



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TÍTULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS EN LA MICROEMPRESA MOLINOS SAN LUIS”

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica

Autores:

Hurtado Ramírez Edison Bladimir

Ortiz Arcos Ángel Danilo

Tutores:

Ms.C. Corrales Bastidas Byron Paúl

Ms.C. Moreano Martínez Edwin Homero

Latacunga - Ecuador

Febrero 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, **Hurtado Ramírez Edison Bladimir** y **Ortiz Arcos Ángel Danilo**, declaramos ser autores la presente Propuesta Tecnológica: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS EN LA MICROEMPRESA MOLINOS SAN LUIS”**, siendo el Ms.C Corrales Bastidas Byron Paúl y el Ms.C. Moreano Martínez Edwin Homero, Tutores del presente Trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente Propuesta Tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Hurtado Ramírez Edison Bladimir

C.I. 020249323-5

Ortiz Arcos Ángel Danilo

C.I. 050358763-6

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DA LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS EN LA MICROEMPRESA MOLINOS SAN LUIS”, de, Hurtado Ramírez Edison Bladimir, Ortiz Arcos Angel Danilo de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 10 febrero del 2020

Firma



Ing. Corrales Bastidas Byron Paúl Ms.C.

C.I. 050234776-8

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

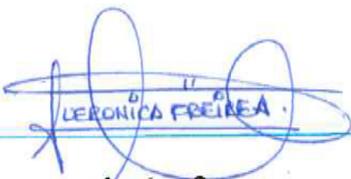
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Hurtado Ramírez Edison Bladimir, Ortiz Arcos Angel Danilo con el título de Proyecto de titulación: **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DA LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS EN LA MICROEMPRESA MOLINOS SAN LUIS"** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

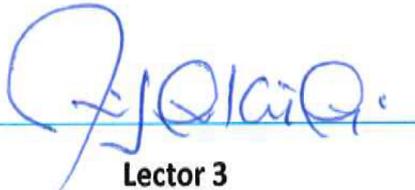
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 10 febrero del 2020

Para constancia firman:


Lector 1 (Presidente)
Ing. Luigi Orlando Freire Martínez Ms.C
CC: 050252958-9


Lector 2
Ing. Verónica Paulina Freire Andrade Ms.C
CC: 050205622- 9


Lector 3
Ing. Luis Rolando Cruz Panchi Mg.C
CC: 050259517- 6

**AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA
MICROEMPRESA “MOLINOS SAN LUIS”**



Quien suscribe Sr. Luis Alonso Amores Travez en calidad de gerente propietario de la Microempresa Molinos San Luis **CERTIFICO** que los señores Hurtado Ramírez Edison Bladimir, Ortiz Arcos Ángel Danilo, realizaron en las instalaciones de la microempresa el proyecto titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS EN LA MICROEMPRESA MOLINOS SAN LUIS UBICADO EN EL SECTOR LA CALERA PROVINCIA DE COTOPAXI”**. En la ejecución de dicho proyecto los señores demostraron habilidades y conocimientos en su especialidad; así también generaron resultados que les serán de gran utilidad al área de electromecánica, por cuanto se enfocaron en solucionar el problema, e implementar el proyecto descrito que ayudara al proceso productivo, demostrando que estoy **CONFORME** con el funcionamiento de la máquina.

Durante su estadía los señores en mención se hicieron acreedores de nuestra confianza por la responsabilidad, honestidad y profesionalismo demostrado.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso de este documento con estimen conveniente.

Latacunga, Enero, del 2020

Atentamente:

Sr. Luis Alonso Amores Travez

C.I. 050235820-3

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por brindarme la vida para poder cumplir con mis objetivos.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la carrera de Ingeniería Electromecánica, por darme la oportunidad de formarme como profesional.

A los docentes que entregaron sus conocimientos y apoyo para el desarrollo y culminación de este proyecto.

Edison

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

De igual manera a mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente en todo momento pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Con gran gratitud agradezco a mis tutores y a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Ángel

DEDICATORIA

A mi madre por brindarme todo el apoyo incondicional y motivación para poder alcanzar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis hermanos y primos por el apoyo incondicional para seguir en adelante, por brindarme su mano y sus consejos en los buenos y malos momentos.

A toda mi familia por el impulso y ayuda recibida de una u otra forma.

Edison

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas que me aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Ángel

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE TABLAS.....	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACION BÁSICA.....	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.2. TIPO DE ALCANCE.....	2
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO	2
2.4. SINÓPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	3
2.5.2. Campo de acción	3
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	3
2.6.1. Situación Problemática.....	3
2.6.2. Problema.....	4
2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA.....	4
2.8. OBJETIVO(S).....	4
2.8.1. Objetivo General	4
2.8.2. Objetivos Específicos	4
2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS	5
3. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1. Antecedentes	6
3.2. Cereales Tostados.....	7
3.2.1. Tipos de cereales	7

3.2.2.	Proceso de cereales tostados.....	9
3.2.3.	Tipos de tostadora de cereales.....	9
3.3.	Partes constitutivas de la máquina tostadora con aspas giratorias.....	10
3.3.1.	Cámara de tostado.....	11
3.3.2.	Cámara de calentamiento.....	12
3.3.3.	Sistema Motriz.....	13
3.3.4.	Sistema de control.....	13
3.4.	Automatización.....	14
3.5.	Elementos de control y medición de temperatura.....	15
3.5.1.	Controlador de temperatura ON / OFF.....	15
3.5.2.	Funcionamiento, características y ventajas de sensores de temperatura.....	16
3.5.3.	Utilización y parametrización del Siemens LOGO.....	16
3.6.	Tablero Eléctrico.....	17
3.6.1.	Protección contra choques eléctricos.....	17
4.	METODOLOGÍA.....	18
4.1.	Matriz de operacionalización de variables.....	18
4.2.	Operacionalización de las variables.....	18
4.3.	Métodos y técnicas de investigación.....	19
4.3.1.	Investigación Bibliográfica.....	19
4.3.2.	Investigación de Campo.....	19
4.3.3.	Investigación Experimental.....	19
4.3.4.	Método científico.....	19
4.3.5.	Método cuantitativo.....	20
4.3.6.	Método Inductivo.....	20
4.4.	Diseño conceptual.....	20
4.4.1.	Técnicas para el diseño de la máquina Tostadora de Cereales.....	22
4.4.2.	Parámetros de funcionamiento de la máquina tostadora.....	22
4.5.	Metodología de la memoria de cálculo.....	22
4.5.1.	Cálculo del volumen del plato tostador.....	22
4.5.2.	Cálculo de la capacidad de almacenamiento de la cámara de tostado.....	23
4.5.3.	Cálculo de la fuerza de la masa del cereal.....	23
4.5.4.	Cálculo de la carga distribuida en las aspas.....	24
4.5.5.	Cálculo de la presión de la cámara del tostador.....	24
4.5.6.	Cálculo del espesor de la pared de la cámara del tostador.....	24
4.5.7.	Cálculo del esfuerzo de la cámara de tostado.....	25

4.6.	Cálculo para determinar el torque requerido.....	25
4.7.	Cálculo para el diámetro del eje de las aspas.....	25
4.7.1.	Cálculo de la inercia de las aspas.....	26
4.7.2.	Cálculo de la velocidad lineal de las aspas.....	26
4.7.3.	Cálculo de la velocidad angular de las aspas.....	27
4.7.4.	Cálculo de la flexión de las aspas.....	27
4.7.5.	Cálculo de potencia para la selección de motor de las aspas.....	27
4.7.6.	Cálculo de la fuerza de tensión del eje al arranque.....	28
4.8.	Cálculo para la selección de poleas.....	28
4.8.1.	Cálculo para la selección banda.....	28
4.9.	Cálculo para la selección de chumaceras.....	29
4.10.	Cálculo de la potencia para el motor del Piñón Cremallera.....	29
4.10.1.	Cálculo de la fuerza resistente.....	29
4.10.2.	Cálculo del momento de resistencia.....	29
4.10.3.	Cálculo de la potencia resistente.....	30
4.10.4.	Cálculo de potencia del motor de elevación de la cámara de tostado.....	30
4.11.	Cálculo de diseño térmico.....	30
4.11.1.	Cálculo de la resistencia por convección en Acero AISI 304.....	30
4.11.2.	Cálculo de la resistencia por conducción en el acero AISI 304.....	31
4.11.3.	Cálculo de la resistencia total del Acero AISI 304.....	31
4.11.4.	Cálculo de las pérdidas de calor a través de la pared de AISI 304.....	31
4.11.5.	Cálculo del tiempo requerido para calentar la superficie del Acero AISI 304...	32
4.12.	Cálculo eléctrico.....	32
4.12.1.	Cálculo de las protecciones eléctricas.....	32
4.12.2.	Cálculo del guardamotor para el motor de las aspas.....	33
4.12.3.	Cálculo para la corriente de sobrecarga.....	33
4.13.	Selección de entradas y salidas del logo y módulo de expansión.....	33
4.14.	Diagrama de flujo.....	34
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
5.1.	Máquina tostadora de plato con aspas giratorias.....	36
5.1.1.	Diseño de la cámara de tostado.....	36
5.1.2.	Capacidad de almacenamiento de la cámara de tostado.....	37
5.1.3.	Fuerza de la masa del cereal.....	37
5.1.4.	Carga distribuida en las aspas.....	37
5.1.5.	Presión envolvente de la cámara del tostador.....	37

5.1.6.	Espesor de la pared de la cámara del tostador	38
5.1.7.	Esfuerzo de la cámara del tostador	38
5.1.8.	Espesor de la base de la cámara del tostador.....	38
5.2.	Torque requerido para el motor de las aspas.....	39
5.3.	Diámetro del eje de las aspas	40
5.4.	Inercia de las aspas	40
5.4.1.	Velocidad lineal de las aspas	40
5.4.2.	Velocidad angular de las aspas.....	41
5.4.3.	Flexión de las aspas	41
5.4.4.	Potencia del motor	41
5.4.5.	Fuerza de tensión del eje al arranque.....	41
5.5.	Diámetro de la polea conducida.....	42
5.5.1.	Longitud de banda	42
5.6.	Selección de chumaceras.....	42
5.7.	Cálculo de la potencia para el motor piñón cremallera.....	43
5.7.1.	Masa total de la cámara de tostado.....	43
5.7.2.	Fuerza resistente	43
5.7.3.	Momento de resistencia	43
5.7.4.	Potencia resistente	44
5.7.5.	Potencia necesaria del motor para elevación de la cámara de tostado	44
5.8.	Diseño Térmico en la cámara de tostado	44
5.8.1.	Resistencia por convención en el AISI 304.....	45
5.8.2.	Resistencia por conducción en el AISI 304.....	45
5.8.3.	Resistencia térmica total en el AISI 304	45
5.8.4.	Pérdidas de calor a través de la pared de AISI 304	46
5.8.5.	Cálculo del tiempo requerido para calentar la superficie del AISI 304.....	46
5.9.	Protecciones eléctricas	46
5.9.1.	Corriente nominal de la máquina tostadora.....	47
5.9.2.	Guardamotor para el motor de las aspas.....	47
5.9.3.	Corriente de sobrecarga	48
5.10.	Análisis en Inventor para el diseño de la estructura	48
5.11.	Selección de materiales	48
5.12.	Partes de la máquina tostadora automática de cereales diseñado.....	50
5.13.1.	Comparación de resultados con máquinas tostadoras existentes en el mercado	52
5.13.	Validación de hipótesis.....	53

5.14.1.	Diferencias de producción anual de tueste automático y método tradicional	53
6.	PRESUPUESTO Y ANALISIS DE IMPACTOS.....	54
6.1.	Análisis Financiero.....	54
7.1.1.	Costos Directos.....	54
7.1.2.	Costos indirectos	58
7.1.3.	Inversión Total.....	58
6.2.	Cálculo de VAN y TIR	58
6.3.	Análisis de impactos	59
7.3.1.	Impacto práctico	59
7.3.2.	Impacto tecnológico	59
7.3.3.	Impacto ambiental	59
7.3.4.	Impacto social.....	60
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
7.1.	Conclusiones	61
7.2.	Recomendaciones.....	62
8.	REFERENCIAS	63
	ANEXOS	66

ÍNDICE FIGURAS

Figura 3. 1 Diagrama de flujo de proceso para la máquina tostadora.	9
Figura 3. 2 Tostadora eléctrica de tambor giratorio.	10
Figura 3. 3 Tostador de granos y cereales modelo TGV.	10
Figura 3. 4 Partes principales de una máquina tostadora.	11
Figura 3. 5 Cámara de tostado.	11
Figura 3. 6 Control on/off.....	15
Figura 4. 1 Partes de la máquina tostadora de plato con aspas giratorias.....	50

ÍNDICE TABLAS

Tabla 3. 1 Requisitos físicos y químicos del grano de cebada para consumo alimentario.....	8
Tabla 3. 2 Tipos de máquinas tostadoras existentes en el mercado.	9
Tabla 3. 3 Combustibles utilizados para la generación de calor.	12
Tabla 3. 4 Tipo de control de temperatura ON/OFF.	15
Tabla 3. 5 Tipos de sensores industriales	16
Tabla 4. 1 Variable dependiente.	18
Tabla 4. 2 Variable independiente.....	19
Tabla 4. 3 Funcionalidades de la máquina tostadora automática de cereales.....	20
Tabla 4. 4 Temperatura y tiempo de tostado de cereales.....	22
Tabla 4. 5 Peso específico de cereales.....	23
Tabla 4. 6 Uso de entradas y salidas del logo 4! y módulo de expansión.	34
Tabla 4. 7 Diagrama de flujo de control de la máquina tostadora.	35
Tabla 5. 1 Parámetros de funcionamiento de la máquina tostadora.	36
Tabla 5. 2 Volumen requerido para cada tipo de cereal.	37
Tabla 5. 3 Matriz de decisión para la selección del espesor del acero AISI 304.	39
Tabla 5. 4 Características del conductor AWG.	47
Tabla 5. 5 Resultados de la selección de materiales, elementos y herramientas a utilizar en la automatización del proceso de cereales tostados.....	48
Tabla 5. 6 Prueba de tueste del maíz.	51
Tabla 5. 7 Prueba de tueste de la cebada.	51
Tabla 5. 8 Prueba de tueste del trigo	52
Tabla 5. 9 Comparación de la máquina tostadora.	52
Tablas 5. 10 Comparación de producto tostado de forma método tradicional y con la máquina automatizada.	53
Tabla 5. 11 Producción de tueste tradicional.....	53
Tabla 5. 12 Producción de tueste con la máquina automática.....	54
Tabla 5. 13 Ingreso anual por tueste.....	54
Tabla 6. 1 Costo de materiales empleados para la construcción y automatización.....	55
Tabla 6. 2 Costo por mano de obra.....	57
Tabla 6. 3 Costos indirectos.	58
Tabla 6. 4 Inversión total para la implementación de la propuesta tecnológica.....	58
Tabla 6. 5 Flujo de caja cálculo del VAN y TIR de la propuesta tecnológica.	59

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS EN LA MICROEMPRESA MOLINOS SAN LUIS”

Autores:

Hurtado Ramírez Edison Bladimir

Ortiz Arcos Ángel Danilo

RESUMEN

La propuesta tecnológica tuvo como objetivo automatizar una máquina tostadora de cereales, la cual permitió obtener un tueste uniforme de los cereales, los mismos que serán utilizados para la elaboración de harina y así eliminar la fracción de granos que superaron el término de tueste sometidos a una sobre exposición, además de destacar el sobreesfuerzo físico del trabajador por la falta de aplicación de procesos industriales. Se aplicó métodos analíticos y técnicas de observación para resolver el problema y llegar a obtener los siguientes resultados: capacidad mínima 15Kg-lb y capacidad máxima 23Kg-lb, temperatura de 150 - 175°C, tiempo de tueste 21 minutos y 29 minutos capacidad máxima, velocidad de las aspas 20 revoluciones por minuto. La máquina tostadora de cereales eliminó los granos que superaron el límite de tueste por medio de una operación mecánica a base de un motorreductor de 1,5 HP, con un sistema de transmisión por poleas y aspas de tipo paleta que mueven el cereal, su operación automática cuenta de un controlador de temperatura, un LOGO para la temporización del proceso, un sistema de elevación por piñón cremallera y apertura automática de la cámara de tostado por un motor DC, el material de construcción se realizó en acero inoxidable AISI 304 por sus propiedades exclusivas para la producción de alimentos. Tras su implementación se evidenció un mejor desempeño en la producción mediante la automatización del proceso, reduciendo así en gran medida la intervención directa por parte del operario durante el proceso de tostado del cereal.

Palabras claves: máquina, automatizar, tueste, uniforme, cereal.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

THEME: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC ROASTING MACHINE TO IMPROVE THE PRODUCTION OF ROASTED CEREALS IN THE SAN LUIS MILLS MICROENTERPRISE"

Authors:

Hurtado Ramírez Edison Bladimir

Ortiz Arcos Ángel Danilo

ABSTRACT

The technological proposal has as to objective automate a cereal toaster machine, which allowed to obtain a uniform roast of cereals, the same that will be used for the production of flour and thus eliminate the fraction of grains that exceeded the term of roast subjected to a on exposure, in addition to highlighting the physical overexertion of the worker due to the lack of application of industrial processes. Analytical methods and observation techniques were applied to solve the problem and get the following results: minimum capacity 15Kg-lb and maximum capacity 23Kg-lb, temperature 150 - 175 ° C, roasting time 21 minutes and 29 minutes maximum capacity, blade speed 20 revolutions per minute. The cereal toaster machine removed the grains that exceeded the roasting limit by means of a mechanical operation based on a 1.5 HP gearmotor, with a pulley-type pulley and blade-driven system that moves the cereal, its operation automatic account of a temperature controller, a LOGO for the timing of the process, a rack-and-pinion lifting system and automatic opening of the roasting chamber by a DC motor, the construction material was made of AISI 304 stainless steel for its properties Exclusive for food production. After its implementation, a better production performance was evidenced by automating the process, thus greatly reducing the direct intervention by the operator during the cereal roasting process.

Keywords: machine, automate, roast, uniform, cereal.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: la traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: HURTADO RAMÍREZ EDISON BLADIMIR Y ORTIZ ARCOS ÁNGEL DANILO**, cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS EN LA MICROEMPRESA MOLINOS SAN LUIS”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren convenientemente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente.



Lcdo. Pacheco Pruna Edison Marcelo
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C 050261735-0



1. INFORMACION BÁSICA

PROPUESTO POR:

Hurtado Ramírez Edison Bladimir

Ortiz Arcos Ángel Danilo

TEMA APROBADO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS”

CARRERA: Ingeniería Electromecánica

DIRECTORES DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Ms.C. Corrales Bastidas Byron Paúl

Ms.C. Moreano Martínez Edwin Homero

EQUIPO DE TRABAJO:

Hurtado Ramírez Edison Bladimir

Ortiz Arcos Ángel Danilo

Ms.C Corrales Bastidas Byron Paúl

Ms.C Moreano Martínez Edwin Homero

LUGAR DE EJECUCIÓN: (Región Sierra, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Eloy Alfaro)

TIEMPO DE LA DURACIÓN DE LA PROPUESTA: Un año

FECHA DE ENTREGA: 31 de enero del 2020

LÍNEA(S) Y SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A LAS QUE SE ASOCIA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Línea de investigación de la universidad:

Línea 4: Procesos Industriales

Sublínea de investigación de la carrera:

Automatización, control y protecciones de sistemas electromecánicos.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

La siguiente propuesta pretende mejorar la producción en el proceso de cereales tostados, así contribuyendo a la industria y economía del país.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Diseño e implementación de una tostadora automática para el mejoramiento de la producción de cereales tostados en la Microempresa Molinos San Luis.

2.2. TIPO DE ALCANCE

Productivo: El proyecto permitirá incrementar la producción de cereales tostados en la Microempresa San Luis debido a la automatización en el proceso.

Desarrollo: El proyecto permitirá el desarrollo económico y productivo a nivel local.

Integrador: El proyecto incorporará los conocimientos empíricos de los productores de cereales tostados, con la implementación de nuevas tecnologías.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Área:

Ingeniería, industria y construcción (UNESCO (1997) - Manual-SNIESE)

Subárea:

52 Ingeniería y profesiones afines

Subárea específica de conocimiento:

Dibujo técnico, mecánica, metalistería, electrónica, telecomunicaciones, ingeniería energética

2.4. SINÓPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

El proyecto de diseño e implementación de una tostadora automática de cereales tostados, se basa en la necesidad de incrementar la capacidad de producción de la Microempresa “Molinos San Luis” ubicada en el sector La Calera, debido a que actualmente usan un método tradicional en este proceso, provocando que exista una baja producción no solo en el de tostado sino también en la elaboración de harinas, ya que son procesos consecutivos. La propuesta tecnológica se centra en la automatización de una máquina que mediante el monitoreo de tiempo y temperatura de exposición del cereal en el interior del tostador, permita mejorar la producción de cereales y mediante la extracción automática una vez se haya cumplido el tiempo de tueste se reducirá significativamente la intervención de un operario en el proceso; de esta manera, asegurando una mejora significativa en la producción de la microempresa.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Automatización del proceso de cereales tostados para el mejoramiento de la producción.

2.5.2. Campo de acción

Medición, adquisición, control de temperatura y monitoreo.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación Problemática

Latacunga al ser una ciudad productora de trigo, cebada y maíz, cuenta de muchos productores que se encargan del procesamiento de granos y cereales para transformarlos en diferentes tipos de harina para su fácil consumo. Este proceso de transformar los productos cosechados en harina consta de distintas etapas, como la selección, limpieza, tueste y molienda del grano. El proyecto está enfocado principalmente en la etapa de tostado de cereales como el trigo, maíz y cebada que son productos normalmente cosechados y comercializados en la región sierra.

El proceso de cereal tostado se lo hace de manera tradicional, de tal forma que existe una persona pendiente del tiempo de tostado del cereal, además es quien verifica que la temperatura no sea excesiva y mediante constante movimiento con una paleta el operario evita que el cereal se queme y asegura un tueste uniforme, al utilizar este método no se tiene un adecuado seguimiento del proceso de tostado ya que la temperatura a la que va a estar expuesto el cereal no puede ser homogénea, ocasionado una producción no uniforme, exceso de temperatura y pérdida económica para la microempresa.

En ocasiones la persona a cargo del proceso de tostado puede sacar el producto antes de tiempo provocando cambios en su aroma distintivo, coloración y sabor, otro de los problemas que puede darse en este proceso es cuando el tiempo y la temperatura de tostado es excesiva, obteniendo un producto con sabor amargo no apto para el consumo, estos problemas al no ser controlados provocan que la calidad del producto no sea la esperada.

Debido a estos problemas se ha optado en desarrollar el diseño e implementación de una tostadora automática que permita realizar el monitoreo y control del tiempo y temperatura de exposición, además de un sistema de extracción automático del cereal evitando cualquier falla por parte del operario, con esto se asegura una mejora significativa en la producción de la microempresa.

2.6.2. Problema

Debido a la inexistente incorporación de procesos industriales en la Microempresa Molinos San Luis no genera uniformidad en el tostado de cereales, para subprocesos y así afectando la producción además de requerir la constante intervención del trabajador.

2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA

Mediante la automatización de la máquina tostadora se conseguirá reducir en gran medida la intervención directa por parte del operario en el proceso de tostado del cereal, además se obtendrá un aumento significativo en su producción en la Microempresa Molinos San Luis ubicado en el sector “La Calera” en la provincia de Cotopaxi.

2.8. OBJETIVO(S)

2.8.1. Objetivo General

Diseñar e implementar una tostadora automática para el mejoramiento de la producción de cereales tostados en la Microempresa Molinos San Luis ubicado en el sector “La Calera” en la provincia de Cotopaxi.

2.8.2. Objetivos Específicos

- Conocer el proceso y la capacidad de producción actual dentro de la microempresa para la selección del tipo de tostador y dimensionamiento de los elementos de la máquina.
- Determinar los tipos de materiales necesarios para la construcción del prototipo del tostador automático de cereales.
- Implementar y realizar pruebas para determinar los rangos de temperatura y tiempo óptimos para el proceso de cereales tostados.

2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Objetivos específicos	Tareas por objetivos
<p>Conocer el proceso y la capacidad de producción actual dentro de la microempresa para la selección del tipo de tostador y dimensionamiento de los elementos de la máquina.</p>	<p>Determinar la capacidad de producción máxima de la máquina de acuerdo a los tipos de cereales que son procesados en la microempresa.</p> <p>Desarrollar tablas comparativas para la adecuada selección del tipo de máquina tostadora.</p> <p>Constatar la disponibilidad de los elementos seleccionados para la construcción y automatización de la máquina tostadora.</p>
<p>Determinar los tipos de materiales necesarios para la construcción del prototipo del tostador automático de cereales.</p>	<p>Buscar información de mecanismo, controladores y material a utilizarse.</p> <p>Determinar el costo total de la máquina tostadora</p> <p>Construir y automatizar la máquina de acuerdo a los planos elaborados.</p>
<p>Implementar y realizar pruebas para determinar los rangos de temperatura y tiempo óptimos para el proceso de cereales tostados.</p>	<p>Elaborar un diagrama de flujo del proceso que va a cumplir la máquina para tostar el cereal.</p> <p>Puesta a punto de la máquina para establecer el tiempo y temperatura de exposición de cada tipo de cereal antes de ser extraído.</p> <p>Diseñar los planos mecánicos y eléctricos de la máquina tostadora.</p>

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

El proceso de transformar los granos y cereales en harina consta de varias etapas, las cuales son de mucha importancia para obtener un producto apto para el consumo. La etapa de tueste de granos y cereales es fundamental para la realización de harinas, debido a que este proceso ayuda a reducir la humedad existente en el interior del producto y además mejora la conservación del mismo, con esto al momento de realizar la molienda, el grano o cereal fácilmente es triturado obteniendo una harina súper fina. Las fichas técnicas establecidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) establece que para tostar cereales se lo debe realizar por 15 minutos a una temperatura de entre 150 y 175 °C esto para bases de horchata [1] pero para otros productos el tiempo y la temperatura dependerá de la cantidad y del tipo de grano o cereal que será introducido en el tambor de la tostadora.

Existen diversos tipos de tostadoras diseñadas y ofertadas en el mercado nacional e internacional, como el de José Cujilema y Cristian Sotomayor [2], los autores diseñan una tostadora de maíz de tipo tambor en donde definen una capacidad de producción de 100 kg con un tiempo de tueste de 40 minutos, como fuente combustible utilizan gas para generar calor hasta obtener una temperatura de 170 °C la misma que es medida por un termostato, la desventaja de la tostadora diseñada es la de no contar con un sistema de control que permita automatizar el proceso de tostado del maíz, a diferencia de la tostadora semiautomática para maní diseñada por Ricardo Arciniega [3] el autor diseña una tostadora de maní con una capacidad de producción de 22,6 kg a una temperatura de 260 °C durante 46 minutos temporizados, una vez alcanzado el tiempo máximo el temporizador detiene el giro del motor y el paso de gas es obstruido.

Las tostadoras ofertadas en el mercado internacional como el de MIA FOOD TECH [4] posee ventajas como el de regular electrónicamente la temperatura para obtener un tostado de cereales en forma uniforme y el calentamiento a gas se efectúa con un sistema modulador para optimizar los consumos permitiendo una regulación precisa de la temperatura a diferencia de la empresa Vulcano TEC [5] que desarrolla tostadoras con una cámara de cocción de visualización directa y sistema de agitación giratorio por paletas graduables de agitación para un tostado uniforme, la desventaja de estas tostadoras es el precio, además de que su uso es destinado para grandes empresas. Las tostadoras analizadas poseen aciertos y desaciertos, los cuales se deben corregir

y mejorar para obtener una máquina que posea la capacidad de tostar todo tipo de cereal a diferente tiempo y temperatura, con una mayor capacidad de producción que la realizada de manera artesanal.

3.2. Cereales Tostados

El proceso de cereales tostados es un tratamiento térmico, que se utiliza para mejorar las características físicas y químicas del alimento, aumentar su digestibilidad entre otras cosas, sin que el proceso realice el mínimo deterioro, tanto del aroma como en el sabor del cereal [6]. Un buen tostado garantiza un grano con un buen sabor, excelente estructura y con buenas propiedades nutritivas, la calidad del grano depende de varios factores que se deben tomar en cuenta en el tostado de cereales como:

1. Tipo de cereal
2. Peso característico
3. Humedad del grano
4. Temperatura de precalentamiento
5. Temperatura de calentamiento
6. Temperatura de tueste
7. Tiempo de tueste

Las principales variables que influyen en el tostado de cereal depende de la temperatura y de la cantidad de cereal a tostar, de esta se deriva el tiempo de tueste.

3.2.1. Tipos de cereales

Los cereales son un alimento muy importante en la dieta humana y animal, debido a sus altas cualidades nutrimentales. Se caracterizan porque la semilla y el fruto son una misma cosa. Los cereales están presentes en prácticamente casi todos los países del mundo y su cultivo es relativamente sencillo y de bajo costo [7].

Los principales tipos de cereales consumidos a nivel nacional y mundial son el trigo, la cebada, el arroz, el maíz que son granos que pueden ser procesados para la elaboración de harinas.

- a) **Trigo:** Su nombre científico es el Genus Triticum y es uno de los tres granos más ampliamente producidos en el mundo, junto al maíz y el arroz. El trigo es una planta gramínea anual, de la familia del césped, con espigas de cuyos granos molidos se saca la harina. [8] Para transformar este cereal en harina el producto es procesado en diferentes

etapas para obtener una harina que cumpla con los requisitos establecidos en la norma INEN 616 [9].

- b) **Cebada:** La cebada es un alimento típico de la ciudad de Latacunga y es procesado para realizar la harina de cebada o generalmente conocido como machica, este alimento posee valores nutricionales por su buena fuente de energía, especialmente de hidratos de carbono, pero debe cumplir algunos requisitos que son mostrados en la tabla 3.1 para que el producto sea apto para el consumo humano, los cuales son establecidos en la norma INEN 1559 [10].

Tabla 3. 1 Requisitos físicos y químicos del grano de cebada para consumo alimentario.

