



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**REDISEÑO Y REPOTENCIACIÓN DE UNA  
TERMOLAMINADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA EL  
ACABADO DE MUEBLES FINOS EN SAN EDUARDO  
INDUSTRIAS DEL MUEBLE DE LA CIUDAD DE  
LATACUNGA - PARROQUIA DE MULALÓ.**

**CHICAIZA REINOSO EDWIN IVÁN  
PILATÁSIG CAPILLA CARLOS EDUARDO**

Latacunga, 2015

# TERMOLAMINADORA INTRODUCCIÓN



# CAPÍTULO I

## *FUNDAMENTOS TEÓRICOS*

# TERMOLAMINADO

CONCEPTO

PLANTEAMIENTO DEL  
PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN

# PAPEL PARA EL TERMOLAMINADO

PVC



CHAPILLA DE MADERA



## CARACTERISTICAS DE OPERACIÓN

TIPO DE PAPEL	TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (mm)
PVC	80-95	0.8
CHAPILLA DE MADERA	50	0,6 - 1,5

# MADERA A PROCESAR - EL MDF



# PROCESO DE TERMOLAMINADO

Datos de la pieza



Tipo de PVC



Adhesivo



Termolaminado

# PARTES PRINCIPALES DE LA TERMOLAMINADORA

## Bomba de Vacío



## Sensores



## HMI



## Motor eléctrico



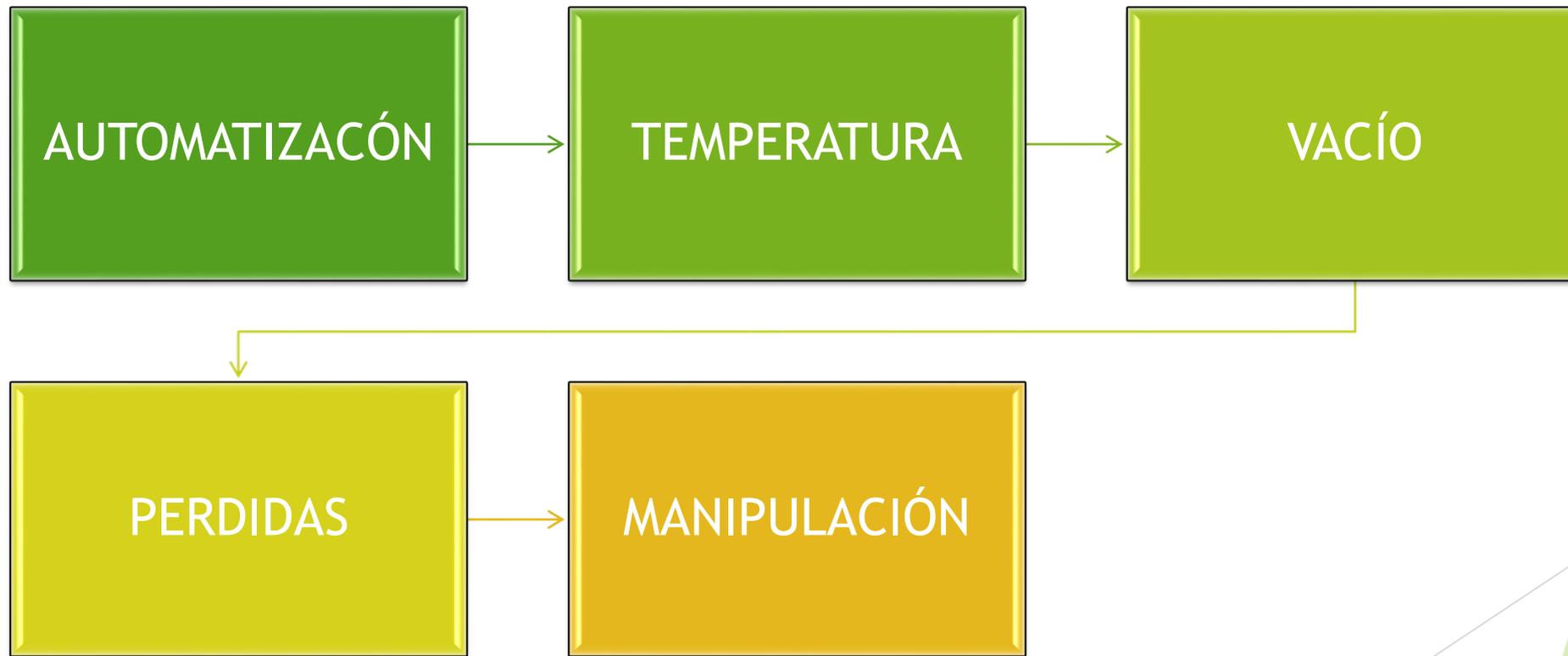
# CAPÍTULO II

## *DISEÑO SELECCIÓN Y RECONSTRUCCIÓN*

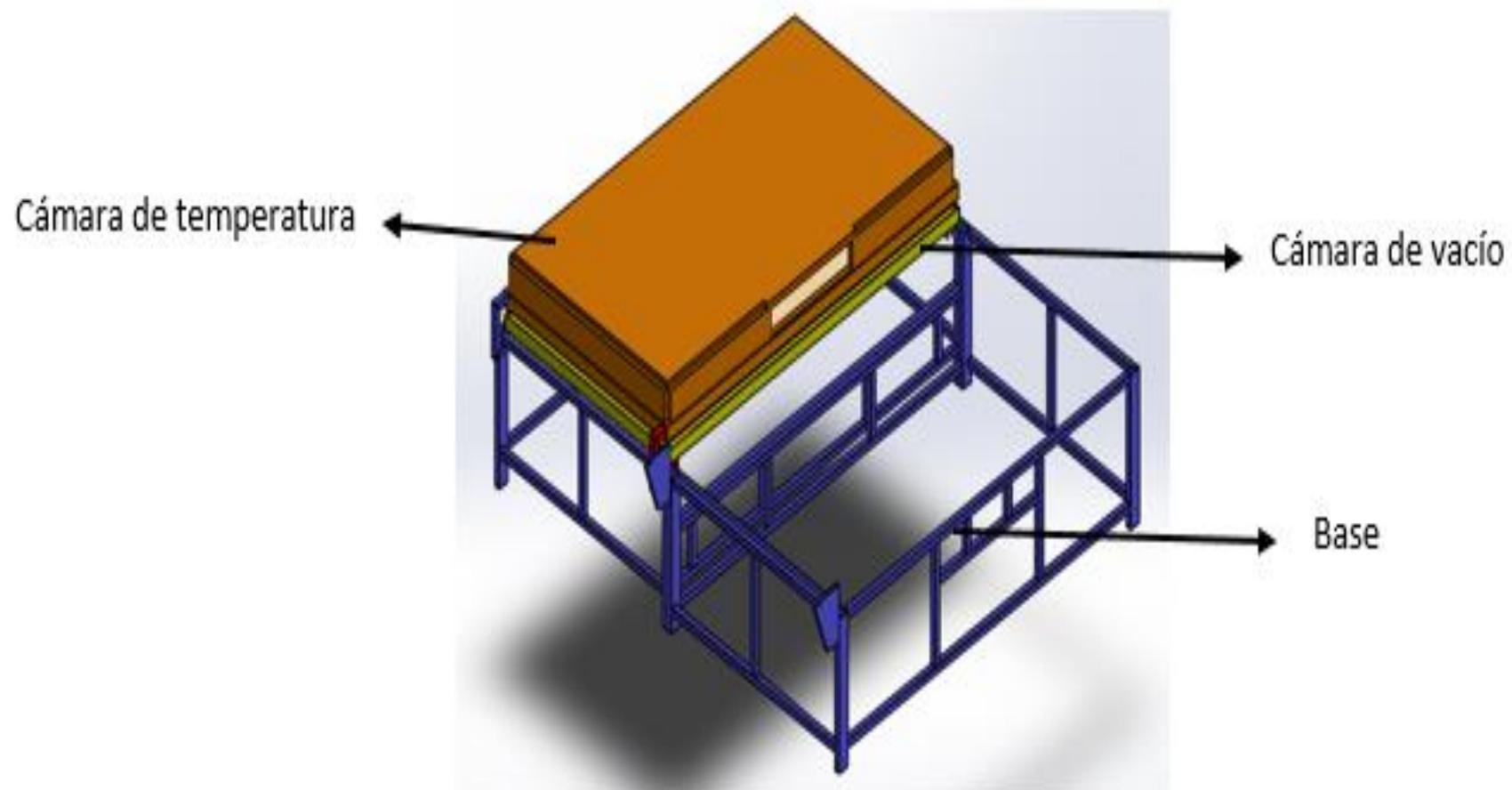
# MÁQUINA A REDISEÑAR



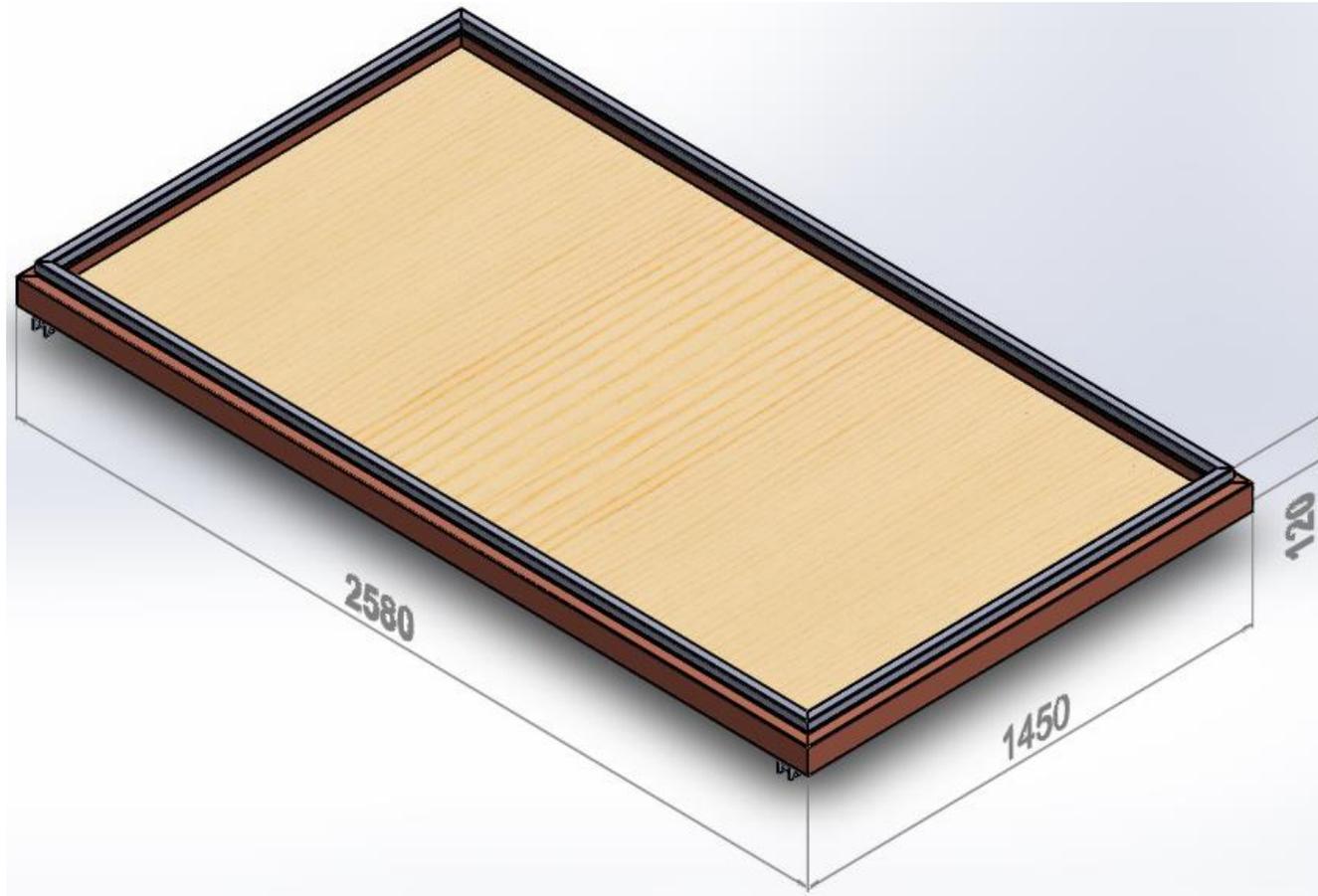
