

RESUMEN

El presente Proyecto de Grado se enmarca en la construcción de una máquina para el curvado de láminas y planchas de bajo espesor. Comúnmente a esta máquina curvadora se la denomina como **Baroladora**; en su constitución física, esta conformada por tres rodillos deslizables, bancada inferior y, bancada superior (castillo).

El material a curvar es atrapado entre los rodillos y por acción de la fuerza de fricción se desliza a través de ellos, el radio de curvatura se regula mediante el desplazamiento de los rodillos.

En función de la posición en que se ubique a los rodillos se puede lograr la distribución geométrica de las baroladoras tipo convencional, zapato y piramidal.

En el desarrollo del proyecto se considera y estudia el sistema de transmisión y, mediante el análisis de alternativas se seleccionó para la construcción el sistema de arrastre por fricción. Para el desplazamiento de los rodillos se utiliza un sistema de perno de potencia el cual al ser accionado desplaza al rodillo por el interior de una corredera construida en la bancada superior.

La rotación de los rodillos de arrastre se lo realiza manualmente, por medio de volantes de accionamiento.

En el material atrapado entre los rodillos se generan fuerzas de fricción. Al ser el componente longitudinal de la fuerza de fricción mayor que la componente longitudinal de

la fuerza normal y opuesta a esta, el material es forzado a desplazarse a través de los rodillos.

En base a las pruebas realizadas la máquina baroladora se encuentra en condiciones estándar de operación.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el campo profesional, al interior de la Mecánica Industrial como en el Aeronáutico se emplean diversidad de máquinas entre ellas las baroladoras que permiten conformar planchas de tol, aluminio y otros materiales metálicos, proporcionando diversos radios de curvatura para la construcción de elementos tales como cilindros, partes de fuselaje, tanques, etc.

Al no contar con una máquina baroladora, muchos talleres de mecánica industrial ven limitado su campo de acción laboral o a su vez deben recurrir al arrendamiento de este tipo de máquina en talleres que disponen de ellas cancelando rubros altos, lo cual limita la competitividad de estos talleres.

El Taller de Mecánica Industrial “MEC MART” de propiedad del Sr. Neptalí Martínez, no cuenta al interior de su equipamiento con una máquina baroladora, lo cual limita la productividad del mismo.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

En la construcción metal mecánica, cuando se fabrican elementos tales como tanques cilíndricos, tragantes de chimeneas, tubos de escape, otros; es de gran aplicación las máquinas baroladoras que permiten curvar las chapas de metal con diferentes radios de curvatura en función de las dimensiones del elemento a construir.

El Sr. propietario del Taller de Mecánica Industrial “MEC MART”, a fin de satisfacer su requerimiento de equipamiento y sobre la base de que uno de los roles del ITSA como institución educativa es la participación activa con la empresa pública, privada y la comunidad, ha considerado auspiciar la construcción de una baroladora (ver anexo A), misma que se la desarrollara como proyecto de grado previa la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Construir una máquina baroladora con rodillos deslizables para el conformado de planchas de tol de espesor hasta 1/16 de pulgada.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Recopilar información sobre tipos de máquinas baroladoras.
- Analizar el mecanismo de perno de potencia que permitan el deslizamiento de los rodillos.

- Realizar la construcción de la máquina baroladora y pruebas de la misma.
- Elaborar manuales de Mantenimiento ,Operación y Seguridad de la máquina.

1.4 ALCANCE.

El presente proyecto tiene por alcance la construcción de una máquina baroladora con rodillos deslizables para el conformado de planchas de tol de espesor de hasta 1/16 de pulgada, para diversos radios de curvatura. Esta máquina al ser auspiciada por el Sr. propietario del taller “MEC MART” irá en beneficio del auspiciante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 BAROLADORA.

Es una máquina herramienta para el curvado de planchas de variados espesores (ver Fig. 2.1), consta básicamente de tres rodillos deslizables, sistema de arrastre, y bancada.

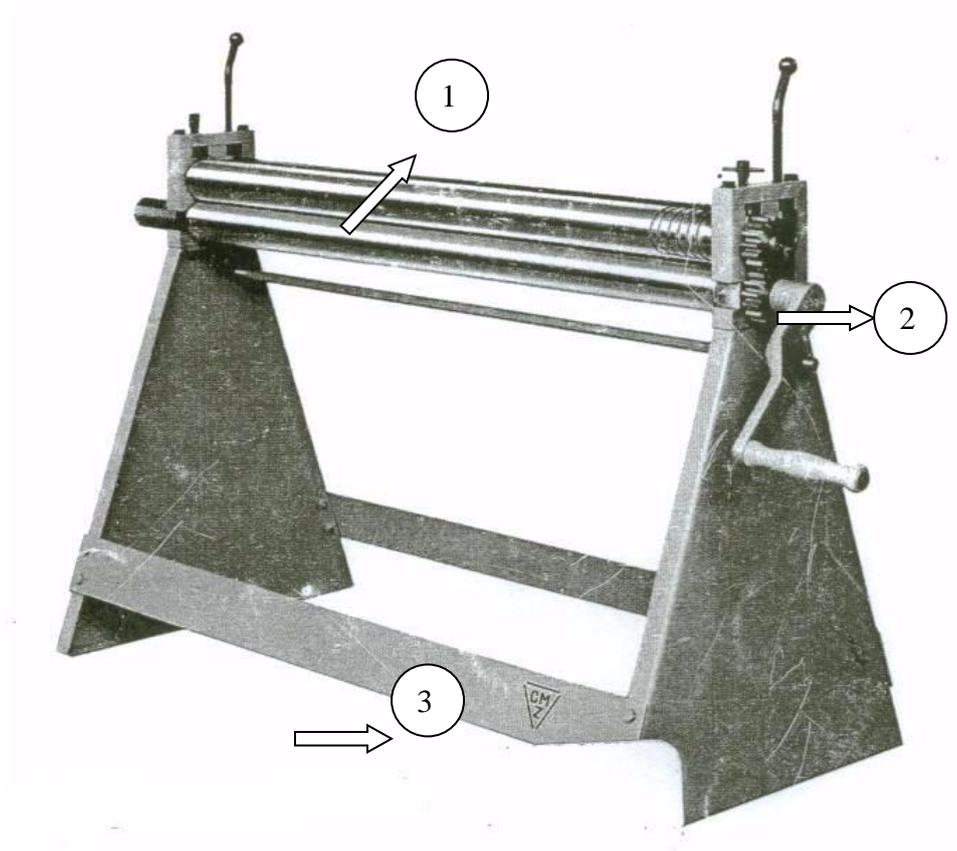


Fig. 2.1 Baroladora

1 rodillos deslizables, 2 sistema de arrastre, 3 bancada.

2.1.1 Rodillos deslizables.

El rodillo, como su nombre lo indica es un elemento cilíndrico, en sus extremos está provisto de puntas de eje que se alojan al interior de rodamientos en chumaceras (cajas) o bocines lubricados que permiten su fácil rotación. Las cajas están acopladas a pernos de potencia que son los elementos que permiten deslizarlos longitudinalmente ya sea transversal o verticalmente según sea su posición en el conjunto.

El conjunto de rodillos actúan sobre la plancha metálica deformándola con un radio de curvatura que es regulado por la posición que adoptan los rodillos, uno en relación a otro (ver Fig. 2.2).

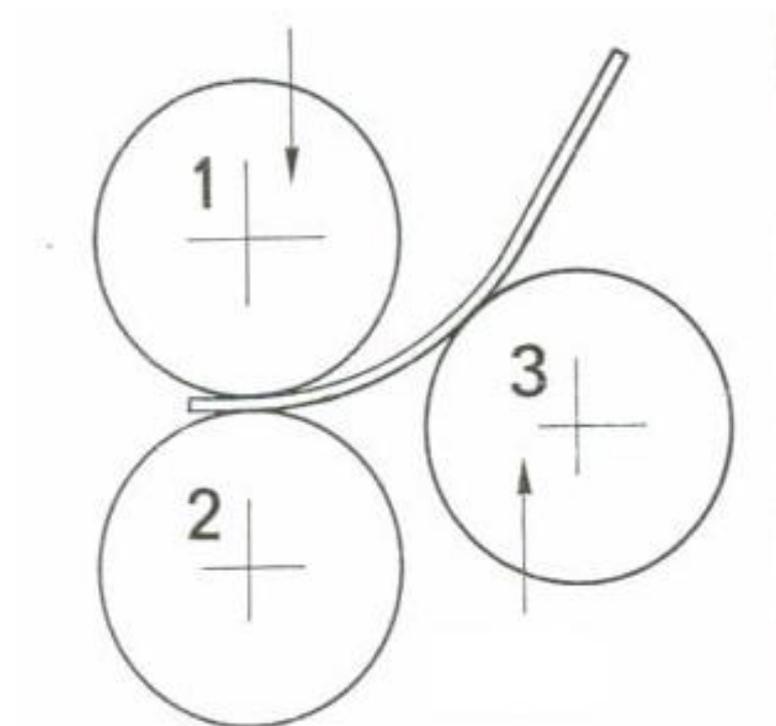


Fig. 2.2 Conjunto de rodillos

El rodillo principal (1) o generador del movimiento rotacional, gira en sentido horario u antihorario, en tanto que los dos rodillos seguidores (2 y 3) lo hacen en sentido opuesto a éste.

2.1.2 Sistema de arrastre.

El sistema de arrastre permite el giro simultáneo de los rodillos y el avance de la plancha a través de los mismos. Puede estar conformado por un juego de engranajes cilíndricos de dientes rectos accionados manualmente o por medio de un motoreductor eléctrico; por un sistema de transmisión catalina cadena, o simplemente por efecto de la fricción de la plancha con los rodillos.

