decir, la transformación de los bosques en chacras, donde se puede evidenciar ingentes cantidades de madera desperdiciada, por no contar con un plan de contingencia para el no desperdicio de la madera. **(1994)**

BARRERA, G. (1998)¹ Texto de Docencia sobre la situación Actual de Uso y Manejo de los Recursos Naturales Renovables de Guatemala de la Universidad de San Carlos de Guatemala, afirma que a pesar de que tradicionalmente se ha

pretendido manejar los bosques bajo un régimen sostenido, en la práctica esto no se ha llevado a cabo, prueba de ello es la reducción acelerada de las áreas boscosas.

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) citado por CASTAÑEDA (1998)².

En su estudio Realidad de la Sostenibilidad de Guatemala define el desarrollo sostenible como el mejoramiento de la calidad de vida humana, manteniéndose dentro de los límites que impone la capacidad de carga de los ecosistemas.

FRANCO, R. (1996).ⁱ En su Tesis Titulada Inventario Forestal y Plan de Manejo del Bosque Comunal de la Aldea Cruz Chiche, del Municipio de Joyabaj, del Departamento del Quiche, menciona que el Plan de Manejo, tiene el objetivo de mantener un rendimiento sostenido del bosque, a través de un manejo racional que permita evitar el desaparecimiento gradual de dicho recurso.

TALE, E. (2001). En su Tesis Titulada Plan de Manejo Forestal con Fines de Sostenibilidad, Finca el Aprisco Chuipachec, Totonicapán, Universidad Rafael Landívar, define que el alto índice de crecimiento poblacional, ejerce gran presión sobre los bosques incrementando el consumo de energéticos forestales, lo cual ha repercutido drásticamente en la disminución acelerada de grandes extensiones de bosques naturales.

JIMÉNEZ, A. (1997)ⁱⁱ En la Revista Agroforestal hoy, define que la mayoría de las cuencas están muy degradadas por causa de la deforestación, la pérdida de

diversidad biológica, el deterioro de los suelos y la contaminación de las aguas, actualmente se requiere tecnologías que contribuyan a la rehabilitación de las cuencas, acorde con el nivel de ingresos y las costumbres de los productores haciendo un aprovechamiento técnico y dirigido del recurso bosque como parte importante de estos sistemas.

EL BOSQUE Y LA MADERA

El bosque es una gran extensión de terreno cubierto por árboles, en donde cada especie lucha por sobrevivir, por el espacio, la luz, y el alimento. En esta sociedad viven también plantas epífitas, arbustos, hierbas, musgos y otros vegetales.

El árbol como todo ser vivo nace, crece, se reproduce y muere para dar paso a otros mediante sus semillas que caen a la tierra a través de los años. El crecimiento anual del conjunto es equivalente al de su merma por degeneración.

Los bosques también están expuestos a devastadoras acciones de la naturaleza tales como: los huracanes, que con su paso dejan huellas graves y secuelas a los bosques, el fuego, que puede ser provocado por un rayo en algún lugar del bosque el cual se propaga y se extiende hasta devastar zonas enteras, los insectos, que atacan y diezman las fuentes arbóreas.

Otro agente de destrucción es el hombre, que con sus formas de explotación indiscriminada (agricultura migratoria) ha puesto en peligro varias especies forestales, ya que busca la satisfacción de necesidades básicas e inmediatas, sin pensar para nada en la conservación del bosque debido a su estado de ignorancia en el tema, lo que ha llevado a la destrucción de grandes áreas del bosque

nativo especialmente en selva alta y ceja de selva y en escala mínima en selva baja.

“La madera es sin duda alguna una de las materias primas más nobles y útiles de la naturaleza sin la cual el hombre nunca hubiera alcanzado los altos niveles de adelanto y bienestar que tiene actualmente. En un principio fue el material imprescindible para hacer las primeras herramientas y los primeros útiles, las primeras casas, y las primeras embarcaciones para atravesar y navegar por los ríos. Luego con la madera se hicieron la mayoría de los objetos y elementos útiles en los que se apoyó la humanidad durante siglos para hacer sus progresos y desarrollar su propia vida. A pesar de todo hace mal quién trata a esta materia de forma superficial, la madera tiene un valor inapreciable, por no decir único, de ser la única fuente natural de recursos que el hombre es capaz de ir renovando”.

“El futuro de los bosques amazónicos depende principalmente de la labor del estado como ente promotor del desarrollo. La aplicación de técnicas modernas basadas en el desarrollo sostenible se convierten en las bases para el desarrollo, para ello se requiere un conocimiento detallado de las características espaciales y temporales de los bosques. Son necesarios más estudios técnicos sobre la capacidad de los suelos, sus usos y la determinación del estado de deforestación en áreas específicas. Además, los análisis fotográficos satelitales de los cambios geográficos y ecológicos del terreno no siempre se basan en la suficiente información y/o tecnologías actuales.

La madera en el bosque se desperdicia por quema in situ, aprovechando sólo los fustes de los árboles de volúmenes mayores, para ello la autoridad forestal establece diámetros mínimos de corta y aquellas trozas que tienen diámetros

menores a los establecidos quedan en el bosque, hacer lo contrario, es decir extraerlos del bosque implican fuertes sanciones que en la mayoría de los casos lleva a los extractores a juicios administrativos y penales, terminado en algunos casos en la cárcel, por tanto queda claro que existen serias dificultades de conocimiento en todos la actores de la actividad. En todo el proceso productivo de la madera desde el corte del árbol hasta su industrialización solo se aprovecha un 70% de las trozas transportadas.

Industrias Madereras

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.

Sector que se ocupa de la producción de madera para la construcción (tablas, tablones, vigas y planchas), para la fabricación de postes de teléfono, barcos, travesaños de ferrocarril, contrachapados, muebles y ebanistería. Los principales productores de madera son Estados Unidos, Rusia, Canadá, Japón, Suecia, Alemania, Polonia, Francia, Finlandia y Brasil, Muchas variedades de madera son muy apreciadas, como la caoba, el ébano o el palo de rosa, cedro entre otras.

NÁJERA A. *et al* (2002), indican que la eficiencia operacional y económica de los procesos de transformación del recurso forestal en productos para la industria maderera son factores básicos para su sobrevivencia. La industria de transformación de la madera que no se ocupe de mejorar sus rendimientos y consecuentemente reducir sus costos de producción, asume un serio riesgo de perder en competitividad y paralizar sus actividades por ineficiente (Biasi y Pereira da Rocha, 2007). En la industria forestal, el conocimiento de los indicadores de productividad es de interés en toda administración ya que posibilita que las decisiones sobre el desempeño industrial y uso eficiente de la materia prima sean tomadas anticipadamente ante situaciones adversas, reduciendo gastos y pérdidas en el proceso productivo (Valério *et al.*, 2009). El término rendimiento se refiere a la relación entre el volumen de madera en rollo y el volumen resultante en productos aserrados (Aguilera *et al.*, 2005; Valério *et al.*, 2007), 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 del equipo; 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. La región de El Salto, Durango, México, se caracteriza por basar su economía en las actividades relacionadas con el aprovechamiento y transformación de la madera; sin embargo, no se conoce el efecto que tienen el diámetro, la longitud y la conicidad de la trocería en cuanto al rendimiento real en madera aserrada y los tiempos de procesamiento, por lo que el objetivo del presente estudio es la estimación de los indicadores de productividad considerando cinco categorías diamétricas, tres de longitud y seis de conicidad en la trocería de pino para que a partir de su estimación se identifiquen áreas de oportunidad que permitan mejorar el proceso de transformación de la madera en esta importante región forestal de México.

CORONEL M. et al (2001), en su artículo científico titulado “**Análisis comparativo de rendimientos, productividad y costos del aserrado de algarrobo blanco (*prosopis alba*) en Santiago del Estero, Argentina**” **sostienen que la** madera de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) es una de las más codiciadas por los fabricantes de muebles y aberturas, debido, entre otras cualidades, a su excelente veteado y su nobleza que permite el procesamiento sin necesidad de secado. Para Santiago del Estero, no se han encontrado estudios

sobre rendimientos, productividad y costos del aserrado de maderas en general ni del algarrobo en particular.

Por esta razón y en virtud de la importancia que reviste el tema, el objetivo del trabajo fue evaluar y comparar tiempos de trabajo, rendimiento, productividad y costos del aserrado de madera de algarrobo blanco en 10 aserraderos de pequeña escala en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. A tal efecto se midieron 40 trozas de esta especie con un volumen de 9,47 m³ con corteza, las que generaron 260 tablas de diferentes dimensiones, con un volumen aserrado de 5,59 m³.

Los aserraderos evaluados poseen características tecnológicas similares con respecto a la maquinaria y método de trabajo. Disponen de una sierra principal (sierra sinfín vertical con carro manual, trabada 2 x 1) donde se obtiene los tablones y una sierra secundaria o re aserradora (sierra sinfín de mesa) donde se procesan aquéllos para obtener las tablas. En todos los casos, el sistema de carga del rollo en la sierra es manual y durante el proceso de corte trabajan dos operarios.

Para el análisis estadístico de los datos se realizaron el ANOVA y la prueba de Tukey para las comparaciones de medias de las variables analizadas (rendimientos, productividad y costos operativos de los aserraderos), con el software Infostat 2008. El cumplimiento de los supuestos del análisis de la variancia se probó con el test de Shapiro-Wilks (modificado) para normalidad y el test de Levene para homogeneidad de variancias. En todas las pruebas estadísticas se trabajó con un nivel de significación α del 5%.

Los resultados generales arrojan un rendimiento promedio en madera aserrada del 58% con corteza, un tiempo promedio total del proceso de 920 segundos y una productividad de 232 pie²/h. El costo directo del aserrado asciende a 2,33 \$/pie². La comparación entre aserraderos de las variables analizadas revela que hay diferencias significativas en el rendimiento y en el costo entre los aserraderos 6 y 10. La productividad es estadísticamente diferente entre los aserraderos 3, 4 y 10.

ALDAS F. (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 en esta sierra la madera rolliza sino en bloque.

La correlación para el tipo de aserrado con la sierra de cinta es $Y=0,44x$; mientras que para la sierra circular tenemos una correlación de $Y= 0,34x$, teniendo en cuenta las características que presentan la especie *Pinus radiata* y el aserradero del Sr. Manuel Sánchez.

El costo de producción para la operación de la sierra de cinta es menor en relación al de la sierra circular, siendo el costo de labor el de mayor representatividad tomando en cuenta el número de operarios requeridos para la operación de las máquinas.

Dentro de las actividades en el aserradero, los operarios no cuentan con el equipo de protección personal necesario para la utilización de las máquinas

AREAGA J. (2013) en su trabajo de tesis titulado “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, sostiene que obteniendo el Factor de conversión cúbico ó el rendimiento cúbico, el menor error, desviación estándar y varianza, se procedió a realizar una comparación de la eficiencia de ambos aserraderos con dicho parámetro, logrando determinar que el aserradero Árbol Verde, presenta una desviación estándar y una varianza menor que la del aserradero Selva Maya, lo que conlleva a que la media del rendimiento sea 3 % mayor en el aserradero árbol Verde y por lo tanto un menor desperdicio de la madera rolliza, considerando que los dos aserraderos presentan características muy similares en su funcionamiento y en su estructura mecánica.

Esta diferencia que se presenta en los dos aserraderos muy probablemente, sea por una variable no tomada en cuenta, la cual es de gran importancia dentro de los aserraderos en Petén.

Siendo esta el encargado de realizar los cortes ó el aserrador, pues de él dependen la forma en que se aserrara la troza, pues en ambos aserraderos el aserrador era una persona muy especializada en la utilización del equipo y la maquinaria del aserradero como también con mucha experiencia. Siendo las únicas personas que realizan esta actividad, pues pueden obtener el máximo rendimiento de las trozas, aunque los dos aserradores presentaban criterios

distintos en cuanto a la visualización de los cortes a realizarse en las distintas trozas.

