



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍA DE LA MADERA



**ANÁLISIS DE FACTORES ESTRATÉGICOS EN LA OPERATIVIDAD DEL
ASERRADERO “INDUSTRIA MADERERA LA CIÉNEGA S.C. DE R.L.”**

DOCUMENTO RECEPCIONAL TÉCNICO

Que para obtener el título de:

Ingeniero en Tecnología de la Madera

Presenta:

Pedro Estrada Domínguez

DIRECTOR DE DOCUMENTO RECEPCIONAL TÉCNICO:

Doctor en Ciencias del Desarrollo Regional. Francisco Javier Castro Sánchez

Morelia, Mich.

Abril de 2015

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES	6
Antecedentes bibliográficos.....	6
Control de recepción de madera de trocería.....	7
Coeficiente de aserrío.....	8
Control de calidad	10
Utilidades de producción.....	12
Antecedentes de la empresa.....	13
OBJETIVOS	14
Objetivo general.....	14
Objetivo particular	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
I. Control de recepción.....	15
II. Análisis del proceso de aserrío	15
III. Análisis de maquinaria.....	17
IV. Determinación de utilidades	18
RESULTADOS	19
Control de recepción.....	19
<i>Las principales especies maderables que utilizan.</i>	19
<i>Principales variables de la materia prima que definen el control de recepción</i>	20
<i>Formatos de control de recepción</i>	21
Análisis del proceso de aserrío.	24

<i>Variación del espesor de la madera aserrada</i>	24
<i>Coefficiente de aserrío</i>	31
<i>Flujo de proceso o lay-out</i>	36
Análisis de maquinaria.....	37
<i>Carro porta trozas</i>	37
<i>Sierra principal</i>	38
<i>Desorilladora</i>	40
<i>Cabeceadora</i>	42
<i>Péndulo</i>	44
Determinación de las utilidades de la empresa.	46
<i>Costos fijos</i>	46
<i>Costos variables</i>	46
<i>Venta de madera</i>	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
Conclusiones.....	49
Recomendaciones	50
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Formato de registro de madera en rollo.	21
Cuadro 2. Propuesta de formato para el control de madera en rollo.	22
Cuadro 3. Longitudes de trocería en la Empresa.....	23
Cuadro 4. Diámetros promedios de madera en rollo que ingresa al aserradero	23
Cuadro 5. Volúmenes comparativos de la madera en rollo.	24
Cuadro 6. Rangos en el espesor de la madera aserrada.	25
Cuadro 7. Distribución de espesores en la madera aserrada cuando la sierra esta afilada ...	26
Cuadro 8. Distribución de espesores cuando la sierra está a medio filo	27
Cuadro 9. Distribución de espesores cuando la sierra esta sin filo.....	27
Cuadro 10. Distribución general del espesor en la madera aserrada	28
Cuadro 11. Representación de pérdida por mm durante el corte en el espesor de la madera aserrada.....	30
Cuadro 12. Perdida monetaria en madera de Pino de $\frac{3}{4}$ " de espesor	31
Cuadro 13. Formato para el registro de madera en rollo que ingresa al aserradero	31
Cuadro 14. Conversión de pie/tabla a metros cúbicos	32
Cuadro 15. Distribución de madera en rollo que ingreso al aserradero durante el mes de octubre.	35
Cuadro 16. Distribución de madera aserrada en pies/tabla durante el mes de octubre	35
Cuadro 17. Características del carro porta trozas	37
Cuadro 18. Características de la sierra principal o torre.....	38
Cuadro 19. Características de la Desorilladora	40
Cuadro 20. Características de la cabeceadora	42
Cuadro 21. Características del péndulo	44
Cuadro 22. Distribución de costos fijos durante el mes de octubre	46
Cuadro 23. Distribución de los costos variables durante el mes de octubre	47
Cuadro 24. Distribución de productos para la venta de madera aserrada.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formato de remisión forestal expedida por la SEMARNAT.....	20
Figura 2. Medición de diámetros en trozas de pino.....	21
Figura 3. Descarga de trozas de madera de Oyamel	23
Figura 4. Medición de madera aserrada de $\frac{3}{4}$ "	25
Figura 5. Distribución de espesor en tablas con sierra afilada	26
Figura 6. Distribución de espesor en tablas con sierra con medio filo.....	27
Figura 7. Distribución de grosor en tablas con sierra sin filo.....	28
Figura 8. Distribución general del espesor de la madera aserrada	29
Figura 9. Distribución de espesores por Diagrama de Pareto.....	29
Figura 10. Rampa de aserrío.....	32
Figura 11. Medición de viga de 5" X 8" X 16' para obtención del coeficiente de aserrío de especie de Oyamel.....	33
Figura 12. Medición de tablón de 2"X16" en los diferentes anchos comerciales para la obtención del coeficiente de aserrío de especie de Oyamel.	33
Figura 13. Distribución de productos por anchos en madera de 8 1/4' durante el coeficiente de aserrío.....	34
Figura 14. Diagrama del proceso o lay-out	36
Figura 15. Carro porta trozas.....	38
Figura 16. Sierra principal o torre	39
Figura 17. Desorilladora.....	41
Figura 18. Cabeceadora	43
Figura 19. Péndulo.....	45
Figura 20. Distribución de productos para la venta de madera aserrada.....	48

RESUMEN

El estudio de los procesos industriales contribuyen a que sean identificados aquellos aspectos que son estratégicos en el desarrollo y optimización de los factores que inciden en el éxito o fracaso del sector productivo. En ese sentido, en la industria del aserrío se ha dado relevancia a efectuar la revisión y análisis de diversos factores que inciden en orientar esfuerzos hacia la mejora a partir de la aplicación de metodologías de trabajo que permitan valorar la necesidad de efectuar posibles cambios de acuerdo a las condiciones en que es realizado el trabajo. El presente estudio tuvo como objetivo analizar los principales factores estratégicos en la operatividad de Industria Maderera la Ciénega, en el Municipio de Ocampo, Michoacán, en los que se contempló el: control de recepción en el que se precisa las dimensiones y las especies con las que trabaja; análisis del proceso de aserrío para la determinar principalmente su variación de corte en el espesor, coeficiente de aserrío y flujo del proceso; análisis de maquinaria en las cuales se determinó la velocidad de corte a la que están trabajando; y determinación de utilidades en las que se incluyó costos fijos, costos variables e ingresos; los cuales tienen un sustento bibliográfico, todo esto para identificar el sistema de producción y cuáles son las posibilidades de mejora en cada uno de sus procesos, con la respectiva valoración económica.

Palabras clave: aserradero, análisis, factores, variación, utilidades.

ABSTRACT

The study of industrial processes, contribute to the identification of those aspects that are strategic in the development and optimization of the factors that influence the success or failure of the productive sector. In this sense, the sawmill industry has given relevance to conduct the review and analysis of various factors affecting direct efforts towards the improvement of the application of work methodologies, and evaluating the need of possible changes according to the conditions under which the work is performed. The present study is aimed to analyze the main strategic factors in the operation of Industria Maderera 'La Cienega', located in the municipality of Ocampo, Michoacán, where the following factors were contemplated: reception control in which the dimensions and species are determined in order to work with; analysis of sawmilling process to determine its variation of section thickness, the coefficient of sawing and process flow; the machinery analysis in which the cutting speed at which they are working is defined; and the determination of profits in which fixed costs, variable costs and revenues are included; which have a bibliographic support, all this to identify the production system and the possibilities for improvement in each of its processes, with the respective economic assessment.

Keywords: sawmill, analysis, factors, variation, utilities.

INTRODUCCIÓN

Existen registros en los que se establece que en el territorio nacional se encuentran prácticamente todos los tipos de vegetación terrestre natural conocidos, y de que éstos ocupan una superficie de poco más de 138 millones de hectáreas (70.4 por ciento del territorio). De esta superficie, 47% está arbolada, es decir, está cubierta por bosques y selvas, mientras que 41.2% corresponde a matorrales xerófilos, que es un ecosistema de tipo árido y semiárido. De la superficie forestal arbolada, los bosques templados cubren el 24.2% y las selvas el 22.8%, mientras que 11.8% corresponde a otros tipos de asociaciones de vegetación forestal (CONAFOR, 2012).

No obstante las ventajas mencionadas, la situación actual del sector forestal evidencia el paralelismo que existe entre el amplio potencial en recursos naturales forestales que presenta nuestro país y el desgaste que está sufriendo dicho sector. Es de mencionar que en México se presentan diversos indicadores que no coinciden con el nivel de inversión que se ha venido ejerciendo, alguno de los cuales son de que: existe un bajo nivel de aprovechamiento de los bosques y de las selvas; 21 millones de hectáreas con potencial comercial apto, sólo se encuentran aprovechadas algo más de la cuarta parte; la producción forestal ha tenido retrocesos que no han sido revertidos (ITAM, 2010).

Lo anterior ha tenido repercusiones en el comportamiento de algunas variables en el sector forestal, lo que se destaca en hechos como: el constante descenso de la participación forestal en la economía nacional, la evolución negativa de la producción maderable (madera en rollo), la obsolescencia y cierre de plantas industriales, así como en la baja satisfacción del mercado interno, lo que trae como consecuencia una balanza comercial altamente deficitaria con tendencia a deteriorarse aún más. De estos aspectos mencionados es de resaltar lo que se refiere a la integración de la industria forestal, la cual, hasta antes del año 2000 ha desarrollado actividades de manera desarticulada y con resultados no favorables a sus indicadores (ITAM, *ob. cit.*, 2010).

En relación con la producción maderable nacional, como se mencionó previamente, ésta ha tenido una tendencia al decremento de manera constante, a pesar de ello hay referencias de

que actualmente siete millones de hectáreas se encuentran bajo manejo forestal regulado, lo cual es un indicador de que se están efectuando acciones que tiendan a contrarrestar la tendencia negativa (CNIDS, 1980-1988; CNIF, 1987-1994; SEMARNAP, 1998-2000; y SEMARNAT, 2001-2005). En ese sentido, es de mencionar que los problemas que más enfrenta la industrialización de productos forestales maderables son la pobre localización con respecto a la materia prima, los sistemas obsoletos de transformación, el desconocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de las especies forestales, y las imperfecciones de mercado tanto de insumos como de productos. En ésta línea de tipo de industria, los aserraderos son los que mayor destacan, tanto por ser una de las principales industrias primarias como por el número de existente. En México se estima que existen 1,250 de los cuales la mayoría son aserraderos pequeños con una producción diaria promedio de menos de 20,000 pt (94 m³r) y un coeficiente de aserrío promedio inferior al 60% (Sosa & Calderón, 2014).

Se considera, de acuerdo al Ministerio de Agricultura y Pesca (1996), que el éxito de un aserradero radica, en gran parte, en lograr los mejores rendimientos posibles sin perjudicar al producto deseado, tanto en calidad como en dimensiones. La tecnología moderna se orienta así, por un lado, a perfeccionar el corte en cuanto a velocidad, espesor 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, el Ministerio de Agricultura considera que 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.

Por otra parte, un aserradero debe ser una instalación cuidadosa y metódicamente dirigida, con intervenciones oportunas y mejoras introducidas en forma permanente en aquellos

factores que son claves en su éxito. Al respecto importante es hacer referencia de que los factores estratégicos de éxito en las empresas pueden variar de acuerdo al tipo de éstas, su entorno y la forma en que éstos se relacionan. En ese sentido, José Luis Retolaza, Maite Ruíz y Andrés Araujo (2007), en una de sus publicaciones relacionadas a los “Factores estratégicos de éxito de las empresas”, aportan que los factores fundamentales vinculados al éxito empresarial se encuentran centrados en aquellos recursos que inciden en las diferentes etapas de recepción, transformación y comercialización de la materia prima.

Bajo la referencia del escrito previamente citado, el presente documento técnico se encuentra orientado a efectuar la revisión y análisis de factores que son estratégicos en el rendimiento de un aserradero y que se encuentran estrechamente vinculados en las utilidades de la empresa, de tal manera que se ha considerado como factores estratégicos: la etapa de recepción de materia prima, la tecnología empleada en su transformación y los productos obtenidos, de tal manera que se ha efectuado el levantamiento de información de campo y posterior procesamiento para obtener resultados relacionados a: patio de trocería, variación de corte en la madera aserrada; coeficiente de aserrío a partir de una muestra ajustada a las condiciones que se presentaron en la empresa; flujo de producción mediante un diagrama que ilustra el proceso de transformación; análisis del equipo y maquinaria, y la determinación de utilidades mediante los datos recabados de los egresos e ingresos obtenidos durante el mes de octubre todo ello en la industria del aserrío de Industrial Maderera “La Ciénega” S.C. de R.L.

ANTECEDENTES

En el presente apartado se muestran referentes tanto bibliográficos del sector forestal-industrial, como de la empresa motivo del presente documento técnico. En el caso de la información documental del sector forestal, ésta se encuentra orientada a integrar referencias relacionadas ha: la industria del aserrío, el control de recepción, coeficiente de aserrío y utilidades generadas. Por lo que respecta a la empresa, la información obtenida está centrada en algunos aspectos que dan cuenta de su evolución hasta la actualidad.

Antecedentes bibliográficos

La industria forestal, según la Cámara Nacional de la Industria y Desarrollo Silvícola (CNIDS), en México históricamente se ha concentrado en las regiones donde se localizan los bosques de coníferas, particularmente en Durango, Chihuahua, Michoacán, Oaxaca, Estado de México y Jalisco. En cambio, en las regiones con mayor diversidad de especies, como es la del trópico se localiza un menor número de plantas industriales, debido a su menor volumen, lo que hace a las especies poco atractivas desde el punto de vista económico, además de la dificultad que representa su aprovechamiento, extracción e industrialización. En particular, la industria de aserrío es la que ha tenido el mayor peso relativo. En 1980, esta industria contaba con un 67.7% del total de plantas industriales forestales, le seguía en orden de importancia la industria de cajas de madera con un 24.2%. Lo anterior significa que si se toma en cuenta la relación entre estas industrias, dado que la madera que no se aprovecha en los aserraderos se utiliza como materia prima para la industria de cajas, en conjunto estas dos industrias aportaban un 91.9% del total de las plantas industriales forestales. Le seguían en orden de importancia la industria de la celulosa y el papel con un 3.8% y la de tableros con un 2.9% (CNIDS, 1981).

