



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE  
FABRICACIÓN DE CORDONES PARA ZAPATOS**

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

**CANER DEGIRMENCIOGLU**

**DIRECTOR: Phd. DANIEL MIDEROS**

**Quito, marzo 2021**

© Universidad UTE 2021.

Reservados todos los derechos de reproducción.

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720682358
APELLIDO Y NOMBRES:	DEGIRMENCIOGLU CANER
DIRECCIÓN:	LATACUNGA
EMAIL:	canerd88@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	
TELÉFONO MOVIL:	0995111232

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE CORDONES PARA ZAPATOS
AUTOR O AUTORES:	CANER DEGIRMENCIOGLU
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	MARZO 2021
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	PhD. DANIEL MIDEROS
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRÓNICA
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El presente proyecto describe el proceso de fabricación de una máquina para la producción de cordones de zapatos a implementarse en la fábrica Textiles Cotopaxi Cía. Ltda. Se busca optimizar la producción mediante la inserción de maquinaria ergonómica y de baja contaminación tomando siempre en cuenta el factor de automatización del proceso. La estructura mecatrónica constituye la parte mecánica como: el mecanismo de tejido, el mecanismo de arrastre y los guía hilos mientras que la parte de control tiene disparos de aviso de fallos como rotura de hilos y bandas, con una programación que puede ser modificado en caso de requerir cambiar tiempos o cantidades de producción. Dicho esto, se propuso diseñar una máquina que cumpla con los estándares requeridos por la empresa tomando en cuenta los costes de fabricación y el retorno de la inversión. El operador de la máquina debe seguir las recomendaciones</p>

de uso para un correcto funcionamiento: cargar la máquina con hilos, verificar el buen estado de las agujas y partes mecánicas, probar los sensores de aviso y colocar la máquina en un lugar nivelado. El diseño mecatrónico cumple con los parámetros de tejido como: rendimiento, tacto de tejido, gramaje y tiempos de producción. El diseño compacto y de voltaje común de 110V lo hace al mismo tiempo una máquina de uso doméstico, que no requiere de mantenimientos exhaustivos. La construcción satisface la demanda actual del mercado y variando los ajustes de tejido el producto final puede tener otros usos como: cordones de busos y capuchas, así demostrando que con algunas modificaciones la máquina puede satisfacer a más sectores de la industria textil. Como resultado se obtiene 1 metro de cordón en 36 segundos, cumpliendo el rendimiento de 353.60 m / kg con un tacto suave y voluminoso.

**PALABRAS CLAVES:**

cordones, tejido, mecatrónica, automatización, textil.

**ABSTRACT:**

This project describes the manufacturing process of a machine for the production of shoelaces to be implemented in the Textiles Cotopaxi Cía factory. Ltda. It seeks to optimize production by inserting ergonomic and low pollution machinery always taking into account the process automation factor. The mechatronic structure constitutes the mechanical part such as: the weaving mechanism, the dragging mechanism and the thread guides while the control part has fault warning shots such as wire and band breakage, with a schedule that can be modified in case of requiring changing production times or quantities. That said, it was proposed to design a machine that meets the standards required by the company taking into account manufacturing costs and return on investment. The machine operator must follow the recommendations for proper operation: load the machine with threads, check the good condition of the needles and mechanical parts, test the warning sensors and place the machine in a level place. The mechatronic design meets the parameters of fabric such as: performance, touch of fabric, weight and production times. The compact and common 110V voltage design makes it a domestic machine, which does not require

<b>KEYWORDS</b>	extensive maintenance. The construction satisfies the current market demand and by varying the fabric adjustments, the final product may have other uses such as: buss and hood cords, thus demonstrating that with some modifications the machine can satisfy more sectors of the textile industry. As a result, 1 meter of cord is obtained in 36 seconds, fulfilling the performance of 353.60 m / kg with a soft and voluminous touch.
	CORDS, fabric, mechatronics, automation, textile.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



---

DEGIRMENCIOGLU CANER

C.I. 172068235 - 8

## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **DEGIRMENCIOGLU CANER**, C.I. 172068235 - 8 autor del proyecto titulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE CORDONES PARA ZAPATOS** previo a la obtención del título de **INGENIERO MECATRÓNICO** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, marzo de 2021



---

DEGIRMENCIOGLU CANER  
C.I. 172068235 - 8

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **ISMAIL DEGIRMENCIOLU** con cédula de identidad N. 172015002-6 en calidad de Gerente General de Textiles Cotopaxi Cia Ltda autorizo a **CANER DEGIRMENCIOLU**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE CORDONES PARA ZAPATOS**", basada en la información proporcionada por la compañía.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ismail Degirmenciolu', written over a horizontal line.

---

DEGIRMENCIOLU ISMAIL  
C.I. 172015002-6

## DECLARACIÓN

Yo, **CANER DEGIRMENCIOLU**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'CANER DEGIRMENCIOLU', written over a horizontal line.

---

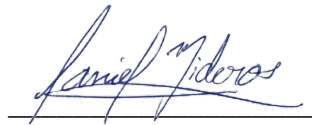
CANER DEGIRMENCIOLU

C.I. 172068235 - 8



# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE CORDONES PARA ZAPATOS**", que, para aspirar al título de **Ingeniero en Mecatrónico** fue desarrollado por **Caner Degirmencioglu**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Phd. Daniel Mideros

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 171317732 - 5

# INDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1. RECTILÍNEA QL-52C .....	4
1.2. CIRCULARES.....	7
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>10</b>
2.1. REQUERIMIENTOS.....	11
2.2. DISEÑO CONCEPTUAL .....	11
2.2.1. DESCRIPCIÓN DIAGRAMA.....	12
2.3. DISEÑO ESPECÍFICO.....	14
2.3.1. EL CILINDRO .....	15
2.3.2. LOS CAMONES O LEVAS.....	15
2.3.3. AGUJAS .....	16
2.3.4. TAPA DE CILINDRO .....	17
2.3.5. BOCIN CILINDRO .....	17
2.3.6. POLEA BASE MECANISMO AGUJAS .....	18
2.3.7. PLATINA GUÍA HILO Y SOPORTE CEPILLO .....	18
2.3.8. TORNILLO SIN FIN CON SUS APOYOS Y PIÑÓN.....	19
2.3.9. RODILLOS DE ARRASTRE CON SUS BASES DE APOYO Y CATALINAS.....	19
2.3.10. DISPARADORES Y ALIMENTADORES .....	20
2.4. DISEÑO ELECTRICO.....	21
2.4.1. MOTOR .....	21
2.4.2. CONTROLADOR.....	23
2.4.3. DIAGRAMA DE BLOQUES.....	23
<b>3. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>26</b>
3.1. INTEGRACION DEL SISTEMA.....	26
3.2. PRUEBAS .....	27
3.3. COSTOS DE FABRICACION .....	30
3.4. PRODUCCION .....	30
3.5. RETORNO DE LA INVERSIÓN .....	34
3.6. PROYECCIÓN .....	34
3.7. RECOMENDACIONES DE USO.....	35
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>36</b>
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES.....	37
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>38</b>
<b>5. ANEXOS</b> .....	<b>39</b>

# INDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Control de Calidad.....	28
<b>Tabla 2.</b> Verificación Status.....	29
<b>Tabla 3.</b> Valores de cálculo de costos.....	30

# INDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Urdimbre y Trama.....	4
<b>Figura 2.</b> Formación de punto por urdimbre y malla simultánea .....	5
<b>Figura 3.</b> Máquina QL-52C, Ingreso de hilo a la rectilínea .....	5
<b>Figura 4.</b> El PLC de la máquina QL-52C .....	6
<b>Figura 5.</b> Motor para distribución de hilo .....	6
<b>Figura 6.</b> Disparo de aviso de falla de hilo .....	7
<b>Figura 7.</b> Mota o exceso de pelusa .....	7
<b>Figura 8.</b> Circular Biotex con 102 tapas.....	7
<b>Figura 9.</b> Guía Hilos, Tapas con levas y Agujas de una circular .....	8
<b>Figura 10.</b> Alimentadores Memmingers y Caracoles de tensión .....	8
<b>Figura 11.</b> Perno de ajuste de bancada, 12 puntos en un cm .....	9
<b>Figura 12.</b> Controlador de la Circular .....	9
<b>Figura 13.</b> Modelo V como un macro ciclo .....	10
<b>Figura 14.</b> Estructura mecatrónica aplicada al proyecto .....	12
<b>Figura 15.</b> Disparadores de 24V, Final de carrera como sensor de banda .....	12
<b>Figura 16.</b> Esquema de la máquina.....	14
<b>Figura 17.</b> El cilindro dibujado en SolidWorks con sus medidas en mm.....	15
<b>Figura 18.</b> Camón superior y posterior .....	16
<b>Figura 19.</b> 6 agujas con lengüetas de talón bajo.....	16
<b>Figura 20.</b> Tapa de cilindro .....	17
<b>Figura 21.</b> Rodamiento 6202 RS .....	17
<b>Figura 22.</b> Bocín cilindro.....	18
<b>Figura 23.</b> Polea base.....	18
<b>Figura 24.</b> Platina .....	18
<b>Figura 25.</b> Bases de apoyo, tornillo sin fin y piñón rodillos tensores. ....	19
<b>Figura 26.</b> Rodillos de arrastre.....	19
<b>Figura 27.</b> Bases de apoyo y catalinas de los rodillos de arrastre .....	20
<b>Figura 28.</b> Sistema de alimentación de hilos .....	20
<b>Figura 29.</b> Motor110VAC .....	22
<b>Figura 30.</b> Sistema de control LOGO.....	23
<b>Figura 31.</b> Diagrama de Flujo Maquina de Cordón.....	23
<b>Figura 32.</b> Diagrama de bloques programa .....	24
<b>Figura 33.</b> Máquina de cordones.....	27
<b>Figura 34.</b> Tejido con 1 aguja rota.....	29
<b>Figura 35.</b> Cordón sin fallas.....	30
<b>Figura 36.</b> Bucle.....	31
<b>Figura 37.</b> Medición de bucles .....	31
<b>Figura 38.</b> Peso de 1m de cordón .....	32

# INDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO 1</b> Sistema De Arrastre Y Motor .....	39
<b>ANEXO 2</b> Mesa De Soporte.....	40
<b>ANEXO 3</b> Mecanismo De Tejido .....	41
<b>ANEXO 4</b> Tablero De Control Y Diagrama Eléctrico.....	44
<b>ANEXO 5</b> Integración Del Sistema.....	46

## RESUMEN

El presente proyecto describe el proceso de fabricación de una máquina para la producción de cordones de zapatos a implementarse en la fábrica Textiles Cotopaxi Cía. Ltda. Se busca optimizar la producción mediante la inserción de maquinaria ergonómica y de baja contaminación tomando siempre en cuenta el factor de automatización del proceso. La estructura mecatrónica constituye la parte mecánica como: el mecanismo de tejido, el mecanismo de arrastre y los guía hilos mientras que la parte de control tiene disparos de aviso de fallos como rotura de hilos y bandas, con una programación que puede ser modificado en caso de requerir cambiar tiempos o cantidades de producción. Dicho esto, se propuso diseñar una máquina que cumpla con los estándares requeridos por la empresa tomando en cuenta los costes de fabricación y el retorno de la inversión. El operador de la máquina debe seguir las recomendaciones de uso para un correcto funcionamiento: cargar la máquina con hilos, verificar el buen estado de las agujas y partes mecánicas, probar los sensores de aviso y colocar la máquina en un lugar nivelado. El diseño mecatrónico cumple con los parámetros de tejido como: rendimiento, tacto de tejido, gramaje y tiempos de producción. El diseño compacto y de voltaje común de 110V lo hace al mismo tiempo una máquina de uso doméstico, que no requiere de mantenimientos exhaustivos. La construcción satisface la demanda actual del mercado y variando los ajustes de tejido el producto final puede tener otros usos como: cordones de busos y capuchas, así demostrando que con algunas modificaciones la máquina puede satisfacer a más sectores de la industria textil. Como resultado se obtiene 1 metro de cordón en 36 segundos, cumpliendo el rendimiento de 353.60 m / kg con un tacto suave y voluminoso.

**Palabras claves:** cordones, tejido, mecatrónica, automatización, textil.

## ABSTRACT

This project describes the manufacturing process of a machine for the production of shoelaces to be implemented in the Textiles Cotopaxi Cía factory. Ltda. It seeks to optimize production by inserting ergonomic and low pollution machinery always taking into account the process automation factor. The mechatronic structure constitutes the mechanical part such as: the weaving mechanism, the dragging mechanism and the thread guides while the control part has fault warning shots such as wire and band breakage, with a schedule that can be modified in case of requiring changing production times or quantities. That said, it was proposed to design a machine that meets the standards required by the company taking into account manufacturing costs and return on investment. The machine operator must follow the recommendations for proper operation: load the machine with threads, check the good condition of the needles and mechanical parts, test the warning sensors and place the machine in a level place. The mechatronic design meets the parameters of fabric such as: performance, touch of fabric, weight and production times. The compact and common 110V voltage design makes it a domestic machine, which does not require extensive maintenance. The construction satisfies the current market demand and by varying the fabric adjustments, the final product may have other uses such as: buss and hood cords, thus demonstrating that with some modifications the machine can satisfy more sectors of the textile industry. As a result, 1 meter of cord is obtained in 36 seconds, fulfilling the performance of 353.60 m / kg with a soft and voluminous touch.

**Keywords:** cords, fabric, mechatronics, automation, textile.

## **1. INTRODUCCIÓN**



Los textiles son productos que se fabrican con la finalidad de satisfacer al mercado con prendas de vestir, diferentes acabados en superficies convirtiéndose en objetos de consumo masivo que se venden en grandes cantidades. La industria textil genera gran cantidad de empleos directos e indirectos desde el empleado que opera las máquinas de tejido hasta el tornero que presta servicios para reparar las maquinas, y tiene un peso importante en la economía mundial. Es un campo en donde cada día se crean nuevos métodos de procesado y se requieren de nuevas tecnologías debido a su creciente demanda, cada vez se necesita más espacio por el tamaño de las máquinas antiguas y en la actualidad se busca utilizar tecnología compacta mediante la creación de máquinas más ágiles para operar y que cumplen la misma función de una máquina grande.

No es infrecuente que el extraordinario trabajo de los diseñadores textiles pase inadvertido y que quienes recojan todas las alabanzas sean los diseñadores de moda. El diseño textil disfruta de escaso reconocimiento, sin embargo, sin textiles innovadores, el diseño de moda perdería mucho interés (Udale, 2008).

Con la automatización, la industria es ahora capaz de sistematizar y parametrizar procesos, y puede extraer medias y patrones. Se trata de multitud de datos fiables que, si se saben leer, analizar y utilizar, pueden ayudar a mejorar la eficiencia y la rentabilidad de la cadena productiva (Iribarren, 2017).

Tras adaptarse a la deslocalización industrial y sobrevivir a la última crisis financiera y de consumo, el textil encara ahora un cambio de paradigma productivo, que vuelve a poner en jaque su continuidad. Si la tercera revolución consistió en la automatización de los procesos para la producción en masa y en serie, la cuarta consiste en digitalizarlos y gestionar los datos para ganar eficiencia y rapidez, y mejorar la rentabilidad, con series cortas y personalizadas (Iribarren, 2017).

La creciente demanda en el área textil actualmente lleva a los dueños de Textiles Cotopaxi Cía. Ltda. a buscar nuevos métodos productivos en el área de tejeduría mediante el aprovechamiento del espacio y tiempo en los diferentes procesos de tejido para ampliar su gama de productos ofreciendo cordón como complemento de una prenda de vestir. Las máquinas hileras utilizadas hoy en día ocasionan un impacto ambiental considerable debido a que la contaminación auditiva supera los niveles permisibles del oído humano causando que los operarios tengan problemas auditivos, pese a la utilización de equipos de protección personal. Estas máquinas usadas en el ámbito textil ocupan gran cantidad de espacio impidiendo la facilidad de movilización de los operadores, esto hace que no se tenga un rápido acceso en lo que se refiere al mantenimiento de las mismas, convirtiéndose en un "cuello de botella" dentro del proceso de producción. Este tipo de máquinas debido a su gran tamaño tienen un alto costo de mantenimiento ya que se los debe realizar

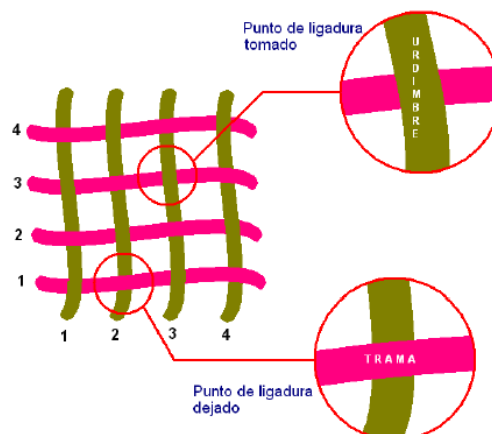
periódicamente haciendo que se produzcan "tiempos muertos" retrasando la productividad dentro del proceso, que debido a esa necesidad de la empresa se diseña y construye la siguiente máquina planteando los siguientes objetivos:

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se planteó el siguiente objetivo general: Diseñar y construir una máquina portátil para la fabricación de cordones de zapatos para la fábrica textil, junto a los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar los parámetros y tecnologías aplicadas para el diseño de la máquina.
2. Seleccionar el modelo óptimo mediante una casa de calidad.
3. Diseñar y construir la parte mecánica.
4. Diseñar e implementar la parte de electrónica y de control.
5. Realizar las pruebas correspondientes para un status OK.

Las maquinarias que se muestran a continuación son tomadas como bases para el diseño final de la máquina de cordones. Se dividen en 2 grupos grandes: Rectilíneas, generan un tejido por urdimbre para producir cuellos y puños para camisetitas polo y Circulares, utilizan un tejido por trama para fabricar rollos tela en forma tubular para posteriormente ser cortados por diseñadores y confeccionistas (Figura 1).

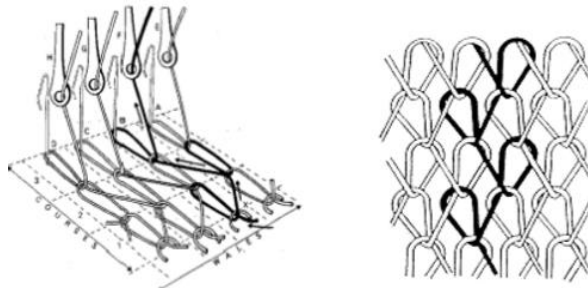
La reproducción de un tejido no puede realizarse de una manera rigurosa, porque los métodos de análisis son más empíricos que científicos. Aun así, Conviene tener en cuenta primeramente identificar la cara del mismo, y luego diferenciar los hilos de urdimbre de los de trama (Lockúan, 2012).



**Figura 1.** Urdimbre y Trama  
(Lockúan, 2012)

### 1.1. RECTILÍNEA QL-52C

Las rectilíneas son maquinarias tejedoras que tienen como funcionamiento principal producir un tejido de punto por urdimbre (de manera vertical) (Figura 2).



**Figura 2.** Formación de punto por urdimbre y malla simultánea (Lockúan, 2012).

En la figura 3, se observa entradas y salidas de la máquina, ya que como entradas se aprecian los conos de hilos 20/1 PES65% y CO35% y salidas en forma de cuellos, la máquina de cordones utiliza el mismo principio para el ingreso de hilo DEN Poliéster 150 para formar el tejido. Hilo 20 es el título global que se le da al hilo por su grosor y en este caso /1 significa que tiene una hebra.



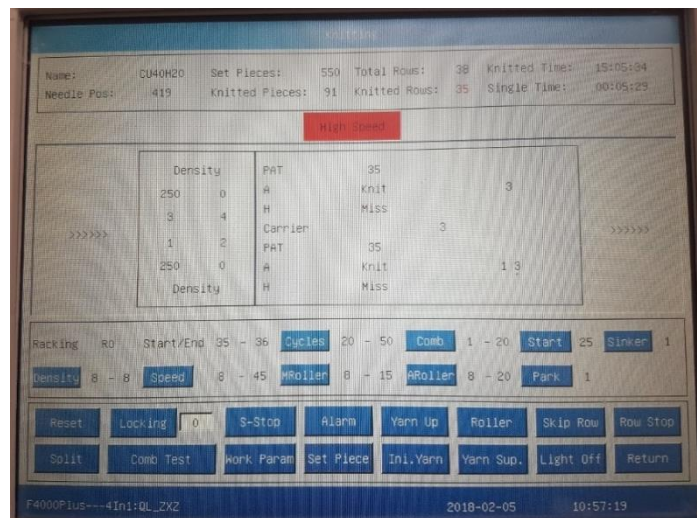
**Figura 3.** Máquina QL-52C, Ingreso de hilo a la rectilínea (Textiles Cotopaxi, 2019).

Se observa en la figura 3, como el hilo antes mencionado mediante un alimentador es introducido en el sistema de agujas con el fin de formar una puntada o malla, los cepillos ayudan en la formación de malla abriendo las lengüetas de las agujas.

En la figura 4 se aprecian diferentes indicaciones y comandos de funcionamiento a la máquina como, por ejemplo:

- Densidad: Determina que tan floja o que tan ajustada debe estar la malla según requerimiento del cliente.
- Velocidad de movimiento de cabeza: directamente relacionado con las RPM del motor de la máquina el cual mediante una cadena o banda hace mover la cabeza.
- Inicio: asignamos desde que numero de aguja comenzar el programa.
- Posicionamiento alimentador de hilo: la distancia a la que se deben ubicar los guía hilos al inicio y final del tejido.
- Velocidad de los rodillos arrastre: ayudan a tensionar el tejido formado con el fin de evitar que dicho tejido se trepe.

- Todos los posibles errores que se puedan presentar durante la producción.



**Figura 4.** El PLC de la máquina QL-52C (Textiles Cotopaxi, 2019).

En la figura 5, se muestra el motor de alimentación de hilos el cual determina la tensión correcta con la que debe ingresar cada hilo así logrando un tejido sin fallas, en la máquina de cordón se usó esta idea para aplicarlo de una manera mecánica ya que tenemos los guía hilos como tensores ejerciendo presión encima de la hebra para aumentar su tensión de ingreso. En caso de alguna rotura de hilo la máquina se detiene indicando al operador acerca de la falla.



**Figura 5.** Motor para distribución de hilo (Textiles Cotopaxi, 2019).

Los disparadores son sensores de fallas que paran la máquina indicando al operador de una rotura de hilo o exceso de pelusa (Figura 6).



**Figura 6.** Disparo de aviso de falla de hilo  
(Textiles Cotopaxi, 2019).

En el instante en que un hilo se arranca o se acumula demasiada pelusa los disparadores indican al operario acerca del problema parando la máquina (Figura 7).



**Figura 7.** Mota o exceso de pelusa

## 1.2. CIRCULARES

La máquina mostrada en la figura 8, es una máquina tejedora que utiliza un tejido de punto por trama como se muestra a continuación:



**Figura 8.** Circular Biotex con 102 tapas



La forma de tejer de una circular es dando vueltas a un tambor que consta de la formación de miles de agujas que van tomando diseño según el tejido que se requiera producir por la composición de sus camones o levas que se indican a continuación (Figura 9).



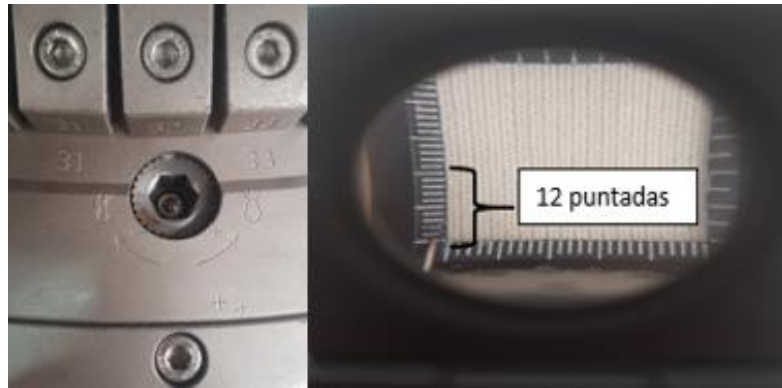
**Figura 9.** Guía Hilos, Tapas con levas y Agujas de una circular

El diseño de las agujas regirá la forma de la malla y el tipo de tejido, dicho diseño se obtiene de ubicar de la manera deseada los camones o levas como indica (Figura 10). Los disparadores en los circulares también conocidos como Memminger, aparte de ayudar a alimentar también purgan el hilo que ingresa a la máquina de esta forma se obtiene un tejido más nítido y se encargan de avisar en caso de rotura o pérdida de tensión.



**Figura 10.** Alimentadores Memmingers y Caracoles de tensión

El volumen de alimentación de hilos es determinado por los caracoles que se aprecian en la figura 11, los cuales ayudan a tensionar o aflojar las bandas que están encargadas de girar los Memmingers.



**Figura 11.** Perno de ajuste de bancada, 12 puntos en un cm

En los circulares la densidad, es decir, la firmeza de la tela se obtiene mecánicamente girando sentido horario, en caso de querer ajustar la malla o anti horario para aflojar la malla, todos estos cálculos se los realiza una vez observado y apreciado la tela formada de manera manual mediante el tacto y sacando gramaje, que determinara el rendimiento (metros de tela en un kilogramo) de la tela requerida por el cliente.



**Figura 12.** Controlador de la Circular

El Controlador (Figura 12) puede dar indicaciones como:

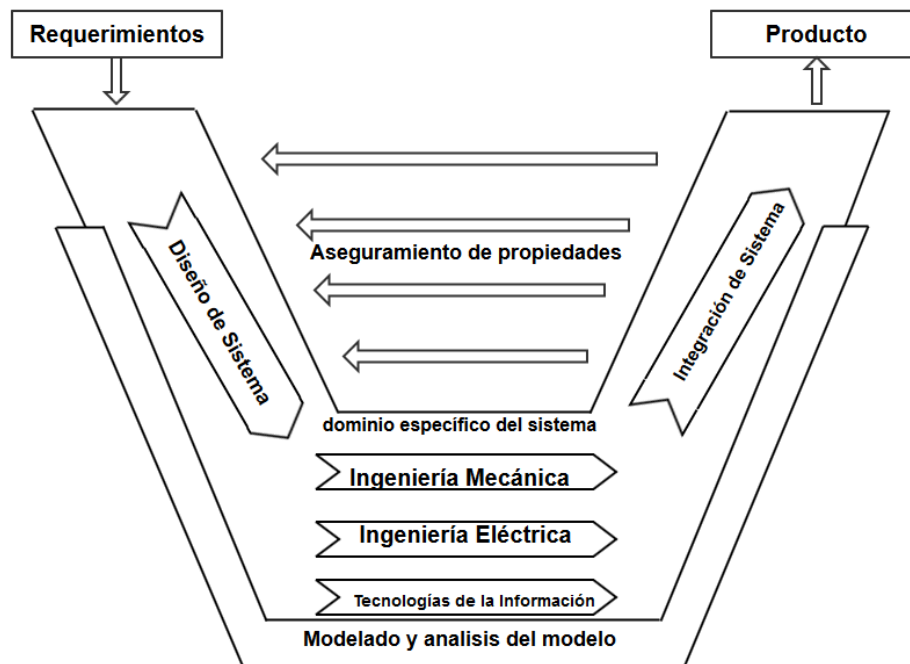
- Velocidad de giro del tambor principal: velocidad de las vueltas por minuto.
- Contador: cantidad de vueltas actuales que lleva la producción.
- Frecuencia: Velocidad de giro del motor.
- Entre otras configuraciones más.

## **2. METODOLOGÍA**



El modelo óptimo que se construyó tomó criterios en base a los nuevos métodos de hilado y formas de tejer automáticamente, el diseño compacto ayudó a ocupar un espacio muy reducido y estuvo a la altura del avance tecnológico reduciendo costos con respecto a mantenimientos preventivos y correctivos, se mejoró la productividad y los tiempos de proceso de hilado, en el diseño los cálculos mecatrónicos son indispensables para la construcción física en el que se basó e incluyó los nuevos métodos de fabricación o hilado de cordones. La construcción de la máquina se realizó por segmentos y en cada segmento se procedió a verificar funciones específicas, de esta manera el usuario puede realizar mantenimientos sin complicaciones y encontrar fallos de una manera más ágil, lo cual mejora la producción. En la actualidad automatizando los procesos de hilado se reducen costos disminuyendo los tiempos de procesado y aumentando los lapsos de tiempo entre cada mantenimiento.

El modelo V (Figura 13) describe el procedimiento para el diseño de sistemas mecatrónicos, que debe darse en una forma más distinta en cada caso.



**Figura 13.** Modelo V como un macro ciclo  
(Verein Deutscher, Ingenieure, 2004)

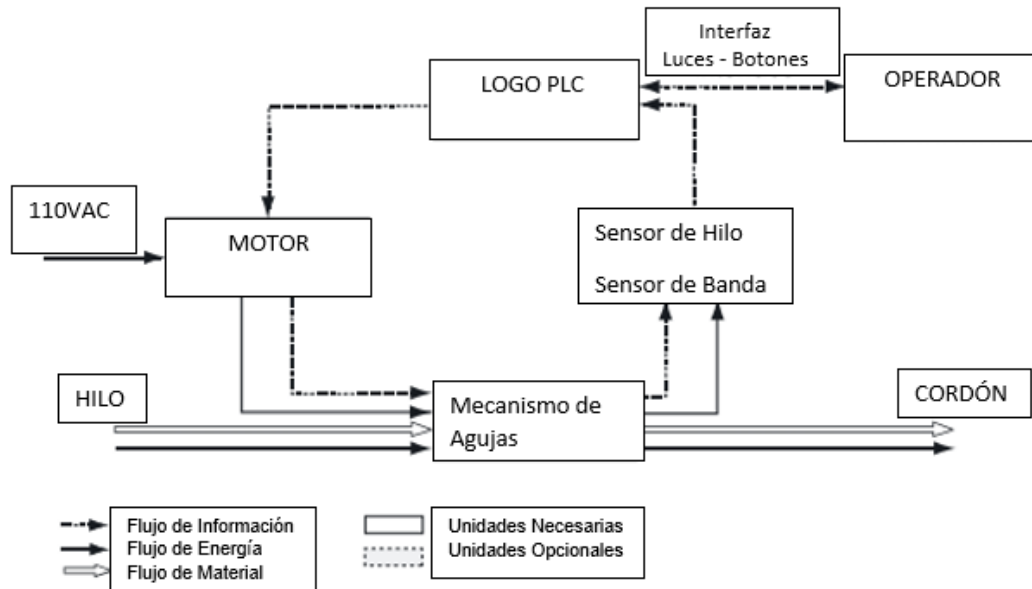
La máquina de cordón debe cumplir con los diferentes requerimientos detallados posteriormente para llegar al tacto y rendimiento deseados por el cliente. Producir el cordón mediante una alimentación de hilos que serán guiados por los disparadores hacia un mecanismo de agujas que al final el tejido se tensara con rodillos para ser acumulado como producción.

## **2.1. REQUERIMIENTOS**

- Aviso de Rotura de Hilo para parar la máquina.
- Aviso de Rotura de Banda para parar la máquina.
- Programación del LOGO, controlador.
- Pretensores para tensionar el hilo y evitar la rotura.
- Iniciar, pausar, resetear y parar la producción mediante la interfaz.
- Aviso de producción completa.
- Sujetar correctamente los soportes de conos.
- Alinear los guía hilos para el correcto paso del hilo por los purgadores
- Colocar los disparadores de hilo asegurando buen contacto con la masa.
- Alimentación de conos manual.
- Al inicio formar el tejido manualmente.
- Portátil para lograr ubicaciones estratégicas en una planta.
- Rendimiento de 340m/kg.

## **2.2. DISEÑO CONCEPTUAL**

Un diseño se entiende en el sentido de la concepción de un todo, un concepto de la solución, la identificación o la búsqueda de los elementos de la solución requerido para esto y lo intelectual, modelo basado en unión y la conexión de estos elementos para formar un todo viable. El diseño es en consecuencia un proceso que, a partir de los requisitos, conduce a una concretización de un sistema técnico. Esta concretización se expresa en los componentes de la mecatrónica y la interacción de estos componentes (Figura 14).



**Figura 14.** Estructura mecatrónica aplicada al proyecto (Ingenieure, 2004)

### 2.2.1. DESCRIPCIÓN DIAGRAMA

- La fuente de alimentación es de 110v – 220v ya que se va a desempeñar en un ambiente industrial.
- El material ingresado a ser procesado es el Hilo.
- Los sensores indicados previamente como Sen. Hi. (sensor de hilo) y Sen. Ban. (sensor de banda) usados son tipo finales de carrera que están programados en LOGO para operar como un interruptor normalmente abierto.



**Figura 15.** Disparadores de 24V, Final de carrera como sensor de banda

Como actuador se tiene al Motor e interfaces todo el conjunto de luces y botones; luz de aviso de rotura de banda, luz de aviso de rotura de hilos, luz de máquina energizada, luz de máquina OK (indica el estado operativo de la máquina), Luz de aviso de Producción completada.

- El operario está para iniciar la producción, arreglar fallas durante la producción, recolectar el cordón completado y realizar los mantenimientos preventivos y correctivos.
- El sistema base constituye todo el mecanismo de agujas; las agujas, el cilindro, la tapa del cilindro, los camones.
- Procesamiento de la información: Es la parte de control del circuito general mediante LOGO que se encuentra con su respectiva programación.

La integración del sistema: Los resultados de los dominios individuales se integran para formar un sistema global, para permitir la interacción a ser investigada (Ingenieure, 2004).

Se diseñó los 6 soportes para conos que pasan por los guía hilos hacia los 6 disparadores de 24v que están controlados por el PLC LOGO que consta como parte de control alimentado con 110VAC, de esta forma gira el motor que mediante una banda transmite el movimiento circular hacia la tapa que contiene el cilindro, los camones y las agujas. Las 6 hebras de hilo que alimentan a las agujas son agarradas por cada una de ellas para formar el tejido, una vez realizada la malla el tejido debe bajar hasta los rodillos tensores y lograr el cordón deseado.

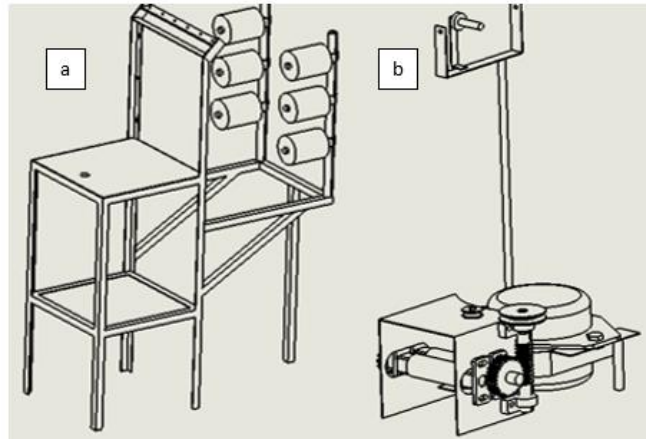
Aseguramiento de propiedades: El progreso logrado con el diseño debe ser revisado continuamente sobre la base del concepto de la solución especificada y los requisitos (Ingenieure, 2004).

Para la validación del sistema se realizan pruebas de densidad, calidad y velocidad de tejido. Las inspecciones periódicas aseguran el correcto funcionamiento de los guía hilos, disparadores, el mecanismo de tejido y la parte de control. Hay que asegurarse de que las propiedades reales del sistema coinciden con las propiedades del sistema deseados.

Una vez asegurado el correcto funcionamiento de la máquina se procede a la respectiva calibración de puntada, la tensión de las bandas y la lubricación de partes y piezas, para dejar un programa final de producción en el LOGO.

**Producto:** Cordón.

El diseño que se propone para la maquina es el conjunto de; 6 soportes para soportar el peso de 6 conos de Poliéster, las hebras deberán pasar por los guía hilos y los disparadores para ser analizados en caso de rotura o perdidas de tensión, una vez regulada la tensión de los hilos el mecanismo de tejido se encargara de formar las puntadas para comenzar la malla y posteriormente se tensiona con los rodillos y se acumula la producción como cordón (Figura 16).



**Figura 16.** Esquema de la máquina

El esquema de la figura 16a es la base en la cual se asentará la máquina con su tablero de control y los 6 conos de hilo. El esquema de la figura 16b es el diseño aproximado del conjunto de motor, engranes y rodillos de arrastre. El equipo completo consta de 4 partes que se distribuyen de la siguiente manera:

Base o estructura metálica de soporte: comprende la estructura mecánica que alojara el peso de la máquina de cordones, el tablero de control y los 6 conos de hilos.

Mecanismo máquina de cordones: consta de la unión de partes como base de motor, motor, sistema de engranes con tornillo sin fin, bandas, mecanismo de agujas y rodillos de arrastre.

Alojamiento conos de hilo: el cual soportara el peso total de los 6 conos que servirán de alimentación para la producción de los cordones.

Tablero de control: esta parte es el cerebro de la máquina que va a tener control del circuito eléctrico y a su vez mecánico, ya que en su interior está alojado el PLC Siemens LOGO 6.

### **2.3. DISEÑO ESPECÍFICO**

A continuación, se encuentran las partes y piezas que conforman la máquina para tejer cordones, la elección y fabricación de materiales se decidió con base en la eficacia que aportan al sistema tomando en consideración su durabilidad.

El mecanismo a continuación detallado se observa en el Anexo 3 como mecanismo de tejido.

De una manera manual se gira la tapa del motor y la tapa del cilindro que tiene los dos camones sujetos mediante pernos con una abertura para el deslizamiento de los talones de agujas, en todo momento el cilindro se mantiene estático y sirve como guía para el ascenso y descenso de agujas, el

tejido inicial se realiza de manera manual con un estilete o cuchilla textil, formada la malla se mantiene girando el mecanismo con la mano hasta que el tejido alcance los rodillos de arrastre y así poder arrancar el motor.

### 2.3.1. EL CILINDRO

El cilindro (Figura 17) es en donde se insertan las agujas que posteriormente son guiados por los camones o levas, además el tejido o la malla formada es guiada hacia el interior hasta ser estirado por los rodillos tensores. Esta pieza se encuentra fija permitiendo el libre movimiento de las agujas hacia arriba y abajo. Se escogió como material de fabricación acero de transmisión ya que es un acero de cementación no aleado principalmente utilizado para la elaboración de piezas pequeñas, exigidas al desgaste y donde la dureza del núcleo no es muy importante. En la fresa se desgastaron de 1 mm de ancho 6 canales de 11mm de separación, el ultimo canal quedando de 12mm. La punta se realiza en forma cónica para no desgastar o romper la malla tejida y permitir un trabajo no forzoso de las agujas evitando el desgaste de las mismas. La sección posterior antes del roscado se inserta en el rodamiento 6202 RS apoyado en el bocín del cilindro que se encuentra dentro de la tapa externa. La parte central del cilindro tiene el mismo diámetro de los camones o levas para evitar el movimiento y lograr un giro balanceado. La ceja se desgastó para poner una cimbra y mantener a las agujas en sus canales. El tamaño del cilindro varia en base al tamaño de agujas y camones utilizados. El cilindro se construye con base en las dimensiones de las agujas con las que va a trabajar.

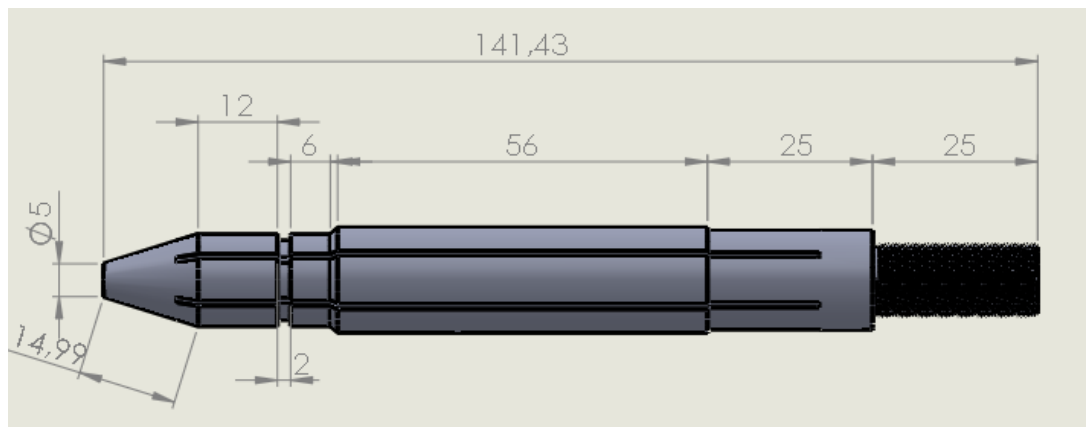


Figura 17. El cilindro dibujado en SolidWorks con sus medidas en mm.

### 2.3.2. LOS CAMONES O LEVAS

Tienen como finalidad subir y bajar las agujas para formar la malla, girando conjuntamente con la tapa (Figura 20). Su graduación afecta el largo de la puntada, mientras más abajo más larga es la puntada. Se utilizó acero de transmisión por el desgaste que provocan los talones de las agujas. Los

tornillos son para ajustar la puntada. El diámetro interno es igual al diámetro del cilindro, para garantizar el giro uniforme (Figura 18).



**Figura 18.** Camón superior y posterior

### 2.3.3. AGUJAS

La función principal es la de formar la malla mediante el ingreso adecuado de hilo, consta de 4 partes: Cabeza, lengüeta, cuerpo y talón. El talón (Figura 19) se desliza por la cara lisa de la leva subiendo y bajando la aguja. Cuando la aguja sube el cepillo nos ayuda a abrir la lengüeta permitiendo la alimentación del hilo y al momento de bajar el hilo de la puntada anterior cierra la lengüeta así se logra formar una malla.



**Figura 19.** 6 agujas con lengüetas de talón bajo

La rotura de los talones quita la movilidad de la aguja y se presentan fallas en el tejido. Cuando se endurece o se rompe una lengüeta la aguja no forma la puntada adecuada y por lo tanto genera fallas en el tejido o rompe las demás agujas, por retenido de hilo. Cuando se rompe la cabeza las demás puntadas no se entrelaza y sale una línea a lo largo del tejido, así provocando defecto en el producto terminado. Las diferentes roturas de las agujas dejan partes pequeñas dentro de la máquina, las cuales deben ser removidas por el

operario para evitar posibles atascos y futuro daño de la máquina. Para evitar el calentamiento a los canales se inyecta aceite liviano RECOL LUB 22 “aceite liviano para circulares” el proceso que también ayuda a la movilidad de las agujas y disminuye la corrosión.

#### 2.3.4. TAPA DE CILINDRO

Tiene como finalidad girar los camones para subir y bajar las agujas. El material es de acero de transmisión, el aspecto acerado se optó para evitar desgastes con el acero negro (Figura 20).

En la parte posterior esta insertado un rodamiento 6202 RS (Figura 21) el cual ayuda a que las tapas con los camones puedan girar manteniendo firme al cilindro



**Figura 20.** Tapa de cilindro

Las ranuras laterales son para modificar la altura de los camones, de igual forma también sujeta al anillo que lleva el cepillo y guía los hilos hacia el cilindro.



**Figura 21.** Rodamiento 6202 RS

#### 2.3.5. BOCIN CILINDRO

La función principal es ser utilizado como tope para el cilindro, la pista interna del rodamiento va apoyado contra el bocín para de esta manera darle unos milímetros de separación a la polea base con la estructura metálica y evitar cualquier tipo de fricción (Figura 22). La tuerca del cilindro se ajusta contra el bocín dando firmeza y estabilidad al mecanismo.





**Figura 22.** Bocín cilindro

### **2.3.6. POLEA BASE MECANISMO AGUJAS**

Esta polea transmite el movimiento circular hacia el mecanismo de tornillo sin fin, con la finalidad de girar los rodillos tensores, en donde se asienta la tapa con sus camones y el cilindro con sus agujas. La polea base se fija al mecanismo de tapas mediante 4 tornillos (Figura 23).



**Figura 23.** Polea base

### **2.3.7. PLATINA GUÍA HILO Y SOPORTE CEPILLO**

Guía los 6 hilos hacia el cilindro para que puedan ser tejidos por las agujas, y soporta el cepillo que abre las lengüetas de las agujas. Va conectado a la tapa (Figura 24).



**Figura 24.** Platina

### 2.3.8. TORNILLO SIN FIN CON SUS APOYOS Y PIÑÓN

El tornillo sin fin (c) con sus bases (a) (Figura 25) transmite el movimiento de la banda superior hacia el piñón de 30 dientes (b) que a su vez gira los rodillos tensores a una velocidad reducida. Las dos piezas están fabricadas en acero de transmisión.



Figura 25. Bases de apoyo, tornillo sin fin y piñón rodillos tensores.

### 2.3.9. RODILLOS DE ARRASTRE CON SUS BASES DE APOYO Y CATALINAS

Los rodillos (Figura 26) generan tensión en el tejido con la finalidad de que la malla baje correctamente, para lo cual en el extremo de uno de los rodillos hay una punta roscada que se conecta al mecanismo del tornillo sin fin. Para esto los rodillos están apoyados en sus bases (Figura 27) que permiten un giro controlado y firme, por lo que el rodillo libre recibe movimiento del rodillo punta roscado mediante las catalinas. El rodillo libre es presionado mediante resortes hacia el rodillo fijo para una tensión uniforme en el tejido.



Figura 26. Rodillos de arrastre

En la industria textil se los conoce como sistema de arrastre o fular en caso de maquinaria de hidro extracción de tela, se decidió por este mecanismo para no utilizar ningún tipo de recubrimiento en los rodillos, en caso de

utilizar recubrimientos se alarga la vida útil del mecanismo y se evita la corrosión. Su velocidad de giro está estrictamente relacionada con los dientes de sus piñones y su calibración se determinó en base a la tensión del cordón.



**Figura 27.** Bases de apoyo y catalinas de los rodillos de arrastre

La finalidad del sistema es darle forma y estructura a la malla generada por el mecanismo de agujas, ya que sin una tensión posterior a la puntada el tejido tiende a treparse, es decir, subirse hacia la cabeza de las agujas formando exceso de hilo lo cual provocaría la rotura de las mismas. El giro reducido de los rodillos gracias al mecanismo de tornillo sin fin evita el exceso de tensión y la rotura de agujas y tejido.

#### **2.3.10. DISPARADORES Y ALIMENTADORES**

La finalidad principal es la de abrir el circuito en caso de ocurrir una falla cortando el voltaje que pasa por el contacto y con esta señal el LOGO manda a parar el motor y pausar el programa de producción.



**Figura 28.** Sistema de alimentación de hilos

Como observamos en la figura 28, encontramos 6 disparadores corresponden al número de cada cono de hilo utilizado, se activan cuando el hilo pierde tensión o se rompe un hilo por exceso de pelusa. Están conectados a 24VDC y funcionan como contactos de finales de carrera.

Por tamaño físico son los que más se adaptan al sistema y grosor de hilo que usamos.

## **2.4. DISEÑO ELECTRICO**

Cada componente eléctrico fue escogido por la magnitud de eficacia que aporta al sistema, dicho esto se buscó un motor de fácil reparación, bajo consumo, económico y de altas revoluciones. El controlador LOGO por su plataforma sencilla de programación y conexión cumplió con los requerimientos. Por su parte los disparadores son de fácil acceso en el mercado local y cumplieron con su función de abrir el circuito en caso de fallas.

La alimentación principal se usó de 110VAC por ser la nominación comercial del mercado, ingresa al botón de paro de emergencia para tener un control en caso de problemas. Del paro de emergencia se alimentan dos breakers de 10A llamados L1 y L2, L1 suministra energía al controlador y L2 alimenta al relé del motor. Se encuentran instaladas dos relés: R1 de 110VAC que sirve para accionar el motor mediante el pulsador START y cortar su funcionamiento con STOP para pausar la producción, R2 de 24VAC sirve para alimentar los 6 disparos con 0V y mandar señal a la entrada I4 en caso de que se rompa o pierda tensión un hilo. Los focos de aviso de fallos y producción completada se alimentan de las salidas Q del controlador que se encuentran energizadas con 110VAC. (Anexo 4)

### **2.4.1. MOTOR**

Se necesita un motor monofásico (Figura 29) con condensador para poder girar la tapa del cilindro mediante banda. Este tipo de motores son más económicos que los trifásicos, fáciles de reparar y asequibles. Cumplen con la condición de arranque con un torque pequeño y no genera mucha temperatura. No se necesita de un sistema trifásico y son de bajo consumo.

La selección del motor es con base en las especificaciones técnicas de bajo consumo 150 W y altas rpm de 1991 para evitar rotura de agujas y 110V de uso común, el mecanismo de agujas sufre de muchos atascos si llega a superar los 1200 rpm y este motor cumple con los estándares requeridos.

Para encontrar las rpm adecuadas se realizaron pruebas de diferentes velocidades con un motor diferente conectado a un variador de velocidad:

Prueba 1, 800 rpm el sistema funciona bien con producción al 50% menos del deseado.

Prueba 2, 1000 rpm el sistema funciona bien con producción al 48% menos del deseado.

Prueba 3, 1500 rpm el sistema funciona bien con producción al 22% menos del deseado.

Prueba 4, 2000 rpm el sistema funciona con fallas de tejido y roturas de agujas.

Prueba 5, 1800 rpm el sistema funciona bien con producción al 6% menos del deseado.

Prueba 6, 1900 rpm el sistema funciona bien y alcanza una producción deseada para el mercado.

### **Especificaciones técnicas del motor**

- Alimentación: 110 VAC
- Revoluciones: 1991 rpm
- Potencia: 150 w
- Amperaje: 1.1 A
- Capacitancia: 8/400
- Condensador de arranque: 10 uF



**Figura 29.** Motor110VAC

Consumo de energía:

$$150W = 0.15KW$$

$$0.15KW * 8horas(laborables) * 0.10\$kwh = 0.12 \$ \text{ por día de trabajo}$$

$$\text{Transmisión de Movimiento} = \text{RPM motor} \times (\text{la polea motriz} / \text{la polea movida})$$

$$\text{Transmisión de Movimiento} = 1991 \times (3\text{cm} / 5\text{cm})$$

$$\text{Transmisión de Movimiento} = 1194.6 \text{ rpm (Mecanismo de Agujas)}$$

Por el bajo consumo y las revoluciones altas se llegó a optar por este tipo de motor.

Las RPM del motor son las adecuadas, ya que según las pruebas realizadas mayores a 2000rpm se presentan rupturas de aguja y fallas en la formación del cordón y a su vez una de menor rpm representa una menor producción lo cual no es rentable.

## 2.4.2. CONTROLADOR

Se busca controlar la cantidad de metros producidos en un determinado tiempo con un sistema de lazo cerrado ON/OFF.

Se seleccionó LOGO 6EDI 052-1MD00-0BA6 con 8 entradas digitales y 4 salidas, fuente de 100-240V AC para salida de 24V DC, pantalla digital operada con botones mostrado en la figura 30.



Figura 30. Sistema de control LOGO

Con LOGO se resuelven tareas de instalación y del ámbito industrial como es el caso de control de máquina de cordones. Mediante la ayuda del programa LOGO SoftComfort V8 se creó el siguiente código de control:

## 2.4.3. DIAGRAMA DE BLOQUES

El sistema funciona con el controlador LOGO que procesa información de los sensores de hilo y bandas para poder producir el cordón en los metros programados con el accionamiento del motor (Figura 31). Básicamente necesitamos indicar al motor cuando iniciar y cuando detenerse (Figura 32).

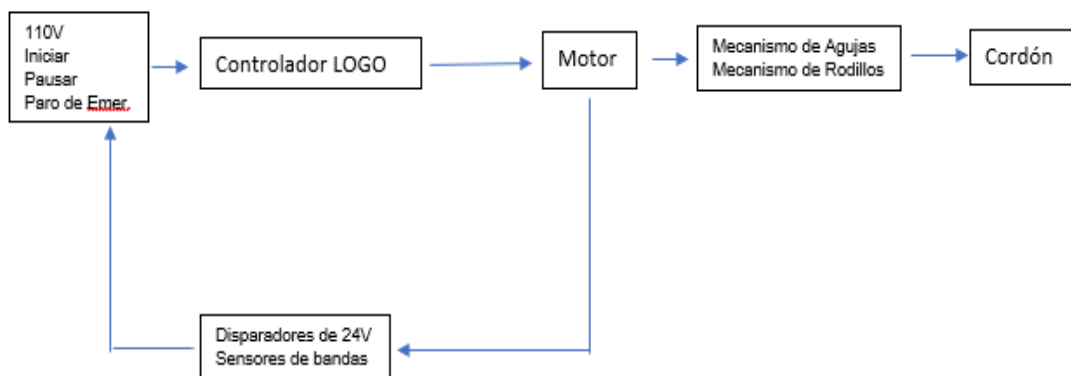


Figura 31. Diagrama de Flujo Maquina de Cordón

Bloque 110V: Es la alimentación monofásica del sistema, aquí el mecanismo en conjunto se inicia, pausa y tiene paro de emergencia en caso de fallas. Es el mando principal.

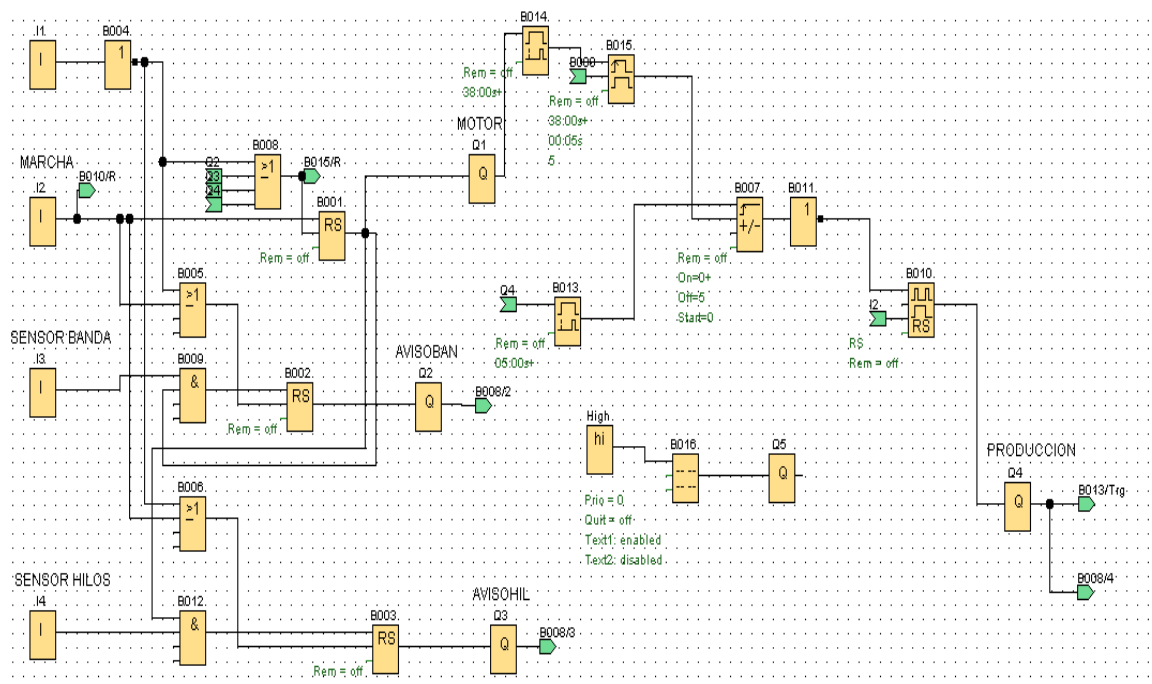
Bloque Controlador LOGO: Es la implementación del logo con su lenguaje de programación para poder activar diferentes salidas que darán inicio a la producción, los paros y avisos de fallas. Es el control de todo el sistema.

Bloque Motor: Recibe señal digital del logo para su inicio o paro, en caso de existir alguna falla como rotura de bandas o hilos el motor se detiene automáticamente debido a la programación del logo.

Bloque Disparadores de 24V – Sensores de bandas: Mandan señal al logo indicando que existe una falla para deteniendo el funcionamiento del motor y pausar la producción hasta arreglar el problema.

Bloque Mecanismo de Agujas y Rodillos: Mediante el funcionamiento del motor las bandas giran los mecanismos de agujas que se encargan de tejer el cordón y rodillos que tensionan el tejido.

Bloque Cordón: Es el resultado final de todo el mecanismo funcionando, la calidad depende del estado de agujas e hilos.



**Figura 32.** Diagrama de bloques programa

La entrada I1 es el que pausa la producción cortando la energía entregada al motor en el caso de alguna falla eléctrica, caída de tensión en la planta o cambio de color de hilos. Si esta entrada se pulsa automáticamente toda la producción para desactivando todas las salidas.

La entrada I2 es el botón de la marcha que al mismo tiempo enciende un foco verde indicando que el motor está girando. Cuando se presiona este botón el sistema entra en marcha así comenzando a tejer cordones hasta que la

producción de complete, en el caso de ocurrir alguna falla ya sea por rotura de hilo, falta de tensión o rotura de bandas la operación se pausa hasta arreglar dicha falla. I1 activa a la salida Q1 que va conectado al motor.

La entrada I3 indica al sistema en el caso de presentarse una rotura de banda, consta de dos finales de carrera conectados en paralelos. I3 activa a Q2 foco de aviso de banda, después de arreglar dicho problema se puede continuar con la producción apilando el botón de MARCHA.

La entrada I4 va conectado a 6 disparadores en serie que nos indicaran la rotura o la pérdida de tensión en algún hilo. I4 activa a Q3 foco de aviso de hilo, después de arreglar la falla se puede continuar con la producción apilando el botón de MARCHA.

El programa está configurado para realizar 5 m de cordón en un tiempo de 180 s mediante un contador que refleja en la pantalla del logo como "produ". Al completar la producción avisa al operario mediante la activación de Q4 que es el foco de producción completa, y después de 5 s se resetea a 0. Una vez retirado el lote producido se puede iniciar la producción del siguiente lote apilando el botón de MARCHA y el contador comenzara desde 0. Se determinó que el uso de LOGO para este proyecto es el más adecuado por su precio y ergonomía a la hora de programar y conectar, considerando los diferentes aspectos utilizados en la máquina de cordones.



### **3. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **3.1. INTEGRACION DEL SISTEMA**

Se integran todas las piezas para conseguir como producto final la máquina de cordón de la siguiente manera:

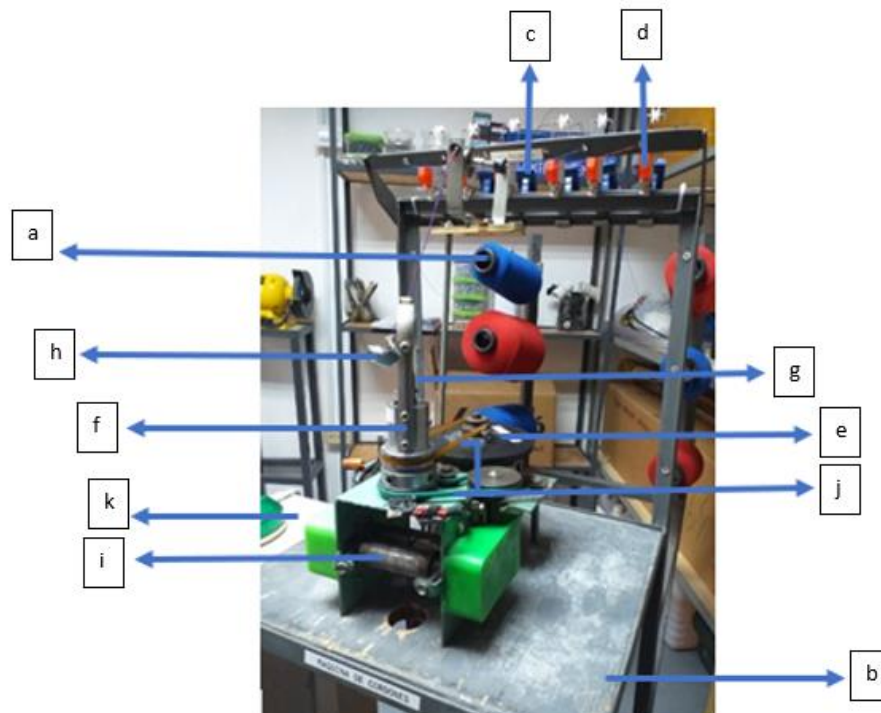
- a) Soportes de los conos
- b) Mesa
- c) Los guía hilos
- d) Los disparadores
- e) Motor
- f) Mecanismo de Tejido
- g) Las agujas
- h) El cepillo
- i) Mecanismo de Rodillos
- j) Bandas con sus sensores
- k) Tablero de control

El esquema de la máquina en mención fue desarrollado utilizando una escala de 1:2 y sistema de medida milimétrica a continuación se indican las medidas consideradas para la construcción de la máquina de cordones.

La máquina tiene las siguientes dimensiones: 431x256x190 mm, de esta manera cumple su función de ser ergonómico y no ocupar mucho espacio para su desempeño. (anexos 1)

Con respecto a la estructura metálica se consideró las siguientes medidas indicadas en la escala 1:20 y sistema de medida milimétrica. Los dibujos realizados tienen las siguientes medidas de la estructura metálica: 1306x900x400 mm, para los cuales como base previa de trazado se consideró la altura promedio de un operario en Textiles Cotopaxi Cía. Ltda que arrojó como resultado 1.70 m. De esta manera dejando una altura de 1.30 m en la estructura se obtiene un manejo cómodo de la máquina. (anexo 2)

El tablero de control por tratar de ocupar el menor espacio posible, considera las siguientes dimensiones estándares que se encuentran disponibles en el mercado nacional: 380x280x180 mm.



**Figura 33.** Máquina de cordones

Los 6 conos de poliéster 150 son guiados a través de los disparadores hacia el cilindro que contiene las 6 agujas (Figura 33). El tejido inicialmente se lo realiza con el giro de la tapa de manera manual tratando de formar las primeras 6 puntadas, al lograr la primera vuelta completa con una malla formada y con la punta de los hilos siendo tensionado desde la parte posterior podemos dar marcha al motor para girar de manera automática todo el sistema, una vez que el tejido llega a los rodillos de arrastre se inspecciona el tejido y de ser correcto se presiona entre los rodillos completando el ciclo de tejido.

### 3.2. PRUEBAS

Las pruebas se realizaron 10 veces por periodos cortos y fueron provocados intencionalmente con la finalidad de analizar el resultado:

Prueba 1, consiste en romper las cabezas de agujas con la finalidad de observar los resultados.

Prueba 2, consiste en doblar la lengüeta de la aguja para ver el efecto sobre el tejido.

Prueba 3, romper el talón de la aguja y determinar en qué posición se queda la aguja.

Prueba 4, accionar los finales de carrera de las bandas comprobando que al momento de una rotura se detenga el motor.

Prueba 5, Romper un hilo para verificar el funcionamiento de los disparos y que se detenga el motor.

Prueba 6, No lubricar el sistema para analizar el tejido con el movimiento forzado de agujas.

Mediante las pruebas realizadas se obtuvo los resultados de calidad mostrados en la tabla 1:

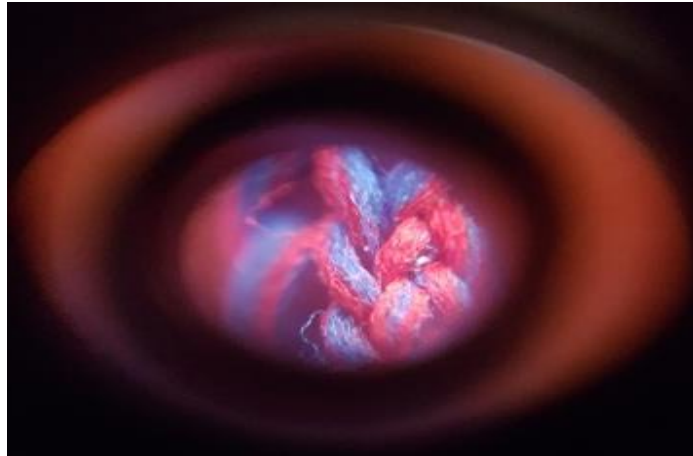
**Tabla 1.**Control de Calidad

<b>MOTIVO</b>	<b>FALLAS</b>
1 aguja rota	5 puntadas para formar una malla de 6, tejido con falla
2 agujas rotas	4 puntadas para formar una malla de 6, tejido con falla
Lengüeta dura	Retenido de tejido, provoca rotura de más agujas
Cabeza Rota	Puntadas incompletas
Talón roto	Aguja sin movimiento
Banda 1 rota	Mecanismo de tejido no gira
Banda 2 rota	Mecanismo de tornillo sin no gira
Hilo Roto	Se activan los disparos y se detiene el motor
Falta de lubricación	Desgaste prematuro en las piezas y movimiento forzado de agujas

Las pruebas realizadas con normalidad en un día de trabajo con jornada de 8 horas:

- Se obtiene una producción total de aproximadamente 650 metros de cordón.
- 14 paros de máquina debido a las motas y calidad del hilo.
- 2 agujas rotas debido a los nudos muy grandes realizados, con 5 centímetros de falla.
- Las bandas, los disparadores y los demás mecanismos no presentaron ninguna falla.

Si se llega a aflojar la puntada lo que se obtiene menos peso en un metro de cordón. La puntada se alarga si se disminuye la altura de los camones mediante la bancada del cilindro (Figura 34).



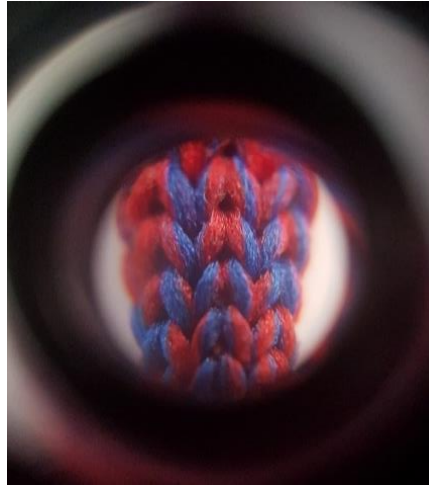
**Figura 34.** Tejido con 1 aguja rota

Después de las diferentes pruebas de calidad realizadas se logró obtener el cordón ideal solicitado por el mercado de acuerdo a las características mostradas en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Verificación Status

<b>PARTES Y PIEZAS</b>	<b>STATUS</b>
Mesa de soporte	OK
Brazos para conos	OK
Guía hilos	OK
Disparos	OK
Banda 1	OK
Banda 2	OK
Motor	OK
Mecanismo de tejido	OK
Mecanismo de arrastre	OK
LOGO	OK
Luz Hilo	OK
Luz banda	OK
Luz energizado	OK
Paro de Emergencia	OK
Stop	OK
Start	OK
Calidad del Cordón	OK

En la figura 35 se muestra el producto final de un cordón sin fallas con todas las partes y piezas operativas.



**Figura 35.** Cordón sin fallas

### **3.3. COSTOS DE FABRICACION**

Los costos de fabricación se detallan a continuación:

- Fabricación de base o estructura metálica: \$ 40
- Agujas: \$ 0.80 cada una
- Motor: \$ 60
- Estructura soporte motor y mecanismo de agujas: \$ 40
- Bandas: \$ 4 cada una (\$8)
- Disparadores: \$ 3 cada una (\$18)
- Alimentadores: \$ 2 cada uno (\$12)
- Soporte conos de hilo: \$ 3 cada uno (\$18)
- Trabajos torno incluido el material acero de transmisión: \$ 665
- Control: \$ 200
- Total, Costo Máquina: \$ 1.065,80

### **3.4. PRODUCCION**

En la tabla 3 se muestra el cálculo de costos y el precio de venta de 1kg de cordón.

**Tabla 3.**Valores de cálculo de costos

<b>DETALLE</b>	<b>VALORES UTILIZADOS EN LOS CALCULOS</b>
Título de hilo	Den 150 PES
Alimentadores	6
Agujas	6
Longitud de malla	0,0065 m por bucle
Rendimiento Cordón	353,60 m/kg
Peso 1m de cordón	0,002828 kg
Motor rpm	1991 rpm

Gramos de hilo consumidos en una vuelta	0,003898 g
Cilindro rpm	1194,6 rpm
Producción diaria	1,90 kg/día
Costo 1kg de hilo	1,98\$
Mano de Obra	1,93\$ por día (8 horas)
Consumo de energía	0,12\$
Precio de venta 1kg de cordón	10\$

Titulo = Den 150 Standard

El titulo Denier corresponde al grosor internacional del hilo utilizado en la máquina de cordones.

Alimentadores = 6

Agujas = 6

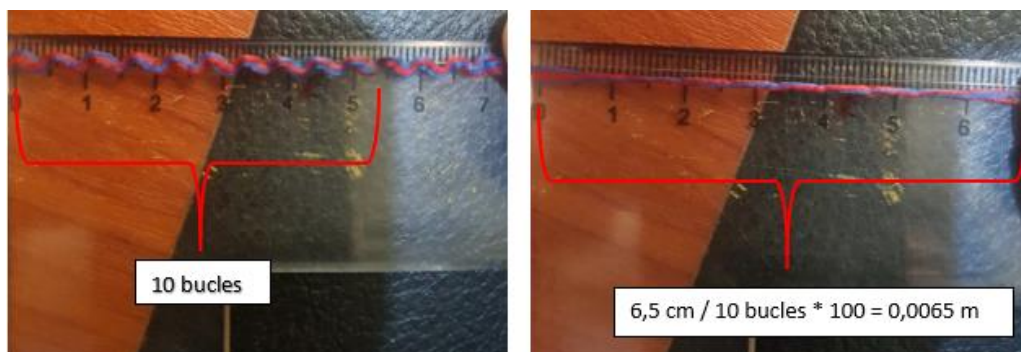
**Longitud de Malla = 6.5 cm = 0.065 m / 10 bucles = 0.0065 m por bucle.**

Formación de bucle (Figura 36).



**Figura 36.** Bucle  
(Lockúan, 2012)

La longitud de malla corresponde a la longitud que tiene un bucle del tejido, y se obtiene destejido el cordón producido correspondiente a 10 mallas y posteriormente aplicando estiramiento y midiendo la distancia obtenida como se indica en la figura 37:



**Figura 37.** Medición de bucles

Usualmente llamado gramaje o densidad, este parámetro expresa la cantidad de peso (o masa) contenida en una unidad de área del tejido. Suele

expresarse como gramos por metro cuadrado u onzas por yarda cuadrada. A partir de este dato, es posible determinar el rendimiento de una tela, variable muy importante para el confeccionista (Lockúan, 2012).

$$\text{Rendimiento} = 353.60 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

Corresponde a los metros que tiene 1 kilogramo de cordón. Es un parámetro importante porque el producto se comercializa en base al peso, dicho esto a mayor rendimiento el kilogramo de cordón tendrá mayor metraje.



**Figura 38.** Peso de 1m de cordón

Longitud = 1m (Aproximadamente en 36 segundos se produce 1m)

Peso (Figura 38)= 2.828 gr = 0.002828 kg

$$\text{Rendimiento} = \frac{1\text{m}}{0.002828 \text{ kg}} = 353.60 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

rpm Motor = 1991 rpm

$$\text{Den} = 9000 \frac{\text{P(g)}}{\text{L(m)}}$$

La fórmula de densidad nos permite encontrar los gramos de hilo que consume la maquina una vez determinada la longitud de malla manualmente (Lockúan, 2012).

$$\text{Den } 150 = 9000 \frac{\text{P}}{0.0065}$$

$$\text{P} = \frac{150 \times 0.0065}{9000} = 0.0001083 \text{ g}$$

$$\frac{\text{g}}{\text{vuelta}} = 0.0001083 \text{ g} \times 6 \text{ Alim.} \times 6 \text{ Aguja} = 0.003898 \text{ g/vuelta}$$

$$\text{rpm cilindro} = 1991\text{rpm} \times \frac{3}{5} = 1194.6 \text{ rpm}$$



## Producción diaria

$$\begin{aligned}\frac{\text{kg}}{\text{día}} &= 1194.6 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times 0.003898 \frac{\text{g}}{\text{vuelta}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{8 \text{ h}}{\text{día}} \times \frac{\text{kg}}{1000 \text{ g}} \times 0.85 (\% \text{ Efi.}) \\ &= 1.90 \frac{\text{kg}}{\text{día}}\end{aligned}$$

$$\frac{\text{m}}{\text{día}} = 1.9 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 353.60 \frac{\text{m}}{\text{kg}} = 671.84 \frac{\text{m}}{\text{día}}$$

## Costos de Producción vs Utilidad

$$\frac{\$}{\text{kg}} \text{ Hilo} = \frac{1.98\$}{\text{kg}}$$

**Mano de Obra = 394 \$/mes**

Un operador puede operar 10 máquinas promedio de las mismas características cordoneras.

$$\begin{aligned}\text{Mantenimiento y repuestos (agujas y bandas) por máquina} &= 50 \frac{\$}{\text{mes}} \times \frac{\text{mes}}{20 \text{ días}} \\ &= 2.50\$ \text{ diarios.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mano de Obra por máquina} &= 394 \frac{\$}{\text{mes}} \times \frac{\text{mes}}{20 \text{ días}} = \frac{19.70\$ \text{ diarios}}{10 \text{ maq. prom}} \\ &= \frac{1.97\$ \text{ diarios}}{\text{maq.}}\end{aligned}$$

Kw Motor = 0.15 Kw

$$\frac{\text{Kw}}{\text{h}} = 0.10 \$$$

$$\text{Costo Consumo Energía} = 0.15 \text{ Kw} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 0.10 \text{ ctv.} \frac{\text{Kw}}{\text{hora}} = 0.12 \$/\text{día}$$

Costo Total Produccion

$$= \text{Materia Prima} + \text{Energia} + \text{Mano de Obra} + \text{Mantenimiento}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo Total Produccion} &= \left( \frac{1.98\$}{\text{kg}} \times \frac{1.90 \text{ kg MP}}{\text{día}} \right) + 0.12\$ + 1.97\$ + 2.50\$ \\ &= 8.352\$ (8h laborables)\end{aligned}$$

El precio de venta de 1 kilogramo de cordón = 10\$

$$\text{Utilidad} = (10\$ \times 1.90 \text{ kg MP}) - 8.352\$ = 10.648 \$ \text{ diarios}$$

$$\text{Recursos Ganados} = 1.90 \text{ kg} \times 10\$ = 19\$$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Recursos Ganados}}{\text{Recursos Invertidos}} = \frac{19\$}{8.352\$} = 2.27\$$$

Se gana 2.27\$ por cada 1\$ invertido, conclusión se obtiene un 227% de ganancia con respecto a la inversión.

Los cálculos realizados fueron en base a 8 horas laborales, pero se puede considerar que la mayoría de las fábricas textiles tienen 2 jornadas.

### 3.5. RETORNO DE LA INVERSIÓN

Costo Máquina = 1,065.80 \$

Utilidad diaria = 10.648 \$ x 2 turnos = 21.30 \$ diarios

Utilidad mensual = 21.30 \$ x 20 días laborales = 426 \$

Retorno de la inversion =  $\frac{1065.80 \$}{426 \frac{\$}{\text{mes}}} = 2.5 \text{meses.}$

En 2.5 meses se recupera la inversión tomando en cuenta que la máquina produzca al 85% de su capacidad y trabajando los 20 días laborales al mes a doble jornada.

15% restantes se refieren a los tiempos muertos en los cuales el operario arregla fallas o retira la producción finalizada.

### 3.6. PROYECCIÓN

Tomando en cuenta los planos de construcción de la máquina de cordones se fabricaron 10 máquinas en la empresa Textiles Cotopaxi Cia. Ltda y están produciendo desde el 2015 aproximadamente 10 kilos diarios, la producción depende de los pedidos de clientes por tal motivo no todas las maquinas pasan produciendo. Textiles Cotopaxi Cia. Ltda tiene un stock de 300 kilos de cordones de diferente grosor, una vez se disminuye el stock lo reponen con nueva producción.

El funcionamiento de las mismas es mecánico sin automatización, y los motores son monofásicos de nueva generación consumen menos y emiten menos ruido, son de diferentes diámetros los cilindros para variar la gama del producto, la producción es similar ya que manejan las mismas RPM los motores, con respecto a la calidad el tacto difiere del proyecto ya que se utiliza hilo Poliéster – Algodón de acabado más suave pero el tejido se mantiene igual, queda en proyecto la parte de control.

Como proyección tenemos la parte mecánica completa, lo que se busca a un futuro es automatizar cada una de las máquinas para su mejor desempeño.

### 3.7. RECOMENDACIONES DE USO

Para un funcionamiento óptimo el usuario debe seguir las siguientes recomendaciones con la finalidad de garantizar buena calidad en el producto final y alargar la vida útil de la máquina:

- Realizar mantenimientos periódicos como preventivos, para acortar los tiempos de mantenimientos correctivos se recomienda tener al menos un repuesto de cada componente, se recomienda tener stock adecuado de agujas para su cambio oportuno.
- Lubricar los canales del cilindro para evitar calentamientos innecesarios, se recomienda una limpieza cada 1 hora para evitar la acumulación de pelusa en los rodillos y cepillos abre lengüetas.
- Controlar el tejido periódicamente, no se debe ajustar la puntada sin la supervisión del experto en tejido.
- No se debe abrir el tablero cuando la máquina esta energizada, se recomienda revisar la tensión de entrada de cada hilo para mejorar el tejido, al momento de sustituir el motor tomar en cuenta las rpm y el voltaje 110VAC, cuando la máquina está encendida se prohíbe meter la mano en cualquier mecanismo, para cualquier arreglo se debe parar la máquina, para detener la máquina definitivamente se recomienda aplastar el botón de emergencia, bajar los brakers y desconectar el cable de la energía eléctrica.
- En el caso de querer modificar el programa de LOGO se debe avisar al experto.
- No se debe tensar mucho la banda del tornillo sin fin para evitar forzar al motor, en los mantenimientos se recomienda usar equipos de protección personal.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

- El desarrollo de parámetros siguiendo los estándares de mercado con base en el rendimiento permite elegir la tecnología aplicada.
- El tejido puede variar su densidad con base en los requerimientos del cliente.
- En Textiles Cotopaxi Cía. Ltda. quedan 10 máquinas instaladas que funcionan mecánicamente quedando la parte de control como futuro proyecto, el cordón fabricado tiene como uso en el mercado nacional para zapatos y tiras de busos.
- Para mayor facilidad de operación se colocan luces indicativas de fallas y producción completa, si se requiere un tejido de mayor diámetro se puede fabricar un nuevo cilindro.
- La conexión a 110VAC monofásica también le convierte en una máquina fácil de ubicar, la buena lubricación tal como se indica a los operarios ayuda a disminuir los calentamientos debido al movimiento de tapa contra el cilindro y alarga la vida útil de las partes y piezas en fricción, Motor de mayor rpm ocasiona fallas en el tejido y de menor rpm disminuye la producción.
- Con el diseño e implementación de la parte electrónica y de control la producción mejora y las fallas bajan considerablemente debido a que; sí la maquina funciona sin los detectores y paros correspondientes provoca roturas de agujas con fallas de tejido, consecuentemente pérdida de dinero.
- Las pruebas realizadas de status OK dejan como resultado un cordón o tira de buzo con la calidad y rendimiento deseados en el mercado.

## RECOMENDACIONES

- Implementar un sistema de enfundado del producto final que permita su fácil despacho.
- Implementar un mecanismo de corte automático con base en los metros de producción.
- Implementar un sistema de control de velocidad para el motor y poder utilizar diferentes tipos de hilo.
- Implementar un equipo de lubricación temporizado para alargar la vida útil de los componentes y evitar el calentamiento excesivo.
- Modificar el sistema de alimentación de hilos por hileras con tensores y porcelanas.
- Implementar sirena en los avisos de parada.
- Recubrir los rodillos de arrastre.

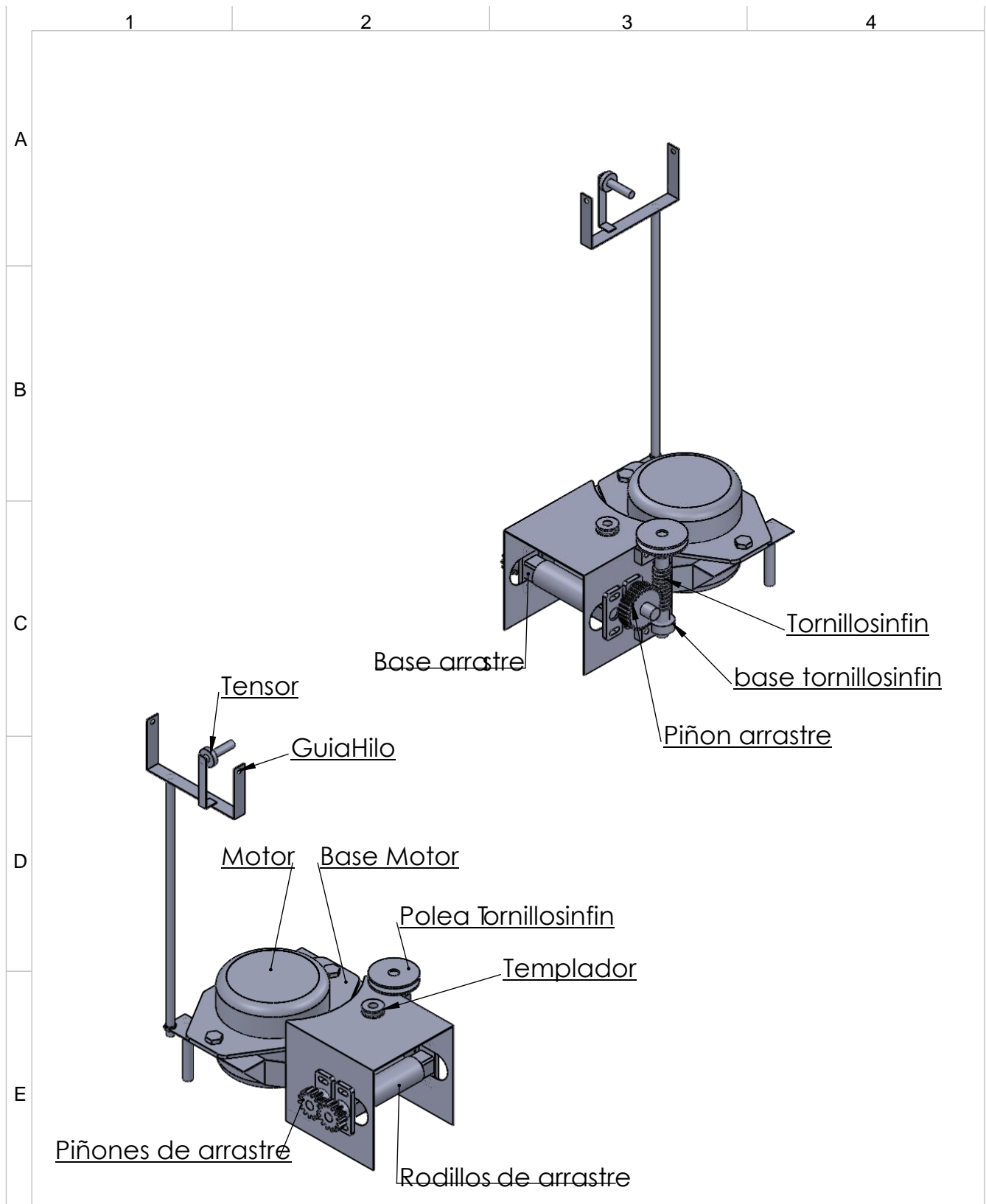
## BIBLIOGRAFIA


- A., B. (2014). *Calculo de tornillo sin fin y su rueda*. Navarro.
- A., M. L. (2014). *Teoría de mecanismos*. Madrid: Maldonado S.A.
- Boylestad, R. L. (2004). *Introducción al análisis de circuitos*. Mexico: Pearson.
- Carmen, S. M. (2013). *Análisis de Textiles*. Trillas.
- Harper, I. G. (1994). *Fundamentos de Electricidad*. Mexico: Limusa.
- Ingenieure, V. D. (2004). *Diseño de metodologías para sistemas mecatronicos*. Dusseldorf: Huandbunch Konstruktion.
- Iribarren, G. F. (8 de Agosto de 2017). *Gabriel Farias Iribarren*. Obtenido de <https://gabriefariasiribarren.com/adaptarse-o-morir-la-industria-4-0-vuelve-a-poner-en-jaque-al-textil/>
- Lockúan, F. (25 de noviembre de 2012). *IV. La industria textil y su control de calidad*. Obtenido de <https://fidel-lockuan.webs.com/>: <https://fidel-lockuan.webs.com/>
- Molina, J. M. (2012). *Motores y Maquinas Electricas*. Marcombo.
- Moot, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. Madrid: Castilla y León.
- Navarro, A. J. (2004). *Circuitos electricos para la ingeniería*. España: S.A. McGraw-Hill.
- Rossi, M. (2012). *Maquinas y Herramientas Modernas*. Dossat.
- Siemens. (2016). *Manuela LOGO Siemens*. Obtenido de [https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores\\_modulares/LOGO/Documents/logo\\_system\\_manual\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/LOGO/Documents/logo_system_manual_es-ES_es-ES.pdf)
- Simón, M. A. (2009). *Fundamentos de Teoría de Máquinas*. Bellisco.
- Textiles Cotopaxi, X. C. (2015). *Tejeduría*. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- Udale, J. (2008). *Diseño Textil: Tejidos y Técnicas*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Yakartepe, M. (1998). *Tekstil Teknolojisi Elyaftan Kumasa*. Istanbul: T.K.A.M.

## **5. ANEXOS**

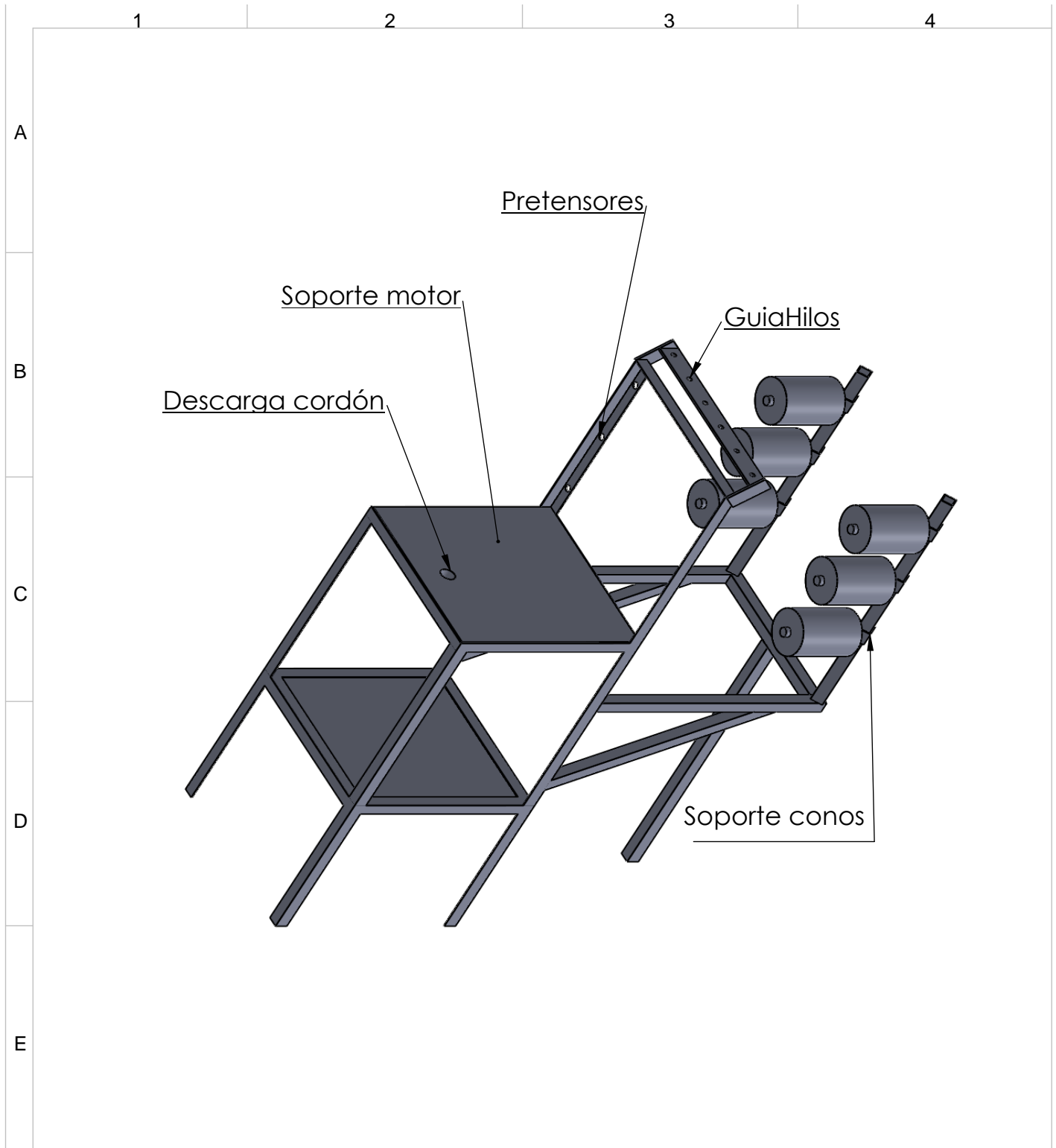



# ANEXO 1 Sistema De Arrastre Y Motor



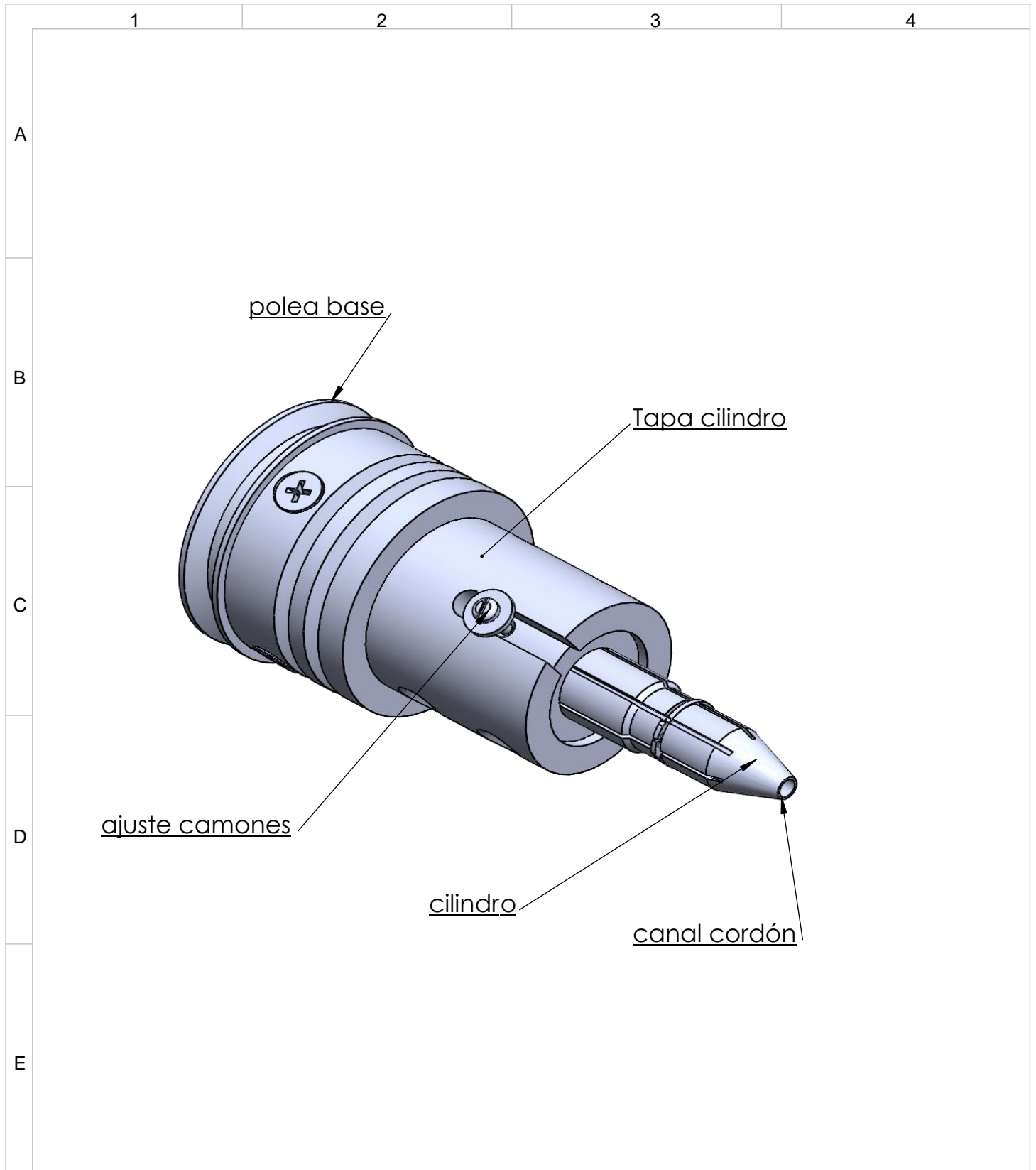
				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				±0.1			
				Fecha	Nombre		ESCALA:
				Dibujado 22/2/2021	Caner Degirmencioglu	<h1>sistema rodillos</h1>	1:2
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
							39
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				A4

# ANEXO 2 Mesa De Soporte



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				±0.1			
				Fecha	Nombre	<b>base maquina</b>	ESCALA:
			Dibujado	21/2/2021	Caner Degirmencioglu		1:20
			Revisado				
				Aprobado			HOJA:
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

# ANEXO 3 Mecanismo De Tejido



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				±0.1			
				Fecha	Nombre		ESCALA:
				Dibujado 22/2/2021	Caner Degirmencioglu	<b>mecanismo tejido 3D</b>	1:2
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
							41 A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



1

2

3

4

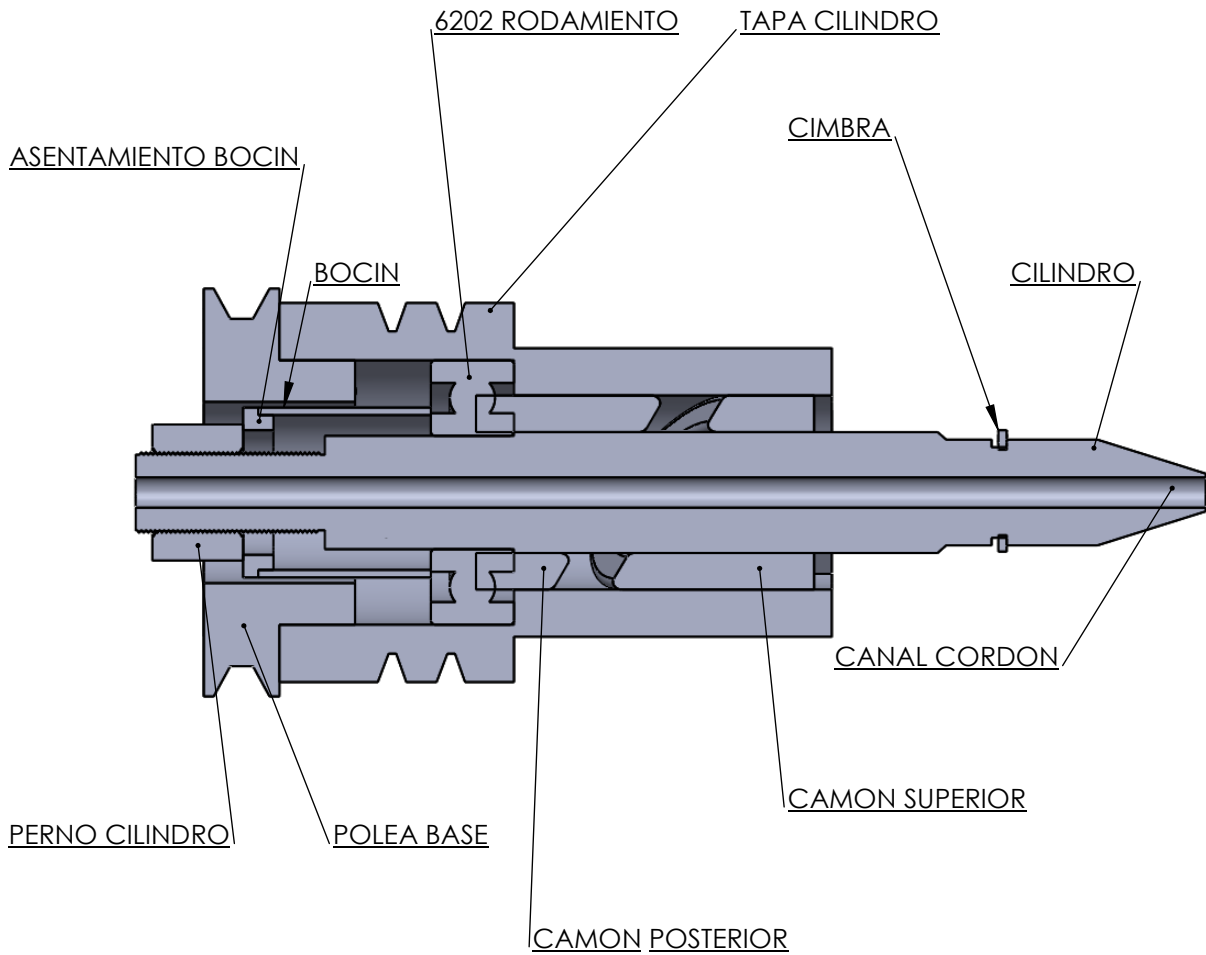
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:

PESO [Kg]:

MATERIAL:

 $\pm 0.1$ 

Fecha

Nombre

Dibujado 22/2/2021 Caner Degirmencioglu

Revisado

Aprobado

FIRMA / EMPRESA:



mecanismo tejido

ESCALA:

1:2

DIBUJO N°:

42

HOJA:

A4

Edición Modificación Fecha Nombre

1

2

3

4

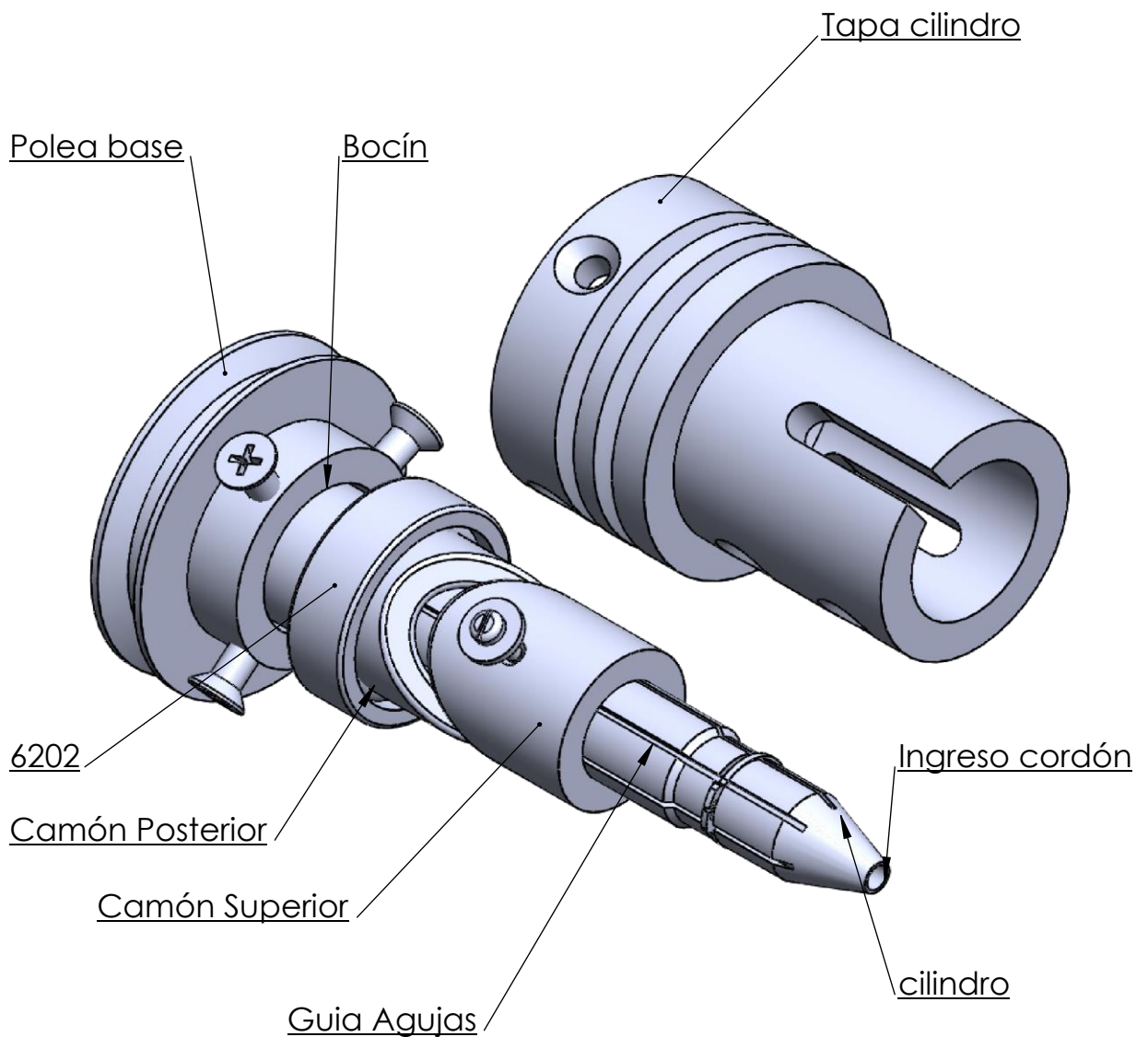
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:

PESO [Kg]:

MATERIAL:

 $\pm 0.1$ 

Fecha

Nombre

Dibujado 22/2/2021 Caner Degirmencioglu

Revisado

Aprobado

FIRMA / EMPRESA:



mecanismo tejido

ESCALA:

1:2

DIBUJO N°:

43

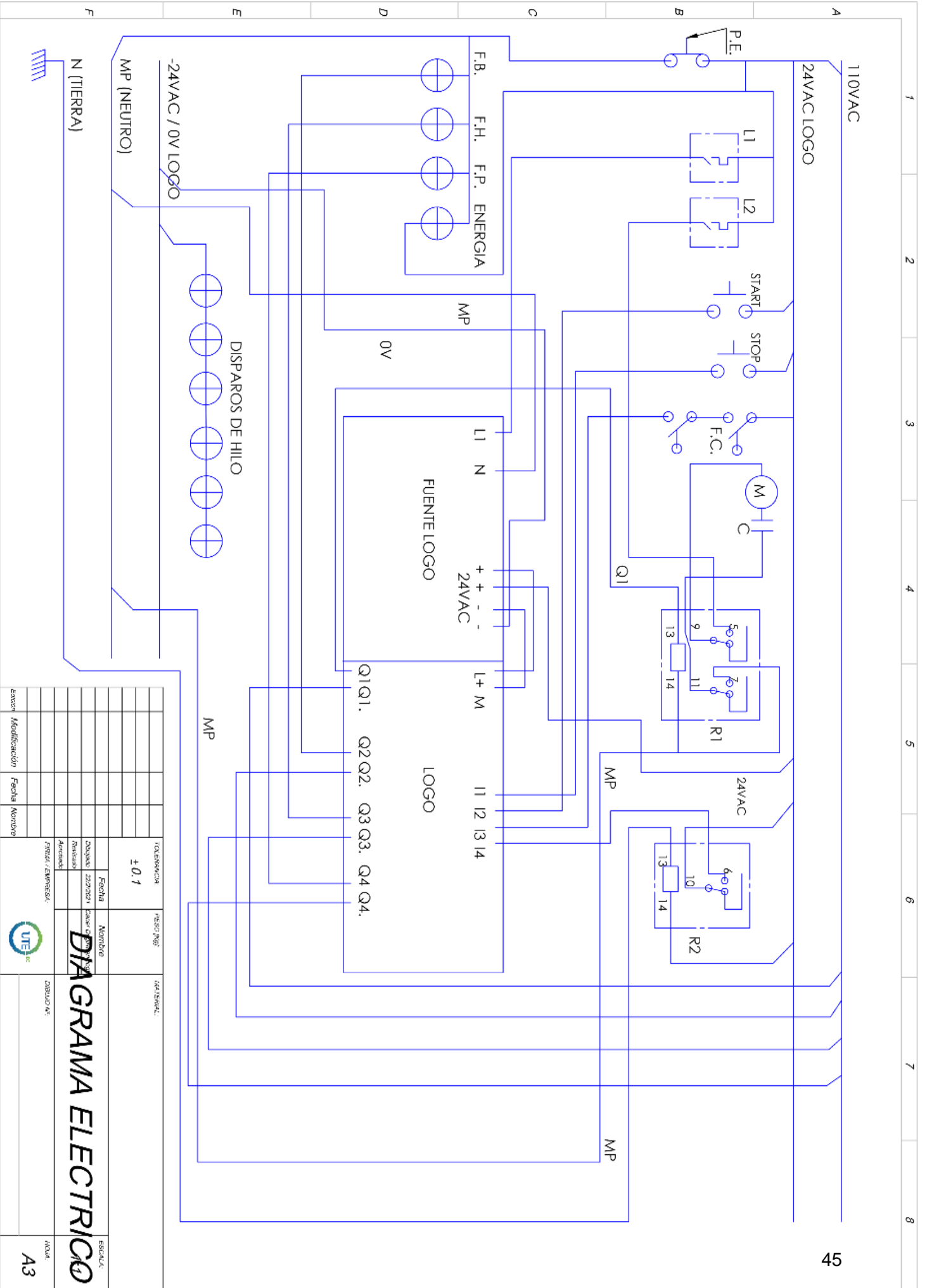
HOJA:

A4

Edición Modificación Fecha Nombre

## ANEXO 4 Tablero De Control Y Diagrama Eléctrico





TOLERANCIA		± 0.1	
Fecha	Nombre	Fecha	Nombre
22/07/2021	DAVID CHAVEZ		
Revisado	Aprobado	<b>DIAGRAMA ELECTRICO</b> DIBUJO Nº:	
Escala		A3	





## ANEXO 5 Integración Del Sistema

