



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TEMA:**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUSIONADORA TEXTIL PARA  
LA FÁBRICA MAQUILA CONFECCIONES. ”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**Autor:** Wilfrido Manuel Cevallos Almeida

**Director:** Ing. Diego Ortiz

**Ibarra–Ecuador**

**Diciembre 2015**



## CERTIFICACIÓN

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

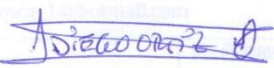
Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Wilfrido Manuel Cevallos Almeida, bajo mi supervisión.

ALICIA ORLANDO DE VILLAGRAN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte, dentro del proyecto de desarrollo Digital Institucional, determinó la necesidad de contar con un sistema de gestión de contenidos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento hago constar mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición de los estudiantes autorizados:

DATOS DE CONTACTO	
CEDULA DE IDENTIFICACION:	100795434-E
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cevallos Almeida Wilfrido Manuel
DIRECCION:	Natahuasi calle Florio Viquez
EMAIL:	Wilfrido.cecvallos@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	
TELÉFONO MÓVIL:	0981448201

DATOS DEL TÍTULO	
TÍTULO:	Ing. Diego Ortiz Director del proyecto "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUSIONADORA TEXTIL PARA LA FÁBRICA MÁQUILA CONFECCIONES."
AUTOR (ES):	Cevallos Almeida Wilfrido Manuel
FECHA ASESORADO:	2015-12-14
SOLO PARA TÍTULOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> DE GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE (PTA):	ingeniero en Mecánica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Diego Ortiz



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100290543-6		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Cevallos Almeida Wilfrido Manuel		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Natabuela calle Flores Vásquez		
<b>EMAIL:</b>	Wmca_1@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0981448580

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	<b>"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUSIONADORA TEXTIL PARA LA FÁBRICA MÀQUILA CONFECCIONES."</b>
<b>AUTOR (ES):</b>	Cevallos Almeida Wilfrido Manuel
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2015-12-14
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en Mecatrónica
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Diego Ortiz

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Cevallos Almeida Wilfrido Manuel con cédula de identidad Nro. 100290543-6 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de Diciembre del 2015

### EL AUTOR:

(Firma)



Nombre: Cevallos Almeida Wilfrido Manuel

C.I.: 100290543-6

### ACEPTACIÓN:

Facultado por resolución de Consejo Universitario

Ibarra, a los 14 días del mes de Diciembre del 2015

---



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Cevallos Almeida Wilfrido Manuel, con cédula de identidad Nro. 100290543-6 pongo en manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUSIONADORA TEXTIL PARA LA FÁBRICA MAQUILA CONFECCIONES."**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma).....

Nombre: Cevallos Almeida Wilfrido Manuel

C.I.: 100290543-6

Ibarra, a los 14 días del mes de Diciembre del 2015

## DECLARACIÓN

Yo, CEVALLOS ALMEIDA WILFRIDO MANUEL, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito, es de mí autoría, y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido en las Leyes de propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Diego Ortiz, Ing. Mecánico y asesor del presente proyecto de grado, Faber Jurado, Ing.

Textil la persona que financio el presente proyecto de grado.

A las directivas y a todas las personas de la facultad.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa y mis hijos, madre y hermanos y en especial a Dios que ha sido guía y solución a mis problemas.



## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
DEDICATORIA .....	viii
AGRADECIMIENTOS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xix
RESUMEN.....	xxi
ABSTRAC .....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES .....	1
1.1. OBJETIVOS.....	1
1.1.1. OBJETIVO GENERAL .....	1
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
1.2. PROCESO DE FUSIONAMIENTO.....	2
1.2.1. INTRODUCCIÓN. ....	2
1.2.2. PROCESO DE FUSIONAMIENTO TEXTIL.....	3
1.2.3. CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO DE FUSIONAMIENTO.....	4
1.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	5
1.3.1. FUSIONAMIENTO MANUAL (PLANCHA ELÉCTRICA).....	5
1.3.2. FUSIONAMIENTO MANUAL (ESTAMPADORA).....	6
CAPÍTULO II .....	8
2. SELECCIÓN DEL TIPO DE FUSIONADORA .....	8
2.1. TIPOS DE FUSIONADORA.....	8
2.2. TIPO 1: SUBLIMADORA FUSIONADORA TEXTIL .....	8
2.2.1. DESCRIPCIÓN.....	8
2.2.2. CARACTERÍSTICAS. ....	9
2.2.3. VENTAJAS.....	10
2.2.4. DESVENTAJAS.....	10
2.3. TIPO 2: FUSIONADORA TEXTIL.....	11
2.3.1. DESCRIPCIÓN.....	11

2.3.2.	CARACTERÍSTICAS. ....	12
2.3.3.	VENTAJAS.....	12
2.3.4.	DESVENTAJAS. ....	13
2.4.	FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	13
2.4.1	COSTO.....	14
2.4.2	FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE. ....	14
2.4.3	FACILIDAD DE MANTENIMIENTO. ....	14
2.4.4	FACILIDAD DE OPERACIÓN. ....	15
2.4.5	VERSATILIDAD.....	15
2.4.6	SEGURIDAD.....	15
2.5	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA. ....	15
2.6	DETALLE DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.....	19
CAPÍTULO III.....		22
3.	DISEÑO DE LA FUSIONADORA TEXTIL.....	22
3.1.	PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA FUSIONADORA TEXTIL.....	22
3.1.1.	PARÁMETRO FUNCIONAL. ....	22
3.1.2.	PARÁMETRO FUNDAMENTAL.....	22
3.2.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	23
3.2.1.	TIPOS DE BANDAS TRANSPORTADORAS.....	23
3.2.2.	SELECCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	25
3.3.	SELECCIÓN DEL ANCHO DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	26
3.4.	CARACTERÍSTICAS DEL RODILLO MOTRIZ Y RODILLO DE APOYO.....	27
3.4.1.	RODILLO MOTRIZ.....	28
3.4.2.	RODILLO DE APOYO. ....	31
3.5.	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD LINEAL DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	32
3.5.1.	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD ANGULAR DE LA BANDA TRANSPORTADORA INFERIOR.....	33
3.5.2.	DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE LA CINTA TRANSPORTADORA SUPERIOR. ....	35
3.5.3.	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD ANGULAR DE LA CINTA TRANSPORTADORA SUPERIOR.....	36
3.6.	SELECCIÓN DEL MOTOR Y REDUCTOR.....	36
3.6.1.	CAPACIDAD DE CARGA DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	37

3.6.2.	TRAYECTORIA DE LA CINTA TRANSPORTADORA. ....	39
3.6.3.	VELOCIDAD DE LA CINTA TRANSPORTADORA. ....	39
3.6.4.	CAPACIDAD MÁXIMA DE TRANSPORTE. ....	39
3.6.5.	FUERZA NECESARIA PARA MOVER LA CINTA TRANSPORTADORA EN VACÍO Y SUS COMPONENTES. ....	41
3.6.6.	FUERZA NECESARIA TRASLADAR LA CARGA HORIZONTALMENTE 44	
3.6.7.	TORQUE DEL MOTOR. ....	52
3.7.	TRANSMISIÓN DE POTENCIA. ....	54
3.7.1.	CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE TRANSMISIÓN. ....	55
3.7.2.	CÁLCULO DE LA POTENCIA DE DISEÑO. ....	56
3.7.3.	SELECCIÓN DEL TIPO DE CADENA DE RODILLOS A UTILIZAR. ....	57
3.8.	TENSIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA. ....	64
3.8.1.	TENSIÓN NECESARIA PARA MOVER LA CINTA EN VACÍO. ....	66
3.8.2.	TENSIÓN NECESARIA PARA MOVER LA CARGA HORIZONTALMENTE. ....	67
3.8.3.	TENSIÓN NECESARIA PARA VENCER LA RESISTENCIA OFRECIDA POR EVENTUALES RESISTENCIAS. ....	69
3.9.	FUERZA PRODUCIDA POR LA CATALINA. ....	72
3.10.	CALCULO DE LA DEFLEXIÓN DEL RODILLO MOTRIZ. ....	73
3.10.1.	CALCULO DE LA FUERZA DE FLEXIÓN. ....	75
3.10.2.	CALCULO DE LAS REACCIONES EN EL EJE. ....	76
3.10.3.	CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD CON LOS DIÁMETROS DEL RODILLO MOTRIZ. ....	80
3.11.	RODAMIENTOS EN EL TAMBOR MOTRIZ. ....	83
3.12.	MESA DE ENTRADA. ....	87
3.13.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. ....	87
3.13.1.	ESFUERZO DE VON MISES. ....	88
3.14.	ANÁLISIS DE CONVERGENCIA. ....	89
3.15.	MESA DE SALIDA. ....	90
3.16.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. ....	90
3.16.1.	ESFUERZO DE VON MISES. ....	91
3.17.	ANÁLISIS DE CONVERGENCIA. ....	92
3.18.	SOPORTE DE SISTEMA DE PRESIÓN. ....	93
3.19.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. ....	93

3.19.1.	ESFUERZO DE VON MISES.....	94
3.20.	ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.....	95
3.21.	SOPORTE RODILLOS Y BANDAS.....	96
3.22.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	97
3.22.1.	ESFUERZO DE VON MISES.....	97
3.23.	ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.....	98
3.24.	MESA BASE.....	99
3.25.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	100
3.25.1.	ESFUERZO DE VON MISES.....	100
3.26.	ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.....	101
3.27.	ESTRUCTURA.....	102
3.28.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	103
3.28.1.	ESFUERZO DE VON MISES.....	103
3.29.	ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.....	104
3.30.	DISEÑO DE CONTROL DE LA TEMPERATURA.....	105
3.31.	CALOR CONSUMIDO POR LA PLANCHA.....	107
3.32.	SELECCIÓN DEL ELEMENTO CALEFACTOR.....	109
3.32.1.	APLICACIONES TÍPICAS.....	109
3.32.2.	CARACTERÍSTICAS.....	110
3.32.3.	TAMAÑOS /CAPACIDADES.....	110
3.33.	ELEMENTO PRIMARIO DE CONTROL.....	112
3.34.	SENSOR PT100.....	112
3.35.	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL.....	113
3.36.	CARACTERÍSTICAS DEL PLC.....	113
CAPÍTULO IV.....		115
4.	CONSTRUCCIÓN Y PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	115
4.1.	CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA DE ESTUDIO.....	115
4.1.1.	ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	116
4.1.2.	DIAGRAMA DE FLUJO DE CONSTRUCCIÓN.....	117
4.1.3.	CÁMARA DE FUSIONAMIENTO.....	118
4.1.4.	EJE MOTRIZ.....	118
4.1.5.	ALIMENTACIÓN Y DESALOJO DEL PRODUCTO MONTAJE.....	119
4.1.6.	MONTAJE.....	121

4.1.7.	DIAGRAMA DE FLUJO DE MONTAJE.....	122
4.2.	CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL. 122	
4.3.	PROGRAMA DEL PLC LOGO. ....	122
4.3.1.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA EN LOGO.....	123
4.3.2.	CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y ALIMENTACIÓN.....	124
4.3.3	PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	125
4.3.3.	CONTROL DE LAS DIMENSIONES FÍSICAS. ....	126
4.3.4.	CONTROL DE VELOCIDAD ANGULAR.....	126
4.3.5.	CONTROL DE TEMPERATURA. ....	127
4.3.6.	CONTROL DE TIEMPO DE FUSIONAMIENTO.....	127
4.3.7.	CONTROL DEL ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MÁQUINA. ....	127
4.3.8.	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR CON AMPERAJE NOMINAL.....	128
	CAPÍTULO V .....	129
5.	ANÁLISIS DE COSTOS .....	129
5.1.	ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS. ....	129
5.1.1.	COSTO DE MATERIALES DIRECTOS.....	129
5.1.2.	COSTOS DE ELEMENTOS TERMINADOS. ....	130
5.1.3.	COSTOS DE MAQUINADO. ....	131
5.1.4.	COSTOS DE MONTAJE.....	131
5.1.5.	COSTOS DIRECTO TOTAL. ....	131
5.2.	ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS.....	132
5.2.1.	COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS. ....	132
5.2.2.	COSTOS DE DISEÑO.....	133
5.2.3.	GASTOS INDIRECTOS.....	133
5.2.4.	COSTO TOTAL INDIRECTO. ....	133
5.3.	COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA. ....	133
	CAPÍTULO VI.....	135
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	135
6.1.	MANUAL DE USUARIO DE LA MÁQUINA.....	135
6.1.1.	DATOS TÉCNICOS BÁSICOS. ....	136
6.1.2.	FUNCIONAMIENTO PRINCIPAL. ....	137
6.1.3.	PROCEDIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO. ....	137

6.1.5.	OTRAS REGULACIONES.....	140
i.	PRECAUCIONES.....	141
ii.	REEMPLAZO DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	142
iii.	PROBLEMAS COMUNES Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	145
iv.	CONCLUSIONES.....	146
b.	RECOMENDACIONES.....	148
	BIBLIOGRAFIA.....	149
	ANEXOS.....	151
	ANEXO I: CONVERSIÓN DE UNIDADES.....	152
	ANEXO II: PLAN DE MANTENIMIENTO.....	153
	ANEXO III: COEFICIENTE DE FRICCIÓN.....	155
	ANEXO IV: COEFICIENTE DE ROZAMIENTO DE LOS RODILLOS.....	156
	ANEXO V: FACTOR DE ESFUERZO DINÁMICO.....	157
	ANEXO VI: ESPECIFICACIONES DE LAS ENTRETELAS.....	158
	ANEXO VII: FAG, CATALOGO DE RODAMIENTOS.....	166
	ANEXO VIII: ESTRUCTURA LOGO.....	167
	ANEXO IX: DATOS TÉCNICOS LOGO TD.....	168
	ANEXO X: MOTOR.....	169
	ANEXO XI: PROPIEDADES DE LOS ACEROS.....	170
	ANEXO XII: PLANOS.....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1: Entretelas. -----	4
Tabla 2. 1: Criterios. -----	13
Tabla 2. 10: Evaluación de las alternativas. -----	13
Tabla 2. 2: Alternativas fusionadora textil. -----	16
Tabla 2. 3: Evaluación del peso específico de cada criterio. -----	16
Tabla 2. 4: Mantenimiento. -----	17
Tabla 2. 5: Facilidad de Operación. -----	17
Tabla 2. 6: Facilidad de Construcción. -----	18
Tabla 2. 7: Versatilidad. -----	18
Tabla 2. 8: Costo. -----	18
Tabla 2. 9: Seguridad. -----	19
Tabla 2. 10: Evauacion de las alternativas. -----	19
Tabla 3. 1: Parámetros fundamentales. -----	23
Tabla 3. 2: Bandas transportadoras. -----	24
Tabla 3. 3: Propiedades mecánicas de la banda de Teflón. -----	24
Tabla 3. 4: Anchos banda transportadora. -----	25
Tabla 3. 5: Propiedades de la banda transportadora de teflón. -----	25
Tabla 3. 6: Producción en base al ancho de la banda transportadora. -----	27
Tabla 3. 7: Tipos de rodillos. -----	27
Tabla 3. 8: Tipos de recubrimientos para rodillos. -----	28
Tabla 3. 9: Selección de la dimensión de los rodillos. -----	29
Tabla 3. 10: Características del rodillo de la copiadora Kyocera. -----	30
Tabla 3. 11: Propiedades del aluminio. -----	31
Tabla 3. 12: Coeficiente de fricción partes móviles. -----	42
Tabla 3. 13: Tipo de Motor. -----	48
Tabla 3. 14: Lista de especificaciones de los motores. -----	49
Tabla 3. 15: Selección del reductor. -----	50
Tabla 3. 16: Especificaciones del reductor. -----	50
Tabla 3. 17: Velocidades. -----	51
Tabla 3. 18: Controlador de Velocidad. -----	52
Tabla 3. 19: Coeficiente de corrección por factor de trabajo. -----	60
Tabla 3. 20: Coeficiente de corrección por la relación de transmisión y distancia entre centros. -----	61
Tabla 3. 21: Valor de x para ancho de 500mm. -----	69
Tabla 3. 22: Coeficiente de acuerdo al tipo de tensor. -----	70
Tabla 3. 23: Coeficiente de fricción. -----	71

Tabla 3. 24: Especificaciones para catalinas.-----	73
Tabla 3. 25: Factor de esfuerzo dinámico.-----	85
Tabla 3. 26: Factor de velocidad.-----	86
Tabla 3. 27: Selección de rodamiento.-----	89
Tabla 3. 28: Análisis de convergencia.-----	92
Tabla 3. 29: Análisis de convergencia.-----	96
Tabla 3. 30: Análisis de convergencia.-----	99
Tabla 3. 31: Análisis de convergencia.-----	102
Tabla 3. 32: Análisis de convergencia.-----	105
Tabla 3. 33: Propiedades de los materiales.-----	108
Tabla 3. 34: Resultado de cálculos de potencia.-----	109
Tabla 3. 35: Capacidades de Resistencias Tubulares.-----	110
Tabla 3. 36: Ventajas de los sensores de temperatura-----	112
Tabla 3. 37: Comparación entre varios sensores de temperatura.-----	105
Tabla 4. 1: Tipos y designaciones de máquinas herramientas y equipos.-----	115
Tabla 4. 2: Operaciones tecnológicas.-----	116
Tabla 4. 3: Simbología estándar para diagrama de flujo.-----	117
Tabla 4. 4: Actividades para el montaje.-----	121
Tabla 4. 5: Control de las dimensiones físicas.-----	126
Tabla 4. 6: Control de velocidad angular.-----	126
Tabla 4. 7: Control de temperatura.-----	127
Tabla 4. 8: Control de tiempo de Funcionamiento.-----	127
Tabla 4. 9: Control de funcionamiento de la máquina.-----	127
Tabla 4. 10: Funcionamiento del motor.-----	128
Tabla 5. 1: Costo de materiales directos.-----	130
Tabla 5. 2: Costo de elementos terminados.-----	130
Tabla 5. 3: Costo de maquinado.-----	131
Tabla 5. 4: Costo de montaje.-----	131
Tabla 5. 5: Costo directo total-----	132
Tabla 5. 6: Costo de materiales indirectos.-----	132
Tabla 5. 7: Costo total indirecto.-----	133
Tabla 5. 8: Costo final de la máquina.-----	134
Tabla 6. 1: Datos Tecnicos Básicos.-----	136



## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1: Entretela-----	3
Figura 1. 2: Preparación de la tela y entretela fusionable-----	5
Figura 1. 3: Fusionamiento manual con la plancha.-----	6
Figura 1. 4: Primer acabado con la estampadora.-----	7
Figura 1. 5: Proceso de fusionamiento con la estampadora.-----	7
Figura 2. 1: Sublimadora fusionadora textil -----	9
Figura 2. 2: Fusionadora textil-----	12
Figura 2. 3: Sistema de fusionamiento -----	20
Figura 3. 1: Dimensiones tela y entretela -----	22
Figura 3. 2: Ancho del rodillo -----	29
Figura 3. 3: Rodillo de presión fotocopiadora Kyocera-----	30
Figura 3. 4: Rodillo motriz y rodillo de apoyo. -----	31
Figura 3. 5: Distancia de transporte. -----	32
Figura 3. 6: Esquema de Tambor Motriz. -----	34
Figura 3. 7: Distancia de alimentación en la banda inferior-----	37
Figura 3. 8: Área transversal del pelón -----	39
Figura 3. 9: Sistema de presión-----	46
Figura 3. 10: Transmisión de potencia.-----	47
Figura 3. 11: Tipo de Motor.-----	49
Figura 3. 12: Tipo de Reductor 2010. -----	51
Figura 3. 13: Diagrama de control. -----	52
Figura 3. 14: Partes principales de una cadena de rodillos -----	54
Figura 3. 15: Cadena simple de rodillos din 8187 (norma europea -----	54
Figura 3. 16: Características principales de cadena de rodillos -----	54
Figura 3. 17: Sistema de transmisión mediante cadena -----	55
Figura 3. 18: Selección de cadenas normas ISO -----	58
Figura 3. 19: Coeficiente de corrección por el número de dientes del piñón.-----	60
Figura 3. 20: a) Tensión de la cinta a cada lado, b) Diagrama de cuerpo libre. -----	65
Figura 3. 21: Fuerza sobre la catalina motriz. -----	72
Figura 3. 22: Diagrama de cuerpo libre.-----	74
Figura 3. 23: Fuerzas en el Plano X-Y -----	76
Figura 3. 24: Diagrama de fuerza cortante plano X-Y – Eje del rodillo motriz -----	87
Figura 3. 25: Diagrama momento flector plano X-Y –Eje rodillo motriz. -----	87
Figura 3. 26: fFuerza de plano X-Y. -----	88
Figura 3. 27: Diagrama de Fuerza constante plano X-Z –Eje de rodillo motriz. -----	88
Figura 3. 28 Diagrama de Fuerza constante plano X-Z –Eje de rodillo motriz.. -----	89
Figura 3. 29: Tensión de Durabilidad-----	89
Figura 3. 30: Curva del análisis de convergencia -----	90
Figura 3. 31: Diseño de la Mesa de Salida. -----	90
Figura 3. 32: Esfuerzo de Von Mises -----	91
Figura 3. 33: Factor de Seguridad-----	91
Figura 3. 34: Desplazamiento-----	92
Figura 3. 35: Análisis de convergencia-----	92

Figura 3. 36: Curva del análisis de convergencia,-----	93
Figura 3. 37: Diseño del Soporte del Sistema de Presión,-----	93
Figura 3. 38: Esfuerzo de Von Mises,-----	94
Figura 3. 39: Factor de Seguridad.-----	94
Figura 3. 40: Desplazamiento-----	95
Figura 3. 41: Análisis de convergencia,-----	95
Figura 3. 42: Curva del análisis de convergencia.-----	96
Figura 3. 43: Diseño del Soporte de los Rodillos y Bandas-----	97
Figura 3. 44: Esfuerzo de Von Mises en SOLIDWORKS-----	97
Figura 3. 45: Factor de Seguridad.-----	98
Figura 3. 46: Desplazamiento-----	98
Figura 3. 47: Análisis de convergencia,-----	98
Figura 3. 48: Curva del análisis de convergencia-----	99
Figura 3. 49: Diseño de la Mesa Base,-----	100
Figura 3. 50: Esfuerzo de Von Mises-----	100
Figura 3. 51: Factor de Seguridad.-----	101
Figura 3. 52: Desplazamiento.-----	101
Figura 3. 53: Análisis de convergencia-----	101
Figura 3. 54: Análisis de convergencia-----	102
Figura 3. 55: Diseño de la Estructura,-----	103
Figura 3. 56: Esfuerzo de Von Mises en SOLIDWORKS-----	103
Figura 3. 57: Factor de Seguridad,-----	104
Figura 3. 58: Desplazamiento,-----	104
Figura 3. 59: Análisis de convergencia,-----	104
Figura 3. 60: Curva del análisis de convergencia,-----	105
Figura 3. 61: Mecanismo de conducción-----	106
Figura 3. 62: Resistencia Tubular Cartucho.-----	109
Figura 3. 63: Módulo de resistencias calefactoras.-----	111
Figura 3. 64: Sensor Pt100 tres hilos-----	112
Figura 3. 66: PLC AC/ DC 115...240 V LOGO-----	113
Figura 3. 67: PANTALLA LOGO TD-----	114
Figura 3. 68: Módulos de Expansión Analógicos (AM2 RTD),-----	114
Figura 4. 1: Diagrama de flujo del sistema motriz.-----	118
Figura 4. 2: Diagrama de flujo del sistema motriz.-----	118
Figura 4. 3: Diagrama de flujo del sistema de alimentación y desalojo del producto.-----	119
Figura 4. 4: Armado de la estructura base-----	119
Figura 4. 5: Alineación de la banda inferior,-----	119
Figura 4. 6: Cámara de fusionamiento,-----	120
Figura 4. 7: Parte eléctrica,-----	120
Figura 4. 8: Cámara de fusionamiento,-----	120
Figura 4. 9: Panel de control.-----	120
Figura 4. 10: Puesta de tapas,-----	120
Figura 4. 11: Diseño del panel de control-----	121
Figura 4. 12: Maquina terminada,-----	121
Figura 4. 13: Diagrama de flujo del montaje,-----	122
Figura 4. 14: Programa implementado de control en Logo Soft Comfort,-----	123
Figura 4. 15: Diagrama de flujo del programa en LOGO,-----	124
Figura 4. 16: Diagrama de conexiones,-----	125

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Velocidad Media	
Ecuación 3. 1 -----	33
<b>tiempo (s) = espacio (m)velocidad (m/s)</b>	
Ecuación 3. 2 -----	37
Cantidad de pelón	
Ecuación 3. 3 -----	38
Carga a trasladar	
Ecuación 3. 4 -----	40
Capacidad volumétrica	
Ecuación 3. 5 -----	40
Capacidad de transporte	
Ecuación 3. 6 -----	41
Fuerza para mover la cinta en vacío	
Ecuación 3. 7 -----	42
Fuerza de fricción	
Ecuación 3. 8 -----	43
Peso de las partes móviles	
Ecuación 3. 9 -----	44
Fuerza para trasladar la carga	
Ecuación 3. 10-----	47
Potencia para el movimiento de las bandas	
Ecuación 3. 11-----	48
Potencia real	
Ecuación 3. 12-----	53
Torque	
Ecuación 3. 13-----	56
Relación de transmisión	
Ecuación 3. 14-----	56
Potencia de diseño	
Ecuación 3. 15-----	59
Factor de corrección de potencia	
Ecuación 3. 16-----	61
Velocidad lineal	
Ecuación 3. 17-----	62
Tensión ramal	
Ecuación 3. 17-----	63
Coefficiente de seguridad	
Ecuación 3. 18-----	64
Longitud de la cadena	
Ecuación 3. 19-----	65
Tensión de la cinta	
Ecuación 3. 20-----	66
Tensión para mover la cinta en vacío	
Ecuación 3. 21-----	67
Tensión para mover la cinta con carga	
Ecuación 3. 22-----	70
Peso del material transportado <sup>21</sup>	
Ecuación 3. 23-----	69

Tensión para vencer la resistencia	
Ecuación 3. 24-----	69
T1 = TEK1	
Ecuación 3. 26-----	73
Fuerza sobre la catalina	
Ecuación 3. 27-----	80
Carga a soportar el rodillo	
Ecuación 3. 28-----	81
Calculo del factor de seguridad	
Ecuación 3. 29-----	82
Resistencia por durabilidad	
Ecuación 3. 30-----	84
Conducción	
Ecuación 3. 33-----	106

## RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla el diseño de una FUSIONADORA TEXTIL, con la finalidad de dar soporte en el área textil a la pequeña y mediana empresa en la provincia de Imbabura.

La fusionadora textil está diseñada para realizar la unión de la tela con la entretela con la finalidad de dar soporte en cuellos de camisas, bolsillos, bichungas, etc. Mediante el uso de adecuadas temperaturas, presión y tiempos, lo cual se logra utilizando cintas transportadoras para el traslado de la tela y entretela, resistencias eléctricas para el control de la temperatura, rodillos para el movimiento de la cinta transportadora, también para realizar la presión de la tela con la entretela y lograr el fusionamiento y un motor eléctrico para el control del tiempo del fusionamiento de la tela con la entretela en el cual se tendrá un tiempo de variación de 5 a 20 segundos.

El PLC y junto con elementos complementarios, tales como protecciones eléctricas, relés, botones, control de velocidad, borneras, paro de emergencia, cableado eléctrico se logra el control y automatización de la fusionadora textil.

El contenido del presente trabajo esta desglosado de la siguiente manera:

CAPITULO 1: PROCESO DE FUSIONAMIENTO TEXTIL.

CAPITULO 2: ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS.

CAPITULO 3: DISEÑO DE LA FUSIONADORA TEXTIL.

CAPITULO 4: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA FUSIONADORA TEXTIL.

CAPITULO 5: ANÁLISIS DE COSTOS.

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

## ABSTRACT

In the present job it develops the design of a textile unit, with the aim of giving a support in the textile area to the small and average enterprise in Imbabura's Province.

The textile unity is designed to achieve the union of the fabric with the interlaced fabric with the aim of giving a support in collar of shirts, pockets, bichungas, etc. By means of the use of adequate temperatures, pressures, and times. So it gets using conveyor belts for the move of the fabric and interlaced fabric, electrical resistances for the control of the temperature, rollers for the movement of the conveyor belt also to fulfill the pressing of the fabric with the interlaced fabric and to get the union and an electrical motor for the control of the time of the union of the fabric with the interlaced fabric in the with it will have a variation of time of five to twenty seconds.

The PLC and together with complementary elements such as electrical protections electrical relays, buttons, control of velocity, borneras, stop of emergency, electrical cable ship it gets the control and automatization of the unifying textile.

The content of the present job is summarized of the following way:

CHAPTER ONE: PROCESS OF UNION TEXTILE.

CHAPTER TWO: ALTERNATIVES AND PROTOCOL OF PROOFS.

CHAPTER THREE: DESIGN OF THE UNIFYING TEXTILE.

CHAPTER FOUR: CONSTRUCTION AND ASSEMBLY LINE OF THE UNIFYING TESTILE.

CHAPTER FIVE: ANALYSIS OF COSTS.

CHAPTER 6: CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. OBJETIVOS**

##### **1.1.1. OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar una máquina que me permita realizar la fusión de la tela con la entretela para reforzar piezas textiles en la fábrica Maquila Confecciones en la provincia de Imbabura.

##### **1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Analizar el proceso que se tiene actualmente en la empresa.
- Seleccionar los materiales idóneos para la construcción de la máquina.
- Diseñar el sistema mecánico de la fusionadora textil.
- Implementación del sistema de control de la fusionadora textil
- Construir la fusionadora textil.
- Elaborar un manual de operación y guía práctica de la fusionadora.

## **1.2. PROCESO DE FUSIONAMIENTO.**

### **1.2.1. INTRODUCCIÓN.**

En el mundo globalizado de competitividad y una economía de libre mercado, el desarrollo textil debe alcanzar resultados a corto plazo, lo que implica la utilización de material y de máquinas de alta productividad, confiables en el proceso de producción, con la finalidad de obtener los mejores precios para los clientes.

Ecuador es una fuente de productos textiles que brinda variedad y calidad en cuanto a sus productos, y mantiene un adecuado proceso, abierto a nuevas tecnologías que facilitan y agilizan su producción, creando una mano de obra más fácil en el manejo de los equipos.

En los procesos textiles se requiere del mejoramiento en sus máquinas, o de la construcción de nuevas, mejorando su tecnología que generalmente es fabricada o importada de otros países, que en algunos procesos, aplicando los conocimientos de ingeniería Mecatrónica pueden ser diseñadas y construidas en el país, un caso analizado en el presente trabajo es el diseño de una Fusionadora Textil, utilizada en la industria textil de la confección.

En el presente estudio se ha considerado a la fábrica MAQUILA CONFECCIONES para aplicar los conocimientos, en el diseño y construcción de una máquina fusionadora textil, la cual ayudara en el proceso de confección de prendas como en camisetas, calentadores, bolsos, etc. En algunas partes de dichas prendas a ser confeccionadas tales como en: cuellos, bichungas, tapas bolsillos, puños, etc. Las cuales requieren el análisis de una máquina que realice el proceso de fusionamiento de la tela y entretela.

Dicho proceso utilizado en la confección de prendas es continuo, que actualmente se lo realiza utilizando un procedimiento manual, por lo que la fábrica MAQUILA CONFECCIONES ha visto la necesidad de implementar una máquina que facilite este proceso y reducir así los tiempos de esta fase y mejorar la calidad y cantidad de producción.



### 1.2.2. PROCESO DE FUSIONAMIENTO TEXTIL.

Se conoce como fusionamiento textil al hecho de fijar la entretela fusionable o pelón a la tela de una prenda, mediante la acción conjunta de temperatura y presión durante un determinado tiempo. Este proceso también se denomina unión sin costura.

El proceso de fusionamiento se inicia con la selección de la entretela, misma que debe ser seleccionada en función de la tela principal, una vez elegida la entretela se procede a seleccionar los parámetros de fusionamiento, estos parámetros son: temperatura, tiempo y presión, los cuales dependen de las especificaciones dadas por el fabricante. Si seleccionamos adecuadamente los materiales y recomendaciones del fabricante se obtiene un resultado de calidad en el fusionamiento.



**Figura 1.1:** Entretela.

Para la selección de la entretela se deben considerar las siguientes características:

- peso del tela base
- grosor del conjunto tela y entretela
- elasticidad y recuperación
- encogimiento y cayente
- tipo de resina

Los tipos de resina utilizados en la entretela fusionable son los que se indican en la tabla 1.1, siendo los más utilizados los de polietileno y poliamida. Estas resinas son del tipo sintético y se diferencian en la temperatura de fusión. De esta manera, cuando sometemos a un proceso de temperatura la entretela fusionable y la tela, se realiza la unión, proceso denominado como termosellado o fusionamiento.

**Tabla 1. 1:** Entretelas.

Clase de resina	Temperatura de fusión	Tacto o flexibilidad	Resistencia al lavado		Observacion
			En seco	Doméstico	
Politileno	140/150° C.	Rígido	Débil	Excelente	Adhesión fácil
Poliamida	130/140° C.	Suave	Excelente	Normal	Adhesión muy fácil con vapor
Polietileno Poliamida	140/150° C.	Semidirigido	Buena	Buena	Adhesión Fácil
Poliamida bajo Punto fusión	100/110° C.	Suave	Excelente	Normal	Adhesión muy fácil
P.V.C.	150/160° C.	Rígido	Normal	Excelente	Apropiada para tejidos siliconizados

**Fuente:** Entretelas de Indumentaria Silvia Barretto.

### 1.2.3. CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO DE FUSIONAMIENTO.

Dentro de las ventajas que se derivan de su utilización, se pueden enunciar los siguientes:

1. Rapidez, el tiempo de fusionamiento es muy corto y se pueden procesar varias piezas a la vez, y con el adecuado control de los parámetros técnicos del proceso, la unión es de buena calidad. En el proceso de manufactura se realiza la unión entre dos piezas, una fusionada y la otra no, para luego hacer el proceso de costura, obteniendo como resultado mayor rendimiento.
2. Mejoramiento de la estética de las prendas: pues al estar unidas íntimamente tela y entretela, componen un solo material, evitando las arrugas e imperfecciones que se presentan frecuentemente cuando la unión es parcial, por medio de costuras.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <http://www.recudir.com/investigacion>

3. Mejora la calidad de fusionamiento cuando se trabaja con telas de fibra sintética.
4. Es muy útil para estabilizar las telas muy livianas, que normalmente ocasionan problemas de deslizamiento.

### **1.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.**

En la actualidad en la fábrica MAQUILA CONFECCIONES, se lo viene realizando el proceso de fusionamiento manualmente. El proceso es realizado de dos formas, una con la utilización de la plancha eléctrica, y otra utilizando la máquina estampadora, obteniendo por cualquier método la unión de la tela con la entretela fusionable.

#### **1.3.1. FUSIONAMIENTO MANUAL (PLANCHA ELÉCTRICA).**



**Figura 1. 2:** Preparación de la tela y entretela fusionable.

El proceso con la plancha inicializa con la operaria, acomodando la tela y la entretela fusionable, para luego verificar el siguiente parámetro que es el de tener la temperatura adecuada en la plancha eléctrica de acuerdo a la resina, con una presión aplicada manualmente en cinco pasadas sobre la pieza.

El proceso de fusionado culmina en un tiempo promedio de dos minutos, en una sola pieza con los materiales mencionados. Uno de los inconvenientes que se presenta en este proceso, es la fatiga del personal, aumentando el tiempo promedio.



**Figura 1. 3:** Fusionamiento manual con la plancha.

### **1.3.2. FUSIONAMIENTO MANUAL (ESTAMPADORA).**

El proceso de fusionamiento con la estampadora requiere de dos acabados en la unión de la tela con la entretela fusionable en una sola pieza, ya que la superficie de la maquina utilizada en la fábrica no dispone del área total de la pieza.

- Primer acabado: Inicia el proceso con la regulación de la temperatura en la estampadora de acuerdo a la resina, para luego realizar la preparación de la tela y la entretela fusionable de tres piezas, y después aplicar la presión manualmente con un tiempo programado en estampadora, y llegar al fusionamiento del primer acabado. Este proceso lleva un tiempo promedio de dos minutos. En la figura 1.4 se observa el primer acabado.



**Figura 1. 4:** Primer acabado con la estampadora.

- Segundo acabado: Empieza introduciendo el área faltante de las tres piezas a fusionar, con la temperatura ya obtenida en el primer acabado, se aplica la presión con un tiempo programado en la estampadora, terminando el proceso con un promedio de dos minutos y treinta segundos en tres piezas. Es importante indicar que cuando se utiliza la estampadora se ejecutan tres piezas simultáneamente.

El tiempo que lleva en realizar la fusión la tela con la entretela fusionable en la estampadora, es de dos minutos y treinta segundos en tres piezas, que si lo quisieramos hacer para una pieza el tiempo es el mismo, debido a la limitacion en el área de la estampadora.

En la figura 1.5 se observa la ejecución del segundo acabado.



**Figura 1. 5:** Proceso de fusionamiento con la estampadora.

## **CAPÍTULO II**

### **2. SELECCIÓN DEL TIPO DE FUSIONADORA**

#### **2.1. TIPOS DE FUSIONADORA.**

Los tipos de máquinas para el proceso de fusionamiento de la tela y entretela fusionable son:

Tipo 1: sublimadora fusionadora textil.

Tipo 2: fusionadora textil.

Las mismas que a continuación se detallan.

#### **2.2. TIPO 1: SUBLIMADORA FUSIONADORA TEXTIL.**

##### **2.2.1. DESCRIPCIÓN.**

Este tipo de termosellado funciona mediante un sistema neumático que realiza la presión junto con un cilindro, y la obtención de la temperatura mediante planchas eléctricas, aplicada sobre la tela y la entretela fusionable para realizar la unión, y un sistema de bandejas que son de soporte para la materia prima.