Desde el punto de vista técnico, el proceso de transformación de la madera consta de tres etapas: a) Abastecimiento de trocería; b) Aserrío de la madera; y c) Tratamiento anti-mancha, clasificación, secado y almacenamiento. De esta forma, el proceso es considerado secuencial, dependiendo del producto a obtener y la calidad de la troza aserrada (Sosa & Calderón, 2014). El proceso del aserrío se considera 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 (Zavala, 1996).

En lo que respecta al número de aserraderos, en el periodo de 1980 al 2003, se observa un comportamiento a la alza, al pasar de 1,396 a 2,058, lo que significó un crecimiento del 47%. Esto se explica por la desregulación a que dio lugar la legislación forestal para la instalación de este tipo de establecimientos en la década de los noventa. El número de aserraderos existentes disminuyó a partir de 1984 y alcanzó en 1987 su valor más bajo (898 plantas). A pesar de este dato previo, a partir de 1991 se dio una tendencia al aumento nuevamente en el número de aserraderos y en 1999 alcanzó su valor máximo con 2,058 mismo número que se mantuvo hasta el 2003 (Flores Vasquez, Serrano Gálvez, Palacio Muñoz, & Chapela, 2007).

Control de recepción de madera de trocería

La madera rolliza debe ser controlada al ingresar al patio de trozas del aserradero. Para ello, de acuerdo a Mauro Ríos (2005), se requiere que las trozas se encuentren marcadas con los datos que respalden la legalidad de su procedencia y documento que le amparan. Además se debe de considerar durante el proceso de abastecimiento de madera rolliza lo que es la calidad de las trozas. Al respecto se debe mencionar que los aserraderos no clasifican ni seleccionan las trozas a pesar de las innumerables ventajas que esta acción tiene sobre los resultados productivos de la empresa.

Dichas ventajas, poco valoradas en la actualidad, se pueden resumir de la siguiente manera:

- Mayor rendimiento de aserrío (troza/madera aserrada)
- Mejor calidad de la madera aserrada
- Mayor productividad y menores costos de producción
- Mejores precios de venta

En lo que son las etapas en la industria del aserrío, se inicia con la llegada de camiones cargados con trozas de madera al patio del aserradero (área amplia y despejada para el almacenamiento temporal de trocería). En gran medida el abastecimiento se realiza por medio de compras a terceros en distancias que varían de 30 a 150 km, con un promedio de 210 km, con costos por millar de pie que van de \$90,000 a \$110,000 costos promedios de

alrededor de 100,000 por millar pie doyle, el 70% de las industrias pagan estos precios por la trocería puesta en patio, el resto lo compran en el monte. Una vez que llega la trocería al patio se efectúa el registro de los diámetros con corteza y sin corteza para determinar el volumen (Juarez, 1987).

El manual de las buenas prácticas en el aserradero de comunidades y ejidos forestales explica que para un buen manejo control y recepción de madera en rollo es necesario recibir la trocería que llega al patio verificando el número de piezas y volumen en metros cúbicos, para posteriormente llevarla a la revisión y clasificación para su almacenamiento dependiendo de su calidad, diámetro y longitud. También menciona que se debe seguir un patrón de producción de acuerdo a las especificaciones antes mencionadas de acuerdo a las exigencias del cliente, además es necesario capturar diariamente datos en hojas de trabajo con la finalidad de obtener la cantidad total y por calidades del volumen en metros cúbicos de madera en rollo recibida, llevar un control de los ingresos de madera en rollo a patio y dar de alta y actualizar el volumen en el inventario de madera en rollo (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, 2010).

Para la clasificación de la trocería es necesario utilizar la Norma Mexicana NMX-C-359-1988 (SECOFI, 1988) en la que establece la siguiente clasificación para la madera de pino: México Extra= Alta calidad; México 1= Primera calidad; México 2= Segunda calidad; México 3= Tercera calidad; México 4= Cuarta calidad; México 5= Quinta calidad. Las trozas deben tener un diámetro mínimo de 25 cm y una longitud de 2.44 m. Las especificaciones para cada clase incluyen diámetro mínimo, forma de la sección transversal, nudos, curvatura, ahusamientos, cicatrices, abultamientos, raspaduras, rajaduras, ataque de insectos, manchas, duramen, albura y caladuras.

Coefficiente de aserrío.

En términos generales puede decirse que el coeficiente de aserrío, es una medida de la productividad del proceso de aserrío y participan los siguientes factores: Tamaño y calidad de las trozas; Tipo de aserrío; Métodos de procesamiento; Dimensiones del producto de consumo; Materia prima que abastece a la empresa; Necesidades de materia prima en el mercado; Maquinaria y equipo utilizado; La mano de obra empleada (Castro, 2013).

La forma más significativa para conocer las condiciones de producción de un aserradero es mediante la determinación del coeficiente de aserrío (C.A.), este nos indica la cantidad de madera que se está aprovechando, los volúmenes que se obtienen en cada una de las clasificaciones que se manejan así como los volúmenes de otros productos resultantes del proceso de recuperación (costera y desorille de seleccionado), finalmente los desperdicios generados por el proceso (leña y aserrín) (Moya, 2007).

El C.A. es la relación entre el volumen de la madera rolliza (trozas) y el volumen resultante de productos aserrados. Este término también es conocido como coeficiente de aserrío o factor de recuperación de madera aserrada (FRN) y constituye un indicador de la tasa de utilización en el proceso de aserrío (Quirós, 2005). Entre los factores principales que afectan el rendimiento destacan el diámetro y forma de las trozas para procesar; la clase de madera y su calidad; el patrón del corte y el tipo de sierra empleado para transformar la materia prima. Conforme se reduce el diámetro de las trozas disminuye el rango de rendimiento (Moya, *ob. cit.*, 2007).

Mientras que en el aserrío de trozas provenientes del bosque natural con diámetro medio de 60 cm., el rendimiento varía de un 45-75%; cuando se procesa madera de raleos con diámetro medio de 15 cm., apenas alcanza de 30 al 35% (Quirós, 2005).

Es de mencionar que para realizar el coeficiente de aserrío se utilizan 100 trozas al azar, éste se determina a través de la relación del volumen de la madera aserrada entre el volumen de trocería que se utiliza para obtenerla, expresada en porcentaje (SFF, 1978). Se puede referir al volumen de madera de dimensiones comerciales, al volumen de madera de cortas dimensiones, y se puede expresar en dimensiones reales y/o nominales de la madera aserrada y las dimensiones reales de la trocería, también es factible determinar la proporción de madera, de costeras y recortes y de aserrín (Rodríguez, 1978, Zavala, 1994). En estudios realizados sobre coeficientes de aserrío de pino, Zavala, (1981), encontraron para aserraderos banda del Estado de Durango una variación de 40 a 53% y para los circulares de 37 a 47%. Zavala (1987) determinó un coeficiente de aserrío nominal en aserraderos de Tlaxcala de 39 y 40%, que correspondieron a un coeficiente de aserrío real de 51 a 52%. En otro estudio en seis aserraderos banda del estado de Durango, Zavala

(1996), encontró un coeficiente de aserrío nominal que varió de 41.54% a 44.18%, y que correspondió a un coeficiente de aserrío real de 54.96% a 61.63%.

Control de calidad

Bertrand & Prabhakar (2005) expresan que el control de calidad hace referencia a un proceso o un conjunto de actividades y técnicas operacionales que se usan para cumplir los requerimientos de calidad. Esta definición podría implicar que cualquier operación que sirva para mejorar, dirigir o asegurar la calidad podría ser una actividad de control de calidad. Básicamente se podría resumir como todo aquello que significa comprobar que lo realizado se ajusta a lo planificado.

Denig (2004) expresa que el aseguramiento de la calidad en pequeñas y medianas empresas es tan imprescindible como la gestión de las finanzas o la de las ventas. La escasa práctica a la hora de realizar controles de calidad en las industrias del sector forestal condiciona la complejidad de los mecanismos de control que se deben plantear. Teniendo eso siempre en cuenta, se pueden proponer algunas metodologías muy sencillas como son los gráficos de control de cualquier tipo. El gráfico de control fundamenta su uso en el análisis de un período inicial o período base. En dicho período se marcan unas pautas según las cuales el sistema productivo se define como estable. Alcanzada esta estabilidad, se adoptan esos mismos parámetros para el período de vigilancia, el cual, si no hay alteraciones, en principio podría durar eternamente. Después de diseñar y tomar los datos del inventario, se tienen que definir dos valores: el límite superior y el inferior de control. Su definición se puede hacer en función de la media de las mediciones o en función del recorrido, entendiendo por recorrido la diferencia que existe entre el valor máximo y el mínimo en cada inventario de la variable medida.

Brown (1986) expone que mediante esas líneas o límites de control (superior e inferior) lo que definimos es el margen de oscilación de las mediciones que se acepta para considerar el proceso bajo control. Cuando las mediciones se sitúan fuera de los límites se dice que el proceso está fuera de control, lo cual significa que en cualquier momento pueden aparecer muestras que no cumplan las especificaciones deseadas. Si esto ocurre durante el período base se anulan esas mediciones y se calculan de nuevo medias y/o recorridos con las demás. Sin embargo, esos datos no se olvidan y se trata de esclarecer el motivo de tales errores

Por lo que respecta a la primera parte de un programa gerencial de control de calidad, Sosa, H. M. (1990) menciona que el control de calidad es la definición de sus objetivos, los cuales van a fin de alcanzar el mayor beneficio del aserradero en los cuales menciona factores que pueden proporcionar mayores beneficios como maximizar el valor de la materia prima y productos de madera a través de todas las fases del proceso de manufactura y proporcionar el aseguramiento de la calidad en los productos de madera obtenidos, en los que enfatiza que a mayor calidad en trocería y posteriormente en productos adquiridos de madera aserrada mayor será la utilidad.

La evaluación de los centros de máquinas sin duda alguna da a conocer el nivel actual de competitividad del aserradero en cuestión. El funcionamiento de un centro de máquinas está compuesto de tres elementos primarios: Productividad, calidad del producto y recuperación. Productividad es el volumen de materia prima procesado por unidad de tiempo (pies tabla/hora). La calidad del producto es la exactitud dimensional y la calidad física del material procesado (Sosa, *ob. cit.*, 1990).

La distribución de las unidades que componen el proceso de aserrío para llegar a esto se realizaron croquis de distribución de planta en cada uno de los aserraderos en donde especifican las áreas ocupadas y la ubicación de cada uno de los centros del proceso, además se consideraron las distancias entre uno y otro tomando como referencia la sierra principal, por otro lado para determinar la distancia entre la máquina y maquina se consideró como referencia el centro de cada una de ellas determinándose los siguientes rangos y promedios de distancia (Juárez, *ob. cit.*, 1987).

Los costos de extracción tienen una gran participación en el precio de la materia prima y por consiguiente del producto, se consideró alguna información referente pero debido a la variación constante que se tienen en los precios y costos, además de la diversidad de rendimientos, condiciones de trabajo, lugares y distancias donde se realizan, etc.; resulta un tanto difícil dar una cifra exacta de costos que nos den una clara referencia debido a esto, se da solamente el porcentaje en promedio que representa cada concepto que constituye el abastecimiento en relación al costo total de la trocería por metro cúbico (Juarez, *ob. cit.*, 1987).

Utilidades de producción

El producto obtenido es el resultado final de un proceso de producción, el cual puede ser un bien o servicio, que representa un satisfactor para el consumidor. Dicha producción genera costos que deben ser dimensionados para determinar los beneficios que la empresa obtiene mediante sus utilidades. En tal sentido, el costo es uno de los elementos más importantes para realizar las proyecciones o planeaciones de un negocio. Es decir, es toda cantidad de dinero que se debe erogar para pagar lo que se requiere en la operación de la empresa, no tiene como fin la ganancia, en tanto que el gasto si se desembolsa con el objetivo de obtener utilidades; por ejemplo, la luz, mientras que un anuncio de radio sería un gasto (Alcaraz, 2006).

Costos variables cambian en relación directa con determinada actividad o volumen. Dicha actividad puede ser de producción o ventas, por ejemplo, el material que va a utilizarse cambiará de acuerdo con el número de artículos o servicios que se produzcan (Alcaraz, *ob. cit.*, 2006). Este tipo de costos permanecen constantes en un periodo determinado, sin importar si cambia el volumen de ventas. Por ejemplo, la renta del edificio, los sueldos, etcétera van a pagarse, independientemente de si se produce o se vende en un periodo determinado (Alcaraz, *ob. cit.*, 2006).

Antecedentes de la empresa

La empresa, motivo del presente documento técnico, fue fundada por el Sr. Odilón Estrada Montaña en la época de los 80's quien en conjunto con sus hijos iniciaron con un aserradero tipo sierra cinta de volantes de 1 metro de diámetro.

Fue hasta finales de los años 90's que modernizaron el aserradero en el que incluyeron un aserradero tipo torre de 1.20 metros. El abastecimiento provenía de pequeños propietarios y en menor proporción de ejidos, en ocasiones trayendo madera fuera del Estado de Michoacán, como lo fue del Estado de Jalisco, Estado de Guerrero y Estado de México.

