



Diseño de una Máquina para Cepillar y Machihembrar Madera

Tyrone Pazmiño F.⁽¹⁾ Manuel Helguero G.⁽²⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral.⁽¹⁾⁽²⁾

⁽¹⁾Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, tcrpazmi@espol.edu.ec.

⁽²⁾Ing. Mecánico, Profesor FIMCP-ESPOL, mhelguero@rack-plus.com.
Guayaquil – Ecuador.⁽¹⁾⁽²⁾

Resumen

La madera es un recurso natural que ha sido empleado por el hombre desde los primeros tiempos. En mi país, la madera, por sus propiedades características, es un material empleado con fines muy diversos como la construcción de edificios, fabricación de muebles, objetos artesanos, madera para pisos, recubrimiento de techos, paredes y un sin número de cosas más. Estos productos requieren buena calidad y bajo costo. Por tal motivo, en el presente tema de tesis se planteó el diseño de una máquina cepilladora-machihembradora con alimentación semi-automática, por lo que ésta máquina no existe dentro de la producción nacional y provienen de países en donde hay mayores vías de desarrollo industrial, en otras palabras, son máquinas importadas, con la que se puede transformar una sola tabla, en tablas pulidas y precisas con varias molduras, cuyo fin, es un ahorro de material, de mano de obra y espacio por su configuración. En el diseño de ésta máquina se plantearon múltiples alternativas obteniéndose resultados excelentes, todo con el fin de tener una máquina económica, versátil, sencilla y de fácil mantenimiento sin descuidar la seguridad de la misma; con esto se satisface la demanda del usuario y contribuye así de esta manera, al desarrollo industrial del país.

Palabras Claves: *Diseño, Máquina, Cepillar, Machihembrar, Madera.*

Abstract

Wood is a natural resource that has been used by man since early times. In my country, the wood, for its characteristic properties is a material used in many purposes such as constructing buildings, furniture, craft items, wood flooring, coating roof, walls, and a number of things. These products require high quality and low cost. Therefore, in this thesis topic was the design of a machine planer rabbit-powered semi-automatic, so this machine does not exist in domestic production and come from countries where there are additional avenues for industrial development. In other words, they are imported machines, which can transform a single table, in tables with several polished and precise moldings, whose purpose is to save material, labor and space configuration. The design of this machine were multiple alternatives obtained excellent results, particularly to have an economic machine, versatile, simple and easy to maintain without neglecting the safety of it, this will satisfy the user demand and thus contributes in this way, the industrial development of the country.

1. Introducción

Este proyecto tiene por objetivo el diseño adaptativo de una máquina para cepillar y machihembrar madera, enfocando la mejor alternativa en cuanto a economía, ergonomía, tecnología y seguridad se refieren.

Para el dimensionamiento de esta máquina se diseñará, elegirá, o ambos, componentes mecánicos y se armará para que cumplan con la función que se pretende. Desde luego, los elementos de la maquinaria deben ser compatibles, tienen que ajustarse entre sí en forma adecuada y funcionar con seguridad y eficiencia.

Según el diseño, se establecerán criterios que servirán de gran utilidad como guía para el proceso de toma de decisiones con el fin de hacerlo óptimo, todo con la ayuda de personas con experiencia en el ámbito del diseño y manuales que tratan con profundidad el tema.

Esta máquina será de gran utilidad para los profesionales de trabajo en madera, ya que por medio de ella se puede lograr en poco tiempo, y con precisión un cepillado y machihembrado en las tablas, con mayor eficiencia, economía y productividad en las industrias que se dedican a la construcción y acabado decorativo de cualquier tipo con la madera, por lo que se ahorrará mucho espacio en el taller.

1. Análisis del mercado

1.1 Flujo de transformación industrial de la madera

La materia prima la dan los árboles nativos y plantados, luego la transformación primaria, se ejerce con los aserrados; pasa posteriormente a la transformación secundaria, en donde, se prepara la madera y terminando en la transformación final, en donde están las puertas, ventanas, pisos, etc.