# PARÁMETROS PARA REALIZAR EL REDISEÑO



# PARTES PRINCIPALES DE LA MÁQUINA REDISEÑADA

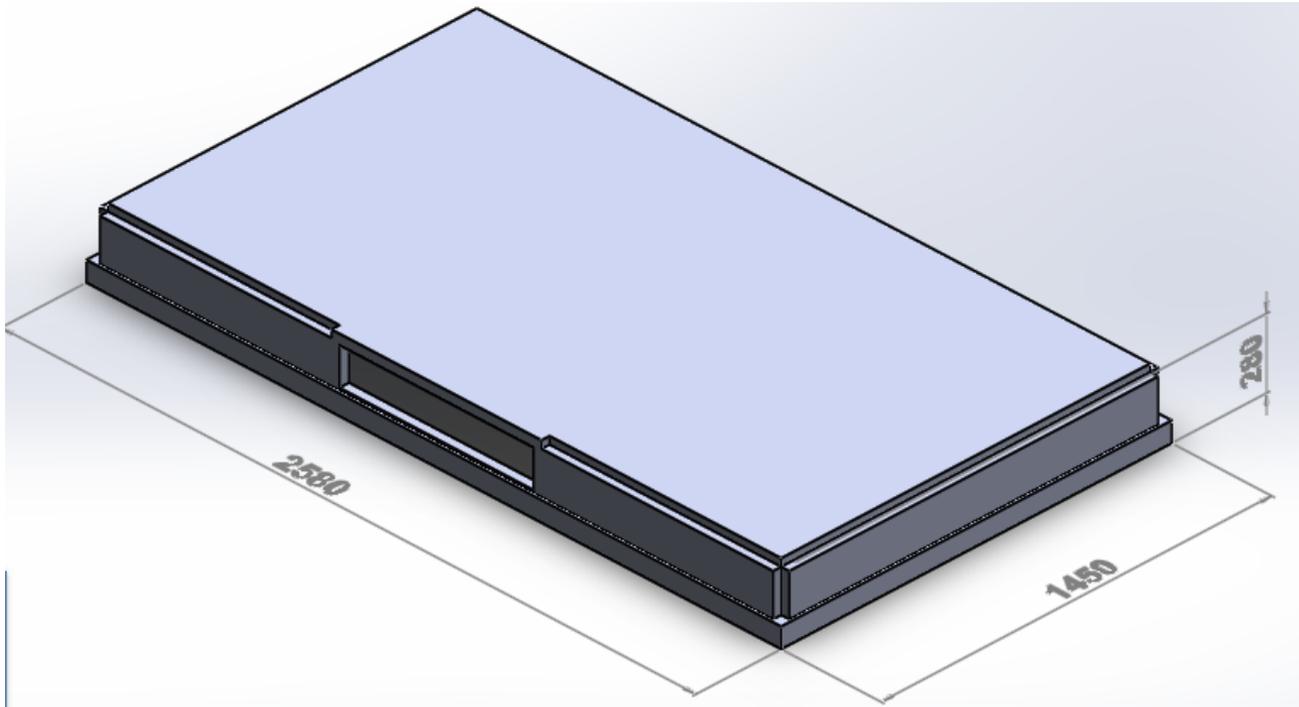


# CÁMARA DE VACÍO



**EL PESO DE 2.2 KN DEBE SER SOPORTADO POR LA BASE.**

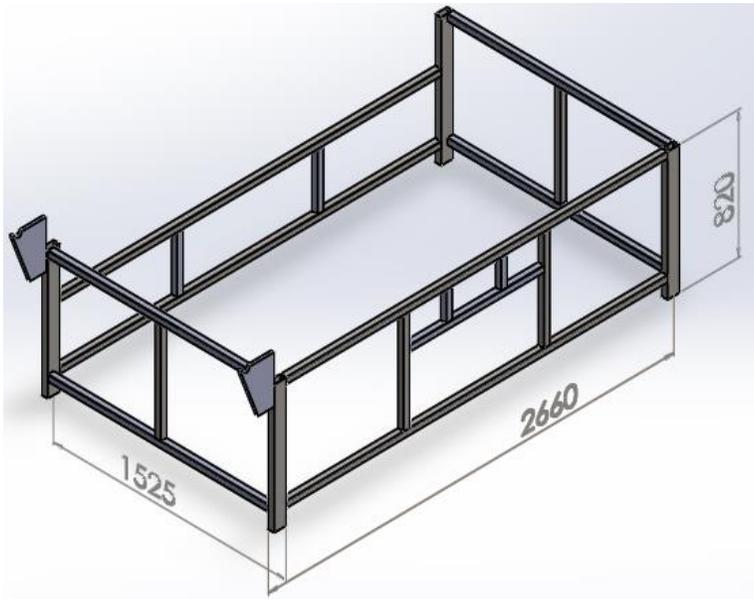
# CÁMARA DE TEMPERATURA



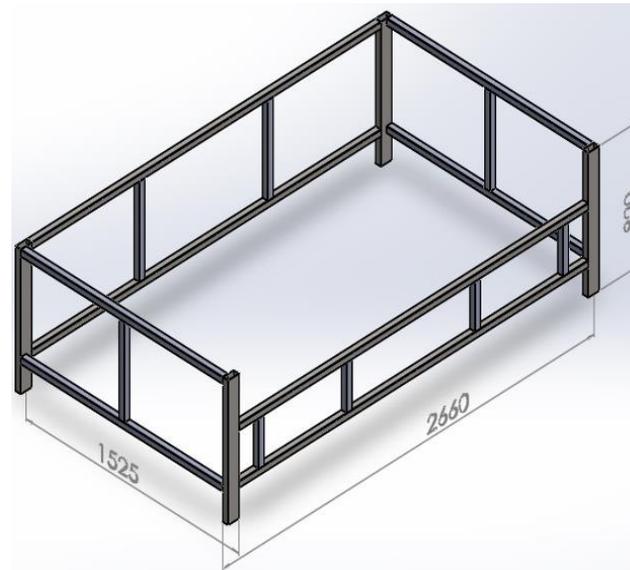
**EL PESO DE 2.94 KN SERÁ SOPORTADO POR LA BASE EN LA PARTE POSTERIOR MÁS EL PESO DE LA CÁMARA DE VACÍO.**

