



Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo

FACULTAD DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA
DE LA MADERA



DOCUMENTO RECEPCIONAL TÉCNICO

**DIAGNOSTICO DEL CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y
TRANSFORMACIÓN DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES DENOMINADO
“JOSE PEREZ LEON”**

Que para obtener el título de:

Ingeniero en Tecnología de la Madera

Presenta:

LUIS ALBERTO DIMAS CONTRERAS

DIRECTOR DE DOCUMENTO RECEPCIONAL TÉCNICO:

M.C HECTOR MANUEL SOSA VILLANUEVA

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.	2
1.-INTRODUCCIÓN.....	3
2.-ANTECEDENTES	6
2.1.-ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	6
2.2.-ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	7
3.-OBJETIVOS.....	9
3.1.-OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2.-OBJETIVOS PARTICULARES	9
4.-METODOLOGÍA	10
4.1.-LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.	10
4.2.-ANÁLISIS DE PRODUCTO DE LA MATERIA PRIMA	10
4.2.1.-Determinacion del coeficiente de aserrío	10
4.2.2.- Análisis de la calidad de la troza	11
4.2.3.-Variacion del espesor de la madera aserrada	11
4.3.-ANÁLISIS DE MAQUINARIA Y EQUIPO	12
4.3.1.-Diagrama de flujo.....	14
4.3.2.-El carro portatroza	14
4.3.3.-La sierra banda o torre principal.....	14
4.3.4- La desorilladora.....	14
4.3.5-La cabeceadora	14
4.4.- ANÁLISIS ECONÓMICO	14
4.4.1.-Costo de materia prima y proceso.....	14
4.4.1.1.-Costos variables.....	15
4.4.1.2.-Costos fijos	15

4.4.2- Precio de venta del producto	15
5.-RESULTADOS.....	16
5.1.-LOCALIZACION DE LA PLANTA.....	16
5.2.-ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA	17
5.3.-ANALISIS DE MAQUINARIA Y EQUIPO.....	29
5.4.-ANALISIS ECONOMICO	39
6.-CONCLUSIONES.....	43
7.- RECOMENDACIONES.....	45
8.-BIBLIOGRAFÍA.....	47
9.- ANEXOS	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Muestra para las mediciones del grosor de las tablas	12
Figura 2.- Mapa de localización de la planta.....	16
Figura 3.- Distribución de los productos del coeficiente de aserrío	18
Figura 4.- Distribución de longitud de las trozas.....	20
Figura 5.- Distribución de la variación del grosor a la primera hora de trabajo.....	23
Figura 6.- Distribución de la variación del grosor a la segunda hora de trabajo	24
Figura 7.- Distribución de la variación del grosor a la tercera hora de trabajo	25
Figura 8.- Distribución de la variación del grosor a la cuarta hora de trabajo	26
Figura 9.- Distribución general de la variación del grosor en las diferentes etapas de trabajo	27
Figura 10.- Diagrama de flujo y equipo del aserradero.....	29
Figura 11.- Carro portatroza	30
Figura 12.- Movimiento del carro portatroza	31
Figura 13.-Torre principal	32
Figura 14.- Desoriladora.....	34
Figura 15.- Cabeceadora tipo Trimmer	36
Figura 16.- Tina de baño automática	38

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.- Distribución de la madera aserrada	18
Cuadro 2.- Distribución de la longitud de las trozas	20
Cuadro 3.- Variación de la longitud de la trocería	21
Cuadro 4.- Rangos en la variación del grosor de la madera aserrada.....	21
Cuadro 5.- Distribución de la variación del grosor a la primera hora de trabajo	22
Cuadro 6.- Distribución de la variación de grosor a la segunda hora de trabajo.....	23
Cuadro 7.- Distribución de la variación del grosor a la tercera hora de trabajo	24
Cuadro 8.- Distribución de la variación del grosor a la cuarta hora de trabajo	25
Cuadro 9.- Distribución general de la variación del grosor en las diferentes etapas de trabajo.....	27
Cuadro 10.- Total de pérdida de materia prima.....	28
Cuadro 11.- Pérdida económica semanal	28
Cuadro 12.- Resumen de los costos variables	40
Cuadro 13.-Costos de mano de obra directa.....	40
Cuadro 14.- Costos de administración y supervisión	41
Cuadro 15.- Resumen de los costos fijos.....	42
Cuadro 16.- Costos totales de la empresa y costo del Pie tabla.....	42

RESUMEN

El proceso de aserrío, se puede definir como la transformación de las trozas en madera en escuadría de varias dimensiones. En México se estima que existen más de 1000 aserraderos de los cuales la mayoría son pequeños, con una producción diaria promedio de menos de 20,000 pt y un coeficiente de aserrío promedio inferior al 60% (Calderon & Sosa, 2014). Se requiere conocimiento de la situación actual de la industria de aserrío fin de optimizar el desempeño, operación, productividad y utilidades de la misma. El presente trabajo se enfoca en el diagnóstico del centro de almacenamiento y transformación de las materias primas forestales denominado “JOSE PEREZ LEON”, se pretende plasmar una metodología para detectar la problemática existente en la industria de aserrío, estatal y nacional. Por principio se enmarca la localización del aserradero, después se analiza la calidad de la materia prima, del mismo modo se define el aprovechamiento real de la trocería mediante un coeficiente de aserrío. También, se realiza la determinación de la variación del espesor de la madera aserrada tomando en cuenta la fatiga de la sierra por operación. En el tema de análisis y maquinaria y equipo se observó el desempeño y características de las distintas maquinas que componen el proceso y se realizó un diagrama de flujo con la finalidad de verificar las condiciones de operación de cada máquina del proceso de aserrío. Finalmente se elaboró un análisis económico de la operación del aserradero en función a los datos del año 2014 con el propósito de determinar los costos fijos y variables de la empresa y definir las utilidades de acuerdo al precio de venta del producto en el mercado.

Palabras clave: diagnostico, almacenamiento, coeficiente de aserrío, transformación, operación, análisis, variación, utilidades.

ABSTRACT.

The sawmill process could be defined as the transformation of the logs in measured wood products of many sizes. In Mexico is estimated that exist more than 1000 sawmills; most of them are small ones with an estimated daily production of less than 20,000 bft and less than 60% yield coefficient (Calderon & Sosa, 2014). Furthermore, Knowledge of the actual wood industry situation is required in order to optimize performance, operation, productivity, and utilities. The current work is focused on the storage and transformation center named “JOSE PEREZ LEON”, is aimed to get a methodology for detecting the current problems that exist in the sawmill industry, local and national. First of all, the localization of the sawmill; then the analysis of the raw material quality, in the same way defining the real use or exploitation of logs trough a yield coefficient. Also, it is done the determination of the wood thickness variation taking into account the saw operation fatigue. In the topic of machinery and equipment analysis, the performance and characteristics of the machinery that compounds the whole process was observed. A lay-out was analyzed in order to verify the operation condition of each machine in the sawmill process. Finally, an economical analysis from the whole process was elaborated, comparing the 2014 data in order to determinate fixed cost and variability of the company and defining utilities according to the selling price of the product in the market.

Keywords: diagnostic, storing, yield coefficient, transformation, operation, analysis, variation, utilities.

1.-INTRODUCCIÓN

El proceso de aserrío, se puede definir como la transformación de las trozas en madera en escuadría de varias dimensiones (ejemplo: tablas, tablones, polines, vigas, durmientes etc...), mediante una serie de procesos donde se requiere del recurso humano, maquinaria y equipo.

En México se estima que existen 1,250 aserraderos de los cuales la mayoría son pequeños, con una producción diaria promedio de menos de 20,000 pt (94 m³r) y un coeficiente de aserrío promedio inferior al 60% (Calderon & Sosa, 2014).

El diagnóstico industrial, permite realizar una evaluación de la situación actual de la empresa a todos los niveles, aunque incidiendo especialmente en sus áreas industriales. El resultado del diagnóstico, se recoge en un informe en el que se detallan las deficiencias encontradas en cada área y se propone un plan de mejora para corregirlas. También sirve de base a la Dirección para la toma de decisiones, permitiendo seleccionar los proyectos más interesantes para mejorar el funcionamiento de la empresa (Aidima, 2014).

Actualmente existe un avanzado desarrollo tecnológico en los sistemas de alimentación de las trozas hacia las sierras, sin embargo, en la gran mayoría de los aserraderos mexicanos se utiliza el sistemas de alimentación más tradicional, siendo este, el carro portatrozas con sistema motriz de movimiento sencillo, el cual rueda sobre vías (Calderon & Sosa, 2014).

Los bosques y selvas total en nuestro país cubren 55.3 millones de ha, de las cuales 80% de la superficie forestal es propiedad ejidal y comunal, 15% propiedad privada y 5% es propiedad de la nación, La participación del sector forestal en el PIB (Producto Interno Bruto) fue de 1.3% en 1987 y de 0.5% en 1996. En 1999, el valor de la producción forestal fue del orden de 17 mil millones de pesos y su participación en el PIB, fue de 1.2 % (CONAFOR, 2001).¹

¹Comisión Nacional Forestal

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 productos de uso práctico, pasando por el aprovechamiento, aserrío, almacenamiento o tratamiento bioquímico y moldeo. El producto final de esta actividad puede ser la 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 concierne, pues, la logística necesaria para el traslado de la madera desde el bosque en que ha sido cortada hasta un aserradero (Wikipedia, 2014).

En el concepto de producción maderable, Michoacán ocupa el tercer lugar en la república, con un 11.8% del total nacional, después de Durango y Chihuahua, Estados que por sus condiciones ecológicas en general, se aprovechan bajo regímenes de silvicultores extensivos.

En la actividad forestal de nuestro país y en particular en el Estado de Michoacán, algunos usuarios de productos forestales no conocen el mecanismo de cómo se desarrolla un estudio de coeficiente de aserrío (Mendez, 1996).

Al analizar el comportamiento del número de plantas industriales de aserrío en los últimos años, se observa un crecimiento sustancial; lo que pudiera hacer pensar que esta es una industria en auge. Lo que sucede en realidad, es que con las facilidades otorgadas mediante la legislación forestal durante la década de los noventa se favoreció la pulverización de este tipo de industrias (Flores, Serrano, & Chepe, 2007).