Tabla 1. Dimensiones de trozas usadas en el mercado ecuatoriano

DESTINO	LARGO (cm)	DIÁMETRO (cm)	ESPECIES MAS USADAS
Para aglomerados	120 - 250	12 - 25	Pino, eucalipto
Para chapas	240 - 260	30 - 80	Sande, copal, Laurel,

Para aserrados	220 - 400	20 - 120	maderas finas eucalipto.
----------------	-----------	----------	--------------------------

PRODUCTO	Mercado		
	Largo	Ancho	Espesor
Tablones/Piezas	220-400	20-30	4-5
Tablas	220-400	20-30	2-2.5
Cuartones	240-400	15-25	3-15
Duelas	220-400	5-13	1.5-2
Doble Piezas	220-400	20-30	8-10
Vigas	>240	10-18	9-15
Pilares columnas	250-300	20-22	7-8

Tabla 2. Dimensiones de las maderas aserradas más utilizadas en el mercado (cm)

1.2 Tipos de trabajos realizados por el machihembrador

Los trabajos que se pueden elaborar en los bordes de la tabla son muy variados, ya que depende únicamente del tipo de disco de fresar empleado. En la figura 1.1, se muestran algunos ejemplos, a partir de las cuales existen numerosas aplicaciones.

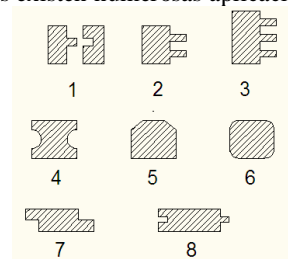


Figura 1.1 Tipos de Machihembrado

1.3 Reconocimiento de una necesidad

La transformación que sigue el producto a ser obtenido partiendo desde la materia prima es el siguiente:

Una vez realizado la tala del árbol, el motosierrista lo divide en trozas de dimensiones específicas, las mismas que se introducen es un aserradero con el fin de transformarlas en tablones, tablas o vigas de cierta dimensión para posteriormente almacenarlas y secarlas adecuadamente.

Solo entonces se emplea la cepilladora, que realiza uno de los trabajos más comunes en un taller, con el fin de alisar las superficies de las tablas y así obtener el ángulo y espesor requerido de manera precisa y rápida.



Finalmente va hacia el machihembrador para producir cualquier tipo de ranura en los bordes rectos y además para fresar contornos de diversas formas.

Considerando que sólo alrededor del 10% de las industrias de madera tienen una máquina para cepillar y machihembrar madera por separado, el resto, por otra parte, el 90% utiliza el método de cepillo tradicional para el cepillado y la madera y escoplo para el machihembrado.

1.4 Diseño de la máquina como respuesta a las necesidades

Esta máquina no existe de producción nacional, proviene de países con mayor desarrollo industrial, es decir, son máquinas importadas, por lo que se hace imposible, en algunos casos por los altos niveles de aranceles; siendo así, se ha comprobado que su accesibilidad está dada no por la necesidad de los talleres sino por la capacidad económica de los usuarios.

Este análisis sumado a los resultados obtenidos en el diseño de máquinas similares, me impulsó a diseñar este tipo de maquinaria bajo condiciones como son: aprovechamiento de la tecnología local, obtener una máquina con un nivel de calidad alto a un costo de fabricación que le ponga al alcance de los talleres pequeños y medianos. Las exigencias tecnológicas actuales, piden una óptima investigación acorde con el adelanto de la industria, razón por la cual, el diseño de ésta máquina tiene por objeto incentivar y observar de manera práctica todos los fenómenos que se desarrollan durante el proceso de estudio, diseño, cálculo, selección y montaje.

2. Especificaciones del diseño

2.1 Objetivo general

Realizar el diseño de una máquina para cepillar y machihembrar madera, que tenga la mayor versatilidad posible, siendo seguro, eficiente y práctico, de manera que la máquina resultante se comporte o lleve a cabo sin falla su función pretendida.

