



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

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

**TEMA:**

**MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA TIPO PULPO PARA ESTAMPAR  
TRANSFER EN CAMISETAS PRODUCIDAS EN LA FÁBRICA  
“MAQUILA CONFECCIONES”.**

**AUTOR: ALEX JAVIER GUERRA ROSERO**

**DIRECTOR: ING. GUSTAVO MOSQUERA**

**IBARRA-ECUADOR**

**2017**



**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			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401221825		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Alex Javier Guerra Rosero.		
DIRECCIÓN:	Imbabura, Ibarra.		
EMAIL:	<a href="mailto:alex_gr.07@hotmail.com">alex_gr.07@hotmail.com</a>		
TELÉFONO FIJO:	062984118	TELÉFONO MÓVIL:	0986195072

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA TIPO PULPO PARA ESTAMPAR TRANSFER EN CAMISETAS PRODUCIDAS EN LA FÁBRICA "MAQUILA CONFECCIONES"
AUTORA :	Alex Javier Guerra Rosero.
FECHA:	Julio del 2017
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	Pregrado
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Mecatrónica.
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Gustavo Mosquera.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

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

Yo, Alex Javier Guerra Rosero, con cédula de identidad Nro. 040122182-5, 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.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

### **3. CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de Julio de 2017

EL AUTOR:

Alex Javier Guerra Rosero

Cédula: 040122182-5



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

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

Yo, **Alex Javier Guerra Rosero**, con cédula de identidad Nro. **040122182-5**, 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 (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA TIPO PULPO PARA ESTAMPAR TRANSFER EN CAMISETAS PRODUCIDAS EN 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 mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 25 días del mes de Julio de 2017

.....  
Nombre: Alex Javier Guerra Rosero

Cédula: 040122182-5



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**DECLARACIÓN**

Yo, ALEX JAVIER GUERRA ROSERO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, la responsabilidad del contenido intelectual me corresponde exclusivamente y certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: Alex Javier Guerra Rosero

Cédula: 040122182-5



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**CERTIFICACIÓN**

En calidad de director del Trabajo de Grado, presentado por el señor Alex Javier Guerra Rosero, para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que dicho trabajo fue realizado bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'G' and 'M' intertwined, positioned above a horizontal line.

**Ing. Gustavo Mosquera**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**AGRADECIMIENTO**

Expreso mi sincero agradecimiento a cada persona e institución que formaron parte de este trabajo.

A la Universidad Técnica del Norte, por darme la oportunidad de realizar mis estudios como profesional. También a los docentes que me transmitieron sus conocimientos, y me ayudaron a cumplir esta meta en mi vida.

Agradezco al Ing. Faber Jurado, por su apoyo moral, económico y la confianza que me ha otorgado para desarrollar este proyecto en su fábrica "Maquila Confecciones". También a las personas que dentro de la fábrica me brindaron su ayuda y enseñanzas.

Alex Javier Guerra Rosero



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**DEDICATORIA**

Al finalizar esta meta dedico este proyecto:

Con mucho amor, a pesar de que no pudiste estar presente en mis triunfos y fracasos, tus huellas marcaron mi camino y tu espíritu estará siempre en mi memoria amado padre.

A mi madre Blanca Rosero por todo el esfuerzo que hiciste para que pudiera cumplir uno de mis objetivos de vida y por ser una persona admirable que siempre me ha apoyado.

A mis hermanos Jefferson y Jazmín Guerra, son parte importante en mi vida, gracias por su apoyo en cada momento.

A mi familia en general, por confiar en mí y por compartir conmigo mi etapa de formación brindándome una ayuda incondicional.

Alex Javier Guerra Rosero

## RESUMEN

Este proyecto presenta la construcción de una máquina semiautomática para estampar transfer en camisetas producidas en la fábrica Maquila Confecciones, basándose en el diseño de los pulpos de serigrafía de cuatro estaciones, con el propósito de mejorar el proceso de estampado.

La construcción de esta máquina une dos maquinarias, utilizadas en las técnicas de estampación textil, la serigrafía y el transfer, estas son, el pulpo de serigrafía y la plancha termofijadora. La unión de esta máquina proporciona una estampadora capaz de estampar transfer de manera continua.

Posee tres sistemas para su funcionamiento, estos son: neumático, mecánico, y de control.

El sistema neumático genera la presión necesaria sobre la plancha para estampar, de manera que el operario no realice esfuerzo físico. Esta presión puede ser regulable, mediante un regulador de presión de aire, lo que permite controlar la presión sobre la estampa.

El sistema mecánico se fundamenta en la construcción de la estructura tipo pulpo de serigrafía, adaptando las planchas que hacen el proceso de termofijado. También se diseña el mecanismo de giro, con el fin de que se ubiquen en su posición de manera rápida y precisa.

El sistema de control se encuentra formado por el control de temperatura y tiempo de estampado, mediante una interfaz de usuario de fácil uso, de tal manera que el trabajador pueda configurar fácilmente estos parámetros. También permite llevar un control del rendimiento de la máquina en una jornada laboral.

Los parámetros de la máquina son determinados en base a un estudio de las telas y tipos de transfer que se emplean en la fábrica “Maquila Confecciones”.

## **ABSTRACT**

This project presents the construction of a semiautomatic machine for transfer printing on T-shirts produced in "Maquila Confecciones" factory, based on the design of the four-station silkscreen printing, with the purpose of improving the stamping process.

The construction of this machine joins two machineries, used in the techniques of textile printing, screen printing and transfer; these are the silk screen machine and hot press printing. The joining of these machines gives us a stamper capable of stamping transfer continuously.

It has three systems for its operation, these are: pneumatic, mechanical, and control.

The pneumatic system generates the necessary pressure on hot plate to stamp, so that the operator does not make physical effort. This pressure can be regulated by means of an air pressure regulator, which allows controlling the pressure on the print.

The mechanical system is based on the construction of the silk screen machine structure, adapting the hot plates that make the heat press transfer process. The mechanism of rotation is also designed, so that they are located in their position quickly and accurately.

The control system consists of temperature control and stamping time, through an user interface easy to use, so that the worker can easily configure these parameters. It also allows controlling the performance of the machine in a working day.

## ÍNDICE GENERAL

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	II
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD .....	III
CONSTANCIAS .....	IV
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	V
DECLARACIÓN .....	VI
CERTIFICACIÓN .....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
DEDICATORIA.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT .....	XI
ÍNDICE GENERAL .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVI
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	XVII
CAPÍTULO I.....	- 1 -
1.1. Introducción.....	- 1 -
1.2. Problema.....	- 1 -
1.3. Objetivo General .....	- 3 -
1.3.1. Objetivos Específicos. ....	- 3 -
1.4. Justificación.....	- 3 -
1.5. Alcance .....	- 5 -
1.6. Limitaciones .....	- 6 -
CAPÍTULO II.....	- 7 -
2.1. Antecedentes .....	- 7 -
2.2. Marco Teórico .....	- 9 -
2.2.1. El estampado textil. ....	- 9 -
2.2.2. Técnicas de estampado textil.....	- 10 -
2.2.2.1. Serigrafía o impresión de pantalla. ....	- 10 -
2.2.2.2. Estampado por termo transferencia.....	- 12 -
2.2.2.2.1. <i>Sublimación</i> .....	- 13 -

2.2.2.2.2. <i>Transfer</i> .....	14 -
2.2.3. El estampado transfer.....	16 -
2.2.3.1. Papel Transfer.....	17 -
2.2.3.2. Plancha Termofijadora.....	18 -
2.2.4. Procedimiento para estampar transfer en camisetas.....	19 -
2.2.5. Condiciones técnicas del proceso.....	20 -
2.2.5.1. Papel transfer para prendas de color claro.....	20 -
2.2.5.2. Papel transfer para prendas de color oscuro.....	21 -
2.2.6. Consideraciones generales de la estructura de la máquina.....	21 -
2.2.7. Sistema Neumático.....	22 -
2.2.7.1. Partes del Sistema Neumático.....	23 -
2.2.7.1.1. <i>Suministros de energía</i> .....	23 -
2.2.7.1.2. <i>El compresor</i> .....	24 -
2.2.7.1.3. <i>Unidad de mantenimiento</i> .....	25 -
2.2.7.1.4. <i>Elementos de regulación y control</i> .....	25 -
2.2.8. Sistema de control de los parámetros de estampado.....	26 -
2.2.8.1. Control de temperatura.....	26 -
2.2.8.2. Control de presión.....	26 -
2.2.8.3. Control del tiempo.....	27 -
CAPÍTULO III.....	29 -
METODOLOGÍA CIENTÍFICA.....	29 -
3.1. Diseño de la investigación.....	29 -
3.1.1. Descripción del proceso de estampado.....	29 -
3.1.2. Estructura de los pulpos de serigrafía.....	33 -
3.1.3. Sistema de giro.....	35 -
3.1.4. Planchas termofijadoras.....	35 -
3.1.4.1. Características principales de la placa de aluminio.....	35 -
3.1.5. Sistema de prensado.....	37 -
3.1.6. Interfaz de usuario.....	37 -
CAPÍTULO IV.....	39 -
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	39 -
4.1. Diseño mecánico.....	39 -
4.1.1. Partes de la máquina.....	39 -

4.1.2. Diseño del Sistema Neumático. ....	40 -
4.1.2.1. Selección del cilindro.....	41 -
4.1.2.1.1. <i>Cálculo de la fuerza del cilindro.</i> .....	41 -
4.1.2.1.2. <i>Consumo de aire del cilindro.</i> .....	45 -
4.1.2.2. Selección de la electroválvula.....	46 -
4.1.3. Diseño del sistema giratorio .....	47 -
4.1.4. Diseño del soporte de las planchas. ....	54 -
4.1.5. Diseño de la estructura.....	55 -
4.1.6. Diseño del mecanismo de Ginebra. ....	57 -
4.1.6.1. Dimensionamiento.....	57 -
4.1.6.2. Propiedades de masa de la cruz.....	60 -
4.1.6.3. Propiedades de masa de manivela.....	60 -
4.2. Diseño del sistema eléctrico y de control .....	61 -
4.2.1. Lógica de control. ....	61 -
4.2.2. Controlador. ....	62 -
4.2.3. Control de temperatura.....	65 -
4.2.3.1. Placa calefactora.....	65 -
4.2.3.2. Sensor de temperatura.....	66 -
4.2.3.3. Acondicionamiento del sensor. ....	66 -
4.2.4. Control de tiempo. ....	66 -
4.2.4.1. Tiempo de planchado.....	67 -
4.2.4.2. Tiempo de espera. ....	67 -
4.2.4.3. Tiempo total de estampado.....	67 -
4.2.5. Control de presión. ....	67 -
4.2.6. Control del giro. ....	68 -
4.2.6.1. Motor. ....	69 -
4.2.6.2. Control del motor.....	69 -
4.2.6.3. Mecanismo de ginebra.....	70 -
4.2.6.4. Sensores de posición.....	71 -
4.3. Sistema eléctrico.....	71 -
CAPÍTULO V .....	73 -
INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	73 -
5.1. Instalación en Maquila Confecciones .....	73 -

5.2. Calibración .....	- 75 -
5.3. Puesta en marcha.....	- 76 -
5.4. Seguridad.....	- 77 -
5.5. Mantenimiento.....	- 77 -
5.6. Resultados .....	- 78 -
5.6.1. Transfer Impreso. ....	- 80 -
5.6.2. Papel grasa.....	- 81 -
5.6.3. Alto relieve. ....	- 81 -
5.6.4. Sublimación .....	- 82 -
5.6.5. Tiempo total de estampado .....	- 83 -
CONCLUSIONES.....	- 85 -
RECOMENDACIONES .....	- 86 -
BIBLIOGRAFÍA .....	- 87 -
MANUAL DE USUARIO.....	- 90 -
ANEXOS.....	- 101 -

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Serigrafía.....	- 11 -
<b>Figura 2.2.</b> Máquinas de serigrafía.....	- 12 -
<b>Figura 2.3.</b> Sublimado .....	- 13 -
<b>Figura 2.4.</b> Estampado Transfer.....	- 14 -
<b>Figura 2.5.</b> Plancha termofijadora .....	- 18 -
<b>Figura 2.6.</b> Circuito neumático y de control.....	- 22 -
<b>Figura 2.7.</b> Circuito neumático .....	- 23 -
<b>Figura 2.8</b> Sección de un compresor de embolo .....	- 24 -
<b>Figura 3.1.</b> Flujograma del proceso de termofijado manual.....	- 31 -
<b>Figura 3.2.</b> Proceso de termofijado con la máquina semiautomática .....	- 32 -
<b>Figura 3.3.</b> Pulpo serigrafía de 4 brazos. ....	- 33 -
<b>Figura 3.4.</b> Estructura del pulpo de serigrafía.....	- 34 -
<b>Figura 3.5.</b> Base del pulpo de serigrafía. ....	- 34 -
<b>Figura 3.6.</b> Placa calefactora.....	- 36 -
<b>Figura 4.1.</b> Estampadora semiautomática tipo pulpo de cuatro brazos.....	- 39 -
<b>Figura 4.2.</b> Dimensiones de la plancha.....	- 42 -

<b>Figura 4.3.</b> Sistema Giratorio .....	- 48 -
<b>Figura 4.4.</b> Brazo Giratorio .....	- 48 -
<b>Figura 4.5.</b> Diagrama de cuerpo libre de la sección del brazo giratorio. ....	- 49 -
<b>Figura 4.6.</b> Diagrama de fuerza cortante y momento flector.....	- 50 -
<b>Figura 4.7.</b> Geometría del perfil estructural tipo U .....	- 50 -
<b>Figura 4.8.</b> Análisis del brazo giratorio en Solidworks .....	- 53 -
<b>Figura 4.9.</b> Elementos del soporte superior .....	- 54 -
<b>Figura 4.10.</b> Mecanismo de Ginebra .....	- 57 -
<b>Figura 4.11.</b> Geometría del mecanismo de Ginebra .....	- 58 -
<b>Figura 4.12.</b> Vista isométrica de cruz de malta .....	- 60 -
<b>Figura 4.13.</b> Vista isométrica de la masa de manivela .....	- 60 -
<b>Figura 4.14.</b> Proceso de estampado en la estampadora tipo pulpo .....	- 61 -
<b>Figura 4.15.</b> Controlador.....	- 64 -
<b>Figura 4.16.</b> Unidad de mantenimiento .....	- 68 -
<b>Figura 4.17.</b> Motorreductor .....	- 69 -
<b>Figura 4.18.</b> Variador de velocidad del motorreductor de 90 W .....	- 70 -
<b>Figura 4.19.</b> Convertidor AC 220 – 110 V .....	- 70 -
<b>Figura 5.1.</b> Área de estampado.....	- 73 -
<b>Figura 5.2.</b> Compresor de aire .....	- 74 -
<b>Figura 5.3.</b> Tablero de distribución eléctrica .....	- 75 -
<b>Figura 5.4.</b> Prueba de alineación de las bases de la plancha .....	- 76 -
<b>Figura 5.5.</b> Termofijadoras manuales instaladas en Maquila Confecciones ....	- 78 -

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Técnicas de Estampación.....	- 15 -
<b>Tabla 3.1.</b> Parámetros de estampación.....	- 30 -
<b>Tabla 4.1.</b> Fuerza del cilindro para diferentes presiones .....	- 44 -
<b>Tabla 4.2.</b> Fuerza de retroceso del cilindro para diferentes presiones .....	- 45 -
<b>Tabla 4.3.</b> Cálculo de centroide c .....	- 51 -
<b>Tabla 4.4.</b> Diseño del soporte superior.....	- 55 -
<b>Tabla 4.5.</b> Diseño de la estructura.....	- 56 -
<b>Tabla 4.6.</b> Nomenclatura mecanismo de ginebra.....	- 58 -

<b>Tabla 4.7.</b> Descripción de las entradas y salidas de la estampadora .....	- 62 -
<b>Tabla 4.8.</b> Parámetros eléctricos de los componentes .....	- 72 -
<b>Tabla 5.1.</b> Características de la máquina .....	- 74 -
<b>Tabla 5.2.</b> Parámetros de estampado de la termofijadora giratoria .....	- 78 -
<b>Tabla 5.3.</b> Parámetros de estampación de la termofijadora tipo sándwich .....	- 79 -
<b>Tabla 5.4.</b> Parámetros para estampar transfer impreso.....	- 80 -
<b>Tabla 5.5.</b> Parámetros para estampar papel grasa.....	- 81 -
<b>Tabla 5.6.</b> Parámetros para estampar alto relieve .....	- 82 -
<b>Tabla 5.7.</b> Parámetros para sublimar .....	- 82 -
<b>Tabla 5.8.</b> Parámetros de estampado de la estampadora tipo pulpo .....	- 83 -
<b>Tabla 5.9.</b> Tiempo de Estampado.....	- 83 -
<b>Tabla 5.10.</b> Resultados .....	- 83 -

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 4.1.</b> Fuerza del cilindro.....	- 41 -
<b>Ecuación 4.2.</b> Fuerza de avance del cilindro .....	- 43 -
<b>Ecuación 4.3.</b> Fuerza de retroceso del cilindro.....	- 44 -
<b>Ecuación 4.4.</b> Ecuación del peso.....	- 45 -
<b>Ecuación 4.5.</b> Caudal requerido .....	- 46 -
<b>Ecuación 4.6.</b> Caudal nominal .....	- 46 -
<b>Ecuación 4.7.</b> Análisis de cargas estáticas en el eje Y .....	- 49 -
<b>Ecuación 4.8.</b> Momentos en vigas empotradas.....	- 49 -
<b>Ecuación 4.9.</b> Esfuerzo debido a flexión .....	- 51 -
<b>Ecuación 4.10.</b> Momento de inercia por ejes paralelos.....	- 52 -
<b>Ecuación 4.11.</b> Factor de seguridad .....	- 52 -
<b>Ecuación 4.12.</b> Distancia entre centros .....	- 59 -
<b>Ecuación 4.13.</b> Radio de la cruz .....	- 59 -
<b>Ecuación 4.14.</b> Longitud del centro de la cruz a la ranura .....	- 59 -
<b>Ecuación 4.15.</b> Radio del arco cruz de ginebra.....	- 59 -

# **CAPÍTULO I**

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

El proceso de estampado textil, está compuesto por varias técnicas que permiten dar características y diseños a nuestras prendas de vestir, una de ellas es el transfer, la cual consiste en transferir una imagen impresa sobre un papel hacia la prenda mediante el uso de una prensa térmica, controlando tres parámetros: tiempo, temperatura y presión.

Las fábricas textiles optan por la implementación de este sistema, debido a su sencillez y facilidad de uso, obteniendo varios diseños de una manera rápida.

Las prensas térmicas conocidas también como planchas termofijadoras, son de uso industrial ya que trabajan a temperaturas elevadas, que van desde los 150 hasta los 200 °C, para realizar este proceso. En la provincia de Imbabura es muy común encontrar este tipo de planchas en las fábricas textiles y negocios de estampados, porque al ser de tipo manual, la inversión es baja. Actualmente existen varias máquinas semiautomáticas y automáticas que permiten realizar este proceso de una manera más rápida y eficiente, pero con altos costos de implementación.

## **1.2. PROBLEMA**

Desde la antigüedad ha existido la necesidad de añadir coloración y diseños a los materiales textiles, para distinguirse y separarse de los demás. El estampado textil es la más importante y versátil de las técnicas usadas para agregar imágenes, color y características a las telas, existiendo diversas maneras de realizar este procedimiento. El transfer es un método de transferencia por estampado en caliente que permite obtener una mejor definición de la imagen transferida a la prenda.

“Maquila Confecciones” es una fábrica que se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra y se especializa en la confección de prendas deportivas y empresariales, además brinda servicios de bordados y estampados. La fábrica señalada utiliza

como principal método de estampación de camisetas el transfer, que consiste en la transferencia de una estampa sobre una camiseta, mediante la aplicación de calor.

El proceso se realiza de manera manual, empleando una plancha o prensa termofijadora, que controla la temperatura y el tiempo necesario para estampar las camisetas, sin embargo, durante el planchado se presentan ciertos inconvenientes, que generan tiempos muertos de producción cuando se transfiere la imagen hacia la tela. Mientras se estampa el operador debe esperar que la imagen termine de ser transferida del papel hacia la prenda, tiempo en el cual el operador no realiza ninguna actividad durante ese intervalo, sin embargo, en el transcurso del día estos periodos de inactividad del trabajador, son muy representativos, ocasionando la presencia de cuellos de botella y retrasos en la entrega de los pedidos, que representan pérdidas económicas a la empresa.

Se observa que el trabajo de planchado requiere de esfuerzo físico por parte del operador de la plancha termofijadora, que generalmente son mujeres, lo cual afecta su rendimiento diario y genera molestias físicas en las trabajadoras.

La posición de la plancha también provoca ciertos inconvenientes sobre el operador, debido a que se encuentra de manera opuesta al trabajador y el calor generado por estas estampadoras actúa directamente sobre el área abdominal de las operadoras, provocando agotamiento físico, molestias en pocas horas de trabajo y posibles quemaduras.

La calidad del estampado transfer, depende de tres parámetros que son: temperatura, tiempo y presión, sin embargo, con la estampadora manual se controla la temperatura de manera eficiente, el tiempo se ajusta de manera análoga y la presión no se puede medir, por lo que para un estampado óptimo se deben realizar varios ensayos previos, perdiendo materia prima.

Se considera que el actual proceso de estampado es deficiente para esta fábrica, ya que se encuentra en crecimiento y tiene una gran demanda de prendas estampadas. La fábrica proporciona el servicio de maquila en estampados, por lo que una plancha de este tipo no es suficiente para cubrir la producción total ya

que uso de esta termofijadora manual, provoca retrasos en los pedidos por las causas antes mencionadas

Por los motivos mencionados este proyecto está enfocado a mejorar el proceso de estampado transfer en las camisetas producidas en la fábrica antes mencionada, mediante una máquina semiautomática que reemplace a la plancha termofijadora, para estampar un gran número de prendas, reducir los tiempos muertos de producción, disminuir el cansancio en las trabajadoras y controlar eficientemente los parámetros del estampado que son: temperatura, presión y tiempo de estampación para distintas telas.

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Construir una máquina semiautomática tipo pulpo para el mejoramiento del proceso de estampación de transfer en camisetas producidas en la fábrica “Maquila Confecciones”.

#### **1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Realizar el estudio del estampado transfer en la fábrica “Maquila Confecciones”, determinando los parámetros que intervienen en el proceso, tipos de telas, maquinarias y procedimientos para estampar camisetas.
- Proponer que el diseño de la máquina se fundamente en la estructura de los pulpos de serigrafía, como propuesta de optimización del sistema de estampado.
- Elaborar los sistemas de control de la máquina.
- Proponer una interfaz de usuario que sea amigable con el operador.
- Realizar la instalación de la máquina y pruebas de funcionamiento en la fábrica “Maquila Confecciones”, analizando los resultados obtenidos.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

En esta fábrica, la prenda de vestimenta que más demanda tiene son las camisetas, creando la necesidad de disponer de una gran variedad de diseños que satisfagan las exigencias de los clientes. El transfer es una manera eficiente

de agregar color e imágenes a las prendas de vestir para obtener diferentes modelos que se ajusten al gusto de los clientes.

La fábrica “Maquila Confecciones” cuenta con planchas termofijadoras para realizar esta labor, sin embargo debido a que esta máquina es de tipo manual y no tiene un adecuado control de presión y tiempo, la calidad del estampado de estas prendas disminuye o se limita a un solo tipo de material textil. Además que es un sistema antiguo, con el que no se puede competir con otras empresas, es necesario modernizar la maquinaria adaptándola al medio tecnológico actual.

El uso de esta plancha no es el adecuado para una fábrica, que requiere estampar una gran cantidad de camisetas, ya que con el transcurso del día laboral, se disminuye el rendimiento, debido al calor generado directamente hacia el trabajador y el esfuerzo que se requiere al manipular esta máquina. Razones por las que se generan cuellos de botella que retrasan la producción y provocan el incumplimiento en la entrega del pedido, provocando pérdidas económicas a la empresa.

Se ha optado por requerir del servicio de maquila en el estampado para entregar a tiempo el pedido del cliente, solución que se considera muy deficiente, porque la fábrica solicita un servicio que dispone.

La alternativa propuesta es la automatización de la plancha transfer acoplándola a un diseño similar al de los pulpos de serigrafía, para eliminar los tiempos muertos de producción que se generan durante la transferencia de la imagen hacia la camiseta y reducir el esfuerzo físico que realiza del trabajador al momento del prensado, del tal manera que se aumente la producción.

Se plantea la elaboración de la máquina semiautomática con el fin de que el trabajador conserve su trabajo, operando la nueva maquinaria, realizando menos esfuerzo y aumentando la cantidad de camisetas estampadas. Además que con el diseño tipo pulpo se evita que el trabajador reciba calor directamente sobre su área abdominal, como lo hace con la plancha manual, de tal manera que se reduce el cansancio físico, fatiga laboral, y se previene posibles quemaduras y enfermedades.

La máquina propuesta controla de manera eficiente la temperatura, presión y tiempo de planchado, para que las camisetas estampadas mejoren su calidad y se pueda estampar sobre varios tipos de telas textiles.

## **1.5. ALCANCE**

El presente proyecto presenta la construcción de una máquina semiautomática que reemplace a la plancha termofijadora manual, con una estructura similar a la de un pulpo estampador de cuatro brazos, usado en la serigrafía.

Este sistema propone un trabajo continuo, es decir que el trabajador no tendrá tiempos de inactividad durante el estampado, como sucede con las planchas manuales.

En los pulpos de serigrafía los brazos tienen un movimiento giratorio el cual permite al empelado trabajar con varios diseños. Basándose en este modelo se propone un diseño de la máquina formada por dos planchas, por lo que se requieren dos trabajadores para operar la máquina, permitiendo trabajar con dos diseños al mismo tiempo. Además al aumentar otro trabajador la producción aumenta, reduciendo los problemas de retrasos en la entrega de pedidos.

También se propone que el sistema de giro sea de manera automática, con el fin de que los brazos se ubiquen en su posición rápidamente y el trabajador pueda estampar de una manera fácil.

Las planchas termofijadoras que actualmente posee la fábrica, además de la temperatura, generan una presión sobre el tejido, de tal manera, que la estampa se adhiera fácilmente, sin embargo durante este proceso de planchado el trabajador debe hacer uso de su fuerza para fijar la plancha, que provoca cansancio y agotamiento físico a lo largo de la jornada laboral. La máquina propuesta utiliza un sistema neumático, para generar la presión necesaria sobre la plancha para estampar, además que esta presión puede ser regulable.

En la interfaz de usuario de la máquina se propone un sistema amigable con el usuario de fácil uso, de tal manera que el trabajador pueda configurar la temperatura y tiempo de planchado.

Los parámetros de la máquina son determinados en base a un estudio de las telas y tipos de transfer que se emplean en la fábrica “Maquila Confecciones”.

## **1.6. LIMITACIONES**

“Maquila Confecciones” es una fábrica textil en desarrollo, con poco tiempo en el mercado, su nombre se debe a que en sus inicios empezó maquilando para otras empresas. Empezó como una pequeña compañía familiar de ropa deportiva, y sus instalaciones fueron sobre una casa. Actualmente se ha reconstruido las instalaciones para que opere como fábrica, aunque sus espacios físicos no son lo suficientemente amplios para el desarrollo de la misma, por lo que el proyecto presentado tiene algunas restricciones en el diseño como: medidas de la estructura, debe ser desmontable para su traslado y fácil de ensamblar.

Al tratarse de un proyecto que cuenta con el patrocinio de la fábrica textil nombrada anteriormente, los recursos económicos se limitan al auspiciante. Ciertas medidas son proporcionadas por la fábrica de acuerdo al área en la que se desea estampar.

El presente proyecto se propone como una alternativa para mejorar el proceso de estampado en la fábrica mencionada, mediante la construcción de una máquina estampadora semiautomática, sin embargo no se adoptan temas de tipo ergonómico, por las políticas que se han implementado en la fábrica.

Una limitación que se puede presentar se debe a la calidad del papel transfer, debido a que este producto se produce en otras empresas, si su calidad varía sus parámetros de estampación cambiarán, por lo que dichos parámetros no pueden ser fijos.

## CAPÍTULO II

### 2.1. ANTECEDENTES

El deseo de agregar color y diseño a los materiales textiles es casi tan antiguo como la humanidad. Las primeras civilizaciones usaron el color y diseño para diferenciarse de las demás. El estampado textil es la más importante y versátil de las técnicas usadas para agregar diseño, color y especialidad a las telas. Puede considerarse como una técnica que combina arte, ingeniería, y tecnología de teñido para producir imágenes que solamente existían en la imaginación del diseñador textil [1].

En la Industria Textil se ha constatado que existe muy poca voluntad de tecnificar no solo a esta área sino en general. Es por eso, una muy buena alternativa para el mejorar de la eficiencia de la producción textil la implementación de nuevas tecnologías de termofijado y que conscientes de la importancia de la utilización de la tecnología, con el fin de mejorar los procesos productivos, vemos que es de gran importancia introducir dicha tecnología en el proceso de producción de la industria textil, como por ejemplo, en una fábrica de trajes de vestir como avanzan la tecnología las exigencias aumentan por lograr procesos cada vez más productivos que brindan una calidad óptima deseada para la satisfacción de los clientes [2].

