

Diseño y simulación de un prototipo de máquina tostadora de cacao con capacidad de carga de 10 kg

Autores: Otoniel Barreiro Acosta 23551815172

Edison Yesid López Cárdenas 23551816300

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial

Universidad Antonio Nariño

Villavicencio Meta

obarreiro59@uan.edu.co

elopez82@uan.edu.co

Director: Luis Ferney Gaitán

RESUMEN

Este proyecto tiene como propósito: diseñar un prototipo óptimo de una máquina tostadora de cacao con capacidad de carga de 10 kg. El diseño 3D y modelado del prototipo se realiza mediante el uso de una herramienta CAD: *3D SOLIDWORK*; la realización de planos eléctricos: *EPLAN ELECTRIC*; el software de programación y simulador lógico: *PLC LOGO SOFT V8.0*; software para el diseño y simulación de la pantalla HMI que interactúa con el sistema: *SCADA INTOUCH*. Obteniendo el diseño estructural y mecánico final de una Tostadora Industrial Eléctrica con capacidad de realizar un tostado aproximado de 10 Kg por bacheo de cacao, se realizará los diagramas eléctricos, implementando una programación lógica secuencial, calculando los costos para la ejecución del producto funcional, adaptado a las necesidades y mejoras que solicite el usuario.

Palabras clave: Diseño, Simulación, Máquina, Tostadora, Cacao, Software.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se centra en el diseño de un prototipo de Máquina Tostadora de Cacao, que permita realizar este proceso de manera industrial, utilizando los mínimos recursos y maximizando la asertividad en el proceso.

Actualmente, los agricultores en su gran mayoría realizan el proceso de tueste en forma artesanal, con utensilios rudimentarios y técnicas básicas, que aumentan la probabilidad de no obtener el producto deseado, lo que se constituye en una debilidad del sector cacaotero del país.

La tecnificación agrícola tiene como objetivo contribuir a la eficiencia de los procesos y un mejor uso de recursos. Convirtiéndose en una herramienta para actividades controladas, reguladas, analizadas y corregidas por tecnología inteligente. [1]

En base a esto en el transcurso del documento daremos a conocer el diseño y simulación de un prototipo de una tostadora de cacao con capacidad de 10 kg de cacao, con programación tecnológica que facilita la tarea de tueste de cacao y llevara a muchos emprendedores a mejorar su técnica.

forma eficiente el proceso de tostado del cacao?

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Investigaciones plantean algunos elementos fundamentales, antecedentes en maquinaria empleada para la función de tueste que originalmente era bastante artesanal y poco tecnificado.

En "Descubriendo la Historia de la Tostadora de Café" [4], Las primeras herramientas para el tueste eran sartenes finos y agujereados que se colocaban sobre el fuego, la persona encargada del tostado de café utilizaba una especie de cucharas para remover los granos y asegurar que se tostaran uniformemente.

Únicamente se lograba tostar una mínima cantidad de granos a la vez y el hecho de tener que mezclar significaba que el tostador debía estar muy pendiente durante todo el proceso.

Este proceso es empleado para el tostado de cacao de forma artesanal es, en la actualidad utilizado por algunos pequeños productores de cacao, que no cuentan con una máquina tostadora que facilite este proceso debido al alto costo de éstas.

Ahora bien, dentro de los costos asociados a la tecnificación de un proceso están: el diseño, la materia prima, la mano de obra y los costos indirectos. Se estima que el diseño constituye el 5%. Sin embargo, en este ítem se deben considerar varios factores decisivos en el costo final como: confiabilidad, durabilidad, intercambiabilidad, geometría, estandarización, métodos de fabricación disponibles, necesidad de instalación de componentes electromecánicos, para su funcionamiento. Entre otros. [5]

De lo anterior, surge la pregunta de investigación formativa ¿es viable diseñar un prototipo de una máquina que realice de

OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y simular un prototipo de máquina tostadora de cacao con capacidad de carga de 10kg

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Realizar el diseño estructural y mecánico empleando el programa de diseño SOLIDWORKS®.
- B. Elaborar diagramas eléctricos de la máquina por medio de programa de diseño EPLAN ELECTRIC®
- C. Realizar programación lógica secuencial para un PLC (Controlador Lógico Programable) Logo V8® de marca Siemens, a través de su software de programación asistido LOGO SOFT V 8.0®.
- D. Determinar los costos y el presupuesto para realizar el proyecto de diseño y simulación de la máquina.
- E. Evaluar la funcionalidad del sistema propuesto por medio de simulación de programación realizada en software de programación del PLC (Logo Soft V8.0®).

JUSTIFICACIÓN

El aprovechamiento de los recursos naturales, la posición geográfica privilegiada y las políticas públicas de nuestro país brindan una ventaja comparativa en la ampliación de tierras para el cultivo de frutos como el Cacao [2]. De tal manera, el tueste

del grano se convierte en el proceso clave que se debe optimizar, motivado por la comercialización extranjera, ávida de chocolate extra en calidad.

En su mayoría, los pequeños agricultores y/o productores de cacao realizan el proceso del tostado del grano de manera artesanal, lo que demanda tiempo y exposición a condiciones de riesgo para la salud, deficiencias en el proceso, resultados no esperados y chocolate de baja calidad

Entre las ventajas que ofrecen las máquinas tostadoras de cacao, se identifican: obtener un tueste homogéneo, reducir los esfuerzos físicos al trabajador, mayor control y regulación de parámetros importantes en el proceso de Tostado del cacao y el manejo automático de la máquina, entre otras.

Este proyecto presenta el diseño constructivo y simulación para una máquina prototipo tostadora de cacao con capacidad de producción promedio de 10 kg, en un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos, y a una temperatura programable de acuerdo con la densidad del grano de cacao entre 130°C y 150 °C. Esta máquina facilitará poder visualizar en tiempo real parámetros importantes del proceso. Además, su diseño mecánico busca reducir la necesidad de importación de piezas o repuestos para sus labores de mantenimiento.

Por otra parte, también se busca ofrecer a los pequeños productores obtener una alternativa que cumpla con los estándares del mercado, a un precio más bajo en comparación con las alternativas disponibles comercialmente.

MARCO TEÓRICO

Tecnificación Agrícola

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en su

estudio: “Desarrollo Agropecuario: De la dependencia al protagonismo del agricultor” señala como la tecnificación de la agricultura se convierte en una condición indispensable para el desarrollo rural, enfatizando en las ventajas que ofrece, tales como:

- ✓ Mejoramiento de las condiciones y bienestar del agricultor, en cuanto a eficiencia en tiempo de actividades y condiciones ergonómicas y exposición a riesgos laborales.
- ✓ Aumento de ingresos tecnificando para agricultores de pequeña escala.

El Banco Mundial en el año 2019 en su informe: “*Harvesting Prosperity: Technology and Productivity Growth in Agriculture* (Cómo cosechar prosperidad: Mayor tecnología y productividad en la agricultura)” resume que:

“los países en desarrollo deben aumentar de forma drástica la innovación agrícola y el uso de la tecnología por parte de los agricultores para eliminar la pobreza, satisfacer la creciente demanda de alimentos y hacer frente a los efectos adversos del cambio climático”.

Indica cómo los países desarrollados invierten el 3,25% de su Producto Interno Bruto (PIB) en la adopción de tecnologías y prácticas agrícolas innovadoras, en contraste con tan solo el 0,52% de países en desarrollo [7].

La **Tabla 1**, indica el ranking 2018 del Índice mundial de la producción neta en agricultura así:

Tabla 1.
Países Producción Neta en Agricultura

#	País	Millones (US\$)
1	China	978,453

2	India	396,987
3	Estados Unidos	178,580
4	Indonesia	133,480
5	Nigeria	84,219
6	Brasil	81,495
7	Pakistán	71,888
8	Japón	57,797
9	Rusia	52,157
10	Francia	45,055
31	Colombia	20,780

Fuente: Fedecacao

En Colombia, los cultivos de floricultura son uno de los principales grupos dentro del sector

Agropecuario, el uso tecnológico en cultivos florales del 2017 contribuyó significativamente con un incremento del 3629,7% de toneladas exportadas, de las 146.167 echas en 1993 [1].

Para la Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia (FEDECACAO), la producción de cacao en el país durante el último bimestre del año 2021, tuvo la cifra más alta de los últimos 10 años, con un crecimiento del 54% con respecto a las 10.046 toneladas del primer bimestre del año anterior, “debido a la adopción del paquete tecnológico por parte de los productores y el uso de materiales genéticos de alta productividad”, cifras que corroboran, el auge del cacao con crecimiento exponencial y la relevancia favorable de la tecnificación agrícola en la producción cacaotera. [8]

Aspectos elementales para tener en cuenta en el proceso del beneficio del cacao.

Para los transformadores de cacao, el cacao debe ser bien beneficiado, potencializando el sabor y aroma característicos del chocolate siendo debidamente tostado y procesado. Para las empresas también es importante el tamaño del grano (almendra).

Lo ideal es que las almendras sean de pesos superiores a 1 gramo, los contenidos de grasas deben estar por el orden del 55%

Las propiedades organolépticas pueden ser resaltadas y potencializadas en el proceso de beneficio del cacao, condición sobresaliente relacionada con la calidad. Debido a esto la importancia del buen beneficio del grano de cacao para que pueda ser atractivo el producto comercialmente.

Relación de algunos parámetros fisicoquímicos del grano de cacao utilizados en las industrias que transforman el cacao en Colombia para su clasificación:

Tabla 2.

Parámetros físico químico del grano de cacao

Parámetros fisicoquímicos del grano.			
	Bajo	Normal	Alto
% de cascarilla	< 11	11 a 12	> 12
Tamaño grano (g)	< 1.05	1.05 a 1.2	>1.2
% de humedad	6 a 6.5	7 a 8	>8
% de grasa	<52	52 a 55	>55

PH	<5	5 a 5.5	>5.5
Sabor	Amargo	Ácido	Normal

Fuente: Fedecacao 2021

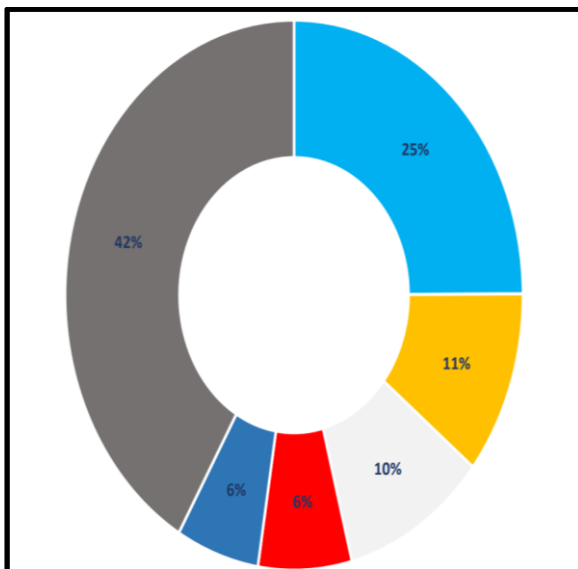


Ilustración 1: Participación de los diferentes departamentos del país en la producción de cacao
Fuente: Fedecacao

Tabla 3

Participación de algunos departamentos en la producción de cacao.

	Santander
	Arauca
	Antioquia
	Tolima
	Norte de Santander
	Resto de departamentos

Fuente: Fedecacao

Área sembrada de cultivo de cacao en el 2017 (ver Ilustración 2) Área sembrada de cultivo de cacao en el 2017)

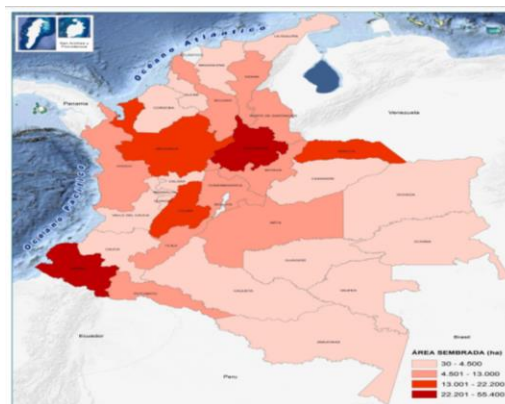


Ilustración 2: Área sembrada de cultivo de cacao en el 2017 fuente: Fedecacao

Tabla 4

Nomenclatura mapa de área sembrada de cultivo de cacao en el 2017

Área sembrada (ha)	
	30 – 4.500
	14.501 – 13.000
	13.001 – 22.200
	22.201 – 55.400

Recolección fermentación y secado de cacao

Este proceso es de vital importancia para la calidad del cacao si se desarrollan sistemáticamente se obtendrán los mejores resultados.

1. Recolección

El proceso de recolección se debe realizar solo en mazorcas maduras, no se pueden recolectar mazorcas verdes, ni sobre maduras por que alteran el sabor y aroma del chocolate (calidad), los productores generalmente realizan recolección cada 2

semanas para evitar recolección de frutos sobre maduros.

La recolección se debe hacer con la tijera de podar que es la adecuada para esta actividad, nunca jalar los frutos con la mano por que puede afectar el tallo y los cojines florales.