Fue hasta el año 2005 en el que lograron consolidarse como uno de los aserraderos más importantes de la región oriente del Estado de Michoacán. Actualmente tienen un abastecimiento de 7,000 a 8,000 mil metros cúbicos de madera en rollo anuales, un aserradero de 1.20 metros y una cámara de secado de 40,000 pie/tabla y distribuyen sus productos a ciudades como el Distrito Federal, Toluca, Querétaro y Aguascalientes y en menor proporción en la industria de la región.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar los factores estratégicos en la operatividad del aserradero de “Industria Maderera La Ciénega”.

Objetivo particular

- Describir el proceso de control en el abastecimiento de materia prima
- Analizar el proceso de aserrío en su flujo de producción, variación de corte y el coeficiente de aserrío
- Determinar las velocidades de corte de la maquinaria
- Establecer la utilidad a partir de los ingresos y costos registrados

MATERIALES Y MÉTODOS

En la metodología que se planteó en este proyecto de documento recepcional técnico, se consideró partir tanto de fuentes de información primaria como secundaria; ya que las visitas de campo efectuadas se llevaron a cabo para observar los elementos de análisis en la empresa en las que se realizaron consultas y entrevistas a personas que participaron en el proceso de aserrío; para la obtención de información de las fuentes secundarias, se efectuaron consultas en documentos que permitieron sustentar los aspectos técnicos inherentes al proceso de aserrío. De acuerdo a la temática del documento técnico, la metodología desarrollada se indica a continuación:

- I. Control de recepción. Para tal efecto los aspectos considerados fueron: el registro de las principales especies maderables que se utilizan en el proceso de aserrío, lo cual se describe en el documento de remisión forestal”, en el que además de indicar la especie se precisan los volúmenes, procedencia y características del vehículo de transporte, entre otros datos. Partiendo de las condiciones de control de recepción de materia prima se identificó la posibilidad de mejora de esta etapa.

- II. Análisis del proceso de aserrío. En esta parte fueron efectuados los procesos siguientes:
 - a) Determinación de la variación del espesor de la madera aserrada en su espesor
 - La madera aserrada de la trocería seleccionada fue medida en su espesor, en los dos cantos, efectuando 5 (cinco) medidas por canto. Haciendo un total de 10 medidas por tabla de 8’ y 10’ de longitud.
 - Los registros de las medidas de variación del espesor fueron relacionados de acuerdo a la condición del filo de la sierra principal con respecto al tiempo de uso. Para tal efecto, el filo

de la sierra se dividió en tres etapas: una primera etapa como “sierra recién afilada”; la segunda etapa “sierra con medio filo”; y la tercera etapa como “sierra sin filo”.

- Fueron determinados los rangos, promedios y frecuencias. En el caso de la determinación de las frecuencias se utilizó de sustento el *diagrama de Pareto* para determinar, la concentración de errores obtenidos en el espesor durante el corte de la sierra.

b) Se obtuvo el coeficiente de aserrío, en el cual se contempló la distribución de productos en metros cúbicos reales y nominales. Para tal efecto se procedió de la manera siguiente:

- Se seleccionaron 52 trozas de oyamel con una longitud de 16 pies.
- Cada troza fue cubicada para determinar su volumen por medio de la fórmula de Smalian, la cual establece que se debe medir:

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

Donde:

V = Volumen del tronco en m³;

D = Diámetro mayor de la troza;

d = Diámetro en punta de la troza;

L = Longitud de la sección en m;

Π= Constante 3.1416

- La madera aserrada de cada troza fue cubicada en metros cúbicos, utilizando la fórmula siguiente:

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

- Para determinar el coeficiente de aserrío tanto nominal como real, se procedió a emplear la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente de aserrío} = \frac{\text{Volumen de Madera aserrada en } m^3}{\text{Volumen de Madera en rollo } m^3} \times 100$$

- c) Plano del flujo del proceso de aserrío. Para integrar este apartado se procedió a efectuar la observación y consulta de personal operario para desarrollar el flujo del proceso de aserrío en cada una de las etapas en las que interviene la maquinaria y es efectuado el proceso de transformación de la materia prima en rollo.

III. Análisis de maquinaria. En este apartado se caracterizaron las principales máquinas empleadas en el proceso de aserrío, como: la Torre o sierra principal, la Desorilladora, el Péndulo y la Cabeceadora. También se determinaron las velocidades de corte de las maquinas mencionadas en las que se aplicaron las siguientes formulas en las cuales se contempla que para la sierra principal o torre la velocidad recomendada para el aserrío de pino y oyamel es de 8000 a 9000 pies/min y para la desorilladora, cabeceadora y péndulo se establecen de 9000 a 12,000 pies por minuto (Calderon & Sosa, 2014):

- Para determinar las revoluciones por minuto requeridas se utilizó la formula siguiente:

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

Donde:

N: revoluciones por minuto

V: Velocidad periférica pies/min

C: Circunferencia en pies $=\pi D$

- Para definir las revoluciones por minuto reales se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Diametro de Polea Impulsora} \times \text{rpmMotor} = \text{Diametro de Polea Receptora} \times \text{rpmSierra o Volante Torre}$$

- Para conocer la velocidad de corte se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Velocidad de corte} = \text{rpm del eje} \times \text{circunferencia de la Sierra o volante}$$

- IV. Determinación de utilidades. Las utilidades de la empresa fueron determinadas a partir del desglose de los componentes que integran los costos (materia prima, salario, y energía entre otros) e ingresos (ventas de madera aserrada) de la empresa.

RESULTADOS

Control de recepción.

Las principales especies maderables que utilizan.

La identificación de las especies maderables que se utilizan en la industria forestal de aserrío tiene importancia tanto legal como tecnológica, ya que las condiciones de la maquinaria y de las sierras responden a las características que tiene la materia prima que vaya a ser procesada. En ese sentido se identificó que en la empresa de estudio no se lleva a cabo una metodología para la identificación de la especie, ya que es común que se maneje su especificidad en las remisiones (figura 1), en las que declara a qué tipo de especie se refiere la carga que llega del monte a la industria, además de que se presenta como algo común el hecho de identificar la especie a partir de una experiencia empírica. La desventaja que se tiene es que no se llega a precisar la especie sino solo el género, y es conocido en el campo de la ingeniería en tecnología de la madera que dentro de las mismas especies existen diferencias que inciden en los procesos industriales tanto en la productividad como en la calidad.

A partir de las formas que se tienen establecidas para disponer del registro de la especie que es transportada y entregada en la industria ésta se especifica en las remisiones forestales (Figura 1) expedidas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, siendo el *Pinus spp.* y *Abies religiosa* las principales especies que se reciben y transforman en la empresa.

DOCUMENTO ÚNICO DE REMISIÓN Y REEMBARQUE FORESTAL PARA ACREDITAR LA LEGAL PROCEDENCIA DE MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS FORESTALES DURANTE SU TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y/O TRANSFORMACIÓN.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

FOLIO PROGRESIVO N° (1) **12427820**

MICH - 16/DK-0179/11/13

Tipo de documento (2) REEMBARQUE FORESTAL		Folio autorizado N° (3) 5456 / 5518		Fecha de expedición (8)	
Nombre (4) INDUSTRIA MADERERA LA CIENEGA S.C. DE R.L.					
Domicilio (5) DOMICILIO CONOCIDO RANCHO LOS REMEDIOS Ocampo Michoacán					
CURP		Registro SIEM		Número de oficina de autorización de documentos (9)	
Fecha (10)		MICH/OA/04/0356/2013		29/11/2013	
Fecha de vencimiento de autorización de documentos (15)		28 de Noviembre de 2014			
Cantidad que ampara (11)		Folios autorizados del (12) al (13) 5,404 al 5,518		Unidad de medida (14)	
Ubicación del lugar de origen de la materia prima, producto o subproducto forestal (17) DOM. CON. ATRAS DE LA UNIDAD DEPORTIVA RANCHO LOS REMEDIOS 61455					
RFN (18) MICH T1 35 9-1		Municipio (19) Ocampo		Entidad (20) Michoacán	
Tipo de resolución (21) AUTORIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO		N° (22) MICH/003-0444/2001		Fecha (23) 14/06/2001	
Vigencia (24) No aplica		Volumen autorizado para esta anualidad (25) No aplica		Anualidad (26) de (27) No aplica	
Género y/o producto (28)					
Nombre (29)					
CURP (30)		Código de identificación (31)		RFN (32)	
Domicilio del destino (33)					
Población (34)		Municipio (35)		Entidad (36)	
Domicilio (37)					
Número y/o cantidad (38)		Descripción (39)		Volumen y/o peso amparado (40)	
Unidad de medida (41)		Cantidad que ampara este documento con letra (42)			
Saldo disponible según documento anterior (43)		Medio de transporte (46)		Propietario (47)	
Cantidad que ampara este documento (44)		Marca (48)		Tipo (49)	
Saldo que pasa al siguiente documento (45)		Capacidad (51)		Placas o matrícula (52)	
Nombre y firma del chofer (53)		Código de identificación de quien expide (55) T16061IND001		Nombre y firma de quien recibe, sello (en su caso), fecha y hora de recepción (56)	

El documento original deberá llenarse con letra de molde o a máquina y deberá ser firmado en firma autógrafa en tinta azul o negra. Observaciones, Fechas de expedición y vencimiento (recuadros 57, 58 y 59) al reverso.

Figura 1. Formato de remisión forestal expedida por la SEMARNAT

Principales variables de la materia prima que definen el control de recepción

A partir del formato de remisión forestal (anexo 2 y 3 formato de llenado), en Industria Maderera “La Ciénega”, los registros efectuados en la medición de la materia prima se llevan a cabo en libretas de control que integra información relacionada a:

Fecha, camión, volumen y procedencia.

Respecto a esta etapa, de manera simultánea a la revisión y clasificación, se identificó que se lleva a cabo la medición de cada una de las trozas (Figura 2), para tal efecto se miden en centímetros los diámetros de ambos extremos sin incluir la corteza (D1 y D2) y la longitud en pies lineales sin incluir los refuerzos. Se recomienda que el refuerzo, en largos, de la trocería que llega de monte no exceda las 3 pulgadas.



Figura 2. Medición de diámetros en trozas de pino

Formatos de control de recepción

Basados en el manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, 2010) se establecen formatos que recomiendan las variables a documentar o registrar para tener un control de la recepción en el cual se contempla integrar información relacionada a (ver siguiente cuadro 1):

Cuadro 1. Formato de registro de madera en rollo.

Lista de recepción de la madera en rollo

Fecha recepción: _____ Anualidad núm.: _____
 Fletero: _____ Núm. folio de remisión forestal: _____
 Placas: _____ Núm. lista de embarque: _____
 Núm. de grúa: _____

Calidad	D1 (cm)	D2 (cm)	L (pie)	Calidad	D1 (cm)	D2 (cm)	L (pie)	Calidad	D1 (cm)	D2 (cm)	L (pie)

Una vez habiendo obtenido la información respecto a cómo se efectúa el registro en la recepción de materia prima en la empresa y tomando como referencia el formato recomendado por el Consejo Civil para la Silvicultura Sostenible se ha generado una propuesta de formato conforme el cuadro (2) siguiente:

Cuadro 2. Propuesta de formato para el control de madera en rollo.

INDUSTRIA MADERERA LA CIENEGA S.C. DE R.L
Control de la madera en rollo que ingresa al patio de almacenamiento



Fecha _____			Fecha _____			Fecha _____			Fecha _____		
Predio _____			Predio _____			Predio _____			Predio _____		
No. Remisión _____			No. Remisión _____			No. Remisión _____			No. Remisión _____		
M3 Remisión _____			M3 Remisión _____			M3 Remisión _____			M3 Remisión _____		
Fletero _____			Fletero _____			Fletero _____			Fletero _____		
Placas _____			Placas _____			Placas _____			Placas _____		
D1	D2	LONG	D1	D2	LONG	D1	D2	LONG	D1	D2	LONG

Análisis de las variables de la materia prima (diámetros sin corteza y longitudes)

En relación a los elementos que permiten efectuar la clasificación de trocería, se revisó en el manual del investigador de precios de clima templado frío donde explica que la trocería de largas dimensiones contempla a la trocería de 8 pies y hasta 20 pies de longitud. Como primario un diámetro de 23 centímetros o más y proveniente de árboles verdes y como secundario un diámetro mayor a 10 centímetros pero menor a 23 centímetros y proveniente de árboles verdes o secos (CONAFOR, 2010).

En la empresa se identificó que no tienen un criterio para la clasificación de la trocería ya que la madera viene dimensionada desde el bosque, solamente tienen un diámetro de recepción en punta mínimo de 20 cm. y una longitud mínima de 8 ¼', las principales longitudes que utilizan para madera de pino y oyamel (cuadro 3) son las siguientes:

Cuadro 3. Longitudes de trocería en la Empresa

Pino Longitud en pies	Oyamel Longitud en pies
8 ¼'	8 ¼'
10	10
	16
	20
	24
	27

Los diámetros promedio que se registraron (cuadro 4 y figura 3) durante la recepción de la madera en rollo para las diferentes longitudes fueron los siguientes:

Cuadro 4. Diámetros promedios de madera en rollo que ingresa al aserradero

Longitud en pies	Diámetro promedio (cm)
8 ¼'	50
10'	50
14'	37
16'	44
20'	47
24'	51
27'	34



Figura 3. Descarga de trozas de madera de Oyamel

En la etapa de recepción y con el propósito de comparar los volúmenes especificados en la remisión forestal se consideró importante verificar dicho volumen procediendo a la medición y registro de un total de 5 camiones los cuales transportaron mayormente madera de oyamel de 16 y 20 pies y en menor proporción madera de pino con longitudes de 8 ¼' y 10' conforme se indica en el cuadro (5) siguiente:

Cuadro 5. Volúmenes comparativos de la madera en rollo.