Requisitos	Valor
Humedad, % (base húmeda) (máx.)	13
Impurezas, % (máx.)	3
Masa hectolítrica, kg/Hl (mín.)	60
Proteína, % (mín.)	12
Contenido de aflatoxinas (B1), mg/kg (máx.)	0,02

Fuente: [10]

- c) **Maíz:** Los granos de maíz deben cumplir ciertos requisitos para poder ser procesados y transformado en harina precocida. La harina de maíz precocida según la norma NTE INEN 1737 [11], es el producto obtenido a partir del endospermo de granos de maíz, clasificado para consumo humano y que han sido sometidos a procesos de limpieza, desgerminación, precocción o proceso de tostado y molienda. El endospermo representa aproximadamente el 80 a 82% del total del peso del grano seco y es la fuente de almidón y proteína que es aprovechado para la realización de harinas que son la base de algunos productos alimenticios [12].

3.2.2. Proceso de cereales tostados

El tueste de cereales en toda máquina tostadora cumple las siguientes etapas como se puede observar en la figura. 3.1.

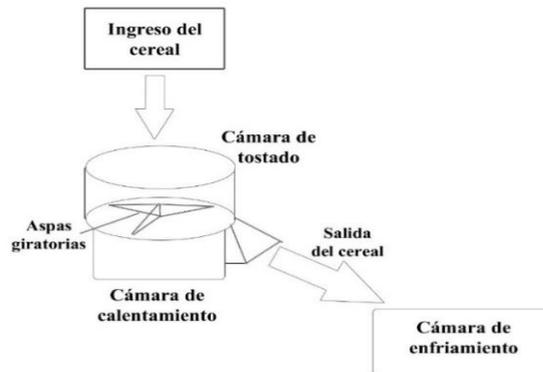


Figura 3. 1 Diagrama de flujo de proceso para la máquina tostadora.

Fuente: [4]

3.2.3. Tipos de tostadora de cereales

El tostador de cereales es el equipo o máquina en el cual se realizará el proceso de cereales tostados a un tiempo y temperatura determinada dependiendo del cereal, este equipo debe tener la capacidad de tostar todo tipo de cereales con un determinado peso específico, evitando que estos cereales se quemen y todos queden tostados de forma uniforme. En el mercado existen dos tipos de máquinas tostadoras que son analizadas en la tabla 3.2.

Tabla 3. 2 Tipos de máquinas tostadoras existentes en el mercado.

Tostadora de tambor giratorio	Tostadora de plato con aspas giratorias
El tambor permanece en rotación	Las aspas permanecen en rotación
Generalmente utilizado para granos de café y cacao.	Para el tostado de granos y cereales como las habas, quinua, trigo cebada soya, frijoles, maíz, etc.
Utilizan GLP	Utilizan GLP
Costo elevado	Menor costo

Fuente: [13], [5]

La figura 3.2 muestra el tipo de tostadora de tambor giratorio.



Figura 3. 2 Tostadora eléctrica de tambor giratorio.

Fuente: [13]

La figura 3.3 muestra el tipo de tostadora de aspas giratorias.



Figura 3. 3 Tostador de granos y cereales modelo TGV.

Fuente: [5]

3.3. Partes constitutivas de la máquina tostadora con aspas giratorias

Para realizar el diseño del tostador es importante conocer las partes que la constituyen y de esta manera comprender de mejor manera todo el conjunto denominado tostadora. La tostadora se divide principalmente en los siguientes sistemas como se muestra en la figura 3.4.

1. Cámara de tostado
2. Cámara de calentamiento
3. Sistema motriz
4. Sistema de control

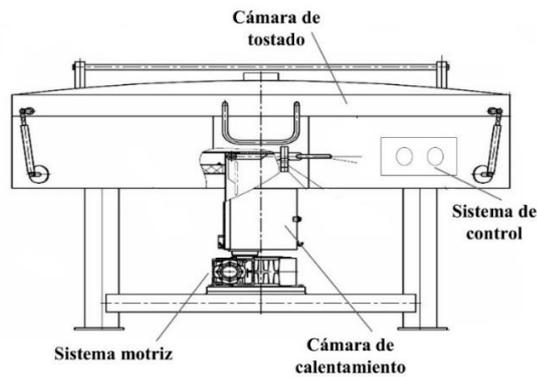


Figura 3. 4 Partes principales de una máquina tostadora.

Fuente: [5]

3.3.1. Cámara de tostado

La cámara de tostado mostrada en la figura 3.5 es un recipiente en el cual se contiene los cereales y es sometida al calor para tostar el producto. El diseño de la cámara tostadora tiene que ser en acero inoxidable AISI 304 para poder cumplir los estándares de salubridad de la norma NTE INEN 2851 [14]. Para la selección del espesor de la lámina se analiza las fuerzas que se generan en el cilindro, el costo, la disponibilidad y la facilidad de conformado.



Figura 3. 5 Cámara de tostado.

Fuente: [5]

El acero AISI 304 es un material dedicado para el uso de recipientes que van a estar en contacto con alimentos. Este acero tiene propiedades adecuadas para gran cantidad de aplicaciones. Se recomienda para construcciones ligeras soldadas que requieran buena resistencia a la corrosión. Tiene buen desempeño en temperaturas elevadas (800 a 900 °C) y buenas propiedades mecánicas y es recomendable cuando se requiera soldar altos espesores de material. Algunas aplicaciones son equipo químico de proceso, accesorios para aviones, remaches, equipo para hospitales, etc. [15]

3.3.2. Cámara de calentamiento

La cámara de calentamiento es el espacio que cubre a la cámara de tostado y contiene los elementos para poder generar calor. Este elemento permite distribuir el calor por toda la cámara de tostado y se logra que el cereal se tueste con homogeneidad [16]. Para poder diseñar la cámara de calentamiento se lo debe hacer en base a la norma INEN 2 260 debido a que esta norma establece los requisitos técnicos y las medidas de seguridad mínimas que deben cumplirse al diseñar, construir, ampliar, reformar, revisar y operar las instalaciones receptoras de gases combustibles para uso residencial, comercial e industrial; así como las exigencias mínimas de los sitios donde se ubiquen los equipos y artefactos que consumen gases combustibles, las condiciones técnicas de su conexión, ensayos de comprobación y su puesta en marcha [17]

3.3.2.1. Sistema de combustión de la máquina tostadora

Las tostadoras de cereales utilizan GLP para poder generar calor y así obtener una temperatura a la cual los cereales van a estar expuestos. Se debe saber que estos son combustibles de fácil ignición y si no están en un lugar seguro puede atentar contra la vida de las personas, por esta razón se debe elegir el tipo de gas adecuado para generar calor. La tabla 3.3 indica los combustibles utilizados en la generación de calor.

Tabla 3. 3 Combustibles utilizados para la generación de calor.

Gas propano	Gas butano
Más pesado que el aire con mayor poder calorífico que el gas butano.	Gas inodoro e incoloro.
Utilizado en zonas donde no existe red de abastecimiento de gas natural.	Utilizado para cocinas y calentadores en cantidades moderadas.
Combustible para uso no doméstico, comercial y en industrias, para hornos, secadoras, calderas.	No se transporta por gasoductos.

3.3.2.2. Quemadores Atmosféricos

Los quemadores de gas son los aparatos que se utilizan para calentar mediante la mezcla de un combustible con aire u oxígeno y este controla su combustión, estos son utilizados en calderas,

hornos, fogones. [18] Los quemadores de gas son de metal y son usados frecuentemente en operaciones de calentamiento. Las partes de un quemador son las siguientes:

- a) Base
- b) Regulador de aire
- c) Tubo quemador

3.3.3. Sistema Motriz

El sistema motriz es el encargado de remover el cereal constantemente, evitando que se quemé la cámara de tostado tiene que rotar a una cierta velocidad requerida, este movimiento es generado por un motorreductor y un sistema de transmisión de polea, un reductor de velocidad con determinada relación de velocidad.

3.3.4. Sistema de control

El sistema de control es un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados [19]. También se puede decir que el sistema de control es el conjunto de elementos ordenados sistemáticamente para cumplir un determinado objetivo, este sistema consta de una variable de entrada que se puede manipular, adicionalmente se debe saber que en todo sistema va a existir perturbaciones que no pueden ser controladas así dando como resultado una variable de salida.

3.3.4.1. Sistema de control realimentado definición y elementos

Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control de lazo cerrado. Un sistema de control a lazo cerrado, y la señal de error de actuación es la diferencia entre la señal de entrada y la salida de realimentación a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor requerido [20].

- 1. Elemento de comparación:** Compara el valor de referencia de la variable por controlar con el valor medido de lo que se obtiene a la salida para obtener el error.
- 2. Elemento de control:** Este elemento decide que acción tomar cuando se recibe la señal de error.
- 3. Elemento de corrección:** Este elemento se utiliza para producir un cambio en el proceso al eliminar el error.
- 4. Elemento de proceso:** El proceso o planta, es el sistema dónde se va a controlar la variable.

- 5. Elemento de medición:** Este elemento produce una señal relacionada con la condición de la variable controlada y proporciona la señal de realimentación al elemento de comparación para determinar si hay o no error.

3.4. Automatización

Según [21] define la automatización como “el sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana”. El término automatización entonces se puede decir que es el diseño dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente del control humano y para que un sistema sea automatizado que cumplir con los siguientes objetivos:

- a) Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- b) Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- c) Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- d) Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- e) Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- f) Integrar la gestión y producción.

La automatización del proceso de cereales tostados constara de un sistema de control para controlar y monitorear el tostado de cereal evitando la intervención de un operario en el proceso. En todo proceso industrial se requieren elementos de control para su automatización, estos son básicamente 3 tipos:

- 1. Controladores
- 2. Elementos sensores
- 3. Actuadores

3.5. Elementos de control y medición de temperatura.

La máquina tostadora cuenta con elementos que permitirán tener un control más eficaz durante el funcionamiento y de tal forma que no exista riesgo para el usuario durante el tiempo de tueste.

3.5.1. Controlador de temperatura ON / OFF

Es la forma más simple de control de temperatura. La salida del regulador está encendida o apagada, sin un estado medio. Un controlador de temperatura ON/OFF cambia la salida sólo cuando la temperatura atraviesa el punto de ajuste [22].

Para el calentamiento, la salida se activa cuando la temperatura está por debajo del punto de ajuste, y se apaga cuando está por encima del mismo. Cada vez que la temperatura cruza el punto de ajuste, el estado de la salida cambia, la temperatura del proceso oscila continuamente, entre el punto de ajuste.

Tabla 3. 4 Tipo de control de temperatura ON/OFF.

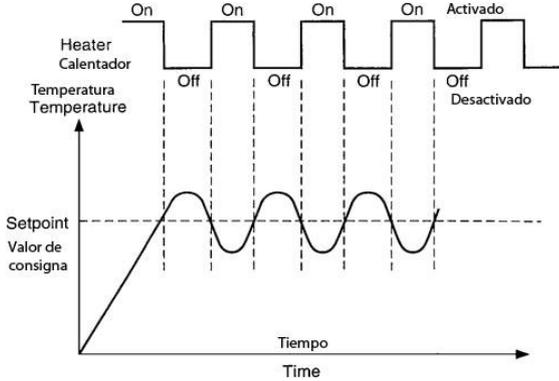
Control On/Off
Es un control más primitivo y sencillo por su fácil instalación.
Es comúnmente utilizado en la industria por su bajo precio de instalación y mantenimiento.
Se tiene un punto de referencia para encender o apagar el sistema.
Mínima precisión el controlador no tiene la capacidad de producir un valor exacto en la variable controlada como se muestra en la figura 3.6.
 <p>El gráfico muestra la respuesta de un controlador ON/OFF. El eje vertical representa la temperatura y el eje horizontal el tiempo. Una línea horizontal indica el 'Setpoint' o 'Valor de consigna'. La temperatura comienza a aumentar desde cero. Cuando alcanza el punto de consigna, el calentador se apaga ('Off'). La temperatura continúa aumentando hasta que supera el punto de consigna, momento en el que el calentador se vuelve a encender ('On'). Este ciclo se repite, creando oscilaciones de la temperatura que nunca alcanzan exactamente el punto de consigna. Al final del gráfico, se muestra un estado 'Activado' que luego se vuelve 'Desactivado'.</p>

Figura 3. 6 Control on/off

Fuente: [23]

3.5.2. Funcionamiento, características y ventajas de sensores de temperatura

Las termocupla J y K junto con los Pt100 son sensores de temperatura de uso industrial más comunes, económicos y fáciles de reemplazar que existen. Una termocupla es simplemente dos alambres de distinto material unidos en un extremo. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de la mili volts el cual aumenta proporcionalmente con la temperatura. No es recomendable usar termocupla cuando el sitio de medición y el instrumento están lejos (más de 10 a 20 metros de distancia).

Tabla 3. 5 Tipos de sensores industriales

Características	Tipo k	Tipo J	PT 100
Temperatura	200 °C a 1200 °C	0 °C a +750 °C	-200 °C a 850 °C
Resistencia	Buena resistencia a la oxidación	Buena resistencia a la oxidación	Buena resistencia a la oxidación
Costo	Alto costo	Bajo costo	Alto costo

Fuente: [24]

3.5.3. Utilización y parametrización del Siemens LOGO

La selección del LOGO se lo realiza en base a la norma IEC 61131, debido a que el Siemens LOGO es un módulo lógico, es decir un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo [25]. Entonces como la norma está enfocada en definir diversas ideas sobre los PLC y sus principales componentes, la norma ayuda a definir e identificar características principales de los PLC's, los requisitos mínimos para función, operación, seguridad y ensayos, también permite definir los lenguajes de programación más utilizados y definir los diferentes tipos de comunicación para poder conectarse al mismo se optó en utilizar este dispositivo como controlador del proyecto.

Se entiende por parametrización el ajuste de los parámetros para bloques. Es posible ajustar tiempos de retardo en funciones cronológicas, tiempos de conmutación para relojes de temporización, el valor de umbral para un contador, el intervalo de supervisión para un contador de horas de servicio y los umbrales de activación y desactivación para el discriminador [25].

3.6. Tablero Eléctrico

En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son la parte principal. En los tableros eléctricos se encuentran los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación. En términos generales, los tableros eléctricos son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente [26].

La norma NEC para instalaciones electromecánicas en su capítulo 15.1.6, establece que 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. Los tableros serán instalados en lugares seguros y fácilmente accesibles, estos deben permitir dar una respuesta adecuada a las especificaciones técnicas del proyecto, además del uso óptimo de las dimensiones y de la distribución en el interior del panel [27].

3.6.1. Protección contra choques eléctricos

Se entiende por choque eléctrico al efecto fisiológico resultante de la circulación de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano y la protección contra choques eléctricos impiden cualquier contacto con las partes activas de la instalación, ya sea en forma accidental o voluntaria. Las partes activas deben estar recubiertas completamente por un aislamiento principal que sólo pueda ser removido por su destrucción y debe ser capaz de soportar en forma duradera todos los esfuerzos a los que pueda estar sometido en servicio, tales como influencias mecánicas, químicas, eléctricas y térmicas [28].

Los tableros eléctricos deben cumplir los parámetros establecidos en la norma IEC 60479, debido a que esta norma está destinada para la protección de vidas humanas ante choques eléctricos, es decir para reducir al mínimo el riesgo de electrocución [29] por ende los tableros deberán contar con una cubierta interna sobre los equipos y con una puerta exterior. La cubierta interna tendrá por finalidad impedir el contacto de cuerpos extraños con las partes energizadas, o bien, que partes energizadas queden al alcance del usuario al operar las protecciones o dispositivos de maniobra, deberá contar con perforaciones de tamaño adecuado como para dejar pasar libremente las cableadas y demás conexiones pertinentes.

4. METODOLOGÍA

4.1. Matriz de operacionalización de variables

Variable dependiente

- Diseño mecánico y eléctrico de la máquina tostadora.

Variable independiente

- Producción de cereales tostados.

4.2. Operacionalización de las variables

En el presente proyecto tecnológico las variables que se detallan en las siguientes tablas 4.1 y 4.2 muestran la variable dependiente y la variable independiente.

Tabla 4. 1 Variable dependiente.

Variable General	Categoría	Unidad	Técnicas	Instrumentos	
Diseño mecánico y eléctrico de la máquina tostadora	Modelado 3D	Adimensional	Modelado pro sub división	Inventor	
	Selección del material	Adimensional	INEN 2851	NTE	
	Mecanismo de elevación	Adimensional	Simulación	Inventor	
	Sistema de transmisión por poleas	Metros (m)	Cálculo	Ecuación	
	Motor	Potencia (W)	Medición	Selección de acuerdo al número de entradas y salidas	Amperímetro Voltímetro
		Intensidad (A)			
		Tensión (V)			
	Controlador	Adimensional			Diagrama de flujo
Controlador de temperatura	Resistencia (Ω)	Medición		Sensor	
Sensor de temperatura	Celsius ($^{\circ}\text{C}$)	Medición		Controlador	

Tabla 4. 2 Variable independiente.

Variable General	Categoría	Unidad	Técnicas	Instrumentos
Producción de cereales tostados	Lote de producción	Kilogramos (Kg)	Medición	Balanza
	Temporización del proceso	Minutos (min)	Medición	Programación
	Control de temperatura	Celsius (°C)	Medición	Termocupla

4.3. Métodos y técnicas de investigación

Los métodos de investigación son los medios de información que ayudarán a familiarizarse con el proceso de cereales tostados debido a que se realiza una investigación bibliográfica, de campo y experimental para así poder cumplir los objetivos planteados y obtener resultados exitosos.

4.3.1. Investigación Bibliográfica

La investigación bibliográfica es el punto inicial de la propuesta tecnológica, mediante la cual se procede a la revisión y selección de diferentes fuentes de información como documentos, artículos y tesis, referentes al proceso de cereales tostados para la respectiva conceptualización de la propuesta tecnológica.

4.3.2. Investigación de Campo

Se realiza la visita técnica a la Microempresa Molinos San Luis, para poder observar el proceso de cereales tostados evidenciando que en el lugar se procesan cereales como el trigo, la cebada y el maíz, de esta forma también se procede a identificar las falencias presentes en el proceso, por consiguiente, también se realiza un análisis de la producción, espacio físico disponible y el presupuesto destinado a la elaboración del proyecto.

4.3.3. Investigación Experimental

La investigación experimental es un proceso sistemático en la cual se manipula, controla y mide las variables que intervienen en el proceso de cereales tostados como es el tiempo y la temperatura a la cual se debe tostar los diferentes cereales.

4.3.4. Método científico

El principal problema es la baja producción de harinas debido a la aplicación de un proceso artesanal en la etapa de cereales tostados, provocando que el tiempo de tostado y la temperatura

a la que se encuentra el cereal no sean constantes. Para poder mejorar este proceso y asegurar que la temperatura y tiempo de tostado de cereales sean idóneas se requiere la implementación de una máquina tostadora que permita realizar este proceso de forma automática y así mejorar la producción de cereales tostados.

4.3.5. Método cuantitativo

Mediante este método se procede a cuantificar el tiempo y la temperatura requerida para el proceso de cereales tostados, el conocimiento de estas variables es indispensable, para poder determinar los datos de entrada y generar un set point adecuado, para la obtención de los valores idóneos que van a influir en este proceso.

4.3.6. Método Inductivo

Entre las distintas temperaturas para el proceso de cereales tostados se llega a considerar temperaturas excesivas las que sobrepasan los 250 °C, ya que temperaturas superiores a esta pueden llegar a dañar cualquier tipo de cereal y como temperaturas idóneas se consideran los valores establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en donde se establece que para tostar cereales se lo debe realizar por 15 minutos a una temperatura de entre 150 y 175 °C.

4.4. Diseño conceptual

El diseño conceptual se refiere a las necesidades (**N**) y requisitos (**R**) que debería tener una maquina tostadora de cereales automática, por lo que se considera realizar la ingeniería de requerimientos en la cual se trata de recopilar información por medio de una lluvia de ideas a continuación, se muestra detallado en la tabla 4.3 los requisitos y necesidades principales que interactúan en la máquina.

Tabla 4. 3 Funcionalidades de la máquina tostadora automática de cereales.

Funciones	La máquina debe tostar entre 12 kg mínimo y 23 kg máximo de cereal	R
	La máquina debe mezclar y tostar los diferentes tipos de cereales	R
	La máquina debe tener un sistema de control y protección	R
Energía	La máquina debe tener eficiencia energética (W/h)	R
	La máquina deberá tener un sistema de protección de sobrecarga	N

	La máquina deberá trabajar en la línea de tensión pública 220 V	R
Seguridad	La máquina deberá ser hermética en las partes susceptibles a inseguridad	R
	La máquina deberá preservar la salubridad en el cereal tostado	N
	La máquina deberá manejar aislamientos eléctricos y de temperatura	N
	La máquina deberá tener protección a cortocircuitos	R
Ergonomía	La máquina deberá ser accesible para manipular el tablero de control	R
	La máquina deberá ser accesible a la limpieza total de sus componentes	N
	La máquina deberá ser accesible al mantenimiento correctivo	N
	La máquina deberá tener mínima afección al medio ambiente	R
Fabricación	La máquina debe ser de fácil ensamblaje y anclaje	R
	La máquina deberá tener componentes comerciales o manufacturables	N
	La máquina deberá ser construida en un material requerido por normativa	R
	La máquina debe tener un rango de tolerancia en la capacidad de tueste	R
	La máquina debe tener buena fiabilidad y estabilidad	R
	La máquina debe tener excelente fuerza y potencia para el trabajo de tueste	R
Señales	La máquina realizará el proceso de tueste en forma visible	N
	La máquina deberá tener luces de funcionamiento, seguridad y control	R
Control	La máquina deberá tener un botón de pare de emergencia	R
	La máquina debe tener un control de tiempo para cada tipo de cereal	R
	La máquina debe tener un control eficaz a la respuesta del sistema	N
Funcionamiento	La máquina podrá funcionar en condiciones de seguridad visibles	R
	La máquina tendrá el mecanismo eficiente a las necesidades del cereal	N

Mantenimiento	La máquina deberá ser modular y de fácil ensamblaje	R
	La máquina deberá ser congruente a la prevención del riesgo laboral	R
	La máquina deberá contar con un instructivo de mantenimiento	N
	La máquina deberá contar con componentes accesibles a la limpieza	N

4.4.1. Técnicas para el diseño de la máquina Tostadora de Cereales

Las técnicas son una serie de pasos que se deben seguir para poder realizar el proceso de diseño de la máquina tostadora, se inicia con la selección y el dimensionamiento de la capacidad de la máquina para seguidamente determinar los elementos que conformaran la parte estructural, eléctrica y electrónica de la misma, así también desarrollar los planos para la construcción y automatización de la máquina tostadora.

4.4.2. Parámetros de funcionamiento de la máquina tostadora

Según las fichas técnicas establecidas por la FAO la temperatura y tiempo ideal para el proceso de tostado de cereales debe estar entre los rangos establecidos en la tabla 4.4.

Tabla 4. 4 Temperatura y tiempo de tostado de cereales.

Temperatura	150-175 °C
Tiempo	15 minutos

4.5. Metodología de la memoria de cálculo

4.5.1. Cálculo del volumen del plato tostador

Para determinar en volumen del plato del tostador que poseerá la máquina tostadora automática, se debe conocer la capacidad de producción que posee la Microempresa Molinos San Luis, en el cual se establece la cantidad de 23 kg. Otro dato que se debe tener en cuenta para el determinar el volumen de la cámara del tostador son los pesos específicos de cada tipo de cereales los cuales son mostrados en la tabla 4.5.

Tabla 4. 5 Peso específico de cereales.

Tipo de cereal	Peso específico (Kg/m³)	Norma
Maíz	750	RESOLUCIÓN 1075-1994 NORMA XII
Cebada	600	INEN 1559
Trigo	790	RESOLUCIÓN 1075-1994 NORMA XX

Con los datos mostrados en la tabla 4.5 y aplicando la ecuación 4.1 se procede a calcular el volumen que ocuparan los cereales en el plato de la máquina tostadora.

$$V = \frac{m}{\rho} \quad \text{Ec. (4. 1)}$$

Donde:

V: Volumen a ocupar [m³]

m: Masa requerida [kg]

ρ : Densidad [kg/m³]

El resultado calculado es el volumen mínimo que debe tener el plato tostador, este valor se debe multiplicar por 1.5 para dimensionar el tostador a un 50% más de su capacidad.

4.5.2. Cálculo de la capacidad de almacenamiento de la cámara de tostado

Para calcular la capacidad de almacenamiento de la cámara del tostador se determina con la ecuación 4.2.

$$V = \pi * 2^2 * L \quad \text{Ec. (4. 2)}$$

Donde:

r: Radio del cilindro en (m)

L: Longitud del cilindro (m)

V: Volumen de la masa en (m³)

4.5.3. Cálculo de la fuerza de la masa del cereal

Para el cálculo de la fuerza de la masa se aplica con la ecuación 4.3.

$$F_t = m * g * f_d \quad \text{Ec. (4.3)}$$

Donde:

F_t : fuerza de la masa total (N)

m : masa (kg)

g : gravedad (m/s^2)

f_d : factor de diseño (asumido por el diseño)

4.5.4. Cálculo de la carga distribuida en las aspas

Para el cálculo distribuida en las aspas aplica la ecuación 4.4.

$$q = \frac{F}{L} \quad \text{Ec. (4.4)}$$

Donde:

F : fuerza (N)

L : longitud (m) (dato asumido por diseño)

q : carga (N/m)

4.5.5. Cálculo de la presión de la cámara del tostador.

Para calcular la presión de la cámara del tostador se aplica la ecuación 4.5.

$$p = \frac{F_e + F_m}{A_m} \quad \text{Ec. (4.5)}$$

Donde:

F_e : Fuerza de estiramiento (kg)

F_m : Fuerza de la masa (kg)

A_m : Área de cilindro (m^2)

p : Presión interna (Pa)

4.5.6. Cálculo del espesor de la pared de la cámara del tostador.

El plato de la máquina tostadora debe ser de pared delgada y se puede calcular la presión interna que soporta esta, para cada tipo de cereal utilizando la ecuación 4.6.

$$e = \frac{p * D_e}{4 * S - 0.8 * P} * f_d \quad \text{Ec. (4.6)}$$

Donde:

p: Presión interna del cilindro (KPa)

D_e: Diámetro externo del cilindro (mm)

S: Elongación máximo del material AISI 304 (mm)

f_d: Factor de diseño (Dato asumido por diseño)

e: Espesor de paredes del cilindro (mm)

4.5.7. Cálculo del esfuerzo de la cámara de tostado.

Para el cálculo del esfuerzo que se aplica en la cámara de tostado se determina con la ecuación 4.7.

$$\sigma = \frac{p * \emptyset}{2 * e} \quad \text{Ec. (4.7)}$$

Donde:

p: Presión interna del cilindro (KPa)

∅: Diámetro del cilindro (mm)

e: Espesor del cilindro (mm)

σ: Esfuerzo del aro (N)

4.6. Cálculo para determinar el torque requerido.

Para calcular el torque requerido se determina con la ecuación 4.8.

$$T = F * d * f_d \quad \text{Ec. (4.8)}$$

Donde:

F: Fuerza (N)

d: Distancia (m)

f_d: Factor de diseño (asumido por diseño)

T: Torque requerido (N.m)

4.7. Cálculo para el diámetro del eje de las aspas.

Para el cálculo del radio del eje de las aspas se aplica la ecuación 4.9.

$$r = \sqrt[3]{\frac{T}{2 * \pi * S_{y^l}}} \quad \text{Ec. (4.9)}$$

$$S_{y^l} = S_y / 2$$

$$\theta = r * 2 * f_s$$

Donde:

T: Torque requerido (N.m)

S_y: Límite de fluencia (MPa) (dato de tabla del material)

r: radio del eje (m)

f_d: Factor de diseño (asumido por diseño)

4.7.1. Cálculo de la inercia de las aspas.

La inercia de las aspas se determina por la ecuación 4.10.

$$I = \frac{m * d^2}{8} \quad \text{Ec. (4.10)}$$

Donde:

d: Diámetro de la cámara de tostado (m)

m: Masa del cuerpo (kg)

I: Inercia del cuerpo (kg.m²)

4.7.2. Cálculo de la velocidad lineal de las aspas.

La velocidad lineal de las aspas está dada por la ecuación 4.11.

$$V_L = \frac{2 * \pi * r}{t} \quad \text{Ec. (4.11)}$$

Donde:

r: Radio del eje (m)

t: Tiempo (s) (dato asumido por el diseño)

V_L: Velocidad lineal (m/s)

4.7.3. Cálculo de la velocidad angular de las aspas.

La velocidad angular de las aspas está dada por la ecuación 4.12.

$$\omega = \frac{V_L}{r} \quad \text{Ec. (4.12)}$$

Donde:

V_L : Velocidad lineal (m/s)

r : Radio del eje de las aspas (m)

ω : Velocidad angular (rad/s)

4.7.4. Cálculo de la flexión de las aspas

Para determinar la flexión del eje de las aspas se aplica la ecuación 4.13.

$$W = \frac{m}{Ap} \quad \text{Ec. (4.13)}$$

Donde:

m : Peso de la masa (kg)

Ap : Longitud de las aspas (m)

W : Flexión del eje (kg/m) - (N/m)

4.7.5. Cálculo de potencia para la selección de motor de las aspas.

La potencia necesaria que debe poseer el motor se lo calcula mediante la ecuación 4.14.

$$P = \frac{T * \pi * n}{60000} \quad \text{Ec. (4.14)}$$

Donde:

P : Potencia del motor [W]

T : Torque (N.m)

n : Número de revoluciones por minuto (rpm)

4.7.6. Cálculo de la fuerza de tensión del eje al arranque.

La tensión del eje de arranque está dada con la ecuación 4.15.

$$F\tau = \frac{T_m}{r} \quad \text{Ec. (4.15)}$$

Donde

T_m : Torque del motor (N.m)

r : Radio del eje (m)

$F\tau$: Fuerza de tensión (N)

4.8. Cálculo para la selección de poleas

Según [30] para el cálculo del diámetro de la polea conducida se debe tener en cuenta las revoluciones por minuto del eje conductor y su diámetro, con la cual se calcula con la ecuación 4.16.

$$D_{pc} = \frac{\text{RPM}_{(\text{eje-conductor})} * D_{pm}}{\text{RPM}_{(\text{eje-conducido})}} \quad \text{Ec. (4.16)}$$

Donde:

D_{pc} : Diámetro de la polea conducida (mm)

D_{pm} : Diámetro de la polea conductora (mm)

4.8.1. Cálculo para la selección banda

Para el cálculo de la longitud de la banda aplicamos la ecuación 4.17.

$$L_c = \frac{(D_{pm} + D_{pc}) * \pi}{2} + 2 * L_e + \frac{(D_{pm} + D_{pc})}{4 * L_e} \quad \text{Ec. (4.17)}$$

Donde:

L_c : Longitud de la correa (mm)

L_e : longitud entre ejes (mm)

4.9. Cálculo para la selección de chumaceras

Para demostrar que se ha elegido los rodamientos con suficiente capacidad de carga se aplica la ecuación 4.18.

$$C_0 = P_0 * f_s \quad \text{Ec. (4.18)}$$

Donde

P_0 : Carga dinámica equivalente (Kg)

f_s : Factor de esfuerzos estáticos (adimensional)

P_0 : Capacidad de carga estática (kg)

4.10. Cálculo de la potencia para el motor del Piñón Cremallera

4.10.1. Cálculo de la fuerza resistente

Para el cálculo de la fuerza resistente se aplica la ecuación 4.19.

$$F_{res} = m_T * g \quad \text{Ec. (4.19)}$$

Donde:

F_{res} : Fuerza de resistencia (N)

g : Gravedad (m/s^2)

m_T : Masa total (kg)

4.10.2. Cálculo del momento de resistencia

Para el cálculo del momento de resistencia se aplica la ecuación 4.20.

$$M_{res} = F_{res} * \frac{d_{pm}}{2} \quad \text{Ec. (4.20)}$$

Donde:

M_{res} : Momento de resistencia (N/m)

F_{res} : Fuerza de resistencia (N)

d_{pm} : Diámetro del piñón (m)

4.10.3. Cálculo de la potencia resistente

Para el cálculo de la potencia resistente se aplica la ecuación 4.21.

$$P_{res} = F_{res} * v_n \quad \text{Ec. (4.21)}$$

Donde:

P_{nec} : Potencia necesaria W

P_{res} : Potencia resistente W

v_n : Velocidad nominal (asumido por diseño)

4.10.4. Cálculo de potencia del motor de elevación de la cámara de tostado

Para el cálculo de la potencia del motor de elevación se aplica la ecuación 4.22.

$$P_{nec} = \frac{P_{res}}{\eta} \quad \text{Ec. (4.22)}$$

Donde:

P_{nec} : Potencia necesaria W

P_{res} : Potencia resistente W

η : Rendimiento del motor

4.11. Cálculo de diseño térmico

4.11.1. Cálculo de la resistencia por convección en Acero AISI 304

Para el cálculo de la resistencia por convección se aplica la ecuación 4.23

$$R_{conv} = \frac{1}{h * (2 * \pi * r_2) * L} \quad \text{Ec. (4.23)}$$

Donde:

h: Coeficiente de transferencia de calor

r: Radio externo del tanque (m)

L: Longitud de la cámara de tostado (m)

R_{conv} : Resistencia por convección (W/K)

4.11.2. Cálculo de la resistencia por conducción en el acero AISI 304

Cálculo de la resistencia por conducción se aplican la ecuación 4.24.

$$R_{cond} = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 * \pi * K * L} \quad \text{Ec. (4.24)}$$

Donde:

ln: Logaritmo natural (adimensional)

r_1 : Radio interno de la cámara de tostado

K: conductividad térmica del AISI 304 (W/m.K)

L: longitud de la cámara de tostado (m)

R_{cond} : Resistencia por conducción (W/K)

4.11.3. Cálculo de la resistencia total del Acero AISI 304

Para el cálculo de la resistencia se aplica la ecuación 4.25.

$$R_T = R_{conv} + R_{cond} \quad \text{Ec. (4.25)}$$

Donde:

R_{cond} : Resistencia por conducción (W/K)

R_{conv} : Resistencia por convección (W/K)

R_T : Resistencia total (W/K)

4.11.4. Cálculo de las pérdidas de calor a través de la pared de AISI 304

Para el cálculo de las pérdidas de calor a través de la pared se determina con la ecuación 4.26.

$$q_{(x)} = \frac{T_2 - T_1}{R_T} \quad \text{Ec. (4.26)}$$

Donde:

T_2 : Temperatura interna de la cámara de tostado (°K)

T_1 : Temperatura externa del tanque al ambiente ($^{\circ}K$)

R_T : Resistencia total (W/K)

$q_{(x)}$: Perdidas de calor (W)

4.11.5. Cálculo del tiempo requerido para calentar la superficie del Acero AISI

304.