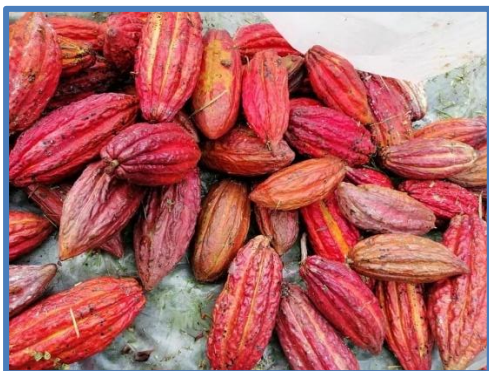


Ilustración 3: Cosechar solamente las mazorcas sanas y maduras Fuente: Barreiro 2021

2. Partida de mazorcas

Después de realizar la recolección de las mazorcas todas son amontonadas o apiladas en un lugar con espacio para realizar la actividad de apertura de las mazorcas teniendo en cuenta que solo se deben beneficiar mazorcas sanas sin enfermedades y no afectar la calidad del cacao.

La apertura de las mazorcas se realiza con un machete o un mazo de madera, el cual permite abrir la mazorca sin causar daños al grano, las cacotas (cascaras) deben ser recogidas y transformadas en abono orgánico siendo este de muy buena calidad.



Ilustración 4: Labor de partir las mazorcas fuente: Barreiro 2021

3. Desgrane

La desgranada o desguyada de los granos de cacao se realiza con la mano deslizándola por la placenta o vena donde se encuentran los granos sujetos, teniendo precaución de no incluir la placenta debido a que es una impureza que puede afectar significativamente el sabor y aroma del cacao.



Ilustración 5: desguyado granos de cacao Fuente: Barreiro 2021

4. Fermentación

Este es un de los procesos fundamentales para el beneficio de cacao, dado a que en este proceso se desarrollan las propiedades organolépticas del cacao (sabor y aroma). Cuando se falla en este proceso el cacao pierde totalmente su calidad.

Se deben hacer volteos de los granos de cacao que se encuentran en el cajón fermentador 36 horas y después cada 24 horas para airearla y alcanzar una fermentación homogénea, mediante la temperatura que debe estar unos 3 días alrededor de los 50°C, debido a esto los granos de cacao son cubiertos con hojas de plátano y costales para que ayude a conservar la temperatura.

El tiempo de fermentación debe durar entre (120 a 144 horas) 5 a 6 días.

Los granos de cacao nunca se deben mezclar con granos cosechados en días diferentes ya que el proceso de fermentación no es el mismo.

5. Secado

Durante este proceso se reduce el porcentaje de agua, la acidez y la astringencia del grano, características fundamentales de la calidad.

Este proceso se hace mediante la luz solar, siendo lo más cómodo y económico para el productor, se realiza en casa elbas generalmente donde cuentan con techos corredizos o transparentes donde permite que el sol pase fácilmente y los productores tengan condiciones de inocuidad del área donde se realiza el secado del grano y pueda evitar que este se moje ya que el grano se echaría a perder.



Ilustración 6: Área de secado de cacao Fuente: Barreiro 2021

Las herramientas que se utilizan para esta actividad de mover los granos para que el secado sea uniforme deben de ser de madera, cuando se encuentra en el punto de secado se coje en la mano los granos y se presionan y se siente un crujido siendo este el indicador que está en su punto o si se cuenta con el medidor de humedad debe estar por el 7%.

6. Limpieza y clasificación

Se realiza un proceso de clasificación donde se sacan las cascarras y pasillas sin almendra para garantizar que los granos de cacao que se van a tostar sean uniformes esta actividad se realiza manual o por medio de zarandas.

Los parámetros básicos para el grano del cacao en Colombia al momento de su comercialización, debe observarse la Norma del Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC, Número 1252, que fue modificada en el año 2003, la cual establece categorías, para el producto, lo cual debe conllevar a la diferenciación de precios.

NORMAS TÉCNICAS DE COMPRA PARA EL CACAO EN GRANO ICONTEC 1252, modificada año 2003			
Requisitos	Premio	Corriente	Pa
Contenido de humedad en % (m/m) máx.	7	7	
Contenido de impurezas o materias extrañas en % (m/m), máx.	0	0.3	
Grano mohoso interno No. granos/100 granos, máx.	2	2	
Grano dañado por insectos y/o germinados No. granos/100 granos, máx.	1	2	
Contenido de pasilla No. granos/100 granos, máx.	1	2	
Contenido de almendra en % (m/m) máx.	-	-	40
Masa (peso) en gramos/100 granos, min.	120	105-119	
Granos bien fermentados No. granos/100 granos, min.	65	65	
Granos insuficientemente fermentados No. granos/100 granos, máx.	25	35	
Granos pizarrosos No. granos/100 granos, máx.	1	3	

Ilustración 8: Normas técnicas de compra para el cacao en grano Fuente: Nacional de chocolates

Importancia de la Simulación Computacional en el Diseño

Diseñar es concebir una idea que satisfaga unas necesidades u objetivos determinados, por lo cual, el diseño de un producto se define como una transformación de información desde una necesidad, requerimientos y restricciones hasta la descripción de una estructura que es capaz de satisfacer esas demandas. [9]

Dentro del proceso de desarrollo tecnológico, el diseño se ha convertido en un procedimiento esencial que permite definir, generar, evaluar, decidir y comprobar el modelo óptimo que luego se fabricará.

En este orden de ideas, la era digital actual con el gran número de aplicaciones de accionar específico, permite realizar diferentes procesos experimentales que acceden y optimizan los diferentes modelos desarrollados en el procedimiento de diseño.

Mediante la simulación computacional se logran comprender experimentalmente las relaciones matemáticas, lógicas necesarias para describir, comprender, estructurar y controlar un modelo o sistema, capaz de anticipar y validar, con un sin número de variables que pueden ser modificadas, simulando diferentes situaciones, lo que permite determinar el comportamiento real del producto a fabricar, almacenando, calculando y procesando la información obtenida [10]

Por tanto, el uso de aplicaciones computacionales en el proceso de diseño brinda ventajas en la fabricación de un producto, minimizando costos operacionales de pruebas y error, optimizando acciones dentro de los procedimientos, evaluando los materiales y acondicionando eficazmente el equipo, máquina o herramienta que se desea fabricar.

Aplicabilidad de Hardware y Software Especializados en Simulación

Para el diseño y conceptualización de la tostadora de cacao dividida en dos secciones contiguas: una sección de tostado con control de temperatura y una sección de enfriamiento para el producto ya tostado, es necesario utilizar un *Controlador Lógico Programable (PLC)*.

Un PLC es un dispositivo electrónico, con el cual se busca reducir al máximo el uso de relevos o relés en tableros eléctricos de procesos complejos, ofreciendo la facilidad de poderse programar y adaptar a diferentes procesos automatizados en la industria [11].

Gracias a sus diseños modulares y sus softwares de interacción y programación, tareas complejas que se necesitaban realizar en un tablero eléctrico por medio de cableado y relevos, el PLC lo hace más simple de realizar, solo basta el tener dominio del software de programación o diseño, que maneje el PLC.

Actualmente, existen varias gamas y marcas (Ilustración 9 Modelos PLC marca Siemens) esto dependiendo del tipo de proceso y la complejidad del mismo, mediante sus softwares de programación es posible realizar correcciones o modificaciones de funcionamiento en los procesos, incluso sin

necesidad de realizar paradas de los procesos por tiempos prolongados [11].



Ilustración 9 : Modelos PLC marca Siemens

Para el desarrollo de este proyecto los softwares asistidos que se emplearon fueron:

- SolidWorks®
- E plan Electric®
- Logo Soft V8.2®
- In Touch®
- Kepserver ex 6®

SolidWorks®

Software de diseño mecánico CAD, permite el modelado en 3D (diseño asistido por computadora) para crear piezas, ensamblajes 3D y planos de trabajo y de montaje.

E plan Electric®

Sistema de ingeniería consistente, integrado y rápido para planificación y diseño eléctrico de máquinas y sistemas de plantas. El software incluye una amplia variedad de métodos de ingeniería: desde la creación manual hasta enfoques estandarizados y basados en plantillas.

Logo Soft V 8.2®

El software Logo Soft Confort V8® sirve para la creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo, añadiendo funcionalidades como

la operación simple en modo red, la configuración automática de la comunicación con una pantalla en la visualización de red y la capacidad de abrir hasta tres programas a la vez.

METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó utilizando como metodología de estudio: *la Investigación Explicativa*, ya que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. A su vez se incorpora una *Investigación Evaluativa*, con el fin fundamental de planear, simular, evaluar y optimizar los procesos experimentales que permitan determinar la toma de decisión final, del producto a satisfacción requerido.[12]

In Touch®

Programa para el diseño y simulación de interacciones graficas (HMI) entre usuarios y sistemas o automatismos industriales, permite referenciar entradas y salidas del proceso y también el poder reescribir parámetros de funcionamiento del mismo.

Kepserver ex 6®

Programa de comunicación industrial, nos permite el poder comunicar la programación realizada en el PLC y la interacción grafica diseñada (HMI).

Los parámetros básicos de esta investigación se centran fundamentalmente en el:

1. Diseño Estructural
2. Planos Eléctricos
3. Lógica Secuencial

1. Diseño Estructural

Para el diseño mecánico y estructural del prototipo de la máquina tostadora se utiliza el programa asistido SOLIDWORK.

Para el diseño de las partes que componen la máquina se tiene:

- Bastidor principal (Estructura base)

Los materiales propuestos para la implementación serán acero inoxidable AISI 304 para las partes que tienen contacto con el fruto, para el bastidor se pretende emplear un perfil estructural cuadrado de 40 * 2 mm (1 ½)” acero HR grado 50.

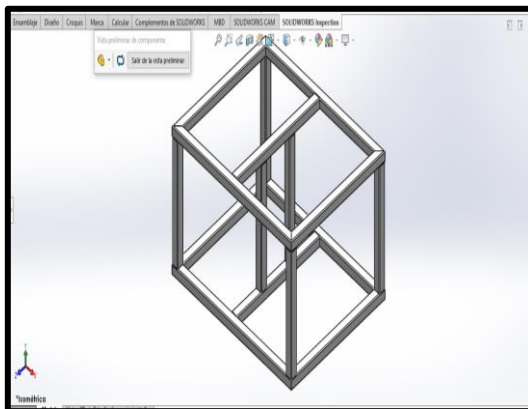


Ilustración 10: Diseño Estructura Base

- Tambor mezclador

Diseñado en material de acero inoxidable, la transmisión del movimiento del moto reductor y el tambor del mezclador es de manera directa para aprovechar toda la fuerza que ejerce el moto reductor para mover el tambor, el motor que va integrado en la caja reductora es de ½ HP.

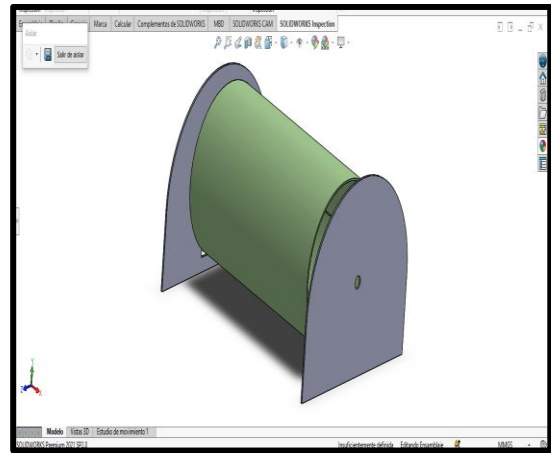


Ilustración 11: Diseño Tambor Mezclador

Cálculo cilindro giratorio:

El tambor mezclador se encuentra contenido en una cámara tostadora las funciones principales del tambor es el de mantener rotando el Cacao interno para generar un tueste uniforme del grano a velocidad constante.

Se tiene en cuenta a la hora de realizar el diseño del tambor mezclador el peso específico del cacao.