El fusionamiento es realizado por la temperatura generada en las planchas eléctricas, y distribuido uniformemente en toda la superficie de la tela, las cuales se controlan con sensores de temperatura, y son las que mantienen la temperatura adecuada para la unión sólida en una sola pieza.

También cuenta con un controlador de tiempo, y dispone de un botón de emergencia que realiza el paro inmediato de la máquina, y de un aislamiento térmico para evitar que se produzcan pérdidas hacia el exterior.

En la figura 2.1 se observa una Sublimadora Fusionadora.



**Figura 2. 1:** Sublimadora fusionadora textil, (FOTOLOG, 2010)

**Fuente:** [http://www.fotolog.com/hornosdecuradoprofile\\_start](http://www.fotolog.com/hornosdecuradoprofile_start).

### 2.2.2. CARACTERÍSTICAS.

- Doble bandeja (permite optimizar al máximo consumo de energía y tiempo de producción)
- Plancha de aluminio muy robusta.
- Sistema neumático automatizado.
- Control de temperatura y tiempo.
- Pintura electrostática al horno.
- Medidas plancha estampación 100 x 80 cm.

- Medida total de la máquina (largo 2.80m x 1.20m ancho y 1.20m de altura).
- Peso 650 Kg.
- Amperaje = (9Kw).
- Voltaje = (220 – 330 voltios)
- Soporte técnico permanente y stock de repuestos.
- Incluye 2 almohadillas de Silicón Pad (resiste altas temperaturas, uniformiza el estampado).
- Instalación con cables de silicón (soporta altas temperaturas)
- Resistencia tubular, blindada y compacta.
- Termocupla (sensor de temperatura, envía la información de la temperatura al cerebro de la máquina).

### **2.2.3. VENTAJAS.**

- Mayor uniformidad de transferencia de calor.
- Alta confiabilidad.

### **2.2.4. DESVENTAJAS.**

- Accionamiento neumático.



- Alto consumo de energía.
- Mayor costo.
- Mantenimiento más complejo.
- Proceso variado.
- Solo para tamaños adecuados de tela.

### **2.3. TIPO 2: FUSIONADORA TEXTIL.**

#### **2.3.1. DESCRIPCIÓN.**

Este tipo de fusionadora, realiza el proceso de unión de la tela con la entretela fusionable mediante el calentamiento de cintas transportadoras, las cuales utilizan planchas eléctricas que distribuyen el calor uniformemente, y mediante rodillos accionados por un motor eléctrico, de los cuales también se obtienen la presión, logrando la unión sólida de la tela con la entretela, haciendo que el proceso sea continuo.

Para la generación de la temperatura utiliza planchas eléctricas, que están controladas con sensores de temperatura, los cuales son los encargados de mantener la temperatura adecuada para el fusionamiento textil.

También cuenta con un control de velocidad para el motor eléctrico, el cual regula el tiempo de trabajo de la máquina, y de una parada de emergencia, dispone de un aislamiento térmico para evitar que se produzcan pérdidas hacia el exterior.

Como podemos observar en la figura 2.2.



**Figura 2. 2:** Fusionadora textil

**Fuente:** (HASHIMA, s.f.).

### 2.3.2. CARACTERÍSTICAS.

- Tipo compacto que puede moverse fácilmente a cualquier lugar.
- Encaje para los tejidos más grandes y los varios tamaños.
- El termostato electrónico y el equipo calorífico especial-hecho minimizan las diferencias de temperatura.
- Con banda transportadora de Teflón. La banda transportadora de Teflón es fácil de mantenimiento y limpieza.

### 2.3.3. VENTAJAS.

- Fácil transportación y fácil manejo de la máquina.
- Fácil mantenimiento.
- Variedad de repuestos en el mercado.

- Utilización de una sola fuente de energía.
- Proceso continuo.
- Para diferentes tamaños de tela.
- Costo relativo bajo.

#### **2.3.4. DESVENTAJAS.**

- Disponibilidad de información.
- Calentamiento de carga lento.

#### **2.4. FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.**

Para la selección de las alternativas propuestas se toma en cuenta varios criterios tomados en base a los objetivos del proyecto. Como podemos ver en la tabla 2.1.

**Tabla 2. 1:** Criterios.

CRITERIOS
Costo
Facilidad de construcción y montaje.
Facilidad de mantenimiento.
Facilidad de operación.
Versatilidad.
Seguridad.

### **2.4.1 COSTO**

Debido a que la máquina está dirigida a la pequeña y mediana empresa, el costo de construcción es una de las partes importantes a tenerse en cuenta en la elaboración del proyecto.

El costo total de la máquina se divide básicamente en dos grupos:

- Costo de alquiler de la maquina a emplearse durante su construcción y el montaje que se lo realiza de acuerdo a los valores que están actualmente en el mercado.
- Costo de la mano de obra empleada durante el proceso de construcción y montaje.

### **2.4.2 FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.**

La facilidad de construcción y montaje es otra parte importante ya que puede subir o bajar el valor final de la máquina, la disponibilidad en el mercado de piezas complejas o sencillas de rápida construcción, la utilización de mano de obra calificada y herramientas de alta tecnología.

### **2.4.3 FACILIDAD DE MANTENIMIENTO.**

La evaluación se realiza en base a las siguientes condiciones.

- Facilidad del montaje y desmontaje en el mantenimiento de la máquina.
- La utilización de herramientas de fácil adquisición.

#### **2.4.4 FACILIDAD DE OPERACIÓN.**

Se evaluará la facilidad de operación de la máquina, de esta manera se garantiza que cualquier persona que requiera de la maquina pueda acceder a ella.

#### **2.4.5 VERSATILIDAD.**

Se evalúa la versatilidad que tiene la máquina, esta parte es importante porque la máquina está dirigida a la pequeña y mediana empresa.

#### **2.4.6 SEGURIDAD.**

Se evalúa la capacidad que tenga la máquina para brindar las condiciones adecuadas de operación y bienestar del operario.

### **2.5 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.**

Para la selección de la alternativa que cumpla con los objetivos requeridos en este proyecto de tesis, se utilizara el Método ordinal corregido de criterios ponderados.

Es un método basado en tablas donde cada criterio se confronta con los criterios restantes y tiene los valores siguientes.

- 1 Si el criterio de las filas es superior (o mejor;  $>$ ) que al de las columnas.
- 0,5 Si el criterio de las filas es equivalente ( $=$ ) al de las columnas.
- 0 Si el criterio de las filas es inferior (o peor;  $<$ ) que el de las columnas.

Para cada criterio, se suman los valores asignados en comparación a los criterios restantes, al que se le añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, se calculan los valores ponderados para cada criterio.

Como último, la evaluación total de cada solución resulta la suma de productos de sus pesos específicos por el del criterio respectivo.

En el diseño y construcción de una Fusionadora Textil, las soluciones o alternativas se presentan en la tabla 2.2.

**Tabla 2. 2:** Alternativas fusionadora textil.

CODIGO	ALTERNATIVA
TIPO 1	Sublimadora Fusionadora Textil.
TIPO 2	Fusionadora Textil.

En la tabla 2.3 se realiza la evaluación del peso específico de cada criterio.

**Tabla 2. 3:** Evaluación del peso específico de cada criterio.

Criterio	Mantenimien to	F. de operaci ón	F. de construcc ión	Versatili dad	Cos to	Segurid ad	Sum a + 1	Peso ponder ado
<b>Mantenimien to</b>	0	1	1	0,5	0,5	0	4	0,19
<b>F. de Operación</b>	0	0	0,5	0,5	1	0,5	3,5	0,167
<b>F. de Construcción</b>	0	0,5	0	0,5	1	0	3	0,143
<b>Versatilidad</b>	0,5	0,5	0,5	0	1	1	4,5	0,214
<b>Costo</b>	0,5	0	0	0	0	1	2,5	0,119
<b>Seguridad</b>	1	0,5	1	0	0	0	3,5	0,167
<b>Suma</b>							<b>21</b>	<b>1</b>

**Fuente:** Método ordinal corregido de criterios ponderados.

Luego de haber realizado la evaluación del peso específico de cada criterio se procede a la evaluación de los pesos específicos de los criterios de las distintas alternativas.

En la tabla 2.4 se presenta la evaluación del criterio Mantenimiento.

**Tabla 2. 4:** Mantenimiento.

<b>Evaluación del peso específico del criterio Mantenimiento</b>				
Tipos	Tipo 1	Tipo 2	Suma+1	Peso Ponderado
Tipo 1	0	0	1	0,33
Tipo 2	1	0	2	0,67
		Suma	3	1

**Fuente:** Método ordinal corregido de criterios ponderados.

En la tabla 2.5 se realiza la valoración del peso específico de cada tipo en función del criterio Facilidad de Construcción.

**Tabla 2. 5:** Facilidad de Operación.

<b>Evaluación del peso específico del criterio Facilidad de Operación</b>				
Tipos	Tipo 1	Tipo 2	Suma+1	Peso Pond
Tipo 1	0	0,5	1,5	0,5
Tipo 2	0,5	0	1,5	0,5
		Suma	3	1

**Fuente:** Método ordinal corregido de criterios ponderados.

Valoración del peso específico de cada tipo en función del criterio Facilidad de Construcción, observar la tabla 2.6.

**Tabla 2. 6:** Facilidad de Construcción.

<b>Evaluación del peso específico del criterio <i>Facilidad de Construcción</i></b>				
Tipos	Tipo 1	Tipo 2	Suma+1	Peso Pond
Tipo 1	0	0,5	1,5	0,5
Tipo 2	0,5	0	1,5	0,5
		<b>Suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

**Fuente:** Método ordinal corregido de criterios ponderados.

En la tabla 2.7 se realiza la valoración del peso específico de cada tipo en función del criterio Versatilidad.

**Tabla 2. 7:** Versatilidad.

<b>Evaluación del peso específico del criterio <i>Versatilidad</i></b>				
Tipos	Tipo 1	Tipo 2	Suma+1	Peso Pond
Tipo 1	0	0	1	0,33
Tipo 2	1	0	2	0,67
		<b>Suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

**Fuente:** Método ordinal corregido de criterios ponderados.

Valoración del peso específico del criterio costo de cada tipo, observar tabla 2.8.

**Tabla 2. 8:** Costo.

<b>Evaluación del peso específico del criterio <i>Costo</i></b>				
Tipos	Tipo 1	Tipo 2	Suma+1	Peso Pond
Tipo 1	0	0	1	0,33
Tipo 2	1	0	2	0,67
		<b>Suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

**Fuente:** Método ordinal corregido de criterios ponderados.



En la tabla 2.9 se realiza la valoración del peso específico de cada tipo en función del criterio Seguridad.

**Tabla 2. 9:** Seguridad.

Evaluación del peso específico del criterio Seguridad				
Tipos	Tipo 1	Tipo 2	Suma+1	Peso Pond
Tipo 1	0	0	1	0,33
Tipo 2	1	0	2	0,67
		Suma	3	1

**Fuente:** Método ordinal corregido de criterios ponderados.

En la tabla 2.10 se realiza las conclusiones.

**Tabla 2. 10:** Evaluación de las alternativas.

TABLA DE CONCLUSIONES								
	MANTENI MI	F.OPERA	F.CONST RUC	VERSATIL	COSTO	SEGURID	SUMA	PESO POND.
Tipo. 1	0,063	0,083	0,083	0,048	0,026	0,063	0,366	1
Tipo.2	0,127	0,083	0,083	0,095	0,079	0,167	0,634	2

**Fuente:** Método ordinal corregido de criterios ponderados.

Al terminar con todos los pasos previos al Método ordinal corregido de criterios ponderados se llega a la conclusión, que en base a los datos mostrados en la tabla 2.10, el tipo 2 que corresponde a la Fusionadora Textil con banda transportadora es la que cumple con los objetivos de este proyecto.

## 2.6 DETALLE DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.

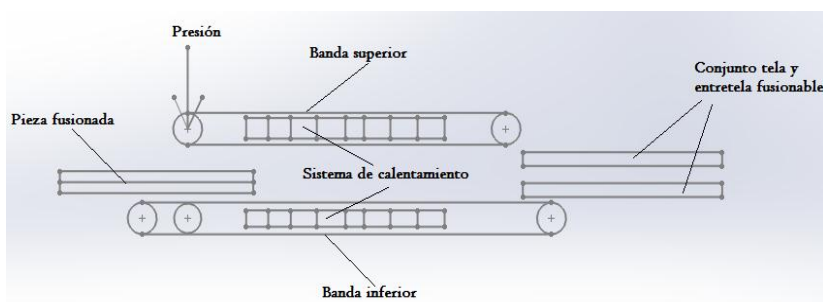
El funcionamiento de la máquina fusionadora textil tipo banda transportadora es el siguiente:

Según se observa en la figura 2.3, la pieza a fusionar es colocada en la banda transportadora inferior, para luego ser guiada con ayuda de una banda transportadora superior. Estas bandas transportadoras son paralelas y para su accionamiento se utiliza un conjunto de rodillos. Por uno de los rodillos de la banda transportadora se acopla un motor para generar el movimiento de este rodillo y a través de este transmitir el movimiento a los otros rodillos utilizando ruedas dentadas y cadena.

Entre las dos bandas transportadoras, se instala un sistema de calentamiento, calor que es absorbido por radiación las bandas transportadoras y estas transmiten el calor por conducción al conjunto tela y entretela. Este calor ganado por la pieza permitirá la fusión de la resina de la entretela, durante el recorrido desde su ingreso hasta el punto de salida.

Para lograr una unión sólida de la tela con la entretela, en la zona de salida, se coloca un rodillo adicional en una zona de la banda transportadora inferior y que sea paralelo a uno de los rodillos de la banda transportadora superior, generando un proceso de laminación. Una vez pasada la pieza por este proceso, sale a la zona final de la banda transportadora inferior, misma que será recogida por el operario.

La presión necesaria para realizar el fusionamiento se obtendrá mediante el desplazamiento del rodillo motriz de la banda superior hacia el rodillo adicional, obteniendo de esta manera una presión uniforme para la unión sólida de la tela con la entretela fusionable, consiguiendo así un sistema de presión continuo en la máquina.



**Figura 2. 3:** Sistema de fusionamiento.

Seleccionando la velocidad del motor, se consigue el tiempo necesario para que la pieza llegue a la temperatura de fusión de la resina de la entretela desde el punto de entrada hasta el punto de salida, distancia entre los rodillos de la banda transportadora superior. La temperatura deberá ser controlada por la cantidad de calor suministrada por el sistema de calentamiento y con la distancia entre los rodillos en el proceso de laminación se obtendrá la presión necesaria para la unión de la tela y entretela.

## CAPÍTULO III

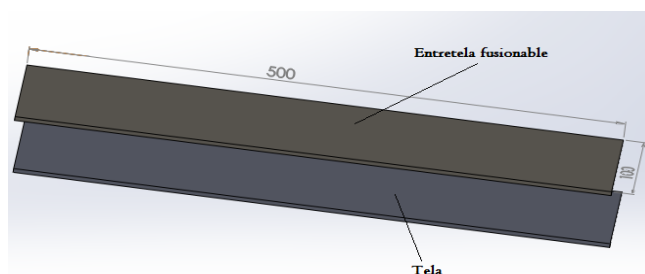
### 3. DISEÑO DE LA FUSIONADORA TEXTIL

#### 3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA FUSIONADORA TEXTIL.

##### 3.1.1. PARÁMETRO FUNCIONAL.

Es un dato conocido para el funcionamiento y la producción de la máquina, como por ejemplo la cantidad de producción por horas, las dimensiones de los materiales, etc. Para nuestro caso particular, como parámetros funcionales para el diseño de la máquina fusionadora se han considerado la capacidad de producción y dimensiones de la pieza a fusionar.

Según requerimiento del gerente PROPIETARIO de la fábrica MAQUILA CONFECCIONES, es de 800 piezas/hora mínimo y el tamaño máximo de la pieza a fusionar es de 500 x 100 mm, según se indica en la figura 3.1.



**Figura 3. 1:** Dimensiones tela y entretela.

##### 3.1.2. PARÁMETRO FUNDAMENTAL.

Es un dato importante que sirve de base para el diseño de la máquina, está referido a las características del material, temperatura de trabajo, condiciones de funcionamiento y requerimientos de trabajo para cumplir con su función. Los parámetros fundamentales para producir el fusionamiento de la tela y entre tela se indican en la tabla 3.1, información que es obtenida de los fabricantes de entretelas fusionables Anexo V.

**Tabla 3. 1:** Parámetros fundamentales.

<b>PARÁMETRO</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
TEMPERATURA (°C)	100	170
TIEMPO (seg)	5	20
PRESIÓN (Kgf/cm <sup>2</sup> )	0,25	0,5
MASA (gr/m <sup>2</sup> )	40	256

**Fuente:** Traveltex. ENTRETELAS.

En base a estas consideraciones iniciales, nos permitirá una adecuada selección del tipo de banda transportadora, rodillos de arrastre, sistema de transmisión de movimiento y sistema de control.

### **3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BANDA TRANSPORTADORA.**

Una banda transportadora es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores o rodillos, la banda es arrastrada por fricción por uno de los rodillos, que a su vez es accionado por un motor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda<sup>2</sup>. La banda transportadora cumple con la función de recibir productos o piezas para luego trasladarlos desde el punto de recepción hasta un punto de recolección.

#### **3.2.1. TIPOS DE BANDAS TRANSPORTADORAS.**

Los tipos y características de las bandas transportadoras se detallan a continuación en la tabla 3.2.

---

<sup>2</sup> BANDAS TRANSPORTADORAS (INSTALACIONES ESPECIALES) Arq. Adriana Santibáñez.

**Tabla 3. 2:** Bandas transportadoras.

<b>Tipo de banda.</b>	<b>Características</b>
Banda de caucho y lona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Varias capas de tejidos engomados.</li> <li>-Fibras de poliéster poliamida o nylon.</li> <li>-Flexibles.</li> <li>-Peso reducido.</li> <li>-Tramas metálicas o textiles.</li> <li>-Base de caucho natural.</li> <li>-Buena temperatura.</li> <li>-Buena resistencia a la rotura, temperatura, impacto y a la humedad.</li> <li>-Flexible.</li> </ul>
Bandas Sintéticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Resistente al desgaste.</li> <li>-Alargamiento bajo.</li> <li>-Excelente tracción.</li> <li>-Sirven para procesos con alimentos.</li> <li>-Agarre fuerte.</li> <li>-Buena resistencia mecánica.</li> <li>-Variedad de peso.</li> <li>-Flotabilidad en el agua.</li> <li>-Temperaturas entre -40 °C a + 104 °C.</li> <li>-Excelente resistencia química.</li> </ul>
Banda modular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Resistente a la penetración de microorganismos.</li> <li>-Excelente tenacidad al impacto.</li> <li>-Flexible.</li> <li>-Resistencia a la fatiga.</li> <li>-Excelentes propiedades deslizantes.</li> <li>-Resistencia al rayado.</li> <li>-Elevada carga de rotura.</li> <li>-Resistencia a productos químicos.</li> <li>-Resistencia al rayado</li> <li>-No reacciona con sustancias químicas.</li> <li>-No son tóxicas.</li> </ul>
Banda de teflón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Resistencia a la tracción y desgaste.</li> <li>-Impermeabilidad para mantener sus cualidades en ambientes húmedos.</li> <li>-No se altera por acción de la luz.</li> <li>-Soporta temperaturas de -73 °C, hasta 270 °C.</li> </ul>

**Fuente:** www.provecuador.com.ec.

**Tabla 3. 3:** Propiedades mecánicas de la banda de Teflón.

<b>PRINCIPALES PROPIEDADES MECANICAS Y ELÉCTRICAS</b>	<b>80μ</b>	<b>130μ</b>	<b>150μ</b>	<b>250μ</b>
Resistencia a la tensión (lb/plg). Urdimbre/ Trama	70/40	125/120	125/120	250/200
Elongación %	5	5	5	5
Resistencia dielectrica (volts)	4000	4500	6000	7000
Factor de correlación electrolítico (directo)	1.0	1.0	1.0	1.0
Resistencia a la aislación (megohms)	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>

**Fuente:** www.ijasa.com

### 3.2.2. SELECCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA.

Según lo indicado en los parámetros fundamentales tabla 3.1, la banda transportadora debe trabajar a una temperatura de 170 grados centígrados, de la tabla 3.2 la banda transportadora que cumple los requerimientos es la de teflón, las características de este material es la resistencias a temperaturas mayores a la temperatura ambiente y adecuado para realizar trabajos a altas temperaturas.

Los anchos disponibles para bandas transportadoras, se observa en la tabla 3.4.

**Tabla 3. 4:** Anchos banda transportadora.

Ancho cinta mm	x	y	Ancho cinta mm	x	y
300	0,3	29,2	900	0,42	88,5
400	0,3	29,2	1 000	0,45	97,5
500	0,337	42,7	1 100	0,48	108,7
600	0,337	50,2	1 200	0,51	120,7
700	0,39	62,2	1 300	0,555	138,7
800	0,405	75			

**Fuente:** Manual de cálculo de cintas transportadoras “PIRELLI”.

Las propiedades de la banda transportadora son las que se detallan en la tabla 3.5.

**Tabla 3. 5:** Propiedades de la banda transportadora de teflón.

Propiedades Mecánicas	Unidad	Valores
Peso específico	Gr/cm <sup>3</sup>	2.13 A 2.21
Resistencia a la tracción	Kg/cm <sup>2</sup>	210
Res. A compresión (Def. 1% y 5%)	Kg/cm <sup>2</sup>	44 – 100
Alargamiento a la rotura (Min)	%	200
Res. Al choque sin entalla	Kg.cm/cm <sup>2</sup>	No rompe
Dureza	Shore D	50 A 55
Propiedades térmicas		
Temp. De uso continuo	°C	-260 A 260
Coef. De conducción térmica	Kcal/m. h. °C.	0.24

**Fuente:** Fabricación de productos en teflón “PRODUFLON”

En Ecuador los distribuidores de bandas transportadoras tenemos: BANDAS & BANDAS y Bandas transportadoras en ecuador “PROVECUADOR”.

### 3.3. SELECCIÓN DEL ANCHO DE LA BANDA TRANSPORTADORA.

Con las características y datos de la banda transportadora de teflón, se elegirá el ancho de trabajo óptimo para obtener una capacidad de 800 piezas/hora, con una longitud máxima de la pieza de 0.5m y un ancho de 0,1m. Según los datos del fabricante para lograr el fusionamiento de la tela con la entretela, indicados en la figura 3.1, se realizan los cálculos de producción por hora.

Capacidad de la banda con un ancho de 300mm, y un ancho en la pieza a fusionar de 100 mm, y un tiempo máximo por pieza de 20 segundos se tiene una capacidad de:

$$\text{Capacidad}_{\text{piezas}} = \frac{\text{Ancho de banda}}{\text{Ancho de pieza}} = \frac{300 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 3 \text{ piezas cada 20 segundos.}$$

$$\text{Total piezas}_{\text{minuto}} = \text{Capacidad}_{\text{piezas}} \times \frac{\text{minuto}}{\text{tiempo de fusión}} = 3 \text{ piezas} \times \frac{60 \text{ segundos}}{20 \text{ segundos}} = 9 \text{ piezas.}$$

$$\text{Total piezas}_{\text{hora}} = \text{Total piezas}_{\text{minuto}} \times \text{hora} = 9 \text{ piezas} \times 60 \text{ minutos} = 540 \text{ piezas.}$$

Con un ancho en la banda de 300 mm y un ancho máximo de la pieza de 100 mm se encuentra que la producción en una hora es de 540 piezas, la misma que no llega a cumplir la expectativa del propietario de la fábrica MAQUILA CONFECIONES.

Para lo cual se realiza el mismo análisis con los siguientes anchos de la banda transportadora, los datos obtenidos se indican en la tabla 3.6.



**Tabla 3. 6:** Producción en base al ancho de la banda transportadora.

Ancho banda (mm)	Ancho pieza (mm)	Tiempo (seg)	Piezas fusionadas (piezas/hora)
300	100	20	540
400	100	20	720
500	100	20	900

Con los datos de la tabla 3.6, se observa que para un ancho máximo de la pieza de 100 mm, el ancho óptimo en la banda transportadora de teflón es de 500mm, cuyo ancho es de fabricación estándar según la tabla 3.4, con la cual se obtiene una capacidad de producción de 900 piezas/hora.

### 3.4. CARACTERÍSTICAS DEL RODILLO MOTRIZ Y RODILLO DE APOYO.

Los materiales del rodillo motriz que transmite el movimiento a la banda transportadora, tiene que ser resistente a altas temperaturas, y tener buena fricción. Los materiales del rodillo de apoyo, debe ser anti-adherente y de baja fricción.

En la tabla 3.7 se observa el tipo de material y la aplicación de cada rodillo.

**Tabla 3. 7:** Tipos de rodillos.

Tipo de rodillo	Aplicación
Rodillo de alineación.	Sirven para alinear la banda dentro de la propia instalación.
Rodillos de impacto	Recubiertos de discos de goma para absorber los golpes provocados por la caída de bloques en las tolvas de recepción.
Rodillos de retorno	Los cuales están formados con discos de goma.
Rodillo cilíndrico	Con la superficie exterior lisa, tal como la obtenida mediante el empleo de tubos de acero; es el más empleado.
Rodillos cilíndricos recubiertos.	Adecuados para soportar impactos pequeños.

**Fuente:** Criterio para el diseño de una cinta transportadora (Monografias.com).

### 3.4.1. RODILLO MOTRIZ.

De la tabla 3.7 se elige el rodillo cilíndrico recubierto para rodillo motriz, el cual es el encargado de mover la banda transportadora, la misma que será arrastrada por fricción por el rodillo motriz, que este a su vez es accionado por un motor. El rodillo motriz al estar en contacto directo con la banda transportadora, deberá poseer propiedades de resistencia a altas temperaturas, por sus características los rodillos que vienen hacer los ideales para el diseño de la máquina fusionadora, son los rodillos con recubrimiento de teflón.

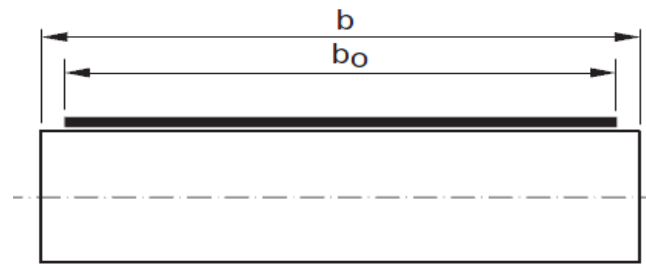
En la tabla 3.8 se observan los recubrimientos para rodillos. Según las condiciones de trabajo a realizar y de los materiales a transportar, existe una extensa gama de calidades.

**Tabla 3. 8:** Tipos de recubrimientos para rodillos.

Tipo de recubrimiento	Característica
Tipo E	Caucho natural, rugosidad fina. Resistencia a la temperatura 100°C
Tipo EG	Caucho natural, rugosidad gruesa. Resistencia a la temperatura 100°C
Tipo EGH	Caucho sintético, rugosidad gruesa. Resistencia a la temperatura 120°C
Tipo LH	Caucho sintético, superficie lisa. Resistencia a la temperatura 120°C
Tipo TF	Teflón autoadhesivo, superficie lisa. Resistencia a la temperatura 250°C

**Fuente:** INDARBELT (Datos técnicos de ayuda).

Por sus propiedades obtenidas en las tablas 3.3 y 3.5, y las características de recubrimientos para rodillos en la tabla 3.8, se elige los rodillos con recubrimiento de teflón tipo TF, por realizar trabajos con altas temperaturas. Las dimensiones de los rodillos se obtienen de acuerdo al ancho de la banda transportadora, en la figura 3.2 y en la tabla 3.9 se indican la forma de calcular la dimensión de rodillo.

**Figura 3. 2:** Ancho del rodillo

**Fuente:** catalogo cintas transportadoras “Habasit”.

**Tabla 3. 9:** Selección de la dimensión de los rodillos.

Ancho de la cinta ( $b_o$ )	Ancho del rodillo ( $b$ )
$b_o \leq 100$ mm	$b = b_o + 20$ mm
$b_o > 100$ mm	$b = (1,08 \times b_o) + 12$ mm

**Fuente:** Catalogo cintas transportadoras “Habasit”.

De la tabla 3.9 y aplicando la fórmula para un ancho de banda  $>100$ mm se obtiene un ancho del rodillo motriz de:

$$b = (1,08 \times b_o) + 12 \text{ mm}$$

Donde:

$$b_o = \text{Ancho de la cinta} = 500 \text{ mm}$$

$$b = \text{Ancho del rodillo}$$

$$b = 552 \text{ mm}$$

Un rodillo similar que se relaciona con las características y medidas del rodillo motriz es el de las copadoras e impresoras, en la tabla 3.10 se observan las medidas de estos rodillos.

**Tabla 3. 10:** Características del rodillo de la copadora Kyocera.

<b>Suministro</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Anchura del Rodillo	43 cm	91 cm
Diámetro del Rodillo	40 mm	70 mm
Tamaño de hoja	22 cm	91 cm
Densidad del papel	75 g/m <sup>2</sup>	90 g/m <sup>2</sup>
Material base rodillo	Acero A-36	

**Fuente:** Kyocera documents solutions.

En la tabla 3.10 se observa que existen rodillos en la copadora con un tamaño mínimo de 43 cm y máxima de 91cm, encontrándose la medida requerida del rodillo motriz entre la medida mínima y máxima de los rodillos de las copadoras e impresoras, por lo que se seleccionara este para el diseño de la máquina y se disminuyen los costos.

En la figura 3.3 se observa un rodillo de la fotocopiadora Kyocera.



**Figura 3. 3:** Rodillo de presión fotocopiadora Kyocera  
**Fuente:** [www.tecnimaxservice.com](http://www.tecnimaxservice.com).

Por las características y propiedades de los rodillos de las copadoras e impresoras, y por los parámetros de diseño de la máquina, se harán uso de estos rodillos. Los rodillos a utilizar son los rodillos de calor de la copadora Kyocera con una dimensión de 550 mm en su ancho, y un diámetro de 64 mm.

### 3.4.2. RODILLO DE APOYO.

La función del rodillo de apoyo es soportar la banda y el material a transportar, el impacto producido por la caída del material, contribuir al centrado y tensión de la banda, mediante la tabla 3.7 se selecciona el rodillo de alineación.

Para que el rodillo de apoyo cumpla las funciones anteriores, deberá disponer de una posición rígida, al estar en contacto con la banda transportadora debe ser resistente a altas temperaturas, también tener baja fricción. Para lo cual se selecciona un rodillo de apoyo con material de aluminio. En la tabla 3.11 se observan las propiedades del aluminio utilizado en este tipo de rodillos.

**Tabla 3. 11:** Propiedades del aluminio.

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	2700
Punto de fusión	°C	660
Conductividad térmica	W/(m.K)	209,3
<b>Propiedades mecánicas</b>		
Resistencia a la tracción	Mpa	160 A 200

**Fuente:** Manual del aluminio (Hufnagel, 1992).

Con las propiedades citadas en la tabla 3.11, los rodillos de aluminio están diseñados para proporcionar una baja inercia rotacional con poca deflexión. Este desempeño se logra con una extrusión única de aluminio que produce una excelente relación de resistencia/peso.<sup>3</sup> En la figura 3.4 se observa el rodillo motriz y el rodillo de apoyo.



Figura 3. 4: **Rodillo motriz y rodillo de apoyo.**

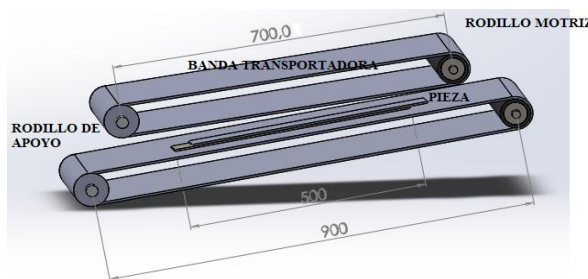
<sup>3</sup> [www.doubleint.com](http://www.doubleint.com)

### 3.5. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD LINEAL DE LA BANDA TRANSPORTADORA.

Se inicia el diseño de la fusionadora con el cálculo de la velocidad lineal para los tiempos de 5-20 segundos, con una dimensión de la pieza de 500 mm de largo máximo en la pieza, y de 100 mm de ancho máximo en la pieza según la figura 3.1, más los diámetros de los rodillos motriz y de apoyo, se utiliza una distancia entre centros del rodillo de apoyo y del rodillo motriz de 0,70 m en la cinta transportadora superior, en la que se ha considerado la longitud de la pieza y una holgura adicional de 0,20 m garantizando así durante este recorrido la fusión de la tela y entretela.

Para la banda inferior se considera una distancia de 900 mm entre centros del rodillo motriz y el rodillo de apoyo, dando una distancia de alimentación a la entrada de la pieza, y una distancia de descarga para la pieza fusionada, que abarque toda la dimensión de la pieza a fusionar.

En la figura 3.5 podemos observar la distancia de transporte.



**Figura 3. 5:** Distancia de transporte, Fuente propia.

- Parámetros de diseño banda inferior.
- Distancia de transporte 0.90 m.
- Tiempo de cada ciclo mínimo de transporte 5 segundos.
- Tiempo de cada ciclo máximo de transporte 20 segundos.

De los datos obtenidos se procede a determinar la velocidad lineal de la banda, utilizando la siguiente expresión.

### **Velocidad Media<sup>4</sup>**

#### **Ecuación 3. 1**

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{espacio (m)}}{\text{tiempo (s)}}$$

Reemplazando los valores en la ecuación 3.1 se tiene:

$$\text{Velocidad lineal minima} = \frac{0,9 \text{ m}}{20 \text{ s}} = 0,045\text{m/s}$$

La velocidad lineal mínima de la banda transportadora es de 0,045 m/s.

$$\text{Velocidad lineal maxima} = \frac{0,9 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 0,18\text{m/s}$$

La velocidad lineal máxima de la banda transportadora es de 0,18 m/s.

### **3.5.1. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD ANGULAR DE LA BANDA TRANSPORTADORA INFERIOR.**

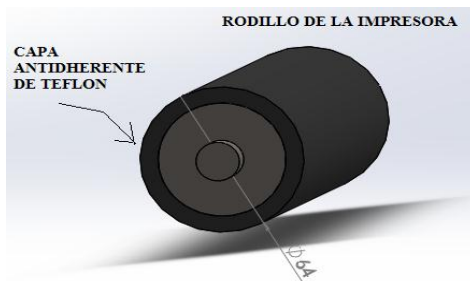
Velocidad angular banda inferior.

Utilizando el manual de Kauman referente a bandas transportadoras, aconseja que para un ancho de banda de 500mm, se utilice un diámetro de tambor motriz comprendido entre (63,5mm – 89mm) Fuente (Kauman). Para el diseño de la máquina se escoge un diámetro de tambor motriz de 64mm, que es el seleccionado de las copiadoras, como se observa en la tabla 3.9.

---

<sup>4</sup> (Vallejo & Zambrano, FISICA VECTORIAL I, 2009)

En la figura 3.6, se muestra un esquema de Tambor motriz y sus dimensiones.



**Figura 3. 6:** Esquema de Tambor Motriz.

Para la determinación de la velocidad angular se parte de la velocidad lineal y del diámetro del tambor motriz.

Velocidad angular mínima.

$$w = 0,045 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 * \pi * 0,032\text{m}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 13,43 \text{ rpm.}$$

$$w = 13 \text{ rpm.}$$

Se considera una velocidad mínima en el tambor motriz de 13 rpm.

Velocidad angular máxima.

$$w = 0,18 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 * \pi * \left(\frac{0,064\text{m}}{2}\right)} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 54 \text{ rpm.}$$

Se considera una velocidad máxima en el tambor motriz de 54 rpm.



### 3.5.2. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE LA CINTA TRANSPORTADORA SUPERIOR.

- Parámetros de diseño cinta superior.
- Distancia de transporte = 0,70 m.
- Velocidad lineal mínima de transporte = 0,045 m/s.
- Velocidad lineal máxima de transporte = 0,18 m/s.

De los datos obtenidos se procede a determinar el tiempo utilizado de la banda transportadora para recorrer 0.66 m, utilizando la siguiente expresión.

$$\text{tiempo (s)} = \frac{\text{espacio (m)}}{\text{velocidad (m/s)}}$$

Reemplazando los valores en la ecuación 3.2 se tiene:

$$\text{tiempo maximo} = \frac{0,70 \text{ m}}{0,045 \text{ m/s}} = 15,5 \text{ s}$$

El tiempo máximo utilizado de la banda transportadora para recorrer 0,70 m es de 15,5 seg.

$$\text{tiempo minimo} = \frac{0,70 \text{ m}}{0,18 \text{ m/s}} = 3,8 \text{ s}$$

El tiempo mínimo utilizado de la banda transportadora para recorrer 0,70 m es de 4 seg.

### 3.5.3. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD ANGULAR DE LA CINTA TRANSPORTADORA SUPERIOR.

Para la determinación de la velocidad angular se parte de la velocidad lineal y del diámetro del tambor motriz, que es el mismo rodillo de la banda inferior, y cuyo diámetro es de 64 mm.

Velocidad angular mínima.

$$w = 0,045 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 * \pi * \left(\frac{0,064\text{m}}{2}\right)} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 13 \text{ rpm.}$$

Se considera una velocidad mínima en el tambor motriz de 13 rpm.

Velocidad angular máxima.

$$w = 0,18 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 * \pi * \left(\frac{0,064\text{m}}{2}\right)} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 54 \text{ rpm.}$$

Se considera una velocidad máxima en el tambor motriz de 54 rpm.