Para el cálculo requerido del tiempo de temperatura de la superficie de la cámara de tostado se aplica la ecuación 4.27.

$$t = \frac{\rho * C_p * L_c}{h} \ln \left(\frac{T_2 - T_1}{T_m - T_1} \right) \quad \text{Ec. (4.27)}$$

Donde:

ρ : Densidad del Acero AISI 304 (kg/m^3)

C_p : Capacidad calorífica del Acero AISI 304 (J/kg. K)

L_c : Distancia media del anillo (m)

h : Coeficiente de transferencia de calor (W/m^2K)

\ln : Logaritmo natural (adimensional)

T_2 : Temperatura interna de la cámara de tostado ($^{\circ}K$)

T_1 : Temperatura externa del tanque al ambiente ($^{\circ}K$)

T_m : Temperatura medio o peculiar ($^{\circ}K$)

4.12. Cálculo eléctrico

Permite calcular las protecciones ideales para proteger a la maquina tostadora contra sobrecargas y cortocircuitos.

4.12.1. Cálculo de las protecciones eléctricas

Para el cálculo de la corriente nominal se aplica la ecuación 4.28.

$$I_N = \frac{P}{V * \sqrt{3} * \cos\phi} \quad \text{Ec. (4.28)}$$

Donde

P : Cargas de los motores (W)

V: Voltaje (V)

I_N : Corriente nominal (A)

ϕ : Factor de potencia (adimensional)

4.12.2. Cálculo del guardamotor para el motor de las aspas

Para la selección del guarda motor se aplica las ecuaciones 4.29 y 4.30.

$$P_E = \frac{P_m}{\eta} \quad \text{Ec. (4.29)}$$

$$I_N = \frac{P_E}{V * \sqrt{3}} \quad \text{Ec. (4.30)}$$

Donde:

P_E : Potencia real (W)

P_m : Potencia motor (W)

η : Eficiencia (adimensional)

V: Voltaje (V)

I_N : Corriente nominal (A)

4.12.3. Cálculo para la corriente de sobrecarga

Para determinar la sobrecarga se aplica la ecuación 4.31.

$$I_{SC} = I_N * 1.1 \quad \text{Ec. (4.31)}$$

Donde

I_{SC} : Corriente nominal (A)

I_N : Corriente de sobrecarga (A)

4.13. Selección de entradas y salidas del logo y módulo de expansión

De acuerdo al número de entradas y salidas necesarias del logo se realizó una tabla detallando cada una de las aplicaciones, se muestra en la siguiente tabla 4.6.

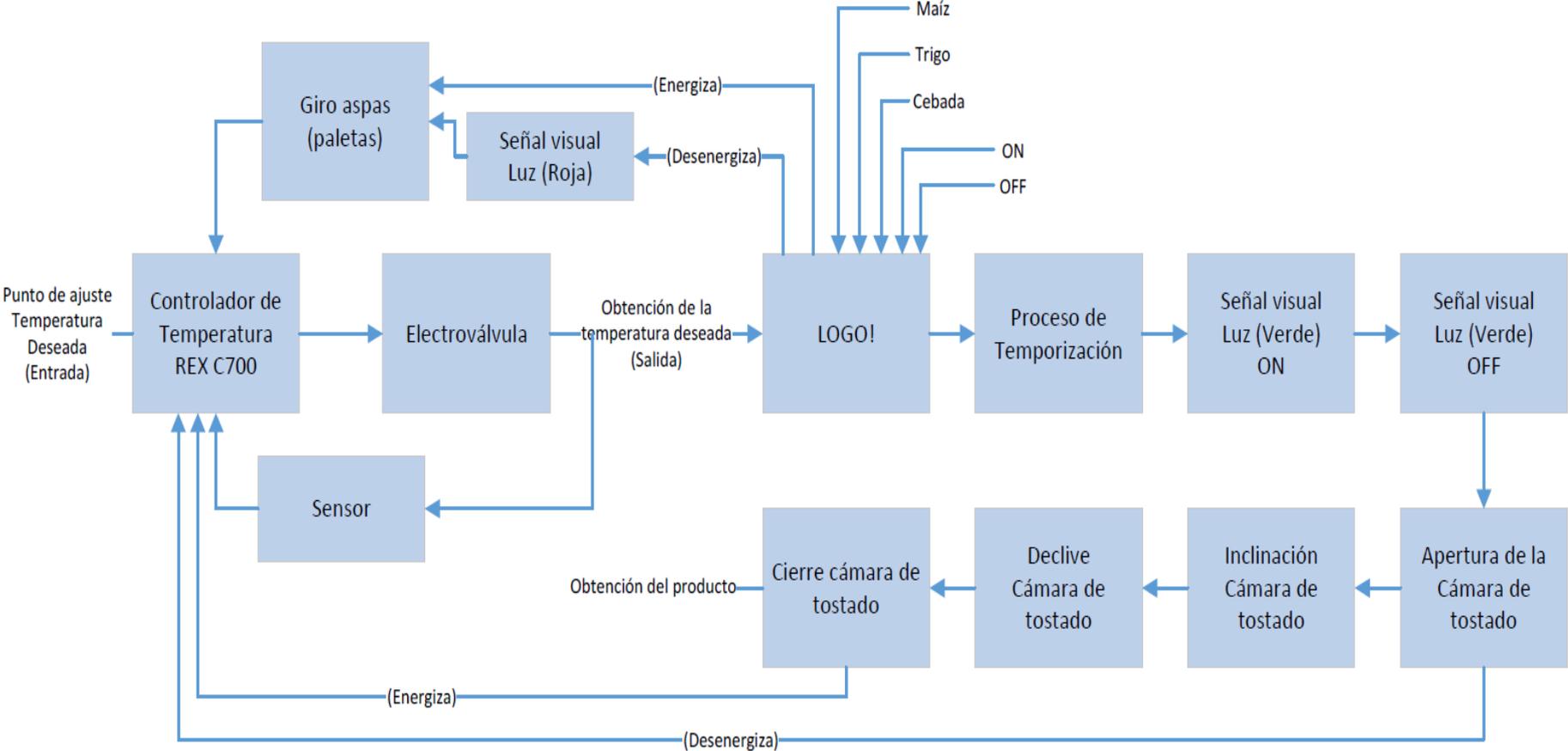
Tabla 4. 6 Uso de entradas y salidas del logo 4! y módulo de expansión.

Entradas	Elementos	Salidas	Elementos
3	Pulsadores de selección de cereal a tostar	2	Luces pilotos
2	Pulsador de encendido y apagado	1	Motor de las aspas
1	Señal de electroválvula del Rex	1	Motor DC de la puerta de extracción del cereal y encendido del variador
2	Final de carrera	1	Señal del variador motor de extracción
		1	Controlador PID de Temperatura REX-C900
		1	Cierre de la puerta de extracción de cereales

4.14. Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama de flujo tabla 4.7 nos permite tener de forma más específica de la secuencia de control y el funcionamiento de la máquina tostadora.

Tabla 4. 7 Diagrama de flujo de control de la máquina tostadora.



5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Máquina tostadora de plato con aspas giratorias

La máquina tostadora al tener un sistema de control que automatice el proceso de cereales tostados, para evitar la intervención de un operario, será capaz de tostar diferentes tipos de cereales de forma homogénea durante todo el proceso. Los parámetros de funcionamiento, como tiempo y temperatura de tostado que debe cumplir la tostadora son las recomendadas por las Fichas técnicas de la FAO, pero el tiempo de tostado va a depender de la cantidad de cereales que ingresen al plato de la máquina tostadora. La producción de la máquina tostadora es establecida por requerimientos del usuario, debido a que este necesita una tostadora con los siguientes parámetros, los cuales están establecidos en la tabla 5.1.

Tabla 5. 1 Parámetros de funcionamiento de la máquina tostadora.

Parámetros	Valor	Norma
Temperatura de tostado	150 - 175 °C	Según las fichas técnicas de la FAO.
Tiempo de tostado	15 minutos	Según las fichas técnicas de la FAO.
Cantidad de producción	23 kg	Requerido por el usuario

5.1.1. Diseño de la cámara de tostado

Con la cantidad de producción requerida por el usuario se procede a dimensionar el volumen del plato de la máquina tostadora, que debe ser construido en acero AISI 304, además se debe conocer los pesos específicos de cada tipo de cereal, los cuales están establecidos en la tabla 4.2 y utilizando la ecuación 4.1 se obtiene el volumen del plato.

- a) Volumen requerido para tostar maíz.

$$V = 0.0306 \text{ m}^3$$

- b) Volumen requerido para tostar cebada.

$$V = 0.0383 \text{ m}^3$$

- c) Volumen requerido para tostar trigo.

$$V = 0.0291 \text{ m}^3$$

Se debe sumar un 50% más del volumen a ocupar para obtener un tueste uniforme. En la tabla 5.2 se muestra el volumen que ocupara cada cereal en el interior del tostador.

Tabla 5.2 Volumen requerido para cada tipo de cereal.

Tipo de cereal	Volumen calculado	Volumen requerido
Maíz	$0.0306 m^3$	$0.0459 m^3$
Cebada	$0.0383m^3$	$0.0574 m^3$
Trigo	$0.0291 m^3$	$0.0436m^3$

5.1.2. Capacidad de almacenamiento de la cámara de tostado

Para el cálculo de la capacidad de almacenamiento del cereal se aplica la ecuación 4.2.

$$V = \pi * (0.61m)^2 * 0.30 m$$

$$V = 0.35 m^3$$

5.1.3. Fuerza de la masa del cereal

Para el cálculo y verificación de la fuerza que necesita las aspas se debe tomar en cuenta la cantidad de masa que puede contener la cámara de tostado $23 \text{ kg} = 225.55\text{N}$ y se añade un factor de seguridad de 2 para el diseño ya que es la fuerza que se necesita para calcular el torque requerido. Para determinar la fuerza de la masa se aplica la ecuación 4.3.

$$F_t = 23kg * 9.81 \frac{m}{s^2} * 2$$

$$F_t = 451.26 N$$

5.1.4. Carga distribuida en las aspas

Para el cálculo distribuido en las aspas aplica la ecuación 4.4.

$$q = \frac{451.26 N}{0.60 m}$$

$$q = 752.1 N.m$$

5.1.5. Presión envolvente de la cámara del tostador

Está formado por una lámina de acero inoxidable AISI 304 de longitud 0.30 m y un radio 0.61 m para determinar la presión se aplica la ecuación 4.5.

$$p = \frac{225.55 \text{ N}}{1.1689 \text{ m}^2}$$

$$p = 0.1929 \text{ KPa}$$

5.1.6. Espesor de la pared de la cámara del tostador

Permite conocer el espesor necesario de lámina de acero inoxidable 304 a base de presión ejercida por el cilindro y la elongación del material, para determinar el espesor se aplica la ecuación 4.6.

- Presión interna del cilindro = 0.1929 KPa
- Diámetro externo del cilindro = 1.22 m = 1220 mm
- Elongación máxima del material = 40 dato de tabla
- Factor de diseño = 2 (dato asumido por diseño)

$$e = \frac{0.1929 \text{ KPa} * 1220 \text{ mm}}{4 * 40 - 0.8 * 0.1929 \text{ KPa}} * 2$$

$$e = 2.94 \text{ mm} = 3 \text{ mm}$$

5.1.7. Esfuerzo de la cámara del tostador

Es necesario determinar el esfuerzo que ejerce la cámara del tostador mediante la presión interna mediante la ecuación 4.7.

- Presión interna del cilindro = 0.1929 KPa
- Diámetro externo del cilindro = 1.22 m = 1220 mm
- Espesor del cilindro 3 mm

$$\sigma = \frac{0.1929 \text{ KPa} * 1220 \text{ mm}}{2 * 3 \text{ mm}}$$

$$\sigma = 39.16 \text{ KPa}$$

5.1.8. Espesor de la base de la cámara del tostador

Para seleccionar el espesor de la base que poseerá la lámina de acero AISI 304 se procede a realizar una matriz de decisión como se muestra en la tabla 5.3 en donde se evalúa cada criterio del 1 al 10, 1 al menos acertado y 10 al más acertado.

Tabla 5. 3 Matriz de decisión para la selección del espesor del acero AISI 304.

Espesores Criterios	0.4 mm	0.6 mm	0.7 mm
Costo	10	7	5
Disponibilidad	6	7	9
Deformación	4	8	10
Desgaste	4	8	10
Total	24	30	34

Fuente. [31]

Se selecciona un acero de 6 mm de espesor debido a que posee mayores ventajas en comparación a su precio que puede ser más costoso. Con el espesor encontrado se procede a encontrar el esfuerzo que tendrá que soportar el acero AISI 304 de 6 mm de espesor utilizando la ecuación 4.7.

$$\sigma = \frac{0.1929kPa * 1220mm}{2 * 6mm}$$

$$\sigma = 19.61 \text{ kPa}$$

La resistencia que posee el acero AISI 304 es de 600 MPa, lo que quiere decir que el esfuerzo encontrado es mucho menor a este valor, lo que quiere decir que el material no sufrirá deformación al contener los 23 kg de cereal en su interior.

5.2. Torque requerido para el motor de las aspas

Para el cálculo del eje se tendrá en cuenta la fuerza del cereal que es 451.26 N y la distancia al centro de rotación dato asumido por diseño seguro, se debe multiplicar por un factor de diseño para determinar el torque requerido se aplica la ecuación 4.8.

Dato asumido por diseño

- d: distancia = 0.61m
- f_d : factor de diseño = 2

$$T = 451.26 \text{ N} * 0.61m * 2$$

$$T = 550.53 \text{ N}$$

Este resultado del torque requerido 550.53 N es para calcular la potencia del motor requerida para las aspas.

5.3. Diámetro del eje de las aspas

La fórmula para determinar el radio y por consiguiente el diámetro del eje de las aspas del tostador se determina con el análisis de la fórmula del esfuerzo cortante para despejar y obtener la ecuación 4.9 se considera el acero AISI 304, su límite de fluencia $S_y = 205 \text{ MPa} = 20500000 \text{ Pa}$, se puede establecer la comparación entre este límite y el esfuerzo presente en el material dato tomado por catálogo, el torque requerido de 550.53 N.m y el factor de seguridad para el diámetro del eje es de 1.5 dato asumido por diseño.

$$S_{y'} = S_y / 2 = 20500000 \frac{\text{Pa}}{2} = 102500000 \text{ Pa}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{595.66 \text{ N.m}}{2 * \pi * 102500000 \text{ Pa}}} = 0.009 \text{ m}$$

$$\theta = 0.009 \text{ m} * 2 * 1.5 = 0.027 \text{ m} = 27 \text{ mm}$$

Se selecciona un eje de diámetro de 28 mm para las aspas giratorias.

5.4. Inercia de las aspas

La inercia se determina para elementos giratorios de la máquina tostadora, para determinar la inercia se aplica la ecuación 4.10.

- Diámetro del cámara de tostado 1.22 m
- Masa del cereal 23 kg

$$I = \frac{23 \text{ kg} * (1.22 \text{ m})^2}{8}$$

$$I = 2.27 \text{ kg.m}^2$$

5.4.1. Velocidad lineal de las aspas

La velocidad lineal de las aspas se determina con la ecuación 4.11.

- Radio del eje de las aspas $\varnothing = 28 \text{ mm}$ $r = 0.014 \text{ m}$
- Tiempo = 3s (dato asumido por diseño)

$$V_L = \frac{2 * \pi * 0.014 \text{ m}}{3}$$

$$V_L = 0.029 \text{ m/s}$$

5.4.2. Velocidad angular de las aspas

Para determinar la velocidad angular de las aspas se aplica la ecuación 4.12.

$$\omega = \frac{0.029 \text{ m/s}}{0.014 \text{ m}}$$

$$\omega = 2.07 \text{ (rad/s)} = 19,77 \text{ rpm}$$

Las revoluciones requerido para mover el cereal durante el tiempo de tueste es de 20 rpm.

5.4.3. Flexión de las aspas

Para determinar la flexión de las aspas se aplica la ecuación 4.13.

- Peso de la masa del cereal 23 kg
- Longitud de las aspas 0.59 m

$$W = \frac{23 \text{ kg}}{0.59 \text{ m}}$$

$$W = 38.98 \text{ N}$$

5.4.4. Potencia del motor

La potencia necesaria para poner en rotación y dar movimiento a las aspas de la máquina tostadora se determina con la ecuación 4.14.

- 1Hp = 0.745Kw
- Torque requerido 595.66 N
- Revoluciones por minuto = 20 rpm

$$P = \frac{550.23 \text{ N} \cdot \text{m} * \pi * 20 \text{ rpm}}{60000}$$

$$P = 0.57 \text{ Kw} = 0.77 \text{ Hp}$$

La potencia calculada del motor de las aspas es de 0.77 Hp. Debido a las pérdidas de potencia que puede existir en la transmisión por poleas se selecciona un motor reductor de 1.5 Hp con una rapidez de salida en la caja reductora de 125 rpm este motor brinda una mayor seguridad.

5.4.5. Fuerza de tensión del eje al arranque

La tensión se determina con la ecuación 4.15.

- Torque del motor = 550.53 N.m
- Radio del eje de las aspas = 0.012 m

$$F\tau = \frac{550.53 \text{ N}}{0.012 \text{ m}}$$

$$F\tau = 45877.5 \text{ N} = 45.87 \text{ KN}$$

5.5. Diámetro de la polea conducida

Para determinar el diámetro de la polea conducida el eje de las aspas se emplea la ecuación 4.16.

- Se asume el diámetro de la polea conductora 0.0720 m

$$D_{pc} = \frac{125 \text{ rpm} * 0.0720 \text{ m}}{20 \text{ rpm}}$$

$$D_{pc} = 0.45 \text{ m}$$

Con el valor calculado del diámetro de las poleas, obtenemos la reducción de revoluciones de 125 rpm a 20 rpm, la requerida para los cereales.

5.5.1. Longitud de banda

Para el cálculo de longitud de bandas se aplica la ecuación 4.17.

$$L_c = \frac{(76.2 \text{ mm} + 450 \text{ mm}) * \pi}{2} + 2 * 660 \text{ mm} + \frac{(450 \text{ mm} + 76.2 \text{ mm})}{4 * 660 \text{ mm}}$$

$$L_c = 2146.75 \text{ mm}$$

Con el resultado obtenido se procede a seleccionar la banda **17 x 11 B 84** este tipo de bandas cumple con todas las características necesarias. Anexó tabla (IV)

5.6. Selección de chumaceras

De acuerdo al diseño de la máquina tostadora las cargas radiales se encuentran situadas en el eje principal de elevación de la cámara de tostado y se toma la masa estática que es 207 kg incluido el peso del cereal. El factor de esfuerzos f_s es un valor de seguridad contra deformaciones elevadas en los puntos de contacto de los cuerpos rodantes para que el rodamiento gire con mayor facilidad se eligen un factor de esfuerzos alto si las exigencias de suavidad de giro son más reducidas bastan valores bajos. [24]

- $f_s = 1,5 - 2,5$ para exigencias elevadas.
- $f_s = 1,0 - 1,5$ para exigencias normales

- $f_s = 1,0 - 1,5$ para exigencias reducidas

Para el cálculo de se aplica la ecuación 4.18

$$C_0 = 207kg * 2$$

$$C_0 = 412 \text{ kg}$$

Seleccionamos del catálogo de chumaceras de piso KDF. Anexo tabla (III)

5.7. Cálculo de la potencia para el motor piñón cremallera

Para el cálculo de la potencia del motor se seleccionó el piñón cremallera que tiene una capacidad máxima de 500 kg de carga.

- Piñón: 20 dientes
- Diámetro del piñón: 0.092 m
- Cremallera: 50 dientes
- Paso: 0.012 m
- Espesor de la cremallera 0.25 m
- Longitud: 0.50 m
- Ángulo de 20°

5.7.1. Masa total de la cámara de tostado

Para el cálculo total se hace la suma de todos los componentes que conforma la cámara de tostado en el cual nos da una suma total de la masa de 207 kg incluido el cereal a tostar, este valor total de la masa se divide ya que la fuerza se distribuye en las chumaceras que nos daría un valor de 103.5 kg

5.7.2. Fuerza resistente

Para el cálculo de la fuerza resistente se aplica la ecuación 4.19.

$$F_{res} = 103.5 \text{ kg} * 9.8 \text{ m/s}$$

$$F_{res} = 1014.3 \text{ N}$$

5.7.3. Momento de resistencia

Para el cálculo del momento resistente se aplica la ecuación 4.20.

$$M_{res} = 1014.3 \text{ N} * \frac{0.092 \text{ m}}{2}$$

$$M_{res} = 46.65 \text{ N.m}$$

5.7.4. Potencia resistente

Para el cálculo de la potencia se aplica la ecuación 4.21.

- v_n : Velocidad nominal (7 m/s asumido por diseño)

$$P_{res} = 1014.3 \text{ N} * 0.7 \text{ m/s}$$

$$P_{res} = 710.01 \text{ W}$$

5.7.5. Potencia necesaria del motor para elevación de la cámara de tostado

Para el cálculo de la potencia necesaria se aplica la siguiente ecuación 4.22.

- Rendimiento del motor 0.95 (adimensional)

$$P_{nec} = \frac{710.01 \text{ N}}{0.95}$$

$$P_{nec} = 747.37 \text{ W}$$

$$747.37 \text{ W} = 1 \text{ HP}$$

Con el resultado obtenido seleccionamos el motor para la elevación de la cámara de tostado.

En el anexo (XVII) se muestra en cálculo correspondiente a la rampa de aceleración y desaceleración del variador de frecuencia para el motor de elevación.

5.8. Diseño Térmico en la cámara de tostado

Para el desarrollo del proyecto tecnológico se tuvo en cuenta los datos del Acero AISI 304, ya que estos son indispensables para los cálculos de la Transferencia de Calor:

- Radio externo del tanque = 1220mm = 1.22m
- Espesor del Tanque = 3mm = 0.003m
- Longitud del tanque = 300mm = 0.30m
- Coeficiente de transferencia de calor de aire (convección natural) = 5 - 25 W/m².K
- Conductividad térmica del AISI 304 = 14.9 W/m. K
- Densidad del AISI 304 = 7900 kg/m³
- Capacidad calorífica del AISI 304 = 477 J/kg.K
- Temperatura externa del recipiente = 175 °C → 448.15 K

- Temperatura interna del recipiente = 389.9 °C → 663.05 K

5.8.1. Resistencia por convección en el AISI 304

Para el cálculo de la resistencia por convección se determina con la ecuación 4.23.

- $r_2 = 1.22 \text{ m}$

$$R_{conv} = \frac{1}{5 \frac{W}{m^2 K} * (2 * \pi * (1.22 \text{ m})) * (0.3 \text{ m})}$$

$$R_{conv} = 0.0869 \frac{W}{K}$$

5.8.2. Resistencia por conducción en el AISI 304

Para el cálculo de la resistencia por conducción se determina con la ecuación 4.24.

$$r_1 = r_2 = e$$

$$r_1 = 1220 \text{ mm} - 3 \text{ mm} = 1217 \text{ mm}$$

$$R_{cond} = \frac{\ln\left(\frac{1220}{1217}\right)}{2 * \pi * (14.9 \frac{W}{m.k}) * (0.3 \text{ m})}$$

$$R_{cond} = \frac{0.0024}{28.0853 \frac{W}{K}}$$

$$R_{cond} = 0.000087 \frac{W}{K}$$

5.8.3. Resistencia térmica total en el AISI 304

Para el cálculo de la resistencia térmica total se determina con la ecuación 4.25.

$$R_T = 0.086969 \frac{K}{W} + 0.000087 \frac{K}{W}$$

$$R_T = 0.087057 \frac{K}{W}$$

5.8.4. Pérdidas de calor a través de la pared de AISI 304

Para el cálculo de las pérdidas de calor totales a través de la pared se determina con la ecuación 4.26.

$$T_1 = 448.15 \text{ K}$$

$$T_2 = 663.05 \text{ K}$$

$$q_{(x)} = \frac{663.05 \text{ K} - 448.15 \text{ K}}{0.087057 \frac{\text{K}}{\text{W}}}$$

$$q_{(x)} = 2468.48 \text{ W}$$

5.8.5. Cálculo del tiempo requerido para calentar la superficie del AISI 304

Para conocer el tiempo para que la temperatura alcance a la superficie y paredes se determina con la ecuación 4.27.

$$L_c = \frac{e}{2} = \frac{0.003 \text{ m}}{2} = 0.0015 \text{ m}$$

$$T_m = \frac{T_2 - T_1}{2} + T_1 = \left(\frac{663.05 - 448.15}{2} + 448.15 \right) \text{ K}$$

$$T_m = 555.6 \text{ K}$$

$$t = \frac{7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left(447 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) * (0.0015 \text{ m})}{5 \frac{\text{W}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} \ln \left(\frac{663.05 - 448.15}{555.6 - 448.15} \right)$$

$$t = 1130.49 * (0.693147) \text{ (s)}$$

$$t = 783.595955 \text{ s}$$

$$t = 13 \text{ min}$$

5.9. Protecciones eléctricas

Para seleccionar el calibre del conductor se selecciona en base a la intensidad total de consumo.

Carga que consume la maquina tostadora con los motores de elevación y de descarga

$$750 \text{ W} + 1900 \text{ W} + 158.40 \text{ W} = 2808.4 \text{ W}$$

Voltaje: 220 AC

Datos asumidos por diseño

- Factor de potencia: 0.85

5.9.1. Corriente nominal de la máquina tostadora

Para el cálculo de la corriente nominal se aplica la ecuación 4.28

$$I_N = \frac{2808.4W}{220 V * \sqrt{3} * 0.85}$$

$$I_N = 18.79 A * 1.2 = 22.55 A$$

Tabla 5. 4 Características del conductor AWG.

Calibre del cable	Amperaje soportado	Temperatura
18 AWG	10 A	60 °C
16 AWG	13 A	60 °C
14 AWG	18 A	60 °C
12 AWG	25 A	60 °C
10 AWG	30 A	60 °C
8 AWG	40 A	60 °C

Fuente: [32]

El valor nominal de la intensidad se debe multiplicar por 1.2 como medio de factor de seguridad.