DENSIDAD APARENTE	
PRODUCTOS AGRICOLAS SOLIDOS	DENSIDAD (kg/m ³)
Alfalfa, granos	750 - 800
Algodón, granos con su fibra	420
Algodón, granos no apretados	100 - 120
Arroz cáscara	500 - 630
Arroz, gavillas	80- 120
Arroz blanqueado	800 - 850
Arroz de embarque (descascarado)	700 - 750
Avena	500 - 540
Cacahuete con cáscara para aceite	370 - 400
Cacahuete sin cáscara	600 - 620
Cacahuete con cáscara para consumo directo	270 - 300
Cacao (granos frescos)	900
Cacao (granos fermentados)	775
Cacao (granos secos)	635
Café (granos frescos)	620
Café comercial	715
Café (granos secos)	450
Cebada	550 - 690
Frijoles o habichuelas, granos	750 - 850
Guisantes	800- 880
Lino	600- 680
Maíz, granos	700- 820
Maíz, mazorcas peladas	450
Malta	530- 600
Mijo	700
Soja, granos	720 - 800
Sorgo, granos	670 - 760
Trigo	750 - 840

Ilustración 12: Tabla de densidades de algunos productos

Se toma el valor del cacao en su estado fresco:

Cacao (Granos Secos): $900 \frac{kg}{m^3}$

Se calcula el volumen que ocupa 10 Kg de cacao en el cilindro

$$d = \frac{M}{v} \quad \longrightarrow \quad v = \frac{M}{d}$$

Donde tenemos:

d : Densidad

v : Volumen

M : Masa

Reemplazando en la fórmula de Volumen tenemos:

$$V = \frac{10Kg}{900Kg/m^3} = 0.011m^3$$

Hallando el volumen que ocupara los 10 Kg de cacao en el cilindro, calculamos el volumen mínimo en el que el tambor mezclador debe ser diseñado, se tiene en cuenta para lograr un tueste homogéneo de los granos de cacao en la máquina, el tambor no lo ocuparemos más allá de su 50% de su volumen total

Volumen – Porcentaje

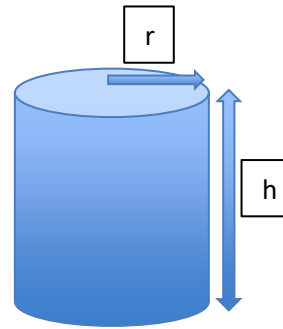
$$0.011m^3 - 40\%$$

$$x - 100\%$$

$$x = 100\% * \frac{0.011m^3}{40\%} = 0.275m^3$$

$0.275m^3$ es el volumen mínimo que debe tener el tambor, con este valor podremos dimensionar el cilindro del tambor

mezclador, el valor que asumimos para el radio de este fue de 0.215 mts



$$V = \pi r^2 h \quad \longrightarrow \quad h = V / \pi r^2$$

Donde tenemos:

V : Volumen del cilindro

π : # pi

r^2 : radio del cilindro

h : altura del cilindro

Reemplazando en la fórmula de la altura del cilindro tenemos:

$$h = \frac{0.275m^3}{\pi(0.215m)^2} = 1.89m$$

la longitud del tambor mínima necesaria para contener el volumen de grano de cacao es de: 1.89m de largo con un radio de 0.215m

- Bandeja de Enfriamiento

El diseño de la bandeja de enfriamiento dispone de un ventilador incorporado en su parte inferior para mejorar el enfriamiento homogéneo del grano que sale del tambor mezclador, también dispone de un agitador impulsado por un motor reductor por medio de transmisión de correa y polea.

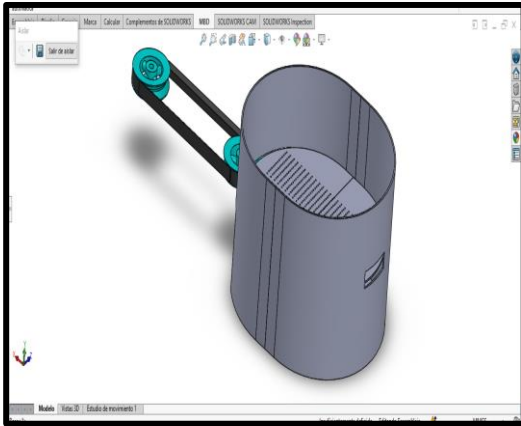


Ilustración 13: Diseño Bandeja de Enfriamiento

- Motores reductores

Para el funcionamiento de la máquina se emplean 2 motor reductores de 1HP (746W) para mover el tambor mezclador y otro para mover el agitador de la bandeja enfriadora.

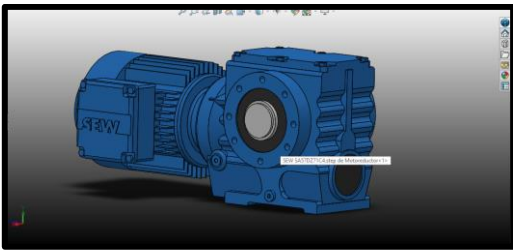


Ilustración 14: Diseño Motor Reductor

Cálculo de moto reductor:

Los datos que se tiene para el cálculo de los moto reductores son los siguientes:

- ✓ Se estima un trabajo con la máquina de 1 arranque / h
- ✓ Velocidad de giro cilindro giratorio: 3 rpm
- ✓ Velocidad de giro bandeja de enfriamiento 3 rpm
- ✓ Carga que manejara tanto el cilindro giratorio como la bandeja de enfriamiento :10 Kg

Potencia de cálculo teórica (Na):

$$P = \frac{W}{t} \quad \longrightarrow \quad P = \frac{F*d}{t}$$

Donde tenemos:

P : Potencia

W : Trabajo

t : Tiempo

F : Fuerza

$$P = \frac{\left(10 \text{ Kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{Seg}^2}\right) * d}{t}$$

$$P = \frac{(98.1 \text{ N}) * d}{t}$$

Conversión de velocidad (rpm- m/s)

$$V = \frac{(2 * \pi * r * w)}{60\text{seg}}$$

Donde tenemos

V : Velocidad

r : Radio del cilindro

W : Velocidad Angular

Reemplazando en la fórmula:

$$V = \frac{(2 * \pi * 0.215\text{m} * 3 \text{rpm})}{60\text{seg}}$$

$$V = 0.0675 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Una vez realizada la conversión reemplazamos en la ecuación:

$$P = \frac{(98.1 \text{ N}) * d}{t}$$

$$P = (98.1 \text{ N}) * \left(0.0675 \frac{\text{m}}{\text{seg}}\right) = 6.62 \text{Watt}$$

$$1\text{HP} - 746\text{Watt}$$

$$x - 6.62\text{Watt}$$

$$x = \frac{6.62\text{Watt} * 1\text{HP}}{746\text{Watt}} = 0.0088 \text{HP}$$

Nuestra potencia teórica de cálculo (Na): 0.0088HP

Potencia de entrada (Ne) (cálculo para la preselección de las características del

motorreductor): es la potencia teórica afectada por el rendimiento del reductor, siendo el rendimiento el dato que nos lo aporta el fabricante, depende del diseño y construcción modular de la caja de engranes

Para la obtención de este dato nos basamos por el catálogo del fabricante, quien nos indica un rendimiento del **98.5%** (r)

Para el cálculo de la potencia de entrada:

$$Ne = \frac{Na}{r}$$

Donde tenemos:

Ne : Potencia de entrada

Na : Potencia de cálculo teórica

r : Indicador de rendimiento

$$r = \frac{98.5\%}{100\%} = 0.985$$

Reemplazando los datos en la ecuación tenemos:

$$Ne = \frac{Na}{r}$$

$$Ne = \frac{0.0088 \text{ HP}}{0.985} = 0.00893 \text{ HP}$$

Nota: Aproximamos este resultado a un valor comercial (**1 HP**)

Velocidad de salida del reductor:

Para el cálculo de la velocidad de salida de reductor utilizamos la siguiente formula:

$$\omega = \frac{Vt}{r}$$

Donde tenemos:

ω : Velocidad angular del tambor

Vt : La velocidad en el punto tangente al radio del tambor

r : Radio del tambor

Reemplazando los datos en la formula tenemos

$$\omega = \frac{0.0675 \frac{m}{seg}}{0.215m} = 0.313 \frac{1}{s} = 0.313 \frac{Rad}{s} = 0.313 \frac{rev}{s}$$

Se realiza la conversión de la velocidad angular de rev/segundo a rev/ min:

$$\omega = 0.313 \frac{rev}{s} * \frac{60seg/min}{2\pi} = 2.98 \text{ rpm}$$

Siendo 2.98 rpm la velocidad de salida del reductor

Preselección del motor:

Ilustración 15: Selección moto reductores

De la página 27 del catálogo de LENTAX relacionamos nuestro valor de potencia de entrada, observamos que para este valor de potencia se indica una velocidad de entrada en el motorreductor de 1370 rpm.

Teniendo determinadas tanto la velocidad de entrada (1370 rpm) y de salida (2.98 rpm) del motorreductor, calculamos la relación de transmisión de la siguiente manera:

$$i = \frac{ne}{ns}$$

Donde tenemos:

i : Relación de transmisión

ne : Velocidad de entrada

ns : Velocidad de salida

Ingresando los valores en la fórmula:

$$i = \frac{1410rpm}{2.98rpm} = 473.1$$

Con este dato ya determinamos el modelo del motorreductor:

KL3TR (catalogo LENTAX)

Velocidad de salida: 3.1 rpm

Velocidad de entrada: 1410 rpm

Relación de transmisión: 460.99

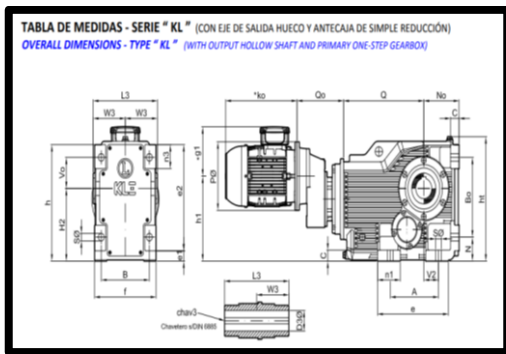


Ilustración 16: Motorreductor modelo KL3TR (imagen tomada de catálogo LENTAX)

A continuación, se muestra la figura del diseño estructural final de la máquina tostadora de cacao:

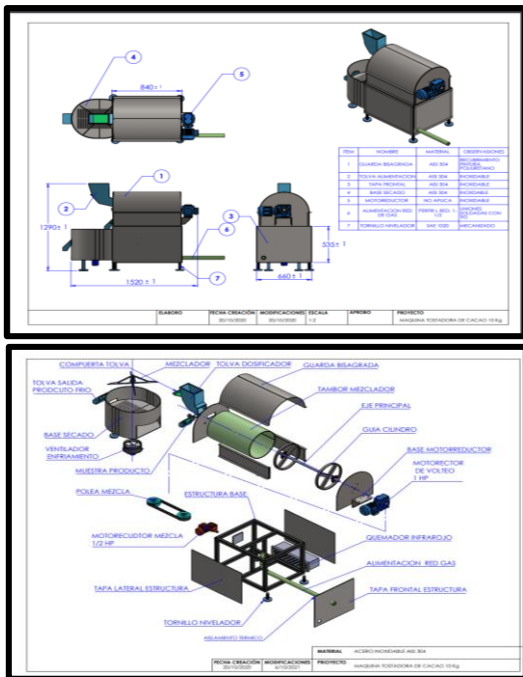


Ilustración 17: Diseño Estructural Tostadora

2. Planos Eléctricos

Los planos eléctricos del sistema fueron realizados en software de diseño eléctrico EPLAN ELECTRIC®, el cual nos ofrece la facilidad de integrar la simbología correspondiente a los equipos que integra el prototipo en los planos eléctricos, con esto se busca generar una guía de información a personal técnico que necesite tener conocimiento de la conexión de los diferentes equipos que integra la máquina, facilitando acciones correctivas de mantenimiento.

Se realizan planos correspondientes ha:

- A. Plano de control (conexiones PLC LOGO SIEMENS®).
- B. Plano de control (conexión PANTALLA SIEMENS KTP400®).
- C. Plano de potencia (conexiones EQUIPOS DE FUERZA).

El plano de la Ilustración 10 Plano de control (conexiones PLC LOGO SIEMENS®). presenta información referente a la conexión de las señales de mando de entrada y salida del PLC LOGO SIEMENS® el cual se integraría en el tablero de control del prototipo de la máquina , indica la conexión de los diferentes dispositivos de mando hacia las entradas del PLC, también la asignación que se tendría de las salidas del PLC para la conexión de las bobinas de los dispositivos de fuerza (contactores) que gobernarían sobre los diferentes equipos que conforman la maquina (Motorreductores , Transformador de ignición , electroválvula de paso de gas), así también la alimentación del PLC y la conexión de interfaz ethernet entre el PLC y la pantalla HMI.

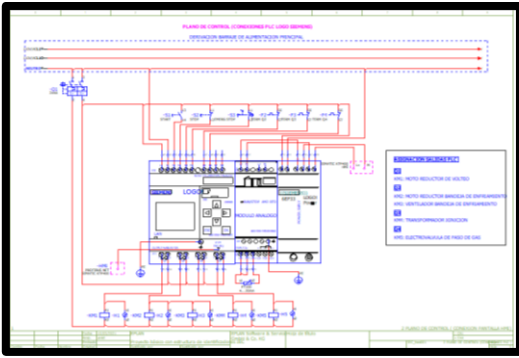


Ilustración 18 Plano de control (conexiones PLC LOGO SIEMENS®).

Como señales de mando de entrada al PLC tenemos:

START: asignada a la entrada I1 del PLC, corresponde a un pulsador con contacto NA, con esta señal iniciaremos nuestro sistema.

STOP: asignada a la entrada I2 del PLC, Corresponde a un pulsador con contacto NC, con esta señal daremos parada a nuestro sistema.

EMERGENCY STOP: asignada a la entrada I3 del PLC, corresponde a pulsador con auto enclavamiento de seguridad con contacto NC, esta señal de mando se utiliza en caso tal de presentarse alguna emergencia o problema durante el funcionamiento del equipo y sea necesario detener todo el proceso inmediatamente.

