



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS-CIYA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO  
CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN  
LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES “ASCALA” DEL  
CANTÓN LA MANÁ”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de  
Ingeniero Electromecánico

**AUTORES:**

Mayorga Gaibor Juan Carlos

Soliz Falcones Eduardo Josue

**TUTOR:**

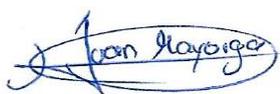
Ing. Morales Cevallos Jose Williams M.Sc.

**LA MANÁ-ECUADOR**  
**AGOSTO-2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros: Mayorga Gaibor Juan Carlos con cédula de ciudadanía 1250171194 y Soliz Falcones Eduardo Josue con cédula de ciudadanía 0503740722, declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES “ASCALA” DEL CANTÓN LA MANÁ”, siendo el Ing. Morales Cevallos José Williams M.Sc., tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná 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 nuestra exclusiva responsabilidad.



Mayorga Gaibor Juan Carlos  
C.I. 1250171194



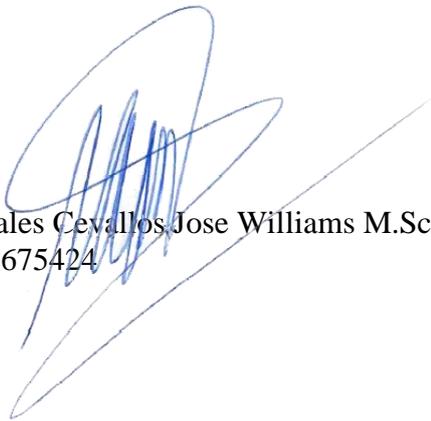
Soliz Falcones Eduardo Josue  
C.I. 0503740722

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES “ASCALA” DEL CANTÓN LA MANÁ” de Mayorga Gaibor Juan Carlos y Soliz Falcones Eduardo Josue de la carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, marzo de 2022



Ing. Morales Cevallos Jose Williams M.Sc.  
C.I. 0502675424  
**TUTOR**

## 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 extensión La Maná, y por la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto los postulantes: Mayorga Gaibor Juan Carlos con cédula de ciudadanía 1250171194 y Soliz Falcones Eduardo Josue con cédula de ciudadanía 0503740722, con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES “ASCALA” DEL CANTÓN LA MANÁ”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

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

La Maná, agosto del 2022

Para constancia firman:



Ing. Paco Jovanni Vásquez Carrera M.Sc  
C.I.: 0501753767  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Francisco Saúl Alcocer Salazar M.Sc.  
C.I.: 0503066797  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. William Paul Pazuña Naranjo M.Sc.  
C.I.: 0503338592  
**LECTOR 3 (SECRETARIO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Es meritorio dejar constancia de los significativos agradecimientos a todos los que nos han estado inmerso en el proceso de formación académica, orientación profesional y la vinculación con la comunidad; constituyéndonos en claros ejemplos de una sociedad moderna.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi y docentes por abrimos las puertas para fórmanos unos profesionales de excelencia para la sociedad.*

**Juan**

**Eduardo**

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto de investigación, realizado con profundo esfuerzo y anhelo de superación profesional lo dedico de manera especial a mis queridos padres; que son el pilar fundamental para emprender y culminar mi carrera universitaria.*

*Mi reconocimiento a mis familiares, docentes y amigos que inculcaron en mi persona los valores de persistencia, solidaridad y trabajo tesonero hasta alcanzar tan anhelada meta.*

**Juan**

*El siguiente proyecto de titulación previo a la obtención de ingeniero electromecánico se lo dedico principalmente a Dios que me ha brindado la salud y sabiduría para conseguir mi meta propuesta y a mi familia por estar apoyándome siempre.*

*A mi Abuelita María Villegas que ha estado desde el inicio siendo mi motor fundamental para no desmayar en mis estudios, además de su apoyo incondicional.*

*A mi novia y a todas esas personas que han estado apoyándome y que me acompañaron en esta etapa de formación profesional y humana.*

**Eduardo**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

**TÍTULO:** “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES “ASCALA” DEL CANTÓN LA MANÁ”

**Autores:**

Mayorga Gaibor Juan Carlos

Soliz Falcones Eduardo Josue

### RESUMEN

En la asociación de campesinos lamanenses “ASCALA” una de las actividades que realiza es la fabricación del chocolate que actualmente se lo realiza mediante métodos tradicionales. El chocolate tiene varios procesos para su obtención como producto final este proyecto tiene como alcance agilizar uno de estos procesos, es decir que este proyecto se basara principalmente implementación de una maquina horno tostador de cacao de capacidad de 15 kg para la producción de chocolate, esto implico realizar una recopilación de datos donde se muestra como realizar un correcto tostado de cacao para mantener una buena calidad del mismo. Posteriormente se realizó la búsqueda de los componentes que intervenían en la creación de la maquina en donde se obtuvo que uno de los principales componentes para la fabricación de la misma es el acero AISI 430 que es adecuado para trabajar con alimentos, en la parte de los subsistemas en donde se crea la parte autónoma de la máquina es la implementación de un controlador de temperatura que incluye un sensor de temperatura que permita al operador controlar la temperatura de la cámara de tostado que funciona de manera automática. Controlando la temperatura de las resistencias, con la ayuda de un operador que se encarga de la revisión del grano del cacao tostado así poder certificar una buena calidad del tostado. Como conclusiones tenemos que la máquina agiliza el proceso del tostado del cacao, reduce el tiempo del operador en el proceso de tostado del cacao.

**Palabras clave:** tostador, cacao, resistencia, control.

## **ABSTRACT**

In the association of farmers from La Maná "ASCALA" one of the activities carried out is the manufacture of chocolate, which is currently done by traditional methods. Chocolate has several processes to be obtained as a final product. This project has as scope to streamline one of these processes, that is to say, that this project is based mainly on the implementation of a cocoa roaster oven machine with a capacity of 15 kg for the production of chocolate, this involved a collection of data showing how to make a correct roasting of cocoa to maintain a good quality of it. Subsequently, a search for the components involved in the creation of the machine was carried out, where it was found that one of the main components for the manufacture of the machine is AISI 430 steel, which is suitable for working with food. In the part of the subsystem, where the autonomous part of the machine is created, a temperature controller was implemented that includes a temperature sensor that allows the operator to control the temperature of the roasting chamber, which works automatically. Controlling the temperature of the resistors, with the help of an operator who is in charge of checking the roasted cocoa beans in order to certify a good roasting quality. In conclusion, we have that the machine speeds up the process of cocoa roasting, and reduces the time of the operator in the process of cocoa roasting.

**Keywords:** roaster, cocoa, resistance, control.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO. ....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4.1. Beneficiarios Directos .....	3
4.2. Beneficiarios Indirectos.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
5.1. Planteamiento del problema .....	4
5.2. Preguntas de investigación .....	4
5.3 Delimitación del problema .....	4
5.3.1. Delimitación espacial .....	4
5.3.2. Delimitación temporal .....	5
5.3.3. Delimitación conceptual.....	5

6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. El cacao.....	6
8.2. Características de las semillas de cacao .....	7
8.3. Secado.....	8
8.4. Producción de chocolate.....	8
8.4.1. Humedad.....	8
8.4.2. Curva de tueste .....	9
8.5. Transferencia de calor por inducción .....	10
8.6. Tipos de tostadores .....	11
8.7. Máquina eléctrica rotativa .....	12
8.7.1. Clasificación de motores eléctricos .....	13
8.8. Sistema de accionamiento .....	14
8.8.1. Interruptor.....	15
8.8.2. Contactor .....	15
8.9. Controladores de temperatura.....	15
8.10. Dispositivos de protección.....	16
8.11. Tableros .....	16
8.11.1. Tableros de Control o Comando.....	16
8.12. Transmisión de potencia.....	16
8.12.1. Acoples .....	17
8.12.2. Elementos flexibles.....	17

8.12.3. Transmisión por bandas.....	17
8.12.4. Bandas planas .....	17
8.12.5. Bandas trapezoidales .....	18
8.12.6. Bandas redonda.....	18
8.12.7. Bandas sincronizadas.....	18
8.12.8. Reductores de velocidad.....	19
8.13. Soldadura.....	19
8.13.1. Proceso de soldadura SMAW.....	19
8.13.2. Proceso de soldadura TIG.....	20
8.14. Diagrama de flujo del funcionamiento de la maquina horno tostador de cacao.....	21
8.14.1. Descripción del diagrama de flujo del proceso de tostado del cacao .....	21
8.15. Esquema de la cámara de tostado .....	22
8.16. Diseño de máquina tostadora de cacao.....	22
8.16.1. Materiales que se usan para la fabricación de la maquina tostadora.....	23
8.16.2. Cálculo de espesor de lámina de cilindro de cámara de tostado .....	23
8.16.3. Cálculo de potencia del motor .....	24
8.16.4. Alimentación del motor .....	24
8.16.5. Selección de conductores.....	24
8.16.6. Selección del cable de alimentación .....	25
8.16.7. Selección de la sección del cable.....	25
8.16.8. Diseño de una transmisión mediante bandas .....	26
8.16.9. Cálculo de ciclo de vida chumaceras.....	28
8.16.10. Cálculo de factor de seguridad del eje.....	29
8.17. Diseño del sistema de control de temperatura .....	32
9.. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	33

9.1.. Contexto geográfico .....	33
9.2. Tipos de investigación .....	33
9.2.1. Investigación cualitativa .....	33
9.2.2. Investigación Cuantitativa .....	34
9.2.3. Métodos de Investigación .....	34
9.2.4. Hipótesis del proyecto .....	35
9.2.5. Preguntas científicas .....	35
9.3. Plan de recolección de la información.....	35
9.4. Plan de procesamiento de la información.....	36
9.5. Selección de alternativas de diseño .....	36
9.5.1. Tostadoras de cacao.....	36
9.6. Diseño.....	38
9.6.1. Especificaciones .....	38
9.6.2. Cámara de tostado .....	38
9.6.3. Tolva alimentadora.....	38
9.6.4. Cámara de enfriado.....	39
9.6.5. Cálculos de espesor de placa de cámara.....	40
9.6.6. Cálculos de espesor de placa de enfriado.....	40
9.6.7. Selección de electrodo para soldadura.....	40
9.6.8. Cálculo de la potencia del motor .....	42
9.6.9. Selección de conductores.....	42
9.6.10. Selección del cable de alimentación.....	43
9.6.11. Selección de interruptor termomagnético.....	45
9.6.12. Selección de resistencias .....	45
9.6.13. Selección de los elementos de control.....	46

9.6.14. Cálculo del factor de seguridad del eje.....	47
9.6.15. Selección de sistema de transmisión .....	50
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	53
10.1. Implementación del sistema de tostado en el proceso .....	53
10.1.1. Tiempo de Tueste .....	53
10.1.2. Porcentaje de humedad.....	53
10.1.3. Consumo de la tostadora.....	54
10.1.4. Ventajas de tostadora.....	55
11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	55
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
12.1. Conclusiones.....	56
12.2. Recomendaciones .....	57
13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA .....	57
14. ANEXOS .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Socios de “ASCALA” .....	3
Tabla 2. Habitantes del Cantón La Maná .....	4
Tabla 3. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	5
Tabla 4. Factor de acabado superficial .....	30
Tabla 5. Valores de factor de temperatura.....	31
Tabla 6. Factores confiabilidad .....	32
Tabla 7. Criterios de evaluación .....	37
Tabla 8. Evaluación de alternativas .....	37
Tabla 9. Selección de conductores .....	43
Tabla 10. Selección de conductores de alimentación .....	44
Tabla 11. Selección de material de resistencias .....	45
Tabla 12. Datos de tueste de cacao.....	53
Tabla 13. Porcentaje de humedad.....	54
Tabla 14. Tabla de consumo de energía. ....	54
Tabla 15. Costos del proyecto .....	55
Tabla 16. Ficha de seguridad y riesgos.....	78
Tabla 17. Mantenimiento preventivo y correctivo de la máquina .....	80
Tabla 18. Manual de limpieza .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cacao Nacional	7
Figura 2. Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación	9
Figura 3. Proceso de calentamiento por inducción	10
Figura 4. Tostador continuo.	11
Figura 5. Tostador discontinuo.	11
Figura 6. Tostador de microondas	12
Figura 7. Tostador de resistencias	12
Figura 8. Motor eléctrico.	13
Figura 9. Clasificación de motores eléctricos	14
Figura 10. Interruptor.	15
Figura 11. Contactor.	15
Figura 12. Tablero de control	16
Figura 13. Acoplamientos.	17
Figura 14. Tipos de poleas	18
Figura 15. Reductor de velocidad.	19
Figura 16. Proceso SMAW	20
Figura 17. Soldadura TIG.	20
Figura 18. Diagrama de flujo del tostado del cacao	21
Figura 19 Esquema de la tostadora de cacao	22
Figura 20. Diagrama de control de temperatura	32
Figura 21. Ubicación Google Maps de la Asociación ASCALA	33
Figura 22. Cámara de tostado	38
Figura 23. Tolva	39
Figura 24. Cámara de enfriado	39
Figura 25. Propiedades del acero AISI 430	41
Figura 26 Diagrama de Schaeffler	41
Figura 27. Temperatura de materiales de resistencias	45
Figura 28. Sensor tipo J	46
Figura 29. Controlador de temperatura	47
Figura 30. Goodman-modificado	50
Figura 31. Tablero de control.	77

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### **Título del Proyecto:**

Implementación de una máquina horno tostador de cacao con capacidad de 15 kg para la producción de chocolate en la asociación de campesinos lamanenses “ASCALA” del cantón la Maná

<b>Fecha de inicio:</b>	Abril del 2022
<b>Fecha de finalización:</b>	Agosto del 2022
<b>Lugar de ejecución:</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
<b>Unidad académica que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
<b>Carrera que auspicia:</b>	Ingeniería Electromecánica
<b>Proyecto de investigación vinculado:</b>	La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social
<b>Equipo de trabajo:</b>	
<b>Tutor del Proyecto:</b>	Ing. Morales Cevallos José Williams M.Sc.
<b>Postulante:</b>	Mayorga Gaibor Juan Carlos Soliz Falcones Eduardo Josue
<b>Área de conocimiento:</b>	Ingeniería, Industria y Construcción
<b>Línea de investigación:</b>	Procesos Industriales
<b>Sub líneas de investigación de la carrera:</b>	Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos
<b>Núcleo Disciplinar:</b>	Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación.

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO.

El chocolate, producto obtenido del cacao, proviene de la palabra “xocoatl”, el cacao ya se cultivaba en los años 1600, en tierras regadas por afluentes del río arriba de Guayaquil, por lo que se le llamo cacao arriba o “caco fino”, fue llevado a España en tiempos en los tiempos de conquista de América, por Hernán Cortes, donde se consideraba una bebida exclusiva (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2010).

El cacao, según la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación en ( León, Calderón, & Mayorga, 2016) palabra interpretada por los griegos como “comida de los dioses” es original de América, usados por los Mayas como moneda y los Aztecas lo consumían en la alta sociedad.

El proceso de producción del chocolate, consta de: Cultivo, desgrane, fermentación, secado, almacenaje, trituration, tostado, molienda, mezclado, refinación, conchado, mezclado con ingredientes, moldeo y empaquetado (Sánchez, 2018).

Ecuador es uno de los mayores productores de cacao a nivel mundial, a pesar de eso apenas el 5% de producción de cacao se destina para elaboración de chocolate, dentro del país, por tanto hay una gran oportunidad en la explotación de esta actividad industrial y comercial (Valencia & Donoso, 2019).

En la industria de elaborados del procesamiento del cacao, con producto final chocolate, destinan su producto para exportación y para consumo interno, donde a más de las grandes empresas, también están las pequeñas y micro empresas de elaboración de chocolate, en su mayoría con el 100% de capital nacional, siendo dominado este segmento por las pequeñas empresas en un 66% de participación (Vicepresidencia del Ecuador, 2013).

En el cantón la Mana, provincia de Cotopaxi, la asociación de productores de chocolate ASCALA, del sector de pequeñas empresas (PYMES), los que tienen un proceso de producción manual, en especial en la parte de tueste del cacao, situación que se presenta como una oportunidad de mejora, en el sentido de incrementar la producción y mejorar la calidad del producto final.

Con la propuesta de implementación de una máquina semiautomática para el proceso de tueste del cacao, se pretende tecnificar el proceso productivo, controlar la temperatura de tueste y el

tiempo, garantizando llegar al punto de elaboración requerida, además de disminuir tiempos de producción.

La capacidad requerida para la máquina tostadora es de 15 kg, con fuente de calentamiento por medio de resistencias, el movimiento del tostador en base a un motor eléctrico, y un sistema de enfriamiento con una turbina eléctrica.

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Uno de los productores en el cantón de La Maná, del sector PYMES de la elaboración de chocolate es la Asociación de Campesinos Lamanenses “ASCALA”, quienes aún mantienen un sistema de producción manual y tradicional, en cuanto al tostado del cacao, lo que implica esfuerzos innecesarios del operador, elevados tiempos de producción, baja calidad del producto, y gastos de producción altos.

Ante lo expuesto se plantea implementar una máquina semiautomática, mediante un control de temperatura del grano de cacao procesado dentro del tostador, además de tener accesibilidad a la verificación visual del producto. Así lo establece (Rodríguez & González, 2018) afirmando que la automatización de los procesos de producción, impactan directamente en los índices de eficiencia, además que los controles distribuidos son muy aplicables para el sector de la industria alimenticia.

Con la implementación de este proyecto se prevé incrementar significativamente la producción del tostado del cacao, disminuir la carga de esfuerzo y tiempo del operador, así como de ahorrar en costos de mantenimiento de la línea de fabricación, innovando de esta manera para mejorar en la competitividad de “ASCALA”.

### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

#### 4.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto son las personas que son parte de la Asociación de Campesinos Lamanenses “ASCALA”.

**Tabla 1.** Socios de “ASCALA”

Hombres	Mujeres	Total
16	4	20

Fuente: Actas de “ASCALA”

## 4.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto son todos los pobladores del cantón La Maná.

**Tabla 2.** Habitantes del Cantón La Maná

Hombres	Mujeres	Total
21.420	20.796	42.216

Fuente: INEC 2020

Es así que se puede entender que se tiene un total de 42216 beneficiarios indirectos, que comprende a la población del cantón de La Maná.

## 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 5.1. Planteamiento del problema

En la actualidad la gran demanda del chocolate ecuatoriano a nivel mundial, por la calidad ya fama, exige cada vez un producto de calidad competitiva y el aumento de su volumen de producción con máquinas industrializadas (Guzmán, 2016).

La “ASCALA”, produce chocolates con métodos artesanales y manuales, lo que se convierte en un problema para la productividad y calidad del producto. Uno de los cuellos de botella en la producción es el tostado del cacao, pue se requiere de un operador a tiempo completo, con manipulaciones constantes del producto en proceso, presentando serias consecuencias en la persona, con la presencia de lesiones corporales, además de tener baja productividad por los tiempos elevados de procesamiento, y una calidad heterogénea, al no contar con instrumentación para controlar la temperatura de tostado, como resultado se obtiene un producto de baja calidad y con grandes costos de producción, limitando la utilidad y competitividad de la asociación.

### 5.2. Preguntas de investigación

¿Cuáles son las necesidades de la asociación “ASCALA”, en base a la elaboración de chocolates?

### 5.3. Delimitación del problema

#### 5.3.1. Delimitación espacial

La investigación y su desarrollo se realizarán en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi.

### 5.3.2. Delimitación temporal

La investigación y desarrollo se efectuará de abril 2022 a agosto 2022.

### 5.3.3. Delimitación conceptual

El proyecto se encuentra dentro del área de diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

Implementar un horno tostador de cacao con capacidad de 15 kg para la producción de chocolate en la asociación de campesinos Lamanenses “ASCALA” del cantón La Maná.

### 6.2. Objetivos específicos

- Identificar los distintos procesos de tostado de cacao existentes actualmente en el mercado el mercado.
- Diseñar la máquina tostadora de cacao de acuerdo a los requerimientos expuestos por la asociación.
- Comprobar el funcionamiento y utilidad del horno tostador de cacao con capacidad de 15 kg para la producción de chocolate en la asociación de campesinos Lamanenses “ASCALA” del cantón La Maná.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

**Tabla 3.** Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados de las actividades</b>	<b>Descripción (técnicas e instrumentos)</b>
Identificar los distintos procesos de tostado de cacao existentes actualmente en el mercado el mercado.	Investigar sobre las máquinas existentes en el mercado para el tostado del cacao.	Conocer sobre cuál sería una mejor opción en la asociación para realizar el diseño de la máquina horno tostador de cacao.	Búsqueda de información mediante revistas, catálogos, manuales técnicos, de máquinas que cumplan funciones similares al de la propuesta.

Diseñar la máquina tostadora de cacao de acuerdo a los requerimientos expuestos por la asociación.	Realizar el dimensionamiento de la máquina. Selección de materiales para su implementación en la máquina.	Obtener información sobre las dimensiones de la máquina horno tostador de cacao. Saber el tipo de materiales de acuerdo a las exigencias que demanda la construcción del horno tostador.	El diseño de la máquina se realizara de acuerdo a los parámetros y requerimientos que necesita el cacao para su tueste, con la ayuda de software de diseño, además de la selección de materiales que la funcionalidad demanda.
Comprobar el funcionamiento y utilidad del horno tostador de cacao con capacidad de 15 kg para la producción de chocolate en la asociación de campesinos Lamanenses "ASCALA" del cantón La Maná.	Construcción de la máquina tostadora de cacao con capacidad de 15 kg.	Concluir la máquina para la evaluación de su funcionamiento.	Se construirá la máquina con procedimientos mecánico, para la transformación de materiales, y la instalación de componentes eléctricos.

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1. El cacao

Según Hardy el origen de la palabra cacao, proviene de la lengua Maya, de la conjugación de las palabras kab y kaj, que significa jugo amargo, se lo encontró originalmente en los bosques de la zona baja de Centro América, y el norte de América del Sur, donde el clima es cálido (Hardy, 1961).

El nombre botánico es *Theobroma Cacao* L, es un árbol de tamaño mediano, clasificado dentro de la familia de las esterculiáceas, crece en un clima tropical, así lo enuncia Giusti en (León, Calderón, & Mayorga, 2016). También denominado como Cacaotero, el árbol de cacao, crece hasta diez metros de altura, y necesita de sombra y protección del viento, para desarrollarse, los terrenos deben estar a una altura de 400 m.s.n.m, con suelos ricos en nitrógeno y potasio, las cosechas se dan en dos veces al año (Ramírez, 2018).

El cacao es el principal ingrediente del chocolate, proviene de la palabra chacau, que significa, alguna cosa caliente, originalmente es una bebida de la cultura Maya, los que lo preparaban caliente o fría, con azúcar o leche, las almendras de cacao se llegó a usar como intercambio comercial, llegando a Europa por medio de Cristóbal Colón, como un souvenir y por Cortez ya como un valor comercial, fue muy aceptado y mayormente usado en las clases más ricas (Hardy, 1961).

En Ecuador la producción del Cacao, como lo indica (Morales, y otros, 2018) es un sector de gran importancia, ya que genera fuentes de empleo directo e indirectos, los pequeños productores como asociaciones comercializan con intermediarios y grandes productores. Según él (ANECACACO, 2019) es uno de los principales productos de exportación, contribuye con el 5% de la población económicamente activa (PEA) y con el 15 % de la PEA rural, principalmente en las provincias costeras.

**Figura 1.** Cacao Nacional



**Fuente:** Mayorga J., Soliz E.

## **8.2. Características de las semillas de cacao**

“El fruto es una mazorca de forma alargada, de verde cambia a color rojo o amarillo púrpura y pesa aproximadamente 450g cuando está madura, mide de 15 a 30cm de largo por 7 a 12cm de ancho. La superficie de la mazorca es rugosa, por lo general se caracteriza por tener cinco surcos profundos a lo largo de la mazorca” (Beckett, 2009).

Los granos de cacao son anchos y alargados y que varían su tamaño de acuerdo a la especie o tipo que cacao, como por ejemplo el cacao tipo criollo son redondas en la parte más larga y otras son aplanadas como los casos del cacao nacional. Los diferentes tipos de cacao poseen un recubrimiento protector encargado de proteger los cotiledones llamado mucilago, es dulce y además permite la fermentación de las semillas.

### **8.3. Secado**

El proceso de secado es fundamental para el tueste y el mantenimiento del grano del cacao según (Reyes & Capriles, de Reyes, 2000), menciona que el cacao debe llegar a una fermentación final de la fermentación llega a 45-60% y debe descender hasta un valor cercano de 7-8%, porque si desciende de esta las almendras se tornan quebradizas y si están por encima adquieren un olor desagradable, y se hacen susceptibles al ataque de hongos y pierden su valor comercial.

### **8.4. Producción de chocolate**

Para la producción del chocolate según Oliveras se necesita una mezcla de polvo de cacao, manteca de cacao y luego otros ingredientes complementarios, las fases de fabricación consiste en: tostado, molienda, mezcla, conchado, templado, moldeado y envasado. En el presente proyecto vamos a centrarnos en el tostado, y empieza después de limpiar el cacao crudo, con tamizadores, se procede con el tueste para encontrar el punto aromático y de sabor, la temperatura del proceso es de 130 grados centígrados en un tiempo de 15 a 20 minutos (Oliveras, 2007). El proceso de tostado del grano de cacao, es esencial para conseguir transformaciones deseables como en la manteca de cacao, composición de ácidos grasos, peróxidos, influyendo directamente factores como la temperatura, la humedad, la velocidad de flujo de aire, la temperatura de tostado recomendada es de 135° a 150°C (Zyzelewicz, y otros, 2014). En un estudio realizado por (Aldave , 2016) para alcanzar las mejores características sensoriales del chocolate, se empleó temperaturas de tostado de 130°C en un tiempo de 50 minutos.

“El tostado del cacao es un paso esencial para desarrollar aún más el sabor del chocolate a partir de los precursores formados durante la fermentación y el secado. El tostado de granos enteros afloja la cáscara, que luego fácilmente son removidos al descascarillar. Antes del tostado, los granos de cacao tienen un contenido amargo, ácido y astringente y sabores a nuez”. (Gutierrez, 2015)

#### **8.4.1. Humedad**

Según Nebesny y Rutkowski mencionan que el propósito del tostado del cacao se lo realiza para; la disminución de humedad de los granos de un 7-8% hasta llegar a un 2,5%, además de la eliminación de compuestos volátiles no deseados que tiene el cacao como uno de ellos el

ácido acético y siguiente propósito es propocito es la generación de nuevos compuestos volátiles, es decir donde comienzan el origen de aromas térmicos. (Nebesni & Rutkowski, 1998)

#### 8.4.2. Curva de tueste

En el tostado del grano según (Gutierrez, 2015)se tiene las siguientes fases:

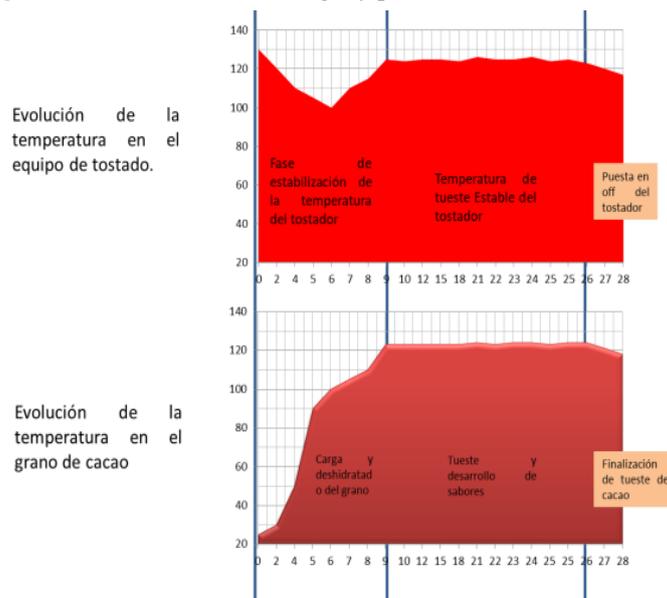
Fase de precalentamiento, se calienta la unidad de tueste, en un rango de temperatura entre 10 y 20 °C sobre la temperatura de tueste.

Fase de estabilización, se alcanza temperaturas uniformes, donde el grano se deshidrata, interviene factores de máquina, como la velocidad de flujo de aire permitido, y la velocidad de rotación del tambor.

Fase de tueste y desarrollo de sabores, se alcanza la temperatura definida para el tueste, y es donde se realiza el tueste en sí, la variable del tiempo depende del tamaño del grano y la capacidad de la máquina.

Fase de finalización de tueste, es también denominado la fase de desarrollo de sabores, se caracteriza por la facilidad de descascarillado, es importante percibir que el grano no sea imposible de descascarillar y no quede crudo.