El calibre de alimentación por medida de seguridad se seleccionó de calibre 12 AWG

5.9.2. Guardamotor para el motor de las aspas

Para la selección del guarda motor se aplica la siguiente ecuación 4.29 y ecuación 4.30.

$$P_E = \frac{1900 W}{0.9}$$

$$P_E = 2111.1111 W$$

$$I_N = \frac{2111.1111}{(220 * \sqrt{3})}$$

$$I_N = 5.5402 A$$

$$I_S = 5.5402 * 1.1$$

$$I_S = 6.09 A$$

5.9.3. Corriente de sobrecarga

Para determinar la corriente de sobrecarga se aplica la ecuación 4.31.

$$I_{SC} = 21.27A * 1.1$$

$$I_{SC} = 23.93 A$$

5.10. Análisis en Inventor para el diseño de la estructura

La estructura posee cargas axiales en eje del mecanismo de elevación, por lo cual se estima la carga por gravedad, que son las cargas extremas que se someterá la estructura para el cual se toma un peso total incluido el cereal a tostar de 207 kg. El resultado de la simulación tensión y deformación se muestra en el anexo (XII).

En el anexo (XVI) se muestra los cálculos correspondientes al esfuerzo sometido al eje de soporte de la cámara de tostado, como resultado el valor de diseño es mayor al calculado por lo tanto el eje es seguro.

5.11. Selección de materiales

Para la selección de materiales de la automatización partimos del diseño realizado que se adjunta en el anexo (Planos eléctricos) que constara de los siguientes elementos los cuales se muestran en la tabla 5.5.

Tabla 5. 5 Resultados de la selección de materiales, elementos y herramientas a utilizar en la automatización del proceso de cereales tostados.

Materiales, elementos y herramientas a utilizar	Características
Sensor de temperatura termocupla tipo J	Es un sensor medidor de temperatura será el encargado de medir la temperatura en el interior del tostador, la medición de temperatura será dada en ohmios.

Válvula solenoide eléctrica	Esta válvula solenoide eléctrica de 2 posiciones y 2 vías de acción directa normalmente cerrada, cambio rápido de dirección y alta sensibilidad nos permite abrir y cerrar el paso del gas.
¡Logo! 4	Es un controlador programable que permite que, sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.
Módulo de expansión	Permite ampliar las conexiones digitales del logo.
Motores reductores	Son cuerpos compactos formados por uno o varios pares de engranajes que ajustan la velocidad y la potencia mecánica de aparatos y máquinas que funcionan con un motor, y que precisan que la velocidad del motor se adapte a la velocidad para que funcione perfectamente la máquina
Relés	Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.
Controlador PID de Temperatura REX-C900	El controlador de temperatura (PID) es fácil de usar ya que con su mecanismo de control por realimentación es ampliamente usado en sistemas de inspección, reaccionando de forma eficaz y precisa, generando una seguridad de resultados estables y de baja potencia de trabajo.
Disyuntores	Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando ocurren fallas de aislación en un equipo o instalación eléctrica.
Luz piloto	Son un elemento óptico que le indica al conductor la presencia de electricidad en el tablero. Mostrando funciones de seguridad y necesidad.
Paro de emergencia	Su función es parar la máquina lo más rápidamente posible.

Pulsadores	Pulsadores normalmente cerrados y normalmente abiertos. Los interruptores eléctricos, son dispositivos que sirven para desviar u obstaculizar el flujo de corriente eléctrica.
Finales de carrera	Son dispositivos electrónicos o mecánicos situados al final del recorrido o de un elemento móvil.
Variador de frecuencia	El variador de frecuencia regula la velocidad de motores eléctricos para que la electricidad que llega al motor se ajuste a la demanda real de la aplicación, reduciendo el consumo energético del motor entre un 20 y un 70%.
Guardamotor	Es un interruptor magnetotérmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos.

5.12. Partes de la máquina tostadora automática de cereales diseñado

La figura 4.1 muestra las partes de la tostadora de plato con aspas giratorias, las cuales se detallan a continuación:

- 1. Cámara de tostado:** Es el medio en el cual el cereal va a estar expuesto a una fuente de calor.
- 2. Sistema motriz:** Es el medio mecánico para poder generar el giro de las aspas.
- 3. Cámara de calentamiento:** Es el medio para poder generar calor y de esta forma poder tostar los diferentes tipos de cereales.
- 4. Sistema de control:** Es el conjunto de dispositivos que permitirán controlar las variables que influyen en la máquina tostadora y de esta forma poder generar acciones de control.

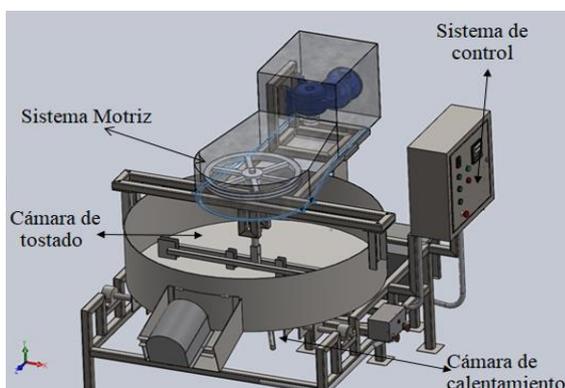


Figura 4. 1 Partes de la máquina tostadora de plato con aspas giratorias.

Para implementación aplicamos los planos realizados del anexo (**Planos mecánicos 1 al 30**) diseñado en el software inventor. El sistema de control se implementó aplicando el plano eléctrico que se encuentra en el anexo (**Planos eléctricos 1 al 5**).

5.13. Funcionamiento y características generales

La máquina tostadora de cereales consta de unas aspas giratorias de madera para evitar el desgaste del acero AISI 304, tiene una capacidad máxima de 23 kg para así obtener una homogeneidad en el tueste.

En las siguientes tablas se muestra el análisis de tiempo de tueste de cada tipo de cereal.

Tabla 5. 6 Prueba de tueste del maíz.

Capacidad	15 kg mínimo	23 kg máximo
Temperatura ambiente	25° C	25° C
Temperatura de la cámara de tostado	175 ° C	175 ° C
Temperatura del maíz	132° C	132° C
Tiempo de tueste	26 min	29 min
Velocidad de las aspas	20 rpm	20 rpm
Quemador	Medio	Medio
Tiempo del precalentamiento	13 min	-----

Tabla 5. 7 Prueba de tueste de la cebada.

Capacidad	15 kg mínimo	23 kg máximo
Temperatura ambiente	25° C	25° C
Temperatura de la cámara de tostado	175 ° C	175 ° C
Temperatura de la cebada	130° C	130° C
Tiempo de tueste	21 min	26 min
Velocidad de las aspas	20 rpm	20 rpm
Llama del quemador	Medio	Medio

Tabla 5. 8 Prueba de tueste del trigo

Capacidad	15 kg mínimo	23 kg máximo
Temperatura ambiente	25° C	25° C
Temperatura de la cámara de tostado	175 ° C	175 ° C
Temperatura del trigo	129 ° C	129 ° C
Tiempo de tueste	22 min	28 min
Velocidad de las aspás	20 rpm	20 rpm
Llama del quemador	Medio	Medio

5.13.1. Comparación de resultados con máquinas tostadoras existentes en el mercado

En la tabla 5.9 se muestra la diferencia con la máquina existente en el mercado semiautomática diseñada por VULCANO TEC.

Tabla 5. 9 Comparación de la máquina tostadora.

Características	Tostadora automática diseñada	Tostadora de granos Vulcano TEC
Capacidad	23kg	10 kg
Voltaje	220 V	220 V
Velocidad	20 rpm	No especifica
Material	AISI 304	AISI 304
Tiempo	Dependiendo el cereal un tiempo promedio de 28 máximo	No especifica
Transmisión	Polea	Polea
Extracción	Automática	Manual
Peso	400 kg aproximado	250 kg aproximado
Combustible	GLP	GLP
Costo	\$ 4259.75	\$ 5000

5.13. Validación de hipótesis

Con las pruebas realizadas con la máquina tostadora se logró obtener un tueste homogéneo y el tiempo requerido para cada tipo de cereal. En la tabla 5.8 se muestra la comparación de tueste de cereales.

Tablas 5. 10 Comparación de producto tostado de forma método tradicional y con la máquina automatizada.

Características	Máquina tostadora automática de cereales	Tueste método tradicional
Capacidad	12 kg min - 23 kg máx.	11 kg
Tiempo	28 minutos	25 minutos
Temperatura	150 °C a 175 °C	No tiene un control de temperatura
Calidad del cereal tostado	Homogéneo	No homogéneo
Perdida del producto	1 %	5 %
Producción diaria	10 quintales	6 quintales
Operador	1 persona	3 personas
Horas de trabajo	8 horas	8 horas
Combustible	GLP	Leña

5.14.1. Diferencias de producción anual de tueste automático y método tradicional

En las siguientes tablas 5.11, 5.12, 5.13 se muestran la comparación de producción anual de tueste de forma tradicional y con la máquina tostadora automática diseñada logrando así un flujo de incremento.

Tabla 5. 11 Producción de tueste tradicional.

Tueste método tradicional				
Proceso	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Producción en quintales (qq)	6	30	120	1440
Tiempo de tueste (h)	8	40	160	1920

Tabla 5. 12 Producción de tueste con la máquina automática.

Tueste en la Máquina automática				
Proceso	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Producción en quintales (qq)	10	50	200	2400
Tiempo de tueste (h)	8	40	160	1920

Diferencia en el incremento de producción entre los dos tipos de tueste método tradicional y con la máquina automatizada

Tabla 5. 13 Ingreso anual por tueste.

Producción anual (qq)		Flujo de efectivo		
Tueste método tradicional	Tueste con la máquina automatizada	Flujo de incremento (qq)	Ganancia por quintal (\$)	Ingreso neto (\$)
1440	2400	960	4.00	3840

6. PRESUPUESTO Y ANALISIS DE IMPACTOS

Para la construcción y automatización de la máquina tostadora se requiere de un presupuesto inicial para poder realizar la propuesta tecnológica. Dicho presupuesto se lo debe cuantificar según el costo de materiales, mano de obra y gastos varios.

6.1. Análisis Financiero

7.1.1. Costos Directos

6.6.1.1. Costos de materiales

En la tabla 6.1 se detallan los costos de los materiales que se emplearán en la construcción de y automatización de la máquina tostadora.

Tabla 6. 1 Costo de materiales empleados para la construcción y automatización.

MATERIAL DIRECTO			
Detalle	Cantidad	V/u	V. Total
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 6 mm x 1.22 m x 2.44 m	1	382.20	382.20
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 3 mm de espesor	1	222.00	222.00
Plancha de acero 1220x2440x1.10 mm	1	25.00	25.00
Plancha de acero galvanizado PL 1220x2440x1.10 mm LG(1/20")	2	27.50	55.00
Caja de Electrodo MEGA INOX 308L 5 kg	1	79.00	79.00
Funda de Electrodo AGA 6011	2	15.63	31.26
Tubo cuadrado ASTM A36 1 1/2 de 3 mm	7	18.53	129.71
Tubo redondo ASTM –A36 3/4	2	8.62	17.24
Motor reductor trifásico de 1.5 HP	1	250.00	250.00
Motor reductor trifásico de 1 HP	1	200.00	200.00
Motor AC 24 v	1	25.00	25.00
Cremallera	1 m	30.00	30.00
Piñón	1	70.00	70.00
Eje redondo acero 1018 1 1/4	1 m	9.00	9.00
Chumaceras 1 1/4 de 2 posiciones	2	9.50	19.00
Eje redondo acero inoxidable 3/8	1 m	18.00	18.00
Poleas de 3 pulgadas y 0.45m	2	45.00	45.00
Banda	2	10.00	20.00
Perno de 3/8 x 3	20	0.80	16.00
Perno 5/16 x 2	16	0.45	7.20
Perno 5/8 x 26	10	1.80	18.00
Tornillo 3/16 x 1 1/2	14	0.12	1.68
Tuerca de presión 5/16	8	0.13	1.04
Tornillo 4.5 mm x 5 cm	15	0.40	6.00

Tornillo auto perforante	10	0.30	3.00
Bisagra	1 m	2.00	2.00
Amortiguador	1	40.00	40.00
Rodamiento	1	6.00	6.00
Válvula de bronce ¼ 110 V para gas	1	29.46	29.46
REX- C 900 CONTROL. TEMP 110/220V	1	40.18	40.18
Termocupla tipo J	1	8.77	8.77
Fuente de poder	1	15.18	15.18
Chispero eléctrico	1	8.04	8.04
¡Logo! 4 y módulo de expansión	1	110	110
Contactador 9 A – 120 V	2	8.93	17.83
Cable flexible 10	5 m	80.00	4.00
Cable flexible 12	20 m	0.60	12
Cable flexible 14	6 m	0.40	2.40
Cable flexible 16	10 m	0.26	2.60
Cable concéntrico 4x12	15 m	2.37	35.55
Toma y Enchufe trifásico	1	18.00	18.00
Cerradura básica triangular 7mm cromo	1	5.20	5.20
Borne para riel	1 m	2.41	2.41
Canaleta dexson ranurada gris 25x25	1m	4.92	4.92
Terminal en U	40 unidades	0.10	4.00
Terminal macho CAMSCO	40 unidades	0.05	2.00
Espaguete fibra de vidrio	5 m	0.53	2.65
Variador de frecuencia 1 HP	1	160.00	160.00
Guardamotor	1	35.00	35.00
Breaker Ebasse 10 A	2	11.05	22.10
Breaker Ebasse 2 A	1	8.07	8.07
Relay CSC	3	8.75	26.25
Pulsadores	5	1.79	8.95
Paro de emergencia	1	4.00	4.00
Luces piloto	2	1.62	3.24
Manguera para gas	5 m	1.50	7.50

Perrillas para gas	2	2.00	4.00
Pintura aluminio	3 litros	7.00	21.00
Fondo aluminio	1 litro	5.00	5.00
Thinner	4 litros	1.25	5.00
Lija	5	0.50	2.50
Disco de corte	4	1.75	7.00
Disco de pulir	5	1.50	7.50
Disco de flap	4	3.50	14.00
Masilla	1	7.00	7.00
Sierra	2	1.50	3.00
Abrazaderas metálicas	10	0.35	3.50
Tubo de cobre ¼	4 m	1.50	6.00
Disco de corte	4	1.40	5.60
Madera eucalipto	4 tablas	5.00	20.00
Fibra de vidrio	5 m	10.00	50.00
SUBTOTAL			2489.875

6.6.1.2. Costos por mano de obra

En la tabla 6.2 se detallan los costos por mano de obra utilizados en la construcción y automatización de la máquina tostadora.

Tabla 6. 2 Costo por mano de obra.

MANO DE OBRA				
Detalle	Cant.	# Horas	# V. Hora	Total
Mecánico	1	90	8.00	720
Eléctrico	1	40	5.00	200
Programador	1	16	10	160
Diseño mecánico	1	50	10	500
SUBTOTAL				1580

7.1.2. Costos indirectos

En la tabla 6.3 se detalla los gastos debidos a transporte, alimentación e imprevistos.

Tabla 6. 3 Costos indirectos.

MATERIAL INDIRECTO		
Detalle	V/u	Total
Alimentación	50	50
Transporte	40	40
Imprevistos	100	100
SUBTOTAL		190

7.1.3. Inversión Total

En la tabla 6.4 se detalla la inversión inicial para el desarrollo de la propuesta tecnológica.

Tabla 6. 4 Inversión total para la implementación de la propuesta tecnológica.

DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
Material Directo	2489.75
Mano de obra	1580
Material Indirecto	190
INVERSIÓN TOTAL	4259.75

La inversión total para la propuesta tecnológica es de 4259.75 dólares, debido a que es el primer prototipo de máquina tostadora.

6.2. Cálculo de VAN y TIR

Luego de la implementación de la máquina tostadora se define un periodo de 5 años en el cuál se debe recuperar la inversión, en la tabla 6.5 se detalla cada valor en donde se obtiene un VAN de 7.553,56 y un TIR del 71%.

Tabla 6. 5 Flujo de caja cálculo del VAN y TIR de la propuesta tecnológica.

FLUJO DE CAJA				
Periodos	Inversión inicial	Ingresos	Egresos	Flujo Neto
0	4259,75			-4259,75
1		3840	648	3192
2		3916,8	660,96	3255,84
3		3995,136	674,1792	3320,9568
4		4075,0387	687,66278	3387,3759
5		4156,5395	701,41604	3455,1235

Proyección Incremento	2%
Tasa	10%
VAN	\$7.533,56
TIR	71%

6.3. Análisis de impactos

7.3.1. Impacto práctico

La máquina tostadora automática está diseñada para cumplir los requerimientos y necesidades del cliente cumplido con los parámetros de tiempo y temperatura requeridos al momento de realizar el tueste de los diferentes cereales, adicionalmente se cumple con todos los parámetros de seguridad en la construcción y señalización, pensando en la ergonomía cuenta con un sistema electromecánico para descargar el cereal tostado.

7.3.2. Impacto tecnológico

La máquina tostadora automática posee un sistema electromecánico automatizado, que permite el control del tiempo y temperatura durante el proceso de tueste del cereal, adicionalmente dispone de un sistema de extracción automático evitando en gran parte la intervención directa por parte del operario

7.3.3. Impacto ambiental

La máquina tostadora se diseñó para operar mediante energía eléctrica y combustible GLP, reduciendo la humareda generada por la quema de leña por el uso del método tradicional.

7.3.4. Impacto social

Con la implementación de la máquina tostadora se incrementó la producción de tueste de los cereales y así obteniendo una mejor calidad de harina, también se disminuyó las pérdidas de cereal debido a la temperatura muy elevada con el método de tueste tradicional.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- La recopilación de información bibliográfica nos permitió obtener datos técnicos para el diseño de la máquina tostadora realizando comparaciones con máquinas existentes en el mercado, determinando así la más idónea y proceder al dimensionamiento de los elementos de la máquina cumpliendo así los requerimientos propuestos parte del dueño de la microempresa.
- Se mejoró la producción de cereales tostados debido a que la máquina tostadora cuenta con un sistema de control de tiempo y temperatura de exposición del cereal, el cual permite obtener un tueste uniforme, en comparación con el método tradicional que no dispone de un adecuado control de temperatura en la base del recipiente y gestión del tiempo debido a que se lo realiza de forma empírica.
- Se resolvió las principales ecuaciones para el diseño de la máquina tostadora, teniendo en cuenta las aplicaciones que se les dará a cada una de las piezas, con la cual se determinó el AISI 304 para la construcción de la cámara de tostado ya que las propiedades de este material son óptimas para el contacto con productos alimenticios.
- El diseño se realizó en el software inventor los planos mecánicos con las respectivas dimensiones reales de la máquina, esto permitió visualizar detalladamente los componentes de la máquina para proceder a la construcción de la cámara de tostado se utilizó el electrodo 308 L que es específicamente para acero inoxidable y para la estructura se utilizó electrodo tipo AGA 6011, aplicando la soldadura de tipo SMAW.
- Adicionalmente se seleccionó los motores en base al torque requerido en base a la función a desempeñar en cada parte del sistema, la selección del conductor además de los elementos eléctricos de control y potencia, se realizó considerando la tensión de alimentación y consumo de cada uno de los componentes.
- Con las pruebas realizadas se determinó el tiempo de tueste para cada tipo de cereal a una capacidad máxima de 23 kg, como el maíz 29 minutos, cebada 26 minutos, trigo 28 minutos.
- La implementación de la máquina tostadora automatizada benefició a la microempresa Molinos San Luis en la producción de cereales tostados debido a la incorporación del sistema de control de tiempo, para cada cereal a una temperatura fija aparte de ofrecer una notoria reducción del esfuerzo humano

7.2. Recomendaciones

- Es importante tener en cuenta los parámetros de diseño que es de 23 kg de cereal para que la máquina funcione de una manera adecuada para un tueste del cereal optimo a una temperatura fijada de 150°C a 175°C.
- Se recomienda para realizar el mantenimiento preventivo seguir las instrucciones del manual de funcionamiento de la máquina tostadora.
- Para una producción en serie de la máquina es necesario optimizar el material empleado en su construcción, obteniendo así un diseño menos robusto.
- Para mantener por mayor tiempo la duración de la inclinación de la cámara de tostado es necesario incorporar un seguro mecánico.
- Es importante recalcar que mediante la incorporación de un control PID se obtendría una mayor exactitud en la temperatura proporcionada por el quemador.
- Se recomienda incorporar una alarma al sistema para alertar al operario de la finalización del tostado del cereal.

8. REFERENCIAS

- [1] FAO, «Fichas Técnicas-Procesado de cereales,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-au166s.pdf>. [Último acceso: 03 Diciembre 2018].
- [2] C. S. Jose Cujilema, «Diseño y construcción de una tostadora de maíz,» Febrero 2010. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1802/1/CD-2745.pdf>. [Último acceso: 04 Noviembre 2018].
- [3] Arciniega, Ricardo, «Máquina tostadora rotatoria de maní con sistema semiautomático,» 2014. [En línea]. Available: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17577/1/Arciniega%20Cuenca%20%20Juan%20Jos%C3%A9.pdf>. [Último acceso: 04 Noviembre 2018].
- [4] MIA Food Tech, «Tostadoras de granos y cereales,» MIA FOOD TECH, 2013. [En línea]. Available: <http://miaft.com/portfolio/cereales-y-frutos-secos/?lang=es>. [Último acceso: 20 octubre 2019].
- [5] VULCANO TEC, «Tostador de granos,» Vulcano Tecnología Aplicada, 2018. [En línea]. Available: <https://2628-pe.all.biz/tostador-de-granos-vulcano-g46419>. [Último acceso: 06 Noviembre 2018].
- [6] Cujilema, Jose, Febrero 2010. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1802/1/CD-2745.pdf>. [Último acceso: 04 Noviembre 2018].
- [7] EcuRed, «EcuRed,» [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/Cereales>. [Último acceso: 04 Noviembre 2018].
- [8] EcuRed, «Trigo,» EcuRed, [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/Trigo>. [Último acceso: 04 Noviembre 2018].
- [9] I. E. d. N. (INEN), NTE INEN 616 HARINA DE TRIGO. REQUISITOS, Quito, 2015.
- [10] I. E. d. N. (INEN), NTE INEN 1559 GRANOS Y CEREALES. CEBADA. REQUISITOS., Quito, 2004.
- [11] I. E. d. N. (INEN), INEN 1737 HARINA DE MAIZ PRECOCIDA. REQUISITOS., Quito, 1990.
- [12] P. T. D. CEREALES, «Maíz (Zea mays),» Universidad Autónoma de México, 14 Febrero 2012. [En línea]. Available: http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=25. [Último acceso: 04 Noviembre 2018].
- [13] Ruihui, Zhengzhou, «Tambor giratorio eléctrico tostadora horno (LQ-150HX),» Zhengzhou Ruihui Information Technology Co., Ltd., [En línea]. Available:

https://es.made-in-china.com/co_coffeeroasterchina/product_Electric-Rotary-Drum-Roaster-Oven-LQ-150HX-_hrinioiry.html. [Último acceso: 06 Noviembre 2018].

- [14] I. E. d. N. (INEN), NTE INEN 2851 UTENSILIOS DE COCINA. RECIPIENTES DOMÉSTICOS USADOS SOBRE HORNILLAS, COCINAS O PLACAS DE CALENTAMIENTO. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO, Quito, 2014.
- [15] BONNET, «Clasificación de los aceros inoxidable», Suministro y Maquinarias S.L, [En línea]. Available: <http://www.bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf>. [Último acceso: 07 Noviembre 2018].
- [16] I. G. M. Enríquez Jeniffer, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TOSTADOR PARA CAFÉ DE QUINUA,» [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7524/2/04%20MEC%20114%20ARTICULO.pdf>. [Último acceso: 09 Noviembre 2018].
- [17] INEN, NTE INEN 2 260 INSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL. REQUISITOS, Quito, 2010.
- [18] «Quemador a gas,» Ecu Red, [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Quemador_de_gas. [Último acceso: 08 Noviembre 2018].
- [19] «Sistemas de Control,» [En línea]. Available: <https://www.dominicasalbacete.es/app/download/27814873/UNIDAD+2+SISTEMAS+DE+CONTROL.pdf>. [Último acceso: 07 Noviembre 2018].
- [20] M. A. Perez, «Introducción a los sistemas de control,» 2007. [En línea]. Available: <http://dea.unsj.edu.ar/control1/apuntes/unidad1y2.pdf>. [Último acceso: 07 Noviembre 2018].
- [21] C. López, «Robótica y Automatización,» [En línea]. Available: <https://es.calameo.com/read/0047325478b25efc8923f>. [Último acceso: 07 Noviembre 2018].
- [22] OMEGA, «controladores de temperatura,» 2019. [En línea]. Available: <https://es.omega.com/prodinfo/controladores-de-temperatura.html>. [Último acceso: 16 11 2019].
- [23] Sapiensman, «Industrial Contollers,» [En línea]. Available: http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/instrumentacion_industrial4.php. [Último acceso: 03 Diciembre 2018].
- [24] R. A. Gualan Angel, «Diseño e implenetacion de una refinadora de cacao para mejorar la viscosidad de chocolate y reducir el tiempo de producción, en la micriempresa monje ubicado en el canton pujilí,» julio 2019. [En línea]. [Último acceso: 2020 01 26].
- [25] «LOGO!,» SIEMENS LOGO!, [En línea]. Available: <http://siemenslogo.com/que-es-un-siemens-logo/>. ISSN.. [Último acceso: 11 Noviembre 2018].

- [26] «Tableros Eléctricos,» Qumi Net, 07 Octubre 2011. [En línea]. Available: <https://www.quiminet.com/articulos/los-tableros-electricos-sus-tipos-y-aplicaciones-segun-el-uso-de-la-energia-electrica-2586331.htm>. [Último acceso: 12 Noviembre 2018].
- [27] C. E. D. L. N. E. D. L. CONSTRUCCIÓN, NEC 15 INSTALACIONES ELECTROMECAÓNICAS, 2011.
- [28] E. Fing, «Protección contra los choques eléctricos,» [En línea]. Available: https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/122154/mod_resource/content/0/Apuntes%20te%C3%B3rico.pdf. [Último acceso: 03 Diciembre 2018].
- [29] INTERNATIONAL, IEC TS 60479-1: Effects of current on human beings and livestock, Edition 4.1, 2016.
- [30] Rixon, «Repository.eafit.edu.co,» 19 07 2018. [En línea]. Available: <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/2981/ANEXO%20K-Manual%20Calculo%20de%20Transmisiones.pdf?sequence=12&isAllowed=y>.
- [31] Arciniega Patricio, «Máquina tostadora de maní para la industria artesanal con el sistema semiautomático,» Ibarra, 2014, p. 59.
- [32] «Explico Facil,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.explicofacil.com/2014/10/como-elegir-los-cables-para-una.html?m=1>. [Último acceso: 11 12 2019].

ANEXOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TÍTULO:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TOSTADORA AUTOMÁTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES TOSTADOS EN LA MICROEMPRESA MOLINOS SAN LUIS”

AUTORES:

Hurtado Ramírez Edison Bladimir

Ortiz Arcos Ángel Danilo

ANEXOS:

- ✓ Propiedades del acero AISI 304
- ✓ Tabla de selección de la banda y chumacera
- ✓ Tabla de selección de Acero ASTM A36
- ✓ Proceso de construcción de la máquina
 - ✓ Prueba de análisis de resultados
 - ✓ Análisis de esfuerzos en inventor
 - ✓ Análisis de cálculo del eje de soporte
- ✓ Cálculo de tiempo de aceleración y desaceleración
- ✓ Análisis de temperatura con la cámara termografica
 - ✓ Manual de Funcionamiento
 - ✓ Manual de Mantenimiento

Anexo I	Tabla de especificaciones del Acero AISI 304	1/1
---------	--	-----

Tabla B1. Propiedades de composición química del Acero AISI 304

GRADOS	COMPOSICIÓN QUÍMICA							PROPIEDADES DEL ACERO
	C	Cr	Ni	Mo	S	Mn	Si	
AISI 304	< 0.08	18.0- 20.0	8.0-10.5		0.03	< 2.0	<1.0	Buena resistencia a la corrosión, excelentes propiedades de conformación en frío y soldabilidad. No se garantiza la resistencia a la corrosión intercrystalina.

Tabla B2. Propiedades físicas

PROPIEDADES FÍSICAS MEDIAS DE LOS ACEROS AUSTENÍTICOS	
Densidad Kg/dm ³	7,9
Módulo de Elasticidad Gpa	193
Módulo de Poisson	0,26
Calor Especifico J/kg.°K	500
Conductividad Térmica W/mk	A 100°C 16,2
	A 500°C 21,5
Resistividad Eléctrica 10 ⁹ Ωm	725
Coeficiente de expansión térmica μm/mK	0-100°C 16,5
	0-315°C 17,2
	0-540°C 17,9
	0-700°C 18,5
Propiedades magnéticas	No magnético, aunque se convierte en ligeramente magnético cuando es trabajado en frío.

