

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Incorporación de un Laminador de Flejes de Acero SAE 1045 en Fabrica  
de Toldos”

**TESIS DE GRADO**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentada por:

Armando Vicente Eras Tandazo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año:2008

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ingeniero Ignacio Wiesner Falconí, Director de Tesis, por su invaluable ayuda

# DEDICATORIA

A mis padres

A mis hermanos

A mis esposa

A mis hijos.

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Ignacio Wiesner F.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Eduardo Orcés P.  
VOCAL

---

Ing. Andrés Rigail C.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Armando Vicente Eras Tandazo

## RESUMEN

Se construyó laminador para producir fleje en fábrica de toldos y de esta forma mejorar la capacidad de producción de la armadura o corona de los toldos. Antes se hacía con fleje importado y cuando los flujos económicos de la empresa no le permitían importar tenía que obligadamente hacerla con alambre galvanizado que se convertía en un proceso demasiado lento ya que normalmente se llegaba a producir no más allá de 150 unidades/día.

Con el nuevo equipo incorporado a la fábrica se logró producciones de 504 unidades/día. Por lo tanto al incorporar esta nueva máquina dentro del proceso productivo se cumplió con uno de los objetivos específicos propuestos, es decir lograr el mejoramiento del producto final que es el toldo, teniendo un impacto importante en el mercado.

Se determinó luego de varias pruebas experimentales que el alambre de acero que satisfacía los requerimientos para elaborar el producto es el SAE 1045, siendo la calidad obtenida igual a la del importado, teniendo el beneficio de encontrarlo en el mercado local y ahora se hace la producción de acuerdo con la demanda sin afectar la economía de la empresa.

Los índices económicos encontrados y calculados permiten comprobar que aún si la empresa se dedicará a producir solo este producto, se ganaría dinero y en no más de tres años amortizaría la totalidad de la inversión.

La incorporación de la nueva máquina dentro del proceso productivo implica además que se debe de capacitar al usuario, para que el manejo del equipo sea óptimo a fin de prevenir accidentes y paradas inapropiadas por mal uso, con este equipo se logró excelentes resultados pues tan solo en una semana el personal aprendió su calibración y el mantenimiento de la misma.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGIA.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE PLANOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Descripción de la empresa.....	4
1.2 Requerimientos del producto.....	15
1.3 Especificaciones del material laminar.....	19
1.4 Pruebas preliminares de deformación en laminador experimental.....	21
1.5 Selección del tipo y tamaño laminar requerido.....	28

### CAPÍTULO 2

2. CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE PRODUCCIÓN DEL MOLINO DE LAMINACIÓN.....	30
2.1 Selección calibración de rodillos de laminación.....	31

2.2	Diseño de ampuestas de rodillos.....	49
2.3	Selección de rodamientos.....	54
2.4	Diseño de caja inversora de giro.....	56
2.5	Ensamblaje de partes y pruebas mecánicas.....	59
2.6	Pruebas con corridas de laminación.....	59

### CAPÍTULO 3

3.	EVALUACIÓN TECNICO ECONOMICA.....	62
3.1	Control de calidad del producto.....	62
3.2	Evaluación del costo de producción y recuperación de la inversión.....	65

### CAPÍTULO 4

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
4.1	Conclusiones.....	86
4.2	Recomendaciones.....	87

### APÉNDICES

### BIBLIOGRAFIA

## ABREVIATURA

Mpa	Megapascal
Lc	Longitud de Arco
R1 y R2	Fuerzas de Reacción R1 y R2
P	Presión de laminación
Vm	Velocidad media de la pieza a laminarse
Vp	Velocidad lineal superficial del cilindro
H1	Espesor inicial de la pieza a laminarse
H2	Espesor final de la pieza a laminarse
U	Coefficiente de fricción
F	Fuerza de laminación
Yf	Esfuerzo de fluencia del material a laminar
W	Ancho de la pieza a laminarse
O	Diámetro de contacto
Vd	Velocidad de deformación

## **SIMBOLOGIA**

$w_0$	Ancho Inicial
$V_0$	Velocidad Inicial
$L_f$	Longitud final

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Fabrica de toldos .....	5
Figura 1.2 Fotografía de toldo más vendido.....	6
Figura 1.3 Fotografía de los diferentes modelos de toldos.....	8
Figura 1.4 Fotografía de toldos más vendidos por colores.....	10
Figura 1.5 Modelos de toldos en stock.....	11
Figura 1.6 Modelo de una orden de producción generada en el departamento de ventas.....	12
Figura 1.7 Modelo de una orden de trabajo generada en el departamento de producción.....	13
Figura 1.8 Diagrama de flujo del proceso de producción.....	14
Figura 1.9 Fotografía de la corona que existía.....	16
Figura 1.10 Fotografía de la nueva corona.....	19
Figura 1.11 Fotografía del laminador experimental.....	22
Figura 2.1 Fotografía de un laminador dúo reversible.....	31
Figura 2.2 Esquema de un cilindro de laminación.....	31
Figura 2.3 Cilindro de laminación.....	32
Figura 2.4 Diagrama de la velocidad de los rodillos y la pieza a laminarse.....	38
Figura 2.5 Diagrama de la presión de laminación.....	40
Figura 2.6 Diagrama de las diversas fuerzas que actúan sobre el cilindro de laminación.....	44
Figura 2.7 Rodillo de laminación en construcción.....	48
Figura 2.8 Diagrama de la ampuesa para el laminador dúo reversible.....	50
Figura 2.9 Foto del perno seleccionado.....	53
Figura 2.10 Grafica de diseño por fatiga del perno.....	53
Figura 2.11 Diagrama de fuerzas en los apoyos y del rodamiento seleccionado.....	54
Figura 2.12 Ensamblaje del laminador.....	59
Figura 3.1 Foto de una soldadora de punto.....	64
Figura 3.2 Pasos del ciclo de soldadura de punto.....	70
Figura 3.3 Fotografía de una corona terminada.....	71

Figura 3.4	Barras de la estructura.....	84
Figura 3.5	Pernos para sostener la estructura.....	84
Figura 3.6	Fabricación de los rodillos del laminador.....	85

## INDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1	Lista de precios y productos de la fabrica de toldos .....	9
Tabla 2	Inversión mensual del alambre galvanizado para confección de alambre.....	17
Tabla 3	Inversión para confeccionarla nueva corona.....	21
Tabla 4	Prueba 1 Alambre de 4mm de diámetro y 100mm de largo.....	23
Tabla 5	Prueba 2 Alambre de 4mm de diámetro y 100mm de largo.....	24
Tabla 6	Prueba 3 Alambre de 4mm de diámetro y 100mm de largo.....	25
Tabla 7	Prueba 4 Alambre de 4mm de diámetro y 100mm de largo.....	25
Tabla 8	Prueba 5 Alambre de 4mm de diámetro y 100mm de largo.....	26
Tabla 9	Prueba 6 Alambre de 4mm de diámetro y 100mm de largo.....	27
Tabla 10	Datos del alambre seleccionado.....	29
Tabla 11	Algunos valores de los coeficientes de fricción.....	39
Tabla 12	Datos de tabla 8 de prueba 9.....	45
Tabla 13	Calculo de diámetro para cilindros de laminación.....	47
Tabla 14	Parámetros básicos de diseño y formulas tomadas del manual de casillas.....	57
Tabla 15	Resultados de la selección de engranes para la caja inversora de giro.....	57
Tabla 16	Especificaciones del fabricante de acero ASSAB7210.....	58
Tabla 17	Resultados de las pruebas.....	60
Tabla 18	Gastos de insumos de productos.....	66
Tabla 19	Proyecciones de ventas.....	67
Tabla 20	Consumo de materia prima por unidad de producto.....	69
Tabla 21	Presupuesto de materia primas e insumos.....	72
Tabla 22	Mano de obra directa.....	73
Tabla 23	Presupuestos de ingresos.....	74
Tabla 24	Presupuestos de inversión en activos fijos.....	75
Tabla 25	Depreciación y amortización.....	76

Tabla 26	Proyección de los precios de venta de las coronas.....	76
Tabla 27	Presupuesto de mano de obra.....	77
Tabla 28	Presupuesto de gastos de operación.....	78
Tabla 29	Análisis de costos.....	79
Tabla 30	Flujo de caja.....	80
Tabla 31	Estado de resultados.....	81
Tabla 32	Flujo de caja neto.....	82
Tabla 33	Comparación entre los procesos de elaboración de coronas, proceso viejo vs. Proceso implementado con el laminador.....	83

## INDICE DE PLANOS

Plano 1	Rodillo del laminador
Plano 2	Ampuestas del laminador
Plano 3	Perno de Empuje de las ampuestas
Plano 4	Base del perno de presión de ampuestas
Plano 5	Ampuestas del laminador final
Plano 6	Caja Reductora
Plano 7	Engranaje de caja reductora
Plano 8	Eje del Engranaje de caja reductora
Plano 9	Tapas de la caja reductora
Plano 10	Laminador acoplado con sus elementos

## INTRODUCCION

La fabrica de toldos, es una empresa creada en 1992, se dedica durante todo el año a elaborar toldos con diferentes calidades de tela y una gran variedad de modelos para el mercado nacional, dentro de este proceso la empresa tiene la necesidad de adquirir en el mercado exterior flejes de acero para hacer la corona de los toldos. Esta compra de flejes que necesariamente se tiene que hacer vía importación le afecta a la empresa por que tiene que realizar importaciones en grandes volúmenes y debe destinar un espacio físico amplio para almacenar telas, tiene que invertir fuertes sumas de dinero, lo que afecta directamente su flujo de caja, otra inversión que debe hacer en la compra del fleje de acero implica una amortización de recursos sin mucho beneficio, y esta condición inciden sobre las ventas de manera que para recuperar las inversiones hechas en tela y acero deben ser inmediatas, lo cual no va de acuerdo con la estructura del mercado que, por siempre, compra a plazos.

Como respuesta a estas problemática surge el planteamiento de cambiar el modelo de la corona, mismo que trata en su esencia misma no solo un ahorro en inversiones sino también una innovación muy importante del producto final que es el toldo más importante que reubicar máquinas, o hacer más grande la bodega, más importante que ello era cambiar el modelo de la corona, y que al hacerlo la empresa no solo tendrá un beneficio económico

que es lo que a todo empresario grande o pequeño le interesa, sino también tener un mejor aprovechamiento del espacio físico, preocuparse de salud ocupacional de los trabajadores, de la calidad del producto y de imagen en el mercado etc.

Entonces nace la solución de la incorporación de una máquina laminadora de alambre de acero, que le ayudaría en mejorar la presentación de sus productos, facilidad de embalaje y transportación de los mismos pero que además también pueda funcionar independiente del proceso principal es decir que independientemente de si se está o no haciendo toldos se puede estar confeccionando coronas para almacenarlas y tenerlas listas para momentos en los que la demanda suba intempestivamente.

Entonces la incorporación del laminador de fleje en la producción de toldos cumplió con los siguientes propósitos:

Satisfizo la demanda generada por la fábrica en la producción de toldos eliminando el cuello de botella

Permitió elaborar un fleje de acero de 1 mm de espesor y aproximadamente 6 mm de ancho para construir con éste fleje la corona de los toldos que desde hace años la empresa fabrica.

La nueva corona elaborada es liviana, flexible con propiedades elásticas y tiene un acabado superficial galvanizado y es producida independientemente del proceso, de la elaboración de los toldos, generar un stock para la demanda estacional

La nueva corona constituye una innovación que da mejores facilidades de transporte e instalación de los toldos mismos, nadie más la tiene lo que le permitirá ser exclusivo en el mercado.

Por último, existe un ahorro de material ya que actualmente la corona se confecciona con alambre galvanizado número ocho (4,3 mm de diámetro), empleándose en cada una de ellas 190 cm. de este alambre y adicionalmente una cruz o diagonal en alambre de dos milímetros de diámetro para la que se emplea una longitud de 150 cm. que sirve para darle estabilidad y suspensión central.

# CAPITULO 1

## 1. DEFINICION DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la empresa.

La Fábrica de Toldos es una empresa que fue constituida el año 1992, para proveer toldos de calidad, al mercado de las Regiones Ecuatorianas de la Costa y el Oriente, a los estratos de diferente nivel económico, con productos de calidad y en costos competitivos.

Se encuentra ubicada en el kilómetro 16 de la Vía a Daule, a la altura de la Urbanización Mercedes de Jesús Molina, siendo además la mayor parte del personal señoras que viven en el mismo sector, lo que permite trabajar en un entorno amigable con la comunidad de vecinos.

Las instalaciones de la planta ocupan una superficie aproximada de 800 metros cuadrados, con espacios distribuidos para almacenamiento de materias primas, bodegas de producto terminado, oficinas para el personal administrativo, comedor, y una cancha de volleyball en la parte posterior de la misma para el esparcimiento de los trabajadores, y garaje para los vehículos de la empresa en las noches.



**FIGURA 1.1 FABRICA DE TOLDOS**

Cuenta con un plantel de 32 trabajadores entre cortadores, cocedores y personal administrativo, transportistas y guardianía.

La materia prima que se utiliza para la elaboración de los toldos es tela de nylon, nacional o importada, el uso de la misma depende básicamente de los tipos, modelos, tamaño, o colores de toldos que requiera fabricar, y el mercado al que se dirige.

## **Mercado**

El mercado es estacional moviéndose mensualmente en los meses de Diciembre a Junio un promedio de 12000 unidades mensuales de los diferentes modelos y el resto del año 8000 unidades por mes.

En el Ecuador los más grandes consumidores de estos productos están en las zonas marginales de las grandes ciudades y las zonas rurales de toda la Región Costa y Oriente, es decir se tiene un mercado global que sobrepasa los ocho millones de consumidores, teniendo en cuenta además que el producto “toldo” tiene tan solo una vida útil de 5 meses aproximadamente, la renovación de los mismos es indispensable.



**FIGURA 1.2 FOTOGRAFÍA DE TOLDO MÁS VENDIDO**

Cuenta también con un centro de distribución al por mayor ubicado en la esquina de las calles 10 de Agosto y Rumichaca primer piso alto, en donde se tiene almacenado gran cantidad de producto y se atiende a los comerciantes mayoristas del sector en ventas directas y de contado, esta es otra de las particularidades del negocio, los productos se comercializan solamente de contado.

La capacidad instalada de la empresa es menor en los tiempos de mayor demanda que es en la época de invierno de la costa, entonces lo que se ha hecho para superar este desbalance es que tres meses antes de que empiece la época invernal aumentar los horario de producción de 8 a 12 horas diarias y en ocasiones se ha hecho necesario trabajar los sábados hasta el medio día con lo que se logra cubrir sin problemas la demanda, además de evitar tener problemas con la adquisición de telas que en ocasiones por una crecida abrupta de la demanda se vuelve escasa en el mercado incluso llega a ponerla más cara y lo peor a terminarse.

En la región de la Costa, las provincias de Guayas y Manabí son las que presentan el mayor consumo de nuestra producción, llegando en época invernal a consumir hasta el 75% de la producción de la empresa.

De las provincias del Oriente en especial aquellas donde se produce la extracción petrolera como Orellana y Sucumbíos presentan los índices más altos de consumo, la provincia de Zamora Chinchipe es la que menos consume toldos.

A continuación ponemos la lista de los productos que la empresa entrega al mercado.



**FIGURA 1.3 FOTOGRAFÍA DE LOS DIFERENTES MODELOS DE TOLDOS.**

TABLA 1

## LISTA DE PRECIOS Y PRODUCTOS DE LA FABRICA DE TOLDOS

Código	Descripción del Producto	Precio Unit.
001	Afiche de Toldos	20
100	Toldo Amazonía Corona 2 plazas	4,95
103	Toldo Amazonía Corona 2 ½ plazas	6,10
109	Toldo amazonía cuadrado 2 plazas	5,30
113	Toldo Cofán corona abierto especial 3 plazas	12,0
114	Toldo cofán corona 3 plazas abierto	10,90
115	Toldo cofán 2 ½ plazas cerrado	8,60
117	Toldo Cofán corona 2 ½ plazas abierto	10
118	Toldo cofán cuadrado 2 plazas	7,8
122	Toldo imperial corona 2 plazas	4,95
125	Toldo imperial corona 2 ½ plazas	6,10
131	Toldo imperial cuadrado 2 plazas	5,30
133	Toldo Jerusalén cuadrado 2 plazas	6,0
135	Toldo estrellita cuadrado 2 plazas	6,20
136	Toldo estrellita corona 2 ½ plazas	6,20
139	Toldo estampado cuadrado 1 ½ plazas	9,0
140	Toldo estampado cuadrado 2 plazas	10,50
151	Toldo oriente 2 plazas	3,80
154	Toldo oriente cuadrado 1 ½ plazas	3,80
155	Toldo oriente cuadrado de 2 plazas	4,15
157	Toldo galaxia corona 2 plazas	3,80
164	Toldo velo suizo corona 2 ½ plazas	6,90
166	Toldo velo suizo corona 2 ½ plazas abierto	7,70
171	Toldo primavera corona 2 ½ plazas	9,60
300	Corona desarmable 1 ½ plazas	5,50
303	Corona redonda de 2 plazas	1,5
305	Corona desarmable 3 plazas	10
508	Toldo velo de princesa normal 2 plazas	13,50
509	Toldo velo de princesa normal 2 ½ plazas	14,50
514	Toldo velo de princesa especial de 2 plazas	16,50

**Descripción del proceso.**

La empresa elabora treinta clases de toldos las mismas que dependen de la clase de tela a emplearse, el tamaño que puede ser de una plaza, plaza y media, y dos plazas, y el color.