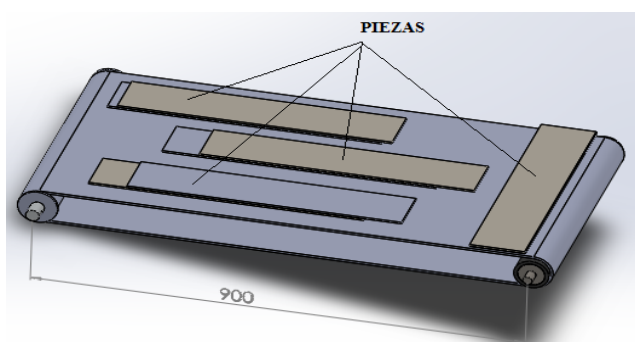
La velocidad angular máxima y mínima, necesaria para realizar el movimiento en el tambor motriz es muy pequeña, y en el mercado los motores eléctricos que se disponen no entreguen esa velocidad de salida, para llegar a las velocidades angulares requeridas en la máquina se hará uso de un motor reductor.

### 3.6. SELECCIÓN DEL MOTOR Y REDUCTOR.

Para seleccionar el motor y motor-reductor, se analiza la capacidad de carga, y la potencia requerida para vencer las fuerzas de desplazamiento en la cinta transportadora.

### 3.6.1. CAPACIDAD DE CARGA DE LA CINTA TRANSPORTADORA.

Para el análisis de la capacidad de carga en la cinta transportadora, se toma la distancia de traslación de la banda inferior, y el peso que tendrá la tela y la entretela fusionable. Con los parámetros de diseño, se determina la capacidad de carga de la banda transportadora según sus respectivas distancias como se muestra en la figura 3.7.



**Figura 3. 7:** Distancia de alimentación en la banda inferior.

Se determina la cantidad de tela y entretela fusionable que llamaremos pelón, para las dimensiones de la maquina con la siguiente ecuación.

#### Cantidad de pelón

##### Ecuación 3. 2

$$N^{\circ}_{\text{pelon}} = \frac{\text{área cinta transportadora}}{\text{área pelon}}$$

Para el cálculo del área de la cinta transportadora, se considera el ancho de la cinta = 500 mm y el largo, donde el largo viene hacer el perímetro de la cinta transportadora.

$$\text{perímetro}_{\text{cinta}} = 90 \text{ cm} + 90 \text{ cm} + 2 * \left( \frac{\text{perímetro}_{\text{rodillo}}}{2} \right)$$

$$\text{perímetro}_{\text{rodillo}} = 2 * \pi * 32 \text{ mm} = 201 \text{ mm}$$

$$\text{perímetro}_{\text{cinta}} = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$$

$$N_{\text{pelon}}^{\circ} = \frac{200 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}}{10 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}} = 20 \text{ pelones}$$

En una vuelta completa la banda transportadora recorrerá 2 m, que es el tamaño de la misma con una capacidad de 20 pelones por vuelta, para el cálculo de la carga a trasladar por la banda transportadora, se determina con la ecuación 3.3.

### Carga a trasladar

#### Ecuación 3. 3

$$q_{\text{pelon}} = N_{\text{pelon}}^{\circ} \times \text{Peso}_{\text{pelon}}$$

La masa con el área de 50cm x 10cm de tela y entretela fusionable es 72g en 0.05 m<sup>2</sup>.

$$q_{\text{pelon}} = 20 \times 1.44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 28.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

La capacidad requerida de la banda transportadora se tomara en base a las dimensiones del material a ser trasladado y con el tiempo de carga máximo que es de 5 seg, la cantidad del material trasladado en la cinta transportadora se realizara tomando como tiempo una hora.

- Tiempo= 5seg.
- Carga<sub>5seg</sub> = 9 pelones.

- Masa = 0.072kg/pelón.
- 1 hora= 6480 pelones.

$$Q_r = 6480 \frac{\text{pelones}}{\text{hora}} \times \frac{0,072\text{kg}}{\text{pelon}} \times \frac{1\text{ton}}{1000\text{kg}} = 0,5 \frac{\text{ton}}{\text{hora}}$$

### 3.6.2. TRAYECTORIA DE LA CINTA TRANSPORTADORA.

La cinta transportadora va a realizar el trabajo totalmente en trayectoria recta desde la entrada del material hasta la salida del mismo, la distancia de trabajo entre centros de los rodillos motrices y de apoyo es de 0,90 m.

### 3.6.3. VELOCIDAD DE LA CINTA TRANSPORTADORA.

La velocidad de la cinta transportadora se la tomara de acuerdo al tiempo del material al ser trabajado en la banda, para lo cual se tomara un tiempo máximo de trabajo que será de 5 seg y  $v = 0,18\text{m/s}$ .

### 3.6.4. CAPACIDAD MÁXIMA DE TRANSPORTE.

Es la capacidad volumétrica de la banda transportadora, se encuentra determinada por el área transversal del pelón que puede ser trasladada por la banda, y la capacidad máxima que tiene esta para transportar sin que se caiga ningún pelón de la banda transportadora, debido a pequeñas ondulaciones de la cinta transportadora a su paso sobre los rodillos, como se observa en la figuras 3.7 y 3.8.

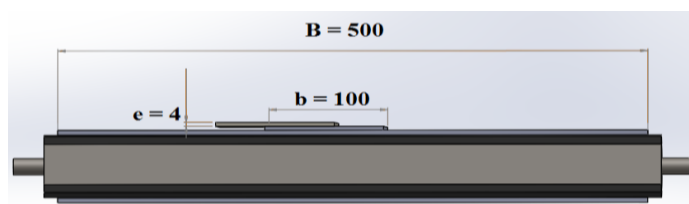


Figura 3. 8: Área transversal del pelón.

$$A = b * e$$

$$A = 0,1 \text{ m} * 0,004 \text{ m}$$

$$A = 4 \times 10^{-04} \text{ m}^2$$

Con el área transversal del pelón, se procede al análisis de la carga volumétrica de la cinta transportadora, se aplica la ecuación 3.4.

### Capacidad volumétrica<sup>5</sup>

#### Ecuación 3. 4

$$Q_v = 3600 * A * v$$

Donde:

$Q_v$  = Capacidad volumétrica.

A = Área de sección transversal.

v = velocidad.

$$Q_v = 3600 * 4 \times 10^{-04} * 0,18 = 5,3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Una vez obtenida la capacidad volumétrica se procede a realizar el análisis de la capacidad de transporte.

### Capacidad de transporte<sup>6</sup>

#### Ecuación 3. 5

$$Q_t = Q_v * \gamma$$

---

<sup>5</sup> (Saráuz & Tirira, 2011, pág. 37)

<sup>6</sup> (Saráuz & Tirira, 2011, pág. 38)

Donde:

$$\gamma = \text{Peso específico} = 95 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q_t = 5.3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 95 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * \frac{1\text{ton}}{1000\text{Kg}} = 0.52 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

### 3.6.5. FUERZA NECESARIA PARA MOVER LA CINTA TRANSPORTADORA EN VACÍO Y SUS COMPONENTES.

El análisis de la fuerza de la cinta transportadora en vacío se calcula con la ecuación 3.6.

**Fuerza para mover la cinta en vacío<sup>7</sup>**

**Ecuación 3. 6**

$$F_1 = C * f * L * G * g$$

Donde:

$F_1$  = Fuerza de la cinta transportadora en vacío.

C = Factor de fricción por longitud de la banda.

f= Factor de fricción de las partes móviles.

---

<sup>7</sup> (Saráuz & Tirira, 2011, pág. 38)

L = Longitud de la cinta transportadora en m.

G = Peso de las partes móviles en Kg.

g = gravedad =  $9.81 \frac{m}{s^2}$ .

En la tabla 3.12 encontramos el factor de fricción de las partes móviles.

**Tabla 3. 12:** Coeficiente de fricción partes móviles.

CONDICIÓN	f
Buenos transportadores con rodillos de marcha suave y pequeña fricción interna en el material.	0.017
<b>Valor estándar para bandas transportadoras con ambiente normal de trabajo</b>	<b>0.020</b>
Para condiciones de marcha desfavorables operación polvosa, sobrecargas periódicas.	0.023-0.030
Transportadores descendentes que requieren frenado por medio de motor	0.012

**Fuente:** ROULUNDS, Catálogo de bandas transportadoras.

Con la tabla 3.12 se escoge el valor de 0.020, ya que el trabajo a realizar de la máquina es en ambiente normal.

Con la siguiente ecuación encontramos el valor de C.

**Fuerza de fricción<sup>8</sup>**

**Ecuación 3. 7**

$$C = 15.9 \times L^{-0.61} + 0.77$$

---

<sup>8</sup> Normativa DIN 22101



Donde:

$L = \text{separación entre rodillos} = 0.9 \text{ m.}$

$$C = 15.9 \times 0.9^{-0.61} + 0.77 = 17.72$$

Con la ecuación 3.8 determinamos el peso de las partes móviles:

### **Peso de las partes móviles<sup>9</sup>**

#### **Ecuación 3. 8**

$$G = 2G_b + \frac{G_{ro}}{S_1}$$

Donde:

$G = \text{Peso de las partes móviles (Kg/m)}$

$G_b = \text{Peso de la cinta transportadora} = 9.6 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$

$G_{ro} = \text{Peso de los rodillos} = 14 \text{ Kg.}$

$S_1 = \text{Separación entre rodillos} = 0.9 \text{ m.}$

$$G = 2 \times 9.6 + \frac{14}{0.9} = 35 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

---

<sup>9</sup> (Saráuz & Tirira, 2011, pág. 40)

Con los datos obtenidos se reemplaza en la ecuación 3.9.

$$F_1 = 17.72 * 0.020 * 0.9 * 35 * 9.81 = 109.54 \text{ N}$$

### 3.6.6. FUERZA NECESARIA TRASLADAR LA CARGA HORIZONTALMENTE

Con la ecuación 3.9 se realiza el análisis para encontrar la fuerza utilizada para trasladar la carga horizontalmente.

#### Fuerza para trasladar la carga<sup>10</sup>

#### Ecuación 3. 9

$$F_2 = \left( \frac{C * f * L * Q_t}{3.6 * v} \right) * g$$

Donde:

$F_2$  = Fuerza de la cinta transportadora con carga.

$C$  = Factor de fricción por longitud de la banda.

$f$  = Factor de fricción de las partes móviles.

$L$  = Longitud de la cinta transportadora en m.

$Q_t$  = Capacidad de transporte =  $0.52 \frac{ton}{h}$

---

<sup>10</sup> (Saráuz & Tirira, 2011, pág. 40)

$$g = \text{gravedad} = 9.81 \frac{m}{s^2}.$$

$$v = \text{velocidad de la cinta transportadora} = 0.18 \text{ m/s}$$

Ya obtenidos los datos se reemplazan en la ecuación 3.10.

$$F_2 = \left( \frac{17.72 * 0.020 * 0.9 * 0.52}{3.6 * 0.18} \right) * 9.81$$

$$F_2 = 2.52 \text{ N}$$

Se realiza el análisis de las dos bandas añadiendo la segunda banda.

$$F_b = 2(F_1 + F_2)$$

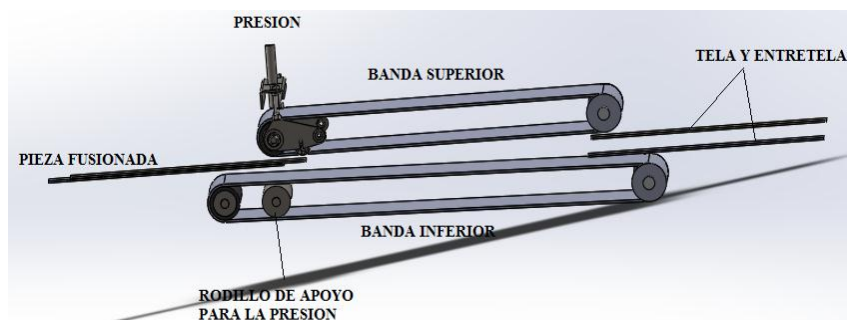
$$F_b = 2(109.54 \text{ N} + 2.52 \text{ N})$$

$$F_b = 226 \text{ N}$$

Calculado las fuerzas de tracción de la cinta transportadora en vacío y con carga se lo añade una fuerza de presión.

La presión máxima a ser aplicada obtenida en la tabla 3.1, para realizar la unión sólida de la tela con la entretela es 5 Kg/cm<sup>2</sup>, la cual se obtiene mediante el desplazamiento del rodillo motriz de la banda transportadora superior, hacia un rodillo de apoyo ubicado en la banda transportadora inferior en la posición del rodillo motriz de la banda superior.

En la figura 3.9 se observa el sistema de presión.



**Figura 3. 9:** Sistema de presión.

Mediante la figura 3.9 se obtiene el área de aplicación de la presión de 50cm<sup>2</sup>, para la obtención de una presión uniforme en toda la pieza de fusiónamiento. Según la tabla 3.1, la presión máxima para el fusiónamiento de la tela y entretela es de 5 Kgf/cm<sup>2</sup>, y al tener un ancho de la banda de 0.5 m, y 0.1 m en la deformación del rodillo de presión, la fuerza que se aplica es:

$$F_p = P * A$$

$$F_p = 5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} * 50 \text{ cm}^2$$

$$F_p = 250 \text{ Kgf} = 25.5 \text{ N}$$

Una vez obtenida todas las fuerzas se calcula la fuerza total.

$$F_T = F_b + F_p$$

$$F_T = 226 \text{ N} + 25.5 \text{ N} \quad F_T = 252 \text{ N}$$

Potencia necesaria para el movimiento de las cintas transportadoras:

## Potencia para el movimiento de las bandas<sup>11</sup>

### Ecuación 3. 10

$$P_b = \frac{F_T * v}{1000}$$

Donde:

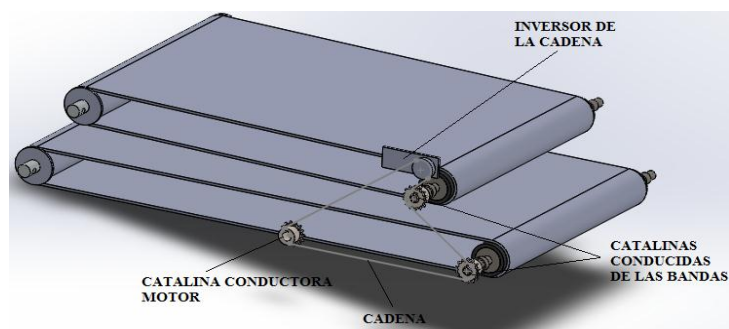
$P_b$  = Potencia para el movimiento de las bandas en W

$F_T$  = Fuerza total= 252 N

$v$  = velocidad = 0.18m/s

$$P_b = \frac{252 * 0.18}{1000} = 46,6 \text{ w}$$

Para lograr el accionamiento del sistema se plantea el siguiente esquema, según se indica en la figura 3.10. El cual tiene una catalina conductora acoplada al motor, y catalinas conducidas acopladas a los rodillos que dan movimiento a las bandas.



**Figura 3. 10:** Transmisión de potencia.

<sup>11</sup> (Saráu & Tirira, 2011, pág. 41)

Se realiza el análisis de la potencia real con la eficiencia del motor en un 90%, la transmisión de potencia por cadena en un 98%, sistema mediante cinta transportadora en un 96% y la eficiencia del motor reductor en un 98%. (Saráuz & Tirira, 2011, pág. 43)

Se realiza el análisis con la ecuación 3.11.

### Potencia real<sup>12</sup>

#### Ecuación 3. 11

$$P_r = \frac{P_b}{(n_{\text{motor}} * n_{\text{motorreductor}} * n_{\text{ct}} * n_{\text{cadena}})}$$

$$P_r = \frac{47}{(0.9 * 0.98 * 0.96 * 0.98)} = 56.64 \text{ W}$$

Con la potencia calculada se procede a seleccionar el motor, el cual es el encargado de transmitir el movimiento a la rueda motriz, el mismo que será seleccionado mediante la tabla 3.13 y 3.14.

Tabla 3. 13: Tipo de Motor.

Indication of Motor					
Dimension	Type	Output	Motor Shaft	Voltage & Pole	Accessory
2 : 60mm 3 : 70mm 4 : 80mm 5 : 90mm	IK: Induction TK: Torque RK: Reversible  * Instantaneous switching of rotation direction * 30 mins rating	6 : 6W 15 : 15W 25 : 25W 40 : 40W 60 : 60W 90 : 90W 120 : 120W	A : Round Shaft A(K): Round Shaft with keyway AK: Worm gear GN: Pinion Shaft under 40W GU: Pinion Shaft 60W above GA: Alloy Worm GS: Clutch Brake (Thick) (40-120W)  Note: Add "R" means SS-series speed Control motor.	A : 1Ø100/110V4P B : 1Ø100/110V2P C : 1Ø200/220V4P CE : 1Ø220~240V4P(50Hz) D : 1Ø200/220V2P S : 3Ø200/220V4P T : 3Ø200/220V2P U : 3Ø380V4P X2 : 3Ø415V4P Y : 3Ø220/380V4P Y1 : 3Ø230/460V4P Y2 : 3Ø240/480V4P Y3 : 3Ø208/415V4P Y4 : 3Ø220/440V4P (2P: High Speed) (4P: Low Speed)	F: Fan (60W above is standard type) M: Power off Brakes T : Terminal Box (55*55) FF: Forced Fan

Fuente: LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.

<sup>12</sup> (Saráuz & Tirira, 2011, pág. 43)

**Induction Motor & Continuous Ratings**

Frame Size	Model		Output (W)	Voltage (V)	Pole (P)	Frequency (Hz)	Starting Torque (kgcm)	Rated Torque (kgcm)	Rated Current (A)	Rated RPM (r/min)	Capacitor (µ)
	GR/GU	GN/GU									
6	2IK6A-A	2IK6GN-A	6	1Ø 110	4	50	0.38	0.45	0.25	1200	2.5(250V)
	2IK6A-C	2IK6GN-C				60	0.4	0.38	0.22	1400	
15	3IK15A-A	3IK15GN-A	15	1Ø 110	4	50	0.38	0.45	0.18	1200	0.8(450V)
	3IK15A-C	3IK15GN-C				60	0.4	0.38	0.14	1400	
15	3IK15A-S	3IK15GN-S	15	3Ø 220	4	50	0.71	1.22	0.38	1200	4(250V)
	3IK15A-U	3IK15GN-U				60	0.67	0.98	0.34	1400	
25	4IK25A-A	4IK25GN-A	25	1Ø 110	4	50	0.71	1.22	0.21	1200	1(450V)
	4IK25A-C	4IK25GN-C				60	0.67	1.00	0.19	1400	
25	4IK25A-S	4IK25GN-S	25	3Ø 220	4	50	1.87	1.37	0.19	1250	---
	4IK25A-U	4IK25GN-U				60	1.20	1.10	0.17	1450	
25	4IK25A-C	4IK25GN-C	25	1Ø 220	4	50	1.87	1.37	0.1	1250	---
	4IK25A-S	4IK25GN-S				60	1.20	1.10	0.09	1450	
40	5IK40A-A	5IK40GN-A	40	1Ø 110	4	50	1.30	1.82	0.65	1250	6(250V)
	5IK40A-C	5IK40GN-C				60	1.30	1.50	0.62	1500	
40	5IK40A-S	5IK40GN-S	40	3Ø 220	4	50	2.90	2.05	0.16	1300	1.5(450V)
	5IK40A-U	5IK40GN-U				60	1.20	1.50	0.27	1500	
40	5IK40A-C	5IK40GN-C	40	1Ø 220	4	50	2.17	3.00	0.76	1300	---
	5IK40A-S	5IK40GN-S				60	2.17	2.50	0.72	1550	
40	5IK40A-U	5IK40GN-U	40	3Ø 380	4	50	2.17	3.00	0.4	1300	10(250V)
	5IK40A-C	5IK40GN-C				60	2.17	2.50	0.38	1550	
60	5IK60A-A	5IK60(GN-GU)-A	60	1Ø 110	4	50	2.60	2.60	0.48	1350	2.5(450V)
	5IK60A-C	5IK60(GN-GU)-C				60	2.60	2.60	0.44	1600	
60	5IK60A-S	5IK60(GN-GU)-S	60	3Ø 220	4	50	4.15	3.15	0.26	1350	---
	5IK60A-U	5IK60(GN-GU)-U				60	3.55	2.84	0.24	1600	
60	5IK60A-C	5IK60(GN-GU)-C	60	1Ø 220	4	50	3.28	4.86	1.2	1300	14(250V)
	5IK60A-S	5IK60(GN-GU)-S				60	3.28	4.15	1.14	1550	
90	5IK90A-A	5IK90GU-A	90	1Ø 110	4	50	6.09	4.30	0.62	1350	3.5(450V)
	5IK90A-C	5IK90GU-C				60	6.09	4.00	0.56	1600	
90	5IK90A-S	5IK90GU-S	90	3Ø 220	4	50	5.17	4.00	0.34	1350	---
	5IK90A-U	5IK90GU-U				60	6.09	4.30	0.34	1600	
90	5IK90A-C	5IK90GU-C	90	1Ø 220	4	50	4.87	6.35	1.6	1300	22(250V)
	5IK90A-S	5IK90GU-S				60	4.87	5.21	0.95	1550	
90	5IK90A-U	5IK90GU-U	90	3Ø 220	4	50	8.52	6.35	0.84	1350	---
	5IK90A-C	5IK90GU-C				60	7.02	5.38	0.76	1600	
120	5IK120A-A	5IK120GU-A	120	1Ø 110	4	50	8.52	6.35	0.5	1350	---
	5IK120A-C	5IK120GU-C				60	7.02	5.38	0.45	1600	
120	5IK120A-S	5IK120GU-S	120	3Ø 220	4	50	5.81	8.94	2.14	1300	25(250V)
	5IK120A-U	5IK120GU-U				60	5.81	7.22	2.1	1450	
150	5IK150A-A	5IK150GU-A	150	1Ø 110	4	50	5.81	8.94	0.95	1300	6(450V)
	5IK150A-C	5IK150GU-C				60	5.81	7.22	1	1550	
150	5IK150A-S	5IK150GU-S	150	3Ø 220	4	50	11.21	8.94	1.31	1350	---
	5IK150A-U	5IK150GU-U				60	10.54	7.31	1.28	1600	
150	5IK150A-C	5IK150GU-C	150	1Ø 220	4	50	11.21	8.94	0.49	1350	---
	5IK150A-S	5IK150GU-S				60	10.54	7.31	0.47	1600	
150	5IK150A-U	5IK150GU-U	150	3Ø 380	4	50	6.97	11.21	3	1300	30(250V)
	5IK150A-C	5IK150GU-C				60	6.97	9.02	2.68	1600	
150	5IK150A-S	5IK150GU-S	150	3Ø 220	4	50	6.97	11.21	1.21	1300	---
	5IK150A-U	5IK150GU-U				60	14.18	11.33	1.33	1300	
150	5IK150A-C	5IK150GU-C	150	1Ø 220	4	50	13.21	9.07	1.3	1600	---
	5IK150A-S	5IK150GU-S				60	14.18	11.33	0.51	1300	
150	5IK150A-U	5IK150GU-U	150	3Ø 380	4	50	13.21	9.07	0.49	1600	---
	5IK150A-C	5IK150GU-C				60	13.21	9.07	0.49	1600	

Tabla 3. 14: Lista de especificaciones de los motores.

Fuente: LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.

La potencia calculada es de 56.64 W, de la tabla 3.13 se selecciona el tipo de motor 5IK60A-C, este tipo de motor tiene las características de ser a inducción, con una potencia de 60 W, monofásico 220V/4P, y utilizando la tabla 3.14 se tiene que es de 1550 rpm, en la figura 3.11 se observa el motor seleccionado.



Figura 3. 11: Tipo de Motor

Fuente: LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.

Para el funcionamiento correcto de la máquina se tiene una velocidad mínima de 13 rpm, y una máxima de 54 rpm, el motor seleccionado anteriormente tiene una velocidad de 1550 rpm, por lo que es necesario el uso de un reductor de velocidad para llegar a las velocidades de funcionamiento de la máquina, mediante la tabla 3.15 y 3.16 se selecciona el tipo de reductor y el rango de velocidad.

**Tabla 3. 15:** Selección del reductor.

Dimension (mm)																
Model	Output (w)	A	BC	BD	BE	I	G	P	Z	E	CC	Output Shaft			Weight (KG)	
												S	D	WxYxLxK		
5	40W (GN)	3-18R	90	246	105	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	12	9.5	4x4x25	5.52
		20-180R	90	262	121	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	12	9.5	4x4x25	5.54
	60W (GN)	3-18R	90	265	105	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	12	9.5	4x4x25	5.52
		20-180R	90	281	121	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	12	9.5	4x4x25	5.54
	60W(GU)	90	287	127	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	15	12	5x5x25	5.54	
	90W(GU)	90	313	127	38	34	2.2	104	6.4	73.6	18	15	12	5x5x25	6.39	
120W(GU)	90	313	127	38	34	2.2	104	6.4	73.6	18	15	12	5x5x25	6.39		

**Fuente:** LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.

**Tabla 3. 16:** Especificaciones del reductor.

Standard Specification	
Item	Standard Specification
Ratio	1 : 10 Decimal Gearhead
Type	Model 2, 3, 4, 5

Dimension (mm)				
Model	Output (w)	A	B	C
2	6W	60	39	26
3	15W	70	39	26
4	25W	80	39	26
5	GN 40W~60W	90	59	40
	GU 60W~120W	90	59	40

**Fuente:** LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.



**Tabla 3. 17:** Velocidad del motor.

60Hz Maximum Permissible Torque(Kgcm)		3	5	6	7.5	9	12.5	15	18	25	30	36	50	60	75	90	100	120	150	180	
Output (W)	Ratio (R)																				
	RPM	600	360	300	240	200	144	120	100	72	60	50	36	30	24	20	18	15	12	10	
6W	Torque	1.0	1.5	1.8	2.3	2.8	3.9	4.7	5.6	7.0	8.3	10	13.8	16	20	24	30	30	30	30	
15W		2.6	3.9	4.7	5.8	7.0	9.8	11.8	15	19	23	27.6	38.4	46	50	50	50	50	50	50	
25W		4.1	6.3	7.6	9.5	11.4	16	19	23	31	37	45	62	75	80	80	80	80	80	80	
40W		6.3	10	12	15	19	26	30	37	45	54	65	90	100	100	100	100	100	100	100	
60W		(T)	10	16	19	24	28	40	47	55	69	83	100	138	160	175	200	200	200	200	200
90W	Torque	14	24	28	35	42	60	70	80	103	124	149	200	200	200	200	200	200	200	200	
120W		19	30	37	46	55	70	83	100	125	150	180	200	200	200	200	200	200	200	200	
150W		26	39	48	60	72	82	98	125	150	180	200	200	200	200	200	200	200	200	200	

**Fuente:** LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.

El reductor seleccionado es el tipo 5-60(GN), indicado en la tabla 3.15, el cual tiene una relación de transmisión 1:10, que se observa en la tabla 3.16, y mediante la tabla 3.17 se observan los torques del reductor a diferentes velocidades, en la figura 3.12 se puede observar el tipo de reductor elegido.

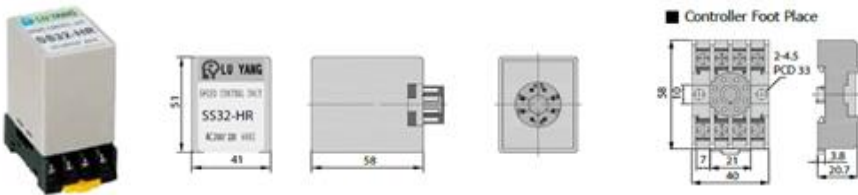


**Figura 3. 12:** Tipo de Reductor

**Fuente:** LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.

El reductor elegido para el motor de 1550 rpm, lo reduce hasta una velocidad de 155 rpm, mediante su relación de transmisión de 1:10, obteniendo una velocidad que no llega a la de funcionamiento de la máquina. Para el funcionamiento de la máquina se necesita que la velocidad varié de 13 rpm a 54rpm, lo cual hace necesario el huso de un control de velocidad, en la tabla 3.18 se muestra el tipo de controlador de velocidad.

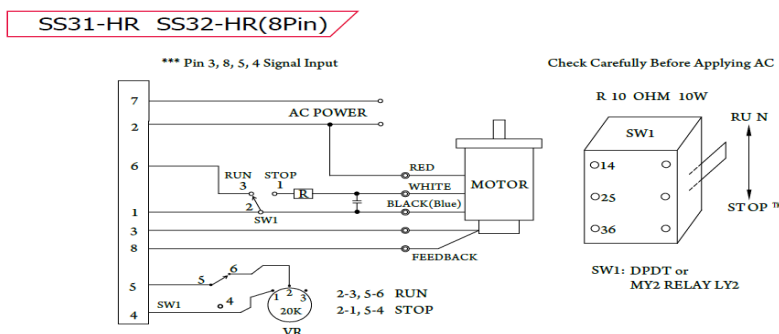
**Tabla 3. 18:** Controlador de Velocidad.



Model	Voltage (V)	Frequency (Hz)	Rated Current (A)	Output (W)	Speed Range	Speed Rate of Change (%)	Velocity Reaction	Electronic Brake	Velocity Safety	Ambient Condition
SS31-HR	110V	60	5	6-120	90~1600	5%	0.5 秒 (Sec)	good	great	-10°C~+50°C
SS32-HR	220V									
SS32E-HR	220~240V	50	5	6-120	90~1350	5%	0.5 秒 (Sec)	good	great	-10°C~+50°C

**Fuente:** LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.

Con la tabla 3.18 el control de velocidad seleccionado es el SS32-HR, que su rango de control es de 90 a 1600 rpm, obteniendo una velocidad mínima en el reductor de 9 rpm, la conexión se realiza mediante el siguiente diagrama de control que se observa en la figura 3.13.



**Figura 3. 13:** Diagrama de control

**Fuente:** LUYANG MACHINERY & ELECTRICAL, 2010.

En la figura 3.13 se observa que para realizar el control de 90 a 1600 rpm, se es necesario el uso de un potenciómetro de 20 KΩ, el cual es encargado de proporcionar la velocidad variable de 13 rpm a 54 rpm del funcionamiento de la máquina.

### 3.6.7. TORQUE DEL MOTOR.

Una vez obtenida la potencia del motor se realiza el cálculo del torque mínimo a 54 rpm, y máximo a 13 rpm.

### Torque<sup>13</sup>

#### Ecuación 3. 12

$$P_r = 2\pi nT.$$

Donde:

n= revoluciones por minuto.

T= torque.

$$T_{\min} = \frac{P_r}{2\pi n}$$

$$T_{\min} = \frac{60 \text{ W}}{2\pi * 54 \text{ rpm} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}} = 7.64 \text{ N-m}$$

$$T_{\min} = 77.95 \text{ Kgf.cm}$$

El torque mínimo es de 77.95 Kgf.cm a 54 rpm, mediante la tabla 27 se puede verificar que el torque calculado si está en el rango del torque del motor, que a 60 rpm nos da un torque de 83 Kgf.cm.

Torque máximo a 13 rpm.

$$T_{\max} = \frac{P_r}{2\pi n}$$

$$T_{\max} = \frac{60 \text{ W}}{2\pi * 13 \text{ rpm} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}} = 18.42 \text{ N-m}$$

$$T_{\max} = 187.9 \text{ Kgf.cm}$$

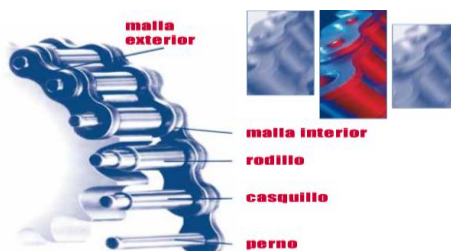
El torque máximo es de 187.9 Kgf.cm a 13 rpm, mediante la tabla 27 se puede verificar que el torque calculado si está en el rango del torque del motor, que a 15 rpm nos da un torque de 200 Kgf.cm.

---

<sup>13</sup> (Gencel & Boles, 2009, pág. 66)

### 3.7. TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

Para la transmisión de potencia del motor a los rodillos, se elige utilizar un sistema de transmisión mediante cadena. Dependiendo de la potencia del motor, de la relación de transmisión, sincronía, la selección de la catalina y la cadena a utilizar puede variar, las figuras 3.14, 3.15 y 3.16 indican los elementos de una cadena de rodillos simple.



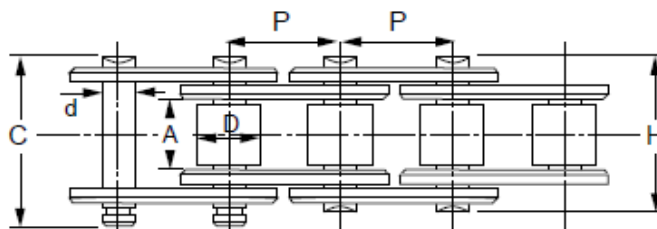
**Figura 3. 14:** Partes principales de una cadena de rodillos

**Fuente:** (Link-Belt, s.f.).



**Figura 3. 15:** Cadena simple de rodillos din 8187 (norma europea)

**Fuente:** (Mott, 2006).



**Figura 3. 16:** Características principales de cadena de rodillos

**Fuente:** (JORESA).

$P$ = paso.

$A$ = ancho.

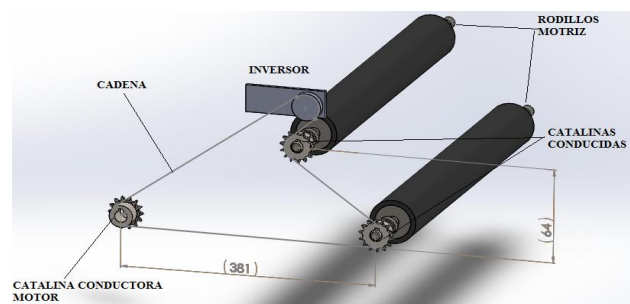
$D$ = Diámetro del rodillo.

$C$ = Ancho sobre ejes de unión.

$d$ = Diámetro del eje.

$H$ = Ancho máximo sobre ejes.

En la figura 3.17, se observa el sistema de transmisión por cadena, el cual mediante la catalina conductora y la cadena transmite el movimiento a las catalinas conducidas, que son las encargadas de mover las bandas transportadoras.



**Figura 3. 17:** Sistema de transmisión mediante cadena.

### 3.7.1. CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.

Se realiza el cálculo de la relación de transmisión con la ecuación 3.13:

### Relación de transmisión

#### Ecuación 3. 13

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

Dónde:

$i$ = relación de transmisión.

$n_1$ = velocidad del eje motriz [rpm]= 13 [rpm]

$n_2$ = velocidad del eje motor [rpm]= 13 [rpm]

$$i = \frac{13}{13} = 1$$

Con el resultado obtenido se observa una relación de transmisión de 1 a 1, esto quiere decir que el tamaño de la catalina del rodillo motriz tendrá el mismo que el del rodillo conducido para la obtención de la misma velocidad angular.

### 3.7.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE DISEÑO.

Según SHIGLEY se realiza el cálculo de la potencia con la ecuación 3.14.

#### Potencia de diseño<sup>14</sup>

#### Ecuación 3. 14

$$H_{\text{diseño}} = P_{\text{motorreductor}} * f_s$$

---

<sup>14</sup> (Shigley J. , 1989, pág. 809)

Dónde:

$H_{\text{diseño}} = \text{Potencia de diseño en [hp]}$

$P_{\text{motorreductor}} = \text{Potencia entregada por el motoreductor [w]} = 60 \text{ [w]}$ .

$f_s = \text{Factor de servicio} = 1.3^{15}$

$$H_{\text{diseño}} = 60 \text{ w} * 1,3 = 78 \text{ [w]}$$

### 3.7.3. SELECCIÓN DEL TIPO DE CADENA DE RODILLOS A UTILIZAR.

La cadena y la cantidad de dientes en el piñón necesarios para la transmisión de potencia son determinados a partir de tablas o graficas elaboradas a base de las rpm necesarias. Las tablas y las gráficas son elaboradas por casas comerciales y para el siguiente cálculo se basa en la casa comercial JORESA, la cual se encuentra distribuida en ecuador por HIVIMAR.

PROPIEDADES:

$H_{\text{diseño}} = 0,078 \text{ [kw]}$

$n_1 = 13 \text{ [rpm]}$

$Z_1 = \text{Dientes en el piñón} = 14$

Con el grafico de potencia [kW] vs. Velocidad de la rueda [rpm], ver figura 3.18.

---

<sup>15</sup> Valor obtenido del catalogo de bandas.