Anexo I	Tabla de especificaciones del Acero AISI 304	1/1
---------	--	-----

Tabla B3. Propiedades mecánicas a temperatura de ambiente

PROPIEDADES MECÁNICAS A TEMPERATURA AMBIENTE					
GRADO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	LÍMITE DE FLUENCIA (MPa)	ELONGACIÓN (% EN 50 mm)	DUREZA BRINELL MAX.	PROPIEDADES PARA TRABAJO EN FRÍO
AISI 304	515	205	40	202	Muy Buena
AISI 304 L	485	170	40	183	Muy Buena
AISI 316	515	205	40	217	Buena
AISI 316L	485	170	40	217	Buena
AISI 310 S	515	205	40	217	Buena

* RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN MPa A ELEVADAS TEMPERATURAS CON EXPOSICIONES CORTAS					
GRADO	TEMPERATURA (°C)				
	100	300	500	700	900
304	530	480	400	270	90
316	540	500	450	320	120
310	540	510	470	340	130

* MÁXIMA TEMPERATURA DE SERVICIO RECOMENDADA EN CONDICIONES OXIDANTES		
GRADO	SERVICIO CONTINUO (°C)	SERVICIO INTERMITENTE (°C)
304	925	850
316	925	870
310	1150	1035

Tabla B4. Propiedades mecánicas

PROPIEDADES MECÁNICAS A TEMPERATURAS SUB-CERO PARA EL A.I.S.I. 304							
Temperatura °C	-196	-140	-100	-50	-20	0	20
Resistencia a la tracción (MPa)	1.609	1.368	1.281	1.101	976	885	616
Límite elástico (Mpa)	231	246	222	236	240	242	255
% Elongación	38	41	42	50	55	64	70
Dureza	168	160	168	194	194	204	217

Tabla B5. Espesor del acero AISI 304

Grado	Dimensión (mm)	Espesor (mm)											
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0
304	1000 x 2000	4,76	6,34	7,93	9,52	11,1	12,7	14,3	15,9	19,0	23,8	31,7	47,6
	1219 x 2438 (4 "x 8")	7,07	9,43	11,8	14,1	16,5	18,9	21,2	23,6	28,3	35,4	47,1	70,7
	1250 x 2500	7,43	9,91	12,4	14,9	17,3	19,8	22,3	24,8	29,7	37,2	49,6	74,3
	1524 x 3048 (5 "x 10")	11,1	14,7	18,4	22,1	25,8	29,5	33,2	36,8	44,2	55,3	73,3	110,5

Anexo I	Propiedades térmicas del acero AISI 304	1/1
---------	---	-----

Tabla B6. AISI 304

TABLE A.1 Thermophysical Properties of Selected Metallic Solids^a

Composition	Melting Point (K)	Properties at Various Temperatures (K)													
		Properties at 300 K				k (W/m · K) / c_p (J/kg · K)									
		ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	k (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	100	200	400	600	800	1000	1200	1500	2000	2500
Stainless steels															
AISI 302	8055	480	15.1	3.91			17.3	20.0	22.8	25.4					
AISI 304	1670	7900	477	14.9	3.95	9.2	12.6	16.6	19.8	22.6	25.4	28.0	31.7		
AISI 316	8238	468	13.4	3.48			15.2	18.3	21.3	24.2					
AISI 347	7978	480	14.2	3.71			15.8	18.9	21.9	24.7					

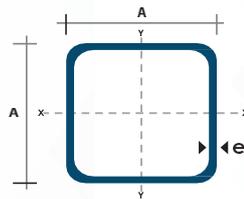
Tabla B7. Propiedades térmicas AISI 304

Medio	Coefficiente de transferencia de calor h (W/m ² · K)
Aire (convección natural)	5-25
Aire/vapor supercalentado (convección forzada)	20-300
Petróleo (convección forzada)	60-1800
Agua (convección forzada)	300-6000
Agua (en ebullición)	3000-60.000
Vapor (en condensación)	6000-120.000

Anexo II	Especificaciones del Acero ASTM A36	1/1
-----------------	--	------------

Tabla B8. Especificaciones del acero

Norma:	NTE INEN 2415
Calidad:	SAE J 403 1008
Acabado:	Acero negro o Galvanizado
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Dimensiones:	Desde 20mm a 100mm
Espesores:	Desde 1.20mm a 5,00mm

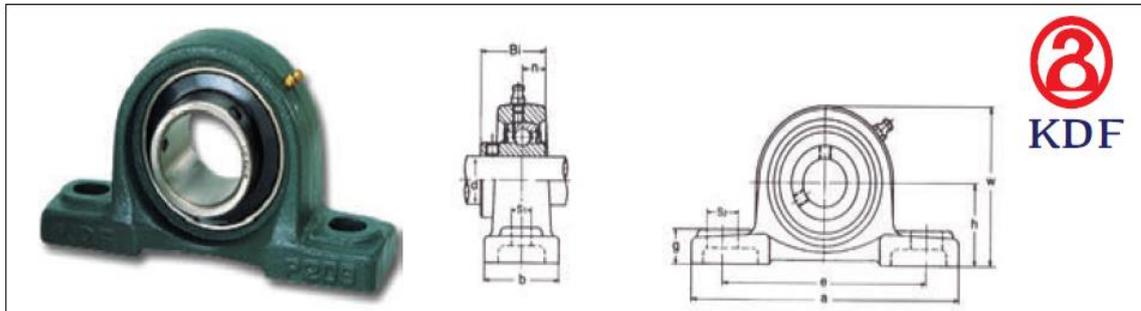


Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84



Anexo III	Chumacera de piso KDF	1/1
------------------	------------------------------	------------

Datos Técnicos



CÓDIGO IBCA	Diám. del eje		Dimensiones (mm)										Perno	Tipo de rodami.	Soporte	Mas a kg
	mm	plugs	H	A	e	b	s ₁	s ₂	g	w	Bi	n				
UCP 204 204-12	20 19.05	3/4	33.3	127	95	38	13	19	15	63	31	12.7	M10 (W3/8)	UCP 204 204-12	P 204	P 204
UCP 205 205-14 205-16	25 22.225 25.4	7/8 1	36.5	140	105	38	13	19	16	70	34	14.3	M10 (W3/8)	UCP 205 205-14 205-16	P 205	P 205
UCP 206 206-18	30 28.575	1 1/8	42.9	165	121	48	17	21	17	83	38.1	15.9	M14 (W1/2)	UCP 206 206-18	P 206	P 206
UCP 207 207-20 207-22	35 31.75 34.925	1 1/4 1 3/8	47.6	167	127	48	17	21	19	92	42.9	17.5	M14 (W1/2)	UCP 207 207-20 207-22	P 207	P 207
UCP 208 208-24	40 38.1	1 1/2	49.2	184	137	54	17	21	19	98	49.2	19	M14 (W1/2)	UCP 208 208-24	P 208	P 208
UCP 209 209-28	45 44.45	1 3/4	54	190	146	54	17	21	20	106	49.2	19	M14 (W1/2)	UCP 209 209-28	P 209	P 209
UCP 210	50		57.2	206	159	60	20	22	22	112	51.6	19.0	M16 (W5/8)	UCP 210	P 210	P 210
UCP 211 211-32	55 50.8	2	63.5	219	171	60	20	22	22	125	55.6	22.2	M16 (W5/8)	UCP 211 211-32	P 211	P 211
UCP 212 212-36	60 57.15	2 1/4	69.8	241	184	70	20	25	25	137	65.1	25.4	M16 (W5/8)	UCP 212 212-36	P 212	P 212
213-40	63.5	2 1/2	76.2	265	203	70	25	30	27	150	65.1	25.4	M20 (W3/4)	213-40	P 213	P 213
215-48	76.2	3	82.6	275	217	74	25	31	28	163	77.8	33.3	M20 (W3/4)	215-48	P 215	P 215

Anexo IV	Selección de banda	1/1
-----------------	---------------------------	------------

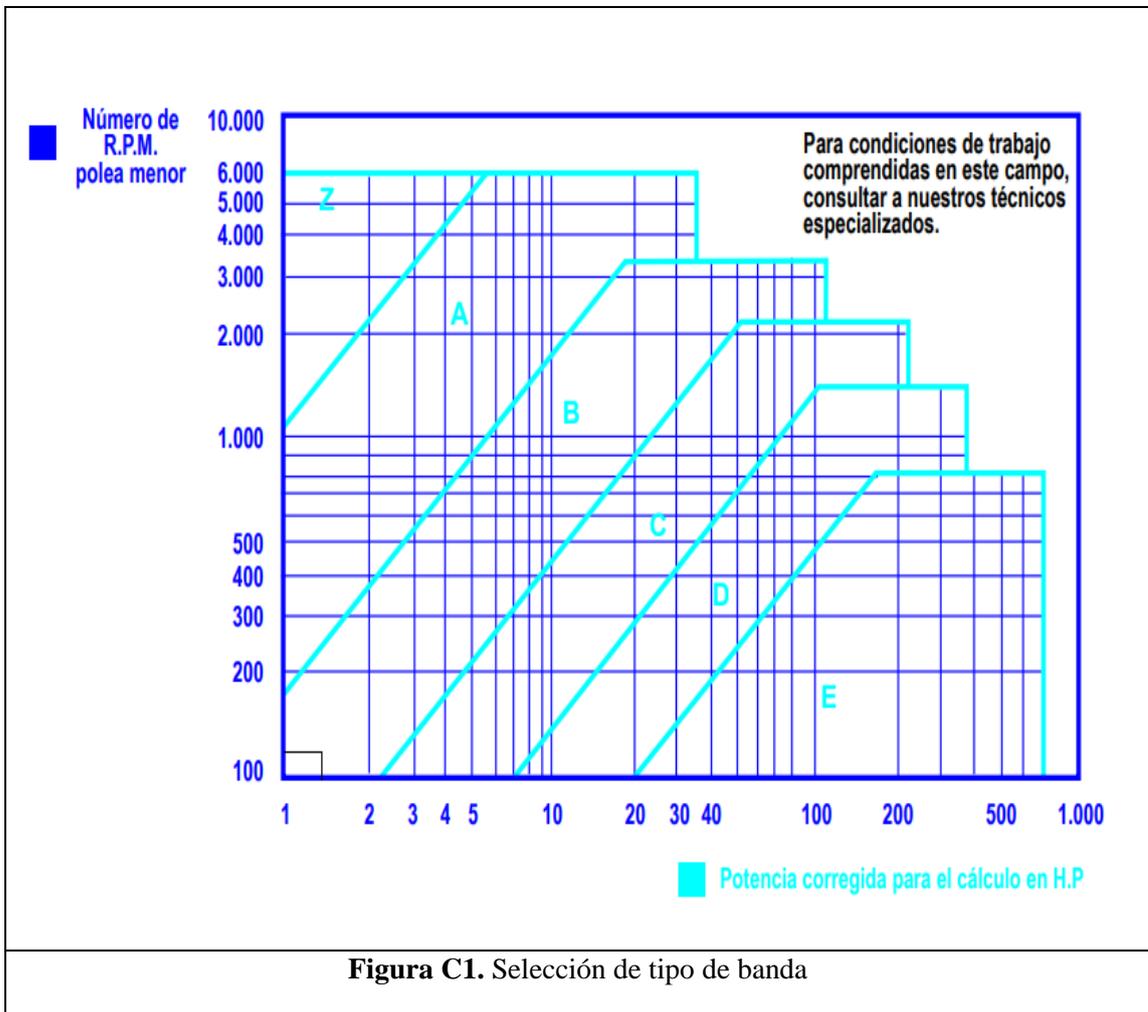


Figura C1. Selección de tipo de banda

Anexo V	Proceso de construcción de la máquina tostadora automatizada	1/7
---------	--	-----



Figura A1. Diámetro de la cámara de tostado Acero AISI 304



Figura A2. Redondeado de la cámara de tostado



Figura A3. Puntos de suelda en la cámara de tostado Tipo de electro 308 L

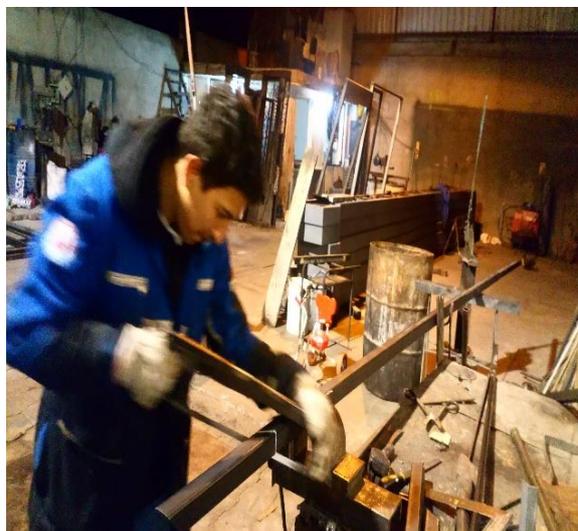


Figura A4. Corte de tubo cuadrado para la estructura Acero estructural A 36

Anexo V	Proceso de construcción de la máquina tostadora automatizada	2/7
---------	--	-----



Figura A5. Construcción de soporte de la estructura para la inclinación



Figura A6. Diseño de la puerta de descarga del cereal



Figura A7. Señalización para la instalación de las chumaceras



Figura A8. Instalación del eje de las chumaceras

Anexo V	Proceso de construcción de la máquina tostadora automatizada	3/7
----------------	---	------------

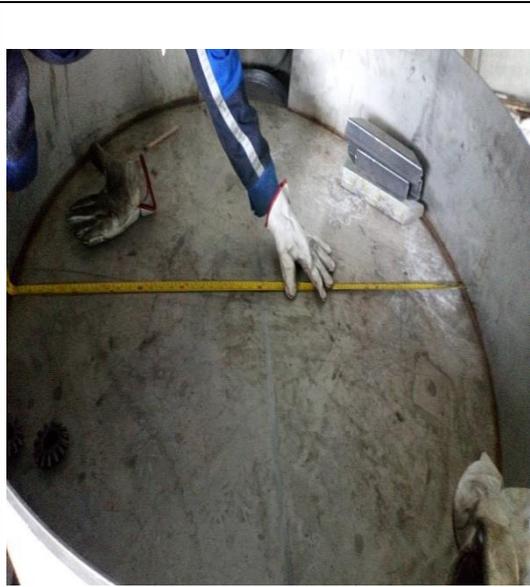


Figura A9. Marcación del punto centro de la cámara de tostado



Figura A10. Instalación de la estructura de las aspas y la cremallera



Figura A11. Mecanizado del eje de las aspas



Figura A12. Instalación de la puerta de descarga del cereal y la tolva

Anexo V	Proceso de construcción de la máquina tostadora automatizada	4/7
----------------	---	------------



Figura A13. Instalación del eje de las aspas



Figura A14. Base del motor de las aspas



Figura A15. Instalación de motores de elevación y de las aspas



Figura A16. Construcción del tablero de control

Anexo V	Proceso de construcción de la máquina tostadora automatizada	5/7
---------	--	-----



Figura A17. Señalización de elementos para los orificios



Figura A18. Perforación de orificios del quemador atmosférico

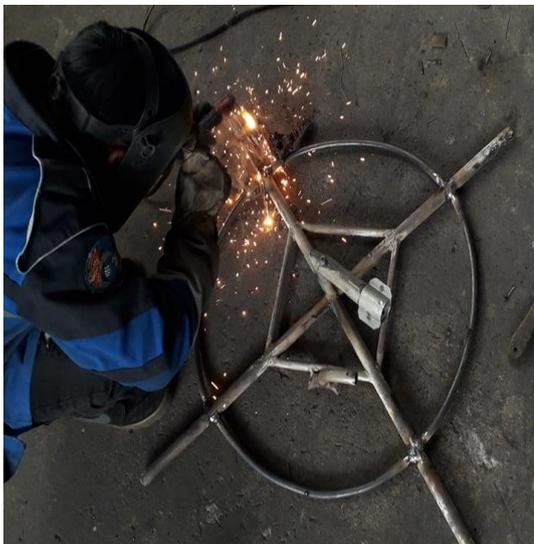


Figura A19. Suelda del quemador



Figura A20. Instalación del quemador y pruebas

Anexo V	Proceso de construcción de la máquina tostadora automatizada	6/7
---------	--	-----



Figura A21. Pruebas de temperatura de la cámara de tostado



Figura A22. Pintado de la estructura



Figura A23. Elaboración de las tapas para los motores



Figura A24. Diseño y corte de las aspas de madera

Anexo V	Proceso de construcción de la máquina tostadora automatizada	7/7
---------	--	-----



Figura A25. Instalación de tubería para la conexión eléctrica



Figura A26. Instalación de tapas para la protección de motores



Figura A27. Recubrimiento la parte del quemador



Figura A28. Instalación del amortiguador tipo resorte

Anexo VI	Diferencia de tueste tradicional y con la máquina tostadora automatizada	1/1
----------	--	-----



Figura A29. Tueste tradicional de maíz

Figura A30. Tueste con la máquina tostadora automática de maíz



Figura A31. Tueste tradicional de la cebada

Figura A32. Tueste con la máquina tostadora automática de la cebada



Figura A33. Tueste tradicional del trigo

Figura A34. Tueste con la máquina tostadora automática del trigo

Como prueba adicional se tostó habas, para este tipo de cereal la temperatura varía de entre 175 °C a 200 °C



Figura A35. Habas 23 kg

Figura A36. Producto tostado tiempo máximo 30 minutos

Anexo VII	Pruebas de temperatura de la máquina automatizada mediante la cámara termografica	1/1
-----------	---	-----

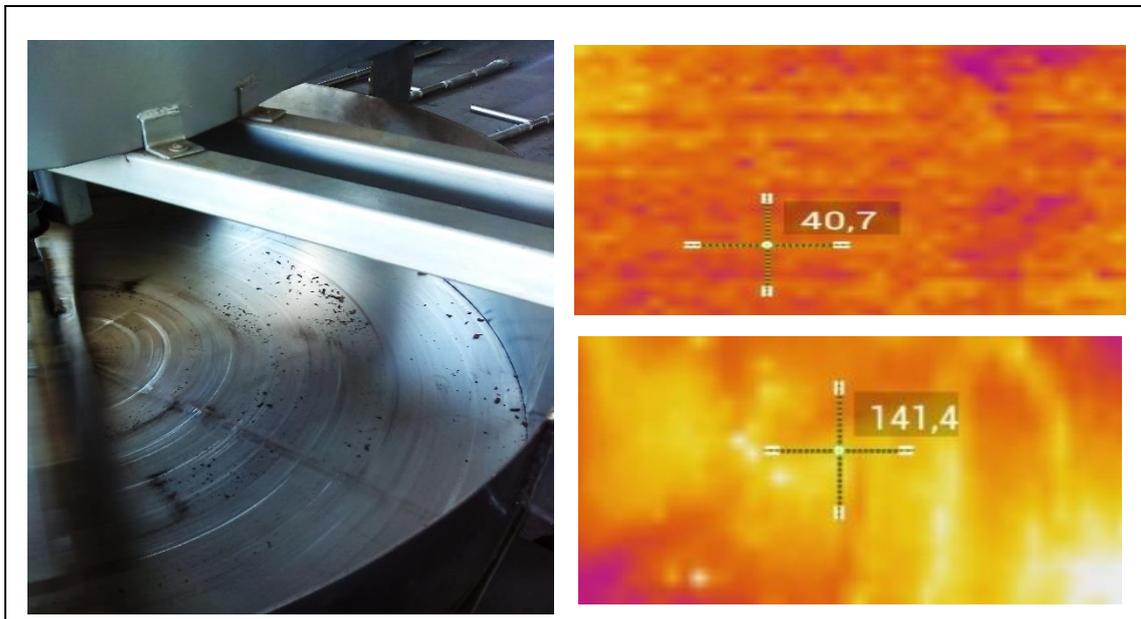


Figura A37. Variación de temperatura en la cámara de tostado mediante el precalentamiento.

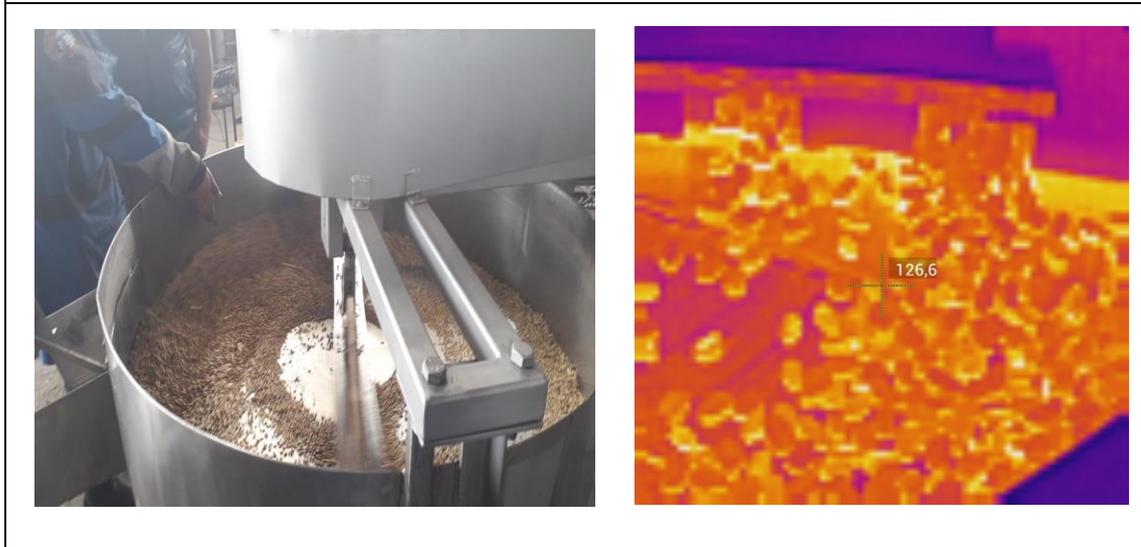


Figura A38. Temperatura máxima del cereal durante el periodo de tueste.

Anexo VIII	Pruebas de temperatura de la máquina automatizada	1/1
-------------------	--	------------



Figura A39. Temperatura máxima en el eje 65.6 °C
Temperatura máxima en la chumacera 46.3 °C

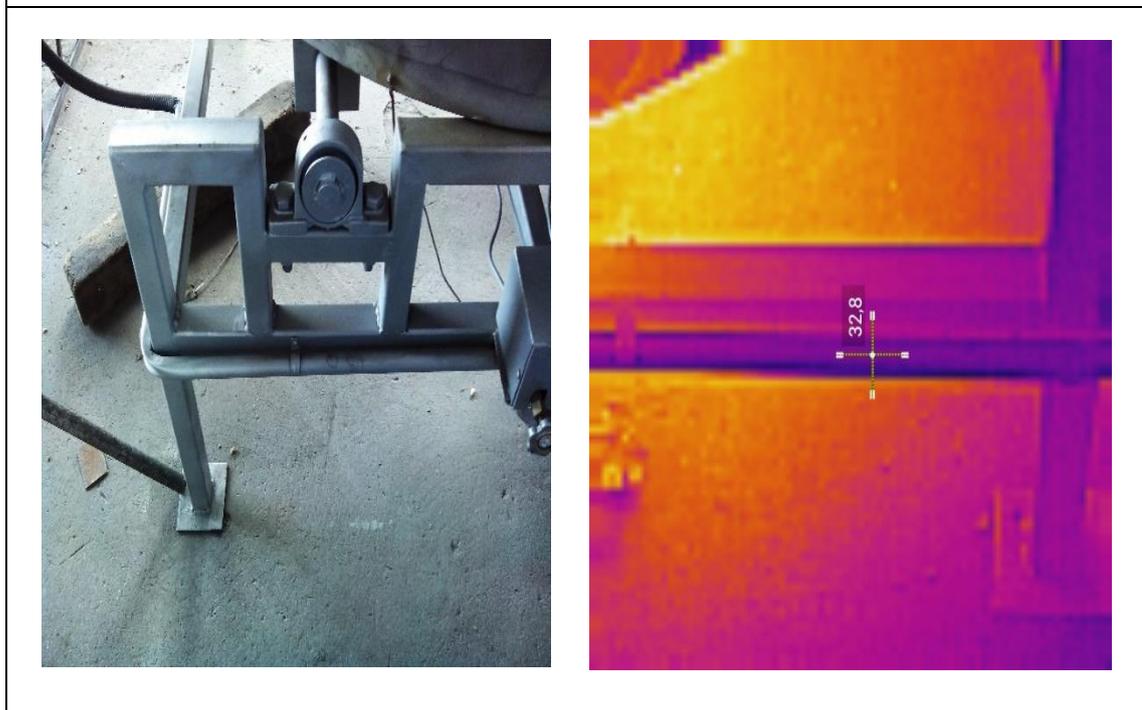


Figura A40. Temperatura máxima 32.6 °C del tubo del cableado

Anexo IX	Pruebas de temperatura de la máquina automatizada	1/1
----------	---	-----



Figura A41. Temperatura máxima en el motor de elevación 31.7 °C
Temperatura máxima en el motor de las aspas 34.2 °C



Figura A42. Medición de temperatura con el pirómetro nos da una variación de 4 °C con respecto a la cámara de tostado.

Anexo X	Consumo de corriente de la máquina tostadora automática	1/1
----------------	--	------------

	
<p>Figura A43. Instalación de tubería para la conexión eléctrica</p>	<p>Figura A44. Consumo máximo de corriente la máquina</p>

Anexo XI	Medición de revoluciones de los motores	1/1
-----------------	--	------------

	
<p>Figura A45. Medición de revoluciones del motor de elevación que nos da en la salida del reductor 60 RPM</p>	<p>Figura A46. Medición de revoluciones del motor de las aspas que nos da en la salida del reductor 125 RPM</p>

Anexo XII	Análisis estructural de esfuerzo	1/3
-----------	----------------------------------	-----