2.2 Especificaciones y requerimientos

La máquina debe estar protegida contra condiciones ambientales y ser capaz de operar en cualquier región del Ecuador a temperaturas que oscilan entre 0–50 °C, resistente también a la

humedad, a las salpicaduras de aceite y polvo.

El elemento motriz debe ser motor asincrónico trifásico.

Se desea que las dimensiones sean reducidas. La máquina debe instalarse en una superficie de 600 x 1000 mm, con una altura máxima de hasta 1000 mm.

Su diseño debe ser de construcción robusta, de poco ruido y escasa vibración, de fácil mantenimiento y operación.

Esta máquina funcionaría 8 horas al día, 5 días a la semana y que su diseño sea el adecuado para un número alto de arranques por día, en este caso de 4 arranques.

Posibilidad de utilizar distintas medidas de tablones, con un máximo de 300 mm de ancho.

Que el costo de ésta máquina sea bajo, en otras palabras, que no sea superior a \$6.000.

La velocidad de avance de la madera es fija.

La cantidad a producir debe ser mayor a 200 tablas/h, siendo 2.5 m de largo de madera.

Se desea una eficiencia mecánica mayor que 80%.

Que su aspecto resulte atractivo y adecuado para su aplicación con una excelente ergonomía.

3. Diseño de forma

3.1 Análisis de las funciones de la máquina

El cepillado de la madera se realiza con el fin de conseguir dimensiones requeridas con un alisado perfecto de las caras mediante la eliminación de virutas. Para este fin, las máquinas van equipadas con cabezas cortadas, en las cuales van montadas generalmente tres o cuatro cuchillos.

El machihembrado está destinado a procesar dos orillas de la madera (ranuras). Este mecanismo utiliza dos ejes paralelos con sus respectivos discos, los mismos que son fácilmente intercambiables ampliando grandemente su versatilidad y uso.

3.1.1 Cepillado

3.1.1.1 Proceso con un eje cepillador

En este sistema se tiene como ventaja que necesita de un solo motor, haciéndolo menos costoso; hace que al cambiar las cuchillas sea de forma fácil y rápida y que la regulación del espesor cepillado sea sencilla.

La desventaja es que cepilla de un solo lado.

3.1.1.2 Proceso con dos ejes cepilladores



En este proceso se tiene como ventaja que realiza el cepillado en las dos caras simultáneamente, existiendo paralelismo entre sus superficies, ahorrando tiempo de trabajo.

Como desventaja se tiene la instalación de los dos ejes, necesitando así dos motores, con esto, existe mayor consumo de energía y se dificulta el cambio de cuchillas.

3.1.1.3 Selección de la alternativa de cepillado

Partiendo de que la máquina va a trabajar con madera y ésta debe estar a un sólo ancho y espesor, se selecciona la alternativa de un sólo eje para cepillar

3.1.2 Sistema de la mesa

3.1.2.1 Mecanismo de husillo roscado con tuerca

En este sistema la ventaja es que es económico, sencillo, silencioso y ocupa menos espacio; también, es de fácil mantenimiento, de fácil operación y de gran exactitud de avance.

La única desventaja es que es de operación manual

3.1.2.2 Mecanismo de engranajes de tornillo sinfín

En este mecanismo, la ventaja es que es silencioso, sencillo, de fácil mantenimiento y operación y de gran exactitud de avance.

La desventaja es que es de operación manual, ocupa mayor espacio de instalación y su sistema es costoso

3.1.2.3 Selección de la alternativa

Se selecciona el sistema mecánico con husillo roscado que es una alternativa que cumple con los requerimientos planteados en lo técnico y económico

3.1.3 Sistema de alimentación

3.1.3.1 Velocidad de los rodillos de avance

La velocidad de los rodillos de avance es de aproximadamente 60 revoluciones por minuto.