Uno de los tres rodillos, está acoplado directamente a la rueda dentada o a su vez al volante de rotación.

Si el sistema de arrastre estuviese conformado por un juego de engranajes, al ser, los cilindros deslizables se produce una variación en la distancia entre centros lo cual provoca un contacto no apropiado entre los dientes de las ruedas dentadas y muy posiblemente el desengrane entre ellas. Para mantener el correspondiente contacto entre los dientes de los engranajes será necesario el montaje de una lira con ruedas locas.

2.1.3 Bancada.

Es la estructura soportante del conjunto de rodillos y del sistema de arrastre. En la parte superior consta de ranuras transversales y verticales, al interior de las cuales se deslizan las cajas de rodamientos por acción de los pernos de potencia. La parte inferior es solamente el soporte.

La bancada, a menudo, cuenta con tensores que son elementos que refuerzan su rigidez, evitando posibles deformaciones por los esfuerzos que se producen al realizar curvado de la plancha

2.2 Tornillo de potencia.

Un tornillo de transmisión de potencia es un dispositivo que se utiliza en maquinaria para cambiar el movimiento angular en movimiento lineal y, por lo general para transmitir potencia. Entre las aplicaciones más usuales se encuentran los husillos de tornos, tornillos para prensas de banco, prensas de sujeción, gatos mecánicos.

El tornillo de potencia en la Baroladora se refiere básicamente a un perno de rosca cuadrada, mediante el cual se ejerce fuerza sobre la superficie de la plancha a curvar a través de los rodillos.

2.2.1 Rosca cuadrada (Fig. 2.3).

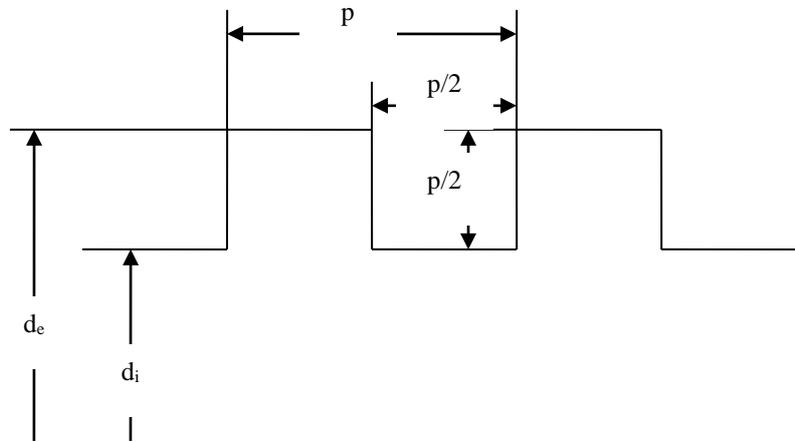


Fig. 2.3 Rosca cuadrada

Denominación.

d_e : Diámetro exterior.

d_i : Diámetro interior.

p : Paso.

$p/2$: Altura del diente y espesor del diente.

Paso.- Distancia entre dos cuerdas adyacentes, medida de forma paralela al eje de la rosca.

Diámetro exterior.- Es el diámetro externo del tornillo, medido entre las alturas totales de la cuerda de la rosca.

Diámetro interior.- Es el diámetro interno del tornillo, medido entre las bases de las alturas de la cuerda de la rosca.

Altura del diente.- Es la altura del filete de rosca, medido del radio interno al radio externo.

$$H = (d_e - d_i) / 2 \quad (\text{Ec. 2.1})$$

2.2.2 Transmisión de potencia.

En la figura 2.4, se presenta un tornillo de transmisión de potencia de rosca cuadrada, con rosca simple, con un diámetro medio d_m , un paso p , un ángulo de avance λ y el ángulo de hélice Ψ , está sometido a la fuerza de compresión axial F . Las expresiones para determinar el par de torsión requerido para elevar la carga y para bajarla, se detallan a continuación.

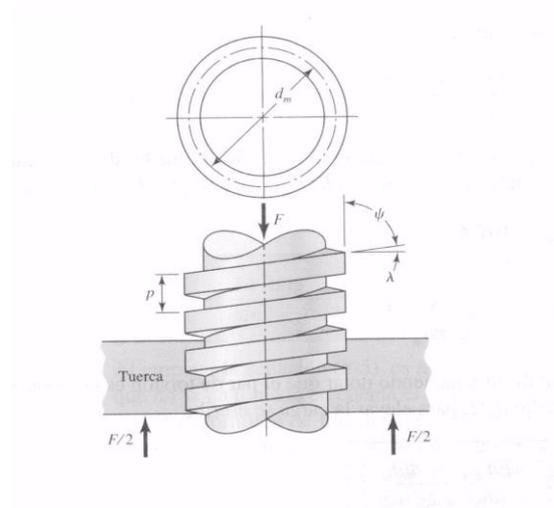


Fig. 2.4 Rosca cuadrada denominación y carga.

Si se desarrolla una vuelta de la rosca del tornillo (ver Fig. 2.5), el borde de la rosca forma la hipotenusa de un triángulo cuya base es el perímetro de la circunferencia del círculo de diámetro medio de la rosca y la altura esta dada por el avance. El ángulo λ , en las figuras 2.5 a, b., es el ángulo de avance de la rosca. La suma de todas las fuerzas axiales

unitarias que actúan sobre el área normal de la rosca se representa por F . Para elevar una carga, una fuerza P actúa a la derecha (Fig. 2.5a) y para bajar la carga, P actúa hacia izquierda (Fig. 2.5b). La fuerza de fricción es el producto del coeficiente de fricción f por la fuerza normal N , y actúa en oposición al movimiento. El sistema está en equilibrio bajo la acción de las fuerzas, por lo tanto, para elevar la carga, se tiene:

$$\Sigma F_H = 0$$

$$P - N \cdot \text{Sen}\lambda - f \cdot N \cdot \text{cos}\lambda = 0 \quad (\text{Ec. 2.2})$$

$$\Sigma F_V = 0$$

$$F + f \cdot N \cdot \text{Sen}\lambda - N \cdot \text{cos}\lambda = 0 \quad (\text{Ec. 2.3})$$

De similar manera, para bajar la carga:

$$\Sigma F_H = 0$$

$$-P - N \cdot \text{Sen}\lambda + f \cdot N \cdot \text{cos}\lambda = 0 \quad (\text{Ec. 2.4})$$

$$\Sigma F_V = 0$$

$$F - f \cdot N \cdot \text{Sen}\lambda - N \cdot \text{cos}\lambda = 0 \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Como no interesa la carga normal, se elimina de cada uno de los sistemas de ecuaciones y se despeja P . Para elevar la carga, se expresa:

$$P = F (\text{sen}\lambda + f \cdot \text{cos}\lambda) / (\text{cos}\lambda + f \cdot \text{sen}\lambda) \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Y para bajarla:

$$P = F (f \cdot \cos\lambda - \text{sen}\lambda) / (\cos\lambda + f \cdot \text{sen}\lambda) \quad (\text{Ec. 2.7})$$

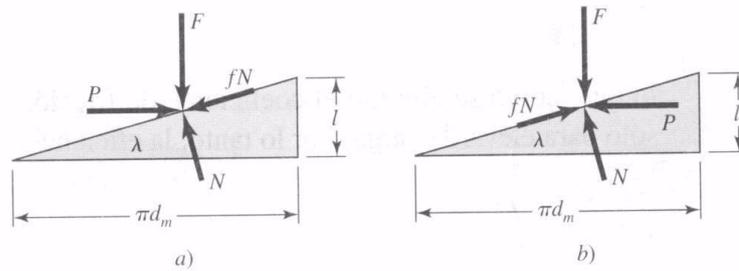


Fig. 2.5 Diagrama de fuerzas

a) Al subir la carga, b) al bajar la carga

Al dividir el numerador y denominador de las dos últimas ecuaciones entre el $\cos\lambda$ y se emplea la relación $\text{tg}\lambda = 1 / (\pi \cdot d_m)$ (ver Fig.2.5). Entonces resulta, respectivamente:

$$P = F ((1 / (\pi \cdot d_m)) + f) / (1 - (1 / (\pi \cdot d_m))) \quad (\text{Ec. 2.8})$$

$$P = F ((f - (1 / (\pi \cdot d_m)))) / (1 + (f \cdot 1 / (\pi \cdot d_m))) \quad (\text{Ec. 2.9})$$

El par de torsión es el producto de la fuerza P y el radio ($d_m / 2$), para elevar la carga se escribe:

$$T = (F \cdot d_m / 2) \cdot (1 + \pi \cdot f \cdot d_m) / (\pi \cdot d_m - f \cdot l) \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Donde T representa el par de torsión requerido para superar la fricción en la rosca y elevar la carga.

El par de torsión necesario para bajar la carga es:

$$T = (F \cdot d_m / 2) \cdot (\pi \cdot f \cdot d_m - 1) / (\pi \cdot d_m + f \cdot l) \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Este par de torsión se requiere para superar una parte de la fricción al bajar la carga. En casos específicos donde el avance o la fricción sea baja, puede darse que la carga baje por si misma, causando que el tornillo gire sin ningún esfuerzo externo. El par de torsión T, de acuerdo con la ecuación 2.11, será negativo o igual a cero. Cuando se obtiene un par positivo mediante esta ecuación, se dice que el tornillo es *autobloqueante*. Así, la condición para el autobloqueo es:

$$\pi \cdot d_m \cdot f > 1 \quad (\text{Des. 2.1})$$

Dividiendo ambos lados de la desigualdad entre $(\pi \cdot d_m)$, y recordando que $\text{tg}\lambda = 1 / (\pi \cdot d_m)$, se tiene que:

$$f > \tan\lambda \quad (\text{Des. 2.2})$$

En esta relación se establece que el auto bloqueo se presenta cuando el coeficiente de fricción de la rosca es igual o mayor que la tangente del ángulo de avance de la rosca.