Esta industria se caracteriza en el país, por ser poco intensiva en capital, lo que significa que es posible operar pequeños aserraderos con modestas inversiones. A la vez, se ha mantenido la existencia de instalaciones de baja productividad con maquinaria y equipo de bajo nivel tecnológico que se caracterizan por la escasa eficiencia de conversión de la materia prima. Esto se traduce en un coeficiente de aserrío de 50%. El resto en costeras, recortes, virutas y aserrín, y donde no es posible aplicar eficientemente las economías de escala (Flores, Serrano, & Chepe, *idem*, 2007).

El 87% de la producción de madera en nuestro país, está representado por maderas de coníferas. Dentro de este grupo, el pino representa el 96% de la producción de maderas de coníferas seguido por el encino (6%), las especies comunes tropicales (4%), y el oyamel (3%). Tal tendencia en estas proporciones ha permanecido prácticamente constante en los últimos diez años y no hay razón para que cambie considerando el potencial de las áreas forestales factibles de abrir a la actividad silvícola. En el trópico la producción de madera está representada por varias especies. Una proporción muy baja (23%) corresponde a maderas preciosas y el resto se divide entre maderas suaves y duras (FAO, 2014)².

La madera aserrada se comercializa en dimensiones nominales que incluyen un refuerzo en espesor, anchura, y longitud, esto tiene como finalidad compensar el volumen que se pierde por contracciones de la madera verde al secarla para su uso final, por cepillado para eliminar las asperezas del corte de la sierra generando una superficie tersa, y por la variación del corte en el aserrío al momento de aserrar los trozos (Garcia, 1998).

A pesar de la información existente descrita en los antecedentes, se requiere establecer un metodología más congruente y practica para el diagnostico y análisis operacional de la industria de aserrío, por lo cual este estudio tratara de plasmar un metodología mas practica.

² Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura

2.-ANTECEDENTES

2.1.-ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Hace referencia Aguilar (1998) a la falta de investigación en todo el país, en la parte medular de las tecnologías que se pudieran implementar, en México, prácticamente se puede decir que no existen investigaciones, que promuevan nuevas tecnologías que se adapten a las circunstancias que presenta el territorio nacional, o a las maderas que se producen naturalmente en los bosques y selvas mexicanas, razón por la cual los índices de desperdicio que existe en la mayor parte de las industrias forestales son muy altos, por lo que repercute en pérdidas económicas considerables que sacrifican recursos naturales.

En el documento de Brown & Bethel (1975) se aborda información relacionada a los procesos de transformación en madera aserrada a partir de trocería, lo cual ha ocupado un sitio importante de la economía industrial de todo el mundo. Se considera que el inicio de la industria del aserrío, fue en el año 1859. Con el advenimiento del vapor como fuente de energía se hizo muy popular en la sierra circular, primeramente de dientes fijos y después de dientes removibles , por último a esta se le sustituyo por la sierra banda, la cual tuvo varias ventajas sobre la sierra circular, teniendo las primeras dificultades en la incapacidad de producir buenas uniones al soldar los extremos de la sierra para producir una banda sin fin, convirtiéndose en la más adecuada en la industria del aserrío en diferentes capacidades.

La industria del aserrío, de acuerdo a la FAO (2014) es la más antigua y más extensamente establecida de todas las industrias elaboradoras de la madera. En su forma más sencilla exige muy poco en cuanto a capital y mano de obra especializada y puede funcionar en condiciones competitivas en escala muy pequeña, por lo que casi todos los países del mundo tienen aserraderos de mayor o menor importancia.

Al proceso del aserrío, lo considera Zavala (1996) como una de las formas más simples de transformación de la trocería y una de las actividades más importantes de la industria forestal del país. Sin embargo, y no obstante lo sencillo del proceso y su importancia, se considera que el grado de avance o adaptación tecnológica en México ha sido muy lento, por argumentos de diferente índole.

El coeficiente de aserrío, lo describe Mendez (1996) como la forma matemática para determinar a cuanto corresponde el aprovechamiento de un aserradero, cuando ha sido abastecido de un determinado volumen de trocería o madera en rollo, para transformarla en tablas, tablonos, polines etc. Los cuales son medidos, cuantificados, y cubicados, para de esta forma saber el porcentaje de aprovechamiento que se obtuvo.

En el curso de aserraderos implementado por Calderon & Sosa (2014) se hizo referencia a la fórmula de Smalian la cual se utiliza para la determinación de los volúmenes de madera en rollo.

La Dirección General de Normas (DGN, 1986) emitió la Norma Mexicana NMX-C-18-1986, para la clasificación de la madera aserrada de pino con los siguientes grados: Grado "A" = Selecta, Grado "B" = de primera, Grado "C" = de segunda, Grado "D" = de tercera, Grado "E" = de cuarta, Grado "F" = de desecho. Las especificaciones para cada clase incluyen las características de los nudos, grietas, manchas, bolsas de resina, perforaciones, pudriciones, orientación del hilo o grano de la madera y torceduras.

2.2.-ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

El aserradero inicio en el mes de febrero del 2007 en el municipio de Tlalpujahua, Michoacán. Siendo el propietario el Sr. José Pérez León, cuenta con una torre metálica, con volantes de 1.20 m de diámetro y pista para sierras de 6" de ancho, el cual en un turno de 8 horas se asierra aproximadamente 38 m³ de madera en rollo. Este aserradero utiliza 8 obreros fijos, para el proceso de aserrío y 4 más para el arpillado de la madera. Independientemente de los obreros que trabajan en monte, en la extracción de la materia prima forestal, los cuales son cortadores, camioneros entre otros, en el área administrativa se cuenta con un gerente y un secretario.

El abastecimiento para esta industria, proviene principalmente del municipio de Senguio y algunos colindantes del Estado de México. El volumen anual que se procesa en esta industria, es de aproximadamente 10,000 m³ de madera en rollo generalmente del género pino y oyamel.

La madera aserrada que sale de la producción, regularmente se distribuye al Distrito federal, Estado de México, Querétaro, Guanajuato y Aguascalientes.

3.-OBJETIVOS

3.1.-OBJETIVO GENERAL

- Realizar el Diagnostico operativo del centro de almacenamiento y transformación de los recursos forestales maderables denominado “JOSÉ PÉREZ LEÓN”

3.2.-OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar el coeficiente de aserrío.
- Analizar la calidad de la trocería.
- Analizar la calidad y manufactura de los productos del aserradero.
- Analizar la maquinaria y equipo.
- Realizar el análisis económico del aserradero

4.-METODOLOGÍA

Se llevó a cabo el diagnóstico del aserradero mediante diversas visitas a la planta de aserrío “JOSÉ PÉREZ LEÓN” ubicada en domicilio conocido Santo Niño, Cuartel V, San Francisco de los Reyes, Municipio de Tlalpujahua, Michoacán.

4.1.-Localización de la planta. Se explicó la localización de la planta de aserrío, definiendo el poblado, la forma de llegar y el km aproximado en el cual se encuentra la industria maderera a estudiar.

4.2-Análisis de producto de la materia prima. Se llevó a cabo la determinación del rendimiento de la materia prima en producto terminado (madera aserrada), del mismo modo, se analizó tanto la calidad, como la variación en longitud de la trocería, con el fin de evaluar, las posibilidades de mejora en el aprovechamiento de la misma, terminando con el análisis de la variación en el espesor de la madera aserrada producida.

4.2.1.-Determinación del coeficiente de aserrío. Se determinó el volumen de 98 trozos utilizando un formato para la cubicación de los trozos (Anexo 1), el cual está basado en la fórmula de Smalian (Fonseca, 2005).

$$V = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D + d}{2} \right)^2 * L$$

Dónde:

V = Volumen del tronco en m³.

D = Diámetro mayor (m).

d = Diámetro menor (m).

L = Longitud de la sección en m.

$\pi = 3.1416$

Posteriormente, se cubió la madera aserrada procesada de los trozos, con el fin de determinar el rendimiento de las trozas en producto terminado. Para la cubicación de la madera aserrada se utiliza la fórmula:

$$Volumen (m^3) = Grueso (m) \times Ancho (m) \times Largo(m)$$

Por último se estableció el coeficiente de aserrío (C.A), para establecer el rendimiento que tiene el aserradero, con el fin de calcular el grado de aprovechamiento y fomentar su mejora.

$$C.A = \frac{\text{volumen de madera aserrada}(m^3)}{\text{volumen de madera en rollo}(m^3)} \times 100$$

4.2.2.- Análisis de la calidad de la troza. Se midió la longitud de 50 trozas, las medidas de cada una de ellas se aprecian en el Anexo 2. Esto nos sirvió para determinar el exceso de longitud de la trocería ya que en México el trozo primario del cual se obtiene la madera aserrada comercial de 2.55 m de longitud (Aguilar M. J., 2013). También, se observó, como se lleva a cabo la clasificación de la trocería, ya que no hay alguna metodología para dicha clasificación.

4.2.3.-Variacion del espesor de la madera aserrada. En este punto se determinó la variación existente en el espesor de las tablas tomando como referencia el procedimiento en base al documento “Descripción de métodos de control total de calidad para incrementar el beneficio de un aserradero” (Sosa, 1990). Se midió el espesor de 80 tablas, esté se midió en 8 posiciones: 4 posiciones en la parte superior y cuatro posiciones en la parte inferior, teniendo como referencia para la primera medida 20 cm después de la cabeza de la tabla (ver figura 1).

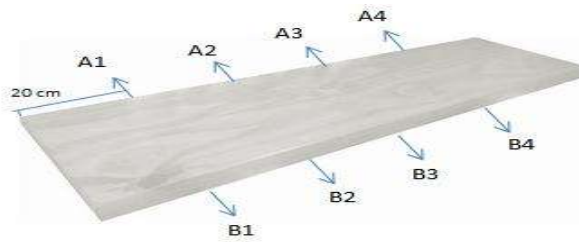


Figura 1.- Muestra para las mediciones del grosor de las tablas

Todas las mediciones fueron tomadas al milímetro lo más cercano a la medida nominal (25.4 mm), utilizando un “pie de rey” (vernier).

4.3.-Análisis de maquinaria y equipo. Primero, se determinó el diagrama de flujo de la maquinaria con el objetivo de determinar el proceso, los diferentes centros de trabajo, y observar la fluidez de la producción.