TERMICO F2, F3, F4: asignadas correspondientemente a las entradas I4, I5, I6 del PLC, pertenecen a los contactos NC auxiliares de los guarda motores Q2, Q3 y Q4, encargados de proteger a motores de sobrecalentamientos y sobre amperajes que influyan en su avería. con estos contactos se logra determinar el momento en que el motor falle y poder utilizar esta señal a la hora de querer visualizarlo en la pantalla HMI que integra el prototipo de la máquina, así

también del bloqueo de funcionamiento de los equipos correspondientes a cada protección.

Como señales de mando de salida del PLC tenemos:

KM1: corresponde a la salida Q1 del PLC, gobierna a la bobina del contactor de mando del motorreductor de volteo

KM2, KM3: corresponde a la salida Q2 del PLC, gobierna las bobinas de los contactores de mando KM2 y KM3 del motorreductor de la bandeja de enfriamiento y ventilador de enfriamiento correspondientemente.

KM4: corresponde a la salida Q3 del PLC, gobierna la bobina del contactor de mando del transformador de la ignición de los mecheros del prototipo de la máquina tostadora

KM5: corresponde a la salida Q4 del PLC, gobierna la bobina KM5 de mando de la electroválvula de paso de gas hacia los mecheros del prototipo de la máquina.

El plano de la Ilustración 10 Plano de control (conexiones **PLC LOGO SIEMENS®**). Nos indica también la alimentación que tendrá el PLC que será a 110 V/AC, así como las características técnicas del mismo, también la alimentación del circuito de control para salidas del PLC bobinas y entradas de señales de entrada que será a 220 V/AC, cuenta con su respectiva protección eléctrica Q1.

La Ilustración 11 Plano de control (Conexión PANTALLA HMI SIMATIC KTP400 SIEMENS®) muestra las conexiones correspondientes a la pantalla HMI que integra el prototipo de la máquina, se da la información técnica del

equipo, la conexión entre la pantalla HMI y el PLC será por protocolo de comunicación Ethernet, en la realización de este plano se tiene en cuenta la conexión física Ethernet, se referencia tanto en el plano de las conexiones del PLC, como en el plano de conexión de la pantalla HMI.

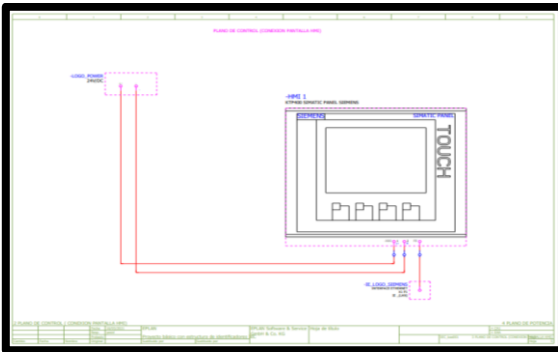


Ilustración 19: Plano de control (Conexión PANTALLA HMI SIMATIC KTP400 SIEMENS®)

El plano de la Ilustración 17 Diseño Eléctrico Plano de Potencia. Muestra la conexión de los equipos de fuerza (motores) que trabajan en el prototipo de la máquina con sus correspondientes protecciones y dispositivos de mando.

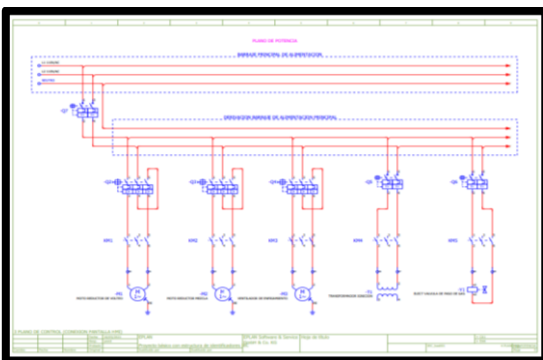


Ilustración 20: Diseño Eléctrico Plano de Potencia.

La realización de los planos presentados se realiza bajo normativa técnica colombiana **RETIE**, se trata en lo posible poder presentar planos claros, concisos, con información técnica de cada uno de los equipos a utilizar y la forma de conexión de cada uno de ellos.

Cálculo de dispositivos de protección y control:

Los equipos que se contemplan en el diseño de la maquina son:

- Motorreductor 1 cilindro giratorio:
 Pm: 1HP
 V: 220 V/AC (BIFASICO)
 RPM: 1410 RPM
 COSφ: 0.98.
 η: 0.90

Calculo protección termomagnética:

Conversión de la potencia de HP a Watt

$$1HP = 746W = P_m$$

P_m = potencia mecánica

Hallamos la corriente nominal del motor

$$P_e = V * I(\sqrt{3})(\text{Cos}\phi)$$

Despejando la Corriente tenemos:

$$I_n = \frac{P_e}{V * (\sqrt{3}) * (\text{Cos}\phi)}$$

Hallamos la potencia eléctrica

$$P_e = \frac{P_m}{\eta}$$

$$P_e = \frac{746w}{0.90} = 828.8 w$$

Una vez calculada P_e despejamos la corriente nominal y reemplazamos valores

$$I_n = \frac{828W}{220 * (\sqrt{3}) * (0.98)(0.70)} = 3.16A$$

Se elige por catálogo de Schneider electric®
Guardamotor termomagnetico:

REF: GV2 ME08 (2.5A-4 A)

Calculo contactor:

$$KM = 1.1 * In$$

$$KM = 1.1 * 3.16A = 3.47A$$

Se elige por catálogo de Schneider electric
contactor:

REF: LC1 D09 (9 A)

Los cálculos para el segundo motorreductor se asemejan a los calculados anteriormente, por lo tanto las protecciones eléctricas son las mismas para el segundo motorreductor.

- Ventilador bandeja de enfriamiento
P:45 watts,
A: 0.8 A de consumo
V: 110 V/AC (MONOFASICO)

Se elige por catálogo de Schneider electric®:

Protección térmica:

REF: GV2-ME05 (0.63A-1A)

Contactor:

REF: LC1 D09 (9 A)

- Transformador para Ignición caldera
220 V/AC

Protección térmica:

REF: GV2-ME05 (0.63A-1A)

Contactor:

REF: LC1 D09 (9 A)

- Electroválvula de cierre y apertura de gas
110V/AC

Proteccion térmica:

REF: GV2-ME05 (0.63A-1A)

Contactor:

REF: LC1 D09 (9 A)

3. Lógica Secuencial

Se considera emplear un PLC **Logo Siemens®** para el manejo y control del proceso de la máquina, en la Ilustración 13 Identificación de partes del PLC LOGO SIEMENS® se identifica sus partes, la herramienta de programación de este PLC, es la interfaz gráfica de **logo Soft V8®**, esta nos permite realizar el programa lógico, compilarlo y cargarlo al PLC. Con el fin de realizar una programación estructurada; el lenguaje para trabajar la secuencia de control de la programación será en diagrama de bloques funcionales, se realiza también el diseño de la interacción gráfica de usuario-máquina por medio de una pantalla táctil SIMATIC HMI, KTP400 Basic Panel marca SIEMENS®, para visualizar y controlar parámetros que manejaría el proceso.



Ilustración 21 :Identificación de partes del PLC LOGO SIEMENS®

Antes de la realización de la programación del PLC se realiza el análisis de las condiciones previas de funcionamiento del prototipo de la maquina:

Condiciones del proceso

- Antes del inicio del proceso, el operario de la maquina deberá programar en pantalla HMI tiempos de encendido del tambor mezclador, bandeja de enfriamiento y temperatura de funcionamiento del reverbero.
- Se contará con una señal de encendido (pulsador NA) y otra señal de apagado (pulsador NC) para el proceso, en pantalla HMI se podrá también dar encendido y apagado del sistema.
- Se contará con un apagador de emergencia físico (paro de emergencia), para deshabilitar el proceso en caso de presentarse algún inconveniente durante el funcionamiento del equipo (accidentes, averías, etc...).
- El operario de la máquina podrá programar y ver tiempo transcurrido de funcionamiento del tambor de volteo y la bandeja enfriadora desde pantalla HMI.
- El operario de la máquina podrá programar y ver en tiempo actual temperatura de funcionamiento del reverbero del tambor de volteo desde pantalla HMI.
- Debe visualizarse fallos de accionamiento tanto por pantalla HMI como física de motores y dispositivos que integra la máquina.

- El proceso inicia con el funcionamiento del tambor mezclador y el encendido del reverbero de la máquina, los mecheros del reverbero mediante una electroválvula de paso de gas y el transformador de ignición controlaran la temperatura del tambor de volteo, todo esto dependiendo de las lecturas de temperatura que tome la PT100 en el transcurso de funcionamiento del tambor, una vez terminado el tiempo de funcionamiento del tambor mezclador se apagará reverbero, y tambor mezclador, e iniciará el funcionamiento de la bandeja de enfriamiento junto con el ventilador de enfriamiento, pasado el tiempo de funcionamiento programado por el usuario se apagará junto con el ventilador hasta un próximo inicio.
- Se podrá visualizar el funcionamiento de cada uno de los equipos tanto en pantalla HMI como en forma física en el tablero de control por medio de pilotos en tablero de control y avisos en pantalla HMI.

Una vez analizadas las diferentes condiciones del proceso se corresponde a realizar la programación del PLC, se realizó por medio de lenguaje de bloques como se muestra en la Ilustración 21.

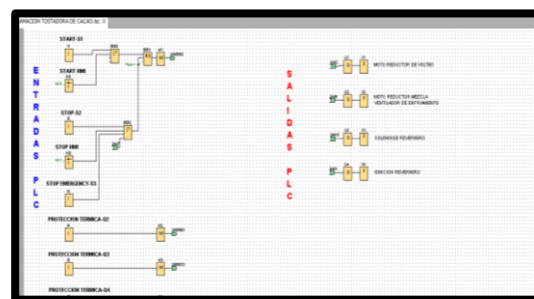


Ilustración 22: Programación en software interactivo de LOGO SOFT V 8.2®

La programación se estructura con las condiciones de funcionamiento del tambor mezclador y bandeja de enfriamiento (tiempo de programación de funcionamiento), reverberó (control de temperatura), ver Ilustración 20 Programación funcionamiento de tambor de volteo y bandeja de enfriamiento. Ilustración 16 Programación funcionamiento de reverbero (control de temperatura).

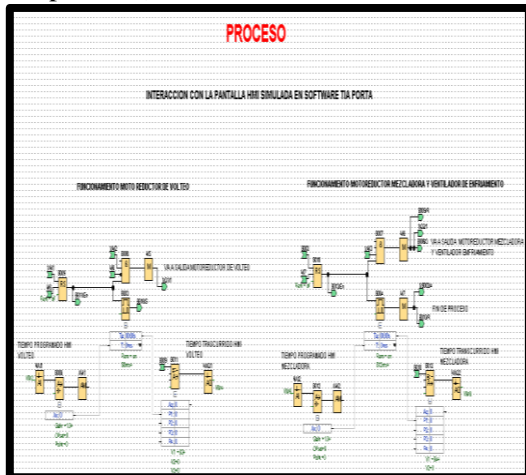


Ilustración 23: Programación funcionamiento de tambor de volteo y bandeja de enfriamiento.

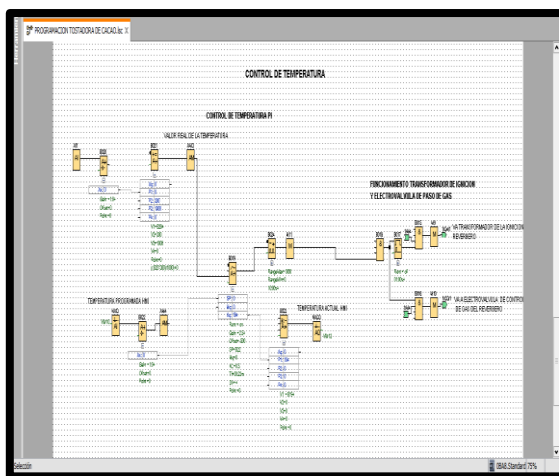


Ilustración 24: Programación funcionamiento de reverbero (control de temperatura).

La pantalla diseñada para la interacción usuario-maquina es de fácil manejo para el usuario, intuitiva, se puede identificar información en tiempo real y configurar el proceso dependiendo las necesidades del

proceso, para el diseño de esta pantalla se emplea el software asistido **Scada intouch®**. ver Ilustración 25 Diseño pantalla HMI en software asistido Scada intouch®.

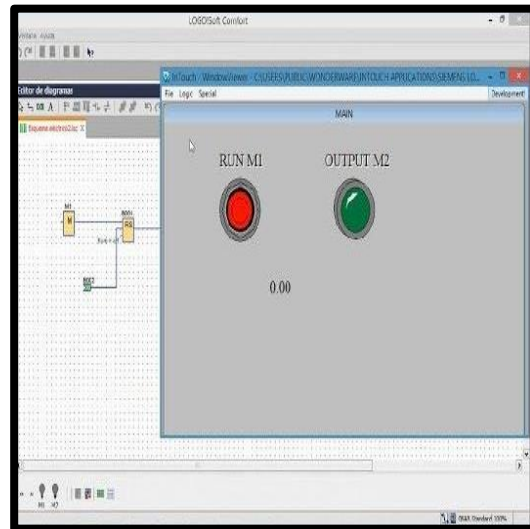


Ilustración25: Diseño pantalla HMI en software asistido Scada intouch®.