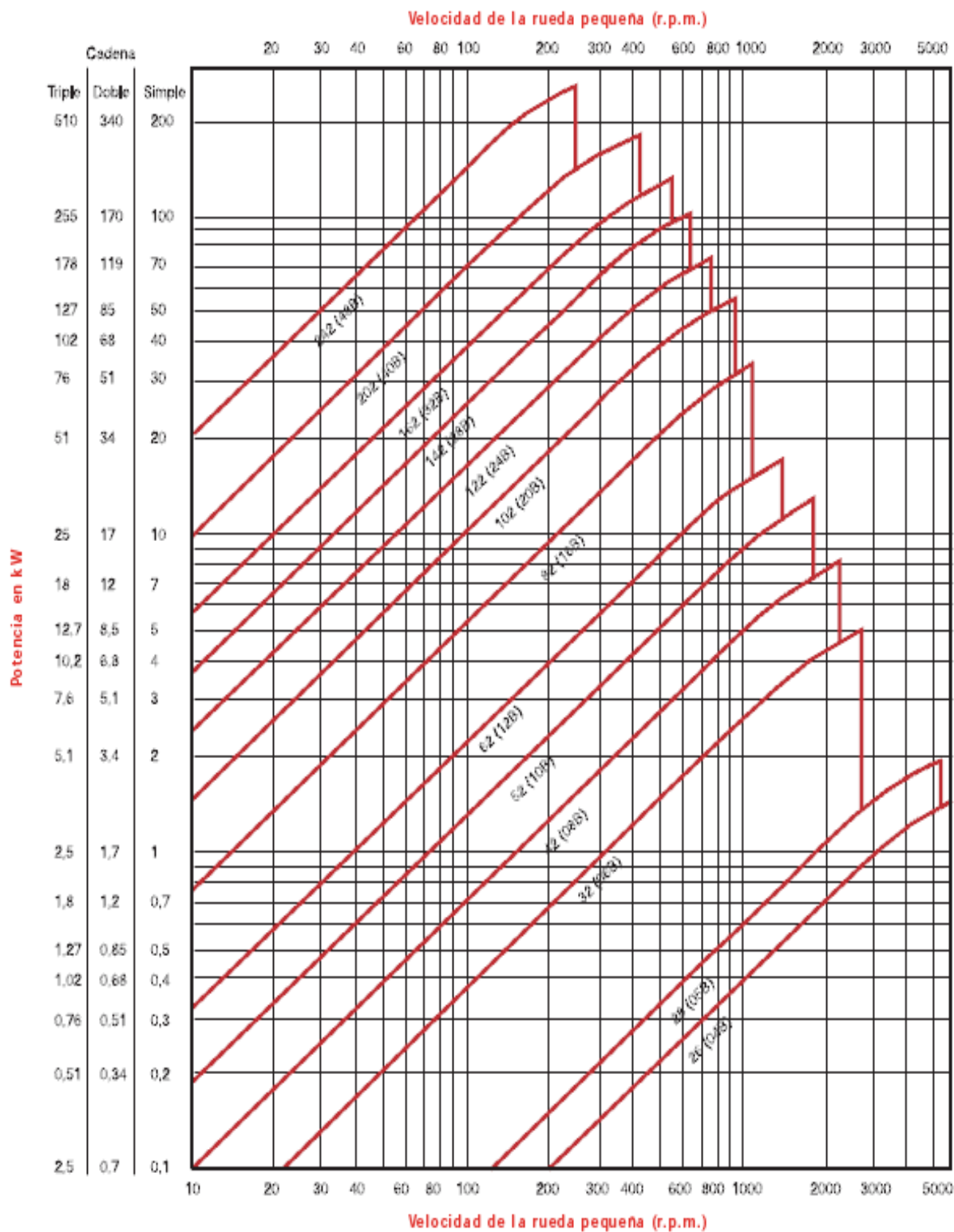


Figura 3. 18: Selección de cadenas normas ISO

Fuente: Catalogo cálculo de transmisión por cadena “JORESA”.



Se selecciona la siguiente cadena.

- Cadena 42- 08B Simple.

Tiene las siguientes características, ver ANEXO.

- Paso:  $p = 12,70 \text{ mm} = 1/2 \text{ in}$
- Ancho:  $A = 7,75 \text{ mm}$
- Carga de rotura = 2000 da-N
- Superficie de articulación =  $0,50 \text{ [cm}^2\text{]}$

Se realiza la corrección del factor de corrección de la potencia para verificar que la cadena seleccionada es la adecuada para la construcción de la máquina.

### Factor de corrección de potencia<sup>16</sup>

#### Ecuación 3. 15

$$W_c = H_{\text{diseño}} * Cf_1 * Cf_2 * Cf_3$$

Dónde:

$W_c$  = Potencia corregida [kW]

$H_{\text{diseño}}$  = Potencia de diseño [kW] = 0,078 [kW]

$Cf_1$  = Coeficiente de corrección por factor de trabajo.

---

<sup>16</sup> (JORESA, pág. 45)

$Cf_2$  = Coeficiente de corrección por el número de dientes del piñón.

$Cf_3$  = Coeficiente de corrección por la relación de transmisión y distancia entre centros.

Para una cadena 42-08 B, se tienen los siguientes coeficientes de corrección, los cuales se pueden obtener de las tablas 3.19, figura 3.19 y tabla 3.20.

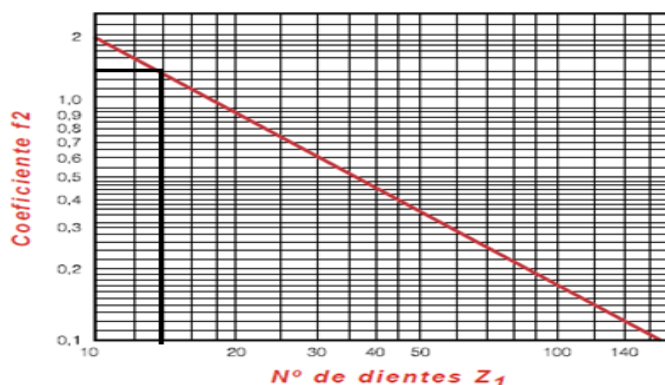
**Tabla 3. 19:** Coeficiente de corrección por factor de trabajo.

*Tabla N° 1 (Coeficiente  $f_1$ )*

Tipo de carga	Ejemplo de máquinas	Motor eléctrico o turbina	Accionamiento	
			Motor de combustión interna	Trans. mecánica
			Trans. hidráulica	
Regular	Agitadores de líquidos. Bombas centrífugas y de engranajes. Compresores centrífugos. Elevadores y transportadores con carga regular. Generadores y alternadores. Hiladoras. Maquinaria de imprenta. Maquinaria para la fabricación de papel. Montacargas y ascensores. Teleféricos. Maquinaria herramientas (toros, taladradoras, fresadoras, rectificadoras). Ventiladores y máquinas soplantes.	1	1	1,2
Irregular	Agitadores de sustancias poco fluidas. Bombas de émbolo de más de 2 cilindros. Compresores alternativos de más de 2 cilindros. Hélices (aplicaciones marinas). Elevadores y transportadores con carga irregular. Laminadoras. Mezcladores. Maquinaria para carpintería. Maquinaria para formar tubos. Trefiladoras. Molinos para materias homogéneas y blandas. Telares.	1,3	1,2	1,4
Agolpes	Aparejos de elevación. Bombas de 1 y 2 cilindros. Dragas. Excavadoras. Elevadores y transportadores con carga muy irregular y pesada. Grúas. Maquinaria para perforación. Maquinaria para fabricar ladrillos. Maquinaria herramientas (prensas, cizallas, limadoras, cepilladoras). Molinos para materias duras e irregulares. Rotocultivadores. Trituradoras.	1,5	1,4	1,7

Fuente: (JORESA, pág. 42)

De la tabla 3.19 se obtiene  $Cf_1 = 1$ .



**Figura 3. 19:** Coeficiente de corrección por el número de dientes del piñón

Fuente: (JORESA, pág. 43).

De la figura 3.19 se obtiene  $Cf_2 = 1.4$ .

**Tabla 3. 20:** Coeficiente de corrección por la relación de transmisión y distancia entre centros.

		Relación de transmisión							
		1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1	8:1
Distancia entre centros, C	20 pasos	1,45	1,25	1,15	1,08	1,03	0,99	0,96	0,92
	30 pasos	1,31	1,14	1,06	1,01	0,97	0,94	0,91	0,87
	40 pasos	1,22	1,07	1,00	0,95	0,92	0,89	0,86	0,84
	50 pasos	1,15	1,01	0,95	0,91	0,88	0,85	0,83	0,81
	60 pasos	1,08	0,97	0,91	0,87	0,85	0,82	0,81	0,78
	80 pasos	1,00	0,87	0,84	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73

Fuente: (JORESA, pág. 43)

De la tabla 3.20 se obtiene  $Cf_3 = 1.31$ .

Con los datos obtenidos de las tablas la potencia corregida [ $W_c$ ] es:

$$W_c = 0,078 \text{ kW} * 1 * 1,4 * 1,31$$

$$W_c = 0,13 \text{ Kw}$$

Con el resultado obtenido se revisa de nuevo en las tablas para verificar que la cadena 42-08B permite transmitir la potencia corregida.

La potencia corregida está dentro de los rangos de la cadena 42-08B, rangos que permiten cerciorar que la cadena elegida es la correcta.

Calculamos la velocidad lineal de la cadena.

### Velocidad lineal<sup>17</sup>

#### Ecuación 3. 16

$$V = \frac{P * Z_1 * n_1}{1000}$$

<sup>17</sup> Catálogo de cadena de rodillos (ANEXO 4)

Dónde:

$V$  = velocidad lineal de la cadena [m/min]

$P$  = paso = 12.70 [mm].

$n_1$  = Velocidad del eje motriz = 13 [rpm].

$Z_1$  = Número de dientes de la rueda conductora = 14 dientes.

Entonces:

$$V = \frac{12.70 * 14 * 13}{1000} = 2.31 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Calculo de la tensión ramal conductor:

**Tensión ramal<sup>18</sup>**

**Ecuación 3. 17**

$$T = \frac{6120 * H_{\text{diseño}}}{V}$$

Dónde:

$T$  = tensión de la cadena [N]

$H_{\text{diseño}}$  = Potencia de diseño = 0,078 [kW].

$V$  = velocidad lineal de la cadena = 2,31 [m/min].

---

<sup>18</sup> Catálogo de cadena de rodillos

Entonces:

$$T = \frac{6120 * 0,078}{2,31} = 206,6 \text{ kg} = 2024.68 \text{ N}$$

Se calcula el coeficiente de seguridad:

### Coeficiente de seguridad

#### Ecuación 3. 18

$$K = \frac{\text{carga de rotura teorica de la cadena}}{\text{carga de rotura calculada de la cadena}}$$

Dónde:

K= coeficiente de seguridad

Carga de rotura teórica de la cadena =  $1000[\text{kg}]^{16} = 9800 \text{ N}$

Carga de rotura calculada de la cadena =  $206,6 [\text{kg}]$

Entonces:

$$K = \frac{1000}{206,6} = 4,84$$

El coeficiente de seguridad mínimo requerido para el diseño de cadenas es 2, mediante el resultado anterior se asegura el funcionamiento de la cadena en la máquina.

Calculo de la longitud de la cadena:

### Longitud de la cadena<sup>19</sup>

#### Ecuación 3. 19

$$L = 2C + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{4\pi^2 C}$$

Dónde:

L= longitud de la cadena [pasos] o [mm]

C= distancia entre centros = 381 [mm] = 30 [pasos]

Z<sub>1</sub> = Numero de dientes del piñón conductor = 14 dientes.

Z<sub>2</sub> = Numero de dientes del piñón conducido = 14 dientes.

Entonces:

$$L = 2 * 30 + \frac{14+14}{2} + \frac{(14-14)^2}{4\pi^2 * 30} = 74 \text{ pasos} = 939.8 \text{ [mm]}$$

### 3.8. TENSION DE LA CINTA TRANSPORTADORA.

A continuación se realiza el análisis de la tensión de la cinta transportadora, para lo cual se tiene un ángulo de contacto entre el rodillo y la cinta transportadora y la tensión a cada lado de la cinta transportadora, ver figura 3.20.

---

<sup>19</sup> Catálogo de cadena de rodillos



**Figura 3. 20:** a) Tensión de la cinta a cada lado, b) Diagrama de cuerpo libre.

Aplicando las siguientes ecuaciones se encuentra las tensiones a cada lado de la cinta transportadora.

### Tensión de la cinta

#### Ecuación 3. 20

$$T1 = PK_1 \text{ Y } T2 = PK_2$$

Fuente: Manual de cálculo de cintas transportadoras (PIRRELLI).

Donde:

T = Tensión cinta transportadora.

$T_E$  = Tensión efectiva = suma de todas las tensiones.

K = Coeficiente de fricción.

Para realizar el análisis de la potencia periférica se tiene en cuenta todas las potencias necesarias para el tensado de la cinta transportadora.

### 3.8.1. TENSIÓN NECESARIA PARA MOVER LA CINTA EN VACÍO.

**Tensión para mover la cinta en vacío<sup>20</sup>**

**Ecuación 3. 21**

$$T_x = f * G * (l + l_0)$$

Donde:

$T_x$  = Tensión necesaria para mover la cinta en vacío.

$f$  = Coeficiente de fricción de los rodillos ver anexo IV.

Para este caso se selecciona 0.03.

$G$  = Peso de la cinta y de las partes rodantes =  $35 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} = 343 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

$l$  = Distancia entre centros = 0,9 m

$l_0$  = Suplemento ficticio destinado a incrementar la distancia entre ejes.

$$l_0 = 60 - 0.2L$$

$L$  = En cintas horizontales es la misma distancia que  $l$ .

---

<sup>20</sup> Fuente: Manual de cálculo de cintas transportadoras (PIRRELLI).



Entonces:

$$l_0 = 60 - 0.2(0.9) = 59.82 \text{ m}$$

Ya obtenidos todos los datos reemplazamos en la ecuación 3.22 y tenemos:

$$T_x = 0.03 * 343 * (0.9 + 59.82) = 624.80 \text{ N}$$

### **3.8.2. TENSIÓN NECESARIA PARA MOVER LA CARGA HORIZONTALMENTE.**

Se aplica la ecuación 3.22 para hallar el esfuerzo necesario para el movimiento de la cinta con carga.

**Tensión para mover la cinta con carga<sup>21</sup>**

**Ecuación 3. 22**

$$T_y = f * q_m * (l + l_0)$$

Tensión necesaria para para vencer fuerzas por sobrecarga.

Donde:

$P_2$  = Tensión para mover la cinta con carga horizontalmente.

---

<sup>21</sup> Fuente: Manual de cálculo de cintas transportadoras (PIRELLI).

$q_m$  = Peso del material transportado.

### Peso del material transportado<sup>21</sup>

#### Ecuación 3. 23

$$q_m = \frac{Q_t}{3.6 v}$$

Donde:

$$Q_t = \text{Capacidad del transportador} = 0.52 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 520 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$v = \text{Velocidad de la cinta} = 0.4 \text{ m/s} = 24 \text{ m/h.}$$

Reemplazando en la ecuación tenemos:

$$q_m = \frac{520}{3.6 \times 24} = 6.02 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} = 58.99 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Con los datos obtenidos se reemplaza en la ecuación anterior se tiene:

$$T_y = 0.03 \times 58.99 (0.9 + 59.82) = 107.46 \text{ N}$$

### 3.8.3. TENSIÓN NECESARIA PARA VENCER LA RESISTENCIA OFRECIDA POR EVENTUALES RESISTENCIAS.

Aplicando la ecuación 3.24 encontramos el esfuerzo para resistencias eventuales.

**Tensión para vencer la resistencia<sup>22</sup>**

**Ecuación 3. 24**

$$T_z = x * \frac{Q_t}{V}$$

Donde:

$T_z$  = Tensión por resistencias eventuales.

x = Constantes en función del ancho de la cinta.

Para nuestro diseño x = 0.337 ver en la tabla 3.21.

**Tabla 3. 21:** Valor de x para ancho de 500mm.

Ancho cinta mm	x	y	Ancho cinta mm	x	y
300	0,3	29,2	900	0,42	88,5
400	0,3	29,2	1 000	0,45	97,5
500	0,337	42,7	1 100	0,48	108,7
600	0,337	50,2	1 200	0,51	120,7
700	0,39	62,2	1 300	0,555	138,7
800	0,405	75			

**Fuente:** Manual de cálculo de cintas transportadoras (PIRRELLI).

<sup>22</sup> Fuente: Manual de cálculo de cintas transportadoras (PIRRELLI).

Se reemplazan los valores obtenidos en la ecuación 3.24.

$$T_z = 0.337 * \frac{520}{24} = 7.30 \text{ Kg} = 71.54 \text{ N}$$

Ya obtenidos todas las tensiones, se calcula la tensión efectiva:

$$T_E = T_x + T_y + T_z$$

$$T_E = 624.80 + 107.46 + 71.54 = 803.08 \text{ N}$$

Una vez obtenida la tensión efectiva, calculamos las tensiones en los lados de la banda, la misma que se calcula multiplicando a tensión efectiva por el coeficiente de fricción entre la banda y el rodillo motriz. Este coeficiente se lo determina utilizando las tablas 3.22 y 3.23; considerando el tipo de tensor que se utilizara para el diseño, que es tipo tornillo y ángulo de abrazamiento de la banda de 180°.

### Ecuación 3. 22

$$T_1 = T_E K_1$$

**Tabla 3. 22:** Coeficiente de acuerdo al tipo de tensor.

TIPO DE TENSOR			
A tornillo		A contrapeso	
Tambor normal	Tambor revestido	Tambor normal	Tambor revestido
0,20	0,25	0,30	0,35

**Fuente:** Manual de cálculo de cintas transportadoras (PIRELLI).

**Tabla 3. 23:** Coeficiente de fricción.

Arco abrazado $\alpha^\circ$	Coeficiente convencional de rozamiento			
	0,20	0,25	0,30	0,35
180°	2,15	1,84	1,64	1,50
200°	2,00	1,71	1,54	1,42
210°	1,94	1,67	1,51	1,38
220°	1,88	1,62	1,46	1,36
240°	1,77	1,54	1,40	1,30
300°	1,54	1,38	1,26	1,19
360°	1,40	1,26	1,18	1,12
420°	1,30	1,19	1,12	1,08
480°	1,23	1,14	1,08	1,05

**Fuente:** Manual de cálculo de cintas transportadoras (PIRELLI).

$$K_1 = 1.84$$

Con este dato encontramos T1:

$$T1 = T_E K_1$$

$$T1 = 803.08 \times 1.84$$

$$T1 = 1440.6 \text{ N.}$$

Con los datos obtenidos calculamos T2:

$$T2 = T_E K_2$$

Donde:

$$K_2 = K_1 - 1$$

$$K_2 = 1.84 - 1$$

$$K_2 = 0.84.$$

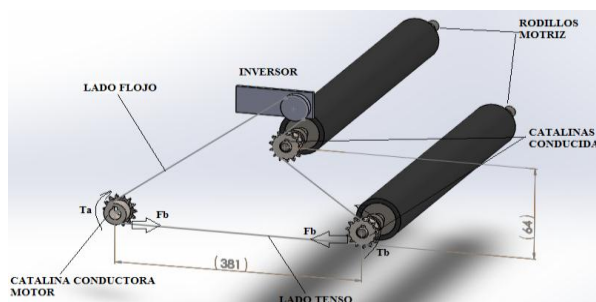
Una vez encontrado  $K_2$ , reemplazamos en la ecuación para encontrar T2.

$$T2 = 803.08 \times 0.84$$

$$T2 = 658.56 \text{ N}$$

### 3.9. FUERZA PRODUCIDA POR LA CATALINA.

Se realizará el análisis de la fuerza de transmisión de movimiento por catalina, en la figura 3.21 se observan las fuerzas que intervienen en la catalina del rodillo motriz.



**Figura 3. 21:** Fuerza sobre la catalina motriz.

Donde:

$T_a$  = Torque que ejerce el motor sobre el rodillo motriz.

$T_b$  = Torque de reacción que ejerce el rodillo motriz sobre el motor.

$F_b$  = Fuerza que actúa sobre la catalina del rodillo motriz.

A continuación, se procede a realizar el cálculo para la fuerza que actúa sobre la catalina del rodillo motriz.

Se realiza el análisis de la fuerza con el torque máximo que es a 13 rpm.  $T_{\max} = 18.42$  N-m.

Conocido el torque máximo en el motor y el diámetro de paso de la catalina, ver tabla 3.24, se tiene:

### Fuerza sobre la catalina<sup>23</sup>

#### Ecuación 3. 26

$$F_b = \frac{T_a}{\text{Radio de paso catalina } b} \text{ [N]}$$

Donde:

$$T_a = T_{\max} = 18.42 \text{ N-m}$$

$$\text{Radio de paso catalina } b = 0.0856/2$$

$$F_b = \frac{18.42}{0.0856/2} \text{ [N]} = 430.26 \text{ N}$$

**Tabla 3. 24:** Especificaciones para catalinas.

No. of Teeth	Pitch Dia. (P.C.D.)	Outside Dia. (OD)	SINGLE B TYPE				Approx. Weight (kg)	Materials
			Bore (OD)		Hub			
			Stock	Max	HD	HL		
9	2.193	2.51	0.47	0.98	*1.693	1.260	0.40	SAE1040
10	2.427	2.76	0.59	1.18	*1.929	1.260	0.49	
11	2.662	3.01	0.59	1.26	*2.008	1.260	0.60	
12	2.898	3.25	0.59	1.26	2.008	1.260	0.69	
13	3.134	3.49	0.59	1.38	2.244	1.260	0.81	
14	3.371	3.74	0.67	1.57	2.241	1.260	0.96	
15	3.607	3.98	0.67	1.77	2.677	1.260	1.10	
16	3.844	4.22	0.67	1.89	2.874	1.260	1.30	
17	4.082	4.46	0.67	1.89	2.874	1.260	1.40	
18	4.319	4.70	0.67	2.17	3.268	1.575	2.00	
19	4.557	4.95	0.67	2.17	3.268	1.575	2.10	
20	4.794	5.19	0.67	2.17	3.268	1.575	2.20	
21	5.032	5.43	0.67	2.17	3.268	1.575	2.30	
22	5.270	5.67	0.67	2.17	3.268	1.575	2.50	
23	5.507	5.91	0.67	2.17	3.268	1.575	2.50	
24	5.746	6.15	0.67	2.17	3.268	1.575	2.60	
25	5.984	6.39	0.67	2.17	3.268	1.575	2.70	
26	6.222	6.63	0.67	2.17	3.268	1.575	2.90	
27	6.460	6.85	0.83	2.17	3.268	1.575	3.00	
28	6.698	7.11	0.83	2.17	3.268	1.575	3.10	
29	6.937	7.32	0.83	2.17	3.268	1.575	3.30	
30	7.175	7.59	0.83	2.17	3.268	1.575	3.40	

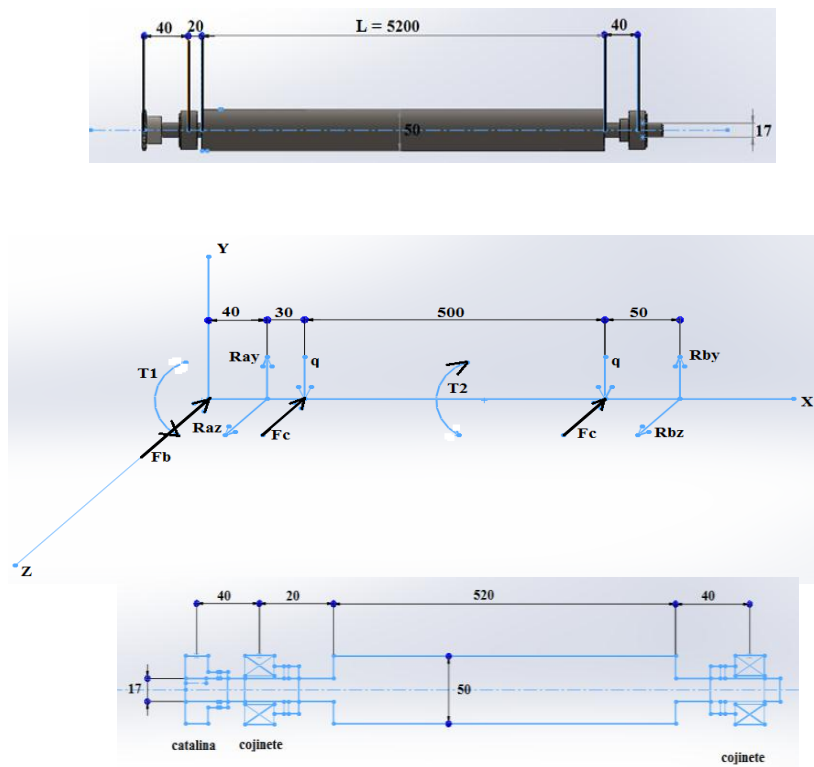
**Fuente:** Catalogo de Iván Bohman; Catalinas ANSI.

### 3.10. CALCULO DE LA DEFLEXIÓN DEL RODILLO MOTRIZ.

Para comprobar si el rodillo utilizado cumple su función en la máquina que se está diseñando vamos a comprobar su deflexión en base a las fuerzas u torques a los que va a estar sometido.

<sup>23</sup> (Saráu & Tirira, 2011, pág. 48)

En la figura 3.22, se muestra el diagrama de cuerpo libre del rodillo motriz, con el cual se analizará la deflexión.



**Figura 3. 22:** Diagrama de cuerpo libre.

Donde:

$q$  = carga concentrada debido al peso por unidad de longitud de la banda.

$R_a$  = Carga sobre el rodamiento A.

$R_b$  = Carga sobre el rodamiento B.

$F_b$  = Fuerza que actúa sobre la catalina del rodillo motriz = 430.26N

$F_c$  = Fuerza de flexión.

$T_1$  = Torque.



Carga concentrada debido al peso por unidad de longitud.

$$q = q_{\text{pelon}} + q_{\text{banda}}$$

$$q = 2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 9.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$q = 11.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 113.68 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

### 3.10.1. CALCULO DE LA FUERZA DE FLEXIÓN.

$$F_c = 1.5 F_N$$

Donde:

$F_N$  = Fuerza neta.

$$F_N = T_1 - T_2$$

Donde:

$T_1$  = Tensión en el lado tenso de la banda transportadora = 1440.6 N.

$T_2$  = Tensión en el lado flojo de la banda transportadora = 658.56 N.

$$F_N = 1440.6 \text{ N} - 658.56 \text{ N} = 782.04 \text{ N}$$

$$F_c = 1.5 (782.04 \text{ N})$$

$$F_c = 1173.1 \text{ N}$$

### 3.10.2. CALCULO DE LAS REACCIONES EN EL EJE.

Obtenidas las fuerzas que actúan en el eje del rodillo motriz, se realiza el cálculo para las reacciones en el plano X-Y y el plano X-Z.

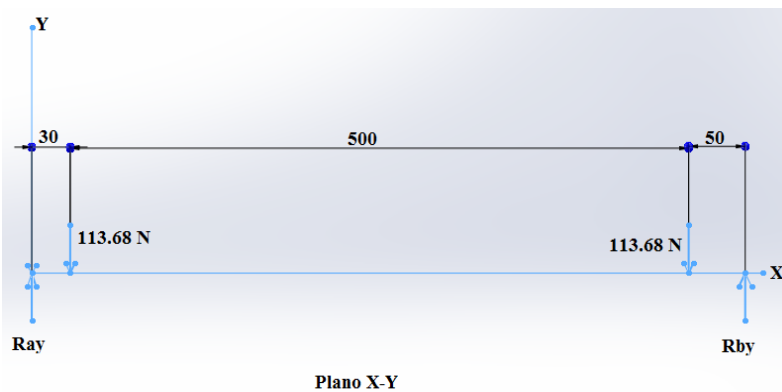


Figura 3. 23: Fuerzas en el Plano X-Y.

De la figura 3.23, se tiene:

Reacciones en el plano X-Y.

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{ay} + R_{by} = 227.36 \text{ N}$$

$$(3.23)$$

$$\sum M_A = 0$$

Considerando positivo en sentido horario.

$$(R_{by} * 0.58) - (113.68 * 0.03) - (113.68 * 0.53) = 0$$

$$(R_{by} * 0.58) = (113.68 * 0.03) + (113.68 * 0.53)$$

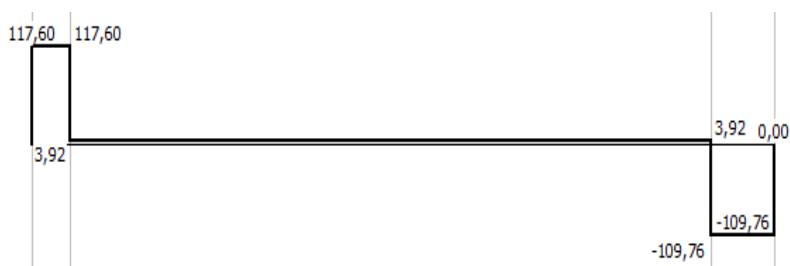
$$R_{by} = 109.76 \text{ N}$$

$R_{by}$  Reemplazando en (3.23) se tiene:

$$R_{ay} + 109.76 = 227.36 \text{ N}$$

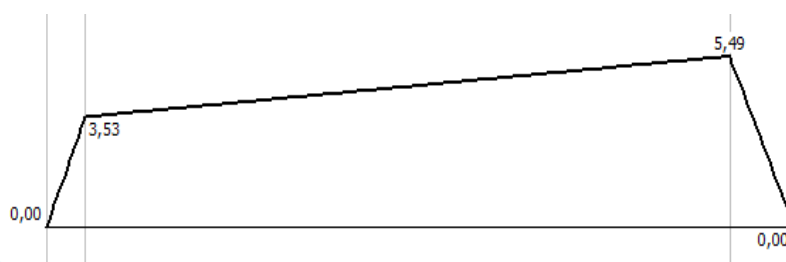
$$R_{ay} = 117.6 \text{ N}$$

En el gráfico 3.24 y gráfico 3.25, se muestran los diagramas de fuerza cortante y momento flector para el plano X-Y.



**Figura 3. 24:** Diagrama de fuerza cortante plano X-Y – Eje del rodillo motriz

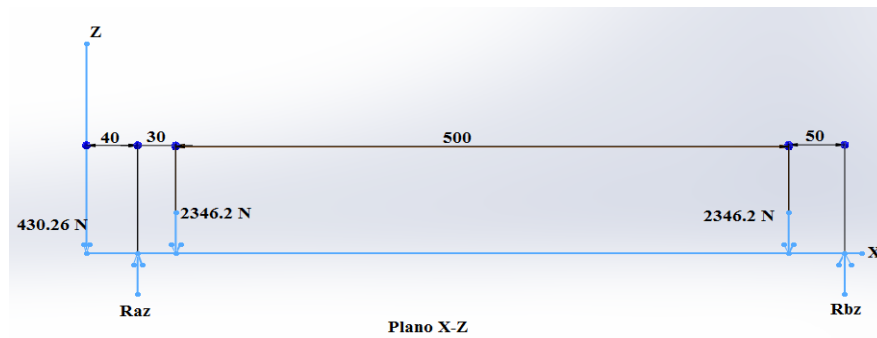
**Fuente:** MdSolids 4.0.



**Figura 3. 25:** Diagrama momento flector plano X-Y – Eje del rodillo motriz

**Fuente:** MdSolids 4.0.

Reacciones en el plano X-Z.



**Figura 3. 26:** Fuerzas en el Plano X-Y.

De la figura 3.26, se tiene:

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{az} + R_{bz} - 430.26 \text{ N} - 2346.2 \text{ N} - 2346.2 \text{ N} = 0$$

$$R_{az} + R_{bz} = 5122.66 \text{ N}$$

$$(3.24)$$

$$\sum M_A = 0$$

Considerando positivo en sentido horario.

$$(R_{bz} * 0.62) - (2346.2 * 0.58) - (2346.2 * 0.07) + (430.26 * 0.04) = 0$$

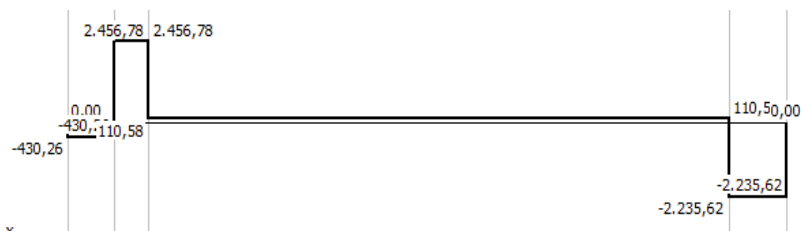
$$R_{bz} = 2431.96 \text{ N}$$

$R_{bz}$  Reemplazando en (3.24) se tiene:

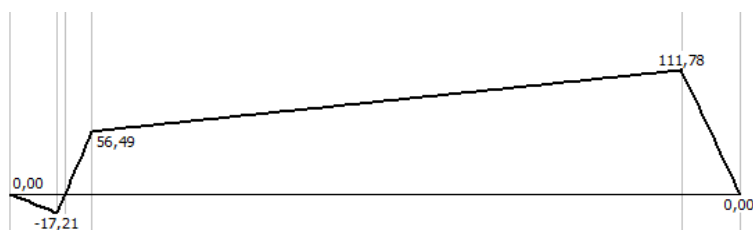
$$R_{az} + 2431.96 \text{ N} = 5122.66 \text{ N}$$

$$R_{az} = 2690.69 \text{ N}$$

En el gráfico 3.27 y gráfico 3.28, se muestran los diagramas de fuerza cortante y momento flector para el plano X-Y.



**Figura 3. 27:** Diagrama de fuerza cortante plano X-Z– Eje del rodillo motriz.



**Figura 3. 28:** Diagrama momento flector plano X-Z– Eje del rodillo motriz.

De los diagramas anteriores, se determina los momentos resultantes que soporta el eje; estos son:

Por lo tanto se tiene:

$$M_{A=0.07 \text{ m}} = \sqrt{3.53^2 + 56.49^2} = 56.60 \text{ N} - \text{m} = 509.97 \text{ Lb-in}$$

$$M_{B=0.57 \text{ m}} = \sqrt{5.49^2 + 111.78^2} = 111.91 \text{ N} - \text{m} = 990.57 \text{ Lb-in}$$

$$M_{C=0.04 \text{ m}} = \sqrt{0^2 + 17.21^2} = 17.21 \text{ N} - \text{m} = 152.33 \text{ Lb-in}$$

### 3.10.3. CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD CON LOS DIÁMETROS DEL RODILLO MOTRIZ.

Una vez obtenido los momentos resultantes, y los diámetros del rodillo aplicamos la ecuación 3.27, con la cual se realizará un despeje para obtener el factor de seguridad.

#### Calculo del factor de seguridad<sup>24</sup>

#### Ecuación 3. 27

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} * \sqrt{\left[ \frac{K_t * M}{S'_n} \right]^2 + \frac{3}{4} * \left[ \frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3}$$

Dónde:

D = Diámetro del eje = 17 mm = 0.66 in

N = Factor de seguridad.

$K_t$  = Para chafan con bordes cortantes = 2.5

$M_{max}$  = Momento máximo = 73.66 N-m = 15.35 lb-in.

$S'_n$  = Resistencia por durabilidad.

T = Torque = 161 lb-in.

$S_y$  = Resistencia a la tracción del material del eje acero A-36.

Para el cálculo de la resistencia por durabilidad se aplica la ecuación 3.28.

---

<sup>24</sup> TIMOSHENKO, 1977, pág. 219

## Resistencia por durabilidad<sup>25</sup>

### Ecuación 3. 28

$$S'_n = S_n * C_s * C_R$$

Dónde:

$S_n$  = Tensión por durabilidad.

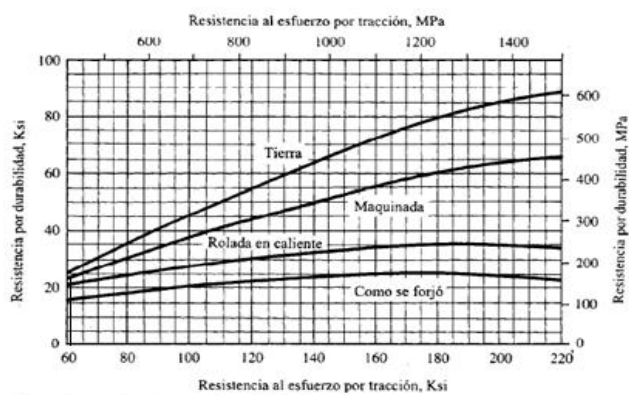
$C_s$  = Factor de tamaño.

$C_R$  = Factor de confiabilidad.

Cálculo de la tensión por durabilidad.

Para el cálculo de la tensión por durabilidad se toma como dato las propiedades del material base del eje del rodillo motriz, el cual mediante la tabla 3-10 nos dice que utilizan el Acero A-36.

Utilizando la tabla de las propiedades de los aceros, encontramos que para el Acero A-36,  $S_y = 61$  Ksi y  $S_u = 51$  Ksi como se puede ver en Anexo X.



**Figura 3. 29:** Tensión por durabilidad

**Fuente:** (Mott R. L., 1995, pág. 145)

<sup>25</sup> (Mott R. L., 1995, pág. 298)

Utilizando la figura 3.29, encontramos  $S_n = 23$  Ksi.

Para encontrar el factor de diseño  $C_s$  para diámetros menores de 50 mm, se utiliza la fórmula

**Factor de diseño<sup>26</sup>**

**Ecuación 3. 29**

$$C_s = \left(\frac{D}{7.6}\right)^{-0.068}$$

$$C_s = \left(\frac{17}{7.6}\right)^{-0.068} = 0.95$$

El factor de confiabilidad se toma de acuerdo a los factores que está expuesta la máquina, para nuestro diseño se toma un  $C_R = 0.90$ , ya que la maquina no está expuesta a vibraciones o intemperie.

Con los datos anteriores reemplazamos en la ecuación 3-28, para obtener la resistencia por durabilidad.

$$S'_n = S_n * C_s * C_R$$

$$S'_n = 23000 * 0.95 * 0.90 = 19665 \text{ psi}$$

Se analiza el factor de seguridad en el punto C donde se tiene el Fb un torque de 161 lb-in con un diámetro de 17 mm, los datos se reemplazan en la ecuación 3-28 y se despeja N.

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} * \sqrt{+ \frac{3}{4} * \left[ \frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3}$$

$$\frac{0.66^3}{\sqrt{\frac{3}{4} * \left[ \frac{161}{51000} \right]^2}} = \frac{32N}{\pi}$$

$$105.16 = \frac{32N}{\pi}$$

---

<sup>26</sup> (Mott R. L., 1995, pág. 297)



$$N = 10.32$$

El factor de seguridad que se obtiene en nuestro diseño, con la utilización de rodillos de las copadoras es de  $N = 10.32$ , con un diámetro en el eje de 17 mm, que nos asegura que el torque en la catalina conducida generara un correcto funcionamiento de la máquina.

Para estructuras estáticas con alto grado de confianza en el conocimiento de las propiedades del material, magnitud de cargas y grado en que resulta adecuado el análisis de tensión  $N = 2$ . (Mott R. L., 1995, pág. 154).