**Figura 2.** Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación



**Fuente:** (Gutierrez, 2015)

### 8.5. Transferencia de calor por inducción

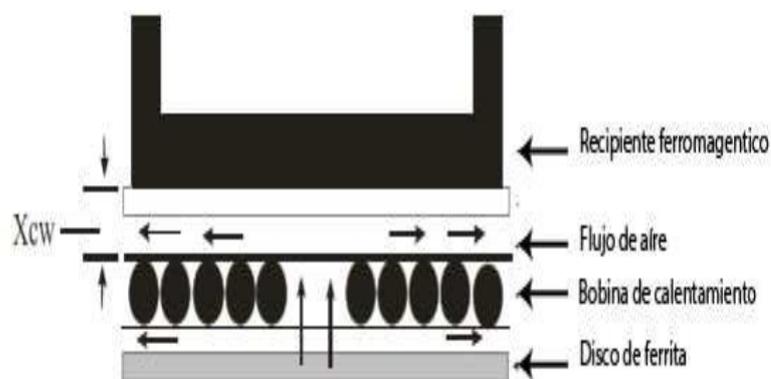
Para el calentamiento según expresa Pozo es que existe diversas formas de transferir calor, una de ellas es el método de inducción, se basa en la teoría electromagnética, fenómeno que se evidencia cuando una bobina de calentamiento, genera un campo magnético que varía en función del tiempo y del tipo de material del recipiente del material a ser calentado, se caracteriza por no entrar en contacto la bobina y el material del recipiente (Pozo, 2016).

Los fundamentos de la transferencia de calor por inducción, para ser aplicado como calentamiento, según (FAGOR BRANDT, 2014) la define como las corrientes de un campo magnético generados de una masa ferromagnética, por la acción de un campo magnético variable, se relaciona con la teoría del efecto Joule. En el mismo contexto (FAIRCHILD, 2013) describe este fenómeno, donde la corriente pasa por un circuito cerrado, inducido por la fluctuación de otro circuito contiguo, relacionado con los descubrimientos de Faraday.

Expresa Pozo que en el calentamiento por inducción es importante nombra al efecto piel y penetración, que es cuando las corrientes de Foucault son inducidas en el material e trabajo, para que fluyan en la capa superficial, es decir la profundidad de calentamiento, las cuales varían según las propiedades del material tales como: resistividad eléctrica, densidad y permeabilidad relativa magnética y la frecuencia (Pozo, 2016).

En la aplicación de este fenómeno se utiliza boninas espiral, de tipo plana, placa de ferrita para reducción de resistencia del conductor, distancia entre el recipiente a calentar, para garantizar un flujo magnético máximo (Shina, 2012).

**Figura 3.** Proceso de calentamiento por inducción



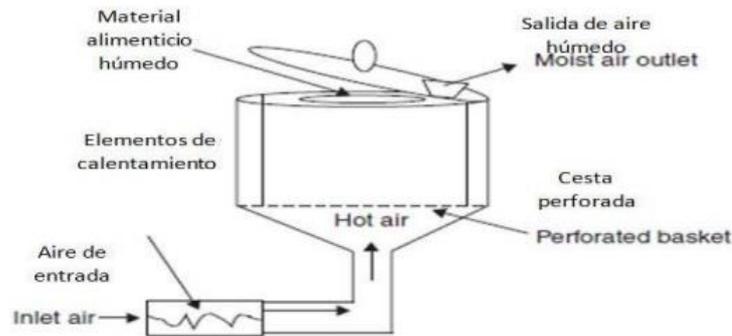
Fuente: (Shina, 2012)

## 8.6. Tipos de tostadores

Los granos se tostan por procedimientos continuos o discontinuos, se calienta el producto directamente con la llama o indirecta, por medio de infrarrojos, microondas, y tostadores de tambor rotativo, en este concepto se clasifica en: tostador continuo, discontinuo, y de microonda.

Tostador Continuo, según (Iman & Quillilli, 2019) es en base de aire, el cual entra por la parte baja, donde es calentado, para luego pasar a la tolva por medio de una tapa perforada, para distribuir el aire caliente sobre el grano, provocando que la humedad se expulsado por la parte superior,

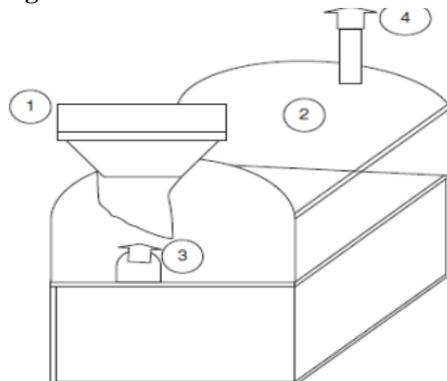
**Figura 4.** Tostador continuo.



**Fuente:** (Noor, Jinap, & Nazamid, 2009)

Tostador discontinuo, consiste en la recirculación de aire, el que es calentado por medio de quemadores de gas, dispone de una cámara de tostado, el cual es un tambor giratorio, para garantizar una buena mezcla y tostadura uniforme (Iman & Quillilli, 2019).

**Figura 5.** Tostador discontinuo.



**Fuente:** (Noor, Jinap, & Nazamid, 2009)

Tostador de microonda, es el método más rápido de tostado del grano, al inducir ondas a frecuencias de 950 a 245 MHz, generadas por una fuente denominada magnetrón, el tiempo de

tostado es de hasta 10 veces menor al de los otros métodos, obteniendo una gran productividad en el proceso (Iman & Quillilli, 2019).

**Figura 6.** Tostador de microondas



**Fuente:** (Umberto, 2016)

Tostador por inducción de resistencias eléctricas, el calentamiento de este tipo de tostadora se da con la aplicación de resistencias eléctricas, dispuestas en forma de bobinas, la cual se encarga de generar un campo magnético para para crear calor en el sistema.

La cámara de tueste es en forma cilíndrica, donde se aloja las resistencias, y además es rotatoria para el calentamiento uniforme del grano. La característica principal es que es un sistema energético eficiente.

**Figura 7.** Tostador de resistencias



**Fuente:** (Pozo, 2016)

### 8.7. Máquina eléctrica rotativa

La definición de acuerdo a Serrano & Martínez, las maquinas eléctricas rotativas, a las que transmiten energía mecánica a partir de energía eléctrica, debido a la interacción entre la

corriente que fluye y el campo magnético, produciendo fuerzas y por tanto movimiento, el ejemplo más común es el motor eléctrico. (Serrano & Martínez, 2017).

**Figura 8.** Motor eléctrico.



**Fuente:** (Maquinagro S.A., 2016)

### **8.7.1. Clasificación de motores eléctricos**

Los motores eléctricos se clasifican en grupos grandes de acuerdo a la tensión que recibe, y son de corriente alterna, corriente continua y otros, según la figura siguiente, se indica la clasificación extendida de los motores (Gálvez, 2016).

#### **8.7.1.1. Motores de corriente alterna**

El motor de corriente alterna son los que se alimentan con este tipo de tensión, y se dividen en sincrónicas y asincrónicas, la primera es cuando la velocidad de rotación del rotor es proporcional a la frecuencia de la tensión eléctrica. En la segunda la velocidad del estator es independiente de la frecuencia de la tensión.

#### **8.7.1.2. Motores Asincrónicos**

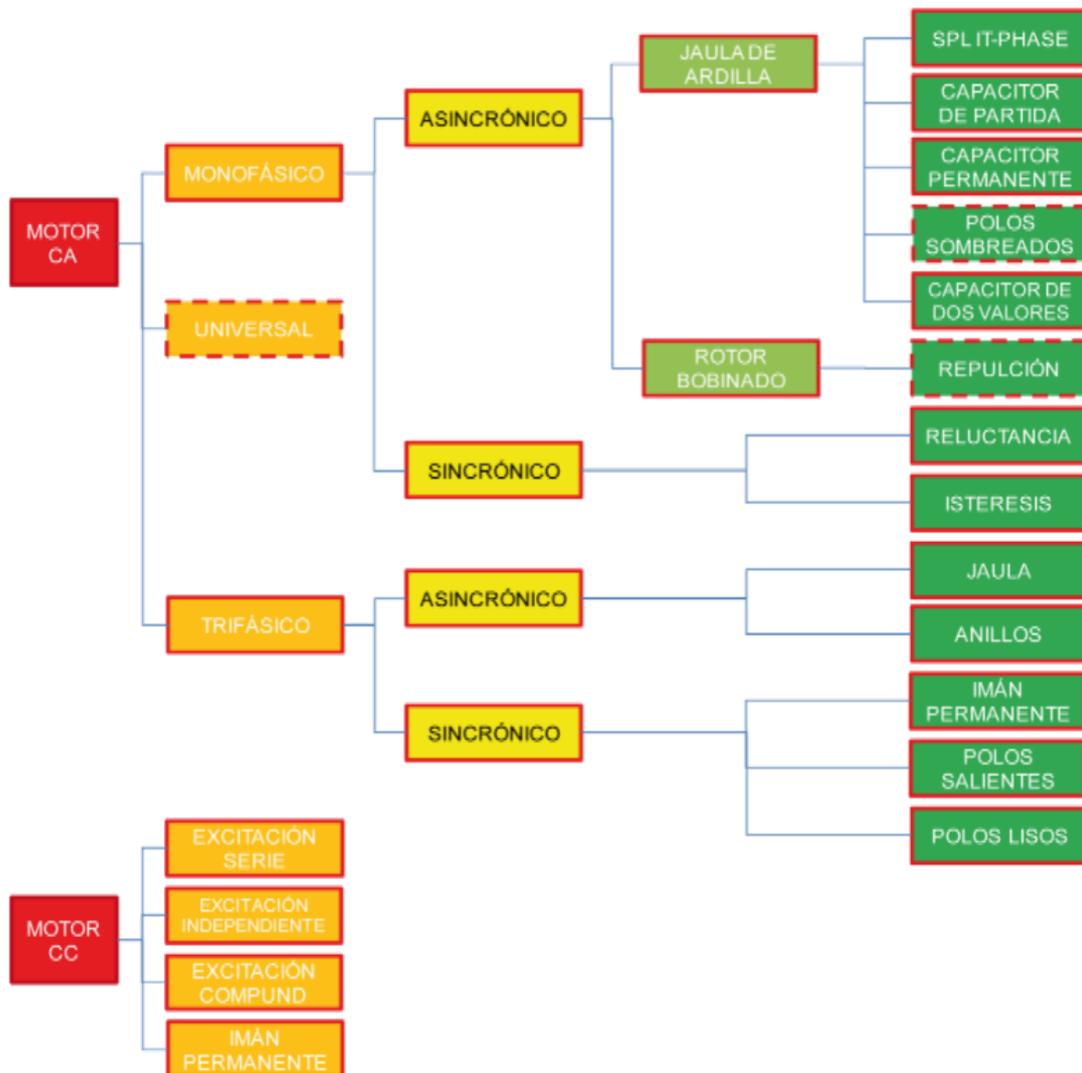
Es conocido también como motor de inducción, el estator está formado por un conjunto de chapas aisladas acoplado a la carcasa, con ranuras al contorno, donde aloja conductores que son parte del bobinado del estator, formando bobinas según el número de fases. El rotor está formado por un conjunto de chapas, acopladas a manera de cilindro al eje del motor, según esta distribución se divide en rotor de bobinado y de Jaula de ardilla.

El rotor bobinado, tiene en las ranuras de las chapas del rotor, devanados similares a los del estator, con un gran número de espiras, los extremos se conectan a anillos los que a su vez se

conectan al exterior por medio de escobillas.

El rotor de jaula de ardilla, en cambio en las ranuras del exterior están los conductores formando barras armando un cilindro, cortocircuitadas en cada extremo, a manera de jaula de ardilla (Gálvez, 2016)

**Figura 9.** Clasificación de motores eléctricos



Fuente: (Gálvez, 2016).

## 8.8. Sistema de accionamiento

Existen varias formas de controlar un circuito ya sea a distancia o localmente y veremos los elementos físicos que vamos a encontrarnos.

Dentro de los dispositivos de accionamiento de una máquina, se abordan los que son de interés para la máquina trituradora, estos son los siguientes:

### 8.8.1 Interruptor

El dispositivo más sencillo de todos es el interruptor, se llama interruptor, a este dispositivo que es capaz de abrir o cerrar un circuito. En los casos en los que el circuito a conectar es de gran potencia al interruptor se le llama seccionador o interruptor de potencia.

**Figura 10.** Interruptor.



Fuente: (Evaristo)

### 8.8.2 Contactor

Es un aparato de control eléctrico, designado para interrumpir o cerrar la corriente en los circuitos, mediante la separación de elementos mecánicos, de tal forma la fuerza electromagnética, sería menor a la necesaria para cerrar el circuito (IEC, 1975)

**Figura 11.** Contactor.



Fuente: (MAZ, 2016)

## 8.9 Controladores de temperatura

Un controlador de temperatura se puede definir como un instrumento diseñado para que un proceso o recinto opere dentro de un rango de temperatura deseado, y para lo que ejerce control. (Electro industria , 2019)

## 8.10 Dispositivos de protección

Ante eventualidades como sobre tensiones, temperaturas, corrientes u otros factores, existe elementos que protegen las máquinas y componentes eléctricos, abriendo el circuito. Estos son, fusibles, disyuntores, relé térmico, etc. (Rivera, 2016).

## 8.11 Tableros

“Los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella y deben proveer un alto nivel de seguridad y confiabilidad en la protección de personas e instalaciones” (NEC, 2013)

### 8.11.1 Tableros de Control o Comando

Son tableros que contienen dispositivos de protección y de maniobra o únicamente dispositivos de maniobra y que permiten la operación de grupos de artefactos, en forma individual, en subgrupos, en forma programada o manual. Aquí se incluyen los tableros arrancadores para motores o los tableros tipo centro de control de motores.

**Figura 12.** Tablero de control



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

## 8.12 Transmisión de potencia

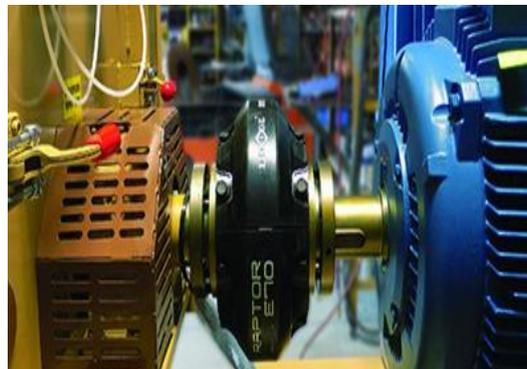
La transmisión de potencia de un equipo motriz hacia un equipo impulsado se puede conseguir en forma directa o indirecta, por medio de los diferentes acoples mecánicos. En la transmisión directa los elementos que intervienen son los acoples, barras de torsión, embragues y frenos.

Para la transmisión indirecta se lo consigue mediante elementos rígidos como los engranes, o flexibles como cadenas o correas (Ramírez Lozano, 2000).

### 8.12.1 Acoples

El acople es un mecanismo de transmisión de potencia en forma directa, su función principal es unir dos ejes del sistema mecánico, para lograr la transmisión de movimiento y potencia. Las funciones secundarias son la información que induce a la selección de los diferentes tipos de acoples a montar, sean estos por características de alineamiento, gran potencia, numero de revoluciones, torques (Alban , 2000).

**Figura 13.** Acoplamientos.



Fuente: (Alban , 2000).

### 8.12.2 Elementos flexibles

Los elementos de flexible son de transmisión de potencia y movimiento de forma indirecta, y se clasifican principalmente en correas o bandas, cadena y cables.

### 8.12.3 Transmisión por bandas

Según Ramírez lozano en la transmisión de potencia por bandas, es necesario la intervención de poleas, entre dos ejes, por medio de la fuerza de rozamiento ejercido entre la banda y la polea, se consigue el movimiento, estas se dividen en planas, trapezoidales en V, redondas, reguladoras o sincronizadas (Ramírez Lozano, 2000)

### 8.12.4 Bandas planas

La geometría de estas bandas son planas, de construcción con materiales de caucho, hule, fibras sintéticas, tiene características de alta resistencia peso moderado, amplio rango de secciones,

resistente al aceite, altas velocidades, polea de fácil construcción y bajo costo, alta relación, desgaste de polea despreciable.

### 8.12.5 Bandas trapezoidales

Esta banda tiene la característica resistencia moderada a la temperatura, alta resistencia al aceite, ciclo de vida larga por fatiga, baja absorción de agua, los materiales también son en caucho hule.

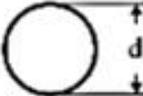
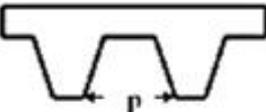
### 8.12.6 Bandas redonda

Las bandas de sección redonda son aplicables para bajas velocidades y baja potencia tienen resistencia al aceite, especialmente para instrumentos de medición.

### 8.12.7 Bandas sincronizadas

Es muy aplicable para sistemas de posicionamiento, conjugado con motores de paso a paso, su geometría es dentada al igual que las poleas. En la siguiente figura se muestra los tipos de bandas y sus características de aplicación en los sistemas de transmisión de movimiento y potencia.

Figura 14. Tipos de poleas

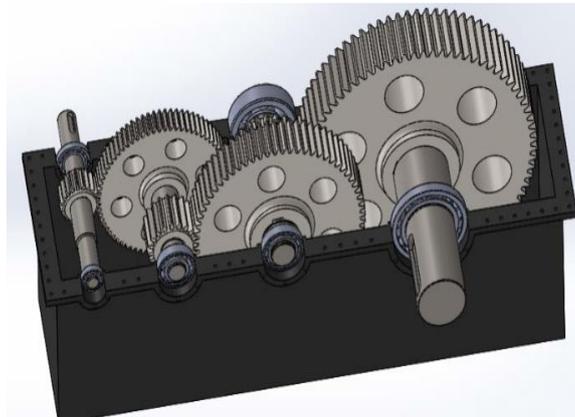
TIPO DE BANDA	FIGURA	JUNTA	INTERVALO DE TAMAÑO	DISTANCIA ENTRE CENTROS
PLANA		SÍ	$t = \begin{cases} 0.03 \text{ a } 0.020 \text{ in} \\ 0.75 \text{ a } 5.00 \text{ mm} \end{cases}$	No hay límite superior
REDONDA		NO	$d = 1/8 \text{ a } 3/4 \text{ in}$	No hay límite superior
TRAPEZIAL O EN V		NINGUNA	$b = \begin{cases} 0.31 \text{ a } 0.91 \text{ in} \\ 8 \text{ a } 19 \text{ mm} \end{cases}$	Limitada
REGULADORA		NINGUNA	$p = 2 \text{ mm o más}$	Limitada

Fuente: (Trends, 2022).

### 8.12.8 Reductores de velocidad

En la industria los motores eléctricos giran a una determinada velocidad angular, por lo que es necesario reducir esta velocidad, para aplicaciones prácticas, el reductor de velocidad es un equipo que permite conseguirlo, con una combinación de engranajes, se obtiene una relación de transmisión. Su clasificación según sus engranajes son: sin fin y corona, engranes, planetarios y cicloidales (Sanchez , 2018)

**Figura 15.** Reductor de velocidad.



Fuente: (Sanchez , 2018).

### 8.13 Soldadura

La soldadura según la AWS, está definida como la coalescencia entre dos materiales sean metálicos o no metálicos, se produce por el calentamiento de los materiales hasta temperaturas óptimas para la difusión, puede ser con la aplicación de presión o sin ella, con material de aporte o sin la aplicación de material de aporte. Existen diferentes procesos de soldadura y se diferencian principalmente en el modo que se aplica el calor, el tipo de presión o ambas cosas, además del tipo de equipo a usar, y son entre las más comunes: SMAW, GTAW, GMAW, SAW (Jeffus, 2004)

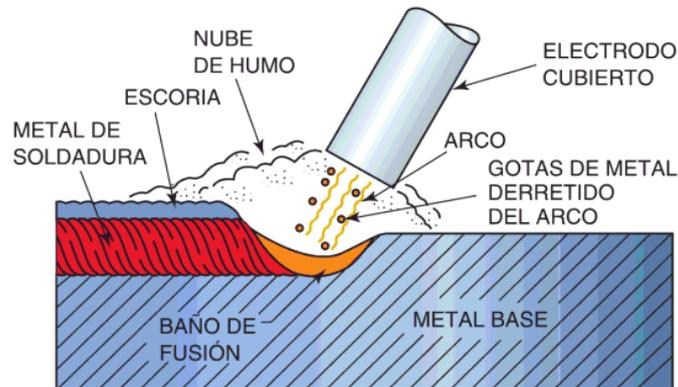
En este proyecto se usa dos procesos, estos son SMAW para la construcción de la estructura y GTAW, con la subdivisión que es el proceso TIG, para la unión de aceros inoxidable.

#### 8.13.1 Proceso de soldadura SMAW

SMAW, Soldadura por electrodo revestido, es la más común y usa como material de aporte electrodos solidos con revestimientos, se aplica un arco eléctrico con el paso de corriente

eléctrica, para fundir tanto el metal base como el material de aporte, donde se genera altas temperaturas y energía. (Jeffus, 2004).

**Figura 16.** Proceso SMAW

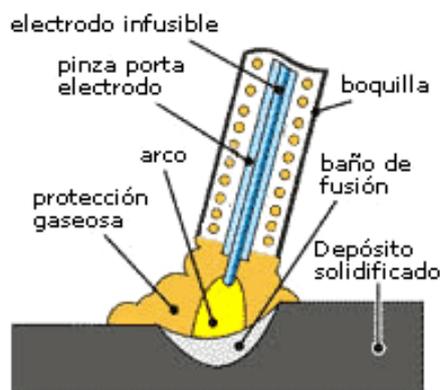


Fuente: (Jeffus, 2004).

### 8.13.2 Proceso de soldadura TIG

El procedimiento de soldadura TIG, proviene de las siglas en inglés Tungsten Inert Gas, lo que indica una soldadura con una atmósfera protectora de gas inerte con electrodo tungsteno, tiene aplicación en uniones soldadas de gran calidad y metales base resistentes a la oxidación, como también aceros resistentes al calor, como el caso de los aceros inoxidables, no presenta escorias ni salpicaduras, cordones de bajo espesor, su factibilidad es en todas las posiciones y tipo de juntas (Gómez N. , 2016).

**Figura 17.** Soldadura TIG.

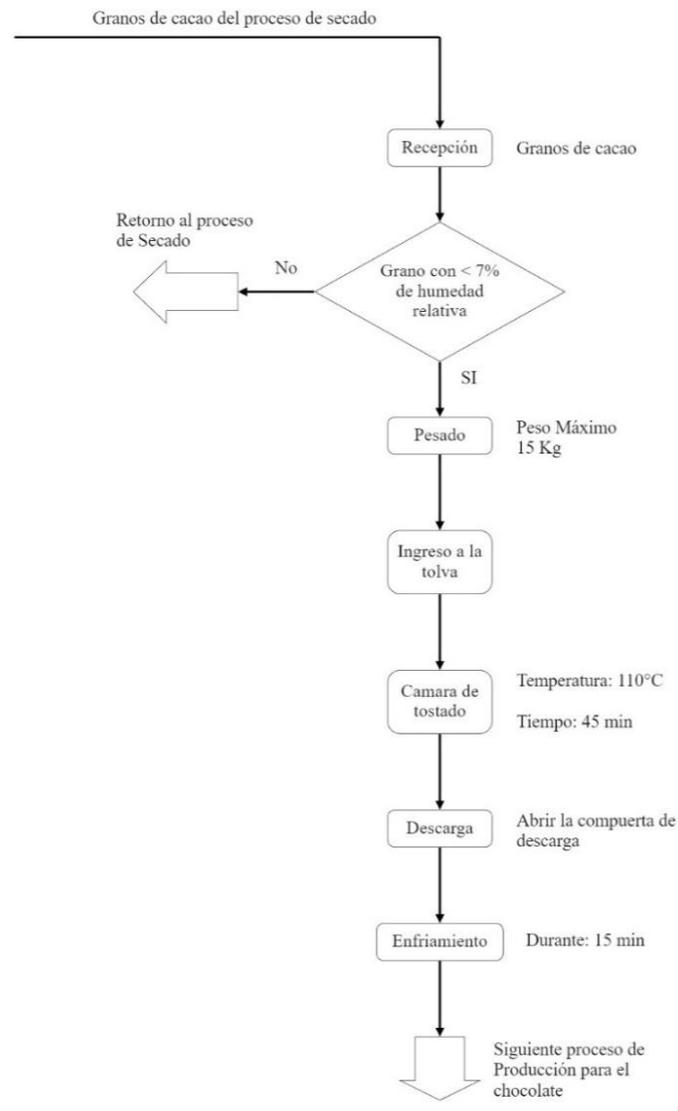


Fuente: (Telwin, 2020)

## 8.14 Diagrama de flujo del funcionamiento de la maquina horno tostador de cacao

Figura 18. Diagrama de flujo del tostado del cacao

Diagrama de flujo del proceso de tostado del cacao



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

### 8.14.1 Descripción del diagrama de flujo del proceso de tostado del cacao

Las semillas son previamente secadas

**Recepción:** Se reciben las materias primas certificadas y clasificadas de acuerdo a su tamaño

**Decisión:** Si el cacao no cumple con una humedad relativa menor del 7% entonces se procede a regresar al proceso de secado, si este cumple entonces se seguirá con el pesado.

**Pesado:** El cacao se pesará para no pasar la capacidad máxima de la máquina que es de 15 Kg.

**Ingreso a la tolva;** Se procede a ingresar el cacao a la tolva.

**Cámara de tostado:** Los granos del cacao son ingresados a la cámara de tostado para el tueste del mismo a una temperatura de  $110^{\circ}$  durante 45 minutos.

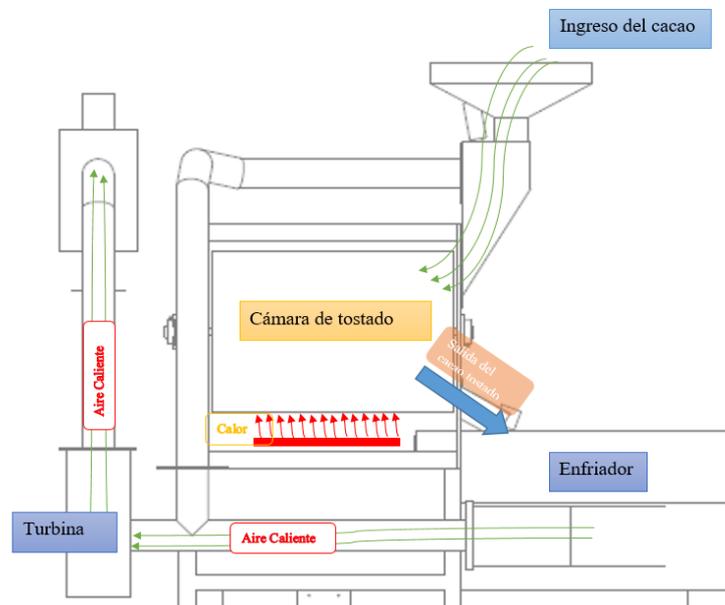
**Descarga:** Se procede a levantar la compuerta permitiendo la salida de los granos que se encontraban en la cámara de tostado

**Enfriamiento:** El enfriado se lo realiza para detener el proceso de tueste del cacao para evitar quemarlo.

**Siguiente proceso:** en la finalización del proceso enfriado los granos se dirigen a un siguiente proceso para la producción de chocolate

### 8.15 Esquema de la cámara de tostado

Figura 19 Esquema de la tostadora de cacao



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

### 8.16 Diseño de máquina tostadora de cacao

Para la fabricación de las máquinas tostadora de cacao se deben tener en cuenta los siguientes parámetros de diseño.

- Dimensionamiento de Cámara de tostado

- Potencia mecánica del motor principal
- Sistema de transmisión
- Dimensionamiento del enfriador
- Diseño del sistema de control de temperatura

### **8.16.1 Materiales que se usan para la fabricación de la maquina tostadora**

Los materiales que se utilizan en la construcción de máquinas o elementos que se encuentren en contactos con alimentos de consumo humano son aceros inoxidable de grado alimenticio. Entre los aceros inoxidable se pueden encontrar un gran número de variantes.

#### **8.8.1.1. Acero AISI 304**

El acero inoxidable grado alimenticio AISI 304 es muy similar al 316. Tiene el mismo contenido de cromo, pero tiene un contenido de níquel más bajo, esto es lo que lo hace menos caro. Sus componentes lo hacen el material perfecto para ser parte de una cocina industrial al ser acero inoxidable grado alimenticio. (cookinox)

#### **8.8.1.2. Acero AISI 430**

El acero inoxidable austenítico del tipo AISI 304 es el más representativo de este grupo de aleaciones. Posee una buena resistencia a la corrosión atmosférica y se lo emplea en forma significativa en la industria química, alimentaria y médica. (Padilla)

### **8.16.2 Cálculo de espesor de lámina de cilindro de cámara de tostado**

El cálculo del espesor del tambor o cámara de tostado, se lo realiza en función de la resistencia del material y la fuerza del producto a tostar. Se tiene la siguiente ecuación:

(Ecuación 1)

$$t_d = P + r/St$$

Donde:

$t_d$  = Espesor de placa

r= radio del cilindro

P = presión del contenido

St = resistencia mecánica del material

### 8.16.3 Cálculo de potencia del motor

La potencia se define como el trabajo que debe realizar un ente, en una unidad de tiempo. En el caso de motores de máquinas, la potencia producida por el motor puede calcularse multiplicando el par motor por la velocidad angular.

Para la estimación de la potencia se puede emplear la siguiente expresión:

$$P = \frac{\pi * T * d * w}{60000} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

P = potencia

T = torque

d = diámetro del eje

w = velocidad angular

### 8.16.4 Alimentación del motor

El sistema de alimentación para los motores que vamos a utilizar una red bifásica de 220 V AC corriente alterna) con una frecuencia de 60 Hz. Mediante la red eléctrica alimentamos.