El estampado por transferencia de calor es una técnica donde el papel se imprime, seguido de la transferencia del diseño del papel a un tejido. Para el algodón, el único proceso comercial ampliamente usado involucra liberar el papel estampado con pigmentos. El diseño en el papel es puesto en el tejido, calentado para que el pigmento se suavice, liberado del papel y adherido al tejido. Esta temperatura liberada esta generalmente alrededor de los 400 F (205 C). En general, las telas estampadas usando esta técnica deben ser tratadas con precaución cuando se planchan o son expuestas a temperaturas excesivas [1].

Cuando se quiere aplicar el Transfer a una prenda hay que colocarla en la plancha Transfer, poner el Transfer encima de la prenda, sitúe el dibujo hacia

abajo y cerrar la prensa. El calor y la presión aplicados por la prensa permiten a que el dibujo penetre en la prenda y finalizarán su cura [3].

En el 2010 “González Margarita”, recomienda realizar algunas pruebas previas sobre los mismos soportes y papeles transfer que se van a utilizar para ajustar correctamente la temperatura, presión y tiempo de la transferencia, ya que la asignación incorrecta de alguna de estas variables suele ocasionar una transferencia defectuosa [4].

Es fundamental que las fábricas y PYMES textiles, se actualicen sus procesos de producción de acuerdo al actual medio

Los cambios del entorno están obligando a todo el contexto textil a adquirir nuevos conocimientos e incorporar tecnologías avanzadas, con tal de hacer frente a un proceso de reestructuración y modernización permanente [5]. Es fundamental que las empresas sigan luchando por ser competitivas, abandonando las estrategias basadas únicamente en costes y centrándose en la diferenciación del producto, la tecnología, la marca, la calidad y la innovación [5].

Para lograr la automatización de procesos con la tecnología Mecatrónica primeramente se debe realizar un profundo análisis del tipo de equipo que se utiliza en el proceso, de las operaciones susceptibles de automatizar, de las condiciones de trabajo en que se desarrollan las actividades y principalmente las condiciones ergonómicas y antropométricas de los trabajadores en su relación hombre-máquina, para determinar los efectos físicos y mentales que repercuten en los operadores debido a las condiciones de trabajo a las que están sometidos, lo que conduce a determinar los procesos en los que se requiere algún grado de automatización [6].

La utilización de la tecnología, con el fin de mejorar los procesos de producción en la confección de ropa, hace necesario el incremento de nueva maquinaria que permita mejorar el proceso de producción. El mercado actual dentro de industria textil exige una calidad óptima para la satisfacción de los clientes. Para ello es necesario diseñar máquinas que disminuyan el tiempo de proceso, mediante la integración de ambos cambios que permite una mejora real y continua [2].

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. EL ESTAMPADO TEXTIL.**

La estampación textil es un sistema de acabado de un tejido o hilado, por medio del cual se tiñe de manera localizada en una o varias zonas del mismo. Dicho de otro modo, se aplica una materia colorante soluble, natural o sintética, bajo determinadas condiciones y en zonas determinadas del material textil.

El estampado textil permite añadir diseños, colores e imágenes a las telas, ya sea por fines estéticos o para distinguirse de los demás.

Este capítulo comprende una breve descripción y explicación de los conceptos y principios del estampado textil, principalmente del transfer y de las máquinas empleadas en este proceso.

El estampado es un proceso cuyos orígenes son desconocidos sin embargo estos se remontan desde la antigüedad cuando pequeñas civilizaciones tuvieron la idea de agregar color a sus vestimentas, para posteriormente añadir diseños al tejido, con el propósito de distinguirse de otras culturas.

Con el avance del tiempo el hombre pasó de usar específicamente estos diseños e imágenes para las telas de vestir, a utilizarlo actualmente en el estampado de textiles para telas de tapicería, el hogar (sábanas, toallas, cortinas), tapetes, alfombras, uniformes, mandiles y otros usos.

Un correcto estampado requiere la selección adecuada de las técnicas para estampar en base a tres aspectos que son: fibras, hilos y construcción de la tela.

Las fibras son la estructura básica de los materiales textiles, por ejemplo una tela que contenga como fibra 100% algodón tendrá una técnica de estampación diferente a una que contenga poliéster, o a su vez la misma técnica pero con diferentes materiales o tintes.

En los hilos hay varios aspectos a considerar el brillo, lustre, torsión y grosor, hacen que la calidad de estampado mejore. Por ejemplo un mayor lustre del hilo

hace que el color se estampe con más brillantez. También los hilos finos son más fáciles de estampar que los hilos gruesos.

Por último la construcción de la tela tiene un gran impacto sobre la tela estampada, estas pueden ser de tejido plano o tejido de punto. El tejido plano está formado por dos hilos principales uno vertical y otro horizontal, conocidos como urdimbre y trama, son los más usados y fáciles de estampar. El tejido de punto es una estructura formada a base de mallas, estos se los pueden hacer manualmente con 2 agujas sea para medias o sacos.

En base a los tres aspectos señalados debemos seleccionar las técnicas de estampación textil adecuadas.

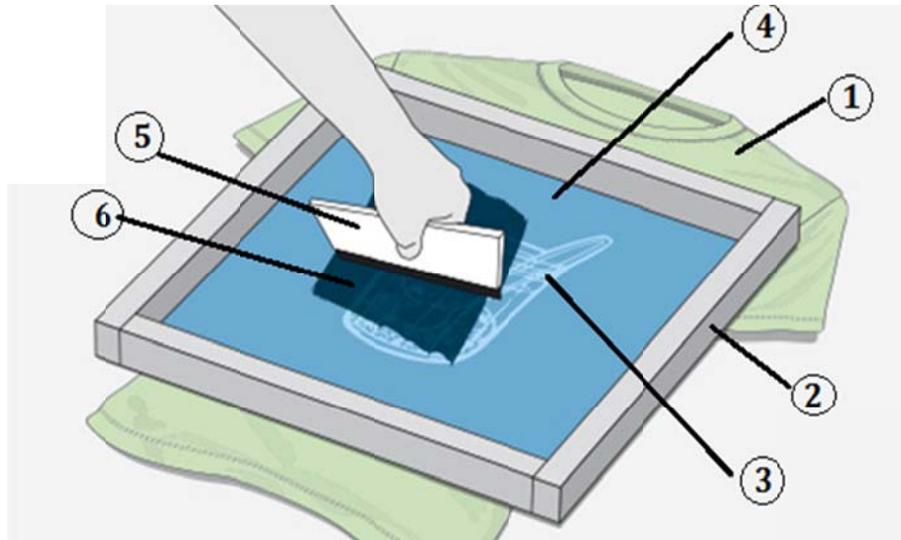
### **2.2.2. TÉCNICAS DE ESTAMPADO TEXTIL.**

Son muchas las técnicas de estampación que permiten la impresión de una imagen sobre las telas. A continuación se detallan las técnicas más utilizadas.

#### **2.2.2.1. Serigrafía o impresión de pantalla.**

Es una de las técnicas más utilizadas, se fundamenta en la transferencia de un diseño impreso sobre una malla de nylon o poliéster tensada sobre un bastidor hacia la prenda, para lo cual se coloca sobre la malla un poco de tinta que es esparcida por todo el marco mediante una racleta. La tinta penetra sobre la imagen impresa en la malla transfiriendo todo el diseño hacia la prenda (Figura 2.1).

La serigrafía es la técnica que se adapta a cualquier tipo de tejido únicamente hay que seleccionar la tinta adecuada, además el estampado tiene una gran duración. La principal desventaja de esta técnica es que tiene poca resolución en lo que respecta a colores ya que para cada color es necesario realizar nuevamente el procedimiento.



**Figura 2.1. Serigrafía [7]**

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) Prenda a estampar          | 2) Malla de nylon o poliéster |
| 3) Bastidor de madera         | 4) Racleta                    |
| 5) Imagen o diseño a estampar | 6) Tinta para serigrafía      |

Las máquinas para realizar esta técnica de estampación son las impresoras serigráficas y los pulpos de serigrafía.

Las impresoras serigráficas son máquinas de uso industrial permiten estampar grandes cantidades de tejidos en poco tiempo. Actualmente existen las impresoras de serigrafía digital que son similares a una impresora normal, estas permiten la impresión directamente hacia la tela (Figura 2.2. a).

Los pulpos de serigrafía son máquinas con los cuales se pueden agregar más colores a la prenda a estampar de una manera más rápida, su estructura se asemeja a un pulpo (de ahí proviene su nombre) y en sus brazos se encuentran los bastidores con las mallas con diferentes colores. Estos pueden ser manuales o automáticos (Figura 2.2. b).

Con esta técnica no solo se realiza el estampado directo sobre la prenda sino también se hacen el papel transfer, el mismo que se emplea en la siguiente técnica.



a) Impresora serigráfica



b) Pulpo de Serigrafía de 6 colores

**Figura 2.2.** Máquinas de serigrafía

#### **2.2.2.2. Estampado por termo transferencia.**

Consiste en transferir la imagen o un diseño previamente impreso hacia la tela mediante la aplicación de calor y presión. Con esta técnica se obtiene mejores diseños con una gran variedad de colores, a diferencia de la serigrafía este proceso es mucho más rápido.

El procedimiento empieza diseñando en el computador la imagen o figura a estampar para luego imprimirla en papel, posteriormente se realiza la preparación de la prenda o tejido a estampar. Lo que se hace es someter al papel a temperaturas que oscilan entre los 120 °C y 220 °C mediante una plancha industrial conocida como termofijadora la cual además de calentar el papel lo mantiene presionado para que se transfiera integro el diseño a la tela, durante un determinado tiempo.

Existen 2 tipos el estampado la sublimación y el transfer.

### 2.2.2.2.1. Sublimación.

La sublimación es una técnica de estampación por termo transferencia, su característica principal es que solo se la puede aplicar a telas que contengan poliéster.

La maquinaria empleada para la sublimación puede ser a través de una plancha termofijadora, sin embargo cuando es necesario cubrir una mayor área se emplea la máquina sublimadora (Figura 2.3. a). La cual consiste en una plancha con una amplia área para estampar por lo cual su mecanismo de presando se basa en un sistema neumático, debido al peso de la plancha.

A diferencia del transfer en la sublimación se puede trabajar con más materiales textiles, teniendo una amplia gama de aplicaciones como por ejemplo: estampados en camisetas de polyester, bolsos, mochilas, alfombras, tazas, gorras, entre otros (Figura 2.3. b).



a) Máquina Sublimadora



b) Producto sublimado

**Figura 2.3.** Sublimado

Para realizar un estampado por sublimación necesitamos varios elementos.

- Impresora o plotter con tinta de sublimación
- Papel especial de sublimación
- Plancha termofijadora o máquina sublimadora
- Prenda que contenga poliéster

El procedimiento se indicó en la técnica de termo transferencia considerando que para la sublimación el tiempo de estampado es mayor al de transfer, además de producirse la gasificación de la tinta al momento de transferir la imagen impresa en el papel hacia la tela.

#### 2.2.2.2.2. *Transfer.*

A diferencia de la sublimación con el transfer se puede estampar sobre tejidos de algodón o mezclas de algodón-poliéster y permite estampar sobre telas oscuras.

Al igual que en la sublimación se requiere de tintas especiales pigmentadas para mejorar la resistencia del estampado. En el transfer se puede trabajar con papel transfer y papel grasa. También se puede realizar estampados en alto relieve que le dan un mejor acabado a la prenda.

El proyecto basa su estudio en esta técnica pero adapta la estructura de los pulpos de serigrafía, con las planchas termofijadoras, para aumentar la cantidad de prendas estampadas en menor tiempo. Considerando los tres parámetros principales de la técnica de termo transferencia que son: tiempo, temperatura y presión.



a) Plancha termofijadora



b) Productos estampados

**Figura 2.4.** Estampado Transfer

Las tres técnicas de estampación detalladas son las más empleadas en nuestro país, de las cuales se han analizado sus ventajas y desventajas, así como también las aplicaciones principales de cada técnica (Ver tabla 2.1.).

**Tabla 2.1.** Técnicas de Estampación

<b>TIPO DE ESTAMPADO</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>APLICACIONES</b>
<b>Serigrafía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Es un medio versátil</li> <li>➤ Puede estampar sobre varios productos</li> <li>➤ Realiza estampados en alto relieve</li> <li>➤ El estampado es muy resistente</li> <li>➤ No es costosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diseños simples</li> <li>➤ Imágenes con pocos colores</li> <li>➤ Proceso inicial largo</li> <li>➤ Se puede romper la malla</li> <li>➤ Necesita una malla para cada color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Camisetas</li> <li>➤ Papel transfer</li> <li>➤ Circuitos electrónicos</li> <li>➤ Materiales de cualquier forma</li> <li>➤ Impresión sobre metales y plásticos</li> </ul>
<b>Sublimación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Es sencilla de realizar</li> <li>➤ Se puede estampar cualquier diseño</li> <li>➤ Estampado muy resistente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Solo puede ser usada con poliéster</li> <li>➤ Costo elevado de implementación</li> <li>➤ No se lo puede usar en prendas negras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Camisetas de poliéster</li> <li>➤ Gorros</li> <li>➤ Bolsos</li> <li>➤ Tazas</li> <li>➤ Mochilas</li> </ul>
<b>Transfer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sencillo y rápido de usar</li> <li>➤ Los detalles son más finos</li> <li>➤ Variedad de diseños</li> <li>➤ Estampados en alto relieve</li> <li>➤ Efectos personalizados en la impresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El estampado es menos resistente</li> <li>➤ Las Hojas no pueden ser almacenadas</li> <li>➤ Necesita de tintas especiales</li> <li>➤ Trabaja solo con algodón o fibras de algodón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Camisetas de algodón y poliéster</li> <li>➤ Bolsos</li> <li>➤ Gorras</li> <li>➤ Chalecos</li> <li>➤ Fundas</li> <li>➤ Almohadas</li> </ul>

A continuación, se detalla la técnica de estampación de transfer para lo cual se analiza el procedimiento y los parámetros que intervienen en este proceso.

### **2.2.3. EL ESTAMPADO TRANSFER.**

El transfer es la técnica de transferencia por estampado en caliente, que se usa sobre cualquier objeto plano, curvo e irregular. Básicamente consiste en la aplicación de un estampado mediante el uso del calor. Trabaja a temperaturas que oscilan desde los 150 °C a 230 °C, dependiendo del tipo de papel transfer y tejido que se use. Principalmente se trabaja con fibras de algodón ya que estas poseen características que hacen que el transfer sea más resistente, en otros tejidos o superficies podría eliminarse con relativa facilidad [8].

Además del papel transfer se puede trabajar con papel termo adhesivo, vinilos térmicos, domes, plastisol y flocks. La desventaja de estos papeles es que la impresión está limitada solamente a su tamaño, es decir no se puede estampar transfer un diseño con un tamaño mayor a una hoja A4 y las zonas de la imagen que no tengan color quedan estampadas en el tejido como una capa plástica transparente, por lo que es necesario cortar el diseño a estampar lo más exacto posible.

La gran ventaja de esta técnica es que nos permite estampar cualquier diseño, fotografía o imagen que deseemos a todo color o a medio tono, de una manera muy sencilla. Sin embargo hay que considerar que la calidad de estampado se pierde con cada lavado y no se puede planchar sobre el estampado.

Los elementos que conforman el transfer son:

- Prenda o tejido de algodón o fibra de algodón
- Impresora Inkjet o láser
- Tinta textil
- Papel transfer
- Termofijadora

Hay que señalar que la impresora ideal es la Inkjet ya que poseen una alta definición de imagen y la mayoría de papeles transfer se adaptan a esta impresora, mientras que en la láser es necesario un papel transfer láser, además

la impresora a laser debe ser capaz de soportar la tinta textil, caso contrario se dañará el cabezal de impresión. Para el transfer se recomienda trabajar sobre telas de algodón

### **2.2.3.1. Papel Transfer.**

El papel transfer sirve para el estampado en prendas de todos los colores, se utiliza habitualmente en prendas de algodón con o sin base poliéster.

Se divide en 2 tipos:

Los de prendas claras: Son papeles que poseen adhesivo y capa de silicona, se deben imprimir en formato espejado para la transferencia.

Los de prendas oscuras: Son papeles que, a diferencia de los anteriores, poseen una base, completamente blanca que sirve para sustituir el color blanco de la imagen. Tienen adhesivo y un vinilo de color blanco siliconado. No se imprimen en espejos las hojas de un solo procedimiento.

En el mercado hay muchas marcas diferentes de papeles de transferencia de calor los tres formatos básicos son: remover en frío, remover en caliente y remover en caliente o frío. Esto se refiere a como se quita el papel al final de todo el proceso de estampado para obtener la imagen final terminada.

**Remover en Frío:** Se refiere a quitar el papel de la tela después de que la prenda se ha enfriado hasta que alcance temperatura ambiente. Forzar el enfriamiento o no esperar hasta que se alcance puede estropear el transfer al retirar el papel.

**Remover en Caliente:** Se debe transferir usando una prensa transfer con regulación y el papel se quita inmediatamente después de terminar el ciclo de calentamiento.

**Remover en caliente/frío:** Se puede remover cuando este caliente o frío. Los métodos de calentamiento y cuando el papel se quita, produce resultados bastante diferentes.

### 2.2.3.2. Plancha Termofijadora [9].

Se conoce como prensa de termofijar a aquel equipo donde el proceso de termofijado se realiza con un plato plano, y en situación estática (Figura 2.5.).



**Figura 2.5.** Plancha termofijadora

Las prensas se pueden dividir según su forma de actuar:

- Las operaciones de fusión se realizan en serie.
- Las operaciones de fusión se realizan simultáneamente.

Operaciones de fusión en serie.

- Prensa plana de tijeras.
- Prensa plana de bandeja simple.

A lo largo del tiempo, las prensas de tijeras han sufrido una evolución bastante notable, pasando de la prensa plana de tijeras a la de bandeja simple que sería una prensa con plato superior con desplazamiento vertical y plato inferior presurizado en dos etapas [9].

Con las prensas de plato superior con recorrido vertical se disminuyen los cambios de temperatura. Si la fusión se realiza en el interior de una cámara tendremos menos pérdidas, y la ventaja de no exponer al operario al calor.

**Prensa de bandeja deslizante:** poseen dos bandejas: una en el interior para la fusión y otra en el exterior para el enfriamiento, carga y descarga. Las prensas con varias bandejas son más productivas porque disminuyen el ciclo de trabajo.

**Prensa de carrusel:** introducen un tercer plato, con lo que siempre se realizan tres operaciones a la vez, conectadas por medio de un carrusel: descarga y carga de las siguientes, fusión de las piezas, enfriado de las piezas.

Una nueva versión es la que sustituye las bandejas por dos cintas circulares de teflón, una encima de la otra, la inferior transporta el material y la superior acompaña. En el termofijado y enfriamiento las dos cintas permanecen juntas, en la zona de carga y descarga la cinta superior se levanta por si sola.

Para la fusión, una membrana neumática presiona las dos cintas con el material en el interior contra el plato inferior de calefacción de aluminio. El sistema de enfriado es muy similar, una membrana neumática presiona el material contra un plato enfriado, produciendo el efecto de una nevera.

**Prensa de cinta movida a intervalos regulares:** utiliza tres estaciones, se usa para termofijar piezas pequeñas sobre piezas grandes sin deshacer el paquete de estas, el ciclo de trabajo se reduce a tres fases: evacuación y posicionamiento de pieza, presentación, termofijado y preparación.

#### **2.2.4. PROCEDIMIENTO PARA ESTAMPAR TRANSFER EN CAMISETAS.**

Para la transferencia de la imagen a la prenda se utiliza una plancha termofijadora, entrega presión y temperatura constante, además de contar con un temporizador para controlar el tiempo de aplicación.

Proceso inicia obteniendo una fotografía en formato digital o en papel que se desee transferir.

El papel es fundamental para estampar, si se desea una imagen realista se utiliza papeles brillantes y siliconados, que ayudan a realzar la imagen y le dan una mejor calidad.

El papel transfer siliconado libera un adhesivo en la fibra de la ropa, creando así una base de adherencia sin distorsionar la imagen y aumentando el brillo y la

calidad de la misma. Se procede a despegar el papel base del transfer en caliente al cabo de 3 a 8 segundos de terminado el proceso anterior. Los papeles que dejan rugosidad son malos en definición y adherencia.

Se puede estampar cualquier prenda en 1 color o a varios colores como una fotografía. Si al transferir existieran pequeñas manchas de discontinuidad en un color, o pequeñas gotitas en la impresión, se debe a que el papel está húmedo,

### **2.2.5. CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROCESO.**

En el proceso de estampado en base a la técnica del transfer como se ha mencionado anteriormente, son tres los factores primordiales a la hora de estampar. Estos son los siguientes:

- 1) Temperatura:
- 2) Tiempo:
- 3) Presión

Estos tres factores varían en base al tipo de papel que se use como en el proceso.

#### **2.2.5.1. Papel transfer para prendas de color claro.**

Son papeles que poseen adhesivo y capa de silicona, utilizado para telas 100% algodón y mezcla de algodón-sintético, es decir: camisetas, pantalones cortos, ropa, mouse pad, servilletas o pañuelos, etc.

La imagen se adhiere a cualquier superficie plana tolerante al calor.

Para la impresión se puede utilizar Impresoras de inyección de tinta o impresora láser con efecto de “espejo” o imprimir figura al revés configuración de la impresora:

Realizado la Impresión se debe dejar que la imagen impresa se seque en aproximado 10 minutos antes del planchado del papel transfer.

Este papel debe ser termofijado a una temperatura de 185 °C en un tiempo de 15 a 20 segundos. Luego de haber realizado el proceso de planchado, se retira el papel en frío.

### **2.2.5.2. Papel transfer para prendas de color oscuro.**

Son papeles que a diferencia de los anteriores poseen una base completamente blanca, esto es para sustituir el color blanco de la imagen. Tienen adhesivo y un vinílico de color blanco siliconado. No se imprimen en espejos las hojas de 1 solo procedimiento.

Al igual que el anterior se lo emplea en productos como: camisetas, T-shirt, pantalones cortos, ropa, mouse pad, servilletas o pañuelos, etc.

Este papel requiere de una temperatura aproximada de 165 °C durante un tiempo entre 12 y 20 segundos. El método de retiro del papel es en frío.

### **2.2.6. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.**

La construcción de la estampadora semiautomática de transfer basa su diseño en las estructuras de los pulpos de serigrafía de cuatro brazos, ya que este sistema mecánico, proporciona la capacidad de estampar camisetas de manera continua, reduciendo tiempos muertos que se generan con las termofijadoras manuales al momento de la transferencia.

El pulpo, o mesa rotativa es un aparato concebido especialmente para estampar prendas armadas o piezas para la confección garantizando rapidez y un buen calce de colores.

Se utiliza tanto para la impresión de telas blancas como prendas oscuras, aunque estas últimas necesitan de un dispositivo de secado intermedio llamado pre secado flash.

Un pulpo tiene 3 movimientos básicos

- giro del carrusel de prendas
- descenso y levantamiento de cada matriz
- giro del carrusel de paletas

El calce, entre la prensa y la paleta, se obtiene por el registro de una pieza metálica en dos rodamientos. El registro y calce de los colores se debe realizar

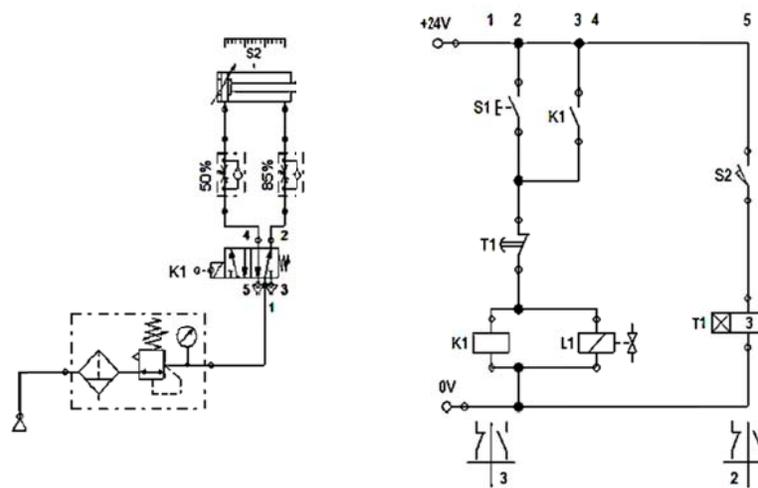
ajustando los pernos de los brazos o utilizando un dispositivo especial llamado micro registro.

### 2.2.7. SISTEMA NEUMÁTICO.

Durante el proceso de transferencia un factor importante a considerar es la presión, en las planchas termofijadoras esta presión se regula a través de un tornillo de freno de ajuste de presión la cual se debe ajustar de acuerdo al tipo de estampado que se realice. En la máquina el sistema encargado de regular dicha presión es el sistema neumático.

El sistema neumático, por medio de un cilindro de doble efecto, realiza el proceso de prensado, de la plancha hacia la prenda con el papel previamente ubicado. Dicho de otra manera, el cilindro neumático es el encargado de bajar y subir la plancha térmica para que se produzca la transferencia del mismo.

Su esquema neumático se muestra en la figura 2.6.



a) Circuito Neumático

b) Circuito de Control

**Figura 2.6.** Circuito neumático y de control

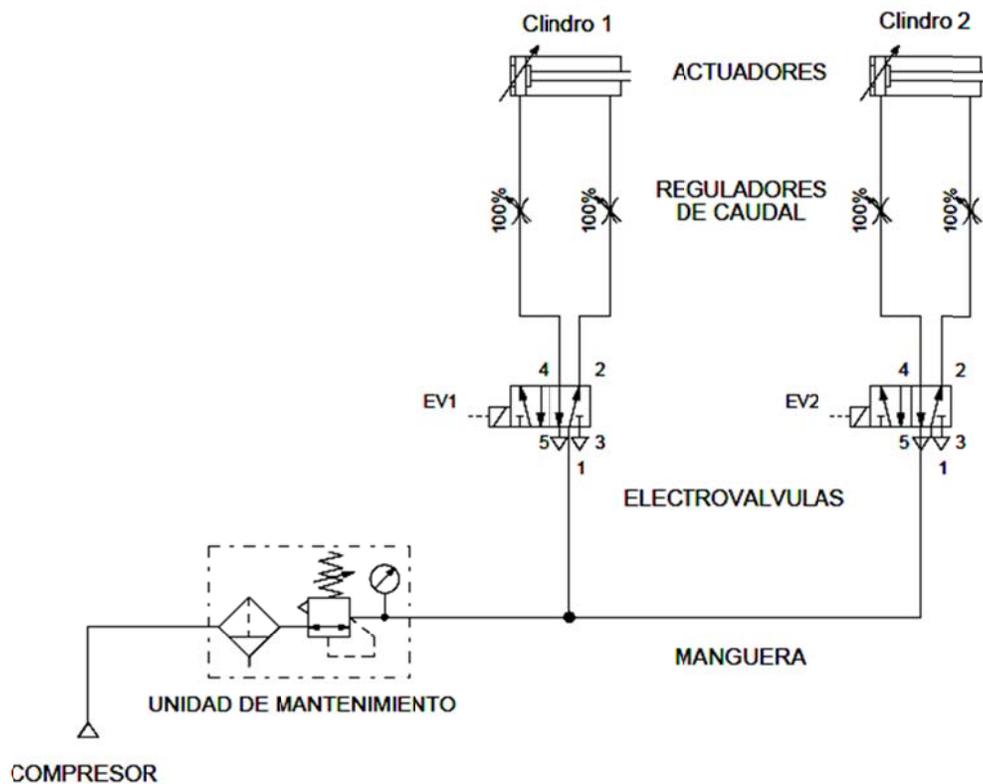
Se observan 2 partes, en la parte izquierda corresponde a los componentes del sistema neumático (figura 2.6 a) y en la derecha los elementos de control (figura 2.6 b).

La parte neumática está conformada por: compresor de aire, unidad de mantenimiento, electroválvula, reguladores de caudal y cilindro de doble efecto.

La parte de control la realiza el PLC, activando de la electroválvula, para que active el actuador neumático (cilindro).

### 2.2.7.1. Partes del Sistema Neumático.

Un circuito neumático está compuesto por generadores de energía; tuberías, actuadores, distribuidores, y elementos de protección y regulación que tienen como misión producir un trabajo. Ver figura 3.2



**Figura 2.7.** Circuito Neumático

\Siguiendo este esquema vamos a ver qué tipos de dispositivos se emplearon en la estampadora de transfer y que función tiene cada uno de ellos.

#### 2.2.7.1.1. Suministros de energía.

La energía que necesitamos para poner en marcha un circuito neumático la proporciona, normalmente la corriente eléctrica o un combustible que pondrá en funcionamiento el equipo para suministrar el aire a presión. Son conocidos como acumuladores.

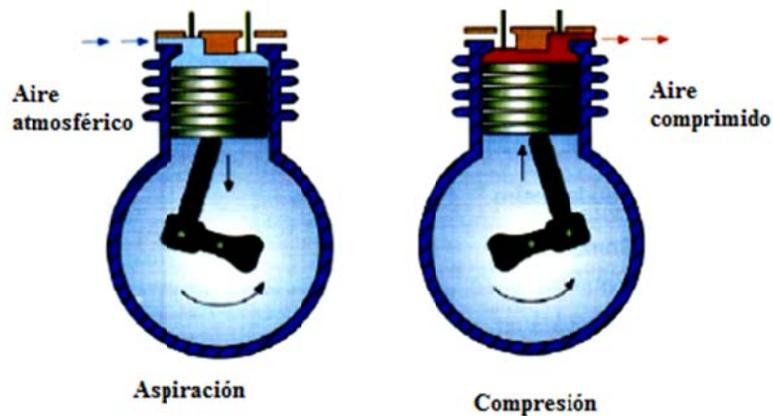
En circuitos neumáticos necesitamos aumentar la presión del aire atmosférico para poner en funcionamiento un circuito y el elemento que desempeña esta función es el compresor.