MATERIALES

Dentro de los materiales que se requirieron están: la utilización de Software conlleva un costo en sus licencias legales y mano de obra del Tecnólogo en el diseño. A continuación, se relaciona la tabla de los costos incurridos así:

Tabla 2: Costo Materiales de diseño.

Descripción del recurso físico	Recursos Estudiante		
	Un.	Valor Uni.	Valor Total
Software Solid Word	1	280.425	280.425
Software PLC Logo Soft V6	1	274.064	274.064
Software E plan Electric	1	106.000	106.000

Software Scada intouch®.	1	Licencia Gratuita de Estudiante	
Honorarios asesoría directores del proyecto (hora)	16	45.000	720.000
Honorarios Tecnólogo en Mantenimiento electromecánico industrial (Días)	112	1.400.000	1.400.000
PLC logo 8 siemens	1	400.000	400.000
Cable UTP Ethernet 8 hilos con conectores RJ45 Macho en ambas puntas	1	10000	10000
		Total	3.190.489

Elaboración Propia Autores

También se expone los costos de materiales para la fabricación de la máquina.

Tabla 3: Costos de Material para la construcción de la máquina.

Descripción del recurso físico	Recursos Estudiante		
	Un.	Valor Uni.	Valor Total
Mano de obra	1	1'500.000	1'500.000
acero inoxidable AISI 304	1	2'000.000	2'000.000
Moto reductor 1 hp	1	1'500.000	1'500.000
Moto reductor 0.5 hp	1	850.000	850.000
Rolado y mecanizado	1	500.000	500.000

PINTURA Poliuretano Barniz	1 gl	105.000	105.000
Poleas	2	60.000	120.000
Chumaceras	2	50.000	100.000
Extractor 110v	1	160.000	160.000
perfil estructural cuadrado de 40 * 2 mm (1 ½)''	3 mt	100.000	300.000
Quemador infrarrojo	1	150.000	150.000
		Total	7'285.000

Elaboración Propia Autores

EVALUACIÓN FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

Las aplicaciones a utilizar en la programación del PLC y el diseño gráfico de la pantalla HMI prestan la posibilidad de poder simular el funcionamiento de la programación realizada al PLC integrado en el prototipo de la máquina, así también de la interacción de usuario- máquina que se tendrá por medio de la pantalla HMI diseñada, esto gracias a que estos softwares permiten el poder referenciar entradas digitales, salidas digitales, entradas analógicas y salidas analógicas del proceso entre pantalla HMI y PLC, también se logra con la simulación accionar estas entradas digitales, salidas digitales y adaptar las señales de entrada analógicas de los diferentes sensores a utilizar en la máquina.

Todo esto en conjunto con la organización, procesamiento y presentación de la información, que también suministra la simulación virtual de la realidad, reflejando el estado actual del funcionamiento de los diferentes equipos (salidas PLC) y el

comportamiento del control de las variables (Control de temperatura) que se mostrarían durante el proceso simulatorio del funcionamiento del sistema en pantalla HMI.

Para la simulación de la programación y la pantalla HMI, es necesario la conexión física Ethernet desde el ordenador con el PLC, se realiza la configuración del direccionamiento de la IP del PLC y el ordenador para poder lograr la comunicación de los equipos, en la Ilustración 25 (Conexión y direccionamiento de la conexión Ethernet entre el PLC y el ordenador) se muestra la conexión física de los equipos y su direccionamiento IP.



CONEXIÓN DIRECTA

Ilustración 26 Conexión y direccionamiento de la conexión Ethernet entre el PLC y el ordenador

Los elementos para lograr la simulación del proceso se ven en la Ilustración 24 equipos que intervendrán para la realización de la simulación del proceso.



Ilustración 27: equipos que intervendrán para la realización de la simulación del proceso.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos del proyecto son: (i) El diseño estructural y mecánico una máquina tostadora de cacao con capacidad de 10 Kg; (ii) Mediante la simulación realizada con los softwares se pudo demostrar el funcionamiento de la programación de la máquina. (iii) durante la ejecución del proyecto podemos evidenciar que los costos de fabricación y diseño esta aproximadamente un 30% menos del costo promedio de una maquina tostadora de cacao en el mercado.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

La tecnificación de muchos de los procesos que se encuentra en la agricultura ha permitido mejorar tanto la producción, como la calidad de los bienes que se producen, la implementación de PLC, y equipos especializados en el control de procesos permiten el tener múltiples opciones de mejora en procesos de la agricultura, la automatización se convierte en un aspecto clave en esta industria.

CONCLUSIONES

- Se realiza el diseño estructural y mecánico empleando el programa de diseño SOLIDWORKS®.
- Se realizo la programación lógica secuencial y Se evalúa la funcionalidad del sistema propuesto por medio de simulación de programación realizada en software de PLC (Logo Soft V8.0®)
- Se contemplo incluir la interacción de una pantalla realizada por medio del Software Scada Intouch para la

interacción con la programación del PLC

- Se calcularon los costos para la ejecución del prototipo obteniendo

como resultado un 40 % menor a comparación de una maquina tostadora en el mercado actual con las mismas especificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Prieto Poveda, D. La tecnificación como herramienta para incrementar la productividad agropecuaria en Colombia [Internet]. 2019 [Consultado 05 abril 2021]. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7246/1/2142125-2019-1-EF.pdf>

[2] Sánchez, V., Zambrano, J., & Iglesias, C. La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe. 2019. [Consultado 13 abril 2021] Disponible en: https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf

[3] Bonilla, J. C. Evaluación de tostado y desarrollo de chocolate con leche a partir de cacao (Theobroma cacao).2014 var. Trinitario. [Consultado: 13-abril-2021] Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3342/1/AGI-2014-T003.pdf>

[4]S. Koh, "Descubriendo la Historia de la Tostadora de Café - Perfect Daily Grind español", Perfect Daily Grind español, [Online]. 2019. [Consultado: 25- Sep- 2019]. Disponible: <https://perfectdailygrind.com/es/2019/09/25/descubriendo-la-historia-de-la-tostadora-de-cafe/>.

[5] Ramírez Nava, D., Ramírez Nava, M., González Carbonell, R., Romo Ángel, J.,

Sánchez Sierra, A., & Lemus Arellano, M. Simulación computacional como herramienta

para disminuir los costos asociados al diseño mecánico [Internet]. 2017. Retos de la Dirección, 11(1), 82-93. Recuperado en 17 de abril de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552017000100006&lng=es&tlng=es.

[6] Lacki, P. Desarrollo agropecuario: de la dependencia al protagonismo del agricultor. FAO, 1995. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ai006s/ai006s.pdf>

[7] MUNDIAL, Banco. Agricultura para el desarrollo. Informe sobre el desarrollo mundial, 2008. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>

[8] FEDECACAO. Colombia registra la cifra en producción de cacao más alta de los últimos 10 años. [Internet]. 2021. Disponible en: <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/1406-colombia-registra-la-cifra-en-produccion-de-cacao-mas-alta-de-los-ultimos-10-anos>

[9] Ferrer Real, I., et al. Contribución metodológica en técnicas de diseñar para fabricación. 2007.

[10] Rodríguez, L.; Bermúdez, L. Usos y aplicaciones de la simulación en la investigación agropecuaria

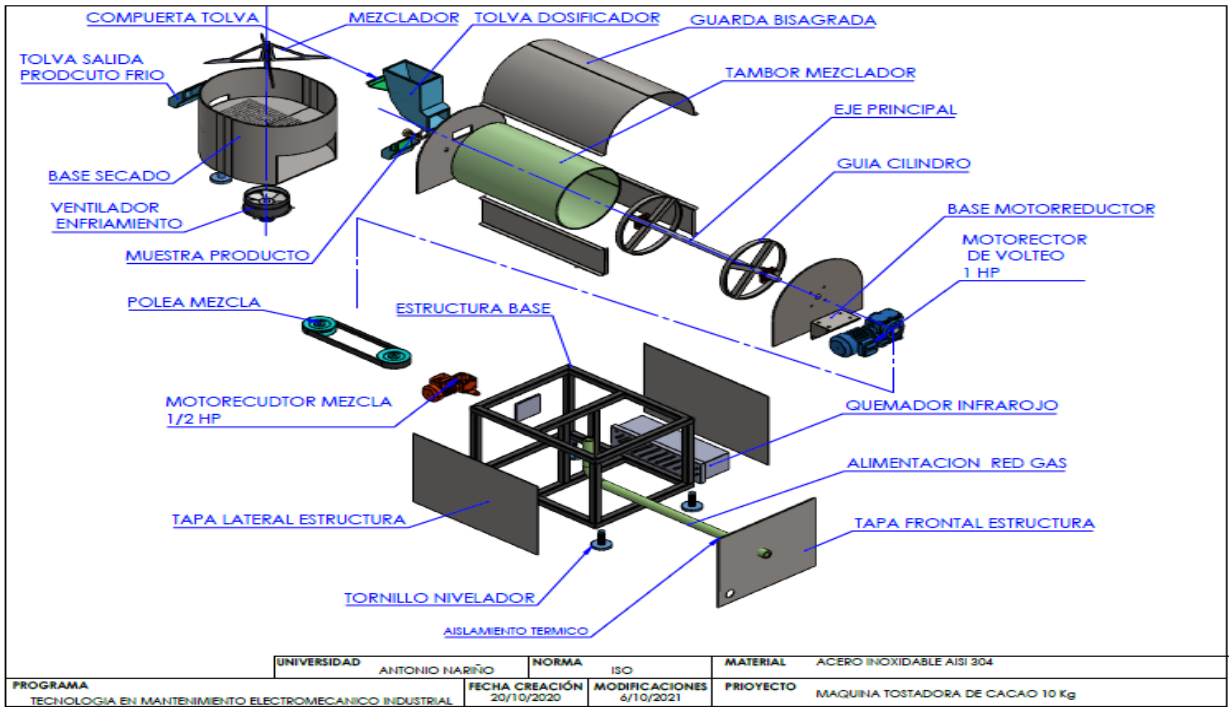
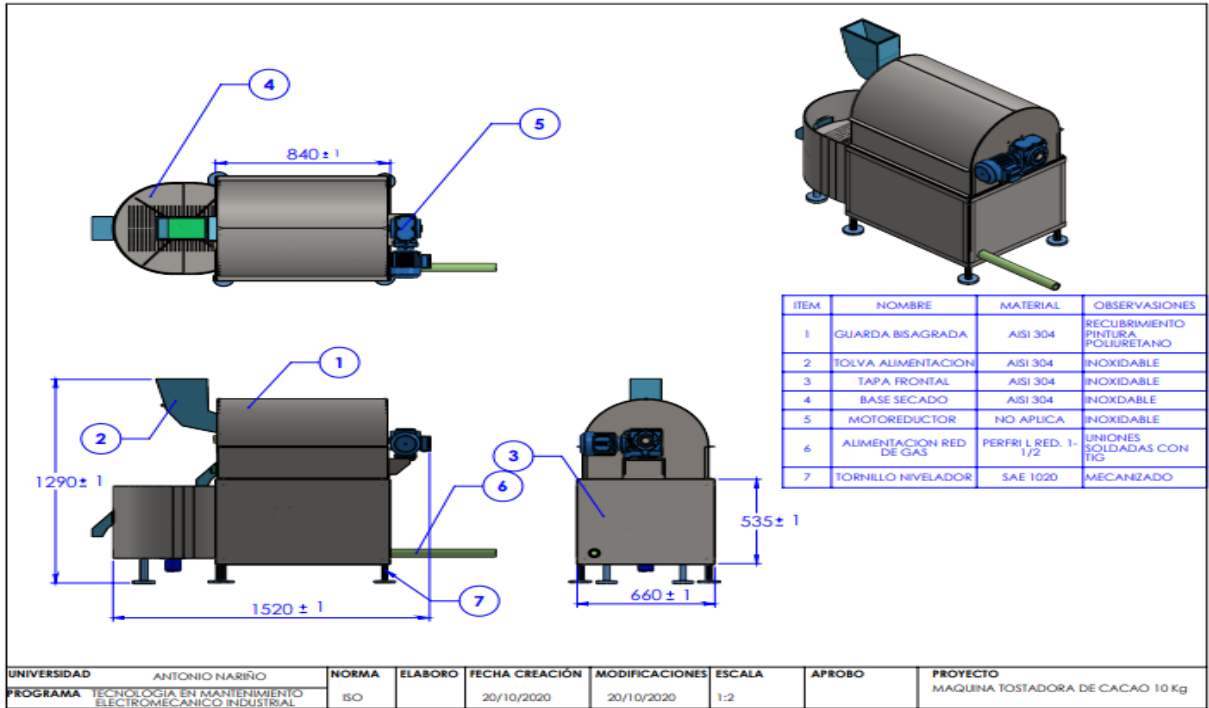
[Internet]. Agronomía colombiana, 1995, vol. 12, no 2, p. 198-204. [Consultado 15 abril de 2021] Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21443>