2.3 Radio de curvatura.

2.3.1 Curvatura.

La forma de una curva (su cualidad de aguda o achatada) en un punto depende de la razón de la variación de su dirección. Esta razón se denomina curvatura en el punto, y se representa por **K** (Fig. 2.6).

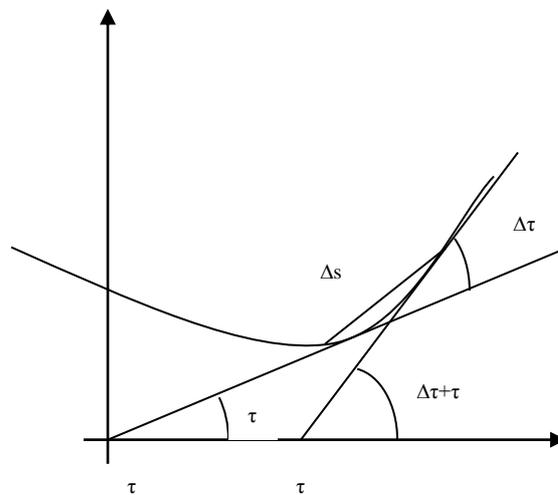


Fig. 2.6 Curvatura

En la figura 2.6, sea P y P' dos puntos próximos en la curva. Cuando el punto de contacto de la tangente describe un arco PP' (Δs), la tangente gira el ángulo $\Delta\tau$. Es decir la variación que sufre la inclinación de la tangente.

$\Delta\tau / \Delta s =$ curvatura media del arco PP' .

Se llama curvatura en P ($= K$) el límite de la curvatura media cuando P' tiende a P , es decir:

$$K = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \Delta\tau / \Delta s = \delta\tau / \delta s = \text{curvatura en } P.$$

En términos formales, la curvatura es la razón de la variación de la inclinación con respecto al arco.

Puesto que el ángulo $\Delta\tau$ se mide en radianes y la longitud del arco Δs en unidades de longitud, se tiene que la unidad de curvatura en un punto es un radian por unidad de longitud.

2.3.2 Curvatura de la circunferencia.

“Teorema. La curvatura de una circunferencia en un punto cualquiera es igual al recíproco del radio, y, por lo tanto, es la misma en todos los puntos”. Granville, William. Cálculo Diferencial e Integral, Pg. 180.

Desde el punto de vista de la curvatura, la circunferencia es la curva más sencilla, puesto que un círculo se va curvando de manera uniforme.

2.3.3 Ecuación para la determinación de la curvatura.

Cuando la ecuación de la curvatura se da en coordenadas rectangulares, la curvatura esta determinada por:

$$K = Y'' / (1 + Y'^2)^{3/2} \quad (\text{Ec. 2.12})$$

Siendo Y' y Y'' , respectivamente, la primera y segunda derivada de Y con respecto a X .

2.4 Tipos de baroladoras.

Existen varios tipos de baroladoras las mismas que pueden ser mecánicas de accionamiento manual y electromecánicas. Entre otras se tiene:

- Baroladora mecánica de accionamiento manual.
 - Sistema de transmisión por fricción.
 - Sistema de transmisión por engranajes.
- Baroladora electromecánica.
 - Convencional.
 - Piramidal.

2.4.1 Baroladora Mecánica de Accionamiento Manual.

Como su denominación lo indica, estas baroladoras son accionadas manualmente por parte del operario. Por el sistema de transmisión se las puede clasificar en dos tipos: sistema de transmisión por fricción y sistema de transmisión por engranajes.

Sistema de transmisión por fricción.- En este sistema se entiende que el arrastre del material se da simplemente por fricción. El rodillo motriz presiona a la chapa a conformar contra uno de los rodillos seguidores y al girar ésta obliga a que el material se desplace entre estos rodillos, el tercer rodillo (segundo rodillo seguidor) permite curvar la chapa.

El radio de curvatura se logra en función de la separación de los rodillos, esta separación se la realiza por medio de tornillos de potencia que los desplaza al interior de ranuras en la bancada.

La baroladora con sistema de transmisión por fricción consta de tres rodillos de curvado distribuidos en forma piramidal. La plancha es forzada a pasar a través de los rodillos por efecto de la fuerza de fricción que se genera al girar los rodillos (Fig. 2.7).

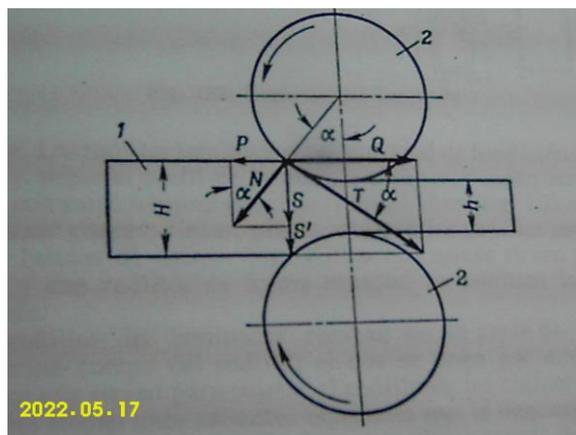


Figura N° 2.7. Fuerzas en los rodillos

En la figura, la chapa 1 es atrapada por los rodillos 2 que giran en el sentido indicado por las flechas. En los puntos de contacto de la chapa con los rodillos se genera la fuerza normal N y la de fricción T . Descomponiendo las fuerza N y T en los componentes PS y $S'Q$. Las fuerza S y S' que accionan en la dirección vertical deforman el metal, y las fuerzas P y Q situadas en una línea recta pero dirigida en sentidos opuestos hacen que la plancha se desplace hacia delante, con la condición de que:

$$P > Q \quad (\text{Des. 2.3})$$

Determinando las fuerzas P y Q y reemplazando sus valores en la desigualdad se obtiene:

$$T \cos\alpha > N \operatorname{sen}\alpha \quad (\text{Des. 2.4})$$

Siendo α el ángulo de contacto de la plancha con los rodillos. Ahora bien, la fuerza:

$$T = fN \quad (\text{Ec. 2.13})$$

Donde:

f : es el coeficiente de fricción igual a la Tangente del ángulo de fricción ϕ .

$$fN \cos\alpha > N \operatorname{sen}\alpha \quad (\text{Des. 2.5})$$

Dividiendo ambos miembros de la desigualdad anterior por $N \cos\alpha$ resulta.

$$f > \operatorname{tg}\alpha \text{ ó } \operatorname{tg}\phi > \operatorname{tg}\alpha \quad (\text{Des. 2.6})$$

Definitivamente.

$$\varphi > \alpha$$

(Des. 2.7)

Por consiguiente, para que se produzca el arrastre es necesario que el ángulo de contacto α sea menor que el ángulo de fricción φ .

Sistema de transmisión por engranajes.- En este sistema, la transmisión de movimiento está relacionado directamente con el arrastre de la chapa por fricción, con la ventaja de que se requiere realizar menor esfuerzo por parte del operario ya que los engranajes transmiten el par torsor a las dos ruedas dentadas seguidoras. Como se manifestó en el numeral 2.1.2, al desplazarse los engranajes existe una variación de la distancia entre centros, lo cual conlleva a un acople incorrecto de los dientes de los engranajes y para su corrección, las ruedas dentadas se deben montar por medio de una lira con ruedas locas adicionales tomando en cuenta el no cambiar el sentido de giro de los rodillos (ver Fig. 2.8).



Figura 2.8 Transmisión por engranajes.

2.4.2 Baroladora Electromecánica.

Esta baroladora es accionada por medio de una motoreductora. Son variados los tipos de baroladoras que se encuentran en el mercado industrial, entre otras se tiene: La baroladora tipo convencional y la tipo piramidal.



Figura 2.9 Baroladora electromecánica

Baroladora tipo convencional.-

En estas baroladoras la disposición de los rodillos tienen un arreglo esquemático como el que se muestra en la figura 2.9.

El rodillo superior es fijo. El rodillo frontal inferior es deslizante para ajustarse al espesor de la chapa a trabajar, esto es importante no solo por el apriete de la chapa entre los rodillos de arrastre, sino también, para minimizar la longitud de las áreas planas.

El rodillo posterior es deslizable y su desplazamiento permite lograr el radio de curvatura requerido para el conformado.

Este tipo de baroladora tiene los tres rodillos del mismo diámetro, sin embargo para espesores grandes el diámetro del rodillo superior se suele disminuir con relación al diámetro de los otros rodillos.