# BASE

BASE PARTE DELANTERA

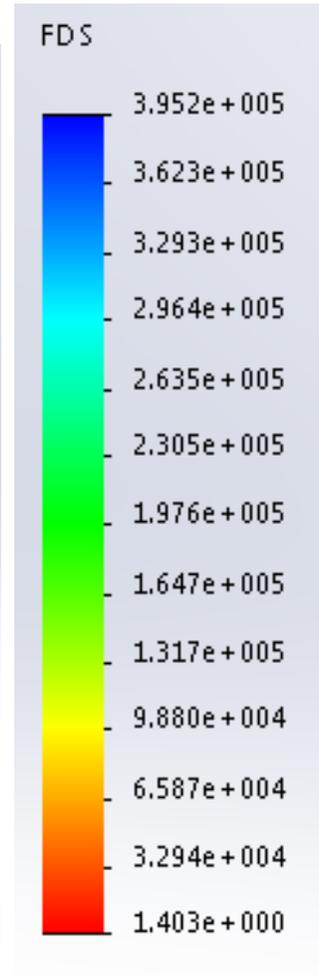
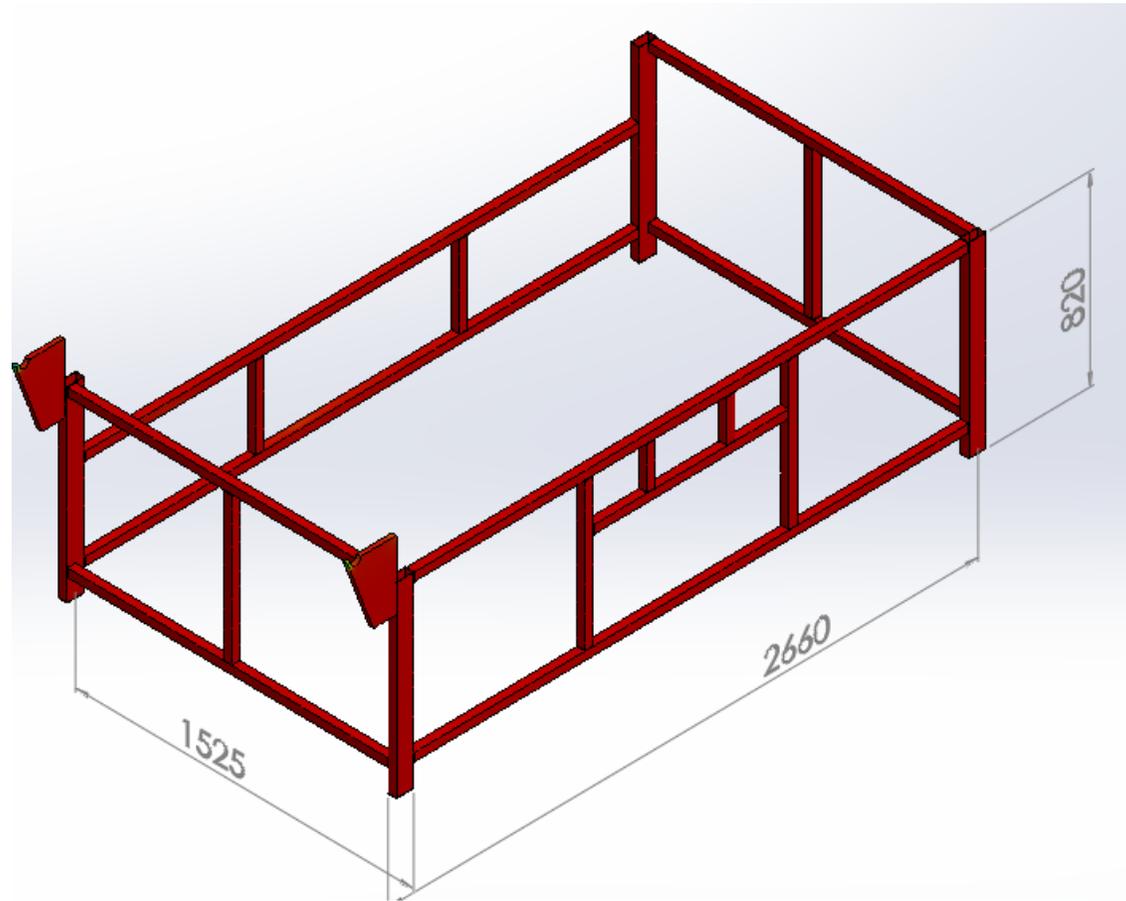


BASE PARTE POSTERIOR



EL PESO MÁXIMO QUE DEBE SOPORTAR LA BASE POSTERIOR SERÁ  
DE 5145 N

- ▶ EL FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO ES DE 1.4 Y DE ACUERDO AL CRITERIO DE DISEÑO LA ESTRUCTURA ES CONFIABLE.