Con el momento máximo obtenido en el eje, se realiza el cálculo para encontrar el factor de seguridad, que en el caso de nuestro eje es en el punto B, donde se tiene un diámetro de 1.96 in, aplicando a ecuación 3.28 se obtiene:

$$1.96 = \left[ \frac{32N}{\pi} * \sqrt{\left[ \frac{152.33}{19665} \right]^2 + \frac{3}{4} * \left[ \frac{161}{51000} \right]^2} \right]^{1/3}$$

$$\frac{1.96^3}{\sqrt{\left[ \frac{152.33}{19665} \right]^2 + \frac{3}{4} * \left[ \frac{161}{51000} \right]^2}} = \frac{32N}{\pi}$$

$$123.61 = \frac{32N}{\pi}$$

$$N = 12.13$$

Con estos cálculos determinados a nivel de factor de seguridad, el rodillo que es de una impresora soporta las cargas a la que va a estar sometida sin ningún inconveniente.

### 3.11. RODAMIENTOS EN EL TAMBOR MOTRIZ.

Para escoger los rodamientos del eje del tambor motriz se consideran las fuerzas resultantes:

$$R_A = \sqrt{R_{ay}^2 + R_{az}^2} = \sqrt{117.6^2 + 2690.69^2}$$

$$R_A = 1007.7 \text{ N}$$

$$R_B = \sqrt{R_{by}^2 + R_{bz}^2} = \sqrt{109.76^2 + 2431.96^2}$$

$$R_B = 988.57 \text{ N}$$

Para escoger el rodamiento adecuado se escoge la carga de mayor valor esta es:

$$F = 1007.7 \text{ (N)}$$

$$F = 102,82 \text{ (Kg)}$$

Luego de calcular la carga de mayor valor, se determina la capacidad de carga dinámica para la selección de los rodamientos de la siguiente manera:

### Capacidad de carga dinámica

#### Ecuación 3. 30

$$C = \frac{f_L}{f_n} \cdot P \text{ [kg]}$$

Dónde:

C= capacidad de carga dinámica (kg)

P= carga dinámica equivalente = 102,82 kg

$f_n$ = Factor de velocidad para rodamientos de bolas = 0,846 (a 54 RPM)

$f_L$ = Factor de esfuerzos dinámicos = 5 (rodillos para cinta transportadora)

Se reemplazan los valores en la ecuación 3.31 y se obtiene:

$$C = \frac{5}{0,846} * 102,82$$

$$C = 607,68 \text{ (kg)}$$

Con este valor y el diámetro del eje se procede a seleccionar del catálogo de la FAG, para rodamientos el respectivo valor de  $f_L$  y  $f_n$ , mediante el Anexo V y la tabla 3.25.

**Tabla 3. 25:** Factor de velocidad.

▼ Valores $f_n$ para rodamientos de bolas								$f_n = \sqrt[3]{\frac{33 \frac{1}{2}}{n}}$	
n	$f_n$	n	$f_n$	n	$f_n$	n	$f_n$	n	$f_n$
min <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>	
10	1,49	55	0,846	340	0,461	1800	0,265	9500	0,152
11	1,45	60	0,822	360	0,452	1900	0,26	10000	0,149
12	1,41	65	0,8	380	0,444	2000	0,255	11000	0,145
13	1,37	70	0,781	400	0,437	2200	0,247	12000	0,141
14	1,34	75	0,763	420	0,43	2400	0,24	13000	0,137
15	1,3	80	0,747	440	0,423	2600	0,234	14000	0,134
16	1,28	85	0,732	460	0,417	2800	0,228	15000	0,131
17	1,25	90	0,718	480	0,411	3000	0,223	16000	0,128
18	1,23	95	0,705	500	0,405	3200	0,218	17000	0,125
19	1,21	100	0,693	550	0,393	3400	0,214	18000	0,123
20	1,19	110	0,672	600	0,382	3600	0,21	19000	0,121
22	1,15	120	0,652	650	0,372	3800	0,206	20000	0,119
24	1,12	130	0,635	700	0,362	4000	0,203	22000	0,115
26	1,09	140	0,62	750	0,354	4200	0,199	24000	0,112
28	1,06	150	0,606	800	0,347	4400	0,196	26000	0,109
30	1,04	160	0,593	850	0,34	4600	0,194	28000	0,106
32	1,01	170	0,581	900	0,333	4800	0,191	30000	0,104
34	0,993	180	0,57	950	0,327	5000	0,188	32000	0,101
36	0,975	190	0,56	1000	0,322	5500	0,182	34000	0,0993
38	0,957	200	0,55	1100	0,312	6000	0,177	36000	0,0975
40	0,941	220	0,533	1200	0,303	6500	0,172	38000	0,0957
42	0,926	240	0,518	1300	0,295	7000	0,168	40000	0,0941
44	0,912	260	0,504	1400	0,288	7500	0,164	42000	0,0926
46	0,898	280	0,492	1500	0,281	8000	0,161	44000	0,0912
48	0,886	300	0,481	1600	0,275	8500	0,158	46000	0,0898
50	0,874	320	0,471	1700	0,27	9000	0,155	50000	0,0874

**Fuente:** FAG, Catálogo de rodamientos.

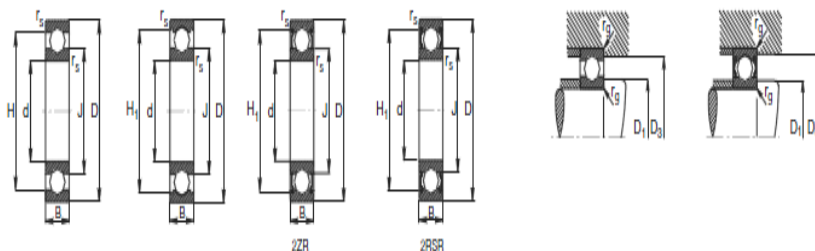
$$C = 607.68 \text{ (kg)} = 6 \text{ KN}$$

$$d = 17 \text{ mm.}$$

**Tabla 3. 26:** Selección de rodamiento.

Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera

Los rodamientos pueden alcanzar una  $d$  de vida ilimitada, si  $C_1/P_0 \geq 8$ , ver Pág.41



Eje	Dimensiones							Peso $m$ kg	Capacidad de carga		Velocidad límite $n$ min <sup>-1</sup>	Velocidad de referencia $n_r$ mm	Denominación abreviada Rodamiento FAG	Medidas auxiliares			
	d	D	B	$r_s$ min	H	H <sub>1</sub>	J		dyn. C	stat. C <sub>0</sub>				D <sub>1</sub> min	D <sub>2</sub> max	$r_g$ max	
15	15	35	11	0,6	29,3	30,9	21,1	0,043	7,8	3,75	20000	24000	6003	19,2	30,6	0,6	
	15	35	11	0,6	29,3	30,9	21,1	0,043	7,8	3,75	20000	24000	S6303.W203B	19,2	30,6	0,6	
	15	35	11	0,6	29,3	30,9	21,1	0,045	7,8	3,75	20000	24000	6203.2ZR	19,2	30,6	0,6	
	15	35	11	0,6	29,3	30,9	21,1	0,045	7,8	3,75	14000		6203.2RSH	19,2	30,6	0,6	
	15	35	11	0,6	29,3	30,9	21,1	0,045	7,8	3,75	14000		S6203.2RSH.W203B	19,2	30,6	0,6	
	15	35	14	0,6	29,3	30,9	21,1	0,057	7,8	3,75	14000		62203.2RSR	19,2	30,6	0,6	
	15	42	13	1	33,5	35	23,6	0,098	11,4	5,4	40000	22000	6303	20,6	36,4	1	
	15	42	13	1	33,5	35	23,6	0,098	11,4	5,4	40000	22000	S6303.W203B	20,6	36,4	1	
	15	42	13	1	33,5	35	23,6	0,09	11,4	5,4	18000	22000	6303.2ZR	20,6	36,4	1	
	15	42	13	1	33,5	35	23,6	0,09	11,4	5,4	12000		6303.2RSH	20,6	36,4	1	
	15	42	13	1	33,5	35	23,6	0,09	11,4	5,4	12000		S6303.2RSH.W203B	20,6	36,4	1	
	15	42	17	1	33,5	35	23,6	0,114	11,4	5,4	12000		62303.2RSR	20,6	36,4	1	
	17	17	35	8	0,3	29,5	30,9	22,6	0,03	6	3,25	28000	20000	6003	19	33	0,3
		17	35	10	0,3	29,4	30,8	22,6	0,038	6	3,25	28000	22000	6003	19	33	0,3
		17	35	10	0,3	29,4	30,8	22,6	0,038	6	3,25	28000	22000	S6003.W203B	19	33	0,3
17		35	10	0,3	29,4	30,8	22,6	0,04	6	3,25	22000	22000	6003.2ZR	19	33	0,3	
17		35	10	0,3	29,4	30,8	22,6	0,04	6	3,25	14000		6003.2RSH	19	33	0,3	
17		35	10	0,3	29,4	30,8	22,6	0,04	6	3,25	14000		S6003.2RSH.W203B	19	33	0,3	
17		40	12	0,6	33,1	34,4	24	0,065	9,5	4,75	22000	20000	6303	21,2	35,8	0,6	
17		40	12	0,6	33,1	34,4	24	0,065	9,5	4,75	22000	20000	S6303.W203B	21,2	35,8	0,6	
17		40	12	0,6	33,1	34,4	24	0,067	9,5	4,75	18000	20000	6203.2ZR	21,2	35,8	0,6	
17		40	12	0,6	33,1	34,4	24	0,067	9,5	4,75	12000		6203.2RSH	21,2	35,8	0,6	
17		40	12	0,6	33,1	34,4	24	0,067	9,5	4,75	12000		S6203.2RSH.W203B	21,2	35,8	0,6	
17		40	16	0,6	33,1	34,4	24	0,087	9,5	4,75	12000		62203.2RSR	21,2	35,8	0,6	
17		47	14	1	37,9	39,3	26,2	0,114	13,4	6,55	19000	20000	6303	22,6	41,4	1	
17		47	14	1	37,9	39,3	26,2	0,111	13,4	6,55	19000	20000	S6303.W203B	22,6	41,4	1	
17		47	14	1	37,9	39,3	26,2	0,117	13,4	6,55	16000	20000	6303.2ZR	22,6	41,4	1	
17	47	14	1	37,9	39,3	26,2	0,118	13,4	6,55	11000		6303.2RSH	22,6	41,4	1		
17	47	14	1	37,9	39,3	26,2	0,115	13,4	6,55	11000		S6303.2RSH.W203B	22,6	41,4	1		
17	47	19	1	37,9	39,3	26,2	0,154	13,4	6,55	11000		62303.2RSR	22,6	41,4	1		
17	62	17	1,1	50,2	52,5	36,4	0,269	22,4	11,4	28000	17000	6403	26	53	1		

Fuente: FAG, Catálogo de rodamientos.

FAG 6003 2Z:d= 17mm

D= 40mm

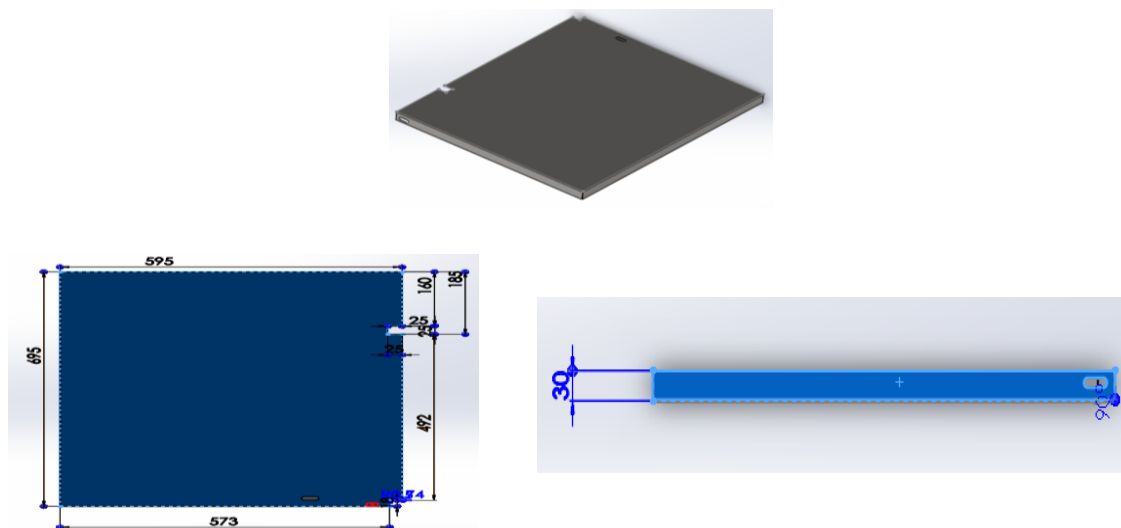
B= 12mm

R= 0,6mm

Se escoge este tipo de rodamiento ya que posee dos tapas de protección y posee lubricación interna.

### 3.12. MESA DE ENTRADA

En la figura 3.25, se muestra como está conformado el diseño de la Mesa de Entrada de la Máquina, el análisis se realiza con las dimensiones reales de la mesa de la máquina.



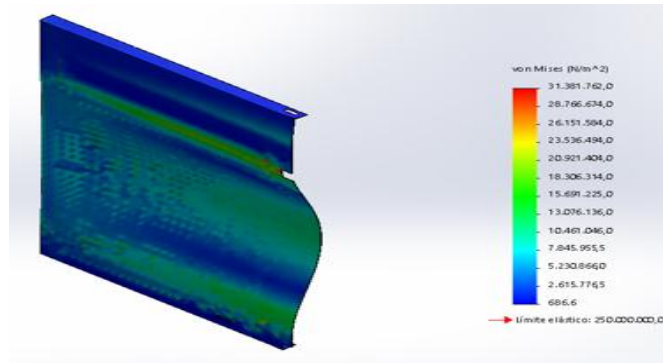
**Figura 3. 25:** Diseño de la Mesa de Entrada a la Máquina.

**Fuente:** SolidWorks 2014.

### 3.13. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

La utilización de la herramienta SOLIDWORKS para la realización del análisis de convergencia de la mesa, que realiza el análisis con elementos finitos, con una forma gráfica y mediante colores para representar esfuerzos, deformaciones, factor de seguridad, que generalmente sus valores van desde un mínimo de color azul, a un máximo de color rojo en la figura 3.26, 3.27 y 3.28 se muestra un análisis de la máquina propuesta, el siguiente análisis esta realizado con una fuerza de 294 N, y con plancha de acero A-36 de DIPAC con espesor de 1.20 mm.

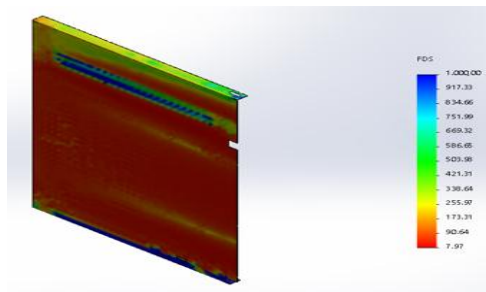
### 3.13.1. ESFUERZO DE VON MISES.



**Figura 3. 26:** Esfuerzo de Von Mises

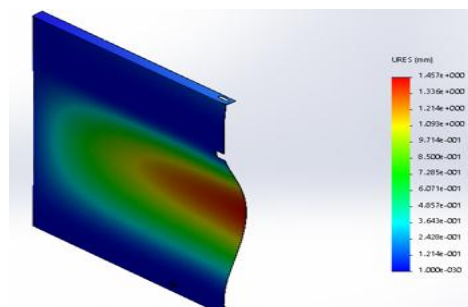
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

“La teoría de la energía de deformación máxima predice que la falla por fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material. (Budynas & Keith, 2008)



**Figura 3. 27:** Factor de Seguridad

**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

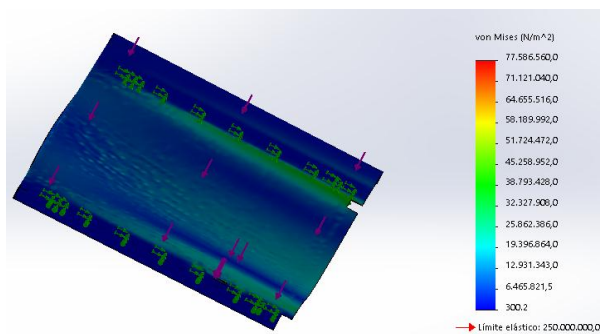


**Figura 3. 28:** Desplazamiento

**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

### 3.14. ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.

Se realiza un análisis de convergencia, el cual nos indica por medio de un error  $\leq 5\%$  el esfuerzo al cual la maquina soporta la carga sin perder su factor de seguridad, en la figura 3.29 se muestra el grafico del soporte en donde empieza la convergencia.



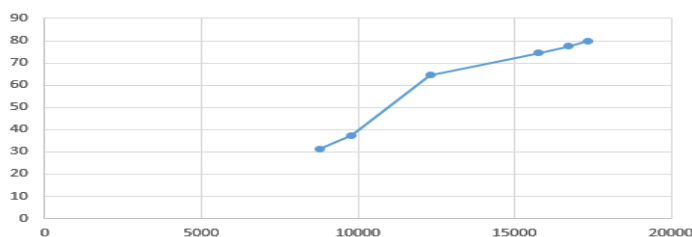
**Figura 3. 29:** Análisis de convergencia  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

En la tabla 3.27 se muestra la cantidad de elementos y el esfuerzo de von mises tomados para realizar el análisis de convergencia.

**Tabla 3. 27:** Análisis de convergencia.

Numero de elementos	Esfuerzo von mises (Mpa)	error
8779	31,37	19,19030921
9800	37,39	72,31880182
12303	64,43	15,6293652
15781	74,5	4,134228188
16721	77,58	3,029131219
17344	79,93	1,92668585
19877	81,47	

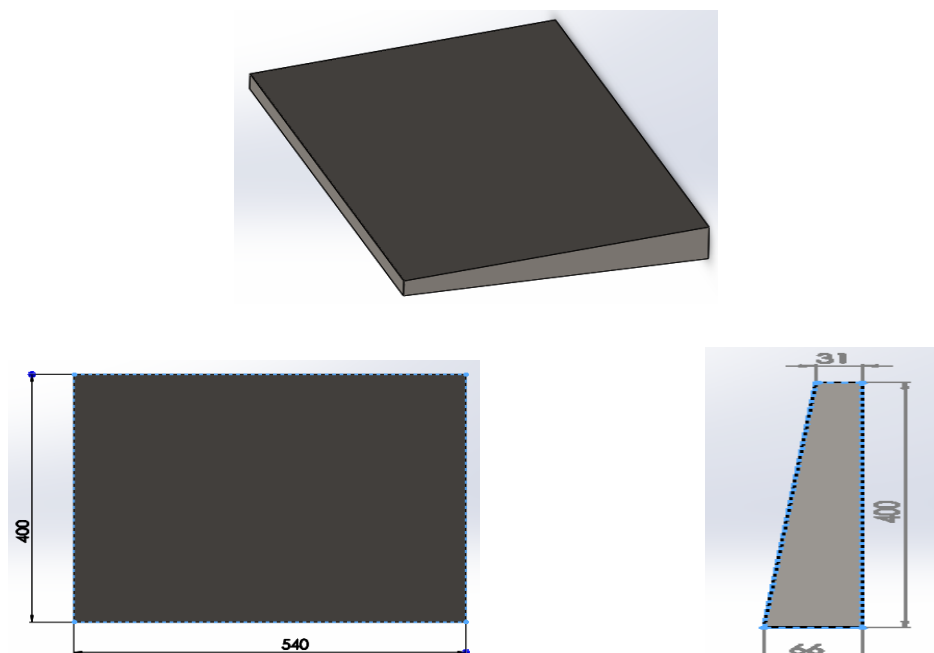
En la figura 3.30 se muestra el número total de elementos y el esfuerzo de von mises obtenidos en el análisis de convergencia.



**Figura 3. 30:** Curva del análisis de convergencia.

### 3.15. MESA DE SALIDA.

En la figura 3.31, se muestra como está conformado el diseño del soporte de sistema de presión, el análisis se realiza con las dimensiones reales del soporte de la máquina.



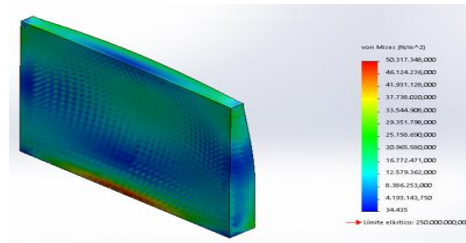
**Figura 3. 31:** Diseño de la Mesa de Salida.  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

### 3.16. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

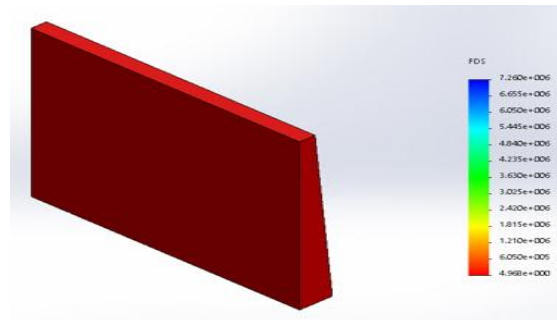
La utilización de la herramienta SOLIDWORKS para la realización del análisis de convergencia para la mesa de salida, el mismo que realiza con una fuerza de 294 N, y con plancha de acero A-36 de DIPAC con espesor de 1.20 mm, en la figura 3.32, 3.33 y 3.34 se muestra un análisis de la mesa de salida.



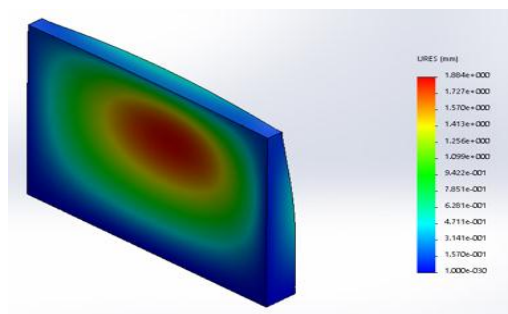
### 3.16.1. ESFUERZO DE VON MISES.



**Figura 3. 32:** Esfuerzo de Von Mises  
Fuente: SOLIDWORKS 2014.



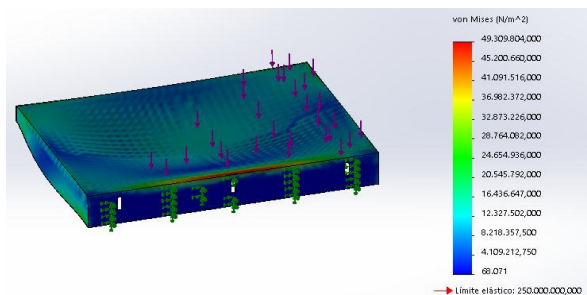
**Figura 3. 33:** Factor de Seguridad  
Fuente: SOLIDWORKS 2014.



**Figura 3. 34:** Desplazamiento  
Fuente: SOLIDWORKS 2014.

### 3.17. ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.

Se realiza un análisis de convergencia para la mesa de salida, en la figura 3.35 se muestra el grafico en donde empieza la convergencia.



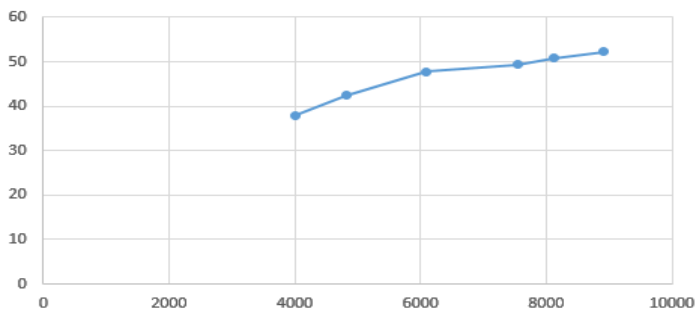
**Figura 3. 35:** Análisis de convergencia  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

En la tabla 3.28 se muestra la cantidad de elementos y el esfuerzo de von mises tomados para realizar el análisis de convergencia.

**Tabla 3. 28:** Análisis de convergencia.

Numero de elementos	Esfuerzo von mises (Mpa)	error
4010	37,96	11,95995785
4809	42,5	12,56470588
6094	47,84	3,198160535
7540	49,37	3,018027142
8115	50,86	2,811639796
8914	52,29	

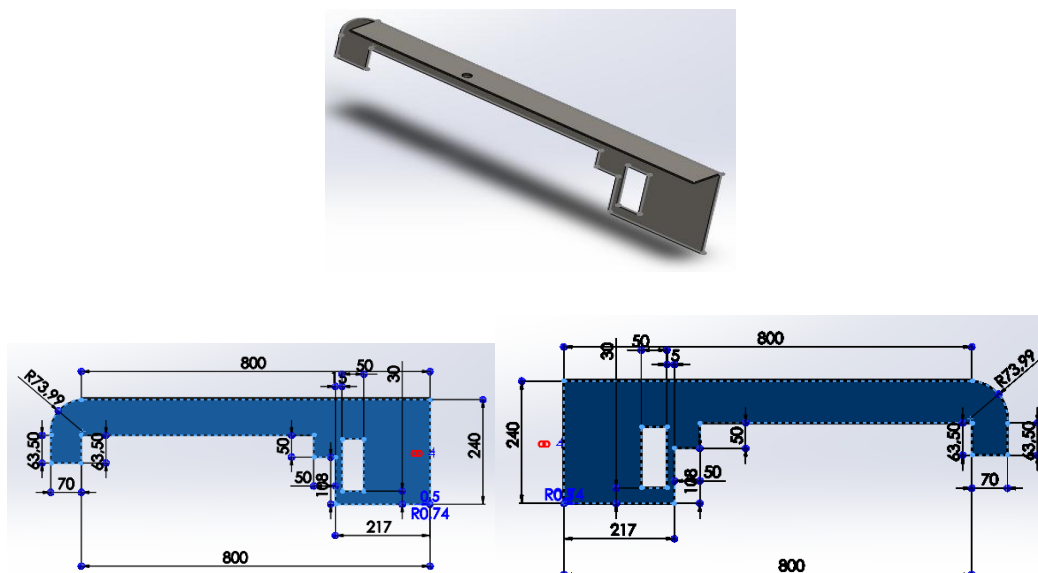
En la figura 3.36 se muestra el número total de elementos y el esfuerzo de von mises obtenidos en el análisis de convergencia.



**Figura 3. 36:** Curva del análisis de convergencia.

### 3.18. SOPORTE DE SISTEMA DE PRESIÓN.

En la figura 3.37, se muestra como está conformado el diseño del soporte de sistema de presión, el análisis se realiza con las dimensiones reales del soporte de la máquina.

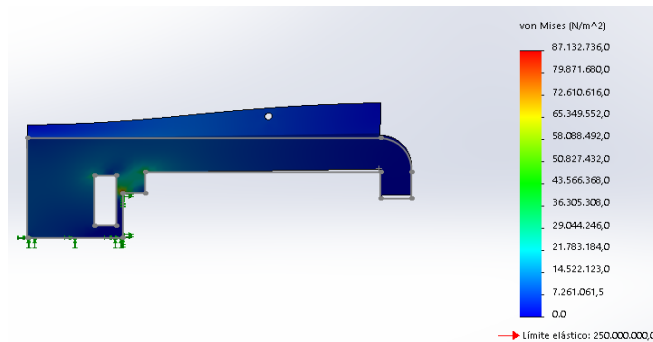


**Figura 3. 37:** Diseño del Soporte del Sistema de Presión  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

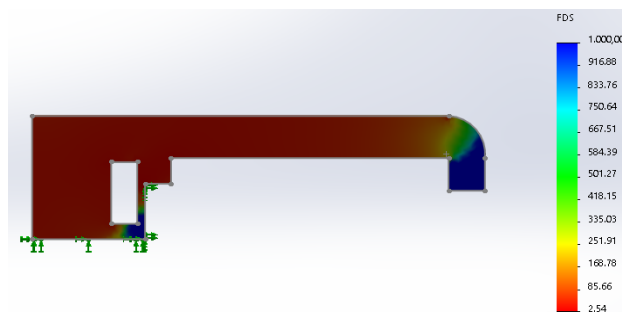
### 3.19. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

La utilización de la herramienta SOLIDWORKS para la realización del análisis de convergencia para el soporte del sistema de presión, el mismo que realiza con una presión de  $4900 \text{ N/m}^2$ , y con plancha de acero A-36 de DIPAC con un espesor de 4 mm, en la figura 3.38, 3.39 y 3.40 se muestra un análisis de la mesa de salida.

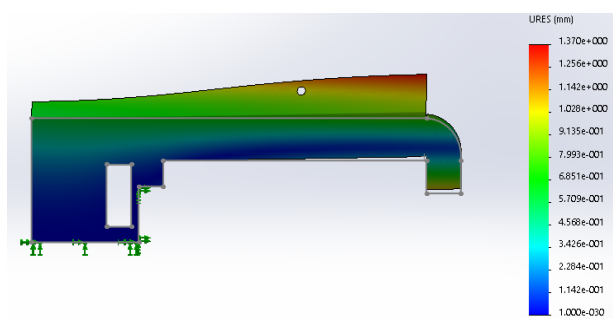
**3.19.1. ESFUERZO DE VON MISES.**



**Figura 3. 38:** Esfuerzo de Von Mises  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.



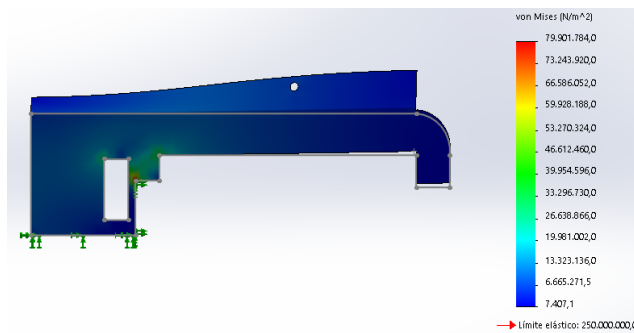
**Figura 3. 39:** Factor de Seguridad  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.



**Figura 3. 40:** Desplazamiento  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

### 3.20. ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.

Se realiza un análisis de convergencia para el sistema de presión, en la figura 3.41 se muestra el grafico en donde empieza la convergencia.



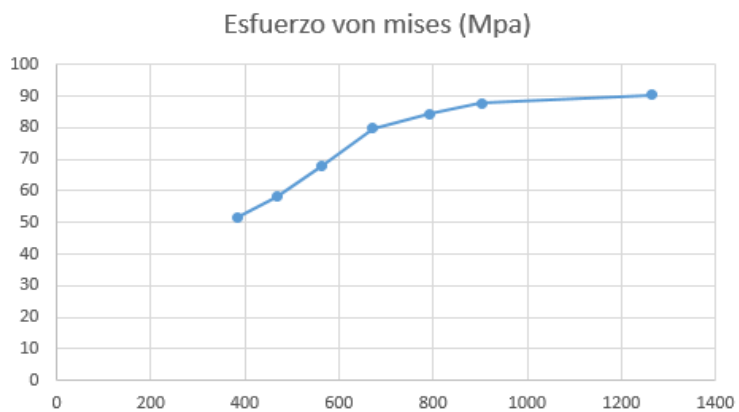
**Figura 3. 41:** Análisis de convergencia  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

En la tabla 3.29 se muestra la cantidad de elementos y el esfuerzo de von mises tomados para realizar el análisis de convergencia.

**Tabla 3. 29:** Análisis de convergencia.

Numero de elementos	Esfuerzo von mises (Mpa)	error
385	51,7	12,57253385
467	58,2	16,49484536
562	67,8	17,84660767
672	79,9	5,757196496
793	84,5	4,023668639
903	87,9	2,844141069
1265	90,4	

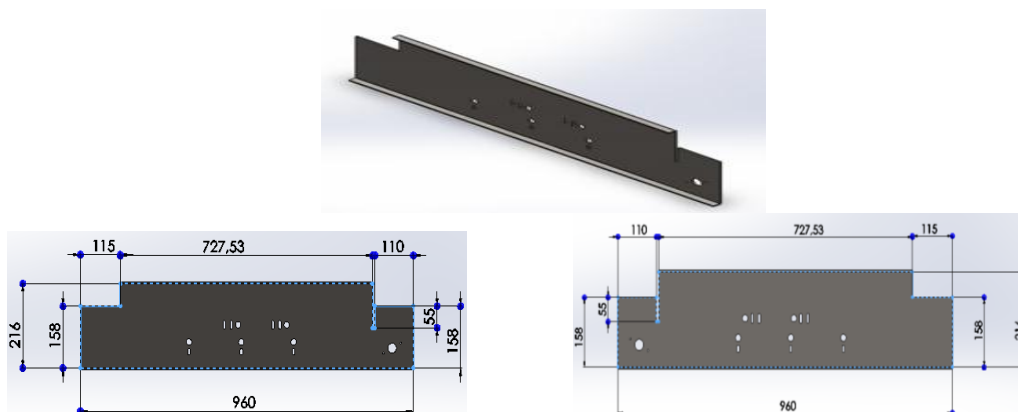
En la figura 3.42 se muestra el número total de elementos y el esfuerzo de von mises obtenidos en el análisis de convergencia.



**Figura 3. 42:** Curva del análisis de convergencia.

### 3.21. SOPORTE RODILLOS Y BANDAS.

En la figura 3.43, se muestra como está conformado el diseño del soporte de los rodillos y bandas, el análisis se realiza con las dimensiones reales del soporte de la máquina.

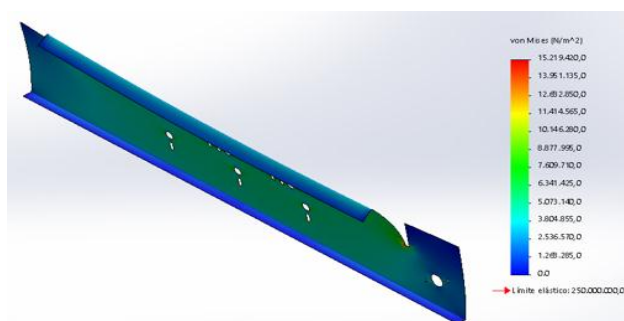


**Figura 3. 43:** Diseño del Soporte de los Rodillos y Bandas  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

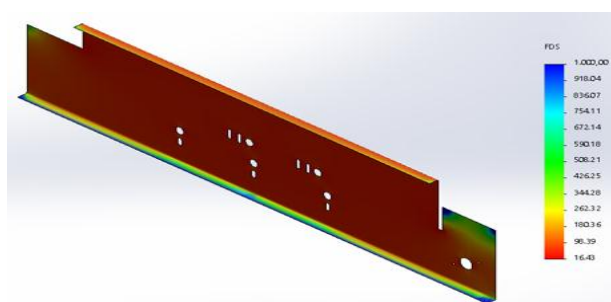
### 3.22. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

La utilización de la herramienta SOLIDWORKS para la realización del análisis de convergencia para el soporte de los rodillos y bandas, el mismo que realiza con una fuerza de 1960 N, y con plancha de acero A-36 de DIPAC con un espesor de 4 mm, en la figura 3.44, 3.45 y 3.46 se muestra un análisis del soporte.

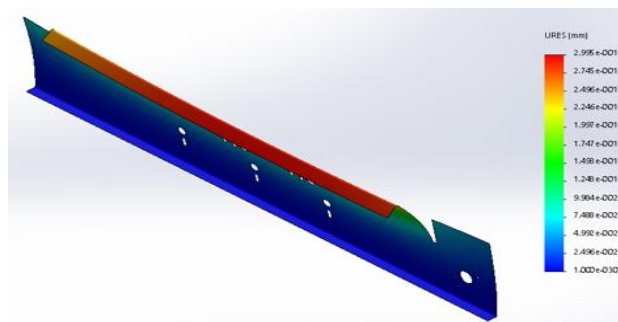
#### 3.22.1. ESFUERZO DE VON MISES.



**Figura 3. 44:** Esfuerzo de Von Mises en SOLIDWORKS  
Fuente: SOLIDWORKS 2014.



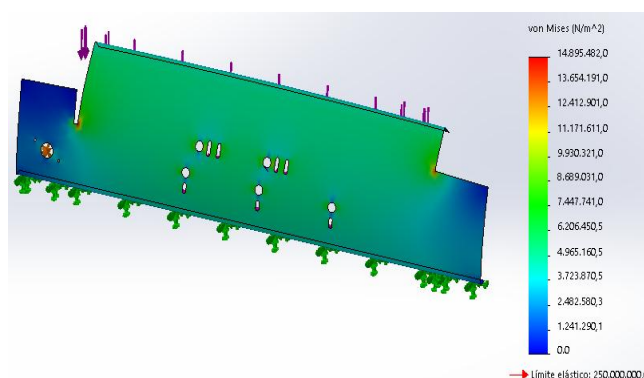
**Figura 3. 45:** Factor de Seguridad  
Fuente: SOLIDWORKS 2014.



**Figura 3. 46:** Desplazamiento  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

### 3.23. ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.

Se realiza un análisis de convergencia para el sistema de presión, en la figura 3.47 se muestra el grafico en donde empieza la convergencia.



**Figura 3. 47:** Análisis de convergencia  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

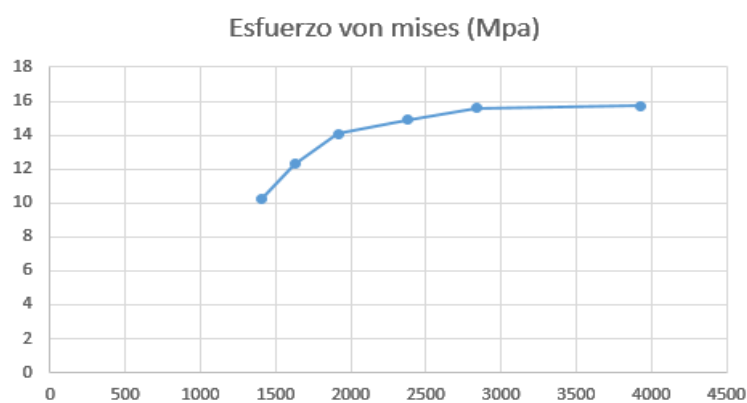
En la tabla 3.30 se muestra la cantidad de elementos y el esfuerzo de von mises tomados para realizar el análisis de convergencia.