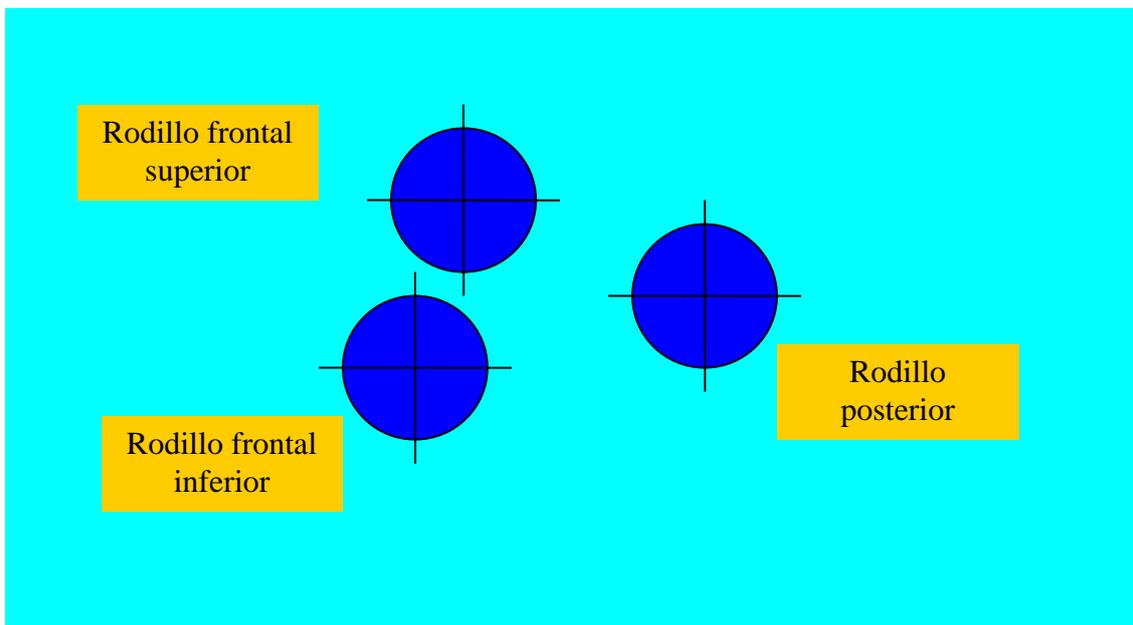


Figura N° 2.10. Disposición convencional.

Una variación de la disposición de los rodillos de este tipo de baroladora es la tipo zapato, en la cual las áreas planas de los bordes son apenas perceptibles comparadas con las obtenidas en la baroladora convencional.

Baroladora tipo piramidal.-

La disposición geométrica de los rodillos tiene la forma de una pirámide (Fig. 2.10). El rodillo superior se desliza verticalmente, en tanto que los rodillos inferiores frontal y posterior se desplazan horizontalmente al mismo nivel.

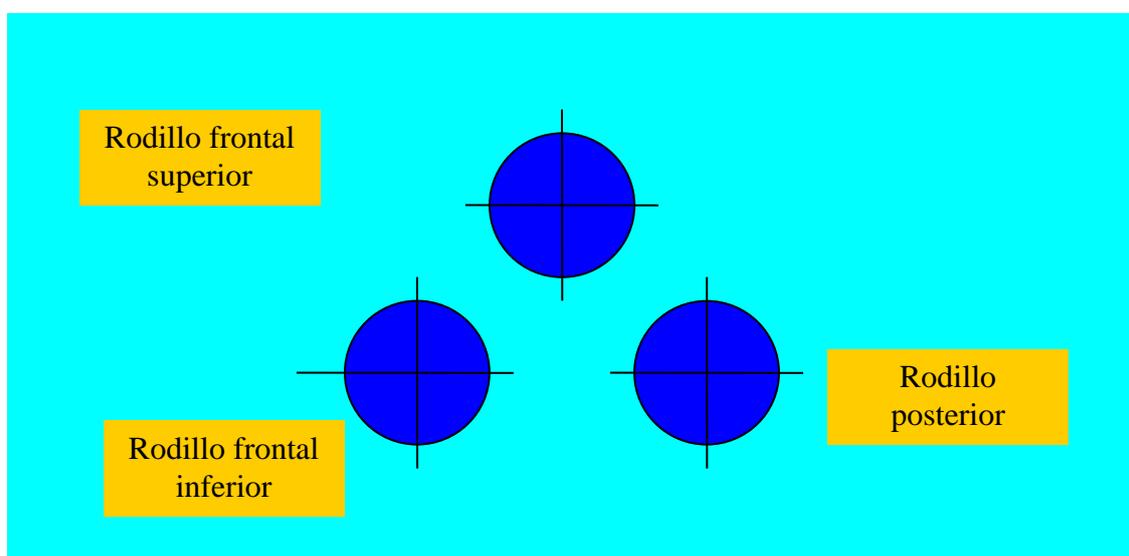


Figura N° 2.11. Disposición piramidal.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

3.1 Planteamiento de alternativas.

Para el estudio y análisis, en base al desarrollo del marco teórico en referencia a los tipos de baroladoras y en función del requerimiento del Taller “MEC MART”, se plantean las siguientes alternativas:

- Baroladora con sistema de transmisión por fricción.
- Baroladora con sistema de transmisión por engranajes.

Las alternativas planteadas poseen una distribución piramidal de los cilindros para el curvado.

3.1.1 Primera Alternativa.



Fig. 3.1 Baroladora con sistema de transmisión por fricción

3.1.2 Segunda alternativa.



Fig. 3.2 Baroladora con sistema de transmisión por engranajes.

3.2 Estudio de factibilidad.

Para el estudio de factibilidad se consideran los siguientes factores:

- Factor técnico constructivo
- Factor operacional
- Factor económico

Factor técnico constructivo.- Refiere al proceso constructivo de las piezas y partes de la baroladora.

Factor operacional.- Refiere a facilidad de utilización de la baroladora.

Factor económico.- Refiere al costo económico que se debe seleccionar para la construcción de la máquina.

Los parámetros de comparación se determinan en base al estudio de las ventajas y desventajas que presentan las dos alternativas planteadas en comparación entre ellas.

3.2.1 Ventajas y Desventajas.

Tabla 3.1 Ventajas y desventajas de la primera alternativa.

Alternativa N° 1	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Fácil operación.	<ul style="list-style-type: none">• Mayor esfuerzo del operario para el curvado de la plancha.
<ul style="list-style-type: none">• Curvado de la plancha a 360°	<ul style="list-style-type: none">• Menor espesor de plancha a curvar.
<ul style="list-style-type: none">• Desplazamiento de los rodillos para modificar el radio de curvatura.	
<ul style="list-style-type: none">• Fácil retiro de la plancha curvada.	
<ul style="list-style-type: none">• Menor cantidad de elementos mecánicos.	
<ul style="list-style-type: none">• Estructura consistente.	
<ul style="list-style-type: none">• Menor mantenimiento.	
<ul style="list-style-type: none">• Menor costo.	

Tabla 3.2 Ventajas y desventajas de la segunda alternativa.

Alternativa N° 2	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Fácil operación.	<ul style="list-style-type: none">• Mayor complejidad del operario para el curvado de la plancha.
<ul style="list-style-type: none">• Curvado de la plancha a 360°	<ul style="list-style-type: none">• Mayor cantidad de elementos mecánicos.
<ul style="list-style-type: none">• Desplazamiento de los rodillos para modificar el radio de curvatura.	<ul style="list-style-type: none">• Mayor mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none">• Menor esfuerzo del operario.	<ul style="list-style-type: none">• Mayor costo.
<ul style="list-style-type: none">• Mayor espesor de plancha a curvar	
<ul style="list-style-type: none">• Estructura consistente.	

3.2.2 Parámetros de evaluación y selección.

Los parámetros de selección que se han considerado, son los siguientes:

Técnico constructivo.

- Facilidad de construcción;
- Complejidad de las piezas;
- Funcionabilidad;
- Mantenimiento; y,
- Materiales.

Operacional.

- Facilidad de operación.

Económico.

- Costo de construcción.

3.2.3 Factor de ponderación.

Al evaluar las alternativas, se asignará un valor X_i a los parámetros de selección, que se han considerado importantes.

La asignación de los valores X_i dependerán del grado de importancia que considere el investigador (factor de ponderación) en base a los factores antes indicados.

El factor de ponderación (F_p), varía entre 0 y 1.

$$0 < F_p < 1.$$

3.2.4 Parámetros del factor técnico constructivo.

- **Facilidad de construcción.-** Las baroladoras consideradas en el presente estudio deben ser de fácil construcción, con máquinas herramientas existentes en el taller “MEC MART”. Se asigna un valor de ponderación $F_p = 0.8$.
- **Complejidad de las piezas.-** Las piezas a construirse deben ser geoméricamente la más sencillas posible y que satisfagan los requerimientos de esfuerzos y operación. Se asigna un valor de ponderación $F_p = 0.8$.
- **Funcionabilidad.-** La máquina tiene que ser funcional y versátil en relación al curvado de la plancha. Se asigna un factor de seguridad $F_p = 0.7$.
- **Mantenimiento.-** El mantenimiento de la máquina debe ser fácil de realizar y con el menor costo. Se asigna un valor de ponderación $F_p = 0.7$.
- **Materiales.-** Los materiales deben ser adecuados para el trabajo a realizar con la máquina y de fácil adquisición en el mercado local. Se asigna un valor de ponderación $F_p = 0.8$.

3.2.5 Parámetro del factor operacional.

- **Facilidad de operación.-** La baroladora debe ser de fácil operación por parte de un solo operario. Se asigna un valor de ponderación $F_p = 0.9$.

3.2.6 Parámetro del factor económico.

- **Costo de construcción.-** La baroladora se debe construir al menor costo posible en razón a que este proyecto es auspiciado. Se asigna un valor de ponderación $F_p = 0.9$.

3.2.7 Matriz de evaluación.

Tabla 3.3 Matriz de evaluación.

N°	Parámetros de evaluación	Fp	Alternativa N° 1	Alternativa N° 2
			C1	C2
1	Facilidad de construcción	0.8	10	8
2	Complejidad de las piezas	0.8	10	8
3	Funcionabilidad	0.7	9	9
4	Mantenimiento	0.7	9	7
5	Materiales	0.8	9	9
6	Facilidad de operación	0.9	10	10
8	Costo de construcción	0.9	10	8

Tabla 3.3 Matriz de selección.