En lo que se refiere a la maquinaria y equipo se determinó su funcionamiento actual y características de cada una de ellas. Proponiendo las mejoras necesarias para su óptimo rendimiento.

Para explicar la velocidad con la que debe estar trabajando la maquinaria, partimos de que la torre principal estará trabajando a 8,000 fpm (pies por minutos) que es lo recomendado para este tipo de maquinaria, ya que son máquinas hechas con estructuras ligeras y baleros automotrices, que utilizan herramienta más sencilla (sierras cinta de banda con espesores pequeños), mientras que para la desorilladora y cabeceadora se recomienda que tengan una velocidad de 9,000 fpm por disponer ambas máquinas de sierras de disco con mayor rigidez y espesor que las sierras de banda (Willinston, 19981) . En ambos casos se cuantifica el valor de la velocidad en la periferia, para la torre principal la sierra de corte va montada en la periferia de los volantes, en tanto que en las sierras circulares los dientes van montados en la periferia del disco.

A fin de determinar las revoluciones por minuto requeridas por las máquinas en las herramientas de corte, utilizamos la siguiente fórmula:

$$N = \frac{V}{C}$$

Dónde:

N: Revoluciones por minuto del volante

V: Velocidad periférica (pies/min)

C: Circunferencia en pies = $D\pi$

Como regla práctica, se utilizó una tabla con las distintas velocidades periféricas, que se puede usar tanto en las sierras circulares como en las sierras de banda montadas en volantes de torres de aserradero o sierras cinta de tamaños menores para uso en talleres y que nos permite comprobar los resultados obtenidos (Anexo 3).

Para determinar las revoluciones por minuto (rpm) del volante o de la flecha, con las cuales está trabajando la máquina, o para calcular el tamaño de la polea receptora o impulsora que proporcione las revoluciones requeridas, se utilizó la Formula general:

$$PI \times rpm \text{ Motor} = PR \times rpm \text{ Volante}$$

Dónde:

rpm Volante = Revoluciones por minuto del volante (rpm)

rpm Motor= Revoluciones por minuto del motor (rpm)

PI= Polea impulsora (In)

PR= Polea receptora (In)

Se determinó la velocidad de corte de la herramienta, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad de corte} = rpm \text{ Volante} \times \text{Circunferencia volante}$$

4.3.1.-Diagrama de flujo. Se realizara una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso sera representado por un numero diferente, el cual ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso mostrando la relación secuencial ente ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad. En este apartado se determinará el diagrama de flujo del proceso de la industria de aserrío, destacando las particularidades del mismo y se describirá cada fase del proceso.

4.3.2.-El carro portatroza. Se hará un análisis de su participación en el proceso de asierre, así como de sus características, este es utilizado para transportar y sujetar la troza mientras se realizan los cortes necesarios en espesor, contiene: chasis, escuadras, ganchos, ejes, ruedas, este puede ser de empujón (manual) o de movimiento (mecanismo de avance), retroceso de escuadras, graduación y mecanismo de despeje.

4.3.3.-La sierra banda o torre principal. Se efectuará un análisis para determinar el trabajo y operación de esta máquina, ya que esta se encarga de hacer el corte de la troza para transformarla en madera aserrada, la cual cuenta con una sierra sin fin con dientes montada en dos volantes.

4.3.4- La desorilladora. Se analizara la importancia de este proceso (desorille), la función de esta es eliminar los cantos u orillas, para darle el ancho comercial (4", 6", 8", 10" y 12") o para mejorar la calidad deseada de la tabla.

4.3.5-La cabeceadora. En este punto, se analizara la posibilidad de optimizar la calidad de la madera mediante el recorte en largo de los extremos de las tablas, eliminando defectos y dando las longitudes comerciales

4.4.- Análisis económico. Con el propósito de determinar la utilidad promedio del aserradero, se realizó el análisis de los costos, tanto de la materia prima, los del proceso, y el precio de venta del producto terminado.

4.4.1.-Costo de materia prima y proceso. Se analizaron los costos de la materia prima (trozos primarios), así como el precio del trozo de limpia (trozos provenientes de un saneamiento del bosque), los costos derivados del proceso de aserrío de la trocería y de la administración de la operación.

4.4.1.1.-Costos variables. También conocidos como costos directos, estos comprenden los gastos que varían directamente en la relación con el nivel del negocio: por ejemplo, el costo de la materia prima (Hingston, 2002).

4.4.1.2.-Costos fijos. También conocidos como costos indirectos los costos fijos están relacionados con los gastos del negocio, que son básicamente constantes o fijos, sin importar el nivel de operaciones mercantiles. Algunos ejemplos son: renta, impuestos, gran parte de los salarios y los seguros (Hingston, 2002).

4.4.2- Precio de venta del producto. Se determinaron los distintos productos comercializados y sus precios de venta, con el propósito de conocer el costo promedio para definir las utilidades.

5.-RESULTADOS

5.1.-LOCALIZACION DE LA PLANTA

La zona de estudio se localiza en la carretera Maravatio- el Oro km 43, en el poblado Santo Niño, Cuartel V, San Francisco de los Reyes, Municipio de Tlalpujahua, Michoacán al Noroeste del Estado, en las coordenadas 19°48' de latitud norte y 100°10' de longitud Oeste, a una altura de 2,580 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Contepec, al Este y Sur con el Estado de México y, al Oeste con Senguio y Maravatío. Su distancia a la capital del Estado es de 156 Km. (Figura 2)



Figura 2.- Mapa de localización de la planta

5.2.-ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

a) DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE ASERRIO

En este punto cabe mencionar que la trocería es proveniente de un saneamiento del monte cuya principal diferencia con la troza de aprovechamiento normal es el precio (\$4,000/millar vs 7,000/millar LAB aserradero) por tal motivo se hizo el aserrío de la troza en madera de escuadría gruesa (barrote y polín), ya que por lo general la madera se encuentra podrida, barrenada (ataque de barrenador) y manchada.

Para el registro de cada una de las medidas de los 98 trozos se utilizó una hoja (Anexo 1), la cual está preestablecida para la cubicación de la materia prima, con la fórmula de Smalian. En dicha hoja se tiene la columna de diámetro con una equivalencia del volumen en m³r (metro cubico rollo) para una longitud de trocería en medidas comerciales de 8 ¼”, de tal manera que solamente serán anotados la cantidad de trozas que tienen el diámetro asignado por esa fila para la obtención del volumen total por categoría diamétrica.

Formula de Smalian:

$$V = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D + d}{2} \right)^2 * L$$

Haciendo la sumatoria de todas las trozas nos da un total de 28.582m³r.

En el cuadro 1 y figura 3, se muestra el volumen total de la madera aserrada en m³r como en PT reales, la distribución de productos y su porcentaje.

Cuadro 1.- Distribución de la madera aserrada

MADERA ASERRADA	PIEZAS	VOLUMEN M ³		%
DESCRIPCION		nominal	real	
Volumen total polín 3 1/4	721	12.355	12.6896	64%
Volumen total tabla 3/4 largas dimensiones	386	3.181	4.6269	23%
Volumen total cortas dimensiones	182	0.987	1.4575	7%
Volumen total barrote 1 1/2 x 3 1/4	128	0.844	1.0240	5%
Volumen total de madera aserrada	1417	17.367	19.7980	100%

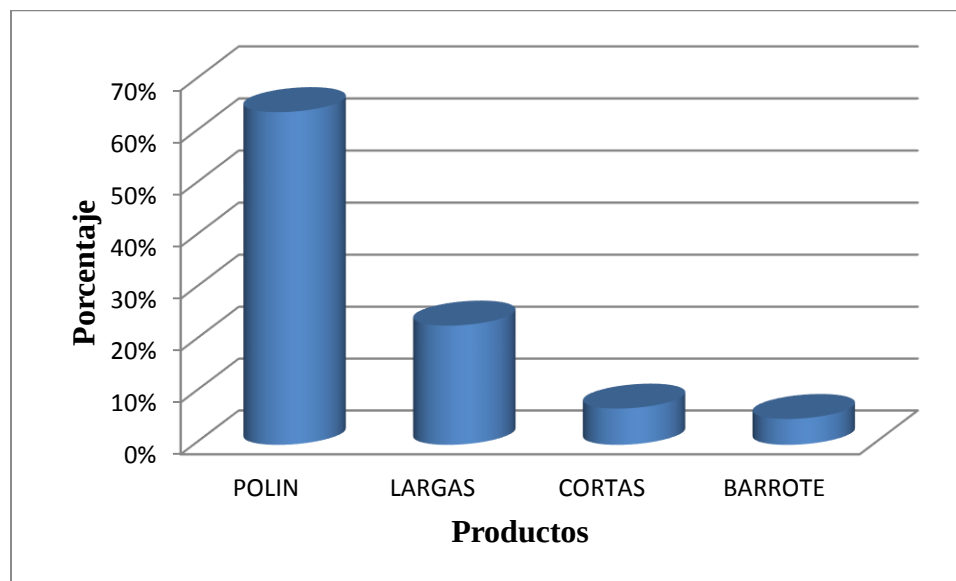


Figura 3.- Distribución de los productos del coeficiente de aserrío

Para la determinación del coeficiente de aserrío se utilizó la fórmula:

$$C.A = \frac{\text{volumen de madera aserrada}(m^3)}{\text{volumen de madera en rollo}(m^3)} \times 100$$

$$C.A = \frac{19.798(m^3)}{28.582(m^3)} \times 100 = 69.27\%$$

Como se puede observar el coeficiente de aserrío es alto, esto como reflejo del asierre de la troza en madera gruesa, que en su mayoría es polín con un 64% de la producción total, lo cual redujo el desperdicio de corte y permitió tener más madera en escuadría.

Si 1 m³r aserrado es igual generalmente a 0.5 m³t con un coeficiente del 50 %, para el coeficiente de aserrío de esta empresa se obtuvo un rendimiento es de 1 m³r igual a 0.606 m³t, teniendo como ganancia 0.106 m³t al poder reducir el refuerzo general de la madera en escuadría obtenida.

Si se hubiera aserrado más madera delgada, el porcentaje del coeficiente de aserrío disminuiría, porque se necesita mayor número de cortes para obtener tablas, por otra parte, el porcentaje de refuerzo es mayor para madera delgada, como ejemplo, en la tabla de 3/4” el refuerzo representa el 33% mientras que para el polín de 3 1/4” representa el 7.7%.