3.1.3.2 Forma de los rodillos de avance.

Se diseñará al rodillo de avance recubierto de caucho duro, en donde, el agarre por rozamiento no daña la superficie a pulir, no varía el rango de profundidad de corte y menos costoso el recubrimiento de caucho, que el fresado de los dientes y el acero es de diámetro menor, dando un menor peso total de la máquina.

3.1.3.3 Sistema de transmisión de movimiento

El sistema de transmisión de movimiento a los rodillos de alimentación que se pueden utilizar y son: engranajes, bandas y cadenas. Hay que considerar los parámetros de funcionamiento del sistema de alimentación: la transmisión por engranes no es utilizada debido a la gran distancia que existe entre centros, la opción más adecuada es la de bandas y cadenas, ya que tienen una función importante en la absorción de cargas de impacto y en el amortiguamiento y aislamiento de los efectos de las vibraciones, lo que es una ventaja importante respecto a la vida de la máquina.

3.1.4 Mecanismo de Machihembrado

Se realizó un análisis con el objetivo de utilizar un sólo motor en éste mecanismo, con resultados negativos, debido a sus altas velocidades, además los dos ejes giran en sentidos opuestos, poco espacio disponible. Las fresas van dispuestas verticalmente y necesitan ser reguladas de acuerdo al ancho de la tabla de trabajo. Lo más adecuado es utilizar un motor para cada eje.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO

4.1 Parámetros funcionales

El parámetro fundamental tomado en cuenta para el diseño fue la fuerza específica de corte para una madera semidura

4.2 Parámetros geométricos

Los parámetros geométricos de la máquina establecen las siguientes dimensiones límites en las



que se basará el diseño del sistema cepillado - machihembrado:

Ancho máximo = 300 mm
Ancho mínimo = 30 mm
Espesor máximo = 150 mm
Espesor mínimo = 8 mm

4.3 Parámetros fundamentales

4.3.1 Cepillado

4.3.2.1 Velocidad de corte

se selecciona la velocidad crítica de 25 m/s para maderas duras

4.3.2.2 Velocidad de avance

En la práctica se puede tomar el valor de 10 m/min para superficies finamente cepilladas

4.3.2.3 Esfuerzo de corte

$F_{max} = 3090 \text{ N}$ [315 Kg]

4.3.2.4 Potencia absorbida en el corte

Utilizando los siguientes valores de entrada:

$V_a = 10 \text{ m/min}$

$A = 750 \text{ mm}^2$

$F_{ec} = 2.5 \text{ Kg/mm}^2$

Se determina la potencia útil es:

$$P_c = 3 \text{ Kw}$$

4.3.2.5 Potencia del motor

$$P_m = 3,75 \text{ Kw [5 HP]}$$

4.3.2 El avance

$$P = \frac{F V_a}{33000} \quad (1)$$

Donde:

P = Potencia necesaria para el avance [HP]

V_a = Velocidad de avance [ft/min]

F = Fuerza aplicada [lb]

Reemplazando valores en la ecuación (1), se obtiene:

$$P = 0.0657 \text{ HP}$$

El rendimiento en machihembradoras con avance mecánico es : $\eta = 0.8$.

$$P_a = 0.05256 \text{ [HP]}$$

Por lo tanto la potencia total es dos veces la potencia motriz, ya que la máquina tiene dos rodillos de avance, por lo tanto:

$$P_a = 2 P_a'$$

$$P_a = 0.10512 \text{ HP}$$

La potencia total empleada por el sistema será la suma entre la potencia de cepillado y la potencia de avance:

$$P_t = P_m + P_a$$

$$P_t = 5 \text{ HP}$$

4.3.2 Machihembrado

4.3.2.1 Velocidad de corte

En general para fresas de acero al carbono tratado, con dientes de sierra, se aplican los siguientes valores:

Para maderas blandas: $V = 20 \text{ m/s}$

Para maderas duras: $V = 10 \text{ m/s}$

Con fresas de acero aleado, pueden multiplicarse por los dos valores anteriores. Para nuestro estudio se elige la velocidad de corte crítica de 20 m/s.