N°	Parámetros de evaluación	Alternativa N° 1	Alternativa N° 2
		C1 x Fp	C2 x Fp
1	Facilidad de construcción	8.0	6.4
2	Complejidad de las piezas	8.0	6.4
3	Funcionabilidad	6.3	6.3
4	Mantenimiento	6.3	4.9
5	Materiales	7.2	7.2

6	Facilidad de operación	9.0	9.0
8	Costo de construcción	9.0	7.2
TOTAL		53.8	47.4

3.3 Selección de la mejor alternativa.

De la matriz de selección se determina que la mejor alternativa la constituye la baroladora con sistema de transmisión por fricción, por lo tanto se construye esta máquina.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN

4.1 Descripción de la máquina baroladora.

La máquina a construir en base a la selección realizada es la baroladora con sistema de transmisión por fricción (Fig. 4.1). Está constituida por tres rodillos de igual diámetro dispuestos en forma piramidal, deslizables por medio de pernos de potencia.

Por medio de la variación de la posición de los rodillos, se puede lograr la disposición esquemática de las baroladoras tipo convencional y zapato.

El bastidor está constituido por dos partes soldadas entre sí. La parte superior contiene los canales o ranuras para el desplazamiento vertical del rodillo superior y horizontal de los rodillos inferiores.

La parte inferior del bastidor es el elemento soportante de toda la máquina.

Para el accionamiento de los rodillos, la baroladora está provista de un volante acoplado al rodillo superior, que al ser accionado rotacionalmente produce el giro de éste y por fricción transmite el movimiento a los rodillos inferiores.



Figura N° 4.1 Baroladora

4.1.1 Partes constitutivas.

Los elementos constitutivos de la máquina baroladora son:

- Rodillos de curvado.
- Bancada superior e inferior.
 - Corredera vertical - 2.
 - Corredera transversal - 4.
 - Bastidor.
- Pernos de potencia.

- Volante.

4.1.2 Dimensiones.

Las dimensiones de la máquina baroladora son las siguientes:

- Diámetro de los rodillos. $\text{Ør} = 3 \frac{3}{8}''$
- Largo de los rodillos. $L_r = 1250\text{mm}$
- Largo de la bancada. $L_b = 1350\text{mm}$
- Largo total. $L_t = 1550\text{mm}$
- Alto de la bancada. $H_b = 785\text{mm}$
- Ancho de la bancada. $A_b = 1180\text{mm}$
- Diámetro del volante. $\text{Øv} = 500\text{mm}$
- Peso aproximado $W=150\text{lbs}$

4.1.3 Operación.

Para la operación de la máquina, básicamente se requiere de un solo operario. Sin embargo, para iniciar el barolado de la chapa es necesaria la ayuda de un segundo operario para el posicionamiento del material entre los rodillos.

Una vez posicionado el material a curvar, se gira el volante y por el giro de los rodillos y efecto de la fricción el material se desliza a través de éstos y, por medio de la regulación se logra el radio de curvatura requerido (ver anexo B).

4.2 Cálculos realizados.

La plancha a ser curvada, debe pasar a través de los rodillos de conformado; para ello, se debe ejercer el torque necesario que genere la fuerza de fricción requerida para el arrastre del material atrapado por los rodillos.

$$\tau = T \times R \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde: τ : Torque,
F: Fuerza aplicada,
R: Radio del volante.

El torque τ es igual al τ' en la sección del rodillo y el material atrapado.

$$\tau' = T \times R' \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Donde: τ' : Torque,
T: Fuerza de fricción,
R': Radio del rodillo.

$$H - h = D (1 - \cos \alpha) \quad (\text{Ec. 4.3})$$

Donde: H: espesor de la plancha,
h: Espesor de la plancha después de atravesar los rodillos,
D: Diámetro de los rodillos,
 α : Ángulo de contacto.

Ejemplificación de cálculos para determinar la fuerza que debe realizar el operario para forzar a atravesar el material a través de los rodillos.

Datos:

Carga aplicada a los rodillos.

$$P = 50\text{lb}_f.$$

Espesor de la plancha.

$$H = 2\text{mm}.$$

Espesor de plancha luego de pasar los rodillos

$$h = 1.9\text{mm}.$$

Despejando α de la Ec. 4.3 y reemplazando datos, se tiene:

$$\alpha = \cos^{-1}(1 - (H - h)/D)$$

$$\alpha = 2.768^\circ$$

Aplicado las ecuaciones notadas en el Capítulo II, y en referencia a equilibrio estático de las cargas indicadas en la figura 4.2, se tiene:

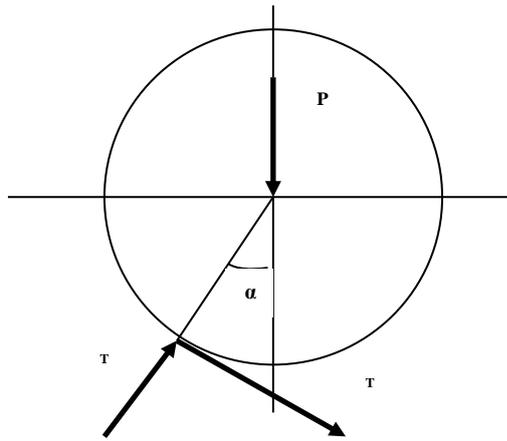


Figura N° 4.2 Cargas.

$$\Sigma F_y = 0$$

$$P = N \cos \alpha$$

Despejando N.

$$N = P \cdot D / (D - H + h)$$

$$N = 50.06 \text{ lb}_f.$$

$$T = N \tan \alpha.$$

$$T = 2.42 \text{ lb}_f.$$

$$T \cos \alpha > N \text{ sen} \alpha$$

$$2.418 > 2.417$$

El material se desplaza a través de los rodillos.

$$\tau' = T \times R'$$

$$R' = 42.86\text{mm}$$

$$\tau' = 103.72\text{lb}_f \cdot \text{mm}$$

$$\tau' = \tau$$

$$\tau = F \times R$$

Despejando F.

$$F = \tau / R$$

$$R = 250\text{mm}$$

$$F = 0.42\text{lb}_f.$$

El operario debe aplicar una fuerza $F = 0.42\text{lb}_f$.

Nota: Las ecuaciones aplicadas, refieren a las que se emplean en cálculos de una máquina laminadora. En la baroladora no se pretende laminar el material, sin embargo, las ecuaciones utilizadas son equivalentes a las de laminación.

4.3 Construcción.

En la construcción de la máquina baroladora, se emplearon diversas máquinas herramientas y equipos, que a continuación se procede a codificar.

4.3.1 Codificación de máquinas, herramientas y equipos.

Tabla N° 4.1. Codificación de máquinas.

N°	Máquina	Características	Código
1	Torno	Lp=2000mm, Hv = 400mm	M1
2	Sierra de mecánica	L=15''	M2
3	Esmeril de banco	Dp = 8'', 120V, C.A 60Hz	M3
4	Pulidora	½Hp, Dp=7'', n =1700rpm.	M4
5	Soldadora	Lin Colm 225A, 220V	M5

Tabla N° 4.2. Codificación de herramientas.

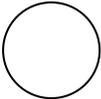
N°	Herramienta	Características	Código
1	Flexómetro	5m, Stanley	H1

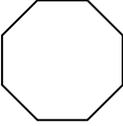
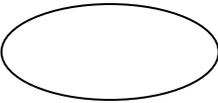
2	Escuadra	90°, 45cm, Stanley	H2
3	Calibrador Pie de rey	Stanley. A = .05mm	H3
4	Sierra manual	24 h/inch, Sanflex	H4
5	Entenalla	Mordaza 5"	H5
6	Martillo	1 lib. (peso)	H6
7	Rayador	Normal	H7
8	Cepillo de acero	5 filas	H8
9	Taladro de mano	Db = 12 mm	H9

Tabla N° 4.3. Codificación de equipos.

N°	Equipo	Características	Código
1	Compresor y equipo de pintura	½ Hp, 70 psi	E1

4.3.2 Codificación de simbología para diagramas de procesos.

Detalle	Símbolo
Operación	
Inspección	

Producto semielaborado	
Elementos adquiridos	
Producto terminado	

4.3.3 Elementos construidos.

Para la construcción de la máquina baroladora seleccionada, se debe tomar en cuenta la optimización de recursos materiales disponibles en el taller, en tal razón, no todos los elementos constitutivos de la máquina se construyeron.

Elementos no construidos:

- Perno de potencia (6 unidades, $D=17\text{mm}$, $L=46\text{mm}$, $P=1/4''$, $n=4\text{h/pulg.}$);
- Tuerca de rosca cuadrada (6 unidades, $D=17\text{mm}$, $L=50\text{mm}$, $P=1/4''$, $n=4\text{h/pulg.}$);
- Rodamiento (6 unidades, 6306 Z NTE, reciclados).

$D_i = 30\text{mm}$, $D_e = 72\text{mm}$, $B = 19\text{mm}$, $C_o = 1162.8\text{Kg}$, $R_{pm} = 11000$, $W = 0.35\text{ Kg}$

Elementos contruidos:

- Punta de eje del rodillo (6 unidades);
- Caja para el rodamiento (6 unidades); y,
- Bancada.
 - Superior ranurada (castillo).
 - Inferior.

Los rodillos son elementos compuestos, lo constituyen dos puntas de eje y el cilindro.

4.3.4 Diagrama de proceso de construcción de los rodillos.

Material: Acero St37.