#### 2.2.7.1.2. El Compresor. [10]

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir

Existen básicamente dos tipos de compresores:

**Compresores de émbolo:** actúan según el principio de desplazamiento y en ellos se realiza la admisión de aire en un recinto hermético y posteriormente se reduce su volumen (Ver figura 2.8).



**Figura 2.8** Sección de un compresor de émbolo [8]

Al descender el émbolo (debido al movimiento circular del eje de un motor al que va conectado mediante una biela-manivela) se abre la válvula de admisión y se absorbe el aire atmosférico; al ascender el émbolo se cierra la válvula de admisión y se abre la de escape permitiendo la salida de aire comprimido a alta temperatura. Alrededor del pistón se sitúan aletas de refrigeración para descender la temperatura del aire comprimido.

**Compresores rotativos:** actúan según el principio de la dinámica de fluidos y en ellos el aire aspirado se comprime al ir aumentando su velocidad.

En ellos el nivel de ruidos es inferior. Se utilizan para presiones de aire inferiores a las anteriores.

#### *2.2.7.1.3. Unidad De Mantenimiento.*

Es muy importante atender al grado de humedad del aire, si el aire comprimido contiene humedad tiene que ser sometido a un secado por absorción, por adsorción o por enfriamiento.

El aire comprimido ha de ser tratado convenientemente antes de entrar en la red de distribución del mismo, para esto se dispone de una unidad de mantenimiento, que es una combinación de filtro de aire comprimido, regulador de presión, y lubricador de aire comprimido.

Una vez obtenido el aire comprimido se dispondrá de un depósito que estabilice el suministro de aire comprimido.

#### *2.2.7.1.4. Elementos de regulación y control.*

Son los encargados de regular el paso de aire desde los acumuladores hacia los elementos actuadores. Estos elementos se denominan válvulas, pueden ser activadas de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. Las válvulas se las puede clasificar en tres grupos que son:

**Válvulas de dirección o distribuidores:** Estos elementos se definen por el número de orificios (vías), las posiciones posibles, así como la forma de activación y desactivación. La desactivación mecánica suele hacerse por muelle.

**Válvulas antirretorno y selectora:** La válvula antirretorno permite el paso de aire en un determinado sentido, quedando bloqueado en sentido contrario.

La válvula selectora tiene dos entradas y una salida, permitiendo la circulación de aire a través de una de sus entradas, bloqueándose al mismo tiempo la otra entrada por efecto de la primera.

**Válvulas de regulación y presión y caudal:** Son elementos que, en una misma instalación neumática, y que permiten disponer de diferentes presiones y, por lo tanto, de diferentes caudales.

**Actuadores:** Son los elementos neumáticos de trabajo, que transforman la energía acumulada en el aire comprimido, por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro.

## **2.2.8. SISTEMA DE CONTROL DE LOS PARÁMETROS DE ESTAMPADO.**

Como se ha mencionado en el capítulo 1, los parámetros de estampación primordiales en el estampado transfer son: presión, temperatura y tiempo, dependiendo del tipo de papel con el cual se trabaje. Un buen control de estos parámetros garantiza un estampado correcto con mejor calidad.

### **2.2.8.1. Control de temperatura.**

En el proceso de estampado directo la temperatura de trabajo va desde los 140 °C hasta los 210 °C dependiendo del papel y tela con la que se trabaje. La temperatura admisible para cada estampado varía en un rango de  $\pm 2$  °C.

Generalmente en las termofijadoras el control de temperatura es de tipo “on-off” para las que poseen termostatos y las que utilizan controladores digitales de temperaturas son de tipo PID.

Las termocuplas son los sensores más utilizados, por sus costos bajos de implementación y por su disponibilidad en el mercado.

Se propone para el proyecto la selección del método más adecuado para controlar la temperatura. La configuración y visualización de este parámetro, se encuentra en la interfaz de usuario.

### **2.2.8.2. Control de presión.**

El control de presión en máquinas manuales, es regulado mediante un tornillo, provocando que dicha presión ejercida sobre el estampado, no pueda ser cuantificada.

En este proyecto el sistema encargado de realizar el proceso de prensado es un sistema neumático, el cual puede regular su presión mediante la unidad de mantenimiento, que posee un regulador de presión, con un manómetro que le indicara la presión de trabajo.

Esta regulación es de tipo manual, con la ventaja que puede ser cuantificada.

### **2.2.8.3. Control del tiempo.**

Se debe tener en cuenta el tiempo necesario para el calentamiento de la materia y la penetración uniforme del calor sobre toda la superficie y en todo el espesor de tejido, además el tiempo de tratamiento depende también del modo de transmisión de calor.

El tiempo de termofijación puede variar con la temperatura de termofijado así para temperaturas más elevadas la duración del tratamiento es menor a efectos de evitar el amarillamiento de la materia y degradación térmica.

El control de tiempo es configurado en la interfaz de usuario.



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA CIENTÍFICA**

La metodología consiste en determinar en primera instancia las ideas de cómo va a realizarse el diseño de la máquina propuesta.

En este capítulo se plantean las actividades requeridas para solucionar el problema estructurado en el Capítulo I, desarrollando los métodos, procedimientos y análisis necesarios para el desarrollo de la solución propuesta.

#### **3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la construcción de la máquina estampadora semiautomática tipo pulpo se estudia la estructura de los pulpos de serigrafía, debido a que dicha estructura, permite una alimentación continua de prendas durante el estampado, haciendo que la producción aumente.

Sin embargo, se consideran las respectivas modificaciones a la estructura.

##### **3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ESTAMPADO.**

El proceso de estampación se detalla a continuación

Es recomendable configurar ciertos parámetros antes de imprimir, se siguen las indicaciones para cada tipo de papel para obtener el mejor resultado, por lo general bastaría con tomar en cuenta lo siguiente:

- Seleccionar el tipo de papel
- Realizar la impresión en modo de espejo
- La entrada del papel hacia el impresor debe de ser manual, es decir si son varias hojas ir poniendo una por una para evitar atascos, o que el impresor tome doble hoja

Debe asegurarse que el papel está ubicado en la posición correcta, esto para que no se imprima sobre la cara de la página incorrecta.

Con la impresión, se recomienda recortar el dibujo o imagen.

Se fijan las opciones de: temperatura, presión media y tiempo de según indica la siguiente tabla.

**Tabla 3.1.** Parámetros de estampación

TIPO	TEMPERATURA		TIEMPO	PRESIÓN	DESPEGUE
	° C	° F			
<b>LITE</b>	149 A 163	300 A 325	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>GLOSS</b>	163 A 171	325 A 340	3 A 8	MEDIA	EN FRIO
<b>PUFF</b>	163 A 177	325 A 350	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>GLOW</b>	149 A 163	300 A 325	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>PUFFO</b>	163 A 177	325 A 350	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>LYCRA</b>	149 A 163	300 A 325	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>FOIL</b>	149 A 163	300 A 325	3 A 5	MEDIA	EN FRIO
<b>CARTON</b>	163 A 177	325 A 350	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>GLITTER</b>	149 A 163	300 A 325	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>TRANSFER</b>	163 A 171	325 A 340	5 A 8	MEDIA	EN CALIENTE
<b>CRAYOLA</b>	149 A 163	300 A 325	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>NAYLON</b>	138 A 149	280 A 300	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE
<b>MEZCLILLA</b>	149 A 163	300 A 325	3 A 5	MEDIA	EN CALIENTE

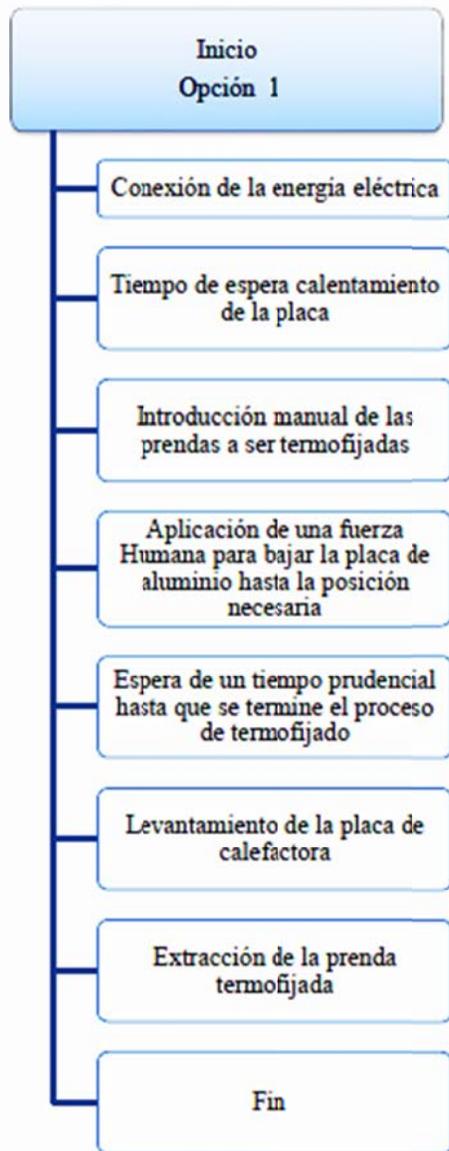
Es recomendable calentar la prenda antes de su uso, para eliminar la posible existencia de humedad y arrugas, luego se debe dejar enfriar durante unos segundos.

El transfer se ubica sobre la prenda, considerando lo siguiente:

Si se usa papel para fondos claros, la parte donde imprimió su imagen debe de ir de cara a la prenda y la cara de la hoja que lleva las líneas de guía debe de quedar hacia arriba. La imagen se debe haber impreso con efecto de espejo.

Si usa papel para fondos oscuros, se debe de despegar o retirar el papel protector como si fuera una calcomanía. La parte donde está impreso a la imagen debe de quedar con vista hacia arriba, el papel para fondos oscuros no requiere que imprima su imagen con efecto de espejo.

Por último, se utiliza la plancha, es el último paso, se puede retirar en frío o caliente el papel. Todo el proceso es sintetizado en el siguiente diagrama de flujo.



**Figura 3.1.** Flujograma del proceso de termofijado manual

Con la propuesta planteada tendríamos el siguiente flujograma.

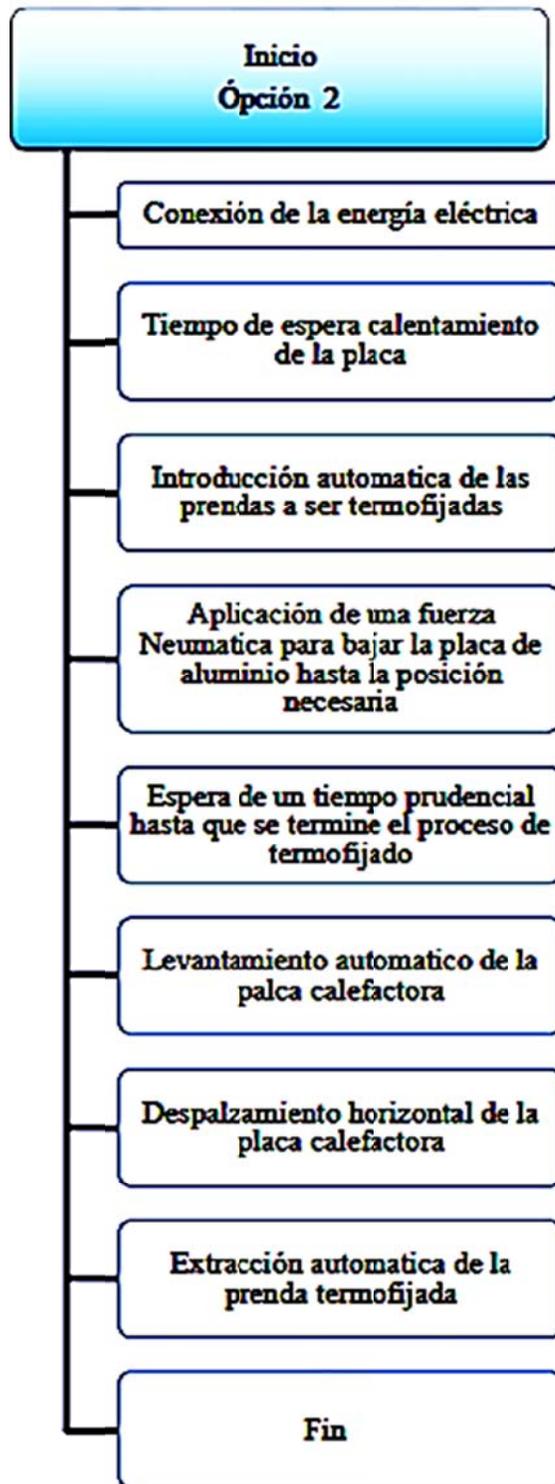


Figura 3.2. Proceso de termofijado con la máquina semiautomática

### 3.1.2. ESTRUCTURA DE LOS PULPOS DE SERIGRAFÍA.

Los requerimientos del mercado impulsan al uso de maquinaria para producción industrial de textiles, debido a esto, nace un nuevo y novedoso sistema de estampado, mediante el uso de carrusel o pulpo, basadas sobre el principio del marco con bisagras y con el objetivo de añadirle impresión multicolor a prendas deportivas, camisetas.

La finalidad de esta máquina es producir mayor volumen del trabajo que si se haría con un proceso manual. Puede triplicar la producción de un sistema de mesas.

Existen diversas estructuras para estos diseños habiendo desde 2 brazos, hasta modelos que contienen 20 brazos.

En la Figura 3.3, se observa el modelo para un pulpo de 4 brazos.



**Figura 3.3.** Pulpo serigrafía de 4 brazos [2]

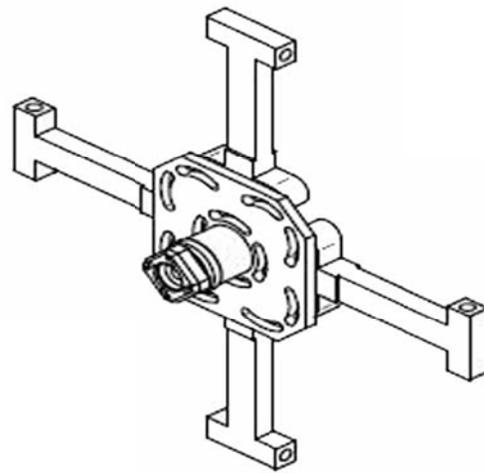
El diseño especial de los dispositivos de resorte en la pantalla permite un movimiento hacia arriba y abajo, que hace fácil la operación de los usuarios de acuerdo con el tamaño y peso de las pantallas.

Si observa en la figura 3.4 (a), las pantallas con resortes se reemplazan, solo se utilizarán: la base de los brazos y el sistema de giro, eliminando los brazos superiores que se encargaban de la transferencia de la tinta hacia el material a estampar.

Entonces emplearemos el mecanismo que se detalla en la figura 3.4 (b), el mismo que será el que se encargue de desplazar el producto final, hacia el operador.



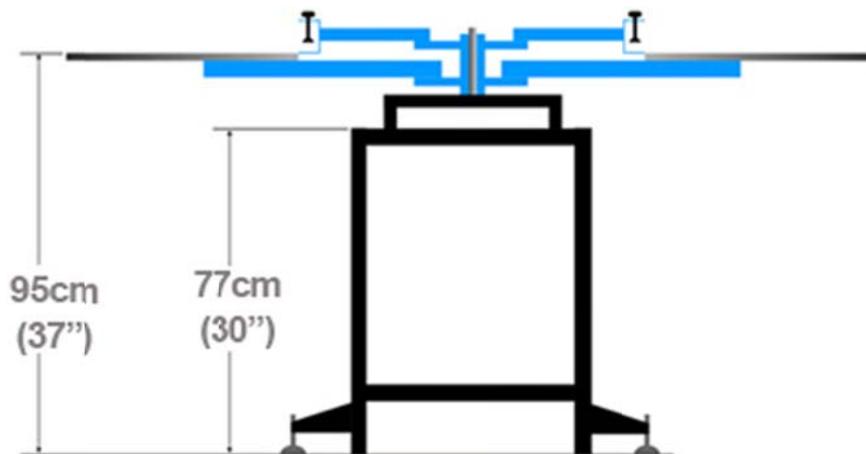
a) Brazos superiores del pulpo de serigrafía



b) Brazos inferiores del pulpo de serigrafía

**Figura 3.4.** Estructura del pulpo de serigrafía [2].

La base proporciona la rigidez necesaria para soportar tanto el peso de los brazos, como el peso donde se ubicaran las planchas como se indica en la Figura 3.5.



**Figura 3.5.** Base del pulpo de serigrafía [2].

Entonces quitando la parte superior del pulpo ya conseguimos las bases para implementar el sistema de giro.

### **3.1.3. SISTEMA DE GIRO.**

El proyecto especifica que el sistema de giro sea de manera automática de tal manera que el trabajador no necesite ubicar los brazos móviles junto a la plancha de manera exacta, ya que se perdería tiempo en la ubicación de la posición correcta de cada brazo.

Por lo que es necesario colocar un motor que permita el giro de los brazos, así como sensores que dan la posición de rotación. La explicación de los criterios de selección del motor y sensores se encuentran detallados en el siguiente capítulo.

### **3.1.4. PLANCHAS TERMOFIJADORAS.**

Como se especifica en el alcance del proyecto la propuesta de la máquina semiautomática consta de dos planchas termofijadoras, con el fin de aumentar la producción de camisetas estampadas. También posibilita trabajar con 2 diseños al mismo tiempo.

Las dimensiones de construcción son de 40 x 50 cm que dan el área máxima de estampado

#### **3.1.4.1. Características principales de la placa de aluminio [2].**

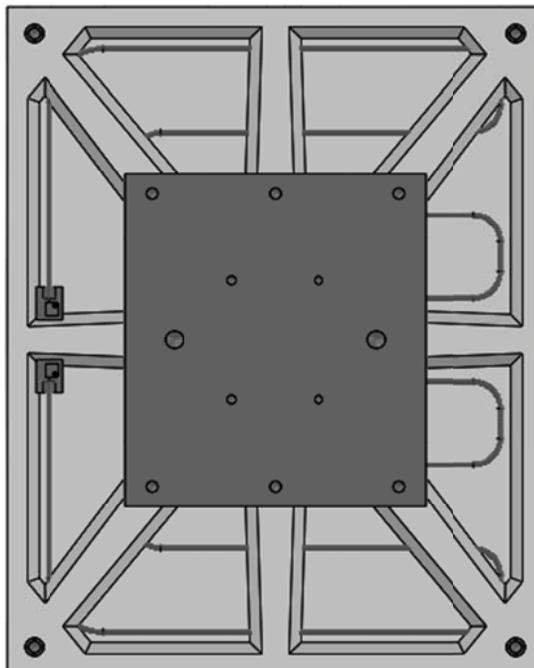
##### **Físicas.**

- Es un metal ligero, cuya densidad es de  $2.700 \text{ kg/m}^3$
- Tiene un punto de fusión bajo:  $660 \text{ °C}$  ( $933 \text{ °K}$ ).
- Es de color blanco brillante, con buenas propiedades ópticas y un alto poder de reflexión de radiaciones luminosas y térmicas.
- Tiene una elevada conductividad térmica ( $80$  a  $230 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ ).
- Resistente a la corrosión, a los productos químicos
- Abundante en la naturaleza. Es el tercer elemento más común en la corteza terrestre, tras el oxígeno y el silicio.
- Material barato y fácil de reciclar.

### **Mecánicas.**

- De fácil mecanizado debido a su baja dureza.
- Muy maleable, permite la producción de láminas muy delgadas.
- Bastante dúctil, permite la fabricación de cables eléctricos.
- Material blando, Límite de resistencia en tracción:  $160-200 \text{ N/mm}^2$  [160 - 200 MPa] en estado puro, en estado aleado el rango es de: 1400 – 6000  $\text{N/mm}^2$  . El duraluminio fue la primera aleación de aluminio endurecida que se conoció, lo que permitió su uso en aplicaciones estructurales.
- Para su uso como material estructural se necesita alearlo con otros metales para mejorar las propiedades mecánicas, así como aplicarle tratamientos térmicos.
- Permite la fabricación de piezas por fundición, forja y extrusión.

La forma de la placa calefactora es la que se muestra a continuación en la figura 3.6.



**Figura 3.6.** Placa calefactora

El análisis se realiza con el fin de determinar la energía necesaria para realizar el calentamiento de la placa desde la temperatura ambiente hasta una temperatura aproximada de 220 °C.

### **3.1.5. SISTEMA DE PRENSADO**

La termofijadora manual tiene dos brazos para elevar la placa calefactora y asegura su estabilidad, por lo que se puede llevar a cabo de modo profesional todos los procedimientos de termofijado en caliente

En el proyecto se contempla un sistema de presando de tipo neumático el mismo que garantiza las siguientes ventajas.

- Evita esfuerzo físico por parte del operador
- Permite visualizar la presión con la que se trabaja
- Sistema automático

El sistema neumático se encarga de controlar la presión en el proceso de prensado, de tal manera que el trabajador no realice algún esfuerzo físico, evitando el cansancio y dolores musculares que aparecen durante una jornada extensiva de estampación cuando se usan las termofijadoras manuales.

### **3.1.6. INTERFAZ DE USUARIO**

En el sistema de control, la temperatura y tiempo son controladas mediante una HMI (interfaz humano-máquina). Estos dos parámetros son variables, y dependen del tipo de papel transfer y el tejido que se use para estampar.

Se propone una interfaz amigable con el usuario donde se encuentre los siguientes aspectos.

- El trabajador puede visualizar y configurar los parámetros de estampado
- Se indica la cantidad de productos estampados
- Se seleccionan los modos de operación y trabajo.



# CAPÍTULO IV

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

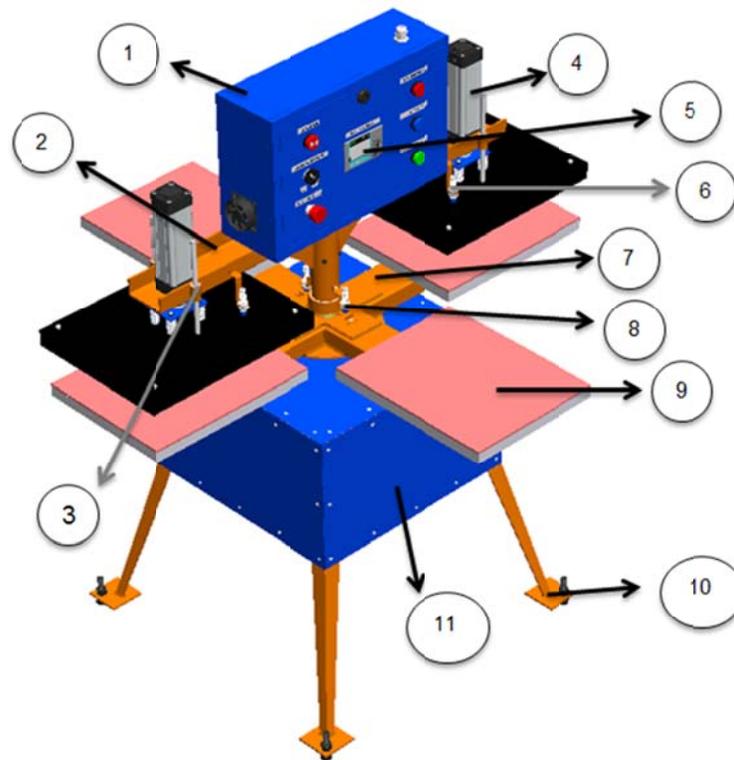
En este capítulo se presenta el diseño de la máquina, sistemas de control e interfaz de usuario.

### 4.1. DISEÑO MECÁNICO

#### 4.1.1. PARTES DE LA MÁQUINA.

De manera detallada el proyecto basa su construcción en la estructura de un pulpo estampador de serigrafía y una plancha termofijadora, es decir que une dos maquinarias, utilizadas en las técnicas de estampación textil serigrafía y el transfer.

Las partes que forman la máquina se encuentran detalladas en la Figura 4.1.



**Figura 4.1.** Estampadora semiautomática tipo pulpo de cuatro brazos

1. Tablero de control.

2. Soporte Superior.

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 3. Eje guía de la plancha   | 4. Cilindro Neumático.                   |
| 5. Interfaz de Usuario.     | 6. Sensor de posición de la plancha.     |
| 7. Brazos del sistema giro. | 8. Sensor de posición de los Brazos.     |
| 9. Bases de planchado.      | 10. Base de la estructura de la máquina. |

El modelo adopta la forma de un pulpo de serigrafía de cuatro brazos, debido a que este sistema proporciona un trabajo continuo, sin embargo, es necesario realizar las modificaciones respectivas a este diseño para que pueda estampar transfer. Los brazos se encuentran divididos por dos estaciones:

- Estación de planchado: Es aquella en donde están ubicadas las planchas
- Estación de alimentación: Es donde está ubicado el trabajador, para colocar la camiseta y estampa.

En las termofijadoras, el sistema de planchado es de tipo manual. El proyecto consta de un sistema neumático, para realizar el termofijado, por lo que el operador no ejerce esfuerzo físico.

#### **4.1.2. DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO.**

Para el diseño del sistema neumático, es necesario establecer la cantidad de actuadores y elementos necesarios, para el proceso de estampado.

En la figura 4.2, se observa los elementos que conforman dicho sistema. Estos son:

- Cilindros o pistones neumáticos
- Reguladores de Caudal
- Electroválvulas
- Manguera
- Unidad de mantenimiento
- Compresor

#### 4.1.2.1. Selección del cilindro.

Las principales variables a considerar en la selección de los cilindros neumáticos son la fuerza del cilindro, la carga, el consumo de aire y la velocidad del pistón [11].

##### 4.1.2.1.1. Cálculo de la fuerza del cilindro.

Es necesario conocer la presión en la plancha, por lo general, dicha presión no es cuantificada en las planchas manuales que se encuentra en el mercado, por lo que el control de esta presión se realiza mediante ensayos.

La fuerza del cilindro es una función del diámetro del cilindro, de la presión del aire y del roce del embolo, que depende de la velocidad del embolo y que se toma en el momento de arranque. La fuerza que el aire ejerce sobre el pistón es [11].

#### **Ecuación 4.1.** Fuerza del cilindro [11]

$$F = P * A$$

Dónde:

*F*: Es la fuerza de cilindro

*P*: Presión de aire suministrada por el compresor

*A*: Área del pistón

Debido que en el Ecuador no hay empresas dedicadas a la fabricación de máquinas estampadoras, se busca la necesidad de investigar en otros países, en las cuales la fuerza de planchado se la obtiene mediante los datos suministrados por el fabricante de estas máquinas (Ver Anexo 1).

Presión de planchado máxima de trabajo:  $350 \text{ g/cm}^2$

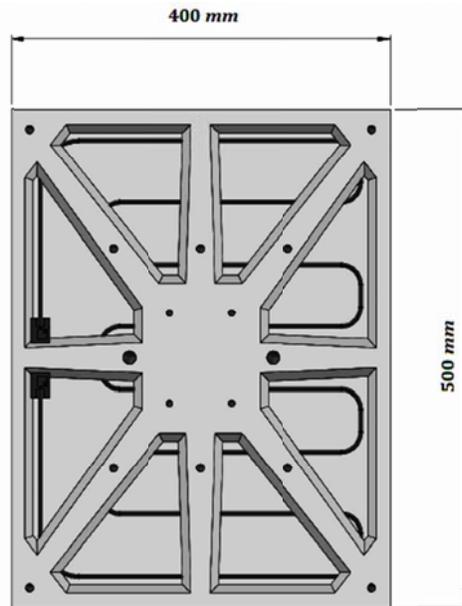
Para el transfer se trabaja a una presión media y baja (Ver Anexo 2), por lo que esta presión no debe exceder un tercio de la presión máxima, obteniendo.

$$P = \frac{\left(350 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}\right)}{3} = 116,667 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}$$

Transformando a unidades del sistema internacional se obtiene:

$$P = 11441,124 \frac{N}{m^2}$$

El área de impresión depende de las dimensiones del papel, pero se calcula para un área total de la plancha, esta es de 500 mm x 400 mm.



**Figura 4.2.** Dimensiones de la plancha

Área de planchado:  $0,2 m^2$

Peso de la plancha:  $15 kg$

Con estos datos se determina la fuerza que se necesita para realizar un estampado de transfer para esa superficie.

$$F = \left( 11441,124 \frac{N}{m^2} \right) (0,2m^2)$$

$$F = 2288,225 N$$

El área del cilindro, depende de la presión máxima suministrada por el compresor.

Presión máxima del compresor:  $8 Bar$

De la Ecuación 4.1 despejando el área se tiene:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{2288,225 \text{ N}}{800000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$A = 0,00286 \text{ m}^2$$

Con el área del cilindro hay que considerar que la selección del cilindro depende del diámetro del embolo, el mismo que se lo calcula mediante la Ecuación 4.2.

**Ecuación 4.2.** Fuerza de avance del cilindro [12]

$$F_{avance} = P_{aire} * \frac{\pi D^2}{40}$$

Con:

$F_{avance}$  = Fuerza de avance del pistón [N]

$P_{aire}$  = Presión de aire [Bar]

$D$  = Diámetro cilindro [mm]

Despejando el diámetro de la ecuación 4.2.

$$D = \sqrt{\frac{(40)(F_{avance})}{\pi(P_{aire})}} = \sqrt{\frac{40(2288,225 \text{ N})}{\pi(8 \text{ Bar})}}$$

$$D = 60,3475 \text{ mm}$$

El diámetro estándar para este cilindro es de 63 mm

Con el resultado se calcula la fuerza del cilindro.

$$F = 8 \text{ Bar} * \frac{\pi(63\text{mm})^2}{40} = 2493,8 \text{ N}$$

$$F = 2493,8 \text{ N} > 2288,225 \text{ N}$$

Considerando que: la fuerza mínima de planchado es equivalente a la mitad de la máxima, por lo tanto la fuerza mínima para planchar es 1246,9 N

La tabla 4.1, ilustra las fuerzas generadas por el cilindro al variar la presión de aire, obteniendo las presiones de trabajo.