Num. Trozas	Especie	m ³ remisión	m ³ recibidos	Diferencia
26	Pino	11.378	11.144	0.234
23	Pino	12.408	12.327	0.081
17	Pino	11.988	11.830	0.158
26	Pino	11.268	11.153	0.115
16	Oyamel	12.546	12.169	0.377
8	Oyamel	10.733	10.668	0.065
			Promedio	0.172

Análisis del proceso de aserrío.

Variación del espesor de la madera aserrada

Para conocer la variación del espesor de la madera aserrada, la presente línea de trabajo se encuentra sustentada en la tesis “Descripción de métodos de control de calidad para incrementar el beneficio en el aserradero”, desarrollada por Héctor M. Sosa (1990). Para ello se llevó a cabo la medición de 100 tablas de ¾” de grueso con distintas longitudes en longitudes de 8 ¼' y 10' de madera de pino, la primer medida se toma en cuenta 20 cm. (figura 4) de la punta de la tabla y enseguida esta se divide en 4 tomando en cuenta como mínimo 2' entre una medida y otra, en seguida con la ayuda de un vernier se tomaron las distintas medidas necesarias para conocer la variación de la madera siendo 40 tablas cuando está recién afila, 30 tablas a medio filo y 30 tablas antes del cambio de sierra.



Figura 4. Medición de madera aserrada de $\frac{3}{4}$ "

Para conocer la variación, se obtuvieron los rangos de los cantos a partir de las medidas realizadas y tomando en cuenta el rango máximo de cada una de las tablas en las diferentes etapas de la sierra se pudo observar que en el momento en que la sierra tiene el filo a media vida hay menos variación. Cabe mencionar que los rangos no reflejan exactamente la pérdida que hay de madera si no que indican la variación a lo largo de la tabla, ya que solo en pocas ocasiones una medida podía salir fuera de lo regular.

Los resultados arrojan (cuadro 6) que el rango promedio máximo en las distintas fases del filo de la sierra son los siguientes:

Cuadro 6. Rangos en el espesor de la madera aserrada.

Fases de la sierra	Sierra afilada	Sierra medio filo	Sierra desafilada
Rango Máximo	7.75 mm	5.69 mm	7.17 mm
Rango Mínimo	1.17 mm	0.62 mm	1.23 mm

Como se puede apreciar la diferencia entre el rango mínimo y el rango máximo se ve más reflejado cuando la sierra esta afilada la cual alcanza hasta 6 mm, lo cual indica que este ejercicio debe ser aplicado en otros momentos para poder tener un análisis más sustentado. Esto podría ser debido a que el afilado no fue el adecuado y afecta directamente al corte de la madera. Mientras que en el rango cuando la sierra se encuentra a mitad del filo hay una variación de hasta 5 mm.

Por lo que respecta a la distribución de grosores que arrojó el presente estudio, cabe señalar que a partir del promedio de los cantos de las tablas se tomó el valor mayor para realizar la siguiente distribución ya que el dato más alto es el que afecta o da a conocer cuál es la pérdida monetaria ya que a partir de 25.4 mm las mediciones que lo sobrepasan representan dicha pérdida.

En el siguiente cuadro (7) y figura (5), se puede observar que la variación del corte en el momento en el que la sierra está afilada se centra en un rango de 25-31 mm teniendo una diferencia con la medida ideal que es 25.4 mm de hasta 6 mm, pero respecto a la diferencia que existe con las tablas más pronunciadas que fueron 11 de 26 mm de 40 mediciones que se llevaron a cabo y solo un 1 mm es el que esta fuera de la medida deseada.

Cuadro 7. Distribución de espesores en la madera aserrada cuando la sierra esta afilada

Espesor en mm	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
No. Piezas	0	0	0	7	11	9	6	4	2	1	0
Porcentaje	0%	0%	0%	18%	28%	23%	15%	10%	5%	3%	0%

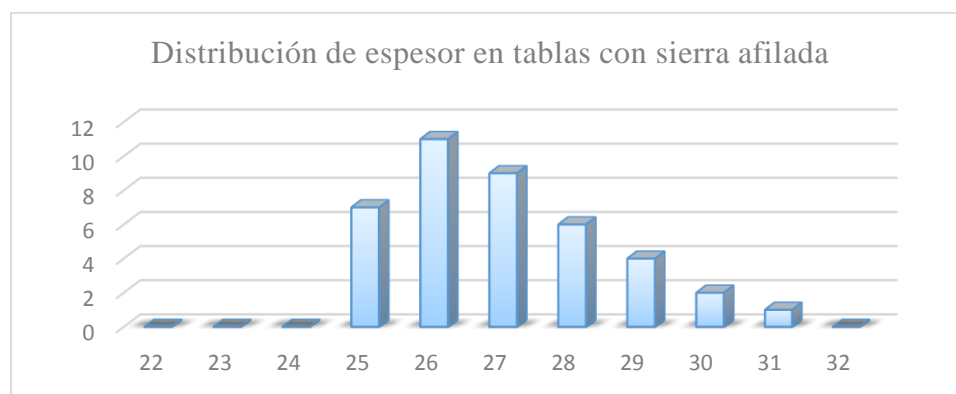


Figura 5. Distribución de espesor en tablas con sierra afilada

En cuanto a la variación de espesores cuando la sierra está a medio filo, se efectuó la medición de 30 tablas cuando el tiempo de medición estuvo entre 1:15 y 1:30 horas de que la sierra está trabajando y los resultados muestran (cuadro 8 y figura 6) que la distribución de las medidas cambia con el tiempo y que el rango donde se concentran las mediciones esta entre 23 mm y 31 mm lo que da entender que hay una variación más amplia que

cuando la sierra esta recién afilada centrándose con mayor proporción en las medidas de 27 mm lo que nos muestra que aumenta la variación del corte, ya que está cerca de 2 mm arriba de la dimensión óptima.

Cuadro 8. Distribución de espesores cuando la sierra está a medio filo

mm	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
No. Piezas	0	1	2	4	5	7	4	5	1	1	0
Porcentaje	0%	3%	7%	13%	17%	23%	13%	17%	3%	3%	0%

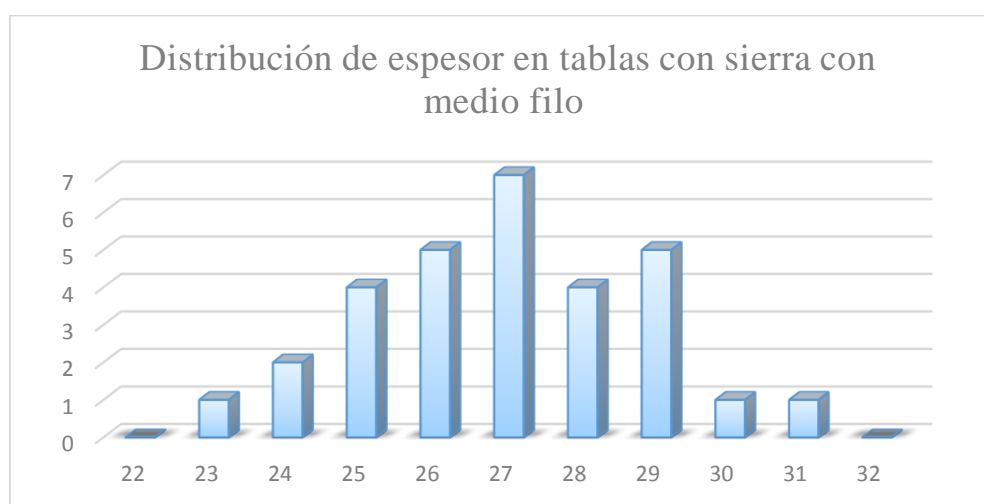


Figura 6. Distribución de espesor en tablas con sierra con medio filo

Al igual que el anterior estudio también se llevó a cabo la medición de 30 tablas, cuando la sierra se encontraba sin filo, pero estas fueron medidas de 15 a 20 min antes del cambio de la sierra, en el cuadro (9) y figura (7) muestran que a la pérdida de filo hay mucha más distribución de las medidas y que la medida más frecuente es ahora 28 mm alejándose a un más de la medida ideal que es 25.4 mm.

Cuadro 9. Distribución de espesores cuando la sierra esta sin filo

mm	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
No. Piezas	0	0	3	3	5	6	7	3	1	2	0
Porcentaje	0%	0%	10%	10%	17%	20%	23%	10%	3%	7%	0%

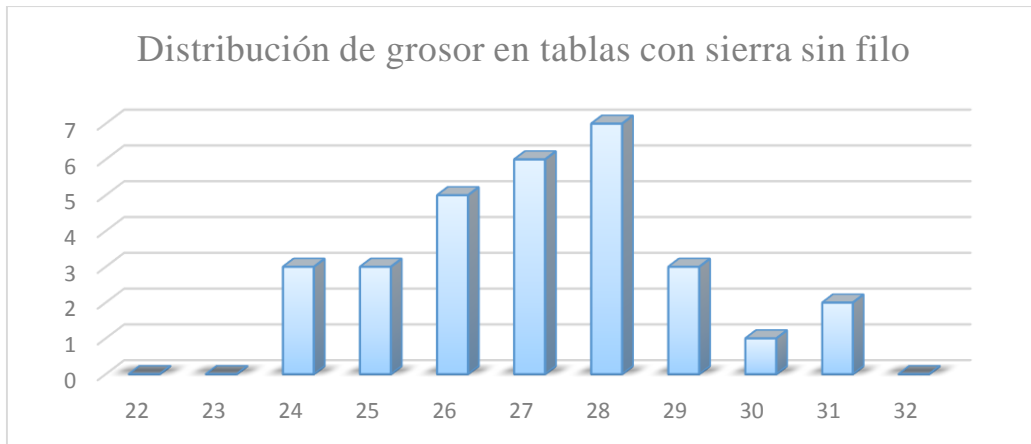


Figura 7. Distribución de grosor en tablas con sierra sin filo

Con lo anterior se puede mencionar decir que a partir de que la sierra se encuentra con filo el corte se acerca más a la medida ideal y que a través del tiempo de trabajo la sierra tiende a variar el corte por el desgaste del filo tal ejemplo es que si centra en 25 mm que es la medida más cercana a la requerida encontramos que la sierra cuando está afilada en relación del porcentaje de tablas medidas es de 18% en 25 mm y que cuando la sierra está a punto de ser cambiada la representación cae hasta el 10%, esto indica una pérdida monetaria en la producción ya que por cada milímetro perdido representa 3.94% de un pie tabla.

En la siguiente figura (8) y cuadro 10 se muestra la suma de todas las tablas y su distribución en la que claramente se puede observar que el 80% de estas se distribuye de 26-31 mm estas por encima de 25.4 mm y que un solo 14% está dentro de la medida ideal o dimensión óptima de corte.

La suma de todas las medidas tomadas durante las distintitas fases del filo de la sierra quedó de la siguiente manera:

Cuadro 10. Distribución general del espesor en la madera aserrada

mm	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
No. Piezas	0	1	5	14	21	22	17	12	4	4	0
Porcentaje	0%	1%	5%	14%	21%	22%	17%	12%	4%	4%	0%

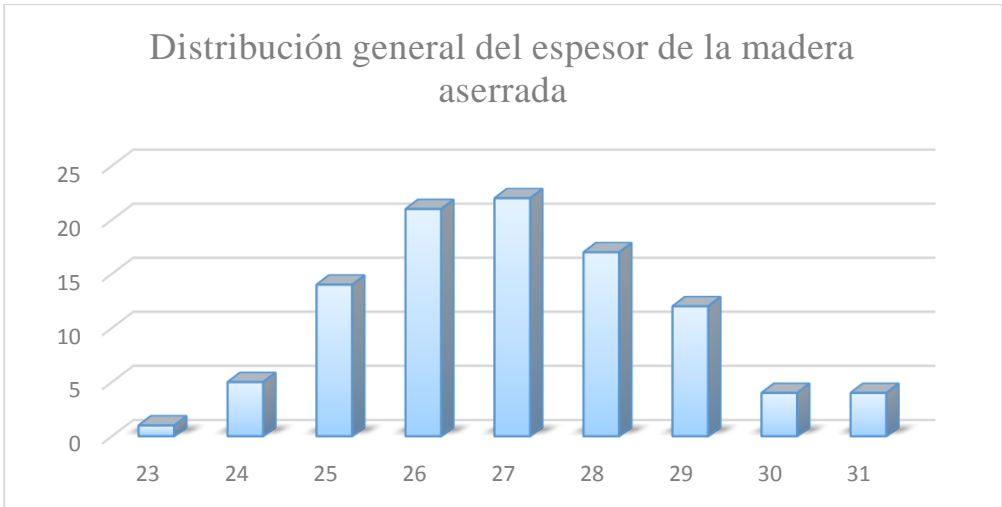


Figura 8. Distribución general del espesor de la madera aserrada

Para determinar el error más pronunciado se llevó a cabo la utilización del diagrama de Pareto (figura 9) con el fin de determinar la pérdida que se tiene en el proceso durante el mes de octubre y el cual ayuda a visualizar en donde se encuentra el 80% de los errores que se presentan en la variación del corte por el aserrío.