# MOTOR PARA EL DESPLAZAMIENTO DE LA CÁMARA DE VACÍO

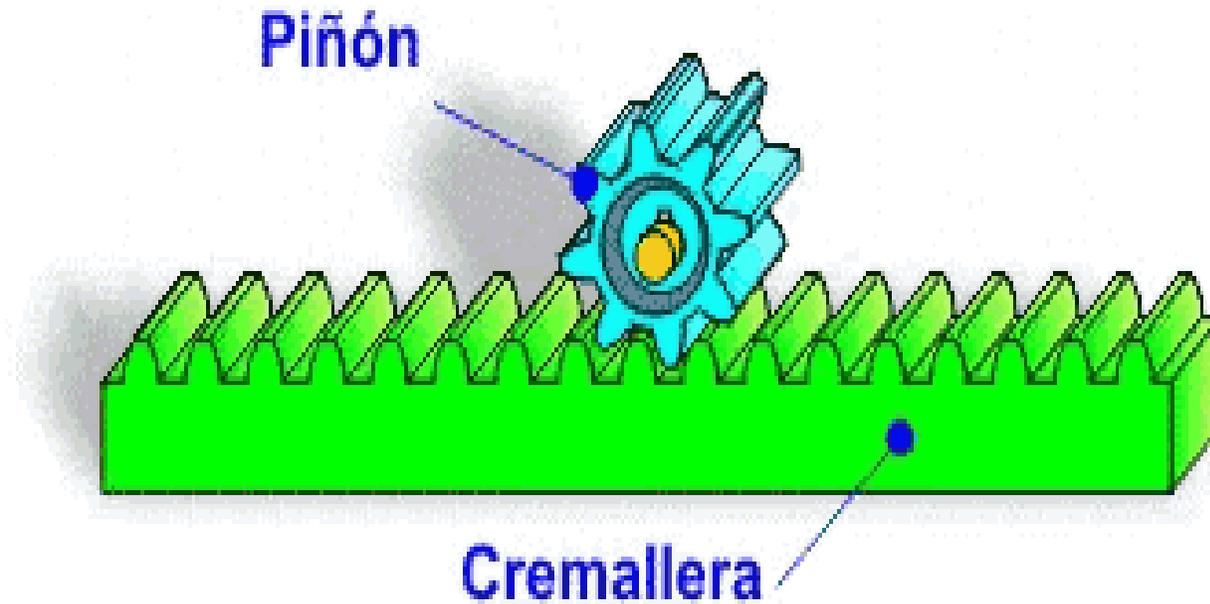
$$P = F * V$$

$$P = (2205 \text{ N}) \left(0.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

$$P = 0.44 \text{ KW}$$

Potencia	0.45 KW
Velocidad	690 gir/min
Alimentación	220 V
Corriente	3.5 A
Frecuencia	50 Hz

# TRANSMISIÓN MECÁNICA



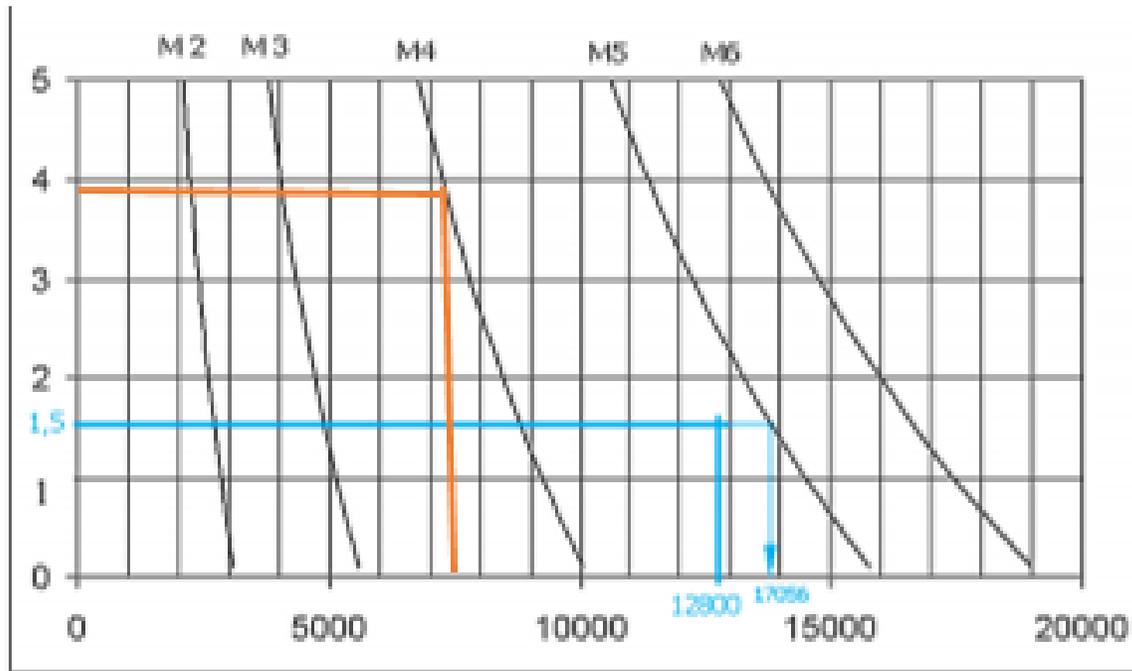
# CÁLCULOS

## COEFICIENTE DE SEGURIDAD(K)

	Tipo de carga		
Tiempo de trabajo	Uniforme	Moderada	Pesada
Ocasional (1/2 hora)	1.5	1.8	2.3
Intermitente (3 horas)	1.8	2	2.5
8-10 horas	2	2.25	2.8
24 horas	2	2.5	3