**Tabla 4.1.** Fuerza del cilindro para diferentes presiones

Presión (Bar)	Diámetro Cilindro (mm)	Fuerza (N)
1	63	311,73
2	63	623,45
3	63	935,18
4	63	1246,90
5	63	1558,63
6	63	1870,35
7	63	2182,08
8	63	2493,80

La zona marcada muestra las presiones admisibles para estampar

La fuerza de retroceso del cilindro permite que la plancha regrese a su posición inicial. Se la calcula mediante la siguiente ecuación.

**Ecuación 4.3.** Fuerza de retroceso del cilindro [12]

$$F_{retroceso} = P_{aire} * \frac{\pi(D^2 - d^2)}{40}$$

Siendo  $d$ : diámetro del vástago

Para un cilindro de diámetro de embolo 63 mm, el diámetro del vástago es de 20 mm, para un cilindro de la marca AIRTAC, (Ver Anexo 5).

$$F_{retroceso} = 8Bar * \frac{\pi[(63 mm)^2 - (20 mm)^2]}{40}$$

$$F_{retroceso} = 2242,47 N$$

La fuerza de retroceso mínima, para que la plancha regrese a su posición inicial, es el peso de la plancha. Se la calcula utilizando la ecuación 4.4.

#### Ecuación 4.4. Ecuación del peso [13]

$$W = m * g$$

Siendo:

$W$ : Peso [ $N$ ]

$m$ : Masa [ $kg$ ]

$g$ : Gravedad [ $9,81 \text{ m/s}^2$ ]

$$W = (15 \text{ kg}) \left( 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 147,15$$

Se observa que el peso de la plancha que se ha calculado es menor a las fuerzas de retroceso mostradas en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2.** Fuerza de retroceso del cilindro para diferentes presiones

Presión (Bar)	Diámetro Cilindro (mm)	Fuerza (N)
1	63	280,31
2	63	560,62
3	63	840,93
4	63	1121,24
5	63	1401,55
6	63	1681,86
7	63	1962,16
8	63	2242,47

#### 4.1.2.1.2. Consumo de aire del cilindro.

El consumo de aire del cilindro es una función de la relación de compresión, del área del pistón y de la carrera. Esto se lo puede determinar mediante los gráficos del Anexo 5, siendo el consumo de aire del cilindro por ciclo es 7 L

El consumo de aire del cilindro se lo determina por.

Consumo de aire total [Litros/min (ANR)] = Consumo de aire del cilindro neumático x Número de ciclos por minuto x número de cilindros usados [10].

El consumo resultante es:  $(7 L) * 5 \left(\frac{\text{ciclos}}{\text{min}}\right) * 2 = 70 \frac{L}{\text{min}}$

#### 4.1.2.2. Selección de la electroválvula.

En el diagrama, se ha seleccionado una electroválvula 5/2 para el accionamiento del cilindro. Esta selección se realiza por medio del caudal requerido y del caudal nominal según indican la Ecuación 4.5 y Ecuación 4.6.

**Ecuación 4.5.** Caudal requerido [13]

$$Q_r = 0.0028 * \frac{d^2 * C}{t} * (p + 1.013)$$

$Q_r$  = Caudal requerido  $\left(\frac{m^3}{h}\right)$

$d$  = Diámetro del pistón del cilindro (cm)

$C$  = Carrera del cilindro (cm)

$t$  = Tiempo de ejecución del movimiento (s)

$P$  = Presión de operación o manométrica (Bar)

Siendo el tiempo de ejecución de 1,5 s

$$Q_r = 0,0028 * \frac{6,3^2 * 15}{1,5} * (8 + 1,013)$$

$$Q_r = 10,016 \frac{m^3}{h}$$

**Ecuación 4.6.** Caudal nominal [13]

$$Q_n = \frac{40,89 * Q_r}{\sqrt{\Delta p(p_e - \Delta p)}}$$

dónde:

$Q_n$  = Caudal nominal de la válvula ( $\frac{m^3}{h}$ )

$\Delta p$  = Caída de presión admitida en la válvula (*Bar*)

$p_e$  = Presión absoluta de alimentación de la válvula (*Bar*)

Según el Anexo 5 se tiene:

$$Q_n = \frac{40,89 * 10.016}{\sqrt{1,5(8 - 1,5)}} = 131,162 \frac{m^3}{h}$$

Para la selección se transforma de  $\frac{m^3}{h}$  a *CV*. Con  $Q_n = 2,22$  *CV*, según el Anexo 6 se obtiene una electroválvula con las siguientes características.

Rango de presión de trabajo = 1,5 – 8 *Bar*.

Caudal nominal = 2,7 *CV*.

Bobina = 220 *V* / 60 *Hz*

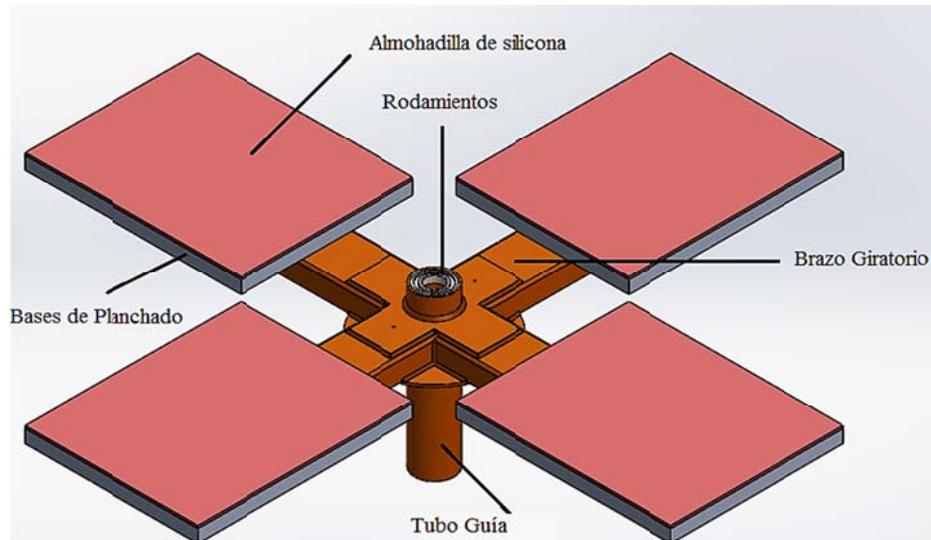
Conexión = 1/2 *in*

#### **4.1.3. DISEÑO DEL SISTEMA GIRATORIO**

El sistema giratorio está formado por: brazos giratorios, bases de planchado, y sensores de posicionamiento.

Este sistema es el encargado de llevar la prenda con la estampa, hacia las planchas, para realizar el proceso de transferencia. Por lo que las bases de planchado ensambladas en los brazos giratorios, son las que deben soportar la presión de estampado. Para su análisis se emplea la fuerza de avance del cilindro, detallada anteriormente.

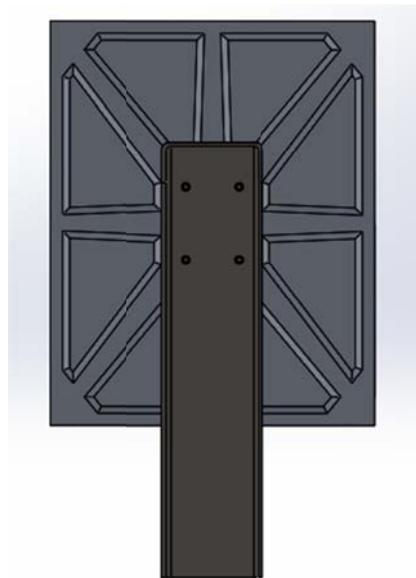
En la figura 4.3, muestra la estructura del sistema giratorio.



**Figura 4.3.** Sistema Giratorio

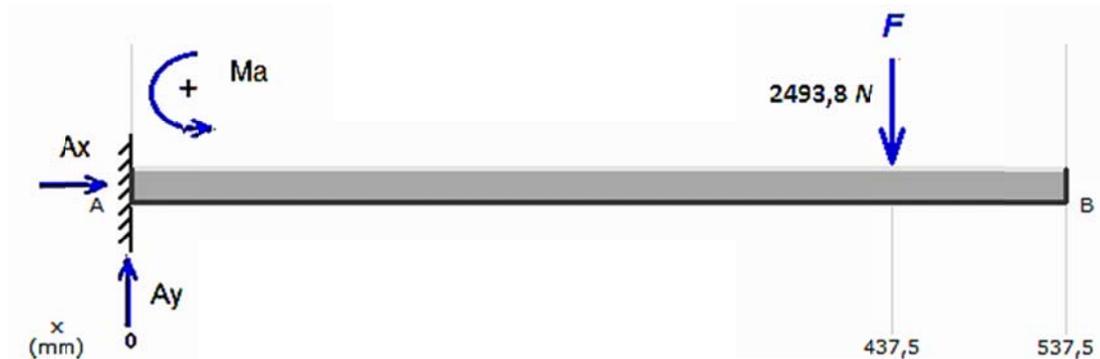
Las bases de planchado son fabricadas de aluminio, con el mismo material de las planchas. Sobre estas bases se colocan los cauchos de silicona (silicone pad), para corregir el desnivel de la plancha y conseguir un estampado uniforme.

El eslabón más crítico que soporta la carga son los brazos. En la figura 4.4, se observa la estructura el brazo giratorio.



**Figura 4.4.** Brazo Giratorio

Para su análisis se lo trata como una viga empotrada, que debe soportar la fuerza ejercida por el cilindro. En la figura 4.5, se explica su comportamiento mediante un diagrama de cuerpo libre.



**Figura 4.5.** Diagrama de cuerpo libre de la sección del brazo giratorio.

En la figura 4.5, se observa que no hay cargas sobre el eje x, por lo que la reacción es nula,  $A_x = 0$ . También se muestra una carga puntual ( $F$ ), sobre la viga empotrada, correspondiente a la fuerza que ejerce el pistón neumático sobre la plancha.

Empleando la ecuación 4.7, se calcula la reacción  $A_y$ :

**Ecuación 4.7.** Análisis de cargas estáticas en el eje Y [12]

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$A_y - F = 0$$

$$A_y = 2493,8 \text{ N}$$

Por último se calcula el  $M_A$  (Ecuación 4.8).

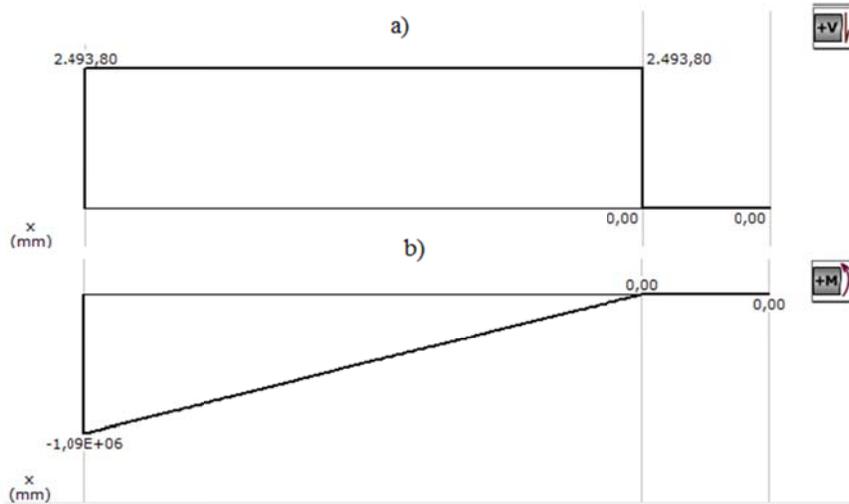
**Ecuación 4.8.** Momentos en vigas empotradas [12]

$$+\cup \Sigma M_A = 0$$

$$M_A - (2493,8 \text{ N})(437,5 \text{ mm}) = 0$$

$$M_A = 1091037,5 \text{ N} \cdot \text{mm} = 1091,0375 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Con el diagrama resuelto, se obtiene el diagrama de fuerza cortante y momento flector.



**Figura 4.6.** Diagrama de fuerza cortante (a) y momento flector (b).

Mediante los diagramas de la figura 4.6, se determina la fuerza cortante y el momento flector máximo.

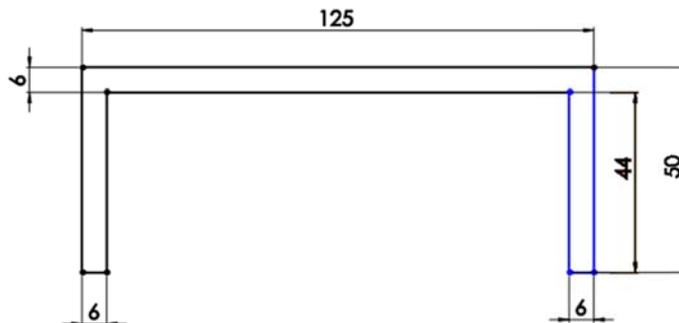
$$V_{max} = -2493,8 \text{ N}$$

$$|V_{max}| = 2493,8 \text{ N}$$

$$M_{max} = 1091,0375 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Se realiza el análisis estático del eslabón seleccionado, considerando que el material a utilizar, es el acero estructural ASTM A36, con un perfil tipo U. La resistencia de fluencia es de 250 MPa y la resistencia a la tensión de 400 MPa [3].

La figura 4.7, muestra las medidas de perfil seleccionado.



**Figura 4.7.** Geometría del perfil estructural tipo U

Con el momento máximo calculado, se utiliza los criterios de resistencia admisible del material, y se determina si el perfil seleccionado para la viga trabaja con un coeficiente de seguridad estático permisible.

El esfuerzo máximo de flexión del brazo giratorio se lo calcula en base a la ecuación 4.9.

**Ecuación 4.9.** Esfuerzo debido a flexión [3]

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

dónde:

$\sigma$ : Esfuerzo de flexión

$M$ : Magnitud del momento de flexión

$c$ : Distancia del eje neutro a la fibra más alejada, en la sección transversal de la viga

$I$ : Momento de inercia del área transversal con respecto a su eje neutro.

La distancia del eje neutro al punto más alejado, se lo calcula en base al estudio de áreas como se muestra en la tabla 4.3

**Tabla 4.3.** Cálculo de centroide  $c$

Componente	Área ( $mm^2$ )	$\bar{y}$ ( $mm$ )	$\bar{y} \cdot A$ ( $mm^3$ )
1	$A = 125 \cdot 6 = 750$	57	42750
2	$A = 44 \cdot 6 = 264$	22	5808
3	$A = 44 \cdot 6 = 264$	22	5808
$\sum A$	1278	$\sum \bar{y} \cdot A$	54366

$$y = \frac{54366}{1278} \text{ mm} = 42.54 \text{ mm}$$

Para calcular el momento de inercia, se utiliza el teorema de los ejes paralelos, aplicando la ecuación 4.10.

**Ecuación 4.10.** Momento de inercia por ejes paralelos [4]

$$I_x = \frac{1}{12} (bh^2) + Ad^2$$

$$I_x = \frac{1}{12} (125)(50^3) + (125)(50)((42,54 - 25)^2) - \frac{1}{12} (113)(44^3) + (113)(44)((42,54 - 22)^2) \text{ mm}^4$$

$$I_x = 3224910 - 2899790 \text{ mm}^4 = 325120 \text{ mm}^4$$

Finalmente se hace uso de la ecuación 4.9, para encontrar el esfuerzo de flexión.

$$\sigma = \frac{1091037,5 \text{ N} \cdot \text{mm} * 42,54 \text{ mm}}{325120 \text{ mm}^4} = 142,756 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma = 142.756 \text{ MPa}$$

Considerando que el esfuerzo de fluencia para el material seleccionado es de 250 MPa, se utiliza la ecuación 4.11, para encontrar el factor de seguridad y comprobar si el material es el adecuado.

**Ecuación 4.11.** Factor de seguridad [4]

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

dónde:

$n$ : Factor de seguridad

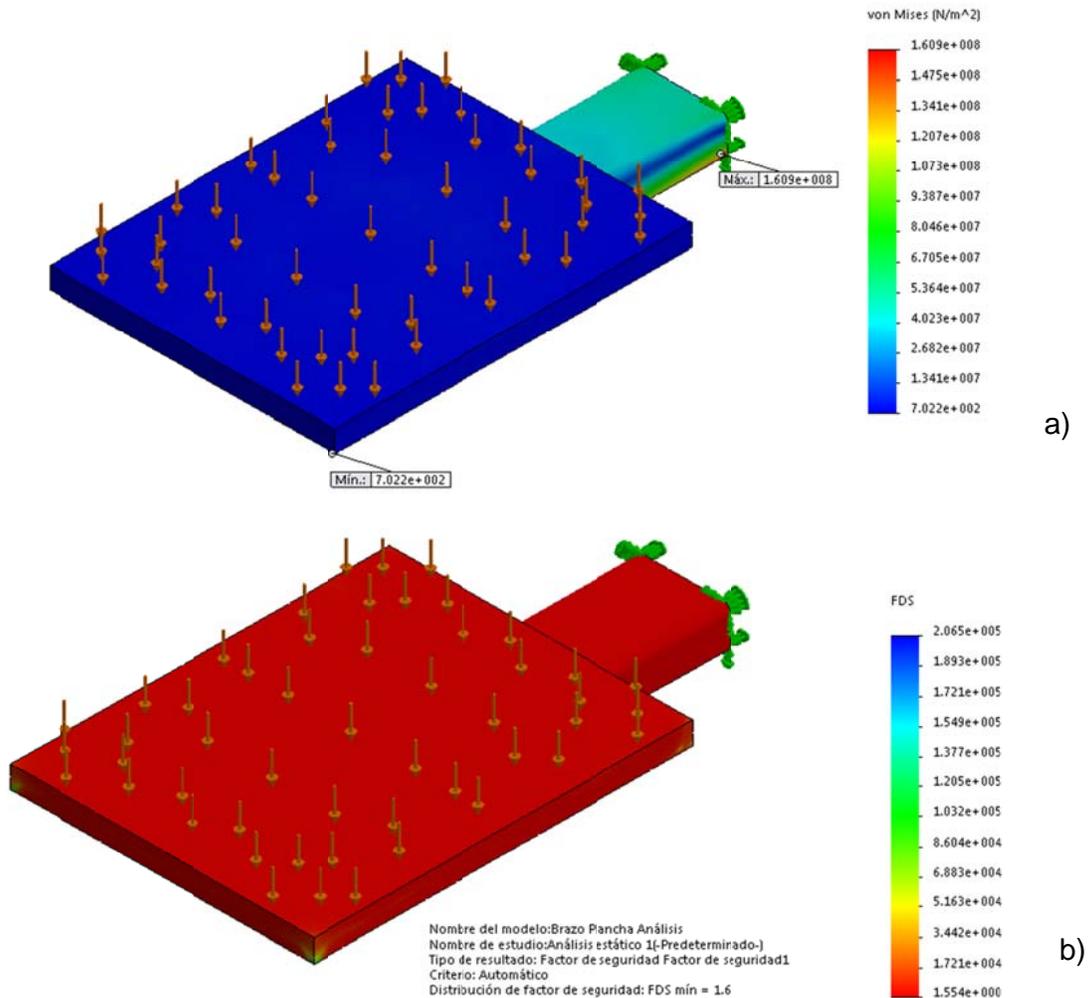
$S_y$ : Resistencia a la fluencia

$\sigma$ : Esfuerzo de flexión máximo

$$n = \frac{250 \text{ MPa}}{142,756 \text{ MPa}} = 1,75$$

El factor de seguridad obtenido, indica que el material seleccionado no fallará.

A continuación se utiliza la ayuda de un programa CAD, para simular las condiciones de trabajo y comprobar que el material no falle. En la figura 4.8, se encuentra el estudio realizado para el brazo estampador.

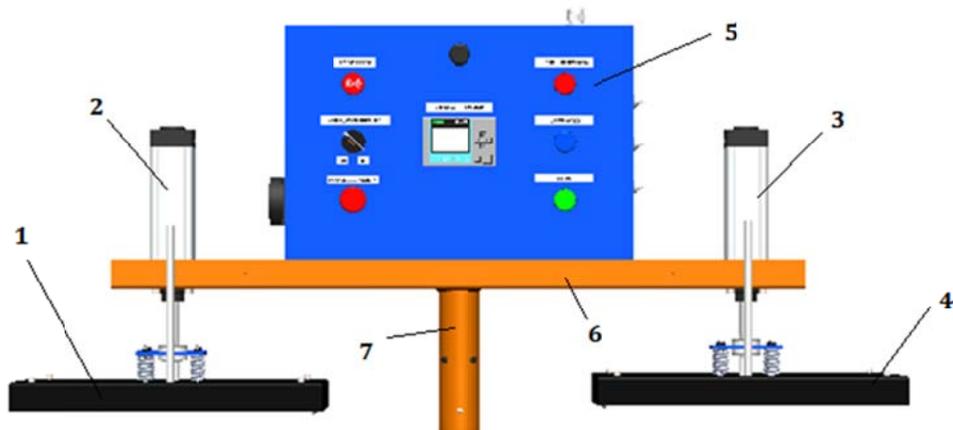


**Figura 4.8.** Análisis del brazo giratorio en Solidworks

En los resultados se puede observar que el factor de seguridad es de 1,6, muy cercano al valor obtenido. El valor calculado se aproxima a la simulación, presenta un error del 9%, entre el software y los cálculos. Se establece que ambas soluciones convergen y los posteriores análisis se efectuarán en el programa Solidworks.

#### 4.1.4. DISEÑO DEL SOPORTE DE LAS PLANCHAS.

El soporte de la plancha constituye una parte importante ya que en este se ubican los cilindros que a su vez se conectan con las planchas. Además sobre este soporte se encuentra el tablero y panel de control.



**Figura 4.9.** Elementos del soporte superior

1 y 4 Planchas

2 y 3 Cilindros Neumáticos

5 Tablero y Panel de Control

6 Canal U

7 Tubo redondo

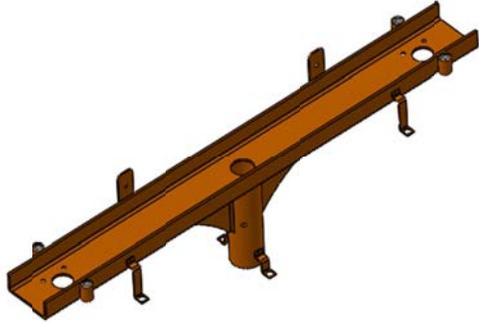
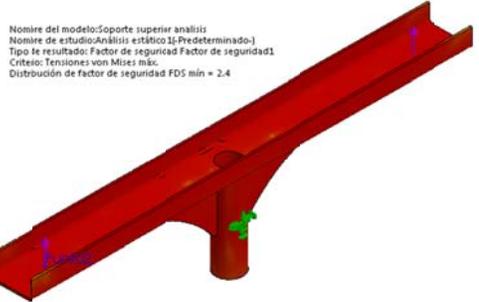
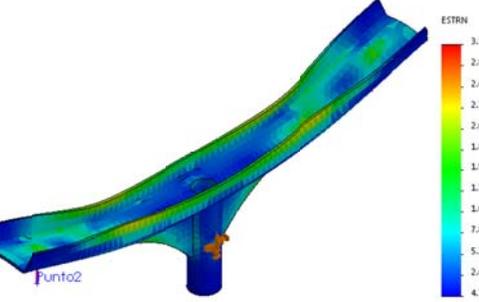
En la Figura 4.9, se observa, que en el soporte se encuentran las fuerzas generadas por los cilindros y el peso del tablero de control.

Se va a suponer que el peso del tablero de control se encuentra repartido en proporciones iguales. Las medidas del tablero son de  $0,6\text{ m} \times 0,4\text{ m}$ .

Considerando que tanto el peso de la viga, como del tablero son insignificantes comparadas con la carga aplicada, se ignora en el diagrama de cuerpo libre

En el diseño del soporte superior se utiliza como material, un perfil estructural tipo canal U ASTM A36. En la tabla 4.4, se muestran las especificaciones del diseño.

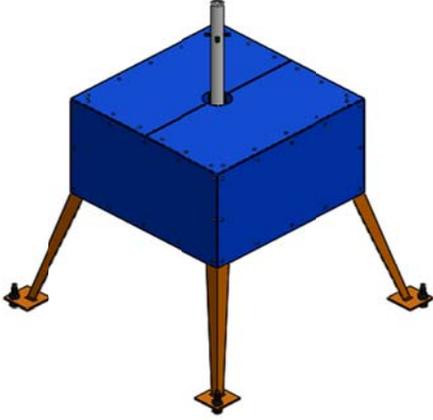
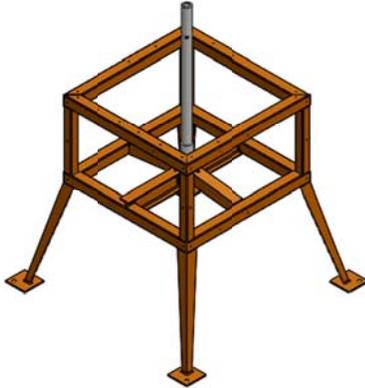
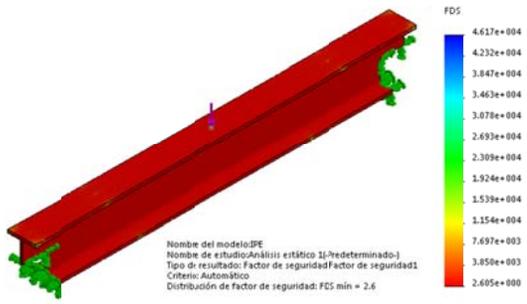
**Tabla 4.4.** Diseño del soporte superior

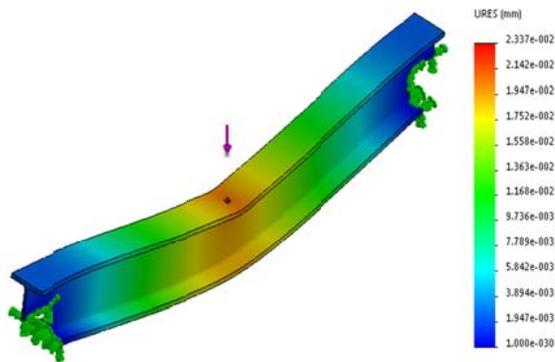
	<p><b>Elementos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Canal U 125 x 50 x 6 mm</li> <li>➤ Tubo Cedula 80 2,5 in</li> <li>➤ Base sensores de posición</li> <li>➤ Tablero de Control</li> <li>➤ Cilindros Neumáticos</li> </ul>
<p>Nombre del modelo: Soporte superior analisis          Nombre de estudio: Analisis estático (Pre-determinado)          Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1          Criterio: Tensiones von Mises mín.          Distribución de factor de seguridad FDS mín = 2,4</p> 	<p><b>Factor de seguridad</b></p> <p style="text-align: center;"><math>n = 2,4</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El material no falla</li> </ul>
	<p><b>Desplazamiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El material no se deforma</li> <li>➤ Desplazamiento máximo: 1 mm</li> <li>➤ Esfuerzo Máximo: 105.2 MPa</li> </ul>

#### 4.1.5. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

La estructura se encuentra diseñada en tubo cuadrado de 50 x 50. Es la encargada de sostener todo el sistema, su forma se asemeja a un pulpo estampador.

**Tabla 4.5. Diseño de la estructura**

	<p><b>Elementos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Base</b></li> <li>➤ <b>Soporte del eje</b></li> <li>➤ <b>Eje guía</b></li> <li>➤ <b>Mecanismo de Ginebra</b></li> <li>➤ <b>Motor y variador</b></li> </ul>
	<p><b>Base</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La estructura está formada por tubo estructural cuadrado de 50 x 50 mm</li> <li>➤ El eje principal es de acero perforado 705. Sobre este eje se monta el soporte superior y los brazos giratorios.</li> </ul>
	<p><b>Soporte del eje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Es el soporte principal de la máquina. Es el encargado de mantener el eje fijo al bastidor de la máquina</li> </ul>
	<p><b>Factor de seguridad del Soporte del eje</b></p> <p style="text-align: center;"><math>n = 2,6</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El elemento no falla</li> </ul>



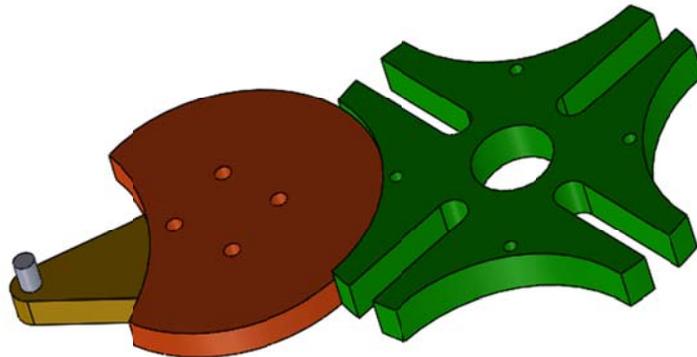
### Deformación del Soporte del eje

- Tiene una deformación despreciable de 0,023 mm

#### 4.1.6. DISEÑO DEL MECANISMO DE GINEBRA.

Se observa en la Figura 4.10, el mecanismo tiene tres componentes principales:

- Rueda o cruz
- Manivela o seguidor
- Rodillo



**Figura 4.10.** Mecanismo de Ginebra

Se utiliza como seguidor, para asegurar que el sistema siempre permanezca en cuatro posiciones exactas.