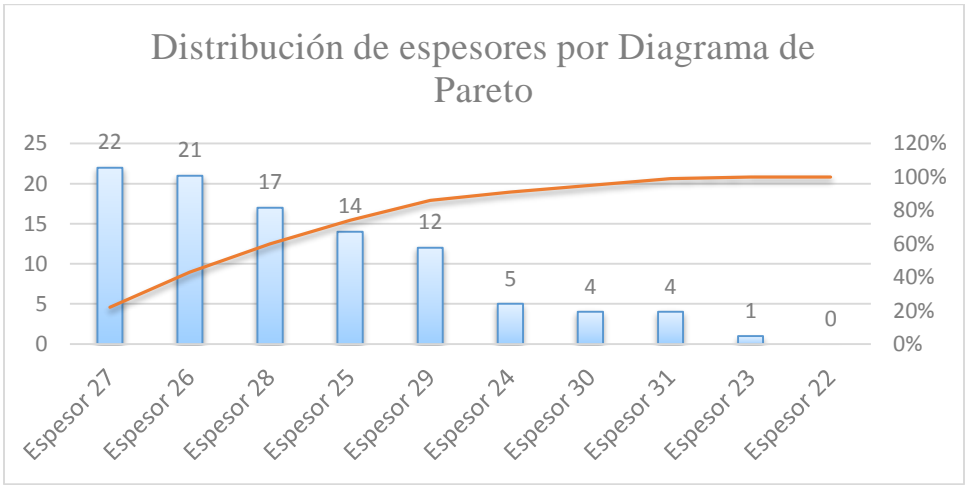


Figura 9. Distribución de espesores por Diagrama de Pareto

En la figura anterior claramente se aprecia que las medidas más comunes están representadas en 27, 26 y 28 mm lo cual nos representa una pérdida de hasta 3 mm en el corte de la madera.

Para conocer la pérdida de materia prima por la variación (cuadro 11) se tomó en cuenta aquellos registros que están fuera de la medida ideal que es 25.4 mm y de las cuales se hace una representación de su pérdida en el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Representación de pérdida por mm durante el corte en el espesor de la madera aserrada

	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
mm	26	27	28	29	30	31
Piezas	21	22	17	12	4	4
representación %	21%	22%	17%	12%	4%	4%
Perdida por mm	3.937%	7.874%	11.811%	15.748%	19.685%	23.622%
Perdida por número de piezas	0.827	1.732	2.008	1.890	0.787	0.945

De lo anterior se deriva que la suma total por pérdida en un total de 80 piezas es igual a 8.189 mm, estas piezas se encuentran fuera de la medida ideal.

Sumando el total de piezas que se encuentran fuera de la medida ideal son 80 entonces el porcentaje de pérdida es el siguiente:

$$\% \text{ de perdida} = \frac{8.189 \text{ mm}}{80 \text{ piezas}} \times 100 = 10.23\%$$

El porcentaje de perdida tiende a estar más cerca al 11.811% que representa 3 mm entonces por regla de 3 se tiene un porcentaje del 10.23% que es igual a 2.59 mm.

Considerando solo la madera de ¾” que fue producida durante el mes de octubre que fueron 25,245 pies tabla, los resultados arrojan que existe una pérdida de 2,583 pies tabla y por tal motivo \$28,491.25 lo que el siguiente cuadro (12) describe el por qué hay una pérdida considerable.


Cuadro 12. Perdida monetaria en madera de Pino de 3/4" de espesor

Longitud de madera	Calidad	Pie tabla	Precio/tabla	Perdida Monetaria
10'	Primera	213	\$16.00	\$ 3,418.50
10'	Tercera	908	\$10.00	\$ 9,077.85
8 1/4'	Primera	275	\$15.00	\$ 4,122.29
8 1/4'	Tercera	1,187	\$10.00	\$ 11,872.62
	Total	2,583		\$ 28,491.25

Coefficiente de aserrío

En el presente estudio se llevó a cabo la realización de formatos (cuadro 13) para registrar la madera en rollo que ingresa al aserradero.

Cuadro 13. Formato para el registro de madera en rollo que ingresa al aserradero

INDUSTRIA MADERERA LA CIENEGA S.C. DE R.L											
Registro de la madera en rollo que ingresa al aserradero											
Fecha_____		Fecha_____		Fecha_____		Fecha_____		Fecha_____		Fecha_____	
Especie____		Especie____		Especie____		Especie____		Especie____		Especie____	
L=____pie		L=____pie		L=____pie		L=____pie		L=____pie		L=____pie	
D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
m ³ :_____		m ³ :_____		m ³ :_____		m ³ :_____		m ³ :_____		m ³ :_____	
Piezas:_____		Piezas:_____		Piezas:_____		Piezas:_____		Piezas:_____		Piezas:_____	

El coeficiente de aserrío se determinó mediante la fórmula de Smalian con la cual se llevó a cabo la medición de 52 trozas de la especie Oyamel con una longitud de 16 pies, se determinó la distribución de productos (anexo 1) y la comparación del coeficiente de aserrío en metros cúbicos y pies nominales.



Figura 10. Rampa de aserrío

Para este estudio se llevó a cabo la medición de 30 muestras por medida dependiendo de su longitud, ancho y el grosor cada una de estas medidas milimétricamente.

$$\text{Coeficiente de aserrío real} = \frac{32.771}{42.62} \times 100 = 76.89\% \text{ m}^3$$

Coeficiente nominal para saber la utilidad en el coeficiente de aserrío

En la empresa la forma de cubicar la madera aserrada es en pies tabla, por lo que se procedió a efectuar la conversión a metros cúbicos, teniendo en consideración que un pie tabla es igual a 0.00236 m^3 . De tal manera que efectuando la conversión del volumen total se tiene lo siguiente (cuadro 14):

Cuadro 14. Conversión de pie/tabla a metros cúbicos

Total pies tabla	Valor pies tabla en m^3	Total m^3
11,079	0.00236	26.147

Coeficiente de aprovechamiento nominal:

Es el rendimiento en producto vendible que se obtiene en metros cúbicos a partir de la madera en rollo.

$$\text{Coeficiente de aserrío nominal} = \frac{26.147}{42.62} \times 100 = 61.35\% \text{ m}^3$$

Comparando los resultados se puede observar que hay una merma entre el coeficiente real y el nominal de 15.54% que está integrado en el refuerzo.

La distribución de productos primarios (anexo 3) que se realizaron en el coeficiente se focalizó principalmente en la vigería, tablón de 2" y tabla de ¾", y para secundarios se tomó solo en cuenta el barrote para escoba y tableta de 7' y 6'.



Figura 11. Medición de viga de 5" X 8" X 16' para obtención del coeficiente de aserrío de especie de Oyamel.



Figura 12. Medición de tablón de 2"X16" en los diferentes anchos comerciales para la obtención del coeficiente de aserrío de especie de Oyamel.

La utilidad generada en el coeficiente de aserrío nominal está representada por 259 pies tabla por cada metro cubico de madera en rollo esto da a entender que el aprovechamiento de madera aserrada es muy superior al promedio más alto considerado por la (FAO, 1982) y del que tienen la mayoría de los aserraderos a nivel mundial que es de aproximadamente 200 pies tabla por cada metro cubico en rollo (coeficiente de aprovechamiento del 60%), siendo así que hay una utilidad extra de 59 pies/tabla por m^3 lo que indica que el poder tener un aserrío de madera de gran escuadría (viga), siempre será lo mejor para cualquier empresa dedicada al aserrío (mercado con productos de gran escuadría y en longitudes mayores a 16 pies). Como ejemplo en el mes analizado la producción de madera en rollo de oyamel $382.255 m^3$, si el rendimiento promedio mundial es de 200 pt por metro cubico, entonces la producción esperada seria de 76,451 pies tabla, sin embargo el rendimiento real

del mes fue de 96,008 pt, teniéndose una utilidad extra en el mes igual a 19,557 pt los cuales a un precio promedio de \$10.00 por pt, se obtiene una utilidad extra de \$195,570.00.

Cabe mencionar que en comparación con otros coeficientes de aserrío que se han obtenido a partir de madera de 3/4" el cual ronda entre el 42% al 50% este tiene un aumento ya que la mayoría de sus productos son destinados a la viga y por consiguiente no hay demasiado desperdicio de madera durante el aserrío, esto se debe que en la producción de madera de 3/4" la sierra por lo regular tiene 1/8" en el suage del diente y que al obtener la madera aserrada también hay un 1/4" en el refuerzo el cual representa 33% por cada tabla en el espesor y que al producir la viga no es necesario realizar tantos cortes y que al igual que en la madera de 3/4" solo lleva un cuarto de refuerzo y en la viga de 5" X 8" el refuerzo representa solo un 5%.

En la siguiente figura (13) se hace una representación acerca de los anchos comerciales obtenidos en la madera de 3/4" X 8 1/4' en la que se puede observar que las tablas de 8" son las más frecuentes con un 48% mientras que las madera de 12' y 10' representan solo el 8%, cabe señalar que estas últimas son menos comunes ya que estas son derivadas de la producción de viga y esta limita a que se obtengan más tablas de estos anchos.

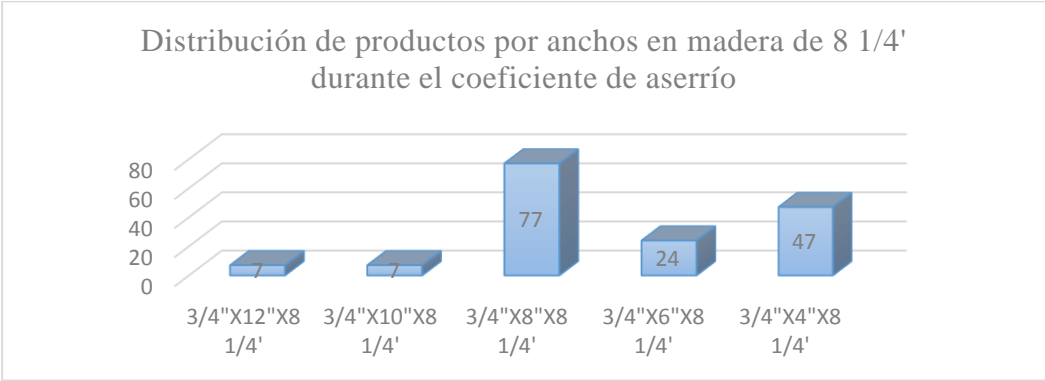


Figura 13. Distribución de productos por anchos en madera de 8 1/4' durante el coeficiente de aserrío

La producción mensual se llevó a cabo del 6 de octubre al 1 de noviembre de los cuales solo se trabajaron 18 días y el siguiente cuadro (15) representa los metros cúbicos de madera en rollo que se procesaron siendo la madera de oyamel la que más se procesó con 64% y la de pino con solo 36%:

Cuadro 15. Distribución de madera en rollo que ingreso al aserradero durante el mes de octubre.

No. Días	Total	Oyamel	Pino	Total m ³
18	m ³ :	382.255	212.281	594.536

Del total de la madera que se procesó durante el mes los pies tabla obtenidos fueron 138,707 pies tabla en la que la madera aserrada de oyamel representa el 69% y la madera de pino por el 31% el siguiente cuadro (16) representa la distribución de productos durante el mes en que se realizó el estudio:

Cuadro 16. Distribución de madera aserrada en pies/tabla durante el mes de octubre

Productos	Pies tabla
Total pt pino primera	13,294
Total pt pino tercera	29,405
Total pt pino	42,698
Total pt oyamel viga	61,231
Total pt oyamel tablón	17,861
Total pt oyamel tabla	16,916
Total pt oyamel	96,008
	Total pies tabla
	138,707

Flujo de proceso o lay-out

El proceso de producción es el conjunto de actividades que se llevan a cabo para elaborar un producto o prestar un servicio. En él se conjuntan la maquinaria, la materia y el recurso humano necesarios para realizar el proceso, para ello se busca generar un diagrama que permita organizar e identificar el flujo que se tendrá en un proceso de producción. El proceso de producción debe quedar establecido en forma clara, de modo que permita a los trabajadores obtener el producto deseado con un uso eficiente de los recursos necesarios (Alcaraz, 2006). En ese sentido el diagrama de flujo del proceso es una secuencia de operaciones expresada en forma gráfica. En el caso de la empresa en estudio el diagrama permite detallar y analizar el proceso de producción, mediante la ilustración del flujo como el que se presenta a continuación.

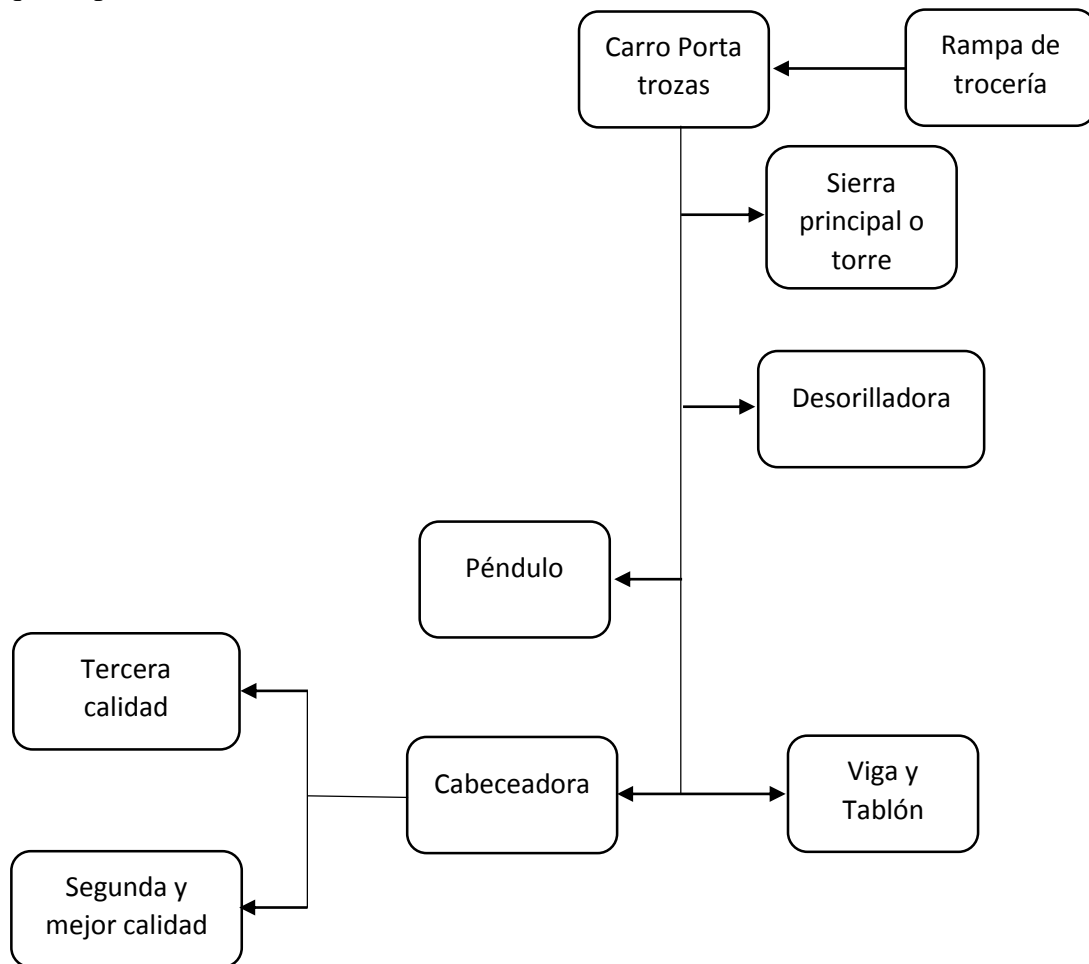


Figura 14. Diagrama del proceso o lay-out

Análisis de maquinaria.