4.3.2.2 Velocidad de avance

La velocidad de avance para el machihembrado debe ser la misma que se eligió para el cepillado: $V = 10 \text{ m/min}$. Esta velocidad está dentro del rango adecuado.

4.3.2.3 Esfuerzo de corte.

El esfuerzo de corte (F_c), puede calcularse, aproximadamente con la siguiente fórmula

$$F_c = 0.28 a b$$

$$F_c = 181.1 \text{ N}$$

4.3.2.4 Potencia absorbida en el corte

$$P_c = \frac{F_c V}{75}$$

$$P_c = 2.464 \text{ CV}$$

Longitud real	L	638.765 mm
Numero de correas	Nc	2 correas
Potencia - correa	Ptc	2.808 Kw
Velocidad de correas	V	25.22 m/s
Arco de contacto	θ	163.91°

4.3.2.5 Potencia absorbida por el avance

Puesto que la velocidad de alimentación es muy reducida, puede desprejarse la potencia absorbida por el avance

4.3.2.6 Potencia del motor

$$P_m = 3.03 \text{ HP}$$

5. Diseño y selección detallada.

5.1 Diseño del sistema de cepillado

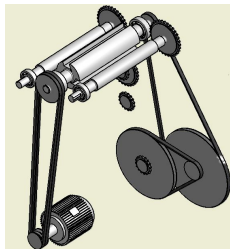


Figura 5.1 Diagrama cinemático

5.1.1 Selección de bandas para el eje porta cuchillas.

Tabla 1. Transmisión de la banda entre el motor y el eje portacuchillas

Detalle de la transmisión de la banda entre el motor y el eje portacuchillas		
Tipo de banda		Tipo A
Diámetro de las poleas	D1	280 mm
	D2	100 mm
Relación de transmisión	i	2.803
Velocidad angular	N1	1730 rpm
	N2	4850 rpm
Distancia entre centros	C	644 mm

5.2 Diseño del sistema de machihembrado

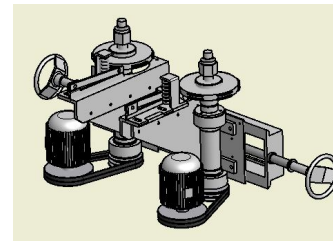


Figura 5.2 Diagrama cinemático

5.2.1 Selección de bandas para el eje porta cuchillas.

Detalle de la transmisión de la banda del motor al eje machihembrador		
Tipo de banda		Tipo A
Diámetro de las poleas	D1	144.5 mm
	D2	100 mm
Relación de transmisión	i	1.445
Velocidad angular	N1	3460 rpm
	N2	5000 rpm
Distancia entre centros	C	195 mm
Longitud real	L	191.6 mm
Numero de correas	Nc	2 correas
Potencia - correa	Ptc	3.007 CV
Velocidad de correas	V	26 m/s
Arco de contacto	θ	166.76°

Tabla 2. Transmisión de la banda entre el motor y el eje machihembrador

5.3 Análisis del sistema de alimentación

La velocidad de avance que se escogió fue de 10 m/min, lo cual resulta una velocidad en los rodillos

de ~ 78 r.p.m.

Como el árbol portacuchillas gira a 4850 rpm, por lo que la reducción es de $i = 62.18$.

5.4 Análisis, diseño y/o selección de cuchillas para cepillado

5.4.1 Selección de la cuchilla cepilladora

La elección del tipo de cuchilla se la realiza en función del trabajo a desempeñar, dureza del material a trabajar, espacio disponible, etc.