Nos permite situar adecuadamente los brazos con las planchas para realizar el planchado uniformemente.

##### 4.1.6.1. Dimensionamiento.

Para dimensionar este mecanismo se necesitan tres valores impuestos y cuatro calculados. La Tabla 4.6 muestra su nomenclatura

**Tabla 4.6.** Nomenclatura mecanismo de ginebra

Valores impuestos
a: Distancia centro a centro entre el rodillo y la manivela
n: Número de ranuras
p: Diámetro del rodillo
Valores calculados
c: Distancia entre centros
b: Radio de la cruz
s: Longitud del centro de la cruz a la ranura
y: Radio del arco cruz de ginebra

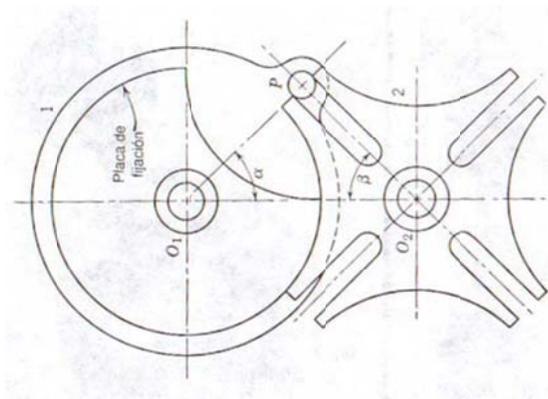
Valores iniciales

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$n = 4$$

$$p = 10 \text{ mm}$$

En la figura 4.11 se observa la geometría del mecanismo.



**Figura 4.11.** Geometría del Mecanismo de Ginebra [17]

Las ecuaciones necesarias para el cálculo del mecanismo de Ginebra son las siguientes:

**Ecuación 4.12.** Distancia entre centros

$$c = \frac{a}{\text{sen}\left(\frac{180}{\pi}\right)}$$

**Ecuación 4.13.** Radio de la cruz

$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

**Ecuación 4.14.** Longitud del centro de la cruz a la ranura

$$s = (a + b) - c$$

**Ecuación 4.15.** Radio del arco cruz de ginebra

$$y = a - p$$

Reemplazando en la ecuación 4.12

$$c = \frac{100}{\text{sen}(45)} = 141.42 \text{ mm} \approx 141 \text{ mm}$$

Reemplazando en la ecuación 4.13

$$b = \sqrt{141^2 - 100^2} = \sqrt{9881} = 99,4 \approx 99 \text{ mm}$$

Reemplazando en la ecuación 4.14

$$s = 141 \text{ mm} - 100 \text{ mm} = 41 \text{ mm}$$

Reemplazando en la ecuación 4.15

$$y = 100 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 90 \text{ mm}$$

#### 4.1.6.2. Propiedades de masa de la cruz.



**Figura 4.12,** Vista isométrica de cruz de malta

Mediante el diseño realizado en inventor se obtiene los siguientes parámetros

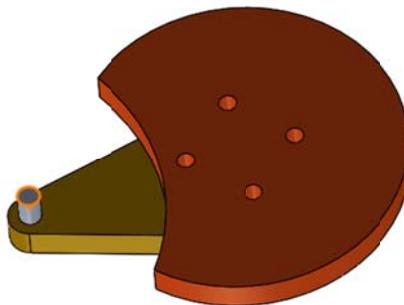
Densidad =  $0,01 \text{ g} * \text{mm}^3$

Masa =  $2444,64 \text{ g}$

Volumen =  $311418,98 \text{ mm}^3$

Área de superficie =  $73538,37 \text{ mm}^2$

#### 4.1.6.3. Propiedades de masa de manivela



**Figura 4.13.** Vista isométrica de la masa de manivela

Para la masa de manivela del mecanismo de ginebra se tiene los siguientes parámetros

Densidad =  $0,01 \text{ g} * \text{mm}^3$

Masa =  $11216,37 \text{ g}$

Volumen =  $1428836,40 \text{ mm}^3$

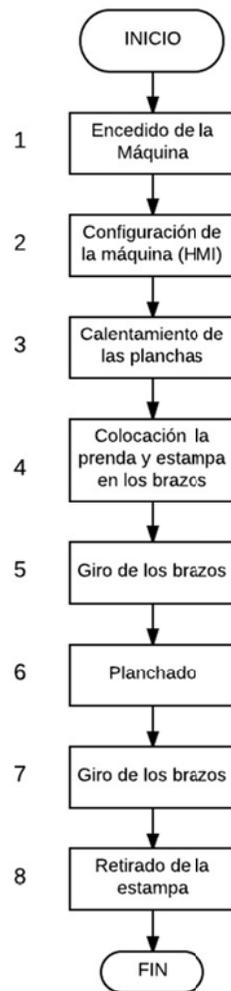
Área de superficie =  $180328,87 \text{ mm}^2$

Centro de masa: ( $mm$ )

## 4.2. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

### 4.2.1. LÓGICA DE CONTROL.

El sistema de control inicia a partir de un flujograma de los procesos que intervienen en el estampado, utilizando el mecanismo obtenido en el diseño mecánico.



**Figura 4.14.** Proceso de estampado en la estampadora tipo pulpo

De acuerdo al flujograma de la figura 4.14, en el HMI se realiza la configuración de la estampadora. Se establece el tiempo y temperatura con el cual se va a trabajar. Entonces se deben controlar estos dos parámetros, los cuales dependerán del tipo de estampado transfer a realizar.

Además es necesario controlar el giro de los brazos, para realizar el planchado. La velocidad del giro de los brazos, no necesita ser modificable, por lo que se la establecerá como constante, mediante ensayos con estampados en caliente.

#### 4.2.2. CONTROLADOR.

La selección del controlador se basa en los siguientes requerimientos.

- El HMI necesita de una pantalla, que sirva de interfaz de usuario, en la cual el operador pueda configurar fácilmente, los parámetros de estampación.
- Debe proveer información a los usuarios, esto puede ser: cantidad de estampados, tipo de estampado, temperatura y tiempo de estampación.
- Realizar un control de temperatura eficiente.
- Controlar el sistema de planchado y de giro.
- Número de entradas y salidas.

En la tabla 4.7, se indica las especificaciones de las entradas y salidas del proyecto.

**Tabla 4.7.** Descripción de las entradas y salidas de la estampadora

SALIDAS			
Nº	Nombre	Voltaje / Corriente	Descripción
1	Relé de estado sólido 1	3-32 VDC / 300 mA	Control del encendido y apagado de la plancha 1.
2	Relé de estado sólido 2	3-32 VDC / 300 mA	Control del encendido y apagado de la plancha 2.
3	Electroválvula 1	220 VAC / 500 mA	Termofijar con la plancha 1
4	Electroválvula 2	220 VAC / 500 mA	Termofijar con la plancha 2

<b>5</b>	Activar motor	-	Activar o detener al motor
<b>6</b>	Giro del motor	-	Activa el giro del motor sentido horario y anti horario
<b>7</b>	Buzer	220 VAC / 500 mA	Indicación sonora que existe un fallo en la máquina
<b>8</b>	Luz Inicio	220 VAC / 200 mA	Indicación visual de inicio del proceso
<b>9</b>	Luz de Advertencia	220 VAC / 200 mA	Indicación visual de advertencia de un error.
<b>ENTRADAS</b>			
<b>1</b>	Señal Temperatura 1	0 - 10 VDC (10 mV / °C)	Señal análoga, indica la temperatura de la plancha 1
<b>2</b>	Señal Temperatura 2	0 - 10 VDC (10 mV / °C)	Señal análoga, indica la temperatura de la plancha 1
<b>3</b>	Señal error temperatura 1	12 VDC / 12 mA	Indica un error de la lectura del sensor de temperatura 1.
<b>4</b>	Señal error temperatura 2	12 VDC / 12 mA	Indica un error de la lectura del sensor de temperatura 2.
<b>5</b>	Sensor Posición 1	3 - 36 VDC / 20 mA	Indica la posición de los brazos cuando gira hacia la derecha
<b>6</b>	Sensor Posición 2	3 - 36 VDC / 20 mA	Indica la posición de los brazos cuando gira hacia la izquierda.
<b>117</b>	Sensor Posición 3	3 - 36 VDC / 20 mA	Indica que la plancha 1 esté en su correcta posición
<b>8</b>	Sensor Posición 4	3 - 36 VDC / 20 mA	Indica que la plancha 2 esté en su correcta posición
<b>9</b>	Pedal	-	Realiza el estampado cuando se trabaje en modo manual.
<b>10</b>	Botón de Giro 1	-	Gira los brazos hacia la derecha.
<b>11</b>	Botón de Giro 2	-	Gira los brazos hacia la izquierda.
<b>12</b>	Botón de emergencia	-	Detiene la máquina ante un posible fallo

Con la cantidad de entradas y salidas se determina el uso de un PLC siemens LOGO!, debido a que este puede trabajar a los diferentes voltajes tanto para las entradas como para las salidas. La interfaz de usuario emplea la pantalla LOGO! TDE.

Existen varias versiones de LOGO! (ver Anexo 10), pero debido a que se trabaja con sensores digitales como analógicos se selecciona como modulo base el LOGO! 12/24RCE, por las siguientes características [4]:

- Voltaje de operación 12 – 24 V DC
- 8 Entradas digitales
  - Señal 0: < 5 V DC
  - Señal 1: > 8,5 V DC
- 4 Entradas pueden ser configuradas como analógicas (0 – 10 V).
- 4 Salidas a Relé (10 A)

Tienen un total de ocho entradas y cuatro salidas. En la tabla 4.7, se indica que el control necesita de nueve salidas y doce entradas, por lo que es necesario conectar un módulo adicional al controlador.

Se necesitan cinco salidas más, por lo que se selecciona el DM16 12/24R.

En la figura 4.15 a) se observa el controlador y el módulo de expansión de entradas y salidas (figura 4.15 b), para cubrir las entradas y salidas que se necesitan.



a) LOGO! 12/24RCE

b) DM16 12/24R

**Figura 4.15.** Controlador

### **4.2.3. CONTROL DE TEMPERATURA.**

En el transfer no se necesita de un estricto control de temperatura, como se indica anteriormente la calidad del estampado depende de tres factores. Se considera que un rango de temperatura de 5 grados no afecta sobre la transferencia. Muchas estampadoras utilizan un termostato como controlador de temperatura, porque no existen grandes cambios de temperaturas en las planchas, es decir, que la temperatura de las planchas se mantiene por varios segundos, debido a su aislamiento.

Las estampadoras actuales tienen controladores digitales de temperatura, que permiten el control exacto de este parámetro y permiten visualizar en una pantalla la temperatura de control y la temperatura de la plancha. El control utilizado depende de cada controlador digital siendo el más empleado el de tipo PID(Control proporcional integral y derivativo) y Fuzzy (Control con lógica difusa).

El control de temperatura se encuentra formado por los siguientes elementos:

- Placa calefactora
- Sensor de temperatura
- Acondicionamiento del sensor
- Sistema de control
- Elemento de control

#### **4.2.3.1. Placa calefactora.**

La placa calefactora o plancha, entrega una temperatura comprendida entre, 150 – 200 °C , mediante resistencias eléctricas, diseñadas para altas temperaturas. Sus características se encuentran en el capítulo 3.

El acabado superficial de estas planchas presenta unas diminutas perforaciones, que provoca un estampado defectuoso, para evitar este inconveniente se emplea una lámina de teflón en su base. Además evita que el papel se adhiera a la plancha. El teflón debido a sus características aislantes hace que la temperatura disminuya durante la transferencia.

Es necesario colocar un aislamiento a la plancha en su parte superior, para evitar las pérdidas del calor generado.

#### **4.2.3.2. Sensor de temperatura.**

Existen diversos sensores de temperatura, los más utilizados para estas planchas son las termocuplas, por su disponibilidad, precio y facilidad de instalación.

La máquina controla la temperatura de dos planchas por lo que se ha utilizado dos termocuplas. Las características de estos sensores se encuentran en el anexo 7.

#### **4.2.3.3. Acondicionamiento del sensor.**

Las termocuplas entregan una señal de voltaje que varía con la temperatura, dicha señal está en el orden de los micro voltios, por lo que para que el controlador de la máquina (PLC LOGO!), reciba esta señal, necesita ser acondicionada. Se hace uso de un amplificador de instrumentación específico para esta aplicación, el AD595, que proporciona en su salida una señal de 10 mV/°C.

Considerando que el LOGO! en sus entradas analógicas tiene una resolución de 10 bits, el voltaje mínimo aceptable es de 9,77 mV. Con este amplificador se obtiene un error de lectura de 2,7 %. Además que corrige el factor de compensación por junta fría que aparece cuando se trabaja con termocuplas.

El circuito y características de este amplificador se encuentra detallado en el anexo 8 y 9.

#### **4.2.4. CONTROL DE TIEMPO.**

EL control del tiempo depende del controlador a través de sus funciones de temporizadores. La máquina trabaja de forma manual y automática, teniendo para cada modo de operación diferentes tiempos.

#### **4.2.4.1. Tiempo de planchado.**

Consiste en el tiempo mediante el cual, se realiza la transferencia de la estampa hacia la camiseta. Este parámetro se lo configura en el HMI. Se lo configura cuando se trabaje en modo manual o automático.

#### **4.2.4.2. Tiempo de espera.**

Consiste en un intervalo en el que, la máquina se encuentra en reposo, mientras el trabajador se encuentra retirando la estampa y colocando la siguiente prenda. Se considera un periodo de inactividad de la máquina. Este tiempo no puede ser configurado.

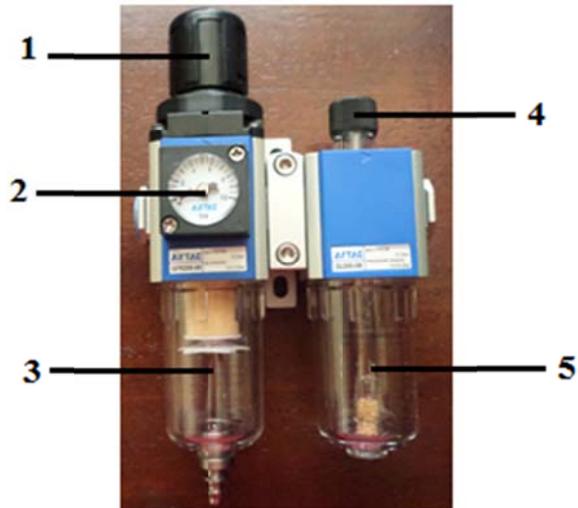
#### **4.2.4.3. Tiempo total de estampado.**

Este tiempo se lo utiliza cuando se quiera trabajar de modo automático, consiste en la suma del tiempo de planchado y el tiempo de espera. El tiempo de estampado, permite controlar exactamente la producción. El operario debe mantener el ritmo de trabajo, de acuerdo al tiempo total de estampado fijado. Se lo configura cuando se trabaje en modo automático.

Para colocar adecuadamente el valor del tiempo total de estampado, se realizan pruebas iniciales simulando una operación manual, con el fin de determinar el tiempo que se demora en realizar un estampado.

#### **4.2.5. CONTROL DE PRESIÓN.**

En la unidad de mantenimiento de la figura 4.16, se observa un dispositivo denominado regular de presión de aire, el cual controla la cantidad de presión de aire en el sistema neumático.



**Figura 4.16.** Unidad de mantenimiento

- 1) Regulador de presión de aire
- 2) Manómetro
- 3) Filtro de Aire
- 4) Dosificador del lubricador
- 5) Depósito del lubricador

El regulador controla la presión desde 0 hasta 10 *Bar*.

#### **4.2.6. CONTROL DEL GIRO.**

La parte móvil de la estampadora semiautomática, son los brazos que llevan las bases de las planchas. En estas bases se coloca la prenda con la estampa.

Está formado por los siguientes elementos:

- Motor
- Control del motor
- Mecanismo de ginebra
- Brazos giratorios
- Sensores de posición

#### 4.2.6.1. Motor.

El motor es el encargado de producir el giro en la estructura de los brazos giratorios, llevando la camiseta con la estampa de la estación de alimentación, hacia la estación de planchado.

El peso de los brazos giratorios es de aproximadamente de 35 *kg*. Razón por la cual se emplea el motorreductor de la figura 4.17.



**Figura 4.17.** Motorreductor

Este motor es utilizado en las máquinas fusionadoras, bandas transportadoras pequeñas y agitadores de líquidos.

El motor presenta las siguientes características.

- Voltaje: 110 *V AC*
- Potencia: 90 *W*
- Velocidad: 60 *rpm*
- Torque: 20 *N · m*

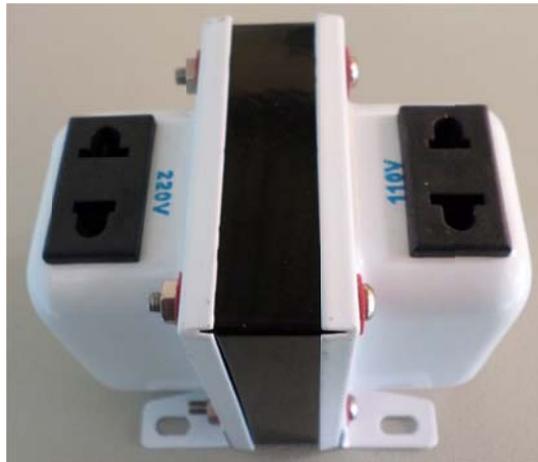
#### 4.2.6.2. Control del motor.

El motor cuenta con un controlador de velocidad y giro (ver figura 4.18). Este dispositivo controla la velocidad desde 10 *rpm* hasta las 60 *rpm*.



**Figura 4.18.** Variador de velocidad del motorreductor de 90 W

Debido a que el motor trabaja a 110 V, y la estampadora semiautomática funciona a 220 V, es necesario colocar un transformador de 220 V a 110 V, como el que se muestra en la figura 4.19.



**Figura 4.19.** Convertidor AC 220 – 110 V

El convertidor es de 100 W, puede trabajar a una frecuencia de 50 y 60 Hz

#### **4.2.6.3. Mecanismo de ginebra.**

Este mecanismo puede posicionar los brazos en ángulos de 90 °. El mecanismo de ginebra, conocido también como cruz de malta se fija al eje de los brazos giratorios, para transmitir el movimiento del motor.

Es fabricado con un material de Nylon 6.

#### **4.2.6.4. Sensores de posición.**

Debido a que el tiempo total de estampado no es constante, el mecanismo de ginebra no es suficiente para posicionar los brazos. Un mayor tiempo de estampado puede provocar que el motor siga girando e intente empujar el mecanismo de ginebra, cuando las planchas sigan termofijando. Esta descoordinación puede provocar un sobrecalentamiento tanto del motor como del convertidor AC, para evitar que este problema aparezca se hace el uso de sensores de posición.

El sensor de posición seleccionado es de tipo inductivo. Se ha colocado 2 sensores para determinar la posición de la plancha. El primer sensor trabaja cuando el sentido de giro es de manera horaria, mientras que el segundo sensor trabaja de manera anti horaria.

El sensor inductivo seleccionado es el LM18-3008NA, sus características se detallan a continuación:

- Voltaje: 6 – 36 *V DC*
- Alcance: 8 *mm*
- Diámetro: 18 *mm*
- Número de hilos: 3
- Salidas: NPN, Normalmente Abierto

### **4.3. SISTEMA ELÉCTRICO**

Es el encargado de suministrar el voltaje adecuado a la estampadora para su funcionamiento. La etapa de control funciona en corriente continua mientras que la de potencia en corriente alterna.

En la tabla 4.8, se detallan las características de los elementos para la instalación del sistema eléctrico.

**Tabla 4.8.** Parámetros eléctricos de los componentes

<b>Elemento</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Intensidad (A)</b>	<b>Calibre del cable AWG</b>	<b>Protección</b>
<b>LOGO! 12/24RCE</b>	220 AC	1	16	Fusible 1 A
<b>Fuente LOGO!</b>	220 AC	1,76 A	16	Breaker 2A
<b>DM16 12/24R</b>	24 DC	1	16	Fusible 1 A
<b>LOGO! TDE</b>	24 DC	0,5	18	Fusible 0,5 A
<b>Placa de Temperatura</b>	24 DC	0,5	18	Fusible 0,5A
<b>Plancha 1</b>	220 AC	15	12	Breaker 20 A
<b>Plancha 2</b>	220 AC	15	12	Breaker 20 A
<b>Luces</b>	220 AC	0,2	18	Breaker 2 A
<b>Electroválvulas</b>	220 AC	0,3	18	Ninguna
<b>Ventiladores</b>	220 AC	0,25	18	Ninguna
<b>Convertor AC</b>	220 AC	1 A	18	Ninguna
<b>SSR</b>	24 DC	0,1	18	Ninguna
<b>Placa Variador</b>	24 DC	0,1	18	Ninguna
<b>Motorreductor</b>	110 AC	0,85	18	Variador
<b>Variador de velocidad</b>	110 AC	0,75	18	Fusible 1A

## CAPÍTULO V

### INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

#### 5.1. INSTALACIÓN EN MAQUILA CONFECCIONES

La fábrica tiene distribuida las maquinarias en diferentes áreas. El pulpo estampador se encuentra ubicado en el cuarto de estampado. Las dimensiones del cuarto son:

Ancho = 3,24 m

Largo = 4,12 m

Alto = 2,23 m

En la figura 5.1, se puede observar la distribución de las maquinarias para el área de estampado.

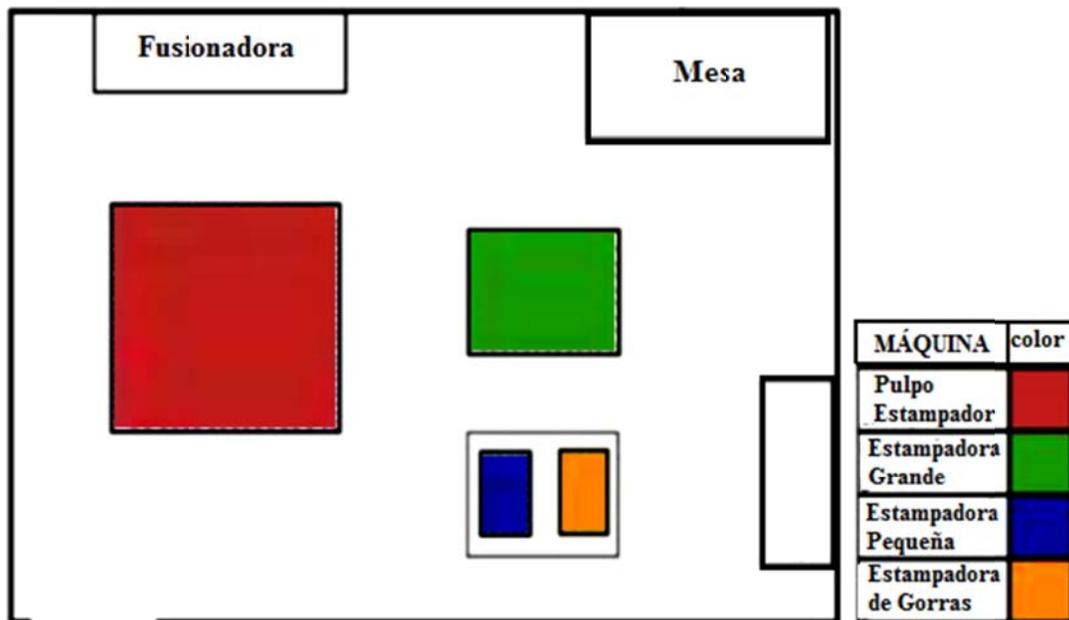


Figura 5.1. Área de estampado [5].

Para la instalación del proyecto en la fábrica “Maquila Confecciones”, se determinaron las características de la máquina, como se indica en la tabla 5.1.

**Tabla 5.1.** Características de la máquina

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA</b>	
<b>Dimensiones</b>	1,5 x 1,5 x 1,7 m
<b>Peso Total</b>	145,8 kg
<b>Voltaje</b>	220 V/60 Hz
<b>Corriente</b>	33 A
<b>Consumo de Aire</b>	70 l/min
<b>Temperatura Máxima</b>	250 °C

La estampadora trabaja a temperaturas altas, por lo que es necesario que su ubicación se encuentre junto a la ventana del cuarto de estampado, de manera que se disipe el calor generado por las planchas.

La máquina necesita de un compresor neumático e instalaciones de la tubería de aire. La fábrica tiene instalado un compresor CAMPBELL vertical, de 60 galones con un motor de 2 Hp (Ver figura 5.2.).



**Figura 5.2.** Compresor de aire

La tabla 5.1, indica el voltaje de trabajo es 220 V, y la corriente de 33 A. Con estos datos se realizaron las instalaciones eléctricas. En el tablero de distribución eléctrica se colocaron las protecciones como lo indica la figura 5.3.



**Figura 5.3.** Tablero de distribución eléctrica

La acometida eléctrica tiene un cable 8 AWG (220 V), y un cable 10 AWG (tierra).

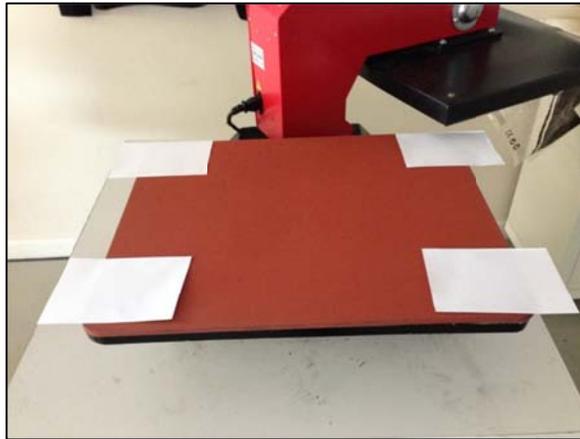
Una vez instalado el sistema eléctrico y neumático, se comprueba el estado las instalaciones, antes de conectar la máquina.

## 5.2. CALIBRACIÓN

Antes de poner en funcionamiento la máquina es necesario comprobar que se encuentre correctamente calibrada. Es necesario seguir las siguientes instrucciones:

- En la base de la estampadora hay 4 pernos para nivelar la base con el piso o corregir irregularidades del suelo. La máquina debe estar correctamente alineada y mantenerse fija. Para realizar este procedimiento se emplea un nivel de burbuja.

- Comprobar que las planchas y sus bases estén completamente alineadas. Se puede verificar colocando pedazos de papel, en las esquinas de las bases de la plancha (Ver figura 5.4), se realiza el prensado y luego se intenta extraer el papel. Si el papel, se encuentra fijo durante el prensado, la máquina está alineada, pero si alguno de los trozos de papel se sale fácilmente, esto indica que la presión es irregular en ese punto, y se necesita alinear las bases de las planchas [6].



**Figura 5.4.** Prueba de alineación de las bases de la plancha [6]

- Todos los elementos de fijación (pernos, prisioneros y tornillos) de la máquina, deben estar correctamente ajustados.
- Los sensores de posición deben estar censando correctamente.

### **5.3. PUESTA EN MARCHA**

Una vez verificado se procede con la puesta en marcha de la siguiente manera:

- Conectar las fuentes de alimentación eléctrica y de aire.
- Ajustar la presión de trabajo, mediante el regulador, ubicado en la unidad de mantenimiento.
- Encender la máquina. Revisar que las protecciones termo magnéticas, se encuentren activas.
- Configurar los parámetros de estampación y modos de trabajo en la interfaz de usuario.
- Esperar que las planchas lleguen a la temperatura configurada

- Calentar las bases de la planchas. Esto permite obtener una mejor calidad de estampado.
- Colocar la prenda con el estampado en las bases de las planchas.
- Iniciar el proceso de estampado

#### **5.4. SEGURIDAD**

La máquina debe ser manipulada por personal calificado, que tenga conocimiento técnico en la operación. A pesar de no ser una tarea compleja, esta precaución permite evitar que, por desconocimiento del funcionamiento, resulte afectado o dañado alguno de sus componentes. Es importante que los nuevos usuarios, lean detenidamente el manual de usuario de la estampadora, antes de utilizarla.

Es necesario considerar los siguientes aspectos para evitar accidentes:

- Se debe comprobar que el nivel de la base sea el adecuado y que la máquina se encuentre fija.
- Tener cuidado con las planchas cuando estén calientes, puede ocasionar quemaduras.
- Instalar un sistema de puesta a tierra.
- Verificar que no haya objetos en las bases de la plancha antes de trabajar
- Si existe algún error presionar inmediatamente el paro de emergencia.

#### **5.5. MANTENIMIENTO**

Es importante realizar un control del mantenimiento de la estampadora, para que se encuentre en correcto estado. Este mantenimiento depende del tiempo de uso.

Se debe considerar lo siguiente:

- Engrasar los ejes con regularidad, debido que la plancha trabaja con temperaturas superiores a 150 °C, es necesario colocar grasa, cuando se considere necesario.
- La máquina tiene un contador de horas de funcionamiento que informa al trabajador cuando necesite un mantenimiento general.
- Purgar el compresor regularmente, esto evita que el tanque se oxide y que el filtro tenga más vida útil.

- Realizar la calibración de la máquina mensualmente.