El color es importante porque muchas de las ventas se orientan por el color del producto, el cliente siempre tienen preferencias por los colores blanco, azul celeste y amarillo, los otros colores como el verde, lila, durazno si se producen pero en menores cantidades porque su demanda es menor, el cliente en la mayoría ocasiones no solo se fija en la calidad de la tela sino en el color de la misma.



**FIGURA 1.4 FOTOGRAFÍA DE TOLDOS MÁS VENDIDOS POR COLORES**



**FIGURA 1.5 MODELOS DE TOLDOS EN STOCK**

Por lo tanto el abastecimiento de materias primas va a depender también de las preferencias del mercado en cuanto a tipo de tela y colores de las mismas.

El proceso de producción se inicia con la orden de trabajo generada en el departamento de ventas puesto que este es el departamento que está en contacto directo con el cliente y reciben así mismo los pedidos de forma directa, en esta orden se indica la cantidad, el tamaño, el color y el modelo a elaborarse.

<b>ORDEN No XX</b>				
Fecha: Guayaquil 12 de Octubre del 2008				
<b>Cant.</b>	<b>Descripción y Modelo</b>	<b>Color</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Fecha de ent.</b>
500	Toldo Reina de tool	Blanco	2 plazas	14-10-2008
1200	Toldo Económico	Amarillo	1,5 plazas	18-10-2008
3000	Toldo Superior	Azul	2 plazas	22-10-2008
Elaborado por:			Recibido	
por:				
Jefe de Ventas			Jefe de Producción	

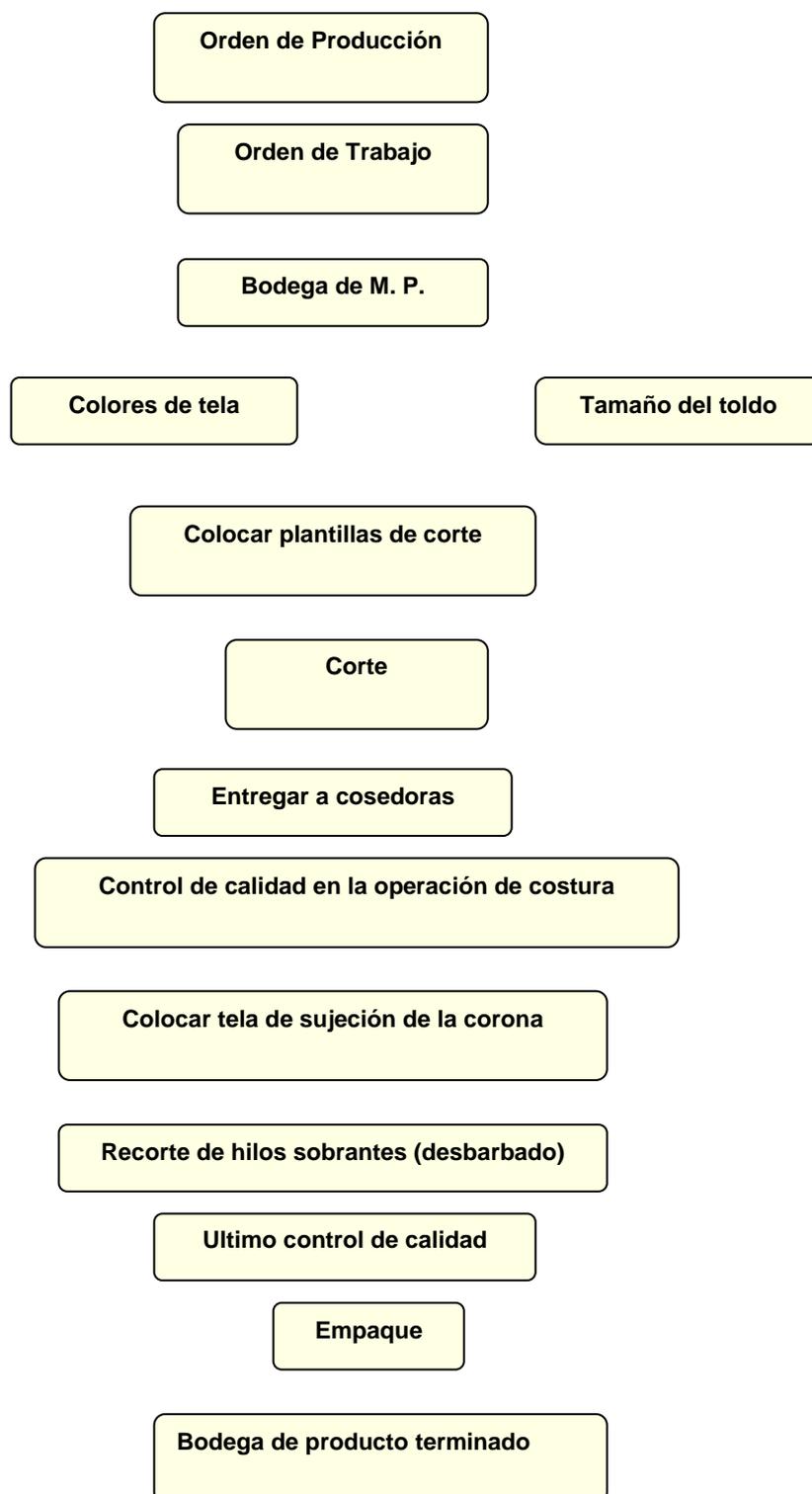
**FIGURA. 1.6 MODELO DE UNA ORDEN DE PRODUCCIÓN  
GENERADA EN EL DEPARTAMENTO DE VENTAS**

La orden llega al departamento de producción, aquí se establece la cantidad de tela por color que se debe solicitar a la bodega de materia prima para dar inicio a la elaboración de los toldos.

Simultáneamente se ordena la fabricación de las respectivas coronas de los toldos, por lo tanto también se dispondrá el retiro de la bodega de la cantidad de alambre requerida por orden de trabajo.

<b>ORDEN DE PRODUCCION No XX</b>				
<b>Fecha:</b> Guayaquil 12 de Octubre del 2008				
<b>Cantidad (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Color</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Fecha de entrada</b>
150	Tela tool	Blanco	2 plazas	14-10-2008
700	Tela arrayan Económico	Amarillo	1,5 plazas	18-10-2008
1780	Tela hilo importada	Azul	2 plazas	22-10-2008
<b>Elaborado por:</b>		<b>Recibido por:</b>		
Jefe de Producción		Jefe de Bodega		

**FIGURA 1.7 MODELO DE UNA ORDEN DE TRABAJO GENERADA EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN**



**FIGURA 1.8 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

De los 32 trabajadores 8 son cosedoras y cada una produce 50 toldos por día lo que nos da una producción diaria de 400 unidades y mensualmente tenemos un total de producción de 8800 unidades de toldos de diferentes tamaños.

Hay además cinco vendedores que se encargan de visitar a los diferentes clientes a nivel local y nacional, están encargados de dar un servicio de postventa que se encamina a solucionar problemas de reclamos por calidad.

Tres personas se dedican a la confección de las coronas de los toldos y el resto del personal se reparte entre cortadores, bodeguero, mecánico, secretaria, contador y personal de aseo.

### **1.2 Requerimientos del producto:**

Uno de los modelos que más se mueve en el mercado, es el toldo económico con tela de tul que en su parte superior lleva actualmente una corona rectangular de alambre galvanizado número ocho de 4,3 milímetros de diámetro, con el que se construye un rectángulo de 80 cm. de largo por 60 cm. de ancho estructurada por sus diagonales, que forman un arco de 5 m de altura y que pesa aproximadamente 140 gramos.



**FIGURA 1.9 FOTOGRAFIA DE LA CORONA QUE EXISTÍA**

Esta estructura a la vez que sirve para sostener el todo al techo también está para abrir el mismo, sobre la cama.

Para realizar esta estructura se emplean 3 personas todos los días que se encargan de fabricar este producto logrando completar una producción diaria de 150 coronas, generándose por lo tanto un debastecimiento porque se requieren 260 coronas por día para satisfacer la demanda de la fábrica, es aquí donde se esta produciendo un cuello de botella que afecta el desarrollo de la empresa.

El costo del rollo de alambre galvanizado número 8 en el mercado es de 90 dólares, diariamente se consume alrededor de 3.8 rollos, mientras que el alambre galvanizado número 12 que se utiliza para darle un mayor soporte a la estructura de la corona se consume 225 metros/día, este alambre tiene un costo por rollo de 71 dólares.

El valor invertido diariamente en rollos de alambre galvanizado es de 448 dólares que da un total mensual de 10.000 dólares.

En la siguiente tabla, se resumen los costos para un mes de producción.

**TABLA 2**  
**INVERSION MENSUAL DE ALAMBRE GALVANIZADO PARA**  
**CONFECCION DE ALAMBRE**

Coronas Requeridas	Cantidad en metros	Diámetro del alambre(mm)	Costo del alambre(\$/mt)	Costo total (dólares)
8800	25520	4,2	0,826	11.101,44
8800	13200	2	0,471	2257,2
			<b>TOTAL</b>	<b>14492,64</b>

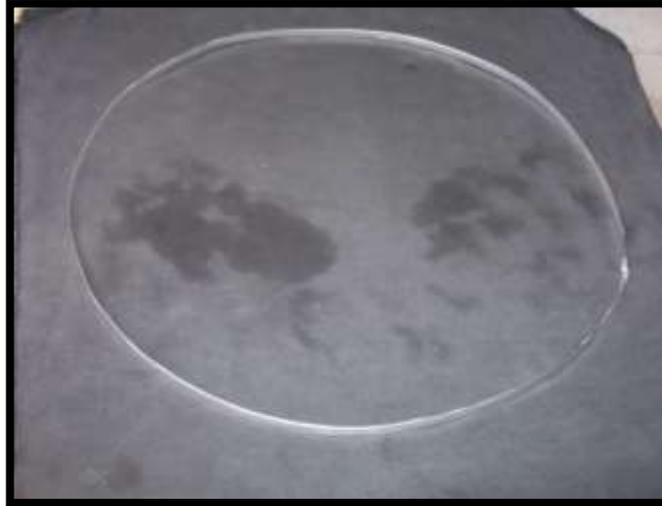
Inversión que se debe hacer mensualmente para adquirir alambre galvanizado para confeccionar la corona de los toldos.

Como se puede deducir la inversión mensual en materiales, bodegas, formas de embalaje y dinero para construir esta corona es significativa.

Ante esta situación se crea la necesidad de generar una innovación tanto en su diseño como en los materiales para una nueva corona que cumpla con la misma función, pero que resulte más económica, funcional y fácil de transportar es urgente.

Por lo tanto el producto que se va a implementar constituye una innovación que permitirá remplazar esta corona rectangular por una circular aprovechando las propiedades de los metales ferrosos que cambian su comportamiento cuando son sometidos a diversos procesos de conformado que logran realizar cambios en su microestructura dándoles propiedades diferentes, pues el principal problema de la corona rectangular es su transporte, la incomodidad de embalaje y almacenamiento.

El producto desarrollado será una corona circular que tenga un diámetro de 80 centímetros, que cumpla los mismos propósitos de la corona actualmente utilizada; es decir abrir el toldo en la parte superior, y que presente además las siguientes ventajas: al ser construida de alambre de acero este círculo puede enrollarse sobre sí mismo, en un círculo de 20 centímetros de diámetro, por lo que permite un embalaje y transporte cómodos, con una presentación elegante que atrae al cliente, además se eliminará el uso de la cruz que le da rigidez estructural hecha con alambre galvanizado de 2 mm de diámetro que es de donde se sostiene la corona actual al techo o tumbado.



**FIGURA 1.10 FOTOGRAFÍA DE LA NUEVA CORONA**

### **1.3 Especificaciones del material a laminar**

El material que se desea laminar es un acero SAE 1045 que presenta las siguientes propiedades, que son dadas por el fabricante:

MATERIAL. ACERO 1045

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN: 65 Kg. /mm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA CEDENCIA: 32 k.o. /mm<sup>2</sup>

ELONGACION: 10%

REDUCCION DE AREA: 40%

ESTADO: RECOCIDO

FORMA: REDONDO DIÁMETRO 3 MILÍMETROS

DUERZA: 220 – 230 HB

Este acero se lo encuentra en el mercado en varillas desde 3 mm de espesor y 6 metros de longitud, en estado recocido presenta unas propiedades mecánicas muy peculiares la más importante y que a mi me interesa es la de elasticidad, esta se acentúa al laminarse en un solo sentido haciendo que el tamaño de grano se deforme solamente en el sentido longitudinal logrando que adquiera la propiedad elástica y es lo que lo hace expandirse una vez sacado de la funda de embalaje.

Este acero además es fácilmente encontrado en el mercado nacional asegurándose por lo tanto un stock permanente, el costo de cada Kg. de este acero es de 2,5 dólares americanos por cada kilogramo.

Como la forma geométrica del producto deseado que es un círculo de 80 centímetros de diámetro, tenemos un desarrollo de la circunferencia de 2,51 metros, es decir necesitamos 2,51 metros para confeccionar la nueva corona, pero es importante recalcar que al momento de laminar el alambre de acero y pasar de un espesor de 3 mm a un espesor de 1 mm, se produce un estiramiento del material lo que fácilmente demuestra que se va a necesitar una longitud menor de alambre que para este caso resultó ser de 1,9 metros de longitud, al volver la tabla de producción similar a la tabla No 2, se observará lo siguiente:

**TABLA 3**  
**INVERSIÓN PARA CONFECCIONAR LA NUEVA CORONA**

Coronas Requeridas	Cantidad en metros	Costo del Galvanizado (S/Kg.)	Diámetro del alambre(mm)	Costo del alambre(S/m)	Total en dólares
4800	9120	-	3	0,25	2280
4800	-	0,09	-	-	432
				TOTAL	<b>2712</b>

Como se puede observar se obtiene un ahorro importante en cuanto a la inversión en materia prima para confeccionar las coronas de los toldos, el tiempo de trabajo para la confección de las mismas es mucho menor lo que en definitiva puede en un futuro cercano permitirle a la empresa comercializar este producto generándose así un nuevo ingreso.

#### **1.4 Pruebas preliminares de deformación en laminador experimental**

Para diseñar el laminador se procedió a realizar pruebas en laminador experimental que consistieron que en cada pasada medir la reducción del espesor, el ancho obtenido y la longitud final para poder establecer los porcentajes de reducción y de estiramiento del material, se constatan además los parámetros establecidos por el fabricante porque en definitiva lo que se pretende es determinar si además de las propiedades de deformación que son propias de un acero este adquiera propiedades de elasticidad fundamentales para el producto, porque al final lo que se requiere es poder envolverlo en círculos que no sean mayores de 20

centímetros de diámetro luego poderlo empacar dentro de una funda plástica de iguales dimensiones y que posteriormente al desfundarlo el fleje de la corona recupere su diámetro original de 80 centímetros.

Las pruebas se realizaron partiendo de muestras de acero SAE 1045 y tomando las siguientes consideraciones:

- Laminar trozos de 10 cm. de largo de 3 a 6 milímetros de diámetro, en flejes de 0.5 a 1.5 milímetros de alto, observando que el alambre de 4 milímetros laminado a un milímetro de altura, tenga la flexibilidad, necesaria, para el desarrollo del producto.
- Sobre el alambre de 3 milímetros de diámetro se realizaron pruebas de laminado para obtener factores de aplastamiento y alargamiento necesarios para el diseño.



**FIGURA 1.11 FOTOGRAFÍA DEL LAMINADOR EXPERIMENTAL**

Los resultados obtenidos se tabulan a continuación:

**TABLA 4**

**PRUEBA 1 ALAMBRE DE 4MM DE DIÁMETRO Y 100MM DE LARGO**

Pasada	Altura (mm)	% Red.	Ancho (mm)	% Ens.	Largo (mm)	% alargam.
1	3.15	21.25	4	0	102.5	2.5
2	2.3	26.98	5	20	110	6.82
3	2	13.04	5.5	9.09	122.0	9.84
4	1.3	35.0	6.0	8.33	145.0	15.86
5	1.1	15.38	6.3	4.76	159	8.81

**Prueba 1:** para esta prueba se utiliza un alambre con un diámetro de 4 mm y 100 mm de largo

Resultado de esta prueba se tiene que luego de las cinco pasadas el alambre pasó de 4 mm de espesor a 1.1 mm que cae dentro del rango del producto deseado, y que tuvo un estiramiento del 59% porque pasó su longitud de 100 mm a 159 mm, las propiedades elásticas son muy pobres, si no fuera por esta característica que es indispensable se estaría frente a una solución de ahorro de material muy significativa porque solo se necesitaría de una longitud de alambre de 160 centímetros para

obtener una corona de 80 centímetros de diámetro, puesto que la longitud de circunferencia de este diámetro es de 251 centímetros.