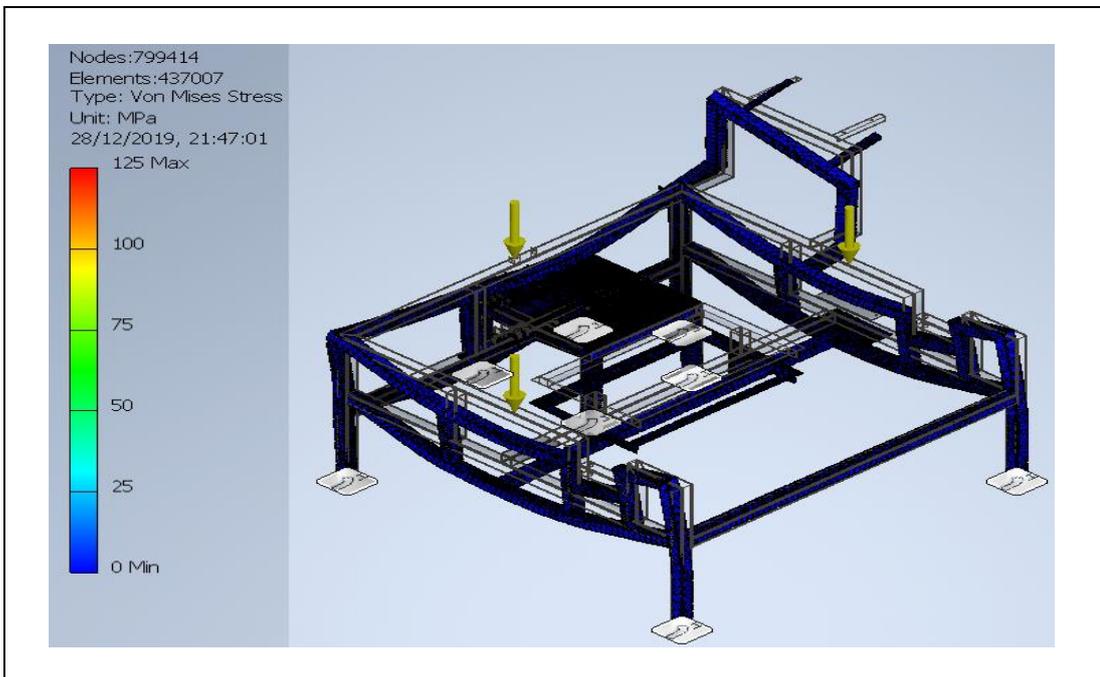


Figura A47. Análisis de esfuerzo y deformación

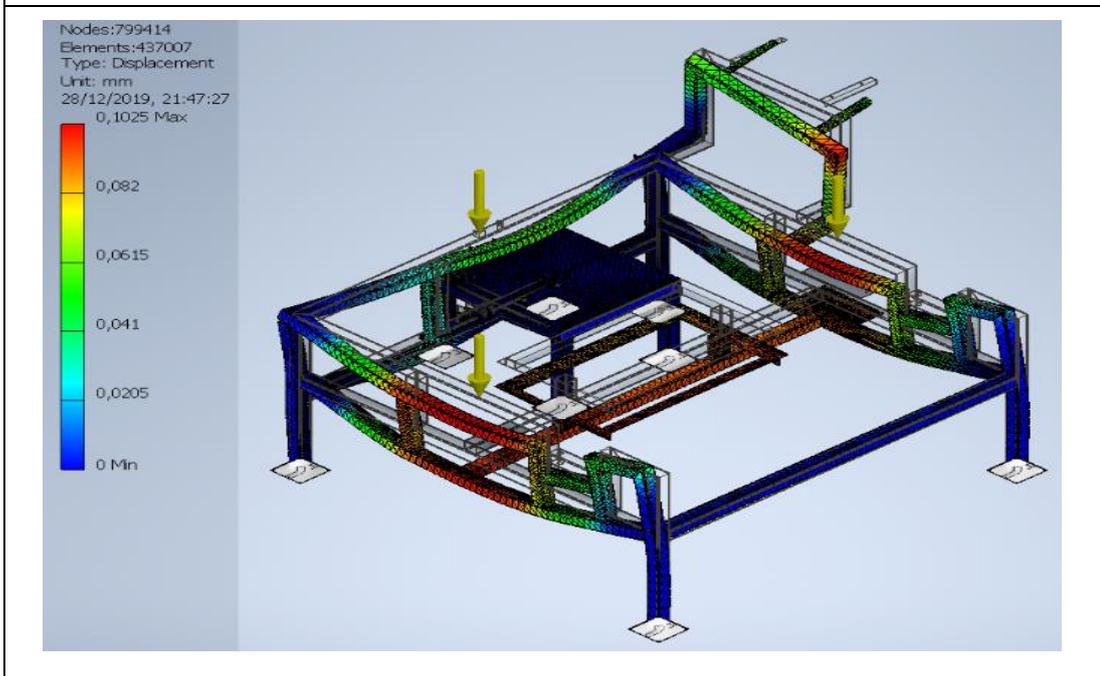


Figura A48. Análisis de esfuerzo estructural por flexión

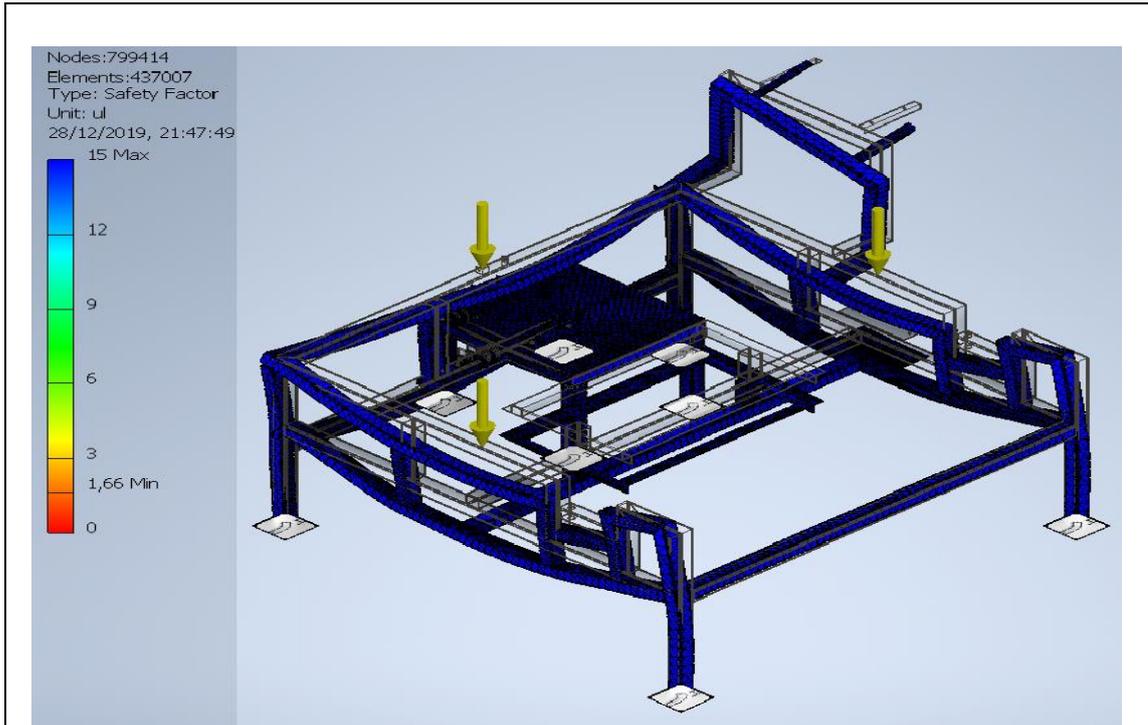


Figura A49. Análisis de esfuerzo estructural de factor seguridad

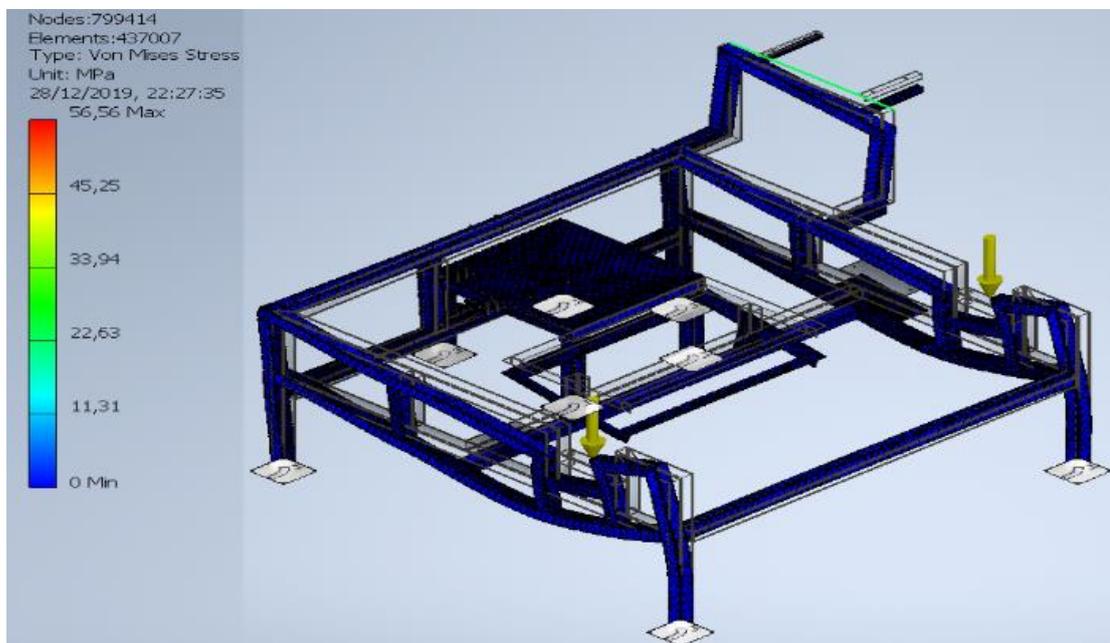


Figura A50. Análisis de esfuerzo estructural por flexión

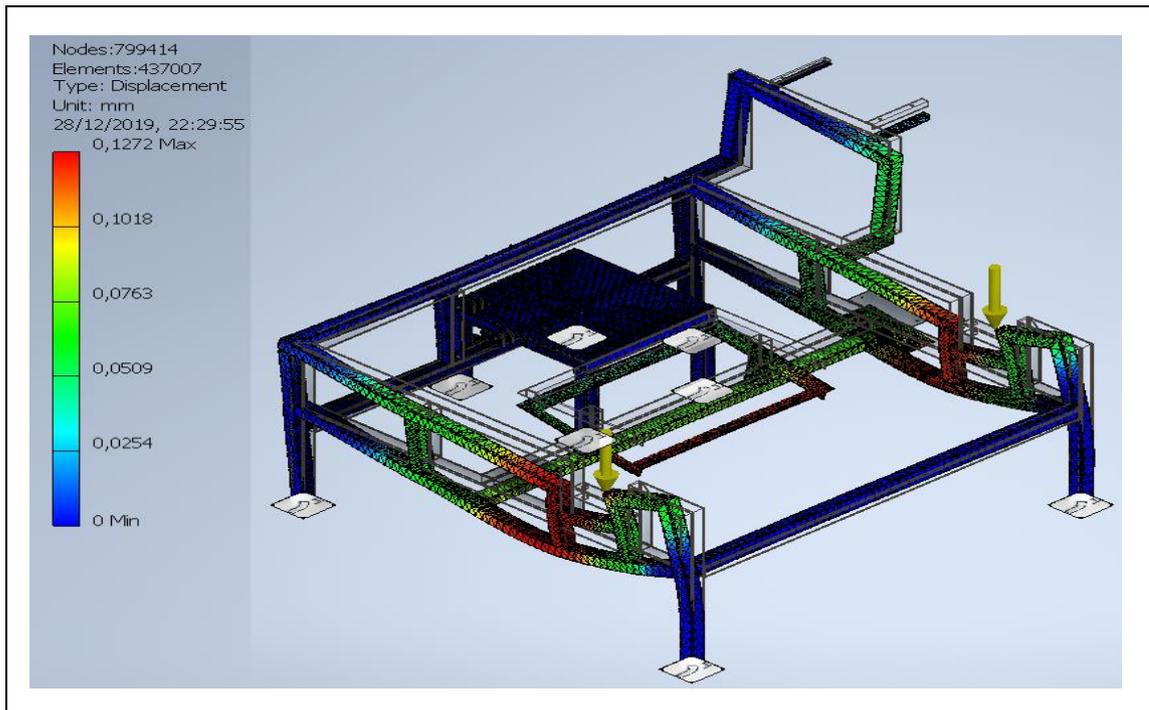


Figura A51. Análisis de esfuerzo estructural por flexión

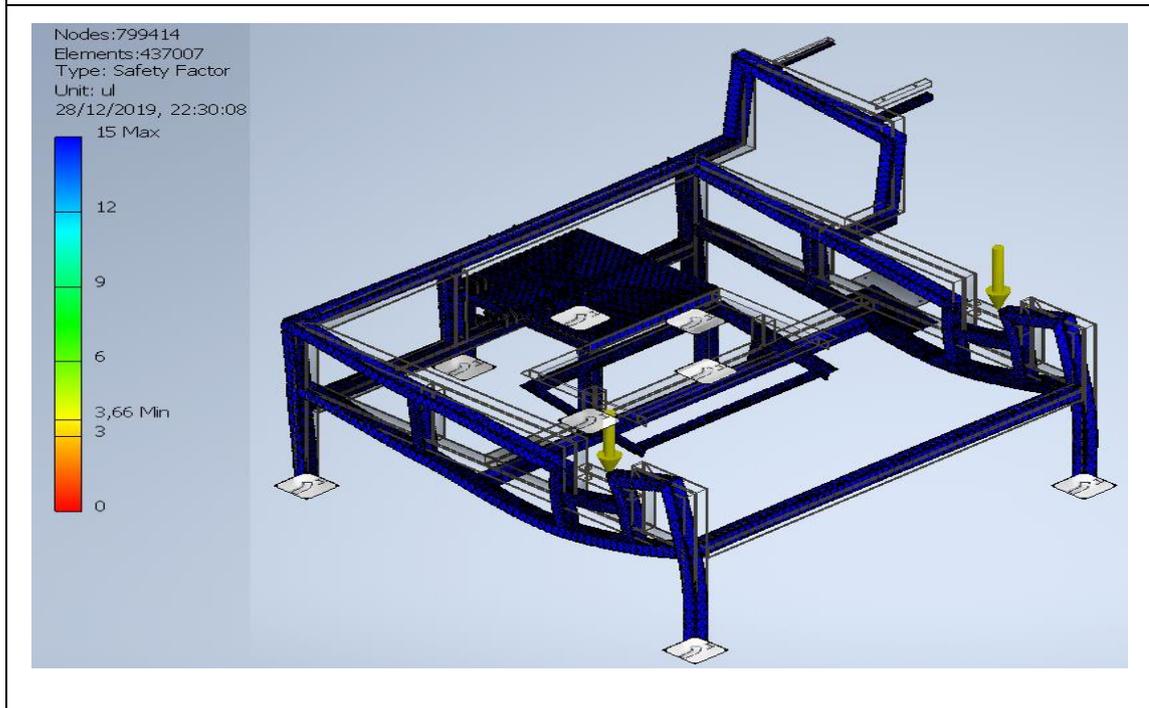


Figura A52. Análisis de esfuerzo estructural

Anexo XIII	SIMBOLOGÍA DE LA MÁQUINA TOSTADORA DE CEREALES	1/2
------------	---	-----

Como protección hacia el usuario responsable de la manipulación de la máquina se ha colocado diferentes señales de seguridad en la máquina tostadora de cereales. Se recomienda obedecer la señalización de seguridad para evitar accidentes.

<p>Figura A52. Este símbolo representa que la máquina realiza operaciones de forma automática mientras la maquia se encuentra en funcionamiento.</p>	<p>Figura A53. Este símbolo representa que usted puede sufrir un atrapamiento directo en el sistema de elevación de la cámara de tostado mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.</p>
<p>Figura A54. Este símbolo representa que usted puede sufrir un atrapamiento directo en contacto con las aspas encargadas de la agitación del cereal mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.</p>	<p>Figura A54. Este símbolo representa que usted puede sufrir un arrastre de la mano por la correa mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.</p>



Figura A55. Este símbolo representa un calentamiento térmico elevado, que al existir contacto con la superficie caliente y el usuario puede ocasionar quemaduras.

Figura A56. Este símbolo representa que existe componentes eléctricos que no deben ser manipulados cuando la máquina se encuentra en funcionamiento, debido a que se puede provocar descargas eléctricas en el usuario.



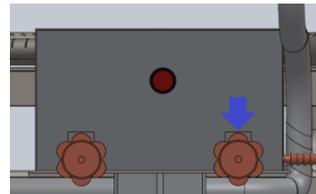
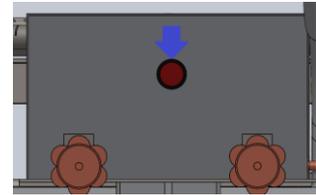
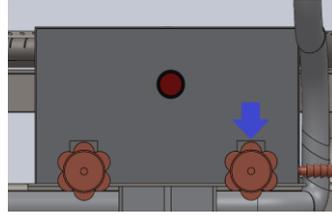
Figura A57. Este símbolo representa peligro general mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.

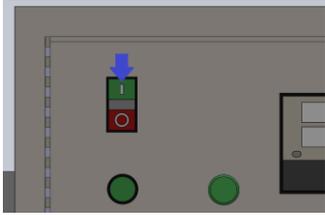
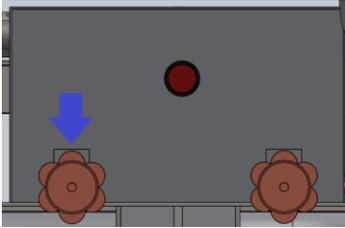
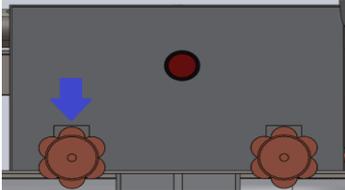
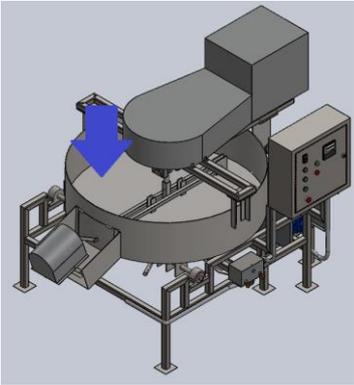
Anexo XV	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO	1/8
-----------------	--------------------------------------	------------

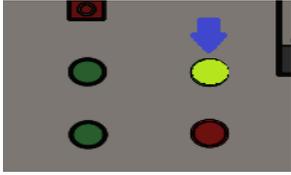
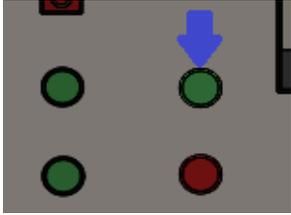
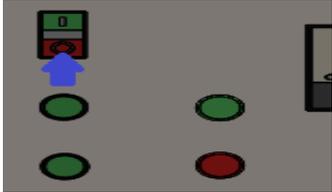
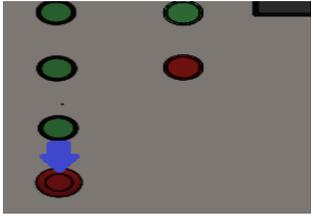
Botones de mando del tablero eléctrico



MANUAL DE FUNCIONAMIENTO.

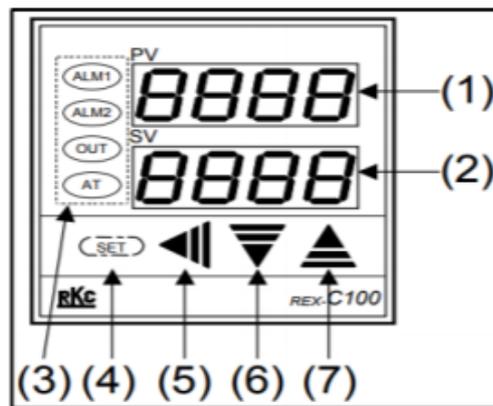
PASO A SEGUIR	IMAGEN DE REFERENCIA
<p>Paso 1.- Proceder la apertura de la perilla ubicada al lado derecho en la base de la estructura para permitir el paso del gas hacia el quemador auxiliar.</p>	
<p>Paso 2.- Mantener presionado el pulsador de color rojo situado en el centro de ambas perillas hasta que se genere la combustión y seguidamente el encendido del quemador auxiliar.</p>	
<p>Paso 3.- Reducir la intensidad de la llama del quemador auxiliar al mínimo requerido, para mantener la llama encendida.</p>	

<p>Paso 4.- Presionar el pulsador de encendido situado en la parte superior izquierda del tablero de control y verificar encendido del controlador de temperatura.</p>	
<p>Paso 5.- Permitir el paso de la totalidad del flujo del gas hacia el quemador principal utilizando la perilla situada al lado izquierdo en la base de la estructura hasta alcanzar los 175°C, previamente fijado en el controlador de temperatura.</p>	
<p>Paso 6.- Reducir la intensidad de la llama del quemador principal hasta obtener un nivel adecuado de temperatura de la llama.</p>	
<p>Paso 7.- Proceder a la colocación del cereal en el interior de la cámara de tostado.</p>	
<p>Paso 8.- Presionar el pulsador de color verde correspondiente al cereal utilizado el cual se encuentra ubicado en el tablero de control.</p>	

<p>Paso 9.- Verificar el encendido de la luz piloto de color verde, la es un indicador visual de la temporización del proceso de tueste.</p>	
<p>Paso 10.- Esperar el tiempo de tueste correspondiente del cereal utilizado o la luz piloto de color verde se haya apagado.</p>	
<p>Paso 11.- Proceder a retirar el cereal ya tostado.</p>	
<p>NOTA 1.- En caso de que se requiera detener el proceso por algún motivo se debe utilizar el botón rojo ubicado en el a parte superior izquierda del tablero de control.</p>	
<p>NOTA 2.- Ante la presencia de alguna anomalía en la parte mecánica o eléctrica se debe presionar el paro de emergencia el cual se encuentra ubicado en la parte inferior izquierda del tablero de control.</p>	

CALIBRACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERATURA.

Para obtener un control de temperatura deseada para el proceso de tueste del cereal es necesario fijar la temperatura requerida en el proceso de tueste del cereal la cual no debe superar los 175°C, que se mantendrá +/-2 °C por encima o por debajo. Una vez la temperatura se encuentre por debajo del valor programado la electroválvula se encenderán de manera automática de igual manera si el valor de la temperatura es superior la electroválvula se desactivará.



- ✓ Oprimir el botón (4) una sola vez.
- ✓ Para regular la temperatura de subida o bajada se oprime los botones (6) y (7) según la necesidad, se oprime (5) para fijar la posición del dígito a ingresar.
- ✓ Por último, es necesario oprimir el botón (4) nuevamente para volver al inicio.

NOTA: En la pantalla (1) se muestra la medición de la temperatura y en la pantalla (2) se muestra la temperatura a controlar.

SEGURIDAD

Para el usuario.

- ✓ Des energizar la máquina o colocar el paro de emergencia antes de limpiar o realizar mantenimiento.
- ✓ Instalar la máquina en un lugar cerrado no al aire libre.
- ✓ No introducir elementos raros o distintos al cereal utilizado.
- ✓ No introducir ningún objeto en el interior de la cámara de tostado mientras se encuentra en funcionamiento la máquina.
- ✓ Evite el contacto con la parte exterior de la cámara de tostado ya que está en funcionamiento y se encontrara a una temperatura elevada.
- ✓ No introduzca las manos en el interior de la cámara de tostado cuando esta se encuentra funcionando.
- ✓ Al realizar la limpieza evitar salpicar gotas de agua en la parte eléctrica para prevenir cortocircuitos.
- ✓ No sobrecargar la máquina de producto mayor de su capacidad 23 kg.

LIMPIEZA

ADVERTENCIA:

- a) Desenchufar la máquina antes de proceder a limpiar.
- b) No utilice líquidos combustibles e inflamables como éter etílico, gasolina, querosén o líquidos inflamables tóxicos como plaguicidas.
- c) Verificar que la parte exterior de la cámara de tostado no se encuentre caliente para evitar quemaduras.

Cámara de tostado

Antes de realizar la limpieza del interior de la cámara de tostado recuerde retirar las aspas de madera para una mayor facilidad de limpieza, se recomienda realizar la limpieza de la cámara de tostado antes de entrar en funcionamiento, antes de realizar un cambio del tipo de cereal para quitar residuos de partículas de polvo o sobrantes tipo del cereal anterior mente utilizado.

NOTA: Para una limpieza óptima es recomendable realizarlo con un trapo húmedo, debido que el interior de la cámara de tostado no representa dificultad en su limpieza.

Precaución:

Después de a ver realizado la limpieza recuerde:

1. Verificar que en el tanque interno no queden objetos en el interior de la cámara de tostado.
2. Verificar que el eje de transmisión y las aspas metálicas se encuentren debidamente ajustados.

MANTENIMIENTO

Reemplazo de las paletas de madera

- ✓ El cambio de las paletas se debe realizar ante la presencia de desgaste.
- ✓ Las paletas de madera tienen una vida útil de dos meses, cabe mencionar que las paletas substituidas deben tener las mismas dimensiones y geometría a la original.

Chumacera

Debido al movimiento del volteo de la cámara de tostado con el tiempo el aceite que lubrica los rodamientos de las chumaceras tiende a gastarse, es recomendado lubricar al menos una vez al mes recomendado con TEMPISH ACEITE LUBRICANTE.

Piñón cremallera

Debido al movimiento que está sujeta la cremallera con el tiempo la grasa que le lubrica tiende a perder sus propiedades, es recomendado engrasar al menos una vez al mes recomendado con HI-TEM GREASE para mantener una protección adecuada contra la humedad e impurezas

Motorreductor

El motorreductor al ser de caja de engranajes necesita de aceite, es recomendado cada 6 meses revisar el nivel del aceite, en caso que el nivel sea inferior al normal recomendado utilizar Aceite LUBEKRAFFT GEL SUPER KROIL MR 5.

TABLERO ELÉCTRICO

Precaución:

En caso de existir una falla eléctrica comunicase únicamente con personal calificado.

Medidas de seguridad

Evolución del área de trabajo en el proceso de refinado					
Peligro	Riesgo	Medida preventiva	Equipos de protección personal	Medios de seguridad	Consecuencias
Aspas o agitador	Atrapamiento	No tocar las aspas cuando se encuentra en funcionamiento	----- -	Botón de paro de emergencia	Heridas Cortes
Sistema de elevación	Atrapamiento	No tocar las partes móviles	-----	Botón de paro de emergencia	Heridas Cortes Fracturas
Puesta automática de la cámara de tostado	Atrapamiento	No tocar las partes móviles	-----	Botón de paro de emergencia	Contusión Cortes
Cámara de tostado o base de la estructura con exceso de temperatura	Quemadura	No tocar la cámara de tostado o la base de la estructura cuando sobrepase los 60°C	Guantes	Señales de advertencia	Quemaduras de primer y segundo grado
Cortocircuito o sobrecarga de la máquina	Descarga eléctrica o calentamiento de conductores	Aislamiento eléctrico y verificación del estado de protecciones	Equipo de protección dieléctrico	Disyuntores	Incendio Pérdida de equipos
Cereal en el piso	Caída al mismo nivel	Mantener el área de trabajo limpia y libre de obstáculos	-----	Utilización de un contenedor adecuado para el cereal	Caída Golpe
Ruido de la máquina	Sobre exposición al ruido durante el proceso de tueste	Aislamiento de la propagación del ruido emitido	Orejeras o tapones auditivos	Letreros de advertencia	Sordera o efectos auditivos de hipoacusia
Mal uso de lubricante aceite o grasa	Irritación por contacto con los ojos o alergia por contacto con la piel	Evitar contacto directo con los ojos y la piel	Gafas y guantes	-----	Irritación Alergia

Anexo XVI	CÁLCULO DEL EJE DE SOPORTE CÁMARA DE TOSTADO	1/3
------------------	---	------------

Cálculo de flexión por el método de doble integral o integral sucesiva.

Hallamos el valor de la carga total que soporta el eje.

Datos.

$$m_t = 207kg$$

$$g = 9.81m/s^2$$

$$\varnothing = 1.25 \text{ in}$$

$$E = 207GPa$$

Acero AISI 1020 recocido $\epsilon = 36\%$.

$$m_t = 207kg$$

$$N = 207kg \times 9.81 \frac{N}{s^2}$$

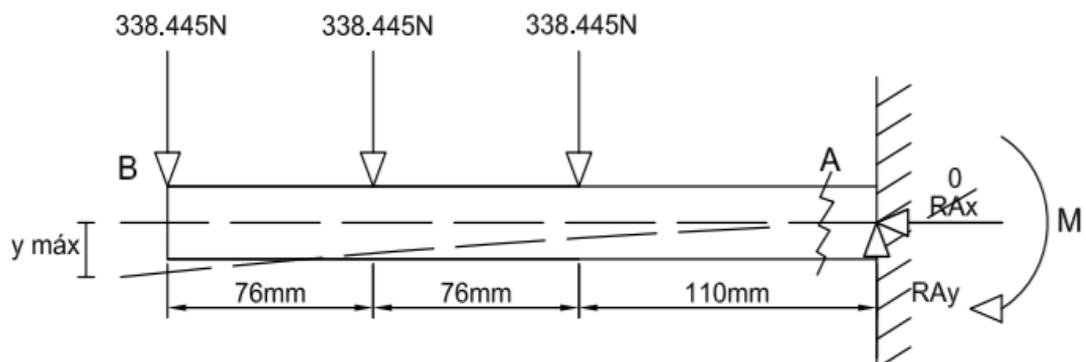
$$N = 2030.67N$$

Dividimos para seis para hallar la fuerza en los apoyos

F: Fuerza en los apoyos

$$F = \frac{2030.67N}{6}$$

$F = 338.445N$ Fuerza por placa



$$\curvearrowright_+ \Sigma MA = 0$$

$$M - 338.445N(x) - 338.445(x - 0.076) - 338.445(x - 0.152)$$

$$M = 338.445N(x)m + 338.445N(x - 0.076)m + 338.445N(x - 0.152)m$$

$$EIY'' = M$$

$$EI \int y'' = 338.445N(x)m + 338.445N(x - 0.076)m + 338.445N(x - 0.152)m$$

$$EI \int \theta = 338.445N \frac{(x)^2}{2} m^2 + 338.445N \frac{(x - 0.076)^2}{2} m^2 + 338.445N \frac{(x - 0.152)^2}{2} m^2 + C$$

$$EIy = 338.445N \frac{(x)^3}{6} m^3 + 338.445N \frac{(x - 0.076)^3}{6} m^3 + 338.445N \frac{(x - 0.152)^3}{6} m^3 + Cx + D$$

Condiciones del sistema

$$x = 0 \quad y = \text{máx} \quad x = L \quad y = 0$$

$$\theta = \text{máx} \quad \theta = 0$$

$$C = - \frac{338.445}{2} (0.262)^2 + \frac{338.445}{2} (0.262 - 0.076)^2 + \frac{338.445}{2} (0.262 - 0.152)^2$$

$$C = -19.5181$$

$$D = - \frac{338.445}{6} (0.262)^3 + \frac{338.445}{6} (0.262 - 0.076)^3 + \frac{338.445}{6} (0.262 - 0.152)^3 - 19.5181(0.262)$$

$$D = 3.6612$$

Cálculo de la inercia.

D: diámetro del eje

$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

$$I = \frac{\pi(0.03175)^4 m^4}{64}$$

$$I = 4.988 \times 10^{-8} m^4$$

Cálculo de la flexión máxima

$$Ely = \left[\frac{338.445}{6} (0.262)^3 + \frac{338.445}{6} (0.262 - 0.076)^3 + \frac{338.445}{6} (0.262 - 0.152)^3 - 19.5181(0.262) \right] N \cdot m^3$$

$$Ely = -1.613302 \times 10^{-4} N \cdot m^3$$

$$y \text{ máx} = \frac{-1.613302 \times 10^{-4} N \cdot m^3}{207 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \cdot 4.988 \times 10^{-8} m^4}$$

$$y \text{ máx} = -1.5624 \times 10^{-8} m \cdot \frac{1000mm}{1m} = -1.5625 \times 10^{-5} mm$$

Flexión máxima de diseño

$$y \text{ máx}^d = \frac{L}{360}$$

$$= -\frac{260}{360} mm$$

$$y \text{ máx}^d = 0.722 mm$$

Cálculo de esfuerzo normal debido a la flexión

σ : Esfuerzo

$$M = 338.445(0.260)N \cdot m + 338.445(0.186)N \cdot m + 338.445(0.110)N \cdot m$$

$$M = 188.115 N \cdot m$$

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

$$\sigma = \frac{188.175 N \cdot m (0.015875)m}{4.988 \times 10^{-8} m^4}$$

$$\sigma = 59889296.81 Pa \cdot \frac{1MPa}{1 \times 10^6 Pa}$$

$$\sigma = 59.889 MPa$$

Cálculo de esfuerzo de diseño

S_y : Resistencia a la fluencia

$$\sigma d = \frac{Sy}{2}$$

$$\sigma d = \frac{296MPa}{2}$$

$$\sigma d = 148MPa$$

Calculando el factor de seguridad

N: Factor de seguridad

$$\sigma = \frac{Sy}{N}$$

$$N = \frac{Sy}{\sigma}$$

$$N = \frac{296MPa}{59.889MPa}$$

$$N = 4.94$$

Anexo XVII	CÁLCULO TIEMPO DE ACELERCIÓN Y DESACELERACIÓN	1
------------	--	----------

Tiempo de aceleración

t: tiempo (segundos)

F: frecuencia (Hz)

$$Ta = \frac{20Hz \cdot 10s}{60Hz}$$

$$Ta = 3.33s$$

Tiempo de desaceleración

$$Td = \frac{20Hz \cdot 90s}{60Hz}$$

$$Td = 30s$$

Anexo XVIII	Cálculo de esfuerzo máximo de la cremallera	1
-------------	---	---

Diseño de engrane.

$$T = 1Hp$$

$$rpm = 1415$$

$$J: \text{Factor geométrico} = 2.985$$

$$K_s: \text{Factor de tamaño} = 1$$

$$K_a: \text{Factor de carga transmitida} = 1.25$$

$$K_m: \text{Factor de distribución de carga} = 1.6$$

$$K_v: \text{Factor dinámico} = 1.06$$

$$K_B: \text{Factor de espesor de aro} = ?$$

$$K_I: \text{Factor de engrane intermedio o loco} = 1.42$$

$$B: \text{Ancho de cara del engranaje} = 6m$$

$$m: \text{Modulo} = 4.5$$

$$Q_t = \text{Carga tangencial aplicada}$$

$$S_b = \text{Cálculo del esfuerzo máximo a flexión AGMA.}$$

$$h = 9\text{mm}$$

$$t = 16.25\text{mm}$$

Cálculo del torque en N.m

$$T = \frac{HP * 5252}{rpm}$$

$$T = \frac{1 * 5252}{1415}$$

$$T = 3.7116 \text{ lb. tf}$$

$$T = 3.7116 \text{ lb. ft} * \frac{0.3048\text{m}}{1\text{ft}} * \frac{4.4482}{1\text{lb}}$$

$$T = 5.030\text{N. m}$$

Cálculo del factor de espesor del aro

$$K_B = -2 * \frac{t}{h} + 3.4$$

$$K_B = -2 * \frac{9}{16.25} + 3.4$$

$$K_B = 2.29$$

Cálculo de la carga tangencial aplicada

$$Qt = \frac{T}{\gamma} = \frac{5.030N \cdot m}{0.04625m}$$

$$Qt = 108.7567N$$

Cálculo del esfuerzo máximo a flexión AGMA.

$$Sb = \frac{Qt}{B \cdot m \cdot J} * \frac{K_a \cdot K_m}{K_v} * K_s \cdot K_B \cdot K_I$$

$$Sb = \frac{108.7567N}{20mm(4.5)(2.985)} \cdot \frac{1.25 \cdot 1.6}{1.06} \cdot 1 \cdot 2.29 \cdot 1.42$$

$$Sb = 2.4838MPa.$$

Análisis comparativo entre el esfuerzo calculado y el esfuerzo permisible.

Datos.

K_L : Factor de vida a 10^7 ciclos = 1.3558.

K_T : Factor de temperatura.

K_R : Factor de confiabilidad = 1.