## 5.6. RESULTADOS

Previo al análisis de los resultados del pulpo estampador, se establecieron los parámetros de estampaciones en las planchas manuales instaladas en “Maquila Confecciones”. En la figura 5.5, se muestran los dos modelos de termofijadoras que la fábrica dispone. Estos parámetros sirven como guía para la configuración del pulpo estampador.



a) Plancha giratoria

b) Plancha Sándwich

**Figura 5.5.** Termofijadoras manuales instaladas en Maquila Confecciones

La figura 5.5 (a), presenta el modelo de una plancha giratoria, la cual se abre verticalmente y para retirar la plancha se la gira sobre un eje hacia un lado. Este sistema de apertura proporciona más comodidad y seguridad ya que se despeja completamente la base a la hora de retirar y poner el material.

En la tabla 5.2, se presenta la configuración de los parámetros de estampación de la termofijadora giratoria.

**Tabla 5.2.** Parámetros de estampado de la termofijadora giratoria

Tipo de estampado	Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Presión
Transfer Impreso	185	8	Media

<b>Alto relieve</b>	175	6	Baja
<b>Papel Grasa</b>	150	6	Baja
<b>Sublimación</b>	200	12	Media

El modelo de la figura 5.5 (b), se llama sándwich, porque su apertura es similar al de una sanduchera. Son las más utilizadas, por las siguientes características.

- Muy económicas
- Ocupan poco espacio
- Fácil de operar
- Mantenimiento sencillo

A pesar de sus características, presenta la desventaja en su operación. Al momento de estampar el calor generado por la termofijadora se dirige directamente hacia el usuario. Esto ocasiona que el trabajador se cansa más rápido. También tiene el riesgo de sufrir quemaduras y enfermedades por cambios bruscos de temperatura.

En la tabla 5.3, se detalla la configuración de los parámetros de estampación, para esta estampadora.

**Tabla 5.3.** Parámetros de estampación de la termofijadora tipo sándwich

<b>Tipo de estampado</b>	<b>Temperatura</b> (°C)	<b>Tiempo</b> (s)	<b>Presión</b>
<b>Transfer Impreso</b>	190	9	Media
<b>Alto relieve</b>	180	5	Baja
<b>Papel Grasa</b>	160	6	Baja
<b>Sublimación</b>	210	13	Media

Se observa que en las tablas 5.2 y 5.3, la presión en las planchas no puede ser medible, depende de la fuerza que ejerce el operador al momento del planchado.

Para realizar las pruebas en el pulpo estampador se debe considerar las siguientes recomendaciones:

- En el capítulo 4 se determinó que la máxima presión del compresor de aire es de 8 *Bar* y la mínima es de 4 *Bar*.
- Un exceso de presión, ocasiona que la tela se arrugue y que el consumo de aire aumente.
- Una presión baja cambia el tono de los colores de la estampa.
- Si la temperatura es muy elevada, la tela se contrae y la tinta adquiere un tono opaco. Además aumenta el consumo de corriente de la plancha.
- Si la temperatura es baja no se realiza la transferencia total de la estampa, o no se puede despegar adecuadamente el papel.
- El tiempo de planchado debe ser menor a 15 segundos.

Las pruebas se realizaron en los cuatro tipos de estampados más utilizados en la fábrica. Para el análisis se considera tres tipos de calidades: baja, media y excelente.

### 5.6.1. TRANSFER IMPRESO.

Este transfer se realiza en una impresora con tinta Inkjet y el papel transfer propio para este tipo de tintas. El papel se retira en caliente.

Se clasifica, los mejores resultados en la tabla 5.4.

**Tabla 5.4.** Parámetros para estampar transfer impreso

<b>TRANSFER IMPRESO</b>			
<b>OPCIONES</b>	<b>PRESIÓN (<i>Bar</i>)</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>TIEMPO (s)</b>
<b>1</b>	5	195	9
<b>2</b>	6	190	5
<b>3</b>	6	190	7
<b>4</b>	7	180	9
<b>5</b>	7	185	5
<b>6</b>	7	185	7

### 5.6.2. PAPEL GRASA.

El papel grasa es un tipo de transfer serigráfico que se retira cuando la tinta y la prenda se han enfriado. Este papel proporciona un acabado menos suave, brillante y de alta opacidad. Este papel posee una base que permite estampar sobre tejidos de algodón, algodón poliéster y fibras artificiales.

Las pruebas realizadas para este tipo de estampado se encuentran en las siguientes tablas:

En la tabla 5.5, se encuentran los resultados de las pruebas que proporcionan los parámetros adecuados para trabajar con papel grasa.

**Tabla 5.5.** Parámetros para estampar papel grasa

<b>PAPEL GRASA</b>			
<b>OPCIONES</b>	<b>PRESIÓN (Bar)</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>TIEMPO (s)</b>
1	5	165	7
2	5	170	5
3	6	160	7
4	6	160	9
5	6	165	5
6	7	145	11
7	7	150	5
8	7	150	7

### 5.6.3. ALTO RELIEVE.

El alto relieve es un tipo de transfer serigráfico, fabricado con un material que presenta un relieve, en el momento de ser transferido por acción del calor de la plancha. Este tipo de transfer suele estamparse sobre tejidos de algodón 100% o mezcla.

En la tabla 5.6, se encuentran los resultados de las pruebas que proporcionan los parámetros adecuados para trabajar con alto relieve.

**Tabla 5.6.** Parámetros para estampar alto relieve

<b>ALTO RELIEVE</b>			
<b>OPCIONES</b>	<b>PRESIÓN (Bar)</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>TIEMPO (s)</b>
1	5	190	7
2	6	180	11
3	6	185	5
4	6	185	7
5	7	170	11
6	7	175	5
7	7	175	7

#### 5.6.4. SUBLIMACIÓN

La sublimación, no corresponde a ningún tipo de transfer, sin embargo se realiza su estudio, debido a que en la fábrica se trabaja con esta técnica. La sublimación se trabaja en telas de poliéster y tejidos que contengan hasta un 65% de poliéster.

En la tabla 5.7, se encuentran los resultados de las pruebas que proporcionan los parámetros adecuados para sublimar.

**Tabla 5.7.** Parámetros para sublimar

<b>SUBLIMACIÓN</b>			
<b>OPCIONES</b>	<b>PRESIÓN (Bar)</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>TIEMPO (s)</b>
1	5	215	10
2	5	215	12
3	6	210	10
4	6	210	12
5	7	205	10
6	7	205	12
7	7	210	8

De las tablas anteriores se seleccionaron los parámetros de estampación, con los cuales se va a trabajar (ver Tabla 5.8).

**Tabla 5.8.** Parámetros de estampado de la estampadora tipo pulpo

<b>Tipo</b>	<b>Presión (Bar)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tiempo (s)</b>
<b>Transfer Impreso</b>	7	180	7
<b>Papel Grasa</b>	5	165	7
<b>Alto relieve</b>	6	185	7
<b>Sublimación</b>	7	205	10

#### 5.6.5. TIEMPO TOTAL DE ESTAMPADO

Mediante la tabla 5.9 se determinó el tiempo de estampado.

**Tabla 5.9.** Tiempo de Estampado

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (s)</b>
<b>Colocar la camiseta</b>	4
<b>Colocar la Estampa</b>	7
<b>Giro de las estaciones</b>	2
<b>Retirar la estampa</b>	2
<b>Retirar la camiseta</b>	2
<b>Total</b>	17

Se observa que el tiempo total de estampado es de 17 s.

Aquí se desprecia el tiempo de planchado ya que mientras se realizan las actividades de la tabla 5.9, la máquina se encuentra termofijando.

Con este tiempo de estampado se determinó el número máximo de estampados, durante la jornada laboral.

La cantidad máxima diaria es de 1694 estampados, trabajando con una plancha. Al operar con las dos planchas se tiene un total de 3388 estampados diarios.

Anteriormente con la estampadora manual se conseguía un máximo de 600 estampados diarios, triplicando la producción y evitando que el trabajador este expuesto directamente al calor de la plancha y ejerza esfuerzo físico.

En la tabla 5.10, se puede observar la comparación entre el sistema antiguo y el actual sistema.

**Tabla 1.10. Resultados**

	Termofijadora Manual	Pulpo estampador
Tiempo de estampado	29 segundos	17 segundos
Producción Ideal Diaria	993 estampados	1694 estampados
Producción Real Diaria	600 estampados	1500 estampados
Rendimiento	60,4 %	88,5 %

Se puede observar que el rendimiento del trabajador ha aumentado en 38 % más, por lo cual se ha mejorado la producción.

Y con los parámetros ya fijados se tiene una mejor calidad de estampado.

## **CONCLUSIONES**

El estudio del estampado transfer permite conocer cómo mejorar la calidad del estampado sobre camisetas de algodón, controlando eficientemente tres parámetros: temperatura, tiempo y presión. Estos parámetros no pueden ser generalizados ya que dependen del tipo de máquina con la que se trabaje.

El modelo presentado, se fundamenta en el funcionamiento de un pulpo de serigrafía y una plancha termofijadora, con el propósito de aprovechar las características de estas máquinas.

El diseño de la estructura tipo pulpo, mejora el proceso para estampar transfer en camisetas, aumenta la producción y reduce el esfuerzo físico del trabajador al operar las planchas manuales.

La estampadora semiautomática tipo pulpo controla eficientemente los tres parámetros de estampado de transfer. El tiempo y temperatura son controlados por el PLC, mientras que el sistema neumático se encarga del control de la presión.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que las máquinas estampadoras indiquen la configuración de los parámetros de estampado, para no realizar ensayos previos, ya que se desperdicia material y tiempo de trabajo.

La estampadora semiautomática, reduce el tiempo muerto de producción, sin embargo no lo puede eliminar completamente. El principal problema se encuentra en la colocación de la estampa, ya que depende de la habilidad del operador. Se recomienda realizar un estudio para mejorar este procedimiento.

Para su funcionamiento la máquina necesita de un compresor de aire, para proporcionar la presión de planchado. Para una futura investigación se recomienda reemplazar este sistema, de tal manera que la máquina no depende de un alimentador de aire.

Es necesario realizar un mantenimiento regular de la máquina, para prevenir posibles fallas y aumentar la vida útil de sus componentes, según se indica en el manual de usuario.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] INCORPORATED COTTON, «Estampado textil,» Carolina de Norte, 2003.
- [2] T. I. & S. Velasteguí, *Diseño y construcción de una máquina termofijadora para entretelas stretch fusionables en trajes de vestir aplicando un sistema de control de temperatura y tiempo para los diferentes tipos de textiles*, Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo - Escuela de ingeniería mecánica, 2012.
- [3] A. Terán, *Diseño, construcción y puesta en funcionamiento de una máquina mezcladora para la producción de pinturas plastisol.*, Ibarra - Ecuador: Universidad Técnica del Norte - Carrera de Ingeniería Textil, 2013.
- [4] M. González, *Nuevos procesos de transferencia mediante tóner y su aplicación al grabado calcográfico*, Madrid: Universidad Complutense de Madrid - Facultad de Bellas Artes, 2010.
- [5] F. t. p. l. i. Cotec, «Informe Cotec,» Mayo 2014. [En línea]. Available: [http://informecotec.es/media/N31\\_Textiles\\_Tec.pdf](http://informecotec.es/media/N31_Textiles_Tec.pdf). [Último acceso: 2 2015].
- [6] S. J. López, *Automatización Básica de un Brazo de Pulpo de Serigrafía*, Yucatán - México: Universidad Tecnológica del Regional del Sur, 2011.
- [7] E. P. Francés, «Cuidado y mantenimiento de tu plancha transfer,» Brildor, 15 05 2014. [En línea]. Available: <https://www.brildor.com/blog/planchas-transfer/cuidado-y-mantenimiento-de-tu-plancha-transfer.html>. [Último acceso: 15 09 2016].
- [8] J. T. V. Murillo, «TIPOS DE ESTAMPADOS EN LA ROPA,» Prezi, 02 10 2013. [En línea]. Available: <https://prezi.com/epw-znbb1xxc/tipos-de-estampados-en-la-ropa/>. [Último acceso: 19 08 2016].

- [9] W. H. Oscco, «scribd,» 05 08 2013. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/61688662/TECNOLOGIA-DEL-TERMOFIJADO>. [Último acceso: 07 03 2016].
- [10] E. Montana, «Scribd,» 05 12 2013. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/189650099/Un-compresor-es-una-maquina-de-fluido-que-esta-construida-para-aumentar-la-presion-y-desplazar-cierto-tipo-de-fluidos-llamados-compresibles>. [Último acceso: 18 07 2016].
- [11] K. Gaona, «karlagaona,» 11 Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://karlagaona.blogspot.com/2015/05/blog-post.html>. [Último acceso: Agosto 2015].
- [12] Prodigy Store, «Pulpo de serigrafía de 4 colores y 4 estaciones,» 2013. [En línea]. Available: <http://prodigystore.com/Publicidad/equipos-serigrafia/49-pulpo-de-serigrafia-de-4-colores-y-4-estaciones.html>. [Último acceso: 04 2016].
- [13] A. C. Solé, Neumática e Hidráulica, Primera ed., Barcelona - España: Marcombo S.A., 2007.
- [14] SMC, *Procedimientos de selección del modelo de cilindro neumático*.
- [15] R. L. Norton, Diseño de Máquinas un enfoque integrado, México: PEARSON, 2011.
- [16] R. L. Mott, Diseño de Elementos de Máquinas, México: PEARSON, 2006.
- [17] R. J. E. E. Ferdinand Beer, Mecánica Vectorial para Ingenieros Estática, México D.F.: McGraw-Hill, 2007.
- [18] soloingenieria.net, «Mecanismo rueda de ginebra / cruz de malta,» 02 25 2013. [En línea]. Available: <https://www.soloingenieria.net/foros/viewtopic.php?f=26&t=42155>. [Último

acceso: 14 08 2016].

- [19] SiemensAG, *LOGO! Manual del producto*, Nürnberg - Alemania, 2014.
- [20] N. Lucero, *Implementación de un sistema de producción y análisis de costos en la fábrica Maquila Confecciones*, Ibarra - Ecuador, 2014.
- [21] hagalousstedmismo, «¿Cómo hacer serigrafía en poleras?,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.hagaloustedmismo.cl/paso-a-paso/proyecto/1053-como-hacer-serigrafia-en-poleras.html>. [Último acceso: Marzo 2015].
- [22] DIPAC, *DIPAC Productos de Acero*, Manta, 2016.
- [23] D. Analog, *Monolithic Thermocouple Amplifiers with Cold Junction Compensation*, U.S.A, 1999.
- [24] Secabo, *Manual de instrucciones para la prensa térmica Secabo TS 7*, Wolnzach - Alemania, 2011.

# **MANUAL DE USUARIO**

# MANUAL DE USUARIO

## MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA TIPO PULPO PARA ESTAMPAR TRANSFER

### Precauciones

Este manual contiene información necesaria para la seguridad del operario y prevención de daños a la máquina. Las siguientes señales tienen la información de la prevención para el correcto uso de la maquinaria.

 <b>PRECAUCIÓN</b>
El operador debe adoptar medidas preventivas adecuadas para no ocasionar lesiones ni daños materiales
 <b>ADVERTENCIA</b>
El operador debe adoptar medidas preventivas adecuadas, puede existir el riesgo de lesiones graves.
 <b>PELIGRO</b>
El operador debe adoptar medidas preventivas adecuadas, si no se cumplen se produce lesiones corporales graves o la muerte.

Se recomienda respetar estrictamente estas señales para evitar riesgos potenciales que afecten tanto a la persona como a la máquina.

### Personal

La máquina es diseñada para que sea operada por cualquier personal. Es necesario leer atentamente las instrucciones descritas en este manual antes de su operación.

El mantenimiento preventivo debe ser realizado como se lo indica en este documento. Cualquier reparación la realiza el personal técnico y capacitado para realizar esta actividad.

## **Introducción**

La máquina semiautomática tipo pulpo para estampar transfer es una máquina diseñada para mejorar el proceso de estampación, aumentando la cantidad de prendas estampadas que se consiguen con planchas manuales. Además proporciona un control adecuado de los parámetros de estampación: temperatura, tiempo y presión.

Este documento presenta la información para la configuración, manipulación y mantenimiento de la máquina. El uso no adecuado de la máquina puede ocasionar pérdidas a la empresa, lesiones al trabajador y daños materiales.

## **Instalación**

- La estructura de la estampadora ha sido dividida en tres partes (base, brazos giratorios y soporte superior). Utilizar la herramienta adecuada para el montaje y desmontaje.
- Comprobar que la superficie donde va a ser instalada no presente irregularidades.
- Instalar la máquina en un espacio amplio y cerca de una ventana, que permita la disipación de calor generado por las planchas.
- Considerar las dimensiones de la máquina para su instalación.

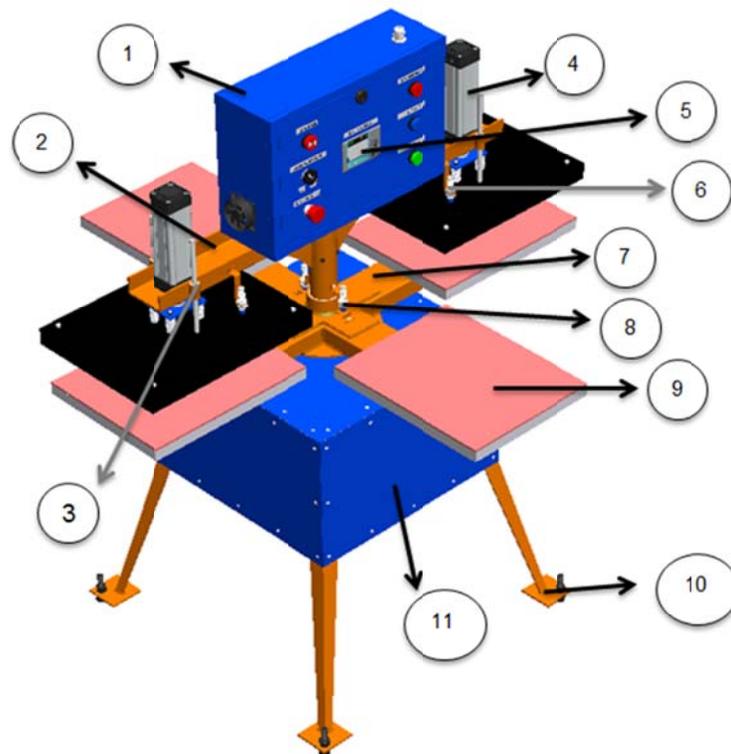
### **Dimensiones**

Ancho = 1,5 m                      Largo = 1,5 m                      Alto = 1,7 m

- La máquina opera con un sistema neumático con un compresor que proporcione una presión mínima de 4 *Bares*. Para obtener una buena calidad de estampado se recomienda trabajar a una presión de 7 *Bares*.
- La conexión eléctrica y neumática debe ser aérea, es decir, conectarse en la parte superior de máquina.

- Una vez ensamblada la máquina conectar los sockets eléctricos, mangueras neumáticas y ajustar adecuadamente los elementos de fijación (pernos, tornillos, prisioneros).
- Antes de utilizar la estampadora por primera vez es necesario lubricar sus partes móviles. Utilizar grasa para altas temperaturas.
- Colocar lubricante neumático en la unidad de mantenimiento.

### Partes de máquina



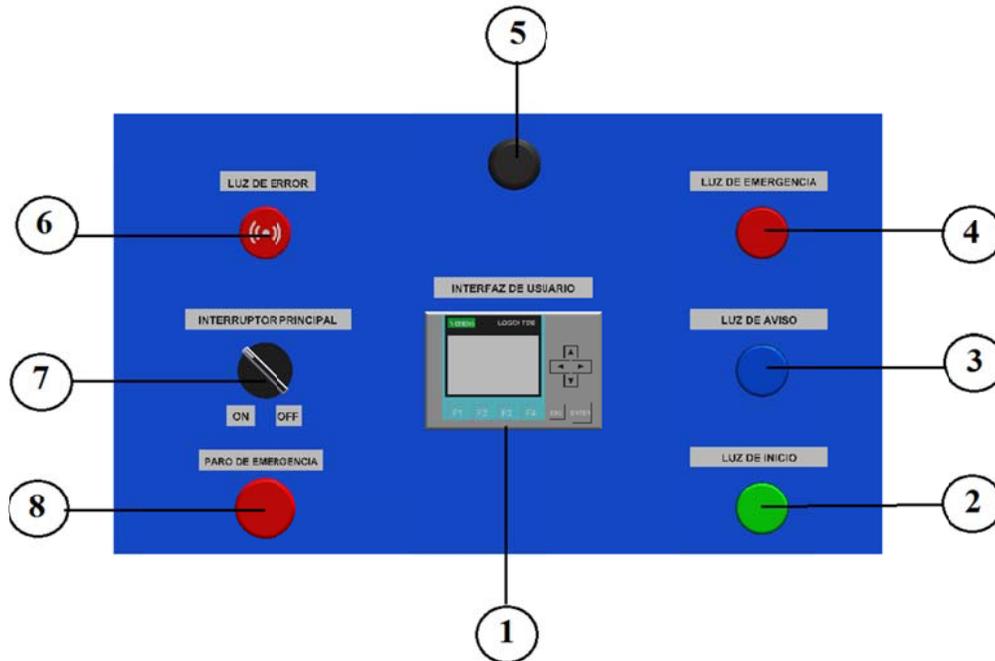
**Figura 1.** Estampadora semiautomática tipo pulpo

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1. Tablero de control.      | 2. Soporte Superior.                     |
| 3. Eje guía de la plancha   | 4. Cilindro Neumático.                   |
| 5. Interfaz de Usuario.     | 6. Sensor de posición de la plancha.     |
| 7. Brazos del sistema giro. | 8. Sensor de posición de los Brazos.     |
| 9. Bases de planchado.      | 10. Base de la estructura de la máquina. |
| 11. Base                    |  |

## Tablero de control

Es la parte de la máquina, que permite la puesta en marcha de la estampadora.

En la siguiente figura, se detallan sus partes.



**Figura 2.** Partes del tablero de control

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| 1. Interfaz de usuario   | 2. Luz de Inicio      |
| 3. Luz de Aviso          | 4. Luz de Emergencia  |
| 5. Cerradura             | 6. Luz de Error       |
| 7. Interruptor principal | 8. Paro de emergencia |

### 1. Interfaz de Usuario

Permite la comunicación entre el humano y la máquina. Tiene un pantalla LOGO! TDE para que el operador configure el modo de operación y trabajo de la máquina.

### 2. Luz de Inicio

Indica al usuario cuando puede empezar a imprimir. Cuando se enciende la luz verde la estampadora está lista para trabajar. Cuando está apagada la luz significa que la temperatura de muestreo no es la configurada.

### 3. Luz de Aviso

Es una luz piloto de color azul, que indica advertencia al usuario cuando la máquina necesita mantenimiento.

 <b>PRECAUCIÓN</b>
---

Es necesario realizar el mantenimiento, cuando se active esta luz para prevenir futuros daños en el equipo.
---

### 4. Luz de Emergencia

Es un indicador de activación del paro de emergencia. La máquina se encuentra detenida mientras esta luz esté activada.

### 5. Cerradura

Permite el acceso a la parte interna del tablero de control.

 <b>ADVERTENCIA</b>
--

Riesgo de sufrir shock eléctrico manipule con cuidado. Partes eléctricas energizadas abrir exclusivamente cuando exista una falla en la máquina o mantenimiento. Se recomienda el acceso solo por personal calificado.
--

### 6. Luz de Error

Es un indicador sonoro que advierte al usuario cuando se ha producido un error en los sensores de posición o temperatura.

 <b>PRECAUCIÓN</b>
---

Cuando la pantalla indica un fallo del sensor de temperatura (termocupla) se debe apagar la máquina inmediatamente y llamar al personal calificado para su reemplazo o revisión.
--

Si la pantalla indica un error en los sensores de posición de las planchas, se debe revisar que el compresor suministre la presión adecuada. Si el compresor se encuentra apagado puede provocar que las planchas caigan y dañe el estampado.
---

## 7. Interruptor Principal

Permite el encendido y apagado del pulpo estampador

## 8. Paro de Emergencia

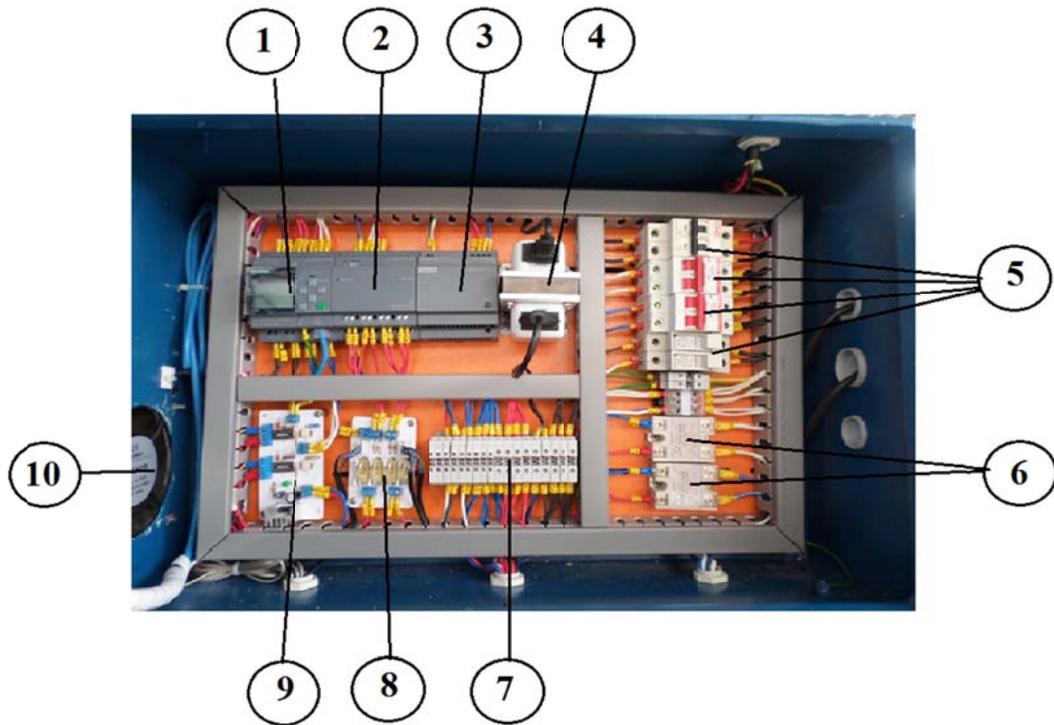
Es un botón que detiene completamente a la máquina mientras se encuentre activado.

### PRECAUCIÓN

No se debe activar el paro de emergencia al menos que existe un problema o un accidente con la máquina

## Estructura interna del tablero de control

En la figura 3 se observa las partes internas del tablero de control.

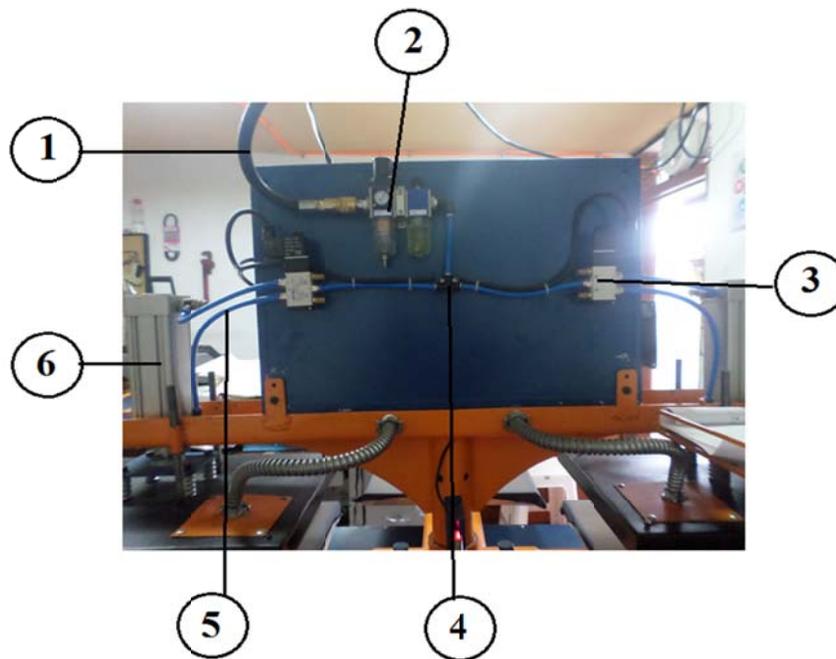


**Figura 3.** Estructura interna del tablero de control

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1. PLC LOGO! 12 / 24 RCE                  | 2. LOGO! DM16                      |
| 3. Fuente de poder LOGO!                  | 4. Convertidor AC                  |
| 5. Elementos de protección(Potencia)      | 6. Relés de estado sólido          |
| 7. Borneras                               | 8. Fusibles de protección(Control) |
| 9. Placa de acondicionamiento de sensores | 10. Ventilador                     |

### Partes neumáticas

El sistema neumático se encuentra instalado en la parte posterior de la estampadora. En la figura 4 se observa las partes que forman el sistema

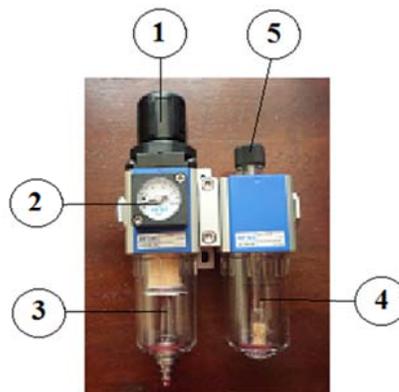


**Figura 4.** Estructura interna del tablero de control

- |                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Manguera del Compresor           | 2. Unidad de mantenimiento (FRL) |
| 3. Electroválvula 5/2               | 4. Conector tipo T               |
| 5. Manguera de distribución de aire | 6. Cilindro neumático            |

## Funcionamiento

- Conectar el enchufe de la máquina a una toma de 200 VAC.
- Encender la máquina mediante el interruptor principal.
- Conectar la manguera del compresor a la unidad de mantenimiento.
- Encender el compresor. Si dispone de un regulador de aire colocar la presión en un máximo de 8 Bar.
- En la unidad de mantenimiento de la estampadora, regular la presión adecuada de acuerdo al tipo de estampado. En el manómetro se observa la presión de máquina (Ver figura 5).