### 8.16.5 Selección de conductores

Para la selección de conductores se toma en cuenta la placa de los motores ver anexo 4

Para su cálculo utilizaremos la siguiente formula

$$I = \frac{P}{V * \eta * \cos \vartheta} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

I = intensidad de corriente del motor

P = potencia del motor

V = voltaje del motor

$\cos\theta$  = factor de potencia

### 8.16.6 Selección del cable de alimentación

Para la selección del cable de alimentación tomamos en cuenta la suma de todas las intensidades que tiene nuestro sistema

$$I_{Total} = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{ct} + I_{res} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

$I_{total}$  = intensidad total del sistema

$I_{m1}$  = intensidad del motor para la cámara de tostado

$I_{m2}$  = intensidad del motor para el enfriador

$I_{m3}$  = intensidad del motor para la turbina

$I_{ct}$  = intensidad del controlador de temperatura

$I_{res}$  = intensidad de la resistencia

### 8.16.7 Selección de la sección del cable

En esta parte es bueno dimensionar la sección del cable para evitar pérdidas y tener una mejor confiabilidad. Para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{2 p * L * I}{\Delta U} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

$\delta$  = sección del conductor en  $\text{mm}^2$

$2$  = constante para circuitos monofásicos

$\rho$  = resistividad del material para el cobre es  $0,0176 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$

$L$  = longitud del cable

$I$  = intensidad del conductor

$\Delta U$  = caída máxima permisible

### 8.16.8 Diseño de una transmisión mediante bandas

Los parámetros principales para el diseño de una transmisión por bandas son:

- Potencia del motor
- Factor de servicio, con base en el equipo impulsor e impulsado
- Distancia entre centros
- Velocidad del motor
- Velocidad de salida
- Tamaño de las poleas
- Factor de corrección por longitud de banda
- Factor de corrección por ángulo de contacto entre polea menor y banda.
- Cantidad de bandas
- Tensión inicial de la banda

El rango nominal de la distancia entre centros debe ser

$$3(D + d) \geq C \geq D \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

$D$  = diámetro exterior de la polea mayor

$d$  = diámetro exterior de la polea menor

El ángulo de contacto de la polea menor debe ser mayor a  $120^\circ$

Seleccionar el factor de potencia según anexo 3

Determinar la potencia de diseño mediante la ecuación:

$$Pd = Pn * \text{factor de servicio} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

Pd = potencia de diseño

Pn= potencia nominal

Seleccionar la sección transversal, mediante la figura del anexo 2

Seleccionar las poleas estándar del anexo 2, que cumplan las condiciones siguientes:

Relación de velocidad tentativa, con la ecuación:

$$R_v = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

$n_1$ = velocidad de la polea menor

$n_2$ = velocidad de la polea mayor

$D_p$ = diámetro de paso de la polea mayor

$d_p$ = diámetro de paso de la polea menor

Los diámetros de paso se obtienen de la tabla del anexo 2, de los diámetros estándar exteriores menos los valores mostrados

Determinar la longitud tentativa de la banda mediante la ecuación:

$$L = 2C(\text{tentativa}) + 1,57(D + d) + (D - d)^2/4C \quad (\text{Ecuación 9})$$

Seleccionar la longitud de banda más aproximada a la tentativa.

Calcular la distancia entre centros, para la banda y poleas estándar usando la siguiente ecuación

$$C = 0,25 \left( L - \Pi \frac{D+d}{2} \right) * \left( 1 + \left( 1 - \frac{2(D-d)^2}{(L - \Pi \frac{D+d}{2})^2} \right) 1^{\frac{1}{2}} \right) \quad (\text{Ecuación 10})$$

Calcular la potencia admisible por banda

(Ecuación 11)

$$Pa/banda = (\tilde{n} dp(K_1 K_2 / dp - K_3 (\tilde{n} dp)^2 - K \log(\tilde{n} dp) + K_{st} \tilde{n}) G b$$

Donde:

$$\tilde{n} = n * 1000$$

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_{st}$  son constantes de la tabla 4,23 del anexo 2

$b$  = factor de corrección de longitud de banda, tabla del anexo 3

$G$  = factor de corrección por ángulo de contacto entre banda y polea menor, según la ecuación:

$$G = 1,25(1 - e' - 0,5123\Theta) \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde:

$\Theta$  = ángulo entre banda y polea menor en radianes

Calcular la cantidad de bandas

$$X_b = Pd / (Pd/banda)$$

Determinar las tolerancias que se encuentra en la tabla del anexo 3

### 8.16.9 Cálculo de ciclo de vida chumaceras

El ciclo de vida de una chumacera, se refiere directamente al rodamiento, que es el componente principal de esta, significa el número de horas de trabajo a velocidad constante, para evitar las fallas por fatiga, antes de que llegue a su vida útil, se recurre a los estudios estadísticos, la vida nominal calculada abarca el 90% de casos (SKF, 2019), y se expresa en la siguiente ecuación:

$$L_{10} = \left( \frac{c}{p} \right)^p \quad (\text{Ecuación 13})$$

Donde  $L_{10}$  = Vida nominal de rodamiento

C = Capacidad de carga dinámica básica

P = Carga dinámica equivalente del rodamiento.

### 8.16.10 Cálculo de factor de seguridad del eje

En el dimensionamiento de los ejes, es indispensable el cálculo del factor de seguridad, se enfoca en un diseño a fatiga, que es el esfuerzo al que está sometido nuestro eje principal de la tostadora.

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e' \quad (\text{Ecuación 14})$$

Donde:

$S_e$ : límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso

$k_a$ : factor de modificación por la condición superficial

$k_b$ : factor de modificación por el tamaño

$k_c$ : factor de modificación por la carga

$k_d$ : factor de modificación por la temperatura

$k_e$ : factor de confiabilidad

$k_f$ : factor de modificación por efectos varios

### 8.8.1.3. Factor de superficie

En este factor está en función de la calidad superficial, dado por el mecanizado, así como también de la resistencia mecánica, es decir de la dimensión y material del eje en estudio.

En la tabla se expresa los valores correspondientes a las constantes según el mecanizado ejecutado en el eje.

Se expresa con la ecuación:

$$k_a = a * S_{ut}^b \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

$k_a$  = factor de superficie

$S_{ut}$  = Resistencia mínima a la tensión y los valores de  $a$  y  $b$  se encuentran en la tabla siguiente:

**Tabla 4. Factor de acabado superficial**

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	$S_{ut}, kpsi$	$S_{ut}, MPa$	
Esmerilado	1,34	1,58	-0,085
Maquinado o laminado en frío	2,70	4,51	-0,265
Laminado en caliente	14,40	57,70	-0,718
Como sale de la forja	39,90	272,00	-0,995

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2012).

#### 8.8.1.4. Factor de tamaño

Está en función de la carga de flexión y torsión, se representa con la ecuación:

(Ecuación 16)

$$k_b = \left\{ \left( \frac{d}{0,3} \right)^{-0,107} = 0,879 * d^{-0,107} \quad 0,91 * d^{-0,157} \left( \frac{d}{7,62} \right)^{-0,107} \right.$$

$$= 1,24 * d^{-0,107} \quad 1,51 * d^{-0,107} \quad 0,11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \quad 2 < d$$

$$\leq 10 \text{ pulg} \quad 2,79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \quad 51 < d \leq 254 \text{ mm}$$

Donde:

$k_b$  = Factor de tamaño

$d$  = diámetro

#### 8.8.1.5. Factor de carga $k_c$

El factor de carga es afectado por las cargas de flexión, carga axial y de torsión, según la ecuación:

$$k_c = \{1 \text{ Flexión } 0,85 \text{ Axial } 0,59 \text{ Torsión}\} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde:

$k_c$  = factor de carga

### 8.8.1.6. Factor de temperatura

Se toma en cuenta la temperatura surgen dos tipos de problemas. Si se conoce el límite de la resistencia a la fatiga de una viga rotativa a temperatura ambiente, se emplea la siguiente expresión:

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}} \quad (\text{Ecuación 18})$$

Donde

$k_d$  = Factor de temperatura

Los valores según a temperatura en grados Celsius se expresa en la tabla siguiente:

**Tabla 5.** Valores de factor de temperatura

Temperatura, °C	$\frac{S_T}{S_{RT}}$	Temperatura, °F	$\frac{S_T}{S_{RT}}$
20	1,000	70	1,000
50	1,010	100	1,008
100	1,020	200	1,020
150	1,025	300	1,024
200	1,020	400	1,018
250	1,000	500	0,995
300	0,975	600	0,963
350	0,943	700	0,927
400	0,900	800	0,872

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2012).

### 8.8.1.7. Factor de confiabilidad

Este factor corrige los valores en función de la dispersión de los datos, con la ecuación:

$$k_e = 1 - 0,08 * z_a \quad (\text{Ecuación 19})$$

Donde:

$k_e$  = Factor de confiabilidad

En la tabla se expresa los valores de confiabilidad

**Tabla 6.** Factores confiabilidad

Confiabilidad, %	Variación de transformación $Z_a$	Factor de confiabilidad $k_e$
50	0	1
90	1,288	0,897
95	1,645	0,868
99	2,326	0,814
99,9	3,091	0,753
99,99	3,719	0,702

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2012).

### 8.17 Diseño del sistema de control de temperatura

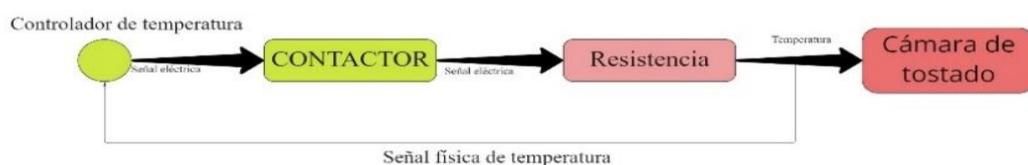
El sistema de control de temperatura busca controlar la parte de la temperatura que se muestra en el tambor giratorio del tostador para El tostado es una operación importante para el desarrollo del aroma y sabor de los granos de cacao en temperaturas de 110°C hasta 140°C.

El sistema de control de temperatura trabaja a cuenta con un sistema de control de lazo cerrado la variable de precisión de temperatura en este caso la temperatura que trabaja la máquina es de 120 °C del proceso lo cual es regulado por un termopar o sensor tipo J que se encarga de comparar la temperatura real del tambor tostador enviando una señal al controlador REX C-700.

Para el encendido de las resistencias el controlador REX C-700 cuenta con una función de programación de ON/OFF cual es enviado a un contactor que se enclava para el encendido de las resistencias, para el calentamiento del tambor giratorio, además también el controlador permite modificar la temperatura que es deseada de una manera manual.

**Figura 20.** Diagrama de control de temperatura

#### Diagrama de control de Temperatura



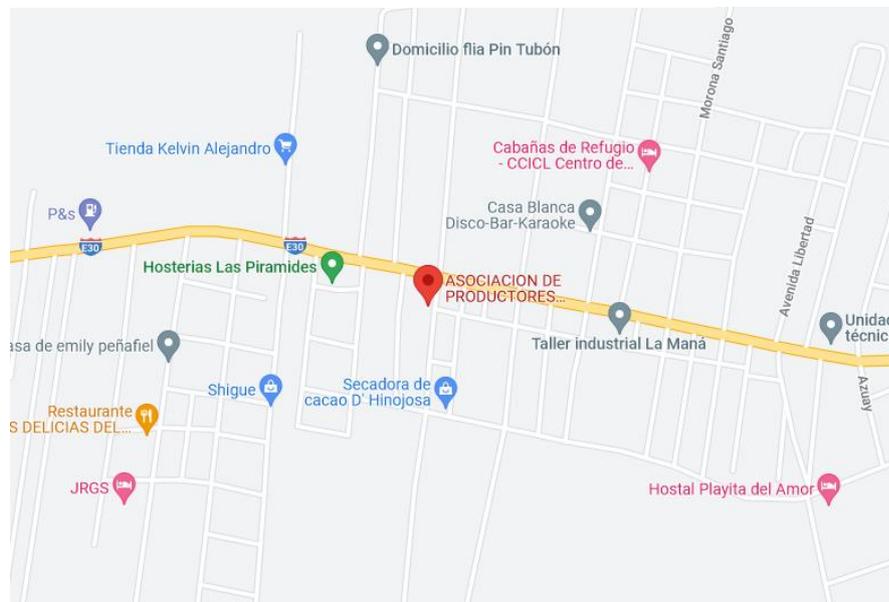
Fuente: Mayorga J., Soliz E.

## 9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1. Contexto geográfico

En la asociación de campesinos lamanenses “ASCALA”, no cuenta con una máquina tostadora de cacao, actualmente lo realizan de manera artesanal proceso de tostado. El motivo por el cual, se ha visto la necesidad de implementar una máquina horno tostador de cacao con capacidad de 15 kg. Siendo en la actualidad el presidente el Ing. Raúl Clemente Travéz Travéz. En cuanto al lugar de localización se encuentra ubicado en la Av. 19 de mayo y Benjamín Sabaria, en la parroquia la Maná, cantón la Maná, provincia de Cotopaxi. Como podemos observar en la siguiente figura 21 la ubicación de la asociación mediante Google Maps.

**Figura 21.** Ubicación Google Maps de la Asociación ASCALA



Fuente: Google Maps

### 9.2. Tipos de investigación

En la presente investigación se sigue diferentes tipos y modalidades, los que enumeramos a continuación:

#### 9.2.1. Investigación cualitativa

La definición de la investigación cualitativa, se basa en la metodología de datos descriptivos, es decir la opinión de personas, sea estas por medios escritos o relatos hablados, además de la observación de la conducta, el estudio cualitativo enfatiza en la veracidad y validez de la

investigación, estrechando la brecha entre los datos y lo que realmente opina la gente. (Quecedo & Castaño, 2003).

Por su parte (Smith, 1980), se centra en entidades cualitativas y pretende entenderlas enmarcado en el contexto particular, enfocándose en descripciones y definiciones.

En este proyecto se aplica la investigación cualitativa, con la finalidad de describir, evaluar y explicar las soluciones del tema, con esta información demostrar el cumplimiento de los objetivos.

Se obtendrá datos de la búsqueda científica y bibliográfica, para entender y analizar la problemática del caso de estudio, con base a lo expuesto se plantea la investigación para el diseño y construcción de la maquina automática de tostado de cacao.

### **9.2.2. Investigación Cuantitativa**

La investigación cuantitativa según (Pita & Pértegas , 2002), es aquella que recoge y analiza datos para encontrar la solución a un problema de estudio, por otro lado (Cárdenas, 2018) indica que se basa en el positivismo lógico, con la finalidad de relacionar leyes que expliquen la realidad, identifica tendencias, comparación de grupo, relaciones entre variables.

Para el desarrollo de la investigación y resolución de la problemática, se estudia variables medibles, por medio de ecuaciones científicas para el dimensionamiento de elementos de máquinas, tal como es el caso de nuestro estudio.

### **9.2.3. Métodos de Investigación**

El método más acorde para nuestro estudio es el científico, así lo establece (Morone, 2013), afirmando que el método científico es el que se encarga de producir conocimiento, y se caracteriza por ser sistemático, ordenado, metódico, racional y crítico. De la misma forma (Tamayo, 2004) ) enuncia que el método científico, es un conjunto de pasos para probar hipótesis, estructurar problemas y validar los instrumentos aplicados.

De la recopilación de artículos científicos se determina la problemática de nuestro caso en una forma general, respaldado por conceptos y tesis refutadas, para llegar a una solución del caso particular en la posición de los productores minoristas de cacao como es la asociación ASCALA.

También usamos el método comparativo, el cual según (Gómez & De León, 2014), consiste en el constructo empírico y la verificación de la hipótesis del caso, se pretende entender variables desconocidas a partir de las conocidas, y que permitan explicarla e interpretarla, con esto enunciar nuevos conocimientos.

En nuestro caso la comparación se lo ejecutara tomando las diversas alternativas de diseño, que den solución a lo requerido, en base a criterios técnicos y de aceptación.

#### **9.2.4. Hipótesis del proyecto**

La implementación del horno tostador de cacao sumará como beneficio a la asociación de campesinos lamanenses “ASCALA” y mejorara su producción de chocolate ya que el método actual es tradicional y requiere más tiempo empleando en este proceso.

#### **9.2.5. Preguntas científicas**

Las preguntas científicas planteadas en base a los objetivos de la investigación se estructuran a continuación:

- ¿De qué manera se pueden identificar las necesidades de la asociación “ASCALA”, para determinar características elementales de la máquina de horno tostador de cacao?
- ¿Cuáles son las alternativas de diseño y los parámetros deseables dentro de la asociación en base a las necesidades descubiertas?
- ¿Cuáles son los elementos a diseñar y los componentes a seleccionar en base a la disponibilidad comercial?
- ¿Cómo se puede implementar la máquina tostadora de cacao en los procesos de la asociación?

#### **9.3. Plan de recolección de la información**

Se aplica la técnica de la observación, para este caso nos enfocamos en la observación de campo, concretamente en la necesidad de contar con una cantidad mayor y de mejor calidad de cacao tostado, por lo que analizan variables de diseño hasta conseguir la propuesta adecuada para solventar las necesidades de los integrantes de la asociación y de sus clientes directos.

Se emplea como instrumento, los registros diarios de producción y las cantidades de producto de baja calidad.

#### **9.4. Plan de procesamiento de la información**

Para el procesamiento adecuado de la información se van a seguir varios lineamientos entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Inspeccionar los datos iniciales obtenidos mediante observación directa del proceso de tostado, que se opera en la asociación “ASCALA”, y en otras entidades que tengas este proceso, llevar registros documentados.
- Proponer los criterios de diseño, que se desprendan de la observación, con evaluaciones ponderadas, estimando los parámetros necesarios y enfocados en la solución de un mejor sistema de tostado del cacao.
- Para la elección de elementos, considerar la factibilidad del mercado nacional, de ser el caso en último recurso el mercado internacional.
- Procesar los datos obtenidos experimentalmente para llegar a obtener las mejores conclusiones.

#### **9.5. Selección de alternativas de diseño**

##### **9.5.1. Tostadoras de cacao**

###### **Alternativa 1. Tostadora vertical**

Tiene un sistema motriz, o motor, que permite el giro de las paletas, las que dan movimientos al grano a tostar, para que se distribuya por el área de la cámara de tostado. El calentamiento es de forma directa, para extracción del grano tostado, se usa las mismas paletas, las que evacuan todo el material.

###### **Alternativa 2. Tostador rotativo horizontal continuo**

La cámara horizontal contiene un tornillo sin fin para transportar el grano, por toda la cámara de tostado, la alimentación de tipo continuo por la parte superior de la tolva, la ventaja de esta alternativa es la alta productividad, la facilidad de operación, bajo mantenimiento

###### **Alternativa 3. Tostador por inducción de resistencias eléctricas**

Las características de esta máquina son en la eficiencia energética alta que tiene el calentamiento por inducción de resistencias eléctricas, además de tiempos cortos de operación de tostado del grano de cacao.

**Tabla 7.** Criterios de evaluación

Ítems	Requisitos de la asociación	Prioridad
		5: Muy relevante 1: No relevante
1	Reducir la mano de obra	5
2	Disminuir el tiempo de tostado	4
3	Mantener la calidad del tostado de cacao	5
4	Realizar el diseño de bajo costo	3
5	Bajo consumo de energía	4

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

Se consideraron los siguientes criterios en base a lo descrito:

- Reducir la mano de obra: Se avalúa la eficiencia que se destina al funcionamiento de la maquina
- Disminuir el tiempo de tostado: Este criterio permite la disminución del tiempo del tueste.
- Mantener la calidad del tostado de cacao: Este criterio permite evaluar la no contaminación del grano del cacao.
- Realizar el diseño de bajo costo: Evalúa el costo de producción del diseño.
- Bajo consumo de energía: este criterio la eficiencia energética

**Tabla 8.** Evaluación de alternativas

		Alternativas					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Criterio	Ponder.	Punt.	Ponder.	Punt.	Ponder.	Punt.	Ponder.
Reducir la mano de obra	30%	2	0,15	2	0,15	4	0,3
Disminuir el tiempo de tostado	20%	2	0,1	3	0,15	4	0,2
Mantener la calidad del tostado de cacao	10%	3	0,075	3	0,075	3	0,075
Realizar el diseño de bajo costo	20%	3	0,15	3	0,15	2	0,1
Bajo consumo de energía	20%	3	0,15	3	0,15	4	0,2
Total	100%		0,625		0,675		0,775
Rank.			3		2		1

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

Se define el tipo de tostadora en base a la alternativa 3, por lo que se diseñará la máquina tostadora con calentamiento de inducción por resistencias.

## 9.6. Diseño

En base a la metodología aplicada, se tienen las especificaciones generales, se consideró las necesidades descritas por el los operadores y usuarios de las máquinas de tostado de cacao, de la asociación “ASCALA”.

### 9.6.1. Especificaciones

Se establecen las siguientes especificaciones para el diseño de la máquina tostadora de cacao.

El material para la parte de utilización en contacto con alimentos es la utilización de aceros inoxidable de grado alimenticio uno de estos aceros que se utilizan en esta industria es el tipo de acero AISI 430 con resistencia bien a la corrosión en ambientes leves a moderados, y a la oxidación a altas temperaturas

### 9.6.2. Cámara de tostado

- Capacidad, 15 kg de cacao.
- Geometría cilíndrica, con placas de 2 mm acero AISI 430.
- Fácil mantenimiento.
- Dimensiones del cilindro diámetro 400 mm y longitud 573 mm

**Figura 22.** Cámara de tostado



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

### 9.6.3. Tolva alimentadora

- Geometría prismática cónica, con placas de 2mm acero AISI 430.
- Fácil mantenimiento.

- Dimensiones boca mayor 384 mm, boca menor 74 mm.

**Figura 23.** Tolva



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

#### 9.6.4. Cámara de enfriado

- Capacidad, 15 kg de cacao.
- Geometría cilíndrica, con placas de 2 mm acero AISI 430.
- Fácil mantenimiento.
- Dimensiones del cilindro diámetro 660 y longitud 400 mm

**Figura 24.** Cámara de enfriado



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

##### 9.6.4.1. Transmisión de movimiento de tambor giratorio

- Motor eléctrico capacidad 0,37 kW.

- Poleas de canal
- Correas flexibles

Con las especificaciones ya establecidas se procede a realizar los cálculos necesarios con las ecuaciones anteriormente mencionadas para comprobar la resistencia mecánica y la correcta funcionalidad de los elementos y del conjunto como máquina.

#### 9.6.5. Cálculos de espesor de placa de cámara.

De acuerdo a las especificaciones del diseño anteriormente mencionadas, se debe tener en cuenta que el material a usarse debe ser acero AISI 430, por normativa de máquinas y equipos.

$$t_d = P * r / St \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$t_d = 4,5 N/mm^2 * \frac{200 \text{ mm}}{538 N/mm^2}$$

$$t_d = 1,7 \text{ mm}$$

#### 9.6.6. Cálculos de espesor de placa de enfriado.

De acuerdo a las especificaciones del diseño anteriormente mencionadas, se debe tener en cuenta que el material a usarse debe ser acero AISI 430.

$$t_d = P * r / St \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$t_d = 2 N/mm^2 * \frac{664 \text{ mm}}{538 N/mm^2}$$

$$t_d = 2 \text{ mm}$$

#### 9.6.7. Selección de electrodo para soldadura

El proceso de soldadura para un acero inoxidable AISI 430, es el TIG, siendo el más óptimo para este tipo de materiales.

Propiedades del acero

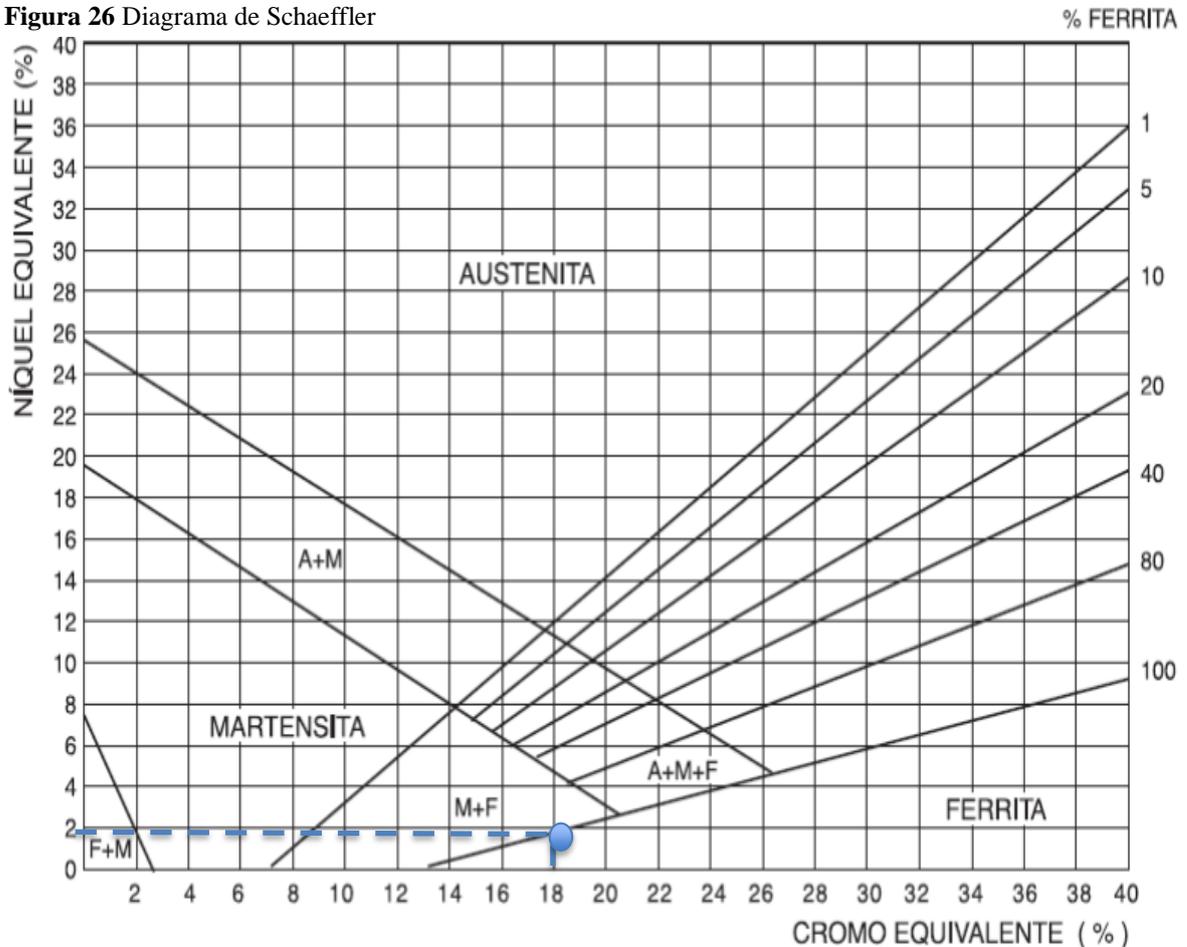
**Figura 25.** Propiedades del acero AISI 430

Propiedades de los elementos del componente	Métrico
Carbono, C	<= 0,12 %
Cromo, Cr	16 - 18 %
Hierro, Fe	>= 79,31 %
manganeso, manganeso	<= 1,0 %
níquel, ni	<= 0,50 %
Fósforo, P	<= 0,040 %
Silicio, Si	<= 1,0 %
azufre, S	<= 0,030 %

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

Para lo cual vamos a seleccionar el electrodo de aporte, con la ayuda del diagrama Schaeffler, para aceros inoxidable, con el objetivo de medir la estructura residual.

**Figura 26** Diagrama de Schaeffler



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

La composición química del acero 430 se lo obtiene el Cr equivalente y Ni equivalente, con la ecuación:

$$Creq = \%Cr + \%Mo + 1,5\%Si + 0,5\%Nb \quad (\text{Ecuación 21})$$

$$Nieq = \%Ni + 30 * \%C + 0,5\%Mn \quad (\text{Ecuación 20})$$

Reemplazamos en la ecuación 20 para obtener la cantidad de Cr eq.

$$Cr\ eq = 16 + 0 + 1,5 * 1 + 0,5 * 0 = 17,5$$

Reemplazamos en la ecuación 21 para obtener la cantidad de Ni eq.

$$Ni\ eq = 0,5 + 30 * 0,12 + 0,5 * 1 = 4,6$$

Graficamos en el diagrama

Ahora analizamos el material de aporte, el seleccionado es el ER308L

La resultante indica un 10% de ferrita, y se encuentra en la zona donde no existe riesgos ni de figuración, ni fragilidad.

La selección es la adecuada.