Sfb' = Resistencia a la fatiga por flexión AGMA=35MPa

Cálculo del factor de temperatura.

$$K_T = \frac{460 + K_F}{620}$$

$$K_T = \frac{460 + 77}{620}$$

$$K_T = 0.866$$

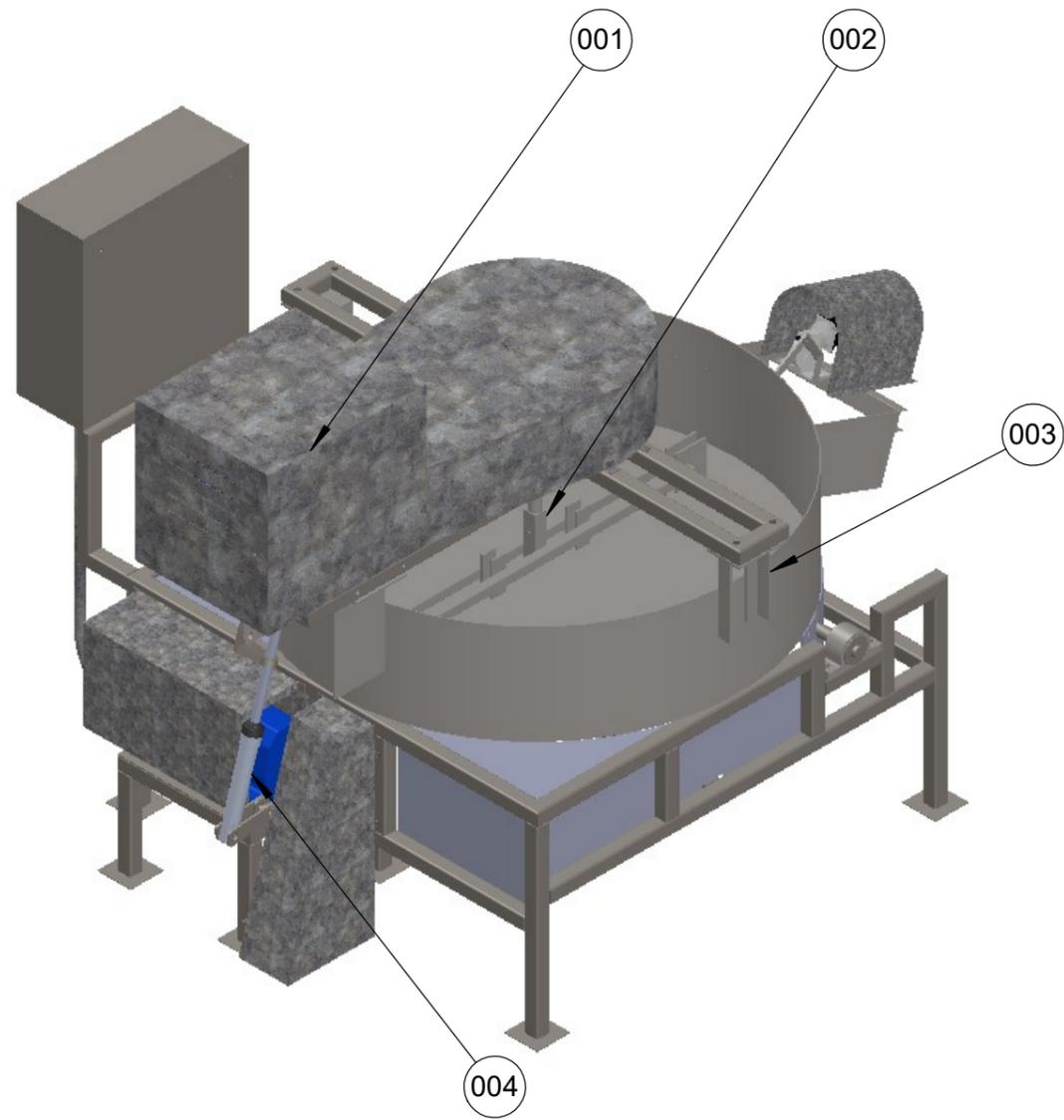
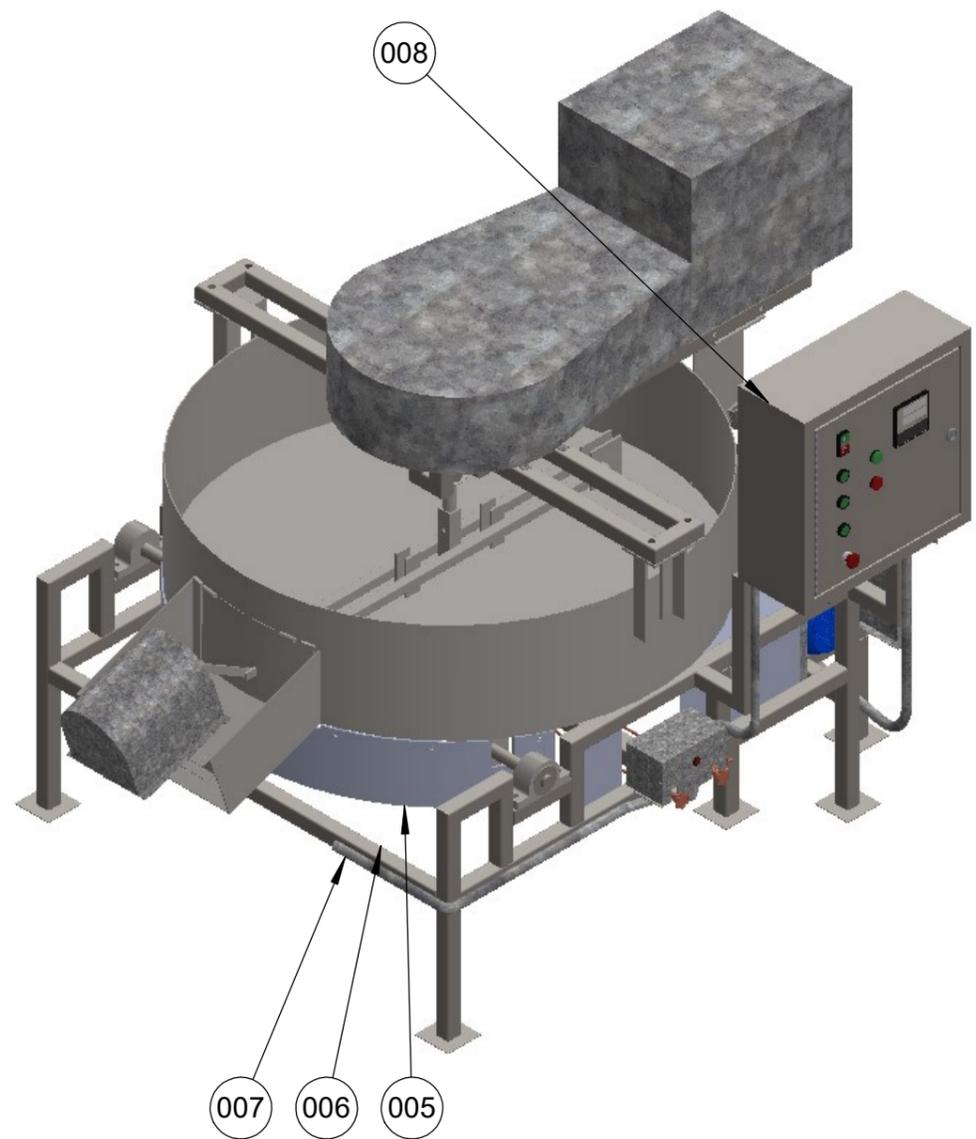
Cálculo del esfuerzo permisible AGMA.

$$Sfb = \frac{K_L}{K_T \cdot K_R} * Sfb'$$

$$Sfb = \frac{1.3558}{0.866 * 1} * 35MPa$$

$$Sfb = 54.7956MPa.$$

$$Sb < Sfb$$



008	Tablero de control	ASTM A36	10	1	-----
007	Tubería eléctrica	Acero galva.	9	1	-----
006	Estructura principla	ASTM A36	8	1	-----
005	Quemador	VARIOS	7	1	-----
004	Sistema de elevación	VARIOS	6	1	-----
003	Cámara de tueste	VARIOS	5	1	-----
002	Aspas giratorias	VARIOS	4	1	-----
001	Elemento de transmisión	VARIOS	3	1	-----
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	TIPO DE MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES

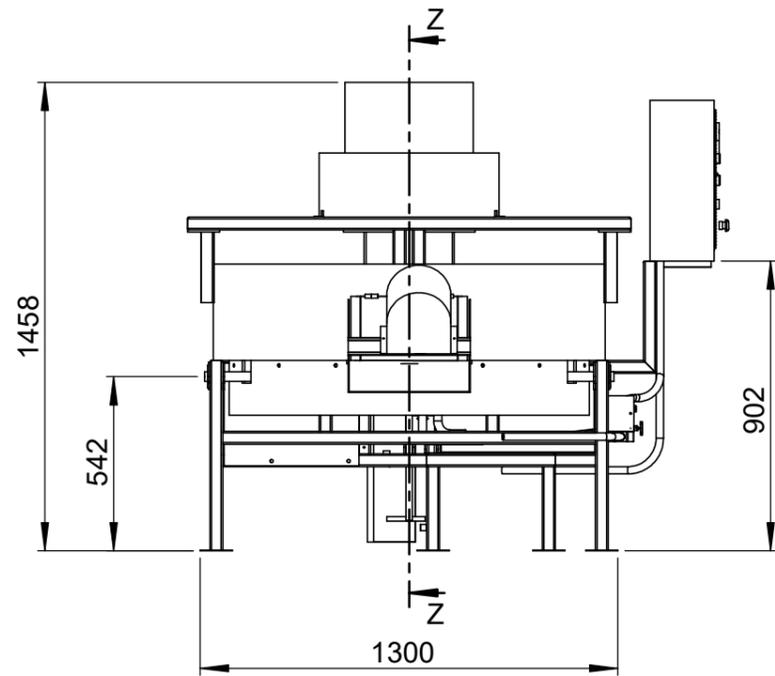


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

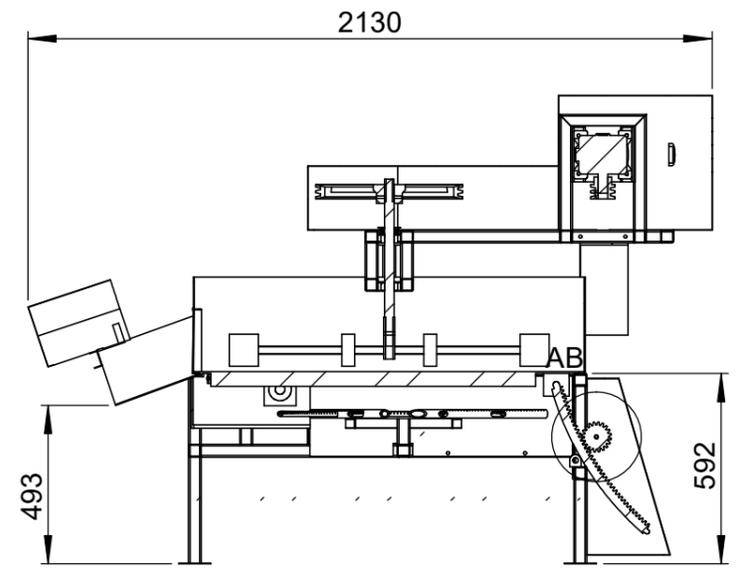
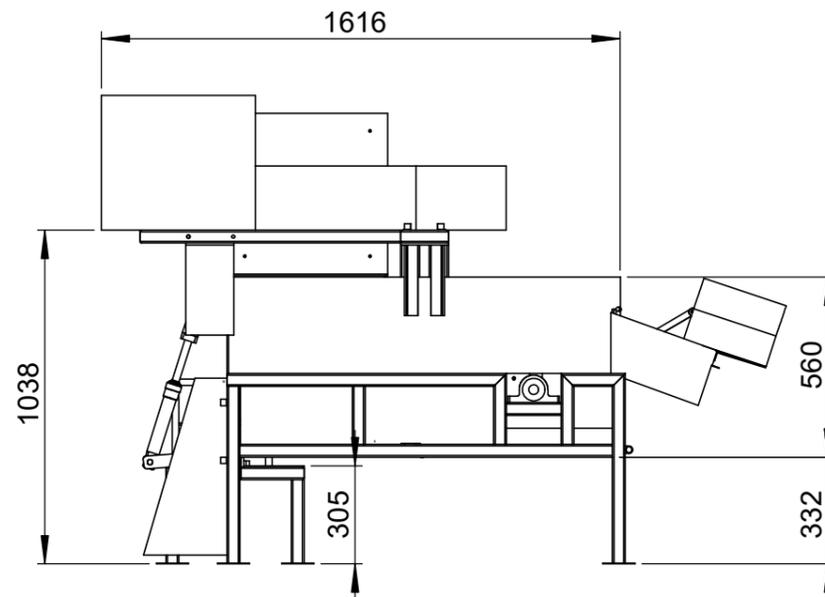


Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:15			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
MATERIALES		+/- 2mm	Nº01	Máquina tostadora de cereales	UTC-MTC-3D

VISTA FRONTAL

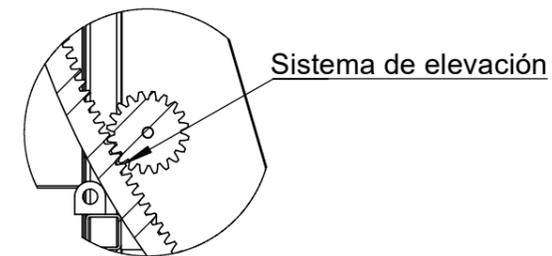
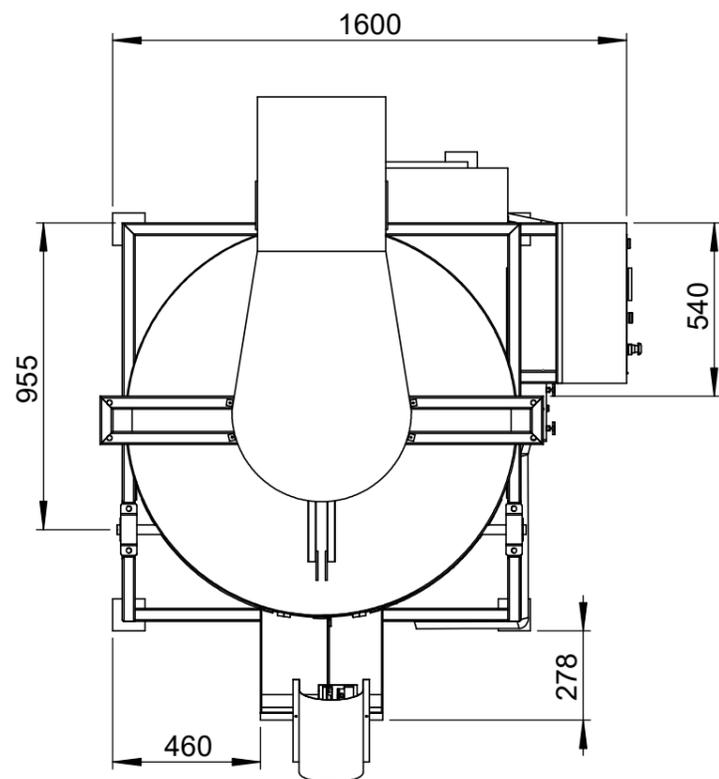


VISTA LAT. IZQUIERDA

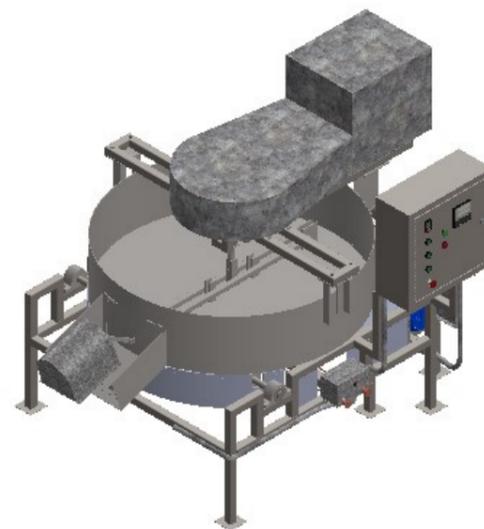


SECCIÓN Z-Z
ESCALA 1 : 22

VISTA SUPERIOR



DETALLE AB
ESCALA 1 : 8



ESCALA 1 : 30

008	Ensamblaje 8	VARIOS	10	1	UTC-MTC-E8-008
007	Ensamblaje 7	VARIOS	9	1	UTC-MTC-E7-007
006	Ensamblaje 6	VARIOS	8	1	UTC-MTC-E6-006
005	Ensamblaje 5	VARIOS	7	1	UTC-MTC-E5-005
004	Ensamblaje 4	VARIOS	6	1	UTC-MTC-E4-004
003	Ensamblaje 3	VARIOS	5	1	UTC-MTC-E3-003
002	Ensamblaje 2	VARIOS	4	1	UTC-MTC-E2-002
001	Ensamblaje 1	VARIOS	3	1	UTC-MTC-E1-001
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES

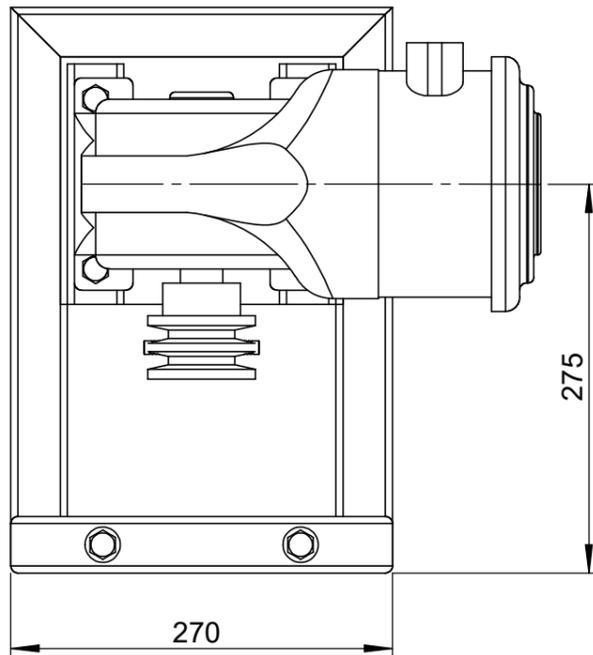


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

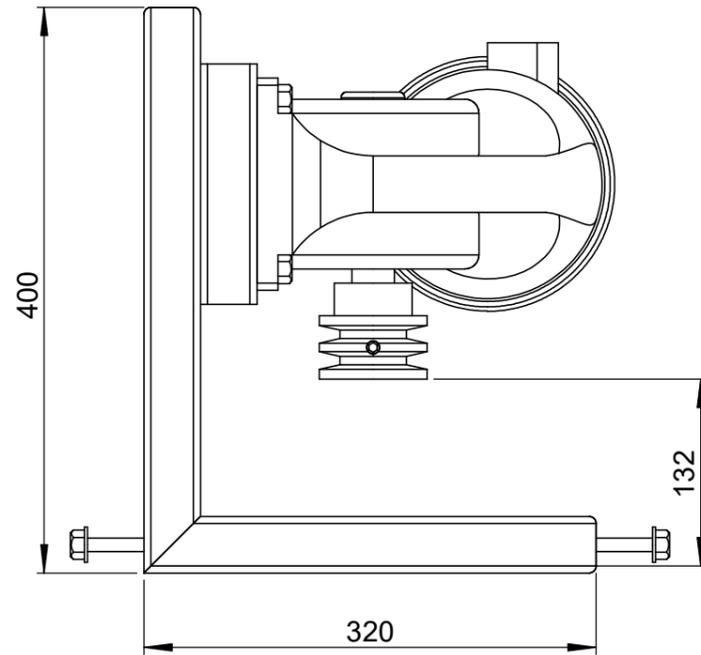


Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:22			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
VARIOS		+/- 2%	Nº02	Máquina tostadora de cereales	UTC-MTC

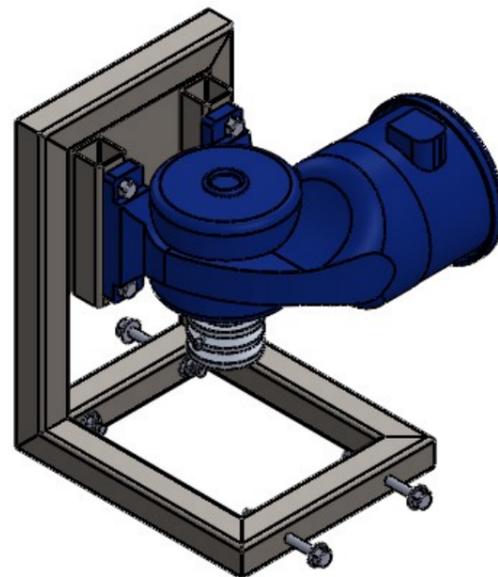
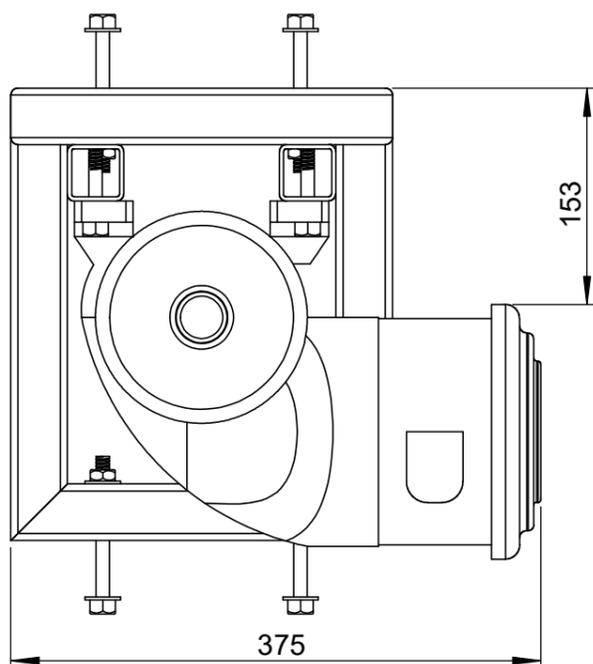
VISTA FRONTAL



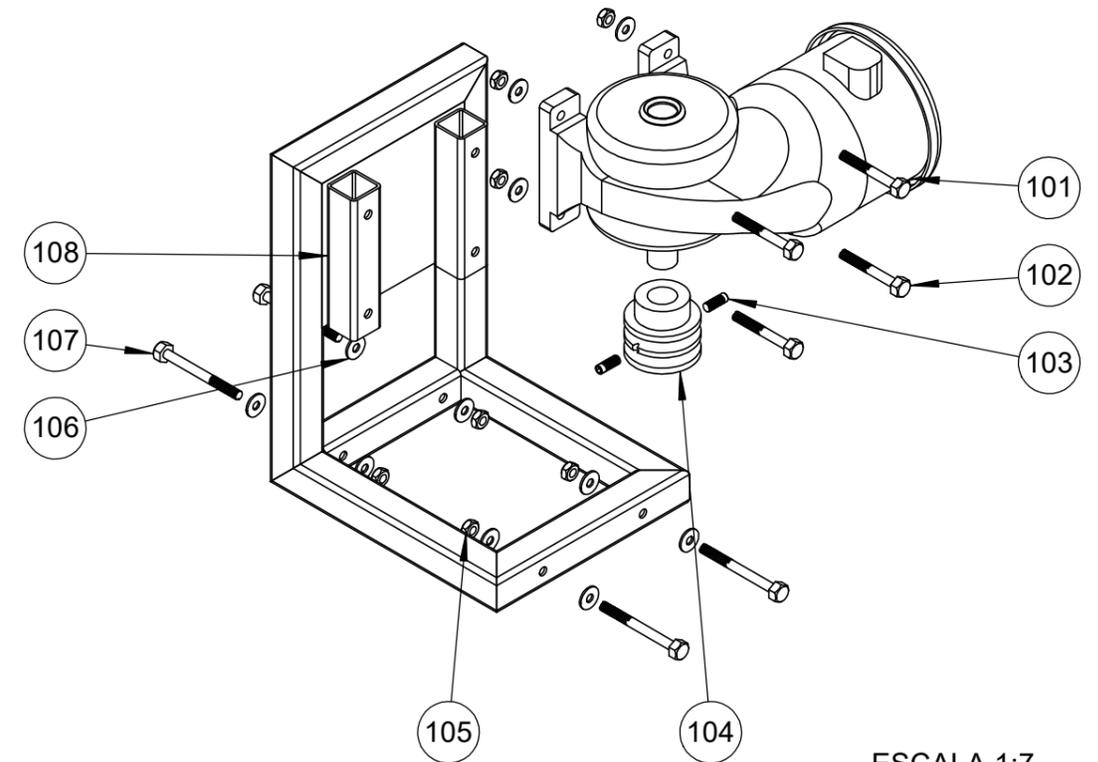
VISTA LAT. IZQUIERDA



VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:7



ESCALA 1:7

108	Base de motor trifásico	ASTM A36	11	1	UTC-MTC-ET-108
107	Tornillo 3/8"x4"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
106	Arandela plana 3/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	12	-----
105	Tuerca 3/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	8	-----
104	Polea 3"	ALUMINIO	12	1	UTC-MTC-P1-104
103	Tornillo de ajuste hexagonal 3/8"x1"	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
102	Tornillo 3/8"x3"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
101	Motor trifásico	N/E	ADQUIRIDO	1	-----
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES

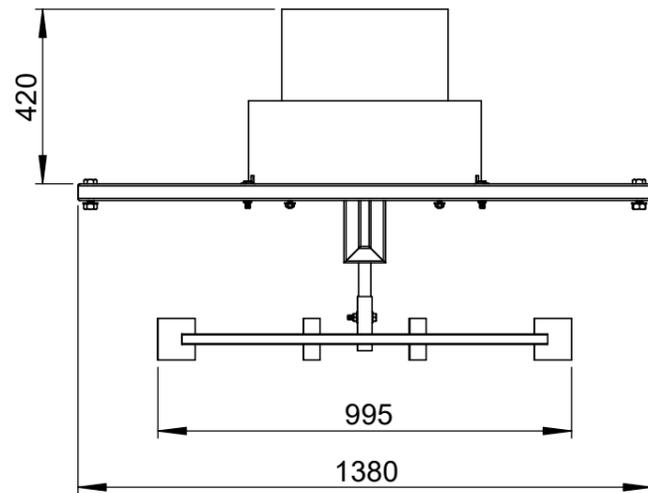


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

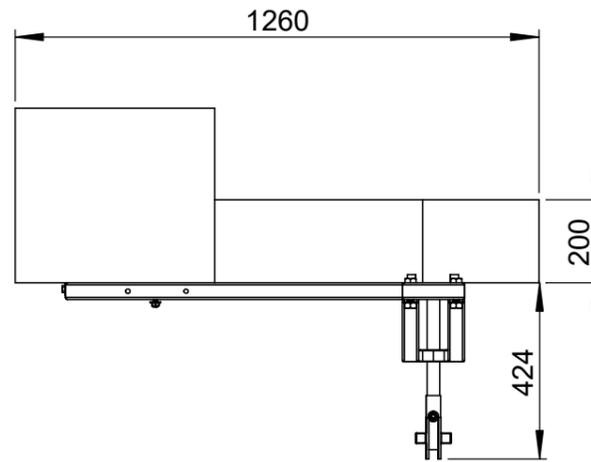


Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:5			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C		Nombre:	Denominación:	
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°03	Ensamblaje 001	UTC-MTC-E1-001
VARIOS		+/- 2%			

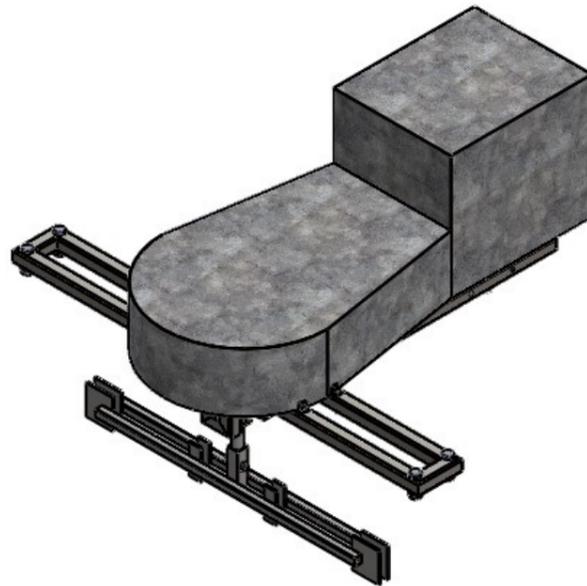
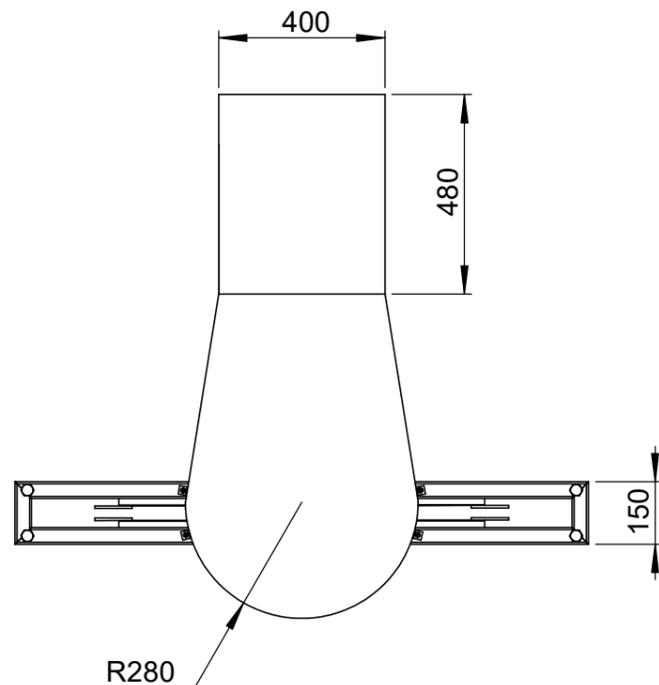
VISTA FRONTAL