Tomando en consideración estos factores se eligió la que tiene las siguientes características:

Cuchillas de: Chrome Vanadium Steel.
 $H = 30 \text{ mm}$
 $B = 300 \text{ mm}$
 $M = 3 \text{ mm}$

5.5 Análisis del sistema de movimiento de la mesa

5.5.1 Condiciones cinemáticas del engrane tornillo sin fin.

Para realizar el análisis del sistema de regulación de la mesa, se parte de que por cada vuelta de la manivela la mesa debe desplazarse en sentido vertical con una carrera de: $x = 1.5 \text{ mm}$

5.6 Análisis del sistema de regulación del machihembrador

El mecanismo utilizado para la regulación del machihembrador es el sistema tornillo y tuerca. Este dispositivo logra convertir el giro o desplazamiento angular en un desplazamiento horizontal, y así transmitir la acción de una fuerza.

5.7 Análisis y diseño del bastidor

Para el análisis del bastidor se utilizan dos columnas cargadas axialmente. Esta transmite una fuerza de compresión cuya resultante en cada extremo coincide aproximadamente con el eje centroidal longitudinal del miembro.

La columna será maciza, con el fin de soportar la carga aplicada y dar alojamiento a los diferentes dispositivos del mecanismo. Se considera que dicha carga es soportada por las dos columnas de manera

equitativa.

5.8 Selección de accesorios

5.8.1 Diseño de los resortes

Los órganos de presión, que se utilizan en este tipo de máquinas son muelles de compresión helicoidales, los mismos que están dispuestos en la parte anterior y posterior del cilindro alimentador, es decir estos oprimen la madera antes de cepillarlo y machihembrarlo. Los alambres seleccionados se fabrican de alambre redondo, enrollado en forma cilíndrica recta con un espaciamiento constante entre bobinas adyacentes.

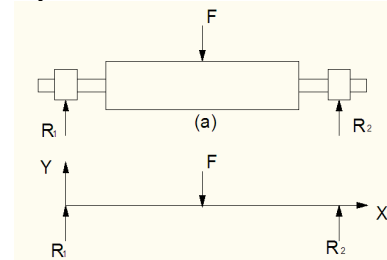


Figura 5.3 Diagrama sobre las reacciones de los resortes

6. ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1 Costos de materiales y mano de obra

El costo de materiales es de \$3348.91

El costo de mano de obra es de \$1260

El costo total es de \$ 4608.91

Con un 20% de utilidad la máquina resulta un total de **\$5530**

6.2 Rentabilidad del proyecto

Al comparar mi proyecto con las otras máquinas analizadas, puedo indicar que la máquina diseñada posee las características útiles en mi país, concluyendo así de esta manera que mi proyecto es rentable por lo siguiente:

La máquina ahorra mucho espacio teniendo dos máquinas en uno solo.

El precio es más económico en el mercado

La capacidad de la máquina, tanto en potencia del motor, como en dimensiones máximas a maquinar, esta ajustada a las necesidades de la producción nacional.

Presenta como innovador los rodillos de



alimentación recubiertos con caucho duro, en comparación con las demás máquinas que poseen rodillos estriados.

El resto de características que posee la máquina cepilladora machihembradora son similares a las máquinas anteriormente mencionadas.

11. Agradecimientos

Esta tesis está dedicada a Dios por llenar mi vida de dicha y bendiciones, a mis Padres a quienes agradezco de todo corazón por su amor, cariño y comprensión. En todo momento los llevo conmigo; a mis hermanos George, Heydi y a Carlos por la compañía y el apoyo que me brindan. Sé que cuento con ellos siempre; agradezco al amor de mi vida, por estar conmigo en todo momento, te adoro; agradezco al Ing. Víctor Espín y Manuel Helguero por su ayuda en la culminación de ésta tesis.