Cr equivalente = 18 – 20%,

Ni equivalente = 8 – 10,5%

### 9.6.8. Cálculo de la potencia del motor

Para el cálculo de la potencia del motor, usamos la ecuación 2 con los parámetros de par motor y revoluciones requeridas para el proceso:

$$H = \frac{\pi * T * d * n}{60000}$$

$$H = \frac{\pi * 0,2\ kN * 19mm * 80\ rpm}{60000}$$

$$H = 0,35\ kW$$

Se selecciona motor de 0,5 hp

### 9.6.9. Selección de conductores

Para la selección de conductores reemplazamos en la ecuación 3 y obtenemos la intensidad.

$$I = \frac{P}{V * \eta * \cos \vartheta}$$

$$I = \frac{370}{220 V * 66,4\% * 0,72}$$

$$I = 3,5 A$$

Como resultado tenemos una corriente de 3,5 A para que funcione cuando está en plena carga y no sobrecargue el conductor multiplicaremos por el 125% y como resultado obtenemos una intensidad de 4,37 A

Para la elección del conductor de todos los motores se elige un conductor de tipo THHN concéntrico de dos polos AWG 14 de acuerdo a la tabla 9

**Tabla 9.** Selección de conductores

Sección transversal	Temperatura nominal del conductor			
	60 °C	75 °C	90 °C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	
<b>mm2</b>	<b>COBRE</b>			<b>AWG o Kcmils</b>
1,31	....	....	18	16
2,08	20	20	25	14
3,3	25	25	30	12
5,25	30	35	40	10
8,36	40	50	55	8

Fuente: (NEC, 2018)

#### 9.6.10. Selección del cable de alimentación.

Para la selección del cable de alimentación reemplazamos en la ecuación 4

$$I_{Total} = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{ct} + I_{res}$$

$$I_{Total} = 4,37 A + 4,37 A + 4,37 A + 1 A + 20A$$

$$I_{Total} = 34,11 A$$

Para el dimensionamiento del cable de alimentación también es necesario calcular la selección del cable y no tener pérdidas de voltaje en la alimentación del circuito, entonces se reemplaza la ecuación 5 con los resultados anteriores

$$\delta = \frac{2 p * L * I}{\Delta U}$$

$$\delta = \frac{2 * 0,018 * 3 * 34,11}{1\% * 220}$$

$$\delta = 0,54$$

Para la selección del conductor de la alimentación se elige un conductor de tipo THHN concéntrico de tres polos AWG 10 de acuerdo a la tabla 10

**Tabla 10.** Selección de conductores de alimentación

Sección transversal	Temperatura nominal del conductor			
	60 °C	75 °C	90 °C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	
<b>mm2</b>	<b>COBRE</b>			<b>AWG o Kcmils</b>
1,31	....	....	18	16
2,08	20	20	25	14
3,3	25	25	30	12
5,25	30	35	40	10
8,36	40	50	55	8

Fuente: (NEC, 2018)

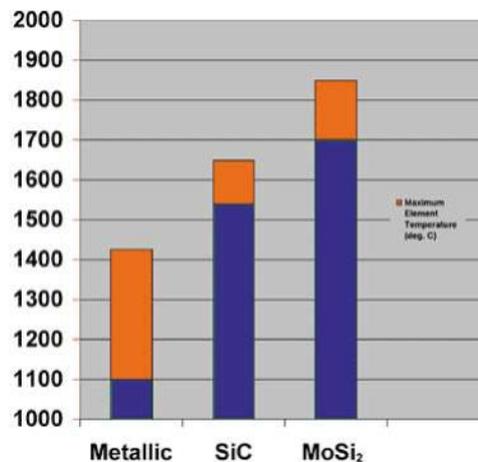
### 9.6.11. Selección de interruptor termomagnético

Para la selección del interruptor termomagnético tomamos en cuenta la carga máxima que dio como resultado la ecuación 4 cuyo valor es de 34,11 A entonces se realizó una búsqueda y se tomó en cuenta que la mejor selección del interruptor es un de 2 polos a 40 amperes

### 9.6.12. Selección de resistencias

Para seleccionar las resistencias, es necesario definir el material de las mismas, y datos de temperatura máxima de la operación de tostado de cacao, la que es de 200°C, analizamos este valor en la tabla de materiales, de la siguiente forma:

**Figura 27.** Temperatura de materiales de resistencias



Fuente: MacGinnis, s.f

Los materiales de las resistencias de la figura, todos están dentro del rango de temperatura requerida, por tanto, se hace necesario analizar las propiedades de operación como factibilidad de adquisición, costos, según la tabla siguiente.

**Tabla 11.** Selección de material de resistencias

Características	Materiales de resistencias		
	Carburo de silicio	Di silicio de Molibdeno	Metálicas
Temperatura de operación	1600°C	1800°C	1400°C
Dimensiones	Diversidad de formas y dimensiones	Diversidad de formas y dimensiones	Barras redondas y planas, de fácil conformación

<b>Sistema de potencia</b>	Requiere sistema de transformación	Requiere sistema de transformación	Opera con voltaje de red de distribución
<b>Costo</b>	Requiere un sistema de transformación costoso	Costo de material alto	Bajo costo

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

Del análisis de la tabla anterior se selecciona la resistencia de material metálico, por tener costos bajos, fácil aplicabilidad y factibilidad de adquisición.

La forma que más se adapta a los requerimientos es el tipo tubular.

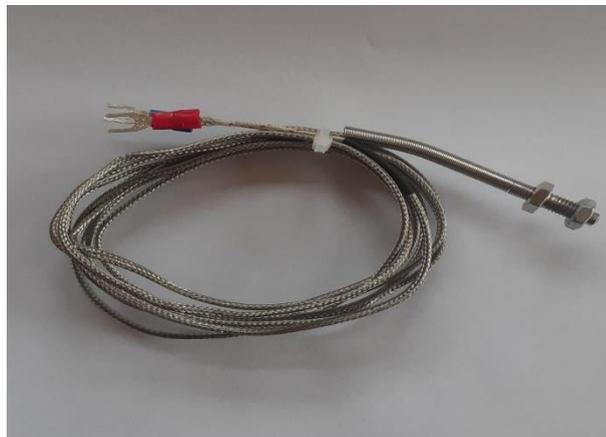
### 9.6.13. Selección de los elementos de control

#### 9.6.13.1. Sensor de temperatura

En el sistema de control de temperatura para el proceso de tostado de la maquina tostadora de cacao se utilizó un sensor tipo J es el encargado de medir la temperatura interior en la cámara de tostado

- Sensor tipo J, modelo AP161J tipo tornillo de 2 hilos en acero inox.
- Temperatura de rango -200 °C hasta los 450 °C
- 2 m, fibra vidrio + malla
- Dimensiones: D 20mm L 10mm

**Figura 28.** Sensor tipo J



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

### 9.6.13.2. Controlador de temperatura

El controlador de temperatura digital es encargado de medir y controlar la variable temperatura la cual es requerida por la cámara de tostado para lograr un tueste homogéneo de la semilla.

- Marca Camsco modelo REX C-700
- Voltaje de funcionamiento 110-220 V.
- Rango de control de temperatura 0 a 1375 °C
- Dimensiones 72\*72\*100
- Entrada de sensores compatibles: K, J, R, S, B, E, N, T, PT100, CU50 con entradas analógicas 0-400  $\Omega$ , 0-50MV,0-20MA,0-5V,0-10V.
- Display valor de proceso (VP) y valor ajustado (VA)
- Led indicador de salida alarma y auto ajuste
- Control por PID /rutina on/off
- Temperatura de servicio 0-50 Celsius

**Figura 29.** Controlador de temperatura



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

### 9.6.14. . Cálculo del factor de seguridad del eje

Este cálculo del factor de seguridad, se tienen la expresión descrita en la ecuación, obteniendo cada factor de la siguiente forma:

#### 9.6.14.1. Factor de superficie $k_a$

En base a valores de la tabla 4, se tiene un eje de Acero AISI 304, maquinado, con estas especificaciones se tiene reemplaza en la ecuación 15:

$$k_a = 4,51 * S_{ut}^{-0,265}$$

$$k_a = 4,51 * (341)^{-0,265}$$

$$k_a = 0,962$$

#### 9.6.14.2. Factor de tamaño

Para el factor del tamaño, se tiene la expresión de la ecuación 16, en función del diámetro de 75 mm, por lo que se aplica la siguiente formula:

$$k_b = 1,24 * (75)^{-0,107}$$

$$k_b = 0,6$$

#### 9.6.14.3. Factor de carga

Para la estimación del factor de carga, se revisan las expresiones presenten en la ecuación 17, dentro de las que, revisando el proceso se tiene fuerzas de torsión, por lo que se estima un valor de,

$$k_c = 0,590$$

#### 9.6.14.4. Factor de temperatura

Para el sistema de tostado, se prevé temperaturas relativamente de 200°C, por lo que de acuerdo a la tabla 5, se tiene un valor de

$$k_d = 1,020$$

#### 9.6.14.5. Factor de confiabilidad $k_e$

El factor de confiabilidad, se determina en la tabla 6 el factor en mención junto con el respectivo valor de confiabilidad, es así que, para una confiabilidad del 90% se tienen que el valor de

$$k_e = 0,897$$

#### 9.6.14.6. Límite de la resistencia a la fatiga en vigas rotatorias $S_e'$

El límite de resistencia a la fatiga  $S_e'$  se calcula como se indica a continuación, se conoce que la resistencia es 560 MPa., por lo que se tienen que:

$$S_e' = 0,5 * S_y$$

$$S_e' = 0,5 * (560 \times 10^6 Pa)$$

$$S_e' = 280 MPa$$

Con todos los coeficientes estimados se tiene la expresión de la ecuación 14,

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e'$$

$$S_e = 0,962 * 0,60 * 0,594 * 1,020 * 0,897 * 280$$

$$S_e = 87,83 MPa$$

Se estima el esfuerzo que se ejerce sobre el eje, el mismo que

$$\sigma = \tau_{torsión} + \tau_{flexión} \quad (\text{Ecuación 22})$$

$$\sigma = \frac{16 * T}{\pi * d^3} + \frac{32 * M}{\pi * d^3}$$

$$\sigma = \frac{16 * 700 N * 0,075 m}{\pi * (0,075 m)^3} + \frac{32 * 700 N * 0,10 m}{\pi * (0,075 m)^3}$$

$$\sigma = 636,363,6 Pa + 1 696 969,7 Pa$$

$$\sigma = 23,3 MPa$$

Para el cálculo del factor de seguridad, se emplea la teoría de Goodman-modificado, dentro de la que se tiene la siguiente expresión:

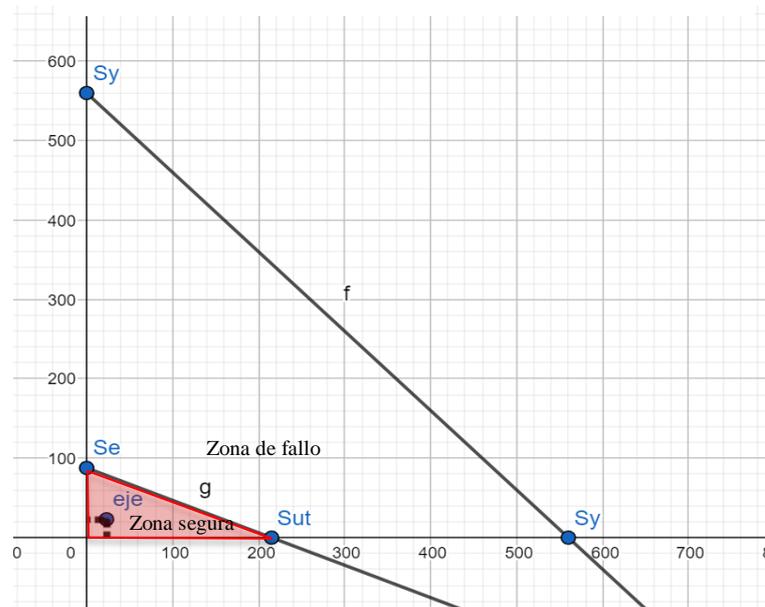
$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y} = \frac{1}{n} \quad (\text{Ecuación 23})$$

$$\frac{23,13}{47,362} + \frac{23,13}{560} = \frac{1}{n}$$

$$n = 1,40$$

Se evidencia entonces que el factor de seguridad estimado es aceptable para el funcionamiento de la maquina

**Figura 30.** Goodman-modificado



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

### 9.6.15. Selección de sistema de transmisión

Para nuestro sistema de transmisión se selecciona reductores, poleas y bandas flexibles, en los diferentes mecanismos de movimiento.

#### Sistema de giro de cámara tostadora

##### Selección de reductor

Para reducir la velocidad angular de nuestro motor, elegimos un reductor de engranes, con una relación de transmisión de 40:1

Por tanto, la velocidad angular  $N$  del motor = 3450 RPM, aplicando la reducción de 40:1, se tiene

La velocidad de salida del reductor  $n = 86,5$  RPM

Rango nominal entre centros

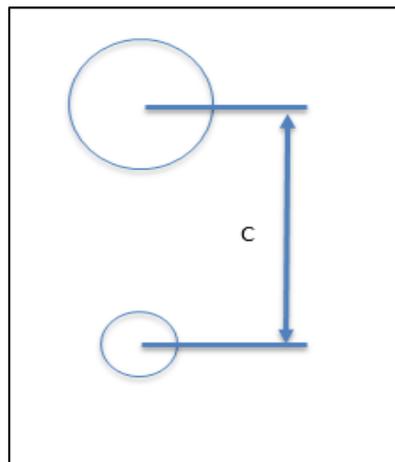
(Ecuación 6)

$$3(D+d) \geq C \geq D$$

$$3(150+70) \geq C \geq 150$$

$$3(220) \geq C \geq 150$$

$$660 \geq C \geq 150 \text{ (mm)}$$



Potencia de diseño ecuación 7

$$Pd = Pn * \text{factor de servicio}$$

Se selecciona el factor de servicio del anexo 2 tabla 4,2

Factor de servicio = 1,1

$$Pd = 0,5 Hp * 1,1 = 0,55 hp$$

Se selecciona el tipo de banda 3V en americana o SPZ en métrica

Determinar la longitud tentativa de la banda por la ecuación 9

$$L = 2C(\text{tentativa}) + 1,57(D + d) + (D - d)2/4C$$

$$L = 2 * 660(\text{tentativa}) + 1,57(151 + 71) + (151 - 71)2/4 * 660$$

$$L = 16671 \text{ mm tentativa}$$

Por tanto, las bandas equivalentes a los datos obtenidos según tabla de anexo 3 y la factibilidad de espacio son:

Banda A70, longitud 1811 mm

Poleas 151 mm y 71 mm

Aplicando las ecuaciones 8 de relación de transmisión, determinamos la velocidad de salida en el eje de la cámara de tostado.

$$R_v = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p}$$

$$n_2 = \frac{86,5 * 70}{150} = 40,3 \text{ RPM}$$

### **Sistema de transmisión de enfriamiento**

Seleccionamos las mismas poleas, D=151mm y d=71mm

Teniendo la distancia entre eje en el siguiente rango reemplazando en la ecuación 6

$$3(D + d) \geq C \geq D$$

$$660 \geq C \geq 151 \text{ (mm)}$$

Factor de servicio es 1

Por tanto, la potencia de diseño es el mismo del nominal de la ecuación 7

$$P_d = P_n * 1 = 0,5hp$$

La selección del tipo de banda es 3V en americana o SPZ en métrica.

La longitud tentativa se tiene

$$L = 2 * 250(\text{tentativa}) + 1,57(151 + 71) + (151 - 71)2/4 * 250$$

$$L = 854$$

Se selecciona la banda A-32, equivalente a 846 mm

## 10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 10.1. Implementación del sistema de tostado en el proceso

La implementación de la máquina de tostado de forma automática, se analiza el tiempo de tueste, consumo de energía eléctrica y las ventajas sobre el método tradicional.

#### 10.1.1. Tiempo de Tueste

Se efectúa la operación de tueste con grano de cacao, obteniendo los datos presentados en la tabla siguiente:

**Tabla 12.** Datos de tueste de cacao

Prueba	Tiempo H	Temperatura (°C)	Consumo de energía (KWH)	Cantidad de grano (kg)	costo de consumo de energía
1	0,75	100	15,44	15	\$1,45
2	0,71	103	14,76	15	\$1,39
3	0,66	105	13,73	15	\$1,29
4	0,61	108	12,70	15	\$1,19
5	0,58	110	12,01	15	\$1,13
<b>PROMEDIO</b>	0,75	100	15,44	15	\$1,45

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

Los datos obtenidos indican que el tiempo promedio de tueste de cacao es de 0,27 horas, es decir 16 minutos, lo que indica que se redujeron los tiempos en 40% en comparación al proceso manual, el consumo de energía es de 1,16 kWh, a un costo \$0,29, un costo bajo por la potencia instalada baja.

Tiene una productividad 55 kg /hora, una mejora sustancial en comparación a al proceso manual.

#### 10.1.2. Porcentaje de humedad

Para el cálculo de la humedad se utilizó la siguiente fórmula

$$Humedad = \frac{P_{entrada} - P_{salida}}{P_{entrada}} 100 \quad (\text{Ecuación 24})$$

Donde:

$P_{entrada}$  = Peso antes de ingresar a la cámara de tostado

$P_{salida}$  = Peso del grano ya tostado

Después del tueste del grano se pesó nuevamente el grano de cacao dando los siguientes resultados.

**Tabla 13.** Porcentaje de humedad

Cantidad de humedad				
Prueba	Peso del grano entrada (kg)	Nivel de humedad a la entrada	Peso del grano salida (kg)	Nivel de humedad a la Salida
1	15	7,0%	14,65	2,3%
2	15	7,2%	14,70	2,0%
3	15	7,3%	14,60	2,7%
4	15	7,0%	14,67	2,2%
5	15	7,5%	14,50	3,3%

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

### 10.1.3. Consumo de la tostadora

**Tabla 14.** Tabla de consumo de energía.

Consumo de la tostadora de cacao									
Equipos	Corriente	Voltaje de operación [V]	Potencia [KW]	Horas de Uso [H]	Consumo de energía x día [KWH]	Consumo de energía [KWH x 3 días]	Consumo de energía [KWH x Mes]	Consumo de año [KWH x año]	Consumo en dólares
Motor para tostado	3,5	220	0,77	3,00	2,31	6,93	27,72	332,64	\$ 31,27
Motor enfriador	3,5	220	0,77	0,16	0,12	0,37	1,48	17,74	\$ 1,67
Motor turbina	3,5	220	0,77	0,16	0,12	0,37	1,48	17,74	\$ 1,67
Resistencias	20	220	4,40	3,00	13,20	39,60	158,40	1900,80	\$ 178,68
Controlador	1	220	0,22	3,00	0,66	1,98	7,92	95,04	\$ 8,93
Luces	0,06	220	0,01	3,00	0,04	0,12	0,48	5,70	\$ 0,54
Total	31,56	1320	6,94	12,32	16,46	49,37	197,47	2369,66	\$ 222,75

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

El consumo de total de energía en la utilización de 3 días a la semana durante un año consecutivo presenta de 2369,66 kW mientras que el valor económico nos consumiría un aproximado de 222,75 dólares americanos.

#### 10.1.4. Ventajas de tostadora

La calidad del cacao tostado evidencia una uniformidad, disminuyendo el producto no conforme, por el control de temperatura.

Los operadores afirman tener mayor confort al operar, con tiempo para planificar la operación diaria de tueste de cacao.

### 11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto para el desarrollo del trabajo de estructura de la siguiente forma:

**Tabla 15.** Costos del proyecto

<b>Cant.</b>		<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
		Materiales para la fabricación de la tostadora		
1	unid.	Una Plancha de acero inoxidable 430 B espesor 2 mm y 0.7	\$ 350,00	\$ 350,00
2	unid.	Tubos cuadrados galvanizados de 40 x40 mm	\$ 18,00	\$ 36,00
2	unid.	Ángulos de acero al carbono A36 estructural de 40 x 40 espesor 1/8	\$ 16,00	\$ 32,00
0,5	unid.	plancha de acero al carbono laminado en frío de 8 mm	\$ 90,00	\$ 45,00
3	unid.	metros de acero inoxidable 304 AISI grado alimenticio de diámetro de 3/4	\$ 50,00	\$ 150,00
2	unid.	Chumaceras de 3/4	\$ 25,00	\$ 50,00
2	unid.	Motor de 1 HP	\$ 350,00	\$ 700,00
1	unid.	Motor de 1/2	\$ 100,00	\$ 100,00
1	unid.	Tubo redondo de 3 pulgadas para extracción de humo y enfriamiento	\$ 25,00	\$ 25,00
3	unid.	Tubo redondo de 2 1/2 para extracción de humo	\$ 20,00	\$ 60,00
1	unid.	Visor de vidrio templado	\$ 7,00	\$ 7,00
1	unid.	Garruchas de 3 pulgadas	\$ 5,00	\$ 5,00
		Sistema De control de temperatura		\$ -
1	unid.	Termómetro digital REX C-700	\$ 130,00	\$ 130,00
1	unid.	Termocupla tipo J	\$ 12,00	\$ 12,00
1	unid.	Resistencias eléctricas	\$ 200,00	\$ 200,00

1	unid.	Termómetro analógico	\$ 5,00	\$ 5,00
1	unid.	Contactador 40 A	\$ 48,00	\$ 48,00
1	unid.	Breaker de 40 A	\$ 17,00	\$ 17,00
1	unid.	botón de paro	\$ 3,50	\$ 3,50
3	unid.	luces piloto	\$ 1,00	\$ 3,00
2	unid.	Interruptores tipo palanca	\$ 1,50	\$ 3,00
2	unid.	Interruptores tipo palanca de 2 fases	\$ 1,50	\$ 3,00
1	unid.	Interruptores tipo palanca de 2 posiciones	\$ 1,50	\$ 1,50
1	unid.	Tablero de protección eléctrica	\$ 80,00	\$ 80,00
2	unid.	Cable de alta temperatura	\$ 3,50	\$ 7,00
10	mts	Cable concéntrico 2 x 12	\$ 1,35	\$ 13,50
5	mts	Cable concéntrico 2 x 14	\$ 1,15	\$ 5,75
4	mts	Cable concéntrico 3 x 12	\$ 1,60	\$ 6,40
1	unid.	Remaches	\$ 8,00	\$ 8,00
10	unid.	Terminales plano para cable N° 12	\$ 0,25	\$ 2,50
3	unid.	Tubo rígido flexible	\$ 2,30	\$ 6,90
		Sistema de transmisión		
2	unid.	motos reductores	\$ 90,00	\$ 180,00
1	unid.	Banda A70	\$ 13,00	\$ 13,00
3	unid.	A-32	\$ 12,00	\$ 36,00
4	unid.	Poleas de 70 mm	\$ 8,00	\$ 32,00
4	unid.	Poleas de 150 mm	\$ 10,00	\$ 40,00
		Total		\$2.417,05

Fuente: Mayorga J., Soliz E.

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 12.1. Conclusiones

Existen diferentes procesos de tostado de cacao que son tostador continuo, discontinuo, microondas e inducción de resistencias eléctricas. Se realizó un análisis de ponderación donde se evaluaron las diferentes alternativas adecuadas para el diseño de la máquina cumpliendo con la temperatura de 130°C requerida para el proceso de tostado.

Los materiales que se utilizaron para la construcción de la máquina tostadora de cacao son los aceros inoxidable AISI 304 y AISI 340 de grado alimenticio para el consumo humano. Para controlar la temperatura a tostar entre los 110 °C a 130 °C se realiza mediante un controlador digital. El sistema de transmisión mediante poleas y bandas.

Durante las pruebas realizadas se puede determinar que para eliminar el porcentaje de humedad de cacao es necesario que la máquina tostadora se encuentre a una temperatura de 110 °C a 130 °C en un tiempo determinado de 30 minutos, logrando obtener un producto de calidad.

## 12.2. Recomendaciones

Se debe instruir a la persona que va a estar encargado de operar la máquina tostadora de cacao semiautomática que se base en los manuales de su funcionamiento, con el propósito de evitar accidentes con el operador, de esta manera tener mayor eficiencia en el proceso de tostado.

Es necesario que el operador no sobrepase los parámetros del tiempo (30 min) y la temperatura (130 °C) a tostar el cacao, de tal manera estaría ocasionando daños en el producto que no están de acuerdo en los estándares de calidad.

## 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

Alban , V. (2000). Transmisión de potencia. Elvatron.

Aldave , G. (2016). Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (*Theobroma cacao L.*) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica.

ANECACACO. (2019). Sector Exportador de Cacao.

Beckett, S. (2009). Industrial Chocolate. Obtenido de *Manufacture and Use*.

Cárdenas, J. (2018). Investigación cuantitativa. *trAndeS Serie de Material Docente*.

cookinox. (s.f.). Que es el acero inoxidable de grado alimenticio.

Electro industria . (2019). <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3532&ni=lo-que-deberias-saber-de-los-controladores-de-temperatura>. Obtenido de los controladores de temperatura: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3532&ni=lo-que-deberias-saber-de-los-controladores-de-temperatura>

Evaristo. (s.f.). Cetronic. Obtenido de Interruptor Bipolar Palanca On-Off: <https://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=999019832&cPath=515>

FAGOR BRANDT. (2014). INDUCTION HOBS. Technical Trining.

FAIRCHILD. (2013). Induction Heating System Topology Review.

- Gálvez, A. (2016). Estudio De La Operación Electromecánica De Los Motores Electricos. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gómez, C., & De León, E. (2014). Método Comparativo.
- Gómez, N. (2016). Estudio de soldabilidad detuberia saniraia en acero inoxidable con soldadura TIG. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gutierrez, M. (2015). Tecnología de tostado del grano de cacao. Accelerating the world's research.
- Guzmán, M. (2016). Estudio del proceso de elaboración artesanal del Chocolate“La Pepa de Oro” ” del cantón Vinces provincia de Los Ríos y sus usos en la pastelería. Universidad De Guayaquil.
- Hardy, F. (1961). Manual de cacao. Turrialba: Antonio Lehamann.
- HVH. (2020). Tipos de acoplamiento rigidos.
- IEC. (1975). Normas de elemtos electricos. Quito.
- Iman, A., & Quillilli, J. (2019). Elaboración y caracterización fisicoquímica y organoléptica de la pasta de caco. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Jeffus, L. (2004). Soldadura Principios y aplicaciones. Madrid: Paraninfo.
- León, F., Calderón, J., & Mayorga, E. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao. Revista Ciencia Unemi, 45 - 55.
- Maquinagro S.A. (2016). Maquinagro S.A. Obtenido de Motores Eléctricos Bifásicos Nova: <http://maquinagro.com/producto/motores-electricos-bifasicos-nova/>
- Morales, F., Carrillo, M., Ferreira, J., Peña, M., Briones , W., & Albán, M. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Rios, Ecuador. Revista ciencia y tecnología, 63 - 69.
- Morone, G. (2013). Métodos y técnicas de la investigación científica. Accelerating the world's research.
- Nebesni, E., & Rutkowski, J. (1998). Effect Of Cocoa Bean Enrichment And Chocolate Mass Conching On The Composition And Properties Of Chocolates. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences.

- NEC. (2018). Norma Ecuatoriana de construcción. Ministerios de desarrollo urbano y vivienda Miduvi.
- Noor, S., Jinap, S., & Nazamid, S. (2009). Effect polyphenol and pH on Cocoa Maillar - Related flavor Precursors in Lipidic Model System. *International Journal of Food Science & Technology*.
- Oliveras, J. (2007). La elaboración del chocolate una técnica dulce y ecológica. *Técnica Industrial*.
- Padilla, D. E. (s.f.). Aplicaciones De Los Aceros Inoxidables. *Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*.
- Pita, S., & Pértegas, D. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad aten primaria*.
- Pozo, L. (2016). IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PERFIL DE. *Universidad Técnica Del Norte*.
- Quecedo, R., & Castaño, C. (2003). Introducción a la metodología de la Investigación Cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, 5-40.
- Ramírez, J. (2018). Impacto Causado por la deforestación del ecosistema bosquer a consecuencia de la siembra del cacao. *Universidad Internacional de Ucayali*.
- Ramírez Lozano, J. (2000). Diseño de elementos flexibles para la transmisión de potencia mecánica mediante el uso de la computadora. *Universidad Autónoma Nuevo León*.
- Reyes, H., & Capriles, de Reyes, L. (2000). *El cacao en Venezuela*. Caracas: Chocolates el Rey C.A.
- Rodríguez, F., & González, G. (2018). Automatización de una planta industrial de alimentación mediante control distribuido. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*.
- Sanchez, D. (2018). DISEÑO Y CÁLCULO DE UN REDUCTOR DE VELOCIDAD PARA UNA TRANSPORTADORA. *Universidad Politécnica de Cataluña*.
- Sánchez, M. (2018). Plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a la producción y distribución de chocolate rellenos de trozos de frutos exóticos del Ecuador, en el Sector De Cumbaya Del D.M.Q Para El Año 2018. *Universidad Tecnológica Indoamerica*.
- Serrano, L., & Martínez, X. (2017). *Máquinas Eléctricas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

- Shina, D. (2012). Some Studies on Energy Efficient Induction Heater. Indian School of Mines.
- SKF. (2019). Hojas técnicas de Rodamientos SKF.
- Smith, M. (1980). Publihing Qualitative Research. American Educational Research, 177-183.
- Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. Limusa.
- Trends, W. (2022). Transmisión de potencia por bandas. IDRICA.
- Umberto. (9 de Junio de 2016). FMB. Obtenido de Escuela de chocolate en Las Vegas (III): el tostado de los granos de cacao: <https://myblog.boscolo.it/es/post/2016/06/09/escuela-de-chocolate-en-las-vegas-iii-el-tostado-de-los-granos-de-cacao/>
- Valencia, A., & Donoso, G. (2019). Ecuador quiere reconocimiento como productor de chocolate, no sólo de cacao. Routers.
- Zyzelewicz, D., Budryn, G., Krysiak, W., Oracz, J., Nebesny, E., & Bojczuk, M. (2014). Influence of roading conditions on fatty acid composition and oxidative changes of cocoa butter extracted from cocoa bean of Forastero variety cultivated in Togo. Food Research International, 323-343.