Entonces, en base a esto podemos decir, que si se asierra madera más gruesa logramos incrementar el porcentaje de madera obtenida del aserrío, mientras que si se asierra madera más delgada el porcentaje de aserrío disminuye. Esto es más real en casos donde se tiene trocería de limpia (podrida, barrenada, manchada, etc.), ya que entonces los productos a obtener son aquellos dedicados a la construcción como barrote, polín, duela y en esos casos el coeficiente aumenta aunque la utilidad por pie tabla disminuye al ser estos productos de menor valor por pie tabla.

b) ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA TROZA

Para conocer el exceso en la longitud de la trocería, en el cuadro 2 y figura 4, se puede observar que los resultados varían poco de la medida idónea (2.55 m). Haciendo un promedio de las frecuencias obtenidas que se encuentran por encima de la medida 2.55 m nos da como resultado 2.567 m lo cual nos indica un exceso de 0.0176 m, esto significa que si multiplicamos $0.0176 \text{ m} \times 100$ entre 2.55 m nos arroja un 0.69% de pérdida en materia prima con impacto en lo económico. Si se asierra en la anualidad $10,000 \text{ m}^3$ nos representa una posibilidad de ganancia de \$102,396 (Cuadro3).

Cuadro 2.- Distribución de la longitud de las trozas

Cm	2.53m	2.54 m	2.55 m	2.56 m	2.57 m	2.58 m	2.59 m	2.60 m	TOTAL
Frecuencia	1	13	11	15	4	4	1	1	50
%	2%	26%	22%	30%	8%	8%	2%	2%	100%

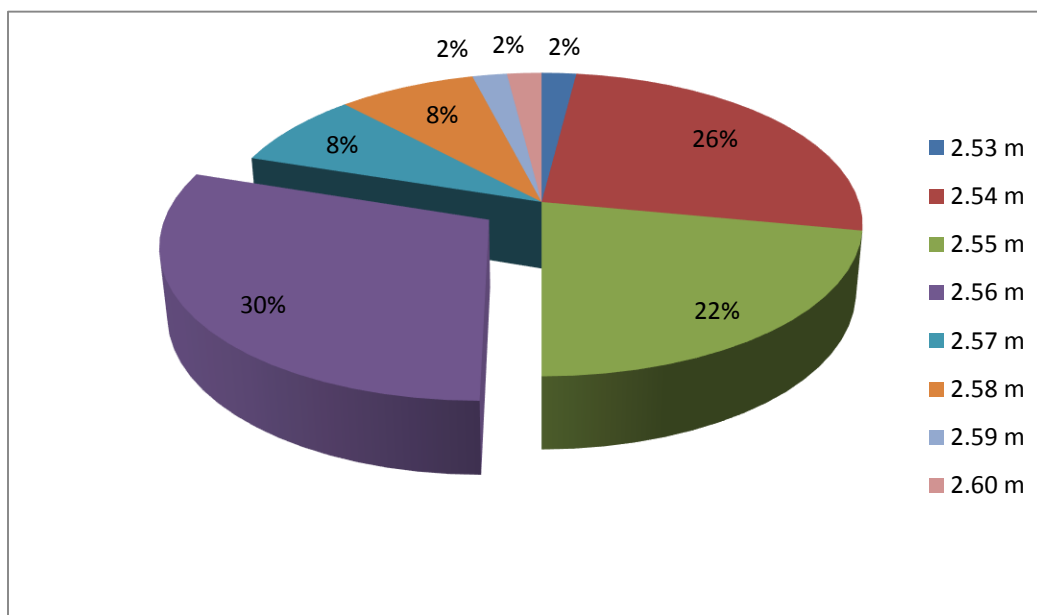


Figura 4.- Distribución de longitud de las trozas

Cuadro 3.- Variación de la longitud de la trocería

CANTIDAD DE TROZAS	VOLUMEN	EXCESO	PORCENTAJE
50	26.269m ³ r	0.102m ³ r	.69%
Anualidad	69m ³ r	14.628 PT*	\$ 102,396**

*Se asume un rendimiento de 212 PT/m³

**Se utiliza un precio por millar de pt en rollo de \$7,000.00

En lo que se refiere a la calidad de la trocería, se pudo apreciar que en la empresa no existe una norma definida para la clasificación de ésta, pero sin embargo cuenta con una clasificación a su criterio, de tal manera que se tiene lo siguiente: trocería primaria se rige mediante el diámetro en punta mayor a 20 cm, combadura del eje longitudinal por debajo de las 3”, el nudo mayor aceptado no debe rebasar 1/3 del diámetro de la troza, pudrición no mayor al 10% del total de volumen de la troza.

c) VARIACION DEL ESPESOR DE LA MADERA ASERRADA

Para conocer los valores de los rangos del espesor se tomó como base el tiempo de trabajo de la sierra, se determinó utilizando la medida máxima y mínima de A y B, esta medida nos indica la variación máxima a lo largo de la tabla.

Cuadro 4.- Rangos en la variación del grosor de la madera aserrada

TIEMPO DE USO DE LA SIERRA	MM	MAXIMO
Rango máx. 1hr	2.05	2.05
Rango min 1hr	0.53	
Rango máx. 2hr	1.85	1.85
Rango min 2hr	0.52	
Rango máx. 3hr	2.77	2.77
Rango min 3hr	0.40	
Rango máx. 4hr	2.64	2.64
Rango min 4hr	0.76	

Como se puede observar la variación va incrementándose a medida que la sierra tiene más tiempo trabajando debido a que esta va perdiendo filo y tensión, sin embargo la tabla nos refleja que la primera hora tuvo más variación que la segunda esto se debe a que alguna pieza de la primera hora pudo haber provenido de una troza con nudo y esto produjo una variación irregular.

Otro ejercicio que se suscito fue la distribución de la variación en el grosor para madera de $\frac{3}{4}$ " nominal que es igual a 25.4 mm. Este se determina con el promedio de las medidas A y B y se toma el valor máximo, esto va a reflejar cuantas piezas están por encima de la medida estándar, para así saber la pérdida económica que tenemos.

Como se puede apreciar en el cuadro 5 y figura 5, donde la sierra está recién colocada y se trabajó la primera hora, la mitad de las tablas están por encima de la medida (25.4 mm), los valores se encuentran en un rango 26-27 mm siendo 26 mm el más repetitivo con una cantidad de 9 piezas esto indica que hay una variación de 1mm y que por cada 20 piezas se está desaprovechando 9 mm en el total.

Dicha variación pudo suscitarse por varios factores, tensión de la sierra, el medidor no está dando la medida correcta, el filo de la sierra no es el adecuado, etc.

Cuadro 5.- Distribución de la variación del grosor a la primera hora de trabajo

DISTRIBUCION DE LA VARIACION EN EL GROSOR PARA MADERA DE $\frac{3}{4}$ " NOMINAL							
Mm	23	24	25	26	27	28	Total
Piezas	1	1	8	9	1	0	20
%	5%	5%	40%	45%	5%	0%	100%

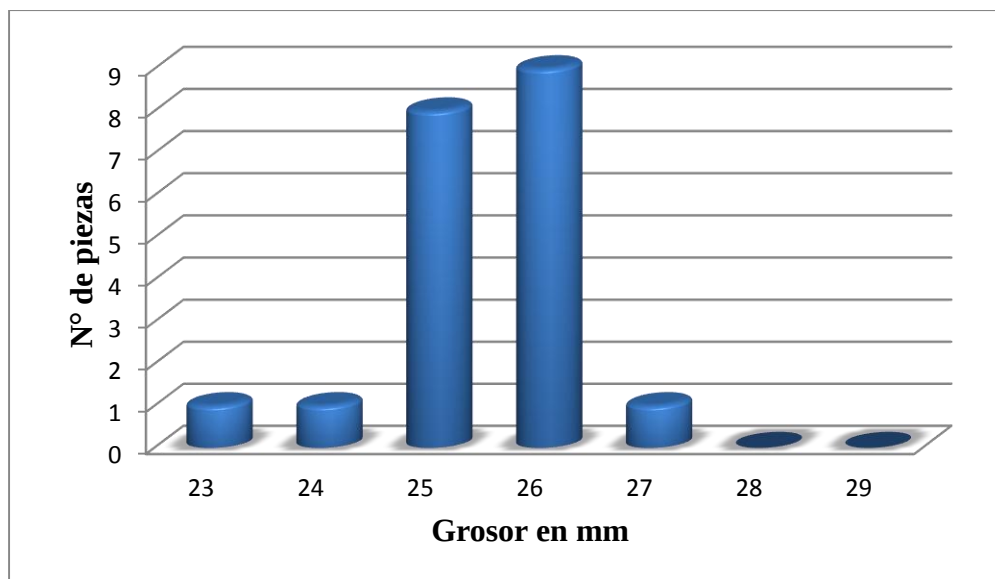


Figura 5.- Distribución de la variación del grosor a la primera hora de trabajo

Con lo que respecta al cuadro 6 y figura 6 en la segunda hora de trabajo la variación más alta se vuelve a concentrar en 26 mm pero ahora con una frecuencia más repetitiva que a la primera hora de trabajo, con un total de 13 piezas que representa el 65% del total de las 20 tablas medidas, esto nos indica una variación mayor en este periodo con respecto a la medida deseada (25 mm).