Con base a las observaciones realizadas en la empresa sobre el estado actual de la maquinaria y equipo de aserrío se consideró que la velocidad periférica adecuada a la cual debería trabajar la torre fue de 8,000 pies por minuto y de 9,000 pies por minuto en la desorilladora, péndulo y cabeceadora.

Carro porta trozas

En la gran mayoría de los aserraderos mexicanos se utiliza el sistema de alimentación más tradicional, siendo éste, el carro portatrozas con sistema motriz de movimiento sencillo, el cual circula sobre vías. Este equipo es fundamental en el asierre tradicional de los aserraderos mexicanos y aunque existen diferentes medios de alimentar trozas a la sierra principal, es el carro tradicional el más común, el cual consta de las siguientes partes: chasis, escuadras, ganchos, ejes, ruedas, mecanismos de avance y retroceso de escuadras, mecanismo de despegue (offset) y una escala.

Estos carros desempeñan un movimiento de vaivén en el cual hacen pasar la troza por la sierra principal que en conjunto con las escuadras obtienen los cortes requeridos para la obtención de la madera aserrada, además de lo anterior es relevante mencionar que el sistema offset es necesario ya que éste realiza un despegue de las escuadras para evitar que la troza pueda llegar chocar con la sierra principal. Existen diferentes sistemas de movimiento para el carro porta troza tales como el sistema de pistón, líquido hidráulico y de fricción siendo este último el más utilizado en la industria forestal del país ya que es un sistema muy sencillo y de bajo costo para su mantenimiento (Calderon & Sosa, 2014).

Cuadro 17. Características del carro porta trozas

Longitud de carro	4.50 metros
Número de escuadras	3
Abertura máxima de escuadras	1.5 metros
Longitud de vía	12 metros
Polea impulsora	6 ½”
Polea receptora	18 ½”



Figura 15. Carro porta trozas

Sierra principal

Es aquí donde empieza el proceso de aserrío y su función principal es hacer cortes longitudinales a la troza para obtener madera en escuadría y su dimensión en espesor. Existen sierras circulares y sierras de banda estas últimas constan de volante superior e inferior, sierra cinta, chasis o base, torre, guías, contrapeso y poleas, una de sus principales ventajas es el menor desperdicio por corte realizado y mayor precisión en el corte.

Cuadro 18. Características de la sierra principal o torre

Díámetro de volantes	1.20 mts
Pista de volante	5 ³ / ₄ "
Motor	75 hp, 1782 rpm
Polea impulsora	9 ¹ / ₂ "
Polea receptora	30 ¹ / ₂ "



Figura 16. Sierra principal o torre

Determinación de rpm requeridas para el volante de la sierra principal:

$$N = \frac{8000}{4 \times \pi} = 637 \text{ rpm}$$

Para conocer las rpm reales del volante:

$$\text{rpm flecha} = \frac{\text{polea impulsora}}{\text{polea receptora}} \times \text{rpm Motor}$$

$$\text{rpm flecha} = \frac{9.5}{30.5} \times 1,782$$

$$\text{rpm flecha} = 555 \text{ rpm}$$

Para conocer la velocidad de corte:

$$\text{Vel. de corte} = 555 \text{ rpm} \times 12.566 \text{ pies}$$

$$\text{Vel. de corte} = 6,974 \text{ ppm (pies por minuto)}$$

Para calcular la velocidad ideal o cercana a la requerida se modifica la polea impulsora de la siguiente manera:

$$\text{Polea Impulsora} = \frac{\text{rpm volante} \times \text{Polea Receptora}}{\text{rpm Motor}}$$

$$\text{Polea Impulsora} = \frac{637 \text{ rpm} \times 30.5''}{1,782}$$

$$\text{Polea Impulsora} = 11 \text{ pulgadas}$$

Desorilladora

La función de esta máquina es hacer paralelos los cantos de las tablas que salen de la sierra principal, eliminando a estas los tramos redondeados o irregulares y a su vez proporcionar el ancho a las tablas a medidas comerciales, pueden ser de 2 o 3 sierras, resultando mejor si son de tres ya que permite elegir la clase de las piezas obtenidas, además el proceso es más rápido (figura 17).

Cuadro 19. Características de la Desorilladora

Diámetro de sierra	14''
Numero de sierras	3
Dientes	20 dientes, ancho de 1/4'', profundidad de garganta de 5/8'', paso de 2 1/2''
Motor	1750 rpm
Polea impulsora	6 1/2''
Polea receptora	8''



Figura 17. Desorilladora

Determinación de las revoluciones por minuto requeridas para la sierra circular de la máquina:

$$N = \frac{9,000}{3.62} = 2,464 \text{ rpm}$$

Para conocer las revoluciones por minuto reales de la sierra circular:

$$\text{rpm flecha} = \frac{\text{Polea Impulsora}}{\text{Polea Receptora}} \times \text{rpm Motor}$$

$$\text{rpm flecha} = \frac{6.5''}{8''} \times 1,750 \text{ rpm}$$

$$\text{rpm flecha} = 1,421 \text{ rpm}$$

Para conocer la velocidad de corte:

$$\text{Vel. de corte} = 1,421 \text{ rpm} \times 3.62 \text{ pies}$$

$$\text{Vel. de corte} = 5,144 \text{ ppm (pies por minuto)}$$

Para calcular la velocidad ideal o cercana a la requerida se modifica la polea impulsora de la siguiente manera, teniendo en cuenta que las revoluciones por minuto ideales 2,464 rpm:

$$\text{Polea Impulsora} = \frac{\text{rpm Sierra} \times \text{Polea Receptora}}{\text{rpm Motor}}$$

$$\text{Polea Impulsora} = \frac{2,464 \text{ rpm} \times 8''}{1,750 \text{ rpm}}$$

$$\text{Polea Impulsora} = 11 \text{ pulgadas}$$

Cabeceadora

Máquina de discos para el cabeceado de tablas y tablones con sistema de alimentación en automático para situar directamente en una línea de carro o a la salida de una canteadora. El número de discos, la longitud máxima y mínima a cabecear variará según las necesidades.

Cuadro 20. Características de la cabeceadora

Diámetro de sierra	16''
Numero de sierras	2
Dientes	80 dientes, ancho de 1/4'', profundidad de garganta de 1/2'', paso de 3/4''
Motor	7.5 hp, 1761 rpm
Polea impulsora	4 1/2''
Polea receptora	24''



Figura 18. Cabeceadora

Determinación de las revoluciones por minuto requeridas para la sierra circular de la máquina:

$$N = \frac{9,000}{4.187} = 2,150 \text{ rpm}$$

Para conocer las revoluciones por minuto reales de la sierra circular:

$$\text{rpm flecha} = \frac{\text{Polea Impulsora}}{\text{Polea Receptora}} \times \text{rpm Motor}$$

$$\text{rpm flecha} = \frac{4.5''}{6''} \times 1,761 \text{ rpm}$$

$$\text{rpm flecha} = 1,321 \text{ rpm}$$

Para conocer la velocidad de corte:

$$\text{Vel. de corte} = 1,321 \text{ rpm} \times 4.187 \text{ pies}$$

$$\text{Vel. de corte} = 5,531 \text{ ppm (pies por minuto)}$$

Para calcular las rpm ideales que son 2,150 se modifica la polea impulsora de la maquina cabeceadora:

$$\text{Polea Impulsora} = \frac{\text{rpm Sierra} \times \text{Polea Receptora}}{\text{rpm Motor}}$$

$$\text{Polea Impulsora} = \frac{2,150 \text{ rpm} \times 6''}{1,761 \text{ rpm}}$$

$$\text{Polea Impulsora} = 7 \text{ pulgadas}$$

Péndulo

Proceso similar al de la cabeceadora múltiple en la que se cortan varias cabezas y en el péndulo solo se corta una sola cabeza este se utiliza generalmente en la producción de madera de 12 pies en adelante mediante la cual se dimensiona la tabla a las longitudes que se requieran.

Cuadro 21. Características del péndulo

Características del Péndulo	
Diámetro de la sierra	14''
Numero de dientes	Profundidad de garganta 3/8'', ancho de diente 1/8'', paso de diente 3/4''
Motor	1,750 rpm



Figura 19. Péndulo

Cabe mencionar que el péndulo no tiene poleas ya que la sierra esta directa a flecha del motor.

Considerando que la velocidad periférica a la cual debería estar trabajando es de 9,000 pies/minuto:

$$N = \frac{9,000}{3.665} = 2,455 \text{ rpm}$$

Dado que el motor limita y define la velocidad a la que debe trabajar la sierra de disco y por lo mismo el diámetro del disco. Si la velocidad del motor es de 1750 revoluciones por minuto ¿Qué diámetro de sierra de disco se necesitaría usar para que funcione en forma óptima a estas revoluciones el péndulo?

$$N=1,750$$

$$\text{Velocidad periférica} = 9,000 \text{ pies/min}$$

$$\text{Circunferencia de la sierra circular} = ?$$

$$\text{Circunferencia} = \frac{9,000 \text{ pies/min}}{1,750 \text{ rpm}} = 5.14 \text{ pies}$$

$$\text{Por lo tanto el diámetro será igual } 5.14 \text{ pies} / 3.1416 = 1.63 \text{ pies}$$

$$1.63 \text{ pies} \times 12 = 19.6 \text{ pulgadas sien esta la medida requerida para la sierra circular}$$

Determinación de las utilidades de la empresa.

Costos fijos

La distribución de costos fijos se llevó a cabo de la siguiente manera (cuadro 22).

Cuadro 22. Distribución de costos fijos durante el mes de octubre

Concepto			Costo
Salario 13 personas (oficina, trabajadores, etc.)	\$15,000 semanales	4 semanas	\$60,000.00
Energía eléctrica aserradero	\$12,332 mensuales	1 mes	\$12,332.00
Energía eléctrica de estufa de secado	\$17,251 mensuales	1 mes	\$17,251.00
Consumo de combustible para maquinaria	40 Lts. diésel diario	13.72 Lts./18 días	\$9,878.40
Consumo de combustibles (camionetas)	50lts gasolina semanales	47 semanas	\$2,626.00
Mobiliario y equipo	\$3000 telefonía y papelería	1 mes	\$3,000.00
Afiliado de sierras	\$620 semanales	4 semanas	\$2,480.00
Seguros IMSS	\$3,675 mensuales	5 personas	\$3,675.00

El monto total de los costos fijos asciende a \$111,242.40 siendo el salario de trabajadores y oficinistas los que inciden más en el costo total.

Costos variables

La distribución de costos variables se llevó a cabo considerando materia prima, aserrío de la madera y salarios por estufado de la madera y fue de la siguiente manera:

Cuadro 23. Distribución de los costos variables durante el mes de octubre

Concepto			Costo total
Costo de madera de pino libre a bordo de aserradero	\$1,607 por m ³	212.281 m ³	\$ 341,135.24
Costo de madera de oyamel libre a bordo de aserradero	\$1,607 por m ³	382.255 m ³	\$614,284.34
Costo por asierre de madera de 10' en adelante	\$ 0.22 por pies tabla	11 3029 pt	\$ 24,866.37
Costeo de asierre de madera de 8 1/4'	\$0.24 por pies tabla	2,5678 pt	\$ 6,162.62
Salario por estufar madera	\$2,400 por estufada	3 estufadas	\$ 7,200.00

El gran total de costos variables fue la cantidad de \$993,648.57, como se aprecia en la tabla el total de los costos se centró en la materia prima con un total de \$ 955,419.58 con una compra de 594.536 m³.