# Anexos

## Anexo 1. Fotografías

**Fotografía 1.** Corte de metal



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 2.** Suelda pieza del enfriador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 3.** Estructura del tostador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 4.** Suelda de tubos del enfriador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 5.** Estructura de tubos



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 6.** Tambor del horno tostador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 7.** Perforación del tambor



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 8.** Estructura del tostador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 9.** Pintura a la estructura del tostador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 10.** Enfriador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 11.** Instalación eléctrica



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

**Fotografía 12.** Implementación del horno tostador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

## Anexo 2. Factor de servicio para selección de banas

EQUIPOS IMPULSADOS	EQUIPOS IMPULSORES O MOTRICES						
	Si se utilizan poleas locas añadir lo siguiente al factor de servicio	Motores Eléctricos CA par normal, jaula de ardilla y sincrónicos, fase partida, CD	Motores Eléctricos CA alto par, anillos deslizantes CD				
			TIPO DE SERVICIO			TIPO DE SERVICIO	
		Hasta 6 Hr	6 a 16 Hr	16 a 24 Hr	Hasta 6 Hr	6 a 16 Hr	16 a 24 Hr
Polea loca en lado flojo (dentro) Ninguno							
Polea loca en lado flojo (dentro) 0.1							
Polea loca en lado apretado (dentro) 0.1							
Polea loca en lado apretado (afuera) 0.2							
Agitadores para líquidos							
Sopladores y aspiradoras							
Bombas centrífugas y compresores hasta 0.75 KW (1HP)	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3	
Ventiladores hasta 7.5 KW (10 HP)							
Transportadores de carga ligera							
Transportadores de banda para arena, granos, etc							
Mezcladores de maza.							
Ventiladores de más de 7.5 KW (10 HP).							
Generadores							
Ejes de línea.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	
Maquinaria de Lavandería							
Maquinas Herramienta							
Taladros, prensas, cortadoras.							
Maquinaria para Imprentas							
Bombas rotatorias de desplazamiento positivo.							
Cribas giratorias y vibratorias							
Maquinas para Ladrillos.							
Elevadores de Cangilones							
Excitadores.							
Compresores con Pistón.							
Transportadores de Tornillo							
Molinos de Martillo	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	
Molinos Batidores de Papel							
Bombas de Pistón							
Sopladores de Desplazamiento Positivo							
Pulverizadores.							
Maquinaria para Molinos de Sierra y Trabajo de Madera.							
Maquinaria Textil							
Trituradoras (Giratorias, Mordazas, Rotatorias)							
Molinos (Bojas, Roladores, Laminadores).	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	
Grúas							
Maquinaria para la Industria del Hule							
Equipo con ahogador	2	2	2	2	2	2	

Tabla 4.20 Factores de servicio para bandas en V servicio pesado.

Anexo 3. Graficas de selección de tipo de bandas

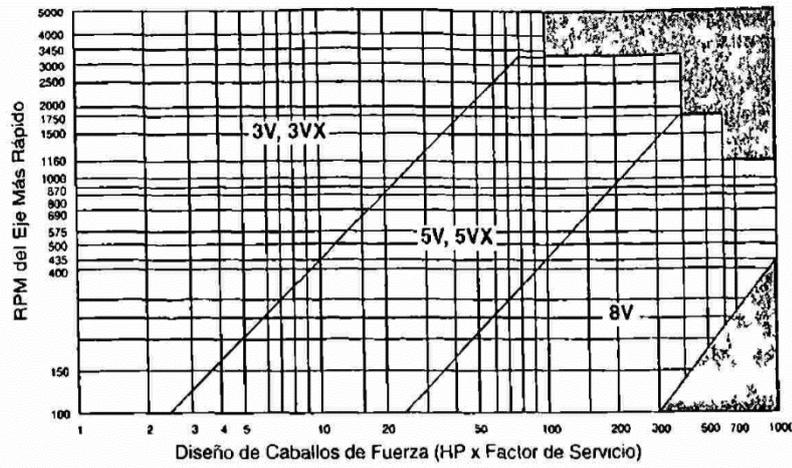


Figura 4.23(a) Grafica para la selección de bandas en V angostas americanas.

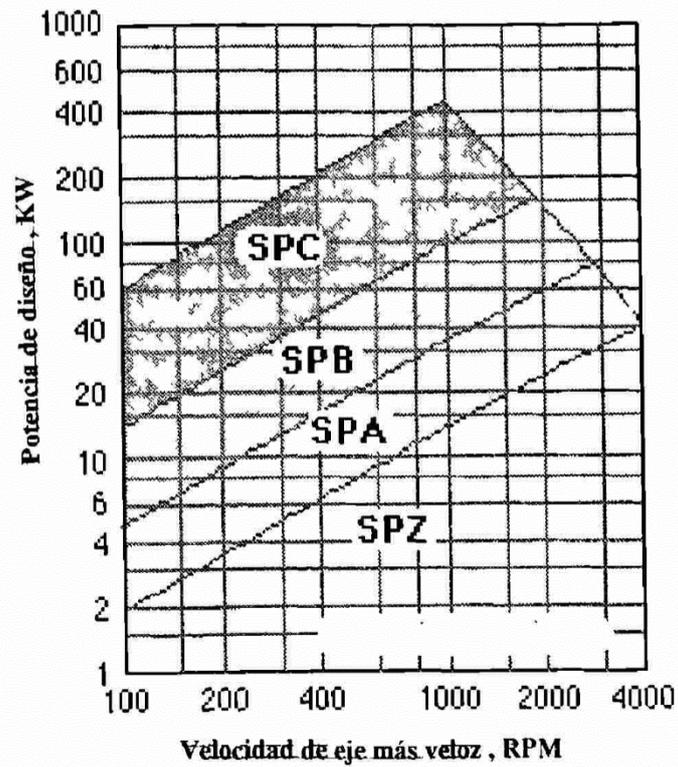
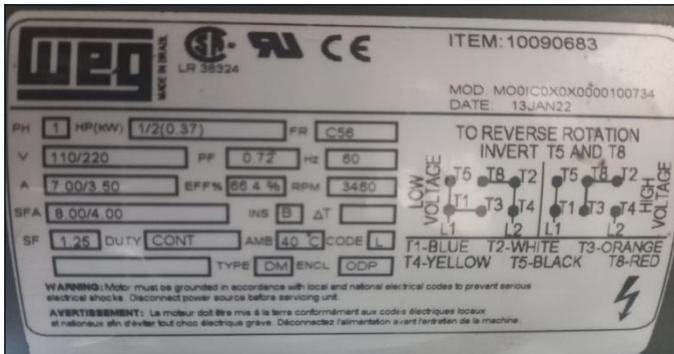


Figura 4.23(b) Grafica para la selección de bandas en V angostas métricas.

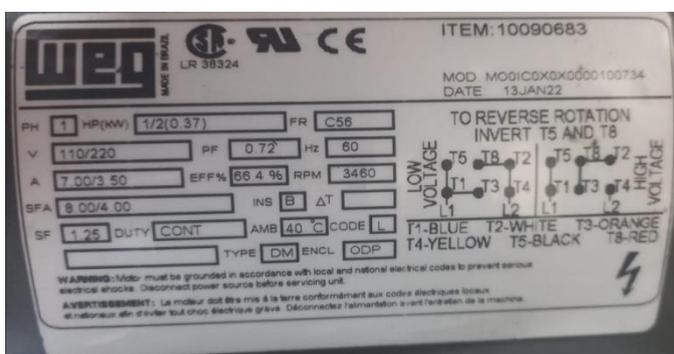
Anexo 4. Placas de motores

Fotografía 13 Placa y motor para el tostador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

Fotografía 14 Placa y motor para enfriador



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

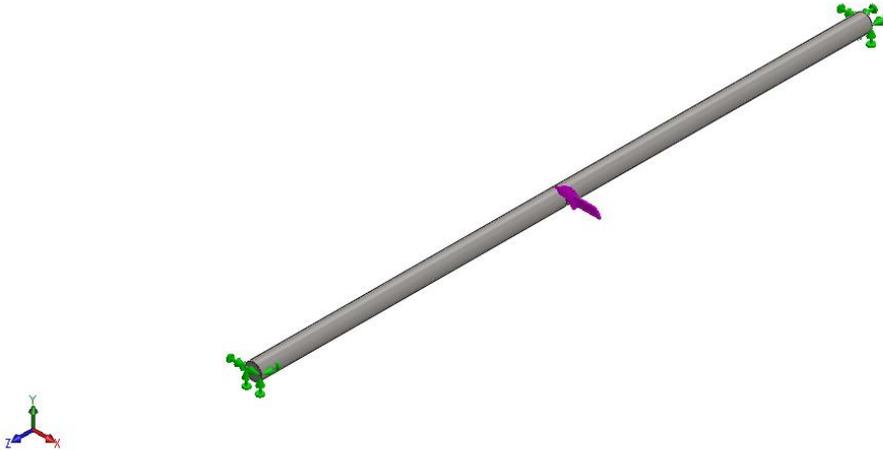
Fotografía 15 Placa y motor para el extractor



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

## Anexo 5. Cálculos por simulación

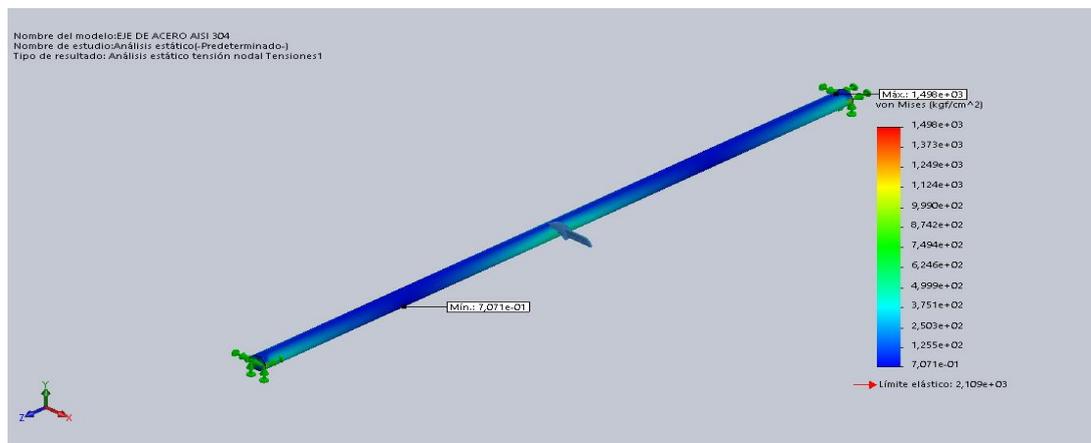
### Cálculo en el eje de acero AISI 304



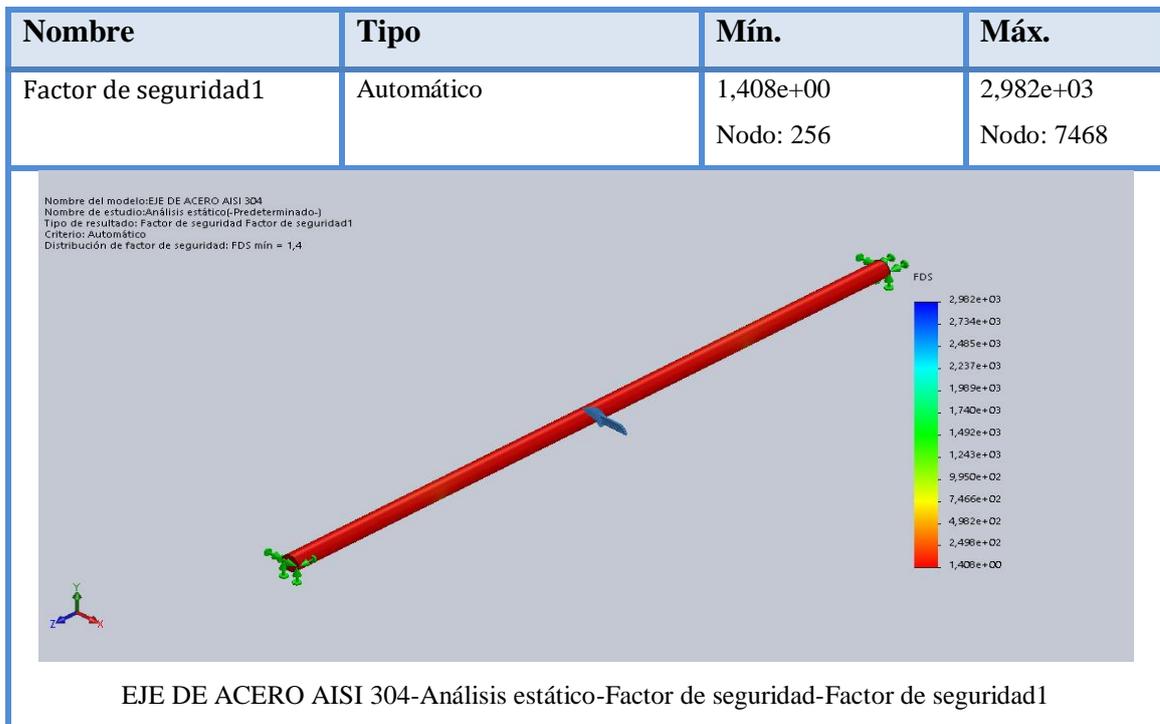
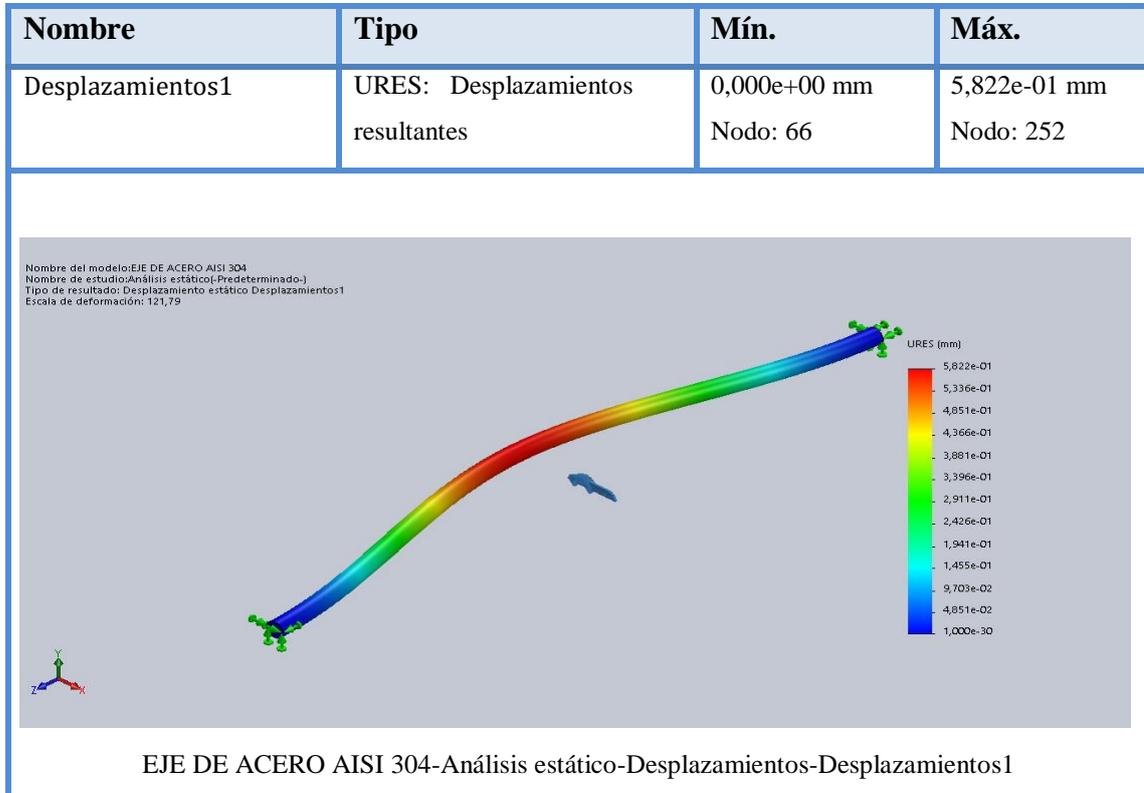
La fuerza puntual es de 35 kgf

El esfuerzo de Von Mises

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	7,071e-01 kgf/cm <sup>2</sup> Nodo: 7468	1,498e+03 kgf/cm <sup>2</sup> Nodo: 256

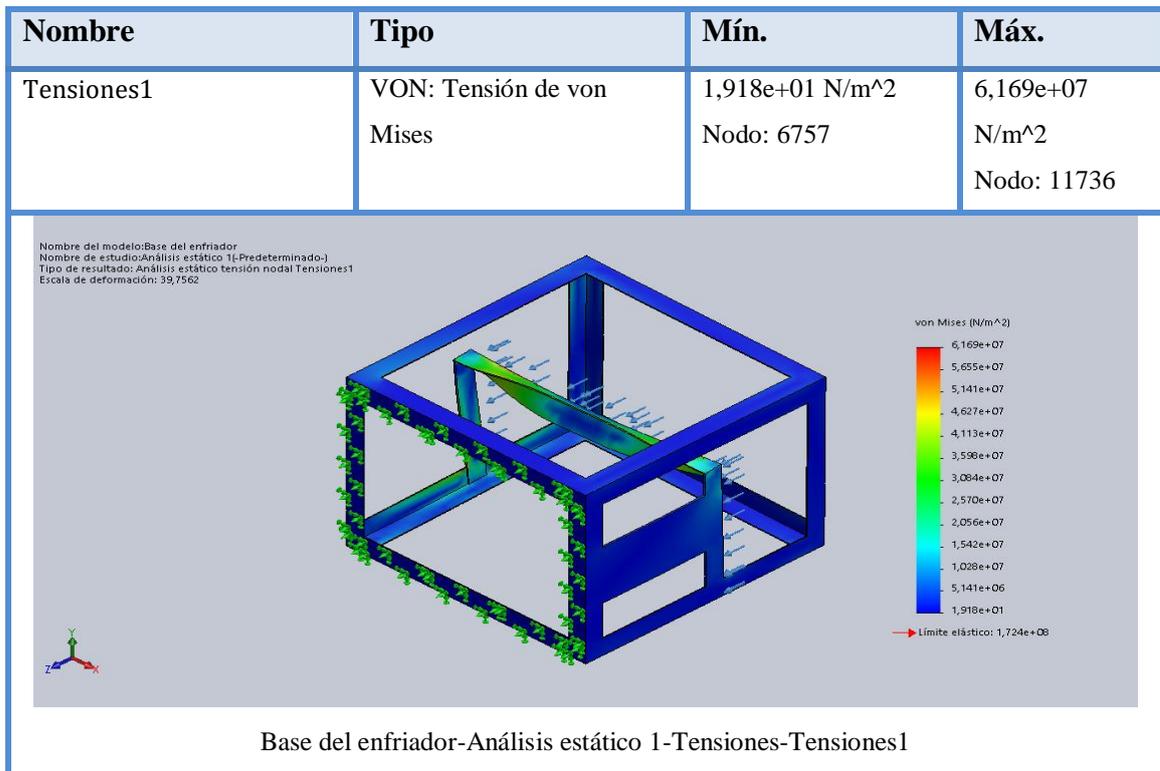


EJE DE ACERO AISI 304-Análisis estático-Tensiones-Tensiones1

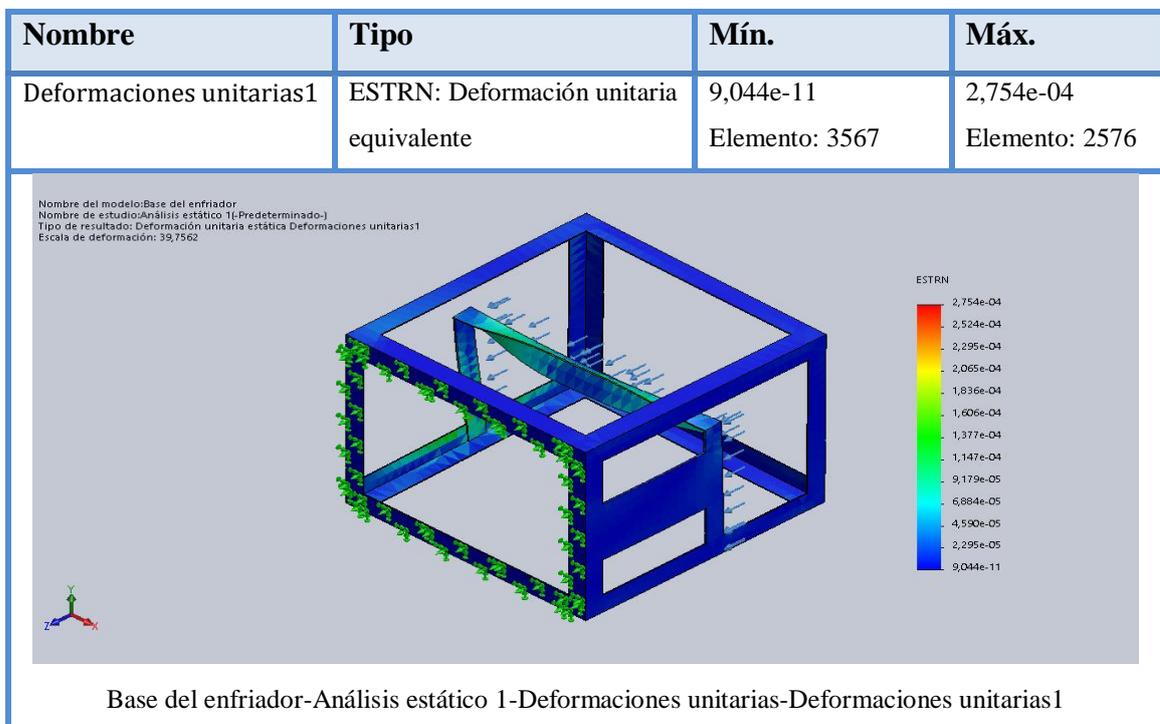


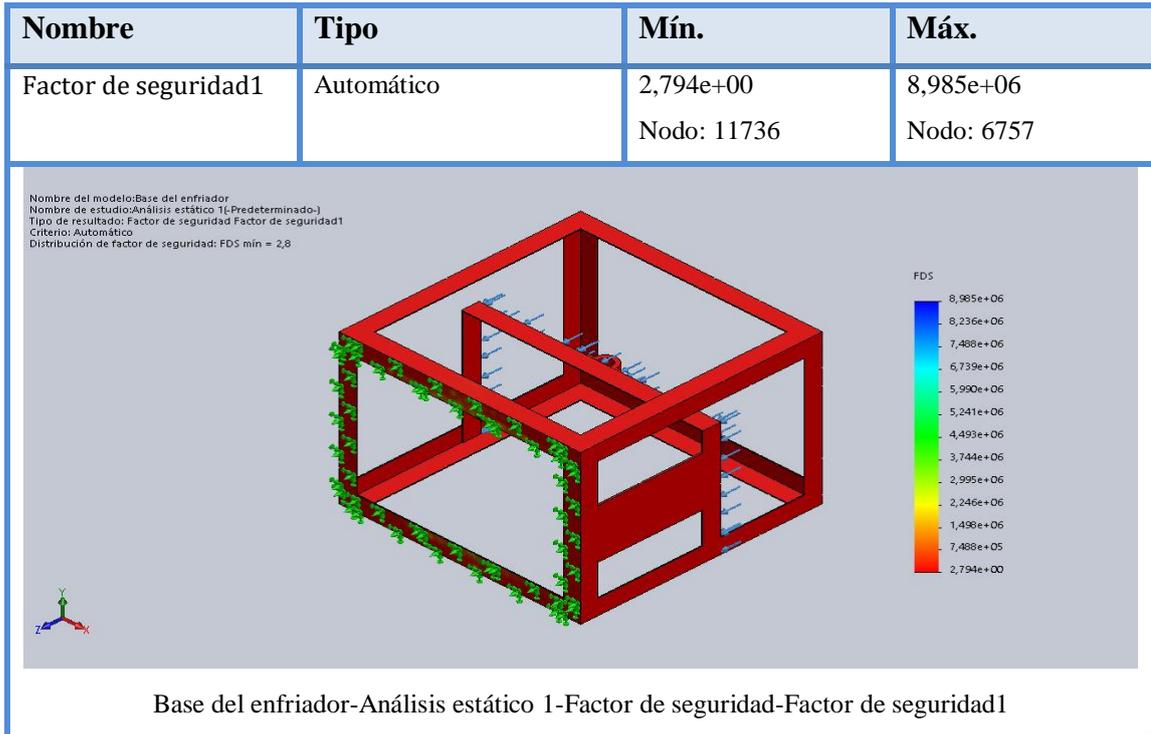
El factor de seguridad es conservador = 1.4 recomendado

### Análisis en Base del enfriador con 50 kgf en la superficie



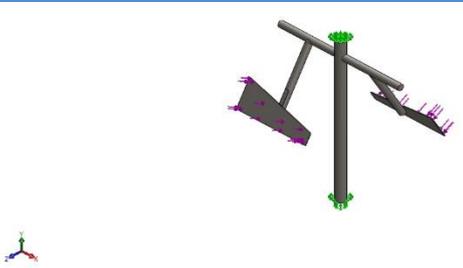
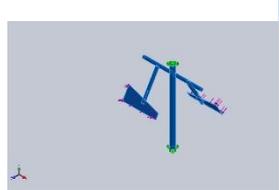
### Base del Enfriador





El factor de seguridad es conservador = 2.8 recomendado

### Diseño de las Paletas

 <p>Nombre del modelo: Paletas Acero AISI 430</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir4 	Sólido	Masa: 80.824,5 kg Volumen: 10,2961 m <sup>3</sup> Densidad: 7.850 kg/m <sup>3</sup> Peso: 792.080 N	

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones con Von Mises	VON: Tensión de von Mises	6,260e-06 kgf/cm <sup>2</sup> Nodo: 2644	5,471e+00 kgf/cm <sup>2</sup> Nodo: 2181

Nombre del modelo: Pieza2  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
 Escala de deformación: 3.967,73

Tensiones Máximas y Mínimas

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	5,817e-13 Elemento: 5768	1,282e-06 Elemento: 6346

Nombre del modelo: Pieza2  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 3.967,73

Pieza2-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias



Anexo 6 Manual de operación y mantenimiento

## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA MÁQUINA TOSTADORA DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG.



### **Autores:**

Mayorga Gaibor Juan Carlos

Soliz Falcones Eduardo Josue

### **Tutor:**

Ing. Morales Cevallos Jose Williams M.Sc.

**LA MANÁ – ECUADOR**

**AGOSTO – 2022**

## INTRODUCCIÓN

En el presente guía manual de operación y mantenimiento del sistema de una máquina tostadora de cacao semiautomática, que será de gran beneficio para la asociación de campesinos lamanenses “ASCALA”, además para el operario que va a estar al frente del manejo de la máquina tenga los conocimientos previos antes de manipularla y así poder evitar cualquier tipo de daños materiales como humanos que se pueden causar al momento de realizar la conexión a la toma 220 V, otro caso sería al momento de poner en funcionamiento a la máquina de pulsar de manera correcta los pulsadores y así obtener un buen manejo de la máquina.

## MODO DE OPERACIÓN

### **Pasos previos para el encendido de la máquina tostadora.**

1. Conectar la alimentación trifásica a 220 V para su respectivo proceso de funcionamiento.
2. Pulsamos ON para encender las resistencias de esta manera el tambor se estará calentándose.
3. Presionamos en ON para encender el pirómetro y configuramos la temperatura (110 a 130°C) en un tiempo aproximado de 30 a 35 minutos a tostar el cacao.
4. Presionamos ON para encender el motor 1, seguidamente pulsamos ON a la izquierda para poner en modo reversible el tambor a tostar.

### **Pasos para el proceso de tostado.**

1. Una vez alcanzada la temperatura necesaria para tostar el cacao. Procedemos abrir la compuerta de entrada por la tolva.
2. Introducimos el cacao a tostar con una capacidad máxima de 15 kg y procedemos a cerrar la compuerta de entrada.
3. El tiempo de tostado puede variar dependiendo su grado de humedad (el grado requerido a tostar debe ser menor a 7 %).
4. Por el visor del cilindro podremos ver el color de la tostión, la temperatura del grano y podemos presenciar que el grano esté bien tostado.
5. Presionamos ON para encender el motor 2 de la turbina de aire que esta acoplado al enfriador, la misma que se encarga del enfriamiento el cacao, retiras las impurezas que hayan entrado con el grano a tostar.

6. Presionamos en OFF al motor 1.
7. Presionamos en ON a la derecha para poner modo reversible al tambor para que realice su respectiva descarga del cacao.
8. Presionamos en ON al motor 1 para encender.
9. Procedemos a abrir la compuerta de salida del cacao y esperamos que se descargue todo el producto.
10. Una vez listo el cacao en el enfriador presionamos en ON al motor 3, para que se pongan en movimiento las paletas y mueva el producto tostado en una capa homogénea sobre un fondo perforado horizontal y realice su respectivo proceso de enfriamiento.
11. Esperamos 20 minutos para que el cacao se enfríe y proceder a retirarlo.

### **Notas importantes:**

- Verificar que la luz piloto este encendida antes de iniciar la operación.
- No apagar el cilindro cuando este caliente.
- Cada vez que realicemos el proceso de tostado retirar la bandeja recolectora de desechos del tambor.