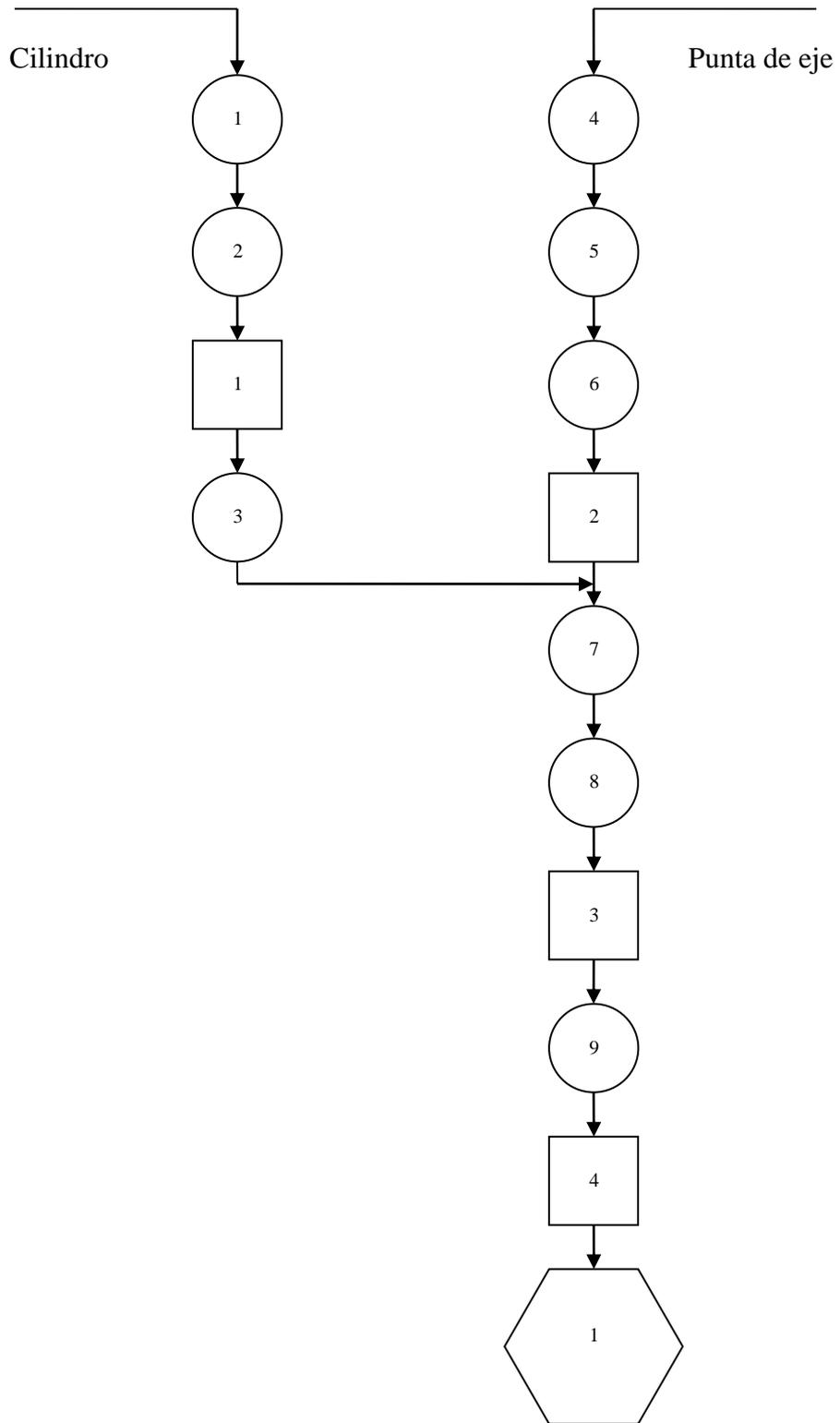


Tabla N° 4.1 Proceso de construcción de los rodillos.

Proceso	Descripción	Cantidad	Dimensiones	M – H - E	Tiempo
---------	-------------	----------	-------------	-----------	--------

				(código)	(hr)
1	Corte de material para el cilindro.	3	$D_i = 2 \frac{7}{8}$ " $e = \frac{1}{4}$ " $L = 1255\text{mm}$	M2	0.5
2	Refrentado.	6	$L = 1250\text{mm}$	M1	0.2
•1	Inspección.				0.2
3	Biselado.	6	$\leq 30^\circ$	M1	0.2
4	Corte de material para punta de eje.	6	$D_1 = 2 \frac{7}{8}$ " $D_2 = 1 \frac{1}{4}$ " $L = 202\text{mm}$	M2	1
5	Refrentado.	6	$L = 200\text{mm}$	M1	0.2
6	Cilindrado.	6	$D_1 = 2 \frac{7}{8}$ "	M1	0.5
•2	Inspección.				0.2
7	Soldadura	6		M5	0.5
8	Cilindrado.	6	$D_1 = 2 \frac{7}{8}$ "	M1	0.5
•3	Inspección.				0.2
9	Cilindrado.	6	$D_3 = 1$ "	M1	1
•4	Inspección.				0.2
1	Producto semielaborado.				

4.3.5 Diagrama de proceso de construcción de las cajas de los rodamientos.

Material: Acero St37

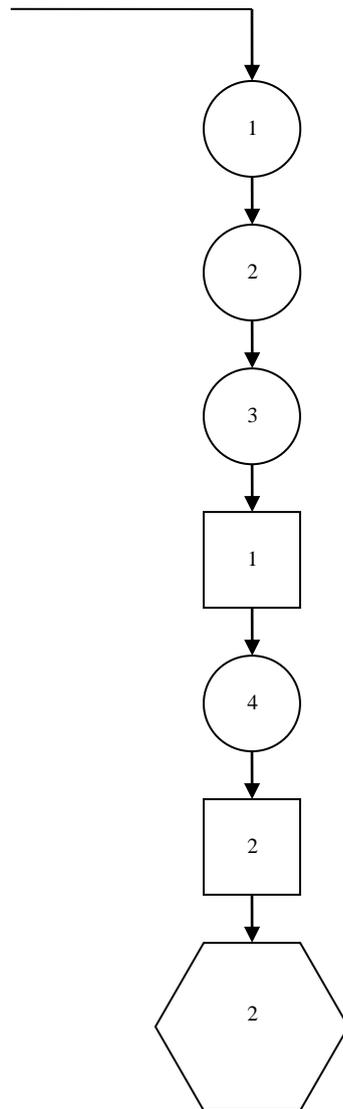


Tabla N° 4.2 Proceso de construcción de las cajas de los rodamientos.

Proceso	Descripción	Cantidad	Dimensiones	M – H - E (código)	Tiempo (hr)
1	Corte del material para la caja.	6	D₁ = 2 7/8” D₂ = 2 7/8” L = 52mm	M2	0.5
2	Refrentado.	6	L = 50mm	M1	0.2
3	Cilindrado interno	6	D₂ = 2 7/8”	M1	1.0
1	Inspección.				0.2
4	Cilindrado exterior	6	D₂ = 2 7/8”	M1	0.2
2	Inspección.				0.2
2	Producto semielaborado.				