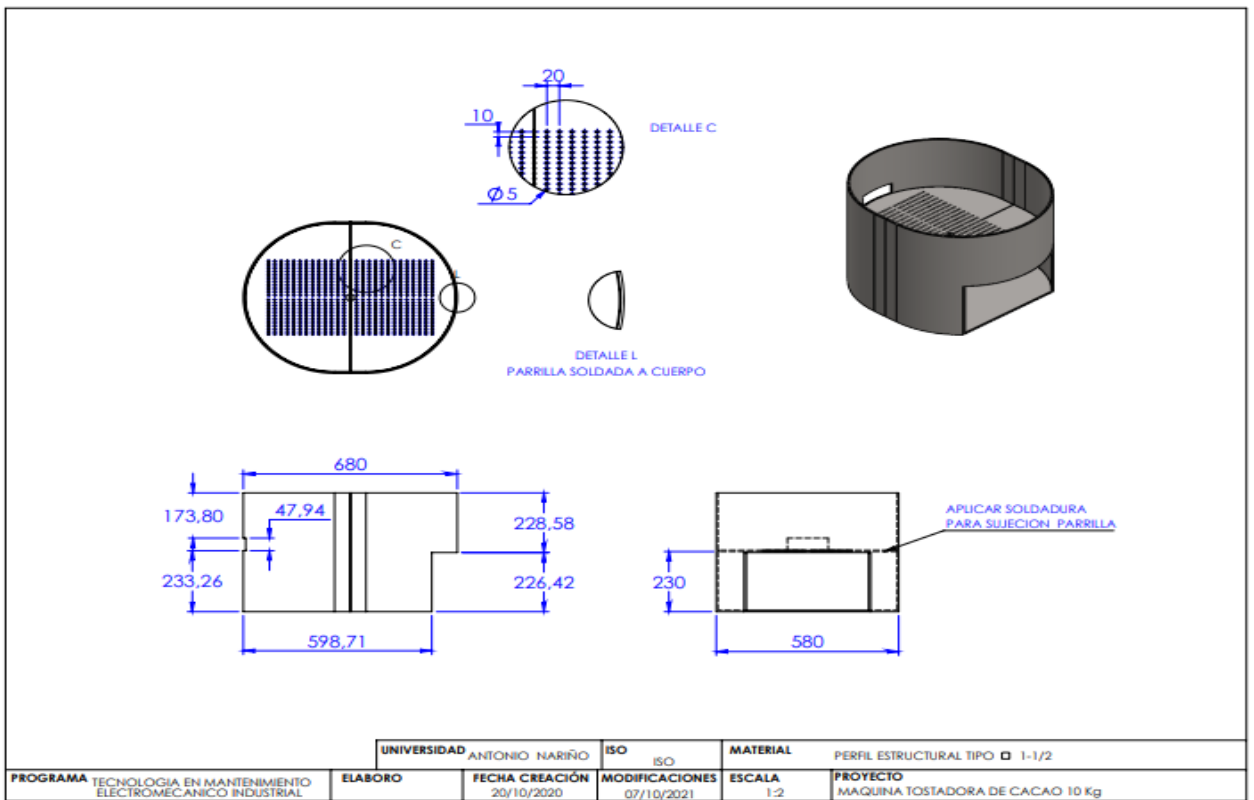
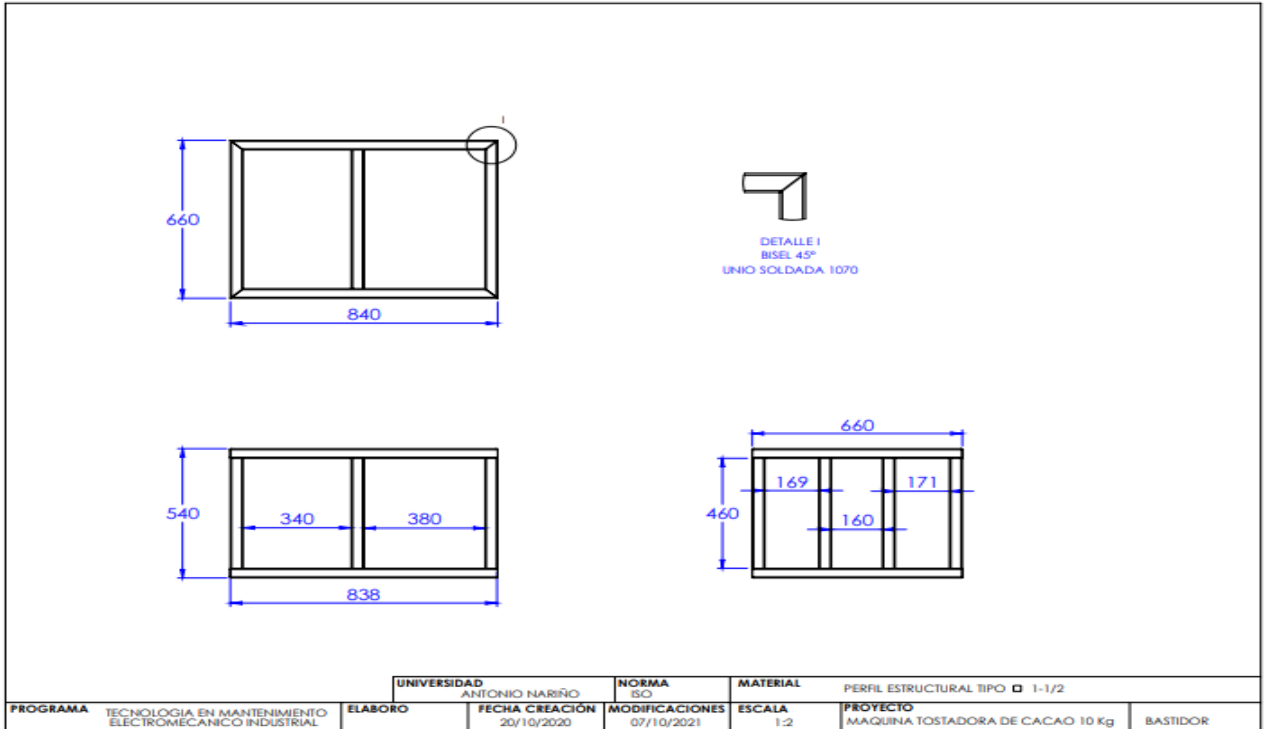
[11]Ramírez Cortes, C. Controladores Lógicos Programables. 2001, [Online]. [Consultado: 17- de marzo de 2021] Disponible: http://www.infopl.net/files/documentacion/automatas/infoPLC_net_apunte_plc.pdf

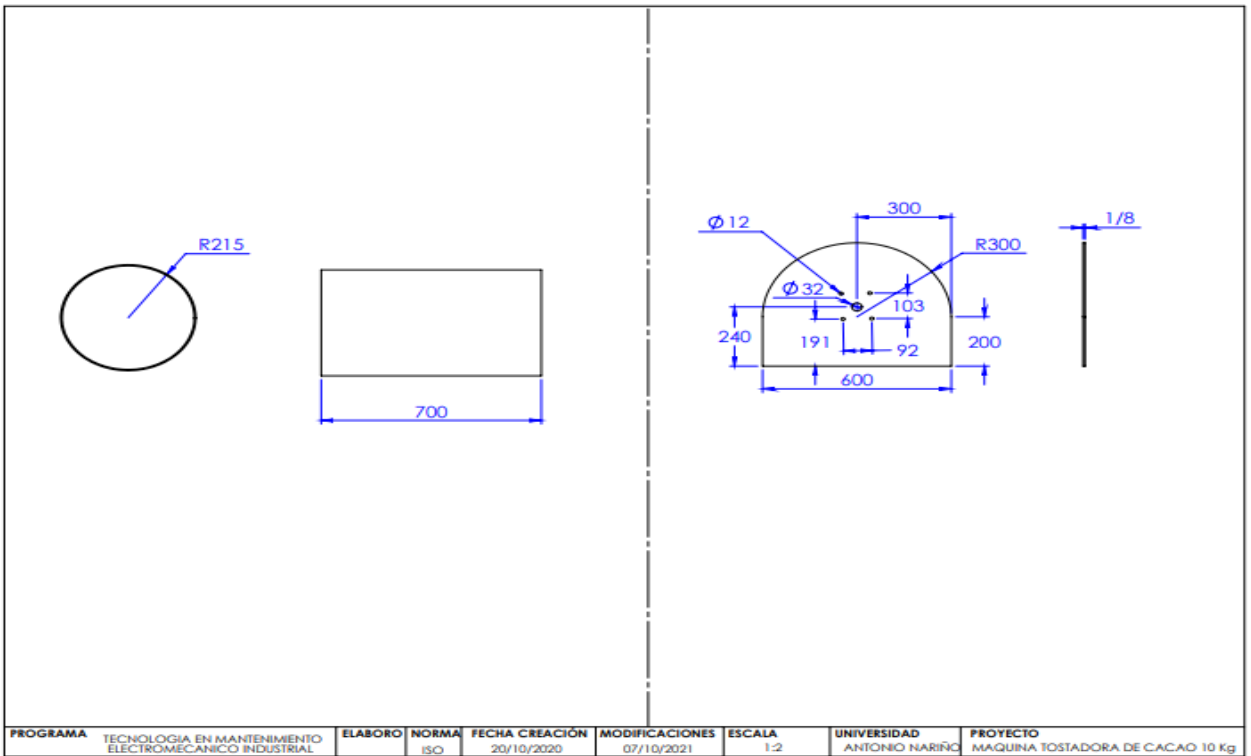
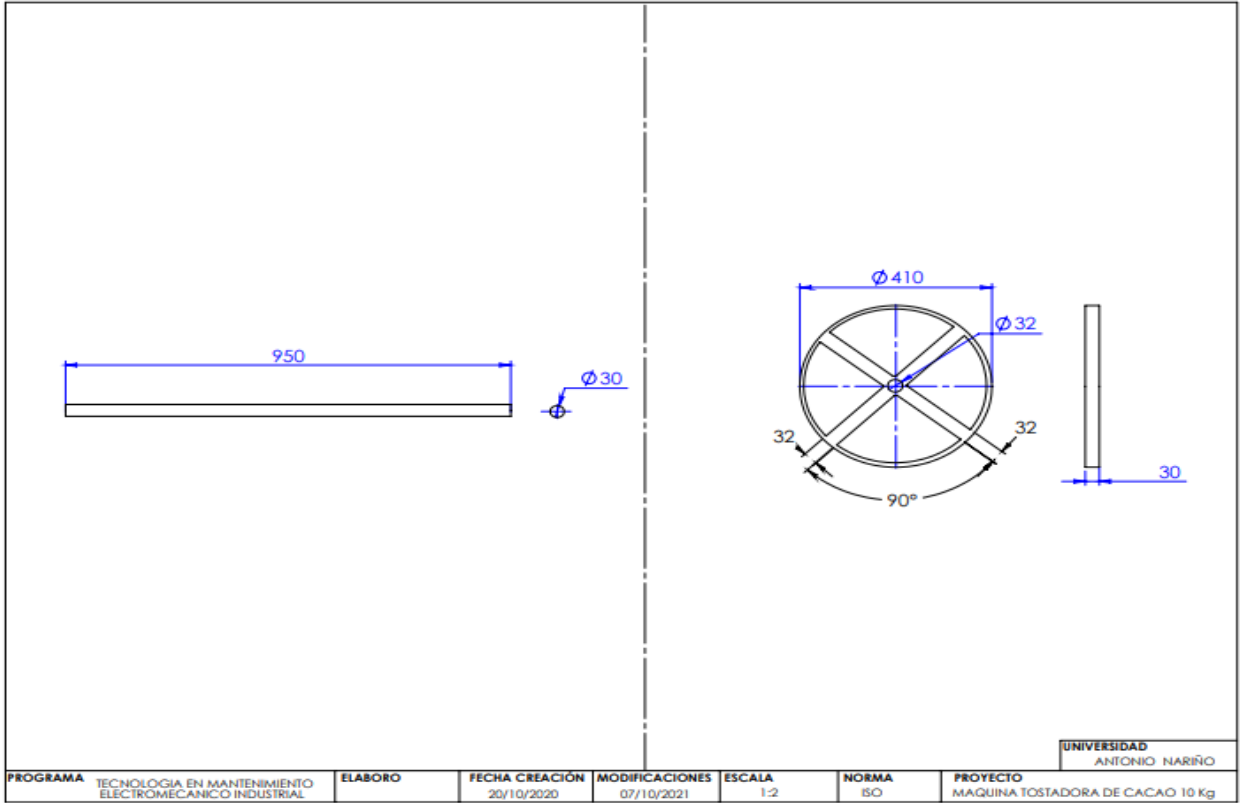
[12] Espinoza, C. Metodología de Investigación Tecnológica. 2010. Perú