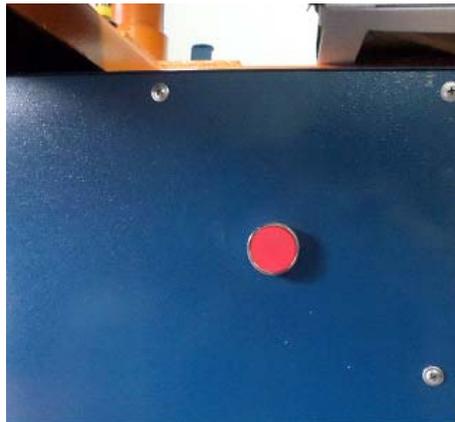
**Figura 5.** Partes de la Unidad de Mantenimiento

- |                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| 1. Regulador de Aire        | 2. Manómetro  |
| 3. Filtro de Aire           | 4. Lubricador |
| 5. Regulador del lubricador |               |
- Al regular la presión las planchas se elevan hasta ubicarse en su posición inicial. Comprobar que los sensores de las planchas se enciendan como se indica en la figura 6.



**Figura 6.** Sensor de la plancha

- Configurar en la pantalla el modo de trabajo. Si se opera en modo manual se debe fijar la temperatura y tiempo de estampado. Para la selección automática se escoge el tipo de estampado y el tiempo total de estampado. En la selección automática el trabajador debe conocer el tiempo que se demora en retirar la prenda estampada y colocar la siguiente ya que este modo proporciona un trabajo continuo. Para detener el modo automático se debe presionar en los pulsadores laterales (botones rojo y verde), ubicados en la base de la máquina (Ver figura 7).



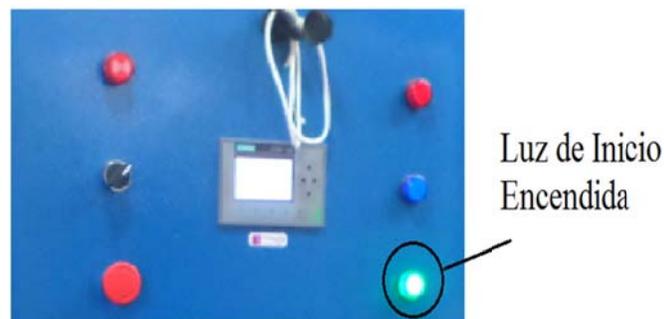
a) Pulsador delantero



b) Pulsador posterior

**Figura 7.** Pulsadores

- Esperar que las planchas lleguen a la temperatura configurada. La luz de inicio avisará al trabajador cuando puede estampar (Ver figura 8).



**Figura 8.** Inicio del proceso de estampado

- Colocar la prenda sobre las bases de las planchas junto con la estampa.
- Presionar el botón ubicado en la base en la parte delantera (botón rojo) para indicar el inicio del trabajo con dirección en sentido horario o presionar el botón posterior (botón verde) si se va a trabajar en sentido anti horario.

- Si se trabaja en modo manual al presionar el pedal la máquina empezará a estampar. En modo automático, la máquina determina el momento en que se debe realizar el planchado, esto depende del tipo de estampado.

### **Mantenimiento**

La máquina está configurada para advertir de un mantenimiento general que debe ser efectuado cada 600 horas de trabajo de la estampadora, sin embargo es necesario realizar mantenimiento y limpieza de manera continua. Es necesario considerar las siguientes recomendaciones.

- Desconectar el equipo cuando se realice limpieza.
- Lubricar los ejes de las planchas. Utilizar grasa de alta temperatura.
- Lubricar los rodamientos.
- Comprobar que las bases de la plancha se encuentren correctamente alineadas.
- Realizar el ajuste de los elementos de fijación.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1 Datos técnicos estampadora Secabo



### 9 Datos técnicos

Prensa térmica	Secabo TS 7
Tipo	Prensa térmica giratoria
Tamaño del área de trabajo	40cm x 50cm
Temperatura máx.	260 °C
Ajuste máx. de tiempo	9999 s
Presión máx. de apriete	350 g/cm <sup>2</sup>
Ajuste de presión	Regulación de altura de la plancha calentadora mediante rueda manual
Alimentación de corriente	Tensión alterna 230 V / 50 Hz – 60 Hz, 2,20 kW
Entorno	+5 °C - +35 °C / humedad atmosférica 30% - 70%
Peso	30kg
Medidas (A x A x P)	64cm x 52cm x 58cm
Volumen de suministro	Prensa térmica, cable eléctrico, manual de instrucciones

## ANEXO 2 Parámetros de estampación



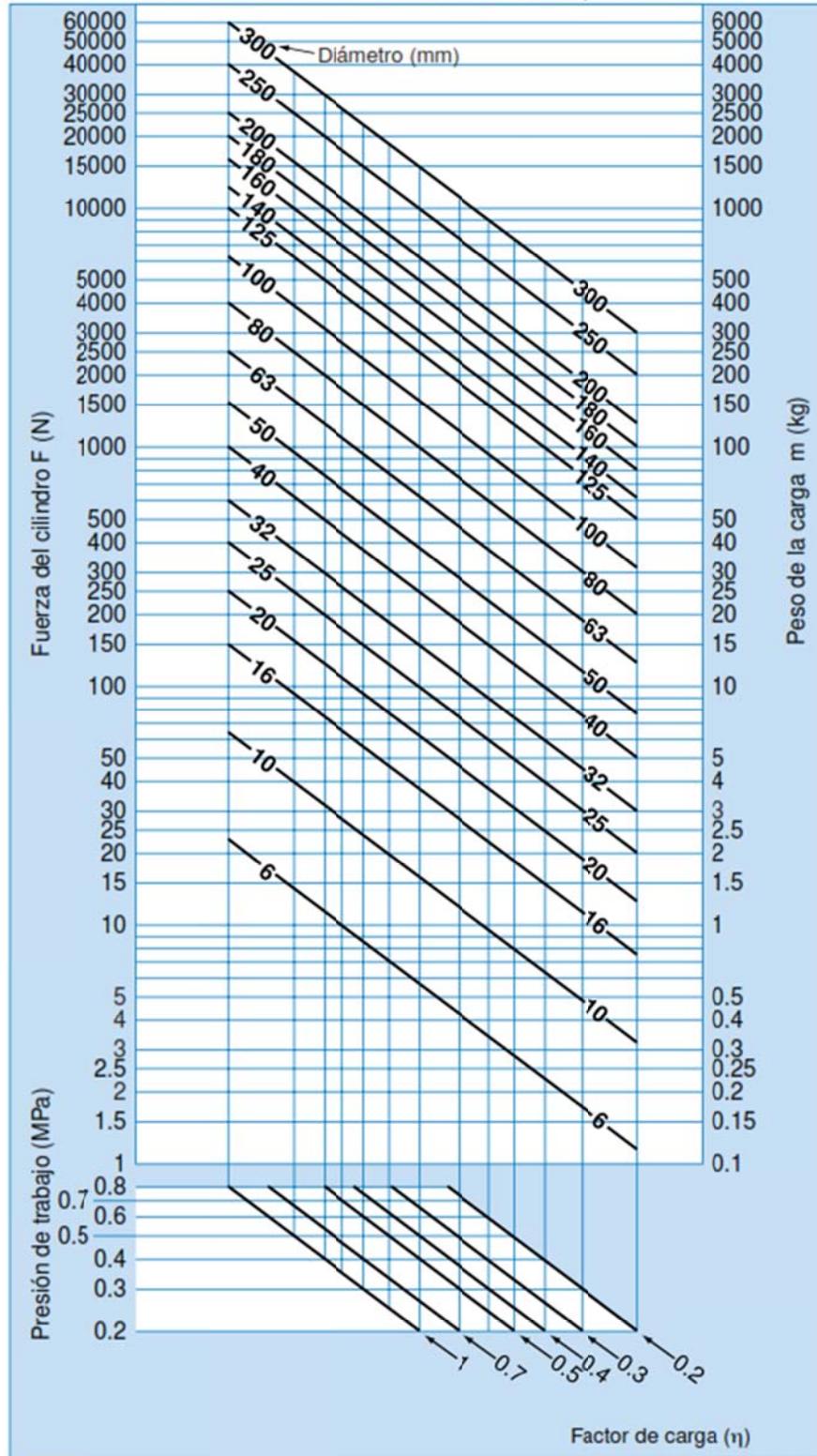
### 8 Temperaturas y tiempos recomendados

Estos valores sólo son válidos a título indicativo, ya que pueden variar dependiendo del material, y es imprescindible que se verifiquen antes del prensado.

Material	Temperatura	Presión	Tiempo
Vinilo flock	170 °C – 185 °C	ligera - media	25 s
Vinilo flex	160 °C – 185 °C	media - alta	25 s
Flex para sublimación	180 °C – 195 °C	media - alta	10 s – 35 s
Sublimación en tazas de cerámica	200 °C	media - alta	150 s – 180 s
Sublimación en azulejos	200 °C	alta	120 s – 480 s <small>(dependiendo del grosor del material)</small>
Puzzles de sublimación	200 °C	ligera - media	25 s
Alfombrilla de ratón sublimación	200 °C	media	20 s – 40 s
Sublimación en textiles	200 °C	media - alta	30 s – 50 s
Sublimación en chapas de metal	200 °C	alta	10 s – 50 s <small>(dependiendo del grosor del material)</small>

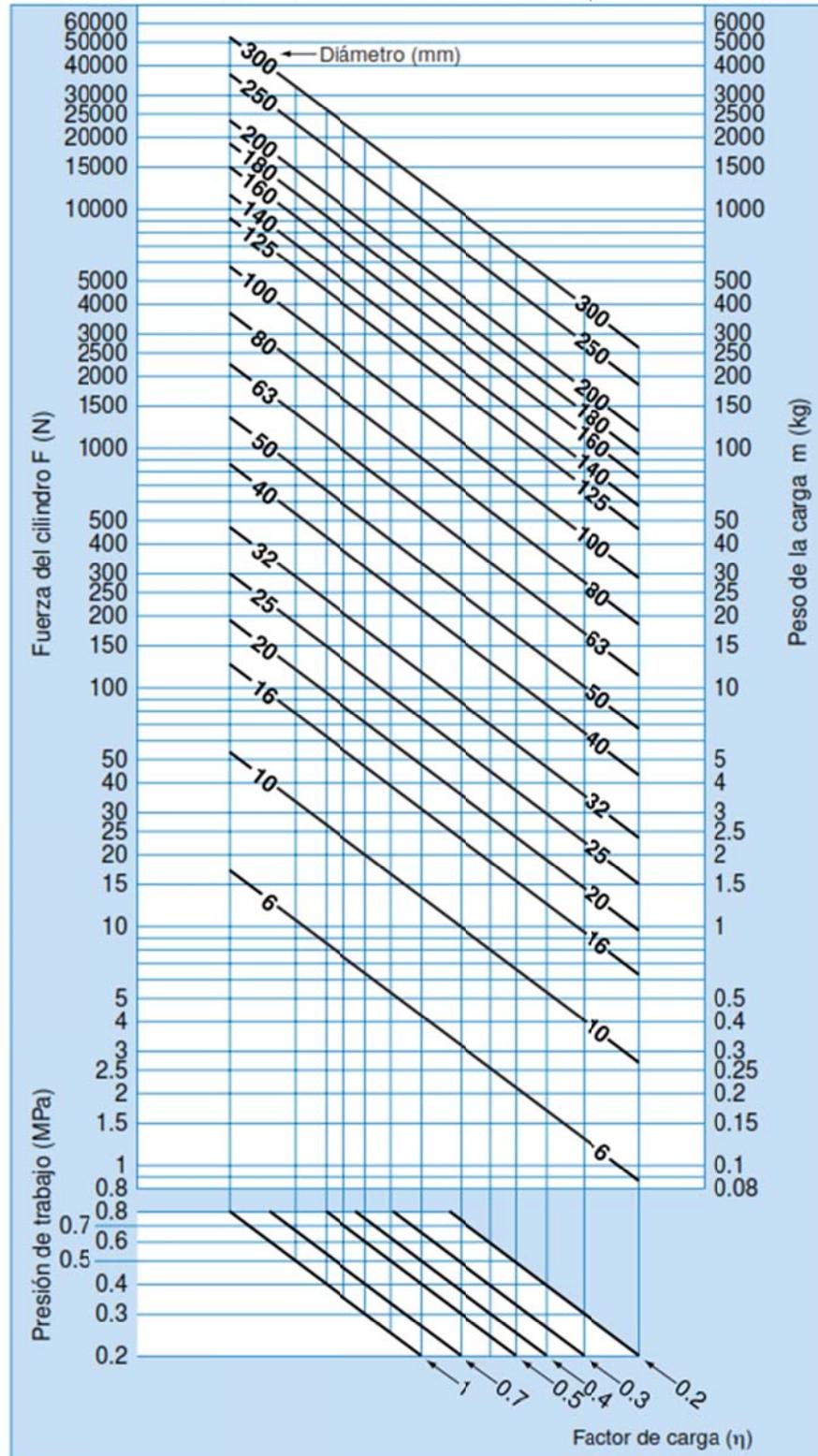
### ANEXO 3 Fuerza de avance del cilindro

<Gráfico 1> Fuerza del cilindro en el lado de extensión (Cilindro de doble efecto)



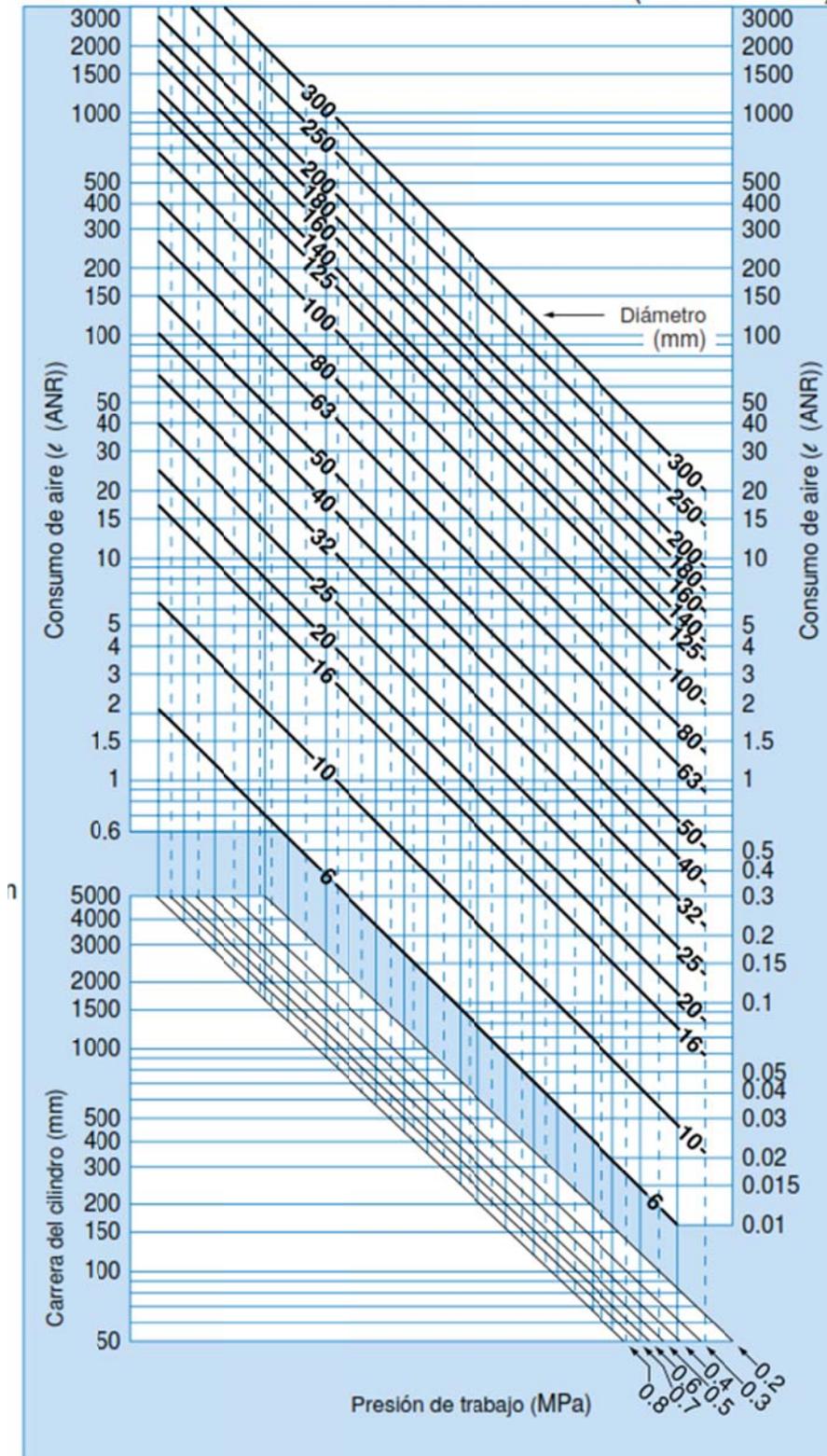
## ANEXO 4 Fuerza de retroceso del cilindro

<Gráfico 2> Fuerza del cilindro en el lado de contracción (Cilindro de doble efecto)



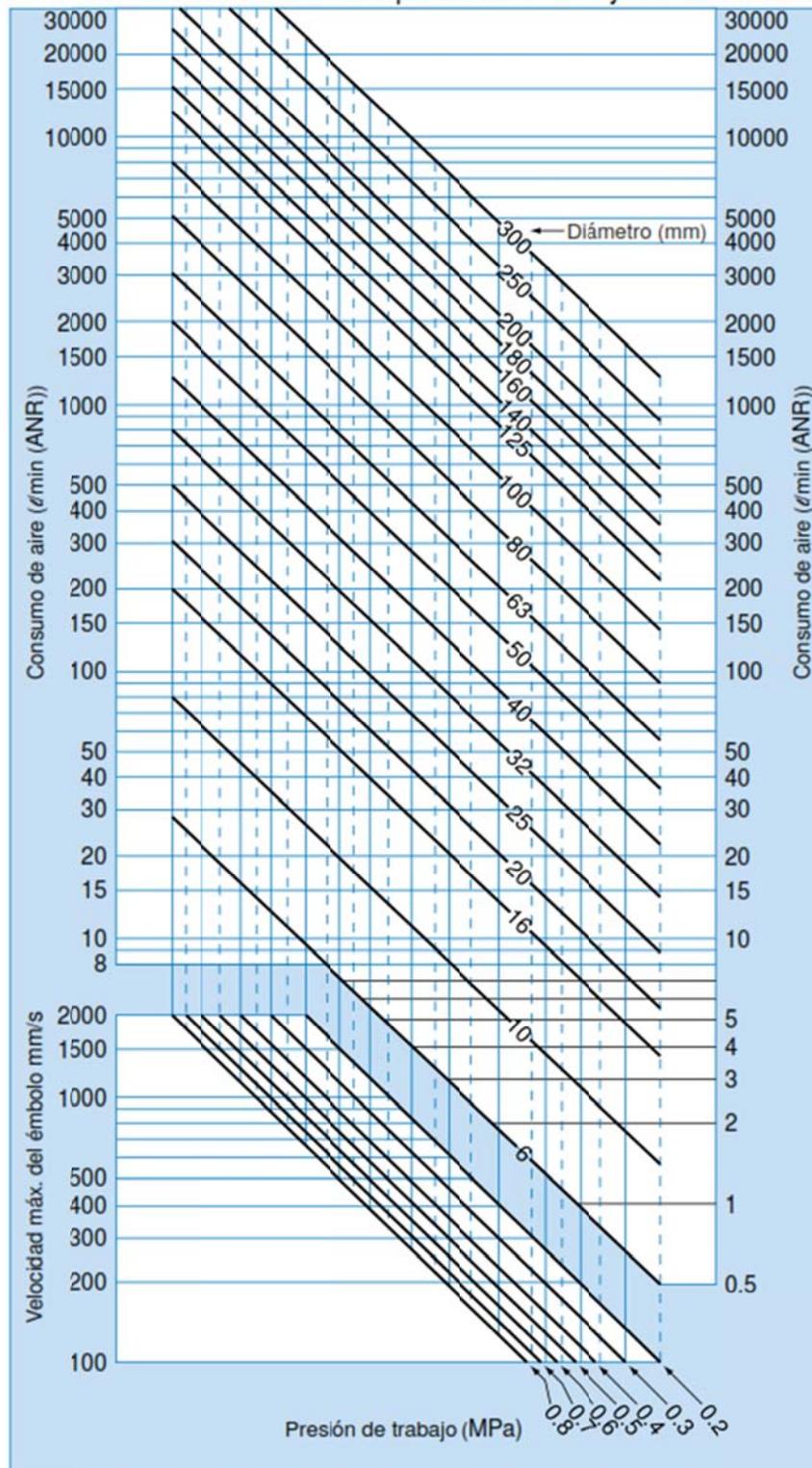
ANEXO 5 Consumo de aire del cilindro

<Gráfico 12> Consumo de aire del cilindro (Para un ciclo)



## ANEXO 6 Volumen de aire de los elementos neumáticos

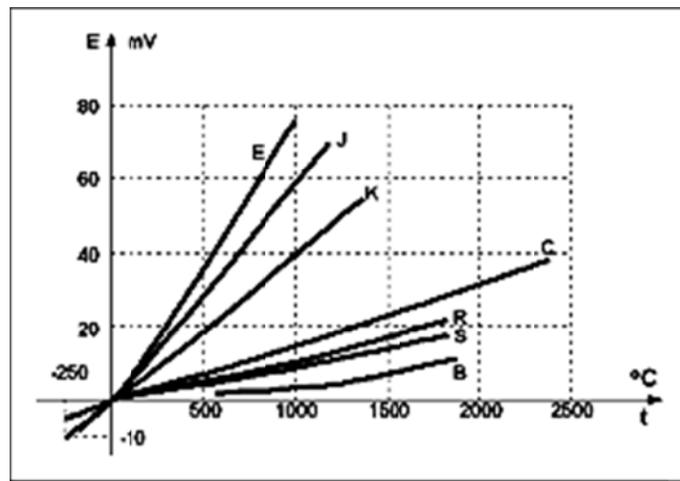
<Gráfico 14> Volumen de aire requerido del cilindro y del conexionado



## ANEXO 7

### TERMOCUPLA K milivolts

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.162
30	1.203	1.244	1.285	1.325	1.366	1.407	1.448	1.489	1.529	1.570
40	1.611	1.652	1.693	1.734	1.776	1.817	1.858	1.899	1.940	1.981
50	2.022	2.064	2.105	2.146	2.188	2.229	2.270	2.312	2.353	2.394
60	2.436	2.477	2.519	2.560	2.601	2.643	2.684	2.726	2.767	2.809
70	2.850	2.892	2.933	2.975	3.016	3.058	3.100	3.141	3.183	3.224
80	3.266	3.307	3.349	3.390	3.432	3.473	3.515	3.556	3.598	3.639
90	3.681	3.722	3.764	3.805	3.847	3.888	3.930	3.971	4.012	4.054
100	4.095	4.137	4.178	4.219	4.261	4.302	4.343	4.384	4.426	4.467
110	4.508	4.549	4.590	4.632	4.673	4.714	4.755	4.796	4.837	4.878
120	4.919	4.960	5.001	5.042	5.083	5.124	5.164	5.205	5.246	5.287
130	5.327	5.368	5.409	5.450	5.490	5.531	5.571	5.612	5.652	5.693
140	5.733	5.774	5.814	5.855	5.895	5.936	5.976	6.016	6.057	6.097
150	6.137	6.177	6.218	6.258	6.298	6.338	6.378	6.419	6.459	6.499
160	6.539	6.579	6.619	6.659	6.699	6.739	6.779	6.819	6.859	6.899
170	6.939	6.979	7.019	7.059	7.099	7.139	7.179	7.219	7.259	7.299
180	7.338	7.378	7.418	7.458	7.498	7.538	7.578	7.618	7.658	7.697
190	7.737	7.777	7.817	7.857	7.897	7.937	7.977	8.017	8.057	8.097
200	8.137	8.177	8.216	8.256	8.296	8.336	8.376	8.416	8.456	8.497
210	8.537	8.577	8.617	8.657	8.697	8.737	8.777	8.817	8.857	8.898
220	8.938	8.978	9.018	9.058	9.099	9.139	9.179	9.220	9.260	9.300
230	9.341	9.381	9.421	9.462	9.502	9.543	9.583	9.624	9.664	9.705
240	9.745	9.786	9.826	9.867	9.907	9.948	9.989	10.029	10.070	10.111
250	10.151	10.192	10.233	10.274	10.315	10.355	10.396	10.437	10.478	10.519
260	10.560	10.600	10.641	10.682	10.723	10.764	10.805	10.846	10.887	10.928
270	10.969	11.010	11.051	11.093	11.134	11.175	11.216	11.257	11.298	11.339
280	11.381	11.422	11.463	11.504	11.546	11.587	11.628	11.669	11.711	11.752
290	11.793	11.835	11.876	11.918	11.959	12.000	12.042	12.083	12.125	12.166





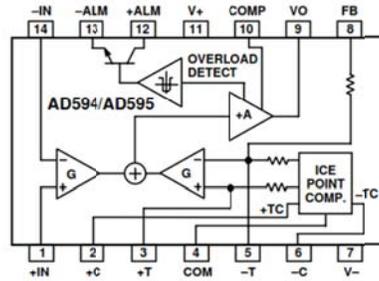
# Monolithic Thermocouple Amplifiers with Cold Junction Compensation

## AD594/AD595

### FEATURES

- Pretrimmed for Type J (AD594) or Type K (AD595) Thermocouples
- Can Be Used with Type T Thermocouple Inputs
- Low Impedance Voltage Output: 10 mV/°C
- Built-In Ice Point Compensation
- Wide Power Supply Range: +5 V to ±15 V
- Low Power: <1 mW typical
- Thermocouple Failure Alarm
- Laser Wafer Trimmed to 1°C Calibration Accuracy
- Setpoint Mode Operation
- Self-Contained Celsius Thermometer Operation
- High Impedance Differential Input
- Side-Brazed DIP or Low Cost Cerdip

### FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



### PRODUCT DESCRIPTION

The AD594/AD595 is a complete instrumentation amplifier and thermocouple cold junction compensator on a monolithic chip. It combines an ice point reference with a precalibrated amplifier to produce a high level (10 mV/°C) output directly from a thermocouple signal. Pin-strapping options allow it to be used as a linear amplifier-compensator or as a switched output setpoint controller using either fixed or remote setpoint control. It can be used to amplify its compensation voltage directly, thereby converting it to a stand-alone Celsius transducer with a low impedance voltage output.

The AD594/AD595 includes a thermocouple failure alarm that indicates if one or both thermocouple leads become open. The alarm output has a flexible format which includes TTL drive capability.

The AD594/AD595 can be powered from a single ended supply (including +5 V) and by including a negative supply, temperatures below 0°C can be measured. To minimize self-heating, an unloaded AD594/AD595 will typically operate with a total supply current 160 µA, but is also capable of delivering in excess of ±5 mA to a load.

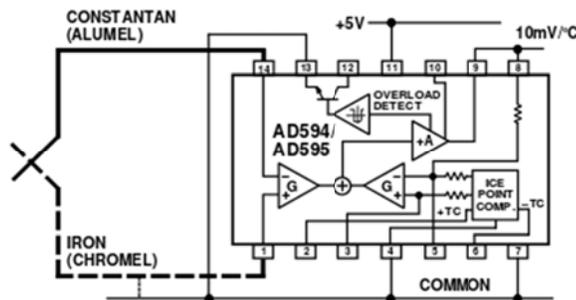
The AD594 is precalibrated by laser wafer trimming to match the characteristic of type J (iron-constantan) thermocouples and the AD595 is laser trimmed for type K (chromel-alumel) inputs. The temperature transducer voltages and gain control resistors

are available at the package pins so that the circuit can be recalibrated for the thermocouple types by the addition of two or three resistors. These terminals also allow more precise calibration for both thermocouple and thermometer applications.

The AD594/AD595 is available in two performance grades. The C and the A versions have calibration accuracies of ±1°C and ±3°C, respectively. Both are designed to be used from 0°C to +50°C, and are available in 14-pin, hermetically sealed, side-brazed ceramic DIPs as well as low cost cerdip packages.

### PRODUCT HIGHLIGHTS

1. The AD594/AD595 provides cold junction compensation, amplification, and an output buffer in a single IC package.
2. Compensation, zero, and scale factor are all precalibrated by laser wafer trimming (LWT) of each IC chip.
3. Flexible pinout provides for operation as a setpoint controller or a stand-alone temperature transducer calibrated in degrees Celsius.
4. Operation at remote application sites is facilitated by low quiescent current and a wide supply voltage range +5 V to dual supplies spanning 30 V.
5. Differential input rejects common-mode noise voltage on the thermocouple leads.