4.3.6 Diagrama de proceso de construcción de la bancada.

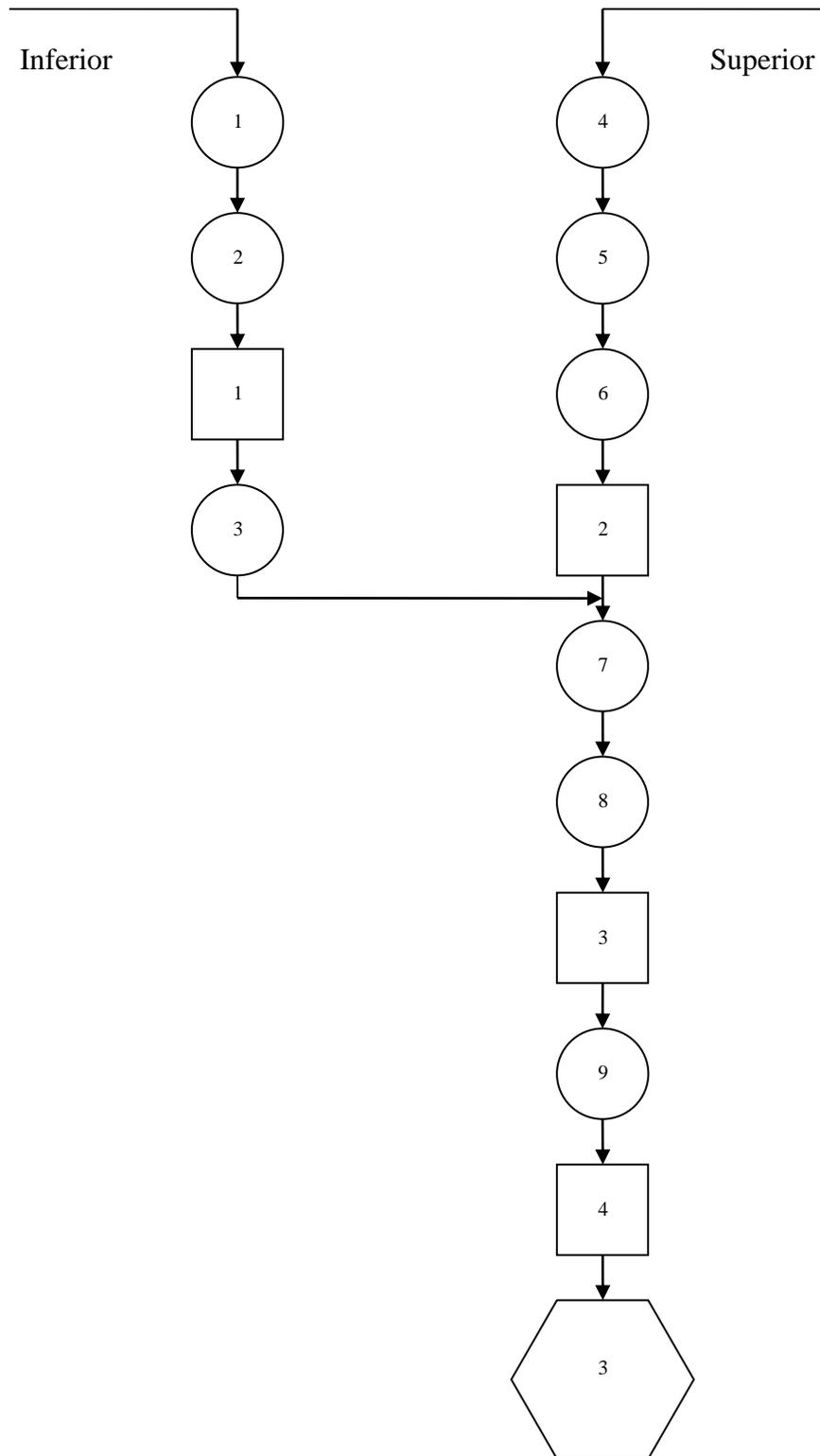
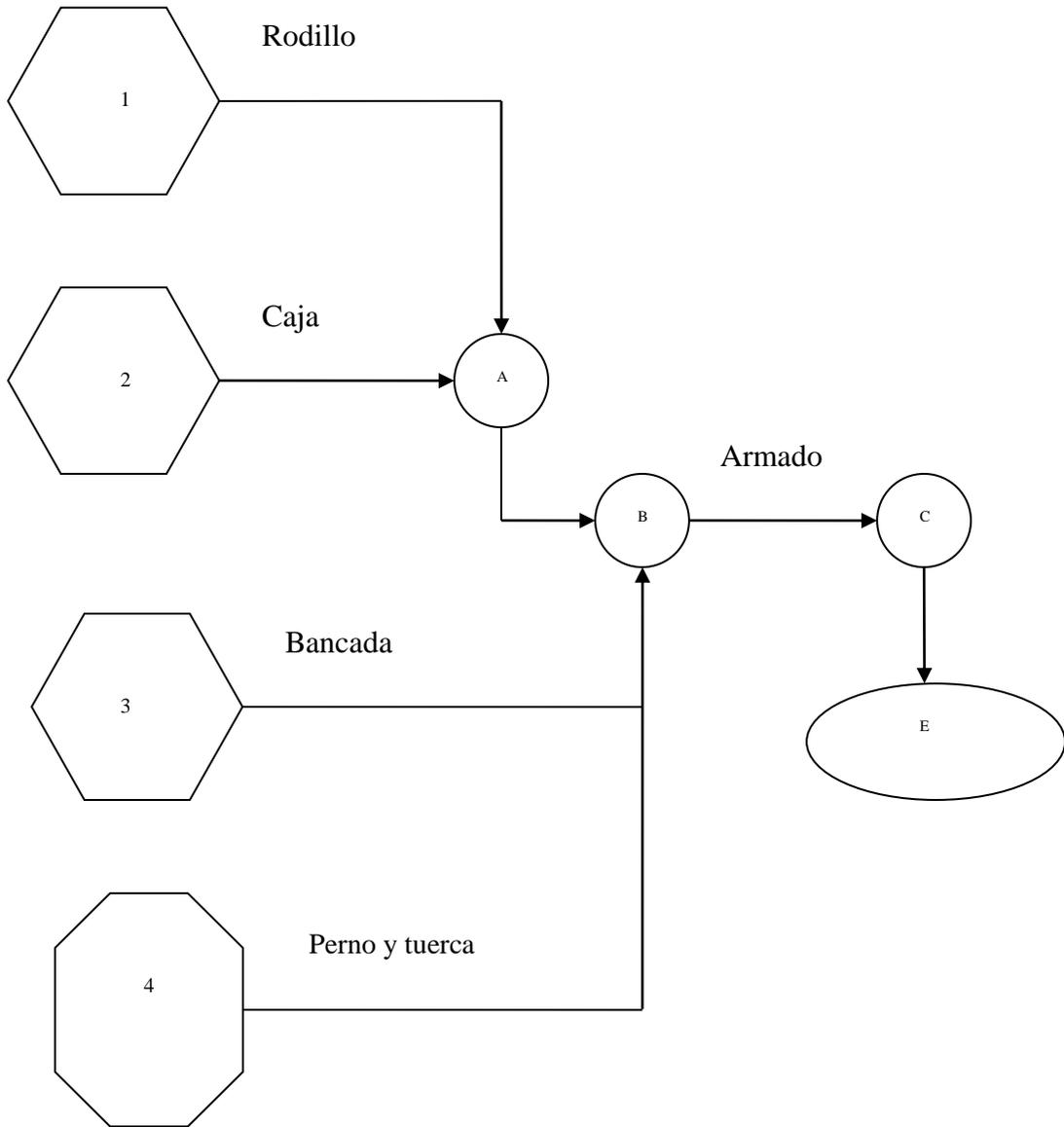


Tabla N° 4.3 Proceso de construcción de bancada.

Proceso	Descripción	Cantidad	Dimensiones	M – H - E (código)	Tiempo (hr)
1	Corte de material. Pilares. Longitudinales.	2	Di = 2 7/8” e = ¼ “ L = 1255mm	H4	0.5
2	Armado (puntos de suelta)	2	L = 1250mm H = 700mm	M5	1.0
1	Inspección.				0.2
3	Soldadura	2		M5	1.0
4	Corte de material par de correderas.	6	L = 400mm H = 120mm	H4	1.0
5	Armado (puntos de suelta).	6	L = 200mm	M4	1.0
6	Montaje de las cajas y pernos de potencia.	6		M5	0.5
2	Inspección.				0.2
7	Montaje de bancada superior en inferior	2		M5	0.5
8	Soldadura.	2		M5	0.5
3	Inspección.				
9	Pulido.			M4	0.5
4	Inspección.				0.2
1	Producto semielaborado.				

4.3.7 Diagrama de ensamble.



CAPÍTULO V

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y MANUALES

En el presente capítulo, se presentan las pruebas de funcionamiento de la baroladora construida, así también, se establecen procedimientos de operación, seguridad y mantenimiento, formatos de registro.

5.1 Pruebas de funcionamiento.

Para verificar el correcto funcionamiento de la baroladora se procedió a realizar pruebas de curvado con planchas de tol de diferente espesor, obteniéndose resultados óptimos (ver anexo C).

Tabla N° 5.1 Pruebas.

N°	Material	Grado de curvatura	Apreciación
1	Tol. E = 1/32"	360°	Muy buena
2	Tol. E = 1/20"	360°	Muy buena
3	Tol. E = 1/16"	360°	Muy buena

La relación entre el radio de curvatura y del rodillo es:

$$R^{\prime}/R = L_{CB} / L_{CR}$$

Donde:

R` : Radio de curvatura

R: radio del Rodillo

LCB: Longitud de la Circunferencia a Barolar

LCR: Longitud de la Circunferencia del Rodillo

5.2 Manuales.

Para una adecuada y efectiva operación de la máquina baroladora se debe seguir y respetar los manuales que se establecen.

5.2.1 Manual de operación.

El manual de operación abarca la verificación y utilización de la máquina baroladora.

5.2.2 Manual de mantenimiento.

El manual de mantenimiento establece las operaciones de verificación y mantenimiento que se debe realizar a la máquina baroladora a fin de prolongar su vida útil y asegurar su correcto funcionamiento.

5.2.3 Manual de seguridad.

Establece las normas básicas de seguridad que el operario de la baroladora debe tener en cuenta para su protección personal y operación segura de la máquina.

5.2.4 Hojas de registro.

El operario y la persona que realiza el mantenimiento de la máquina deber registrar los trabajos de verificación y mantenimiento realizados.

Tabla 5.2 Codificación de manuales.

Manual	Código
Operación.	ITSA-PS-01
Mantenimiento.	ITSA-PS-02
Seguridad.	ITSA-PS-03

I.T.S.A. 	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág.: 1 de 2
	VERIFICACIÓN Y OPERACIÓN DE LA MÁQUINA BAROLADORA	Cód: ITSA-PS-01
	Elaborado por: Pedro Simaluisa	Revisión N 1
	Aprobado por: M. Sc. Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2005/12/05

1.- Objetivo.

Documentar el procedimiento de verificación y operación del la máquina baroladora.

2.- Alcance.

La máquina baroladora está dirigida a ser utilizada en el taller “MEC MART” por sus operarios.

3.- Documentación de referencia.

Sin documentos de referencia.

4.- Ubicación de la máquina.

Taller “MEC MART”.

5.-Código de la máquina.

ITSA-PS-01

6.- Marca de la máquina.

S/M

7.- Modelo de la máquina.

PS-001

8.- Características técnicas.

L = 1300mm,

l = 1200mm,

H = 1200mm,

h = 700mm,

e_{max} = 4mm.

9.- Verificación y Procedimiento.

Los operarios del taller a cargo de la baroladora deben realizar la verificación de las condiciones de la máquina antes de su operación y seguir los pasos que se indican para su utilización.