**Tabla 3. 30:** Análisis de convergencia.

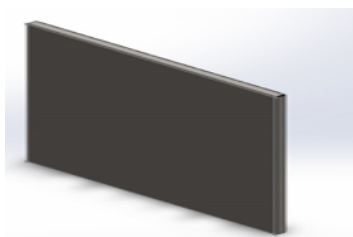
Numero de elementos	Esfuerzo von mises (Mpa)	error
1406	10,27	19,66893866
1626	12,29	14,48331977
1915	14,07	5,828002843
2373	14,89	4,566823371
2834	15,57	0,834938985
3923	15,7	

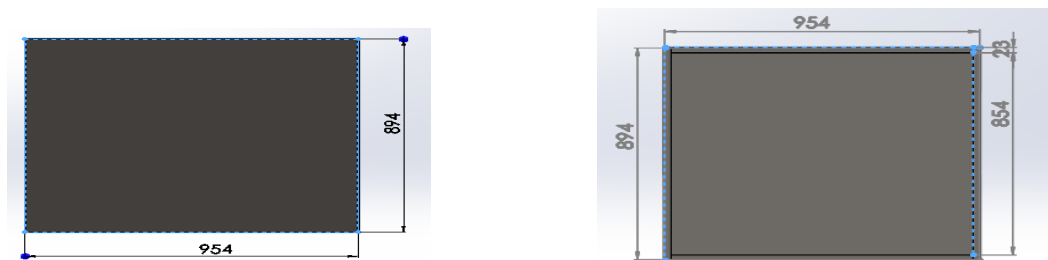
En la figura 3.48 se muestra el número total de elementos y el esfuerzo de von mises obtenidos en el análisis de convergencia.

**Figura 3. 48:** Curva del análisis de convergencia.

### 3.24. MESA BASE.

En la figura 3.49, se muestra como está conformado el diseño de la mesa base, el análisis se realiza con las dimensiones reales de la mesa de la máquina.



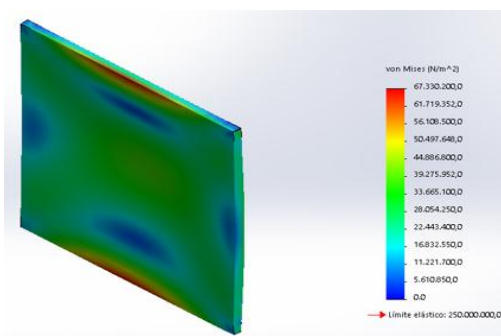


**Figura 3. 49:** Diseño de la Mesa Base  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

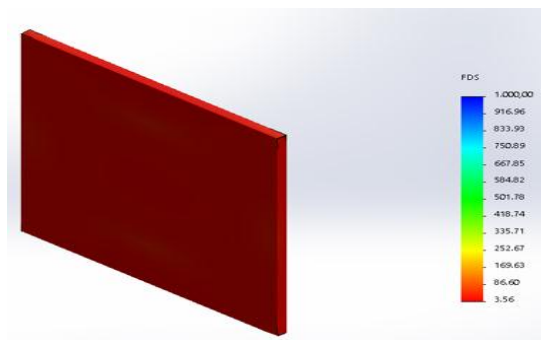
### 3.25. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

La utilización de la herramienta SOLIDWORKS para la realización del análisis de convergencia de la mesa base, el mismo que realiza con una fuerza de 1960 N, y con plancha de acero A-36 de DIPAC con un espesor de 4 mm, en la figura 3.50, 3.51 y 3.52 se muestra un análisis del soporte.

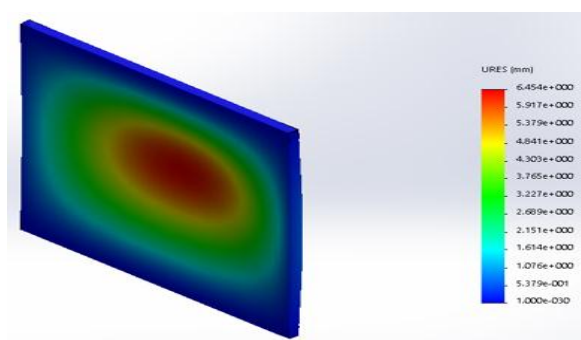
#### 3.25.1. ESFUERZO DE VON MISES.



**Figura 3. 50:** Esfuerzo de Von Mises  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.



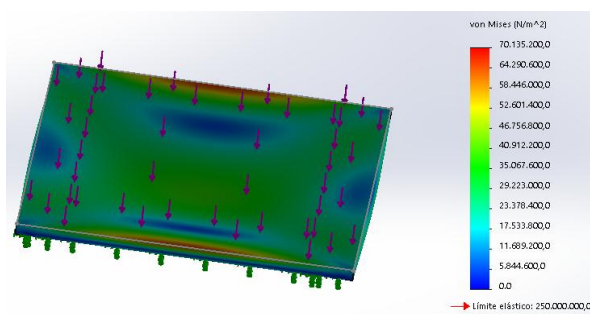
**Figura 3. 51:** Factor de Seguridad  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.



**Figura 3. 52:** Desplazamiento  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

### 3.26. ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.

Se realiza un análisis de convergencia para la mesa base, en la figura 3.53 se muestra el gráfico en donde empieza la convergencia.



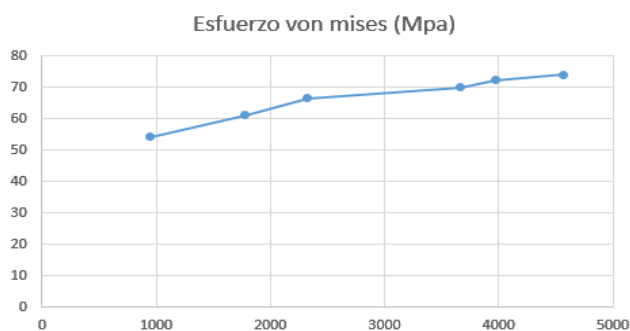
**Figura 3. 53:** Análisis de convergencia  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

En la tabla 3.31 se muestra la cantidad de elementos y el esfuerzo de von mises tomados para realizar el análisis de convergencia.

**Tabla 3. 31:** Análisis de convergencia.

Numero de elementos	Esfuerzo von mises (Mpa)	error
950	54,19	12,88060528
1778	61,17	8,958639856
2324	66,65	5,221305326
3667	70,13	3,065735063
3967	72,28	2,517985612
4567	74,1	

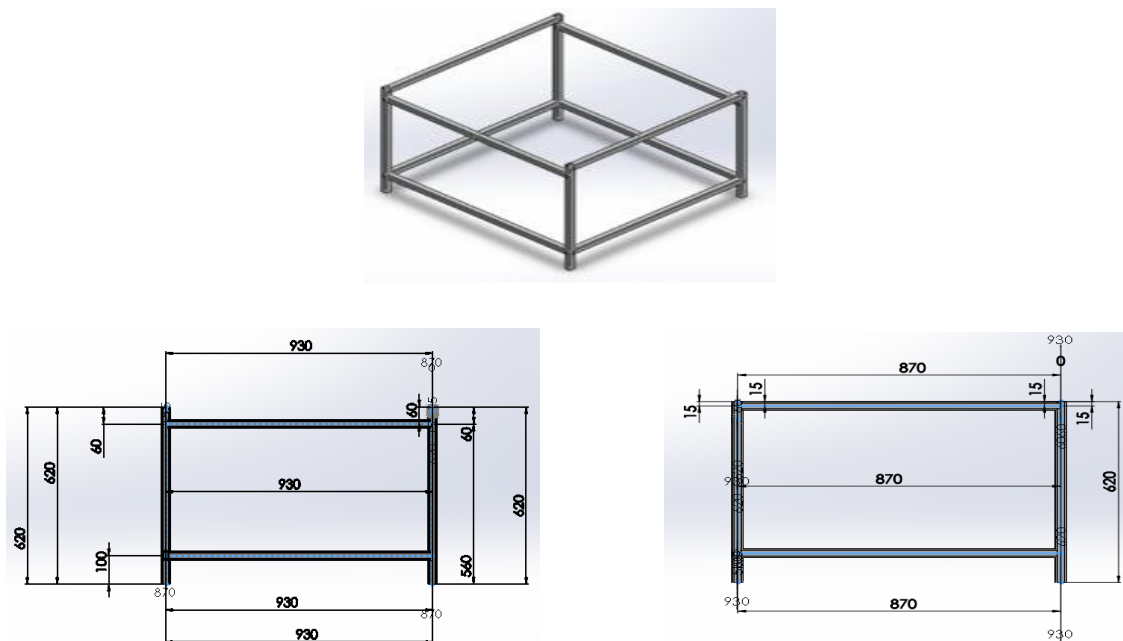
En la figura 3.54 se muestra el número total de elementos y el esfuerzo de von mises obtenidos en el análisis de convergencia.



**Figura 3. 54:** Análisis de convergencia.

### 3.27. ESTRUCTURA.

En la figura 3.55, se muestra como está conformado el diseño de la estructura de la máquina, el análisis se realiza con las dimensiones reales del soporte de la máquina.

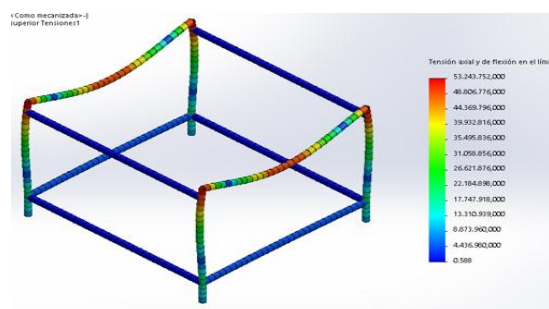


**Figura 3. 55:** Diseño de la Estructura  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

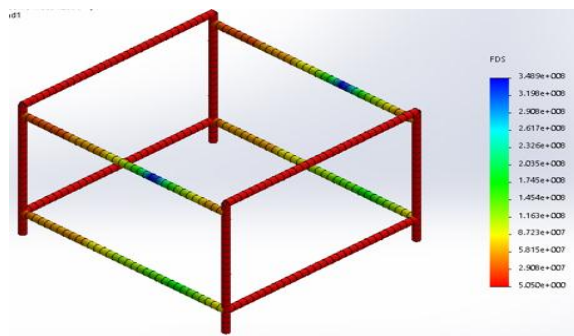
### 3.28. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

La utilización de la herramienta SOLIDWORKS para la realización del análisis de convergencia de la estructura de la máquina, el mismo que realiza con una fuerza de 1960 N, y como material tubo cuadrado estructural acero A-500 de DIPAC, con dimensiones de 30 x 30 mm y con espesor de 2mm, en la figura 3.56, 3.57 y 3.58 se muestra un análisis de la estructura.

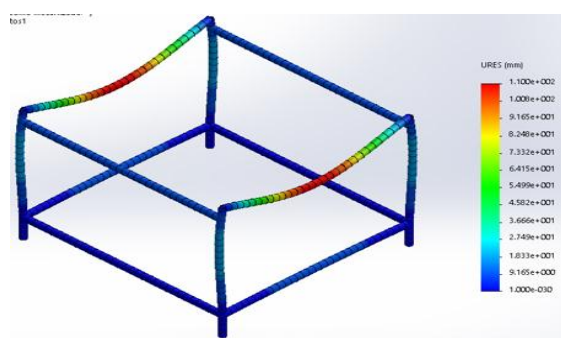
#### 3.28.1. ESFUERZO DE VON MISES.



**Figura 3. 56:** Esfuerzo de Von Mises en SOLIDWORKS  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.



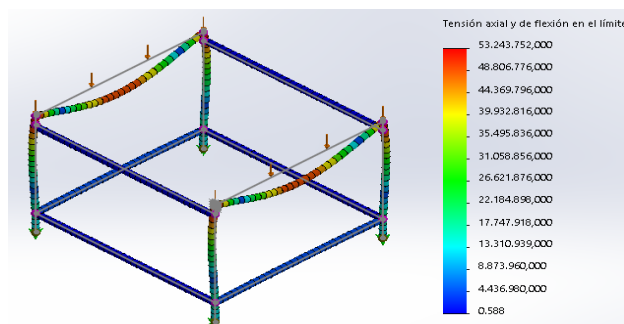
**Figura 3. 57:** Factor de Seguridad  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.



**Figura 3. 58:** Desplazamiento  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

### 3.29. ANÁLISIS DE CONVERGENCIA.

Se realiza un análisis de convergencia para la estructura, en la figura 3.59 se muestra el gráfico en donde empieza la convergencia.



**Figura 3. 59:** Análisis de convergencia  
**Fuente:** SOLIDWORKS 2014.

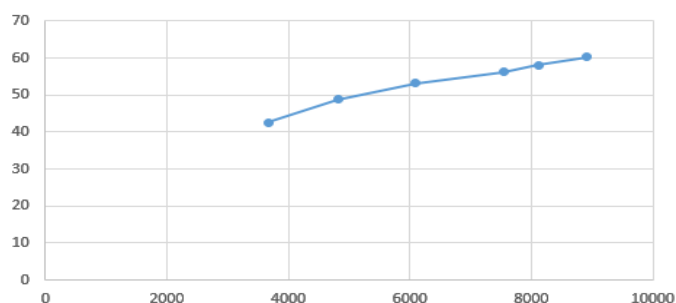
En la tabla 3.32 se muestra la cantidad de elementos y el esfuerzo de von mises tomados para realizar el análisis de convergencia.

**Tabla 3. 32: Análisis de convergencia.**

Numero de elementos	Esfuerzo von mises (Mpa)	error
3671	42,65	14,37280188
4809	48,78	9,143091431
6094	53,24	5,578512397
7540	56,21	3,486924035
8115	58,17	3,782018222
8914	60,37	

**Fuente:** propia.

En la figura 3.60 se muestra el número total de elementos y el esfuerzo de von mises obtenidos en el análisis de convergencia.



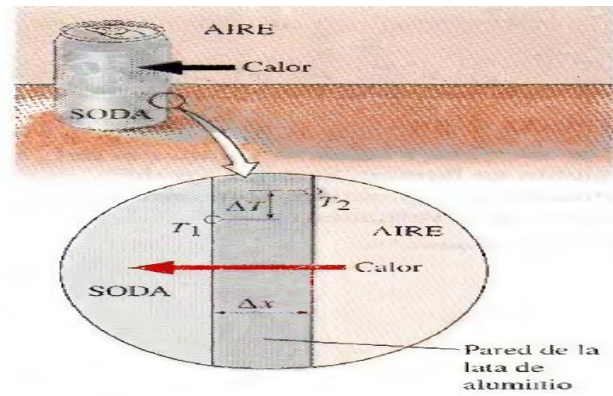
**Figura 3. 60:** Curva del análisis de convergencia.

### 3.30. DISEÑO DE CONTROL DE LA TEMPERATURA.

El sistema de temperatura de la máquina, se realiza a través del contacto directo de la plancha con la Banda Transportadora, cuyo proceso de transferencia de calor se conoce como conducción.

#### 3.30.1. CONDUCCIÓN

Es un mecanismo de transferencia de calor, que se presenta a nivel molecular y por contacto de éste, donde las moléculas con mayor energía (mayor temperatura) ceden calor a los de menor energía (menor temperatura), tal como muestra en la figura 3.61. (Gencel & Boles, 2009).



**Figura 3. 61:** Mecanismo de conducción  
**Fuente:** (Gencel & Boles, 2009, pág. 92).

### Conducción<sup>27</sup>

#### Ecuación 3. 2

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = -k_t A \frac{dT}{dx}$$

**Dónde:**

$\dot{Q}_{\text{cond}}$  = Tasa de conducción de calor.

$k_t$  = Conductividad térmica del material.

$A$  = Área normal a la dirección de transferencia de calor.

$\frac{dT}{dx}$  = Gradiente de temperatura en la dirección  $x$ .

<sup>27</sup> Fuente: (Gencel & Boles, 2009)



### 3.31. CALOR CONSUMIDO POR LA PLANCHA.

El calor consumido por la plancha para elevar la temperatura ambiente a las temperaturas necesarias para realizar el fusionamiento, se podrá obtener con el método de conducción de la transferencia de calor.

$$\dot{Q}_{cond} = -k_t A \frac{dT}{dx}$$

Donde:

$\dot{Q}_{cond}$  = Tasa de conducción de calor.

$k_t$  = Conductividad térmica del material = 0.45 kW/m.K

$A$  = Área normal a la dirección de transferencia de calor = 0.1m x 0.5m = 0.05 m<sup>2</sup>

$\frac{dT}{dx}$  = Gradiente de temperatura en la dirección x.

Tabla 3. 33: Propiedades de los materiales.

TABLA A-6				Propiedades de diversos materiales (A menos que se indique lo contrario, los valores se dan a 300 K)			
Material	Densidad, ρ kg/m <sup>3</sup>	Conductividad térmica, k W/m · K	Calor espe- cífico, c <sub>p</sub> J/kg · K	Material	Densidad, ρ kg/m <sup>3</sup>	Conductividad térmica, k W/m · K	Calor espe- cífico, c <sub>p</sub> J/kg · K
Asfalto	2 115	0.062	920	Hielo			
Baquelita	1 300	1.4	1 465	273 K	920	1.88	2 040
Ladrillo refractario				253 K	922	2.03	1 945
Ladrillo de cromita				173 K	928	3.49	1 460
473 K	3 010	2.3	835	Cuero para suela	998	0.159	—
823 K	—	2.5	—	Linóleo			
1173 K	—	2.0	—	535	0.081	—	
Arcilla refractaria				1 180	0.186	—	
cocida				Mica	2 900	0.523	—
1600 K				Papel	930	0.180	1 340
773 K	2 050	1.0	960	Plásticos			
1073 K	—	1.1	—	Plexiglás	1 190	0.19	1 465
1373 K	—	1.1	—	Teflón			
Arcilla refractaria				300 K	2 200	0.35	1 050
cocida				400 K	—	0.45	—
1725 K				Lexan	1 200	0.19	1 260
773 K	2 325	1.3	960	Nylon	1 145	0.29	—
1073 K	—	1.4	—	Polipropileno	910	0.12	1 925
1373 K	—	1.4	—	Poliéster	1 395	0.15	1 170
Ladrillo de arcilla				PVC, vinilo	1 470	0.1	840
refractaria				Porcelana	2 300	1.5	—
478 K	2 645	1.0	960	Caucho natural	1 150	0.28	—
922 K	—	1.5	—	Caucho vulcanizado			
1478 K	—	1.8	—	Blando	1 100	0.13	2 010
Magnesita				Duro	1 190	0.16	—
478 K	—	3.8	1 130	Árena	1 515	0.2-1.0	800
922 K	—	2.8	—	Nieve reciente	100	0.60	—
1478 K	—	1.9	—	Nieve, 273 K	500	2.2	—
Carne de pollo blanca				Suelo seco	1 500	1.0	1 900
(74.4% de contenido				Suelo mojado	1 900	2.0	2 200
de agua)				Azúcar	1 600	0.58	—
198 K	—	1.60	—	Tejido humano			
233 K	—	1.49	—	Piel	—	0.37	—
253 K	—	1.35	—	Capa de grasa	—	0.2	—
273 K	—	0.48	—	Músculo	—	0.41	—
293 K	—	0.49	—	Vaselina	—	0.17	—
Arcilla seca	1 550	0.930	—	Madera, perpendicular			
Arcilla mojada	1 495	1.675	—	a la fibra			
Carbón mineral,				De balsa	140	0.055	—
antracita	1 350	0.26	1 260	Abeto	415	0.11	2 720
Concreto (mezcla				Roble	545	0.17	2 385
con piedra)	2 300	1.4	880	Pino blanco	435	0.11	—
Corcho	86	0.048	2 030	Pino amarillo	640	0.15	2 805
Algodón	80	0.06	1 300	Madera, radial			
Grasa	—	0.17	—	Roble	545	0.19	2 385
Vidrio				Abeto	420	0.14	2 720
De ventana	2 800	0.7	750	Madera para barcos	145	0.05	—
Pyrex	2 225	1-1.4	835				
Crown	2 500	1.05	—				
Al plomo	3 400	0.85	—				

Fuente: Los datos se recopilaron de diversas fuentes.

Fuente: (Cengel & Ghajar, 2011)

Reemplazando los datos en la ecuación, queda de la siguiente manera:

$$\dot{Q}_{cond} = -k_t A \frac{dT}{dx}$$

La ecuación determina la cantidad de energía que se necesita transmitir a la plancha, la cual se encuentra en función de la temperatura. En la tabla 3.34 puede visualizarse valores diferentes para temperaturas diferentes.

**Tabla 3. 34:** Resultado de cálculos de potencia.

Número	T2 (k)	T1 (k)	AT(k)	$k_t$ (kW/m-K)	A(m2)	$dx$ (m)	POTENCIA(kW)
1	293,15	373.15	80	0,45	0,05	0,05	36
2	293,15	383.15	90	0,45	0,05	0,05	40.5
3	293,15	393.15	100	0,45	0,05	0,05	45
4	293,15	403.15	110	0,45	0,05	0,05	49.5
5	293,15	413.15	120	0,45	0,05	0,05	54
6	293,15	423.15	130	0,45	0,05	0,05	58.5
7	293,15	433.15	140	0,45	0,05	0,05	63
8	293,15	443.15	150	0,45	0,05	0,05	67.5

Para variar la temperatura en un rango de entre 20 y 170 [°C], la potencia de la resistencia es de aproximadamente 67.5 [kW], puesto que el tiempo que se estimó para llegar hasta ésta temperatura es de 10 [min], la energía consumida hasta llegar a la temperatura deseada es de 11.25 kW-h.

### 3.32. SELECCIÓN DEL ELEMENTO CALEFACTOR.

Se ha utilizado como elemento calefactor un módulo de Resistencias Tubulares.

**Figura 3. 62:** Resistencia Tubular

**Fuente:** PoliMEX, Catalogo Resistencias de Tubular y de Cartucho.

#### 3.32.1. APLICACIONES TÍPICAS.

La resistencia más versátil y ampliamente utilizada en aplicaciones industriales, comerciales, científicas y militares tales como calefactores combinados de radiación y convección, introducción en agujeros taladrados o en ranuras fresadas en placas o moldes, fundidos en metales y sujetos a oleoductos. Igualmente para la calefacción de líquidos por inmersión directa.

### 3.32.2. CARACTERÍSTICAS

El diseño de las resistencias tubulares produce un calefactor robusto y durable inigualable en su resistencia contra el choque, vibraciones, corrosión y altas temperaturas. Pueden ser formadas en una variedad ilimitada de figuras, a piezas soldadas con plata o al acero, latón, acero inoxidable o con cualquier pieza de metal exótico, así como fundidas en metales. Los materiales estándar del tubo son el cobre, acero inoxidable a incoloy con varios diámetros y arreglos de tornillos o cables flexibles con sellos, conexiones y bridas. (PoliMEX).

### 3.32.3. TAMAÑOS /CAPACIDADES.

Diámetro: pulg. - 0.260, 0.315, 0.375, 0.430, 0.500, 0.625

Diámetro: mm - 6.60, 8.00, 9.52, 10.92, 12.06, 12.70, 15.87

Largo: pulg. – de 11 a 255

Largo: mm – de 279.40 a 6477

**Tabla 3. 35:** Capacidades de Resistencias Tubulares.

TUBO	Temp Máx.	W/pulg2 Máx.	W/cm2 Máx.
Cobre	350°F (180°C)	65	10
Acero	750°F (400°C)	20	3
Ac. Inox.	1200°F (650°C)	30	5
Incoloy	1600°F (870°C)	40	6

**Fuente:** PoliMEX. Catalogo Resistencias de Tubular y de Cartucho.

TENSIONES: 120, 240, 480, 550V

La resistencia calefactora cumple el papel de aumentar la temperatura de la cinta transportadora y del aire a controlar en la fusionadora textil. Se realizó las conexiones requeridas para obtener la potencia necesaria, y se aisló térmicamente con lana de vidrio.

La Resistencia Tubular que será utilizada en el proyecto tiene que tener un alcance máximo de temperatura de  $170^{\circ}\text{C}$ , de las características anteriores de la resistencia tubular y con lo solicitado en el proyecto se elige la Resistencia Tubular de Cobre.

#### Características de las resistencias

- Voltaje de alimentación  $220\text{ V } 1\sim$
- Temperatura Máxima:  $180^{\circ}\text{C}$ .
- Potencia Máxima:  $65\text{ W/pulg}^2$ .

A continuación, en la Figura 3.63, se muestra una foto de la resistencia calefactora.



**Figura 3. 63:** Módulo de resistencias calefactoras.

Para la protección de las resistencias se ha utilizado disyuntores que ayudara a conservar la vida útil de las mismas. Por lo que se implementa al sistema dos bloques de resistencias, en la banda inferior 3 Resistencias Tubulares, mientras que para la banda superior se utilizaran 2 Resistencias Tubulares.

### 3.33. ELEMENTO PRIMARIO DE CONTROL.

Para la selección del elemento de control se realiza la tabla 3.36 y 3.37 comparativa.

**Tabla 3. 36:** Ventajas de los sensores de temperatura.

RTD	TERMISTORES	SENSORES IC	TERMOPAR	PT100
Más Estable	Alto Rendimiento	Es más lineal	Autoalimentado	Alto Coeficiente de Temperatura
Más Preciso	Rápido	Mayor Rendimiento	Robusto	Alta resistividad
Más lineal que termopar	Medida 2 hilos	Económico	Económico	Rigidez y Ductilidad del Material
			Amplia Variedad	

**Tabla 3. 37:** Desventajas de los sensores de temperatura.

RTD	TERMISTORES	SENSORES IC	TERMOPAR	PT100
Caro	No lineal	Limitado a T 250 °C	No lineal	No lineal
Lento	Rango Limitado	Lento	Baja Tensión	
Pequeño		Configuración Limitada	Precisa Referencia	
Cambio Resistivo		Autocalentable	Menos Sensible	
Autocalentable			Menos Estable	

### 3.34. SENSOR PT100.

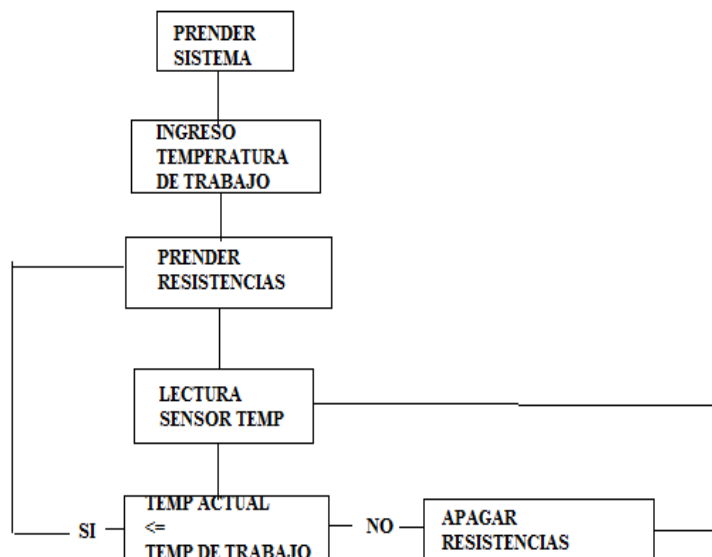
Este sensor termo-resistivo permite determinar la temperatura a la cual va a trabajar el secador. Es un sensor PT100 de 3 alambres que está diseñado para operar entre -100 y 482 ° C.

Al ser un sensor pasivo no lineal se requiere un acondicionamiento para que la señal este en el nivel requerido en la entrada del PLC, por lo que se utiliza el módulo de expansión analógico (AM2 RTD) del PC LOGO el cual es se encargar de procesar la señal de dicho sensor.



**Figura 3. 64:** Sensor Pt100 tres hilos.

A continuación se detalla en un diagrama de flujo el proceso del control de temperatura en el cilindro secador.



**Figura 3. 65:** Diagrama de flujo del control de temperatura.

### 3.35. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL.

Para el control de la fusionadora textil se utilizara el PLC LOGO que es un controlador compacto que se compone de un módulo básico y módulos de ampliación dependiendo de los requerimientos del usuario. Este concepto modular lo convierte en una solución flexible, económica y fácil de usar, el diseño robusto y compacto del LOGO lo convierte en un equipo fácil de usar de aplicación universal.

### 3.36. CARACTERÍSTICAS DEL PLC.

El Logo tiene una capacidad de ampliación máxima de 24 entradas digitales, 16 salidas digitales, 8 entradas analógicas y de 2 salidas analógicas utilizando los siguientes módulos.

El LOGO integra funciones básicas y especiales que facilitan el desarrollo de los programas, las cuales son 8 funciones básicas con las cuales pueden obtener combinaciones NA y NC en

serie o en paralelo, así como inversores y conmutadores, 31 Funciones especiales entre las cuales se encuentran: retardo a la conexión, retardo a la desconexión, contadores adelante/atrás, relés de auto retención, generadores de impulsos, horómetros, generador, generador de salida aleatoria, switch de conmutación, comparador para señal analógica ya sea con módulos de expansión o con el LOGO, función de reloj con programación semanal y anual, multiplexor analógico, bloque de control PWM bloque PI para el control de lazo cerrado, etc.

A continuación se detalla los elementos requeridos para el control del sistema en la figura 3.66, 3.67 y 3.68.



**Figura 3. 66:** PLC AC/ DC 115....240 V LOGO.



**Figura 3. 67:** PANTALLA LOGO TD.



**Figura 3. 68:** Módulos de Expansión Analógicos (AM2 RTD).



## CAPÍTULO IV

### 4. CONSTRUCCIÓN Y PROTOCOLO DE PRUEBAS

#### 4.1. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA DE ESTUDIO.

- En este capítulo se desarrollará la etapa de construcción de la máquina de estudio.
- Equipos requeridos para la construcción.

Para la fabricación de la máquina se necesitarán los siguientes equipos.

A continuación se muestran las designaciones de cada una de las herramientas, máquinas herramientas e instrumentos de medición y maquinaria, para la representación en un crucigrama de construcción de cada uno de los sistemas que constituyen la máquina.

**Tabla 4. 1:** Tipos y designaciones de máquinas herramientas y equipos.

<b>CÓDIGO</b>	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>TIPO</b>
I	Escuadra	Instrumento
	Calibrador (pie de rey)	
	Nivel	
	Flexómetro	
H	Brocas	Herramienta
	Esmeril	
	Sierra	
	Llaves	
	Prensa	
	Martillo	
M1	Lima	Máquina
	Esmeril	
	Dobladora	
	Amoladora	
	Fresadora	
M5	Mototool	Herramienta
E1	Equipo de suelda eléctrica	
E2	Equipo de seguridad	
E3	Equipo de pintura	

Las operaciones tecnológicas necesarias para la construcción de la máquina de estudio se las detalla a continuación.

**Tabla 4. 2:** Operaciones tecnológicas.

<b>NÚMERO</b>	<b>OPERACIÓN</b>
1	Corte del material
2	Soldado
3	Esmerilado
4	Taladrado
5	Doblado
6	Pintado

- Herramientas manuales
- Juegos de llaves (hexagonales, de boca y corona)
- Destornilladores planos
- Destornilladores estrella
- Martillo
- Sierra manual

#### **4.1.1. ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.**

El proceso de construcción de cualquiera de los elementos que constituyen el prototipo cumple con la siguiente secuencia:





- Establecer procesos, materiales, dimensiones y ejecución. .
- Cotización y adquisición de materiales.
- Cotización de mano de obra.

- Preparación del material, limpieza del material, medición del material, corte, doblado del material, etc.
- Ejecución de los procesos de mecanizado.
- Posicionar, sujetar, acoplar, fijar y soldar los elementos estructurales para su armado.
- Ejecutar los procesos tecnológicos de para el acabado de la máquina.
- Verificación de las dimensiones.

#### 4.1.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE CONSTRUCCIÓN.

Simbología utilizada para el diagrama de flujo para la construcción de la fusionadora textil.

**Tabla 4. 3:** Simbología estándar para diagrama de flujo.

ACTIVIDAD	SIMBOLOGIA
Operación	
Inspección	
Traslado	
Termino de proceso	

A continuación se detalla el proceso tecnológico necesario para la construcción de cada elemento de la máquina, las dimensiones estarán expuestas en los respectivos planos.

El tiempo estimado en el proceso está expresado en horas, sin tomar en cuenta el tiempo empleado en la adquisición de los materiales.

### 4.1.3. CÁMARA DE FUSIONAMIENTO.

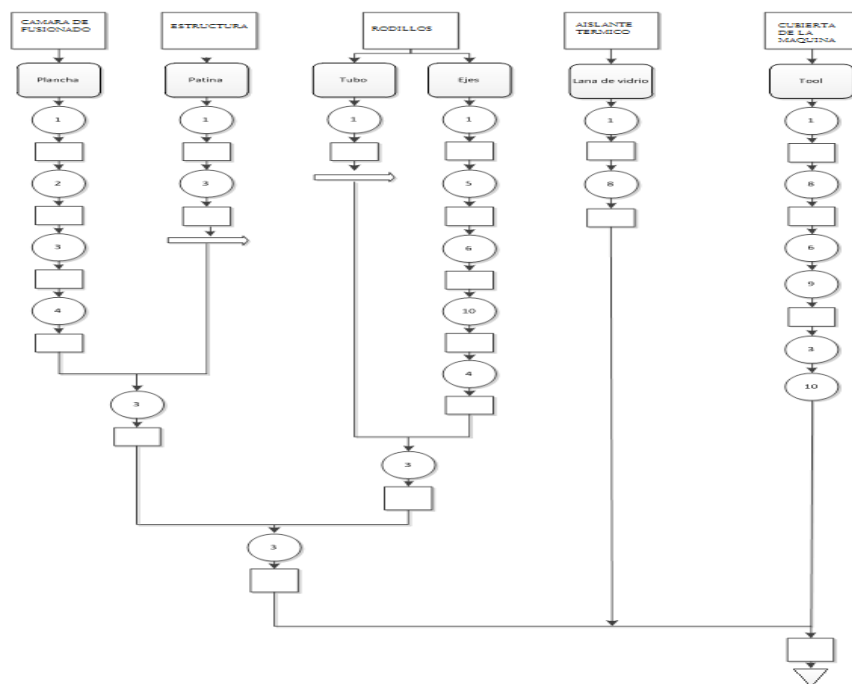


Figura 4. 1: Diagrama de flujo del sistema motriz. Fuente: Propia.

### 4.1.4. EJE MOTRIZ.

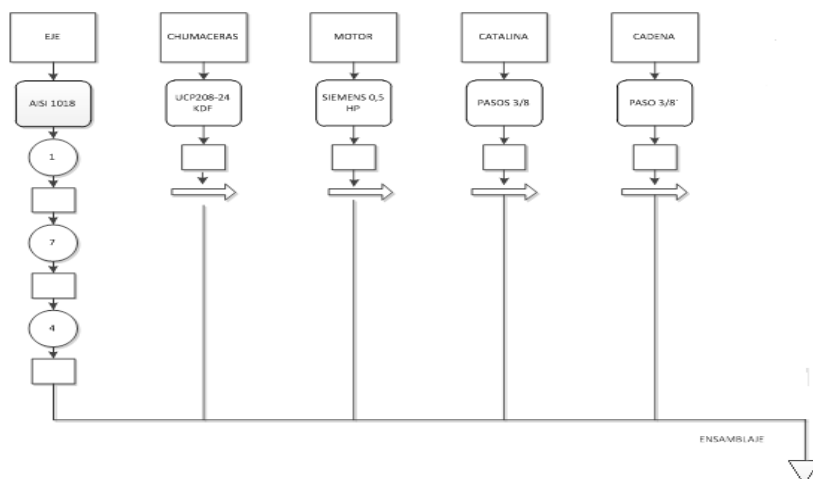


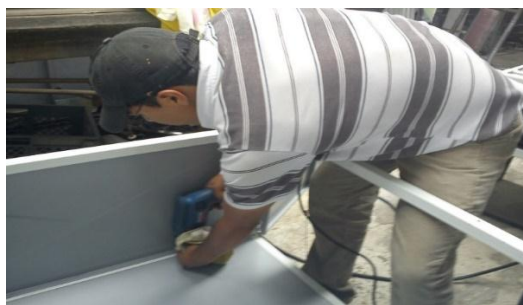
Figura 4. 2: Diagrama de flujo del sistema motriz.

#### 4.1.5. ALIMENTACIÓN Y DESALOJO DEL PRODUCTO MONTAJE.



**Figura 4. 3:** Diagrama de flujo del sistema de alimentación y desalajo del producto.

En las siguientes ilustraciones se expone la construcción de algunos elementos de la fusionadora textil.



**Figura 4. 4:** Armado de la estructura base.



**Figura 4. 5:** Alineación de la banda inferior.



**Figura 4. 6:** Cámara de fusión.



**Figura 4. 7:** Parte eléctrica.



**Figura 4. 8:** Cámara de fusión.



**Figura 4. 9:** Panel de control.



**Figura 4. 10:** Puesta de tapas.



**Figura 4. 11:** Diseño del panel de control.



**Figura 4. 12:** Maquina terminada.

#### 4.1.6. MONTAJE.

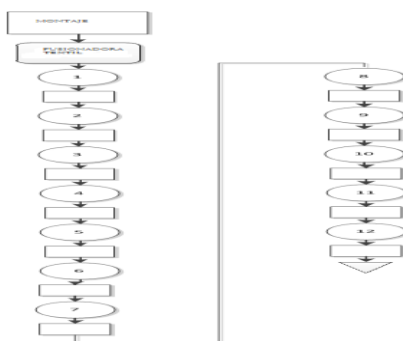
Al terminar la construcción de las diferentes partes que conforma la fusionadora se procede al montaje de los mismos. Para el montaje se procede en la secuencia de los diagramas de flujo de actividades de las figuras anteriores.