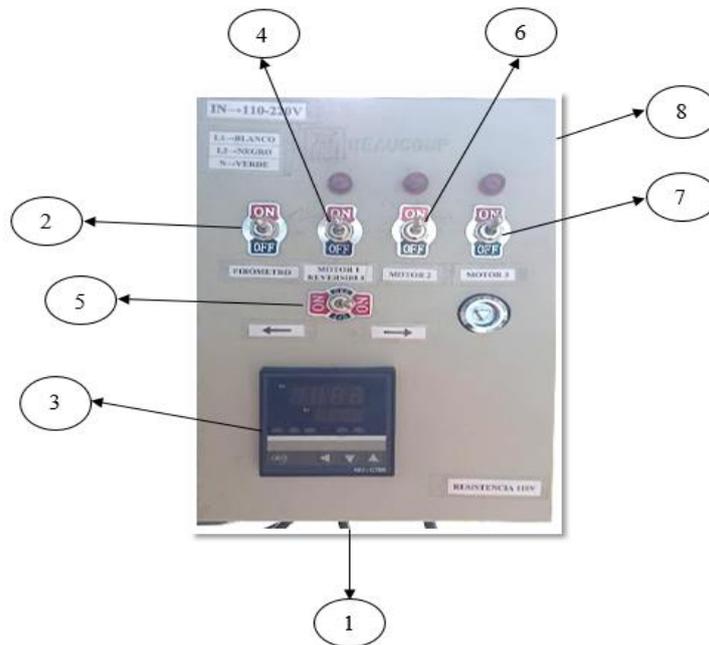
### **RECOMENDACIONES**

- Esta máquina tostadora de cacao funciona a energía eléctrica de 220 V es de gran importancia que el operador al momento de conectar lo tome con las medidas necesarias de precauciones.
- Las resistencias nos permiten la transferencia de calor de 130 °C, logrando un tostado homogéneo.
- El proceso de tostado se lo realiza dentro del cilindro, el tiempo es un aproximado de 30 a 35 minutos, para el cacao de mayor humedad es de mayor tiempo.
- Para el operador es recomendable utilizar guantes, debido a que algunas partes superiores de la máquina suele calentarse y puede sufrir algún tipo de quemadura leve.

### **Elementos y esquema de funcionamiento.**

En la siguiente figura 1, podemos observar el tablero de control que está conformado por muchos dispositivos de maniobra y conexión que se encargan de dar el respectivo funcionamiento.

**Figura 31.** Tablero de control.



Fuente: Mayorga J., Soliz E.

El tablero de control se detallará cada una de sus partes que se encuentran enumeradas en orden:

1. **Alimentación:** Entrada de energía 220 V.
2. **Pulsador 2 posiciones para el pirómetro:** Presionamos ON para encender el pirómetro debe encenderse junto a la luz piloto.
3. **Pirómetro:** Es un instrumento usado para controlar la variable de temperatura, la misma que podemos programar la temperatura que vamos a tostar el cacao, en este caso el rango de temperatura de tostado más común es 110 a 130°C.
4. **Pulsador 2 posiciones para el motor reversible:** Nos muestra que si presionamos ON encendemos el primer motor 1 lo que hace girar al tambor tostador.
5. **Pulsador 3 posiciones:** Para girar el tambor de modo reversible (horario y anti horario)
6. **Pulsador 2 posiciones para el motor de la turbina:** Su principal funcionamiento es de generar aire mediante una turbina para el sistema de enfriamiento del cacao.
7. **Pulsador 2 posiciones para el motor del sistema de enfriamiento:** Una vez que el cacao se extraiga del tambor tostador, encendemos este pulsador ON para el respectivo enfriamiento del producto.
8. **Paro de emergencia:** Se utiliza en función de pulsador de emergencia cuando existe alguna falla en la máquina para prevenir situaciones en peligro a las personas y su entorno.

## FICHA DE SEGURIDAD Y RIESGOS

En la siguiente ficha de datos de seguridad y riesgos incluye la información aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta sobre los riesgos para la salud y seguridad de los operarios y para el medio ambiente del producto de la asociación “ASCALA”

**Tabla 16.** Ficha de seguridad y riesgos



FICHA DE SEGURIDAD Y RIESGOS  
Prácticas preventivas en laboratorios y talleres  
Servicio de Prevención y Medio Ambiente



Comité de Seguridad y Salud UCLM: 20/08/2022

Máquina tostadora de cacao

Capacidad: 15 Kg

¡LEA EL MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL EQUIPO!

La tostadora de cacao está especialmente diseñada para realizar el tostado del grano. Realiza un tostado uniforme gracias a su sistema, la. Posee un sistema integrado para el tostado y enfriado del producto.

Esta máquina trabaja con una alimentación 220 V, y a una temperatura 110 a 130°C.

### CONSIDERACIONES PREVIAS AL USO DEL EQUIPO



Es obligatorio conocer el funcionamiento del equipo antes de proceder a su utilización. Solo deberán manejar y trabajar con el equipo el personal que esté familiarizado con su manejo y funcionamiento. No está permitida su utilización para usos no especificados por el fabricante.



Asegúrese de trabajar en un entorno seguro. Si tiene dudas, consúltelas al responsable de la actividad previamente a iniciar los trabajos. No trabaje solo sin la supervisión o la autorización del responsable de la actividad.

### Sección 1. Identificación del producto

El tostado es uno de los procesos que experimenta el cacao en su camino para transformarse en chocolate, y posiblemente, junto con la fermentación, es uno de los procesos más determinantes para que el cacao desarrolle sabores y aromas adecuados.

### Sección 2. Protección personal

En la máquina tostadora de cacao el operador debe tener en cuenta las siguientes precauciones para evitar cualquier riesgo.

Medidas de precaución del operador: Utilizar un buzo manga larga, guantes de cuero, mandil, zapatos de seguridad.

Protección visual: Siempre ser precavidos y utilizar algún tipo de protección (gafas) para evitar cualquier tipo de residuo del cacao.

### Sección 3. Identificación sobre los peligros

En la parte de la cámara de tostado es el mayor riesgo de sufrir algún tipo de quemadura leve, debido a que el horno para tostar debe estar a una temperatura de 110°C - 130°C por lo cual se debe tomar su distanciamiento de 50 cm para prevenir cualquier tipo de riesgo.

En el proceso del tostado no abrir la compuerta de descarga.

Cuando la máquina este realizando el proceso de enfriamiento no meter las manos a coger cacao, porque las paletas están girando y puede causar algún tipo de accidente en las manos. En la parte exterior e inferior de la máquina se encuentra el mecanismo por bandas y poleas, no tocar cuando esté en funcionamiento.

En el tablero de distribución tomar en cuenta el riesgo eléctrico previo a que la máquina su alimentación es 220 V.

---

#### Sección 4. Almacenamiento

Para almacenar el producto se recomendable realizar en una temperatura ambiente.

Para mantener la calidad del cacao tostado se debe almacenar en un lugar seco y ventilado, en condiciones de humedad relativa donde no se contamine con químicos, así evitar que se produzca la oxidación.

---

#### Sección 5. Primeros auxilios

No se debe realizar ninguna acción que suponga un riesgo personal o sin formación adecuada del operador.

En caso de alguna quemadura leve, acúdase inmediatamente al médico. Mantenerse en reposo.

---

#### Sección 5: Medidas de lucha contra incendios

Los medios de extinción apropiados es recomendable utilizar un extintor.

No utilizar agua.

---

#### Etiquetas de señalización y precaución

Riesgos		Recomendaciones
	<p>Quemaduras por contacto con la cámara de tostado de la máquina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La superficie de la cámara de tostado puede estar a una elevada temperatura.</li> <li>• Dejar que los recipientes se enfríen antes de cogerlos. Utilizar herramientas adecuadas y protección para las manos.</li> </ul>
	<p>Contacto eléctrico Indirecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar de la red si no se va a utilizar la máquina durante mucho tiempo y siempre en operaciones de mantenimiento, ajuste o reparación.</li> <li>• Las operaciones de mantenimiento eléctrico han de ser realizadas por personal técnico autorizado.</li> </ul>

	Provocar incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No colocar o usar la máquina cerca de productos químicos inflamables que pudieran generar vapores y puedan concentrarse en el producto.</li> </ul>
	Daños materiales y humanos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El área es especialmente indicada para limitar los riesgos de accidentes, indicando las acciones que se deben evitar.</li> </ul>

Fuente: Mayorga J., Soliz E. (2022)

## PLAN DE MANTENIMIENTO

Según La Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (Arcsa), nos da a conocer para realizar un mantenimiento preventivo en la máquina tostadora de cacao vamos a proceder a conocer:

Tabla 17. Mantenimiento preventivo y correctivo de la máquina



### Procedimiento para el Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de la máquina tostadora de cacao

Referencia de la Norma ISO 9001:2008m6.3,6.4



#### INSPECCIÓN GENERAL CADA TOSTADA DEL CACAO

**OPERARIO:** Ing Raul Clemente Travez Travez

**FECHA:**

**HORA INICIO:**

**HORA FINAL:**

#### RIESGOS DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Temperaturas altas en algunas zonas. Precaución para no topar las partes calientes.

Riesgo mecanismo poleas y bandas. No meter la mano en estas áreas.

Riesgos eléctricos. No topar cable de alimentación 220 V. Solicitar aislamiento antes de intervenir.

INSPECCIÓN	DESCRIPCIÓN	REVISIÓN	RESULTADOS
	Inspección visual de conexiones de los tres motores		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en los 3 motores	✓	Sin ruidos ni vibraciones
	Temperatura de la resistencia	✓	Entre 110 a 130 °C
	Temperatura del motor del enfriador	✓	Inferior a 28 °C
	Temperatura del motor del tambor	✓	Inferior a 30 °C
	Temperatura del motor de la turbina	✓	Inferior a 25 °C
	Inspección visual de las bandas	✓	

Operador 1	Inspección visual de las chumaceras	✓	
	Inspección visual del tablero de distribución eléctrica	✓	
	Inspección visual que los tornillos estén bien ajustados	✓	
	Ausencia que las paletas no rocen con el enfriador	✓	Sin ruidos
	Ausencia del eje con el tambor tostador	✓	Sin ruidos
	Revisión de residuos después del tostado	✓	
	Revisar los motor reductores	✓	
	Inspección visual del enfriamiento de la máquina	✓	Inferior a 25 °C
Operador 2	Inspección visual de conexiones de los tres motores		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en los 3 motores		Sin ruidos ni vibraciones
	Temperatura de la resistencia		Entre 110 a 130 °C
	Temperatura del motor del enfriador		Inferior a 28 °C
	Temperatura del motor del tambor		Inferior a 30 °C
	Temperatura del motor de la turbina		Inferior a 25 °C
	Inspección visual de las bandas		
	Inspección visual de las chumaceras		
	Inspección visual del tablero de distribución eléctrica		
	Inspección visual que los tornillos estén bien ajustados		
	Ausencia que las paletas no rocen con el enfriador		Sin ruidos
	Ausencia del eje con el tambor tostador		Sin ruidos
	Revisión de residuos después del tostado		
	Revisar los motor reductores		
Inspección visual del enfriamiento de la máquina		Inferior a 25 °C	

**OBSERVACIONES:**

**Fuente:** Mayorga J., Soliz E.

**Herramientas a utilizar:** Para realizar el trabajo de mantenimiento de la máquina tostadora de cacao es importante el uso de las herramientas adecuadas, ya que nos facilita comodidad y eficiencia en los procedimientos a efectuarse, además de un ahorro de tiempo.

Las herramientas principales que se necesitaran para el desarrollo del mantenimiento de la máquina son:

- a) Llaves de 8 mm 10 mm, 13 mm, 14 mm, 17 mm y 19 mm.
- b) Destornillar estrella
- c) Destornillador plano
- d) Playo a presión
- e) Juego de hexágonos
- f) Pinzas
- g) Detector de fases
- h) Llave pico loro
- i) Taladro
- j) Broca 3/8
- k) Martillo de goma
- l) Brochas

## **INSTRUCCIONES MANTENIMIENTO DEL TAMBOR LA MÁQUINA**

Para el desmontar y dar mantenimiento de la máquina tostadora de cacao consta de dos partes fundamentales para lo cual se tiene que realizar el siguiente procedimiento:

Mantenimiento preventivo mecánico:

- Ubicar la máquina en posición horizontal (salida del producto al frente) con la ayuda de la botonera “giro anti horario”.
- Desconectar por completo la alimentación eléctrica de la máquina.
- Desmontar la tubería de alimentación, destornillándolo de la tapa a la que está anclada.
- Abrir las chapas de agarre entre las dos tapas de la puerta del horno.
- Utilizando el mecanismo de apertura y cierre de las tapas, se abren las tapas del horno empujando el mango de apertura hacia el lado izquierdo.
- Retirar el prisionero de seguridad de las chumaceras al eje ubicado en la parte posterior del tambor.
- Desmontar el tambor girándolo al lado izquierdo.
- Retirar los pernos de las chumaceras proceder a retirar el tambor.
- Limpiar el interior del horno con una brocha.
- Limpiar las resistencias eléctricas.
- Engrasar las chumaceras del horno y el eje cada mes con grasa multipropósito.
- Engrasar la chumacera del eje del tambor cada semana debido a que está expuesto a las altas temperatura con grasa industrial de alta tecnología PYROPLEX BLUE 40.
- Revisar los rodamientos se encuentren en buen estado cada 160 hrs de servicio, si estos empiezan a realizar ruidos diferentes a lo normal o zumbir, deberíamos cambiar de inmediatamente, debido a que estos tipos de rodamientos son cerrados y no es posible darles mantenimiento preventivo.
- Revisar cada uno de los elementos del sistema de automatización para su correcto funcionamiento.
- Cada mes debemos comprobar la intensidad de los motores de la tostadora de cacao mediante el multímetro.

## MANUAL DE LIMPIEZA

Según La Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), es Garantizar la salud de la población mediante la regulación y el control de la calidad, seguridad, eficacia e inocuidad de los productos de uso y consumo humano; así como, las condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos sujetos a vigilancia y control sanitario en su ámbito de acción.

La Ley Orgánica de Salud, en el Artículo 16, dispone que: “El Estado establecerá una política intersectorial de seguridad alimentaria y nutricional, que propenda a eliminar los malos hábitos alimenticios, respete y fomente los conocimientos y prácticas alimentarias tradicionales, así como el uso y consumo de productos y alimentos propios de cada región y garantizará a las personas, el acceso permanente a alimentos sanos, variados, nutritivos, inocuos y suficientes”.

El agua utilizada para la limpieza y lavado de materiales, o equipos y objetos que entran en contacto directo con el alimento.

Desinfestación el proceso físico o químico que se emplea para la eliminación de parásitos, insectos o roedores, u otros seres vivos que pueden propagar enfermedades y son nocivos para la salud.

**Tabla 18.** Manual de limpieza



### Manual de limpieza y desinfección Máquina tostadora de cacao

Hoja N°-1

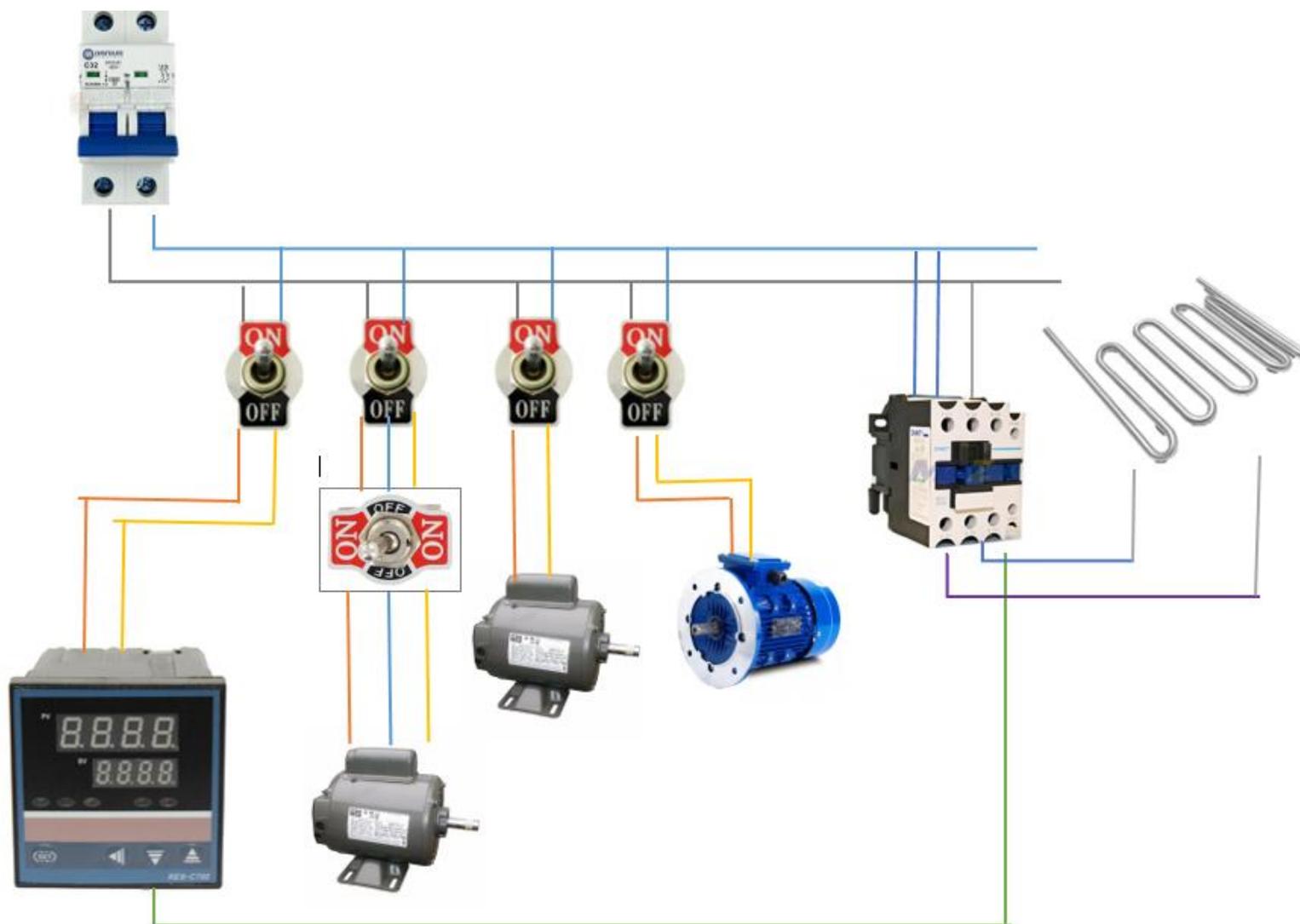


#### RESPONSABLE:

FECHA:	DIA:	FECHA:	MES:	AÑO:
	DOMINGO	01 AL 31	AGOSTO	2022
EQUIPOS	AGUA	DESINFESTACIÓN	DOSIS	
TAMBOR DE TOSTADO	✓		C/TOSTADO	
CÁMARA DE ENFRIADO	✓		C/TOSTADO	
PALETAS	✓		C/TOSTADO	
RECIPIENTE DE CASCARILLAS		✓	C/TOSTADO	
MOTORES		✓	C/MES	
ESTRUCTURA METÁLICA		✓	C/ SEMANA	
CHUMACERAS		✓	C/ 40 HRS	
BANDAS		✓	C/ 160 HRS	
POLEAS		✓	C/ 160 HRS	
MOTOR REDUCTOR		✓	C/MES	
TABLERO		✓	C/TOSTADO	

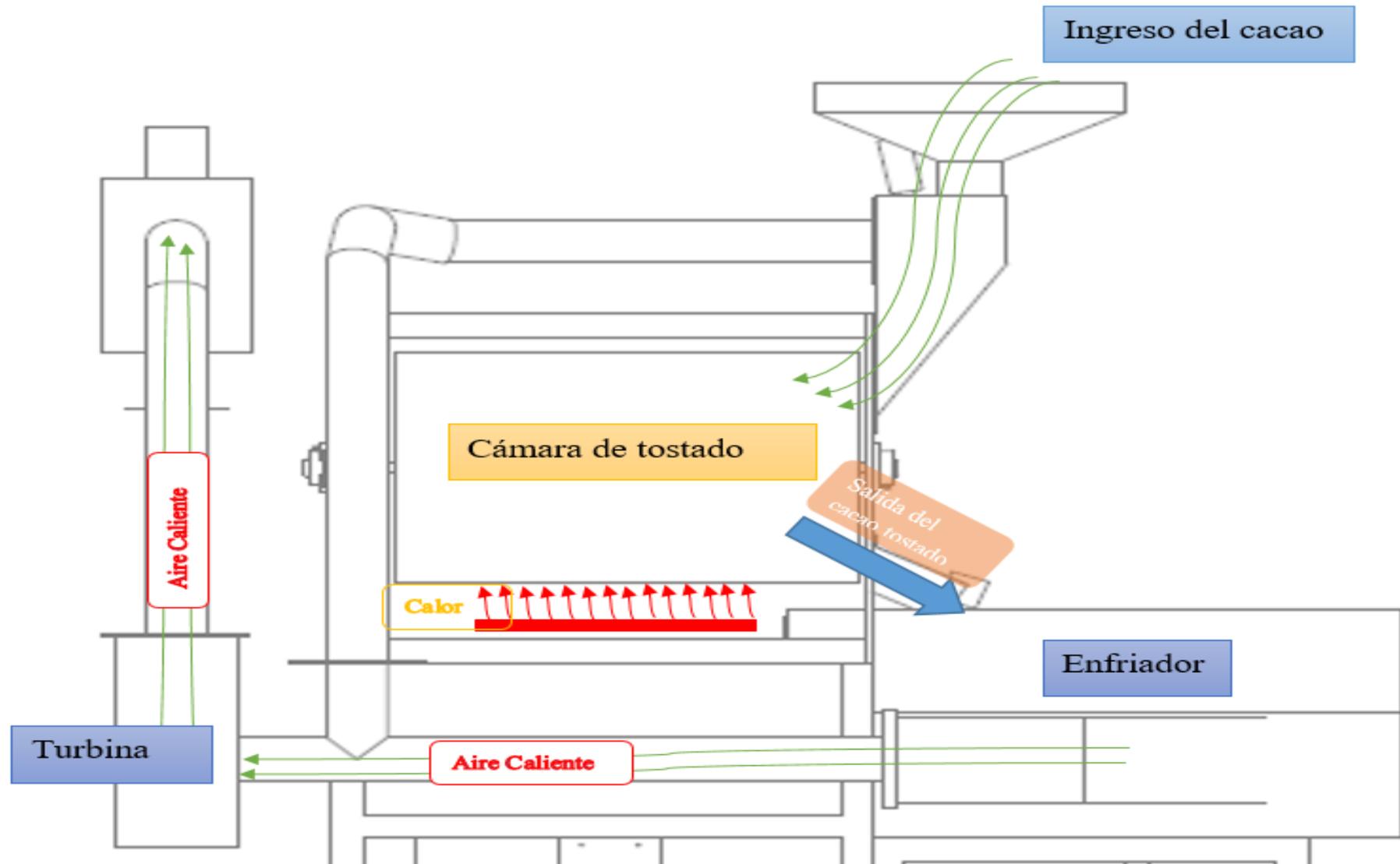
Fuente: Mayorga J., Soliz E.

Anexo 7. Esquema de funcionamiento del circuito



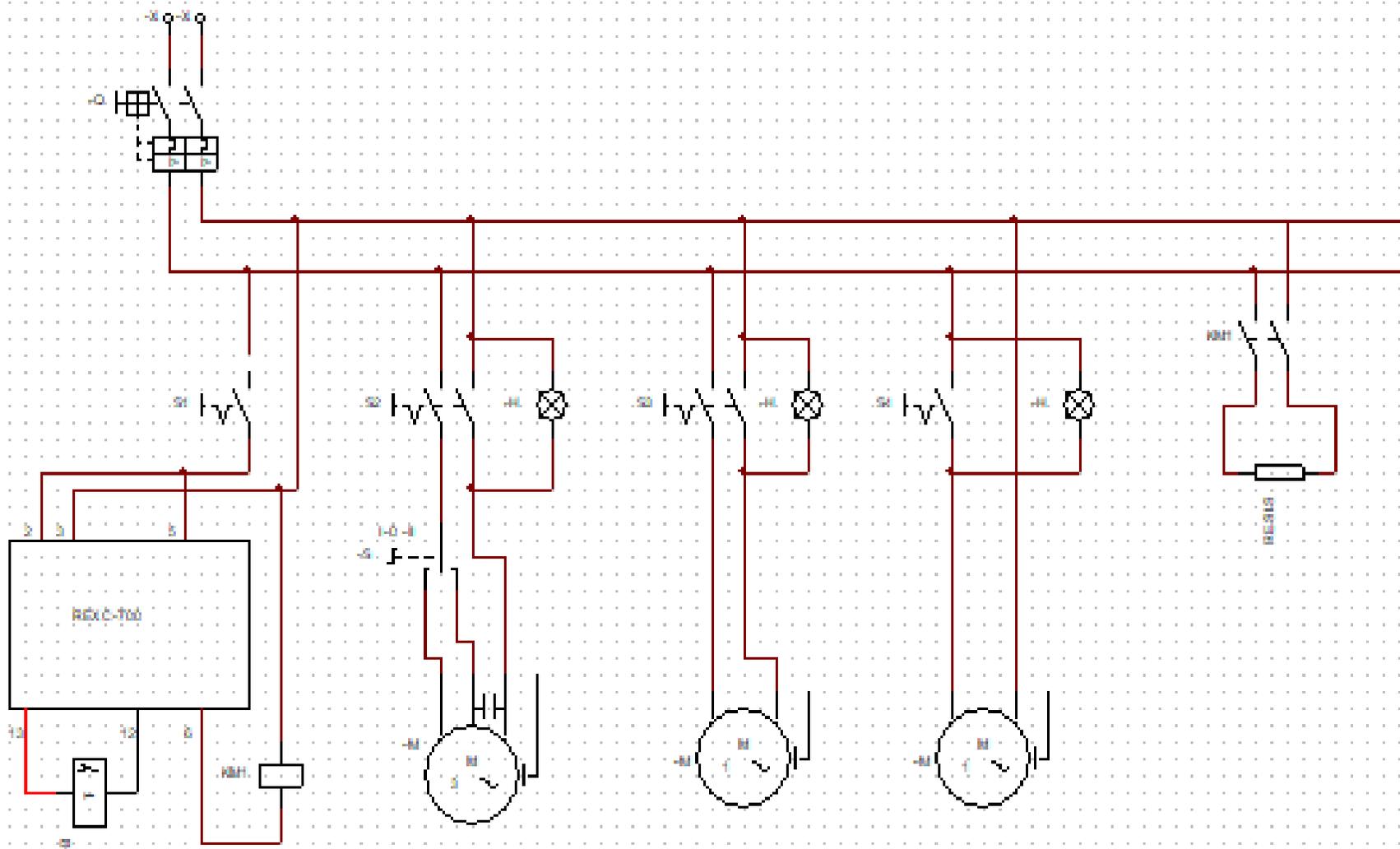
Fuente: Mayorga J., Soliz E.

Anexo 8 Esquema de la tostadora de cacao

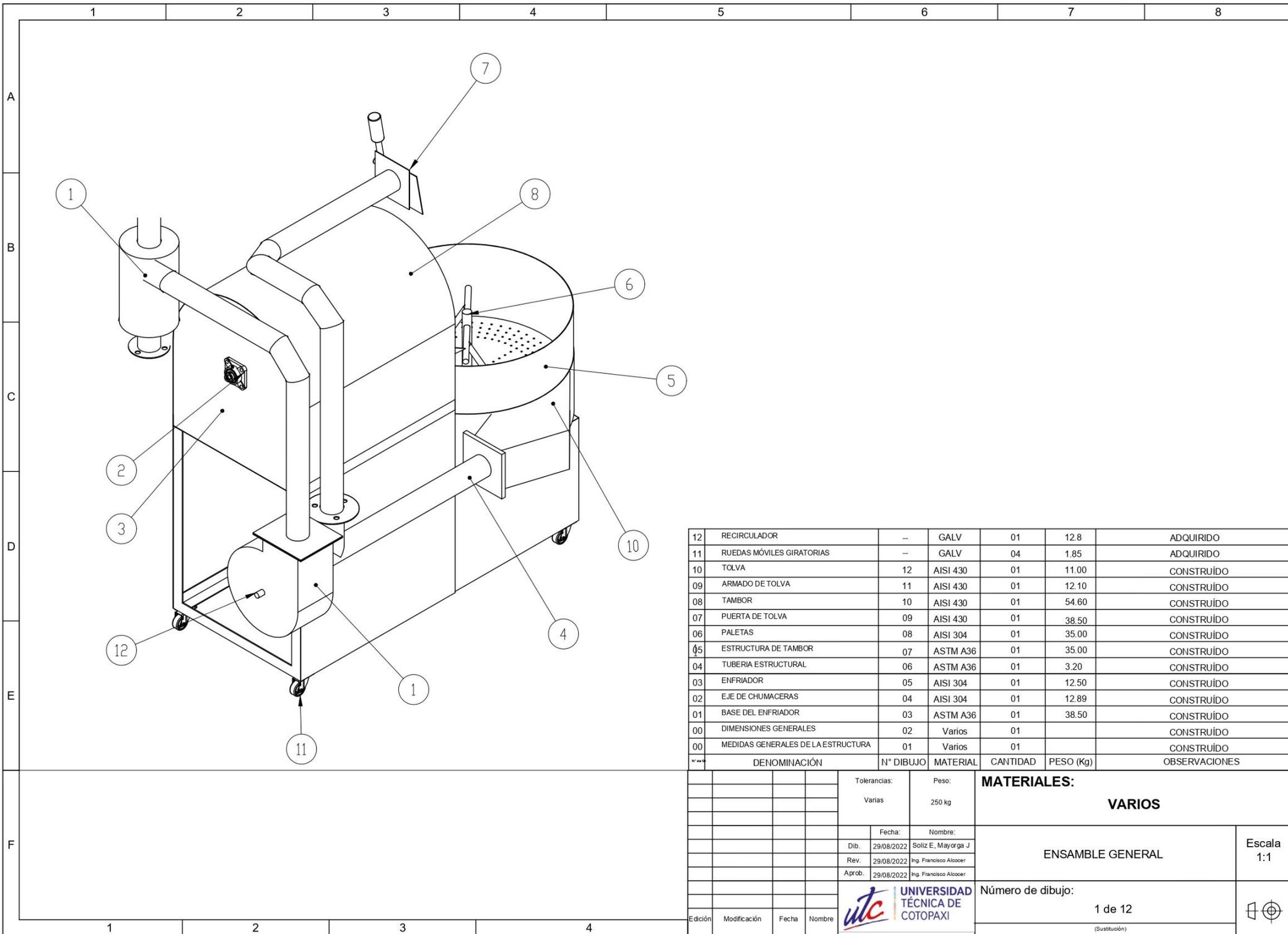


Fuente: Mayorga J., Soliz E.