**TABLA 5**

**PRUEBA 2 ALAMBRE DE 4MM DE DIÁMETRO Y 100MM DE LARGO**

Pasada	Espesor (mm)	% Red.	Ancho (mm)	% Ensan caliente.	Largo (mm)	% alargamiento
1	3.6	10	4.6	13.04	102.5	2.5
2	3.0	16.67	5.2	11.54	115.5	11.26
3	1.5	50	5.5	5.45	122.0	5.33
4	1.2	20	6.1	9.84	141.5	13.87

**Prueba 2:** Para esta prueba se utiliza un alambre de 4 mm de diámetro y 100 mm de longitud.

Como resultados de esta prueba se puede apreciar lo siguiente: Primero se realizó un menor número de pasadas lo que representa ahorro de tiempo de producción por lo tanto mayor número de unidades a producirse, en lo referente al consumo de energía es necesario analizar a futuro porque este pico ocasionado por una fuerte reducción del espesor entre la segunda y tercera pasada obligadamente implicará un aumento del consumo de corriente, el espesor final es de 1.2 mm que esta dentro del rango aceptable del producto, el crecimiento del ancho esta dentro de los parámetros esperados para el producto, el ancho que se ha fijado como promedio es de 6 mm, las propiedades elásticas del acero mejoran.

**TABLA 6**  
**PRUEBA 3 ALAMBRE DE 4MM DE DIÁMETRO Y 100MM DE LARGO**

Pasada	Altura (mm)	% de reducción	Ancho (mm)	% de Ensanch.	Largo (mm)	% de alargam.
1	3	25	4	0	101	1
2	2.2	26.67	4.8	16.67	108	6.48
3	1.8	18.18	5.3	9.43	120	10
4	1.3	27.78	6	11.67	142	15.49
5	1	23.08	6.2	3.23	153	7.19

**Prueba 3:** Para esta prueba se utiliza un alambre de 4 mm de diámetro y 100 mm de longitud

Como se puede ver de los resultados de la prueba tengo lo siguiente: Se realizan cinco pasadas con mayores reducciones en la segunda y cuarta pasada, con esto se logró mejorar las propiedades elásticas del material, se tiene además un aumento significativo de la longitud del alambre que alcanza un estiramiento total del 53%, el estiramiento que se produce en el alambre es beneficioso lo que implicará un ahorro importante en el material a consumirse.

**TABLA 7**  
**PRUEBA 4 ALAMBRE DE 4MM DE DIÁMETRO Y 100MM DE LARGO**

Pasada	Alto (mm)	% de Reducción	Ancho (mm)	% Ensanch.	Largo (mm)	% Alargam.
1	2.6	13.33	3.1	3.33	105.5	5.5
2	2	23.08	3.7	16.22	110.5	4.52
3	1.4	30	4.4	15.91	120.5	8.3
4	1.05	25	5.4	18.52	145.5	17.18

**Prueba 4:** Para esta prueba se utiliza un alambre de 3 mm de diámetro y 100 mm de longitud

En esta prueba se observa aparte de realizar cuatro pasadas que ya es un ahorro importante de tiempos de producción y de energía, se utiliza alambre de 4 mm. de diámetro siendo las reducciones más importantes en las pasadas finales pero esto no le permite al material fluir a lo ancho lo suficiente quedando un fleje con un ancho que si cae dentro del rango esperado, también se observa que el largo que alcanza el material es menor que el obtenido en las pruebas anteriores, pero tomando en consideración el diámetro inicial se puede decir que cumplen con los objetivos. Con respecto a las cualidades elásticas del material estas son aceptables.

**TABLA 8**

**PRUEBA 5 ALAMBRE DE 4MM DE DIÁMETRO Y 100MM DE LARGO**

<b>Pasadas</b>	<b>Alto (mm)</b>	<b>% Reduc.</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>% Ensanch</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>% Alarg.</b>
1	2.6	35,0	4.3	6.67	107	7
2	1.9	26.92	4.7	13.51	111	3.6
3	1.5	21.05	4.9	15.91	122	9.02
4	1	33.33	5.8	18.52	151.5	19.47

**Prueba 5:** Para esta prueba se utiliza un alambre de 4 mm de diámetro y 100 mm de longitud

Como se observa de los resultados obtenidos experimentalmente se inició la prueba con una reducción fuerte, luego se reducen las deformaciones intermedias y al final en la última pasada nuevamente se incrementa la reducción esto mejoró de manera considerable la propiedad elástica del material, además el estiramiento del alambre es significativo puesto que alcanza una longitud de 151,5 mm que representa un estiramiento del 51.5%, que es importante a la hora de ahorrar material, porque para lograr el desarrollo del diámetro de la corona que es de 80 centímetros de diámetro únicamente se necesitarán un alambre de cuatro milímetros de diámetro y 166 centímetros de longitud.

**TABLA 9**

**PRUEBA 6 ALAMBRE DE 4MM DE DIÁMETRO Y 100MM DE LARGO**

<b>Pasada</b>	<b>Alto (mm)</b>	<b>% Reduc.</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>% Ensanch.</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>% Alargam.</b>
1	2.6	13.33	3.2	6.67	107	7
2	1.9	26.92	3.8	15.79	111	3.6
3	1.3	31.58	4.7	19.15	128	13.28

**Prueba 6:** Para esta prueba se utiliza un alambre de 3 mm de diámetro y 100 mm de longitud

Con tres pasadas no se logra tener un espesor del fleje esperado alrededor de un milímetro, el estiramiento longitudinal es reducido y las

propiedades elásticas obtenidas no son buenas, esta prueba es descartada porque no cumple con los objetivos propuestos inicialmente.

### **1.5 Selección del tipo y tamaño del alambre a laminar requerido.**

Utilizando la información de la tabla 8 de la prueba número cinco se tiene como resumen los siguientes valores que son importantes, el diámetro del alambre con el que se realizó la prueba es de 4 mm, el estiramiento obtenido es del 51.5% y por último el ancho final que llega a tener el alambre cuando su espesor es de 1 mm es de 5.8 mm.

Se conoce además que el diámetro de la corona del toldo que se espera confeccionar es de 80 centímetros, por geometría básica se tiene que la longitud de la circunferencia es de 251.3 centímetros

Nuevamente utilizando los resultados obtenidos en el laminador experimental se sabe que el crecimiento a lo largo del alambre es del 51.5% es decir para obtener la longitud de 251.3 centímetros solamente debemos laminar un alambre de 170 centímetros de longitud inicial.

Lo anteriormente expuesto puede resumirse en la siguiente tabla:

**TABLA 10**  
**DATOS DEL ALAMBRE SELECCIONADO.**

<b>Diam. (mm)</b>	<b>Lo. (mm)</b>	<b>Lf (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Peso (gr.)</b>	<b>Costo Unit.</b>
4	1700	2570	1	5.4	0.78	0.038

El costo en el mercado del kilo de acero SAE 1045 es de 2.2 dólares, se comercializan varillas desde 3 mm de diámetro y seis metros de longitud, hay suficiente stock en el mercado lo que garantiza un abastecimiento seguro.

## **CAPITULO 2**

### **2.CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE PRODUCCIÓN DEL MOLINO DE LAMINACION**

Los cálculos efectuados han sido realizados en base a la teoría desarrollada sobre laminadoras y trenes de laminación por los profesores Rusos Trinks, Tselikov y Smirnov, quienes con su amplia experiencia en el tema desarrollan ecuaciones experimentales para calcular y diseñar cada uno de los componentes de un laminador.

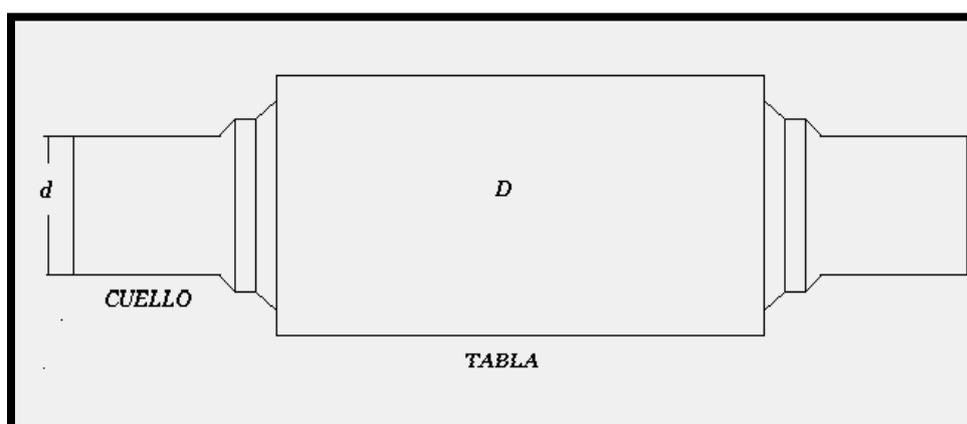
Las pruebas preliminares se las realizó en un laminador experimental obteniéndose los resultados antes señalados lo que permitió con mayor precisión cumplir con el objetivo propuesto.



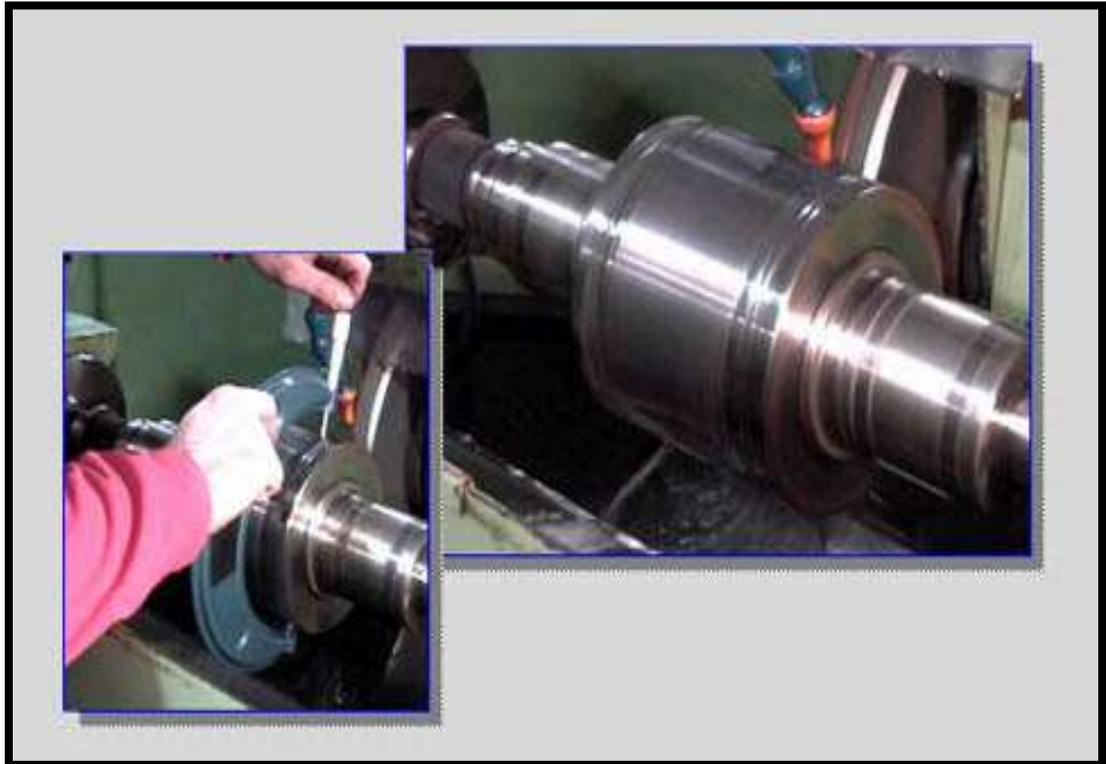
**FIGURA 2.1 FOTOGRAFÍA DE UN LAMINADOR DUO REVERSIBLE**

### 2.1 Selección calibración de los rodillos de laminación

Un tren laminador está formado de por lo menos dos cuerpos cilíndricos que se apoyan en cojinetes en sus extremos la parte del cilindro situada entre los cojinetes se denomina “tabla”, mientras la parte que gira en el cojinete se denomina “cuello”.



**FIGURA 2.2 ESQUEMA DE UN CILINDRO DE LAMINACIÓN**



**FIGURA 2.3 CILINDRO DE LAMINACIÓN**

El objetivo de la laminación es convertir secciones grandes generalmente cuadradas en otras de menores dimensiones, esta deformación se produce mediante el uso de compresión con el objeto de provocar alargamiento del material.

Se dice que hay alargamiento cuando la longitud final del producto laminado es mayor que la longitud inicial del material, esto siempre va a ocurrir en un proceso de laminado, puesto que el material tiende siempre a moverse en la dirección de mínima resistencia, mientras que se dice

que un material se ensancha cuando el ancho final después de la laminación es mayor que el ancho inicial.

El material que se está laminando tiene una velocidad variable durante el proceso, la misma que dependerá del coeficiente de rozamiento, del diámetro de los rodillos, del espesor del material, de la velocidad angular de los rodillos, de tal forma que la velocidad de salida del material siempre será mayor de la velocidad con que se inicia el laminado.

Durante el desarrollo de los diferentes conceptos se describirá con precisión y más detalladamente mediante la formulación matemática se indicará la forma de calcular cada uno de estos parámetros que son muy importantes a la hora de diseñar una máquina de éstas, igualmente se indicarán las consideraciones sobre ciertos valores fijos o tabulados en diagramas que se han encontrado en base a la experimentación, por personas dedicadas a investigar sobre este proceso de producción.

#### **Materiales de los rodillos de laminación:**

Sin duda alguna son los rodillos o cilindros de laminación los elementos más importantes de este proceso, es por esta razón que se dedica la más amplia explicación sobre las consideraciones que se deben tener para su diseño y construcción.

Los materiales empleados se pueden clasificar como sigue:

- **Acero Templado:** Para el acabado en frío o en caliente, en trenes, dúos o cuartos.
- **Fundición Aleada Templada:** Para el acabado en frío o en caliente en trenes, dúos o cuartos, cilindros acabadores, preparadores y desbastadores intermedios.
- **Fundición Aleada:** Acabado de grandes secciones, desbastadores intermedios, cilindros con collares para hacer vigas y perfiles en U, desbastadores de palanquilla.
- **Acero Aleado Duro:** Para acabado de grandes secciones.
- **Acero Ordinario:** Para desbastadores de lingote, para cilindros centrales en tríos.
- **Fundición Templada Dura:** Para cilindros de acabado en frío y en caliente.

Generalmente los cilindros se hacen de fundición colados en arena o en coquilla. Los denominados grain rolls son cilindros fabricados con

fundición baja en fósforo y aleados con algún metal endurecedor, generalmente cromo.

Los cilindros de fundición son frágiles, se rompen fácilmente y no alcanzan una profundidad de la capa templada que exceda los 35 mm, por debajo de este punto se encuentra ya fundición gris que es demasiado blanda por esta razón no se los puede utilizar para hacer cilindros acanalados. La fragilidad se puede evitar haciendo los cilindros de acero.

Para el construir nuestro laminador se va a emplear un acero que pueda ser templado, cuyo temple alcance los 54 HRC ya que estos sirven para acabados en frío, y son comúnmente usados en dúos o trenes de laminación.

Es necesario además de escoger el material adecuado tener presentes los siguientes términos que siempre serán empleados cuando se hable de laminación estos términos son:

**Presión de Laminación (P)** Es la fuerza con la cual los cilindros presionan contra el material. Debido a que esta fuerza da origen a otra igual de

reacción sobre los cilindros, se la denomina también fuerza de separación, aunque se la denomina presión es en realidad una fuerza.

La presión media específica de laminación (p.m.): Se define como el cociente entre la presión de laminación y la proyección del área de contacto. Dentro del análisis de fuerzas que se desarrollan por efectos de la compresión que ejercen los cilindros contra el material que se esta laminando la presión media depende de muchos factores siendo los de mayor consideración los siguientes: Resistencia a la deformación, Rozamiento externo, Espesor inicial del material, y el diámetro de los cilindros, pero es importante señalar que al momento de trabajar la máquina la fuerza de compresión ejercida por la tabla del cilindro ocasiona que estos se flecten en el área de trabajo y estas fuerzas se transmitan a los cuellos de los cilindros y los apoyos en consecuencia es ahí en donde se van a concentrar los mayores esfuerzos que son importantes para diseñar el rodillo, calculando estas fuerzas vamos a poder determinar o seleccionar una tamaño adecuado del rodillos de laminación, la dureza necesaria, las dimensiones de los apoyos etc.

De forma tal que permitan soportar los esfuerzos generados al laminar el alambre SAE 1045, objeto de nuestro trabajo.

Para poder cuantificar la resistencia a la deformación; Se necesitan vencer dos fuerzas la resistencia natural del material y las fuerzas de rozamiento, entre los factores que influyen la resistencia a la deformación están el tipo de material (plomo, aluminio, cobre, hierro, acero etc.) su temperatura, la velocidad a la cual se deforma, y el rozamiento entre la barra y los cilindros.

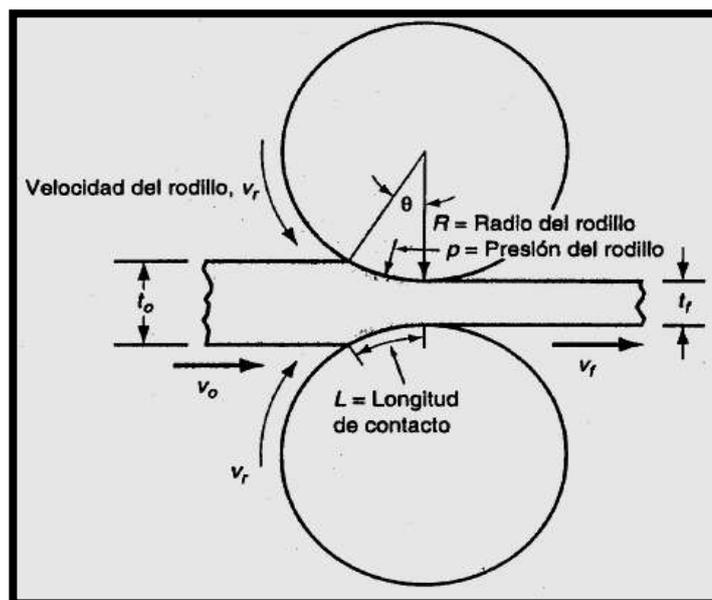
En efecto, la primera de las variables (el material) se puede entender fácilmente puesto que la resistencia que ofrece el plomo es mucho menor que la resistencia que ofrece el acero en el proceso de laminación.

La influencia de la temperatura también es fácil de entender puesto que a mayor temperatura más blando es el material.

La Velocidad de Deformación es la relación que existe entre la velocidad de recalcado y el espesor de la barra.

Se entiende por velocidad de recalcado la reducción del espesor de la barra dividida por el tiempo durante el cual se lleva a cabo dicha reducción.

Expresando en fórmula tendríamos lo siguiente:



**FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE LA VELOCIDAD DE LOS RODILLOS Y LA PIEZA A LAMINARSE.**

Velocidad de Deformación = Velocidad de Recalcado/ Espesor Inicial.

Velocidad de Recalcado =  $\frac{\text{Espesor Inicial} - \text{Espesor final}}{\text{Tiempo de reducción}}$

En resumen para el cálculo de la velocidad media de la pieza a laminarse se tiene la siguiente ecuación desarrollada por Trinks.

$$V_m = V_p \frac{2}{D^*} \log \frac{h_1}{h_2}$$

**En donde:**

$V_p$  = Velocidad lineal superficial del cilindro

$H_1$  = Altura inicial del material a laminar

$H_2$  = Altura final del material a laminar

El tiempo de reducción es el tiempo que demora en pasar la barra desde la entrada hasta la salida.

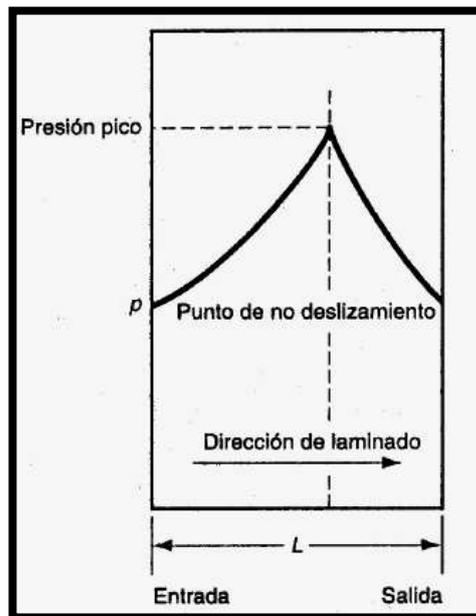
Cuando se analiza la resistencia al deslizamiento o fricción entre el material a laminarse y el rodillo se aconseja utilizar la hipótesis de que no existe deslizamiento entre el material y los cilindros de laminación, porque el tiempo que tienen contacto es muy pequeño, pero de todas maneras existen variaciones de las condiciones de trabajo estipuladas, y por esta razón es necesario implementar ciertos valores obtenidos experimentalmente de los coeficientes de fricción para ciertos tipos de laminado.

**TABLA 11**  
**ALGUNOS VALORES DE LOS COEFICIENTES DE FRICCIÓN**

Tipo de laminado	Coeficiente de Fricción $\mu$
Laminado en frío	0.1
Laminado en tibio	0.2
Laminado en caliente	0.4

Uniendo ahora varios conceptos anteriormente desarrollados se tiene la siguiente ecuación para la Presión de Laminación, esta fórmula fue desarrollada por Ekelund.

Fuerza de Separación = (proyección del área de contacto)\*(factor de rozamiento superficial)\* (Resistencia media a la deformación)



**FIGURA 2.5 DIAGRAMA DE LA PRESIÓN DE LAMINACIÓN**

La fuerza de compresión requerida para mantener la separación entre los rodillos se puede calcular integrando la presión unitaria de laminado sobre el área de contacto entre el rodillo y el material de trabajo.

$$F = w \int_0^L p dL$$

Una buena aproximación de los resultados es en base al esfuerzo de fluencia promedio  $Y_f$ , la fuerza se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$F = Y_f w L$$

Donde  $wL$  es el área de contacto entre el rodillo y el material de trabajo,  $Y_f$  es el esfuerzo promedio de fluencia, este esfuerzo se puede calcular por medio de la siguiente ecuación.

$$Y_f = \frac{K E}{(1+n)}$$

$K$  coeficiente de fricción,  $E$  es la deformación experimentada por el material de trabajo, se calcula con la siguiente ecuación.

$$E = \ln (h_1/h_2)$$

En donde  $h_1$  es el espesor inicial del material y  $h_2$  es el espesor final del material despues de haber sido laminado.

La longitud de contacto se puede aproximar con la siguiente expresión:

$$L = R(h_1-h_2)$$

$R$  = Radio del cilindro

$h_1$  = Espesor inicial

$h_2$  = Espesor final

El momentode torsion en el laminado  $T = 0.5FL$

De donde la potencia requerida para mover cada rodillo es

$$P = NFL/30$$

P = Potencia expresada en watos

N = velocidad angular en rpm

L = Longitud de contacto expresada en mm

El paso siguiente en los calculos es encontrar el Momento flector . Debido a que los cuellos se flexan en la aprte interior proxima a la tabla de los cilindros, por esta razón las reacciones R1 y R2 se suponen situadas a una ditancia de 1/3 de la longitud del cuello contada a partir desde la parte interior del mismo, para ello se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Tension de flexión} = \frac{\text{Momento flector} * \text{distancia al centro}}{\text{Momento de Inercia}}$$

Distancia al centro = d/2

Momento de Inercia =  $\pi * (d)^3/32$  también conocido como momento resistente a la flexión de la sección, para el acero se utiliza la expresión 0,1d<sup>3</sup>.

En el caso del laminador los rodillos giran apoyados sobre cojinetes, por esta razón se considera que el eje actúa como una viga que está sometido esencialmente a un esfuerzo de deflexión por las fuerzas que actúan sobre este ( presión de laminación), el peso del eje, se desprecia la torsión ejercida por la fuerza de rozamiento. Conociéndose el valor de la tensión admisible a la flexión, puede calcularse el diámetro del eje por medio de la expresión:

$$d = \sqrt[3]{10M/\sigma}$$

Donde d es el diámetro requerido que se da en centímetros, sigma en kilogramos/ centímetro cuadrado y M en Kg.-cm., que es el momento flector a que está sometido el eje.

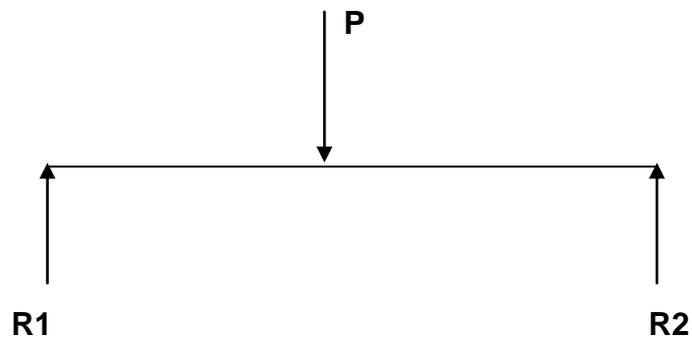
Los muñones del eje que se apoyan en los soportes o ampuestas se calculan como un sólido empotrado en el eje con carga P1 igual a la fuerza ocasionada por la presión de laminación uniformemente repartida en su longitud l1 debiéndose comprobar que esta carga no produzca una compresión excesiva entre soporte y muñón.

$$d1 = \sqrt[3]{5P_1l_1/\sigma}$$

Donde  $\sigma$  es la tensión admisible a la flexión.

Los cálculos para el diseño de los cilindros de laminación lo hago basado en los resultados obtenidos experimentalmente con muestras de material SAE 1045, de diversos espesores, y publicados en la Tabla No 8; realizaré los cálculos para que sean demostrativos para la primera pasada y para las demás pasadas los resultados calculados se los expondrá en una tabla al final en donde se los podrá apreciar mejor y más fácilmente.

Con todas estas expresiones matemáticas vamos a proceder a calcular las dimensiones necesarias que deberán tener nuestros rodillos de laminación.



**FIGURA 2.6 DIAGRAMA DE LAS DIVERSAS FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE EL CILINDRO DE LAMINACION**

Datos: Se usan como datos los resultados obtenidos experimentalmente y presentados en la Tabla No 8 .

**TABLA 12**  
**DATOS DE TABLA 8 DE PRUEBA 5**

Pasadas	Alto (mm)	% Reduc.	Ancho (mm)	% Ensanch	Largo (mm)	% Alarg.
1	2.6	35,0	4.3	6.67	107	7
2	1.9	26.92	4.7	13.51	111	3.6
3	1.5	21.05	4.9	15.91	122	9.02
4	1	33.33	5.8	18.52	151.5	19.47

**Prueba 5:** Para esta prueba se utiliza un alambre de 4 mm de diámetro y 100 mm de longitud

**Proceso:** Laminado en frío

**Diametro del material a laminar** = 4 mm

**Velocidad del cilindro** = 60 rpm

**Espesor final** = 1 mm

**Ancho final** = 6,1 mm

**Material** Acero SAE 1045

**Esfuerzo de fluencia** = 32 kg/mm cuadrado

**Momento de inercia** = 0,1d<sup>3</sup>

**Velocidad angular** = 60 rpm

**Diametro estimado del rodillo** = 150 mm

**Longitud de la tabla** = 150 mm

**Incógnitas**

Presión de laminado

Longitud de contacto

Fuerza del laminado

Velocidad de salida

Momento de torsión

Momento flector.

Deflexión de los rodillos.

**CALCULOS**

a) Cálculo de la velocidad de salida y longitud de contacto.

Espesor inicial  $h_1$             3,0 mmEspesor Final  $h_2$             2,6 mmDelta  $h$                         1,4 mmAncho inicial  $w_o$             4,0 mmLongitud final  $l_f$             3210 mmVelocidad Inicial  $V_o$          $V_o = wR$ 

$$V_o = 502,4 \text{ mm/s}$$

Reducción                         $r = 35\%$ Velocidad final                  $V_f = (t_o * w_o * V_o) / (t_f * w_f)$ 

$$V_f = (3 * 4 * 502,4) / ((2,6) * 3.2)$$

$$V_f = 724,46 \text{ mm/s}$$

Calculo de los esfuerzos en el cilindro  $F = YfwLc$

Angulo de contacto  $\theta = (\text{Diámetro del cilindro} - \text{delta h})/\text{diámetro del cilindro}$ .

$$\theta = (150 - 0,4)/150 = 0,997 \text{ rad.}$$

$$\theta = \cos(0,997) = 4 \text{ grados}$$

Longitud de contacto (R delta h)

$$Lc = 80 * 0,4 = 32 = 5,66 \text{ mm}$$

La proyección del area de contacto es =  $Lc * \text{ancho final}$

$$Ac = 5,66 * 3,2 = 18,10 \text{ mm}$$

Los cálculos realizados se muestran en la siguiente tabla.

**TABLA 13**

**CÁLCULO DE DIAMETRO PARA CILINDROS DE LAMINACIÓN**

Pasada	E (mm)	Ancho W(mm)	Fuerza N	Esfuerzo MPa	Momento (Nm)	Diametro apoyo(mm)	Potencia (Kw)	Diametro de Trabajo (mm)
1	1,4	4,24	2400	105	180	42	3,3	105
2	0,7	4,76	2360	100	177	44	3,5	99
3	0,4	5,46	2568	125	192,6	45	3,4	108
4	0,5	6,1	2700	108	202,5	45	3,7	110

De los resultados obtenidos el diámetro requerido para los cilindros de laminación es de 110 mm en la longitud de trabajo y 45mm en los apoyos, la potencia necesaria para ejercer el trabajo es de alrededor de 7,5 Kw,

la máquina se construyó tomando en consideración estos resultados el diámetro de los apoyos se lo construyó en 45 mm y para el área de trabajo del rodillo se lo hizo de 150 mm, por dos consideraciones muy especiales:

Primera: Darle a los rodillos una vida útil buena, aún no se sabe que otros trabajos el dueño de la obra tenga en mente realizar, que materiales desee experimentar a futuro por esta razón se les dio una dimensión mayor.

Segunda: El costo de hacerla 1,5 veces más de lo calculado no influye significativamente, por lo tanto la inversión no se ve afectada.

En el anexo No 1 está el plano del cilindro de laminación que fue construido. Aquí se muestra una fotografía en el momento de maquinación en torno.



**FIGURA 2.7 RODILLO DE LAMINADOR EN CONSTRUCCIÓN**

## 2.2 Diseño de las ampuestas del rodillo

Como se indicó anteriormente los cilindros de laminación por ser apoyados en los extremos por cojinetes o rulimanes, la ampueza es una caja metálica diseñada para albergar dos rulimanes y sobre este conjunto descansa el rodillo.

Además es necesario recordar que los muñones del eje que se apoyan en los soportes o ampuestas se calculan como un sólido empotrado en el eje con carga  $P_1$  igual a la fuerza ocasionada por la presión de laminación uniformemente repartida en su longitud  $l_1$  debiéndose comprobar que esta carga no produzca una compresión excesiva entre soporte y muñón.

$$d_1 = \sqrt{5P_1 l_1 / \sigma}$$

Como ya se dijo los únicos esfuerzos que se consideran son los de flexión, siendo las fuerzas de reacción iguales en los apoyos y se reparten uniformemente a lo largo de todo el muñón de apoyo.

La ecuación para las reacciones en cada uno de los apoyos está dada por la ecuación siguiente:

$$R_1 = F/2 = R_2$$

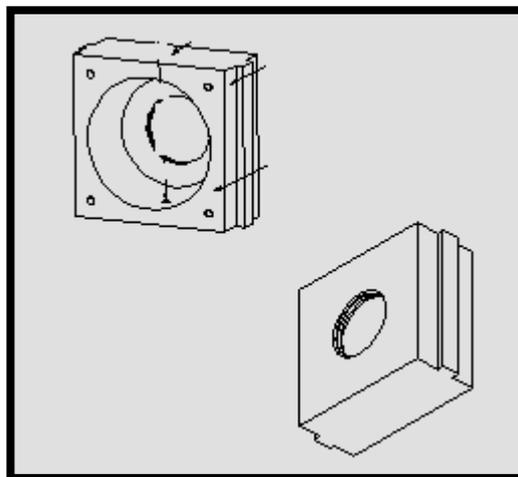
Con los resultados mostrados en la tabla No 13 se tiene  $R_1 = R_2 = 1350$  Newtons, para hallar el diámetro del muñón o apoyo usamos la ecuación

$$d_1 = \sqrt[3]{5P_1l_1/\sigma}$$

Donde  $d_1 = 4,4$  cm.

Los esfuerzos en los apoyos se reducen al área de contacto entre el muñón y la ampuesa al momento de trabajar el cilindro por efectos de las fuerzas de presión sobre el material se producen fuerzas de reacción iguales pero que solo descansan en la mitad superior de la ampuesa superior y cosa igual sucede en la ampuesa inferior.

La presión de los rodillos sobre las ampuestas casi nunca daña a estas, es más común ver daños en los bocines o en los rodamientos, esto se debe a que son estos elementos los que amortiguan la carga del cilindro al momento de trabajar, mientras que la ampuesa es tan solo el alojamiento de estos elementos.



**FIGURA 2.8 DIAGRAMA DE LA AMPUESA PARA EL LAMINADOR  
DÚO REVERSIBLE**

En el anexo No 2 se muestra el plano completo con las dimensiones y demás especificaciones para construir las ampuestas.

Otro elemento que se afecta es el perno que soporta los rodillos y permite hacer la calibración de la altura de los rodillos.

Este perno es en esencia el que soporta toda la carga de presión ocasionada al momento de laminar. Por esta razón me permití hacer las averiguaciones y cálculos necesarios para recomendar las dimensiones de dicho perno.

Como se sabe una columna de acero para ser comprimida necesita de fuerzas enormes, un perno de acero de cualquier diámetro al ser sometido a este esfuerzo lo resistirá sin duda alguna, pero la parte de la rosca es la que resultará más afectada a la hora de la verdad si ésta no es diseñada adecuadamente de tal manera que formen un solo cuerpo con el perno al momento de trabajar la máquina. En cada pasada del alambre por los rodillos del laminador la fuerza se transmite a través de las ampuestas a los pernos de calibración.

Entonces será necesario escoger un perno acerado de un diámetro determinado que permita absorber sin problemas las fuerzas generada al trabajar la máquina.

De los datos obtenidos y mostrados en la tabla No 13, se ve que la máxima fuerza o presión de laminación es de 3343 Kg., y que se reparte igualitariamente en las ampuesas, por lo que resulta que las fuerzas que actúan en cada ampuesa es de 1672 kg.

Por lo tanto la búsqueda del perno se reduce a encontrar uno que soporte esta carga.

En el mercado se encuentran disponibles pernos de acero SAE 1030 templado, con las siguientes características dadas por el fabricante:

Diámetro 1 1/8"

Esfuerzo de fluencia de 517 Mpa

Resisten una carga fluctuante de 6000 libras

Longitud de rosca 2"

Hilo fino con 12 hilos por pulgada

Longitud del perno desde 6" a 20".



FIGURA 2.9 FOTO DEL PERNO SELECCIONADO.

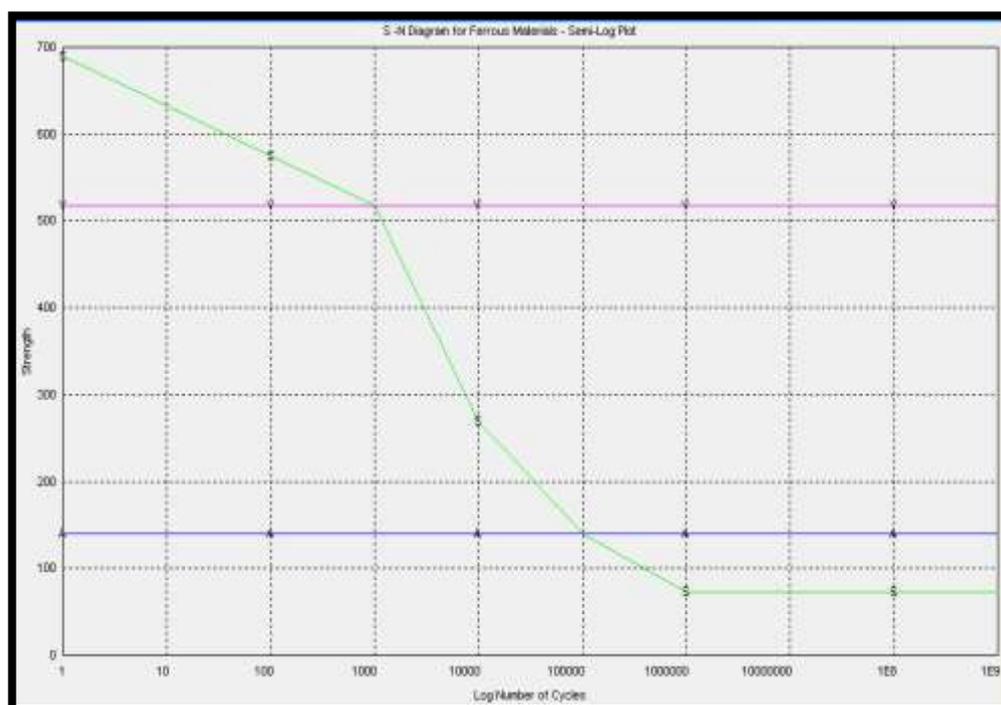


FIGURA 2.10 GRÁFICO DE DISEÑO POR FATIGA DEL PERNO

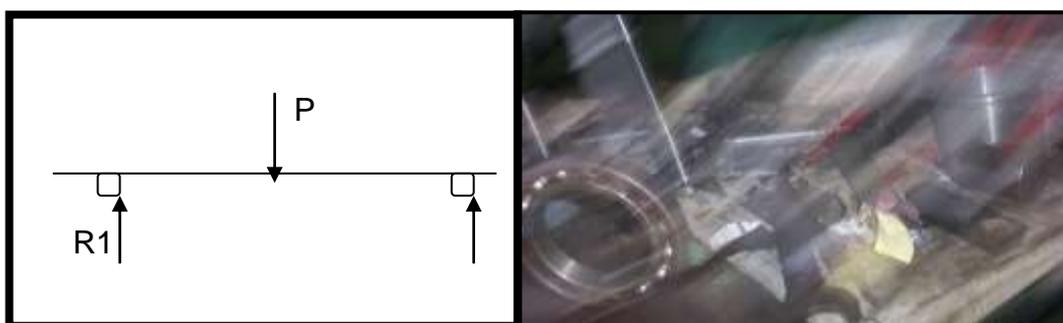
En el anexo No 3 está un dibujo del perno con su respectiva tuerca, para el caso en que se decida fabricarlo.

### 2.3 Selección de rodamientos.

El rodamiento o ruliman es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste sirviéndoles de apoyo y facilitándole su rotación.

Los rodamientos que van dentro de las ampuestas van a estar sometidos a esfuerzos de rotación, axiales y de vibración cíclicos ocasionados porque cada entrada de material producirá un golpe en los rodillos que tratará de ampliar la distancia entre ellos, en ese momento la carga de la presión de laminación se transmitirá y repartirá totalmente sobre los rodamientos.

Un esquema explicativo de lo que sucede se ve en el siguiente diagrama de fuerzas:



**FIGURA 2.11 DIAGRAMA DE FUERZAS EN LOS APOYOS Y DEL RODAMIENTO SELECCIONADO.**

Teniendo la presión de laminación que fue calculada en el capítulo anterior igual a 2700 Newtons y utilizando el catálogo de Rodamientos se seleccionó un rodamiento de rodillos oscilantes porque son apropiados para aplicaciones en donde hay que soportar cargas axiales y radiales simultáneas y además son insensibles a los choques.

Otra consideración que se tuvo es que sean fáciles de desmontar para labores de mantenimiento, por lo que se decidió aquellos que tienen un manguito de montaje.

Con éste valor de fuerza de 27 KN, el diámetro del eje que es de 45 mm entonces se tiene un rodamiento con las siguientes características:

Denominación del Fabricante: 22210 EK

Carga dinámica que soporta: 98 KN

Diámetro del Eje: 50 mm

Diámetro Exterior: 90 mm

Altura: 23 mm

El Manguito de Montaje seleccionado es:

Denominación del Fabricante: H2310

Diámetro del Eje: 45 mm

Diámetro Exterior: 50 mm

Tuerca KM10

Seguro MB10

Ver tabla del fabricante en anexo 2

#### **2.4 Diseño de caja inversora de giro**

Todo Equipo de laminación consta de un motor eléctrico, una caja de reducción, una caja inversora de giro, un sistema de transmisión de potencia y el bastidor con los rodillos respectivos.

La caja inversora de giro cumple con el requerimiento de hacer girar los rodillos en sentido contrario lo que permite generar el arrastre del material a laminar, por facilidad de diseño se decidió hacerla con un solo eje de entrada que va acoplado al moto-reductor y dos ejes de salida que son los que se acoplan a cada uno de los rodillos.

En el diseño de este elemento la consideración más importante está en los engranajes que son los que realmente hacen el trabajo de transmisión de potencia, por lo tanto se hará el cálculo de uno de ellos, puesto que los otros dos engranajes son similares. Además se consideró por facilidad de construcción hacerlos de dientes rectos.

TABLA 14

**PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO Y FÓRMULAS TOMADAS DEL  
MANUAL DE CASILLAS**

Ángulo o de presión		20
Módulo	M	3,5
Número de dientes	Z	28
Altura de la cabeza del diente		
Diámetro primitivo	d	98 mm
Distancia entre centros	dc	98 mm

Con estos datos se establece la siguiente tabla de resultados:

TABLA 15

**RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE ENGRANAJES PARA LA CAJA  
INVERSORA DE GIRO.**

DESCRIPCION	ENGRANAJE 1	ENGRANAJE 2	ENGRANAJE3
Número de dientes	28	28	28
Paso Circular ( PC = 3,14*m)	10,99 mm	10,99 mm	10,99 mm
Diámetro exterior ( $d_o=Z(m+2)$ )	105 mm	105 mm	105 mm
Diámetro raíz $d_f$	90,542 mm	90,542 mm	90,542 mm
Diámetro de separación de trabajo $d_w$	99,247 mm	99,247 mm	99,247 mm
Espesor del dente ( $E=P_c/2$ )	5,49 mm	5,49 mm	5,49 mm

Altura del diente ( $h = 2,25 \cdot m$ )	7,87 mm	7,87 mm	7,87 mm
Anchura de cara	52,5 mm	52,5 mm	52,5 mm
Adendum ( $a = m$ )	3,5 mm	3,5 mm	3,5 mm
Potencia de trabajo	5,5 Kw	-	-

El material que se seleccionó es un Acero ASSAB 7210, que de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante presenta las siguientes características mecánicas:

**TABLA 16**  
**ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE DEL ACERO ASSAB 7210**

Descripción	Símbolo	Engranaje 1
Límite de fatiga por contacto	$\sigma_{H\text{-lim}}$	1140 MPa
Resistencia a tracción	$R_m$	640 MPa
Límite de elasticidad en tracción	$R_{eL}$	390 MPa
Dureza de núcleo de diente		200 HRC
Dureza de lado de diente		405 HRB
Número base de ciclos de carga en contacto [ $10^6$ ]		100
Módulo de elasticidad de corte		206 MPa

en tensión [ $10^3$ ]		
Coefficiente de Poisson		0,3

Puede ser templado y revenido obteniéndose una dureza de trabajo de 300 a 405 HRB

## 2.5 Ensamblaje de partes y Pruebas mecánicas

Una vez que las piezas fueron completadas unas compradas y otras construidas se procede al ensamble de cada una de ellas para formar el Molino de Laminación, todo este trabajo se realizó en el mismo taller y realmente no hubo mayor dificultad para lograr hacerlo y ponerlo a funcionar.

El ensamble completo se lo ve en la figura siguiente donde se pueden apreciar mejor los componentes.



## FIGURA 2.12 ENSAMBLAJE DEL LAMINADOR

### 2.6 Pruebas con corridas de laminación

Una vez puesto en marcha el laminador se realizaron las pruebas las mismas que se hicieron en alambre SAE 1045, de 4mm de diámetro y 1,9 m de longitud, se obtuvieron los siguientes resultados:

La prueba se la realizó para un lote de 100 flejes.

Velocidad de los rodillos: 60 rpm

Diámetro de los rodillos: 160 mm

Velocidad de salida del material: 0,65 m/s

Número de pasadas: 4

Tiempo aproximado por pasada: 3 segundos

Tiempo estimado total por alambre: 20 segundos

Tiempo en calibrar las reducciones: 2 min. Después de cada pasada. (Se espera mejorar con la práctica de los operadores)

**TABLA 17**

### RESULTADOS DE LA PRUEBA

Pasada	T (seg.)	T lote(min)	Lo (cm)	Lf (cm.)	Wo (mm)	Wf (mm)	Eo (mm)	Ef (mm)
1	4	10	190	204	4	4,3	4	2,6
2	6	13	204	214	4,3	4,7	2,6	1,9
3	10	17	214	233	4,7	4,9	1,9	1,5
4	12	25	233	256	4,9	5,8	1,5	1,1
Total		53						

El tiempo total empleado para laminar un lote de 100 flejes, reduciendo el espesor desde 4 milímetros a 1,1 milímetro resultó ser de 53 minutos, más en tiempo total que se demoran los operarios en calibrar el equipo en cada pasada resultó ser de 10 minutos. Lo que nos da un tiempo total de 63 minutos. Si extrapolamos este resultado tendremos que el tiempo empleado para laminar las 4800 coronas sería aproximadamente de 60 horas es decir siete días y medio laborables, por lo tanto pueden el resto del tiempo este personal colaborar en otras actividades productivas de la planta.

Fue necesarios colocar guías a la entrada y salida de los rodillos del laminador con el propósito de que el fleje no se tuerza por efecto de los esfuerzos residuales y el enfriamiento con el aire, se nota que se desprende bastante calor, la temperatura final de los rodillos del laminador fue de alrededor de los 70 grados centígrados, el aceite que se uso como refrigerante y lubricante fue un EXAL 20 producido por Mobil, que es recomendado por su finura para procesos de laminación.

Con la practica se espera que los tiempos de calibración de los rodillos mejoren, el sistema funcionó sin dificultad, se notó que existe una buena alineación de las ampuesas no se atascaron al momento de subir o bajar los rodillos, el lubricante que se usó en los rodamientos es una grasa

típica para rodamientos que se compró en un almacén de distribución de rodamientos, de todas formas las ampuestas tienen graseros en sus costados para lubricaciones posteriores.

## **CAPITULO 3**

### **3. EVALUACION TECNICO ECONOMICA**

#### **3.1 Control de Calidad del Producto**

Una vez puesta la máquina en funcionamiento y hechas las pruebas preliminares en un lote de 100 flejes se hizo necesario la incorporación de un instructivo de procedimientos que incluye desde la capacitación de las personas que trabajarán en la máquina, la compra del producto, en bodegaje en la planta, manipulación del mismo antes de ingresar al

laminador, traslado a la máquina de soldadora de punto, empaque de los aros para enviarlos a galvanizar, y embalaje final.

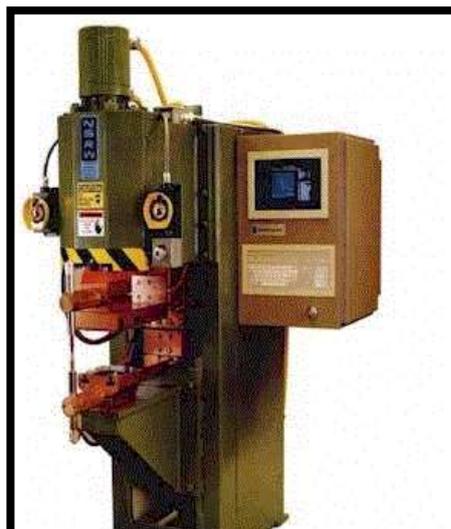
El entrenamiento consistió preparar a dos operarios del taller para que supieran los pormenores de la maquina, el encendido, la reversa, cómo se debe realizar la calibración de los rodillos, como usar un calibrador de espesores, se les entregó un pequeño instructivo de mantenimiento para que puedan trabajar en el futuro con la menor cantidad de errores, y puedan además darle un mantenimiento preventivo al equipo, la garantía que se otorgó fue de 12 meses, contra defectos de fabricación.

Con respecto a la manipulación del producto se pidió que se tomen las siguientes precauciones:

- Las condiciones en que el alambre debe de estar al momento de comprarlo, es preferible que esté lo más recto posible.
- El traslado a la bodega de la planta y el almacenamiento en la misma se debe hacer en una percha independiente, evitando colocarle pesos u otros objetos que lo puedan torcer.

- Se tuvo que hacer una percha adecuada para almacenar el producto ya que se recomendó que no esté en el suelo porque fácilmente puede torcerse
- Se adquirió una maquina soldadora de puntos que tiene refrigeración por agua para evitar el calentamiento excesivo de los electrodos. La soldadura es la forma más económica de unir piezas metálicas.
- Se construyeron además dos mesas con ruedas en las patas para trasladar los flejes desde el laminador a la bodega o hasta la soldadora de punto para confeccionar la corona.

Una vez que el lote de alambre ha sido reducido a fleje, uno de los operarios lleva este hasta la máquina soldadora de punto para proceder a confeccionar la corona para los toldos, como sabemos este proceso es muy rápido, el tiempo que emplea en hacer cada una de las coronas no es mayor a 3 segundos, la soldadora de punto es una máquina que por presión entre dos electrodos de cobre el material es unido al fundirse, esto ocurre de manera muy rápida. Con esta forma de soldar la cantidad de fallas por mal acabado casi no existe, es una forma muy delicada y elegante de dar acabados de soldadura.



**FIGURA 3.1 FOTO DE UNA SOLDADURA DE PUNTO**

Unido el fleje y transformado en corona se recoge la producción y es enviada a la ciudad de Cuenca, porque es en esta ciudad donde se ha conseguido un buen precio para el tratamiento superficial de galvanizado, lo que le da al producto una mejor presentación.