I.T.S.A. 	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág.: 2de 2
	VERIFICACIÓN Y OPERACIÓN DE LA MÁQUINA BAROLADORA	Cód: ITSA-PS-01
	Elaborado por: Pedro Simaluisa	Revisión N 1
	Aprobado por: M. Sc. Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2005/12/05

9.1 Verificación

- Verificar que no existan materiales que obstruyan los rodillos y/o pernos de potencia.
- Verificar el paralelismo de los rodillos inferior y del superior

9.2 Operación.

- Ubique el material a curvar entre los rodillos superior e inferior frontal.
- Gire el volante de arrastre
- Regule la posición de los rodillos, por medio de los pernos de potencia par lograr el radio de curvatura requerido.
- Una vez barolado el material cilíndricamente, desmonte el cilindro inferior frontal para retirar el material conformado.
- Monte el cilindro y verifique el paralelismo entre los rodillos.

I.T.S.A.	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág.: 1 de 1
-----------------	---------------------------------	---------------------

	MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA BAROLADORA	Cód: ITSA-PS-02
	Elaborado por: Pedro Simaluisa	Revisión N 1
	Aprobado por: M. Sc. Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2005/12/05
<p>1.- Objetivo.</p> <p>Documentar el procedimiento de mantenimiento de la máquina baroladora.</p> <p>2.- Alcance.</p> <p>La máquina baroladora está dirigida a ser utilizada en el taller “MEC MART” por sus operarios.</p> <p>3.- Documentación de referencia.</p> <p>Sin documentos de referencia.</p> <p>4.- Mantenimiento Periódico.</p> <p>El personal encargado de la máquina baroladora realizará los siguientes pasos para el mantenimiento.</p> <p>4.1.- Mantenimiento mensual.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar y limpiar la baroladora. • Revisar los pernos de potencia. • Revisar los rodillos. • Revisar la estructura superior e inferior. • Engrasar las correderas de la bancada superior con grasa liviana S/D. <p>4.2.- Mantenimiento semestral.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y decapado de zonas oxidadas o corroídas. • Inspeccionar las uniones soldadas, pulir y resoldar en caso que hubiese deterioro con electrodo E-6013. • Inspeccionar el paralelismo y perpendicularidad de la bancada superior. <p>4.3.- Mantenimiento anual.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar deformaciones de la estructura, en caso de existir deformaciones estructurales de la bancada, enderezar y reforzar con tensores. • Pintar la baroladora con pintura anticorrosivo. 		
I.T.S.A.	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág.: 1 de 1

	SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE LA MÁQUINA BAROLADORA	Cód: ITSA-PS-01
	Elaborado por: Pedro Simaluisa	Revisión N 1
	Aprobado por: M. Sc. Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2005/12/05

1.-Objetivo.

- Documentar condiciones de seguridad que se deben observar para un trabajo seguro con la máquina baroladora

2.-Alcance.

La máquina baroladora está dirigida a ser utilizada en el taller “MEC MART” por sus operarios.

3.-Documentación de referencia.

Normas de seguridad INEN.

4.-Normas de seguridad.

El operario de la baroladora debe acatar las siguientes normas de protección.

Utilizar:

- Ropa de trabajo como overol o mandil.
- Guantes de cuero.
- Gafas.
- Zapatos con punta de acero.

Operación:

- Girar el volante a velocidad de rotación uniforme.
- Verificar el radio de curvatura desplazando los rodillos.
- Monte el cilindro y verifique el paralelismo entre los rodillos.

CAPÍTULO VI

I.T.S.A.



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

**LIBRO DE VIDA DEL MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA
BAROLADORA**

Elaborado por: Pedro Simaluisa

Aprobado por: M. Sc. Ing. Dag Bassantes

Nº	FECHA	PERSONA A CARGO	TRABAJO EFECTUADO	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS EMPLEADOS

ESTUDIO ECONÓMICO

En el presente capítulo se detalla el costo de la construcción de la máquina baroladora.

6.1 Presupuesto.

Basado en una apreciación del monto que podría costar el construir una baroladora con sistema de transmisión por fricción, el presente proyecto se presupuestó en \$ 600.00.

6.2 Estudio Económico.

Se consideran cuatro rubros principales en la construcción de la baroladora, estos son:

- Materiales;
- Alquiler de máquinas, herramientas y equipos utilizados;
- Mano de obra
- Otros

6.2.1 Materiales.

Comprende todos los materiales utilizados en la construcción de la máquina baroladora.

Tabla 6.1 Materiales.

N°	Material	Dimensiones	Cant.	Unid.	Val / uni	Subtotal
1	Tubo. Acero A37	$\varnothing = 2 \frac{7}{8}$ " $e = \frac{1}{4}$ " $L = 1500$ mm	3	unidad	25.00	75.00
2	Punta de eje. Acero A37	$\varnothing_1 = 2 \frac{7}{8}$ " $\varnothing_2 = 1 \frac{1}{4}$ " $L_1 = 40$ mm $L_2 = 200$ mm	6	unidad	15.00	90.00
3	Rodamientos		6	unidad	5.00	30.00
4	Perfil G	100 x 50 x 15 x 2	2	unidad	17.00	34.00
5	Pletina. Acero A37	2" x $\frac{1}{4}$ "	1	unidad	15.00	15.00
6	Perno rosca cuadrada	$\varnothing = \frac{3}{4}$ " $L = 350$ mm	6	unidad	12.00	72.00
7	Tuerca rosca cuadrada	$\varnothing = \frac{3}{4}$ "	6	unidad	5.00	30.00
8	Pintura anticorrosiva		1	Gl	12.00	12.00
9	Pintura fondo		1	Gl	12.00	12.00
10	Electrodos	E 6013	2	Kg	1.5	3.00
11	Varios					10.00
TOTAL						383.00

6.2.2 Máquinas, equipos y herramientas.

Para la construcción de la baroladora se realizaron operaciones de torneado, soldado, pintura entre otros. A continuación se presenta el cuadro del costo de alquiler de máquinas, herramientas y equipos.

Tabla 6.2 Máquinas.

Nº	Máquina	Tiempo (h)	Valor/hora (\$)	Subtotal (\$)
1	Torno	3	10.00	30.00
2	Soldadora	5	5.00	25.00
3	Sierra de vaivén	2	2.00	4.00
4	Taladro de pedestal	1	2.00	2.00
TOTAL				61.00

Tabla 6.3 Herramientas.

Nº	Herramienta	Tiempo (h)	Valor/hora (\$)	Subtotal (\$)
1	Escuadras	1	0.50	0.50
2	Sierra manual	2	0.50	1.00
3	Entenalla	2	1.00	2.00
4	Herramientas varias	1	1.00	1.00
TOTAL				4.50

Tabla 6.4 Equipos.

Nº	Máquina	Tiempo (h)	Valor/hora (\$)	Subtotal (\$)
1	Equipo de pintura	2	2.00	4.00
TOTAL				4.00

6.2.3 Mano de obra.

Tabla 6.5 Mano de obra.

Nº	Detalle	Subtotal (\$)
1	Operario de torno, suelda, pintura.	100.00
TOTAL		100.00

6.2.4 Costo total.

Tabla 6.5 Costo total.

Nº	Detalle	Subtotal (\$)
1	Materiales	383.00
2	Alquiler de máquinas, herramienta, equipos.	69.50
3	Mano de obra	100.00
TOTAL		525.50

El costo total empleado en la construcción de la máquina baroladora asciende a *quinientos veinte y cinco dólares con cincuenta centavos* (\$ 525.50).

6.3 Comparación con una máquina que se encuentra en el mercado regional.

En el mercado regional se cotizó una máquina baroladora de características similares a la construida a un costo de \$ 800.00 incluido el IVA. Existe una diferencia de \$ 247.50, monto que representa el 47.1% respecto al costo de baroladora en el mercado.

La diferencia porcentual justifica la construcción de la máquina.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.

- Luego de construir la maquina baroladora concluyo que puedo barolar planchas de tol de espesor mayor a 1/16 a 360° lo cual satisface los objetivos planteados.la baroladora se encuentra en condiciones estándar de operación.
- La maquina baroladora se construyo de acero por ser mas resistente respecto a aluminio y madera.
- En la maquina que hemos construido se podría implementar un motoreductor lo que permitiría barolar con mayor rapidez optimizando recursos humanos.
- La información recopilada sobre máquinas baroladoras, a pesar de ser escasa facilitó la selección de la mejor alternativa para su construcción.
- El estudio y análisis del mecanismo de perno de potencia facilitó la construcción del sistema de desplazamiento de los rodillos al interior de las ranuras de la bancada superior.
- El establecimiento de manuales de operación, mantenimiento y seguridad permiten normar los procesos que debe realiza el operario antes, durante y después de la utilización de la baroladora observando normas de seguridad y protección personal.

7.2 Recomendaciones.

- Se recomienda al personal de la mecánica “MEC MART”, observar y tener en cuenta los manuales de operación, mantenimiento y seguridad, para la correcta utilización de la baroladora.
- Las empresas pueden auspiciar y plantear necesidades laborales, a los alumnos para que puedan realizar su proyecto para obtener el título de Tecnólogo Aeronáutico.

BIBLIOGRAFÍA.

- A. Malishev, G. Nikolaiev, y Shuvalov (1988). Tecnología de los metales. Séptima Edición. Editora Cultural S. A. Manual de Mecánica Industrial. Edición 2000.
- J. Shigley, C Mischke (2002). Diseño en Ingeniería Mecánica. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. Edición 2002.
- H. Gerling (1986). Alrededor de las Máquinas Herramientas. Tercera Edición.
- N. Larboru (1995). Máquinas Prontuario. Séptima Edición. Editorial Paraninfo. Madrid Edición 1995.
- Internet. www.maneklalexports.com.
- W. Granville (1982). Cálculo Diferencial e Integral. Sexta Edición. Editorial Limusa S. A. México Edición 1982.