## Anexo 9. Diagrama eléctrico

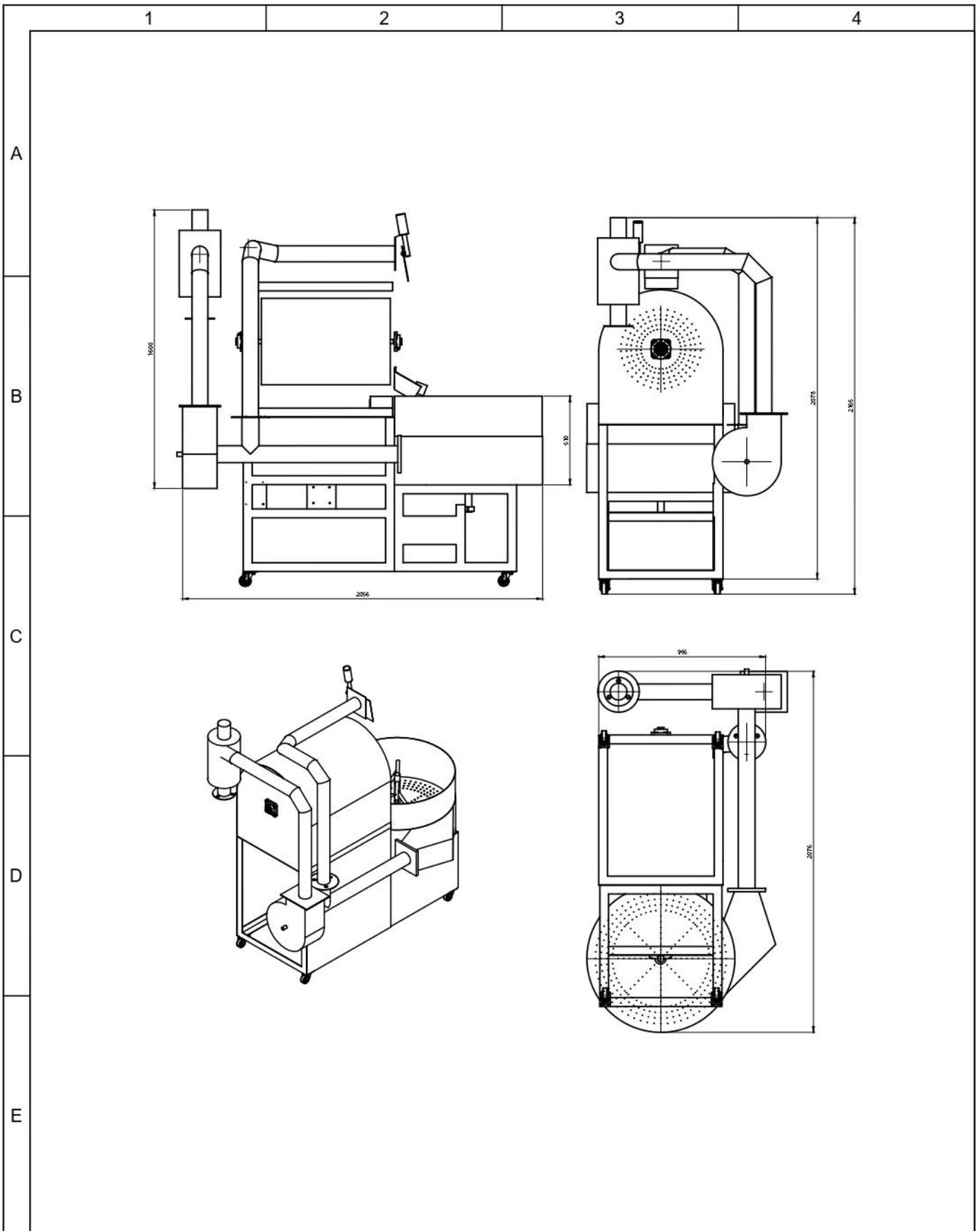


Fuente: Mayorga J., Soliz E.

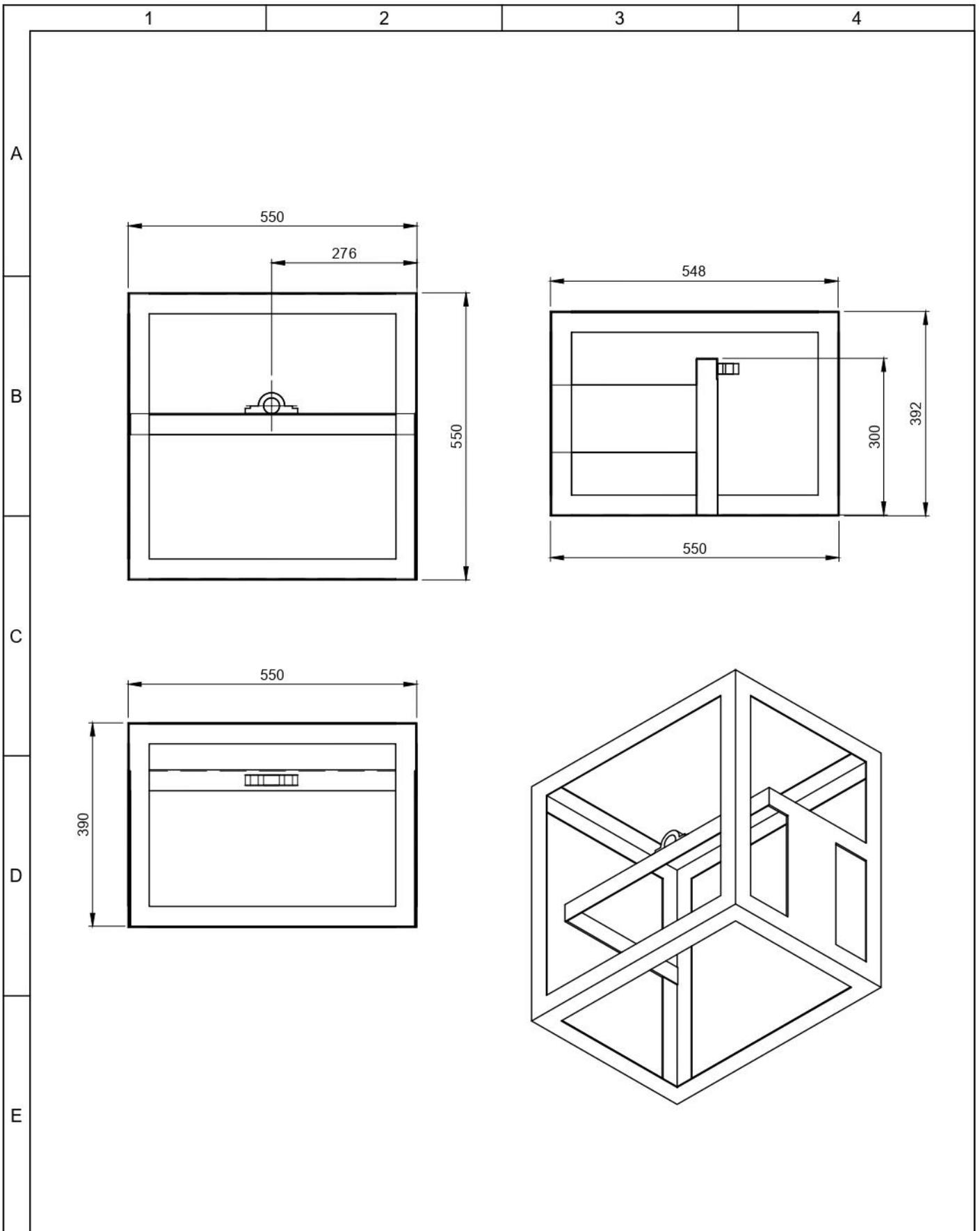


12	RECIRCULADOR	--	GALV	01	12.8	ADQUIRIDO
11	RUEDAS MÓVILES GIRATORIAS	--	GALV	04	1.85	ADQUIRIDO
10	TOLVA	12	AISI 430	01	11.00	CONSTRUÍDO
09	ARMADO DE TOLVA	11	AISI 430	01	12.10	CONSTRUÍDO
08	TAMBOR	10	AISI 430	01	54.60	CONSTRUÍDO
07	PUERTA DE TOLVA	09	AISI 430	01	38.50	CONSTRUÍDO
06	PALETAS	08	AISI 304	01	35.00	CONSTRUÍDO
05	ESTRUCTURA DE TAMBOR	07	ASTM A36	01	35.00	CONSTRUÍDO
04	TUBERÍA ESTRUCTURAL	06	ASTM A36	01	3.20	CONSTRUÍDO
03	ENFRIADOR	05	AISI 304	01	12.50	CONSTRUÍDO
02	EJE DE CHUMACERAS	04	AISI 304	01	12.89	CONSTRUÍDO
01	BASE DEL ENFRIADOR	03	ASTM A36	01	38.50	CONSTRUÍDO
00	DIMENSIONES GENERALES	02	Varios	01		CONSTRUÍDO
00	MEDIDAS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	01	Varios	01		CONSTRUÍDO
	DENOMINACIÓN	N° DIBUJO	MATERIAL	CANTIDAD	PESO (Kg)	OBSERVACIONES

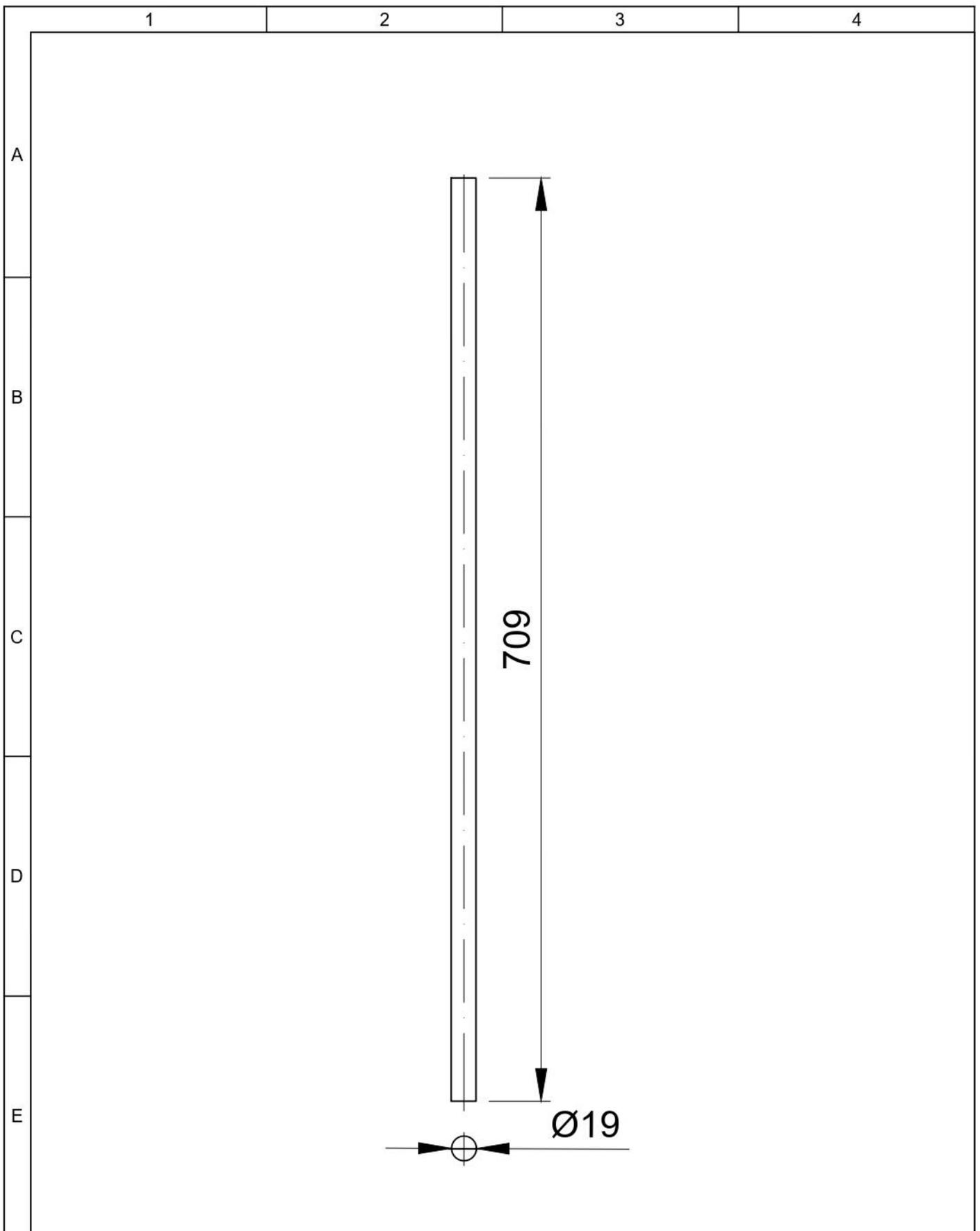
				Tolerancias: Varias	Peso: 250 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>VARIOS</b>
				Fecha:	Nombre:	
				Dib. 29/08/2022	Soliz E, Mayorca J	<b>ENSAMBLE GENERAL</b>
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer	
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer	
				Número de dibujo: 1 de 12		Escala 1:1
				(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			



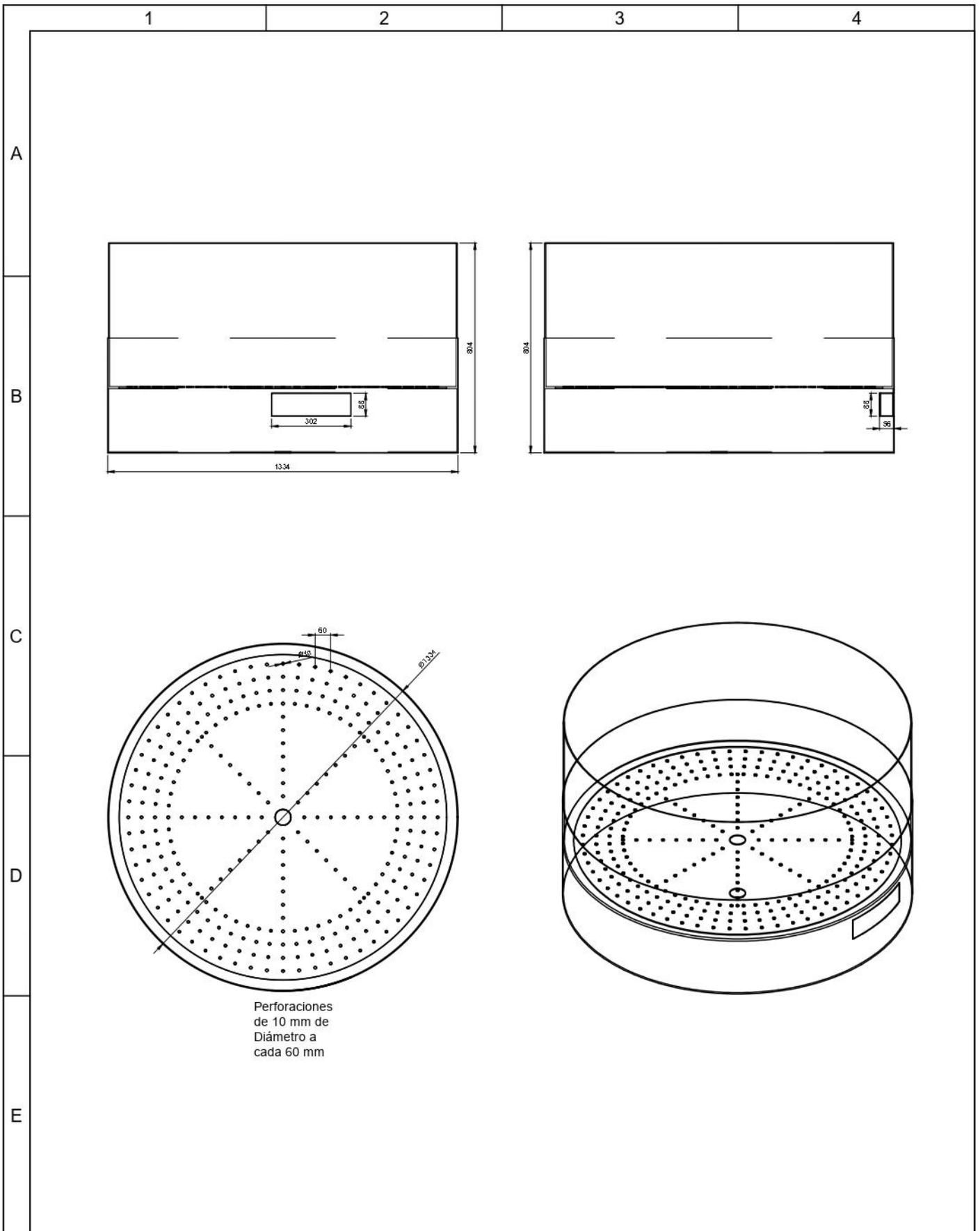
				Tolerancias: ninguna	Peso: 250 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>VARIOS</b>	
				Fecha: 29/08/2022	Nombre: Soliz E, Mayorga J		<b>DIMENSIONES GENERALES</b>
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo: 2 de 12	
						(Sustitución)	



				Tolerancias: +0.5	Peso: 38.5 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>ASTM A36</b>	
				Fecha:	Nombre:	BASE DEL ENFRIADOR	Escala 1:10
				Dib. 29/08/2022	Soliz E, Mayorga J		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo: 3 de 12	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

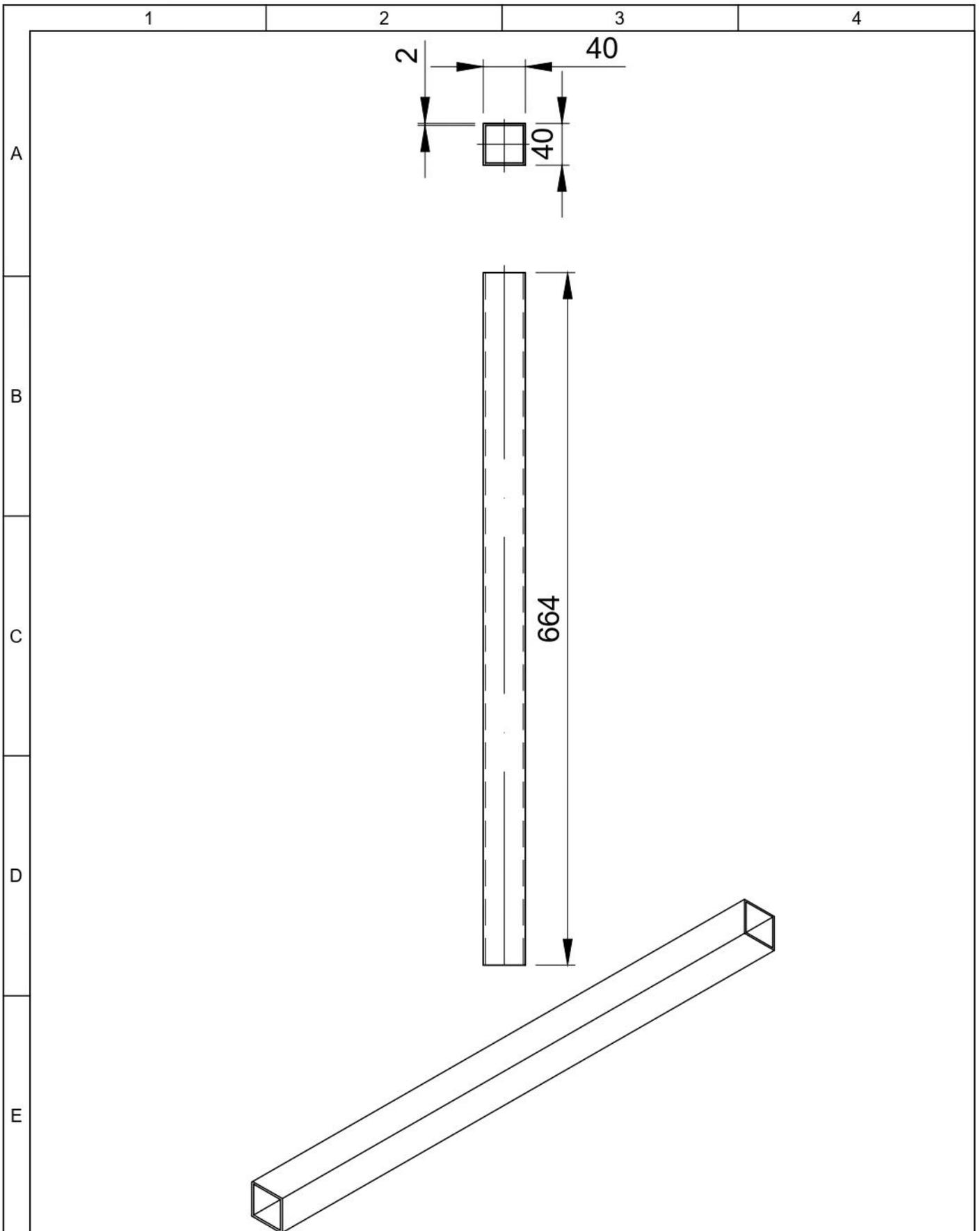


				Tolerancias: +0.5	Peso: 12.89 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>AISI 304</b>	
				Fecha:	Nombre:	<b>EJE DE CHUMACERAS</b>	
				Dib. 29/08/2022	Soliz E, Mayorga J		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer	Escala 1:4	
				<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Número de dibujo: 4 de 12			
				(Sustitución)			

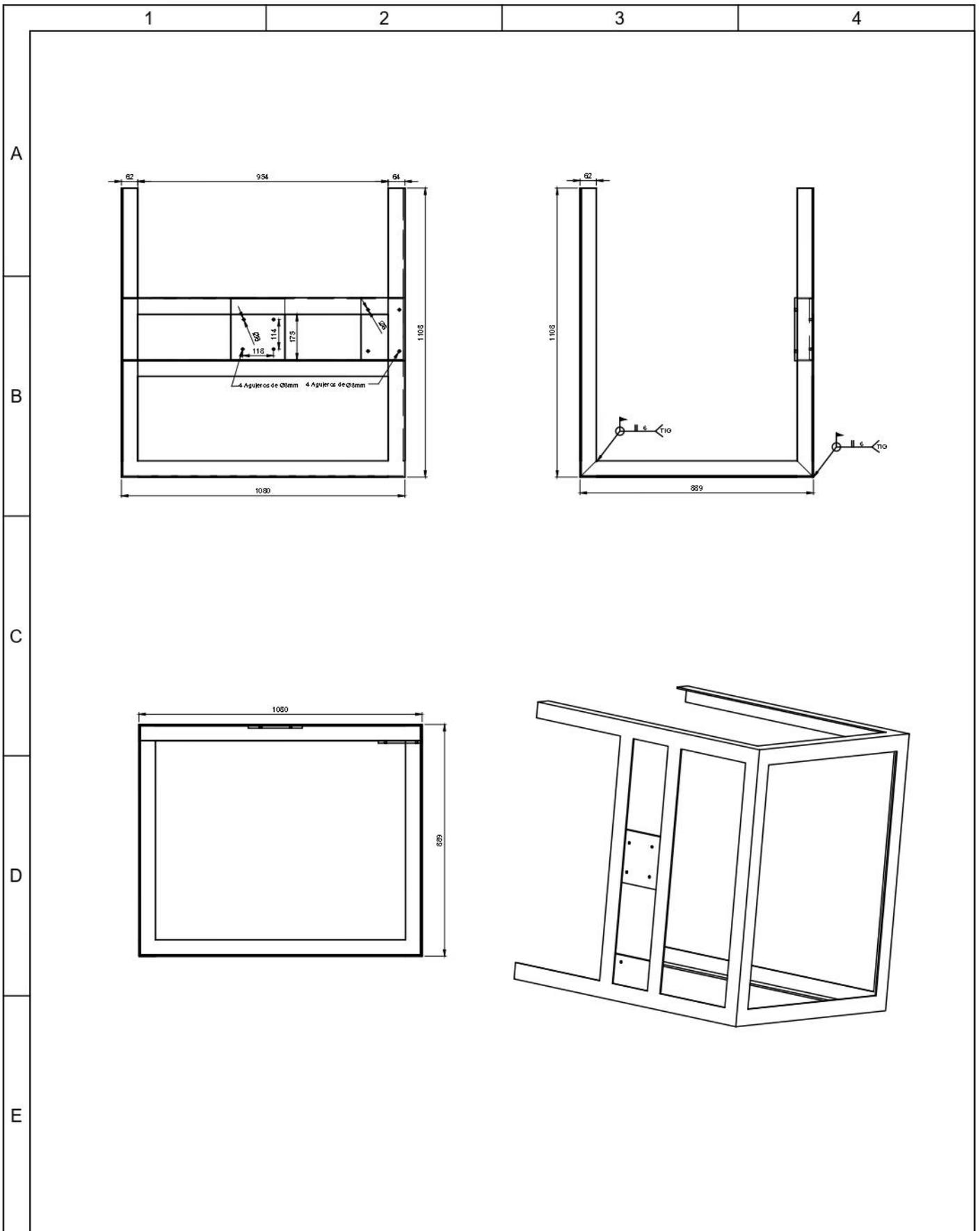


Perforaciones de 10 mm de Diámetro a cada 60 mm

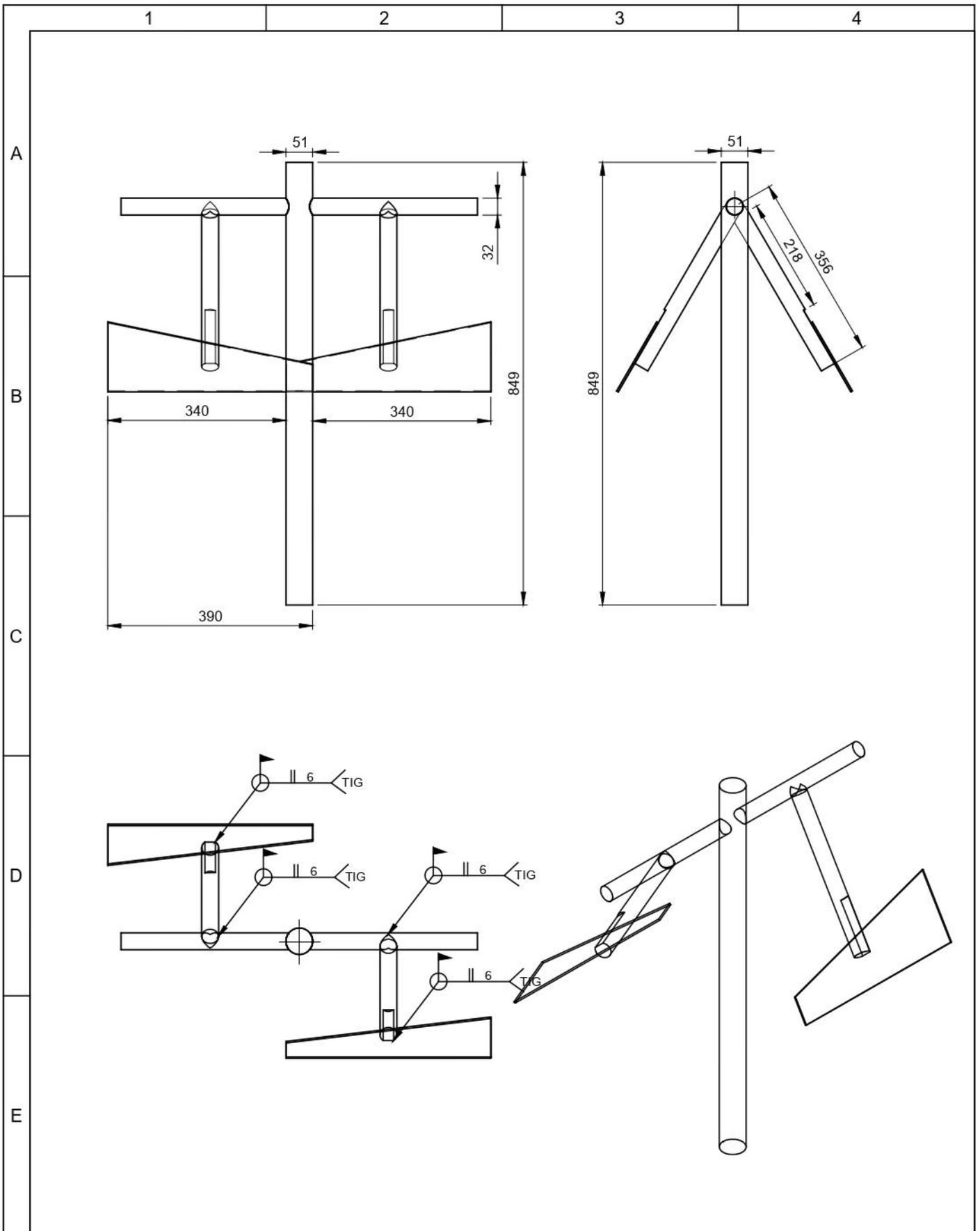
				Tolerancias: +0.5	Peso: 12.5 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>AISI 304</b>	
				Fecha:	Nombre:	<b>ENFRIADOR</b>	Escala 1:20
			Dib.	29/08/2022	Soliz E, Mayorga J		
			Rev.	29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
			Aprob.	29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Número de dibujo: 5 de 12 (Sustitución)	