Cuadro 6.- Distribución de la variación de grosor a la segunda hora de trabajo

DISTRIBUCION DE LA VARIACION EN EL GROSOR PARA MADERA DE 3/4 NOMINAL							
mm	23	24	25	26	27	28	Total
Piezas	0	4	3	13	0	0	20
%	0%	20%	15%	65%	0%	0%	100%

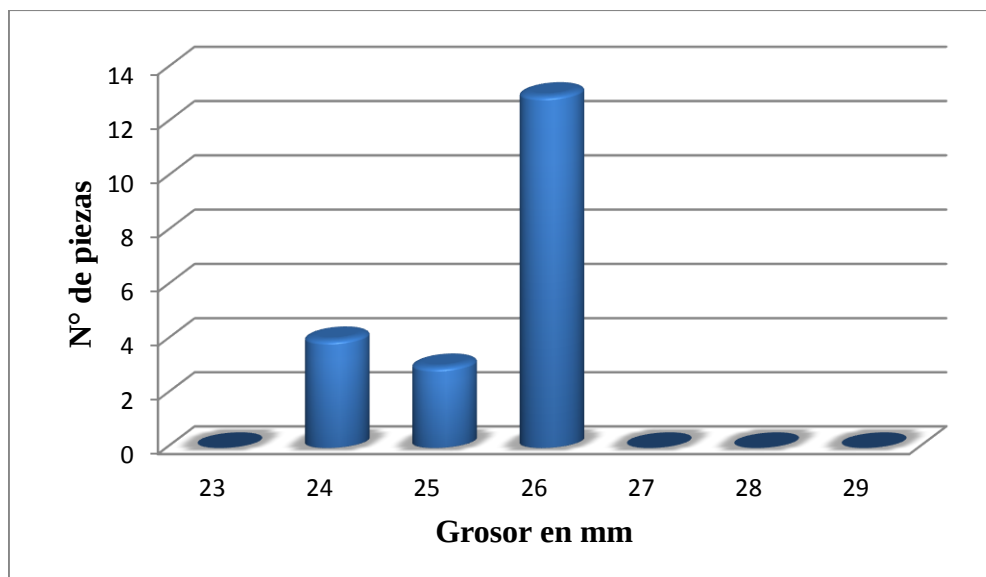


Figura 6.- Distribución de la variación del grosor a la segunda hora de trabajo

En el cuadro 7 y figura 7, se observa que el factor que se ha venido mencionando se corrigió, ya que la frecuencia no vuelve a hacer la misma, sin embargo se percibe otro nuevo factor, al no haber una medida repetitiva y las medidas sean aleatorias, se puede especular que se está perdiendo tensión en las sierra debido al tiempo de trabajo.

Cuadro 7.- Distribución de la variación del grosor a la tercera hora de trabajo

DISTRIBUCION DE LA VARIACION EN EL GROSOR PARA MADERA DE 3/4 NOMINAL							
mm	23	24	25	26	27	28	Total
Piezas	0	6	8	4	1	1	20
%	0%	30%	40%	20%	5%	5%	100%

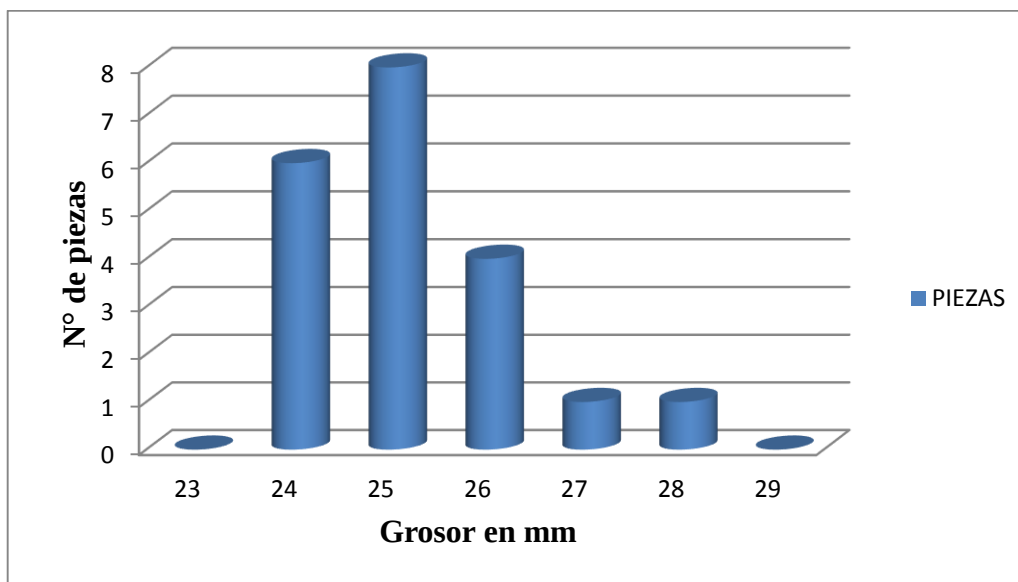


Figura 7.- Distribución de la variación del grosor a la tercera hora de trabajo

En la última hora de este estudio cuadro 8 y figura 8, se observa que la variación va incrementando con respecto a la hora anterior, ahora los valores de la frecuencia de la variación oscilan entre 26, 27, 28 mm. El cual nos arroja un promedio de 27 mm, esto indica, una pérdida de 2 mm, esto significa que por cada 13 tablas se está desperdiciando 1 tabla, esto se debe a que la sierra va perdiendo filo y tensión.

Cuadro 8.- Distribución de la variación del grosor a la cuarta hora de trabajo

DISTRIBUCION DE LA VARIACION EN EL GROSOR PARA MADERA DE 3/4 NOMINAL							
mm	23	24	25	26	27	28	Total
Piezas	0	0	3	7	6	4	20
%	0%	0%	15%	35%	30%	20%	100%

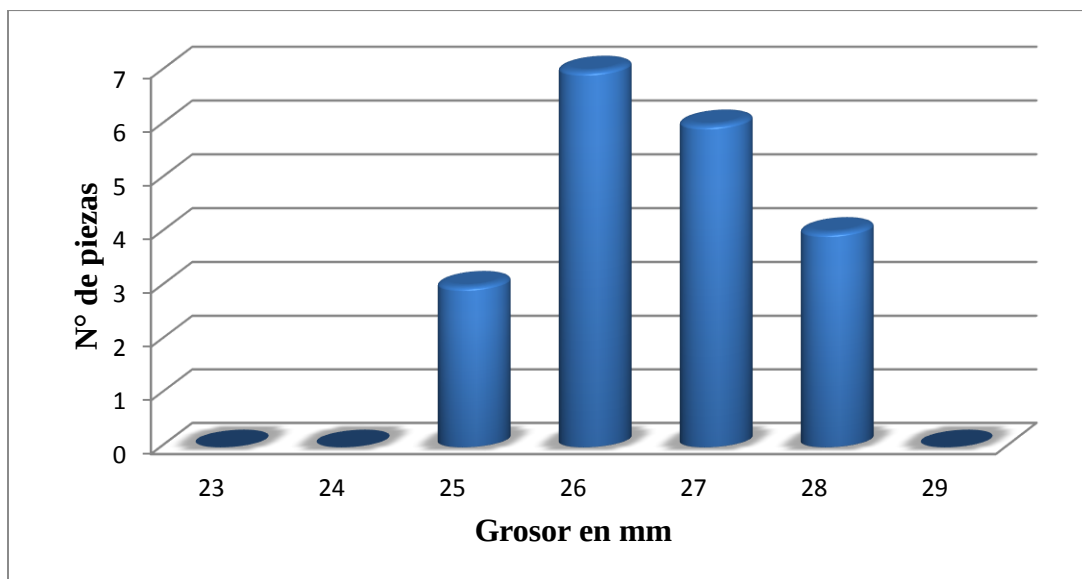


Figura 8.- Distribución de la variación del grosor a la cuarta hora de trabajo

Se puede decir que el nivel del carro y sus escuadras (a excepción del sistema de movimiento de las escuadras), el estado de las vías, la instalación de la torre, el plomado de los volantes y la sierra que se utilizó estaban en buenas condiciones para el aserrío de las trozas. Como reflejo de esto no hay una variación notable en las piezas aserradas.

Por lo tanto se puede decir que al inicio del proceso de obtención de madera en escuadría, el grosor de las piezas está más cercano a la medida comercial deseada, ya que la sierra esta recién afilada y tensionada, y que entre más horas de uso tenga la sierra, la variación del grosor será cada vez mayor, debido a que está, va perdiendo filo y tensionado. Muestra de esto lo reflejan los datos del cuadro 5, referente a la primera hora de trabajo, indica que el 40% de las piezas están entre 25 mm, se puede decir que son las medidas comerciales idóneas, mientras que si se observa el cuadro 8, donde se trabajó la cuarta hora solo el 15% de las piezas están en la medida ideal.

La suma total de las piezas medidas en cada una de las fases de trabajo de la sierra se puede observar cuadro 9 y figura 9, así mismo tanto su distribución como su porcentaje. Aquí se advierte que solo el 28% de las piezas están en la medida deseada mientras que el 72% se distribuye entre 23, 24, 26, 27 y 28 mm.

Cuadro 9.- Distribución general de la variación del grosor en las diferentes etapas de trabajo

DISTRIBUCION DE LA VARIACION EN EL GROSOR PARA MADERA DE 3/4 NOMINAL							
mm	23	24	25	26	27	28	Total
Piezas	1	11	22	33	8	5	80
%	1%	14%	28%	41%	10%	6%	100%
Una pulgada equivale a: 2.54 mm							

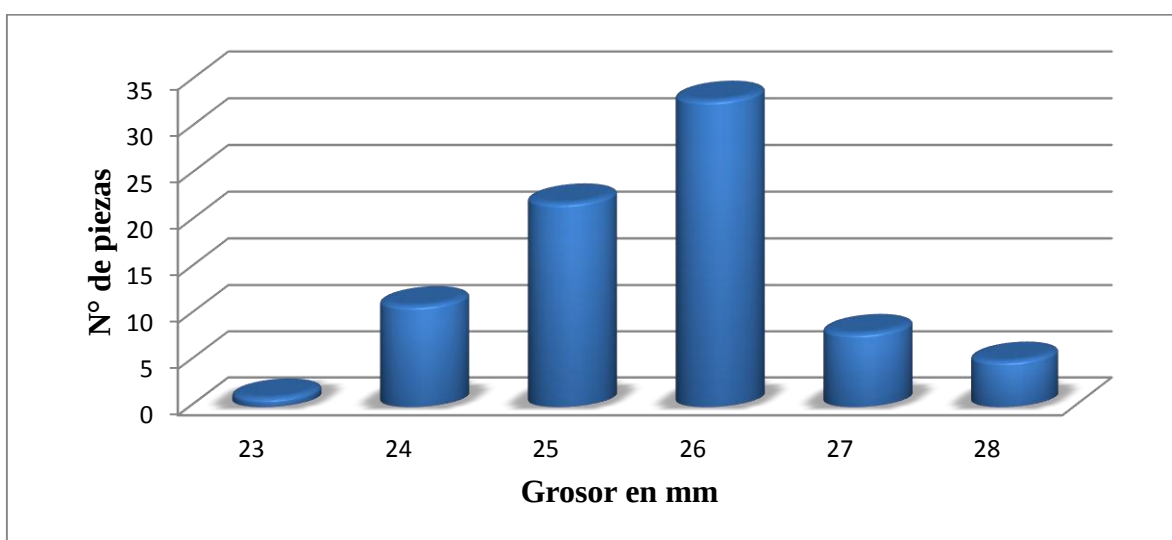


Figura 9.- Distribución general de la variación del grosor en las diferentes etapas de trabajo

Para saber la pérdida de materia prima en milímetros que representan las piezas que están por encima de la medida comercial deseada. Se utilizó el cuadro 10, en el cual se encuentran los valores mayores a 25 mm, las piezas por cada uno de ellos, los porcentajes de perdida, así como el volumen total de cada valor.