WASHINGTON L. et al. (2010), En su investigación titulada “STUDY OF THE CUT PRODUCTIVITY IN WOOD *PINUS ELLIOTTII* USING A PORTABLE SAWMILL PROTOTYPE” concluyen que en primer prototipo de aserradero portátil construido en cooperación entre la institución de investigación y la empresa privada, presentó rendimiento superior al 66% y productividad teórica máxima de 2,17 m³/hora para trozas de *Pinus elliottii* con diámetro medio menor de 34 cm y 3,10 m de largo.

La velocidad de alimentación, no fue uniforme debido a la operación de aserrío que fue ejecutada de forma manual y depende de la experiencia del operador.

El equipo mantuvo una variación de espesor abajo del máximo permitido por la estándar Brasileña NBR PB 1560 y que posibilita que las tablas reciban una mejor clasificación en relación a este defecto.

Se puede promover un mejoramiento mecánico en el equipamiento para disminuir defectos de aserrado durante el corte.

Nuevos experimentos deben ser conducidos para evaluar la influencia del grado de tensión y velocidad de alimentación en la calidad de acabado y variación de espesores de las tablas aserradas.

EGAS.J, (1998) expresa que existen un grupo de autores que consideran dos formas de expresar el rendimiento volumétrico: rendimiento volumétrico por surtidos y rendimiento volumétrico total. El primer indicador no es más que la relación entre el volumen de madera aserrada de un pedido específico o de una

clase de calidad determinada y el volumen total de madera aserrada obtenida de una troza o grupo de trozas (ambos volúmenes en m³) expresado en porcentaje.

El rendimiento volumétrico total caracteriza el nivel de utilización de la madera de la troza sin considerar las dimensiones ni la calidad de madera aserrada obtenida por lo que es un indicador importante pero no suficiente para caracterizar la eficiencia de conversión en un aserradero.

Igualmente existe otro grupo de autores que mencionan tres formas de expresar el rendimiento volumétrico: el % de conversión, el factor de conversión de madera aserrada y el factor de conversión cúbico.

El % de conversión (PC), es el volumen actual de madera aserrada, expresado en pies tablas, obtenido por pié-tabla de madera aserrada de una troza estimada por la escala neta de Scribner, multiplicado por 100:

$$PC = \frac{\text{Volumen actual de la madera aserrada (PT)}}{\text{Volumen estimado para escala Scribner (PT)}} 100$$

Obsérvese que un pie tabla de madera aserrada equivale a 0,0023597 m³

El factor de conversión de madera aserrada (FCMA) no es más que la cantidad de pies-tabla nominales de madera aserrada obtenidos por pie cúbico de volumen de una troza multiplicado por 100.

$$PC = \frac{\text{Volumen minimo de la amdera aserrada}}{\text{Volumen de la troza}} 100$$

Obsérvese que un pie cúbico equivale a 0,0283168 m³

El factor de conversión cúbico (FCC) es el por ciento de volumen cúbico de madera aserrada que se obtiene por unidad de volumen cúbico de una troza.

$$FCC = \frac{\text{Volumen de la madera aserrada (M3)}}{\text{Volumen de la troza en M3}} \cdot 100$$

El volumen de madera aserrada total en cada troza en los aserraderos, se determina sobre la base de las mediciones lineales obtenidas de madera aserrada de acuerdo con las expresiones que se exponen a continuación.

Según la distribución relativa anterior, el aserrío es la etapa en la cual existe mayor posibilidad de influir para incrementar la eficiencia en el uso de la madera proveniente de plantaciones.

Puesto que la clase de sierra utilizada en el estudio es de las que produce menor desperdicio al efectuar cortes en la madera (hojas de banda o cinta sin fin con 1,14 mm de espesor y 3 mm en el ancho de corte, en comparación con sierras circulares con dientes de 5 mm de espesor y 7 mm de ancho de corte), lo mejor es investigar nuevas opciones para utilizar de manera eficiente los residuos del aserrío. Es necesario desarrollar usos alternativos para este tipo de biomasa forestal, a fin de mejorar el aprovechamiento de la madera de pequeñas dimensiones que se obtiene durante los primeros aclareos.

Con respecto a la madera de terminalia, la distribución del volumen de madera útil al final de cada fase del procesamiento industrial y el respectivo volumen de residuos generados en las mismas se presenta en la figura 4. En este caso, un

volumen de 6,57 m de madera en troza originó 1,75 m (27%) de producto final y a la vez un acumulado de 4,82 m de residuos (73%).

La distribución relativa del volumen convertido en producto útil y de los residuos en cada fase del procesamiento fue similar a la observada con madera de acacia. También en este caso las fases de aserrío y recanteo fueron las que en mayor proporción originaron residuos a partir de la materia prima original.

Las deformaciones y rajaduras que se produjeron en la madera aserrada como consecuencia de tensiones de crecimiento constituyeron las causas principales del bajo rendimiento al procesar las trozas de terminalia. Con el aserrío hubo liberación de tensiones de crecimiento, lo cual ocasionó torceduras en la mayoría de las piezas aserradas, especialmente en forma de arqueaduras y encorvaduras.

MOYA P. (2000), determinó un rendimiento del 35,2% al aserrar 44 trozas de Terminalia amazonia con un diámetro medio de 12,3 cm. Al utilizar madera de esta especie, cosechada a los 6 años de edad, se obtuvo madera aserrada torcida por canto y cara. Esto posiblemente fue provocado por las tensiones internas de la madera, especialmente en tablas que se obtenían de la sierra circular múltiple, donde se liberan las tensiones, lo cual provoca que la madera aserrada tome una forma de arco al salir de las máquinas de proceso.

MARTÍNEZ G. et al. (2004), sostienen en su trabajo de investigación "Aplicación a gran escala en un aserradero mediano" sostienen que la empresa aserradero KAREKEN lleva un minucioso control de su producción, cuantificando la cantidad de trozas procesadas, así como las dimensiones comerciales (pulgadas y pies) y cantidad de la madera procesada. A partir de esta información se puede analizar

el sistema productivo y la evolución del rendimiento frente a distintos esquemas dentro del aserradero. En este apartado se analizaron tres meses de producción diaria.

Dentro del análisis realizado se consideraron los siguientes supuestos:

Las dimensiones y calidad de trozas es equivalente a lo largo del tiempo independiente del número de trozas que procesa el aserradero.

Se consideró un volumen medio de trozas de 0,436 m³ de acuerdo al análisis precedente.

Para el cálculo del rendimiento se consideraron medidas comerciales, descartando las sobre medidas que usualmente se incorporan en los productos generados. Esto implica que es mayor el volumen de madera que efectivamente se transforma en productos comerciales.

Los operarios y las maquinarias mantienen su desempeño a lo largo del tiempo.

Los productos aserrados considerados para el análisis se dividieron en: (a) Tablas cuyas dimensiones fueron de 1 pulgada de espesor y cuyos anchos variaron entre 3 y 8 pulgadas, siendo los largos mayores a 5 pies.

Tirantes cuyas dimensiones fueron de 2 a 3 pulgadas de espesor y cuyos anchos variaron entre 2 y 4 pulgadas, siendo los largos mayores a 5 pies; (c) Tablones: cuyas dimensiones fueron de 2 pulgadas de espesor y cuyos anchos variaron entre 5 y 14 pulgadas, siendo los largos mayores a 7 pies; y (d) Madera Corta: de dimensiones variables menores a 5 pies de largo.

Se analizó un total de 457 mil piés², donde las tablas producidas representaban más de la mitad de la producción y la madera corta un 15% (Tabla 7). Gran parte de las piezas producidas se encontraban entre 7 y 13 pies de largo, excepto los tirantes que fueron mayor es cuando su largo era inferior a 7 pies. Al observar los porcentajes de la producción, se los puede considerar como adecuados, ya que la misma no fue forzada a la obtención de un producto en particular.

La proporción de tablas/tablon es adecuada. Sin embargo, cabe considerar que la cantidad de madera corta producida es menor que la esperada. Es probable que la selección por calidad (manchas y pudriciones menores) de la madera corta sea demasiado exigente, lo que lleva a obtener un bajo porcentaje de producción de la misma.

El proceso productivo se puede describir a partir de dos parámetros que impactan sobre las variables económicas de la empresa. Uno de ellos es el rendimiento que nos dice que cantidad de materia prima es transformada en productos comerciales, y el otro es la eficiencia del aserradero, que nos dice cuántos productos comerciales produce en un día de trabajo. La variable que impacta en forma significativa sobre ambos parámetros es el volumen de trozas procesadas por día.

En el análisis Módulo Lengua – Sub proyecto Aserradero PIARFON BAP – 2004

12 realizado se puede observar que a medida que aumenta el volumen procesado disminuye el rendimiento del aserradero (de un 35% a un 25% en promedio) y aumenta, como es obvio, la cantidad de madera aserrada.

Cabe destacar que algunos días de trabajo, según lo manifiesta el dueño del aserradero, se procesó un mayor número de trozas por la alta presencia de pudriciones y que hizo que el rendimiento disminuyera sustancialmente.

Sin embargo, en el análisis que se presenta en la Figura 4, se incluyen muchos días de procesamiento para evitar estos infortunios. Y a partir de estos resultados uno debe preguntarse hasta donde se debe aumentar la producción diaria, ya que la misma impacta significativamente sobre el rendimiento. Es probable que al procesar un mayor número de trozas, el personal realice las tareas en forma mensual.

D. PANDEY, (2009). Profesor del State Forest Service Colleges, Forest Research Institute and Colleges, Dehra Dan, India. Sostiene que el como el rendimiento de una masa de árboles es muy variable y depende de diversos factores, es imprescindible considerarlos debidamente antes de aplicar modelo alguno de previsión del rendimiento. La definición de lo que constituye el rendimiento tiene una importancia fundamental. Puede ser el volumen de la madera en pie con o sin corteza, o el volumen de todos los productos a base de madera, entre ellos la madera sin elaborar, la madera para pasta, los postes, las ramas y la madera menuda. Con el creciente grado de utilización, la práctica habitual en los países tropicales consiste ahora en medir todos los fustes maderables con un diámetro superior a los 5 cm. Una vez elegidos adecuadamente las especies que han de plantarse en un lugar determinado, los principales factores de los cuales depende el rendimiento son:

- Capacidad productiva del lugar
- Densidad de la masa
- Tratamiento silvícola aplicado

La capacidad productiva del lugar influye tanto en el volumen producido por unidad de superficie como en la edad de crecimiento medio anual (CMA) máximo. En los lugares más deficientes se necesita más tiempo para alcanzar la edad de culminación del CMA en comparación con los lugares favorables. Por ejemplo, *Gmelina arborea* plantada en Nigeria alcanza el CMA máximo de 34 m³/ha a los 4,5 años de edad en un lugar óptimo, y de 10 m³/ha a los 8,5 años en un lugar deficiente. La determinación del potencial de producción de un lugar por métodos directos, como la determinación cuantitativa del clima, las propiedades del suelo y las plantas apropiadas, no es habitual en los países tropicales. Para establecer la clasificación de los lugares se utiliza la relación altura máxima/edad.

La densidad de la masa (número de plantas por unidad de superficie) también influye de manera directa sobre el rendimiento. El volumen de producción de una masa completamente poblada es superior al de otra escasamente poblada. El número de plantas por hectárea en una masa completamente poblada depende de la forma y el ritmo de crecimiento de las especies arbóreas y también de la finalidad de la plantación. Sin embargo, para alcanzar el volumen de producción máximo, el número de árboles por hectárea de una especie de copa pequeña suele ser superior al de una especie de copa grande. Cuando el número de plantas por hectárea sobrepasa un límite determinado, el ritmo de crecimiento de los árboles tropezará probablemente con dificultades y el rendimiento será menor.