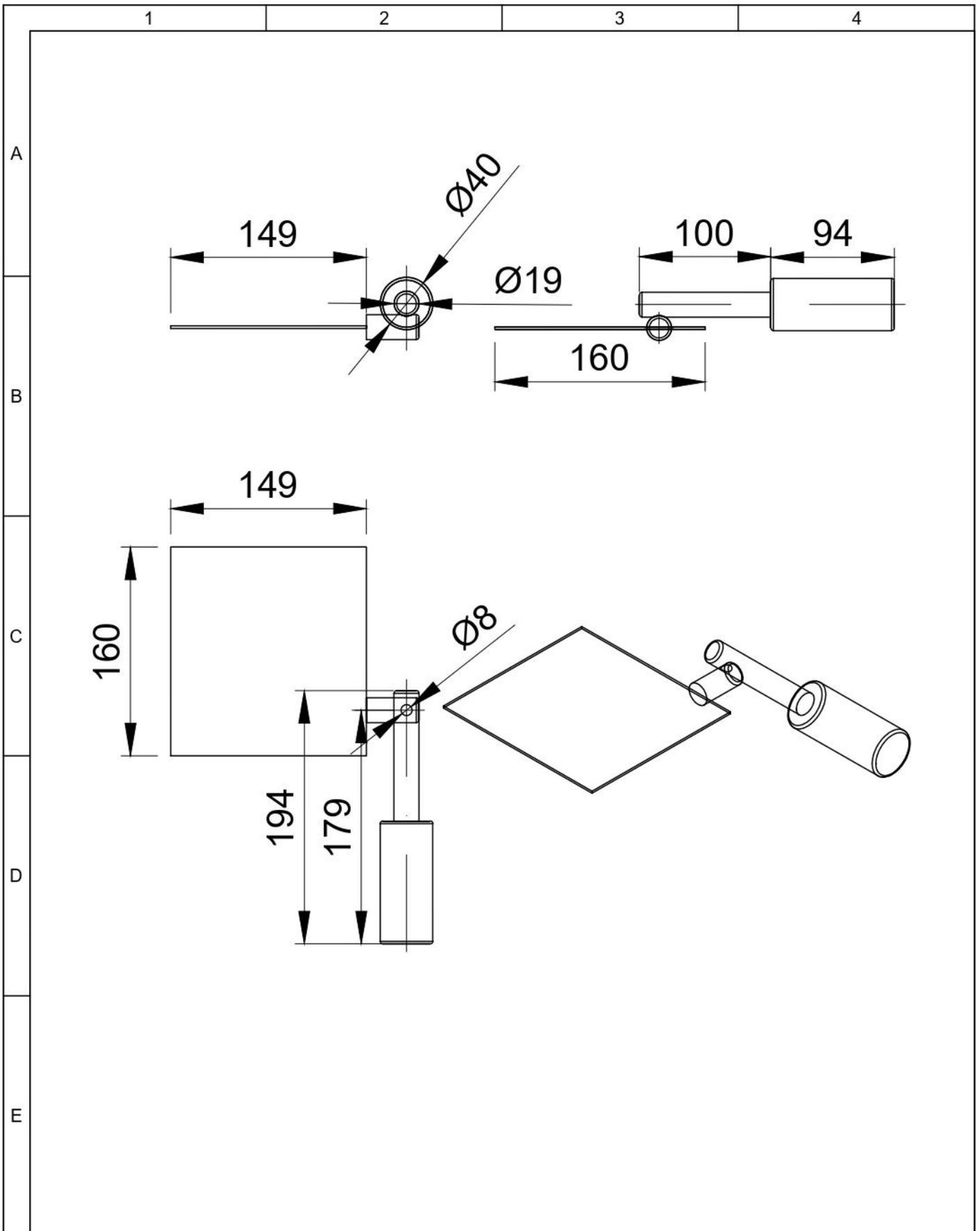
				Tolerancias: +0.5	Peso: 3.2 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>ASTM A36</b>	
				Fecha:	Nombre:	TUBERIA ESTRUCTURAL	Escala 1:20
				Dib. 29/08/2022	Soliz E, Mayorga J		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo:  6 de 12	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



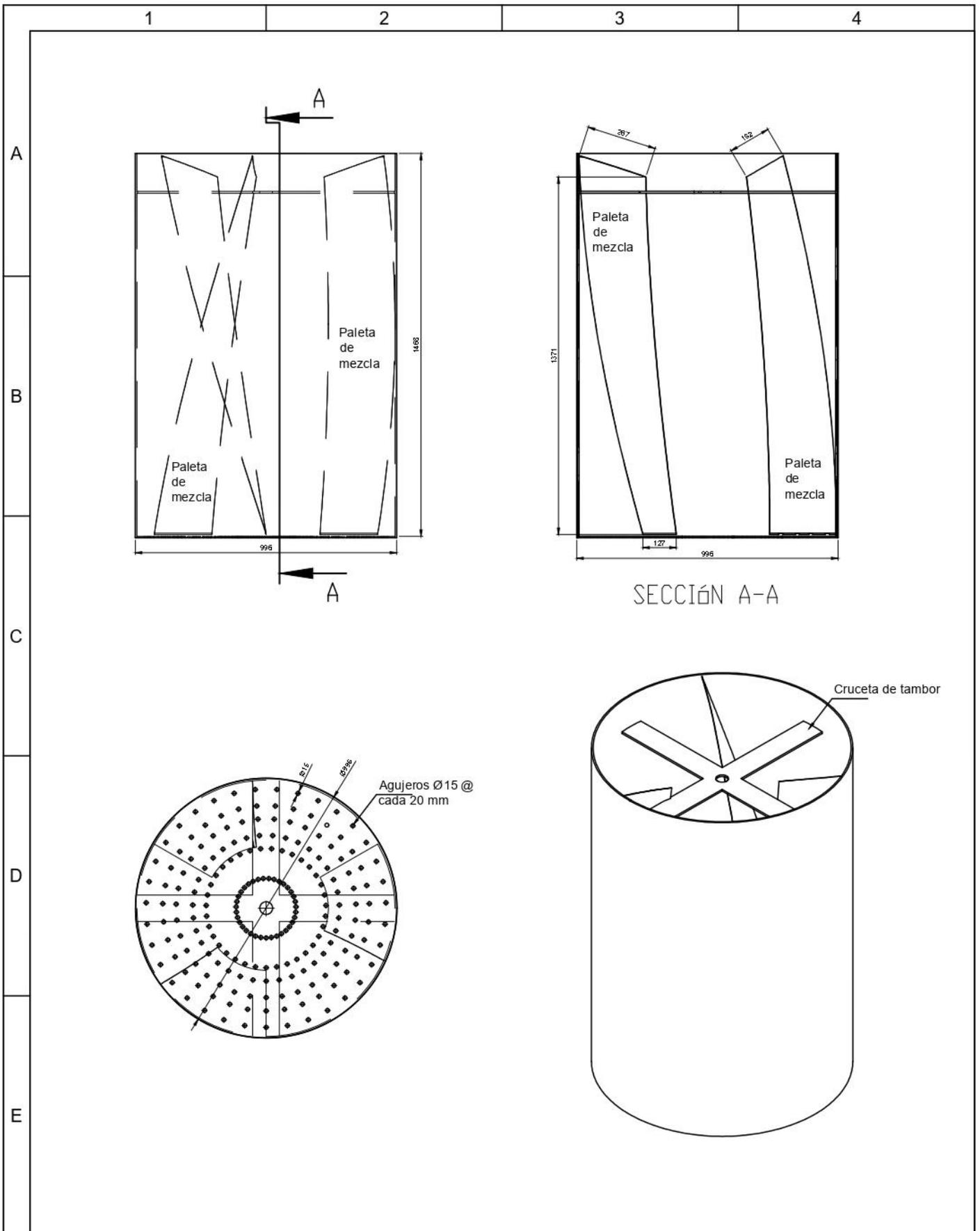
				Tolerancias: +0.5	Peso: 35 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>ASTM A36</b>	
				Fecha:	Nombre:	<b>ESTRUCTURA DE TAMBOR</b>	Escala 1:20
				Dib. 29/08/2022	Soliz E, Mayorga J		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo: 7 de 12	
						(Sustitución)	



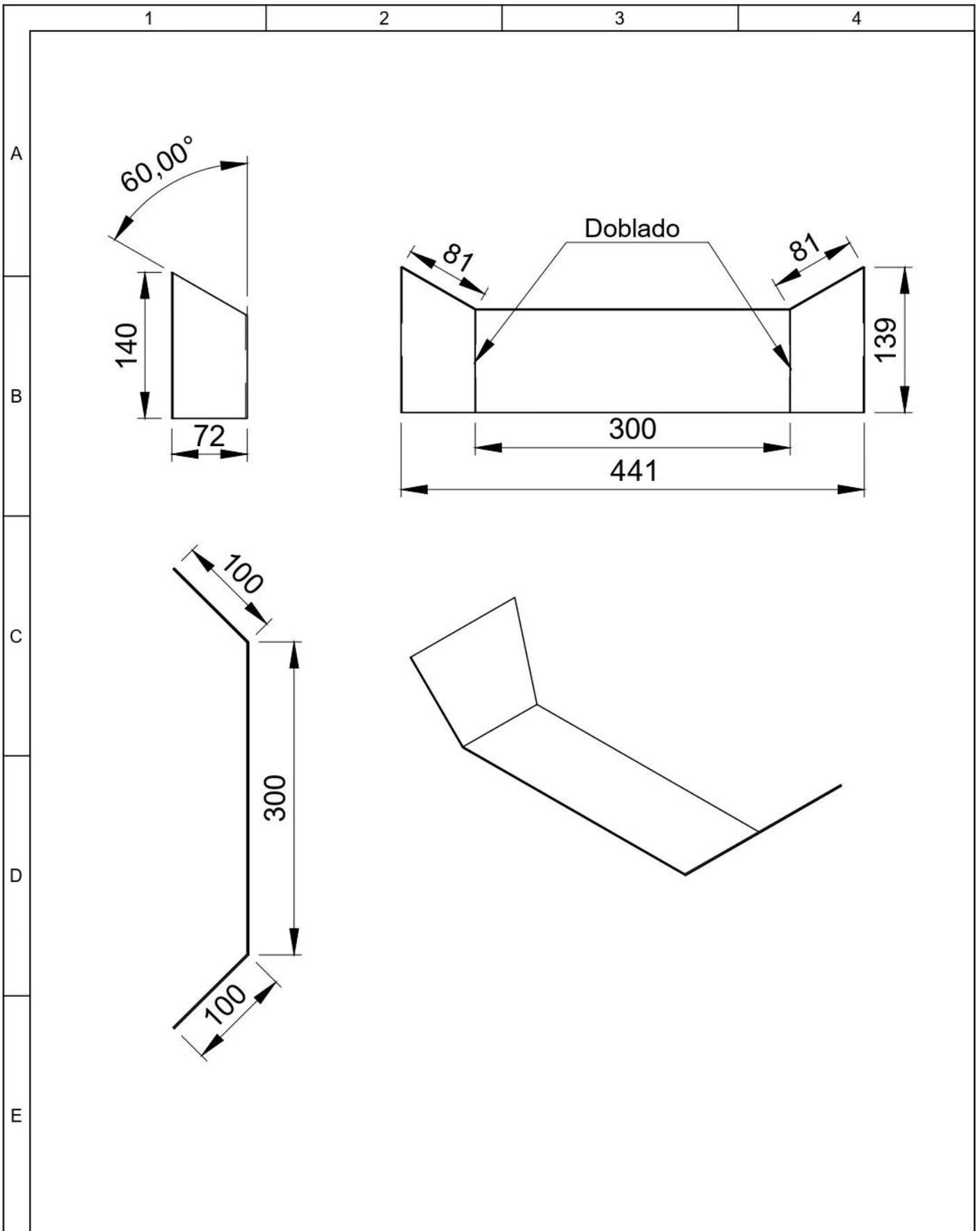
				Tolerancias: +0.5	Peso: 35 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>AISI 304</b>	
				Fecha: 29/08/2022	Nombre: Soliz E, Mayorga J	PALETAS	Escala 1:10
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo: 8 de 12	
						(Sustitución)	



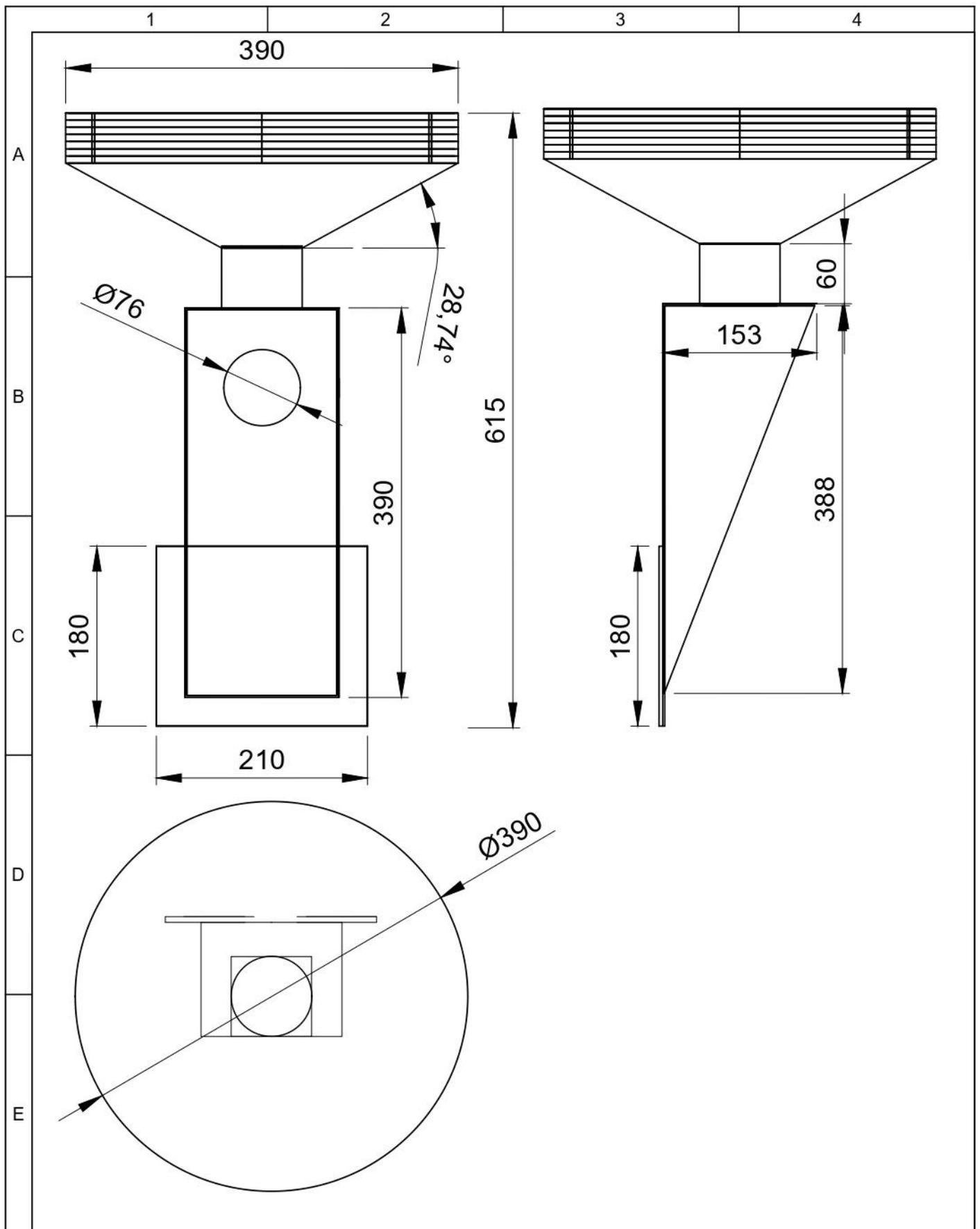
				Tolerancias: +0.5	Peso: 38.5 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>AISI 430</b>	
				Fecha:	Nombre:	PUERTA DE TOLVA	Escala 1:4
				Dib. 29/08/2022	Soliz E, Mayorga J		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			9 de 12 (Sustitución)	



				Tolerancias: +0.5	Peso: 54.6 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>AISI 430</b>	
				Fecha: 29/08/2022	Nombre: Soliz E, Mayorga J	TAMBOR	Escala 1:20
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo: 10 de 12	
						(Sustitución)	



				Tolerancias: +0.5	Peso: 12.10	<b>MATERIALES:</b>  <b>AISI 430</b>	
				Fecha:	Nombre:	<b>ARMADO DE TOLVA</b>	Escala 1:5
				Dib. 29/08/2022	Soliz E, Mayorga J		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo: 11 de 12	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancias: +0.5	Peso: 54.6 kg	<b>MATERIALES:</b>  <b>AISI 430</b>	
				Fecha: 29/08/2022	Nombre: Soliz E, Mayorga J	TOLVA	
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		Número de dibujo: 12 de 12 (Sustitución)	Escala 1:5  

## Anexo 11 Datos del tutor del proyecto

**JOSE WILLIAMS MORALES CEVALLOS****Datos Personales**

**Dirección:** AV. ANTONIA VELA 18-28 y  
BENJAMÍN TERÁN

**Teléfono (s):** 032807978 - 032804019 - 0985346678

**Cédula de identidad:** 0502675424

**Correo electrónico:** pepewmoralesc@yahoo.com

**Ciudad / Provincia / País:** LATACUNGA / COTOPAXI / ECUADOR

**Instrucción Formal**

(2 AÑOS)	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	CUARTO NIVEL - MAESTRIA
	<b>INGENIERO EN ELECTROMECHANICA</b>	TERCER NIVEL
(5 AÑOS)	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
	<b>MECANICO INDUSTRIAL</b>	SECUNDARIA
(6 AÑOS)	COLEGIO TÉCNICO INDUSTRIAL RAMÓN BARBA NARANJO	
		PRIMARIA /BÁSICA ELEMENTAL
(6 AÑOS)	ESCUELA FISCAL ISIDRO AYORA	

**CERTIFICADO DE IDIOMAS****Certificado:** IDIOMA INGLÉS B1**Otorgada por:** Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi**Año:** 2021**Certificaciones Por Competencias Laborales****Certificado:** PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: **ENERGIA ELECTRICA****Otorgada por:** M&V INGENIEROS / MINISTERIO DE TRABAJO**Certificado:** PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS**Otorgada por:** M&V INGENIEROS / MINISTERIO DE TRABAJO

Anexo 12. Datos del estudiante Mayorga Juan

## CURRICULUM VITAE

### ➤ DATOS GENERALES.

<b>Nombre:</b>	Juan Carlos
<b>Apellidos:</b>	Mayorga Gaibor
<b>Fecha de Nacimiento:</b>	19 de julio del 1998
<b>Lugar:</b>	El Corazón, Pangua, Cotopaxi.
<b>Estado civil:</b>	Soltero
<b>Cedula de identidad:</b>	1250171194
<b>Domicilio:</b>	Moraspungo Av. Primero de junio
<b>Teléfono:</b>	0993497719
<b>Correo:</b>	carlosmayorga388@gmail.com



### ➤ ESTUDIOS.

<b>Primaria:</b>	Escuela “Juan Benigno Vela”
<b>Secundaria:</b>	Unidad Educativa “Moraspungo”
<b>Superior:</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

### ➤ IDIOMAS.

Español (nativo)  
Suficiencia en Ingles B1

### ➤ TITULOS OBTENIDOS:

**Especialización:** Contabilidad y Administración

**Especialización:** Conductor profesional tipo C

### ➤ Certificaciones Por Competencias Laborales

**Certificado:** Prevención De Riesgos Laborales – UTC La Maná

**Certificado:** Auxiliar En Domótica – UTC La Maná

**Certificado:** VI Congreso Internacional De Investigación Científica - UTC La Maná

**Certificado:** Torno y Fresa - Centro De Formación Artesanal “Centro Técnico Quevedo”

**Certificado:** Curso Básico de Primeros Auxilios – CINYTECAP CIA. LTDA.

**Certificado:** Instalaciones eléctricas domiciliarias - UTC La Maná

Anexo 13. Datos del estudiante Soliz Eduardo

## CURRICULUM VITAE

### ➤ DATOS GENERALES.

<b>Nombre:</b>	Eduardo Josue
<b>Apellidos:</b>	Soliz Falcones
<b>Fecha de Nacimiento:</b>	Septiembre, 8 de 2000
<b>Lugar:</b>	La Maná, Cotopaxi, Ecuador
<b>Estado civil:</b>	Soltero
<b>Cedula de identidad:</b>	0503740722
<b>Domicilio:</b>	La Maná, Barrio Unidos” 26 de Octubre”
<b>Teléfono:</b>	0995142926
<b>Correo:</b>	edu.soliz0722@gmail.com



### ➤ ESTUDIOS.

<b>Primaria:</b>	Escuela “Narciso Cerda Maldonado”
<b>Secundaria:</b>	Unidad Educativa “Narciso Cerda Maldonado”
<b>Superior:</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

### ➤ IDIOMAS.

Español (nativo)  
Suficiencia en Ingles B1

### ➤ TITULOS OBTENIDOS:

**Especialización:** Ingeniería electromecánica  
**Especialización:** Conductor profesional tipo C

### ➤ Certificaciones Por Competencias Laborales

**Certificado:** Prevención De Riesgos Laborales – UTC La Maná

**Certificado:** Auxiliar En Domótica – UTC La Maná

**Certificado:** V Congreso Internacional De Investigación Científica - UTC La Maná

**Certificado:** Torno y Fresa - Centro De Formación Artesanal “Centro Técnico Quevedo”

**Certificado:** Curso Básico de Primeros Auxilios – CINYTECAP CIA. LTDA.

**Certificado:** Instalaciones eléctricas domiciliarias - UTC La Maná



## 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 al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES “ASCALA” DEL CANTÓN LA MANÁ**” presentado por: **Mayorga Gaibor Juan Carlos y Soliz Falcones Eduardo Josue** egresado de la Carrera de: **Ingeniería en Electromecánica**, perteneciente a la Facultad de **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas - CIYA** 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 aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente



Firmado electrónicamente por:  
SEBASTIAN  
FERNANDO RAMON  
AMORES

Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando  
**DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.I: 050301668-5**

## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de presidente de la asociación de Campesinos Lamanenses "ASCALA" certifico que mediante el proyecto de investigación:

"IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES "ASCALA" DEL CANTÓN LA MANÁ".

Los señores Mayorga Gaibor Juan Calos con cédula de ciudadanía 125017119-4 y Soliz Falcones Eduardo Josue con cédula de ciudadanía 050374072-2, estudiantes de la carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, certifico que los solicitantes han desarrollado e implementado su proyecto de investigación satisfaciendo con las expectativas establecidas.

Es todo en cuanto se certificar que se expide el presente documento para que los interesados puedan hacer uso en fines que crea conveniente.

Atentamente,



Trávez Trávez Raúl Clemente  
Presidente  
C.I.: 050211786-4

DIRECCIÓN: AV. 19 DE MAYO Y BENJAMIN SARABIA

EMAIL: ASCALA1993ASO@GMAIL.COM



### Document Information

Analyzed document	PROYECTO-MAYORGA JUAN-SOLIZ EDUARDO.pdf (D143264453)
Submitted	8/25/2022 8:32:00 PM
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=35326ni=lo-que-deberias-saber-de-los-controladores-de-temperatura">http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=35326ni=lo-que-deberias-saber-de-los-controladores-de-temperatura</a> Fetched: 8/25/2022 8:33:00 PM		1
<b>SA</b>	<b>1495769363_552__Tablas%252Bde%252Bafectaci%2525C3%2525B3n%252Bde%252Blos%252Bconductores%252Ba%252Bla%252Btemp.pdf</b> Document 1495769363_552__Tablas%252Bde%252Bafectaci%2525C3%2525B3n%252Bde%252Blos%252Bconductores%252Ba%252Bla%252Btemp.pdf (D28777610)		2
<b>SA</b>	<b>DarioGuananga-KleberPilco .pdf</b> Document DarioGuananga-KleberPilco .pdf (D109987949)		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://myblog.boscolo.it/es/post/2016/06/09/escuela-de-chocolate-en-las-vegas-iii-el-tostado-de-los-granos-de-cacao/">https://myblog.boscolo.it/es/post/2016/06/09/escuela-de-chocolate-en-las-vegas-iii-el-tostado-de-los-granos-de-cacao/</a> Fetched: 8/25/2022 8:33:00 PM		2

### Entire Document

PORTADA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS-CIYA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico AUTORES: Mayorga Gaibor Juan Carlos Soliz Falcones Eduardo Josue TUTOR: Ing. Morales Cevallos Jose Williams M.Sc. LA MANÁ-ECUADOR MAYO-2022 "IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES "ASCALA" DEL CANTÓN LA MANÁ"

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Yo: Mayorga Gaibor Juan Carlos y Soliz Falcones Eduardo Josue, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: "IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES "ASCALA" DEL CANTÓN LA MANÁ", siendo el ING. Morales Cevallos Jose Williams M.Sc., tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná 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 nuestra exclusiva responsabilidad. Mayorga Gaibor Juan Carlos Soliz Falcones Eduardo Josue C.I. 1250171194 C.I. 0503740722

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título: "IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES "ASCALA" DEL CANTÓN LA MANÁ" de Mayorga Gaibor Juan Carlos y Soliz Falcones Eduardo Josue de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación. La Maná, marzo de 2022 Ing. Morales Cevallos Jose Williams M.Sc. C.I. 0502675424 TUTOR

AGRADECIMIENTO Es meritorio dejar constancia de los significativos agradecimientos a todos los que nos han estado inmerso en el proceso de formación académica, orientación profesional y la vinculación con la comunidad; constituyéndonos en claros ejemplos de una sociedad moderna. A la Universidad Técnica de Cotopaxi y docentes por abrirnos las puertas para formarnos unos profesionales de excelencia para la sociedad. Juan & Eduardo

DEDICATORIA El presente proyecto de investigación, realizado con profundo esfuerzo y anhelo de superación profesional lo dedico de manera especial a mis queridos padres; que son el pilar fundamental para emprender y culminar mi carrera universitaria. Mi reconocimiento a mis familiares, docentes y amigos que inculcaron en mi persona los valores de persistencia, solidaridad y trabajo tesonero hasta alcanzar tan anhelada meta. Juan El siguiente proyecto de titulación previo a la obtención de ingeniero electromecánico se lo dedico principalmente a Dios que me ha brindado la salud y sabiduría para conseguir mi meta propuesta y a mi familia por estar apoyándome siempre. A mi Abuelita María Villegas que ha estado desde el inicio siendo mi motor fundamental para no desmayar en mis estudios, además de su apoyo incondicional. A mi novia y a todas esas personas que han estado apoyándome y que me acompañaron en esta etapa de formación profesional y humana. Eduardo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA TÍTULO: "IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA HORNO TOSTADOR DE CACAO CON CAPACIDAD DE 15 KG PARA LA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE EN LA ASOCIACIÓN DE CAMPESINOS LAMANENSES "ASCALA" DEL CANTÓN LA MANÁ" Autores: Mayorga Gaibor Juan Carlos Soliz Falcones Eduardo Josue RESUMEN En la asociación de campesinos lamanenses "ASCALA" una de las actividades que realiza es la fabricación del chocolate que actualmente se lo realiza mediante métodos tradicionales. El chocolate tiene varios procesos para su obtención como producto final este proyecto tiene como alcance agilizar uno de estos procesos, es decir que este proyecto se basara principalmente implementación de una maquina horno tostador de cacao de capacidad de 15 kg para la producción de chocolate, esto implico realizar una recopilación de datos donde se muestra como realizar un correcto tostado de cacao para mantener una buena calidad del mismo. Posteriormente se realizó la búsqueda de los componentes que intervienen en la creación de la maquina en donde se obtuvo que uno de los principales componentes para la fabricación de la misma es el acero AISI 430 que es adecuado para trabajar con alimentos, en la parte de los subsistemas en donde se crea la parte autónoma de la máquina es la implementación de un controlador de temperatura que incluye un sensor de temperatura que permita al operador controlar la temperatura de la cámara de tostado que funciona de manera automática. Controlando la temperatura de las resistencias, con la ayuda de un operador que se encarga de la revisión del grano del cacao tostado asi poder certificar una buena calidad del tostado. Como conclusiones tenemos que la máquina agiliza el proceso del tostado del cacao, reduce el tiempo del operador en el proceso de tostado del cacao. Palabras clave: tostador, cacao, resistencia, control.