Cuadro 10.- Total de pérdida de materia prima

MM	26	27	28
Piezas	33	8	5
Perdida por mm %	3.94%	7.87%	11.81%
Total de perdida de piezas/ mm	1.300	0.630	0.591

La suma total de pérdida de las 46 piezas nos da como resultado 2.521 piezas/ mm. Para saber el porcentaje de pérdida que representa dividimos el total de pérdida de piezas/ mm entre el número de piezas.

$$PERDIDA EN MM = \frac{2.521}{46} \times 100 = 5.48 \% \text{ de piezas perdidas}$$

Por regla de 3 si 1 mm representa el 3.94% entonces 5.48% es igual a 1.390 mm.

Si se produjeron en la semana 39,859.372 PT (Anexo 4), esto multiplicado por el porcentaje 5.48% nos indica que hay una pérdida de 2,184.29 PT/semana que representa económicamente (precio promedio de \$10.33/Pt) un monto de \$ 22,576.36/semana, esto reflejado en un año (48 semanas), nos da como resultado \$1,083,665 (Cuadro 11).

Cuadro 11.- Perdida económica semanal.

CLASE	PT	\$/PT	PERDIDA ECONOMICA
Primera	456.40	13.5	6,161.40
Tercera	1,727.89	9.5	16,414.95
Total	2,184.29		22,576.36

5.3.-ANALISIS DE MAQUINARIA Y EQUIPO

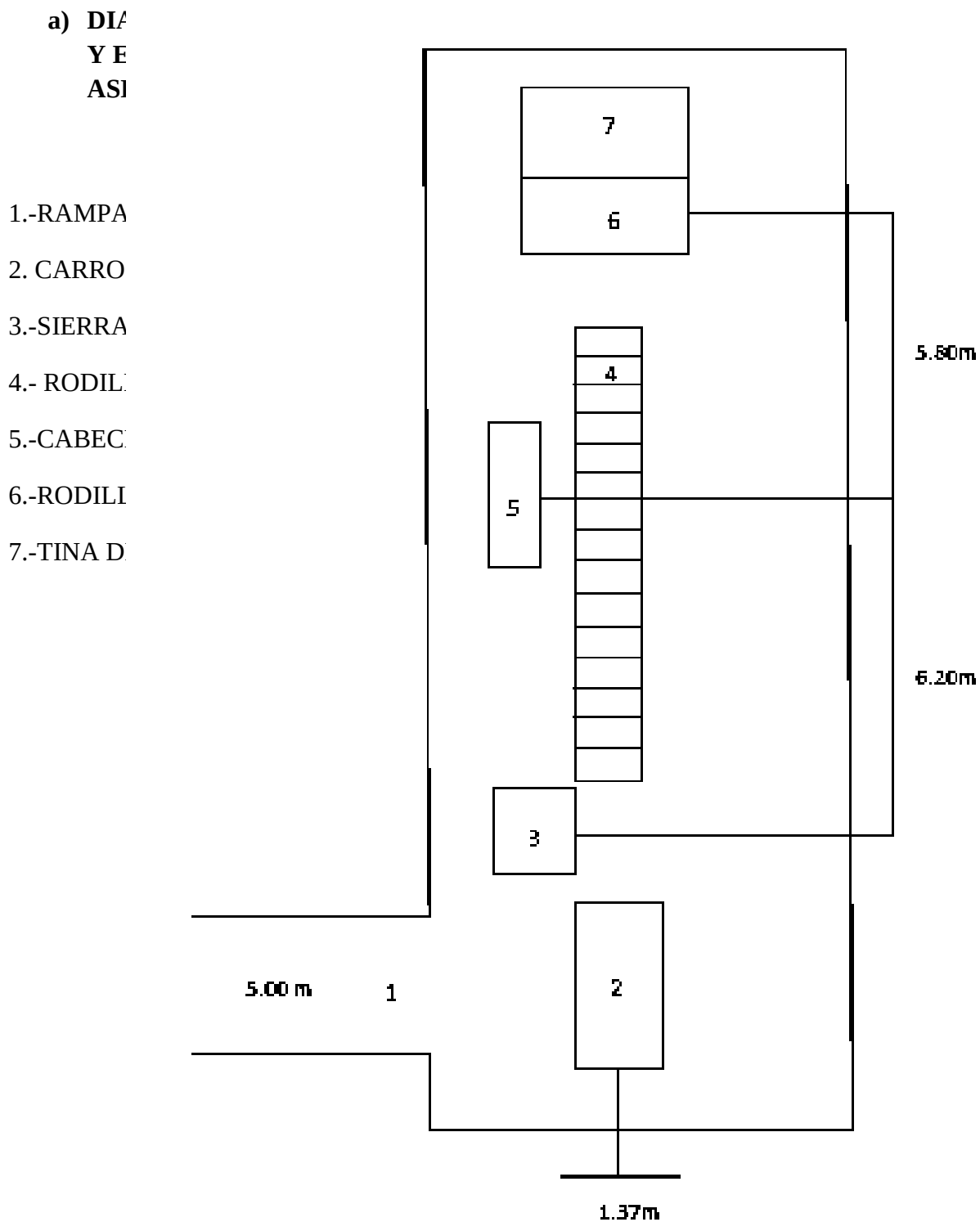


Figura 10.- Diagrama de flujo y equipo del aserradero

El proceso de manufactura en un aserradero consiste básicamente de las siguientes operaciones:

-Aserrío.- Se lleva acabo en la maquina principal la cual lleva montada en los volantes una sierra banda sin fin dentada, en la cual se le da el dimensionado a lo grueso a las tablas, mediante un carro con un mecanismo de avance (movimiento) el cual lleva el trozo hacia la torre.

-Cantado.- Se realiza en la maquina llamada cantadora, con el objetivo de obtener los anchos deseados comerciales

-Cabeceado.- Esto se realiza en la maquina cabeceadora para darle el largo deseado comercial.

b) CARRO PORTATROZA

Este carro de la empresa consta de 3 escuadras una longitud 14' para trocería de 16' o más de longitud, cuenta con despegue para evitar riesgos al regreso de la troza. Destaca el hecho de contar con sistema de avance y retroceso de las escuadras compuesto por cadena y Catarina, cuenta con regleta ubicada en la parte baja de la escuadra frontal y la vía guía es del tipo hexagonal, en tanto que la vía de soporte es plana.



Figura 11.- Carro portatroza

Características:

Carro de movimiento con 3 escuadras de 1.37 m de abertura

Rueda hexagonal de 8" y llanta lisa de 7"

Características del movimiento.- La función del movimiento es impulsar el carro hacia la maquina principal, mediante una palanca que es accionada por una persona el cual le da la velocidad al carro con la que entrará el trozo a la sierra para ser cortado, cabe mencionar que el movimiento proporciona el doble de velocidad para el retroceso que para el avance.

Características:

Bandas planas de 5" y 6" para el retroceso y avance

Motor de 15 hp de 1750 rpm

Tambor de 14" con cable de 3/8"

Poleas del cable de 10"



Figura 12.- Movimiento del carro portatroza

c) LA SIERRA BANDA O TORRE PRINCIPAL

Es tipo torre, que es la más recomendable para trabajar un lapso de 8h, ya que cuenta con una estructura robusta doble soporte, un compensador de esfuerzo para la sierra, no tiene problemas de mantenimiento.



Figura 13.-Torre principal

CARACTERISTICAS

Volantes 1.20 m (47.24")

Motor 50 hp de 1750 rpm

Polea impulsora de 9" receptora de 30"

Ancho de la sierra de 6" calibre 17

Paso de diente de 1 ½"

Profundidad de garganta ½"

Se determinó las revoluciones con las que debería estar trabajando los volantes:

$$N = \frac{8000 fpm}{12.37} = 647 \text{ rpm}$$

Para determinar las rpm del volante:

$$\frac{PI \times rpm \text{ Motor}}{PR} = rpm \text{ Volante}$$

$$\frac{9 \times 1750}{30} = 525 \text{ rpm}$$

Para determinar la velocidad de corte:

$$velocidad \text{ de corte} = rpm \text{ Volante} \times Circunferencia \text{ volante}$$

$$Velocidad \text{ de corte} = 525 \text{ rpm} \times 12.37 = 6,494 \text{ fpm}$$

Debido a que las revoluciones del volante están por debajo de lo recomendado esto obliga a cambiar ya sea la polea impulsora o la polea receptora para obtener las revoluciones deseadas.

$$PI = \frac{30" \times 647 \text{ rpm}}{1,750 \text{ rpm}} = 11"$$

$$PR = \frac{9" \times 1750 \text{ rpm}}{647 \text{ rpm}} = 24"$$

d) **DESORILLADORA**



Figura 14.- Desoriladora

Características:

Motor 7.5 hp de 1750 rpm

Polea impulsora de 7" y receptora de 6"

Dos discos con diámetros de 14" con 24 dientes

Se determinó las revoluciones con las que debería estar trabajando la sierra circular:

$$N = \frac{9000 \text{ fpm}}{3.66} = 2,459 \text{ rpm}$$

Para determinar las rpm de la sierra circular:

$$\frac{PI \times rpm \text{ Motor}}{PR} = rpm \text{ Sierra}$$

$$\frac{7" \times 1750}{6"} = 2,042 \text{ rpm}$$

Para determinar la velocidad de corte:

$$velocidad \text{ de corte} = rpm \text{ Volante} \times Circunferencia \text{ volante}$$

$$Velocidad \text{ de corte} = 2,042rpm \times 3.66 = 7,474fpm$$

Se recomienda cambiar la polea receptora o la polea impulsora para que nos genere más rpm ya que está por debajo de las revoluciones adecuadas.

$$PI = \frac{6" \times 2,459rpm}{1,750 \text{ rpm}} = 8.5"$$

$$PR = \frac{7" \times 1750 \text{ rpm}}{2,459rpm} = 5"$$

e) CABECEADORA

Se cuenta con una cabeceadora tipo Trimmer automático (con cadena y arrastradores soldados a la misma), para cabeceo doble.