$$F_{ht} = P(9.81u + a)$$
$$= 442 \text{ kg}(9.81(0.18) + 4) \text{ m/s}^2$$

$$F_{hc} = F_{ht} * K = 2882.9 \text{ N} * 2.25 = 6486.525 \text{ N}$$



M4

$$D_p = m * z$$

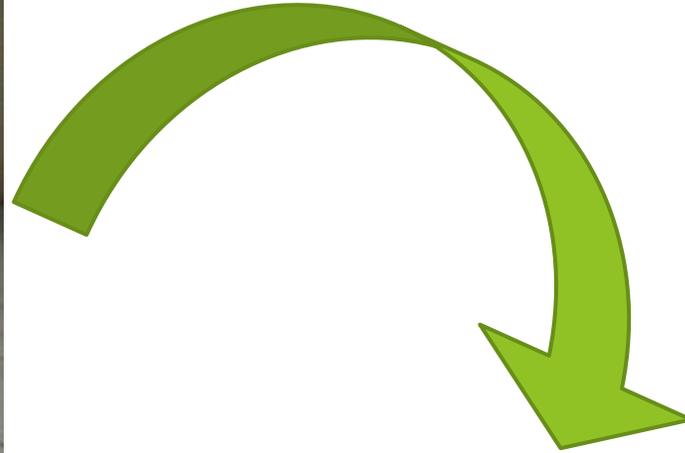
$$D_p = 64 \text{ mm}$$

$$D_e = D_p + 2m$$

$$D_e = 72 \text{ mm}$$

# BOMBA DE VACÍO

La bomba de vacío desaloja 63 CFM y la cantidad mínima de desalojo es necesaria 13.7 CFM.



Potencia	2.2 KW
Frecuencia	50 Hz
Voltaje	220 V
Corriente	9.4 A

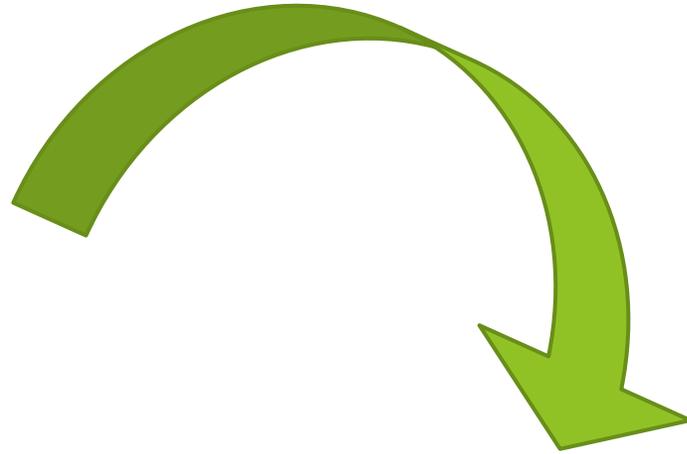
# CÁLCULOS - BOMBA DE VACÍO

$$S = \frac{V}{t_2 - t_1} \left( \ln \frac{P_1}{P_2} \right)$$

$$V = V_{\text{mesa}} + V_{\text{manguera}}$$

$$S = 23.328 \frac{m^3}{h} = 13.7 \text{ CFM}$$

# SENSOR DE TEMPERATURA TIPO K



Termocupla metálica	
Tipo ANSI - ISA	K
Combinación de metales	Hierro/Constatan
Sensibilidad	5,6 mV / 100 °C
Composición química	Fe 44Ni; 55 Cu
Rangos de Temperatura	-40 a +750

# NIQUELINAS

- ▶ Es un elemento resistivo que por medio de su potencia disipa calor.
- ▶ El valor necesario para calentar toda la cámara de vacío es de 12000 W.



# Protecciones

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I_n = 6 * I$$

$$I = \frac{2000 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

$$I_n = 6(9.09)A$$

$$I = 9.09 \text{ A}$$

$$I_n = 54,54 \text{ A}$$

$$I_2 = (9.4 + 3.5 + 5)A = 17.9 \text{ A}$$



Se usa dos protecciones una de 30 A y otra de 60 A

# Elementos de control

PLC SIEMENS S7 1200



SIGNAL BOARD para termocupla tipo K



Pantalla KP 300 BASICMONO



Módulo de salidas analógicas



# CAPÍTULO III

## *PROTOCOLO DE PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN*

# PRUEBAS DEL SISTEMA MECÁNICO

VALORES ESTANDARES DE VELOCIDAD DEL MOTOR	
VOLTAJE	VALOR NUMERICO
0	0
1	2764,8
2	5529,6
3	8294,4
4	11059,2
5	13824
6	16588,8
7	19353,6
8	22118,4
9	24883,2
10	27648

## ESCALAMIENTO DE VELOCIDAD



# PRUEBAS DEL SISTEMA TÉRMICO

MEDICIONES DE TERMOCUPLAS		
SENSOR	VALOR (mV)	EQUIVALENTE EN °C
s1	3.3	85
s2	3.4	86
s3	3.4	86
s4	3.4	86

► PORCENTAJE DE ERROR DEL 0,12%.

VALOR ADQUIRIDO (°C)	VALOR INSTRUMENTO PATRÓN (°C)
18	18.72
20	20
25	27.53
30	30.12
35	34.54
40	39.48
45	45.19
50	50.12
55	55.84
60	61.03
65	64.93
70	71.16
75	76.36
80	81.81
81	83.11
82	84.15
83	85.45
84	86.49
85	85.35
86	87.79
90	89.09

# PRUEBAS DEL SISTEMA DE VACÍO

- ▶ Presión de trabajo : -2.5 in.Hg
- ▶ Valor de voltaje (V) : 8.33 V  $\approx$  23030.74
- ▶ Valor de bomba (Hz) = 50Hz

VALORES NOMINALES PROPUESTOS		
VALOR DE PRESION (in.Hg)	VALOR EN Hz	VALOR (V)
0	0	0
-1	35	3
-2	45	5
-2.5	50	8.33
-3	60	10

# PRUEBAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO



# PRODUCTOS TERMINADOS

PRIMER PRUEBA  
REALIZADA



SEGUNDA PRUEBA  
REALIZADA



PRUEBA FINAL



# VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis planteada:

- ▶ ¿Es posible el rediseño y repotenciación de una termolaminadora semiautomática para el acabado de muebles finos en San Eduardo Industrias del Mueble de la ciudad de Latacunga - parroquia de Mulaló?