### **3.2 Evaluación del costo de producción y recuperación de la inversión.**

Para realizar el análisis del rendimiento económico de la máquina, procedí a calcular tres índices económicos que son indispensables en todo proyecto de producción, que son el punto de equilibrio, la tasa interna de retorno ( TIR) y el valor actual neto (VAN).

Que no son otra cosa que soluciones matemáticas que permiten visualizar al interesado la viabilidad o no de una inversión.

En gran medida este trabajo se lo hizo antes de construir la máquina para poder convencer al inversionista, y para que se de cuenta que hacer la máquina no solo le ahorraría dinero sino que también le produciría ganancia, ocuparía menos espacio físico, mejoraría la calidad de sus productos, menos tiempos de producción al hacer la corona del toldo etc. en fin toda una serie de beneficios con el hecho de incluir una máquina en su proceso productivo.

Para efectos de este análisis se consideró que solamente el 40% de los toldos producidos en el mes se venderían usando corona circular, esto es

en realidad cierto porque no todos los toldos que se fabrican llevan corona circular, existen muchos modelos que tienen corona rectangular, existen algunos modelos de toldo como el cofán de 3 plazas cuya corona rectangular mide 1,3 metros de largo por 0,9 metros de ancho, es bastante grande, si se acepta que el mercado en general es de 12000 unidades, el 40% lo constituyen 4800 unidades.

**TABLA 18**  
**GASTOS DE INSUMOS DE PRODUCTOS**

<b>CORONA DE TOLDO</b>			<b>Total</b>
Alambre de 4 mm SAE 1045	1,9	mts	9120
Suelda	1,0	unid.	4800
Galvanizado	1,0	unid.	4800

En la tabla 19 se expone de manera explicativa las proyecciones de ventas para el primer año, para el segundo año se prevé un crecimiento de la demanda del 40% y un incremento del 10% para el tercer año.

**TABLA 19**  
**PROYECCIONES DE VENTAS**

VOLUMEN DE VENTAS

4800,0

CELDA PARA VARIAR EL VULOMEN DE VENTAS

## FRACCIÓN DEL MERCADO Y VENTAS

NOMBRE O DESCRIPCION	1er.TRIMESTRE			2do.TRIMESTRE			3er.TRIMESTRE			4To.TRIMESTRE			Año 1	Año 2	Año 3
	1Mes	2Mes	3Mes	4mes	5mes	6Mes	7mes	8Mes	9Mes	10Mes	11Mes	12Mes			
	CORONA PARA TOLDOS														
<b>MERCADO TOTAL ( UNID. )</b>	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	12000,0	144000,0	158400,0	174240,0
<b>FRACCIÓN DE MERCADO %</b>	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	50,9%	50,9%
<b>VOLUMEN ESTIMADO DE VENTAS</b>	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0

	1er.TRIMESTRE			2do.TRIMESTRE			3er.TRIMESTRE			4To.TRIMESTRE			Año 1	Año 2	Año 3
	1Mes	2Mes	3Mes	4mes	5mes	6Mes	7mes	8Mes	9Mes	10Mes	11Mes	12Mes			
	<b>VOLUMEN ESTIMADO DE VENTAS</b>														
<b>CORONA DE TOLDO</b>	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0
<b>Precio de Venta (\$/UNID..)</b>	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
<b>VALOR DE VENTAS (\$) TOTAL</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>69120,0</b>	<b>102574,1</b>	<b>119601,4</b>
<b>DESCUENTOS (%)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>VALOR NETO DE VENTAS</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>5760,0</b>	<b>69120,0</b>	<b>102574,1</b>	<b>119601,4</b>

Hice el proyecto solamente a tres años porque consideré como un tiempo suficiente para la recuperación de la inversión. El precio de venta de la corona nueva es de 1,2 dólares mas IVA, precio que es inferior al precio de venta de las coronas de alambre que se reemplazarán cuyo valor es de 1,8 a 2 dólares la unidad.

Se prevé una producción fija mensual de cuatro mil ochocientos unidades, si se considera que el tamaño del mercado de la empresa de Toldos, históricamente se ubica en 12000 unidades, y solamente se pretende satisfacer el cuarenta por ciento de dicho mercado, esto se debe a dos razones la una que no toda la producción de toldos tienen este modelo de corona, existen muchos modelos de toldos con coronas incluso más grandes y la otra razón es que no todas las personas que adquieren un toldo llevan también la corona, porque esta generalmente tiene un tiempo de vida útil mayor de cinco meses.

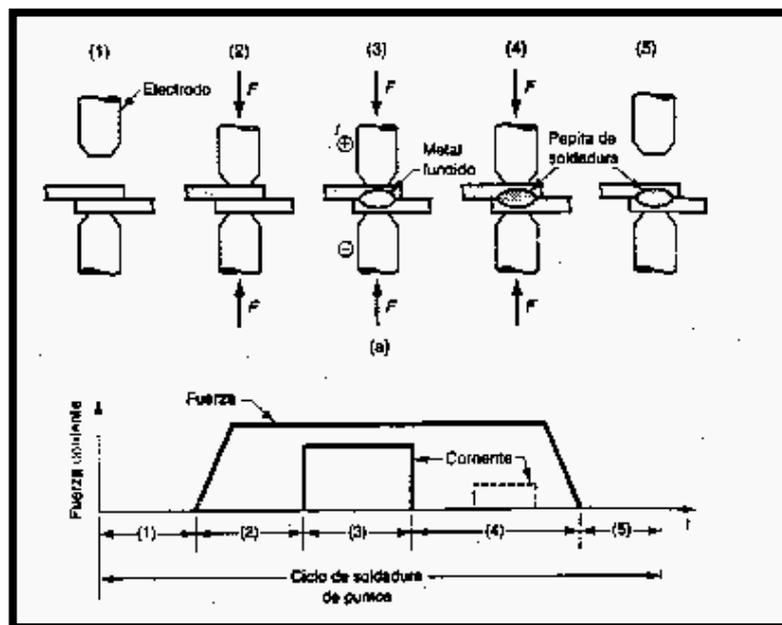
En la tabla 20, se describe el presupuesto de las materias primas que se van a consumir, en alambre se consumirán mensualmente 9120 metros, la soldadura es hecha por punto, la soldadora de punto es una máquina que permite obtener excelentes acabados, es una forma muy económica y fuerte de unir permanentemente los metales, cuya presentación sea en alambre, flejes (chapas), o láminas metálicas. Este trabajo se lo realiza manualmente por lo que va a existir implicado el costo de mano de obra del operario.

**TABLA 20**  
**CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS. / UNIDAD DE PRODUCTO**

	1er.TRIMESTRE			2do.TRIMESTRE			3er.TRIMESTRE			4To.TRIMESTRE			Año 1	Año 2	Año 3
	1Mes	2Mes	3Mes	4mes	5mes	6Mes	7mes	8Mes	9Mes	10Mes	11Mes	12Mes			
	<b>CORONA DE TOLDO</b>														
alambre de 4mm (Pts)	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	109440,0	153216,0	168537,6
suelda (unid.)	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0
galvanizado (und.)	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0
<b>TOTALES</b>															
alambre de 4mm (mts)	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	109440,0	153216,0	168537,6
suelda (und.)	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0
galvanizado (und.)	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0

La soldadura por puntos es un proceso mediante el cual se obtiene la fusión en una posición de las superficies utilizando electrodos de cobre superpuestos. El tamaño y la forma del punto se diferencian por la forma del electrodo.

En el diagrama adjunto se grafica como ocurre este proceso.



**FIGURA 3.2 PASOS DEL CICLO DE SOLDADURA DE PUNTO**

(1) colocación de la pieza sobre el electrodo abierto, (2) se aplica la fuerza y los electrodos se cierran (3) se activa corriente y se suelda, (4) se desactiva corriente (5) se retira la fuerza y la pieza soldada.

Y finalmente se contabiliza el proceso de mejoramiento de la calidad de presentación del producto mediante el galvanizado.

Este proceso de galvanizado se lo envía a realizar en la ciudad de Cuenca, los acabados son muy buenos y los precios muy competitivos.



**FIGURA 3.3 FOTOGRAFÍA DE UNA CORONA TERMINADA**

En la tabla 21, muestra de forma clara los valores en dólares que cuesta la adquisición de las materias primas y la implementación del proceso de producción en la planta, se totalizan los costos de alambre, de soldadura que como vemos tiene el valor de un centavo de dólar, lo que demuestra lo económico que es, y por último el costo que representa el galvanizado de las cuatro mil ochocientas coronas, que se producirán mensualmente.

**TABLA 21**

**PRESUPUESTO DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS**

	1er.TRIMESTRE			2do.TRIMESTRE			3er.TRIMESTRE			4To.TRIMESTRE			Año 1	Año 2	Año 3
	1Mes	2Mes	3Mes	4mes	5mes	6Mes	7mes	8Mes	9Mes	10Mes	11Mes	12Mes			
	<b>ALAMBRE DE 4 MM</b>														
CANTIDAD A COMPRAR	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	9120,0	109440,0	153216,0	168537,6
COSTO UNITARIO	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
COSTO TOTAL	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	2097,6	25171,2	35239,7	38763,6
<b>SOLDADURA</b>															
CANTIDAD A COMPRAR	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0
COSTO UNITARIO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
COSTO TOTAL	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	576,0	806,4	887,0
<b>GALVANIZADO</b>															
CANTIDAD A COMPRAR	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0
COSTO UNITARIO	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
COSTO TOTAL	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	5760,0	8064,0	8870,4
<b>COSTO TOTAL MATERIAS PRIMAS</b>	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	2625,6	31507,2	44110,1	48521,1
<b>IVA 12%</b>	315,1	315,1	315,1	315,1	315,1	315,1	315,1	315,1	315,1	315,1	315,1	315,1	3780,9	5293,2	5822,5
<b>COSTO TOTAL MATERIAS PRIMAS</b>	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	2940,7	35288,1	49403,3	54343,6

En la tabla 22 muestro las horas empleadas mensualmente para elaborar las 4800 coronas de toldo, en el cuadro se detallan los costos de la mano de obra.

**TABLA 22**  
**MANO DE OBRA DIRECTA**

	1er.TRIMESTRE			2do.TRIMESTRE			3er.TRIMESTRE			4To.TRIMESTRE					
	1Mes	2Mes	3Mes	4mes	5mes	6Mes	7mes	8Mes	9Mes	10Mes	11Mes	12Mes	Año 1	Año 2	Año 3
<b>CANT. CORONA DE TOLDO</b>	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0
<b>HORAS DE MANO DE OBRA</b>	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	720,0	720,0	720,0
<b>LAMINADO</b>	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0	5760,0	8064,0	8870,4
<b>SOLDADO</b>	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	1152,0	1612,8	1774,1
<b>TOTALES</b>	576,0	576,0	576,0	576,0	576,0	576,0	576,0	576,0	576,0	576,0	576,0	576,0	6912,0	9676,8	10644,5

En la tabla 23 muestro el presupuesto de ingresos por ventas brutas mensuales llegando a la suma mensual de 5760 dólares/mes, considerando un precio de venta unitario de 1,2 dólares más IVA por corona. Las ventas netas anuales ascienden a la cantidad de 77414,44 dólares.

**TABLA 23**  
**PRESUPUESTO DE INGRESOS**

PRODUCTO	1er.TRIMESTRE			2do.TRIMESTRE			3er.TRIMESTRE			4To.TRIMESTRE			Año 1	Año 2	Año 3
	1Mes	2Mes	3Mes	4mes	5mes	6Mes	7mes	8Mes	9Mes	10Mes	11Mes	12Mes			
	<b>CORONA DE TOLDO</b>														
CANTIDAD A VENDER KG.	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	4800,0	57600,0	80640,0	88704,0
PRECIO DE VENTA UNITARIO (\$/Kg.)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
VENTA TOTAL (\$)	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	69120,0	102574,1	119601,4
<b>VENTAS BRUTAS</b>	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	5760,0	69120,0	102574,1	119601,4
<b>IVA 12%</b>	691,2	691,2	691,2	691,2	691,2	691,2	691,2	691,2	691,2	691,2	691,2	691,2	8294,4	12308,9	14352,2
<b>VENTAS NETAS</b>	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	6451,2	77414,4	114883,0	133953,5

En la tabla 24 presenta el presupuesto de inversión necesario para poder implementar el proyecto en la empresa, valor que asciende a la suma de 22800 dólares.

**TABLA 24**  
**PRESUPUESTOS DE INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS**

<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR.UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>ADMINISTRACIÓN</b>			
LAMINADOR	1,0	15000,0	15000,0
SOLDADORA DE PUNTO	1,0	2200,0	2200,0
MESAS DE PROCESO	4,0	1400,0	5600,0
<b>TOTAL INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS</b>			<b>22800,0</b>

En la tabla 25 se indica la depreciación de los equipos incorporado en la inversión del proyecto, considero una tasa de depreciación del 10% anual, lo que nos da un acumulado de 6840 dólares al cabo de los tres años.

**TABLA 25**  
**DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN**

	años	%	DPR. ANUAL	DPR. ACUM	VAL. RESID.
<b>EQUIPOS ( 3 Años)</b>					22800,0
	1,0	10,0	2280,0	2280,0	20520,0
	2,0	10,0	2280,0	4560,0	18240,0
	3,0	10,0	2280,0	6840,0	15960,0

En la tabla 26 detallo el precio de venta de cada corona, y la proyección del precio para los dos años siguientes estimando un incremento del precio del 6% por cada año.

**TABLA 26**  
**PROYECCIÓN DE LOS PRECIOS DE VENTA DE LA CORONA**

PRODUCTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
PRODUCTO 1	1,20	1,27	1,35

En la tabla 26 presento el presupuesto detallado de la mano de obra directa empleada en el proceso y las prestaciones sociales correspondientes así como las bonificaciones complementarias respectivas.

**TABLA 27**  
**PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA**

CONCEPTO	1er.TRIMESTRE			2do.TRIMESTRE			3er.TRIMESTRE			4To.TRIMESTRE			Año 1	Año 2	Año 3
	1Mes	2Mes	3Mes	4mes	5mes	6Mes	7mes	8Mes	9Mes	10Mes	11Mes	12Mes			
	Número de Obreros : 2														
SALARIO BÁSICO	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3.600	3.816	4.045
SUBSIDIO DE TRANSPORTE 6,10%	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	220	233	247
APORTE PATRONAL IESS 9,35%	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	378	401	425
DÉCIMO TRECECEAVO 8,33%	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	300	318	337
DÉCIMO CATORCEAVO 4,16%	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	150	159	168
VACACIONES 4,16%	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	150	159	168
FONDOS DE RESERVA 8,33%	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	300	318	337
PROYECCIÓN DE LIQUIDACIÓN 8,33%	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	300	318	337
Total Mano de obra UN obrero	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	5.397	5.721	6.064
<b>TOTAL MANO DE OBRA MES/ 2 OB.</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>10.794</b>	<b>11.441</b>	<b>12.128</b>

En la tabla 27, se detallan los valores de los gastos de operación, costos generales de fábrica.

**TABLA 28**  
**PRESUPUESTOS DE GASTOS DE OPERACIÓN**

	MES	Año 1	Año 2	Año 3
DEPRECIACIÓN EQUIPOS	0	2.280	2.280	2.280
Gastos Generales de Fabricación	240	2.520	2.520	2.520
<b>TOTAL GASTOS DE FABRICACIÓN</b>		4.800	4.800	4.800

En la tabla 28 muestro un análisis de los costos totales del proceso productivo, determinando ya el punto de equilibrio para el primer año ubicado en 23990 unidades. Esta es la cantidad de unidades que se debe producir mínimo al año para no ganar ni perder, en el segundo año desciende a 22402 unidades y al tercer año desciende un poco mas para ubicarse en 21000 unidades, esto se debe a que se ha proyectado también un aumento del precio de venta de la corona.

**TABLA 29**  
**ANÁLISIS DE COSTOS**

<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
MANO DE OBRA	10.794	11.441	12.128
DEPRECIACIÓN EQUIPOS Y MUEBLES	4.800	4.800	4.800
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	15.594	16.241	16.928
<b>COSTOS VARIABLES</b>			
MATERIA PRIMA (SIN IVA)	31.507	44.110	48.521
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	31.507	44.110	48.521
<b>COSTO TOTAL</b>	47.101	60.351	65.449
<b>NUMERO DE UNIDADES</b>	57.600	80.640	88.704
<b>COSTO PROMEDIO KILOGRAMO</b>	0,82	0,75	0,74
<b>COSTO VAR. UNIDAD</b>	0,55	0,55	0,55
<b>PRECIO PROMEDIO UNITARIO*SIN IVA)</b>	1,20	1,27	1,35
<b>MARGEN UNITARIO PROMEDIO</b>	0,65	0,73	0,80
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>	23.880	22.402	21.125

En la tabla 29 se muestra un flujo de caja para el año y se proyecta para los dos años siguientes. En las tablas 30 y 31 están los resultados económicos del ejercicio en donde se tiene una tasa interna de retorno del 30% y un valor actual neto positivo de 32413,64 dólares. Lo que claramente demuestra que no se ha perderá en esta inversión, y que por lo tanto el inversionista puede estar seguro de que el proyecto es beneficioso para sus intereses.