Características:

Motor de 10 hp de 1750 r.p.m

Polea impulsora de 4" y receptora de 4"

Dos discos con diámetro de 16" con 80 dientes



Figura 15.- Cabeceadora tipo Trimmer

Se determinó las revoluciones con las que debería estar trabajando la sierra circular:

$$N = \frac{9000 \text{ fpm}}{4.19} = 2,148 \text{ rpm}$$

Para determinar las rpm de la sierra circular:

$$\frac{PI \times rpm \text{ Motor}}{PR} = rpm \text{ Sierra}$$

$$\frac{4" \times 1750}{4"} = 1,750 \text{ rpm}$$

Para determinar la velocidad de corte:

$$velocidad \text{ de corte} = rpm \text{ Volante} \times Circunferencia \text{ volante}$$

$$Velocidad \text{ de corte} = 1,750 \text{ rpm} \times 4.19 = 7,332 \text{ fpm}$$

Para obtener las 2,148 rpm deseadas, se recomienda cambiar la polea impulsora o la polea receptora.

$$PI = \frac{4" \times 2,148 \text{ rpm}}{1,750 \text{ rpm}} = 5"$$

$$PR = \frac{4" \times 1750 \text{ rpm}}{2,148 \text{ rpm}} = 3.25"$$

-TINA DE BAÑO AUTOMATICA

Consiste en un depósito metálico, con cadenas las cuales tienen soldados unos arrastradores para mover la tabla, conteniendo una mezcla a base de agua y una sustancia química (pentaclorofenol), donde se sumerge la madera impregnándola de esta sustancia para ayudar a su protección y preservación. Esta tina está provista de cadenas transportadoras, lo

que evita el contacto directo del personal con estas sustancias tóxicas. El baño de madera se realiza principalmente en épocas de lluvia.



Figura 16.- Tina de baño automática

5.4.-ANALISIS ECONOMICO

a) COSTO DE MATERIA PRIMA Y PROCESO

-COSTOS VARIABLES

Para el presente apartado, se ha considerado que en el aserradero los niveles de producción son de 8 MPT/día (Millar Pie Tabla) en un turno de 8 horas, lo cual será el indicador de referencia que sustentará los datos presentados en este apartado. Por otro lado, se ha contemplado que los costos aquí mencionados corresponden a los encontrados para asierre de trocería normal y no de limpia. Se debe recordar que con trocería de limpia la capacidad de producción se eleva por el asierre de productos de escuadría de mayor espesor (barrote y polín).

El costo de la materia prima en la región oriente del estado de Michoacán varía entre \$6500 a \$7000 Libre A Bordo Aserradero (LABA) por MPR (Millar Pie Rollo), referente al volumen de producción anual que es de 2,118.64 MPR, pagando a \$7000 MPR nos arroja la cantidad de \$14,830,508.

Combustible y grasa.- se estima un consumo de \$2,000 por semana que se utiliza para lubricación de la sierras y para el cargador frontal, mas una cuota de \$350 a la semana, de grasa para el mantenimiento del equipo, referido a la producción diaria equivale a \$58.75/MPT.

Energía eléctrica.- se paga un promedio de \$ 20,000 mensuales, al día \$1,000 esto equivale a \$125/MPT.

Fungicida.-solvente químico para bañar la madera aserrada y prevenirla de ataques de hongos, 1 kg = \$100 requiriéndose 250 gr/MPT = \$25/MPT.

Sierras e insumos.- \$37.50/MPT.

Cuadro 12.- Resumen de los costos variables

CONCEPTO	\$/DIA	\$/SEMANA	\$/MES	\$/AÑO	\$/MPT (MADERA ASERRADA)
Materia prima				14,830,508.00	7,000.00
Combustible y grasa	470.00	2,350.00	9,400.00	112,800.00	58.75
Energía eléctrica	1,000.00	5,000.00	20,000.00	240,000.00	125.00
Fungicida	200.00	1,000.00	4,000.00	48,000.00	25.00
Sierras e insumos	100.00	500.00	2,000.00	24,000.00	12.50
Total				15,255,308.00	7,221.25

-COSTOS FIJOS

Cuadro 13.-Costos de mano de obra directa

N.PERSONA		\$SEMANA/ PERSONA	\$TOTAL/ SEMANA	\$/DIA	\$/MES	\$TOTAL/AÑO	\$/MPT
1	Operador de montacarga	1,500.00	1,500.00	300.00	6,000.00	72,000.00	37.50
1	Volteador	1,500.00	1,500.00	300.00	6,000.00	72,000.00	37.50
1	Aserrador	3,000.00	3,000.00	600.00	12,000.00	144,000.00	75.00
1	Medidor	2,800.00	2,800.00	560.00	11,200.00	134,400.00	70.00
1	Desorillador	1,800.00	1,800.00	360.00	7,200.00	86,400.00	45.00
1	Cabeceador	1,400.00	1,400.00	280.00	5,600.00	67,200.00	35.00
1	Clasificador	1,400.00	1,400.00	280.00	5,600.00	67,200.00	35.00
1	Afilador	1,500.00	1,500.00	300.00	6,000.00	72,000.00	37.50
4	Apiladores	1,200.00	4,800.00	960.00	19,200.00	230,400.00	120.00
12	Total					945,600.00	492.50

\$945,600(incluyendo 2 semanas de vacaciones =39,400) da un total de \$985,000 al año.

Para saber cuál es el costo del MPT utilizaremos una regla 3.

$$\frac{945,600}{985,000} = \frac{492.5}{?} = \$513.02/Mpt$$

Cuadro 14.- Costos de administración y supervisión

N.PERSONA		\$/AÑO	\$/MES	\$/SEMANA	\$/DIA	\$/MPT
1	Administrador	192,000.00	16,000.00	4,000.00	800.00	100.00
1	Secretaria	48,000.00	4,000.00	1,000.00	200.00	25.00
1	Velador	48,000.00	4,000.00	1,000.00	200.00	25.00
1	Jefe de mantenimiento	72,000.00	6,000.00	1,500.00	300.00	37.50
Total		360,000.00				187.50

\$360,000 (incluyendo 2 semanas de vacaciones que es igual = 15,000) da un total de \$375,000. Para saber cuál es el costo del MPT utilizaremos una regla 3.

$$\frac{360,000}{375,000} = \frac{187.5}{?} = \$195.31/Mpt$$

Seguro social de los trabajadores.- Se estima en promedio mensual \$5000 equivalentes a \$31.25/MPT

Gastos de oficina.- Se considera una cuota de \$200 por semana equivalente a \$5/MPT

Documentación.- El costo de la documentación es de \$6 el m³t (metro cubico tabla) esto multiplicado por la producción anual que son 5000 m³t equivale a \$30,000 o bien a \$14.16/MPT

Cuadro 15.- Resumen de los costos fijos

CONCEPTO	\$/AÑO	\$/MPT
MANO DE OBRA DIRECTA	985,000.00	513.02
ADMINISTRADOR Y SUPERVISION	375,000.00	195.31
SEGURO SOCIAL	60,000.00	31.25
GASTOS DE OFICINA	9,600.00	5.00
DOCUMENTACION	30,000.00	14.16
	1,459,600.00	758.74

Cuadro 16.- Costos totales de la empresa y costo del Millar Pie tabla

	\$/AÑO	\$/MPT
COSTOS VARIABLES	15,255,308.00	7,221.25
COSTOS FIJOS	1,459,600.00	758.74
TOTAL	16,714,908.00	7,979.99

b) PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO

Actualmente el precio del PT promedio (todas las clases de madera) es de \$10.33/PT por lo tanto la utilidad del aserradero por PT es de \$2.35, tomando en cuenta que la producción anual de la empresa es de 2, 118,644.06 PT la utilidad por año es igual a \$4, 978,813.

6.-CONCLUSIONES

- En el coeficiente de aserrío se observó que hubo un coeficiente alto debido a que se produjo madera gruesa y está tiene menor refuerzo por pieza y mayor rendimiento en materia prima debido a que se hacen menos cortes para su obtención. Sin embargo, esto no es recomendable hacerlo con madera normal de monte ya que el costo de la trocería aumenta y el precio de venta del polín y barrote es bajo (\$5.50/pt).
- En la calidad de la trocería se observó que sigue existiendo diferencias y refuerzo excesivo en la longitud, lo cual fue comprobado en el análisis realizado de la longitud de la trocería. En cuanto a la calidad se comprobó que los parámetros que se siguen en la recepción son adecuados y no existe problema.
- En forma general se comprobó que existe variación en el espesor de la madera debido a cuatro factores determinantes, la falta de mantenimiento, capacitación del personal, la calidad del material de las sierras y el tiempo de trabajo de la sierra (hasta 4 horas).
- En el carro se utiliza para el movimiento de las escuadras, el sistema de catarina y cadena, la cual no permite medidas muy exactas, también se pudo observar que el medidor tiene la regleta a una distancia lejana de la vista, por lo que no puede observar correctamente las medidas.
- La torre principal esta lenta en cuanto a velocidad periférica de corte, debido a que está por debajo de las revoluciones deseadas para el tipo de madera a cortar (pino y oyamel).

- La canteadora no tiene las revoluciones requeridas de acuerdo al tipo de madera que está cortando.
- La cabeceadora también se encuentra baja en revoluciones de acuerdo a la definida para la madera que se está cortando.

7.- RECOMENDACIONES

- No aserrar madera gruesa de trocería de arbolado normal a menos que sea en madera larga para viga (\$10.50/pt) ya que en el mercado se paga más bajo debido a que esta madera la ocupan para construcción.
- Se recomienda utilizar un formato para el control de la recepción a patio con el fin de evitar trozos que no cumplan con las especificaciones deseadas.
- Seguir un programa de mantenimiento correctivo y preventivo, capacitar y entrenar al personal del aserradero, comprar sierras de mejor calidad de acero y por ultimo no usar la sierra por un periodo mayor a tres horas.
- Se tiene que cambiar el movimiento de las escuadras por cremallera y piñón para dar medidas más exactas, y sobre la regleta hacer una base que la permita tener a una altura cercana a la vista del operador.
- Para la torre principal cambiar la polea impulsora o receptora para generar las revoluciones buscadas, siendo más factible cambiar la polea impulsora ya que tiene diámetro más pequeño por lo cual su precio es más bajo.
- Se tiene que cambiar la polea impulsora de la canteadora, debido a que ésta es de menor costo que la receptora y con esto tener las revoluciones adecuadas.