12. Referencias

- [1] ITO/INEFAN, Estudios del mercado interno de productos de madera en el Ecuador, Proyecto PD 137/91.
- [2] AIMA/CENDES, Diagnóstico actualizado del sector de la madera en el Ecuador. Quito.
- [3] E. DAVID EMERY, Principios de Economía; microeconomía, Unam, México D.F, México.
- [4] MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico, Tercera edición en español, Editorial Mc-Graw Hill.
- [5] Manual del grupo andino para la preservación de maderas.
- [6] A. ERNITZ, Manual de maderas, Editorial Alsina. Buenos Aires.
- [7] L. KREYNOLIN, Trabajos de carpintería, Editorial Mir Moscú.
- [8] Elementos arquitectónicos, Colección detalles, Editorial Blume-Barcelona.
- [9] NELSON C BROWN; La industria maderera. Editorial Limusa-Wiley, S.A México.
- [10] DOMENICO LUCHESI, Técnicas complementarias de taller, Editorial Labor, S.A Barcelona.
- [11] EDITORIAL GUSTAVO GILI, S.A. Manual del Ingeniero, Academia UTTE de Berlín. Barcelona.
- [12] HOLTROP, WILLIAM; Máquinas modernas para trabajar madera, Editorial The Bruce Publishing Company.
- [13] ANDRADE RAMIRES, Adaptación tecnológica de una Máquina para regruesar madera, Tesis de grado ESPOL.
- [14] SHIGLEY, MISCHKE, Diseño de Ingeniería Mecánica, Editorial McGraw-Hill.
- [15] LARBURU, Máquinas Prontuario, Editorial Paraninfo, S.A Madrid.
- [16] Escuela Superior Politécnica del Litoral, Manual de catálogos para diseño de maquinaria, Guayaquil-Ecuador.
- [17] MERIAN J.L, Estática, Editorial Reveté S.A.
- [18] IVAN BOHMAN, Manual de aceros especiales.
- [19] MOTT ROBERT, Diseño de elementos de máquinas, Editorial Macmillan Publishing Company.
- [20] CHERNOV, Máquinas herramientas para metales, Editorial MIR, Moscú.
- [21] SINGER PYTEL, Resistencia de materiales, México.
- [22] WILLIAM C HARRIS, Diseño de estructuras metálicas, Editorial continental México.
- [23] P.A. STIOPIN, Resistencia de materiales, Editorial Mir Moscú.
- [24] SKF, Catálogo de rodamientos.
- [25] HAN CRANE ROGERS, Mecánica de máquinas.
- [26] FERDINAND. P. BEER, Mecánica vectorial para ingenieros. Estática.
- [27] AUTODESK INVENTOR. Manual de Autodesk Inventor 2009.

15. Conclusión y resultados.

Según el diseño, la capacidad de la máquina es de 240 tablas por hora de 2.5 m de longitud. Además, se ahorra gran cantidad de espacio y tiempo, ideal para talleres pequeños, en donde, la cepilladora y la machihembradora aparte de que están juntos, realiza el trabajo en la forma más rápida.

Según los parámetros de diseño esta máquina nos ofrece las siguientes ventajas:

Bajo tiempo de preparación de madera: cepillada y/o machihembrada

Una gran variedad de trabajo.

La producción es semiautomática.

Realiza dos operaciones distintas en una sola máquina.

Costo de producción de la madera más bajo.

Poco ruido y escasa vibración; opera con suavidad.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Se demuestra también, que el diseño de esta máquina es totalmente factible, con un precio por debajo de los \$6000, en comparación con las otras máquinas que superaban esta cantidad, con costos de operación y mantenimientos bajos, lo que lo convierte en un negocio muy rentable.

Según el tipo de operación, se cambiará el juego de discos del machihembrado.

Si la máquina va a trabajar sólo como cepilladora, se aconseja sacar todo el sistema de guías, así como los discos machihembradores, para conseguir mayor espacio de trabajo.

En el campo ecológico se debe fortalecer y hacer cumplir las leyes de reforestación, especialmente en aquellas empresas que se dedican a la tala indiscriminada de árboles.

Finalmente, se recomienda impartir una corta capacitación a o a los operarios que vayan a manejar la máquina.