Venta de madera

La venta de madera (cuadro 24) se contabilizó puesta en el aserradero, la cual comprende precios que van desde \$ 6.50 hasta \$16.00.00 por pie tabla la distribución de ventas es la siguiente:

Cuadro 24. Distribución de productos para la venta de madera aserrada

Productos	Precio por pt	Pt	Precio total
Venta de madera de pino 2da y mejor estufada 3/4" X 8 1/4'	\$15.00 pt	8,722	\$ 130,824.38
Venta de madera de pino 2da y mejor estufada 3/4" X 10'	\$ 16 pt	4,572	\$ 73,153.33
Venta de madera de pino tercera 3/4" X 8 1/4'	\$ 10 pt	16,061	\$ 160,606.88
Venta de madera de pino tercera 3/4" X 10'	\$ 10 pt	12,449	\$ 124,487.50
Venta de madera de oyamel 3/4" X 8 1/4', 10', 14', 16', 20', 24'	\$ 8.70 pt	16,916	\$ 147,169.34
Venta de madera de oyamel 2" X 8 1/4', 10', 14', 16', 20', 24'	\$ 9.5 pt	17,861	\$ 169,676.33
Venta de viga de madera de oyamel	\$ 10 pt	61,231	\$ 612,314.38
Venta de polín	\$ 6.5 pt	895	\$ 5,819.23

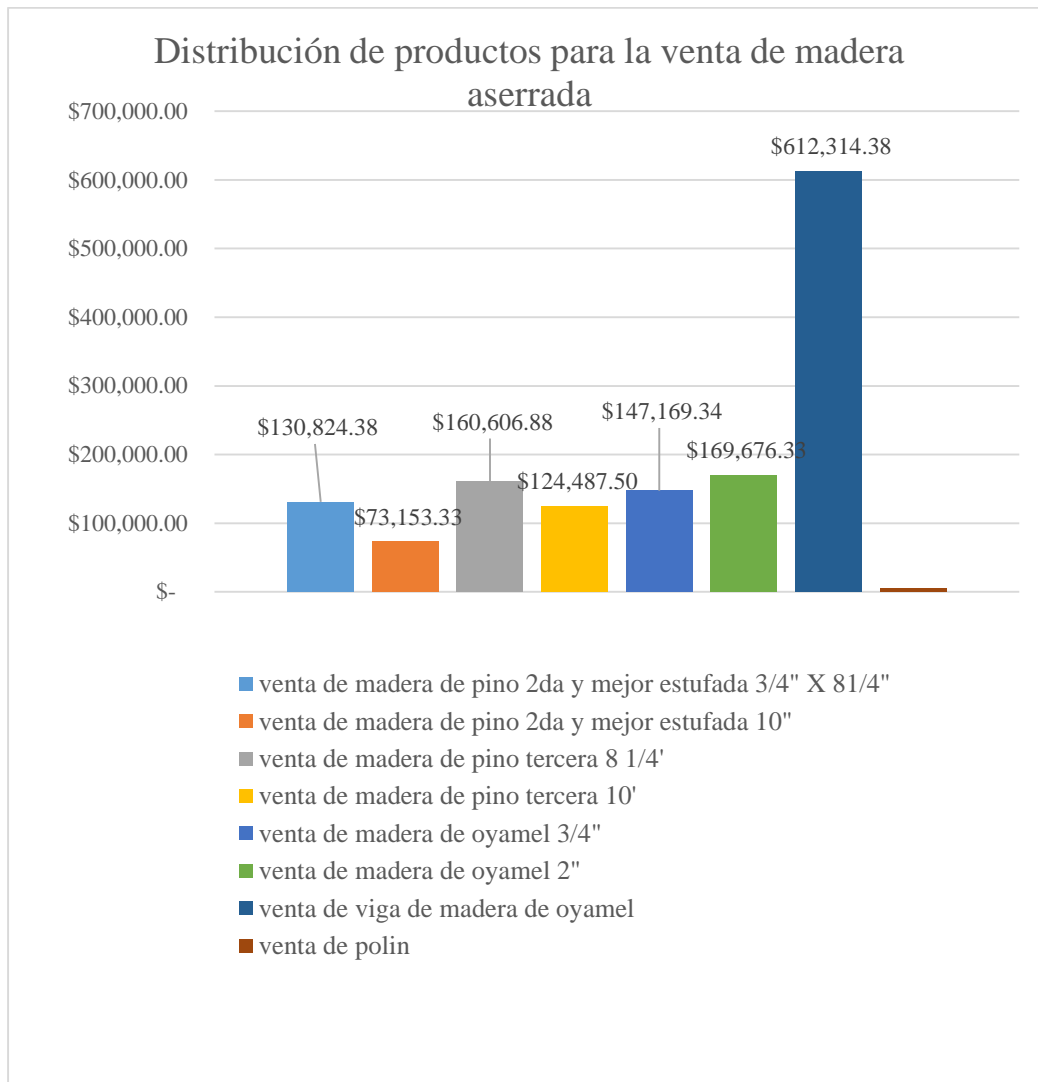


Figura 20. Distribución de productos para la venta de madera aserrada

El total de la producción total tanto de madera de pino como de oyamel asciende a 138,707 pie/tabla obteniendo un total de ventas de \$ 1, 424,051.35.

La utilidad es el resultado de las ventas totales menos el costo de ventas, se obtiene antes de rebajar todos los otros gastos del periodo.

$$Utilidad = \text{ventas totales} - \text{costos totales}$$

$$Utilidad = \$ 1, 424,051.35 - \$ 1, 104,890.97$$

$$Utilidad = \$ 319,160.39$$

Obteniendo una ganancia por pie/tabla general de \$2.30

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La recepción de madera que ingresa al patio de almacenamiento cumple con las condiciones que exige la empresa procesando solamente de primera calidad y con un diámetro mínimo de 20 cm, respecto a la medición de las trozas a una diferencia de 0.172 decímetros cúbicos entre la remisión y la medición en el momento de recepción de la madera.
- La diferencia promedio que hay es de 0.172 metros cúbicos la cual se consideró que no es de gran relevancia ya que está dentro de los estándares permitidos.
- Las principales medidas de la madera en rollo que procesan son de 8 ¼' y 10' para la madera de pino y para la madera de oyamel 8 ¼', 10', 14', 16', 20' y 24', ya que son medidas utilizadas por la demanda del mercado.
- El coeficiente de aserrío obtenido a partir de vigas de madera de oyamel fue de 76.89% m³ y que en comparación con otros coeficientes de aserrío que en su mayoría son de madera aserrada de ¾" son de un 45-50% hay una diferencia del 25-30% ya que el desperdicio y el refuerzo son menores por la producción de viga.
- Durante el presente estudio se determinó que del total de la madera aserrada se centró principalmente en la madera de oyamel que de 382.255 m³ obteniendo así 96,008 pie/tabla y en menor proporción para la madera de pino que de 212.281m³ y fueron obtenidos 42,698 pie/tabla obteniendo así una producción mensual de 138,707 pie/tabla.
- El corte tiene una variación de 6-7mm lo cual representa que la sierra (produce movimientos culebrea) esto es posible porque la sierra es de mala calidad, el afilado y el tensionado no es el correcto o el carro puede tener juego en las ruedas y problemas con la medida por el sistema de catarina-cadena.
- Cabe destacar que cuando el grosor es mayor de 25.4 mm una pérdida de materia prima y por lo tanto también monetaria, hay un 80% de tablas que están por encima de la medida ideal representando una pérdida del 10% que representan 2.59 mm por pie/tabla cabe señalar que este estudio fue realizado durante la producción de madera de pino ya que es cuando se produce mayor cantidad de tabla de ¾".

- Para el análisis de costos no se contemplaron algunos ya que no se tuvo acceso a información en cuestión de los impuestos generados y otros insumos que no contemplaban en la empresa.
- Los resultados del proceso de aserrío muestran utilidades por \$319,160 representadas por los productos primarios como lo es la viga, madera de $\frac{3}{4}$ ", $1\frac{1}{2}$ ", 2" y polín. Por otro lado estas utilidades es posible incrementarlas por la variación detectada que representa \$28,491.25 lo cual puede aumentar hasta \$347,651.64 en el mes que se realizó el estudio.

Recomendaciones

- Es necesario establecer formatos para el control de recepción y llevar a cabo una clasificación de madera en rollo que ingresa al patio de almacenamiento.
- Llevar un control constante de la madera que ingresa al aserradero.
- Realizar el descortezado de la madera en rollo siempre y cuando se pueda dar uso al material que salga descortezado, ya que de esta manera la vida del filo de la sierra aumenta considerablemente y por consecuencia disminuirá la variación del corte de la madera, también es recomendable cambiar la calidad de la sierra cinta y adquirir un equipo de afilado ya que también influyen en la variación del corte de la sierra.
- Realizar por lo menos dos veces al año un estudio acerca de la variación para diagnosticar si esta permanece en la medida ideal o si es necesario realizar un mantenimiento a los diferentes factores que llevan a que esta surja.
- Cambiar la polea impulsora de la torre de $9\frac{1}{2}$ " a 11" para alcanzar la velocidad ideal que es de 8,000 rpm.
- Cambiar la polea impulsora de la desorilladora de $6\frac{1}{2}$ " a 11" para alcanzar unas rpm de 2,500.
- Para el péndulo es recomendable cambiar una sierra circular de 20" de diámetro ya que es la medida comercial más próxima a la medida requerida que fue de 19.6", esta sierra requiere obtendría una velocidad de corte de 9,163 pies por minuto por lo que no rebasaría significativamente la velocidad establecida como mete que es de 9,000 pies periféricos por minuto.

- Cambiar la polea impulsora de la cabeceadora por una de 7" para alcanzar unas revoluciones por minuto de 2,150.
- Para el incremento de utilidades es recomendable buscar nuevos nichos de mercado en los que se comercialice madera de espesores mayores espesores a $\frac{3}{4}$ ", por ejemplo, la viga de pino ya que le desperdició es menor con respecto a la madera de $\frac{3}{4}$ " y la producción de madera, el rendimiento y las utilidades serían mayores.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz, R. (2006). El emprendedor de éxito. México D.F., México: Mc Graw Hill.
Recuperado el noviembre de 2014
- Anguiano, O. M. (2012). Proyecto de modernización del aserradero de la Comunidad Indígena de San Juan Nuevo Parangaricutiro, Michoacán. Morelia, Michoacan.
- Bertrand, L., & Prabhakar, M. (2005). Control de calidad. Teoría y aplicaciones. Madrid: Días de Santos.
- Bethel, B. N. (1975). La industria maderera. Mexico: Limusa.
- Brown, T. (1986). Lumber size control. Oregon : College of forestry.
- Calderon, R., & Sosa, H. M. (2014). Curso de aserraderos. Morelia, Mich.
- Cámara Nacional de la Industria Forestal, C. (1987-1994). México.
- Cámara Nacional de la Industria y Desarrollo Silvícola, C. (1980-1988). México.
- Castro, F. J. (22 de Octubre de 2013). Determinación del coeficiente de aserrió. Morelia, Michoacán, México.
- Ceja, R. L. (1996). principios generales para la determinacion de coeficiente de aserrio. morelia, michoacan.
- CONAFOR. (2010). Manual para el investigador de precios.
- CONAFOR, C. (2012). Logros y perspectivas del desarrollo forestal en México 2007-2012. Zapopan, Jalisco, México.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, R. A. (2010). Manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales. México, Distrito Federal, México.
- Denig, J. (2004). Control de calidad en aserraderos de pino del sur. North Carolina: Cooperative Extension Service.
- 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>
- FAO, O. d. (1982). Aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo.
- Flores Vasquez, R., Serrano Gálvez, E., Palacio Muñoz, V., & Chapela, G. (2007). Análisis de la industria de la madera aserrada en México. *Madera y Bosques*.
- Forestal, C. N. (1991). *Memoria Economica 1990-1991*. México.
- ITAM, C. d. (2010). *El sector forestal en México*. México, D.F.
- Juarez, P. (1987). mejoramiento del rendimiento en aserraderos de mediana capacidad en base a un proceso tipo en H. del Parral, Chihuahua. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo (tesis).
- MINISTERIO DE GANADERIA, A. Y. (1996). Uruguay-Alternativas para la Transformación Industrial del Recurso Forestal (Vol. <https://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea19s/begin.htm#Contents>). (S. G. AMERICANOS, Ed.) Washington, D.C.
- Moya, C. E. (2007). Determinacion del coeficiente de aserrío de 4 aserraderos en el Estado de Oaxaca. Morelia, Michoacán, México.
- Quirós, R. O. (2005). Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales.
- Retolaza, J. L., Ruiz, M., & Araujo, A. (2007). Factores estratégicos de éxito de las empresas de inserción. CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 2007 (59), 61-89.
- Rodriguez, C. (1978). Coeficientes de refuerzo y aserrío en la practica mexicana de produccion de madera aserrada de pino (Vol. 17). México y sus Bosques.
- Rogelio Flores-Velázquez, E. S.-G.-M. (2007). Análisis de la industria de la madera aserrada en mexico. *Madera y Bosques*, 48.
- SECOFI, D. (1988). Norma Oficial Mexicana. NOM-C-359-1988. MEXICO.

- SEMARNAP, S. d. (1998-2000). Anuario estadístico de la producción. Dirección General Forestal, México.
- SEMARNAT, S. d. (2001-2005). Anuario estadístico de la producción forestal. México.
- SFF, S. F. (1978). Disposiciones sobre coeficientes de aserrío y usos de refuerzo. (D. G. Forestal, Ed.) (2/78), 3p.
- Sosa, H. M. (1990). Descripción de métodos de control total de calidad para incrementar el beneficio en el aserradero. Morelia.
- Sosa, H. M., & Calderón, R. (2014). Apuntes diplomado de Aserraderos.
- Sostenible, C. C., R. A., & R. M. (2010). Manual de Buenas Prácticas en Aserraderos de Comunidades Forestales. México, D.F.
- Zavala, D. Z. (1996). Coeficientes de aprovechamiento de trocería de pino en aserraderos de banda. *Revista Ciencia Forestal en México* Vol. 21. Num. 79. Enero-Junio, 16.
- Zavala, D., & Raúl, H. (2000). Análisis del rendimiento y utilidad del proceso de aserrío de trocería de pino (Vol. 6). (M. y. bosques, Ed.) México: Instituto de ecología A.C.
- Zavala, Z. D. (1987). Análisis del coeficiente de aprovechamiento en dos aserraderos del Estado de Tlaxcala. Reunión de Investigación Forestal y Agropecuaria de Tlaxcala CIFAP-TLAX.
- Zavala, Z. D. (1994). Control de calidad en la industria del aserrío y su repercusión económica (Vol. Boletín Técnico No°115). México: INIFAP.
- Zavala, Z. R. (1981). Diagnóstico de la industria del aserrío del Estado de Durango (Vol. Bol. Tec. 87°). INIF.