En la tabla 4.4 se detallan las actividades realizadas las misma tiene asignadas un código como se talla en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 4:** Actividades para el montaje.

<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
M1	Estructura
M2	Instalación de rodillos
M3	Instalación de la banda de fusonado
M4	Instalación de las niquelinas
M5	Instalación de las chumaceras sobre el eje
M6	Instalación de la mesa de desalajo
M7	Instalación de la mesa de entrada de producto
M8	Instalación del soporte para el motor
M9	Instalación de la catalina y cadena
M10	Instalación de las tapas
M11	Instalación de la parte eléctrica
M12	Pintura de la maquina

#### 4.1.7. DIAGRAMA DE FLUJO DE MONTAJE.



**Figura 4. 13:** Diagrama de flujo del montaje.

#### 4.2. CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

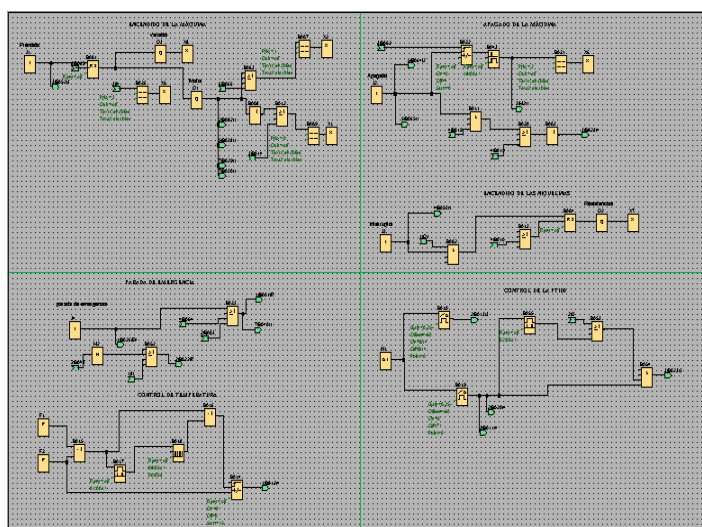
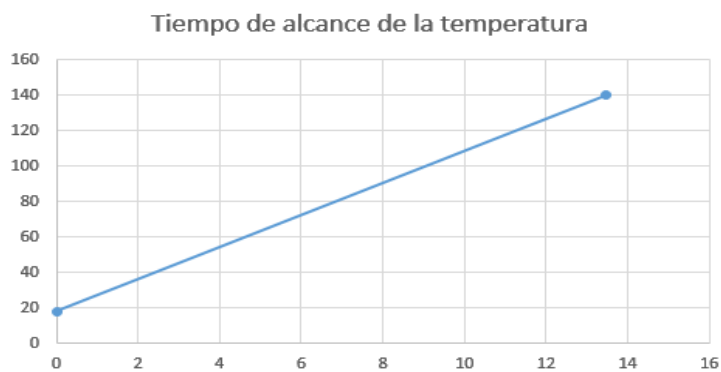
En la parte de control se ha utilizado el PLC Logo, pantalla Logo TD, así como un módulo analógico (AM2 RTD) para la lectura del sensor PT100, con su respectivo software.

#### 4.3. PROGRAMA DEL PLC LOGO.

El programa que comanda la fusionadora consta de dos entradas digitales que pertenecen a el motor de la fusionadora, resistencias y una entrada analógica para realizar el control de la temperatura utilizando sensor de temperatura PT100 como la variable a controlar, y de una salida al sistema de resistencias, también cuenta con una pantalla del logo TD la misma que sirve para ingresar la temperatura a la cual debe operar la fusionadora.

A continuación se detalla el proceso a programar y el tiempo que toma en alcanzar la temperatura de fusionamiento, que es de 13,46 segundos, como se muestra en la figura 4.14.

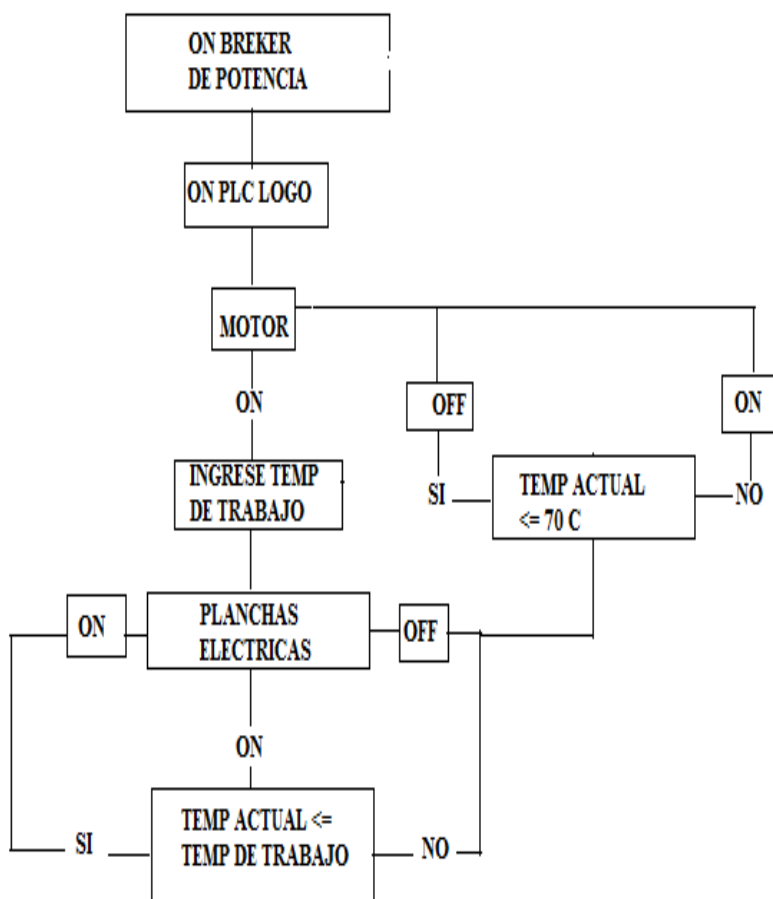




**Figura 4. 14:** Planta y programa implementado de control en Logo Soft Comfort.

#### 4.3.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA EN LOGO.

A continuación se detalla la secuencia del algoritmo en un diagrama de flujo del programa que comanda el secador.



**Figura 4. 15:** Diagrama de flujo del programa en LOGO.

#### 4.3.2. CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y ALIMENTACIÓN.

Para la alimentación se ha requerido utilizar la tensión bifásica 220V AC de la empresa, ya que los motores y las resistencias eléctricas requieren de este tipo de alimentación.

A continuación el diagrama de conexiones.

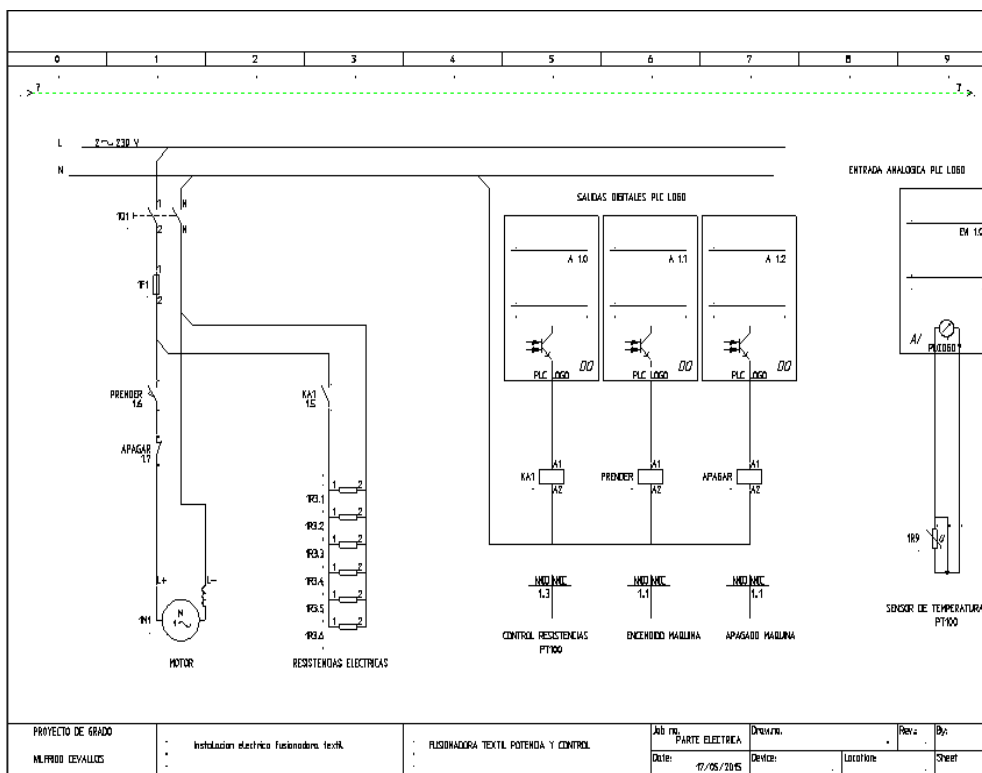


Figura 4. 16: Diagrama de conexiones.

### 4.3.3 PROTOCOLO DE PRUEBAS.

Al término de la construcción de la máquina Fusionadora Textil, se debe verificar que la máquina cumpla satisfactoriamente con los parámetros y especificaciones de diseño, así como su correcto funcionamiento a través de un protocolo de pruebas, para esto se pone a la maquina en situaciones similares a las reales.

Entre los aspectos a ser comprobados son:

- Dimensiones físicas.
- Velocidad de funcionamiento.
- Temperatura de trabajo.

- Tiempo de fusiónamiento.
- Encendido y apagado de la máquina.
- Funcionamiento del motor con amperaje nominal.

#### 4.3.3. CONTROL DE LAS DIMENSIONES FÍSICAS.

Una vez construida la fusionadora, se debe comparar con las dimensiones del diseño, para lo cual se utiliza un flexómetro, una báscula, el control de las dimensiones físicas se indica en la tabla 4.5.

**Tabla 4. 5:** Control de las dimensiones físicas.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO		
Dimensiones Basicas	Peso	120 Kg	Peso	150 Kg
	Ancho total	1m	Ancho total	0,95m
	Largo total	3m	Largo total	2m
	Altura total	1,50m	Altura total	1,15m
	Profundidad de la cámara de calor	1m	Profundidad de la cámara de calor	0,75m

#### 4.3.4. CONTROL DE VELOCIDAD ANGULAR.

Debido a que la velocidad angular es baja, el número de revoluciones por minuto (rpm) del eje de la fusionadora se lo realiza en forma visual y con ayuda de un cronometro se indica en la tabla 4.6.

**Tabla 4. 6:** Control de velocidad angular.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
Velocidad angular del eje máxima	54 rpm.	54 rpm.
Velocidad angular del eje mínima	13 rpm.	13 rpm.

#### 4.3.5. CONTROL DE TEMPERATURA.

Esta prueba se realiza en la cámara de calor de la fusionadora con la ayuda de un termómetro tomando la lectura cada cinco minutos desde el momento de encendido de la Fusionadora Textil como se indica en la tabla 4.7.

**Tabla 4. 7:** Control de temperatura.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
Temperatura de	Temperatura (°C) 130	Temperatura (°C) 140
Funcionamiento	Tiempo (min) 10	Tiempo (min) 9,54

#### 4.3.6. CONTROL DE TIEMPO DE FUSIONAMIENTO.

Una vez que la temperatura llegue a los 140 °C se introduce la tela y el pelón y se procede a tomar el tiempo que tarda la unión de la tela con el pelón como se indica en la tabla 4.8.

**Tabla 4. 8:** Control de tiempo de Fusionamiento.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
Tiempo de Fusionamiento	Cantidad máxima (U) 8000	Cantidad máxima (U) 9200
	Tiempo (h) 24	Tiempo (h) 1
	Cantidad mínima (U) 500	Cantidad mínima (U) 4500
	Tiempo (h) 1	Tiempo (h) 1

#### 4.3.7. CONTROL DEL ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MÁQUINA.

Una vez armada la máquina se procede a realizar la prueba del encendido y apagado de la fusionadora textil, como se muestra en la tabla 4.9.

**Tabla 4. 9:** Control de funcionamiento de la máquina.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
Encendido y Apagado de la Máquina	Encendido Manual	Encendido Manual
	Apagado Manual	Apagado Automático

#### 4.3.8. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR CON AMPERAJE NOMINAL.

Una vez ensamblada y puesta en marcha la máquina, se realiza la prueba en el motor de la corriente consumida y comparar con la nominal del motor, como se indica en la tabla 4.10.

**Tabla 4. 10:** Funcionamiento del motor.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO		RESULTADO OBTENIDO	
Corriente Nominal del	Vacio (A)	0,4	Vacio (A)	0,4
Motor	Cargado (A)	0,68	Cargado (A)	0,6

## **CAPÍTULO V**

### **5. ANÁLISIS DE COSTOS**

El análisis de costos tiene por objetivo determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, para esto es necesario los costos directos y los costos indirectos, ya que la suma de estos rubros resulta el costo final de la maquina Fusionadora Textil.

#### **5.1. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS.**

Los costos a tomar en cuenta.

- Materiales Directos
- Elementos Normalizados.
- Costos de maquinado.
- Costos de montaje.

##### **5.1.1. COSTO DE MATERIALES DIRECTOS.**

Es la materia prima que se utiliza para construir los elementos que conforman la maquina en construcción. En la tabla 5.1 se detallan los materiales ocupados, la cantidad y el costo de cada uno de estos.

**Tabla 5. 1:** Costo de materiales directos.

MATERIAL	DIMENSIONES (mm)	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Tubo Cuadrado estructural	6000x30x30x2	2	73,5	147
Tubo Cuadrado estructural	1000x40x20x2	1	12,25	12,25
Tubo Cuadrado estructural	2000x40x40x2	1	24,5	24,5
Tubo Cuadrado estructural	1000x40x30x2	1	12,25	12,25
Plancha Acero	2440x1220x3	1	88	88
Tool laminado Frio	2240x1220x2	2	162	324
Rodillo acero Inoxidable	Ø50,2x500	2	250	500
<b>Subtotal</b>				<b>1108</b>

**Fuente:** (IDMACOM).

### 5.1.2. COSTOS DE ELEMENTOS TERMINADOS.

Son aquellos elementos que están libres de comercialización en el mercado y sin alteración alguna para su uso.

Los costos de los elementos normalizados se indican en la tabla 5.2.

**Tabla 5. 2:** Costo de elementos terminados.

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Perno M12 x1,5x75	11	0,12	1,32
Perno M12 x1,5x50	8	0,1	0,8
Perno M12 x1,5x50	10	0,08	0,8
Tuerca M12x1,5	27	0,04	1,08
Motor de Inducción monofásico 220 v y Control	1	215	215
Reductor de velocidad 10 a 1	1	75	75
Rueda dentada de metal 40 mm	3	4	12
Rodamientos FAG 6003 2Z	4	2,5	10
Rodillos de impresora Ø 50x 500	2	10	20
Fibra de vidrio	2	8,5	17
Plancha de acero A36 (1800mm x 1800mm x 1.20 mm)	2	46,7	93,4
Tubo Estructural Cuadrado Acero A 500 (6m)	2	18	36
PLC logo 230 RC	1	111,72	111,72
Fuente de poder logo 2.5A	1	74,34	74,34
Visualizador de textos logo TD	1	131,67	131,67
Cable de conexión Logo	1	75,81	75,81
Módulo expa. Logo	1	85,18	85,18
Fusible térmico	1	8,7	8,7
Cable concéntrico	1	4	4
Pulsadores	6	2,55	15,3
Otros	1	30	30
<b>Subtotal</b>			<b>849,52</b>

**Fuente:** (Ingelcom).



### 5.1.3. COSTOS DE MAQUINADO.

Para cada máquina y equipo utilizado en la construcción, el costo establecido incluye el costo del operario para la misma. El tiempo para cada operación es el determinado en el capítulo anterior. En la tabla 5.3 se detalla cada operación realizada, el tiempo y su costo.

**Tabla 5. 3:** Costo de maquinado.

<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO TOTAL (h)</b>	<b>COSTO (USD/h)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Corte de material	10,8	5	54
Soldado	12,2	9	109,8
Doblado	0,6	7,5	4,5
Esmerilado	5,8	5	29
<b>Subtotal</b>			<b>197,3</b>

### 5.1.4. COSTOS DE MONTAJE.

Estos costos están relacionados con la mano de obra necesaria para el armado y ensamblado de cada una de las partes y la máquina.

Para el montaje se considera el trabajo de 2 personas durante 2 días a un costo de 20 Usd diarios/trabajador. Este resultado se muestra en la tabla 5.4.

**Tabla 5. 4:** Costo de montaje.

<b>HORAS DE TRABAJO</b>	<b>COSTO HORA (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
37,9	2,5	94,75
<b>Subtotal</b>		<b>94,75</b>

### 5.1.5. COSTOS DIRECTO TOTAL.

En la tabla 5.5, se indica la cantidad total del costo directo.

**Tabla 5. 5: Costo directo total.**

<b>COMPONENTE DEL COSTO</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Materiales directos	985,5
Elementos directos	849,52
Costo de maquinado	197,3
Costo de montaje	94,75
<b>Subtotal</b>	<b>2127,07</b>

## 5.2. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS.

Los costos indirectos se analizan de manera similar a los costos directos.

- Costos de materiales indirectos.
- Costos de diseño.
- Gastos indirectos.

### 5.2.1. COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS.

En la tabla 5.6, se detalla los materiales ocupados, la cantidad y el costo de cada uno de estos.

**Tabla 5. 6:** Costo de materiales indirectos.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Electrodo 6011 (kg)	5	3,6	18
Electrodo 3082 (kg)	2	20,69	41,38
Lija	6	0.50	3
Pintura electrostática (l)	3	15	45
Tiñer (l)	2	1,5	3
Franela	2	1	2
Varios		5	5
<b>Subtotal</b>			<b>117,38</b>

**Fuente:** (Ferritodo).

### 5.2.2. COSTOS DE DISEÑO.

Corresponde al costo que los ingenieros dedican para el diseño de la máquina, uno de los métodos más usados para estimar el costo de diseño es el que se basa en el porcentaje del costo de la maquina una vez construida.

Este porcentaje depende del grado de dificultad tanto del diseño como de construcción que tiene la máquina. Generalmente este porcentaje se estima un 20%.

### 5.2.3. GASTOS INDIRECTOS.

Se relaciona con los costos de movilización de las personas y transporte de materiales. El costo estimado es de 150 dólares.

### 5.2.4. COSTO TOTAL INDIRECTO.

En la tabla 5.7, se indica la cantidad total del costo indirecto.

**Tabla 5. 7:** Costo total indirecto.

<b>COMPONENTE DEL COSTO</b>	<b>VALOR (USD)</b>
Materiales indirectos	117,38
Costo de diseño	478,89
Gastos indirectos	150
<b>Subtotal</b>	<b>746,27</b>

### 5.3. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA.

Es el resultado de la suma de los subtotales de los costos directos con los costos indirectos, esto se indica en la tabla 5.8.

**Tabla 5. 8:** Costo final de la máquina.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR (USD)</b>
Costos directos	2127,07
Costos Indirectos	746,27
<b>TOTAL</b>	<b>2873.34</b>

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. MANUAL DE USUARIO DE LA MÁQUINA.

Perspectiva general Maquina fusionadora de la serie rodillo.

1. Panel de operación.
2. Presión regulada con rueda de mano.
3. Caja de transmisión parte de atrás y caja eléctrica.
4. Ventana indicadora de presión.
5. Plantilla de limpieza superior.
6. Cinta transportadora inferior.
7. Plantilla de limpieza inferior.
8. Mesa de salida de material.
9. Parada de emergencia.
10. Extractora de tela limpiadora inferior.
11. Estructura.
12. Caja protectora.

13. Mesa entrada de material.

14. Extractora de tela limpiadora superior.

La fusionadora textil consta de las siguientes partes en la estructura.

1. La cabina eléctrica está instalada con una cubierta compacta para evitar el polvo.
2. Ajuste la velocidad de la cinta transportadora por un potenciómetro en el panel de operación.
3. La estructura del dispositivo regulador de tensión de los rodillos superiores inferiores, la tensión y la desviación de la cinta transportadora puede ser regulada justamente por un tornillo de cabeza ubicado en la parte derecha de la máquina.
4. Adicionando un rascador superior e inferior, realizamos la limpieza de las fibras de la tela en la cinta transportadora durante la operación, no solamente asegurando la calidad de fusionamiento, también reduciendo el trabajo de mantenimiento.

### 6.1.1. DATOS TÉCNICOS BÁSICOS.

**TABLA 6. 1: DATOS TÉCNICOS BÁSICOS.**

CARACTERISTICAS	DIMENSIONES
Max. Ancho de Fusionamiento (mm)	500
Cinta transportadora superior, W*L (mm)	500x1530
Cinta transportadora inferior, W*L (mm)	500x1970
Velocidad cinta transportadora (m/min)	0-10
Presión de fusionamiento (Mpa)	0-0.3
Temperatura de fusionamiento (°C)	≤ 190
Potencia del motor de la cinta transportadora (W)	40
Potencia de las resistencias eléctricas (kW)	6
Dimensión total (L*W*H) (mm)	995x1974x1030
Peso total (Kg)	158
Suministro de potencia	Monofásico 220v

### **6.1.2. FUNCIONAMIENTO PRINCIPAL.**

El sistema de control eléctrico y el panel de operación están instalados en la parte trasera de la máquina. Y también encontramos el panel principal al frente.

El interruptor principal del suministro de energía (Breaker QF1, refiérase al esquema del diagrama del circuito), la presión de fusiónamiento se regula con una rueda de mano, y el indicador de presión están ubicados en la parte izquierda, botón PRENDER, botón PARAR, y el potenciómetro regulador de velocidad, el control de temperatura lo realiza un PLC. Mientras la pantalla para la temperatura para el valor fijo y el valor medido de la maquina fusionadora y el punto de consigna están controlados por el PLC.

Activamos el interruptor del breaker QF1, y entonces presionamos el botón de PRENDER, donde la maquina empezara a trabajar. Ponga el botón del regulador de velocidad en la posición del medio, ponga la cinta transportadora en operación apropiada para prevenir quemaduras en la parada. Ponga la velocidad de fusiónamiento y muestre la temperatura de la maquina en el panel, y fije la presión requerida para el fusiónamiento (la presión de fusiónamiento está indicada en la parte izquierda) girando la rueda de mano a la posición correcta, y después permita a la maquina correr vagamente aproximadamente 20 minutos para estabilizar la temperatura de fusiónamiento en el valor fijo, donde la maquina puede empezar a trabajar normalmente.

### **6.1.3. PROCEDIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO.**

1. Activar el interruptor principal ubicando en la posición de ON (Breaker QF1), al realizar esta operación se activa todo el sistema eléctrico, PLC y LOGO-TD, quedando la maquina lista para su funcionamiento, después presionar el botón de PRENDER, la maquina comienza con su primer funcionamiento, el movimiento de las cintas transportadoras.

2. Poner el control de velocidad de la cinta transportadora en el valor máximo de operación, que es de 5 segundos hasta alcanzar la temperatura deseada de trabajo, una vez obtenido el valor deseado controle el tiempo de la velocidad de las cintas a sus necesidades.
3. Para el control de la temperatura, primero poner en ON el interruptor de encendido de las resistencias eléctricas, después poner en el LOGO-TD con la ayuda de F1 para subir la temperatura y F2 para bajar la temperatura, la temperatura a la cual se desea trabajar, una vez alcanzada la temperatura, el control de estabilidad de la temperatura es automático, lo cual permitirá trabajar ininterrumpidamente.
4. Para la presión una rueda ubicada a la salida de la tela y la entretela fusionada, por medio del giro de la rueda de presión se aumenta o se disminuye la presión, girando a la derecha se reduce la presión mientras que girando a la izquierda se aumenta la presión de trabajo, por medio de un indicador se dará al operario visualización para el control de presión a la cual se va a realizar el fusionamiento de la tela con la entretela.
5. Con F3 poner a LOGO-TD en conteo de cuellos y con la ayuda de los botones de contador ARRIBA y ABAJO se empieza el conteo manual de cuellos de tres en tres, con F4 se dispone de un contador de piezas la cual es controlada por el usuario, presionar en LOGO-TD el botón de ESC, sin soltar después presionar en LOGO-TD el botón <, el cual nos permite introducir manualmente por medio de la ayuda de los botones del contador ARRIBA y ABAJO la cantidad deseada para contar las piezas manualmente, presionar de nuevo el botón en La pantalla LOGO-TD <, y sin soltar ESC, se regresa a la pantalla de conteo de piezas en LOGO –TD.
6. El apagado de la máquina se realiza poniendo en OFF el interruptor de las resistencias eléctricas, también se debe dejar en cero la presión, y al llegar la temperatura a 70°C la máquina se apaga automáticamente, también se puede apagar pulsando el botón APAGAR cuando la temperatura este menos de 70°C, caso contrario a temperaturas mayores la cinta transportadora sufre daños irreparables por lo cual se suspende el apagado manual para el usuario a temperaturas altas, se dispone de un paro de



emergencia para evitar accidentes, en caso de paros largos de la maquina o para mantenimiento poner en OFF el interruptor principal (breaker QF1).

#### 6.1.4. CHECK LIST DE PUESTA EN MARCHA

- 1 ¿Verificar que el voltaje sea a 220 v?  
 Sí  No
- 2 ¿El interruptor principal QF1 debe estar activado?  
 Sí  No Regrese a (1)
- 3 ¿Comprobar que la pantalla indique Máquina Apagada?  
 Sí  No Regrese a (2)
- 4 ¿Verificar que la presión se encuentre en el rango de cero mediante el indicador?  
 Sí  No Regrese a (3)
- 5 ¿Se puso en marcha la máquina presionando el botón correcto que diga PRENDER?  
 Sí  No Regrese a (4)
- 6 ¿Verificar si el interruptor de las resistencias eléctricas está activado?  
 Sí  No Regrese a (5)
- 7 ¿Seleccionar el tiempo de 5 segundos hasta llegar a la temperatura adecuada?  
 Sí  No Regrese a (6)
- 8 ¿Seleccionar la presión y el tiempo adecuado?  
 Sí  No Regrese a (7)
- 9 ¿Comprobar el funcionamiento de los limpiadores de las bandas?  
 Sí  No Regrese a (8)

#### OBSERVACIONES

### **6.1.5. OTRAS REGULACIONES.**

#### **1. En caso de sobretensión y desviación de cintas transportadoras.**

Con dispositivo de tensión independiente, las cintas transportadoras superior e inferior se pueden regular por separado. Las cintas transportadoras pueden tensarse o aflojarse por el tornillo de cabeza hueca hexagonal (situado en ambos extremos del ancho de las cintas transportadoras correspondientes) con una llave hexagonal # 6. En caso de desviación de una cinta transportadora también debido a diferente tensión de pernos en ambos lados de la cinta, la tensión se puede regular y la desviación puede ser rectificada de forma simultánea atornillando o desatornillando los tornillos correctamente.

La tensión de las correas transportadoras se ha regulado mucho antes de que la máquina salga de la fábrica, y ningún problema se producirá durante la operación. El mecanismo automático de corrección de la desviación de la máquina va a corregir el desplazamiento en cualquier momento durante la operación, así que no hay regulación de compensación se requiere normalmente.

#### **2. Regulación de la uniformidad de la presión de la fusionamiento.**

En caso de fusión de las piezas de trabajo desigual fusionados en la dirección del ancho de la cinta transportadora, regular la tensión de los resortes en ambos extremos del brazo transversal del mecanismo de regulación de presión. en este caso, primero eliminar volante regulador de presión y la carcasa de la cubierta de la placa para exponer el brazo transversal del mecanismo de regulación de presión, junto afloje la tuerca de bloqueo hacia abajo la mayoría de la varilla de tornillo de ajuste en el extremo del brazo transversal, y luego ajustar la compresión grado de la primavera al final del brazo pase de apretar correctamente / aflojando un tornillo temperamento para alcanzar la misma presión en los extremos izquierdo y derecho. Finalmente, para restaurar la varilla roscada en el orden inverso.

**i. PRECAUCIONES.**

1. La máquina no se apaga sin motivo durante la operación normal. Abruptamente cortando la fuente de alimentación o tirando del enchufe de corriente para detener la máquina incorrectamente está prohibido porque esto dará lugar a la suspensión de la operación las cintas transportadoras y la quema debido a la alta temperatura resistencias eléctricas, también hará que la parada de rodillo de goma y deformarse por presión.
2. En caso de cierre anormal de apagón repentino, manipulación indebida y en el caso de que se requiere la desconexión de emergencia para cualquier contingencia, el operador deberá girar inmediatamente el extremo del eje del rodillo de goma inferior con una llave allen número 6 para continuar manualmente la operación de las cintas transportadoras hasta que la temperatura está por debajo de 70 °C.
3. Durante el funcionamiento, pequeñas cosas duras no serán permitidos entre cintas transportadoras superior e inferior con el fin de garantizar el funcionamiento normal de la máquina o prevenir el daño a las correas transportadoras, rodillos de caucho superior e inferior, etc.
4. La entretela debe estar en el lugar correcto (es decir, por encima de la cara de la tela) con un tamaño más pequeño que la cara visible de tejido, de lo contrario, la goma puede ser todavía pegada en la superficie de las cintas transportadoras o rodillos, y los contaminantes que se adhieren a la superficie debido a la goma aumentará la resistencia de transmisión o causar deformación anormal y deteriorar aún más la calidad de fusión. Si es posible, el proceso de fusión de doble cara se puede considerar y se utiliza para garantizar la limpieza y la durabilidad de las cintas transportadoras y los rodillos.
5. Alto y varillas inferiores paño de limpieza deben ser retiradas con frecuencia con el fin de eliminar la suciedad adherida en su superficie. Puede dar vuelta a 90° para su reutilización cuando un lado si las barras de paño de limpieza la suciedad por lo que puede sustituir a los cuatro tomos. Si es necesario, vuelva a colocar la cubierta de tela de poner en la superficie de las barras de paño de limpieza.

6. Durante la operación, las cintas transportadoras deberán limpiarse con aceite de silicona o un agente de limpieza de polvo. Las cintas transportadoras se deben limpiar a tiempo a un cambio de terminar su trabajo.
7. Raspadores más bajos en los extremos de las cintas transportadoras deben limpiarse regularmente para el propósito de eliminar los contaminantes.
8. No hay garantía está disponible para las cintas transportadoras y elementos de calefacción eléctricos.

## **ii. REEMPLAZO DE LA CINTA TRANSPORTADORA**

1. Desmontaje de la cinta transportadora superior:
  - (1) Corte el suministro de energía, y luego gire el volante de regulación de presión para liberar el rodillo superior y levántela.
  - (2) Quitar el volante de regulación de presión y retire la tapa superior (es más estrecha).
  - (3) Afloje los dos tornillos de fijación en el lado derecho (extremo de alimentación) con una llave de cabeza hueca S6 para liberar el rodillo delantero.
  - (4) Quitar los tornillos de cabeza hueca y casquillos entre delante / placa terminal trasera y la placa lateral superior con una llave de cabeza hueca S6.
  - (5) Afloje los tornillos de cabeza hueca izquierdo y derecho del rodillo pequeño con una llave de cabeza hueca S6, y quitar la varilla superior paño de limpieza.
  - (6) Levante el rascador superior a la salida de la cinta transportadora para mantenerlo alejado de la banda.

(7) Tire de la cinta transportadora superior completamente aflojado en la dirección axial del rodillo.

## 2. La instalación de cinta transportadora superior:

(1) Instalar y restaurar cinta transportadora superior siguiendo los pasos anteriores pero en orden inverso. Al poner en el cinturón, observar el sentido lamiendo en el lugar de las articulaciones de cintas transportadoras y tener cuidado de no hacerlo en la dirección equivocada, de lo contrario la cinta transportadora puede ser dañado por sus articulaciones se ven atrapados por el raspador en el lado de salida.

(2) Después de terminar la sustitución e instalación pero antes de cerrar la tapa superior (es más cerca), regular cuidadosamente la tensión de la cinta transportadora, así como el paralelismo de rodillo frontal para eliminar la desviación de la correa.

(3) Después de terminar bien el ajuste y el juicio en marcha, por fin restaurar la cubierta superior y el volante de regulación de presión.

## 3. Desmontaje de la cinta transportadora inferior:

(1) Retire las piezas tales como las nueces de bellota y arandelas debajo de la mesa de trabajo de lado y luego quitar la mesa de trabajo lateral.

(2) Retire la rueda de regulación de presión, tapa superior (caja), etc.

(3) Afloje los dos tornillos de fijación en el lado derecho (extremo de alimentación) con una llave de cabeza hueca S6 para liberar el rodillo delantero.

- (4) Quitar los tornillos de cabeza hueca y casquillos entre delante / placa terminal trasera y la placa lateral inferior con una llave de cabeza hueca S6.
- (5) Afloje los dos tornillos de cabeza hueca izquierdo y derecho del rodillo pequeño con una llave de cabeza hueca S6, y quitar la varilla paño de limpieza menor.
- (6) Quite los tornillos prisioneros de cabeza hexagonal de la placa terminal de la cinta transportadora inferior.
- (7) Levante el rascador inferior a la salida de la cinta transportadora para mantenerlo alejado de la banda.
- (8) Extraer la cinta transportadora inferior completamente aflojado en la dirección axial del rodillo.

#### 4. Instalación de cinta transportadora inferior:

- (1) Instalar y restaurar la cinta transportadora inferior después poco a poco los pasos de desmontaje, pero en orden inverso. Al instalar el cinturón, observar el sentido lamiendo las articulaciones de cintas transportadoras y tener cuidado de no hacerlo en la dirección equivocada.
- (2) Regular cuidadosamente la tensión de la cinta transportadora, así como el paralelismo de rodillo frontal para eliminar la desviación de la correa, y finalmente restaurar la cubierta superior, el volante de regulación de presión, etc.

### iii. PROBLEMAS COMUNES Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

Problemas	Causa	Solución
El motor funciona bien, pero las cintas transportadoras no se ejecutan.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El volante de regulación de presión se aplica demasiada presión.</li> <li>2. Cintas transportadoras demasiado flojas.</li> <li>3. Los tornillos sueltos de la conducción de la rueda dentada de rodillos de caucho superior e inferior.</li> <li>4. La articulación de la cinta transportadora bloqueado por un raspador.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adecuadamente regular y reducir la presión aplicada por el volante.</li> <li>2. Ajuste correctamente la tensión de las correas transportadoras para apretarlos.</li> <li>3. Apriete los tornillos de fijación de la rueda dentada.</li> <li>4. Vuelva a montar la cinta transportadora en la dirección correcta.</li> </ol>
Anormalidad del motor en el trabajo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fallo del regulador de velocidad electrónico.</li> <li>2. Fallo de la bobina de medición de la velocidad del motor.</li> <li>3. Avería del motor.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compruebe y sustituya la placa del equipo.</li> <li>2. Compruebe la bobina está floja, reparar o reemplazar la bobina o motor.</li> <li>3. Comprobar y reparar o reemplazar el motor.</li> </ol>
Regulación de la temperatura anormal y la temperatura.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sensor de temperatura dañado o conexiones enchufables pobres.</li> <li>2. Conexión Cable flojo de resistencias eléctricas o resistencias eléctricas dañadas.</li> <li>3. Fallo del termostato o pobre exhibición o ajustes erróneos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar y reparar o reemplazar el sensor de temperatura o conexiones enchufables.</li> <li>2. Compruebe y vuelva a conectar o reemplace.</li> <li>3. Compruebe o sustituya la placa del ordenador o pantalla de visualización.</li> </ol>
Atoramiento del Motor.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enrollamiento de material en los rodillos.</li> <li>2. Demasiada tensión en las bandas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpiar todo el material que se encuentre en las bandas.</li> <li>2. Verificar que la tensión en las bandas sea la correcta.</li> </ol>

#### **iv. CONCLUSIONES.**

- El objetivo principal se ha cumplido al diseñar una fusionadora textil, la misma que cumple con los parámetros requeridos de tiempo, temperatura y presión requeridos para el fusionamiento de la tela con la entretela.
- El desarrollo del proyecto de titulación da una solución al problema actual de empresa, implementando la fusionadora con banda que al ser un proceso semi automatizado disminuye la mano de obra, tiempo empleado y los costos operativos de dicha actividad.
- La productividad de fusionamiento se ha incrementado a 10 veces, ya que el fusionado de una tela que antes tomaba 60 segundos, ahora se lo realiza en 5 segundos.
- En los materiales seleccionados para la construcción de la máquina se utilizan rodillos reciclables de las copadoras, los demás elementos mecánicos y herramientas utilizados en la construcción de la fusionadora textil, son seleccionados de acuerdo a la disponibilidad que se tiene en el mercado.
- Con los elementos seleccionados se realiza el diseño del sistema mecánico, tomando como base las medidas de la tela y entretela a fusionar, el tiempo y la presión.
- La implementación del sistema de control se realiza en base a los parámetros de la máquina a controlar, como son la temperatura, tiempo y presión.
- La construcción de la fusionadora textil para la fábrica MAQUILA CONFECCIONES, se lo realiza mediante bandas transportador de teflón, material resistente a altas temperaturas mayores a 170 °C, y utilizando resistencias tubulares de cobre como elemento calefactor.
- Para el funcionamiento de la máquina y ayuda en el mantenimiento tanto preventivo como correctivo, se realiza un manual de operación y una guía práctica de la fusionadora



textil, ya que está formado por elementos que se puede encontrar fácilmente en el mercado local sin necesidad de utilizar equipos o talleres tecnológicos especializados.

- En el diseño y la construcción de la máquina se han empleado los conocimientos que fueron impartidos durante la etapa estudiantil, tomándose también en cuenta recomendaciones por parte del personal que labora en la planta.