Es muy escasa la información disponible de investigaciones sobre la separación óptima/árboles/ha que se requiere para cada especie en un lugar determinado para producir el volumen máximo.

La densidad de la masa influye también en la edad de culminación del CMA en un determinado lugar. La utilización de la productividad del lugar es más rápida en las plantaciones de alta densidad que en las de densidad escasa, por lo que el turno para una plantación densa sería más corto. Por ejemplo, *Eucalyptus tereticornis* plantado en lugares favorables en la India alcanza el CMA máximo de 15,5 m³/ha a los ocho años con 1200 plantas/ha, y de 21 m³/ha a los seis años con 2900 plantas/ha.

Los tratamientos silvícolas tradicionales, como la escarda, el laboreo del suelo, el corte de las trepadoras, el aclareo, etc., desempeñan una función importante en la fase inicial de arraigo de las plantaciones, y también en el tamaño y la calidad de cada árbol producido, pero ejercen un efecto relativamente menor sobre el rendimiento total del lugar. Sin embargo, en los últimos años ha despertado especial interés el uso de fertilizantes y de riego en las plantaciones, y cabe prever un mayor rendimiento de madera.

Ahora bien, ¿qué tipo de fertilizante o cuánto riego es el mejor para una especie determinada que crece en un lugar concreto, en qué etapa de su vida y en qué cantidad? Hay que tener en cuenta asimismo los aspectos económicos de la fertilización y el riego, pues es de esperar que la mayor inversión para la mejora del lugar dé como resultado un mayor rendimiento de madera. Los estudios

realizados sobre esos aspectos en las zonas tropicales son muy limitados, e indican que pueden obtenerse resultados muy variables. Por consiguiente, no es posible proponer normas fijas sobre la aplicación de fertilizantes y de riego y el consiguiente aumento del rendimiento.

Los datos sobre rendimiento de 19 especies (véase el cuadro) están basados en cuadros y cifras de rendimiento y en estimaciones publicadas/inéditas de países que efectúan plantaciones. De las 19 especies, siete pertenecen a zonas tropicales húmedas, cuatro a tierras altas tropicales y ocho a zonas semiáridas. Para indicar el rendimiento de las especies se ha adoptado un método muy sencillo. El crecimiento medio anual ($m^3/ha/año$) mencionado indica el rendimiento sólo en lugares de tipo medio sin utilizar fertilizantes ni riego, a la edad de turno apropiada para el número de árboles por hectárea plantados normalmente. Se han excluido los casos extremos, es decir, el rendimiento en los lugares mejores y en los peores. Se da también información acerca de las principales variables climáticas de los lugares donde crecen las especies.

SOLANO R. (2010), en su trabajo de investigación titulado "Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales el 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.

Por lo que recomienda trabajar con una muestra de tamaño estadísticamente confiable, tampoco se ha incluido todas las clases diamétrica, factor relevante en la determinación del rendimiento por lo que los resultados no son del todo concluyentes ni aplicables a casos de la práctica industrial, considerando que cada empresa tiene su propio nivel tecnológico, capacidad del personal y tipo de producto a comercializar, además de las características de procedencia de la materia prima, estado fitosanitario y tipo de almacenaje, los cuales influyen directamente en los niveles de aprovechamiento de trozas a madera aserrada, recomienda también utilizar además del diámetro la influencia de la longitud y conicidad de la troza; es conveniente el tratamiento estadístico de los datos a fin de cuantificar independientemente o en correlación la influencia de las principales variables que afectan el rendimiento.

CAMPOS. R, Y CHUQUICAJA, C. (2008), concluyen en su trabajo titulado “factor de conversión en aserrío para *Cedrelinga catenaeformis* Y *Aniba* sp. En Chanchamayo que Independientemente del diámetro, las trozas de tornillo y moena tienen factores de conversión promedio similares. (0.58 y 0.61 respectivamente), mayores que el factor utilizado por la DGFF (0.52). La longitud de troza no influye en forma significativa sobre el factor de conversión de madera rolliza a madera aserrada.

El diámetro de troza está relacionado en forma directamente proporcional con el factor de conversión. Asimismo, a igual diámetro promedio sin corteza, las trozas de moena tienen un mayor rendimiento en aserrío que las de tornillo. Las trozas de tornillo y moena presentan defectos aparentes e internos que afectan

negativamente el rendimiento en aserrío. Las trozas de tornillo presentan defectos con mayor intensidad y frecuencia.

Tanto tornillo como moena presentan promedios similares en el incremento del factor de conversión, debido a los aumentos unitarios (en cm) del diámetro. Las tablas de rendimiento para tornillo y moena, basadas en el factor de conversión, tienen bastante exactitud comparándolas con los rendimientos reales de las respectivas especies. El uso de la tabla Oxapampina, descontando los defectos aparentes en el diámetro de la troza, arroja valores que difieren significativamente del rendimiento real de tornillo y moena; mientras que cuando no se hacen descuentos por defectos sucede lo contrario.

MERINO W. (2006). “Evaluación del rendimiento de trozas en shihuahuaco en el aprovechamiento de tablillas” indica que los rendimientos estimados por diferentes profesionales en el área son también diferentes, así dice que Rosales encontró el factor de forma para Shihuahuaco es de 45% disminuyendo en 10 puntos al señalado por Schewe de 55% para todas las especies aserrados con sierras cinta, pero superior al 35% encontrado por Benítez e inferior al 52% establecido por el IGFF con fines estadísticos, indicando que el coeficiente obtenido para el Shihuahuaco se encuentra dentro de los parámetros al valor realista propuesto por Schrewe, Benítez e INRENA - IGFF.

También sostiene que otros profesionales como Martínez -Cellini - Lencinas - Díaz - Peri - Vukasovic; indica que el modelo se validó utilizando las trozas correspondientes a una jornada laboral (n = 120), obteniéndose un volumen de

madera aserrada de 38,4 m³; Dicho volumen representó un rendimiento del 47,8%.

La Indica que la variación del coeficiente de aserrío de una muestra de 30 trozas procesadas se determinó un 43% de aprovechamiento nominal.

El rendimiento en aserrío de este tipo de madera fue en promedio de 35% con un diámetro medio de 12 cm. Zavala. Compara los coeficientes de aserrío del sistema tradicional con el radial, para el primer caso se obtuvo un coeficiente de 55,83 % y en el segundo de 52,31 %, lo que representa una diferencia de 2,95 %, que aparentemente es baja de acuerdo con la mencionada por **Béjar et al. (1986)**, de un 14,1 %; utilizaron 50 trozas de tres especies de encinos: *Quercus laurina*, *Q. candicans* y *Q. acutifolia*.

En el caso de la teca el coeficiente de aserrío que es el volumen de madera aserrada obtenida dividido para el volumen de la madera en trozas es del 55%, pues al procesar los troncos en tablones o listones se presenta aproximadamente un 45% de desperdicio, que si bien se lo puede utilizar representa un ingreso marginal de poca importancia.

El rendimiento del *E. grandis* en producto aserrado es del orden del 45%, aunque este guarismo varía obviamente con la calidad de la materia prima.

Troncoso. Los resultados revelan la influencia que ejercen los defectos del trozo en su aprovechamiento. El rendimiento obtenido en madera aserrada para la especie Roble fue de un 39,1 %, mientras tanto el rendimiento de madera libre de defecto fue de 24,6% con respecto al volumen de 125 trozas estudiadas.

ANCO, A. (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 m³ de madera rolliza y 29.02 m³ de madera aserrada. En el caso de la *Virola sp.* Se aserraron 32 trozas se obtuvo un volumen de 26.13 m³ de madera rolliza y 14.41 m³ de madera aserrada.

Los flujos de producción encontrados en el aserradero son la alimentación (patio de trozas), tableado (sierra cinta, carro porta troza y guincha) y canteado (sierra circular). En el diagrama de flujo se puede apreciar el almacenamiento, movimiento, operación e inspección. Las maquinas del aserradero son de fabricación local.

Existe una alta relación entre el volumen de madera rolliza v/s madera aserrada de las dos especies. La ecuación lineal del volumen de madera rolliza v/s volumen de madera aserrada de la especies *Clarisia racemosa* y *Virola sp.* Es de $Y = 0.747 * \text{Madera rolliza} - 0.136$ y $Y = 0.624 * \text{Madera rolliza} - 0.059$ respectivamente. Existe correlación significativa entre los diámetros de las trozas de las especies estudiadas y el coeficiente de rendimiento.

El rendimiento de la madera aserrada disminuye conforme baja el diámetro de la troza e incrementa conforme sube la clase diamétrica de la troza. No existe correlación significativa entre las longitudes de las trozas de las especies estudiadas y el coeficiente de rendimiento.

También recomienda continuar con estudios similares en selva central para encontrar un coeficiente de rendimiento más acorde a nuestra realidad. Ejecutar estudios de coeficiente de rendimiento a partir de árboles en pie ubicados en bosque hasta llegar a los aserraderos y conseguir madera aserrada, aumentar el tamaño mínimo de corta de las especies que se encuentren amenazadas por el aprovechamiento indiscriminado, analizar los flujos de producción de aserrío para maximizar el aprovechamiento integral de las trozas con el objetivo de incrementar su coeficiente de rendimiento y a la vez mejorar el aprovechamiento como las cantoneras (tapas) y de las pequeñas piezas que salen de la cantonera de las trozas aprovechadas.

GUEVARA L. et al (2012). 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.

Además sostienen que El diámetro real promedio de las trozas varía entre 0,39 para cumala y 1,01 m para catahua, el promedio general es de 0,71 m. Comparando con los valores especificados por Tenazoa (1992) se advierte que el diámetro promedio de cumala está por debajo del mínimo establecido, otras están cerca del diámetro mínimo (copaiba, ishpingo y tornillo), circunstancia que influye en el rendimiento del Aserrío. La longitud de trozas varía entre 3,92 para cedro y 8,04 m para moena, el promedio es de 4,72 m. El volumen promedio de trozas

varía entre 0,51 para cumala y 5,10 m para catahua, el promedio general es de 2,30 m.

El volumen de defectos evaluados según la metodología establecida por Fullop y Vásquez (1989) es cero para moena y 3,81 % para cedro; el promedio general es de 1,29 %. El volumen de defectos alcanza valores mínimos, por lo que en la evaluación de residuos no se considera esta variable. El volumen total real varía entre 3,059 para cumala y 19,880 para moena; el promedio general es de 10,803 m.

El Rendimiento promedio total obtenido para la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), en la obtención de tablillas y decking es 29%, que corresponde a 122,96 pies tablares por cada metro cúbico rollizo ingresado al aserrío, teniendo un coeficiente de aserrío promedio de 0,29, lo cual indica un bajo rendimiento para la obtención de tablillas y decking. De las 120 trozas evaluadas, se obtuvo un volumen total aserrado de 79,208 m³ distribuidos en 32,499 m³ en decking representando un 41% y un volumen de 46,709 m³ para tablillas representando un 59% del volumen total aserrado, indicando mayor rendimiento para las tablillas debido a sus dimensiones pequeñas que tiene este producto.

El volumen rollizo de la troza tiene una relación directamente proporcional con el Volumen de madera aserrada, explicándose mediante una función de regresión Lineal con pendiente positiva.

Las trozas más gruesas presentan mayor porcentaje de duramen respecto al total de la troza, lo cual indica un rendimiento ligeramente superior a las trozas más

delgadas, por ello que el rendimiento va aumentando proporcionalmente en relación a las clases diamétrica. Pero que podría ser afectado por las trozas acopiadas a la intemperie por mucho tiempo, que tienden a rajarse por efecto del sol e influyendo directamente la calidad de la troza y su efecto en el rendimiento.

La tabla sería de gran utilidad para el concesionario, comprador o vendedor de madera rolliza, para la toma de mejores decisiones.

VII. MARCO CONCEPTUAL

Definición de la industria de la madera

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.

El Bosque

El bosque es una gran extensión de terreno cubierto por árboles, en donde cada especie lucha por sobrevivir, por el espacio, la luz, y el alimento. En esta sociedad viven también plantas epífitas, arbustos, hierbas, musgos y otros vegetales.

El futuro de los bosques amazónicos depende principalmente de la labor del estado como ente promotor del desarrollo. La aplicación de técnicas modernas basadas en el desarrollo sostenible se convierten en las bases para el desarrollo, para ello se requiere un conocimiento detallado de las características espaciales y temporales de los bosques. Son necesarios más estudios técnicos sobre la capacidad de los suelos, sus usos y la determinación del estado de deforestación en áreas específicas. Además, los análisis fotográficos satelitales de los cambios geográficos y ecológicos del terreno no siempre se basan en la suficiente información y/o tecnologías actuales.

El árbol

El árbol como todo ser vivo nace, crece, se reproduce y muere para dar paso a otros mediante sus semillas que caen a la tierra a través de los años. El crecimiento anual del conjunto es equivalente al de su merma por degeneración.

Los bosques también están expuestos a devastadoras acciones de la naturaleza tales como: los huracanes, que con su paso dejan huellas graves y secuelas a los bosques, el fuego, que puede ser provocado por un rayo en algún lugar del bosque el cual se propaga y se extiende hasta devastar zonas enteras, los insectos, que atacan y diezman las huestes arbóreas.

La madera

“La madera es sin duda alguna una de las materias primas más nobles y útiles de la naturaleza sin la cual el hombre nunca hubiera alcanzado los altos niveles de adelanto y bienestar que tiene actualmente. En un principio fue el material imprescindible para hacer las primeras herramientas y los primeros útiles, las primeras casas, y las primeras embarcaciones para atravesar y navegar por los ríos. Luego con la madera se hicieron la mayoría de los objetos y elementos útiles en los que se apoyó la humanidad durante siglos para hacer sus progresos y desarrollar su propia vida. A pesar de todo hace mal quién trata a esta materia de forma superficial, la madera tiene un valor inapreciable, por no decir único, de ser la única fuente natural de recursos que el hombre es capaz de ir renovando”.

Factor de forma

Relación existente entre el volumen del árbol y el volumen del cilindro, siempre el factor de forma será igual o menor que uno.

Rendimiento

Se define como el volumen obtenido de una troza de madera después del proceso de aserrío, el mismo que es menor que el volumen de ingreso debido a la pérdida que se origina como consecuencia de la presencia de madera podrida o presencia de hongos, restos de madera no aprovechables de dimensiones pequeñas, obtención de aserrín debido a la pérdida que se ocasiona al proceder al corte de la troza para convertirla en tablas.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Características del área de estudio

El presente estudio de investigación se realizó en la empresa Sico Maderas SAC, ubicada a orillas de río Itaya, a la altura de la cuadra 19 de la Avda. Participación, y entre las coordenadas geográficas 0° 16' 50" latitud norte y 79° 03' 34" hasta 79° 27' 17" longitud oeste.

8.2. Materiales

8.2.1 Materiales y equipos de campo

- Aserradero
- Madera en troza
- Wincha métrica
- Wincha diamétrica
- Regla de medir madera en troza

8.2.2. Materiales de oficina

- Útiles de escritorio
- Computadora completa
- Máquina fotográfica
- Tablero de apunte

8.3. MÉTODO

8.3.1. Tipo y nivel de la investigación

El tipo de estudio de la investigación fue descriptivo y método analítico descriptivo (cuantitativo), que consistió en someter al aserradero a un minucioso trabajo de toma de información y análisis de los aspectos fundamentales que para estos casos se requiere.

8.3.2. Análisis estadístico de los datos

El Análisis Estadístico fue de tipo aplicado y está basado en la identificación de los datos obtenidos y de hechos, o con procedimientos de tipo descriptivo destinados a recoger, organizar y presentar la información.

Se consideró el carácter el teórico y aplicado, el estudio de conjunto de datos, el carácter cuantitativo de los datos por tanto nos ocupamos de la información recogida de datos referidos a las técnicas y métodos de muestreo y a la evaluación de la calidad de los instrumentos en base a la ordenación, presentación, descripción, análisis e interpretación, que contribuyen al estudio científico de los problemas planteados.

Se hallaron valores estadísticos y se optó por utilizar el análisis no paramétrico (prueba de Chi cuadrado) que permiten la comparación de datos que no se ajustan a una distribución normal, como los datos del presente estudio, los datos de rendimiento, productividad y costos operativos de los aserraderos fueron

analizados. En la prueba estadística se trabajó con un nivel de significación a del 5%.

8.4. Materia prima

8.4.1. Aspecto técnico del aserradero

Sierra principal

Sierra canteadora

Sierra despuntadora

Tina de preservación

Secado de la madera

8.4.2. Aspecto social

Responsabilidad social

Se tomó en cuenta programas para garantizar el equilibrio trabajo- familia, programas de promoción, para educar a sus trabajadores y familiares en la conservación del medio ambiente, teniendo en cuenta el desarrollo sostenible y protección de la salud entre sus trabajadores.

8.4.3. Aspecto económico

Cooperación con otras empresas para el desarrollo sostenible en concordancia con la política nacional y regional, inversión en la modernización de las

maquinarias y equipos y .plan de contingencia para salvaguardar sueldos, salarios y beneficios sociales de los trabajadores

8.4.4. Aspecto ambiental

La empresa cuenta con programas para la Protección del medio ambiente y planificación para administrar en forma óptima recursos forestales, la empresa realiza el manejo ambientalmente limpio de desechos sólidos y aspectos relacionados con aguas servidas, en el aspecto Institucional de tomo en cuenta el respeto de las normas legales nacionales y locales y la educación sobre bioseguridad.

8.4.5. Aspecto laboral

Programas de cursos de capacitación para todos los trabajadores, asesoría técnica para impulsar la mano de obra calificada y condiciones económicas laborales.

8.5. Procedimiento

El procedimiento desarrollado se inicia con la toma de información de la materia prima existente en el aserradero, determinando el stock existente de la investigación (población) y sobre esa base se determinara la muestra, así mismo se observó la calidad de la madera y las diferentes especies que allí se asierran, estableciendo categorías de calidad, para el posterior procesamiento.

Antes de iniciar el aserrío de la madera se procedió a verificar el estado actual de la maquinaria como sierra principal, sierra cateadora, sierra despuntadora, tina de

preservación horno de secado madera, así como las maquinarias adicionales y talleres de mantenimiento, afilado, mecánica y fuerza motriz allí existentes, con la información tomada se procedió a su procesamiento la que estuvo basada en preguntas, encuestas y entrevistas tanto al personal que labora en la empresa como a la plana gerencial de la misma.

En el aspecto social, económico, laboral y ambiental se evaluó con la misma metodología anterior con la finalidad de conocer cuál es la aceptación y responsabilidad de la empresa.

En base a la información tomada y analizada se planteó una propuesta de posibles soluciones a los problemas encontrados de tal manera que el presente estudio permita al empresario tomar decisiones importantes para el futuro de su empresa.

Todos los resultados encontrados fueron sometidos a evaluación mediante la aplicación de la estadística inferencial con la finalidad de dar la base científica necesaria al presente estudio.

8.6. Técnicas e instrumentos de la recolección de los datos

La técnica que se empleo en la recolección de los datos fue: la encuesta porque se recolecto los datos en forma indirecta.

8.7. Instrumentos

Para las variables: empresa y rendimiento el instrumento que se empleo fue el cuestionario, el que fue sometido a prueba de validez mediante la técnica de la

prueba piloto, utilizando la fórmula de coeficiente de confiabilidad de Crombach antes de su aplicación.

8.8. Fuentes de Recolección de datos

La fuente para la recolección de los datos fue:

Fuente Primaria: porque la información fue proporcionada por los directivos y trabajadores de la empresa de la industria SICO MADERAS SAC

8.9. Técnicas de procesamiento de datos

La información fue procesada en forma computarizada, utilizando el paquete estadístico Bio Estat versión 5.0 en español sobre bases de datos con el cual se organizó la información en cuadros para luego representarlos en gráficos.

Se utilizó la estadística inferencial no paramétrica CHI CUADRADO (X^2) y luego se aplicó la que expresó el resultado.

8.10. Técnicas de Análisis e Interpretación de la información

ANÁLISIS	ESTADÍSTICA
DESCRIPTIVO	Estadística descriptiva: frecuencia, promedio (\bar{X}), desviación estándar, porcentaje (%)
INFERENCIAL	Estadística inferencial no paramétrica Chi cuadrado (X^2)

IX. RESULTADOS

9.1 Aspectos técnicos del aserradero de la empresa (maquinaria)

9.1.1. Sierra principal

La empresa Sico Maderas SAC cuenta con una sierra principal de fabricación canadiense marca FORANO MODELO BTS - 60, con diez años de antigüedad , contando esta con un carro cuyo avance principal es de tipo hidráulico, lo que le permite realizar maniobras con mucha rapidez y ganar tiempo para la producción de la madera aserrada, tiene un volante de 1.80 cm de diámetro y un motor de 75 HP, 60m ciclos, 5.5 voltios, la sierra está equipada con un arco de sierra, está equipado para aserrar troncos hasta de nueve metros de largo (30 pies).

El estado de la sierra principal es bueno, ya que de acuerdo a la información obtenida esta recibe mantenimiento semanal y en forma semestral un mayor mantenimiento basado en cambio de piezas de acuerdo al programa de fabricación establecido.

La capacidad instalada es de 20 000 pt por turno de ocho horas pero solo trabaja a un ritmo promedio de 10 000 pt por turno de ocho horas y solo durante ocho a diez meses del año, el motivo principal de su baja producción se debe a la falta de materia prima.



Figura 01: Aserradero marca forano de la empresa SICO MADERAS SAC

9.1.2. Canteadora

La canteadora es de fabricación local, también se encuentra en buen estado siendo su rendimiento adecuado, solo tiene 8 años de antigüedad. Esta se encarga de darle forma a la tabla que se obtiene después del aserrío, consiste en recortar los costados o laterales de la tabla obteniendo uniformidad de la longitud de la misma.



Figura 02: Mesa canteadora de tipo artesanal de la empresa SICO MADERAS SAC

9.1.3. Despuntadora

La despuntadora es de fabricación local es accionada con un motor eléctrico de 1 HP, las tablas son despuntadas en sus extremos con mucha facilidad y rapidez, cuenta con un sistema rodillos para facilitar el transporte de las tablas de un

extremo a otro, la finalidad es eliminar y estandarizar los extremos de la tabla después del proceso de canteado.



Figura 03: Despuntadora con sistema de rodillos de la empresa SICO MADERAS SAC

9.1.4. Preservado de la madera

La empresa cuenta con tinajas de preservación (03) que son utilizadas para bañar la madera con preservantes mediante el método de inmersión simple, este es un método que debido a la simplicidad de su aplicación genera dificultades a la

empresa ocasionando costos adicionales a los que normalmente se dan para esta actividad.

Las tablas son depositadas en una tina de preservación en forma manual durante un tiempo de 30 segundos, tiempo que en la mayoría de los casos no se cumple debido al descuido de los operadores y a la falta de control de la mezcla utilizada.

El baño preservador preventivo genera uno de los residuos más complicados provenientes del proceso de aserrado de madera es de alta toxicidad compuestos principalmente por pesticidas solubles en agua, los pesticidas más utilizados son el Larpyfus, Bórax decahidratado, Óxido de Zinc, Bórax, Octoborato Plus Impregnación.

El sistema de baño utilizado, es normalmente escurrimiento de la madera bañada cayendo dichos líquidos al suelo descubierto, las cantidades derramadas no son de gran magnitud, sin embargo el trabajo continuo con estas sustancias va generando una impregnación permanente en el área de escurrimiento de la madera con el consiguiente riesgo de la salud de los operarios.

9.1.5. Secado de la madera

El secado de la madera en la empresa se realiza en cámaras de secado de fabricación local que para el caso de la empresa SICO MADERAS SAC, es de dos cámaras con capacidad de 22 000 pt por cámara, que en conjunto suma 44 000 pt de capacidad instalada, esta es utilizada al 100 % debido a que la producción del aserradero es mayor a la capacidad de las cámaras.

La empresa solo asierra madera cumala en sus diferentes géneros y normalmente el 70 % de la producciones aserrada en una pulgada de espesor por lo que las cámaras de secado utilizan un tiempo de secado de 12 a 15 días, tiempo que no es el adecuado, debiéndose este problema a que las cámaras han sido hechas por empíricos, los que han dejado de lado una serie de aspectos técnicos propios de un buen secado, convirtiéndose este aspecto en un verdadero cuello de botella para la empresa.

Las cámaras de secado de la empresa atraviesan por serios problemas de orden y limpieza tal como se observa en la figura 02, problema que se suma al problema de fabricación de las mismas, en la figura se puede observar cierto desorden y falta de limpieza del área donde estas cámaras se encuentran, descuido que constituye un serio peligro tanto para los trabajadores como para la propia empresa.



Figura 04: Cámara de secado de la empresa SICO MADERAS SAC

9.1.6. Taller de afilado

El taller de afilado cuenta con los equipos necesarios para cumplir con éxito dicha labor, allí se trabaja con sierra de cinta de ocho pulgadas de ancho las que son utilizadas en el aserrío de las trozas, también se realiza el afilado de las sierras de disco utilizadas en el canteado y despuntado de la madera, la empresa utiliza la afiladora triscadora marca ELITE, modelo AFILA MAQ - SC 4, con excelentes resultados, presentando un característica importante como un bajo mantenimiento, económica y bastante duradera.

9.1.7. Taller de mantenimiento

El taller de mantenimiento cuenta con todos los equipos necesarios para dichos fines, tanto en el mantenimiento de las maquinarias como sierra principal, canteadora, despuntadora, cámara de secado como para el afilado de sierras, el taller está a cargo de una persona con experiencia en el área pero sin formación técnica- académica, lo que muchas veces se convierte en dificultad, resolviendo los problemas que se presentan hasta cierto límite.



Figura 05: Taller de afilado de la empresa SICOI MADERAS SAC

9.1.8. Flujo de producción

El flujo de producción se inicia con la madera en troza puesta en boya, para luego ser transportada a la plataforma del carro de aserío donde a su vez la troza es convertida en tablas de diferentes largo y anchos, estos muy irregulares, por lo que es necesario pasar las tablas por la canteadora y luego la despuntadora para regularizar las medidas, luego las tablas son transportadas a la tina de preservación donde permanecen solo segundos para luego ser estibadas y escurridas preparándolas en forma de para el ingreso a las cámaras de secado donde permanecen por espacio de 8 a 20 días según sean sus espesores, tiempo después del cual son retiradas y enviadas a los almacenes donde la madera es clasificada por calidad y empaquetada para su destino final (almacén o puerto de embarque).

9.2. Aspecto laboral y responsabilidad social

La empresa programa cursos de capacitación para todos los trabajadores por lo menos dos veces al año los que contribuyen a un mejor rendimiento ya que son eficaces e interesantes para su desarrollo laboral,

La empresa cuenta con un asesor técnico para impulsar la mano de obra calificada y así brindar un mejor servicio en forma permanente, este es contratado durante todo el año para tales fines.

Los trabajadores se sienten atendidos por parte de los directivos de la empresa ante un problema personal, familiar o laboral y esta a su vez cumple con dichos

fines como también con el pago oportuno de los suelos, salarios y beneficios sociales de acuerdo a la legislación vigente sin recurrir a otras instancias.

La empresa cuenta con un programa para garantizar el equilibrio trabajo – familia, los trabajadores que cuentan con más de cinco años de trabajo en la empresa son beneficiados con un seguro adicional de salud para la familia, lo que les permite trabajar con mayor tranquilidad y aportar más a sus labores diarias, la empresa mantiene compromisos sociales con la población aledaña brindándoles apoyo con material de construcción (maderas) para la fabricación de sus viviendas, también cumple con la celebración de la fiestas navideñas con eventos como chocolatadas y reparto de juguetes para los niños hijos de los trabajadores y población aledaña.

9.3 Aspecto económico

La empresa viene invirtiendo en la compra de maquinaria para mejorar sus niveles de producción y adecuarse a la reducción de emisión de gases tóxicos y desperdicios que generan malestar a la población y al ambiente, en el pasado año 2014 ha invertido la suma de \$ 500.000 Dólares americanos en la compra de calderos y tractores forestales.

Así mismo la empresa asegura a sus trabajadores en cuanto al pago de sueldos, salarios y beneficios sociales, contando con las reservas correspondientes en caso de presentarse inconvenientes como crecientes altas o desastres naturales que no le permitan trabajar en forma continua.

La empresa también previene mediante un plan de contingencia el aseguramiento de los salarios, sueldos y beneficios sociales de los trabajadores mediante la venta

de desperdicios o desechos como madera corta, aserrín, ingresos que a una cuanta fija intangible para dichos fines.

9.4. Aspecto ambiental y bioseguridad

La empresa se encuentra en una etapa de adecuación para el cumplimiento de las normas vigentes en el área de medio ambiente y bio seguridad, a la fecha no cuenta con programas de protección del ambiente pero si se viene implementando el área de bioseguridad, ya está en marcha el manejo de desechos sólidos para lo cual viene construyendo pozos sépticos con el fin de no poner en riesgo la salud de los trabajadores.

Así mismo viene implementando un programa de mantenimiento de la limpieza de la fábrica para lo cual ha implementado un programa de educación ambiental para todos sus trabajadores. Los trabajadores cuentan con equipos de seguridad completa, pero aún falta una mayor educación con ellos ya que a la fecha estos muchas veces no llevan a su centro de trabajo estos equipos de protección

9.5. Materia prima

9.5.1. Inventario

Con fecha 16 de julio del 2014 se procedió a realizar un inventario de la materia prima existente en las instalaciones del aserradero (orillas del río Itaya), encontrándose los siguientes resultados:

Se observa en el cuadro 01, que el inventario arrojó un total de 99 trozas con un volumen de 51.19 M3 en total, observándose también que el promedio en cuanto a

diámetro por troza fue de 0,41 m y el promedio en largo fue de 3,50 m, el volumen promedio por troza fue de 0,52 M3 , también se indica en el cuadro la calidad de las trozas donde primera calidad cuenta con un volumen de 21,40 M3 y segunda calidad con 31,88 M3 , también se tiene que el rendimiento después del aserrío fue del 62,22 %, y el promedio de volumen para trozas de 2 a 3 m de largo fue de 0,35 M3, y para trozas de 3,1 a 4m de largo de 0,43 M3 y por ultimo para las trozas de 4,1 a 5 m de 0,68 M3 .

CUADRO 01: Número de trozas y volumen de la madera cumala inventariada
En la Empresa SICO MADERAS SAC

N°	Diam.(M)	largo (M)	Vol.(M3)	Cal. A	Cal. B	Madera aserr.	Rend (%)	2m - 3m	3.1 m - 4m	4.1 m - 5m
						Prod./Trz.(M3)				
1	0.32	3.12	0.25		0.25	0.168	66.97		0.25	
2	0.33	3.15	0.27		0.27	0.156	57.85		0.27	
3	0.35	3.12	0.30		0.30	0.143	47.60		0.30	
4	0.36	3.18	0.32		0.32	0.194	60.00		0.32	
5	0.34	2.60	0.24		0.24	0.158	67.00	0.24		
6	0.56	3.10	0.76	0.76		0.450	59.00		0.76	
7	0.76	4.08	1.85	1.85		1.111	60.00			1.85
8	0.53	4.13	0.91	0.91		0.601	66.00			0.91
9	0.38	4.48	0.51		0.51	0.305	60.00			0.51
10	0.32	3.71	0.30		0.30	0.188	63.00		0.30	
11	0.51	4.09	0.84	0.84		0.577	69.00			0.84
12	0.32	2.54	0.20		0.20	0.123	60.00	0.20		
13	0.33	3.12	0.27		0.27	0.173	65.00		0.27	
14	0.35	3.00	0.29		0.29	0.173	60.00		0.29	
15	0.36	2.78	0.28		0.28	0.184	65.00	0.28		
16	0.34	3.10	0.28		0.28	0.169	60.00		0.28	
17	0.56	3.05	0.75	0.75		0.505	67.26		0.75	
18	0.76	2.45	1.11	1.11		0.667	60.00	1.11		
19	0.53	3.12	0.69	0.69		0.420	61.00		0.69	
20	0.38	3.18	0.36		0.36	0.238	66.00		0.36	
21	0.34	4.13	0.37		0.37	0.225	60.00			0.37
22	0.32	3.10	0.25		0.25	0.147	59.00		0.25	
23	0.33	4.08	0.35		0.35	0.209	60.00			0.35
24	0.35	4.13	0.40		0.40	0.270	68.00			0.40
25	0.36	2.47	0.25		0.25	0.156	62.00	0.25		
26	0.34	3.71	0.34		0.34	0.202	60.00		0.34	

27	0.56	4.09	1.01	1.01		0.786	78.00			1.01
28	0.76	4.31	1.96	1.96		1.251	64.00			1.96
29	0.53	3.12	0.69	0.69		0.413	60.00		0.69	
30	0.38	3.00	0.34		0.34	0.228	67.00		0.34	
31	0.35	3.72	0.36		0.36	0.215	60.00		0.36	
32	0.32	3.10	0.25		0.25	0.160	64.00		0.25	
33	0.33	2.48	0.21		0.21	0.144	67.92	0.21		
34	0.35	3.12	0.30		0.30	0.198	66.00		0.30	
35	0.36	3.10	0.32		0.32	0.189	60.00		0.32	
36	0.34	3.12	0.28		0.28	0.207	73.00		0.28	
37	0.56	3.10	0.76	0.76		0.405	53.00		0.76	
38	0.46	3.13	0.52	0.52		0.312	60.00		0.52	
39	0.53	4.51	0.99	0.99		0.597	60.00			0.99
40	0.38	3.12	0.35		0.35	0.207	58.38		0.35	
41	0.32	3.18	0.26		0.26	0.171	67.00		0.26	
42	0.33	4.13	0.35		0.35	0.226	64.00			0.35
43	0.35	3.10	0.30		0.30	0.203	68.00		0.30	
44	0.36	4.08	0.42		0.42	0.187	45.00			0.42
45	0.34	4.13	0.37		0.37	0.229	61.00			0.37
46	0.56	3.10	0.76	0.76		0.512	67.00		0.76	
47	0.76	4.08	1.85	1.85		1.277	69.00			1.85
48	0.53	4.13	0.91	0.91		0.547	60.00			0.91
49	0.38	4.12	0.47		0.47	0.350	75.00			0.47
50	0.23	3.71	0.16		0.16	0.095	60.00	0.16		
51	0.32	4.09	0.33		0.33	0.217	66.00			0.33
52	0.33	4.31	0.37		0.37	0.221	60.00			0.37
53	0.35	3.12	0.30		0.30	0.177	59.00		0.30	
54	0.36	3.12	0.32		0.32	0.165	52.00		0.32	
55	0.34	3.31	0.30		0.30	0.168	56.00		0.30	
56	0.56	3.10	0.76	0.76		0.412	54.00		0.76	
57	0.41	4.31	0.57	0.57		0.341	60.00			0.57
58	0.53	3.12	0.69	0.69		0.330	48.00		0.69	
59	0.38	3.10	0.35		0.35	0.264	75.00		0.35	
60	0.35	3.13	0.30		0.30	0.160	53.00		0.30	
61	0.43	3.10	0.45	0.45		0.271	60.12		0.45	
62	0.52	3.13	0.66	0.66		0.465	70.00		0.66	
63	0.32	4.51	0.36		0.36	0.218	60.00			0.36
64	0.33	3.12	0.27		0.27	0.184	69.00		0.27	
65	0.35	3.18	0.31		0.31	0.211	69.00		0.31	
66	0.36	4.13	0.42		0.42	0.286	68.00			0.42
67	0.34	3.10	0.28		0.28	0.183	65.00		0.28	
68	0.56	4.08	1.00	1.00		0.506	50.30			1.00
69	0.76	3.71	1.68	1.68		0.892	53.00		1.68	
70	0.53	4.09	0.90	0.90		0.623	69.00			0.90

71	0.38	4.31	0.49		0.49	0.293	60.00			0.49
72	0.32	3.12	0.25		0.25	0.153	61.00		0.25	
73	0.33	3.00	0.26		0.26	0.154	60.00		0.26	
74	0.35	4.09	0.39		0.39	0.299	76.00			0.39
75	0.36	3.10	0.32		0.32	0.189	60.00		0.32	
76	0.34	4.31	0.39		0.39	0.196	50.00			0.39
77	0.38	3.12	0.35		0.35	0.223	63.00		0.35	
78	0.76	3.10	1.41	1.41		0.844	60.00		1.41	
79	0.53	4.05	0.89	0.89		0.559	62.54			0.89
80	0.38	3.10	0.35		0.35	0.214	61.00		0.35	
81	0.23	3.00	0.13		0.13	0.077	60.00		0.13	
82	0.42	4.51	0.63	0.63		0.402	64.00			0.63
83	0.32	3.12	0.25		0.25	0.128	51.00		0.25	
84	0.33	3.18	0.27		0.27	0.163	60.00		0.27	
85	0.35	4.13	0.40		0.40	0.262	66.00			0.40
86	0.40	3.09	0.39	0.39		0.256	66.00		0.39	
87	0.34	4.08	0.37		0.37	0.211	57.00			0.37
88	0.32	4.13	0.33		0.33	0.193	58.00			0.33
89	0.33	3.10	0.27		0.27	0.148	56.00		0.27	
90	0.35	4.08	0.39		0.39	0.236	60.00			0.39
91	0.36	4.13	0.42		0.42	0.290	69.00			0.42
92	0.34	4.48	0.41		0.41	0.244	60.00			0.41
93	0.56	3.71	0.91	0.91		0.594	65.00		0.91	
94	0.65	4.09	1.36	1.36		0.835	61.49			1.36
95	0.38	2.77	0.31		0.31	0.195	62.00	0.31		
96	0.38	3.12	0.35		0.35	0.230	65.00		0.35	
97	0.31	3.00	0.23		0.23	0.136	60.00		0.23	
98	0.41	4.13	0.55	0.55		0.376	69.00			0.55
99	0.48	3.10	0.56	0.56		0.466	83.00		0.56	
Tota	40.93	346.61	51.19	29.79	21.40	31.880	6159.42	2.77	23.89	24.53
prom	0.41	3.50	0.52	0.93	0.32	0.322	62.22	0.35	0.43	0.68

En los siguientes cuadros se efectuara un análisis más riguroso de la información encontrada.

9.5.2. Análisis de los diámetros de las trozas por categoría

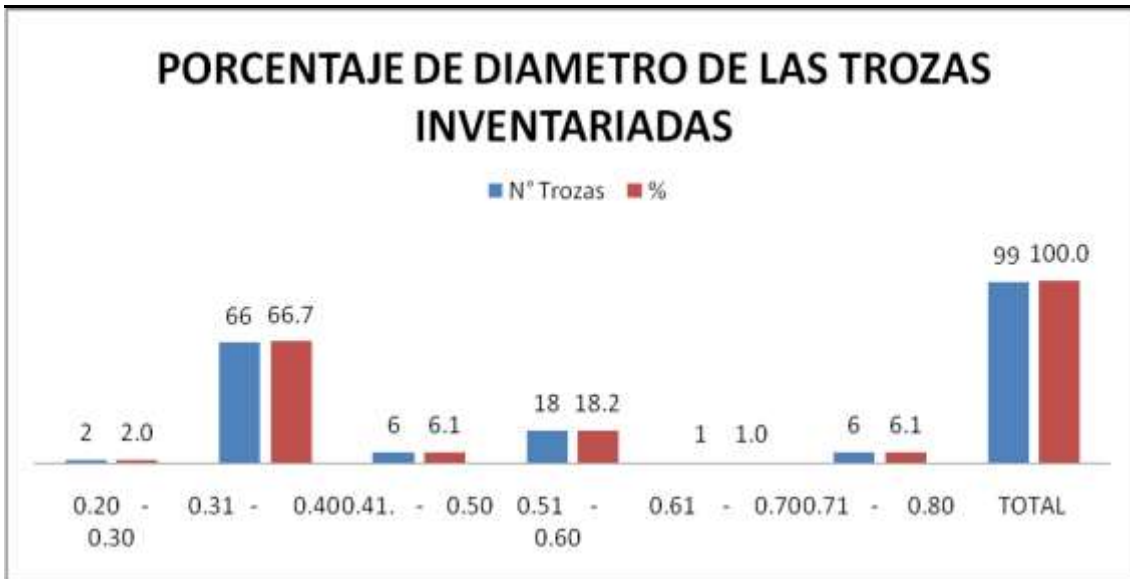
En el cuadro 02 se observa el total de troza inventariadas, las que se les ha agrupado por categoría de acuerdo a los diámetros, así tenemos que la categoría primera y segunda que suman un total de 68,7 % y agrupan trozas de diámetros iguales o menores a 0.40 m, si consideramos que la norma oficial establece que la

medida mínima de corta es de 0,1 m, entonces podemos concluir que se está extrayendo del bosque arboles con medidas no oficiales que puede generar infracción a la legislación forestal por parte de los extractores y la empresa.

Solo un 31,3 % agrupado en cuatro categorías presenta trozas con diámetros oficiales y que suman un total de 31 trozas.

Cuadro 02: Numero de trozas por categoría diamétrica

Categoría Diamétrica (m)	N° Trozas	%
0.20 - 0.30	2	2.0
0.31 - 0.40	66	66.7
0.41. - 0.50	6	6.1
0.51 - 0.60	18	18.2
0.61 - 0.70	1	1.0
0.71 - 0.80	6	6.1
TOTAL	99	100.0



Grafica 01: Número de trozas por categorías diamétrica de las trozas Inventariadas.

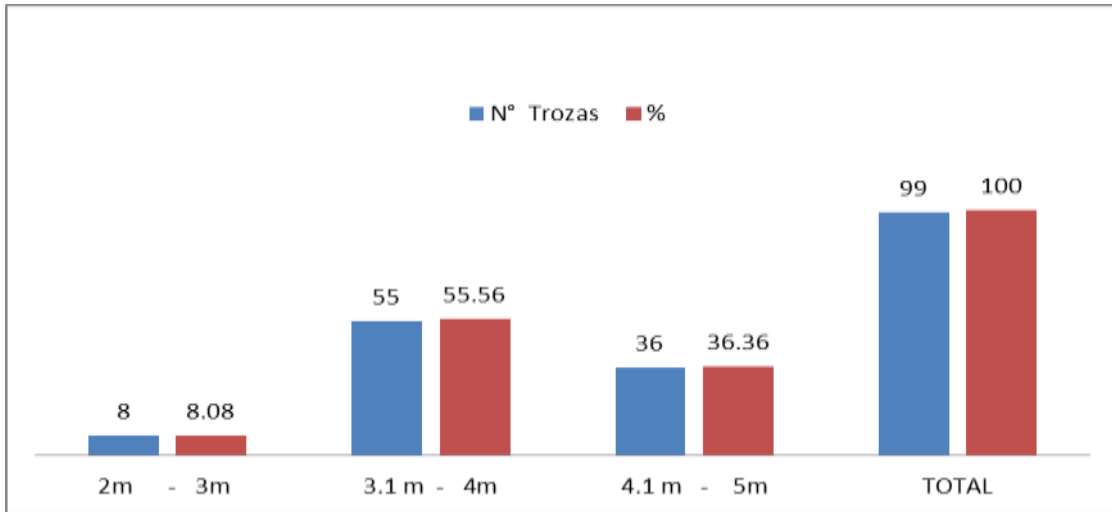
9.5.3. Análisis de los largos de las trozas

En el cuadro 03 se observa que las dos últimas categorías referidas al largo de las trozas agrupan al mayor número de trozas con 91 que en términos de porcentaje corresponde al 92 % y solo un 9% agrupa a trozas de longitudes no mayores a los 3 m.

La madera en tablas con longitudes mayores a 3 metros son de mucha aceptación en los mercados nacionales e internacionales, inclusive en el mercado internacional las tablas con estas longitudes tiene un precio mucho mayor si es que los volúmenes de compra - venta presentan altos porcentajes en estas medidas.

Cuadro 03: Número de trozas según su longitud

Largo (m)	N° Trozas	%
2m - 3m	8	8.08
3.1 m - 4m	55	55.56
4.1 m - 5m	36	36.36
TOTAL	99	100

**Gráfico 02:** Número de trozas y porcentajes de largo por categoría

9.5.4. Calidad de las trozas

La calidad estuvo definida por las exigencias de la empresa, por tanto las características de la calidad que se indican en el cuadro pertenecen solo a la empresa SICO MADERAS SAC, debiendo tener en cuenta que existen normas de calidad tanto nacionales como internacionales pero que estas no son aplicadas por las empresas y personas compradoras de madera.

La calidad de las trozas estuvo compuesta por dos categorías primeras y segundas, las características de las mismas se observan en cuadro 04.

Cuadro 04: Características de la calidad de las trozas

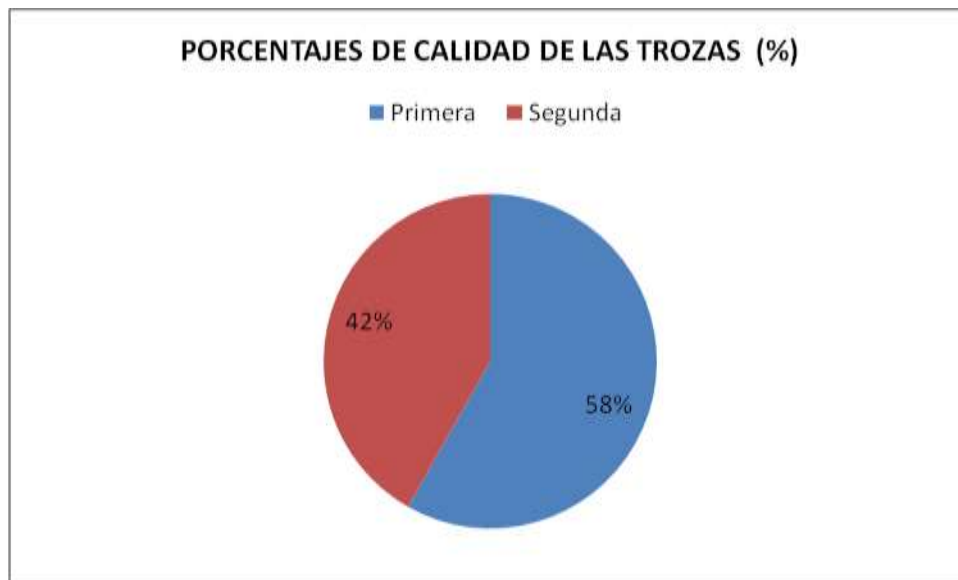
PRIMERAS	SEGUNDAS
Fuste recto y cilíndrico	Fuste ovalado con diferentes diámetros
Largo mayor de 3 metros	Largo de 2 a menos de 3 m
No rajaduras	Presencia de rajaduras*
No picaduras	Presencia de picados*
No podredumbre	Presencia de podredumbre*
Diámetro de 0.41 m a más	Diámetro de 0.12 a 0.45 m

*Presencia de defectos en porcentajes no mayores al 10 % del volumen total de la troza

En el cuadro número 05 se puede observar los porcentajes por calidad del número de trozas observándose que la segunda calidad presenta mayor número de trozas pero menor volumen mientras que la primera calidad presenta menor número de trozas y mayor volumen, esto explica que tomando en cuenta el diámetro mínimo de corta los extractores madereros extraen trozas con diámetros menores a los autorizados lo que convierte a estas trozas en segunda calidad debido a las exigencias de las empresas.

Cuadro 05: Numero de trozas, calidad, volumen y porcentajes de Trozas por calidad

Calidad	N°	Vol/Cal.	(%)
Primera	32	29.786	58
Segunda	67	21.404	42
Total	99	51.19	100



Grafica 03: Porcentajes de calidad de las trozas

9.6. Rendimiento de la madera aserrada

Se realizó también un control minucioso del aserrío de la madera para lo cual se hizo una selección de una muestra al azar consistente en diez trozas las que a continuación se observan en el cuadro 07 con sus debidas características.

Cuadro 6: Resultados en número de tablas y pt de aserrío de una troza de la muestra.

N° tablas	Prom. largo (pies)	Prom. ancho (pulg.)	calidad	Prom. (pt)
1	8	7	B	5
2	8	7	A	5
3	8	7	A	5
4	9	10	A	9
5	8	7	B	5
6	8	10	B	7
7	10	10	A	9
8	11	11	A	10
9	9	9	B	7
10	10	10	A	8
Total	89	88		70
Prom.	9	9		7

Se observa en el cuadro 06 que de una troza de la especie cumala aserrada se han obtenido 10 tablas de diferentes medidas en largos y anchos, así mismo el volumen por tablas, obteniéndose al final un total de 70 pt, de las cuales 6 tablas son de calidad A con 46 pt. y 4 tablas de calidad b 24 pt.

Se presenta un resumen del aserrío de 10 trozas tomadas como muestras con sus respectivos rendimientos.

Cuadro 07: Rendimiento de la muestra en aserrío

Trozaz N°	Vol. (M3)	Vol. (pt)	Tablas	Vol. Aserrio (M3)	pt	Rend. (%)
1	0.24	101.8	15	0.17	71	69.77
2	0.30	127.2	14	0.16	66	51.89
3	0.3	127.2	14	0.16	67	52.67
4	0.76	322.2	28	0.49	209	64.86
5	0.21	89.04	13	0.14	61	68.51
6	0.35	148.4	17	0.27	115	77.49
7	1	424	25	0.50	214	50.47
8	1.01	428.2	28	0.65	277	64.68
9	0.4	169.6	17	0.26	111	65.45
10	1.36	576.6	42	0.83	354	61.39
Total	5.93	2514	213	3.64	1545	627.19
Prom.	0.593	251.4	21.3	0.36	154.5	62.72

En el cuadro se observa que de un total de diez trozas aserradas se obtuvieron 1545 pt de un total cubicado en troza de 2514 pt, lo que implica un rendimiento de 62,72 %, interpretando que de cada 100 pt de madera en troza solo se obtiene 62,72 pt y una perdida por concepto de cantoneras, despuntes, aserrín de 37,28 %.

Las 10 trozas de madera tuvieron un volumen total de 5,93 m3 y un promedio por troza de 0,593 m3, así mismo se obtuvieron 213 tablas después del aserrío, con un promedio por tabla de 7,25 pt.

El coeficiente de aserrío, llamado también factor de rendimiento o de transformación, es la relación entre el volumen de madera aserrada que se obtuvo y el volumen de los rollos que se usaron para producirla y se determina por la siguiente fórmula (Salvador, 2002):

$$\text{Coeficiente de aserrío} = \frac{\text{Volumen madera aserrada}}{\text{Volumen madera en troza}}$$

$$\text{Coeficiente aserrío} = \frac{31,88\text{m}^3}{51,94}$$

Coeficiente de aserrío+ 62 %

9.7. Calculo de la prueba estadística no paramétrica Chi², para el análisis de las hipótesis alterna y nula.

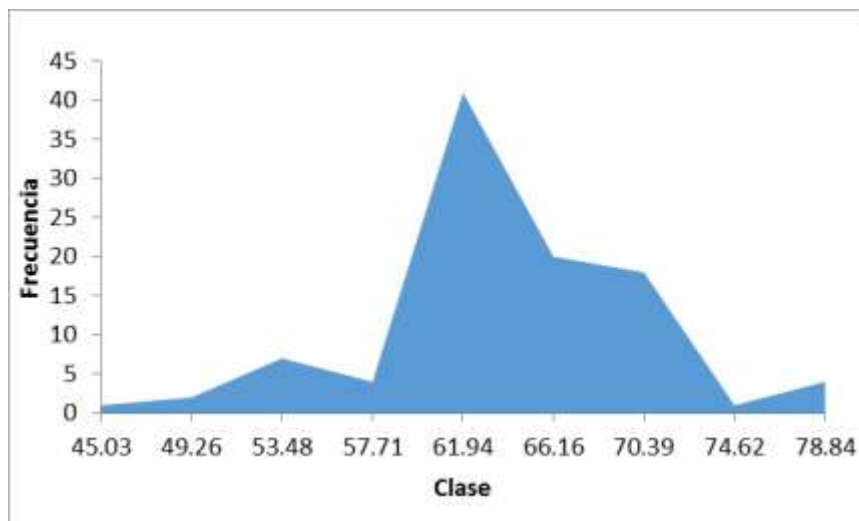


Figura 06: Histograma de frecuencia.

Se puede observar en la figura 07, el análisis del histograma para ver si los datos representan una distribución normal. Una vez trazado todas las frecuencias del histograma, este muestra una forma. La forma no toma una curva de campana, quiere decir que las frecuencias no están distribuidas equitativamente. El histograma tiene varios picos, que representan los valores más altos de la información. En esta clase de distribución, ambos lados del pico tienen números

casi iguales de frecuencias de información, por ello se optó por utilizar el análisis no paramétrico de Chi cuadrado.

Se realizó el cálculo de la prueba Chi cuadrado (X^2) para la variable de rendimiento, para tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, se utilizó la tabla de valores críticos de la distribución de Chi cuadrado para determinar la región crítica, comparándolo con el valor del Chi cuadrado calculado, el cual es inferior al valor de la tabla de Chi cuadrado resultado de la intersección de 98 grados de libertad con el valor del nivel de significancia utilizado (0,05); recalando con esto que el valor de Chi cuadrado calculado está en la zona de aceptación de la distribución Chi cuadrado (ver figura 07), esto nos expresa que el hecho de no rechazar Hipótesis Nula no demuestra que es verdad, tan sólo indica que no hay suficiente evidencia para rechazar a favor de Hipótesis alterna esto nos expresa que el mantenimiento de maquinarias de la empresa contribuye a un bajo rendimiento de la empresa SICO MADERAS SAC, otro indicador es el p-valor que es 0.996 mayor a 0,05 del nivel de significancia utilizado para el estudio, indicando con esto que la hipótesis nula se acepta.

$$\text{Grados de libertad} = n - 1 = 99 - 1 = 98$$

Se efectuó el análisis estadístico con 0,05% de confiabilidad.

$X^2_{\text{calculado}} = 64,142 \rightarrow X^2_{\text{critico}} = 113,145 \rightarrow X^2_{\text{calculado}}$ “es menor a” X^2_{critico}

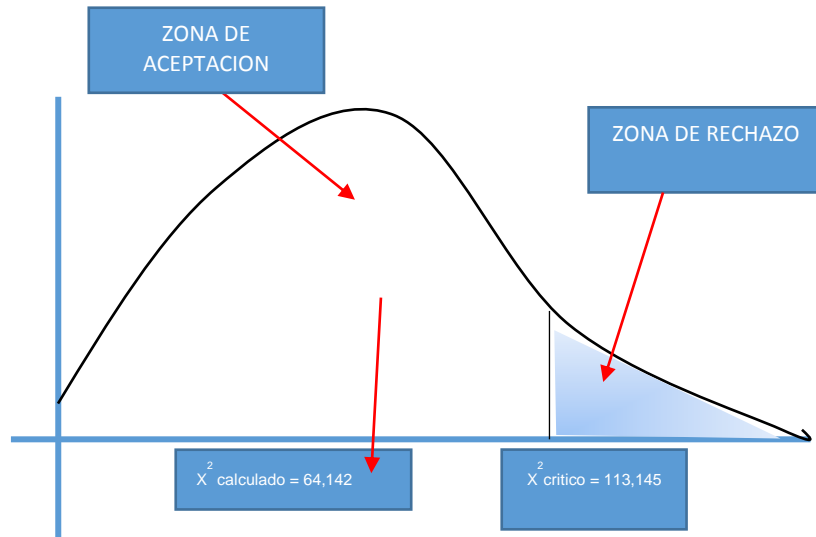


Figura 07. Zona de rechazo y aceptación de la hipótesis nula.

X. DISCUSIÓN

En el cuadro 02 se observa que 68 de las 99 trozas que se encontraban en stock en el aserradero no cumplen con la RJ 548 – 2004 –INRENA que establece que el diámetro mínimo de corta para la especie cumala es de 0,46 sin embargo de acuerdo a los resultados obtenidos se encontró que en la trozas inventariadas existía 66 trozas de 99 en total que suman el 66,7 % en la categoría de 0,30 a 0,41 m, no cumpliendo con la norma establecida, este tema se convierte en una problemática que nos lleva a plantear alternativas de solución, si bien es cierto se puede afirmar que el diámetro establecido por el estado no satisface las condiciones de aprovechamiento de la madera, dejar esta en las áreas de extracción donde se incluyen las ramas de árboles de la especie con diámetros importantes que no llegan a 0,46 m resulta muy irresponsable ya que son de gran aprovechamiento por la industria, estas trozas cumplen con las exigencias establecidas por el mercado.

Analizando el tema desde la parte legal podemos llegar a dos hipótesis interesantes, la primera que el extractor maderero está extrayendo arboles con diámetros no oficiales, y una segunda hipótesis nos lleva a pensar que un determinado porcentaje de aquellas trozas proceden de árboles gruesos con diámetros iguales o mayores a los oficiales, mientras que las trozas menores en diámetro a los oficiales proceden de las ramas de los árboles y que el extractor no pudo dejarlas en el bosque debido a que representan un importante ingreso económico para ellos. Y cumplen con las exigencias del mercado.

Por tanto es necesario que el Ministerio de agricultura realice un estudio consciente del tema y establezca normas adecuados para no desperdiciar aquellas ramas con diámetros menores a los autorizados, a la fecha no existe dicha normatividad por lo que no se convierte en infracción por parte del extractor.

Debemos tomar en cuenta que el diámetro mínimo de corta está referido a la madurez del árbol sin embargo el Ministerio no ha realizado estudios de investigación sobre el tema y los diámetros establecidos y autorizados para la extracción son producto de los criterios de antiguos técnicos de la institución y que hoy los resultados existentes aseguran que solo atentan contra el ambiente y la economía de los extractores.

Según SOLANA R. (2012) investigador de AIDER, sostiene que los valores del índice de conversión de madera rolliza a aserrada, de diez especies de bosques secundarios y primarios residuales varían de mayor a menor como sigue a continuación:

Jacaranda copaia (Aulb), D. Don (Huamanzanana), 53,55%

Simarouba amara Aubl. (Marupa), 53,05

Crotonmatourensis Aubl (Aucatadijo), 52,09

;Brosimunutile (Kunth). (Panguana), 49,83

;Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake (Pashaco blanco), 49,41

Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macbr ,(Ana caspi), 47,97

Terminalia oblonga (Ruiz & Pav) Steud. (Yacushapana amarilla), 44,00

Apeiba membranacea Spruceex Benth (Maquizapa ñagcha),43,78

Septothecatess mannii Ulbr(Utucuro),24,45

Matisia cordata Bonpl(Sapote),22,80

Con excepción de los dos últimos el índice de conversión de madera rolliza a aserrada de diez especies de bosques secundarios y primarios residuales es similar al obtenido por otros investigadores. Valera L. M (2006) trabajando con trozas de “cumala colorada” empleando el corte variado logró los siguientes rendimientos parciales: madera comercial con 44.5 %, y para trozas de “marupa” obtuvo un rendimiento de 38,9 % de madera larga comercial. Pavel (2008) encontró para huayruro, copaiba, tornillo, cachimbo y cedro rendimientos de 43, 59, 37, 54 y 42% respectivamente, obtenidos de procesar Hura crepitans (catahua), encontró en trozas a madera aserrada de dimensiones comerciales. González (2003) en rendimiento promedio por troza de 43,43 %, con un coeficiente de variación de 40,65 %.

CARRE (1992) señala que el factor de conversión varía de 20 a 65 %, la variación va a depender de factores como son el diámetro de trozas, configuración y rectitud de las trozas, modo de corte y espesor de las piezas, tipo de sierra utilizada, estado sanitario, entre otros. Hay una relación directamente proporcional entre el diámetro y el rendimiento; la mayor parte de las especies estudiadas presentan diámetros inferiores a 60 cm (24”).

Como se observa los rendimientos fluctúan desde 53,55% como es el caso de la Huamanzamana hasta el 22,80 % en el caso del Zapote, en el caso de la cumala

determino un 44,5 % de rendimiento el que se diferencia del nuestro que es del 62 % , existiendo una diferencia significativa de 17,5 %, asumiendo que el rendimiento nunca será el mismo debido a que existe una relación directa entre la maquinaria utilizada, la calidad del recurso humano, la calidad de materia prima, el aspecto social, entre otros existentes.

Guevara L. Reyes P. En 1993 publican en Folia Amazonia un trabajo de investigación titulado Evaluación de residuos, donde sostienen que Los principales residuos de aserrío de ocho maderas son: cantos 20,7 %, despuntes 10,2 % cantoneras (6,7 %), y aserrín (8,2).

Que hay una relación entre diámetro de troza y rendimiento, que se observa en catahua y cumala.

Que los principales residuos factibles de ser industrializados son las puntas y el aserrín, ya que cantoneras y cantos tienen utilización.

Así mismo sostienen que la cumala presenta un elevado porcentaje de residuos el mismo que es del orden del 57,23 %, muy similar al obtenido por Solano R. en el 2012.

En el mismo trabajo Guevara L y Reyes P, sostienen que el diámetro real promedio de las trozas varía entre 0,39 para cumala y 1,01 m para catahua, el promedio general es de 0,71 m. Comparando con los valores especificados por Tenazoa (1992) se advierte que el diámetro promedio de cumala está por debajo del mínimo establecido, otras están cerca del diámetro mínimo (copaiba, ishpingo y tornillo), circunstancia que influye en el rendimiento del aserrío, que

coincide con nuestro análisis donde el mayor porcentaje en diámetros está en la categoría de 0,31 m a 0,40 m, . La longitud de trozas varía entre 3,92 para cedro y 8,04 m para moena, el promedio es de 4,72 m. El volumen promedio de trozas varía entre 0,51 para cumala y 5,10 m para catahua, el promedio general es de 2,30 m³. En el caso de la cumala es muy similar al nuestro el mismo que alcanza un volumen promedio de 0,51 m³.

Según ARROLLO A.2013) en sus tesis titulada Coeficiente de rendimiento en el aserrío de *Clarisia racemosa* y *virola sp* en el distrito de Pichanaki, tesis para optar el título de ingeniero Forestal y Ambiental de la Universidad nacional del Centro, concluye que el coeficiente de rendimiento de aserrío de madera rolliza de las especies *Clarisia racemosa* y *virola sp* es de 55 y 58 % respectivamente, rendimiento superior al den presente trabajo el mismo que para el caso de la *Virola sp* es de 62 %.

XI. CONCLUSIONES

1. La empresa SICO MADERAS SAC cuenta con maquinaria de aserrío de madera en buen estado de funcionamiento pudiendo procesar madera de diferentes densidades y un volumen que llega hasta los 18 000 pt por turno de 8 horas.
2. La empresa cuenta con tinas de preservación (03) que son utilizadas para bañar la madera con preservantes mediante el método de inmersión simple.
3. El tiempo de preservación de las tablas son depositadas en la tina de preservación en forma manual es 30 segundos.
4. Las cámaras desecado de la madera en la empresa son de fabricación local con capacidad de 22 000 pt por cámara,
5. Las cámaras de secado de la empresa atraviesan por serios problemas de tipo técnico, y orden.
6. La empresa cuenta con programas y cursos de capacitación para todos los trabajadores por lo menos dos veces al año los que contribuyen a un mejor rendimiento del recurso humano.
7. La empresa cuenta con un asesor técnico para impulsar la mano de obra calificada y así brindar un mejor servicio en forma permanente, este es contratado durante todo el año para tales fines.
8. La empresa cuenta con un programa para garantizar el equilibrio trabajo – familia, los trabajadores que cuentan con más de cinco años de trabajo en

la empresa son beneficiados con un seguro adicional de salud para la familia, lo que les permite trabajar con mayor tranquilidad y aportar más a sus labores diarias.

9. La empresa invierte en la compra de maquinaria para mejorar sus niveles de producción y adecuarse a la reducción de emisión de gases tóxicos y desperdicios que generan malestar a la población y al ambiente.
10. La empresa asegura a sus trabajadores en cuanto al pago de sueldos, salarios y beneficios sociales, contando con las reservas correspondientes en caso de presentarse inconvenientes como crecientes altas o desastres naturales que no le permitan trabajar en forma continua.
11. La empresa se encuentra en una etapa de adecuación para el cumplimiento de las normas vigentes en el área de medio ambiente y bio seguridad
12. El promedio del diámetro por troza fue de 0,41 m y el promedio en largo fue de 3.50 m, el volumen promedio por troza fue de 0,52 m³.
13. El rendimiento de la madera cumala para el aserrío fue del 62,22 %, y el promedio de volumen para trozas de 2 a 3 m de largo fue de 0,35 M³, y para trozas de 3.1 a 4m de largo de 0,43 m³ y por ultimo para las trozas de 4,1 a 5 m de 0,68 m³.
14. La madera en tablas con longitudes mayores a 3 metros son de buena aceptación en los mercados nacionales e internacionales, inclusive en el mercado internacional las tablas con estas longitudes tiene un precio

mucho mayor si es que los volúmenes de compra - venta presentan altos porcentajes en estas medidas.

XII. RECOMENDACIONES

1. La empresa debe considerar y respetar el diámetro mínimo de corta establecido [por la autoridad nacional.
2. La empresa debe incrementar su maquinaria con la finalidad de generar valor agregado y levantar el rendimiento de las especies aserradas.
3. El ministerio en alianza con el sector privado deberá actualizar los indicadores de rendimiento de las especies para el aserío por encontrarse estos desfasados.
4. El Ministerio de agricultura en alianza con el sector privado debe realizar estudios investigación con la finalidad de incorporar a la cadena productiva los otros componentes de los arboles como ramas, hojas, raíces.
5. La propuesta que se plantea para un mejor rendimiento de la empresa SICO MADERA SAC, para un óptimo aprovechamiento de la materia prima, es implementar a la empresa con maquinaria con la tecnología necesaria para el procesamiento y transformación de las mismas, ya que implementándolo, se aumentara la rentabilidad de la empresa, lo que se reflejara en el aspecto económico y ambiental, con un óptimo aprovechamiento se contribuye a disminuir la contaminación ambiental por desperdicios del aserrío, entre otros proceso.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

ALDAS, F. 2014. “Rendimiento en el proceso de transformación de madera rolliza madera escuadrada de pino (*Pinus radiata* d .don), con dos tipos de aserradero, en la ciudad de Riobamba”. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales Escuela de ingeniería forestal, Riobamba –Ecuador. 126 Pág.

ÁLVAREZ, D.; LAZO, M. y ANDRADE, F. 2002. “Factores fundamentales para aumentarlos rendimientos de madera aserrada en aserraderos con sierras de banda”. Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 final, Pinar del Río, Cuba. Doctor en Ciencias Forestales, 8 Pág.

AREAGA, J. 2013. “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, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía - Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales, Guatemala, 55 Pág.

ARROLLO, A. 2013. “Coeficiente de rendimiento en el aserrío de *Clarisia racemosa* y *virola* sp en el distrito de Pichanaki”, tesis para optar el título de ingeniero Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional del Centro, Huancayo, 88 Pág.

CAMPOS, R. y CHUQUICAJA, C. 2008. Factor de conversión en aserrío para *Cedrelinga catenaeformis* y *Aniba* sp, en CHanchamayo, Universidad Agraria la Molina, Lima – Perú, 11 pág.

CORONEL, M.; CARDONA, G.; DIAZ, F. y BISSIO, M. 2014. “Análisis comparativo de rendimientos, productividad y costos del aserrado de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero, Argentina” Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina Av. Belgrano (s) 1.912. CP 4200. Santiago del Estero, Argentina; mrenolfi@unse.edu.ar .8 Pág.

GIM, H.; GONZALES, K. y ROSALES, E. 2014. “Influence of diametric class performance wood from species *Manilkara bidentata* (a.d.c.) a. chev. (quinilla), for obtaining tablillas y decking in the company “Forestal Rio Piedras s.a.c.”) Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Artículo científico, 12 Pág.

ISHIKAWA, K. 1988. Que es el control total de la calidad? De Norma. Editorial Latinoamérica, Buenos Aires, 345 Pág. **LAMPRECHT, H. (1990).** Silvicultura en los Trópicos. Deutsche Gesellschaft,

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos, ISBN, República Federal Alemania, 335 Pág.

LINDERGAR, M. 2000. Contabilidad de Gestión Presupuestaria de Costos, Editorial Lirios, Bogotá – Colombia, 125 pág.

MARTÍNEZ, G.; CELINA, J. y VUKASOVIC, R. 2004 Aplicación a gran escala en un aserradero mediano", Módulo Lengua – Sub proyecto Aserradero PIARFON BAP – 2004, Santiago de Chile, 26 Pág.

MERINO, W. 2006. "Evaluación del Rendimiento de Trozas en Shihuahuaco en el Aprovechamiento a tablillas". Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal,

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente. Puerto Maldonado. 103 Pág.

NÁJERA, J; CALDERÓN, O. y TREVIÑO, J. 2002. Yield and production time in the El Salto región of Durango, México” Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente .versión impresa ISSN 0186-3231Rev. Chapingo vol.17 no.2 Chapingo ago. 201 Pág.

ORTIZ, D, 2006. Implementación de la metodología KAIZEN para incrementar

PANDE, D. 2009. Modelo para el estudio del rendimiento de las plantaciones en las zonas tropicales. Revistuna silva 2011 .State Forest Service Colleges, Forest Research Institute and Colleges, Dehra Dan, India.88 Pág.

QUIRÓS, R.; CHINCHILLA, O. y GÓMEZ, M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. Agronomía Costarricense 29(2): 7-15. ISSN: 0377-9424 / www.mag.go.cr/revagr/inicio.htm www.cia.ucr.ac.c, 9 Pág.

REYES, P.; BOCANEGRA, L. y GUEVARA, L. 1992. “Evaluación de residuos de aserrío” Folia Amazónica vol. 5 (1-2) -1993 IIAP, Iquitos, Loreto, 8 Pág.

SOLANO, R. 2010. ”Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales”. PROYECTO PD512/08 Rev.2 (I). Ministerio de Agricultura. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre, Lima, Perú, 47 Pág