ANEXOS

Anexo 1. Instructivo de llenado del documento de remisión y reembarque forestal

INSTRUCTIVO DE LLENADO - DOCUMENTO ÚNICO DE REMISIÓN Y REEMBARQUE FORESTAL PARA ACREDITAR LA LEGAL PROCEDENCIA DE MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS FORESTALES DURANTE SU TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

<p>1) Folio progresivo NF - Copiar el número de folio progresivo de materia prima.</p> <p>2) Folio de destino NF - Se anota la señal de remisión forestal o reembarque forestal.</p> <p>3) Folio autorizador NF - Se anota el número de folio progresivo autorizado y válido.</p>	
<p>DATOS NUMÉRICOS DEL ÚNICO</p> <p>4) Nombre - Anotar nombre completo de la entidad proveedora (empresa o centro de almacenamiento y/o transformación) de donde procede la materia prima forestal, producto o subproducto.</p> <p>5) Dirección - Anotar el domicilio del lugar del almacenamiento.</p> <p>6) CURP - Anotar la Clave Única del Registro de Población de la entidad del proveedor (empresa o centro de almacenamiento y/o transformación).</p> <p>7) Registro SIEM - Anotar el número de registro en el SIEM, en su caso.</p> <p>8) Fecha de expedición - En este cuadro se anota con número, día, mes y año, la fecha en que se inicia la vigencia del documento.</p> <p>9) Número de validación de este documento - Anotar el número de autorización que se autorizaron y validaron los documentos que se emiten.</p> <p>10) Fecha - Anotar la fecha, día, mes, hora y año, en que se obtiene el cual se autorizaron y validaron los documentos.</p> <p>11) Cantidad que se autoriza - Anotar la cantidad que se autoriza que se emite en el caso de autorización y validación.</p> <p>12) Folios autorizados - Anotar el número de folios que se autorizaron y validaron.</p> <p>13) Folios autorizados - Anotar el número de folios que se autorizaron y validaron.</p> <p>14) Cantidad de materia - Anotar la cantidad de materia que se autoriza en el volumen o peso de la materia prima que se autoriza en el caso de autorización y/o transformación (kilogramos, toneladas, etc.).</p> <p>15) Fecha de vencimiento de autorización de documentos - Anotar el día, mes y año de vencimiento de dicho folio en el caso de validación de documentos.</p> <p>16) Fecha de autorización - En este recuadro se anota el día, mes y año en que se autoriza la fecha de vencimiento del documento que se basa en el tiempo estimado de vida.</p>	
<p>INFORMACIÓN DEL REMITENTE</p> <p>17) Entidad de la que se origina la materia prima, producto o subproducto forestal - Anotar el paraje y municipalidad de donde se encuentra el predio, así como el municipio en el que se encuentra.</p> <p>18) R.F.N. - Anotar la clave de inscripción del Registro Forestal Nacional otorgada al titular del almacenamiento o centro de almacenamiento y/o transformación, en su caso, indicar que se encuentra en trámite.</p> <p>19) Municipio - Anotar el nombre completo del municipio en que se ubica el predio bajo aprovechamiento o centro de almacenamiento y/o transformación.</p> <p>20) Entidad - Anotar el nombre completo de la entidad en que se ubica el predio bajo aprovechamiento o centro de almacenamiento y/o transformación.</p> <p>21) Tipo de explotación - Anotar el tipo de explotación que autoriza en la conservación, manejo, no maderable, plantaciones forestales comerciales, explotación de biomasa maderable.</p> <p>22) No - Anotar el número de folios en que se autoriza la autorización o constancia.</p> <p>23) Fecha - Anotar la fecha (año, mes, día) de la expedición de cada uno de los folios que se autoriza la autorización o constancia.</p> <p>24) Vigencia - Anotar la fecha (año, mes, día) de la expedición de los documentos de la autorización o constancia.</p> <p>25) Vigencia de autorización - Anotar el número de autorización en el programa de manejo, el volumen autorizado para la anualidad que se está ejerciendo.</p> <p>26) Acreditación - Indicar si el caso de que sea una acreditación en materia de explotación, la cantidad que se está explotando.</p> <p>27) Acreditación - Indicar si el caso de que sea una acreditación en materia de explotación, la cantidad que se está explotando.</p> <p>28) Género y producto - Anotar el género, familia y/o grupo de especies correspondientes a la materia prima, producto o subproducto a autorizar en el programa de explotación. Ejemplo género y familia: <i>Rhus</i>, <i>Alnus</i>, <i>Lupinus</i>, etc. Género: <i>Prosopis</i>, <i>Bursera</i>, entre otros. Ejemplo familia de especies: <i>Prosopis</i>, <i>Dalman</i>, <i>Alnus</i>, <i>Conocarpus</i>, <i>Echino</i>, <i>Hesperis</i>.</p>	
<p>INFORMACIÓN DEL DESTINATARIO</p> <p>29) Nombre - Anotar el nombre completo del destinatario que recibe la materia prima, producto o subproducto.</p> <p>30) CURP - Anotar la Clave Única del Registro de Población del destinatario.</p> <p>31) Centro de destino - En su caso, anotar el código de identificación geográfica de la entidad que se le autoriza el funcionamiento de centro de almacenamiento y/o transformación o para la explotación de la explotación forestal.</p> <p>32) R.F.N. - En su caso, anotar la clave de inscripción del Registro Forestal Nacional otorgada al titular del centro de almacenamiento y/o transformación, en su caso, indicar que se encuentra en trámite.</p> <p>33) Dirección del destino - Se deberá anotar si la especie, la familia de las materias primas, productos o subproductos transportados.</p> <p>34) Población - Anotar el nombre completo de la población en que se ubica el destinatario.</p> <p>35) Municipio - Anotar el nombre completo del municipio en que se ubica el destinatario.</p> <p>36) Entidad - Anotar el nombre completo de la entidad en que se ubica el destino.</p> <p>37) Dirección - Anotar el nombre completo de la dirección, del estado, del destino (código del centro de almacenamiento y/o transformación).</p>	

Anexo 2. Continuación de llenado del documento de remisión y reembarque forestal

CONTINUACIÓN DEL INSTRUCTIVO DE LLENADO

INFORMACIÓN SOBRE LA MATERIA PRIMA, PRODUCTO O SUBPRODUCTO FORESTAL QUE AMPARA ESTE DOCUMENTO

(38) Número y/o cantidad - Indicar el número de piezas acreditadas con el documento.

(39) Descripción - Señalar qué tipo de materia prima, producto o subproducto se acredita con el documento, su apariencia física y, en su caso, sus dimensiones. Ejemplo, troncos de 3.5 metros de largo, madera aserrada con los moldes: tablas de 3 metros (m) X 30 centímetros (cm) X 2.5 centímetros (cm).

(40) Volumen y/o peso amparado - Anotar el número total de la materia prima, producto o subproducto acreditada con el documento emitido.

(41) Unidad de medida - Anotar la unidad de medida que se identifique con el volumen o peso de la materia prima, producto o subproducto acreditado.

(42) Cantidad que ampara este documento con letra - Anotar con letra el número total de la materia prima que ampara este documento.

INFORMACIÓN SOBRE SALDOS

(43) Saldo disponible según documento anterior - Anotar la cantidad autorizada y validez pendiente de transportarse según la remisión anterior. Ejemplo, si se han autorizado y validado 100 metros cúbicos, pero solo se han transportado 20 metros cúbicos, se anotará 80.

(44) Cantidad que ampara este documento - Anotar el número total de la materia prima que ampara este documento (la misma que la del recuento (40)).

(45) Saldo que pasa al siguiente documento - Anotar la cantidad autorizada y validez que reste por transportar, después de reducir el volumen o peso que ampara el documento. Ejemplo, si el saldo del documento anterior es 80 metros cúbicos, y en el presente ampara el transporte de 20 metros cúbicos, el saldo pendiente y que pasa al siguiente documento será 60.

INFORMACIÓN SOBRE EL VEHÍCULO EMPLEADO

(46) Medio de transporte - Anotar el tipo de transporte. Ejemplo, camión, camióneta, plataforma o vagón de ferrocarril, barcaza, etc.

(47) Propietario - Anotar el nombre del propietario del medio de transporte.

(48) Marca - Anotar la marca del vehículo. Ejemplo, Ford, Chevrolet, Dodge, Faisán, etc.

(49) Tipo - Anotar el tipo de vehículo. Ejemplo, tractocamión con remolque, camión tractor, camión rabón, camioneta de repisas, etc.

(50) Modelo - Anotar el año de fabricación del vehículo. Ejemplo, 1976, 1985, 1994, etc.

(51) Capacidad - Anotar la capacidad total del vehículo. Ejemplo, 25 toneladas, 3 toneladas, 18 metros cúbicos, etc.

(52) Placas o matrícula - Anotar las placas o matrícula del vehículo que transporta la materia prima. Ejemplo, KG2456, FL0399, LYU1755, etc.

FIRMAS

(53) Nombre y firma del conductor - Anotar el nombre del conductor del vehículo que transporta la materia prima, producto o subproducto acreditado y señalar que firme el documento de forma autógrafa.

(54) Nombre y firma de quien recibe - Anotar el nombre de la persona titular del aprovechamiento o centro de almacenamiento y transformación de la materia prima forestal, producto o subproducto. En el caso de personas físicas, o ranchos agrarios, o nombre del representante legal o de la autoridad en finqueros, y señalar que cualquier que sea el caso, tiene el documento de forma autógrafa.

(55) Código de identificación de quien recibe - Anotar el código que la Secretaría asignó cuando por ejemplo:

- a. Otorgó la autorización del aprovechamiento de recursos forestales maderables.
- b. Otorgó la autorización o constancia de recepción de no maderables.
- c. Otorgó la autorización o constancia de registro de la plantación forestal comercial.
- d. Otorgó la autorización o aviso de funcionamiento de centro almacenamiento y transformación de materias primas forestales o en su caso, constancia de inscripción en el RFN.

(56) Nombre, firma de quien recibe y sello en su caso, fecha y hora de recepción - Espacio para que el destinatario anote su nombre, firma y sello en su caso, y anote la fecha y hora al momento de recibir la materia prima, producto forestal o subproducto (tanto en el original como en las copias).

(57) Observaciones - Indicar, si la hubiera, alguna observación sobre el llenado del documento. Utilizar este espacio cuando se trate de mercancía, en caso de descomposición del vehículo en áreas de cancelación indicando los motivos. Así como, en su caso, la equivalencia del producto transformado transportado p.e. cantidad de madera en m³ por toneladas de carbon, número de hojas por kilogramo, etc.

(58) Fecha de expedición con letra - Se anotará el día, mes y año así como la hora en que inicia la vigencia del documento (con letra).

(59) Fecha de vencimiento con letra - En este recuadro se anotará el día, mes y año, así como la hora del vencimiento del documento que se basa en el tiempo estimado de viaje (con letra).

Anexo 3. Distribución de productos para el coeficiente de aserrío

NO. DE PRODUCTO	PRODUCTO	PIEZAS	M ³	PORCENTAJE
P1	5"X8"X16'	121	18.161	55.42%
P2	8"X8"X16'	10	2.366	7.22%
P3	3 1/2" X8"x16'	17	1.788	5.46%
P4	2"X12"X16'	3	0.268	0.82%
P5	2"X10"X16'	9	0.675	2.06%
P6	2"X8"X16'	26	1.595	4.87%
P7	2"X6"X16'	24	1.132	3.45%
P8	2"X12"X16'	3	0.103	0.31%
P9	3/4"X6"X16'	69	1.452	4.43%
P10	3/4"X4"X16'	76	1.166	3.56%
P11	3/4"X8"X14'	1	0.183	0.56%
P12	3/4"X6"X14'	20	0.353	1.08%
P13	3/4"X4"X14'	18	0.231	0.71%
P14	3/4"X8"X10'	7	0.115	0.35%
P15	3/4"X6"X10'	14	0.177	0.54%
P16	3/4"X4"X10'	30	0.277	0.85%
P17	3/4"X12"X8 1/4'	7	0.139	0.42%
P18	3/4"X10"X8 1/4'	7	0.116	0.35%
P19	3/4"X8"X8 1/4'	77	1.045	3.19%
P20	3/4"X6"X8 1/4'	24	0.250	0.76%
P21	3/4"X4"X8 1/4'	47	0.357	1.09%
P22	3/4"X6"X7'	3	0.027	0.08%
P23	3/4"X4"X7'	15	0.097	0.29%
P24	3/4"X4"X6'	2	0.011	0.03%
P25	1"X1"X4'	900	0.686	2.09%
		TOTAL M ³	32.771	100.00%

Anexo 4. Registro de madera en rollo que ingreso al aserradero durante el mes de Octubre

	Volumen de madera en rollo			
SEMANA	Día	Oyamel	Pino	Total m ³ por día
SEMANA 1	06/10/2014	40.770	0.000	40.770
	07/10/2014	39.572	0.000	39.572
	08/10/2014	33.739	0.000	33.739
	09/10/2014	13.560	30.533	44.092
SEMANA 2	15/10/2014	20.708	10.518	31.226
	16/10/2014	0.000	39.956	39.956
	17/10/2014	24.395	23.880	48.275
	18/10/2014	12.969	0.000	12.969
SEMANA 3	20/10/2014	10.136	27.390	37.526
	21/10/2014	0.000	43.892	43.892
	22/10/2014	28.616	8.571	37.187
	23/10/2014	14.613	0.000	14.613
	24/10/2014	40.984	0.000	40.984
	25/10/2014	8.387	0.000	8.387
SEMANA 4	29/10/2014	19.623	14.626	34.249
	30/10/2014	44.406	0.000	44.406
	31/10/2014	29.778	0.000	29.778
	01/11/2014	0.000	12.916	12.916
	Total M ³ :	382.255	212.281	594.536