# CAPÍTULO IV

## *CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*

# CONCLUSIONES

- ▶ Se rediseñó y repotenció de forma coherente la termolaminadora semiautomática para el acabado de muebles finos, cuya función es procesar piezas de madera, en una área de vacío con diferentes etapas, esto por medio de un control HMI y un tablero de mando, mencionada máquina esta implementada en Industrias del Mueble “San Eduardo” de la Ciudad de Latacunga - Mulaló.
- ▶ La termolaminadora permite utilizar material para laminar (PVC, Foil, Chapilla de Madera) de manera adecuada, ya que cuando es aplicado el vacío adopta la forma de la pieza ejerciendo presión en ella, acción que combinada con una temperatura ideal, brinda un proceso de termolaminado rápido y efectivo que da como resultado piezas con características adecuadas para el mercado.
- ▶ Los parámetros planteados para el rediseño de la termolaminadora permitieron obtener una máquina semi-automática que optimiza tiempo y recursos, además no es nociva para el medio ambiente, salvaguardando la seguridad del operario.
- ▶ La implementación del sistema electrónico, eléctrico y electromecánico se fundamentó en el proceso de termolaminado, ya que sigue una secuencia para cumplir su objetivo en forma semiautomática, todo esto se logra con una programación pertinente y aplicada al proceso, con la ayuda de un Controlador Lógico Programable cuya función es automatizar la máquina.
- ▶ La bomba de vacío, es un elemento mecánico que ayuda a modificar una área de vacío. Su funcionamiento está determinado en la forma en que está construida, caracterizando a todas por extraer moléculas de aire de una área determinada, cumpliendo con un fin, retirando todo el aire para así obtener una presión absoluta bajo cero, y de las cuales se pueden aplicar en: moldeado, empaquetado, encapsulado, impregnación.

- ▶ La implementación del vacuómetro en la máquina, determina el valor nominal óptimo de -2.5 in.Hg, presión a la cual el producto terminado es de alta calidad y de gran durabilidad, si el valor es superior la materia prima sufre daños y si el valor es inferior la materia prima no sufre daño alguno.
- ▶ En la selección del sensor de temperatura, se determinó una Termocupla tipo k, debido a que es un instrumento de aplicación industrial y su comportamiento es relevante en atmosferas oxidantes, con la protección de atmosferas reductoras, ayudando en si en el proceso de vacío.
- ▶ Con la implementación de un HMI el proceso de termo laminado es intuitivo y amigable al operador, dando mayor facilidad para su operación.
- ▶ De acuerdo con las pruebas realizadas en la cámara de temperatura, los datos obtenidos por la termocupla fueron comparados con un instrumento patrón (RTD), dando como resultado un error del 0.12% que es aceptable en los rangos de temperatura.
- ▶ Se realizó cada una de las pruebas cumpliendo con las normas de seguridad industriales, implementadas por la empresa. Por otro lado las pruebas se realizaron mensualmente, observando la funcionalidad de cada sistema, para finalmente culminar el proceso con producto de excelente calidad.
- ▶ La máquina termolaminadora se implementó satisfactoriamente en Industrias del Mueble San Eduardo De la Ciudad de Latacunga Parroquia de Mulaló, permitiendo consigo llenar de tecnología a la empresa y al personal para su desarrollo empresarial.

# RECOMENDACIONES

- ▶ En la etapa del proceso de colocar la pega, se recomienda dejar secar por lo menos 45 minutos ya que en ese instante dicho pegamento brinda su efectividad al adherirse a la madera.
- ▶ De acuerdo con otras termolaminadoras, se recomienda el uso de guates protectores, ya que el químico utilizado en la pega puede provocar serios daños a la piel.
- ▶ Leer muy detenidamente el manual de operación, la vida útil de la maquina dependerá mucho en la forma en que se la utilice, pautas, tiempos y demás consideraciones establecerán el cuidado de la misma.
- ▶ Se recomienda dar el mantenimiento necesario para la bomba de vació, recuerde que la bomba funciona por lubricación (aceite) y se asemeja a un motor de combustión interna, en el cual se cambia el aceite cada en tiempo determinado. El tiempo en cambiar el aceite en la bomba es cada tres meses.
- ▶ Se debe verificar el papel a termolaminar, este no puede tener roturas, manchas, imperfecciones, ya que por medio del vació todo eso causaría una pérdida del papel.
- ▶ De igual manera hay que tener un cuidado especial con la madera a procesar, esta debe ser lijada antes de ingresar a la cámara para una eficiente adhesión.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN