



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**TEMA:** “DISEÑO DE UNA MÁQUINA PRENSADORA CON CINTA TRANSPORTADORA PARA LA ELABORACIÓN DE CUADROS EN BARRO CRUDO EN EL TALLER ARTE Y PINTURA PUNGUIL DEL CANTÓN PUJILÍ”

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Electromecánico

**Autor:**

Chicaiza Punguil Stalin David

**Tutor:**

Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luís; Dr.C.

**Latacunga – Ecuador**

**Septiembre - 2020**



Ingeniería  
Electromecánica

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Chicaiza Punguil Stalin David** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **Diseño de una máquina prensadora con cinta transportadora para la elaboración de cuadros en barro crudo en el taller “Arte y pintura Punguil” del cantón Pujilí**, siendo el Ing. Laurencio Alfonso Hector Luis; Dr.C tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Chicaiza Punguil Stalin David  
C.I.050305041-1



## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UNA MÁQUINA PRENSADORA CON CINTA TRANSPORTADORA PARA LA ELABORACIÓN DE CUADROS EN BARRO CRUDO EN EL TALLER “ARTE Y PINTURA PUNGUIL” DEL CANTÓN PUJILÍ”, de Chicaiza Punguil Stalin David, de la carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, septiembre del 2020.

**El Tutor**

---

Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luís; Dr.C.



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas; por cuanto, el postulante Chicaiza Punguil Stalin David con el título de Proyecto de titulación: “DISEÑO DE UNA MÁQUINA PRENSADORA CON CINTA TRANSPORTADORA PARA LA ELABORACIÓN DE CUADROS EN BARRO CRUDO EN EL TALLER “ARTE Y PINTURA PUNGUIL” DEL CANTÓN PUJILÍ ” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Septiembre del 2020.

Para constancia firman:

---

**Lector 1**

**Nombre:** MsC. Cevallos Betún Segundo Ángel.

**CC:** 050178243-7

---

**Lector 2**

**Nombre:** MsC. Navarrete López Luis Miguel.

**CC:** 180374728-4

---

**Lector 3**

**Nombre:** MsC. Freire Martínez Luigi Orlando.

**CC:** 050252958-9

## **AGRADECIMIENTO**

Un infinito agradecimiento a dios por darme la fortaleza y permitirme culminar este proyecto. A mi Madre, Abuela, novia, familia y amigos por su apoyo incondicional y motivación de superación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme sus puertas durante todos estos años, donde me he formado para ser un profesional, y adquirido experiencias a los docentes por ser unos guías durante mi proceso académico, por sus conocimientos impartidos en cada clase, al Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luis. PHD, por su apoyo y tiempo para llevar a cabo la realización de mi trabajo de tesis.

Gracias a todas aquellas personas que en el momento oportuno me han apoyado aportando sus experiencias para el desarrollo del proyecto.

*STALIN*

## **DEDICATORIA**

Esta dedicatoria es en memoria de mi tío Raúl Punguil artista pujilense quien me inspiró a realizar el proyecto, su superación y consejos han sido de gran ayuda para verme como un profesional hoy no está, pero siempre vivirá en, mi corazón.

A mi madre Ligia por su apoyo incondicional, su sacrificio y amor, por estar en todo momento apoyándome y pendiente, a mi madre Rosa, sin su educación, consejos y sacrificios, muchos de mis logros se los debo a ustedes, de igual manera a mi hermano Luis Miguel, por brindarme sus ánimos y a la distancia motivarme.

Mis tíos Rodrigo y Sonia han estado ahí presentes en mi formación, y mucho más cuando les he necesitado en las buenas y malas gracias por su apoyo.

A mi novia Mariela su ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos. Esta trayectoria académica no fue fácil, pero estuviste motivándome y apoyándome mucho te lo agradezco amor.

*STALIN*

## ÍNDICE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xi
1. INFORMACIÓN BÁSICA .....	2
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.1. Título de la propuesta tecnológica.....	2
2.2. Tipo de alcance.....	2
2.3. Área del conocimiento.....	2
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	2
2.5. Objeto de estudio y campo de acción.....	3
2.5.1. Objeto de estudio.....	3
2.5.2. Campo de acción.....	3
2.6. Situación problemática y problema.....	3
2.6.1. Situación problemática.....	3
2.6.2. Problema.....	4
2.7. Hipótesis.....	4
2.8. Objetivos.....	4
2.8.1. Objetivo general.....	4
2.8.2. Objetivos específicos.....	5
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos.....	5
3. MARCOTÓRICO.....	6
3.1. Introducción.....	6
3.2. Antecedentes sobre el diseño de una prensa y cinta transportadora.....	6

3.3. Diseño de la máquina.....	8
3.4. Sistema de control.....	8
3.4.1. Perturbaciones.....	9
3.4.2. Sistema en lazo abierto.....	9
3.4.3. Sistemas de control realimentados o lazo cerrado.....	9
3.5. Proceso de amasado del barro crudo.....	10
3.5.1. Técnicas de modelado del barro.....	10
3.6. Conceptualización de prensa.....	11
3.6.1. Clasificación de prensas.....	11
3.6.1.1. Prensa Mecánica.....	11
3.6.1.2. Prensa hidráulica.....	12
3.6.1.3. Prensa neumática.....	13
3.6.1.4. Prensa eléctrica.....	14
3.6.2. Operación que se pueden realizar en una prensa.....	16
3.6.2.1. Embutido, Estirado y Extrusión.....	16
3.7. Definición de Actuadores.....	16
3.8. Cinta transportadora.....	17
3.8.1. El sistema de cinta transportadora está formado.....	17
3.8.2. Tipos de cintas.....	18
3.9. Sistema de control.....	19
3.9.1. PLC (Programmable Logic Controller).....	19
3.10. Software de diseño.....	20
3.10.1. SolidWorks.....	20
3.10.2. Cadesimu.....	21
4. METODOLOGÍA Y DISEÑO.....	22
4.1. Operación de variables.....	21
4.1.1. Variable independiente.....	22
4.1.2. Variable dependiente.....	22
4.2. Selección de componentes y elementos de la máquina.....	22
4.2.1 Selección del sistema de transporte.....	22
4.2.2. Selección de cinta transportadora.....	23
4.2.3. Selección del motor para el movimiento de la cinta transportadora.....	23

4.2.4. Selección del material de la estructura para el soporte de la cinta.....	24
4.2.5. Selección del sensor de proximidad.....	24
4.2.6. Selección del tipo de actuador para el prensado.....	25
4.2.7. Selección del sistema de control.....	25
4.2.8. Selección del software para el diseño y simulación mecánica del sistema.....	26
4.2.9. Selección del software para el diseño electrónico.....	26
4.3. Metodología de diseño mecatrónico.....	26
4.4. Análisis de la alternativa del sistema de prensado.....	27
4.5. Diseño Mecánico.....	28
4.5.1. Diseño de la base estructural.....	28
4.5.2. Diseño del sistema de trasportación.....	28
4.5.3. Cálculo de la holgura de la cinta.....	29
4.5.4. Cálculo del ancho plano de la cinta.....	29
4.5.5. Longitud desarrollada de la cinta .....	29
4.5.5. Fuerza tangencial máxima, ( $F_U$ ).....	29
4.5.6. Velocidad de transporte, ( $v$ ).....	30
4.5.7. Potencia mecánica en el tambor motriz, ( $P_A$ ).....	30
4.5.8. Potencia mecánica del motor necesaria, ( $P_M$ ).....	30
4.5.9. Fuerza de tracción mínima de la cinta en el tambor motriz, ( $F_2$ ).....	31
4.5.10. Fuerza total en el tambor motriz, ( $F_W$ ).....	31
4.5.11. Fuerza de tensado de la cinta en el tambor motriz, ( $F_{wt}$ ).....	31
4.5.12. Determinación de la velocidad angular del eje – tambor motriz de la cinta transportadora.....	31
4.5.13. Proceso de simulación estático, desplazamiento, factor de seguridad.....	32
4.5.14. Proceso de simulación de movimiento.....	34
4.6. Diseño eléctrico de la máquina.....	35
4.6.1. Cálculo de la sección del cable.....	35
4.6.2. Protección de un motor: guardamotor.....	36
4.6.3. Cálculo del automático magnetotérmico.....	36
4.6.4. Actuadores eléctricos.....	37
4.7. Diseño de control.....	37
5. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	37
5.1. Análisis de la bancada de la máquina.....	38

5.2. Plancha metálica.....	40
5.3. Resultados estructura del sistema de trasportación.....	40
5.4. Selección del tipo de material de la cinta.....	40
5.5. Resultados de parámetros de la cinta transportadora.....	41
5.6. Análisis de Rodillo.....	43
5.7. Análisis eléctrico del sistema de prensado.....	43
5.8. Selección de los conductores.....	44
5.9. Análisis del diseño de control.....	45
5.10. Análisis de simulación del sistema de prensado.....	45
5.11. Proceso de funcionamiento.....	46
6. PRESUPUESTO E IMPACTO ECONÓMICO.....	48
6.1. Presupuesto para implementar la propuesta del proyecto.....	48
6.1.1. Costo de materiales.....	48
6.2. Análisis de impactos.....	49
6.2.1. Impacto Económico .....	49
6.2.2. Impacto Práctico.....	50
6.2.3. Impacto Productivo.....	50
7. CONCLUSIONES.....	50
8. RECOMENDACIONES.....	50
9. BIBLIOGRAFÍA.....	51
10. ANEXOS.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Diagrama de Ishikawa.....	4
<b>Figura 3.1.</b> Sistema de control.....	8
<b>Figura 3.2.</b> Sistema de control simple .....	9
<b>Figura 3.3.</b> Sistema de control lazo abierto .....	9
<b>Figura 3.4.</b> Sistema de control lazo cerrado .....	10
<b>Figura 3.5.</b> Proceso del barro crudo .....	10
<b>Figura 3.6.</b> Modelado con los dedos.....	11
<b>Figura 3.7.</b> Prensado de cuadros en barro.....	11
<b>Figura 3.8.</b> Esquema de la prensa.....	12
<b>Figura 3.9.</b> Prensa manual .....	12
<b>Figura 3.10.</b> Esquema de prensa hidráulica.....	13
<b>Figura 3.11.</b> Representación gráfica del circuito hidráulico.....	13
<b>Figura 3.12.</b> Prensa neumática .....	14
<b>Figura 3.13.</b> Representación gráfica circuito neumático .....	14
<b>Figura 3.14.</b> Prensa eléctrica .....	15
<b>Figura 3.15.</b> Representación gráfica del circuito eléctrico .....	15
<b>Figura 3.16.</b> Esquema de montaje .....	15
<b>Figura 3.17.</b> Operación de embutido. ....	17
<b>Figura 3.18.</b> Clasificación de los actuadores.....	17
<b>Figura 3.19.</b> Esquema de los elementos que componen una cinta. ....	18
<b>Figura 3.20.</b> Cintas con rodillos .....	19
<b>Figura 3.21.</b> Cintas con base plana.....	19
<b>Figura 3.22.</b> Esquema de lógica en Ladder .....	20
<b>Figura 3.23.</b> Esquema de diseño SolidWorks.....	20
<b>Figura 3.24.</b> Perspectiva general de la ventana de SolidWorks .....	21
<b>Figura 4.1.</b> Metodología del diseño mecatrónico .....	27
<b>Figura 4.2.</b> Flujograma sistema automático del proceso de prensado.....	27
<b>Figura 4.3.</b> Selección del tipo de material .....	32
<b>Figura 4.4.</b> Tipo de contacto.....	32
<b>Figura 4.5.</b> Sujeciones .....	33
<b>Figura 4.6.</b> Carga.....	33
<b>Figura 4.7.</b> Mallado de la estructura.....	34
<b>Figura 4.8.</b> Resultados de la simulación.....	34
<b>Figura 4.9.</b> Ensamblaje de la máquina.....	35

<b>Figura 4.10.</b> Tareas de programación de movimiento.....	35
<b>Figura 4.11.</b> Programación Ladder.....	37
<b>Figura 5.1.</b> Estructura de la cinta transportadora y prensa.....	38
<b>Figura 5.2.</b> Chapa metálica.....	40
<b>Figura 5.3.</b> Cinta transportadora.....	41
<b>Figura 5.4.</b> Sistema de potencia de la máquina prensadora.....	44
<b>Figura 5.5.</b> Amperaje que soportan los cables.....	44
<b>Figura 5.6.</b> Tareas de accionamiento.....	46
<b>Figura 5.7.</b> Tiempo de accionamiento.....	46
<b>Figura 5.8.</b> Máquina prensadora.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Tabla de las actividades y tareas propuestas por objetivos.....	5
<b>Tabla 3.1.</b> Comparación entre controladores .....	10
<b>Tabla 3.2.</b> Ventajas y desventajas de los tipos actuadores.....	16
<b>Tabla 3.3.</b> Ventajas y desventajas de la cinta transportadora.....	19
<b>Tabla 4.1.</b> Operacionalización de variable independiente .....	22
<b>Tabla 4.2.</b> Operacionalización de variable dependiente .....	22
<b>Tabla 4.3.</b> Selección del sistema de transporte .....	23
<b>Tabla 4.4.</b> Selección de tipo de cinta .....	23
<b>Tabla 4.5.</b> Selección del actuador eléctrico para el movimiento de la cinta.....	24
<b>Tabla 4.6.</b> Selección de la estructura de soporte de cintas y tablero de control.....	24
<b>Tabla 4.7.</b> Selección del sensor de proximidad.....	25
<b>Tabla 4.8.</b> Selección del actuador para el prensado .....	25
<b>Tabla 4.9.</b> Selección del sistema de control .....	26
<b>Tabla 4.10.</b> Especificaciones técnicas de la cinta transportadora horizontal .....	28
<b>Tabla 4.11.</b> Datos específicos cálculo de la fuerza tangencial.....	29
<b>Tabla 5.1.</b> Estudio de tensiones de la estructura .....	39
<b>Tabla 5.2.</b> Resultados de la cinta .....	410
<b>Tabla 5.3.</b> Especificaciones de la cinta seleccionada.....	411
<b>Tabla 5.4.</b> Resultados de simulación de la cinta .....	41
<b>Tabla 5.5.</b> Resultados obtenidos de la cinta transportadora.....	42
<b>Tabla 5.6.</b> Resultados de la simulación del rodillo .....	483
<b>Tabla 5.7.</b> Resultados eléctricos.....	45
<b>Tabla 6.1.</b> Costos de elementos estructurales .....	498
<b>Tabla 6.2.</b> Costos de elementos eléctricos .....	498
<b>Tabla 6.3.</b> Costos totales .....	49
<b>Tabla 6.3.</b> Cálculo del VAN y TIR .....	49
<b>Tabla 10.1.</b> Elementos seleccionados para el sistema de prensado .....	53

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** Diseño de una máquina prensadora con cinta transportadora para la elaboración de cuadros en barro crudo en el taller “Arte y pintura Punguil” del cantón Pujilí”

**Autor:** Chicaiza Punguil Stalin David

### RESUMEN

En la actualidad el cantón Pujilí es el principal productor de artesanías en la provincia de Cotopaxi, su población, mayormente se dedica a la elaboración de alfarería derivado del barro crudo, la producción es exhibida en ferias y exposiciones, la baja productividad de sus productos es a consecuencia del proceso manual que realizan los alfareros, en el mercado industrial no existen máquinas apropiadas para el prensado de artesanías.

El presente trabajo de investigación surgió ante la necesidad que existen en los talleres arte y pintura “Punguil”, con el propósito de facilitar el prensado del producto obtenido del procesamiento del barro crudo, la misma permitirá incrementar la productividad en un menor tiempo, permitiendo obtener un producto de calidad.

Ante esta problemática es importante desarrollar un diseño de una máquina prensadora de cuadros con el propósito de potenciar su trabajo y brindar una mejor calidad de vida al artesano, ayudándole a prevenir enfermedades que en el futuro se puedan presentar por su desgaste físico, y dándole a conocer que existen alternativas de industrializar sus procesos de producción en el ámbito de la alfarería.

La metodología empleada es la del diseño mecatrónico que permite implementar sistemas eléctricos mecánicos, software y sistema de control, para el adecuada simulación de la máquina se empleó un software apropiado como SolidWorks, Cadesimu, Pcsimu y Step 7 MicroWIN, que facilitó analizar esfuerzos estáticos, el accionamiento de dispositivos eléctricos empleados en la máquina prensadora, así crear una programación Ladder para su funcionamiento con los diferentes mecanismos empleados, también se puede evidenciar los componentes y el ensamblaje de la máquina prensadora con facilidad de conocer su funcionamiento.

**Palabras claves:** Diseño, Máquina prensadora, Simulación, Sistema eléctrico, Software.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

**TITLE:** Design of a pressing machine with a conveyor belt for the elaboration of pictures in raw clay in the "Punguil Art and Painting" workshop of the Pujilí canton "

**Author:** Chicaiza Punguil Stalin David

### SUMMARY

Right now, Pujilí canton is well known as the main producer of handcraft in the province of Cotopaxi, its population is mainly dedicated to the elaboration of pottery derived from raw clay, their production is exhibited at fairs and public exhibitions, the low productivity of their products is for the reason that they are made by the potters' hands, in this industrial market there are not process machines for making this kinds of elaborated products.

The present research started for the necessity of a machine at the "Punguil" workshops which are dedicated in the art and painting, it would facilitate the pressing of the product obtained from the processing of raw clay, besides it would increase productivity in a shorter time, allowing to obtain a quality product.

As I mentioned before it is important to develop a design for a frame pressing machine in order to enhance their work and provide a better quality of life to the craftsman, helping to prevent diseases that may occur in the future due to their physical effort, and showing them that there are alternatives to industrialize their production processes in the field of pottery.

The methodology used is that of mechatronic design that allows to implement electrical systems, software and control system, for the adequate simulation of the machine, an appropriate software such as SolidWorks, Cadesimu, Pcsimu and Step 7 MicroWIN were used, which facilitated the analysis of static forces, the activation of electrical devices used in the pressing machine, thus creating a program with the different and useful mechanisms, which let an easy operation.

**Keywords:** Design, Pressing machine, Simulation, Electrical system, Software.



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor egresado de la Carrera de **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: CHICAIZA PUNGUIL STALIN DAVID**, cuyo título versa **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA PRENSADORA CON CINTA TRANSPORTADORA PARA LA ELABORACIÓN DE CUADROS DE BARRO CRUDO EN EL TALLER ARTE Y PINTURA PUNGUIL DEL CANTÓN PUJILI”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020

Atentamente,

**Lic. Mg. Mayra Clemencia Noroña Heredia.**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0501955470**



## **1. INFORMACIÓN BÁSICA**

**Propuesto por:** Stalin David Chicaiza Punguil

**Tema aprobado:** Diseño de una máquina prensadora con cinta transportadora para la elaboración de cuadros en barro crudo en el taller “Arte y pintura Punguil” del cantón Pujilí.

**Carrera:** Ingeniería Electromecánica

### **Equipo de trabajo**

Tutor del proyecto tecnológico

- Nombre: Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luís; Dr.C.
- Celular: 0998978168
- Correo electrónico: hector.laurencio@utc.edu.ec
- Dirección: Latacunga

Coordinador del Proyecto

- Nombre: Chicaiza Punguil Stalin David
- Celular: 0984005537
- Correo electrónico: stalin.chicaiza0411@utc.edu.ec
- Dirección: Pujilí

**Lugar de ejecución:** Taller “Arte y pintura Punguil”, cantón Pujilí, provincia Cotopaxi

**Tiempo de duración del proyecto:** 5 meses

**Fecha de entrega:** Septiembre del 2020

## **LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN**

### **Procesos Industriales**

Esta línea de investigación está enfocada a promover el desarrollo de tecnologías y procesos en la alfarería, que permitan mejorar el rendimiento productivo de la elaboración de cuadros en barro crudo, en artesanías de calidad, fomentando la producción industrial más económica y rápida con el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. A la vez diseñar prototipos de producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona.

### **SUB LÍNEA DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.**

A través de la sub línea de investigación se ejecuta el diseño de una máquina de producción, control y procesos electromecánicos, lo que reemplazará la elaboración tradicional a una fabricación industrial para mejorar la calidad del producto en la alfarería.

**Tipo de propuesta tecnológica:** Desarrollo de una innovación.

## **2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

### **2.1. Título de la propuesta tecnológica**

Diseño de una máquina prensadora con cinta transportadora para la elaboración de cuadros en barro crudo en el taller “Arte y pintura Punguil” del cantón Pujilí.

### **2.2. Tipo de alcance**

**Interdisciplinar:** El proyecto es interdisciplinar ya que se empleará conocimientos de diseño en diferentes áreas como la parte mecánica, eléctrica y programación, permitiendo así desarrollar el proyecto.

**Desarrollo:** Debido a una problemática se desarrolla un nuevo diseño de máquina de prensar que optimice el tiempo y aumente su producción.

**Integrador:** El diseño de la máquina es integrador porque se emplea conocimientos adquiridos académicamente de la carrera de electromecánica abarcando varias materias como, resistencia de materiales, análisis matemático, programación, pudiendo así desarrollar el proyecto.

### **2.3. Área del conocimiento**

Según Nomenclatura internacional de UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología

- 3305.21 Construcciones Metálicas
- 3306.03 Motores Eléctricos
- 3311.05 Equipos Eléctricos de Control

### **2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica**

El proyecto se enfoca en el diseño y simulación de una máquina prensadora de cuadros en barro mediante software. Los requerimientos principales como medidas de la máquina se ajustan de acuerdo a las necesidades del cliente como espacio en el que se colocará la máquina, materiales a trabajar y producción estimada; con todas estas características proporcionadas se procede a realizar el diseño mediante software de manera que el cliente pueda observar una imagen digital de la máquina a realizar.

Para el diseño es necesario el uso de materiales en acero inoxidable para evitar su corrosión, una cinta transportadora para el traslado del molde mediante un motor, todo esto accionado por un sistema de control que posee tanto actuadores como sensores para realimentar el sistema.

La máquina contará con un sistema capaz de prensar dos diferentes tamaños de moldes uno de 17 x 26cm y otro de 12 x 10cm, estos deberán ser uniformes y constantes en toda su superficie, de forma que se consiga mejorar la calidad y optimizar los tiempos de producción, aumentando de manera significativa los ingresos percibidos al taller “Arte y pintura Punguil”.

Dentro del mercado nacional no existen máquinas a la venta que realicen este tipo de proceso unificando tanto el transporte por medio de cinta como la prensa para realizar este proceso. Mediante un diseño se pretende que la máquina sea fácil y sencilla de manejar para el operario reduciendo así tiempos en capacitaciones sobre su uso y posibles errores al operar la misma.

## **2.5. Objeto de estudio y campo de acción.**

### **2.5.1. Objeto de estudio**

Máquina prensadora de cuadros en barro crudo con cinta transportadora.

### **2.5.2 Campo de acción**

Diseño de máquina prensadora mediante construcciones metálicas, equipo eléctrico y análisis de funcionamiento de la prensa para la elaboración de cuadros en barro crudo.

## **2.6. Situación problémica y problema**

### **2.6.1. Situación problémica.**

En el Ecuador el 60% de la población entre 12 y 64 años se dedican a elaborar artesanías, aplican técnicas artesanales dentro de sus procesos como prensado de cuadros, significando un 25,98% del total de ingresos productivos al país, según el Instituto de Investigaciones socioeconómico del Ecuador [33].

El proceso para realizar este tipo de cuadros empieza con la materia prima que al ser compactada permite esculpir y dar forma de innumerables objetos. Desde hace varios años hasta la actualidad los artesanos del Cantón Pujilí, se dedican a la elaboración de cuadros en barro crudo; su fabricación es netamente artesanal por lo cual se carece de un alto nivel de producción y calidad, esto podría cambiar si se utiliza una máquina que permita mejorar estos aspectos y producir varios cuadros sin el desgaste físico que un artesano tendría. Se sabe que alrededor del 60 % de casi 80 mil personas que residen en el cantón han cultivado esta habilidad que es importante en la economía del lugar. Sus obras se cotizan desde los \$ 0,20 en adelante, dependiendo del tamaño. Los intermediarios son quienes más beneficios económicos obtienen. Por ejemplo, una bota de barro de 15 centímetros de alto por 20 de ancho se vende en \$ 0,80,

después un intermediario se encarga de hornear la pieza, la pinta y finalmente procede a venderla hasta en \$ 4.

Mediante el diseño y simulación de la máquina prensadora se pretende analizar el proceso de producción y optimizarlo, mejorando incluso la calidad del producto debido que el prensado se realizaría de forma homogénea y con una fuerza constante en toda la superficie del cuadro, por lo cual la máquina beneficiaría al taller “Arte y pintura Punguil” tanto productiva como económicamente [32].

### 2.6.2. Problema

En la actualidad la baja productividad de cuadros en barro crudo se produce por el proceso manual llevado a cabo por los artesanos y debido a la falta de un control de calidad, en los tiempos de prensado; al desarrollar todos estos procesos de manera manual se produce el agotamiento físico al que está expuesto el trabajador realizando un proceso rutinario, y esto limita a que la producción de cuadros disminuya en su cantidad y su calidad.

Este problema es ocasionado por cinco causas las mismas que se especifican en el diagrama de Ishikawa.

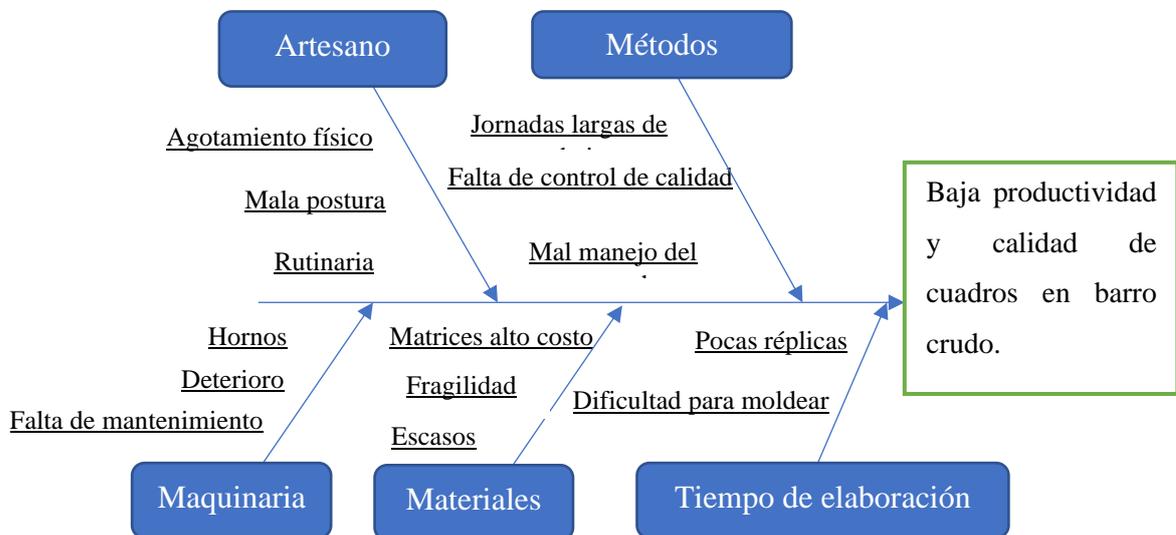


Figura 2.1. Diagrama de Ishikawa

### 2.7. Hipótesis

¿El diseño y simulación de una máquina prensadora de cuadros de barro permitirá establecer un análisis estructural y visualizar el proceso de prensado?

## 2.8. Objetivos

### 2.8.1 Objetivo general

Diseñar y simular en software una máquina prensadora para la elaboración de cuadros en barro crudo para el taller “Arte y Pintura Punguil” del cantón Pujilí”

### 2.8.2 Objetivos específicos

- Indagar los componentes necesarios para el diseño mecánico y el sistema de control para el diseño de la máquina prensadora de cuadros en barro.
- Diseñar el sistema mecánico adecuado para la cinta transportadora de forma que exista un correcto desplazamiento de los cuadros de barro a ser prensados.
- Realizar la simulación de los elementos y su funcionamiento de la máquina prensadora para comprobar posibles errores.

## 2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

En la presente investigación se describen las siguientes actividades y tareas que están relacionadas en base a los objetivos planteados con el diseño y simulación de una máquina prensadora con cinta transportadora para el prensado de cuadros en barro crudo con el propósito de optimizar el tiempo de producción y obtener mayores ingresos económicos para el taller “Arte y pintura Punguil” del cantón Pujilí.

**Tabla 2.1.** Tabla de las actividades y tareas propuestas por objetivos

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Indagar los componentes necesarios para el diseño mecánico y el sistema de control para el diseño de la máquina prensadora de cuadros en barro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elección del tipo de actuador que ejerza una fuerza adecuada para el prensado.</li><li>• Selección de un sistema de control adecuado para la automatización de la máquina.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se conocerá los elementos necesarios para el diseño mecánico.</li><li>• Análisis de los componentes eléctricos y electrónicos del sistema de control.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se seleccionará los elementos para el ensamblaje (prensa, banda transportadora, sistema de control)</li><li>• Se obtendrá el sistema más económico y factible.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar el sistema mecánico adecuado para la cinta transportadora de</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobación del funcionamiento de la máquina al momento de prensar.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se podrá analizar los estudios estaticos y dinámicos de la máquina.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se comprobará mediante un software los diferentes estados</li></ul>

forma que exista un correcto desplazamiento de los cuadros de barro a ser prensados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución del ensamble de los componentes en la máquina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se podrá visualizar cada elemento de la máquina.</li> </ul>	de funcionamiento de la máquina.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la simulación de los elementos y su funcionamiento de la máquina prensadora para comprobar posibles errores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de un software para el proceso de manufactura de la máquina.</li> <li>• Verificación de todos los componentes a utilizar en la máquina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará el diseño de la máquina.</li> <li>• Se podrá analizar las piezas de la máquina y su ensamblaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtendrán medidas reales de la máquina.</li> <li>• Observar las piezas de la máquina en diferentes perspectivas.</li> </ul>

### 3. MARCO TÓRICO

#### 3.1. Introducción

Por medio de la presente tesis, se pretende dar a conocer el sin número de aplicaciones que se derivan de un amplio conocimiento de diseño electrónico y mecánico, debido a que actualmente el sector industrial se ha ido modernizando considerablemente en lo referente a tecnología; lo que ha dado lugar a que pequeños productores implementen sistemas automatizados con la finalidad de mejorar la calidad del producto y reducir tiempos de producción.

#### 3.2. Antecedentes sobre el diseño de una prensa y cinta transportadora.

En el año 2016, la Facultad de Ciencias Pecuarias (F.C.P.) perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), realizó la implementación de un prototipo neumático para el prensado de cuero, mismo que sería destinado para el Laboratorio de Curtición de Pieles; para validar el funcionamiento del prototipo se utilizó una técnica de muestreo que dependía de la cantidad de pieles que se procesan en el laboratorio, llegando a determinar 16 pieles aplicando una estadística descriptiva de los resultados. Al aplicar mayor tiempo, presión y temperatura, el grado de compactación y la pérdida de humedad en el cuero fue mayor de lo habitual, lo que favorece al incremento en la densidad, resistencia a los esfuerzos físicos y la llenura de los cueros; sin embargo, se pudo observar un decrecimiento de la blandura y la flexibilidad de los mismos [1]. “Mediante estos antecedentes se tiene la oportunidad de analizar los diferentes diseños que con el pasar del tiempo han ido cambiando el proceso de producción que cada

emprendedor ejecuta para obtener una mayor producción en la calidad y variación de sus productos.”

El siguiente trabajo de investigación, se enfoca en el diseño de una máquina que compacte plástico y papel para el reciclaje, del mismo modo se empleará un proceso de manejo y transportación para los mismos. Se plantearán tres propuestas de diseño, en las que se evaluarán mediante el criterio de métodos ponderados, con la finalidad de elegir la mejor opción; para el modelamiento de las propuestas se utilizará el software de diseño CAD SOLIDWORKS, donde se pretende dar un enfoque geométrico de todos los elementos a utilizar en el presente tema. La mejor opción tiene que demostrar un valor agregado para la industria del reciclaje, entre los que se considera: mayor eficiencia, una mejor ayuda efectiva y un notable interés a nivel industrial; estos requisitos son indispensables si se tiene como finalidad mejorar la elaboración y calidad del proceso de producción de bloques de compactación [2]. “El diseño ejecutado plantea alternativas con las que se podrían elevar la calidad de los procesos de producción, y así brindar mayor seguridad en los diferentes lineamientos planteados por el sector industrial.” Durante el progreso del presente trabajo, se muestra el proceso de diseño y desarrollo de un sistema de control de una cinta transportadora basada en el sistema RFID. En la primera sección se analizan las especificaciones requeridas de funcionamiento y las tecnologías disponibles para el desarrollo del mismo. En la segunda sección del proyecto se seleccionan los componentes que cumplen con la función requerida, se implementan actuadores, controladores y sistemas que permitan lograr el óptimo funcionamiento del sistema; con el uso de un display interfaz touch se logrará supervisar todo el mecanismo, su funcionamiento, adecuación e información; con el Arduino mega 2560 se controla el sistema en su totalidad garantizando el funcionamiento íntegro del proyecto y mediante el RFID se adquiere la información de cada producto con su respectivo tag, para almacenar dicha información en una base de datos. Posteriormente se realizarán pruebas de funcionamiento para determinar posibles errores y corregirlos. Una vez ensamblado y aprobado el sistema en la tercera sección del proyecto, se demuestra cada una de las funciones que cumple, su capacidad de control, supervisión y adquisición de datos [3]. “Para el control de las cintas transportadoras se tiene varias opciones de dispositivos programables que permitan realizar un accionamiento controlado, lo que permite seleccionar de acuerdo a su funcionamiento y costo, el Arduino acoplado a una placa de potencia puede ser una alternativa de programación con el mismo funcionamiento.”

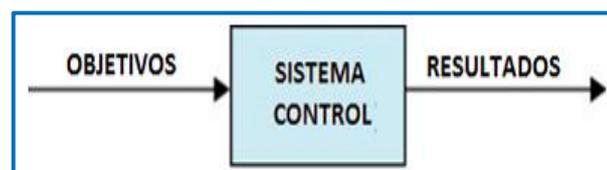
El desarrollo de este proyecto, se crea en base a la necesidad de mejorar de manera significativa la eficiencia en el corte de barras energéticas de granola en una forma rápida y precisa; para el proceso de corte la máquina previamente ya realiza el amasado y laminado de la masa; el sistema a desarrollarse estará constituido de la siguiente manera: el corte longitudinal de granola será realizado mediante un rodillo el cual posee anillos que serán los encargados de dar el ancho de las barras energéticas de granola. Para el proceso de transportación de la masa se utiliza una cinta transportadora cuyo movimiento será dado mediante un motor reductor el cual está controlado por un variador de frecuencia [4]. “La implementación de las cintas transportadoras permiten un proceso continuo en la transportación de cualquier implemento que sea apto para la máquina, también elegir elementos adecuados mediante su dimensionamiento para que pueda esta desarrollarse sin inconvenientes.”

### 3.3. Diseño de la máquina.

Los ingenieros mecánicos están relacionados con la producción y el procesamiento de energía y con el suministro de los medios de producción, las herramientas de transporte y las técnicas de automatización. Entre las bases disciplinarias se encuentran la mecánica de sólidos, de fluidos, la transferencia de masa y momento, los procesos de manufactura, además de la teoría eléctrica y de la información.

### 3.4. Sistema de control

La ingeniería de control diseña las leyes matemáticas que gobiernan los sistemas físicos conforme a una serie de especificaciones. En la figura 3.1. “Sistemas de Control”, se muestra cómo funciona generalmente un sistema de control, donde indica que señales deben ingresar al bloque de control y que señales se esperan en relación a las plantas y lo que se espera de las mismas [5].



**Figura 3.1.** Sistema de control

**Fuente:** [5].

### 3.4.1. Perturbaciones

Son señales o magnitudes físicas desconocidas que tienden a afectar adversamente la salida del sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se denomina interna, mientras que en una perturbación externa se genera fuera del sistema en una entrada. Si la señal de perturbación es de tipo externa, esta señal no es accesible al diseñador, aunque esté presente en el sistema [6].

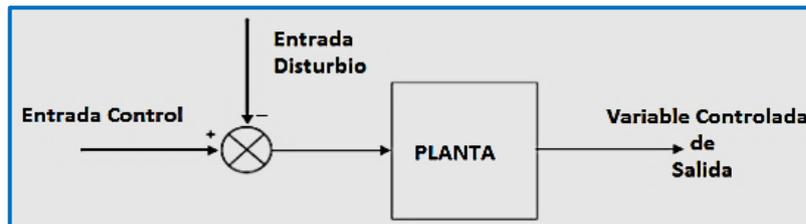


Figura 3.2. Sistema de control simple

Fuente: [5].

### 3.4.2. Sistema en lazo abierto

Los sistemas en los cuales la salida no afecta la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto. Esto quiere decir que en los sistemas de control de lazo abierto no es necesario medir la salida, tampoco se tiene que compararla con la entrada mediante la retroalimentación; la acción del controlador es simplemente arrojar la salida [5].

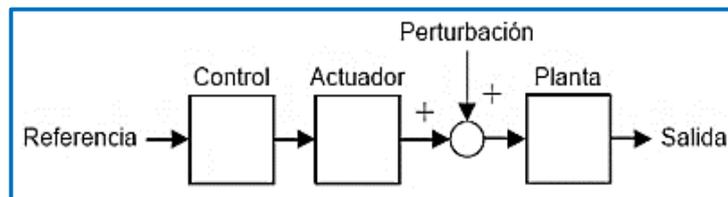


Figura 3.3. Sistema de control lazo abierto

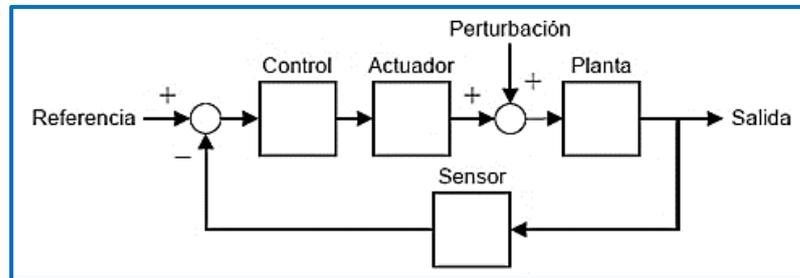
Fuente: [6].

### 3.4.3. Sistemas de control realimentados o lazo cerrado

Por el contrario en un sistema de lazo cerrado, la retroalimentación cumple un papel importante ya que se realimenta al controlador, entonces la diferencia entre la señal de entrada y la señal de retroalimentación, se conoce como señal de error de actuación, esta tiene como objetivo, reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente.

El término control en lazo cerrado, siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema. En la figura 3.4. "Sistema de control lazo cerrado", se observa, en el diagrama de bloques que es lo que aumenta en un sistema de lazo cerrado, la

realimentación del sistema normalmente es un sensor, que me indique de una u otra forma como se encuentre la señal de salida [5].



**Figura 3.4.** Sistema de control lazo cerrado

**Fuente:** [6].

**Tabla 3.1.** Comparación entre controladores

<b>CONTROL EN LAZO CERRADO</b>	<b>CONTROL EN LAZO ABIERTO</b>
Rechaza perturbaciones	No rechaza perturbaciones
Puede hacerse inestable	No tiene problemas de estabilidad
Se puede controlar un sistema inestable	No se puede controlar un sistema inestable
Es adecuado cuando no se conoce la planta	Requiere conocer bien la planta
Requiere mayor número de componentes	Requiere menor número de componentes
Costos Elevados	Costos económicos

**Fuente:** [6].

### 3.5. Proceso de amasado del barro crudo

Este tipo de tierra se obtiene de específicas montañas cuya característica principal es la arcilla; de donde el barro es la tierra húmeda que se extrae de este tipo de suelos.



**Figura 3.5.** Proceso del barro crudo

**Fuente:** [7].

### 3.5.1. Técnicas de modelado del barro.

Esta técnica consiste en añadir fragmentos de un material maleable como el barro en pequeñas porciones, esto es gracias a herramientas específicas que ayudan a este proceso, y se pueden desarrollar y diferenciar algunos tipos de modelado, como se expresa a continuación:

- **Modelado con los dedos:** Es una técnica, que permite ir creando la figura con el material, utilizando principalmente las manos y herramientas que faciliten ciertos detalles, como se muestra en la figura 3.6 “Modelado con los dedos”. Esta fue la primera técnica empleada por el ser humano para crear figuras y demás artesanías y asegura que ninguna pieza sea igual a otra.



Figura 3.6. Modelado con los dedos

- **Modelado con planchas:** Con la técnica de planchas, se obtiene placas del mismo grosor. Utilizando moldes de la misma medida, lo que replica sin alterar su dimensión y realizar impresiones en serie como indica la figura 3.7 “Prensado de cuadros en barro”, también se utilizan herramientas como un rodillo, un trozo de tela y un poco de barro.

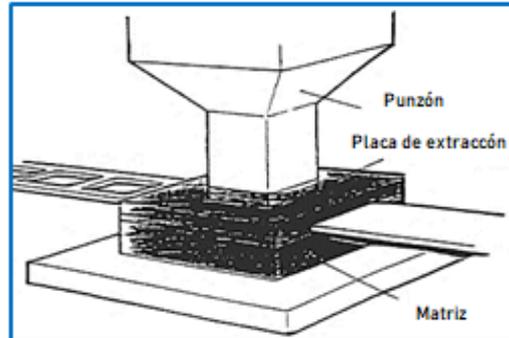


Figura 3.7. Prensado de cuadros en barro

### 3.6. Conceptualización de prensa.

Una prensa es una máquina capaz de proporcionar una fuerte presión aprovechando la energía acumulada con anterioridad mecánicamente o por medio de algún fluido. Generalmente trabajan por impacto en los trabajos de conformado de chapas y con presión continua en los

trabajos de forja [8]. “Como se muestra en la figura 3.8 “Esquema de la prensa” La prensa brinda la oportunidad de dar una mayor fluidez al trabajo que se plantea realizar manteniendo la facilidad de su presión”.



**Figura 3.8.** Esquema de la prensa

**Fuente:** [8].

### **3.6.1. Clasificación de prensas**

#### **3.6.1.1. Prensa Mecánica**

En las prensas mecánicas excéntricas, un motor mueve un volante de peso proporcionado con la potencia de la máquina. Dicho volante acumula una cantidad de energía que cede parcialmente en el momento en que la pieza que se ha de cortar, doblar o embutir, opone resistencia al movimiento [10]. “La prensa mecánica tiene una formación con ciertas operaciones en un mismo eje del volante con accionamientos para obtener un movimiento y así tener una ventaja a su producción, como se muestra en la figura 3.9 “Prensa manual”, la misma que está sujeta a una gran cantidad de energía.”

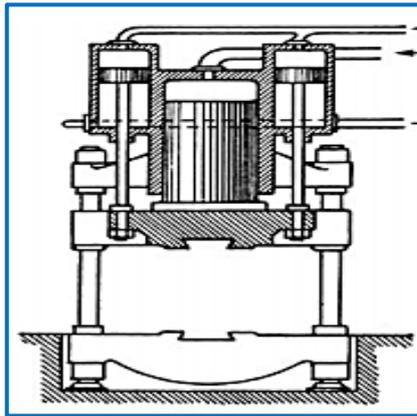


**Figura 3.9.** Prensa manual

**Fuente:** [10]

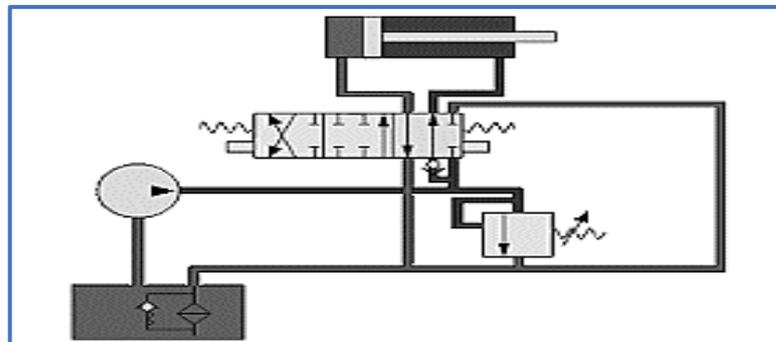
### 3.6.1.2. Prensa hidráulica

En la figura 3.10 “Esquema de prensa hidráulica” se observa cómo están distribuidas, por lo que es importante destacar que las prensas hidráulicas se mueven por presión de aceite. En estas prensas, generalmente el aceite entra a poca presión, hasta que hace contacto la estampa con la pieza y luego, en la última fase se aumenta la presión. “Se destaca por mantener un movimiento con alta presión generando una fuerza compresiva relativamente impulsada por un embolo para una mayor presión.”



**Figura 3.10.** Esquema de prensa hidráulica.

**Fuente:** [10].



**Figura 3.11.** Representación gráfica del circuito hidráulico

**Fuente:** [16].

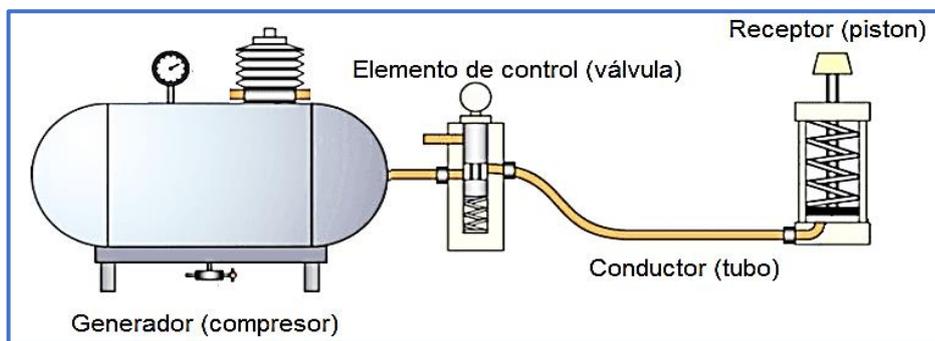
### 3.6.1.3. Prensa neumática

La prensa neumática es una máquina que comprime el aire como modo de transmisión de la energía para mover y hacer funcionar mecanismos como se observa en la figura 3.12 “Prensa neumática”, por lo tanto, al aplicarle una fuerza que comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permita expandirse.



**Figura 3.12.** Prensa neumática

**Fuente:** [11].



**Figura 3.13.** Representación gráfica circuito neumático

**Fuente:** [15].

#### 3.6.1.4. Prensa eléctrica

En la prensa eléctrica o servo prensa, se elimina el embrague y se sustituye el volante de inercia por un acople directo entre el motor que acciona la prensa y la transmisión al carro.

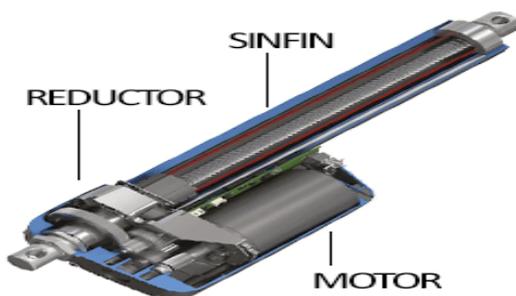
Este nuevo sistema mejora la productividad y la flexibilidad frente a las prensas mecánicas y permite controlar el tiempo y la velocidad del carro [12]. “Nos da a entender que por medio de esta prensa eléctrica surge la posibilidad de obtener una mayor flexibilidad con otras prensas para llevar a cabo un proceso de producción más mejorado, de calidad con un prensado automatizado y eficiente”.



**Figura 3.14.** Prensa eléctrica

**Fuente:** [12].

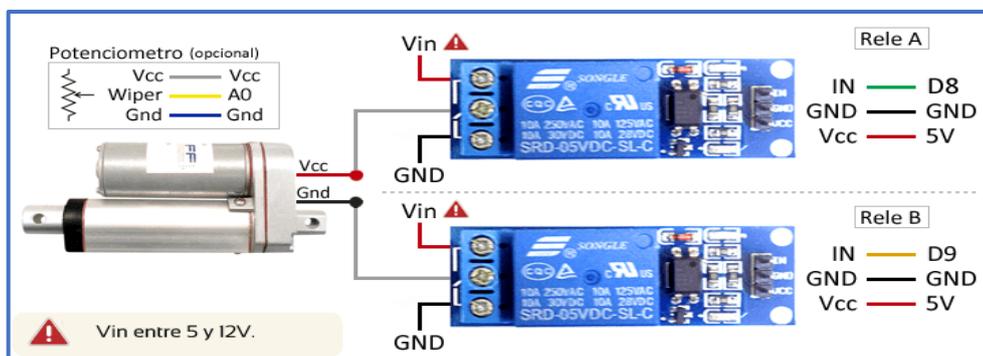
Internamente un actuador lineal está formado por un motor eléctrico con un mecanismo reductor que consta por varios engranajes y un tornillo sinfín. El tornillo empuja un émbolo o vástago, que puede extenderse o retraerse en función del sentido de giro del motor. Los actuadores lineales tienen la ventaja de ejercer grandes fuerzas y grandes desplazamientos. Según modelos, pueden ejercer de 20 a 150kgf, con desplazamientos de 100 a 800mm.



**Figura 3.15.** Representación gráfica del circuito eléctrico

**Fuente:** [15]

En la figura 3.16 se muestra un esquema de montaje, donde se identifica la conexión de un actuador lineal para el control de la posición.



**Figura 3.16.** Esquema de montaje

**Fuente:** [15]

**Tabla 3.2.** Ventajas y desventajas de los tipos actuadores

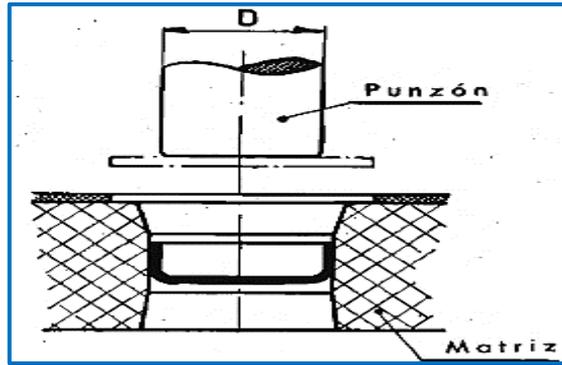
	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Neumático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su fuente de accionamiento es abundante e ilimitado y no precisa de conductos de retorno</li> <li>• Sus elementos son de simple construcción y conexión</li> <li>• No existe algún daño en caso de fuga al ambiente</li> <li>• Resistente las variaciones de temperatura</li> <li>• Su robustez no permite tener vibraciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aire necesita ser preparado antes de su utilización</li> <li>• La compresión del aire no permite una velocidad regular y constante</li> <li>• Produce ruidos por el escape de aire durante su utilización</li> <li>• Su fuente de energía es de alto costo.</li> <li>• El sistema de trabajo es eficiente pero no puede ser utilizado con gran facilidad a varias aplicaciones.</li> </ul>
<b>Hidráulico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera un alto índice de potencia y carga.</li> <li>• Contiene un alto rango de velocidad</li> <li>• Tiene resistencia al desplazamiento</li> <li>• Su desempeño es suave en bajas velocidades</li> <li>• Su fuerza es mayor aun siendo similar su tamaño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienden a tener fugas por sus elevadas presiones</li> <li>• Sus elementos de instalación son costosos y de gran volumen.</li> <li>• Permite transmitir energía, y no almacenarla</li> <li>• Su sistema de control no es estable y es complejo</li> </ul>
<b>Eléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su sistema de control es sencillo de programar</li> <li>• Se puede controlar la velocidad y posición.</li> <li>• Se puede instalar fácilmente el sistema.</li> <li>• Su funcionamiento es silencioso</li> <li>• Su sistema es seguro y confiable</li> <li>• Su costo de mantenimiento es relativamente bajo.</li> <li>• Su fuente de energía es más económica que las anteriores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su potencia está limitada</li> <li>• Por su estructura tiende a tener vibraciones.</li> <li>• Puede ocasionar problemas al sobrecalentarse.</li> </ul>

### **3.6.2. Operación que se pueden realizar en una prensa**

Las operaciones que se pueden realizar en una prensa dependen de lo que se llevará a cabo y se tiene las siguientes:

#### **3.6.2.1. Embutido, Estirado y Extrusión**

Se puede emplear el término para indicar la operación mediante la cual se somete a una chapa bajo la forma de un cuerpo hueco. La operación de embutir consiste en transformar una chapa plana en un cuerpo hueco, procediendo gradualmente con una o más pasadas [10].

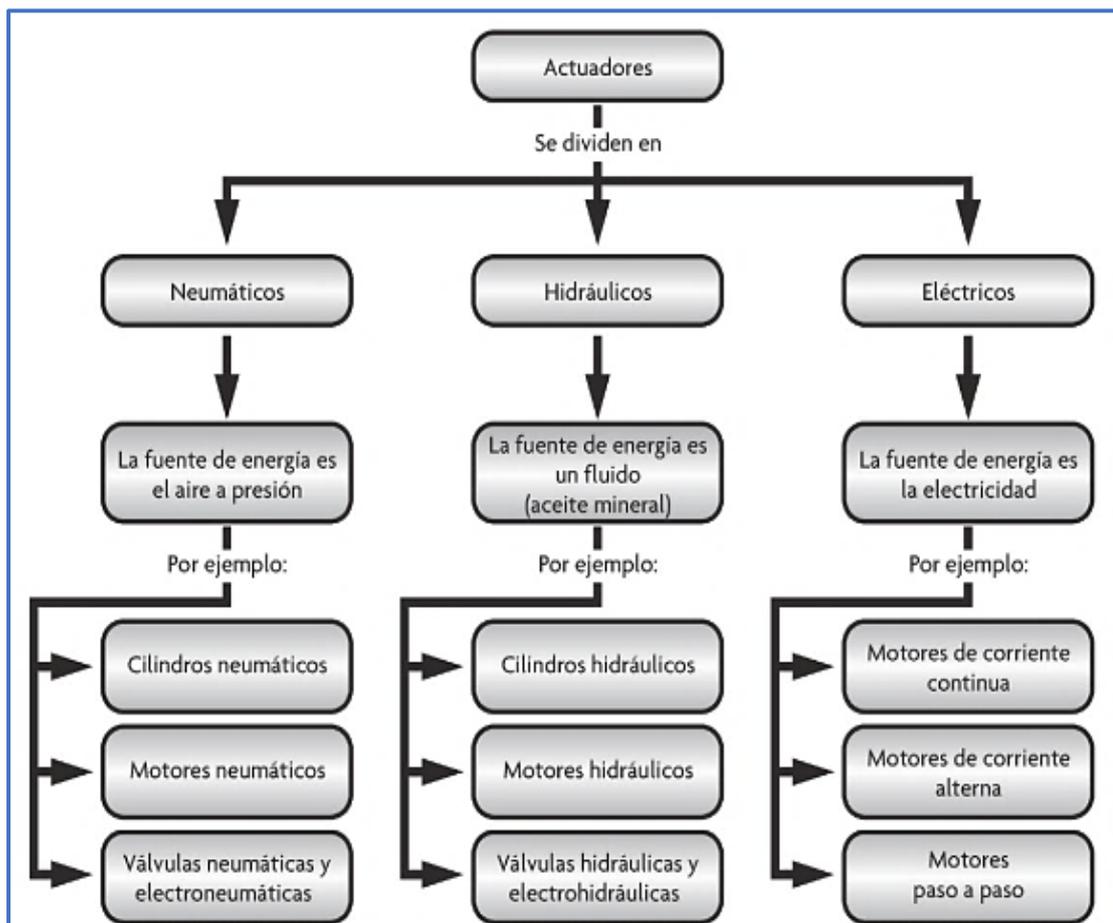


**Figura 3.17.** Operación de embutido

Fuente: [10].

### 3.7. Definición de Actuadores

Un actuador es un dispositivo con la capacidad de generar una fuerza que ejerce un cambio de posición, velocidad o estado de algún tipo sobre un elemento mecánico, a partir de la transformación de energía [14].



**Figura 3.18.** Clasificación de los actuadores

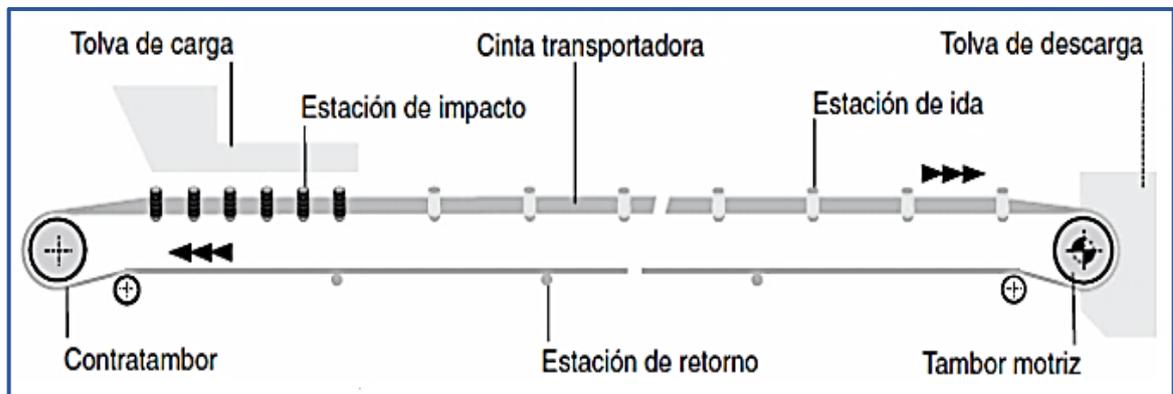
Fuente: [14].

### 3.8. Cinta transportadora

Las cintas transportadoras son los sistemas de transporte industrial más utilizados. Se emplean cuando hay que desplazar grandes cantidades de material entre dos puntos concretos siguiendo una ruta fija [17].

#### 3.8.1. El sistema de cinta transportadora está formado por:

- **Bastidor:** Sirve de soporte para los tambores y rodillos.
- **Tambor de accionamiento:** Están ubicados en los extremos del bastidor. La potencia necesaria para desplazar la carga es aportada por un motor.
- **Tambor de reenvío:** Es de arrastre y no está motorizado.
- **Tambor tensor:** Tiene como función conseguir la adecuada tensión de trabajo a lo largo de la cinta.
- **Rodillos de soporte:** Sirven de apoyo a la cinta.
- **Cinta:** puede ser textil o metálica, en función de la longitud del transporte y del peso del material a transportar.



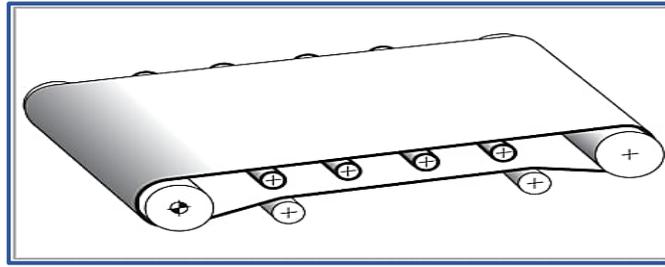
**Figura 3.19.** Esquema de los elementos que componen una cinta

**Fuente:** [17].

#### 3.8.2. Tipos de cintas

Una cinta transportadora es un elemento o maquinaria de carácter principalmente electromecánico, destinado a trasladar productos y materias primas entre dos o más puntos alejados entre sí.

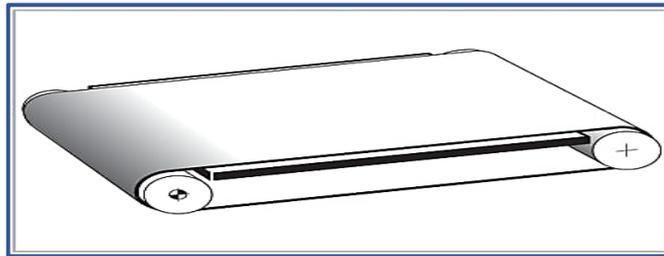
- ✓ **Cintas con rodillos:** Se utilizan en operaciones de procesado de almacenamiento y en aplicaciones de distribución. Está formado por una serie de tubos (rodillos) perpendiculares a la dirección de avance [18].



**Figura 3.20.** Cintas con rodillos

**Fuente:** [18].

- ✓ **Cintas planas:** En las cintas planas, los materiales se sitúan sobre la superficie de una cinta, que viaja a lo largo del recorrido. La cinta realiza un camino de ida, en el que transporta el material, y un camino de retorno, desprovisto de carga, formando así un lazo continuo [18].



**Figura 3.21.** Cintas con base plana

**Fuente:** [18].

**Tabla 3.3.** Ventajas y desventajas de la cinta transportadora

<b>Ventajas de la cinta transportadora</b>	<b>Desventajas de la cinta transportadora</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Facilidad en transportar</li> <li>➤ Fácil adaptación.</li> <li>➤ Ligera en su proceso</li> <li>➤ Mejora tiempos de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Al momento de llevar acabo su proceso puede quedarse atrapada.</li> <li>➤ Se mueven gran rapidez la misma que puede dañar el producto.</li> <li>➤ Su cableado en ocasiones dificulta al operario</li> </ul>

### 3.9. Sistema de control

Los controladores lógicos programables son sistemas de tiempo real, lo que significa que hay una fecha límite y un marco de tiempo establecidos en los que se debe lograr el resultado deseado.

### 3.9.1. PLC (Programmable Logic Controller)

Un controlador lógico programable, más conocido como PLC (Programmable Logic Controller), se trata de una computadora, utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas [25]. “Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos.”

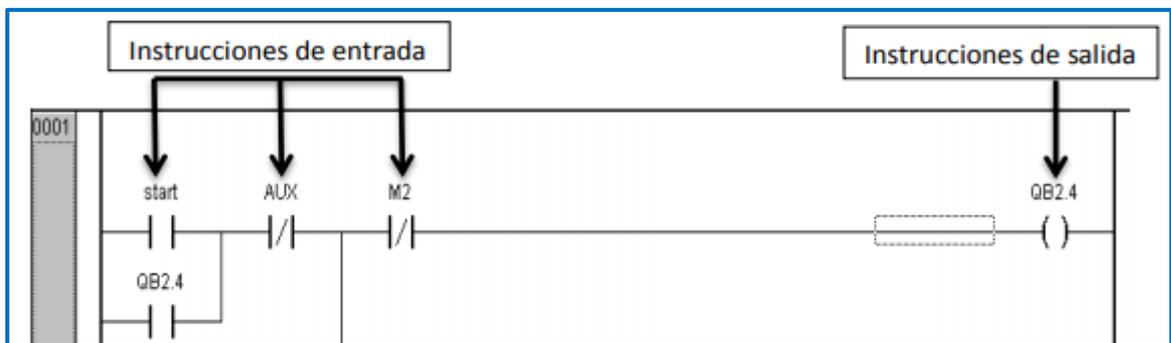


Figura 3.22. Esquema de lógica en Ladder

Fuente: [18].

### 3.10. Software de diseño

#### 3.10.1. SolidWorks

Es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño [19].

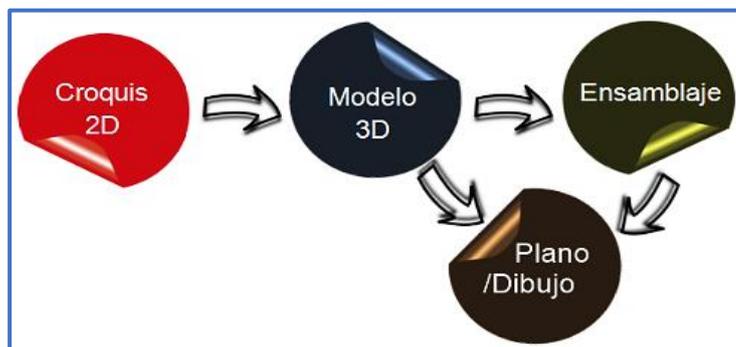
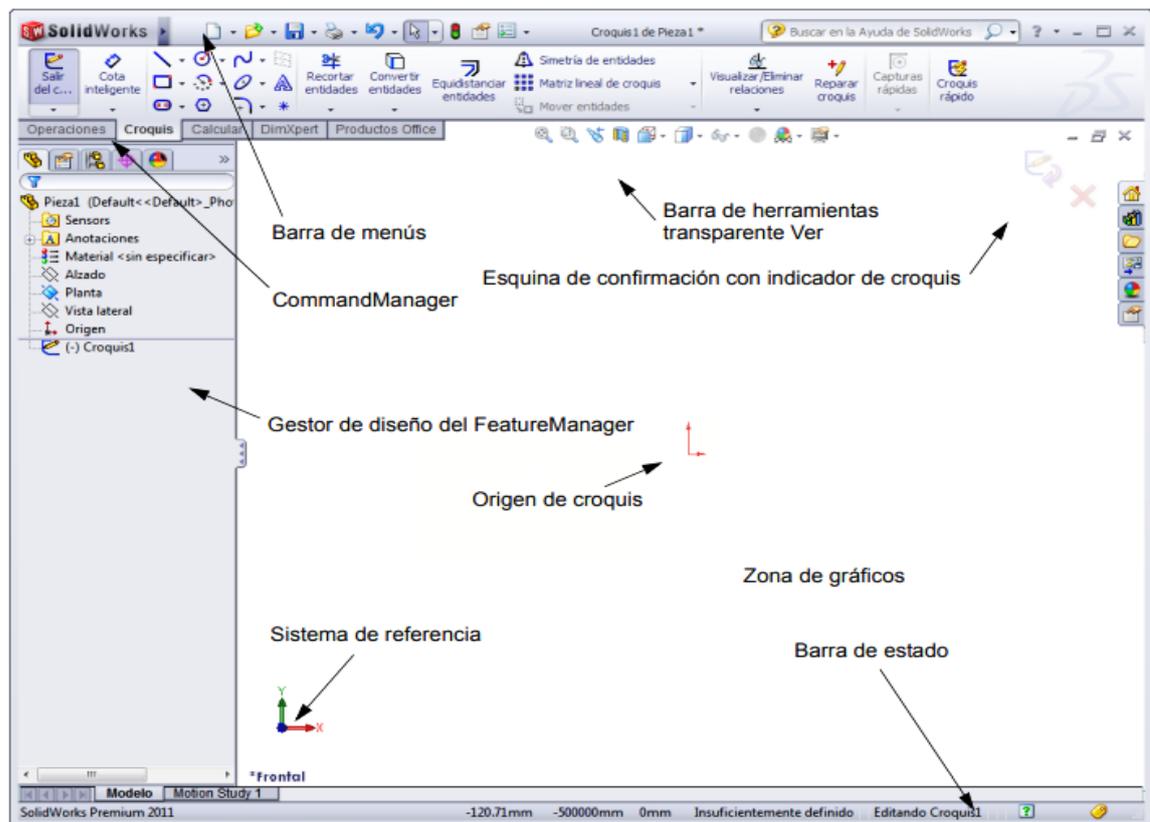


Figura 3.23. Esquema de diseño SolidWorks

Fuente: [20].

- ✓ Perspectiva general de la ventana de SolidWorks
- ✓ Aparece un origen de croquis en el centro de la zona de gráficos.
- ✓ Aparece la inscripción Editando croquis1 en la barra de estado que se encuentra en la parte inferior de la pantalla.
- ✓ Aparece Sketch1 en el gestor de diseño del FeatureManager.
- ✓ La barra de estado muestra la posición del cursor o de la herramienta de croquizar en relación con el origen del croquis.



**Figura 3.24.** Perspectiva general de la ventana de SolidWorks

**Fuente:** [20].

### 3.10.2. Cadesimu

Es un software de diseño y simulación de circuitos eléctricos y automáticos con carácter exclusivamente educacional. Por lo que implementar un simulador puede brindar una gran ayuda sobre cualquier circuito electrónico sin llegar a manipularlo directamente. También en la creación de circuitos nuevos el simulador puede mostrarnos su funcionamiento sin tener que ensamblarlo y correr el riesgo de alguna falla [24].

## 4. METODOLOGÍA Y DISEÑO

Para el desarrollo de la metodología se lleva a cabo la identificación de los elementos que se van a ejecutar en el diseño y simulación del proyecto que se realiza mediante la determinación de ecuaciones, dimensionamiento y selección de elemento adecuados para la prensa.

### 4.1. Operación de variables

A continuación, se presenta los cuadros de variables empleadas para el estudio:

#### 4.1.1. Variable independiente

Tabla 4.1. Operacionalización de variable independiente

Variable	Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica o instrumentos
Velocidad de la cinta transportadora	Velocidad de traslado del molde del punto inicial al punto final de la cinta	m/s	De 0 a 0,5m/s	Sensor de desplazamiento
Presión del actuador eléctrico	Presión del actuador sobre el molde para el prensado	Kg/cm <sup>2</sup>	De 0 10 Kg	Sensores de presión Piezoeléctrico

#### 4.1.2. Variable dependiente

Tabla 4.2. Operacionalización de variable dependiente

Variable	Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica o instrumentos
Periodo unitario de producción	Tiempo que se demora la máquina en producir una unidad.	Unidades/min.	1 a 3 unidades/min	Contador con sensor fotoeléctrico

### 4.2. Selección de componentes y elementos de la máquina

Para el funcionamiento de la máquina prensadora en el sistema eléctrico se utiliza dispositivos que permiten realizar el proceso de prensado de los cuadros en barro crudo de una manera más rápida y eficaz.

#### 4.2.1 Selección del sistema de transporte

Para seleccionar el sistema de transportación se considera dos alternativas las cuales son utilizadas en la industria para el transporte de productos.

**Tabla 4.3.** Selección del sistema de transporte

<b>Sistema de transporte</b>					
<b>Características</b>	<b>Importancia</b>	<b>Rodillos portantes</b>		<b>Base deslizamiento</b>	
Resistencia a la corrosión y la humedad	5	3	15	5	25
Durabilidad	3	4	12	4	12
Fácil instalación	1	3	3	4	4
Facilidad de mantenimiento	2	2	4	3	6
Costo	4	3	12	4	16
<b>Total</b>			<b>46</b>		<b>63</b>

Según los resultados obtenidos en la tabla 4.3. Se selecciona la base de deslizamiento anticorrosivo adecuado que brinde durabilidad, a la vez sea de fácil instalación para el sistema de transportación, se evalúa en base a su aplicación y utilización en la industria.

#### 4.2.2. Selección de cinta transportadora

Para seleccionar la cinta se realiza un análisis en relación al material a transportar y peso del material.

**Tabla 4.4.** Selección de tipo de cinta

<b>Selección tipo de cinta</b>					
<b>Características</b>	<b>Importancia</b>	<b>Cinta lisa</b>		<b>Cinta rugosa</b>	
Resistencia a la fricción	4	5	20	4	16
Resistencia mecánica	5	4	20	4	20
Vida útil	3	3	9	4	12
Fácil desmontaje y limpieza	1	4	4	4	4
Costo	2	4	8	3	6
<b>Total</b>			<b>61</b>		<b>58</b>

Según los resultados obtenidos en la tabla 4.4. Se utiliza una cinta lisa de alta resistencia, necesaria para el transporte del molde resistente a la fricción, también permite su fácil limpieza del residuo del barro.

#### 4.2.3. Selección del motor para el movimiento de la cinta transportadora

Para el accionamiento de la cinta transportadora se considera 3 opciones de tipos de motores, de acuerdo a las características que brinden una mejor opción.

**Tabla 4.5.** Selección del actuador eléctrico para el movimiento de la cinta

<b>Actuador eléctrico para el accionamiento de la cinta</b>							
<b>Características</b>	<b>Importancia</b>	<b>Motor Reductor DC</b>		<b>Motor Reductor AC</b>		<b>Motor a pasos</b>	
Potencia del motor	5	4	20	5	25	3	15
Velocidad nominal	4	4	16	5	20	4	16
Precisión del movimiento	3	3	9	3	9	5	15
Torque arranque	6	4	24	4	24	3	18
Costo	2	5	10	4	8	3	6
Mantenimiento	1	4	4	3	3	3	3
<b>Total</b>			<b>83</b>		<b>89</b>		<b>73</b>

Según los resultados obtenidos en la tabla 4.5. El actuador con mayor potencia y torque de arranque es el motor AC el cual permite accionar la cinta, con el cual se va a seleccionar el sistema de prensado.

#### 4.2.4. Selección del material de la estructura para el soporte de la cinta

Se analiza un material de propiedades físicas y mecánicas que sea adecuado para el sistema, soporte de la cinta y tablero de control.

**Tabla 4.6.** Selección de la estructura de soporte de la cinta y tablero de control

<b>Estructura de soporte de cinta y tablero</b>							
<b>Características</b>	<b>Importancia</b>	<b>Aluminio</b>		<b>Acero</b>		<b>Acero inoxidable</b>	
Durabilidad	3	3	9	5	15	5	15
Resistencia al corrosión y humedad	5	3	15	3	15	5	25
Esfuerzos	4	2	8	5	20	4	16
Costos	1	5	5	4	4	4	4
Facilidad de trabajo	2	5	10	3	6	4	8
<b>Total</b>			<b>47</b>		<b>60</b>		<b>68</b>

Según los resultados obtenidos en la tabla 4.6. Se obtiene como resultado el acero inoxidable como material adecuado para el soporte de la cinta y el cuadro eléctrico cumpliendo con los requisitos.

#### 4.2.5. Selección del sensor de proximidad

Los sensores de proximidad seleccionados para el accionamiento de diferentes actuadores que serán distribuidos en la cinta transportadora para detectar los moldes y el sistema de prensado.

**Tabla 4.7.** Selección del sensor de proximidad

<b>Sensor de proximidad</b>							
<b>Características</b>	<b>Importancia</b>	<b>Inductivos</b>		<b>Capacitivos</b>		<b>Fotoeléctricos</b>	
Precisión y velocidad	3	4	12	4	12	5	15
Resistencia a la humedad y corrosión	2	4	8	4	8	3	6
Distancia de detención	4	4	16	4	16	5	20
Costo	1	3	3	5	5	3	3
Detección de arcilla	5	1	5	5	25	5	25
<b>Total</b>			<b>44</b>		<b>66</b>		<b>69</b>

El sensor mejor ponderado es el sensor fotoeléctrico como se observa en la tabla 4.7, sin embargo, su costo es demasiado elevado, y se considerará el sensor capacitivo que es más económico y cumple las mismas condiciones de funcionamiento.

#### 4.2.6. Selección del tipo de actuador para el prensado

Para la selección de los actuadores se toma en cuenta parámetros importantes para su funcionamiento, permitiendo así cumplir con un prensado de calidad y se adapte al sistema de control.

**Tabla 4.8.** Selección del actuador para el prensado

<b>Sistema de control</b>							
<b>Características</b>	<b>Importancia</b>	<b>Neumático</b>		<b>Hidráulico</b>		<b>Eléctrico</b>	
Potencia	3	4	<b>12</b>	5	<b>15</b>	4	<b>12</b>
Velocidad de respuesta	6	4	<b>24</b>	3	<b>18</b>	5	<b>30</b>
Ruido	2	4	<b>8</b>	3	<b>6</b>	5	<b>10</b>
Robustez	1	4	<b>4</b>	5	<b>5</b>	3	<b>3</b>
Costo	7	3	<b>21</b>	2	<b>14</b>	5	<b>35</b>
Mantenimiento	4	3	<b>12</b>	2	<b>8</b>	5	<b>20</b>
Control	5	4	<b>20</b>	3	<b>15</b>	5	<b>25</b>
<b>Total</b>			<b>101</b>		<b>81</b>		<b>135</b>

Como se observa en la tabla 4.8, el actuador más ponderado es el actuador eléctrico de acuerdo a las características de valoración, lo que permite tener un control sencillo y a su vez la velocidad de respuesta es correcta para el sistema de prensado.

#### 4.2.7. Selección del sistema de control

Para garantizar el correcto funcionamiento y flujo de datos del sistema se debe analizar un sistema adecuado que reciba señales de los sensores y transmitan señales eléctricas a los diferentes actuadores que componen el sistema.

**Tabla 4.9.** Selección del sistema de control

<b>SISTEMA DE CONTROL</b>							
<b>Características</b>	<b>Importancia</b>	<b>Arduino</b>		<b>Microcontrolador</b>		<b>PLC</b>	
Robustez	8	5	40	4	32	4	32
Velocidad de respuesta	7	4	28	5	35	5	35
Cantidad de entradas y salidas	6	5	30	3	18	5	30
Control de comandos	4	4	16	3	12	4	16
Fiabilidad	3	5	15	3	9	4	12
Compatibilidad con sensores y actuadores	5	5	25	3	15	4	20
Costos	9	3	27	4	36	5	45
Mantenimiento	1	3	3	5	5	5	5
Uso industrial	2	5	10	3	6	4	12
<b>Total</b>			<b>194</b>		<b>168</b>		<b>207</b>

Según los resultados obtenidos en la tabla 4,9. Se utiliza el PLC, por su funcionalidad compatible con actuadores y por ser eficiente. Además, posee varias entradas y salidas analógicas y digitales, lo que facilita el control del sistema con un solo controlador.

#### **4.2.8. Selección del software para el diseño y simulación mecánica del sistema**

Para el diseño y simulación del sistema de prensado se debe considerar el software SolidWorks Students, para la simulación mecánica del sistema, que facilita su fácil uso gracias a su interfaz amigable con el usuario y compatibilidad con otros programas.

#### **4.2.9. Selección del software para el diseño electrónico**

Se determina utilizar tres softwares Cadesimu, Pcsimu para el diseño de control eléctrico del sistema de prensado que ayuda a visualizar las conexiones del tablero eléctrico. Se utiliza por su versatilidad, interfaz amigable con el usuario y gran cantidad de componentes necesarios para la simulación del sistema.

### **4.3. Metodología de diseño mecatrónico.**

A través del presente capítulo se describe la metodología empleada en el proyecto de tesis sobre el diseño de una prensadora de cuadros, la misma que se desarrolla a través de la automatización de un proceso.

La metodología y el diseño mecatrónico se basa en el análisis de los diferentes requerimientos y sistemas mecánicos, eléctricos y de control.



Para seleccionar los elementos del sistema se analiza varias opciones que cumplen con los requisitos y se escoge mediante una ponderación acorde a las características más adecuadas para el sistema de prensado. La valoración se realiza tomando en cuenta la importancia, de acuerdo al número de características que presenta las diferentes alternativas propuestas en un rango de 1-5, siendo 1 la característica menos importante y 5 la más importante. Cada valoración de las ponderaciones se multiplica por la importancia y se suman para obtener un total, la mejor alternativa se elige para el diseño del sistema.

#### 4.5. Diseño Mecánico

##### 4.5.1. Diseño de la base estructural

Se diseña una estructura que soporta los elementos mecánicos y eléctricos así evitando que existan vibraciones en su funcionamiento, además se debe tomar en cuenta un diseño ergonómico que facilite al operario su manipulación.

El material utilizado para el diseño de la estructura de la máquina es de un perfil en forma de C 80 mm x 40 mm y tubo rectangular de acero inoxidable 50 mm x 30 mm que es ideal para el tipo de trabajo que va a realizar con el barro, así no permite la corrosividad del acero, el tubo es rectangular 50 mm x 30 mm de 2 mm de espesor (**Anexo 7**).

Para la elección del material de aporte se determina parámetros que ayudan a realizar una soldadura adecuada para la estructura y tipo de unión de soldadura, lo cual se basa en la igualdad de la resistencia con material base, la resistencia y similitud de composición química, de acuerdo a la norma NBE EA-95. Para la soldadura de la estructura y cinta transportadora se elige el tipo de soldadura de filete y tipo “T” lo que permite tener una soldadura resistente.

##### 4.5.2. Diseño del sistema de transportación

Tomando en cuenta las consideraciones de diseño de datos anteriores, se realiza los siguientes cálculos para el diseño de transportación del molde.

Las especificaciones del sistema de transportación se muestran a continuación:

**Tabla 4.10.** Especificaciones técnicas de la cinta transportadora horizontal

<b>Especificaciones técnicas de la cinta transportadora horizontal</b>	
Alimentación del motor (cinta)	120 V – 60 Hz
Altura	1 m
Ancho	0,50 m
Longitud	1,50 m
Peso del material 1	2,5 kg
Peso del material 2	4 kg

#### 4.5.3. Cálculo de la holgura de la cinta

La holgura se halla en los costados de la cinta, esta permite tener un margen de espacio utilizado para impedir que el material a transportar se detenga. [20]

$$c = 0,055(B + 0.9) \quad [\text{Ec. 4.1}]$$

**Donde:**

c: Holgura de la cinta

B: Ancho de la cinta

#### 4.5.4. Cálculo del ancho plano de la cinta

El ancho plano de la cinta ( $A_p$ ) donde se ubicará el material a ser transportado.

$$A_p = 0,055(B + 0,9) \quad [\text{mm}] \quad [\text{Ec. 4.2}]$$

#### 4.5.5. Longitud desarrollada de la cinta, ( $L_d$ )

$$L_d = 2 \cdot (d_c + \pi \cdot r_{tr}) \quad [\text{mm}] \quad [\text{Ec. 4.3}]$$

**Donde:**

$d_c$ : Distancia entre centros

$r_{tr}$ : Radio del tambor recubierto

#### 4.5.6. Fuerza tangencial maxima, ( $F_U$ )

**Tabla 4.11.** Datos específicos cálculo de la fuerza tangencial

Especificación	Simbología	Referencia
Coeficiente de fricción para marcha sobre mesa	$\mu_T = 0,5$	Anexo 1.6
Aceleración de la gravedad	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$	
Masa de la mercancía transportada en toda la longitud de transporte	$m = 12 \text{ kg}$	Dato operador
Peso de la cinta	$p_B = 3,75 \text{ kg/s}^2$	Anexo 11
Área de la cinta	$A_b = 44,32 \text{ m}^2$	Cálculo
Masa de la cinta	$m_B = 439,58 \text{ kg}$	Cálculo
Coeficiente de fricción para marcha sobre rodillo	$\mu_R = 0,033$	Anexo 1,6
Masa de todos los tambores	$m_R = 3 \text{ kg}$	Anexo 5
Coeficiente de fricción para acumulación	$\mu_{ST} = 0,5$	Anexo 1,6

$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot \left(m + \frac{m_B}{2}\right) + \mu_R \cdot g \cdot \left(\frac{m_B}{2} + m_R\right) + \mu_{ST} \cdot g \cdot m \quad [\text{N}] \quad [\text{Ec. 4.4}]$$

**Donde:**

$\mu_T$ : Coeficiente de fricción para marcha sobre mesa (**Anexo 2**)

$g$ : Aceleración de la gravedad ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )

$m$ : Masa de la mercancía transportada en toda la longitud de transporte (carga total), [kg]

$m_B$ : Masa de la cinta, [kg]

$\mu_R$ : Coeficiente de fricción para marcha sobre rodillo (**Anexo 2**)

$m_R$ : Masa de todos los tambores, excepto el tambor motriz, [kg]

$\mu_{ST}$ : Coeficiente de fricción para acumulación (**Anexo 2**)

#### 4.5.7. Velocidad de transporte, (v)

Para determinar la velocidad de transporte, se debe calcular la longitud de filo a filo de la cinta cuando esta tensada.

$$L_t = d_c + 2 \cdot r_{eb} + x \quad [Ec. 4. 5]$$

**Donde:**

$L_t$ : Longitud filo a filo de la cinta transportadora

$r_{eb}$ : Radio del tambor con recubrimiento y la cinta (**Anexo 5**)

$x$ : Carrera de ajuste o de tensado

Entonces la velocidad de transporte es igual a:

$$v = \frac{L_t}{t} \quad [Ec. 4. 6]$$

**Donde:**

$t$ : Tiempo necesario en pasar el saco de un lado a otro por la cinta

#### 4.5.8. Potencia mecánica en el tambor motriz, (P<sub>A</sub>)

$$P_A = \frac{F_U \cdot v}{1000} \quad [KW] \quad [Ec. 4. 7]$$

**Donde:**

$v$ : Velocidad de la cinta, [m/s]

#### 4.5.9. Potencia mecánica del motor necesaria, (P<sub>M</sub>)

$$P_N = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta} \quad [KW] \quad [Ec. 4. 8]$$

**Donde:**

$\eta$ : Eficiencia de accionamiento

F: Fuerza [N]

$v$ : Velocidad de avance m/s<sup>2</sup> (**Anexo 6**)

#### 4.5.10. Fuerza de tracción mínima de la cinta en el tambor motriz, ( $F_2$ )

Para el accionamiento en estado de funcionamiento, es decir, que la tensión se realiza en el extremo contrario al motriz, se tiene la siguiente fórmula:

$$F_2 = F_1 - F_U \quad [\text{N}] \quad [\text{Ec. 4. 9}]$$

#### 4.5.11. Fuerza total en el tambor motriz, ( $F_W$ )

$$F_W = F_1 + F_2 \quad [\text{Ec. 4. 10}]$$

#### 4.5.12. Fuerza de tensado de la cinta en el tambor motriz, ( $F_{wt}$ )

$$F_{W \text{ tensado}} = F_W \cdot 1,5 \quad [\text{Ec. 4. 11}]$$

#### 4.5.13. Determinación de la velocidad angular del eje – tambor motriz de la cinta transportadora

Para determinar la velocidad angular del eje-tambor motriz de la cinta transportadora se procede a calcular parte de la longitud de cinta desde que empieza el recorrido del saco con cemento hasta que sale completamente al momento de vaciarse, con lo que se tiene:

$$L_{ts} = l_c + \pi \cdot r_{eb} + x \quad [\text{Ec. 4. 12}]$$

Luego se calcula el perímetro de una vuelta entera del eje-tambor motriz con la cinta:

$$P_{eb} = 2 + \pi \cdot r_{eb} \quad [\text{Ec. 4. 13}]$$

El número de vueltas que necesita dar el tambor motriz para que se traslade un molde de un lado a otro es igual a:

$$\text{Número de vueltas}_{\text{eje-tambor motriz}} = \frac{L_{ts}}{P_{eb}} \quad [\text{Ec. 4. 14}]$$

Entonces el número de vueltas que necesita dar el tambor motriz para que se trasladen los 120 sacos que son referentes a la capacidad de la máquina es igual a:

$$\text{Número de vueltas}_{\text{eje-tambor motriz}} = 120 \cdot \text{Número de vueltas}_{\text{eje-tambor motriz } U} \quad [\text{Ec. 4. 15}]$$

Por lo que la velocidad angular del eje-tambor motriz de la cinta transportadora es:

$$n = \frac{\text{Número de vueltas}_{\text{eje-tambor motriz}}}{t_c} \quad [\text{Ec. 4. 16}]$$

**Donde:**

$t_c$ : Tiempo dado por la capacidad de la máquina.

#### 4.5.14. Proceso de simulación estático, desplazamiento, factor de seguridad

Para el análisis estático se requiere parámetros que definan las características del diseño, para la simulación se define el tipo de material con la que va a ser construido y analizado la estructura donde va a soportar las cargas, la estructura es mixta se ocupa acero inoxidable y acero ASTM A36. Se coloca 25 kg de peso total que soporta la estructura.

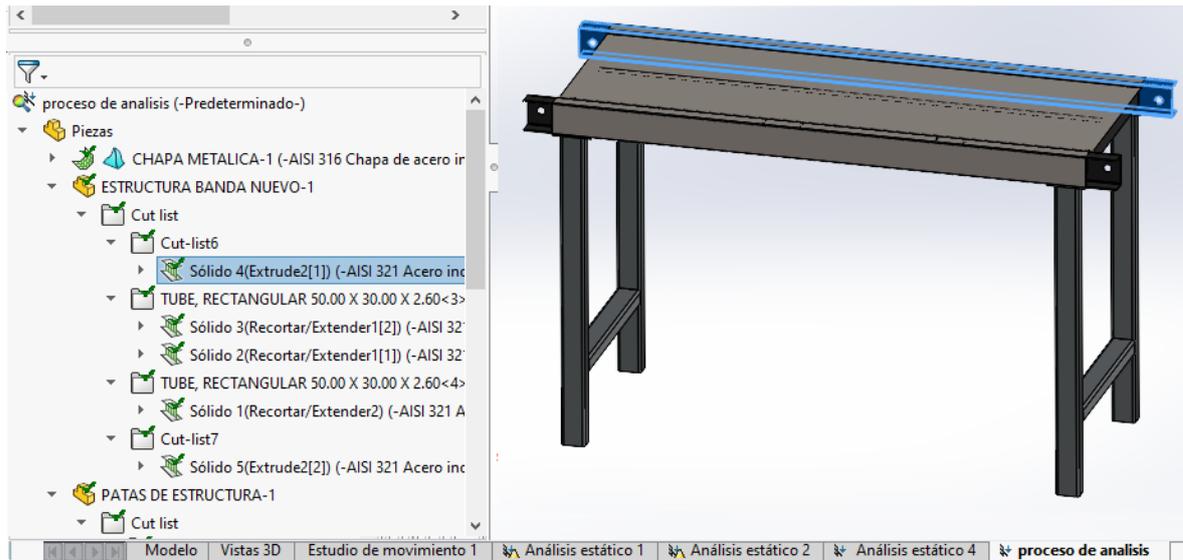


Figura 4.3. Selección del tipo de material

Se define a continuación el tipo de contacto que va a ser el estudio de análisis entre todos los elementos de la estructura de la máquina, para la simulación se selecciona el tipo de contacto rígido lo que permite determinar que todos los componentes sean sólidos durante la simulación.

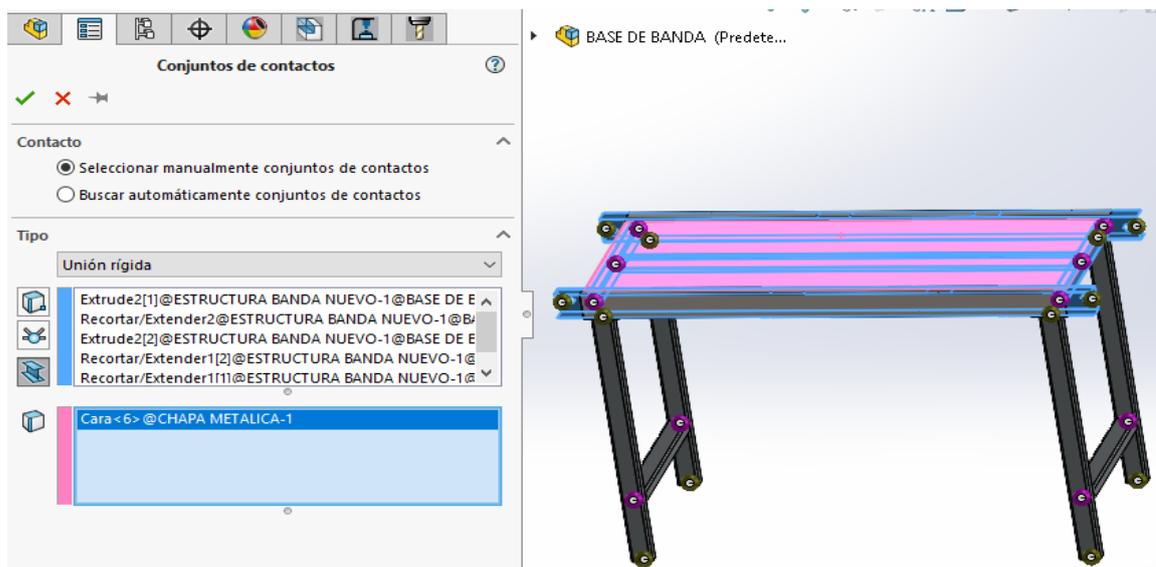


Figura 4.4. Tipo de contacto

A continuación, se selecciona el tipo de sujeción fija que permite que el desplazamiento este en cero en los vértices aristas, juntas o caras para los estudios estáticos. Para las vigas se determina los grados de libertad y de traslación y rotación en cero.

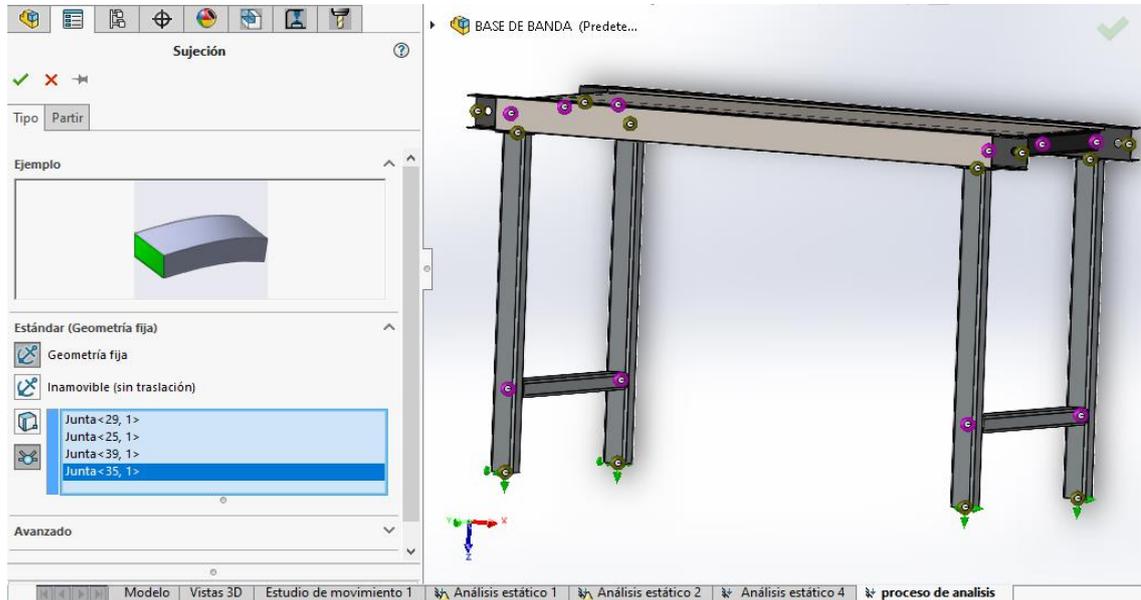


Figura 4.5. Sujeciones

Para simular el estudio estático se debe de ingresar el dato de fuerza que va estar expuesta la estructura, para este caso de estudio se toma como dato las cargas que va soportar la estructura y el valor es de 25 kg transformado a N es 157 N.

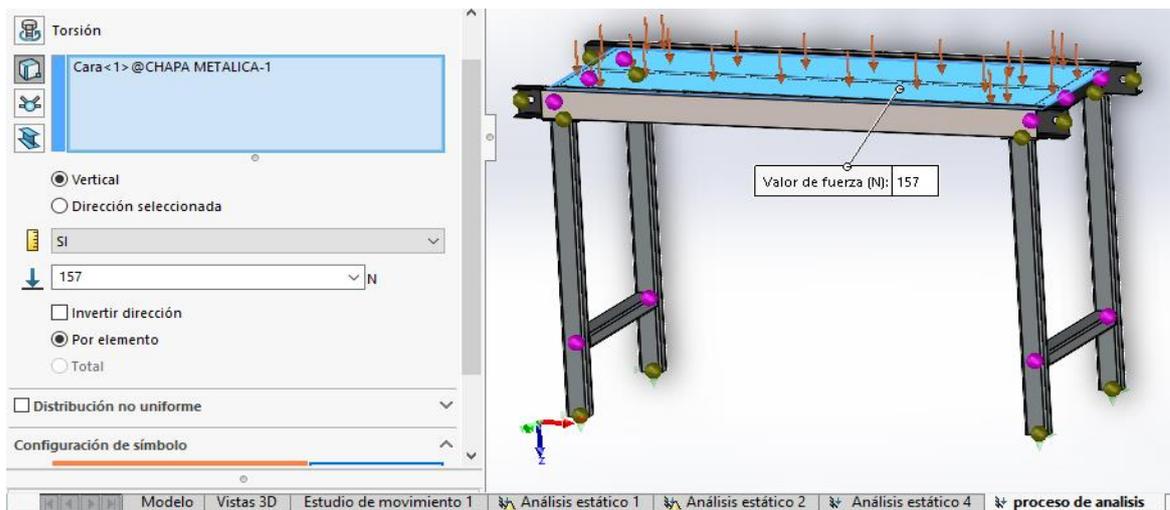


Figura 4.6. Carga

Por último, el mallado es la parte más importante donde se verifica que está bien el ensamblado para el análisis de estudio. El mallado se debe elegir si es automático o manual lo que permite editar el tipo de malla si es fino será un estudio más detallado que un mallado estándar que

permite más rápido la lectura de la simulación, el software estima un tamaño de elemento global para el modelo tomado en cuenta al volumen geométrico.

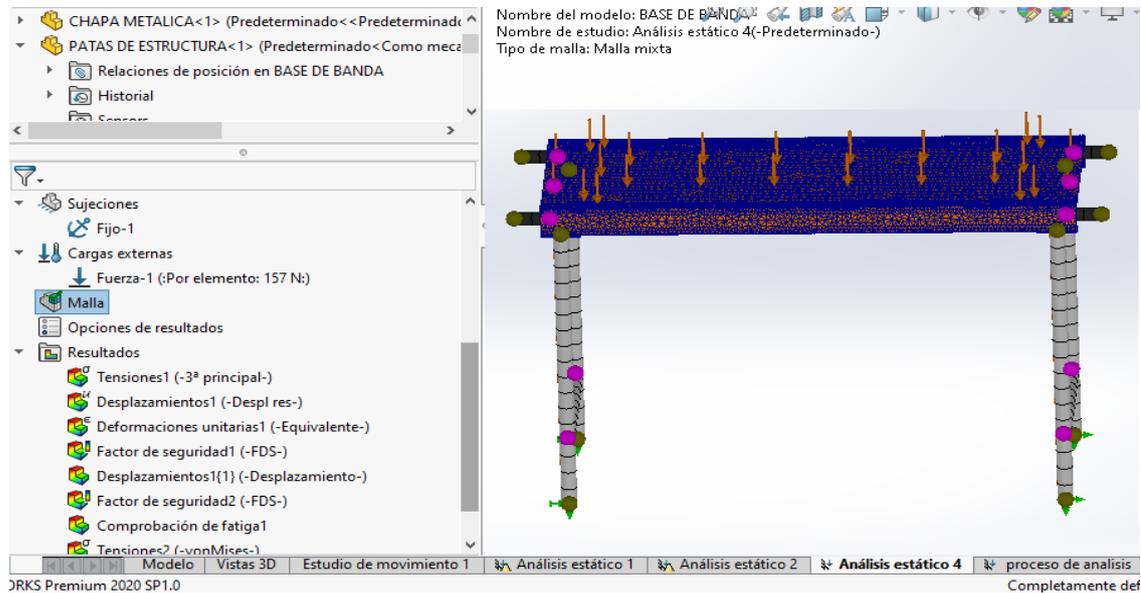


Figura 4.7. Mallado de la estructura

Ejecutando la simulación se puede obtener las tensiones, desplazamientos, deformaciones unitaria y factor de seguridad.

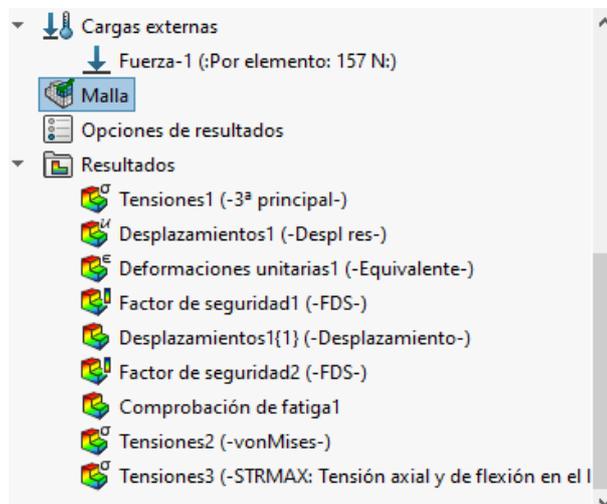
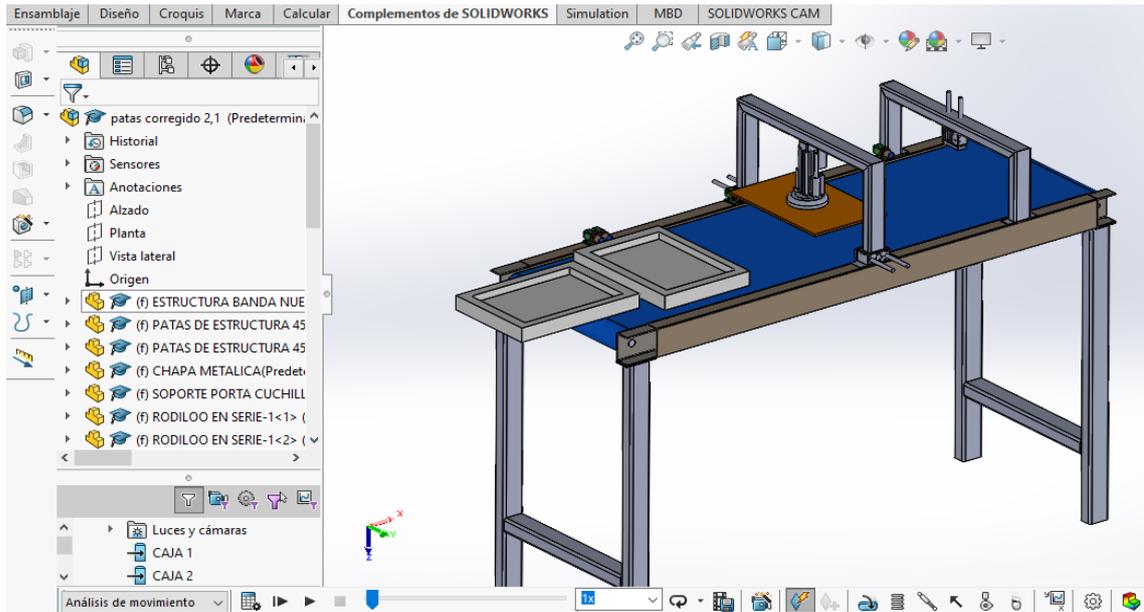


Figura 4.8. Resultados de la simulación

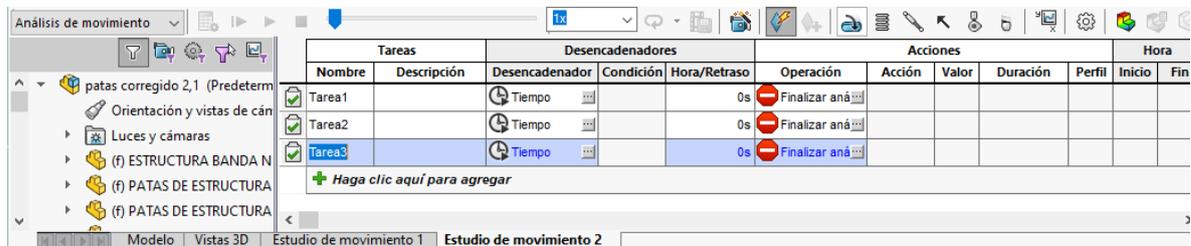
#### 4.5.15. Proceso de simulación de movimiento

Para el estudio de movimiento de los elementos de la máquina se lo realiza una vez ensamblado todos los componentes que los conforman, se debe tomar en cuenta que para que no haya interrupciones o fallos en la simulación se verifica que sus piezas sean coincidentes o estén en un correcto ensamblaje.



**Figura 4.9.** Ensamblaje de la máquina

Para el análisis se realiza una versión ligera de un sistema de control, para crear simulaciones de movimiento en las que las acciones son activadas por eventos en lugar del tiempo. Se utiliza servomotores para controlar las acciones y sensores de proximidad para activar las acciones. Se selecciona motores lineales o rotatorios dependiendo la aplicación o dispositivo a activar su movimiento, se selecciona la gravedad y relación de contactos.



**Figura 4.10.** Tareas de programación de movimiento

#### 4.6. Diseño eléctrico de la máquina

Para el diseño y dimensionamiento de elementos de protección utilizados en la máquina prensadora se toma en consideración datos técnicos de fabricación, que permiten elegir un adecuado dispositivo y así tener un funcionamiento correcto, para determinar cable a utilizar en sistema del tablero eléctrico.

##### 4.6.1. Cálculo de la sección del cable

Para hacer el cálculo de la sección de un cable se tiene que diferenciar si la alimentación es monofásica o trifásica.

$$S = \frac{\rho \cdot L \cdot P}{e \cdot V} \quad [\text{Ec. 4. 17}]$$

$$S = \frac{\rho \cdot L \cdot I \cdot \text{COS}\varphi}{e} \quad [\text{Ec. 4. 18}]$$

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{e \cdot V} \quad [\text{Ec. 4. 19}]$$

**De donde:**

S=Sección del conductor requerido (mm<sup>2</sup>).

ρ=Resistividad (ohmios x metro).

L=Longitud (metros).

I=Intensidad (amperios).

Cos(phi) =Factor de potencia.

e=Caída de tensión (voltios).

V=Tensión de la línea (voltios).

**4.6.2. Protección de un motor: guardamotor**

Para conocer el guardamotor que se utiliza en cada caso se tendrá que investigar la intensidad del motor.

$$I = \frac{P}{V \cdot \text{cos}\varphi} \quad [\text{Ec. 4. 20}]$$

**Donde:**

I=Intensidad nominal del motor (amperios).

P=Potencia nominal del motor (vatios).

V=Tensión de la línea de alimentación (voltios).

Cosφ=factor de potencia.

**4.6.3. Cálculo del automático magnetotérmico**

Para calcular el automático correspondiente y proteger una línea hará falta averiguar la intensidad nominal del interruptor magnetotérmico.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

**Donde:**

I<sub>B</sub>=Corriente de empleo del circuito

I<sub>N</sub>=Intensidad nominal del interruptor magnetotérmico

I<sub>Z</sub>=Intensidad máxima que soporta el cable

#### 4.6.4. Actuadores eléctricos

Para la elección de los actuadores eléctricos que se utilizan en el diseño de la máquina se recopilan datos correspondientes con respecto a la fuerza que ejercen sobre el molde, tipo de material a utilizar, peso del material, posicionamiento del actuador y la aplicación que esta va a ejecutar con los siguientes parámetros antes mencionados.

#### 4.7. Diseño de control

Para la simulación del proceso de elaboración de la máquina prensadora se utiliza el programa Cadesimu que permite programar y realizar funciones más específicas para el estudio dinámico y regulación, dicho programa es compatible con Pcsimu que permite crear una simulación del proceso más gráfico del sistema de control, con el Step 7 Microwin se realiza el diagrama de Ladder (Anexo 21)

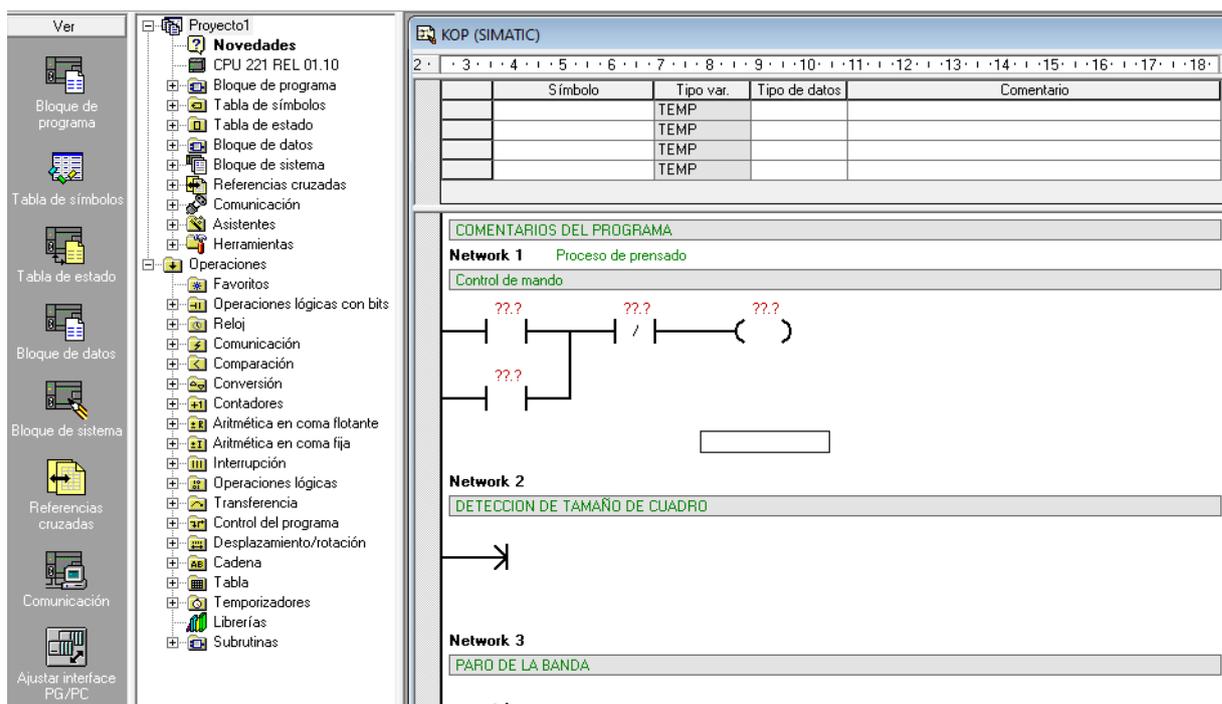


Figura 4.11. Programación Ladder

### 5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

El resultado obtenido en el proyecto de diseño y simulación permite realizar bocetos y posteriormente modelados de piezas en 3D, para desarrollar un sistema adecuado y eficiente que sea adaptable a la producción de cuadros, mediante el análisis de esfuerzos se establece la resistencia a esfuerzos ejercidos sobre estructura y chapa metálica lo que se comprueba el

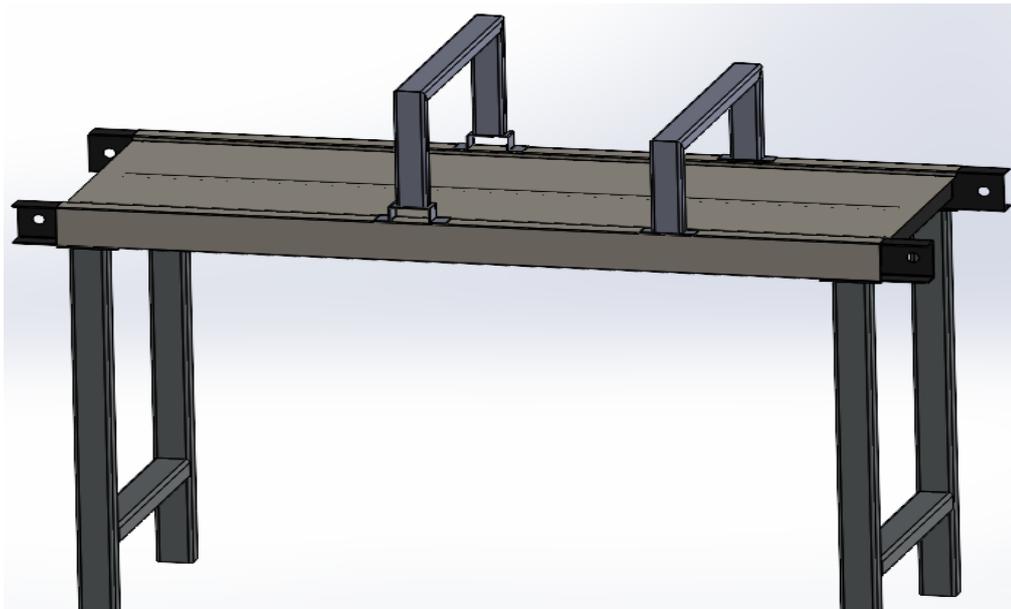
correcto diseño a emplear. En esta sección se emplea datos obtenidos en la metodología, donde se obtendrá resultados por medio de la simulación del software de SolidWorks, permitiendo presentar gráficas para su análisis.

### 5.1. Análisis de la bancada de la máquina

La estructura se diseña en base a los datos sugeridos, para cumplir con la resistencia y soporte de los elementos, así como su estética que compone la máquina prensadora.

Para determinar la estructura o soporte de la máquina se realiza mediante el software de análisis de elementos finitos el cual brinda una técnica numérica fiable para analizar los diseños de ingeniería permitiendo ver los esfuerzos que soporta la estructura, factor de seguridad y análisis de movimiento.

Mediante el software se realiza un croquis en 3D de un modelo geométrico, capaz de incluir todas las características dimensionales del diseño de la máquina.



**Figura 5.1.** Estructura de la cinta transportadora y prensa

Como resultado de la simulación en la siguiente gráfica se muestra un mallado tipo gusano siempre cuando es vigas o estructuras se va a ver esta forma este mallado lo que simplifica el análisis y sea más rápido el resultado de la estructura, en el estudio se observa que las tensiones sobre la estructura son mínimas siendo sus tensiones en las partes laterales lo que permite determinar que la estructura diseñada es la correcta.

El análisis de tensiones de Von Mises con un mínimo y un máximo de tensiones. Se detecta una concentración de esfuerzos en las partes laterales de la plancha metálica. El elemento soporta toda la carga de la reacción.

El criterio de fallo y coeficientes de seguridad utilizados por el análisis del software son referente a la resistencia de materiales y mecánica de la estructura, con los parámetros anteriores se tiene en cuenta los límites de tensión y desplazamiento para obtener el factor de seguridad. Como resultado el factor de seguridad superior a la unidad indicada, seguridad ante el fallo, cuanto más sea elevado su valor, mientras que un valor inferior a la unidad indica inseguridad o más probabilidad elevada a que ocurra el fallo. En este estudio se sobre dimensiona la carga establecida normalmente lo que nos indica un factor de seguridad mayor a 1.

**Tabla 5.1.** Estudio de tensiones de la estructura

<b>Definición</b>	<b>Valores simulados</b>
Tensión de Von Mises	Máximo: 73,64 N/mm <sup>2</sup> Mínimo: 0 N/mm <sup>2</sup>
Desplazamientos resultantes	Máximo: 1,958e +00 mm Mínimo: 1.00 e-30 mm
Factor de seguridad	Máximo: 3 Mínimo: 2,35

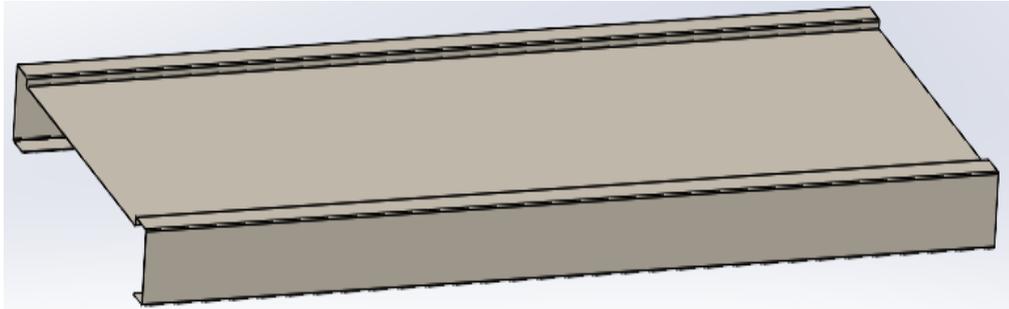
En la simulación de momentos cortantes y flector se referencia en el apoyo central donde va tener más impacto, dadas las condiciones de equilibrio, coincide con la resultante de fuerzas situadas a uno de los dos lados de la sección en equilibrio en la que se pretende calcular el momento flector. Debido a que un elemento puede estar sujeto a varias fuerzas, cargas distribuidas y momentos, el diagrama de momento flector varía a lo largo del mismo.

Se puede observar la parte donde ejerce el peso no sufre ninguna deformación, ahora se analiza los momentos de fuerza cortante de la estructura se visualiza en la parte de los apoyos se podría solucionar con una soldadura correcta que ayude a reforzar siendo el caso, pero para el análisis se sobredimensiona el peso. (Anexo 25)

## **5.2. Plancha metálica**

Con el resultado obtenido en la simulación de tensiones se puede determinar que el espesor de la plancha de acero inoxidable, puede ser utilizada en el diseño, soportando cargas mayores a la que va estar expuesta de acuerdo a los valores donde el pandeo es relativamente despreciable.

Para el diseño no se elige rodillos internos de transporte, donde la cinta se apoye o deslice, lo que se opta por una chapa de acero inoxidable de 2 mm de espesor lo que cumplirá la misma función que los rodillos, permitiendo así reducir el costo. (**Anexo 9**). La misma que se sujeta a la estructura de acero inoxidable con tornillos, que permite un posible recambio de la plancha.



**Figura 5.2.** Chapa metálica

### 5.3. Resultados estructura del sistema de traspportación

El siguiente proyecto se toma en cuenta el material que va ser transportado con el objetivo de trasladar a puntos específicos del sistema; acorde a los requerimientos del operario, para el diseño de traslado del molde. La cinta transportadora se posiciona desde un punto de carga hasta un punto de descarga, durante el traslado del objeto se necesita realizar un paro con diferente tiempo de espera, dependerá del accionamiento del sensor o actuador hasta llegar a cumplir su proceso.

**Tabla 5.2.** Resultados de la cinta

<b>Resultados de cálculo de la cinta</b>		
<b>Denominación</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Resultado</b>
Ancho plano de la cinta	Ec. 4,3	$Ap = 0,405 \text{ m}$
Cálculo de la holgura de la cinta	Ec. 4,4	$c = 2,54 \text{ cm}$
Determinación de la longitud desarrollada de la cinta	Ec. 4,5	$Ld = 2894,24 \text{ [mm]}$

Como resultado el ancho y longitud de la cinta, se determina la ubicación del material que va ser transportado.

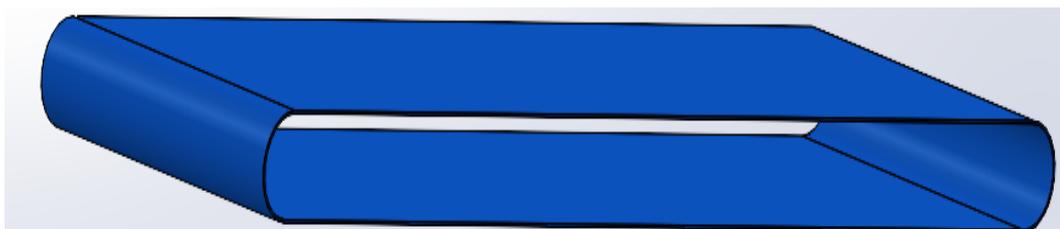
### 5.4. Selección del tipo de material de la cinta

Para la selección de la cinta se toma en cuenta el material a ser transportado, la abrasión y la fricción de la cinta con el tambor, la cinta de polipropileno color azul resistente a la abrasión y superficie lisa, permitiendo trasladar con facilidad al molde **Anexo (10)**.

La cinta transportadora escogida tiene la siguiente denominación:

**Tabla 5.3.** Especificaciones de la cinta seleccionada

<b>Especificación de la cinta</b>	
400PP200/3-2+1.5w	400 = Es el ancho nominal de la cinta transportadora en mm
	PP = Es la composición de la cinta (Polipropileno)
	2 = Está constituida por 2 capas textiles.
	2+1.5 = Espesor de recubrimientos superior e inferior.



**Figura 5.3.** Cinta transportadora

Se observa la deformación en la parte de los rodillos, se produce por la fricción que hay entre los dos, pero es mínima la imperfección a tener.

El factor de seguridad es correcto, soporta la fuerza que ejerce el material a transportar y las fricciones. Anexo (25)

**Tabla 5.4.** Resultados de simulación de cinta

<b>Definición</b>	<b>Valores simulados</b>
Tensión de Von Mises	Máximo: 380,342 N/m <sup>2</sup> Mínimo: 2,5541 N/m <sup>2</sup>
Desplazamientos resultantes	Máximo: 140,2 mm Mínimo: 1,9 mm
Factor de seguridad	Máximo: 3,635e+03 Mínimo: 24

### 5.5. Resultados de parámetros de la cinta transportadora

Se considera que la cinta transportadora soporte su desplazamiento de 3 moldes grandes con peso de 4 [kg], y 5 moldes pequeñas con peso de 1,5 [kg], entonces con las consideraciones establecidas la masa total de los moldes a transportar sobre toda la longitud de la cinta es m=12 [kg] lo que se determina para el análisis de fuerza simulada.

**Tabla 5.5.** Resultados obtenidos de la cinta transportadora

<b>Resultados de parámetros de la cinta transportadora</b>			
<b>Fórmula</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Anexo</b>	<b>Resultado</b>

Fuerza tangencial máxima, ( $F_U$ )	Ec. 4.6	Datos	$F_U = 130,84 [N]$
Fuerza de tracción máxima de la cinta en el tambor motriz, ( $F_1$ )	Ec. 4.8	Anexo 3	$F_1 = 209,34 [N]$
Diámetro mínimo del tambor motriz, ( $d_A$ )	Ec. 4.8	Anexo 5	$d_A = 6,54 [mm]$
Carrera de ajuste o de tensado, ( $x$ )	Ec. 4.9	Datos	$x = 28,94 [mm]$
Velocidad de transporte, ( $v$ )	Ec. 4.10	Datos	$L_t = 1,499 m$
Velocidad de la cinta.	Ec. 4.11	Anexo 6	$v = 0,025 [m/s]$
Tiempo de traslado del molde		Dato	$t = 60 [s]$
Potencia mecánica en el tambor motriz, ( $P_A$ )	Ec. 4.12		$P_A = 0,065 [KW]$
Potencia mecánica del motor necesaria, ( $P_M$ )	Ec. 4.13	carga de 12 kg	$F = 117,72 [N]$
		Sustitución	$P_N = 0,2733 [KW]$
Valor en Hp		Transformación	$Hp = 0,366$
Fuerza de tracción mínima de la cinta en el tambor motriz, ( $F_2$ )	Ec. 4.14		$F_2 = 78,5 [N]$
Fuerza total en el tambor motriz, ( $F_W$ )	Ec. 4.15		$F_W = 287,84 [N]$
Determinación de la velocidad angular del eje – tambor motriz de la cinta transportadora	Ec. 4.17		$L_{ts}=1538,90 mm$
Perímetro de una vuelta entera del eje-tambor motriz	Ec. 4.18		$P_{eb} = 219,91 mm$
Vueltas debe dar el eje-tambor motriz para trasladar una matriz	Ec. 4.19		$Número de vueltas = 7 \frac{vueltas}{matriz}$
Vueltas que necesita dar el tambor motriz para que se trasladen las 100 matrices.	Ec. 4.20		$Número de vueltas = 700 \frac{vueltas}{matrices}$
Número de vueltas o revoluciones que debe completar en una hora.	Ec. 4.21		$n = 420 [rpm]$

Para el accionamiento de la cinta se necesita un motor de 0,366 Hp. En el mercado comercial no existe dicho valor obtenido lo que se aproxima a un valor de 0,5 Hp o ½ Hp. Como referencia la eficiencia del motor es de 0.90 para el diseño, donde el motor es paralelo lo que facilita la conexión directa al rodillo de accionamiento.

## 5.6. Análisis de Rodillo

Los datos obtenidos proporcionan una estructura rígida y cuyo volumen sobrepasa un 150 % los requerimientos de diseño. Sin embargo, el conjunto tal como se diseñó permite una

estabilización de los demás componentes ante el efecto de desbalance dinámico de los rotores a tratar en el proyecto, basándose en catálogo de fabricantes apoyadas de la normativa de asociación de fabricantes de equipos de transporte (CEMA), se puede observar una pequeña casi despreciable deformación en el eje que sostiene el motor. **Anexo 5.**

**Tabla 5.6.** Resultado de la simulación del rodillo

<b>Definición</b>	<b>Valores simulados</b>
Tensión de Von Mises	Máximo: 4e+07 N/m <sup>2</sup> Mínimo: 3e+03 N/m <sup>2</sup>
Desplazamientos resultantes	Máximo: 0,012 mm Mínimo: 0 mm
Factor de seguridad	Máximo:2051 Mínimo:18

En la visualización del análisis se aprecia el desplazamiento en la parte derecha donde va conectado el motor podía ser por el peso del motor y distancia del eje sobre la sujeción de la chumacera, pero es un valor mínimo casi despreciable referente a que no llega a una milésima. El factor de seguridad se puede apreciar que es correcta, porque supera el límite de factor de seguridad con un valor de 7.8 ejerciendo una sobrecarga en su peso establecido en el catálogo (Anexo 25)

### **5.7. Análisis eléctrico del sistema de prensado**

Para el sistema eléctrico de la máquina prensadora se simula el sistema de fuerza y de presión de los actuadores para el accionamiento. Los dispositivos de potencia utilizados son: motorreductor, fusibles, contactores y relé térmico.

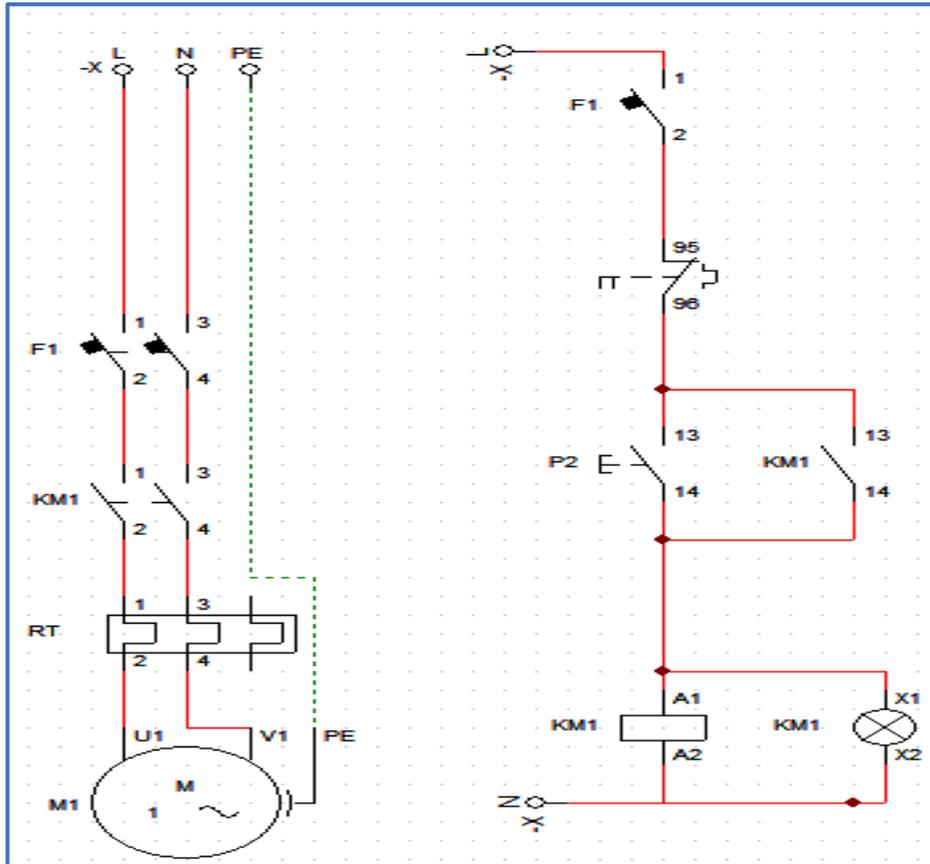


Figura 5.4. Sistema de potencia de la maquina prensadora

### 5.8. Selección de los conductores

Según la norma NEC de instalaciones eléctricas, es de importancia elegir el cable correcto para las conexiones del proyecto, si no se dimensiona el cable adecuado no soportará la corriente que circula por el mismo. De acuerdo a las características de los componentes para el proyecto se utiliza el calibre de cable (AWG) mediante la figura 5.16.

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A	18 AWG	10 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A	16 AWG	13 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A	14 AWG	18 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A	12 AWG	25 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A		
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Figura 5.16. Amperaje que soportan los cables

Fuente: [27]

Observando la figura 5.16, se selecciona el tipo de cable a utilizar para cada elemento del proyecto. Para la alimentación principal se selecciona el cable 10 AWG, para la alimentación de actuadores monofásicos un cable 12 AWG, para el control de los elementos eléctricos y electrónicos un cable 18 AWG.

**Tabla 5.7.** Resultados Eléctricos

<b>Resultados de corrientes de dispositivos eléctricos</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Resultado</b>
La corriente equivalente obtenida		$I_t = 20.83 \text{ A}$
Dimensionamiento de los conductores de control		$I_{c1} = 2.5 \text{ A}$
Dimensionamiento del breaker		$I_{c2} = 20.83 \text{ A}$

### **5.9. Análisis del diseño de control**

En el proceso de automatización se elige el sistema de lazo abierto como sistema de control de proceso, la señal de salida no actúa sobre la señal de entrada.

Para el diseño y simulación se utiliza el software Cadesimu y Pcsimu que permite simular y visualizar de manera didáctica el proceso eléctrico como el sistema de control comprobando la secuencia requerida para el diseño de la máquina. Anexo (21)

### **5.10. Análisis de simulación del sistema de prensado**

Se visualiza el funcionamiento del sistema de prensado mediante la simulación, su activación de actuadores y sensores, así también el funcionamiento de los componentes eléctricos y mecánicos.

Se realiza mediante el software SolidWorks educativo un estudio de movimiento de piezas virtuales en 3D. Con la ayuda del software facilita detectar errores de diseño, permitiendo crear mejores prototipos a menor costo de fabricación, con el desarrollo de tareas se acciona motores y tiempo de desplazamientos para simular el proceso.

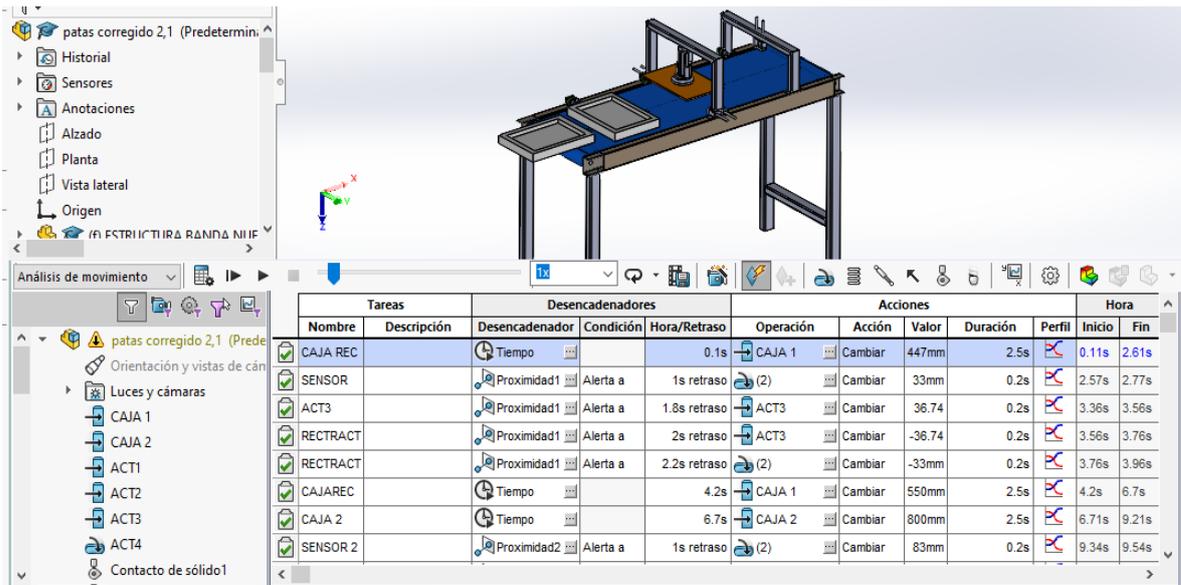


Figura 5.5. Tareas de accionamiento

Se visualiza los tiempos de accionamiento de todo el proceso de simulación de la máquina.



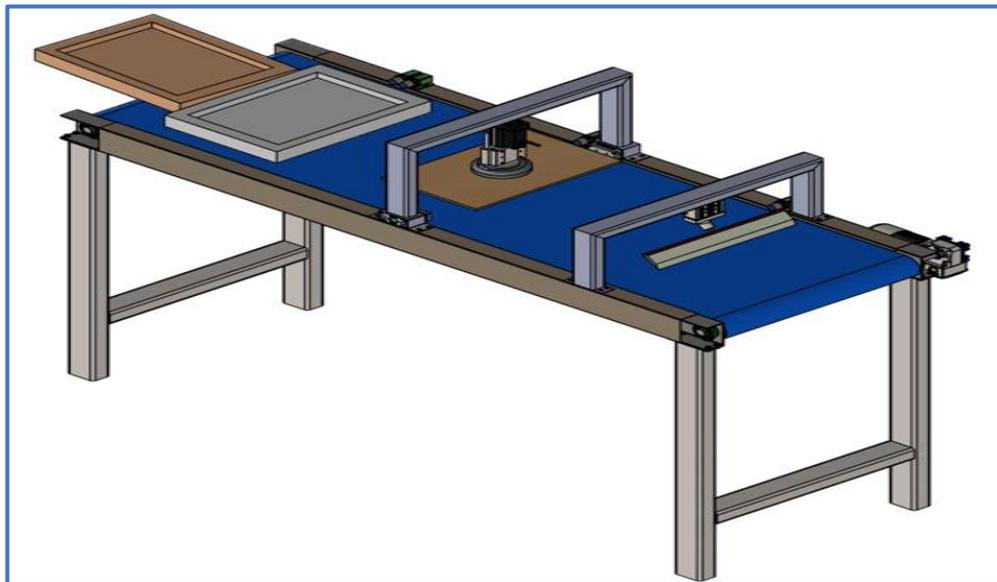
Figura 5.6. Tiempo de accionamiento

### 5.11. Proceso de funcionamiento

El proceso de la máquina prensadora, cumple con las siguientes etapas del funcionamiento de cada elemento en el sistema:

- En el cuadro de control se acciona el pulsador de encendido para energizar todo el sistema y el pulsador de marcha para la activación de la cinta, a continuación los moldes son colocadas en la cinta.
- Los moldes con el barro avanzan hasta el sensor S1 de proximidad, detecta y envía una señal a través de una programación indicada al controlador de la acción a realizarse, en este caso se indica el tamaño del molde posicionando al actuador de prensado.

- c) El actuador de prensado tiene dos posiciones que giran a 90° grados, al detectar el molde grande el sensor S1 de presencia, envía la señal y cambia de posición, así mismo el sensor S2 de presencia al detectar el molde pequeño envía una señal y el actuador cambia de posición.
- d) Al aproximarse el molde al actuador de prensado, el sensor S3 detecta y el motor de la cinta se detiene, se activa el actuador eléctrico A y B, presionando el molde y sujetándolo para el prensado.
- e) Cuando el actuador eléctrico A y B sujetan el molde se activa el actuador C que realiza el prensado de acuerdo a la velocidad establecida en la programación.
- f) Cuando el actuador eléctrico B de prensado llega al final de carrera programada se detiene en posición extendida durante 2 segundos. Esto permitirá tener un prensado compacto y mejorar la calidad superficial del cuadro.
- g) Finalizado el tiempo de prensado, el actuador eléctrico A y B empieza la carrera de retroceso, con una velocidad moderada, el motor de la cinta se activa de forma que el molde avance.
- h) Un sensor S4 detecta el tamaño del molde enviando una señal al indicador donde se visualizará el conteo de los moldes de acuerdo a su tamaño



**Figura 5.7.** Máquina prensadora

## 6. PRESUPUESTO E IMPACTO ECONÓMICO

### 6.1. Presupuesto para implementar la propuesta del proyecto

A través del presupuesto se conoce los costos que constituye el diseño de la máquina prensadora, es importante identificar y dar a conocer los costos reales de la máquina.

#### 6.1.1. Costo de materiales

Para el diseño de la máquina se toma como referencia catálogos de materiales que son de fácil adquisición y económicos en el mercado ecuatoriano.

**Tabla 6.1.** Costos de elementos estructurales

Concepto	Cantidad	Costo/u (USD)	Costo total (USD)
Plancha de acero inoxidable 304 2mm de espesor	1	33	33
Tubo rectangular de acero inoxidable 304, espesor 2mm	6	3,50	21
Electrodos	2 lb	2	4
Perno de sujeción m8	1 lb	3,50	3,50
Polea de aluminio de 2 pulgadas	1	2,50	2,50
Polea de aluminio de 8 pulgadas	1	7,50	7,50
Cinta o correa en v	1	8	8
Chumacera de piso ¾ de pulgadas	1	7	7
Chumacera de tensión	1	25	25
Rodillos o tambores de 30mm	2	5	10
Cinta de poliéster	1	25	25
<b>TOTAL</b>		<b>\$146,5</b>	

**Tabla 6.2.** Costos de elementos eléctricos

Concepto	Cantidad	Costo/u ( USD)	Costo total (USD)
Motor reductor	1	35	35
Actuador lineal eléctrico	3	32	96
Modelo giratorio	1	32	32
Gabinete metálico	1	10	10
Actuador doble embolo	1	50	50
Actuador capacitivo	1	40	40
Led piloto	3	3	9
Pantalla 7 segmentos	1	4	4
PLC	1	300	70
Contactador bipolar	1	14	14
Llave termomagnética	1	33	33
Cables N°14	1	24	24
Motor de 1/2 hp	1	120	120
Paro de emergencia	1	3	3
Caja térmica	1	37	37

<b>TOTAL</b>	<b>\$ 577</b>
--------------	---------------

Se realiza la suma total de gastos para el diseño de la máquina prensadora.

**Tabla 6.3.** Costos totales

<b>SISTEMA</b>	<b>COSTO</b>
Estructura	\$ 146, 5
Materiales eléctricos	\$ 577
Costos de mano de obra directa	\$ 476,5
<b>SUMA DE TODOS LOS SISTEMAS</b>	<b>\$ 1,500</b>

## 6.2. Análisis de impactos

Se analizó los impactos, económico, productivo y práctico

### 6.2.1. Impacto Económico

El fin de esta de investigación es el diseñar una simulación de una máquina prensadora que sea capaz de producir cuadros en barro, de manera óptima y de buena calidad, logrando así incrementar la producción y por ende mejorar la economía del productor.

El costo de inversión de la máquina prensadora es de 1500 siendo este devengado por la alta producción, se detallan en las tablas 5.5. y 5.6.

**Tabla 6.4.** Cálculo del VAN y TIR

<b>1</b>		<b>Datos para el análisis</b>				
	Importe					
<b>Inversión</b>	<b>1,500</b>					
		AÑOS				
	Inversión	1	2	3	4	5
<b>Flujo de caja</b> (neto anual)	-1,500	<b>1,500</b>	<b>1,500</b>	<b>1,500</b>	<b>1,500</b>	<b>1,500</b>
<b>2</b>		<b>Cálculo del V.A.N. y la T.I.R.</b>				
	%					
<b>Tasa de descuento</b>	<b>12.00%</b>	◀ Tasa de descuento aquí				
<b>V.A.N a cinco años</b>	<b>4,183.18</b>	Valor positivo, inversión (en principio) factible				
<b>T.I.R a cinco años</b>	<b>96.59%</b>	Valor inferior a la tasa, inversión a analizar con detalle.				

Mediante el análisis VAN y TIR durante 5 años de vida útil tiene como resultado del VAN 4183,18 y TIR del 96, 59 % siendo un valor positivo que nos indica la rentabilidad del proyecto.

### **6.2.2. Impacto productivo**

Se prevé que el proyecto incida positivamente beneficiando al artesano del taller arte y pintura Punguil tanto de forma económica como tecnológica. Esto permitirá que los artesanos y la sociedad en general tengan una nueva perspectiva de negocio aplicando la tecnología en sus distintas actividades de producción para optimizar tiempos.

El proyecto también permitirá que varios artesanos disminuyan su carga laboral y su fatiga muscular, evitando futuros problemas de salud como: dolor de espalda, malformaciones, etc.

### **6.2.3 Impacto Práctico**

El diseño de la máquina prensadora está diseñado de forma que, tanto la parte mecánica como la eléctrica brinde seguridad al operador para manejarla de forma fácil y sencilla, sin tener la necesidad de brindar una capacitación extensa sobre su manejo y mantenimiento. Gracias al estudio del diseño se pueden realizar simulaciones virtuales, controlando la producción y mejorando la calidad del producto; de esta forma se pueden obtener datos que permitan identificar los procesos repetitivos y los tiempos que tomaría en realizar determinada actividad.

## **7. CONCLUSIONES**

- ✓ Durante el diseño de los componentes se presentó inconvenientes de dimensionamiento lo cual conllevó a la rectificación de las piezas para poder simular, también en el diseño de la máquina se debió realizar diferentes modelos para mejorar el ensamble de los componentes del sistema.
- ✓ Mediante los cálculos obtenidos en el diseño de la banda transportadora se determinó la velocidad de desplazamiento de  $0,5 \text{ m/s}^2$  lo que determina que el tiempo de prensado se lo realice en 60 s, optimizando su proceso, necesitando un motor de  $\frac{1}{2}$  Hp monofásico.
- ✓ Los resultados obtenidos en la simulación de esfuerzos, se verificó el peso que soporta la estructura mediante el estudio estático con una fuerza de 25 kg, se determinó que es eficiente el diseño de la estructura permitiendo soportar más peso sin deformación en la plancha, y además el factor de seguridad de la estructura de 2,4 lo que se puede decir que esta sobre el rango permitido que es FSD mayor a 1.

## 8. RECOMENDACIONES

- Como primera fase se recomienda desarrollar el prototipo con el propósito de comprobar el funcionamiento del mismo, y a la vez efectuar las modificaciones correspondientes según las pruebas que se realicen al diseño.
- La máquina prensadora esta diseñada para un prensado semi automático se recomienda realizar un complemento para ejecutar un proceso más completo sin afectar el cálculo de desplazamiento de la banda transportadora.
- Para desarrollar un diseño de una máquina prensadora es importante que se considere el análisis realizado sobre la simulación de esfuerzos para garantizar un adecuado funcionamiento tanto en lo estructural como sistema de control.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Y. P. Nuñez y G. T. Zárate, Implementación de un prototipo neumático para el prensado de cuero para el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, chimborazo, 2016.
- [2] J. A. García, Diseño de una prensa hidráulica para el reciclaje de papel y plástico; Quevedo, 2019.
- [3] J. M. Garces, Diseño e implementación de un sistema de control de una cinta transportadora de productos alimenticios, basado en la tecnología rfid, Quito: UTE, 2015.
- [4] W. S. Reinoso, Diseño e implementación de una máquina para el corte de barras energéticas de granola para la empresa industrial productos el chinito S.C.C, Ibarra: Universidad Técnica DeL Norte, 2015.
- [5] K. Y. Golnaraghi, Automatic control systems, Wiley India: 8th, Ed, 2007.
- [6] "Teoria de control", calameo, [En línea]. Disponible en : <http://www.calameo.com/books/00169857795ef2f4d5659>. [Último acceso: 22 julio 2020].
- [7] "Tipos de barro para cerámica", labois, 2017. [En línea].Disponible en : <http://labois.com/ceramica/tipos-barro-para-ceramica-como-conseguirlos/>. [Último acceso: 23 mayo 2020].

- [8] J. A. Espeso, et al, Manual para la formación del especialista, Valladolid, Lex Nova S.A, 2017, pp. 238.
- [9] G. Bavaresco, Prensas, Ed Gabp Ingeniería, 2015.
- [10] A. Ginjaume y F. Torre, Fabricación mecánica de ejecución de procesos de mecanizado conformado y montaje, Ed Paraninfo S.A, 2015, pp.445-447. 2015.
- [11] S. Juan, San Juan reciclaje y demoliciones, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.rdsanjuan.com/prensa-neumatica-vs-prensa-manual/?fbclid=IwAR1kcbrsA1wc9GMOCzmKP08mB-HnAJM8GFv0L35u7aAzxgPot53m8QOyajg>. [Último acceso: 23 mayo 2020].
- [12] "AGME automated assembly Solutions, [En línea]. Disponible en: <http://www.agme.net/es/prensas/prensas-electricas-agme>. [Último acceso: 23 Mayo 2020].
- [13] M. Groover, Fundamentos de manufactura moderna, 3 ed, 2016.
- [14] M. Carreño, Sensores y actuadores aplicaciones con arduino, Azcapotzalco, México. Ed, Patria, 2014.
- [15] E. Manuel, Sion herramientas. [En línea]. [Último acceso: 23 MAYO 2020].
- [16] A. Industrial, Automatización Industrial, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://industrial-automatiza.blogspot.com/2011/05/elementos-de-un-circuito-hidraulico.html>. [Último acceso: 23 mayo 2020].
- [17] P. R. Carrillo, Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas, Madrid, Ed, Paraninfo S.A, 2018, p. 29.
- [18] Habasit, Cintas transportadoras con estructura de tejido Guía de ingeniería, Registered trademarks, Italia.
- [19] G. Christian, Cinta transportadora, Ed, Morelos: Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, 2014.
- [20] F. J. Navas, Implementación de una red profibus para el control de una cinta transportadora en el proceso de calentamiento y reactivación del pegamento en el caucho, mediante un sistema seguidor de temperatura y extracción de gases, Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, 2018.
- [21] C. S. Henry, Diseño y construcción de una máquina rebanadora de papas chips, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2018.

- [22] F. A. Núñez, automatización del depósito lacto fermentador para la elaboración de yogurt en el colegio técnico agropecuario “carlos ubidia albuja” De la ciudad de Otavalo, Universidad Técnica del Norte, Ibarra , 2013.
- [23] J. P. Gonzalez, Diseño y construcción de un prototipo de balanza dinámica para control de peso en cintas transportadoras utilizando instrumentación virtual (Labview y pic), Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2015.
- [24] "Arduino" [En línea]. disponible en: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. [Último acceso: 23 mayo 2020].
- [25] "Siemens Plc", Otomotro, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://otomotroaccess.wordpress.com/>. [Último acceso: 01 julio 2020].
- [26] L. M. Buchelli, Diseño mecánico de una máquina de inutilización de envases de agroquímicos, Guayaquil: UNEMI, 2015.
- [27] "Electrodelahozsas", 10 Junio 2020. [En línea]. Disponible en: <http://www.electrodelahozsas.com/>. [Último acceso: 10 junio 2020].
- [28] "Electroal", 2019. [En línea]. Disponible en : <https://www.electroallweb.com>. [Último acceso: 10 junio 2020].
- [29] G.R Gerardo, Manual del diseño industrial, impreso en México. Printed in Mexico , 2015.
- [30] J. B. Mínguez y A. S. Moreno, Calidad del diseño en la construcción. España, Ed, Díaz
- [31] B. Midgley, Guía completa de escultura modelado y cerámica. Técnicas y materiales, España, Hernnán blumen, 1993, pp. 37-40.
- [32] P. S. Olmos, Interviewee, *Proceso de elaboración de alfarería*. [Entrevista]. 15 05 2020.

## 10. ANEXOS

Elementos seleccionados para tablero eléctrico, sistema de prensado y la banda transportadora. A continuación, se describe los elementos a ocupar en el diseño de la máquina prensadora lo que permitirá el control del funcionamiento.

A continuación, se describen los componentes eléctricos seleccionados con sus características técnicas para el sistema de prensado.

**Tabla 10.1.** Elementos seleccionados para el sistema de prensado

Imagen	Componente y modelo	Especificaciones técnicas	Función
	<p>Motorreductor  Marca: Weg  Serie: Reductores  F04 a F16</p>	<p>Torque Nominal: 50 - 18000 Nm  Potencia Nominal: 0.12 - 75 kW  Rango de reducción: 2.44 - 375.71</p>	<p>Los motorreductores de ejes paralelos son particularmente adecuados para aplicaciones en transportadores.</p>
	<p>Mini carro lineal eléctrico  Marca: Festo  Serie: EGSC-BS-KF-25-75-6P</p>	<p>Carrera útil: 75 mm  Tipo de motor: motor paso a paso.  Aceleración máxima: 15 m/s<sup>2</sup>  Velocidad máxima: 0,4 m/s  Precisión de repetición: ±0,015 mm</p>	<p>Cilindro con guiado permite tener un accionamiento estable ideal para el prensado y su acoplamiento de giro</p>
	<p>Módulo giratorio  Marca: Festo  Serie: ERMB-25</p>	<p>Peso del producto: 1.460 g  Diámetro piñón de accionamiento: 8 mm  Revoluciones máx. de salida: 300 1/min  Revoluciones máx. de entrada: 1.200 1/min</p>	<p>El módulo giratorio ERMB permite ángulos de rotación ilimitados y flexibles</p>
	<p>Cilindro de doble émbolo  Marca: Festo</p>	<p>Carrera: 10 mm  Posición final ajustable / Largo  Revoluciones máx. de salida: 300 1/min  Revoluciones máx. de entrada: 1.200 1/min</p>	<p>Este cilindro eléctrico permite la sujeción de la matriz</p>
	<p>Sensor de proximidad capacitivo  Modelo: LJC18A3-HB-Z/BY</p>	<p>Voltaje de Operación: 6 - 36 VDC.  Corriente de trabajo: 300Ma  Rango de detección: 1mm a 10mm  Salida: Tipo PNP.  Diámetro: 18 mm</p>	<p>Tiene un tornillo de regulación para ajustar la distancia de detección entre 0 - 10 mm.  Es capaz de detectar casi cualquier material.</p>
	<p>Led piloto</p>	<p>24 v cd desde 15 A hasta 80-100A.</p>	<p>Indicadores de inicio y stop del proceso</p>
	<p>Interruptores industriales</p>	<p>Disponibles para corrientes AC y DC, desde 20A hasta 80-100A.</p>	<p>Interruptores industriales de control manual utilizados en aplicaciones de corte o aislamiento de circuitos de potencia.</p>

	<p>Pulsadores industriales</p>	<p>24 v cd desde 20A hasta 80-100A.</p>	<p>Pulsadores de inicio y stop del sistema y pulsador de emergencia</p>
	<p>Pantalla 7 segmentos</p>	<p>Voltaje de alimentación: 5VDC  -Protocolo de comunicación: Serial dos cables (CLK + DIO)  -IC: TM1637  -Tipo de display: LED</p>	<p>Mostrar información numérica del proyecto es fácil y sencillo con displays de 7 segmentos.</p>
	<p>Contactores de CN</p>	<p>Tipo: DE CN  N.º polos: 12.  Tensión: 690 V (contactos)  Intensidad: 12A hasta 40A AC3  Bobina AC: B7(24Vac), P7(230Vac), V7(400Vac)  Normas: IEC60947-4-1,</p>	<p>Se aplica junto con relés térmicos, contactores de CC y CA proporcionan protección contra corrientes</p>
	<p>Llaves termomagnéticas</p>	<p>Tipo DE LS63  Tensión 230/400V Curva  Int. corto circuito 10kA  Normas / cert. IEC/EN60898, CE, SEMKO</p>	

<b>ANEXO I</b>	<b>Coefficientes de fricción estática</b>	<b>1/1</b>
----------------	---	------------

Coeficientes de fricción estática $\mu_s$ para diferentes recubrimientos (valores aproximados)		0, A0, E0, T, U0, P	NOVO	U1, V1, VH	UH, V2H, U2H, V5H, V10H
	$\mu_f$ (mesa)	0,33	0,33	0,5	0,5
	$\mu_R$ (rodillo)	0,033	0,033	0,033	0,033
	$\mu_{ST}$ (acumulación)	0,33	0,33	0,5	0,5

<b>ANEXO II</b>	<b>Factores para el tambor motriz C1</b>	
-----------------	--	--

Factor C <sub>1</sub> (válido para el tambor motriz)						
instalado P <sub>M</sub> .						
Recubrimiento de la cara inferior Siegling Transilon	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H		
Ángulo de contacto $\beta$	180°	210°	240°	180°	210°	240°
<b>Tambor de acero liso</b>						
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5
Mojado	3,7	3,2	2,9	5,0	4,0	3,0
<b>Tambor con forro de fricción</b>						
Seco	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4
Mojado	1,8	1,6	1,5	3,7	3,2	2,9
<b>Recubrimiento de la cara inferior Siegling Transilon</b>						
0, U0, NOVO, E0, A0, T, P						
TX0 (AmpMiser)						
Ángulo de contacto $\beta$	180°	210°	240°	180°	210°	240°
<b>Tambor de acero liso</b>						
Seco	2,1	1,9	1,7	2,9	2,6	2,3
Mojado	No recomendable			No recomendable		
<b>Tambor con forro de fricción</b>						
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5
Mojado	2,1	1,9	1,7	No recomendable		

<b>ANEXO III</b>	<b>Factores para el tambor motriz C3</b>	
------------------	--	--

Factor C <sub>3</sub> (válido para el tambor motriz)			
Recubrimiento de la cara inferior Siegling Transilon	V3, V5, U2, A5, E3	V1, U1, UH	0, U0, NOVO, T, P
<b>Tambor de acero liso</b>			
Seco	25	30	40
Mojado	50	No recomendable	
<b>Tambor con forro de fricción</b>			
Seco	25	25	30
Mojado	30	40	40

Fuente: Forbo

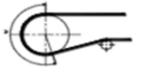
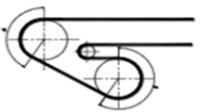


Material	B (mm)	V (m/s)
Granos y otros materiales que fluyen bien y no son abrasivos	500	2.62
	650 y 800	3.35
	1000 a 1200	4.19
	1400 a 2400	5.24
Carbón, arcilla compactada, minerales blando y tierras, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	2.09
	650 a 1000	3.35
	1200 a 1300	4.19
	1400 a 2400	5.24
Materiales no abrasivos	Cualquier ancho	1.05 a 1.68

VII. Valores promedio del peso de los rodillos superiores e inferiores

Ancho de banda (mm)	Servicio liviano peso específico < 1.5 ton/m <sup>3</sup>		Servicio pesado peso específico > 1.5 ton/m <sup>3</sup>	
	G <sub>ro</sub> (kg)	G <sub>ru</sub> (kg)	G <sub>ro</sub> (kg)	G <sub>ru</sub> (kg)
300	2.5	2.5	3.5	3.5
400	3.0	3.0	4.0	4.0
500	3.5	3.5	5.5	5.5
650	5.5	5.5	10.0	10.0
800	11.0	11.0	14.0	14.0
1000	13.0	13.0	18.0	18.0
1200	15.0	15.0	20.0	20.0
1400	22.0	22.0	31.0	31.0
1600	25.0	25.0	35.0	35.0
1800	39.0	39.0	47.0	47.0
2000	43.0	43.0	52.0	52.0
2200	47.0	47.0	56.0	56.0

	Tambor motriz			
	Revestido		Desnudo	
	seco	húmedo	seco	húmedo
Coefficiente $\mu$	0.4	0.35	0.35	0.2

Angulo cabezal motriz	Ángulo de contacto
	120 150 180
	210 220 230 240
	360 380 400



## RODILLO TRANSPORTADOR DESLIZAMIENTO

### Datos técnicos

#### Datos técnicos generales

Capacidad de carga máx.	120 N
Velocidad máx. de transporte	0,8 m/s
Rango de temperatura	-10 hasta +40 °C

#### Materiales

Cabezal	Polipropileno
Ferno del eje	Acero, inoxidable
Cojinete de deslizamiento	Polióximetileno

La capacidad de carga se ve influenciada por la longitud del rodillo, así como por los parámetros dependientes, es decir, el peso de la carga a transportar y la velocidad de transporte.

#### Capacidad de carga en función de la velocidad

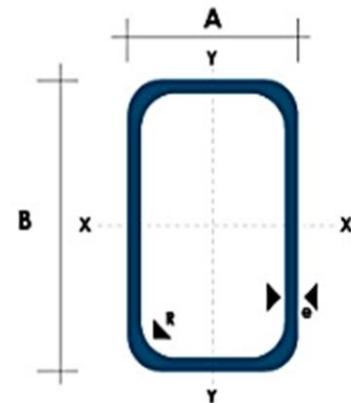
Ø de tubo mm	Velocidad m/s	Capacidad de carga máx. N
30	0,25	50
	0,80	40
50	0,25	120
	0,80	85

#### Versión de eje: Eje de muelle

Tubo	Rodamiento de bolas	Eje Número de referencia				
		Ø 5 mm	Ø 6 mm	Ø 8 mm	Ø 10 mm	
Acero, inoxidable	16 x 1,0	Inoxidable	1.1BS.N10.A50			
	20 x 1,5	Inoxidable		1.1AZ.N21.D03		
	50 x 1,5	Inoxidable				1.1ED.NAA.KAC
Acero, zincado	50 x 1,5	Estándar				1.1EC.JAA.HAC
Aluminio, anodizado	20 x 1,5	Inoxidable		1.1AZ.A2D.D03		
PVC	16 x 1,0	Inoxidable	1.1BS.S16.A50			
	20 x 1,5	Inoxidable		1.1AZ.S20.D03		
	20 x 1,5	Estándar		1.1AZ.N21.D03		
	30 x 1,8	Inoxidable			1.1DK.S31.G03	
	30 x 1,8	Estándar			1.1DJ.S31.E03	
	40 x 2,3	Inoxidable			1.1DM.S40.E03	
	40 x 2,3	Estándar			1.1DL.S40.E03	
	50 x 2,8	Inoxidable			1.1EK.SAA.GAB	1.1EM.SAA.KAC
	50 x 2,8	Estándar			1.1EJ.SAA.EAB	1.1EL.SAA.HAC

Fuente: Interroll

NOMENCLATURA	
Área =	Área de la selección transversal del tubo, cm <sup>2</sup>
I =	Momento de inercia de la sección, cm <sup>4</sup>
W =	Módulo resistente de la sección, cm <sup>3</sup>
r =	Radio de giro de la sección cm

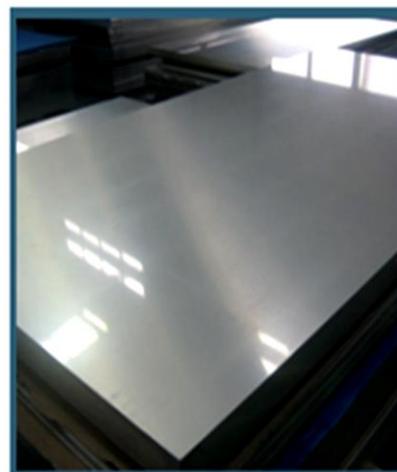


Dimensiones				Área	Ejes X-X			Ejes Y-Y			
A mm	B mm (e)	Espesor mm	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>3</sup>	
10	20	0.8	0.36	0.45	0.08	0.04	0.41	0.23	0.09	0.71	
12	25	0.8	0.43	0.53	0.43	0.34	0.90	0.13	0.22	0.50	
12	25	1.0	0.54	0.77	0.59	0.48	0.88	10.18	0.30	0.49	
15	25	0.8	0.49	0.61	0.23	0.12	0.62	0.52	0.21	0.92	
15	25	1.0	0.64	0.83	0.31	0.15	0.61	0.69	0.28	0.91	
15	25	1.2	0.69	0.90	0.33	0.16	0.60	0.74	0.30	0.91	
20	30	0.8	0.61	0.77	0.53	0.26	0.82	0.99	0.40	1.13	
20	30	1.2	0.90	1.14	0.75	0.37	0.81	1.42	0.57	1.11	
20	40	0.8	0.74	0.93	0.67	0.34	0.85	1.98	0.79	1.46	
20	40	1.0	0.92	1.27	0.89	0.45	0.84	2.66	1.06	1.45	
20	40	1.2	1.09	1.38	0.96	0.48	0.83	2.87	1.15	1.44	
20	40	1.5	1.35	1.65	3.10	1.60	1.37	1.06	1.06	0.82	
20	50	1.2	1.29	1.62	1.17	0.59	0.85	5.02	2.01	1.76	
20	50	1.5	1.59	2.14	1.48	0.74	0.83	6.48	2.59	1.74	
25	50	0.8	0.95	1.08	3.59	1.43	1.82	1.24	0.99	1.07	
25	50	1.0	1.15	1.36	4.47	1.79	1.81	1.53	1.22	1.06	
25	50	1.2	1.37	1.57	5.10	2.04	1.80	1.74	1.40	1.05	
25	50	1.5	1.82	2.10	6.39	2.56	1.74	2.19	1.75	1.02	
30	50	0.8	0.98	1.25	2.01	1.01	1.27	4.42	1.77	1.88	
30	50	1.0	1.23	1.71	2.69	1.35	1.25	5.95	2.38	1.86	
30	50	1.2	1.47	1.86	2.91	1.46	1.25	6.44	2.58	1.86	
30	50	1.5	1.88	2.25	7.27	2.91	1.80	3.32	2.21	1.21	

Fuente: DIPAC

### Especificaciones Generales:

- **Calidad:** Plancha aleada de gran resistencia al desgaste por abrasión, impacto y deslizamiento. Más tenaz y resistente a la corrosión que otros aceros al carbono.
- **Dureza:** 400HB y 500HB
- **Espesores:** En 400HB de 5mm a 20mm, En 500HB de 12mm a 25mm
- **Dimensiones:** 2000 x 6000



### COMPOSICIÓN QUÍMICA (Max)

DUREZA	C	Si	Mn	Cr	Ti	B
400 HB	0.26	0.55	1.6	0.4	0.02	0.004
500 HB	0.36	0.55	1.6	0.8	0.02	0.004

### PROPIEDADES MECÁNICAS (Max)

	Resistencia Mecánica	Punto de Frecuencia
DUREZA	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
400 HB	1316	1163
500 HB	1449	1449

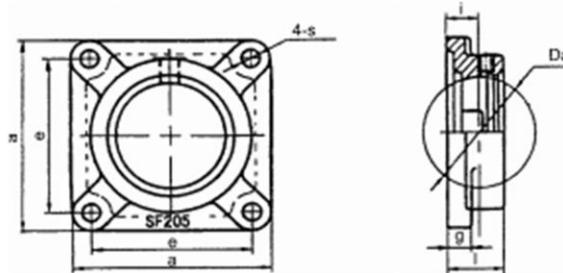
DUREZA	ESPEORES (mm)
400 HB	5,6,10, 12, 19, 20
500 HB	12, 25

\*Otros largos previa consulta



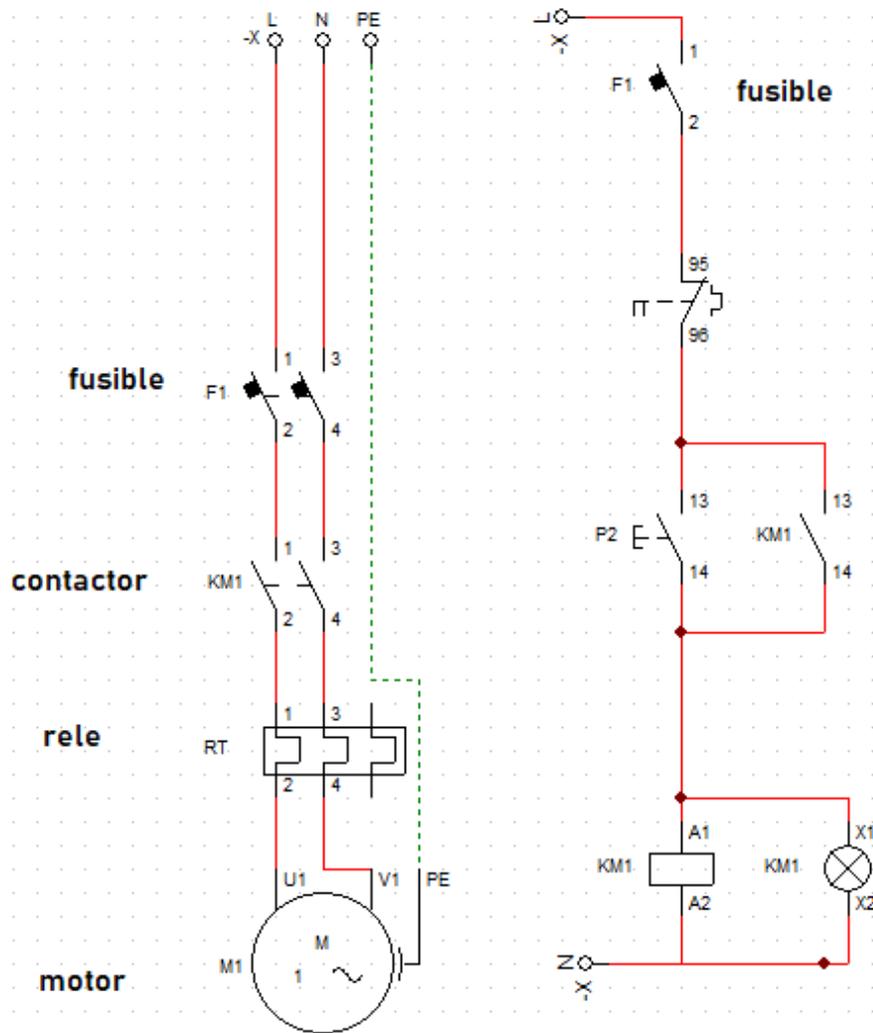
[www.dipacmanta.com](http://www.dipacmanta.com)

**SOPORTES INOXIDABLES / STAINLESS STEEL PILLOW BLOCKS**  
**PALIER INOXIDABLES / ROSTFREIE HALTERUNGEN**  
**SSF200**



Soportes Halterungen Säulen Lagerungen No.	Dimensiones Dimensions Dimensione Dimensione Dimensione (mm)							Rodamiento Bearing Unit Rollerlager Kugellager No.	Peso Weight Poids Gewicht (kg)
	Da	x	s	l	l1	g	x		
SSF204	47	86	63.5	15.1	25.4	12	12	SSUC204	0.47
SSF205	52	95	70	15.9	27	14	12	SSUC205	0.65
SSF206	62	108	82.5	17.9	30	14	12	SSUC206	0.85
SSF207	72	117.5	92	19.1	33	14.3	14	SSUC207	1.03
SSF208	80	130	101.6	21	36	14.3	16	SSUC208	1.38
SSF209	85	137	104.8	21.8	38	14.3	16	SSUC209	1.50
SSF210	90	143	111	21.8	39	15.1	16	SSUC210	1.63
SSF211	100	162	130	25	43	20	19	SSUC211	2.14
SSF212	110	175	143	29	48	20	19	SSUC212	2.76

## SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO



B Tema: Sistema eléctrico de la banda transportadora

Proyecto: Diseño de una máquina transportadora

Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punquíl



Material:

Peso:

Anexo: 09

Fecha: 15/7/2020

Dibujado:  
Chicaiza Stalin

Aprobado:  
Ing. Héctor Laurencio

Revisado:  
Ing. Héctor Laurencio

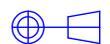
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

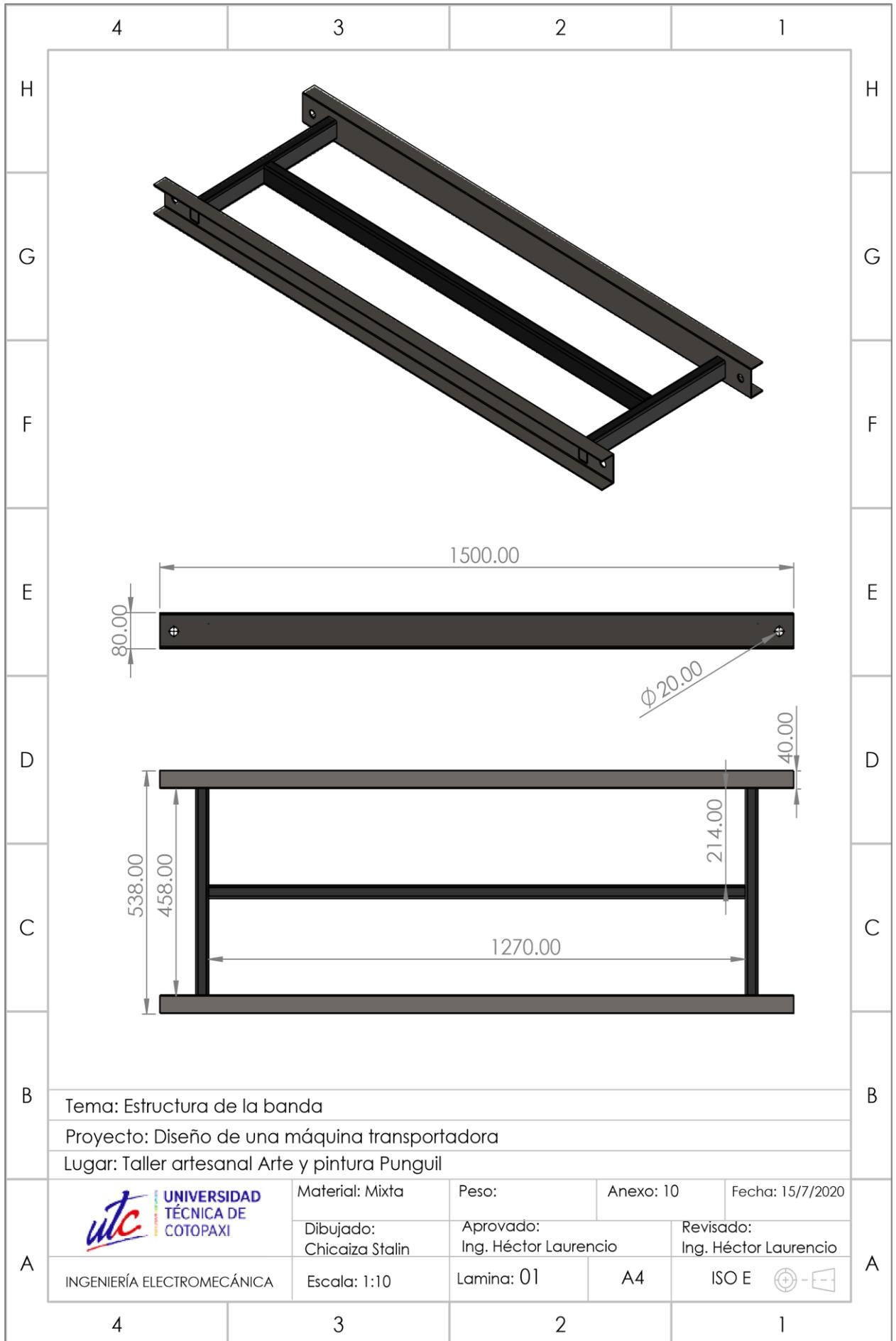
Escala: 1:10

Lamina: 3

A4

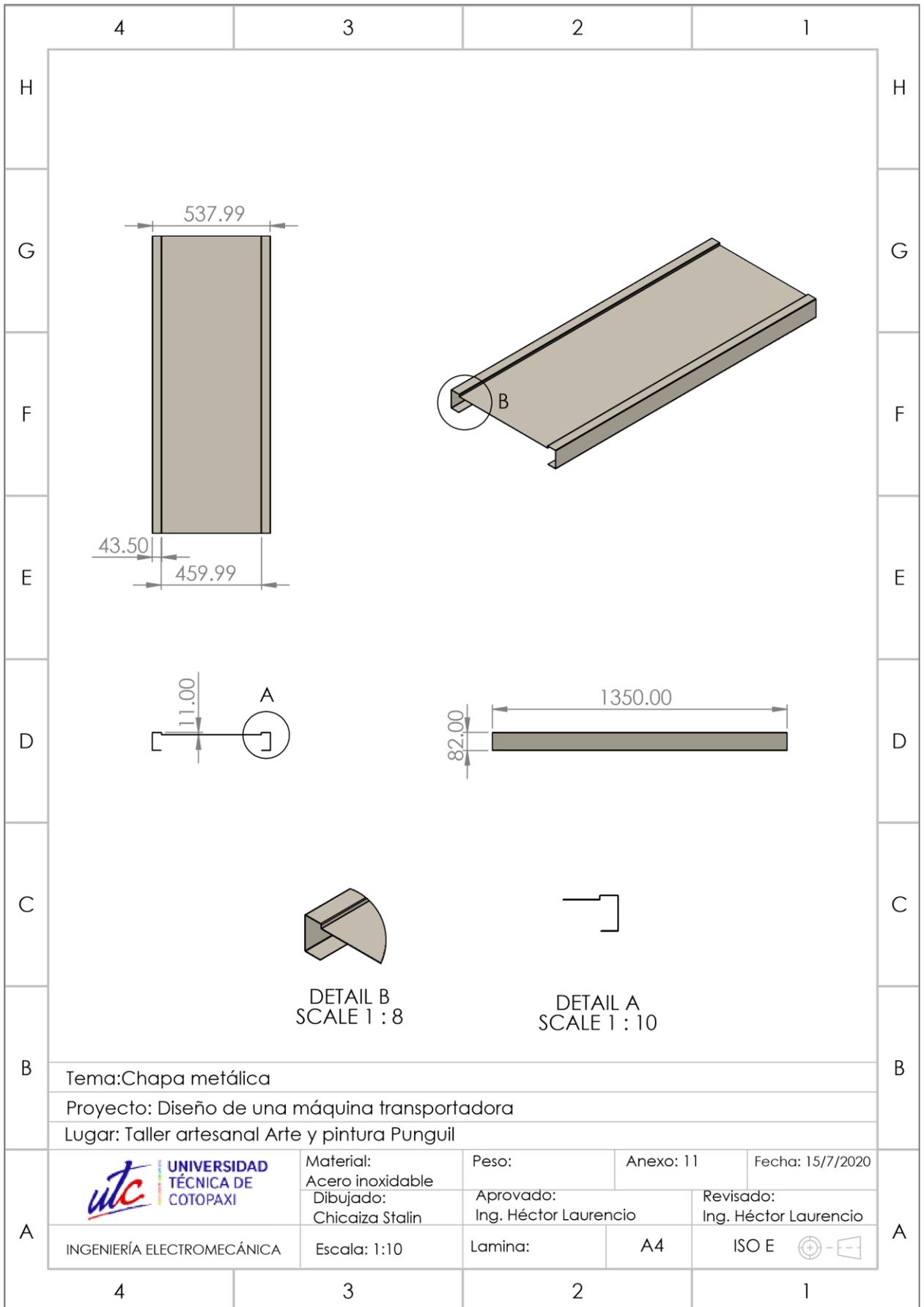
ISO E





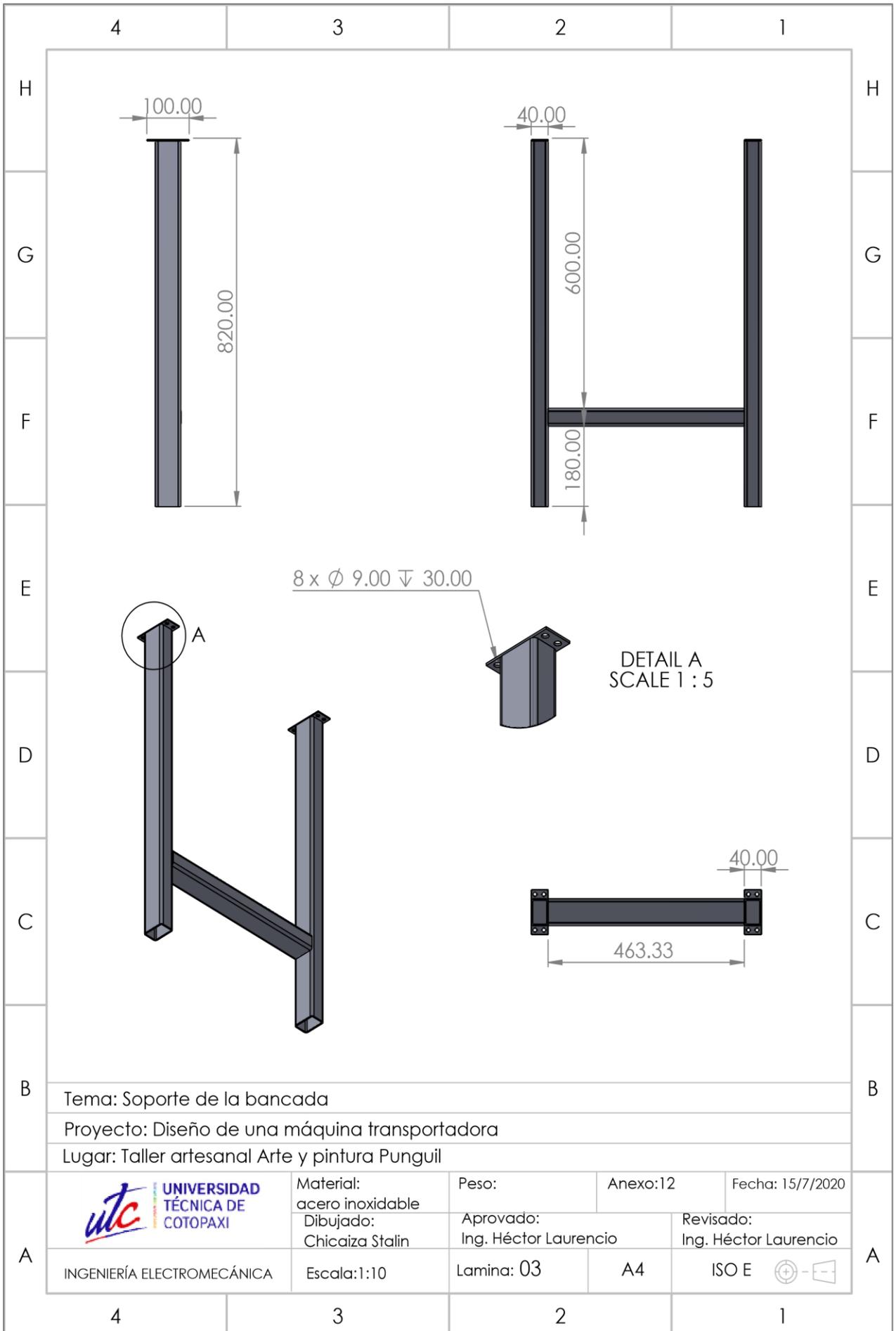
Tema: Estructura de la banda  
 Proyecto: Diseño de una máquina transportadora  
 Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil

 <b>UNIVERSIDAD          TÉCNICA DE          COTOPAXI</b>	Material: Mixta	Peso:	Anexo: 10	Fecha: 15/7/2020
	Dibujado: Chicaiza Stalin	Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Revisado: Ing. Héctor Laurencio	
	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	Escala: 1:10	Lamina: 01	A4



Tema: Chapa metálica  
 Proyecto: Diseño de una máquina transportadora  
 Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil

 <b>UNIVERSIDAD          TÉCNICA DE          COTOPAXI</b>	Material: Acero inoxidable	Peso:	Anexo: 11	Fecha: 15/7/2020
	Dibujado: Chicaiza Stalin	Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Revisado: Ing. Héctor Laurencio	
	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: 1:10	Lamina:	A4



Tema: Soporte de la bancada

Proyecto: Diseño de una máquina transportadora

Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil



Material:  
acero inoxidable  
Dibujado:  
Chicaiza Stalin

Peso:  
Aprobado:  
Ing. Héctor Laurencio

Anexo:12

Fecha: 15/7/2020

Revisado:  
Ing. Héctor Laurencio

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

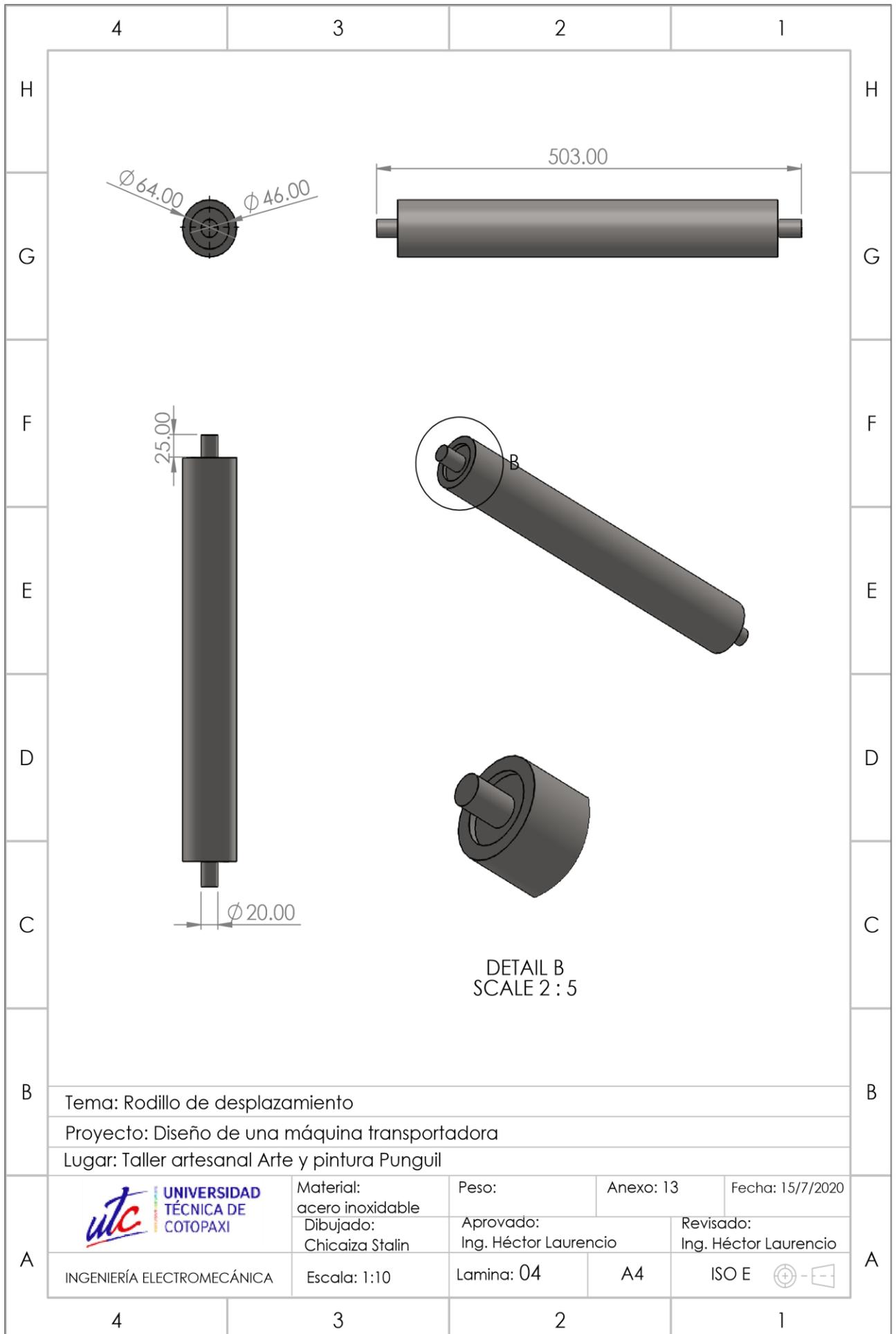
Escala:1:10

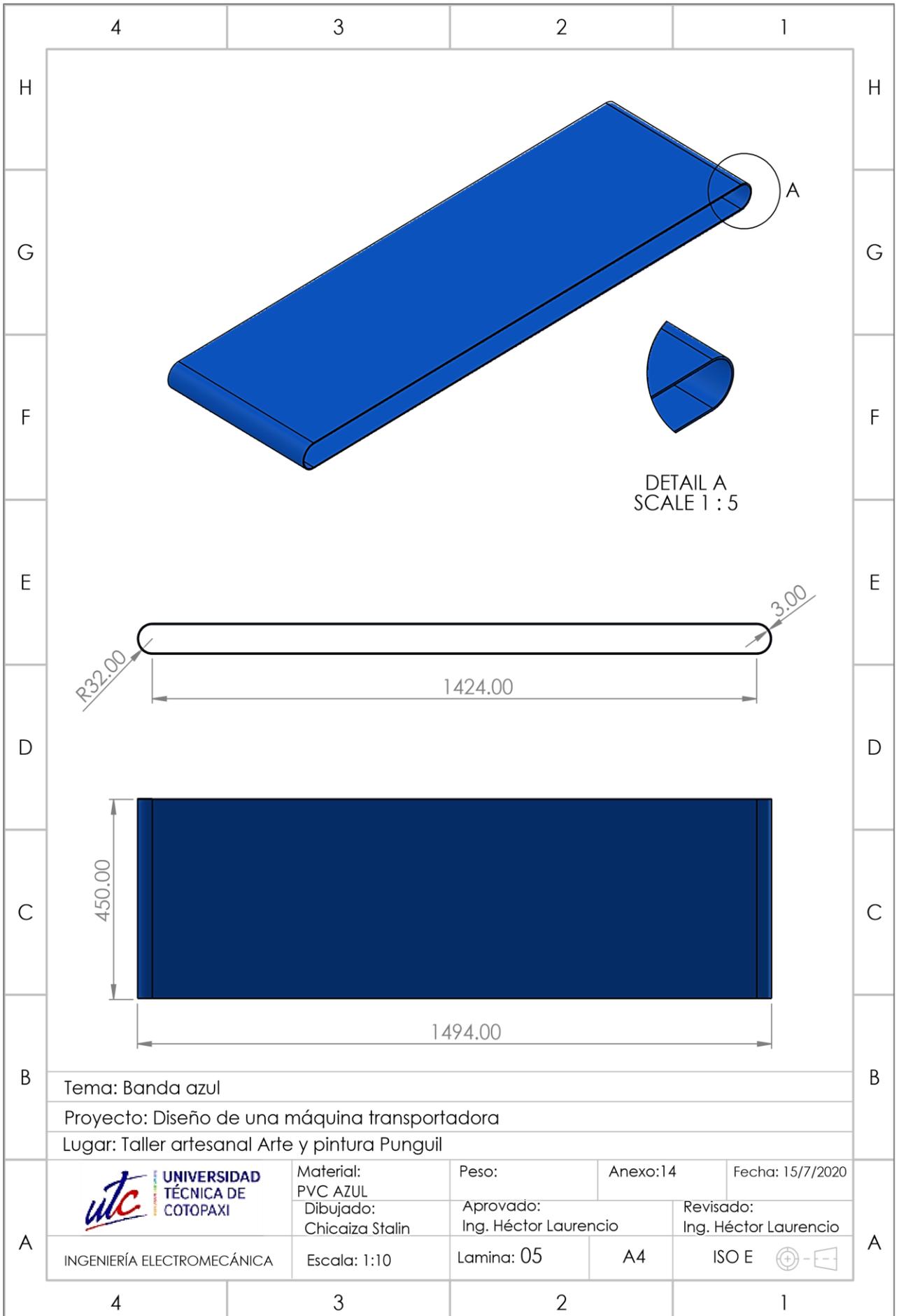
Lamina: 03

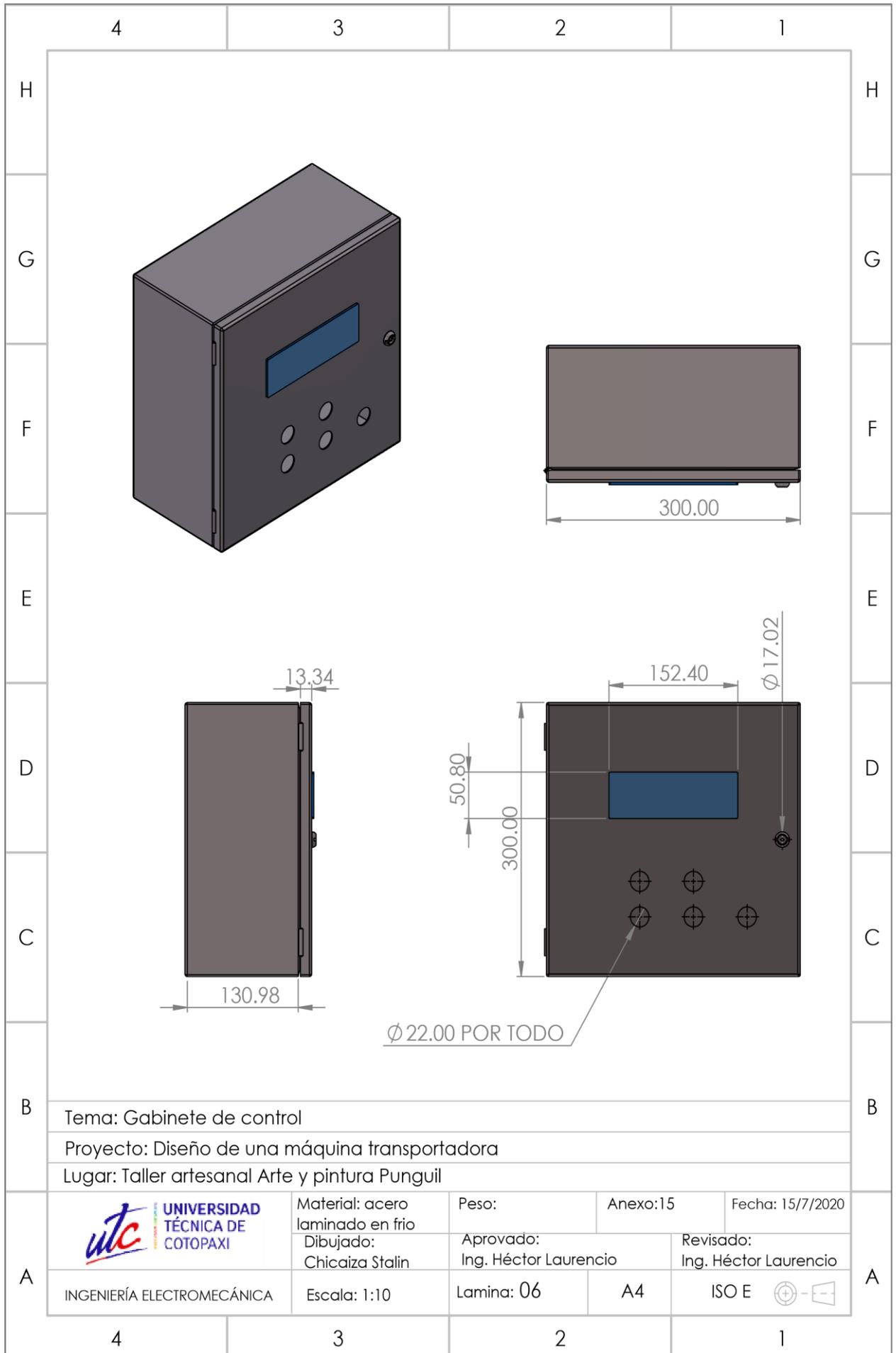
A4

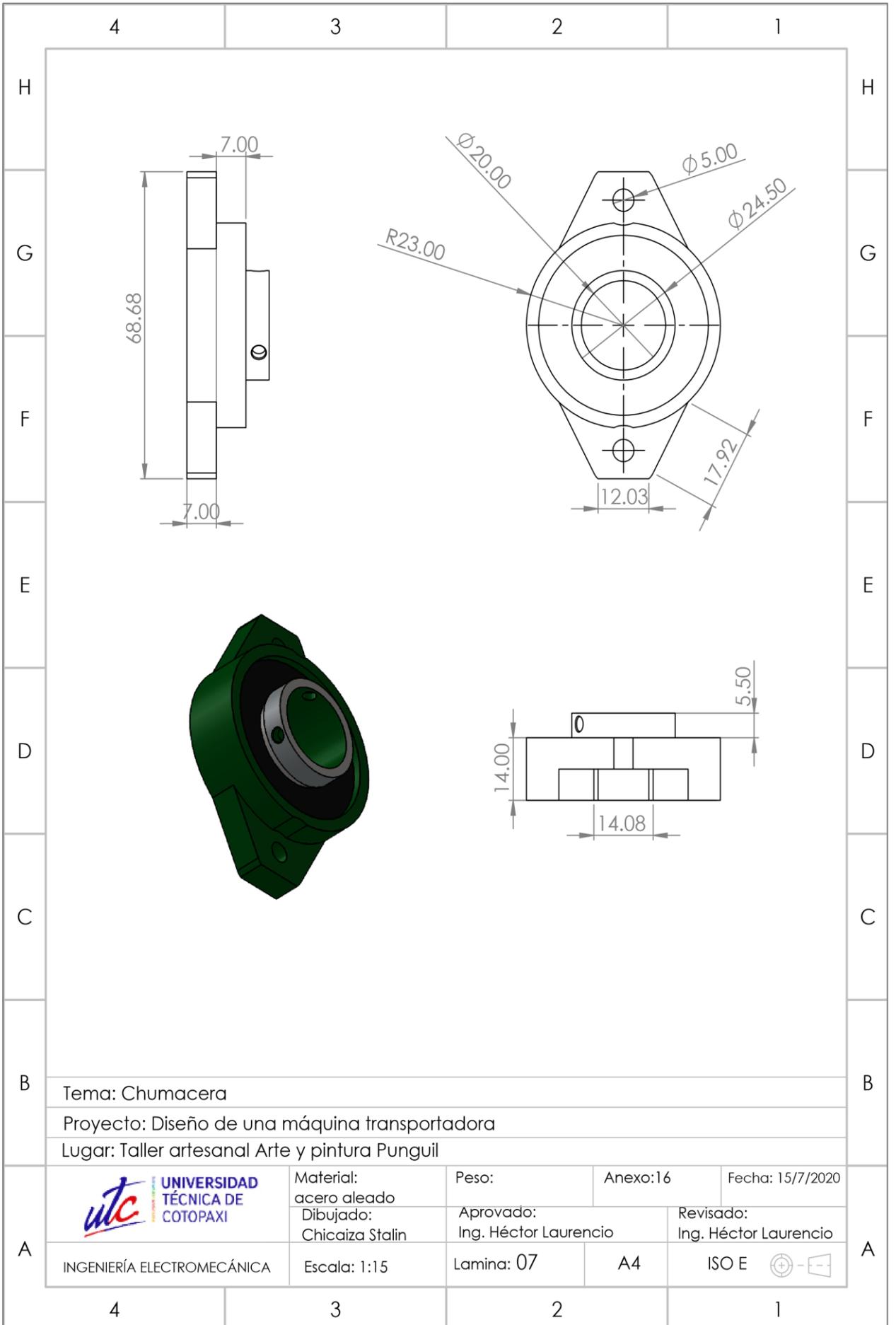
ISO E

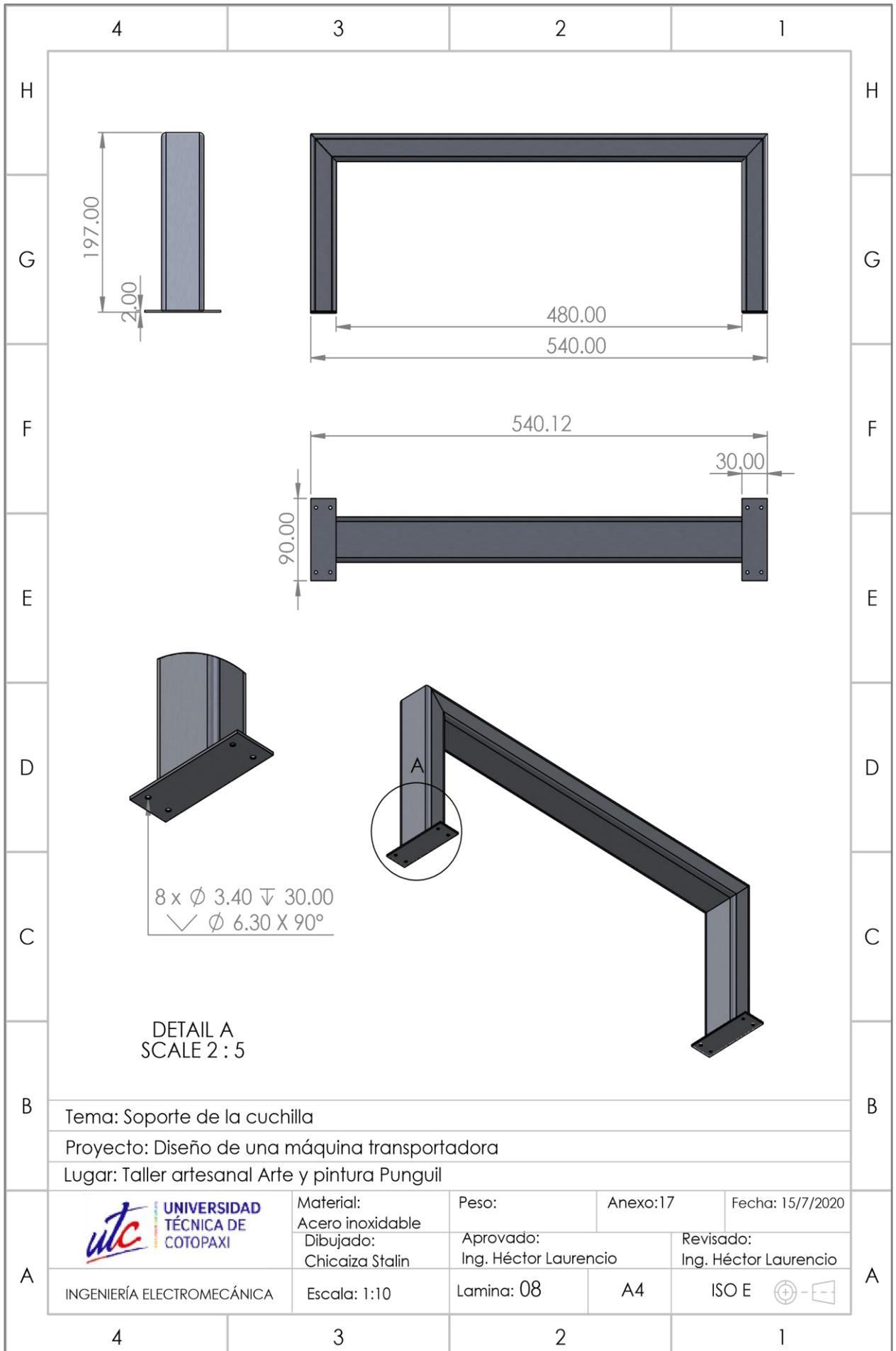






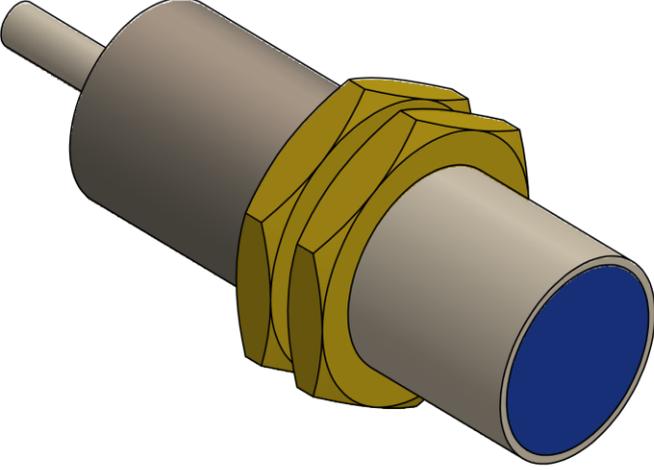
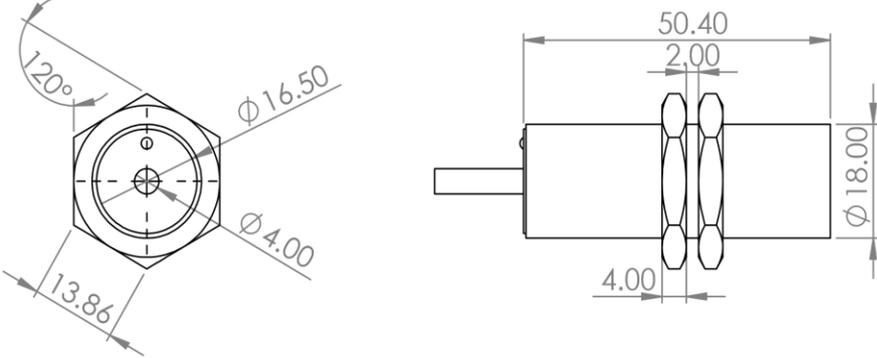


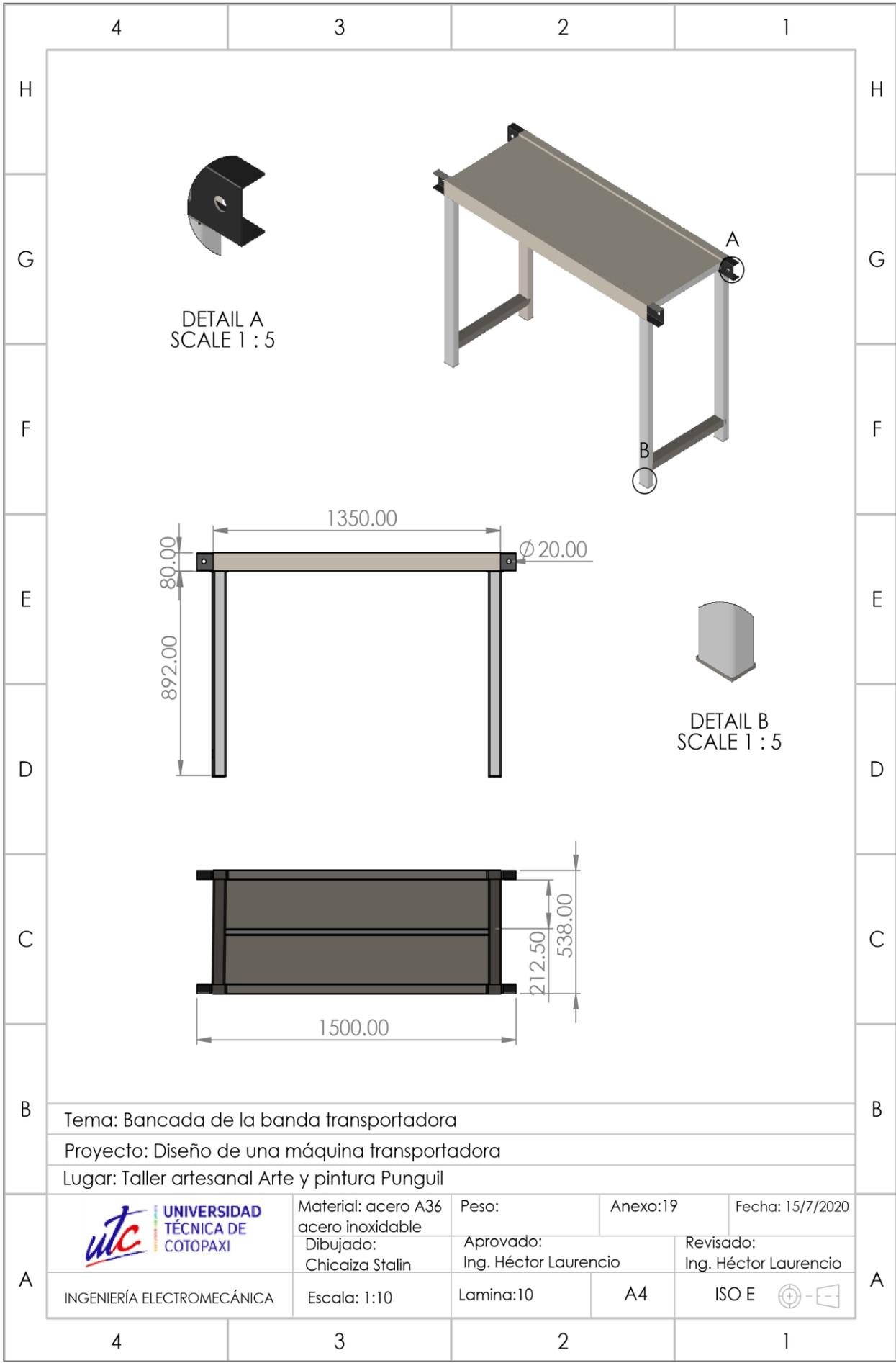




Tema: Soporte de la cuchilla  
 Proyecto: Diseño de una máquina transportadora  
 Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil

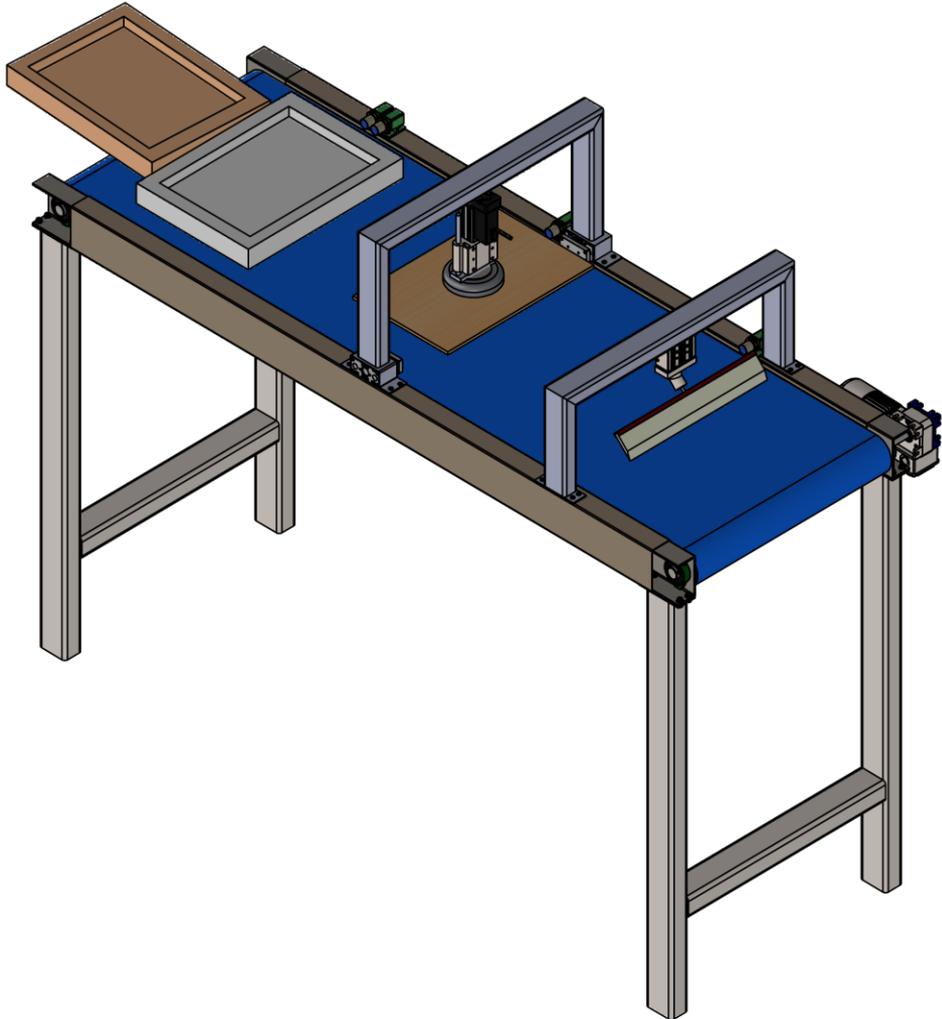
 INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Material: Acero inoxidable	Peso:	Anexo:17	Fecha: 15/7/2020
	Dibujado: Chicaiza Stalin	Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Revisado: Ing. Héctor Laurencio	
	Escala: 1:10	Lamina: 08	A4	ISO E

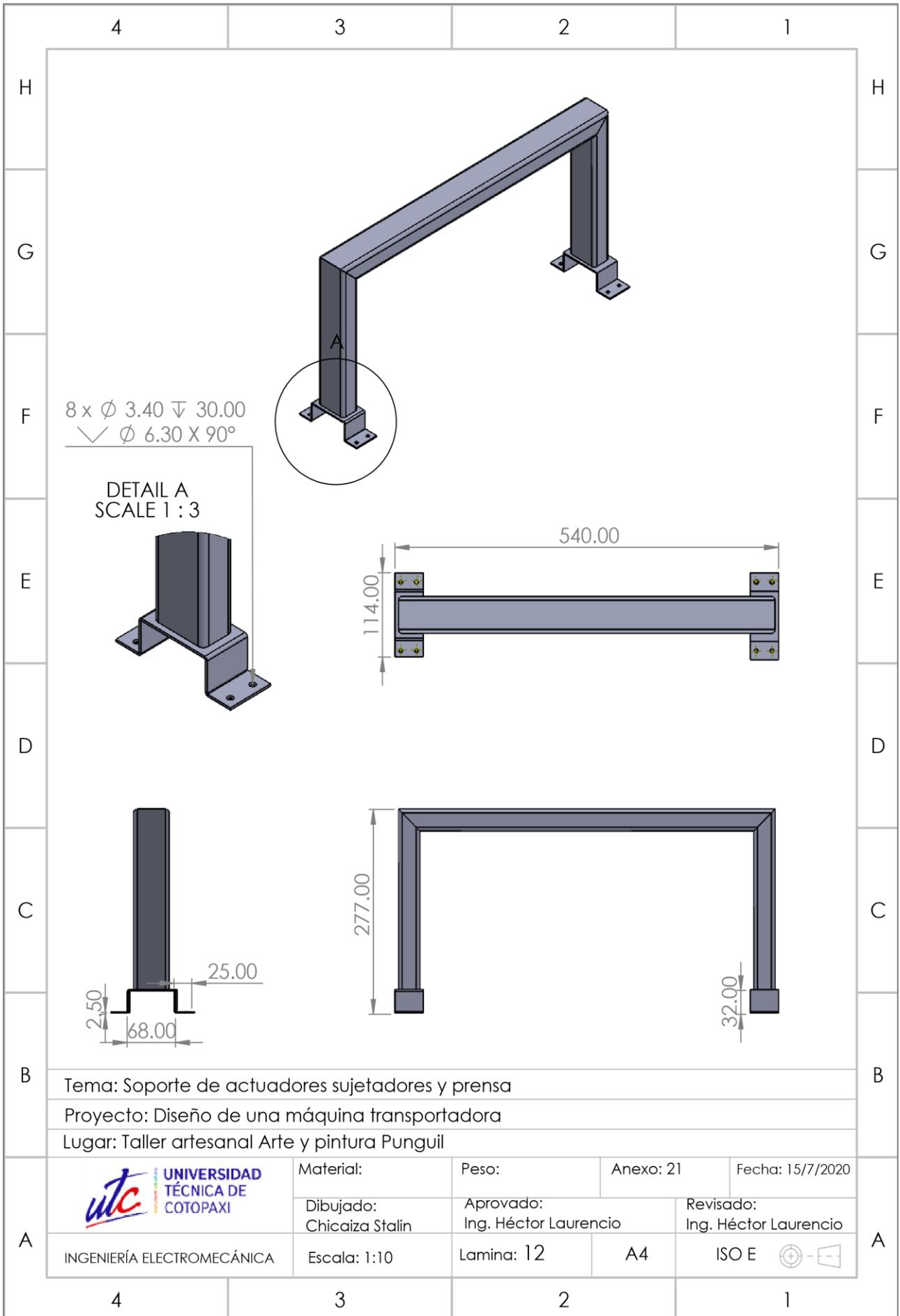
	4	3	2	1		
H					H	
G					G	
F					F	
E					E	
D					D	
C					C	
B	Tema: Sensor capacitivo Proyecto: Diseño de una máquina transportadora Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil				B	
A		Material: Metálicos Dibujado: Chicaiza Stalin	Peso: Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Anexo:18 Revisado: Ing. Héctor Laurencio	Fecha: 15/7/2020	A
	4	3	2	1		
	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		Escala: 1:20	Lamina:09	A4	ISO E 



Tema: Bancada de la banda transportadora  
 Proyecto: Diseño de una máquina transportadora  
 Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	Material: acero A36 acero inoxidable	Peso:	Anexo:19	Fecha: 15/7/2020
	Dibujado: Chicaiza Stalin	Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Revisado: Ing. Héctor Laurencio	
	Escala: 1:10	Lamina:10	A4	ISO E

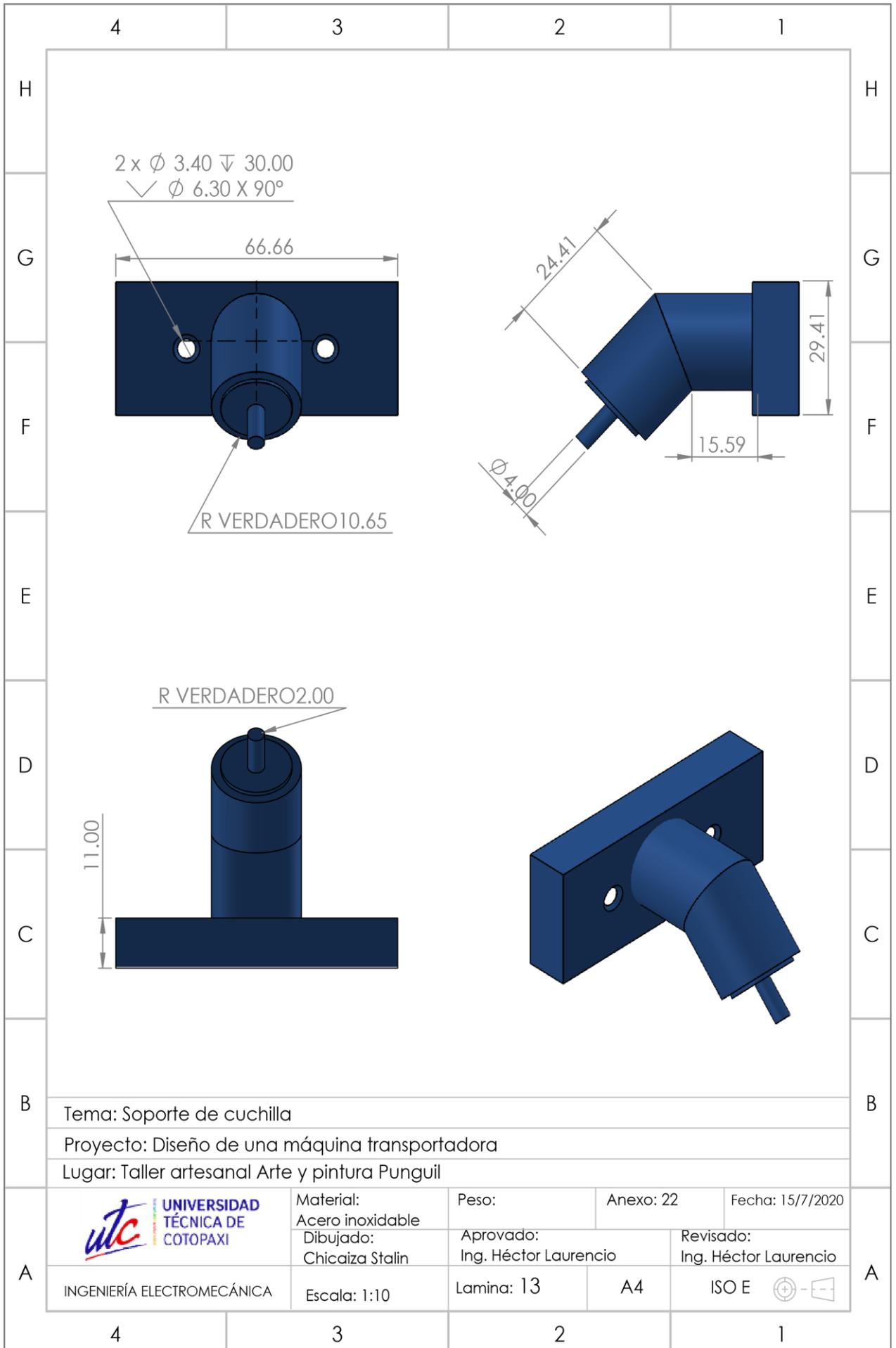
	4	3	2	1	
H					H
G					
F					
E					
D					
C					
B					<p>Tema: Máquina prensadora</p> <p>Proyecto: Diseño de una máquina transportadora</p> <p>Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil</p>
A		Material: Mixto	Peso:	Anexo: 20	Fecha: 15/7/2020
		Dibujado: Chicaiza Stalin	Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Revisado: Ing. Héctor Laurencio	
	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: 1:1	Lamina: 11	A4	ISO E 
	4	3	2	1	



8 x Ø 3.40 x 30.00  
 √ Ø 6.30 X 90°

DETAIL A  
 SCALE 1 : 3

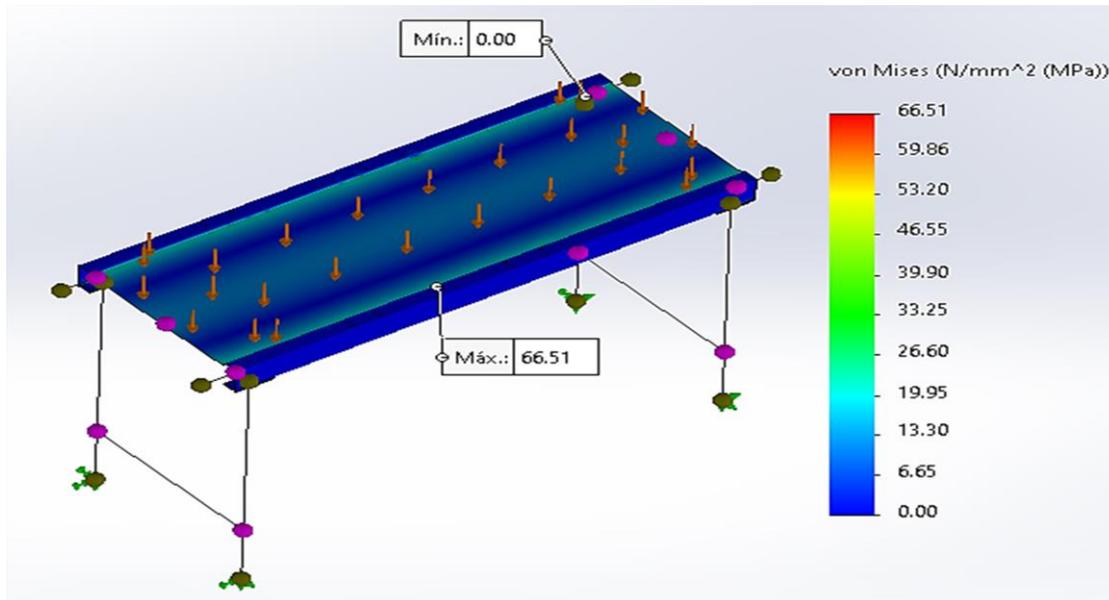
Tema: Soporte de actuadores sujetadores y prensa		Material:		Peso:	Anexo: 21	Fecha: 15/7/2020
Proyecto: Diseño de una máquina transportadora		Dibujado: Chicaiza Stalin		Aprovado: Ing. Héctor Laurencio		Revisado: Ing. Héctor Laurencio
Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil		Escala: 1:10		Lamina: 12	A4	ISO E



Tema: Soporte de cuchilla  
 Proyecto: Diseño de una máquina transportadora  
 Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil

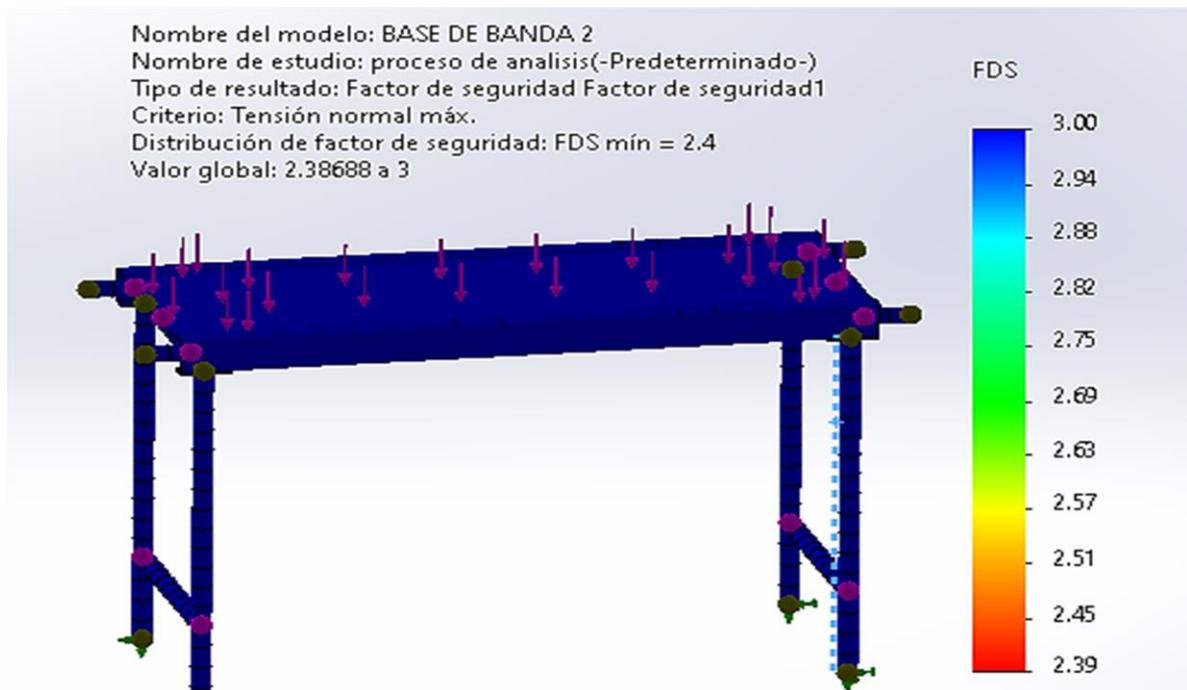
	Material: Acero inoxidable	Peso:	Anexo: 22	Fecha: 15/7/2020
	Dibujado: Chicaiza Stalin	Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Revisado: Ing. Héctor Laurencio	
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	Escala: 1:10	Lamina: 13	A4	ISO E

### Análisis de simulación de la estructura metálica



### Factor de seguridad de la estructura

Nombre del modelo: BASE DE BANDA 2  
 Nombre de estudio: proceso de analisis(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Tensión normal máx.  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2.4  
 Valor global: 2.38688 a 3

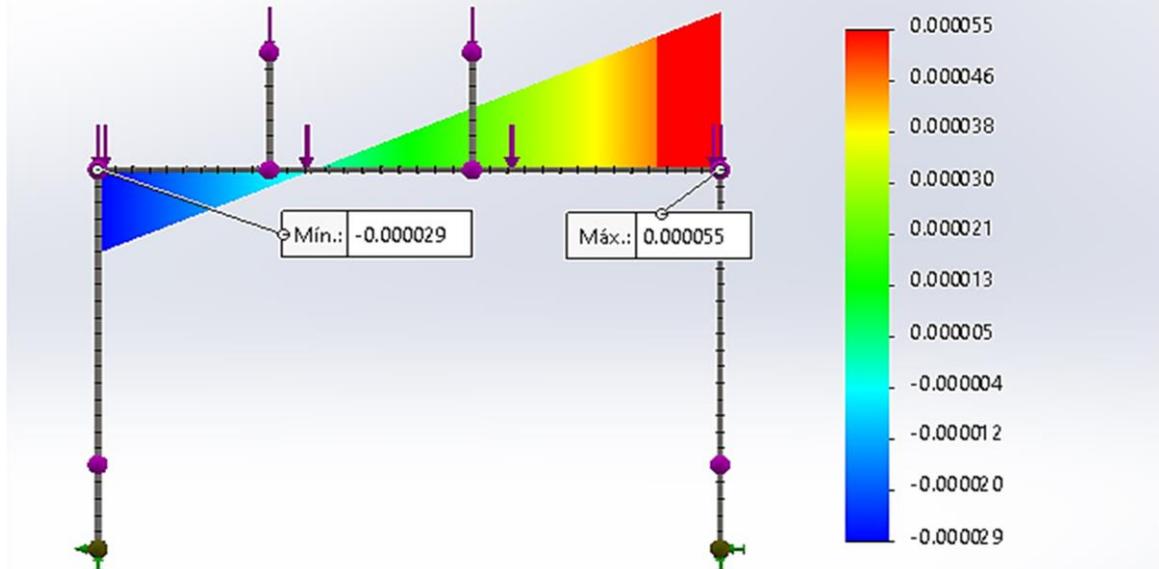


### Momento cortantes soporte central

Nombre del modelo: estructura con apoyos

Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado <Como mecanizada >-)

Tipo de resultado: Trazado de módulos cortantes-momentos2

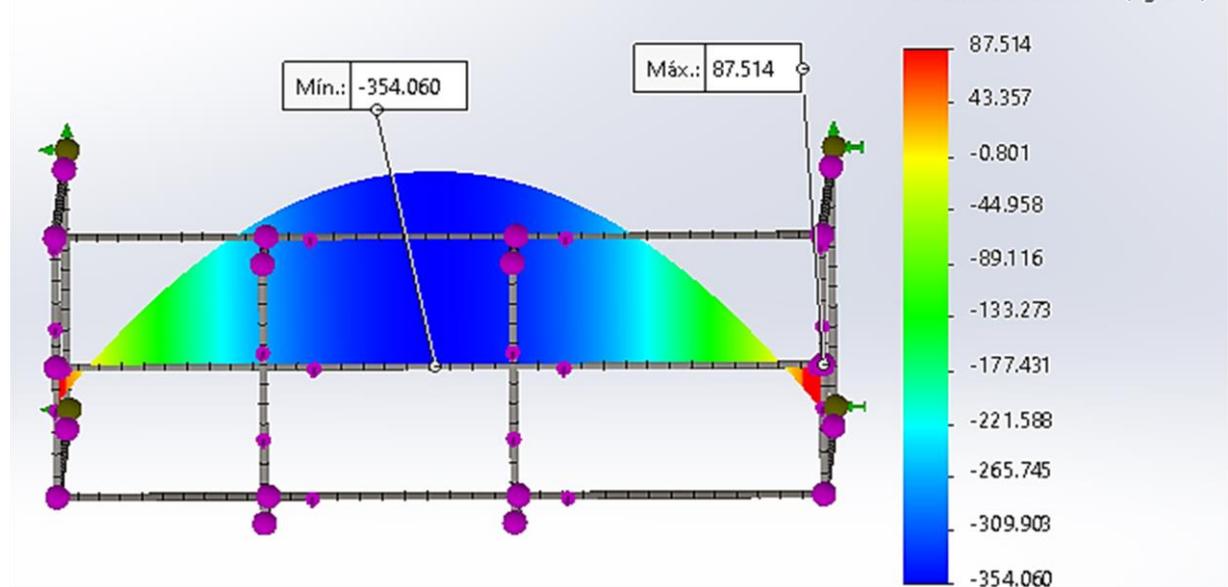


### Análisis fuerza de la estructura metálica

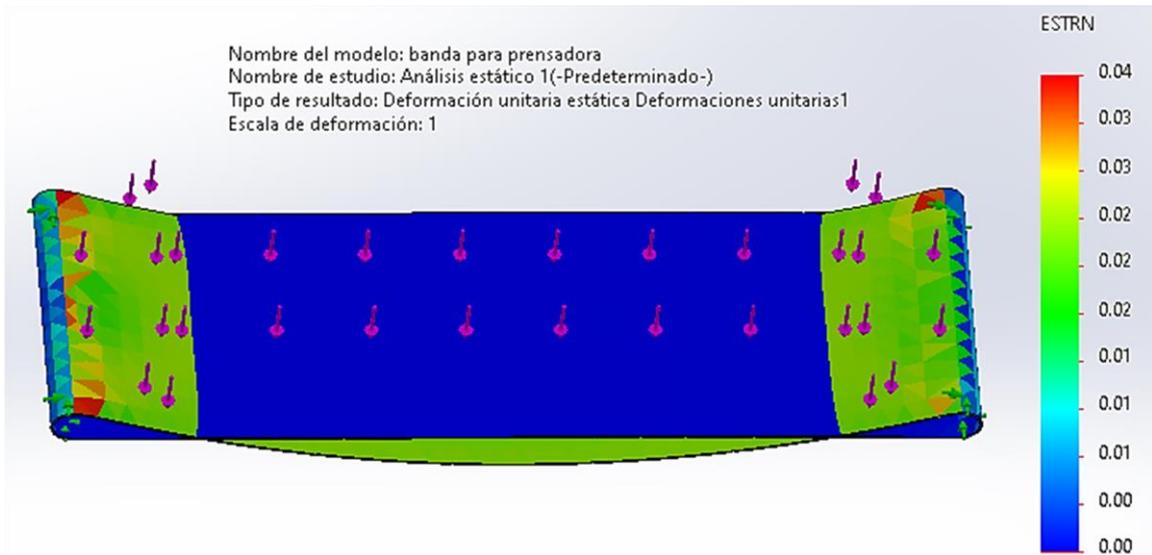
Nombre del modelo: estructura con apoyos

Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado <Como mecanizada >-)

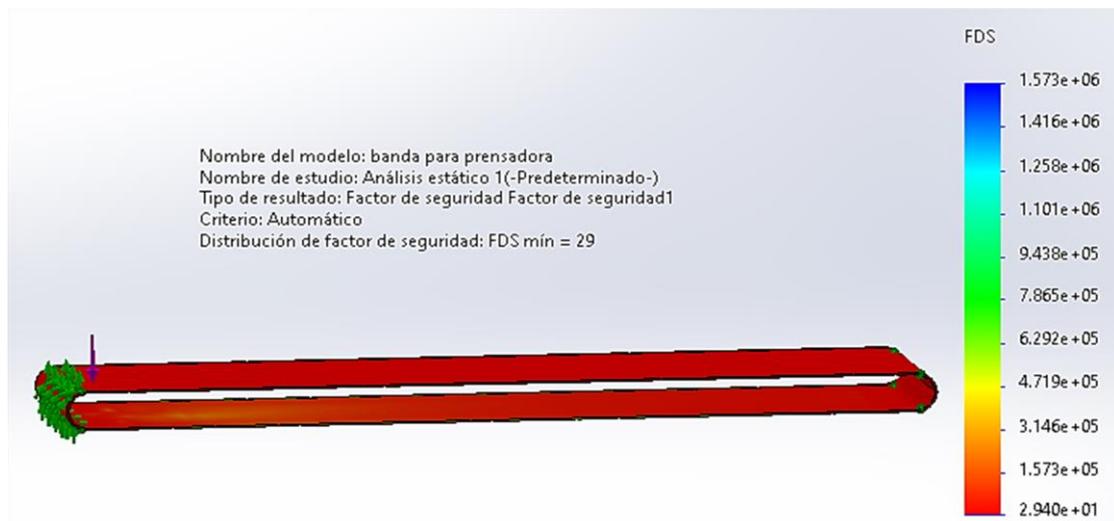
Tipo de resultado: Trazado de módulos cortantes-momentos1

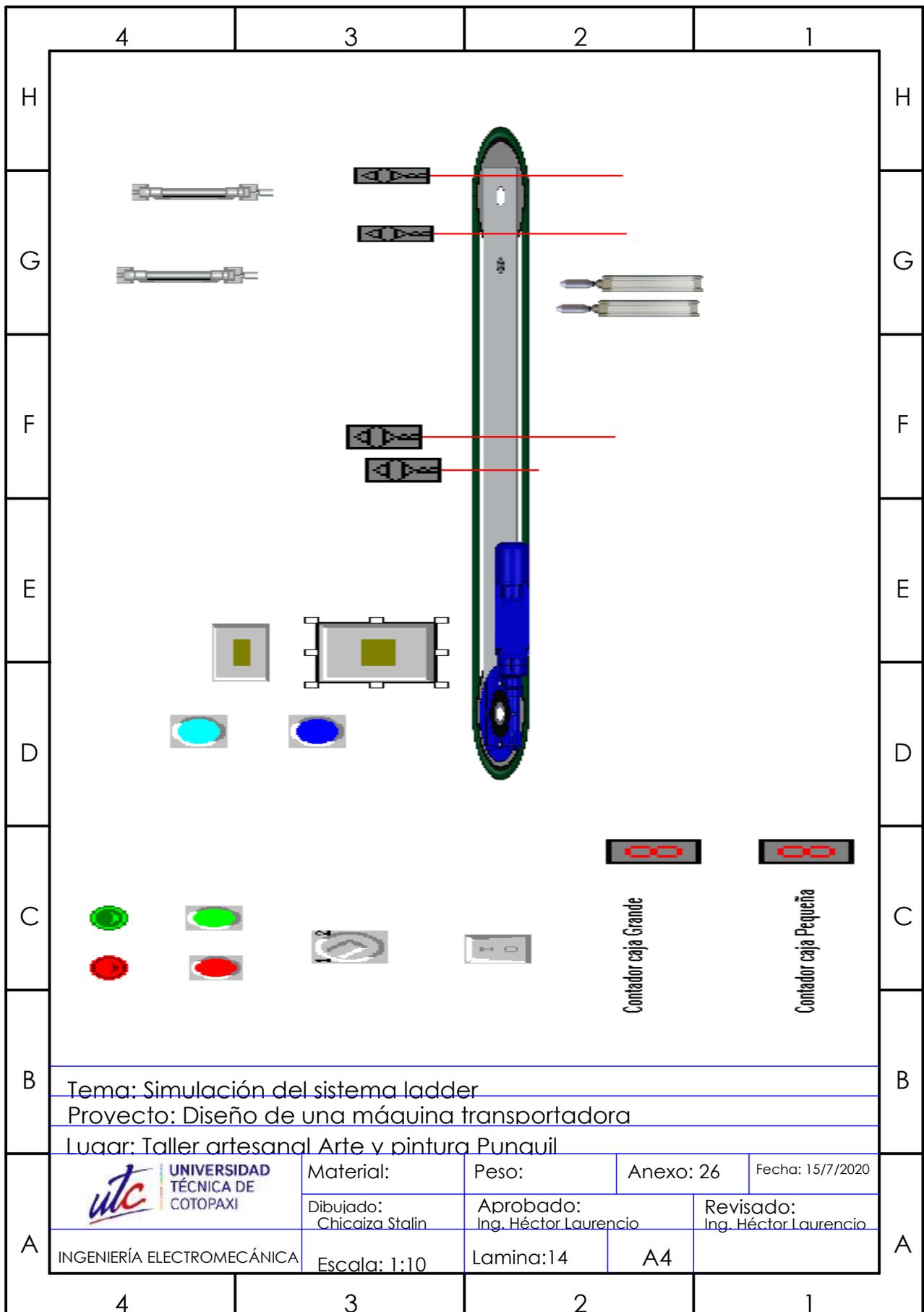


### Deformación de la banda

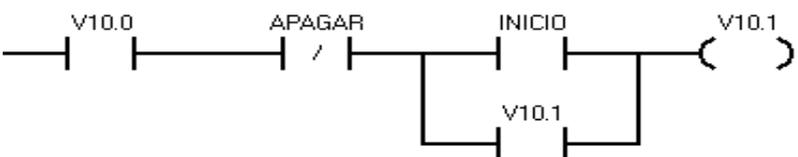
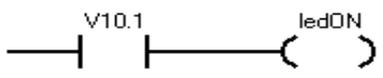
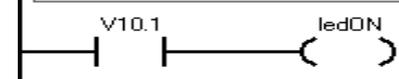
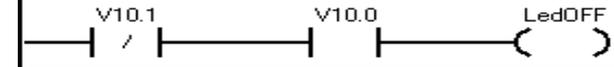
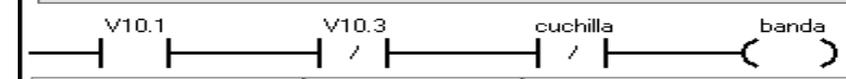


### Análisis de tensión de la banda transportadora

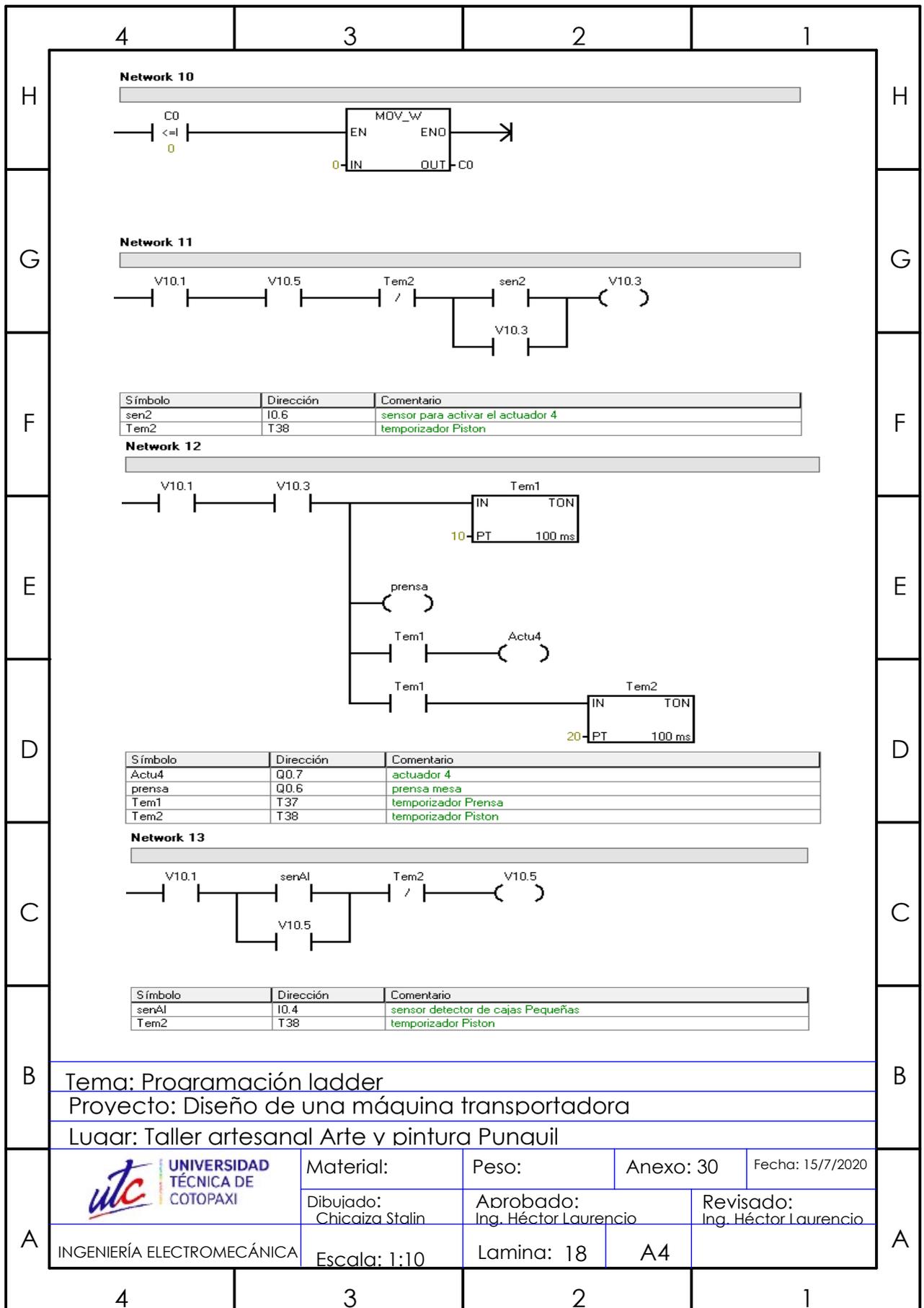


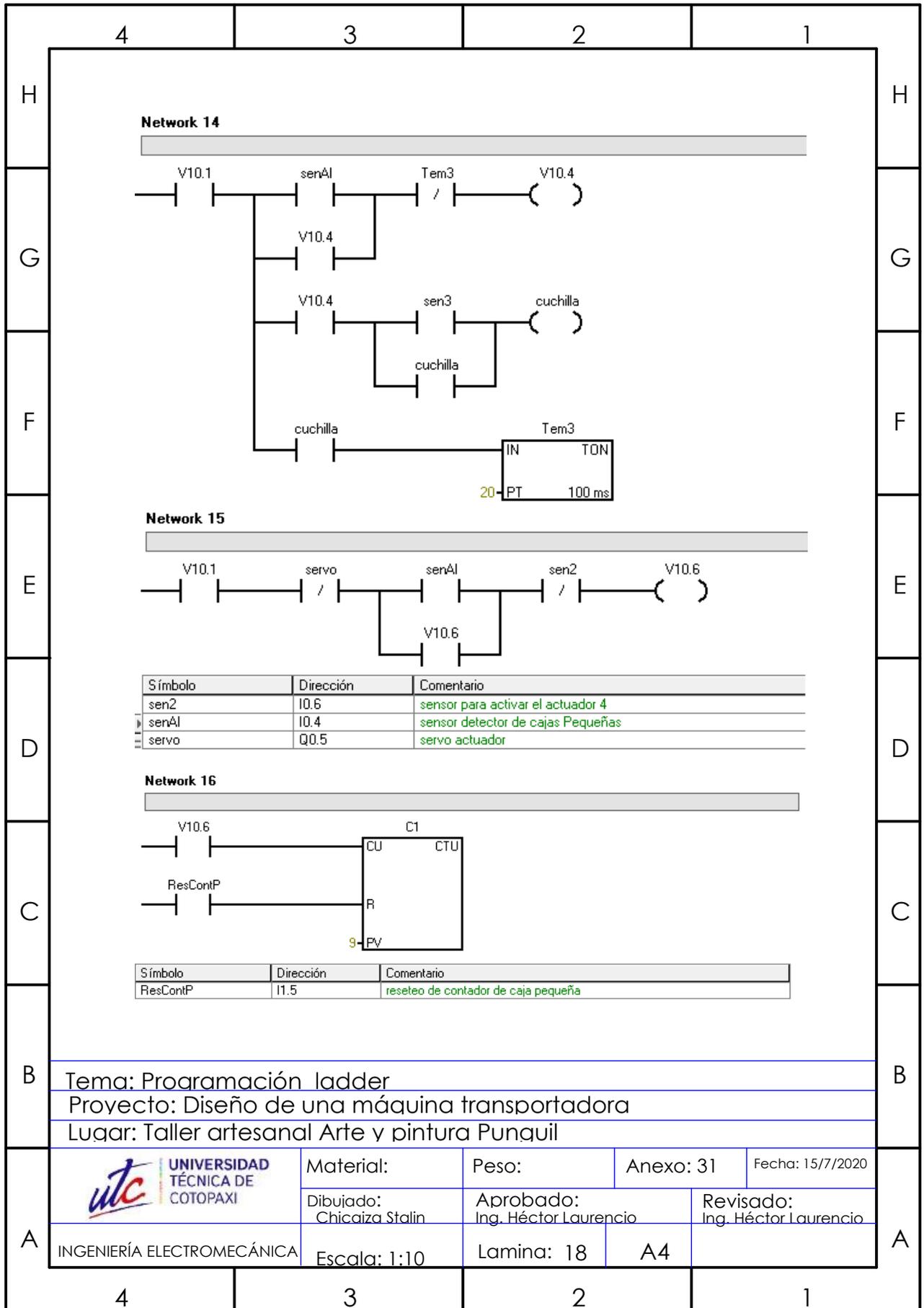


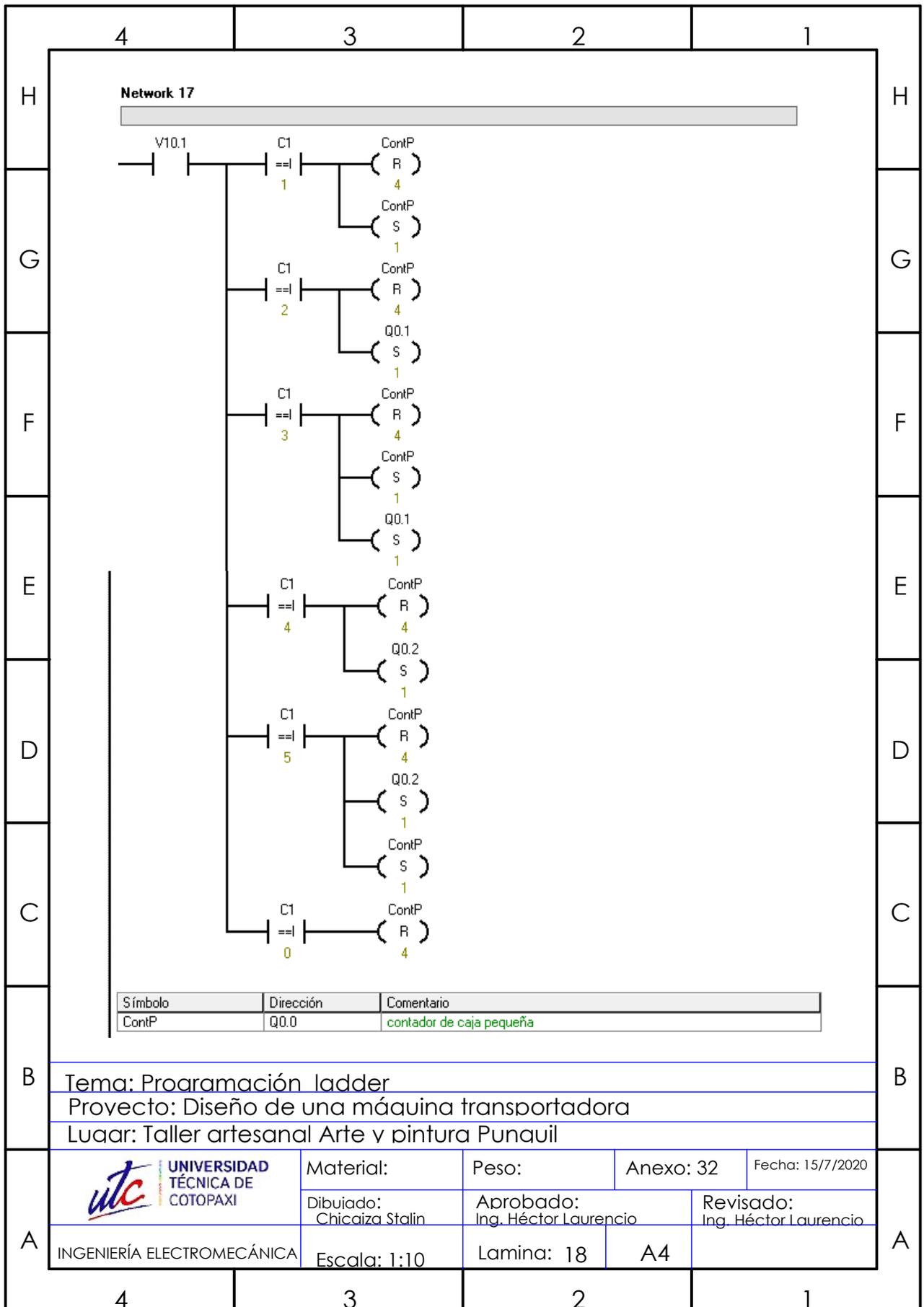


	4	3	2	1										
H	<b>MÁQUINA PRENSADORA</b> <b>Network 1</b> Título de segmento Comentario de segmento				H									
G	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PARO</td> <td>I0.5</td> <td>paro de emergencia</td> </tr> <tr> <td>SELEC</td> <td>I0.0</td> <td>Selector encendido y apagado del sistema</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	PARO	I0.5	paro de emergencia	SELEC	I0.0	Selector encendido y apagado del sistema	G
Símbolo	Dirección	Comentario												
PARO	I0.5	paro de emergencia												
SELEC	I0.0	Selector encendido y apagado del sistema												
F	<b>Network 2</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>APAGAR</td> <td>I0.1</td> <td>pulsador para apagar el sistema</td> </tr> <tr> <td>INICIO</td> <td>I0.2</td> <td>pulsador para iniciar el sistema</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	APAGAR	I0.1	pulsador para apagar el sistema	INICIO	I0.2	pulsador para iniciar el sistema	F
Símbolo	Dirección	Comentario												
APAGAR	I0.1	pulsador para apagar el sistema												
INICIO	I0.2	pulsador para iniciar el sistema												
E	<b>Network 3</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ledON</td> <td>Q1.7</td> <td>led indicador de estado encendido</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	ledON	Q1.7	led indicador de estado encendido	E			
Símbolo	Dirección	Comentario												
ledON	Q1.7	led indicador de estado encendido												
D	<b>Network 4</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ledON</td> <td>Q1.7</td> <td>led indicador de estado encendido</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	ledON	Q1.7	led indicador de estado encendido	D			
Símbolo	Dirección	Comentario												
ledON	Q1.7	led indicador de estado encendido												
C	<b>Network 5</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LedOFF</td> <td>Q1.6</td> <td>led indicadora de estado apagado</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	LedOFF	Q1.6	led indicadora de estado apagado	C			
Símbolo	Dirección	Comentario												
LedOFF	Q1.6	led indicadora de estado apagado												
B	<b>Network 6</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>banda</td> <td>Q0.4</td> <td>banda transportadora</td> </tr> <tr> <td>cuchilla</td> <td>Q1.4</td> <td>actuador cuchilla</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	banda	Q0.4	banda transportadora	cuchilla	Q1.4	actuador cuchilla	B
Símbolo	Dirección	Comentario												
banda	Q0.4	banda transportadora												
cuchilla	Q1.4	actuador cuchilla												
A	Tema: Programación Ladder Proyecto: Diseño de una máquina transportadora Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punguil				A									
	 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	Material: Dibujado: Chicaiza Stalin	Peso: Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Anexo: 28 Revisado: Ing. Héctor Laurencio	Fecha: 15/7/2020									
	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: 1:10	Lamina: 16	A4										
	4	3	2	1										

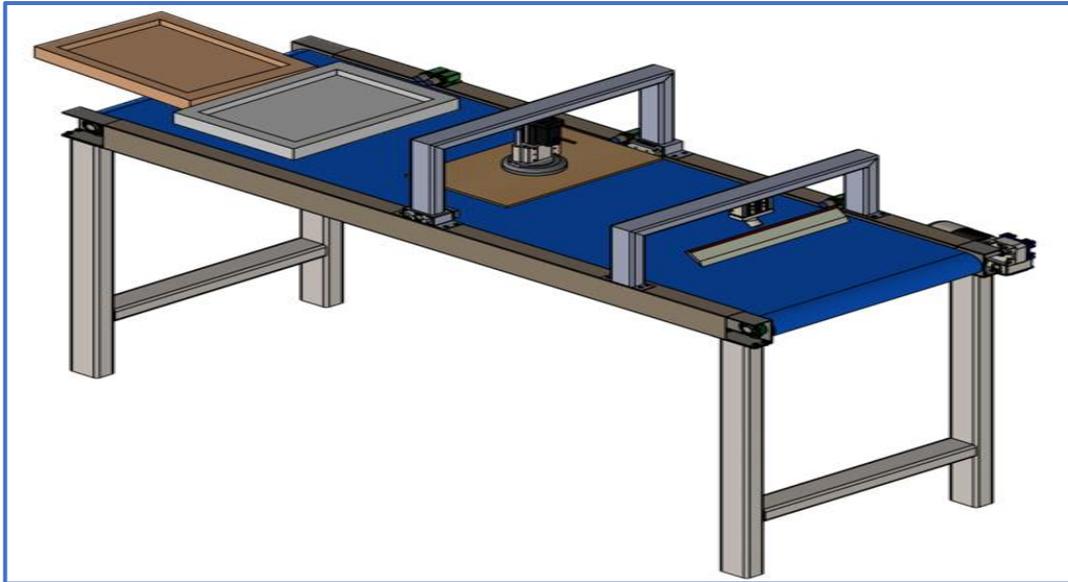
	4	3	2	1																
H	<p><b>Network 5</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>banda</td> <td>Q0.4</td> <td>banda transportadora</td> </tr> <tr> <td>cuchilla</td> <td>Q1.4</td> <td>actuador cuchilla</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	banda	Q0.4	banda transportadora	cuchilla	Q1.4	actuador cuchilla	H						
Símbolo	Dirección	Comentario																		
banda	Q0.4	banda transportadora																		
cuchilla	Q1.4	actuador cuchilla																		
G	<p><b>Network 6</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>senA4</td> <td>I0.3</td> <td>sensor detector de cajas Grande</td> </tr> <tr> <td>senA1</td> <td>I0.4</td> <td>sensor detector de cajas Pequeñas</td> </tr> <tr> <td>servo</td> <td>Q0.5</td> <td>servo actuador</td> </tr> <tr> <td>Tem2</td> <td>T38</td> <td>temporizador Piston</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	senA4	I0.3	sensor detector de cajas Grande	senA1	I0.4	sensor detector de cajas Pequeñas	servo	Q0.5	servo actuador	Tem2	T38	temporizador Piston	G
Símbolo	Dirección	Comentario																		
senA4	I0.3	sensor detector de cajas Grande																		
senA1	I0.4	sensor detector de cajas Pequeñas																		
servo	Q0.5	servo actuador																		
Tem2	T38	temporizador Piston																		
F	<p><b>Network 7</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>servo</td> <td>Q0.5</td> <td>servo actuador</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	servo	Q0.5	servo actuador	F									
Símbolo	Dirección	Comentario																		
servo	Q0.5	servo actuador																		
E	<p><b>Network 8</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ResContG</td> <td>I1.2</td> <td>reset contador caja grande</td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Comentario	ResContG	I1.2	reset contador caja grande	E									
Símbolo	Dirección	Comentario																		
ResContG	I1.2	reset contador caja grande																		
D	<p><b>Network 9</b></p>				D															
C	<p><b>Network 9</b></p>				C															
B	<p>Tema: Proaramación ladder</p> <p>Proyecto: Diseño de una máquina transportadora</p> <p>Lugar: Taller artesanal Arte y pintura Punquíl</p>				B															
A	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> </td> <td style="width: 25%;">Material:</td> <td style="width: 25%;">Peso:</td> <td style="width: 25%;">Anexo: 29</td> <td style="width: 20%;">Fecha: 15/7/2020</td> </tr> <tr> <td>Dibujado: Chicaiza Stalin</td> <td>Aprobado: Ing. Héctor Laurencio</td> <td colspan="2">Revisado: Ing. Héctor Laurencio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</td> <td>Escala: 1:10</td> <td>Lamina: 17</td> <td style="text-align: center;">A4</td> <td></td> </tr> </table>					Material:	Peso:	Anexo: 29	Fecha: 15/7/2020	Dibujado: Chicaiza Stalin	Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Revisado: Ing. Héctor Laurencio		INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: 1:10	Lamina: 17	A4		A	
	Material:	Peso:	Anexo: 29	Fecha: 15/7/2020																
	Dibujado: Chicaiza Stalin	Aprobado: Ing. Héctor Laurencio	Revisado: Ing. Héctor Laurencio																	
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: 1:10	Lamina: 17	A4																	
	4	3	2	1																





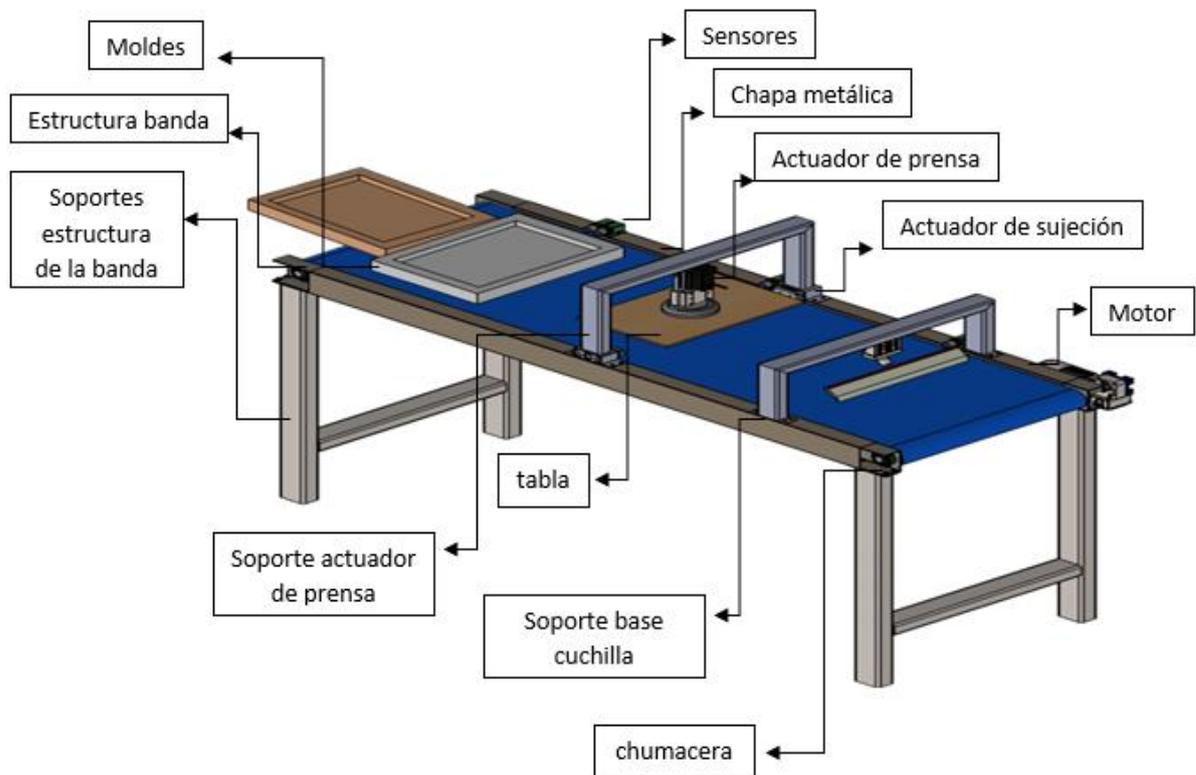


## ENSAMBLE DE UNA MÁQUINA PENSADORA DE CUADROS EN BARRO



### Información general

La máquina prensadora de cuadros cumple con las características de diseño que a continuación de detalla:



## PASO I DE ENSAMBLAJE

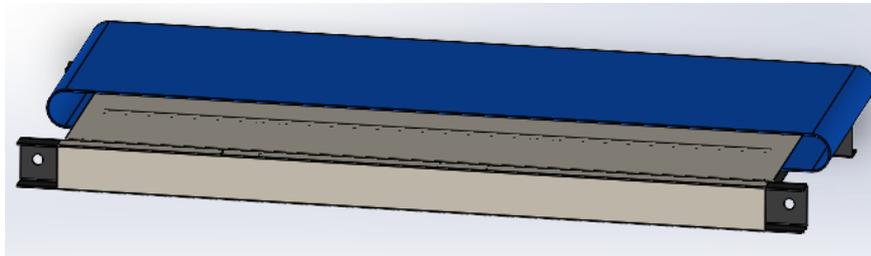
A) Soldar dos perfiles “C” paralelos con tubos rectangulares de acero inoxidable



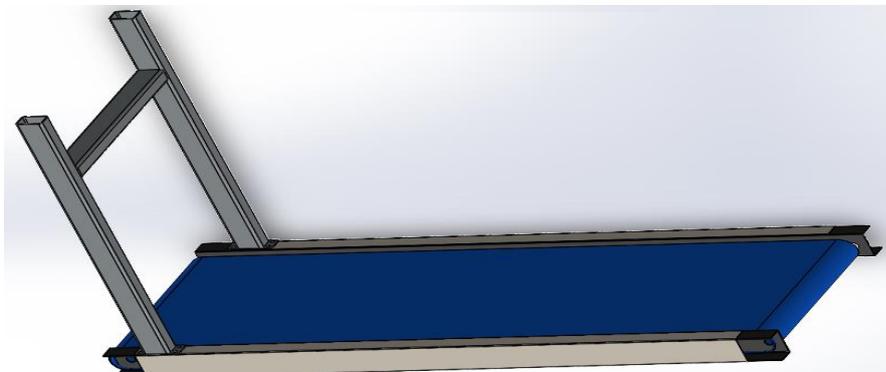
B) Colocar la plancha metálica en la base de la banda



C) Colocar la banda de pvc sobre la chapa metálica

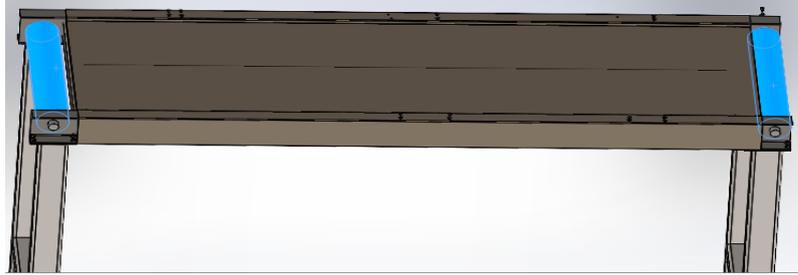


D) Para la sujeción de los apoyos de la banda transportadora se utiliza pernos hexagonales M10

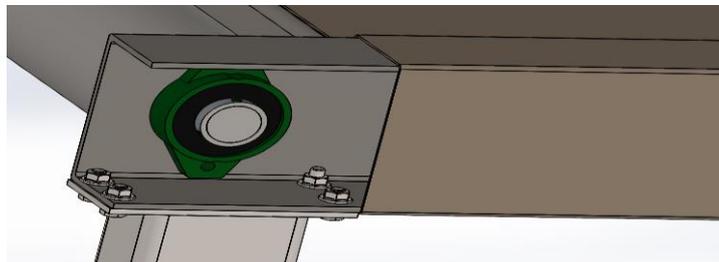


## PASO 2 DE ENSAMBLAJE

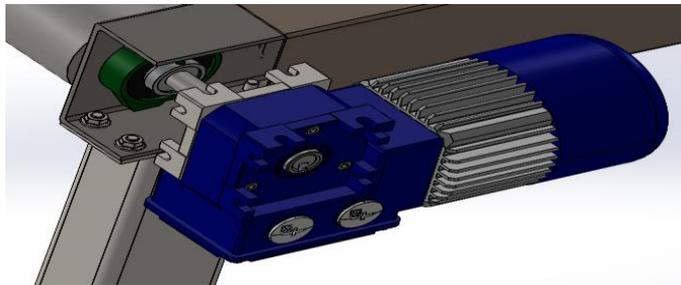
A) Colocación de rodillos



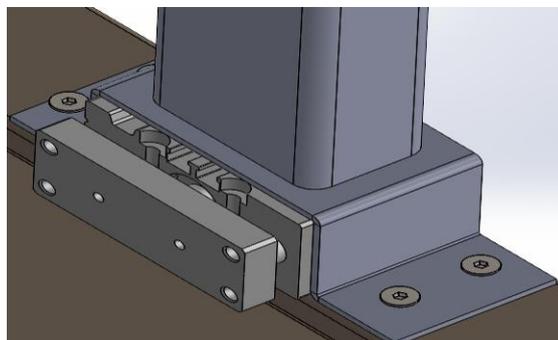
B) Colocación de 4 chumaceras y su ajuste con pernos M6



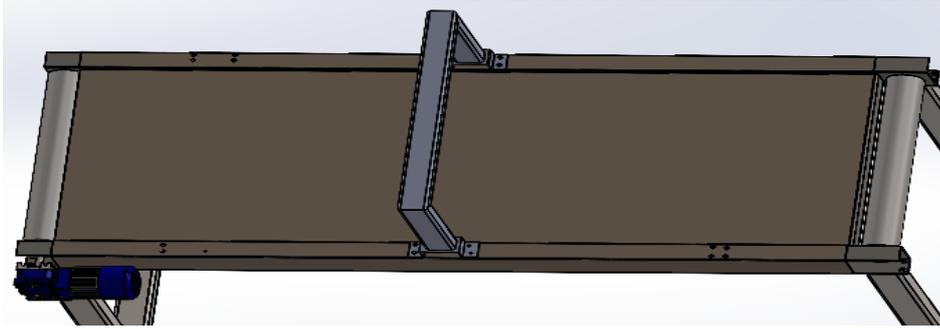
C) Colocación del motor monofásico



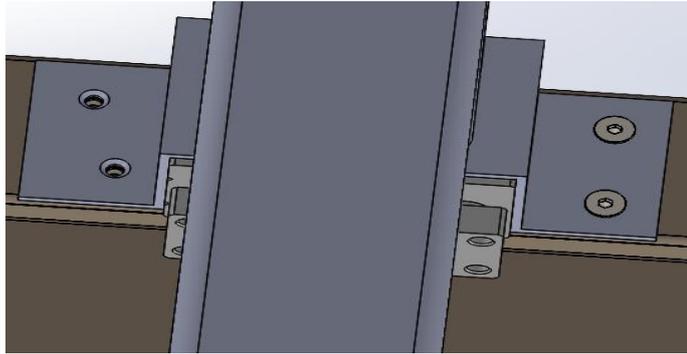
D) Sujeción del actuador



E) Colocación de los soporte del actuador de prensado

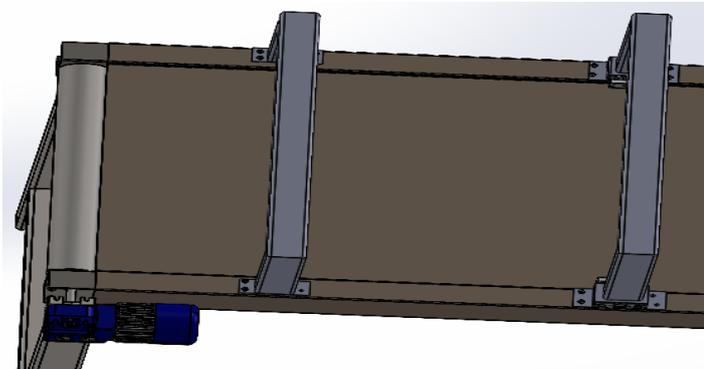


F) Ajuste de 8 tornillos allen M4



### **PASO 3 DE ENSAMBLAJE**

A) Colocación del soporte cuchilla



B) Colocación de caja de control