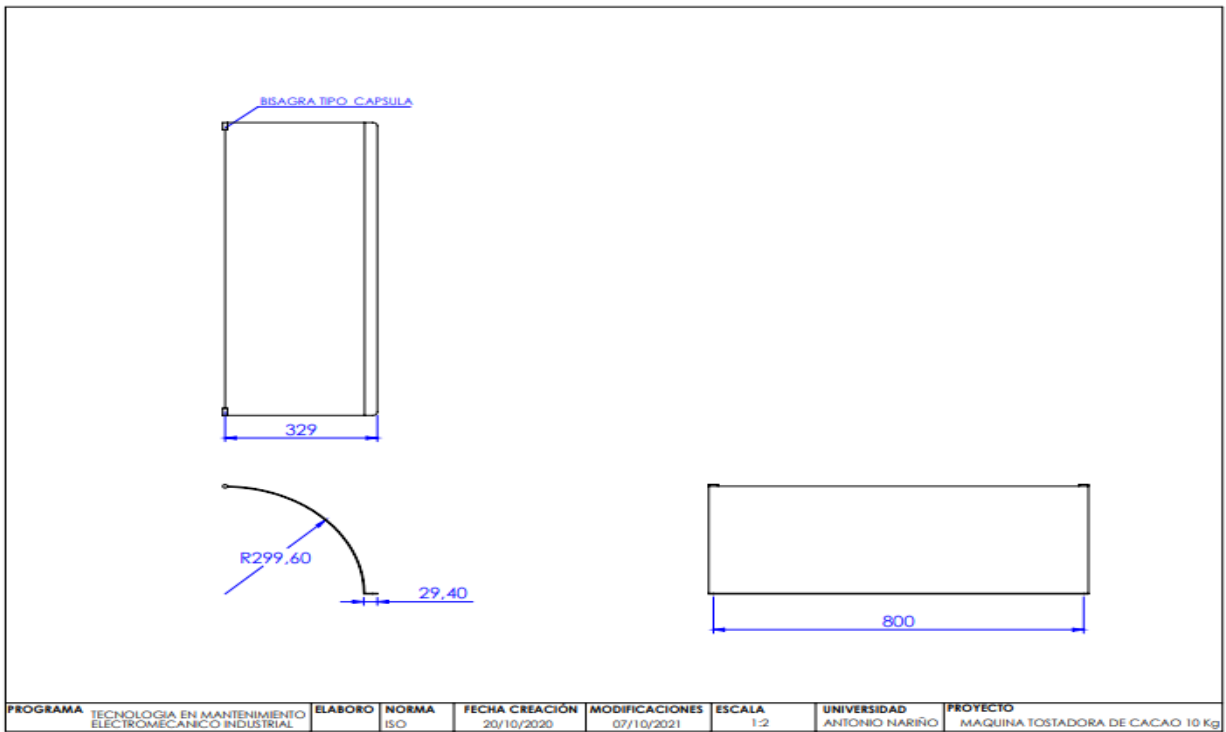
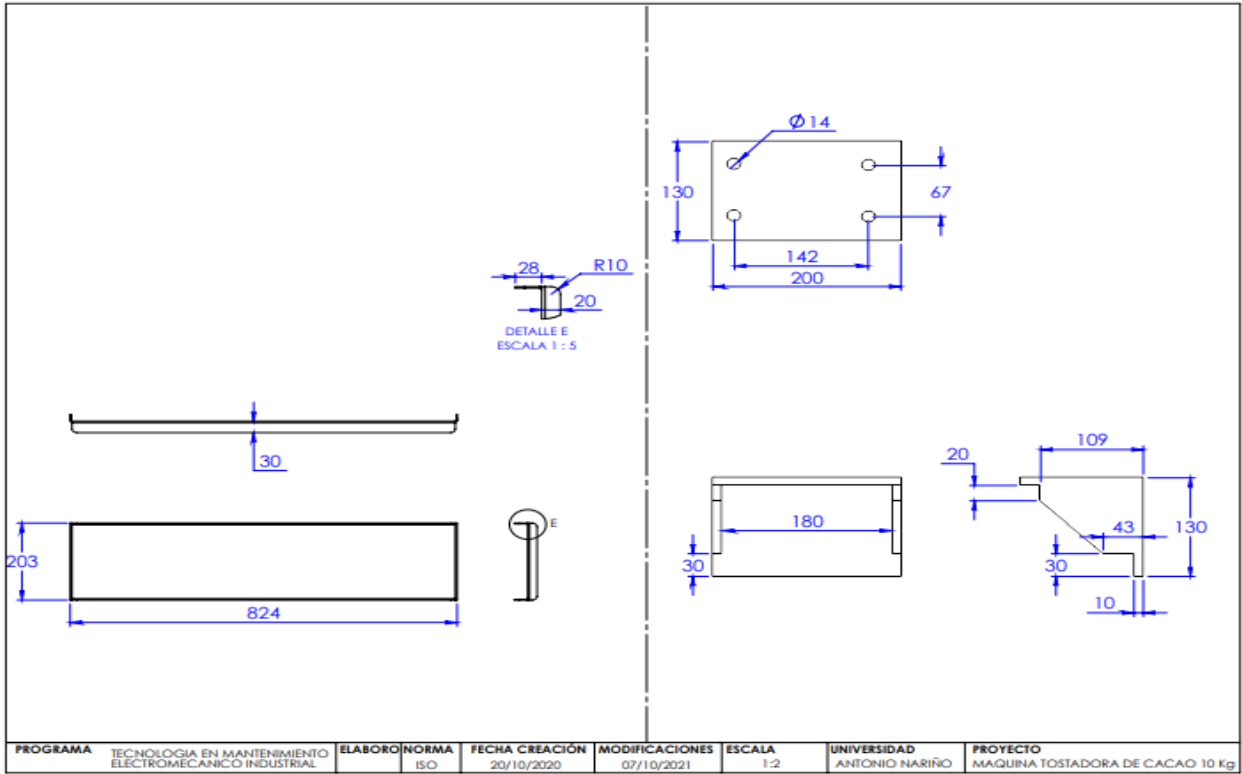
[13] *Lentax - Reductores de velocidad y Motoreducers*. (s. f.). (Online), [Consultado: 30- de octubre de 2021] Disponible: [Lentax. https://www.motorreductores.com.ar/](https://www.motorreductores.com.ar/)

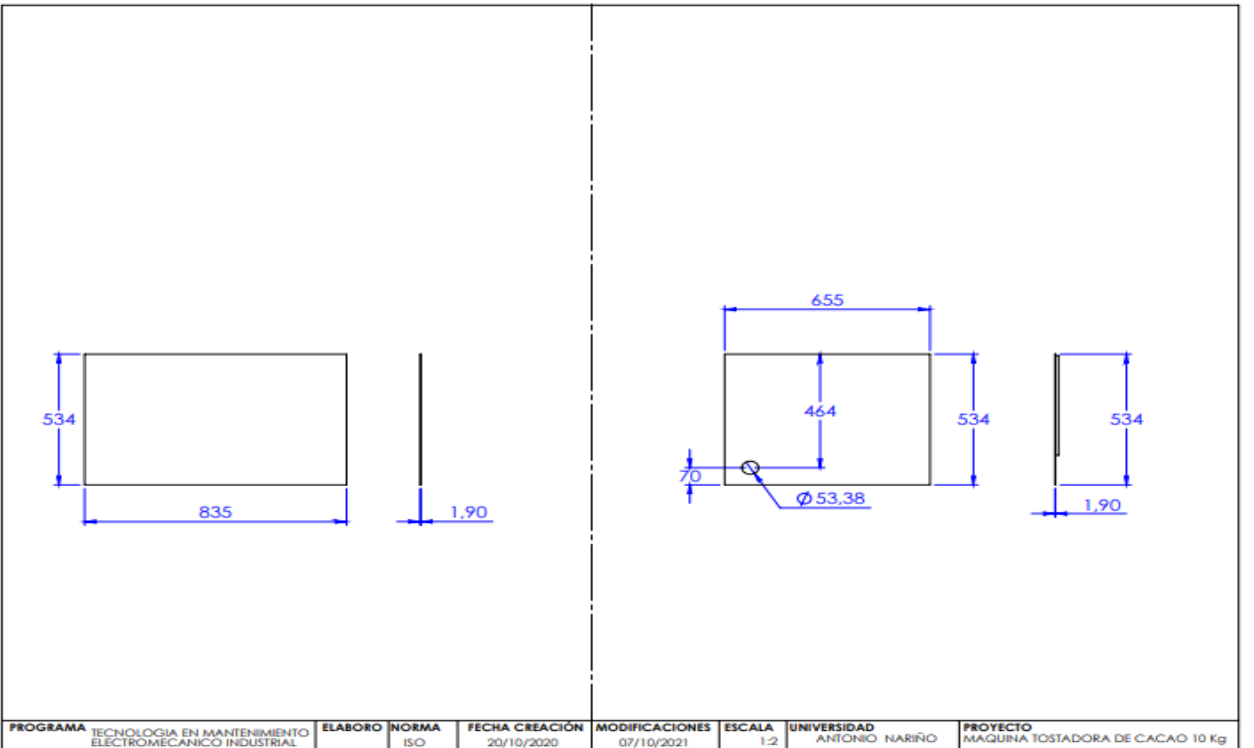
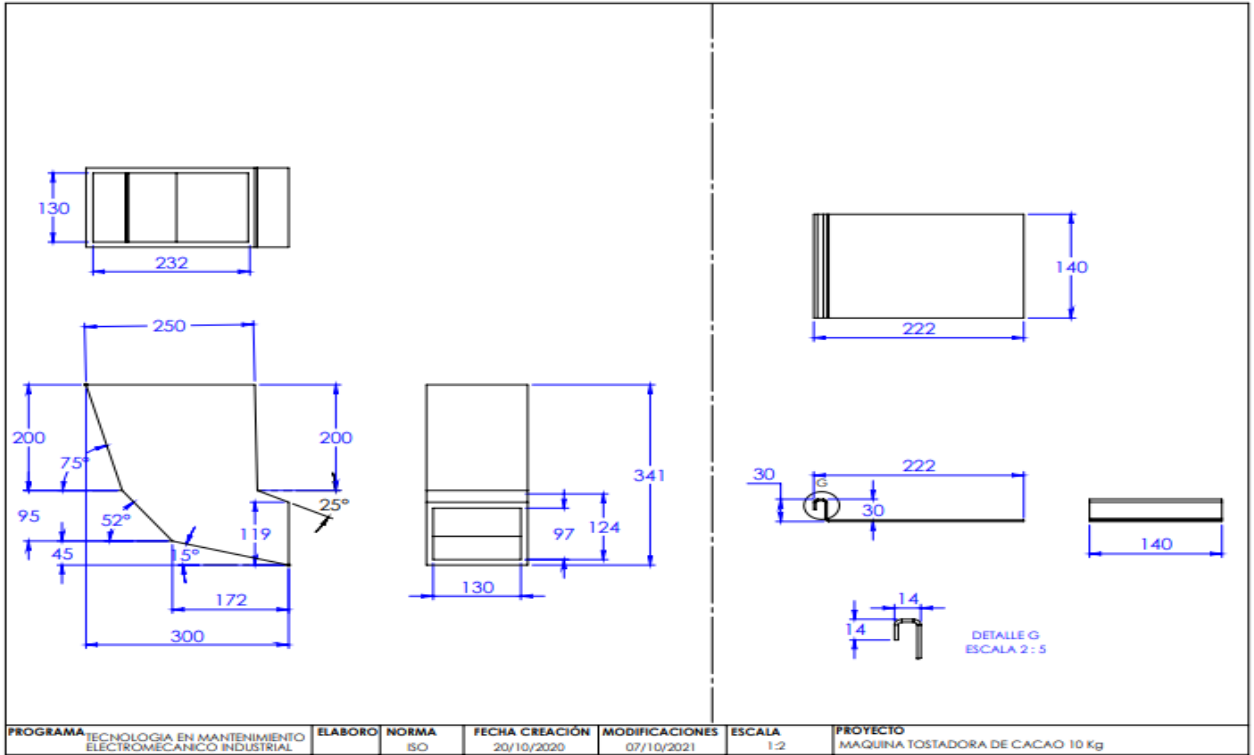
ANEXOS:

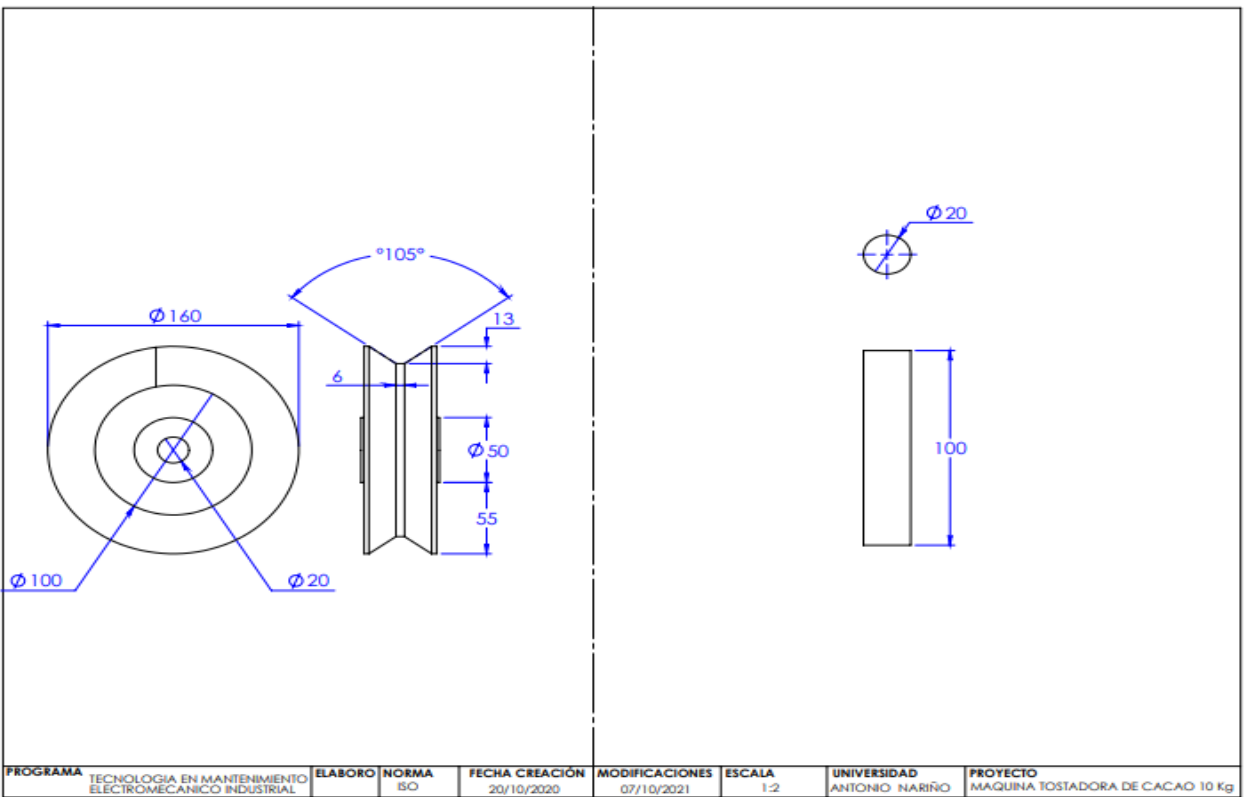
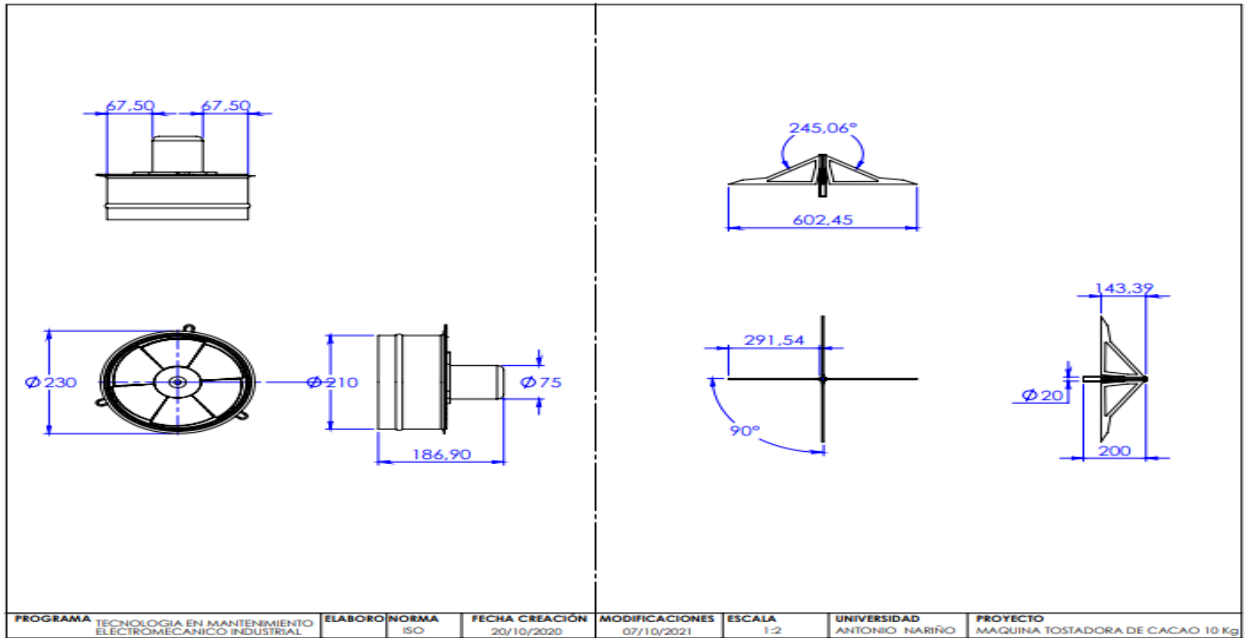


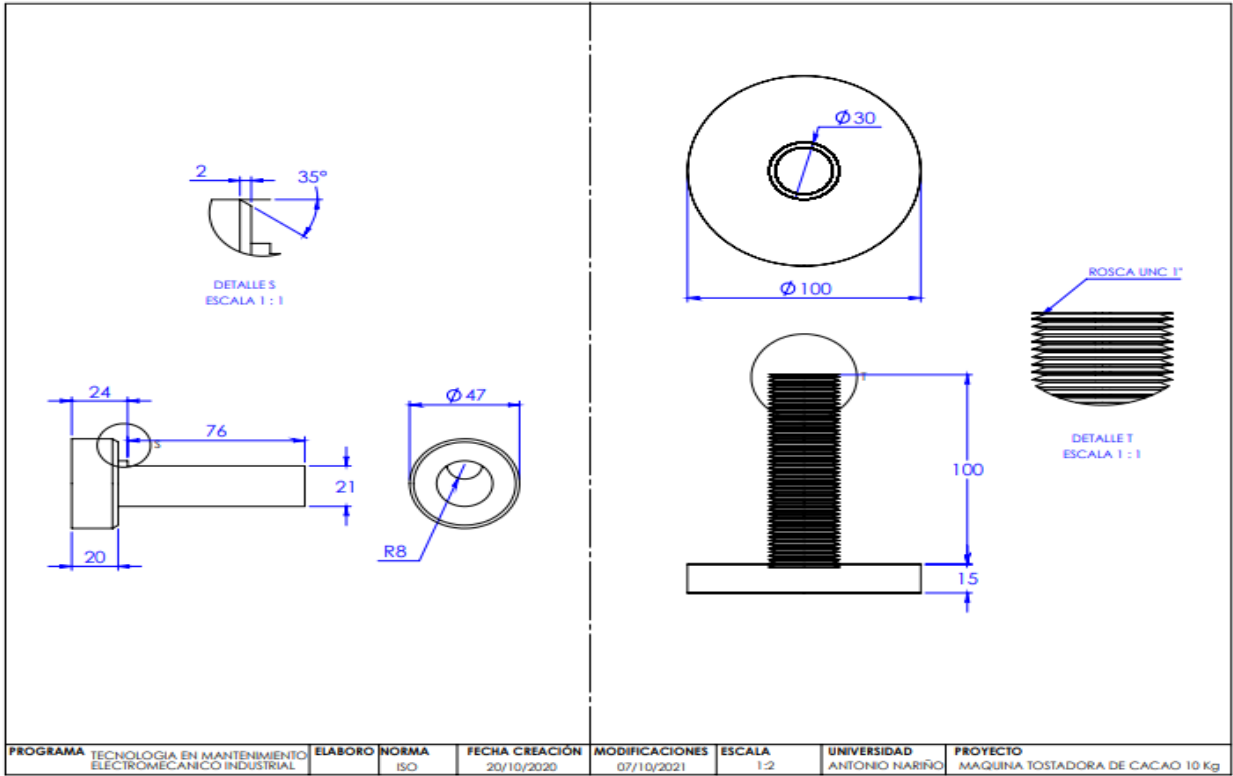














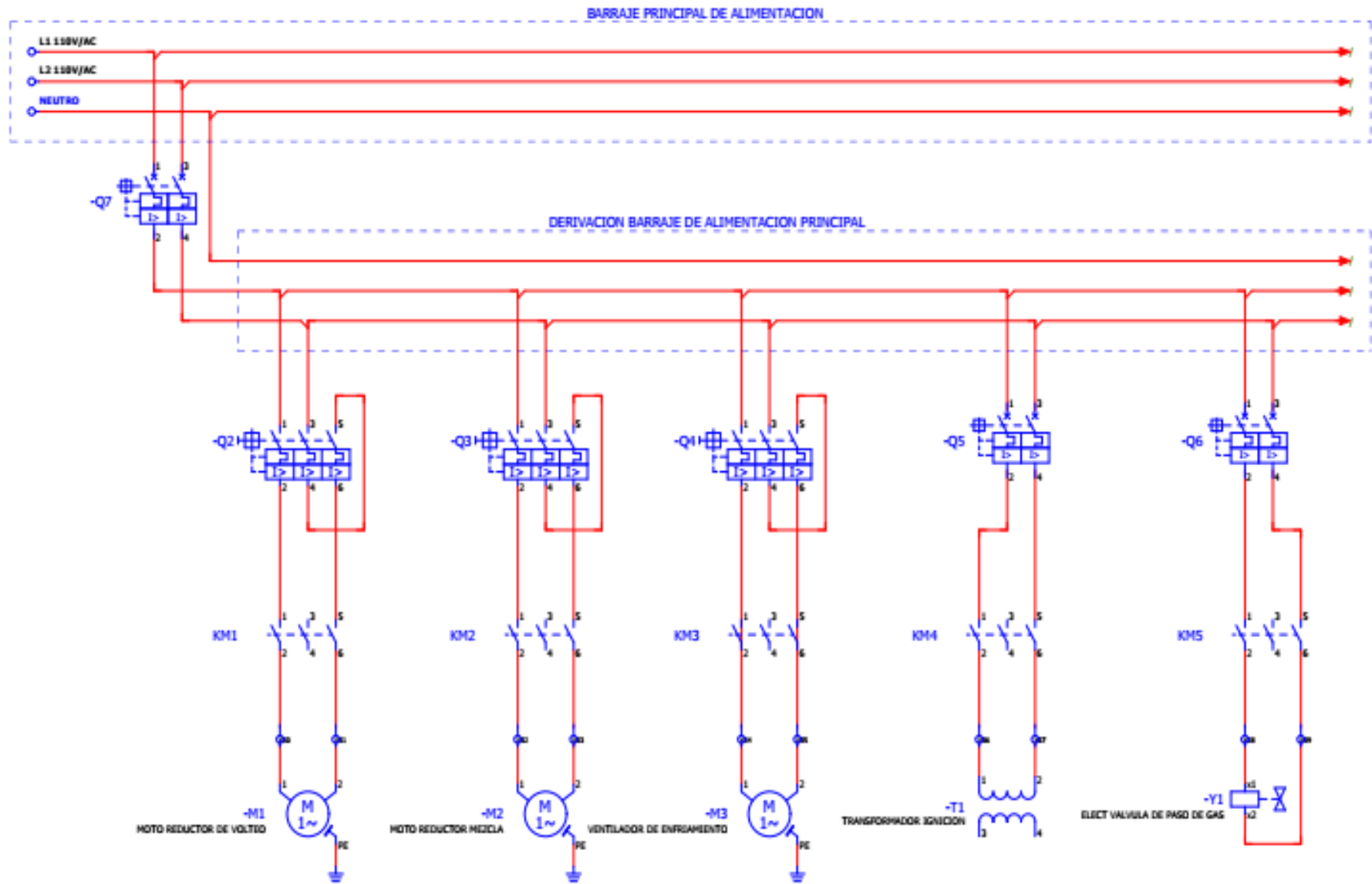
EPLAN Software & Service
GmbH & Co. KG
 An der alten Ziegelei 2
 D-40789 Monheim
 Tel. 02173/3964-0

Empresa/cliente	EPLAN		
Descripción de proyecto	Proyecto básico con estructura de identificadores IEC		
Número de diseño	IEC_bas001		
Comisión	EPLAN		
Fabricante (empresa)	EPLAN Software & Service GmbH & Co. KG		
Ruta	Proyecto de ejemplo EPLAN		
Nombre de proyecto	TOSTADORA DE CACAO		
Producto	Universal VESA		
Tipo	AT78		
Lugar de instalación	+ET1		
Responsable del proyecto			
Particularidad de pieza	Sonderlackierung		
Creado	15/05/2021		
Modificado	16/05/2021	de (abreviatura) yesid	Número de páginas 5

2 PLANO DE CONTROL (CONEXIONES PLC)

			Fecha	25/02/2007	EPLAN	EPLAN Software & Service GmbH & Co. KG	Hoja de título		* CAL
			Resp.	all					+ SAA
			Proyecto		Proyecto básico con estructura de identificadores	EC			
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Sustituido por	Sustituido por		IEC_bas001	Hoja 1 Hoja 5

PLANO DE POTENCIA



3 PLANO DE CONTROL (CONEXION PANTALLA HMI)

Fecha	16/05/2021	EPLAN	EPLAN Software & Service GmbH & Co. KG	Hoja de titulo	= CA1
Resp.	yesid	Proyecto básico con estructura de identificadores	EC		+ SAA
Probado		Sustituido por	Sustituido por		
Cambio	Fecha	Nombre	Original		
				ITC_00001	4 PLANO DE POTENCIA
					Hoja 4