**TABLA 30**  
**FLUJO DE CAJA**

ITEM	1er.TRIMESTRE			2do.TRIMESTRE			3er.TRIMESTRE			4To.TRIMESTRE			AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11				Mes 12
Caja inicial	0	7200	9120	11040	12960	14879	16799	18719	20639	22559	24479	26399	28319	7200	30238	71968
Mas Ingresos de contado		5760	5760	5760	5760	5760	5760	5760	5760	5760	5760	5760	5760	69120	102574	119601
<b>TOTAL DISPONIBLE</b>	0	12960	14880	16800	18720	20639	22559	24479	26399	28319	30239	32159	34079	76320	132812	191569
Menso inversiones en Activos Fijos	22800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Menos Egresos por compra de materias primas	0	2941	2941	2941	2941	2941	2941	2941	2941	2941	2941	2941	2941	35288	49403	54344
Menos Egresos por mano de Obra	0	899	899	899	899	899	899	899	899	899	899	899	899	10794	11441	12128
Menos Egresos por Gastos de Fabricación																
Menos Egresos por Gastos de Administracion y Ventas																
Gastos Publicidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asesoría Contable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos Transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos Papelería	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egresos por pago de impuestos																
Gastos de constitución		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cámara de Comercio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
súper de compañías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Municipio																
bomberos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iva		376	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	2233	3323	4224
<b>TOTAL EGRESOS</b>	22800	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	46082	60844	66471
<b>NETO DISPONIBLE</b>	-22800	9120	11040	12960	14879	16799	18719	20639	22559	24479	26399	28319	30238	30238	71968	125098
Más : Aporte de Socios	30000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distribución de Excedentes															0	0
<b>CAJA FINAL</b>	7200	9120	11040	12960	14879	16799	18719	20639	22559	24479	26399	28319	30238	30238	71968	125098

**TABLA 31**  
**ESTADO DE RESULTADOS**

ÍTEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
VENTAS NETAS	69120	102574	119601
Menos: Compra de Materia prima	31507	44110	48521
Menos: Costo mano de Obra	10794	11441	12128
Menos: Gastos de Fabricación	4800	4800	4800
Menos: Gastos de Administración y Ventas	0	0	0
<b>UTILIDAD DEL EJERCICIO</b>	<b>22019</b>	<b>42223</b>	<b>54153</b>
Menos: 15% participación de trabajadores	3303	6333	8123
<b>UTILIDAD GRAVABLE</b>	<b>18716</b>	<b>35889</b>	<b>46030</b>
MENOS 25% IMPUESTO A LA RENTA	4679	8972	11507
<b>UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO</b>	<b>14037</b>	<b>26917</b>	<b>34522</b>

**TABLA 32**  
**FLUJO DE CAJA NETO**

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
UTILIDAD DEL EJERCICIO	0	14037	26917	34522
Más: Depreciación	0	2280	6840	15960
Más: Amortización	0	0	0	0
		0	0	0
<b>1. FLUJO DE FONDOS NETO DEL PERIODO</b>		16317	33757	50482
Inversiones en Activos Fijos del Período	22800	0	0	0
Inversiones en Capital de Trabajo	7200	0	0	
<b>2. INVERSIONES NETAS DEL PERIODO</b>	30000	0	0	0
recuperación capital de trabajo				7200
salvamento del equipo				7980
<b>3.- LIQUIDACIÓN DEL NEGOCIO</b>				15180
<b>4. (=1-2+3) FLUJOS DE CAJA TOTALMENTE NETOS</b>	<b>-30000</b>	<b>16317</b>	<b>33757</b>	<b>65662</b>
TASA INTERNA DE RETORNO	82,14%			
VALOR PRESENTE NETO (30%)	32413,64			

En la tabla 32 se presenta un análisis comparativo del proceso viejo con el implementado y el resultado es que en esta inversión no se perdería ni aún en el caso en que solamente se dedique la empresa a la actividad de fabricar coronas para toldos.

**TABLA 33**  
**COMPARACION ENTRE LOS PROCESOS DE ELABORACION DE CORONAS PROCESO VIEJO VS**  
**PROCESO IMPLEMENTADO CON EL LAMINADOR**

PROCESO VIEJO		PROCESO NUEVO
DESCRIPCION		
UNIDADES A PRODUCIR	4800	4800
# DE TRABAJADORES	3	2
COSTO MANO DE OBRA/MES	690	530
MATERIA PRIMA /CORONA	1,096	0,44
INVERSION TOT. MATERIA PRIMA	5264	2112
TIEMPO OCUPADO (HORAS)	128	51
COSTO MANO DE OBRA/HORA	1,3	1,5
COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL	166,4	76,5
AHORRO EFECTIVO		
AHORRO EN MATERIA PRIMA(USD)	2688	
AHORRO MANO DE OBRA (USD)	89,9	
TOTAL AHORRO EN DÓLARES/MES	2777,9	

Aquí claramente queda demostrado que aún si el inversionista solamente se dedica a esta actividad tendría resultados positivos.

En la tabla 32 se hace un análisis comparativo entre el proceso de fabricar la corona con alambre galvanizado y el actual que es la fabricación de la corona con alambre laminado.



**FIGURA 3.4 BARRAS DE LA ESTRUCTURA**



**FIGURA 3.5 PERNOS PARA SOSTENER LA ESTRUCTURA**



**FIGURA 3.6 FABRICACION DE LOS RODILLOS DEL LAMINADOR**

# CAPITULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- a) La incorporación del laminador cumplió con el objetivo propuesto, que es mejorar la presentación del producto final que es el toldo, le dio a la empresa un carácter de exclusividad, lo que le permitirá un mejor posicionamiento en el mercado nacional.
  
- b) El alambre ideal para confeccionar la corona de los toldos es el Acero SAE 1045, que demostró propiedades elásticas excelentes, hay suficiente stock en el mercado y su precio no es caro. Siendo la calidad del producto obtenido igual al importado con el beneficio de tenerlo siempre disponible.

- c) La rentabilidad está asegurada, los índices del punto de equilibrio, tasa interna de retorno y valor actual neto son positivos, de tal forma que aún si la empresa sólo se dedicara a producir este producto y no otro al final de un ejercicio fiscal ganaría dinero y en no más de tres años amortizaría la totalidad de su inversión
  
- d) El tiempo de acoplamiento a la utilización, calibración y mantenimiento del nuevo equipo resultó ser muy corto, sólo se requirió de una semana completa de pruebas y entrenamiento del personal a cargo de la máquina.

#### **4.2 Recomendaciones**

- a) La incorporación de cualquier máquina dentro de un proceso productivo cuando satisface los requerimientos para los que es planteada asegura una inversión en cualquier proceso productivo. Es necesario que el empresario nacional se tome el tiempo suficiente para asegurarse un asesoramiento correcto, independientemente del costo del mismo.
  
- b) Es recomendable que al haber tenido tan buena aceptación este producto en el mercado, se proceda a fabricar en mayores cantidades

para poder vender a otros fabricantes de toldos, pudiendo el beneficio económico ser muy interesante. Los mercados que puede explorarse serían el Peruano y Colombiano, ya que comercializarlo externamente no le afectaría a su calidad de exclusividad que tiene actualmente en el mercado nacional.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. FUNDAMENTOS DE LA LAMINACIÓN, W Trinks, traducida del Ruso al español por el Ing. J. Montero, editorial Ceac, Barcelona, 1978.
2. FORMULARIOS DE ELEMENTOS DE MAQUINAS, Luis Pareto, Artes Gráficas Ampurias S.A., impreso en España.
3. MANUAL DE SELECCIÓN DE RODAMIENTOS FAG.
4. DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA, Joseph Shigley; Larry Mitchel, Editorial McGraw-Hill, Tercera edición, 1984.

**PLANO 1    RODILLO DE LAMINADOR**

**PLANO 2**    AMPUESA DE LAMINADOR

**PLANO 3**    PERNO DE EMPUJE DE LAS AMPUESAS

**PLANO 4**    BASE   DEL   PERNO   DE   PRESION   DE  
AMPUESAS

**PLANO 5**    AMPUESAS DEL LAMINADOR FINAL

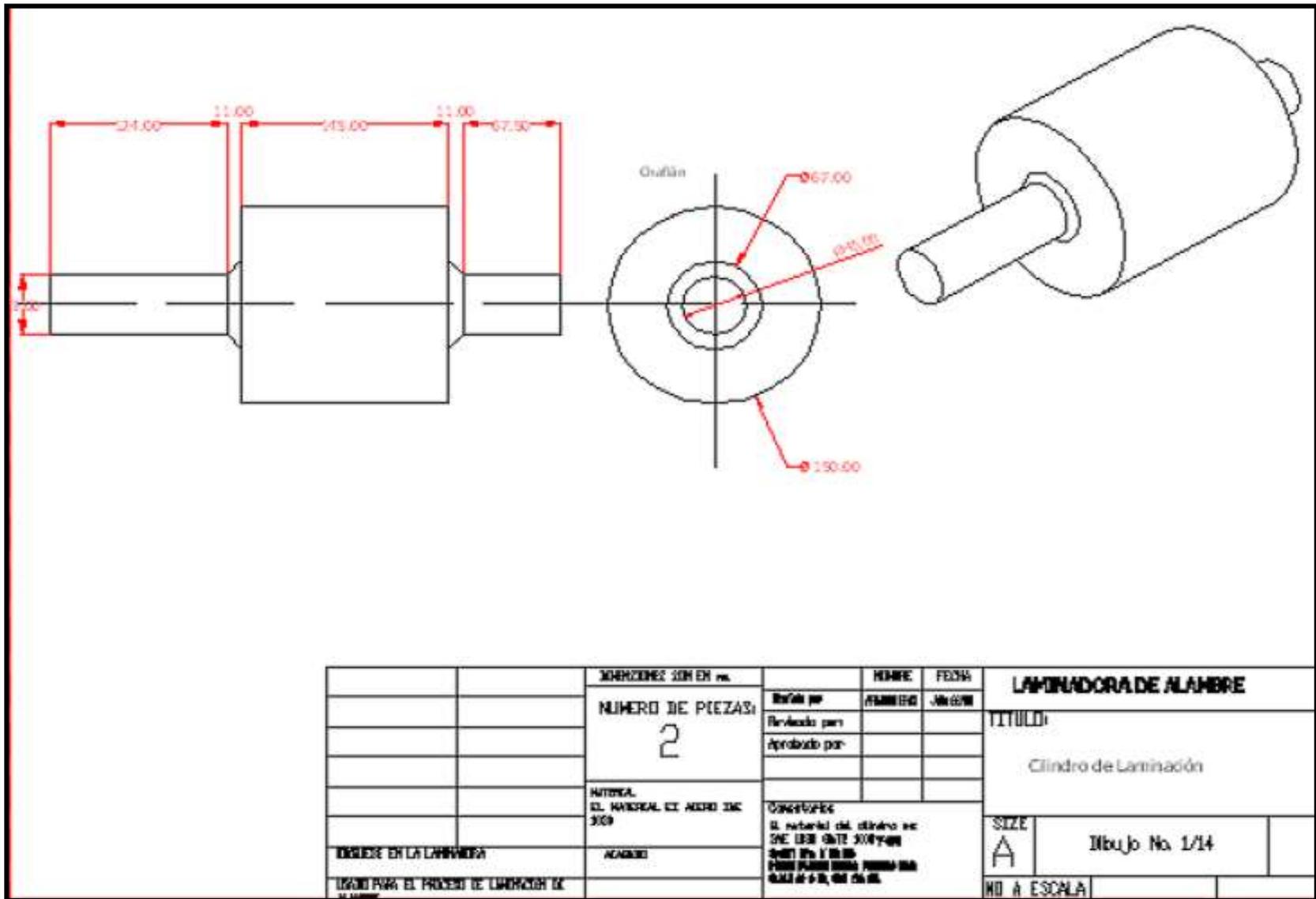
**PLANO 6** CAJA REDUCTORA

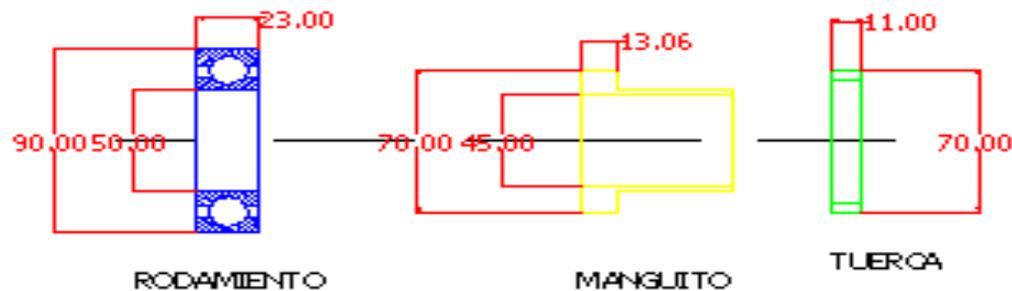
**PLANO 7    ENGRANAJE DE CAJA REDUCTORA**

**PLANO 8** EJE DEL ENGRANAJE DE CAJA REDUCTORA

**PLANO 9** TAPAS DE LA CAJA REDUCTORA

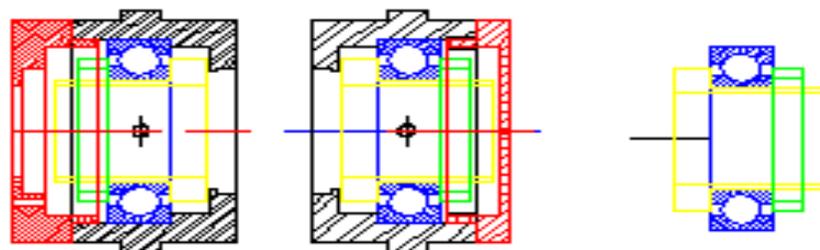
**PLANO 10** LAMINADOR ACOPLADO CON SUS  
ELEMENTOS



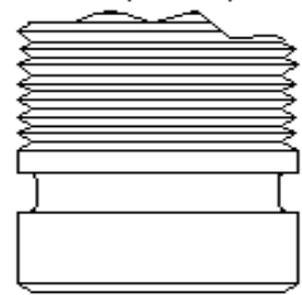
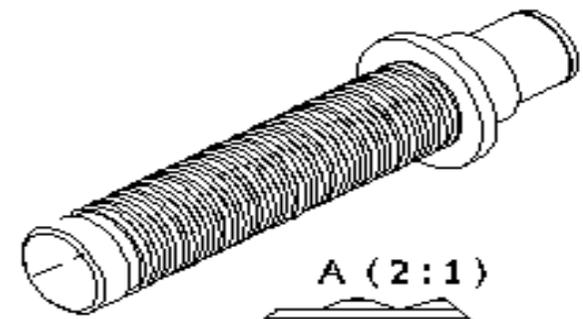
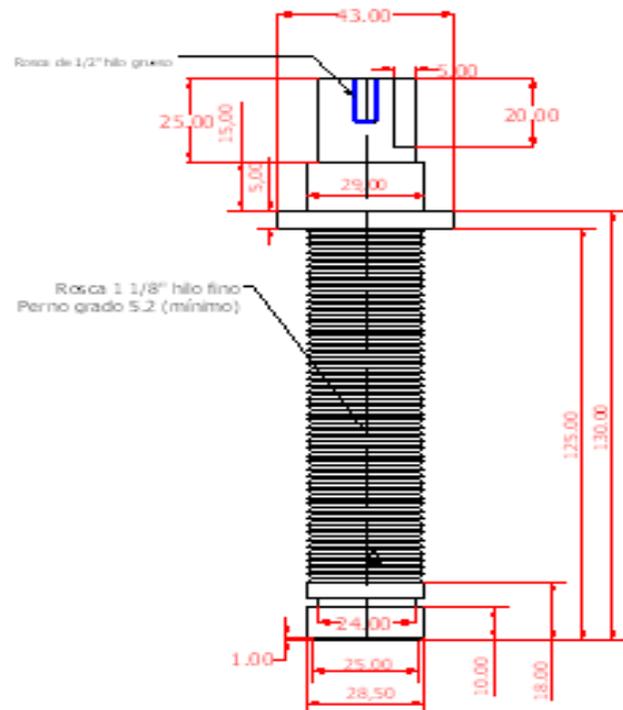