**b. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda al personal leer el manual de usuario antes de operar la máquina.
- Realizar frecuentemente mantenimiento preventivo de todos los sistemas que conforman la fusionadora, para evitar inconvenientes a largo plazo y a la vez aumenta la vida útil del mismo.
- Para obtener resultados óptimos de la fusionadora se recomienda adecuar los parámetros a los establecidos en el diseño de las variables tales como velocidad de la banda, temperatura de trabajo etc.
- Para poner en funcionamiento la máquina se recomienda verificar que sus elementos se encuentren en cumpliendo sus características de trabajo, rodamientos lubricados, resistencias y motor en buen funcionamiento.
- Se debe realizar un precalentamiento de las resistencias antes de empezar a operar la fusionadora.

## BIBLIOGRAFIA

- Budynas, R., & Keith, N. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Castellanos, S. (2013, 02 22). *Poliester*. Retrieved from Poliester: [www.consultar.com](http://www.consultar.com)
- Cengel, Y., & Ghajar, A. (2011). *TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA FUNDAMENTOS Y APLICACIONES*. México. D.F.: Mc Graw Hill.
- Collaguazo, G. (2006). *Sistemas Microprocesados*. Ecuador.
- DIPAC. (2014). DIPAC PRODUCTOS DE CERO. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ferritodo. (n.d.).
- FOTOLOG. (2010, Mayo 17). *FOTOLOG*. Retrieved from FOTOLOG: [http://www.fotolog.com/hornosdecurado/23707391/#profile\\_start](http://www.fotolog.com/hornosdecurado/23707391/#profile_start)
- Gaboto., M. 1. (n.d.). *IJASA DIVISION INDUSTRIAL*. Retrieved from IJASA DIVISION INDUSTRIAL: [www.ijasa.com](http://www.ijasa.com)
- Gencel, Y., & Boles, M. (2009). *TERMODINÁMICA* (Sexta edición ed.). México, D.F.: McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HASHIMA. (n.d.). *fusionadora%20textil*. Retrieved from fusionadora%20textil: <file:///D:/Documents/proyecto%20de%20gradol/maquina/mas%20informacion.htm>.
- Hufnagel, W. (1992). *Manual del aluminio*. BARCELONA: REVERTÉ, S.A.
- IDMACOM. (n.d.).
- Ingelcom. (n.d.).
- J., S. (n.d.). *Diseño en ingeniería mecánica*. (Vol. Octava edición). México: Mc Graw Hill.
- JORESA. (n.d.). *CATALOGO GENERAL CADENAS DE RODILLOS*.
- Kauman. (n.d.). *Manual de bandas transportadoras*.
- Link-Belt. (n.d.). *Link-Belt*. Retrieved from Tecnología de cadenas de rodillos. .
- McCormac, J. (n.d.). *Diseño de estructurararás metálicas*.
- Millán, A. (2014). *Preparación del sistema de entintado, humectador y de los dispositivos de salida y acabado en máquinas de impresión offset*. México: IC, Editorial.
- Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. EE.UU: Pearson Prentice Hall. Retrieved from CADENASMOBLAT: [WWW.CADENASMOBLAT.COM](http://WWW.CADENASMOBLAT.COM).
- Mott, R. L. (1995). *Diseño de elementos de máquinas*. México: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANO, S.A.

Prieto, A. (2015). Especificaciones de Producto Estructurales. Vemacero, España.

Riba, C. (2002). *Diseño concurrente*. Barcelona: illustrated.

Saráuz, J., & Tirira, A. (2011). *Diseño y Construcción de una Máquina para la Elaboración de Tortillas de Arina de Trigo*. . Quito.

Shigley, & Mischke. (1996). *Standard handbook of machine design*. EE.UU: MacGrawHill.

Shigley, J. (1989). *MANUAL DE DISEÑO MECÁNICO* ( Cuarta edición ed.). Mc Graw Hill.

TIMOSHENKO. (1977). *Elementos de resistencia de materiales* (Segunda Edición ed.).

Vallejo, P., & Zambrano, J. (2009). *FISICA VECTORIAL I*. Ecuador: RODIN.

Vallejo, P., & Zambrano, J. (2009). *FISICA VECTORIAL I*. Ecuador: RODIN.

## **ANEXOS**

## ANEXO I: CONVERSIÓN DE UNIDADES

Multiplique la entrada X	Por el factor A	Para obtener la salida Y	Multiplique la entrada X	Por el factor A	Para obtener la salida Y
Unidad térmica británica, Btu	1.055	joule, J	momento de inercia lbm · ft <sup>2</sup>	0.0421	kilogramo-metro <sup>2</sup> , kg · m <sup>2</sup>
Btu/segundo, Btu/s	1.05	kilowatt, kW	momento de inercia lbm · pulg <sup>2</sup>	293	kilogramo-milímetro <sup>2</sup> , kg · mm <sup>2</sup>
caloría	4.19	joule, J	momento de sección (segundo momento del área), pulg <sup>4</sup>	41.6	centímetro <sup>4</sup> , cm <sup>4</sup>
centímetro de mercurio (0°C)	1.333	kilopascal, kPa	onza fuerza, oz	0.278	newton, N
centipoise, cP	0.001	pascal-segundo, Pa · s	onza masa	0.0311	kilogramo, kg
grado (ángulo)	0.0174	radián, rad	libra, lb <sup>†</sup>	4.45	newton, N
pie ft	0.305	metro, m	libra-pie, lb · ft	1.36	newton-metro, N · m
pie <sup>2</sup> , ft <sup>2</sup>	0.0929	metro <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	libra/pie <sup>2</sup> , lb/ft <sup>2</sup>	47.9	pascal, Pa
pie, minuto ft/min	0.0051	metro/segundo, m/s	libra-pulgada, lb · pulg	0.113	joule, J
pie-libra, ft · lb	1.35	joule, J	libra-pulg, lb · pulg	0.113	newton-metro, N · m
pie/libra segundo, ft · lb/s	1.35	watt, W	libra/pulg, lb/pulg	175	newton-metro, N/m
pie/segundo, ft/s	0.305	metro/segundo, m/s	libra/pulg <sup>2</sup> , psi (lb/pulg <sup>2</sup> )	6.89	kilopascal, kPa
galón (EUA), gal	3.785	litro, l	libra masa, lbm	0.454	kilogramo, kg
caballos de potencia, hp	0.746	kilowatt, kW	libra masa/segundo, lbm/s	0.454	kilogramo/segundo, kg/s
pulgada, pulg	0.0254	metro, m	cuarto de galón (EUA), qt	946	mililitro, ml
pulgada, pulg	25.4	milímetro, mm	módulo de sección, pulg <sup>3</sup>	16.4	centímetro <sup>3</sup> , cm <sup>3</sup>
pulgada, pulg <sup>2</sup>	645	milímetro <sup>2</sup> , mm <sup>2</sup>	slug	14.6	kilogramo, kg
pulgada de mercurio (32°F)	3.386	kilopascal, kPa	ton (corta 2 000 lbm)	907	kilogramo, kg
kilolibra, kip	4.45	kilonewton, kN	yarda yd	0.914	metro, m
kilolibra, pulg <sup>2</sup> , kpsi (ksi)	6.89	megapascal, MPa (N/mm <sup>2</sup> )			
masa, lb · s <sup>2</sup> /pulg	175	kilogramo, kg			
milla, mi	1.610	kilómetro, km			
milla/hora, mi/h	1.61	kilómetro/hora km/h			
milla/hora, mi/h	0.447	metro/segundo, m/s			

Fuente: Shigley J. Diseño en ingeniería mecánica, Octava edición.







### ANEXO III: COEFICIENTE DE FRICCIÓN.

Coefficiente convencional de adherencia  $f_1$ :

TIPO DE TENSOR			
A tornillo		A contrapeso	
Tambor normal	Tambor revestido	Tambor normal	Tambor revestido
0,20	0,25	0,30	0,35

Para una mayor comodidad en la determinación de  $K_1$  y  $K_2$ , respecto a la consulta del diagrama precedente, damos en la siguiente Tabla los valores

ya calculados de  $K_1$ . De ellos se deducen los valores de  $K_2$  recordando que  $K_2 = K_1 - 1$ .

Valores de  $K_1$ :

Arco abrazado $\alpha^\circ$	Coeficiente convencional de rozamiento			
	0,20	0,25	0,30	0,35
180°	2,15	1,84	1,64	1,50
200°	2,00	1,71	1,54	1,42
210°	1,94	1,67	1,51	1,38
220°	1,88	1,62	1,46	1,36
240°	1,77	1,54	1,40	1,30
300°	1,54	1,38	1,26	1,19
360°	1,40	1,26	1,18	1,12
420°	1,30	1,19	1,12	1,08
480°	1,23	1,14	1,08	1,05

Fuente: [www.collvilaro.com](http://www.collvilaro.com)

**ANEXO IV: COEFICIENTE DE ROZAMIENTO DE LOS RODILLOS.**

Elementos que producen rozamiento	Coeficiente de rozamiento $f$
Rodillos portantes con cojinetes a bolas, mantenimiento óptimo .....	0,022
Rodillos portantes con cojinetes a bolas, mantenimiento normal .....	0,03
Rodillos portantes con cojinetes de bronce, mantenimiento deficiente .....	0,05
Cinta sin cobertura de goma deslizando sobre superficie metálica pulida .....	0,3
Cinta sin cobertura de goma deslizando sobre superficie de madera lisa .....	0,35
Cinta con cobertura de goma deslizando sobre superficie metálica pulida .....	0,5
Cinta con cobertura de goma deslizando sobre superficie de madera lisa .....	0,45

Fuente: [www.collvilaro.com](http://www.collvilaro.com)

## ANEXO V: FACTOR DE ESFUERZO DINÁMICO

### Dimensionado

Valores de orientación para  $f_L$  y valores usuales de cálculo

Lugar de aplicación	Valor $f_L$ que debe alcanzarse	Valores usuales de cálculo
<b>Máquinas para trabajar la madera</b>		
Husillos de tupis y ejes portacuchillas	3 ... 4	Fuerzas de corte y de accionamiento; velocidad nominal
Rodamiento principal de sierras de bastidor	3,5 ... 4	Fuerzas máxicas; velocidad nominal
Rodamiento de la biela de sierras de bastidor	2,5 ... 3	Fuerzas máxicas; velocidad nominal
Sierras circulares	2 ... 3	Fuerza de corte y accionamiento; velocidad nominal
<b>Transmisiones de maquinaria en general</b>		
Transmisiones universales	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Motoreductores	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Grandes transmisiones estacionarias	3 ... 4,5	Potencia nominal; velocidad nominal
<b>Manutención</b>		
Cintas transportadoras para extracción a cielo abierto	4,5 ... 5,5	Potencia nominal; velocidad nominal
Rodillos de cintas transportadoras para extracción a cielo abierto	4,5 ... 5	Peso de la cinta y carga; velocidad de servicio
Rodillos para cintas transportadoras en general	2,5 ... 3,5	Peso de la cinta y carga; velocidad de servicio
Tambores para cinta transportadora	4 ... 4,5	Tiro de la cinta, peso de la cinta y carga; velocidad en servicio
Excavadoras de rotopalas, accionamiento	2,5 ... 3,5	Potencia nominal; velocidad nominal
Excavadoras de rotopalas	4,5 ... 6	Resistencia a la excavación, peso; velocidad en servicio
Excavadoras de rotopalas, accionamiento de la rueda	4,5 ... 5,5	Potencia nominal; velocidad nominal
Poleas de extracción	4 ... 4,5	Carga en cable; velocidad nominal (según DIN 22 410)
Poleas de cable	2,5 ... 3,5	Carga en cable; velocidad nominal
<b>Bombas, ventiladores, compresores</b>		
Ventiladores, sopiantes	3,5 ... 4,5	Empuje radial o axial, peso del rotor, masa desequilibrada
Grandes sopiantes	4 ... 5	Masa desequilibrada - peso del rotor · $t_z$ ; velocidad nominal $t_z = 0,5$ para sopiantes de aire fresco $t_z = 0,8$ a $1$ para extractores de humos
Bombas de émbolo	3,5 ... 4,5	Empuje nominal; velocidad nominal
Bombas centrífugas	3 ... 4,5	Empuje axial, peso del rotor; velocidad nominal
Bombas hidráulicas de émbolo, axiales y radiales	1 ... 2,5	Presión nominal; velocidad nominal
Transmisiones de bombas	1 ... 2,5	Presión en servicio; velocidad nominal
Compresores	2 ... 3,5	Presión en servicio; fuerzas máxicas; velocidad nominal

Fuente: FAG, Catálogo de rodamientos.

## ANEXO VI: ESPECIFICACIONES DE LAS ENTRETELAS



**Traveltex**  
LAINIERE DE PICARDIE

**Ficha Técnica**

Referencia:	1159/220
Anchos que se producen:	150 cms.
Colores Básicos:	blanco/negro
Comerciantes:	No Tejido, inserción de urdimbre

**COMPOSICION**

	Elemento	Peso en gr/m2
Total peso		40

**APLICACIÓN Y LIMPIEZA**

	Prenda	Telas
Confección femenina	Chaquetas (refuerzo delantero)	Lino, paño, mezclas
Confección masculina	Sacos (refuerzo delantero)	Paño, gabardina, algodón
Lavado	En seco (lavado a 60° C	

**CONDICIONES DE FUSIONADO**

	Fusionadota de platos	Fusionadota continua
Termostato	120-140°C /248-284° F	120-140°C /248-284° F
Temp-Fusion	110-127° C/230-261°F	110-127° C/230-261°F
Presión	300-350 gm/cm2	2-4 Bar
Tiempo	12-15seg.	12-15 seg.



**Traveltex**  
ENTRETELAS

## Lainière de Picardie

### Ficha Técnica

Referencia:	3428/17
Anchos que se producen:	150 cms.
Colores Básicos:	Natural- Grafito
Comercialmente:	Entretela Tejida Satin

### COMPOSICION

	Elemento	Peso en Gm/m <sup>2</sup>
Base		
URDIMBRE TRAMA	POLIESTER 100%	77
	POLIESTER 100%	
Adhesivo	Poliamida	11
TOTAL	Mesh : 17	88

### APLICACIÓN Y LIMPIEZA

	Prenda	Telas
Confección Femenina	Delantero termopegado	Paños, lino, mezclas,
	Refuerzo Termopegado	viscosas.
Confección Masculina	Delantero termopegado	Paño, gabardina, algodón.
	Lavado	Refuerzo Termopegado

### CONDICIONES DE FUSIONADO

Graduación	Fusionadora de Platos	Fusionadora Continua
Grados en termostato	135/150 Centígrados	135/150 Centígrados
Grados entre la tela y entretela	127/135 Centígrados	127/135 Centígrados
Presión	350/500 gm/cm <sup>2</sup>	3 a 4 Bar
Tiempo	14 a 18 segs.	14 a 18 segs.

Alto agarre para telas difíciles, buena en tejidos, no hay traspaso de pegamento, suave.



**Traveltex**  
ENTRETELA

## Lainière de Picardie

### Ficha Técnica

Referencia:	7408
Anchos que se producen:	150 cms.
Colores Básicos:	Natural- Negro
Comercialmente:	Entretela Tejida Texturizada

### COMPOSICION

	Elemento	Peso en Gm/m <sup>2</sup>
Base		
Poliéster Viscosa	32%	74
	68%	
Adhesivo	Poliamida	10
TOTAL	Mesh : 23	84

### APLICACIÓN Y LIMPIEZA

	Prenda	Telas
Confección Femenina	Delantero termopegado	Paños, lino, mezclas.
	Refuerzo Termopegado	viscosas.
Confección Masculina	Delantero termopegado	Paño, gabardina, algodón.
Lavado	Refuerzo Termopegado	

### CONDICIONES DE FUSIONADO

Graduación	Fusionadora de Platos	Fusionadora Continua
Grados en termostato	140/150 Centígrados	140/150 Centígrados
Grados entre la tela y entretela	121/127 Centígrados	121/127 Centígrados
Presión	250/350 gm/cm <sup>2</sup>	2 a 4 Bar
Tiempo	12 a 15 segs.	12 a 15 segs.

Alto agarre para telas difíciles, buena en tejidos, no hay traspaso de pegamento, suave.



## Traveltex LAINIERE DE PICARDIE

**Ficha Técnica**      Referencia:                      Fusetop 600  
 Anchos que se producen: 140 cms.  
 Colores Básicos:                      Gama  
 Comerciantes:                              Fieltro para bajo cuello  
 fusionado

### COMPOSICION

	Elemento	Peso en gr/m <sup>2</sup>
Base		
Algodón	42%	256
Lana	29%	
Viscosa	29%	
Total		256

### APLICACIÓN Y LIMPIEZA

	Prenda	Telas
Confección femenina		
Confección masculina	Sacos (bajo cuello)	Paño, gabardina, algodón
Lavado	En seco	

### CONDICIONES DE FUSIONADO

Graduación	Fusionadota de platos	Fusionadota continua
Termostato	165-170°C /248-284° F	155-170°C /248-284° F
Temp-Fusion	136-150° C/230-261°F	136-150° C/230-261°F
Presión	300-350 gm/cm <sup>2</sup>	3-5 Bar
Tiempo	12-16seg	12-16 seg.



# Traveltex

## LAINIÈRE DE PICARDIE

### Ficha Técnica

Referencia:	1159/220
Anchos que se producen:	150 cms.
Colores Básicos:	blanco/ negro
Comerciantes:	No Tejido, inserción de urdimbre

### COMPOSICION

	Elemento	Peso en gr/m <sup>2</sup>
Total peso		40

### APLICACIÓN Y LIMPIEZA

	Prenda	Telas
Confección femenina	Chaquetas (refuerzo delantero)	Lino, paño, mezclas
Confección masculina	Sacos (refuerzo delantero)	Paño, gabardina, algodón
Lavado	En seco (lavado a 60° C)	100° C / 212° F

### CONDICIONES DE FUSIONADO

Graduación	Fusionadota de platos	Fusionadota continua
Termostato	120-140°C / 248-284° F	120-140°C / 248-284° F
Temp-Fusion	110-127° C / 230-261° F	110-127° C / 230-261° F
Presión	300-350 gm/cm <sup>2</sup>	2-4 Bar
Tiempo	12-15seg.	12-15 seg.





## Lainière de Picardie

### Ficha Técnica

Referencia:	3429/17
Anchos que se producen:	150 cms
Colores Básicos:	Natural- Grisito
Comercialmente:	Entretela Tejida Satn

### COMPOSICION

Base	Elemento	Peso en Gm/m <sup>2</sup>
URDIMBRE. TRAMA	POLESTER 100%	77
	POLESTER 100%	
Adhesivo	Poliamida	11
TOTAL	Mesh : 17	88

### APLICACIÓN Y LIMPIEZA

	Prenda	Telas
Confección Femenina	Delantero termopegado	Paños, lino, mezclas,
	Refuerzo Termopegado	viscosas
Confección Masculina	Delantero termopegado	Paño, gabardina, algodón.
	Lavado	Refuerzo Termopegado

### CONDICIONES DE FUSIONADO

Graduación	Fusionadora de Platos	Fusionadora Continua
Grados en termostato	135/150 Centígrados	135/150 Centígrados
Grados entre la tela y entretela	127/135 Centígrados	127/135 Centígrados
Presión	350/500 gr/cm <sup>2</sup>	3 a 4 Bar
Tiempo	14 a 18 segs	14 a 18 segs.

Alto agarre para telas difíciles, buena en tejidos, no hay traspaso de pegamento, suave.



## Traveltex LAINIERE DE PICARDIE

<b>Ficha Técnica</b>	Referencia:	1159/220
	Anchos que se producen:	150 cms.
	Colores Básicos:	blanco/negro
	Comerciantes:	No Tejido, inserción de urdimbre

### COMPOSICION

	Elemento	Peso en gr/m <sup>2</sup>
Total peso		40

### APLICACIÓN Y LIMPIEZA

	Prenda	Telas
Confección femenina	Chaquetas (refuerzo delantero)	Lino, paño, mezclas
Confección masculina	Sacos (refuerzo delantero)	Paño, gabardina, algodón
Lavado	En seco (lavado a 60° C	

### CONDICIONES DE FUSIONADO

Graduación	Fusionadota de platos	Fusionadota continua
Termostato	120-140°C /248-284° F	120-140°C /248-284° F
Temp-Fusion	110-127° C/230-261°F	110-127° C/230-261°F
Presión	300-350 gm/cm <sup>2</sup>	2-4 Bar
Tiempo	12-15seg.	12-15 seg.



## Lainière de Picardie

### Ficha Técnica

Referencia:	7409
Anchos que se producen:	150 cms.
Colores Básicos:	Natural- Negro
Comercialmente:	Entretela Tejida Texturizada

### COMPOSICION

	Elemento	Peso en Gm/m <sup>2</sup>
Base		
Poliéster Viscosa	32%	74
	68%	
Adhesivo	Poliamida	10
TOTAL	Mesh : 23	84

### APLICACIÓN Y LIMPIEZA

	Prenda	Telás
Confección Femenina	Delantero termopegado	Paños, lino, maces,
	Refuerzo Termopegado	viscosas.
Confección Masculina	Delantero termopegado	Paño, gabardina, algodón.
	Lavado	Refuerzo Termopegado

### CONDICIONES DE FUSIONADO

Graduación	Fusionadora de Platos	Fusionadora Continua
Grados en termostato	140/150 Centígrados	140/150 Centígrados
Grados entre la tela y entretela	121/127 Centígrados	121/127 Centígrados
Presión	250/350 gr/cm <sup>2</sup>	2 a 4 Bar
Tiempo	12 a 15 segs.	12 a 15 segs.

Alto agarre para telas difíciles, buena en tejidos, no hay traspaso de pegamento, suave.

Fuente: [www.traveltex.com](http://www.traveltex.com)

## ANEXO VII: FAG, CATALOGO DE RODAMIENTOS.

▼ Valores  $f_L$  para rodamientos de bolas

$$f_L = \sqrt[3]{\frac{L_h}{500}}$$

$L_h$	$f_L$	$L_h$	$f_L$	$L_h$	$f_L$	$L_h$	$f_L$	$L_h$	$f_L$
h		h		h		h		h	
100	0,585	420	0,944	1700	1,5	6500	2,35	28000	3,83
110	0,604	440	0,958	1800	1,53	7000	2,41	30000	3,91
120	0,621	460	0,973	1900	1,56	7500	2,47	32000	4
130	0,638	480	0,986	2000	1,59	8000	2,52	34000	4,08
140	0,654	500	1	2200	1,64	8500	2,57	36000	4,16
150	0,669	550	1,03	2400	1,69	9000	2,62	38000	4,24
160	0,684	600	1,06	2600	1,73	9500	2,67	40000	4,31
170	0,698	650	1,09	2800	1,78	10000	2,71	42000	4,38
180	0,711	700	1,12	3000	1,82	11000	2,8	44000	4,45
190	0,724	750	1,14	3200	1,86	12000	2,88	46000	4,51
200	0,737	800	1,17	3400	1,89	13000	2,96	48000	4,58
220	0,761	850	1,19	3600	1,93	14000	3,04	50000	4,64
240	0,783	900	1,22	3800	1,97	15000	3,11	55000	4,79
260	0,804	950	1,24	4000	2	16000	3,17	60000	4,93
280	0,824	1000	1,26	4200	2,03	17000	3,24	65000	5,07
300	0,843	1100	1,3	4400	2,06	18000	3,3	70000	5,19
320	0,862	1200	1,34	4600	2,1	19000	3,36	75000	5,31
340	0,879	1300	1,38	4800	2,13	20000	3,42	80000	5,43
360	0,896	1400	1,41	5000	2,15	22000	3,53	85000	5,54
380	0,913	1500	1,44	5500	2,22	24000	3,63	90000	5,65
400	0,928	1600	1,47	6000	2,29	26000	3,73	100000	5,85

▼ Valores  $f_n$  para rodamientos de bolas

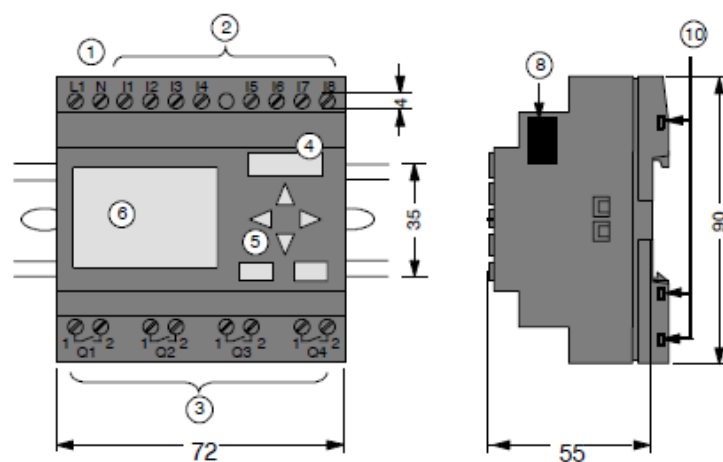
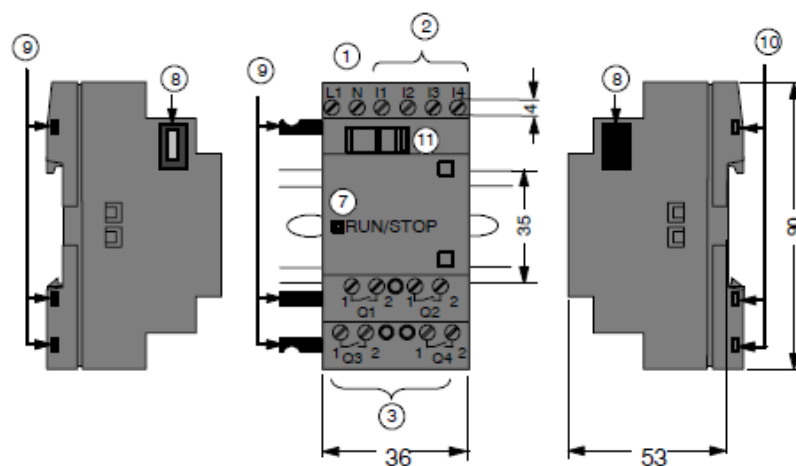
$$f_n = \sqrt[3]{\frac{33 \frac{1}{4}}{n}}$$

n	$f_n$	n	$f_n$	n	$f_n$	n	$f_n$	n	$f_n$
min <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>	
10	1,49	55	0,846	340	0,461	1800	0,265	9500	0,152
11	1,45	60	0,822	360	0,452	1900	0,26	10000	0,149
12	1,41	65	0,8	380	0,444	2000	0,255	11000	0,145
13	1,37	70	0,781	400	0,437	2200	0,247	12000	0,141
14	1,34	75	0,763	420	0,43	2400	0,24	13000	0,137
15	1,3	80	0,747	440	0,423	2600	0,234	14000	0,134
16	1,28	85	0,732	460	0,417	2800	0,228	15000	0,131
17	1,25	90	0,718	480	0,411	3000	0,223	16000	0,128
18	1,23	95	0,705	500	0,405	3200	0,218	17000	0,125
19	1,21	100	0,693	550	0,393	3400	0,214	18000	0,123
20	1,19	110	0,672	600	0,382	3600	0,21	19000	0,121
22	1,15	120	0,652	650	0,372	3800	0,206	20000	0,119
24	1,12	130	0,635	700	0,362	4000	0,203	22000	0,115
26	1,09	140	0,62	750	0,354	4200	0,199	24000	0,112
28	1,06	150	0,606	800	0,347	4400	0,196	26000	0,109
30	1,04	160	0,593	850	0,34	4600	0,194	28000	0,106
32	1,01	170	0,581	900	0,333	4800	0,191	30000	0,104
34	0,993	180	0,57	950	0,327	5000	0,188	32000	0,101
36	0,975	190	0,56	1000	0,322	5500	0,182	34000	0,0993
38	0,957	200	0,55	1100	0,312	6000	0,177	36000	0,0975
40	0,941	220	0,533	1200	0,303	6500	0,172	38000	0,0957
42	0,926	240	0,518	1300	0,295	7000	0,168	40000	0,0941
44	0,912	260	0,504	1400	0,288	7500	0,164	42000	0,0926
46	0,898	280	0,492	1500	0,281	8000	0,161	44000	0,0912
48	0,886	300	0,481	1600	0,275	8500	0,158	46000	0,0898
50	0,874	320	0,471	1700	0,27	9000	0,155	50000	0,0874

Fuente: [www.fag.com](http://www.fag.com)

## ANEXO VIII: ESTRUCTURA LOGO

LOGO! Basic (p.ej.: 230 RC)

LOGO! de LOGO!  
(p.ej.: DM8 230R)

- |  |                                     |   |
|--|-------------------------------------|---|
| ① Alimentación de tensión                    | ⑤ Panel de manejo<br>(no en RCo)    | ⑧ Interfaz de ampliación                |
| ② Entradas                                   | ⑥ Pantalla LCD<br>(no en RCo)       | ⑨ Codificación mecánica<br>- pernos     |
| ③ Salidas                                    | ⑦ Indicación del estado<br>RUN/STOP | ⑩ Codificación mecánica<br>- conectores |
| ④ Receptáculo de módulo<br>con revestimiento |                                     | ⑪ Guía deslizante                       |

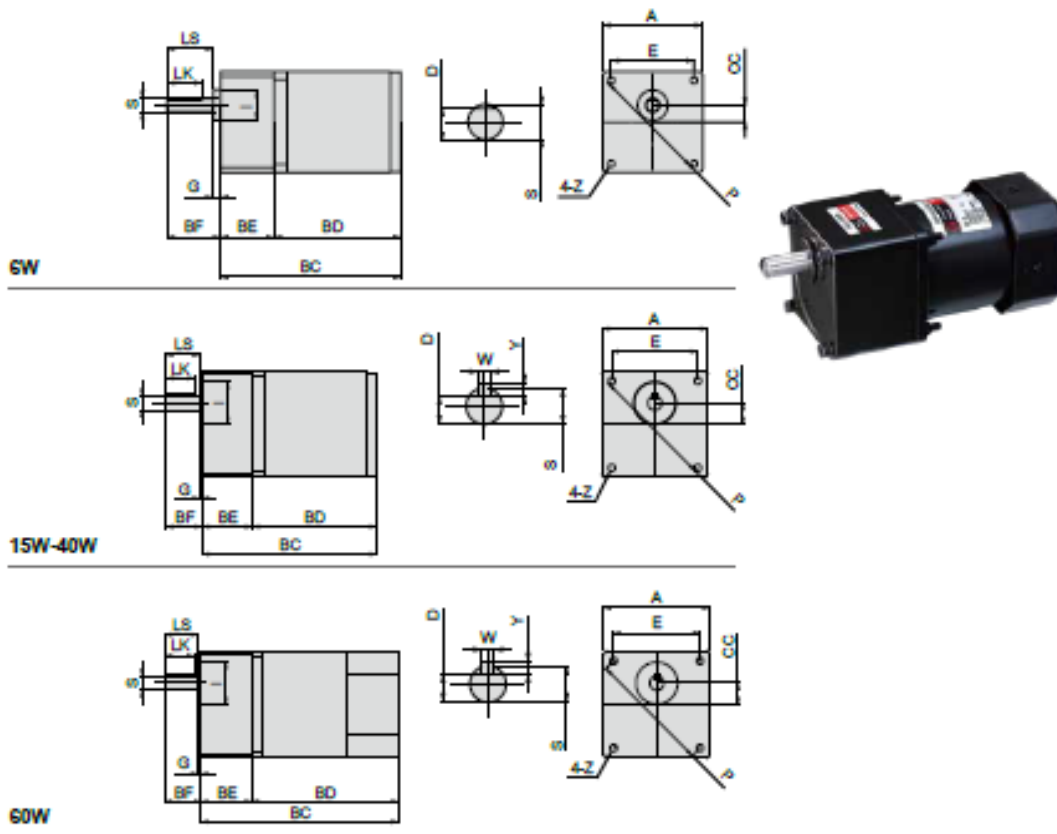
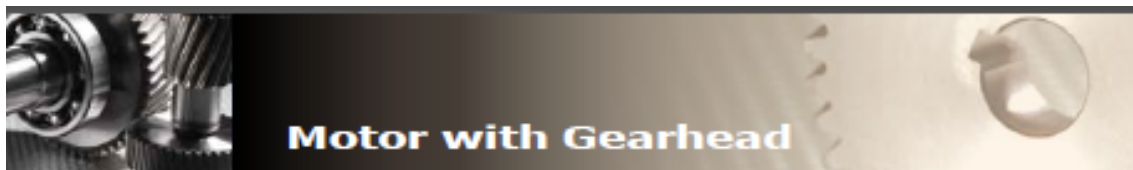
## ANEXO IX: DATOS TÉCNICOS LOGO! TD

LOGO! TD	
<b>Datos mecánicos</b>	
Dimensiones (AxAxP)	128,2 x 86 x 38,7 mm
Peso	Aprox. 220 g
Montaje	Montaje con estribos de fijación
Teclado	Teclado de membrana de 10 teclas
Display	Display gráfico FSTN de 128 x 64 (columnas x filas), retroiluminación con LED
<b>Fuente de alimentación</b>	
Tensión de entrada	24 V AC/DC 12 V DC
Rango admisible	20,4 ... 26,4 V AC 10,2 ... 28,8 V DC
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 V DC</li> <li>• 24 V DC</li> <li>• 24 V AC</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 65 mA</li> <li>• Típ. 40 mA</li> <li>• Típ. 90 mA</li> </ul>
Velocidad de transferencia de datos	19.200 bit/s
<b>Grado de protección</b>	
	IP20 para el LOGO! TD excluyendo el panel frontal IP65 para el panel frontal del LOGO! TD
<b>Distancia de conexión</b>	
	≤ 2,5 m (sólo cable del LOGO! TD), máx. 10 m (cable del LOGO! TD + cable Sub-D estándar)
<b>Display LCD y retroiluminación</b>	
Vida útil de la retroiluminación <sup>1)</sup>	20.000 horas
Vida útil del display <sup>2)</sup>	50.000 horas
<b>Dimensiones del orificio de montaje</b>	
Ancho x altura	(119,5+0,5mm) x (78,5+0,5mm)

<sup>1)</sup> La vida útil de la retroiluminación se define así: la luminosidad final es el 50% de la luminosidad original.

<sup>2)</sup> La vida útil del display se calcula bajo condiciones de operación y almacenamiento normales: temperatura ambiente (20 ±8° C), humedad normal inferior al 65% de la humedad relativa, sin exposición directa al sol.

### ANEXO X: MOTOR



Dimension (mm)																	
Model	Output (w)	Ratio	A	BC	BE	BD	BF	CC	I	G	P	Z	E	Output Shaft			
														LS	S	D	WxYxLK
2	6W (GN)	3~18	60	108	32	76	32	10	18	4.5	70	4.4	49.5	27	8	7	-
		20~180		118	42												
3	15W (GN)	3~18	70	112	32	80	32	15	30	2	82	5.5	58	27	10	7.5	4x4x25
		20~180		122	42												
4	25W (GN)	3~18	80	122	36	86	32	15	34	2.5	94	5.5	66.5	28	10	7.5	4x4x25
		20~180		136	50												
5	40W (GN)	3~18	90	149	43	106	32	18	34	2.5	104	6.4	73.6	30	12	9.5	4x4x25
		20~180		165	59												
	60W (GN)	3~18	90	168	43	125	32	18	34	2.5	104	6.4	73.6	30	12	9.5	4x4x25
		20~180		184	59												

Fuente: [www.lu-yang.com.tw](http://www.lu-yang.com.tw)

ANEXO XI: PROPIEDADES DE LOS ACEROS

CUADRADO



# DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO

## TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

### Especificaciones Generales

- Norma:** ASTM A-320
- Recubrimiento:** Negro o galvanizado
- Largo normal:** 6.00m
- Otros largos:** Previa Consulta
- Dimensiones:** Desde 20.00mm a 100.00mm
- Espesor:** Desde 2.00mm a 3.00mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	I
mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.63	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.30	1.21	0.87	0.93
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.08	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.48	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.95
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.45	1.54
40	3.0	3.64	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.20	2.85	11.06	4.42	1.07
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	8.48	1.91
60	2.0	3.65	3.74	21.25	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.01	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	6.74	50.47	13.48	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.58	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84



38

[www.dipacmanta.com](http://www.dipacmanta.com)

Fuente: (DIPAC, 2014).



## Propiedades Mecánicas

Norma ASTM A 500 Grado del Acero	Propiedades Mecánicas (mínimas)		
	Limite de Fluencia (psi)	Resistencia a la Tracción (psi)	% Elong
Grado A	39,000	45,000	25
Grado B	46,000	58,000	23
Grado C	50,000	62,000	21

Fuente: (Prieto, 2015)



**PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE**

**Especificaciones Generales**

**Norma:** Ver tabla  
**Espesores:** 1,20mm a 100,00mm  
**Acabos:** Ancho 3000mm, 1220mm, 1500mm, 1800mm  
**Planchas:** 4 x 8 pies y a medida



PLANCHAS

**Calidad Comercial**

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS				NORMA EQUIVALENTE
	% C	%Mn	%P	%S	%Si	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Dobrado 180°		
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,5	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	C= C <sub>2</sub>	SAE 1010 ASTM A-569	
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1	
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,5	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-370 GRADO 33	

**Calidad Estructural**

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS					NORMA EQUIVALENTE
	% C	%Mn	%P	%S	%Si	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alarga- miento %	Dobrado 180°		
ASTM A-588M GRADO A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,5	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 GRADO C	0,12 0,18	0,3 0,5	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		265 min	380 515 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015	
JIS G-3191 SS41 M	0,17 0,23	0,3 0,5	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,20 max		230 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-670 GRADO 26	
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 500 max	20 min			
ASTM A-36	0,25	1,35 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 500 max	17 min	1-1/2e		

[www.dipacmanta.com](http://www.dipacmanta.com)

19

## **ANEXO XII: PLANOS**