- También es recomendable cambiar la polea impulsora o receptora de la cabeceadora, para generar las revoluciones deseadas, siendo más factible cambiar la polea impulsora ya que es más pequeña y el costo es más bajo.

8.-BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. J. (2013). Diagnostico del proceso de aprovechamiento forestal en la comunidad indigena de San Juan nuevo Parangaricutiro. Morelia, Michoacan.
- Aguilar, O. (1998). Diagnostico y perspectivas de la industria forestal primaria en el estado de michoacan . Morelia, Michoacan.
- Aidima. (2014). Diagnostico industrial. Recuperado el 03 de 11 de 2014, de http://www.aidima.es/servicios/_ComunMenus/iniciomenu.asp?opcion=3.5.1&link=../logistica/Diagnostico%20industrial.htm
- Anguiano, O. (2012). Proyecto de modernizacion del aserradero de la comunidad de San Juan nuevo Parangaricutiro. Morelia, Michoacan.
- Brown, N., & Bethel, j. (1975). La industria Maderera. Mexico : Limusa.
- Calderon, R., & Sosa, H. M. (2014). Curso de aserraderos. Morelia, Michoacan.
- Calderon, R., & Sosa, H. M. (2014). Curso de aserraderos. Morelia, Michoacan.
- CONAFOR. (2001). Plan estrategico forestal.
- DGN. (1986). La norma Mexicana NMX-C-18-1986.
- FAO. (12 de 09 de 2014). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en America latina. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/j2215s/j2215s08.htm>
- Flores, R., Serrano, E., & Chepe, G. (2007). Analisis de la industria de la madera aserrada en Mexico. Madera y bosques , 48.
- Fonseca, M. (2005). The measurement of rounwood. CABI publishing.
- Garcia, V. (1998). Determinación de la dimension optima del corte en el aserradero de "Noriega" . Morelia, Michoacan .
- Hingston, P. (2002). Inicie su negocio. Prentice Hall.
- Mendez, R. L. (1996). Coeficiente de aprovechamiento de la troceria de pino en aserraderos de banda. Morelia, Michoacan.
- Sosa, H. M. (1990). Descripcion de metodos de control total de calidad para incrementar el beneficio en el aserradero. Morelia, Michoacan.
- Wikipedia. (12 de Septiembre de 2014). Industria maderera. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Industria_maderera

Willinston, E. (19981). Saws. Miller Freeman Publications.

Zavala, D. (1996). Coeficiente de aprovechamiento de la troceria de pino en aserraderos de banda. Ciencia forestal en Mexico .

9.- ANEXOS

Anexo 1.- Formato para determinar el volumen de la trocería de 8 ¼”.

D	VOL	PIEZAS	TOTAL M3	D	VOL	PIEZAS	TOTAL M3
CM	M3			CM	M3		
18	0.065			63	0.798		
19	0.073			64	0.824		
20	0.080			65	0.849		
21	0.089			66	0.876		
22	0.097			67	0.903		
23	0.106			68	0.930		
24	0.116			69	0.957		
25	0.126			70	0.985		
26	0.136			71	1.014		
27	0.147			72	1.042		
28	0.158			73	1.071		
29	0.169			74	1.101		
30	0.181			75	1.131		
31	0.193			76	1.161		
32	0.206			77	1.192		
33	0.219			78	1.223		
34	0.232			79	1.255		
35	0.246			80	1.287		
36	0.261			81	1.319		
37	0.275			82	1.352		
38	0.290			83	1.385		
39	0.306			84	1.419		
40	0.322			85	1.453		
41	0.338			86	1.487		
42	0.355			87	1.522		
43	0.372			88	1.557		
44	0.389			89	1.593		
45	0.407			90	1.629		
46	0.425			91	1.665		
47	0.444			92	1.702		
48	0.463			93	1.739		
49	0.483			94	1.777		
50	0.503			95	1.815		
51	0.523			96	1.853		
52	0.544			97	1.892		
53	0.565			98	1.931		
54	0.586			99	1.971		
55	0.608			100	2.011		
56	0.631			101	2.051		
57	0.653			102	2.092		
58	0.676			103	2.133		
59	0.700						
60	0.724						
61	0.748						
62	0.770						

Anexo 2.- Medidas de la longitud de la trocería.

N. TROZOS	D1	D2	DM	LARGO	DIFERENCIA
1	0.53	0.54	0.54	2.54	0.01
2	0.64	0.62	0.63	2.55	0.02
3	0.52	0.49	0.51	2.56	0.03
4	0.69	0.75	0.72	2.58	0.06
5	0.59	0.55	0.57	2.57	0.04
6	0.70	0.72	0.71	2.59	0.02
7	0.52	0.50	0.51	2.53	0.02
8	0.42	0.46	0.44	2.56	0.04
9	0.60	0.61	0.61	2.54	0.01
10	0.52	0.48	0.50	2.56	0.04
11	0.75	0.80	0.78	2.54	0.05
12	0.60	0.63	0.62	2.57	0.03
13	0.42	0.38	0.40	2.56	0.04
14	0.57	0.58	0.58	2.54	0.01
15	0.62	0.61	0.62	2.57	0.01
16	0.61	0.57	0.59	2.56	0.04
17	0.55	0.54	0.55	2.56	0.01
18	0.19	0.20	0.20	2.56	0.01
19	0.56	0.58	0.57	2.54	0.02
20	0.44	0.43	0.44	2.54	0.01
21	0.37	0.39	0.38	2.55	0.02
22	0.41	0.42	0.42	2.54	0.01
23	0.60	0.59	0.60	2.55	0.01
24	0.51	0.52	0.52	2.54	0.01
25	0.52	0.51	0.52	2.55	0.01
N. TROZOS	D1	D2	DM	LARGO	DIFERENCIA
26	0.52	0.47	0.50	2.57	0.05
27	0.67	0.70	0.69	2.56	0.03
28	0.59	0.60	0.60	2.55	0.01
29	0.39	0.40	0.40	2.56	0.01
30	0.68	0.67	0.68	2.56	0.01
31	0.6	0.66	0.63	2.55	0.06
32	0.48	0.52	0.50	2.55	0.04
33	0.44	0.43	0.44	2.56	0.01
34	0.46	0.50	0.48	2.55	0.04
35	0.45	0.50	0.48	2.54	0.05
36	0.39	0.38	0.39	2.56	0.01
37	0.33	0.35	0.34	2.55	0.02
38	0.35	0.31	0.33	2.54	0.04
39	0.25	0.31	0.28	2.58	0.06
40	0.4	0.36	0.38	2.56	0.04
41	0.42	0.46	0.44	2.55	0.04
42	0.4	0.36	0.38	2.54	0.04
43	0.35	0.38	0.37	2.54	0.03
44	0.27	0.30	0.29	2.60	0.03
45	0.27	0.28	0.28	2.58	0.01
46	0.31	0.30	0.31	2.54	0.01
47	0.32	0.36	0.34	2.56	0.04
48	0.42	0.38	0.40	2.55	0.04
49	0.68	0.72	0.70	2.58	0.04
50	0.52	0.54	0.53	2.56	0.02

Anexo 3.- Tabla para calcular las rpm.

SPEED OF CIRCULAR SAWS

Diameter of Saws	Rim Speed—Feet Per Minute				
	8,000	9,000	10,000	12,000	14,000
	R.P.M. of Saw				
12"	2,546	2,864	3,183	3,819	4,456
14"	2,182	2,455	2,728	3,274	3,819
16"	1,909	2,148	2,387	2,864	3,342
18"	1,697	1,909	2,122	2,546	2,970
20"	1,527	1,718	1,910	2,292	2,674
22"	1,388	1,562	1,736	2,083	2,430
24"	1,273	1,432	1,592	1,910	2,228
26"	1,175	1,322	1,469	1,763	2,056
28"	1,091	1,227	1,364	1,637	1,910
30"	1,018	1,146	1,273	1,528	1,782
32"	954	1,074	1,193	1,432	1,671
34"	898	1,011	1,123	1,348	1,572
36"	848	954	1,061	1,273	1,485
38"	804	904	1,005	1,206	1,407
40"	763	859	955	1,146	1,337
42"	728	818	910	1,091	1,273
44"	694	781	868	1,041	1,215
46"	664	747	830	996	1,162
48"	636	716	796	955	1,114
50"	611	687	764	916	1,069
52"	587	661	734	881	1,028
54"	566	637	707	849	990
56"	546	614	682	818	955
58"	526	593	658	790	922
60"	509	573	636	764	891
62"	493	554	616	740	862
64"	477	537	597	716	836
66"	462	521	579	694	810
68"	449	505	562	674	786
70"	436	491	546	655	764
72"	424	477	530	636	742
74"	413	464	516	619	722
76"	402	452	502	603	704
78"	392	440	490	587	685
80"	382	429	477	573	668
82"	373	419	465	559	652
84"	364	409	455	546	636
86"	355	399	445	534	621
88"	348	391	435	522	609
90"	340	383	425	510	595
92"	332	375	415	499	581
94"	325	367	406	487	568
96"	318	358	397	477	556
98"	311	350	389	466	544
100"	305	343	381	457	534
102"	299	336	374	448	523
104"	293	329	366	439	512
106"	288	324	360	432	504
108"	283	318	354	425	495

Chart 1

Anexo 4.- Distribución de los productos y PT totales del aserrío mensual.

TABLA 3/4 TERCERA					
4	6	8	10	12	TOTAL PT
2765.14	4351.85	7078.50	8218.66	9076.33	31490.486
TABLA 3/4 CLASE					
4	6	8	10	12	TOTAL PT
752.63	1162.968	1654.125	1990.216	2208.759	7768.698
TABLON 1 1/2 CLASE					
8	10	12			TOTAL PT
90.750	175.313	334.125			600.188
				PT TOTAL	39,859.372