lado izquierdo

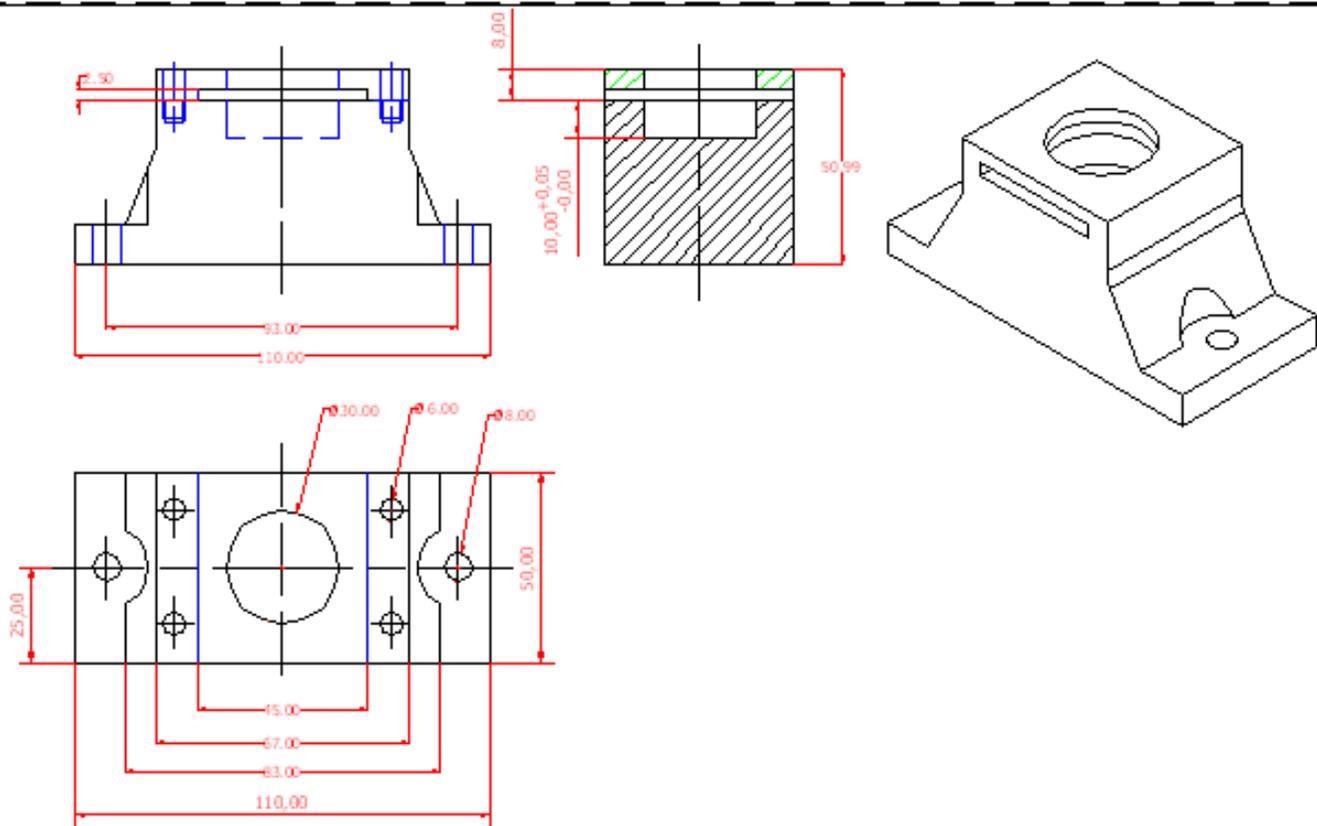
lado derecho



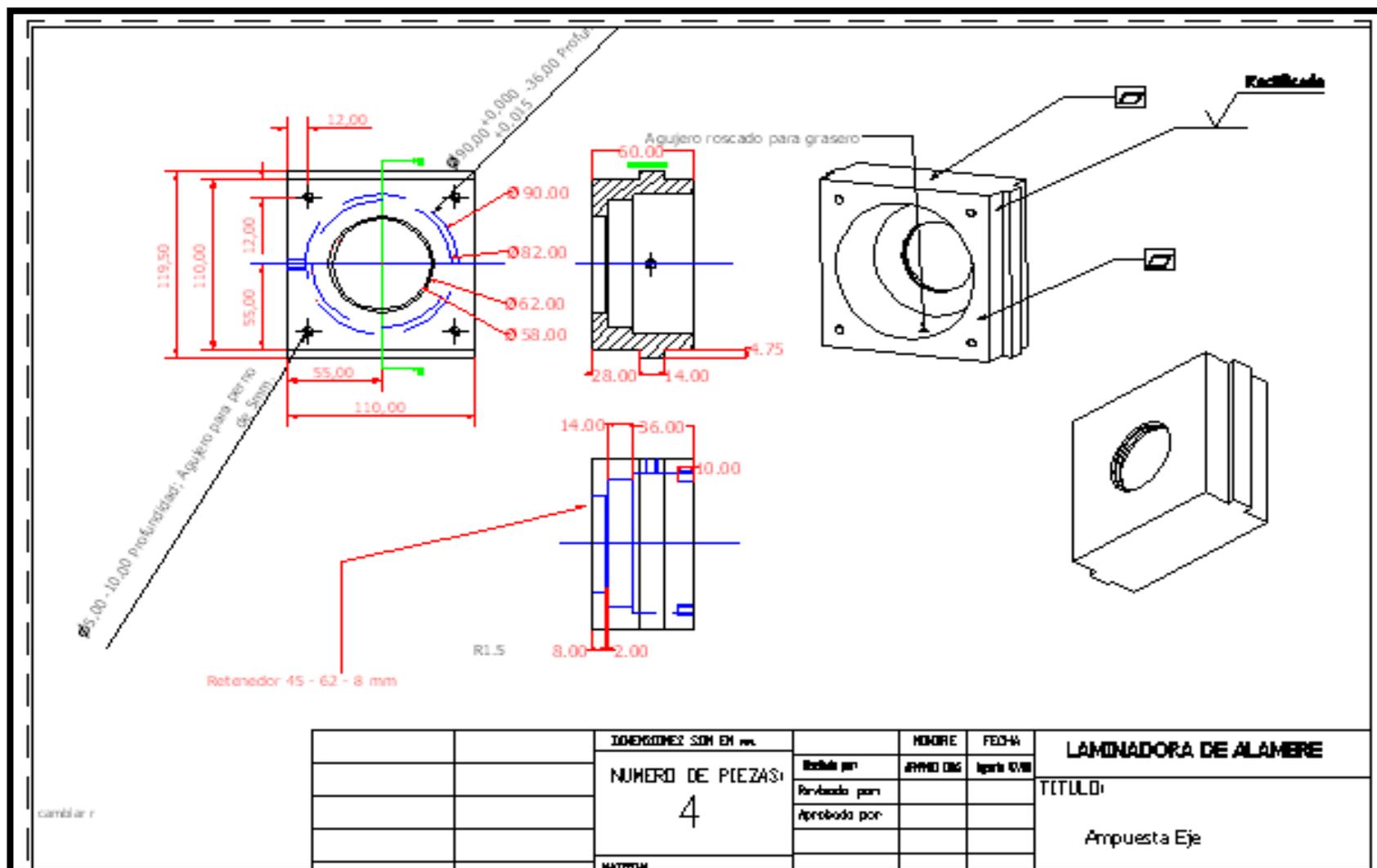
		DIMENSIONES SON EN MM. NUMERO DE PIEZAS: 1 MATERIAL: EL MATERIAL ES ACERO 705	DISEÑADO POR REVISADO POR APROBADO POR CONVENCIONES SE DEBE UTILIZAR UN MATERIAL QUE SOPORTE POR LO MENOS 350MPa	NUMERO FECHA Aprobado 02/14	<b>LAMINADORA DE ALAMBRE</b> TITULO: ensamble rodamiento -Ampuesta E	SIZE A	Dibujo No. 11/14
--	--	---	---	-----------------------------------	--	-----------	------------------

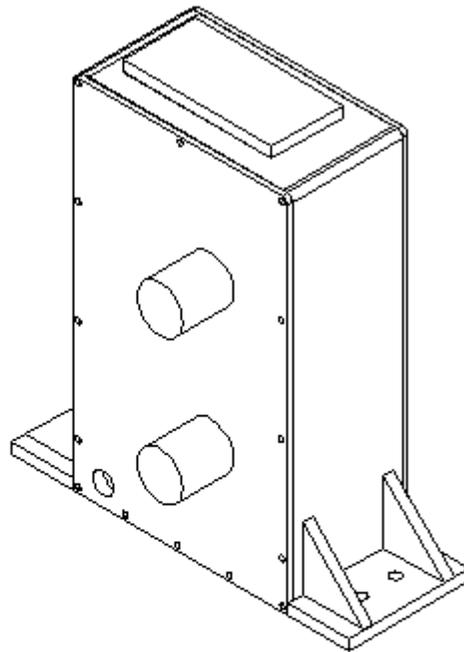


		INDICACIONES EN CH. DEL	HEBRE	FECHA	<b>LAMINADORA DE ALAMBRE</b>	
		NUMERO DE PIEZAS	Diseñó por	ANEXO DISE	Fecha DISE	TITULO
		2	Revisado por			Perno de Empuje
		MATERIAL	Aprobado por			
		EL MATERIAL ES ACERO SAE				
		LEN 1018/1017				
		LENGUETE EN LA LAMINADORA	Observaciones			SIZE
		ACERON	Es posible utilizar perno de 2 1/2			A
		ESQUEMA PARA SOPORTAR LA CARGA DE LOS	por 6\" de largo con rosca de			Obra No. 3/14
		ELEMENTOS	1/8\" hilo fino Grado 5.2 o superior.			NO A ESCALA
			Se debe tener especial cuidado en			
			su fabricación			



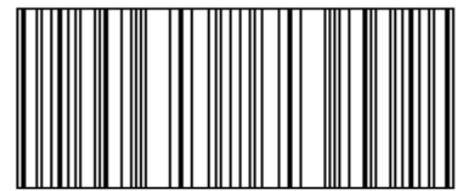
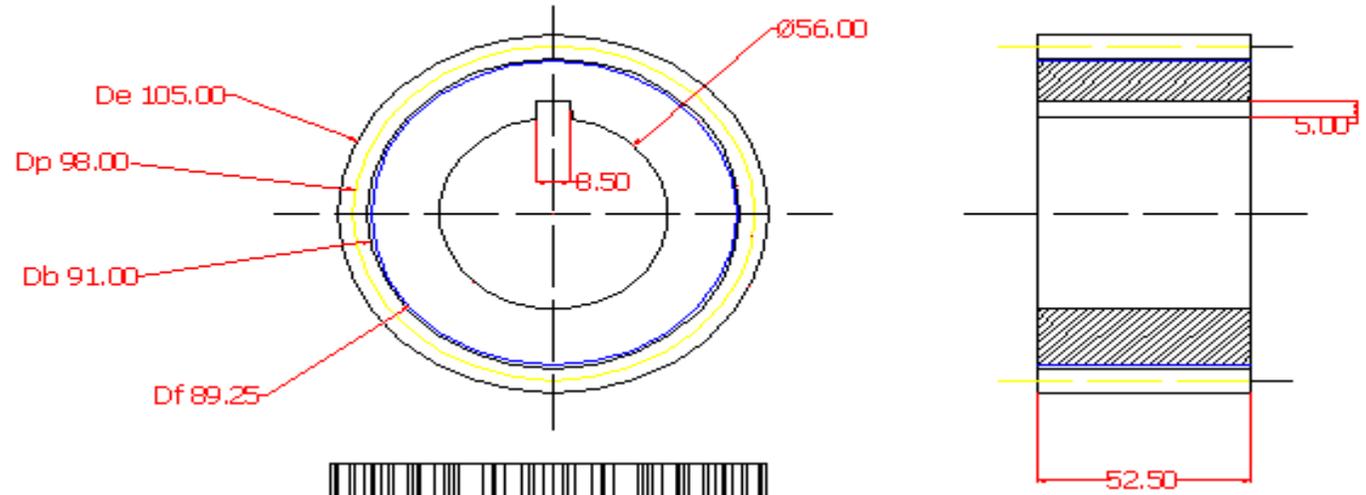
		DIMENSIONES SON EN MM.		HECHADO POR	FECHA	LAMINADORA DE ALAMBRE	
		NÚMERO DE PIEZAS		REVISADO POR	MIEMBRO	TÍTULO	
		2		APROBADO POR		Asiento de tapa de ampuesta rueda	
		MATERIAL		COMENTARIOS			
		EL MATERIAL ES ACERO SAE 1020		La planitud de las superficies es importante para una buena distribución de las tensiones.			
		ACABADO		SIZE		Dibujo No. 5/14	
		UBIQUESE EN LA LAMINADORA		A		NO A ESCALA	
		USADO PARA APOYO DEL PERRO DE EMPLE					



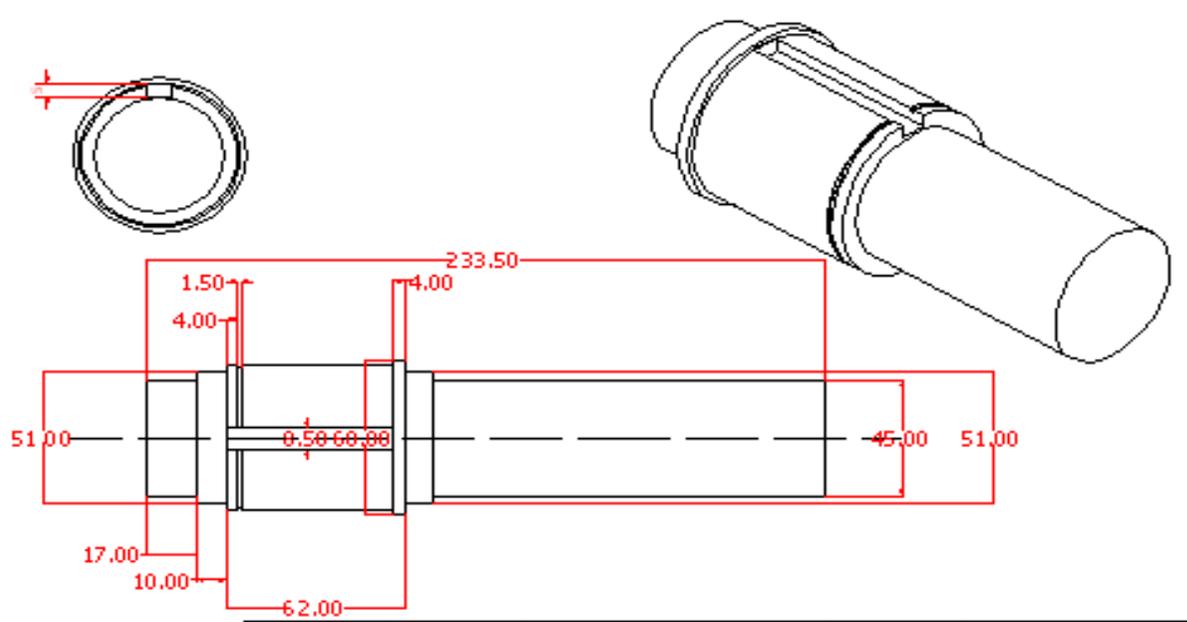


Lista de piezas			
NUMERO	CIDAD	MP DE PIEZA	DESCRIPCION
1	3		Engrapas vertica 28.26. 80.297
2	1	Tapa derecha	
3	1	Tapa izquierda	
4	8	Arrojos	
5	1	Roca	
6	2	Lubores	
7	1	Tap	
8	6	SEP 8009	Arbolito SEP 8009
9	1		File
10	1		File
11	1		File
12	4	Alafo	
13	3	Viscros	
14	1	Tapa de top	

DIMENSIONES SON EN MM		NOBRE	FECHA	LAMINADORA DE ALAMERE	
NUMERO DE PIEZAS:		Dibaja por	ANIVIL DAG	Ayala ESR	TITULO
1		Revisado por			ENSAMBLE DE CAJA INMERSORA
MATERIAL		Aprobado por			
MM					
URQUESE EN EL CONJUNTO DE ENSAMBLE		Comentarios:		SIZE	
USADO COMO INVERSOR DE MOVIMIENTO				A	Dibuja No. 13B/13
				NO A ESCALA	



		DIMENSIONES SON EN mm	NOMBRE	FECHA	<b>LAMINADORA DE ALAMBRE</b>	
		NUMERO DE PIEZAS	Dibujó por	Revisó por	TITULO	
		3	Aprobado por		Engranaje	
		MATERIAL	Comprobado		SIZE	Ilbjuo No. 9/13
		MM			A	
		ACABADO			NO A ESCALA	
		USAR EN LA OALA INVERSORA				
		USAR COMO TRANSMISOR DE POTENCIA				



DIMENSIONES SIN EN mm		MODELO	FECHA	LAMINADORA DE ALAMBRE
NUMERO DE PIEZAS		Dibujado por	PLANO NO.	
1		Revisado por	Fecha DIA	TITULO:
		Aprobado por		Engranaje 1
MATERIA		Contribucion		SIZE
MM		[REDACTED]		A
UNIDADES EN LA SALV DIVERSA				Dibujo No. 10/13
ESCALA COMO TRANSICION DE PIEZAS				NO A ESCALA