## ANEXO 9 Tabla Voltaje vs Temperatura del AD595

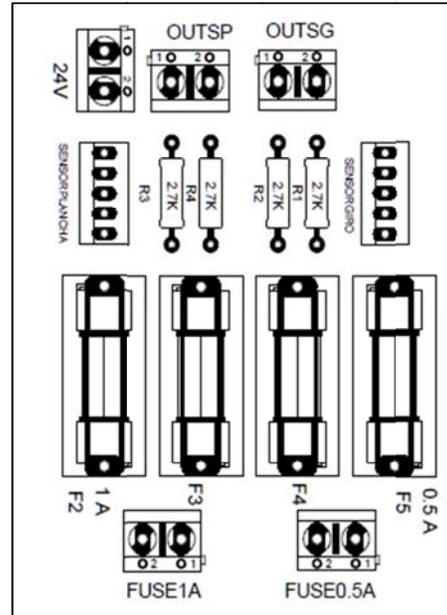
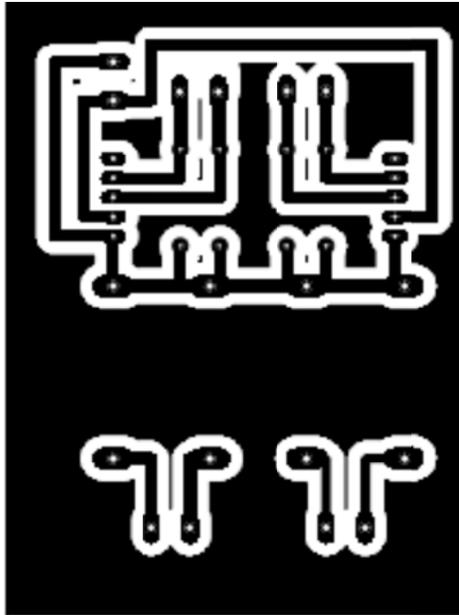
### AD594/AD595

Table I. Output Voltage vs. Thermocouple Temperature (Ambient +25°C,  $V_S = -5\text{ V}, +15\text{ V}$ )

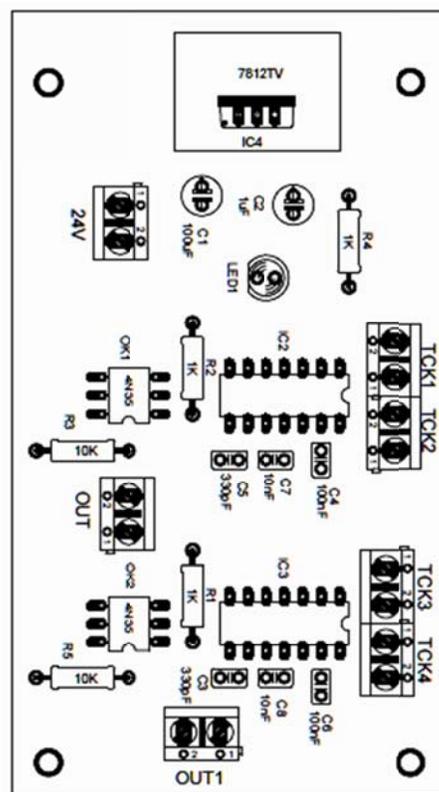
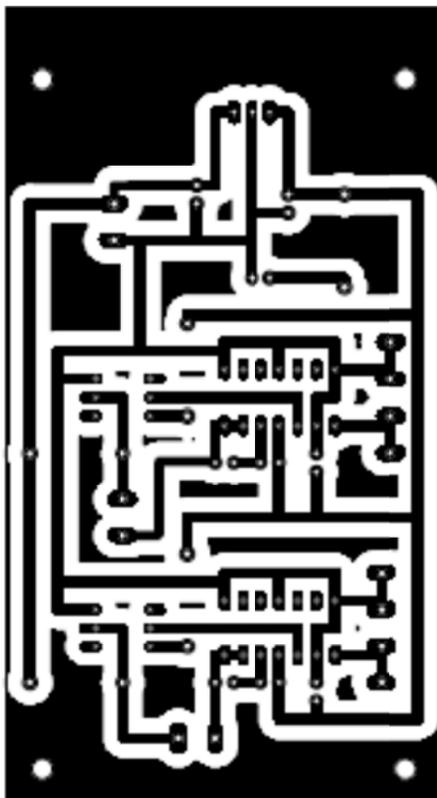
Thermocouple Temperature °C	Type J Voltage mV	AD594 Output mV	Type K Voltage mV	AD595 Output mV	Thermocouple Temperature °C	Type J Voltage mV	AD594 Output mV	Type K Voltage mV	AD595 Output mV
-200	-7.890	-1523	-5.891	-1454	500	27.388	5300	20.640	5107
-180	-7.402	-1428	-5.550	-1370	520	28.511	5517	21.493	5318
-160	-6.821	-1316	-5.141	-1269	540	29.642	5736	22.346	5529
-140	-6.159	-1188	-4.669	-1152	560	30.782	5956	23.198	5740
-120	-5.426	-1046	-4.138	-1021	580	31.933	6179	24.050	5950
-100	-4.632	-893	-3.553	-876	600	33.096	6404	24.902	6161
-80	-3.785	-729	-2.920	-719	620	34.273	6632	25.751	6371
-60	-2.892	-556	-2.243	-552	640	35.464	6862	26.599	6581
-40	-1.960	-376	-1.527	-375	660	36.671	7095	27.445	6790
-20	-.995	-189	-.777	-189	680	37.893	7332	28.288	6998
-10	-.501	-94	-.392	-94	700	39.130	7571	29.128	7206
0	0	3.1	0	2.7	720	40.382	7813	29.965	7413
10	.507	101	.397	101	740	41.647	8058	30.799	7619
20	1.019	200	.798	200	750	42.283	8181	31.214	7722
25	1.277	250	1.000	250	760	-	-	31.629	7825
30	1.536	300	1.203	300	780	-	-	32.455	8029
40	2.058	401	1.611	401	800	-	-	33.277	8232
50	2.585	503	2.022	503	820	-	-	34.095	8434
60	3.115	606	2.436	605	840	-	-	34.909	8636
80	4.186	813	3.266	810	860	-	-	35.718	8836
100	5.268	1022	4.095	1015	880	-	-	36.524	9035
120	6.359	1233	4.919	1219	900	-	-	37.325	9233
140	7.457	1445	5.733	1420	920	-	-	38.122	9430
160	8.560	1659	6.539	1620	940	-	-	38.915	9626
180	9.667	1873	7.338	1817	960	-	-	39.703	9821
200	10.777	2087	8.137	2015	980	-	-	40.488	10015
220	11.887	2302	8.938	2213	1000	-	-	41.269	10209
240	12.998	2517	9.745	2413	1020	-	-	42.045	10400
260	14.108	2732	10.560	2614	1040	-	-	42.817	10591
280	15.217	2946	11.381	2817	1060	-	-	43.585	10781
300	16.325	3160	12.207	3022	1080	-	-	44.339	10970
320	17.432	3374	13.039	3227	1100	-	-	45.108	11158
340	18.537	3588	13.874	3434	1120	-	-	45.863	11345
360	19.640	3801	14.712	3641	1140	-	-	46.612	11530
380	20.743	4015	15.552	3849	1160	-	-	47.356	11714
400	21.846	4228	16.395	4057	1180	-	-	48.095	11897
420	22.949	4441	17.241	4266	1200	-	-	48.828	12078
440	24.054	4655	18.088	4476	1220	-	-	49.555	12258
460	25.161	4869	18.938	4686	1240	-	-	50.276	12436
480	26.272	5084	19.788	4896	1250	-	-	50.633	12524

ANEXO 10 Circuitos impresos y distribución de elementos

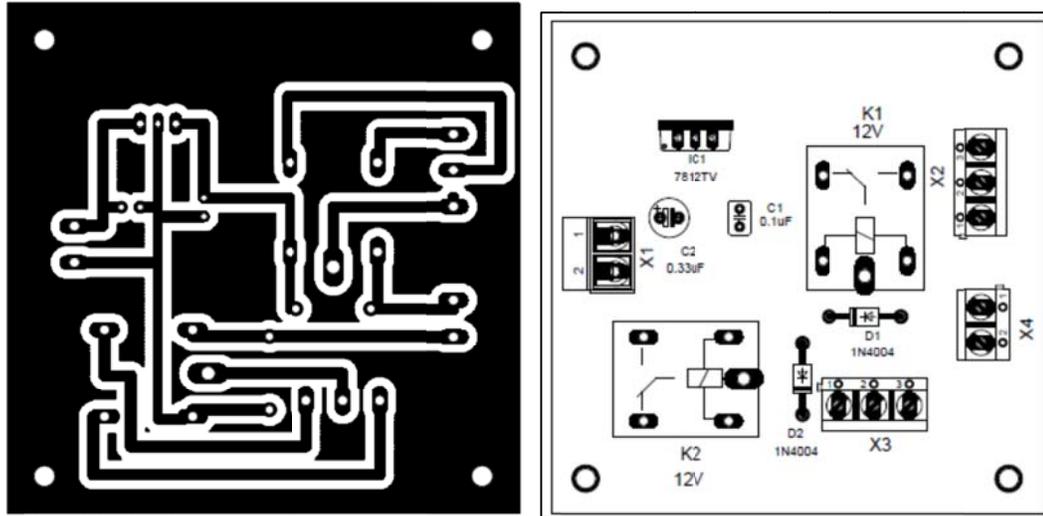
Placa de los fusibles de PROTECCIÓN.



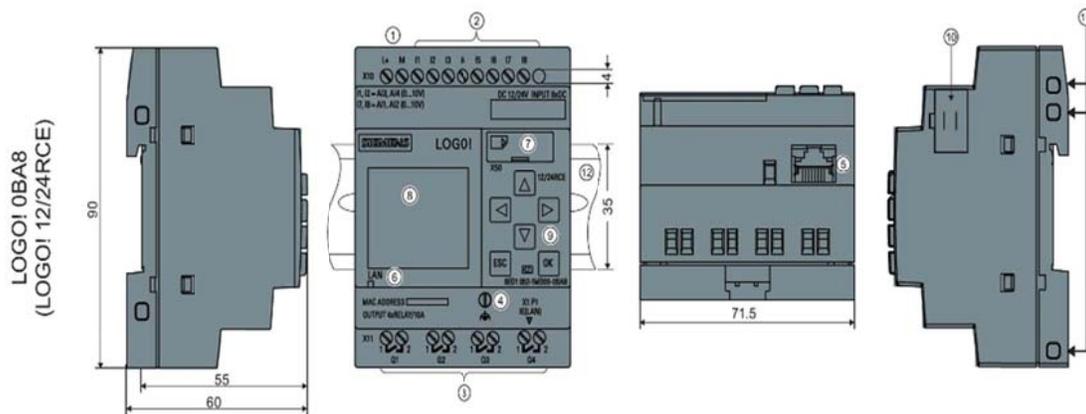
Placa de temperatura.



## Placa para el control del motor

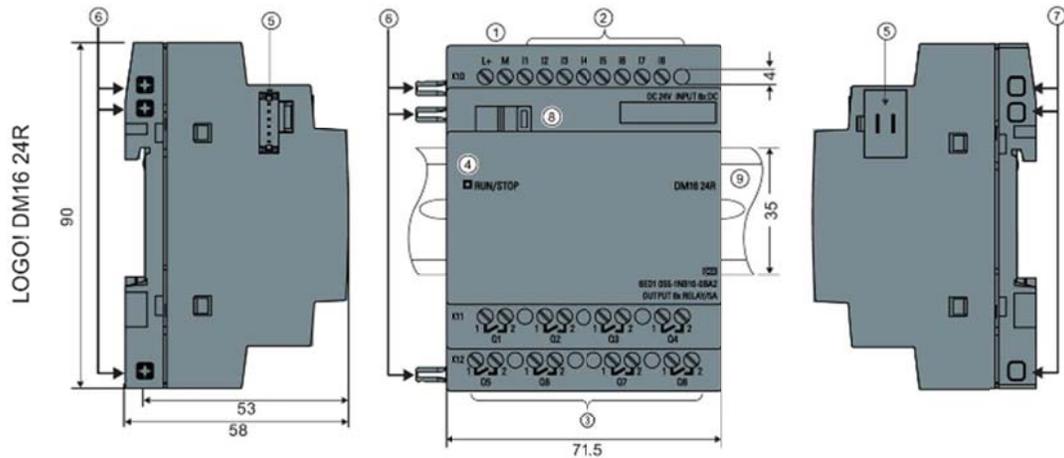


## ANEXO 11 Estructura del LOGO! 12/24 RCE



- |  |   |
|--|---|
| ① Fuente de alimentación                                     | ② Entradas                                  |
| ③ Salidas  | ④ Borne FE para conectar la toma de tierra  |
| ⑤ Interfaz RJ45 para la conexión a Ethernet (10/100 Mbits/s) | ⑥ LED de estado de la comunicación Ethernet |
| ⑦ Slot de tarjetas micro SD                                  | ⑧ LCD                                       |
| ⑨ Panel de control   | ⑩ Interfaz de ampliación                    |
| ⑪ Conectores hembra de codificación mecánica                 | ⑫ Perfil normalizado                        |

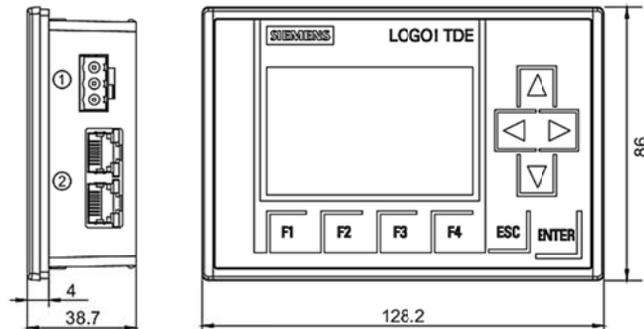
## ANEXO 12 Estructura del LOGO! DM16 24R



- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| ① Fuente de alimentación                     | ② Entradas                       |
| ③ Salidas                                    | ④ LED RUN/STOP                   |
| ⑤ Interfaz de ampliación                     | ⑥ Pines de codificación mecánica |
| ⑦ Conectores hembra de codificación mecánica | ⑧ Corredera                      |
| ⑨ Perfil normalizado                         |                                  |

## ANEXO 13 Dimensiones LOGO! TDE

### LOGO! TDE



- |                          |
|--------------------------|
| ① Fuente de alimentación |
| ② Interfaces Ethernet    |

El LOGO! TDE incorpora un área de visualización más ancha que el display integrado en el LOGO!. Dispone de cuatro teclas de cursor programables, cuatro teclas de función programables, una tecla ESC y una tecla ENTER. El cable Ethernet sirve para conectar la interfaz Ethernet en el lado derecho del LOGO! TDE con la interfaz Ethernet en el módulo base LOGO!.

## ANEXO 14 Conexión LOGO! y sus módulos

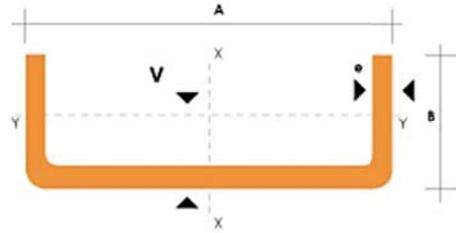
Módulo base LOGO!	Módulos de ampliación				
	DM8 12/24R, DM16 24R	DM8 24, DM16 24	DM 8 24R	DM8 230R, DM16 230R	AM2, AM2 RTD, AM2 AQ
LOGO! 12/24RCE	x	x	x	-	x
LOGO! 230RCE	-	-	-	x	x
LOGO! 24CE	x	x	x	-	x
LOGO! 24RCE	x	x	x	-	x
LOGO! 12/24RCEo	x	x	x	-	x
LOGO! 24CEo	x	x	x	-	x
LOGO! 24RCEo	x	x	x	-	x
LOGO! 230RCEo	-	-	-	x	x

## ANEXO 15 Hoja de datos para el canal "u"

### PERFILES ESTRUCTURALES CANALES "U"

#### Especificaciones Generales

Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.50mm hasta 12.00mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS			TIPOS						
A	B	e	6 metros	1 metro	SECCION	EJE X-X			EJE Y-Y			
mm	mm	mm	kg	kg	cm <sup>2</sup>	I	W	I	I	W	I	x
						cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
40	25	2	7.86	1.31	1.67	4.20	2.10	1.59	1.06	0.62	0.80	0.79
50	25	2	8.82	1.47	1.87	7.06	2.83	1.94	1.13	0.63	0.78	0.72
50	25	3	12.72	2.12	2.70	9.70	3.88	1.89	1.57	0.91	0.76	0.77
60	30	2	10.62	1.77	2.26	12.50	4.16	2.35	2.00	0.93	0.94	0.85
60	30	3	15.54	2.59	3.30	17.50	5.85	2.31	2.84	1.34	0.93	0.89
60	30	4	19.80	3.30	4.20	21.10	7.03	2.24	3.51	1.72	0.91	0.95
80	40	2	14.46	2.41	3.07	30.80	7.71	3.17	4.89	1.68	1.26	1.09
80	40	3	21.24	3.54	4.50	43.90	11.00	3.12	7.01	2.45	1.25	1.14
80	40	4	27.66	4.61	5.87	55.40	13.90	3.07	8.92	3.17	1.23	1.19
80	40	5	34.44	5.74	7.18	65.49	16.37	3.02	10.62	3.83	1.21	1.23
80	40	6	40.44	6.74	8.42	74.18	18.54	2.96	12.10	4.44	1.19	1.28
100	50	2	18.24	3.04	3.87	61.50	12.30	3.99	9.72	2.66	1.58	1.34
100	50	3	26.88	4.48	5.70	88.50	17.70	3.94	14.10	3.89	1.57	1.39
100	50	4	35.22	5.87	7.47	113.00	22.60	3.89	18.10	5.07	1.56	1.44
100	50	5	43.20	7.20	9.18	135.00	27.10	3.84	21.80	6.19	1.53	1.48
100	50	6	51.96	8.66	10.82	155.26	31.05	3.79	25.14	7.24	1.52	1.53
100	60	4	38.28	6.38	8.13	128.00	25.60	3.97	29.70	7.17	1.91	1.86
100	60	5	46.86	7.81	9.95	152.00	30.50	3.91	35.70	8.76	1.90	1.92
100	60	6	57.72	9.62	12.02	181.80	36.36	3.89	42.25	10.38	1.87	1.93
100	60	8	74.40	12.40	15.50	22.60	44.52	3.78	52.47	13.32	1.83	2.06
125	50	2	20.58	3.43	4.37	103.60	16.50	4.86	10.40	2.74	1.54	1.20
125	50	3	30.42	5.07	6.45	149.00	23.90	4.81	15.10	4.02	1.53	1.24
125	50	4	39.90	6.65	8.47	192.00	30.70	4.76	19.40	5.24	1.51	1.29
125	50	5	49.14	8.19	10.40	231.00	37.00	4.71	23.40	6.40	1.50	1.34
125	50	6	59.16	9.86	12.32	266.00	42.67	4.65	27.19	7.51	1.48	1.38
125	60	5	53.82	8.97	11.43	266.98	42.71	4.83	39.36	9.15	1.86	1.70
125	60	6	64.92	10.82	13.52	309.25	49.48	4.78	45.85	10.78	1.84	1.75
125	60	8	84.00	14.00	17.50	383.34	61.33	4.68	57.30	13.94	1.80	1.81
125	80	6	76.44	12.74	15.92	394.28	63.08	4.97	102.94	19.10	2.54	2.61
125	80	8	99.30	16.55	20.69	493.02	78.88	4.88	130.27	24.30	2.50	2.64
125	80	10	120.96	20.16	25.21	576.62	92.25	4.78	154.19	29.31	2.47	2.74
150	50	2	22.92	3.82	4.87	159.00	21.10	5.71	10.90	2.80	1.50	1.09
150	50	3	33.96	5.66	7.20	230.00	30.70	5.65	15.90	4.11	1.49	1.13
150	50	4	44.64	7.44	9.47	297.00	39.60	5.60	20.50	5.36	1.47	1.17
150	50	5	55.02	9.17	11.70	359.00	47.90	5.55	24.80	6.55	1.46	1.22
150	50	6	66.36	11.06	13.82	416.69	55.55	5.49	28.80	7.70	1.44	1.26
150	60	5	59.70	9.95	12.68	441.85	54.91	5.7	41.72	9.40	1.81	1.56
150	60	6	72.12	12.02	15.02	478.93	63.85	5.64	48.70	11.07	1.80	1.60
150	60	8	93.60	15.60	19.50	598.74	79.83	5.54	61.15	14.35	1.77	1.74
150	80	6	83.64	13.94	17.42	603.42	80.45	5.88	109.91	19.73	2.51	2.43
150	80	8	108.90	18.15	22.69	760.23	101.36	5.78	139.53	25.09	2.47	2.44
150	80	10	132.96	22.16	27.71	896.29	119.50	5.68	165.85	30.37	2.44	2.54

## ANEXO 16 Hoja de datos para el IPN

### PERFILES LAMINADOS IPN

#### Especificaciones Generales

<b>Calidad</b>	ASTM A36
<b>Otras calidades</b>	Previa Consulta
<b>Largo normal</b>	6.00m y 12.00m
<b>Otros largos</b>	Previa Consulta
<b>Acabado</b>	Natural
<b>Otro acabado</b>	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						SECCION PESOS		PROPIEDADES			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 mm	cm <sup>2</sup>	Kg/m	Ix cm <sup>4</sup>	Iy cm <sup>4</sup>	Wx cm <sup>3</sup>	Wy cm <sup>3</sup>
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.60	8.32	171	12.20	34.20	4.88
IPN 120	120	58	5.10	7.70	5.10	3.10	14.20	11.20	328	21.50	54.70	7.41
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80
IPN 180	180	82	6.90	10.40	6.90	4.10	27.90	21.90	1450	81.30	161.00	19.80
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00
IPN 220	220	98	8.10	12.20	8.10	4.90	39.60	31.10	3060	162.00	278.00	33.10
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70
IPN 260	260	113	9.40	14.10	9.40	5.60	53.40	41.90	5740	288.00	442.00	51.00
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20
IPN 340	340	137	12.20	18.30	12.20	7.30	86.80	68.10	15700	647.00	923.00	98.40
IPN 360	360	143	13.00	19.50	13.00	7.80	97.10	76.20	19610	818.00	1090.00	114.00
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00
IPN 500	500	185	18.00	27.00	18.00	10.80	180.00	141.00	68740	2480.00	2750.00	268.00
IPN 550	550	200	19.00	30.00	19.00	11.90	213.00	167.00	99180	3490.00	3610.00	349.00

## ANEXO 17 Hoja de datos para el tubo cedula 80

# TUBERIA PARA VAPOR TUBERIA SIN COSTURA Y ACCESORIOS CEDULA 80

### Especificaciones Generales

<b>Norma</b>	ASTM - A53 GrB para conducción de fluidos
<b>Recubrimiento</b>	Negro o galvanizado
<b>Largo normal</b>	6.00m
<b>Otros largos</b>	Previa Consulta



NOMINAL	DIAMETRO		ESPESOR		PRESION/PRUEBA		PESO
	EXTERIOR		e	pulg	kg/cm2	lb/pulg2	kg/m
	mm	pulg	mm				
1/4"	13.70	0.54	3.02	0.11	60	850	0.80
3/8"	17.10	0.37	3.20	0.12	60	850	1.10
1/2"	21.30	0.84	3.73	0.14	60	850	1.62
3/4"	26.70	1.05	3.91	0.15	60	850	2.19
1"	33.40	1.31	4.55	0.17	60	850	3.23
1 1/4"	42.20	1.66	4.85	0.19	134	1900	4.47
1 1/2"	48.30	1.90	5.08	0.20	134	1900	5.41
2"	60.30	2.37	5.54	0.21	176	2500	7.48
2 1/2"	73.00	2.87	7.01	0.27	176	2500	11.41
3"	88.90	3.50	7.62	0.30	176	2500	15.27
4"	114.30	4.50	8.56	0.33	197	2800	22.31
6"	168.30	6.62	10.97	0.43	193	2740	42.56

Composición Química	Máximo porcentaje
Carbón	0.3
Manganeso	1.2
Fósforo	0.05
Azufre	0.06

## ANEXO 18 Hoja de datos para el tubo cuadrado

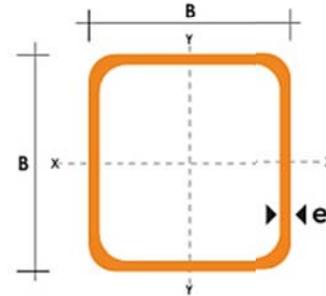
### TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

#### Especificaciones Generales

<b>Norma</b>	ASTM A-500
<b>Recubrimiento</b>	Negro o galvanizado
<b>Largo normal</b>	6.00m
<b>Otros largos</b>	Previa Consulta
<b>Dimensiones</b>	Desde 20.00mm a 100.00mm
<b>Espesor</b>	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
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	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	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	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	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
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	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	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



## ANEXO 19 Material para el diseño del mecanismo de Ginebra

### PLÁSTICOS DE INGENIERÍA

#### NYLON:

Es uno de los polímeros más comunes en su uso. Se denominan técnicamente poliamidas, por los grupos amida en su cadena principal. Todas las poliamidas absorben agua con el tiempo, por lo que se requiere tener cuidado en las medidas finales de las piezas y dejar las tolerancias adecuadas.

La velocidad lineal de deslizamiento sin lubricación no debe ser más de 2 m/s. Existen poliamidas que pueden estar mezcladas con grafito, aceite, bisulfuro de molibdeno, etc, que pueden mejorar el resultado al deslizamiento.

Nylon 6A o Poliamida 6, es el más conocido de los plásticos de ingeniería. Tiene las siguientes características:

- Alta resistencia mecánica.
- Buena resistencia a la fatiga.
- Buenas características al deslizamiento.
- Resistencia al desgaste.

Sus nombres comerciales más comunes son: Grilón, Nylon, Ertalón, Sustamid, etc.

#### TEFLÓN:

Capaz de reunir características como: Temperatura hasta 260° C, soporta casi todos los productos químicos, bajo coeficiente de rozamiento. Se debe cuidar de su baja resistencia a la compresión.

- Es el plástico más resistente a la fricción.
- El de mayor resistencia química.
- Aislamiento eléctrico.
- Apto para contacto con alimentos.

PROPIEDADES		NYLON 6A	PTFE
Propiedades físicas	Densidad g/cm <sup>3</sup>	1.14	2.14-2.20
	Absorción de agua %	1.80	>0.01
Propiedades mecánicas	Resistencia a la tensión Kg/cm <sup>2</sup>	720-840	140-350
	Dureza Rockwell HRD	D75-80	D55
	Resistencia al impacto IZOD Kg cm/cm con notch	18.0-25.0	2.5-2.7
	Coefficiente de fricción	0.37	0.10-0.04
Propiedades térmicas	Coefficiente lineal de expansión X 10 <sup>-5</sup> / ° C	8.0	7.0-10.0
	Conductividad térmica Kcal/m. Hr. ° C	0.18	6.00
	Temperatura de distorsión ° C	55-58	120
	Resistencia a temperatura ° C	79-121	260-278

#### MEDIDAS EN NYLON 6A

##### REDONDO

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
12	0,1
15	0,2
20	0,4
25	0,6
30	0,8
35	1,1
40	1,4
50	2,2
55	2,7
60	3,2
65	3,8
70	4,4
75	5,0
80	5,7
100	9,0
120	12,9
150	20,1
200	35,8

##### PLANCHAS

Planchas (mm)	Peso (kg/plancha)
15x1000x2000	34,2
20x1000x2000	45,6
25x1000x2000	57,0

#### MEDIDAS EN TEFLÓN

##### REDONDO

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
30	1,6
40	2,8
50	4,4
55	5,3
60	6,3
65	7,4
70	8,5
75	9,8
80	11,2
100	17,4
130	29,5
150	39,2

## ANEXO 20 Sensores inductivos cilíndricos.

<b>LM - Sensores inductivos cilíndricos no enrasados, con cable 2 m</b>							
	4	6...36 V DC	NPN	NA	3	12	<b>LM12-3004NA</b>
	4	6...36 V DC	NPN	NA+NC	3	12	<b>LM12-3004NC</b>
	4	6...36 V DC	PNP	NA	3	12	<b>LM12-3004PA</b>
	4	6...36 V DC	PNP	NA+NC	3	12	<b>LM12-3004PC</b>
	4	6...36 V DC		NA	3	12	<b>LM12-3004LA</b>
	4	90...250V AC		NA	3	12	<b>LM12-2004A</b>
	8	6...36 V DC	NPN	NA	3	18	<b>LM18-3008NA</b>
	8	6...36 V DC	NPN	NA+NC	3	18	<b>LM18-3008NC</b>
	8	6...36 V DC	PNP	NA	3	18	<b>LM18-3008PA</b>
	8	6...36 V DC	PNP	NA+NC	3	18	<b>LM18-3008PC</b>
	8	6...36 V DC		NA	3	12	<b>LM18-3008LA</b>
	8	90...250V AC		NA	3	12	<b>LM18-2008A</b>
	15	6...36 V DC	NPN	NA	3	30	<b>LM30-3015NA</b>
	15	6...36 V DC	NPN	NA+NC	3	30	<b>LM30-3015NC</b>
	15	6...36 V DC	PNP	NA	3	30	<b>LM30-3015PA</b>
	15	6...36 V DC	PNP	NA+NC	3	30	<b>LM30-3015PC</b>
	15	6...36 V DC		NA	3	30	<b>LM30-3015LA</b>
	15	90...250V AC		NA	3	30	<b>LM30-2015A</b>