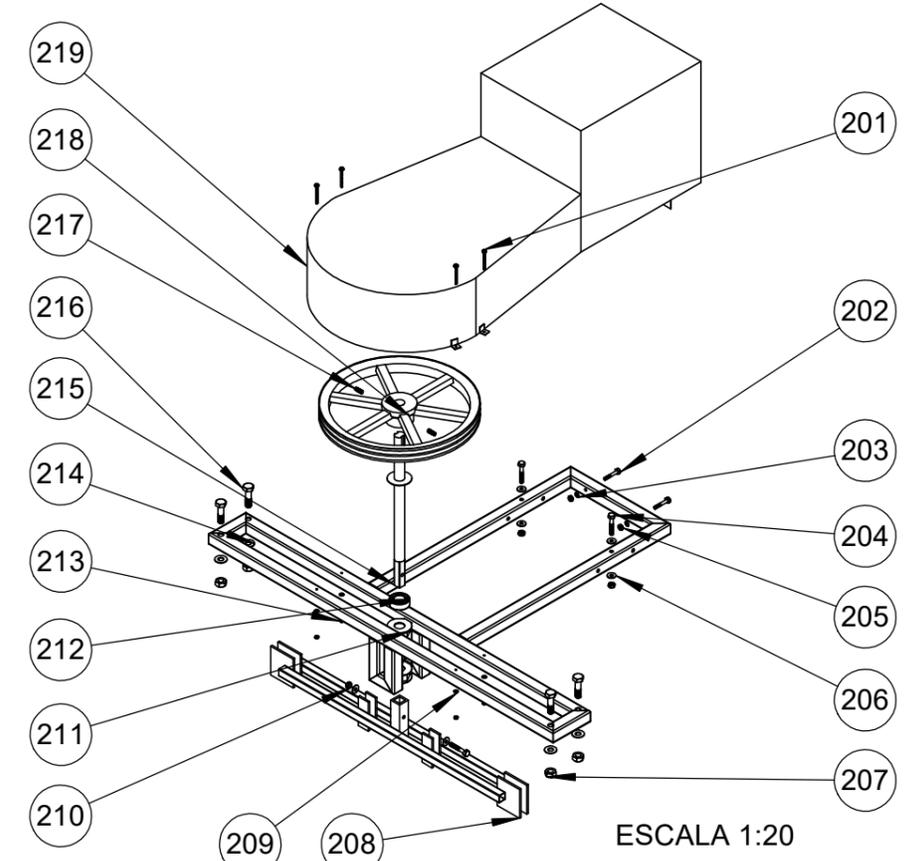
VISTA LAT. IZQUIERDA



VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:17



ESCALA 1:20

219	Tapa ST	Acero galva.	13	1	UTC-MTC-TST-219
218	Polea 18"	ALUMINIO	14	1	UTC-MTC-TP2-218
217	Tornillo de ajuste hexagonal 3/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
216	Tornillo 5/8"x3"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
215	Eje de transmisión	AISI 304	15	1	UTC-MTC-EJT-215
214	Arandela plana 5/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
213	Tuerca 4.5mm	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
212	Rodamiento para eje de 1 1/4"		ADQUIRIDO	1	-----
211	Base de polea	ASTM A36	16	1	UTC-MTC-BP-211
210	Tuerca 3/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	3	-----
209	Arandela plana 4.5mm	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
208	Aspas	AISI 304	17	1	UTC-MTC-AP-208
207	Tuerca 5/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
206	Arandela plana 3/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	6	-----
205	Tuerca 5/16"	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
204	Tornillo 3/8"x3"	ASTM A307	ADQUIRIDO	3	-----
203	Arandela plana 5/16"	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
202	Tornillo 5/16"x2"	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
201	Tornillo 4.5mmx5cm	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	N.º DE PIEZA	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES

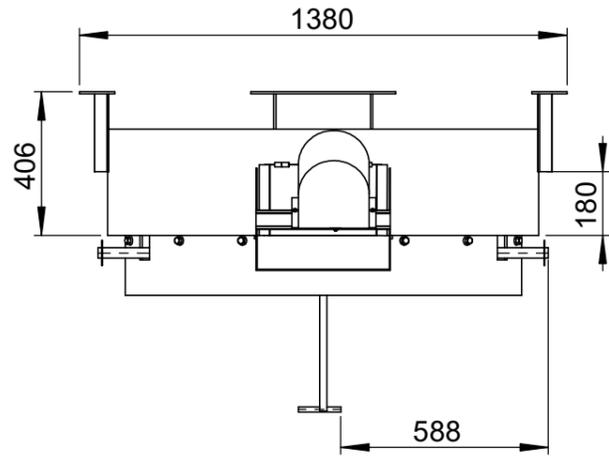


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

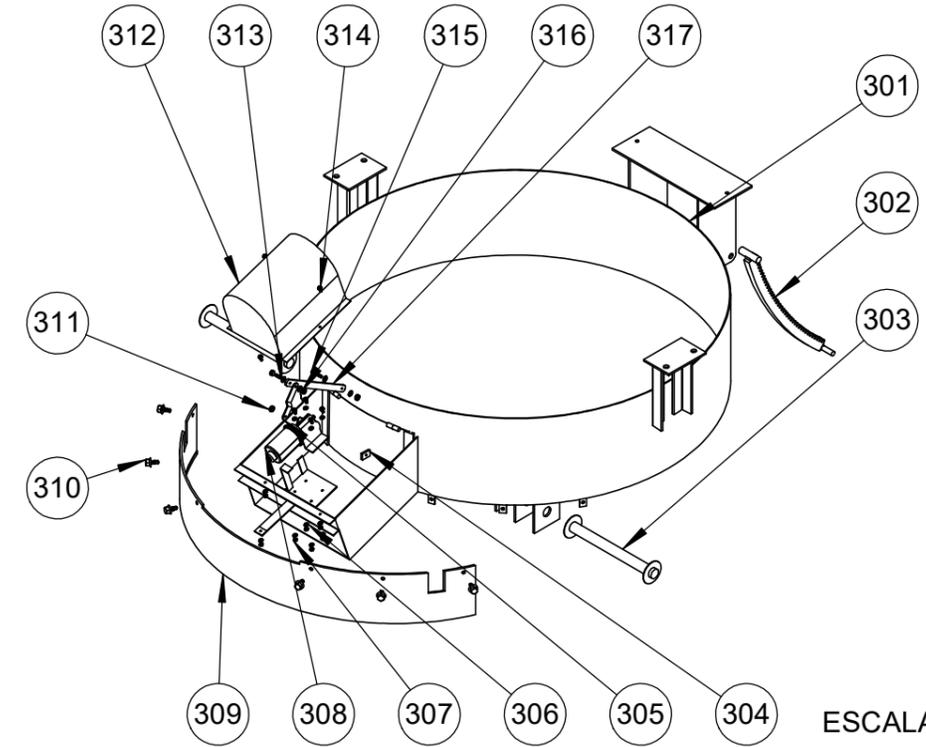
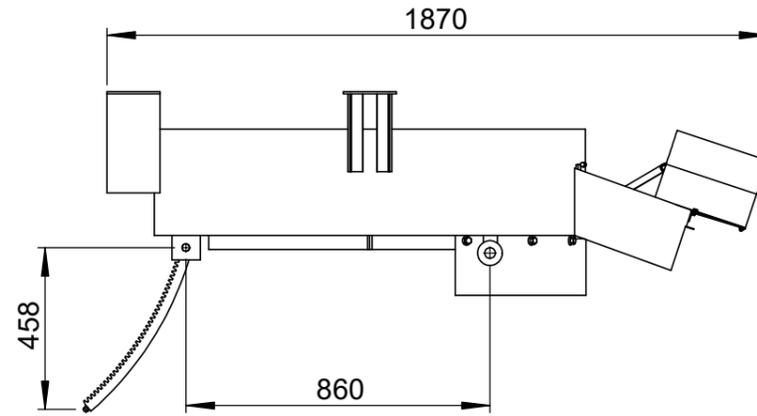


Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:17			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
VARIOS		+/- 2%	Nº04	Ensamblaje 002	UTC-MTC-E2-002

VISTA FRONTAL

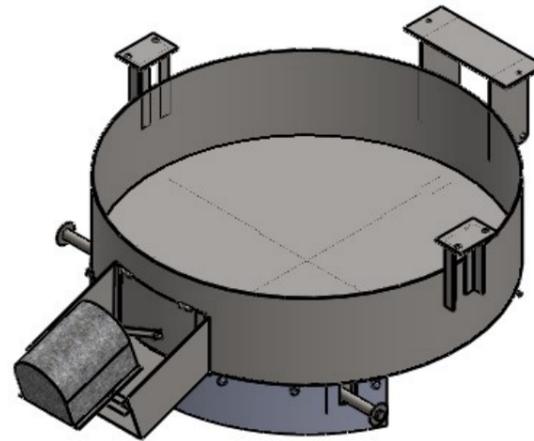
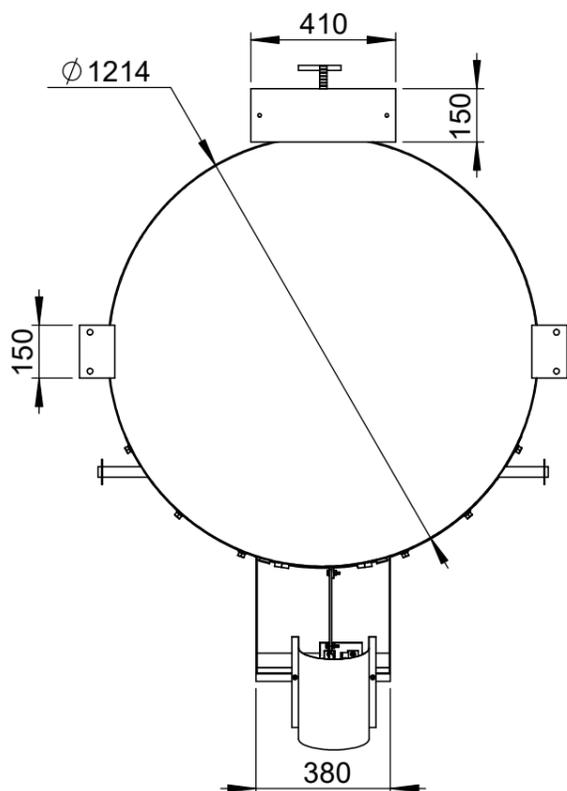


VISTA LAT. IZQUIERDA



ESCALA 1:20

VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:20

317	Barra 2 compuerta	AISI 304	18	1	UTC-MTC-B2-317
316	Tuerca 1/4"	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
315	Tornillo 1/4"	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
314	Tornillo 4.5mmx25cm	ASTM A307	ADQUIRIDO	7	-----
313	Arandea plana 1/4"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
312	Tapa motor DC	Acero galva.	19	1	UTC-MTC-TM-312
311	Tuerca 5/16"	ASTM A307	ADQUIRIDO	1	-----
310	Tornillo autoperforante 3/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	6	-----
309	Protección del quemador	Acero galva.	20	1	UTC-MTC-PQ-309
308	Motor DC	N/E	ADQUIRIDO	1	-----
307	Tuerca 4.5mm	ASTM A307	ADQUIRIDO	7	-----
306	Arandela plana 4.5mm	ASTM A307	ADQUIRIDO	7	-----
305	Barra 1 compuerta	ASTM A36	21	1	UTC-MTC-B1-305
304	Puerta cámara de tostado	AISI 304	22	1	UTC-MTC-PCT-304
303	Eje de soporte	AISI 1020	23	2	UTC-MTC-EJS-303
302	Engrane cremallera	AISI 1023	24	1	UTC-MTC-EJC-302
301	Cámara de tostado	AISI 304	25	1	UTC-MTC-CT-301
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES

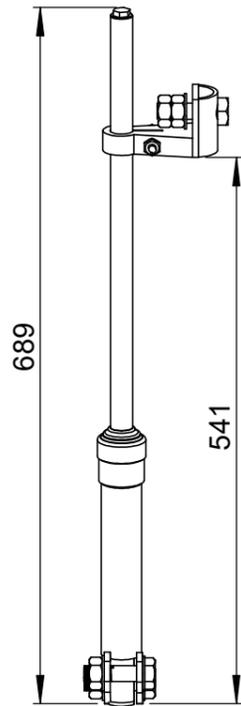


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

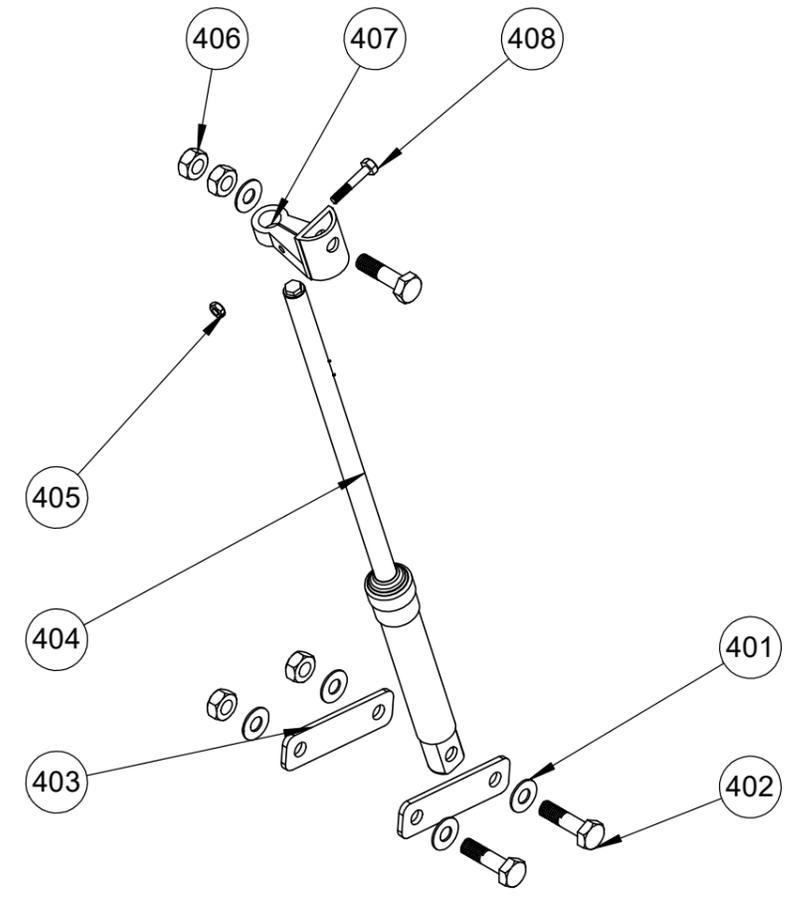
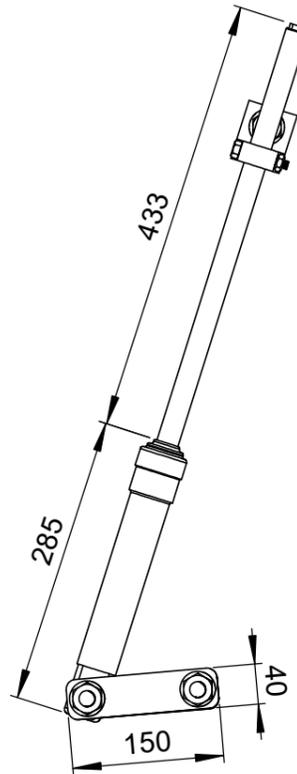


Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:20		
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Número Lámina	Nombre:	Denominación:
VARIOS		Nº05	Ensamblaje 003	UTC-MTC-E3-003
		Tolerancias:		
		+/- 2%		

VISTA FRONTAL

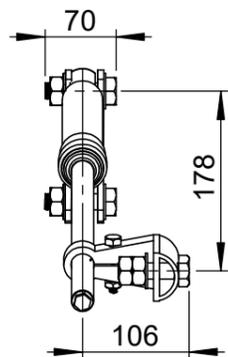


VISTA LAT. IZQUIERDA



ESCALA 1:7

VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:7

408	Tornillo 5/16"x2"	ASTM A307	ADQUIRIDO	1	-----
407	Base regulable amortiguador		26	1	UTC-MTC-BA-407
406	Tuerca 5/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
405	Tuerca 5/16"	ASTM A307	ADQUIRIDO	1	-----
404	Amortiguador de resorte		ADQUIRIDO	1	-----
403	Pieza móvil	ASTM A36	27	2	UTC-MTC-PM-403
402	Tornillo 5/8"x2"	ASTM A307	ADQUIRIDO	3	-----
401	Arandela plana 5/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	6	-----
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES

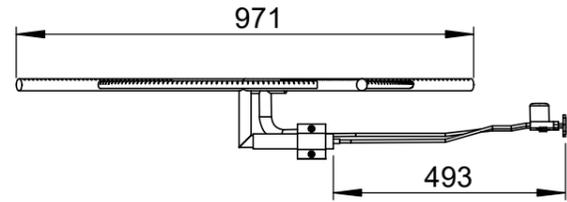


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

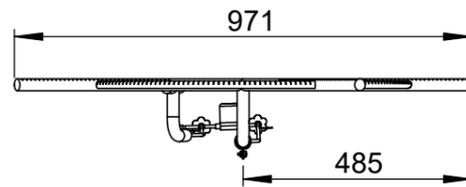


Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:7			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C		Nombre:	Denominación:	
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°06	Ensamblaje 004	UTC-MTC-E4-004
VARIOS		+/- 2%			

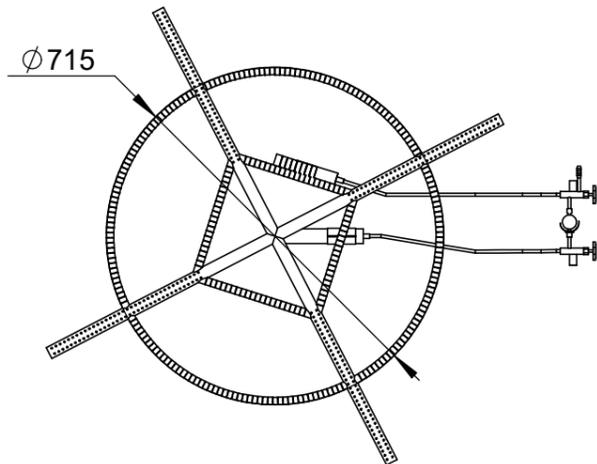
VISTA FRONTAL



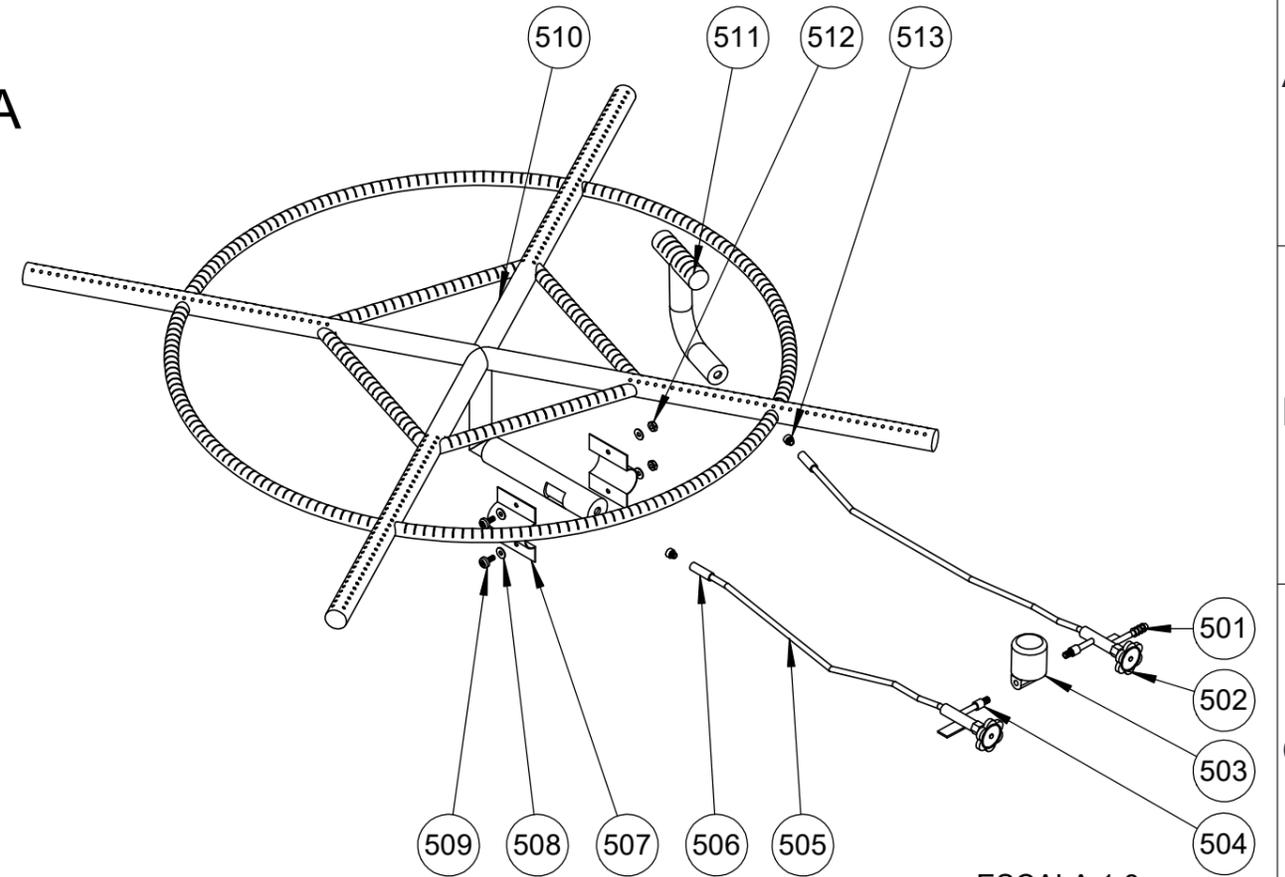
VISTA LAT. IZQUIERDA



VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:15



ESCALA 1:8

513	Esprea	Latón	ADQUIRIDO	2	-----
512	Tuerca 4.5mm	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
511	Quemador secundario	ASTM A36	28	1	UTC-MTC-QS-511
510	Quemador principal	ASTM A36	29	1	UTC-MTC-QP-510
509	Tornillo 4.5mmx1cm	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
508	Arandela plana 4.5mm	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
507	Pieza para admisión de aire	Acero galva.	30	2	UTC-MTC-PAA-507
506	Esprea hembra 1/4"	Latón	ADQUIRIDO	2	-----
505	Tubería de 1/4"	Cobre	ADQUIRIDO	1.5m	-----
504	Adaptador rosca macho 1/4"	Latón	ADQUIRIDO	2	-----
503	Electroválvula 1/4"	Latón	ADQUIRIDO	1	-----
502	Robinete cocina industrial	Latón	ADQUIRIDO	2	-----
501	Conector	Latón	ADQUIRIDO	1	-----
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES



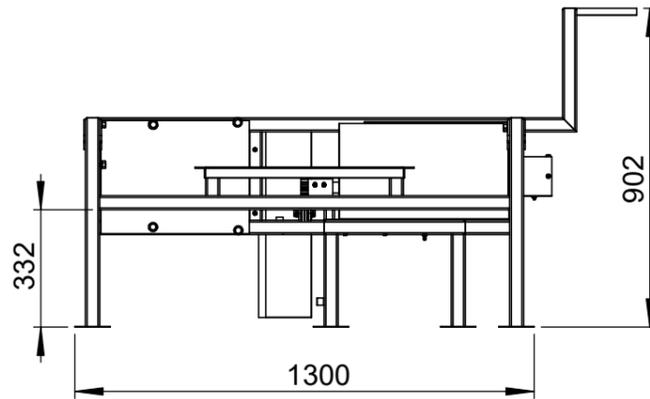
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



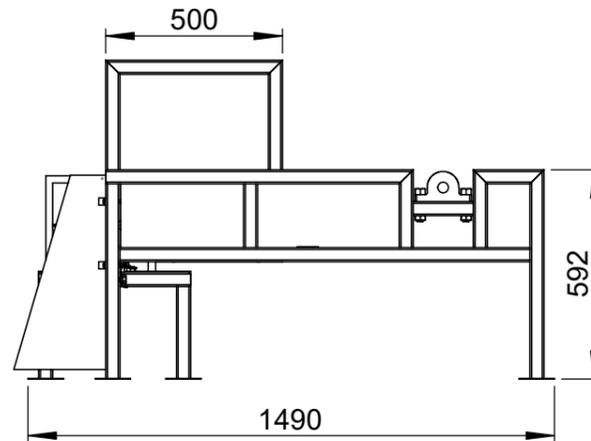
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:15		
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Número Lámina	Nombre:	Denominación:
VARIOS		Nº07	Ensamblaje 005	UTC-MTC-E5-005

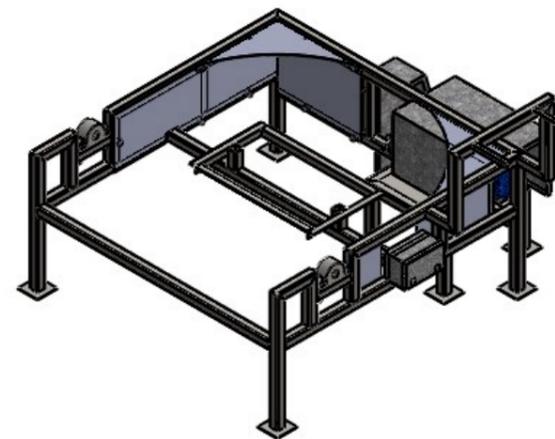
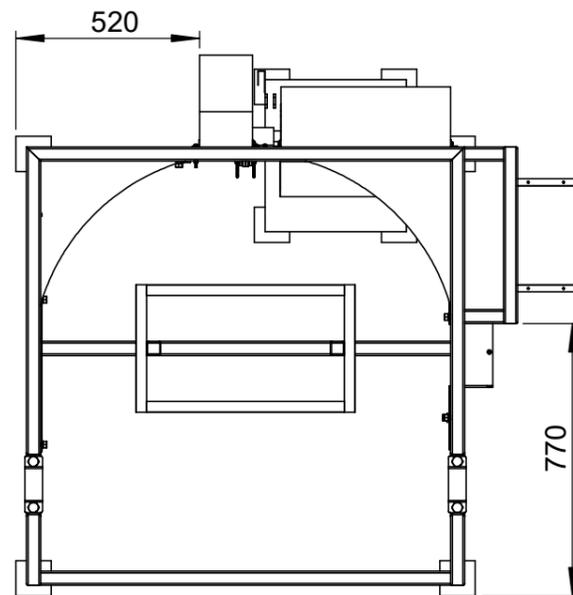
VISTA FRONTAL



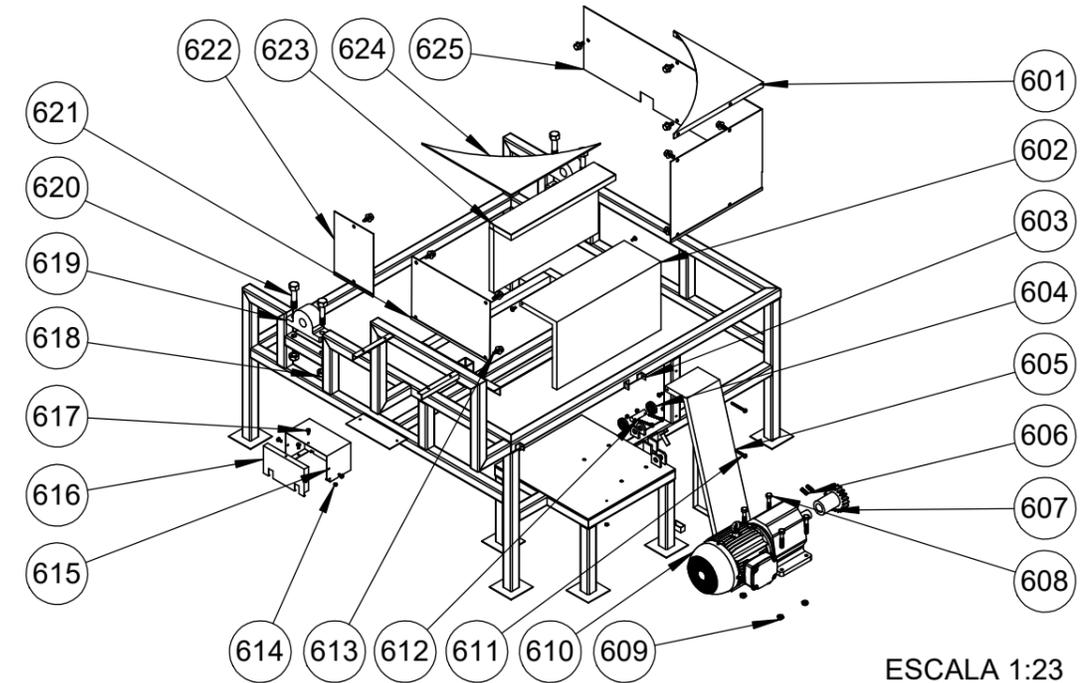
VISTA LAT. IZQUIERDA



VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:25



ESCALA 1:23

625	Protección 1	Acero galva.	31	1	UTC-MTC-P1-625
624	Protección 3	Acero galva.	32	1	UTC-MTC-P3-624
623	Protección motor2	ASTM A36	33	1	UTC-MTC-PM-623
622	Protección 5	Acero galva.	34	1	UTC-MTC-P5-622
621	Protección 4	Acero galva.	35	1	UTC-MTC-P4-621
620	Tornillo 5/8"x3"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
619	Chumacera de piso UCP 207 -20		ADQUIRIDO	2	-----
618	Tuerca 5/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
617	Tornillo 4.5mmx1cm	ASTM A307	ADQUIRIDO	5	-----
616	Caja perillas 2	Acero galva.	36	1	UTC-MTC-CP-616
615	Caja perillas 1	Acero galva.	37	1	UTC-MTC-CP-615
614	Tuerca 4.5mm	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
613	Tornillo autoperforante 3/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	15	-----
612	Eje PRB d12 - D 32	AISI 1020	38	1	UTC-MTC-PR-612
611	Tornillo 4.5mmx5cm	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
610	Motor trifásico	N/E	ADQUIRIDO	1	-----
609	Tuerca 3/8"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
608	Tornillo 3/8"x1"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
607	Piñón 2		39	1	UTC-MTC-P2-607
606	Tornillo de ajuste hexagonal 3/8"x1"	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
605	Caja PCR	Acero galva.	40	1	UTC-MTC-PC-605
604	Rodamiento de bolas d 12 - D 32		ADQUIRIDO	2	-----
603	Base estructura	ASTM A36	41	1	UTC-MTC-BE-603
602	Protección motor 1	ASTM A36	42	1	UTC-MTC-PM-602
601	Protección 2	Acero galva.	43	1	UTC-MTC-P2-601
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES



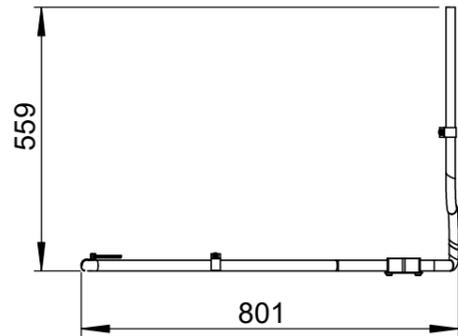
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



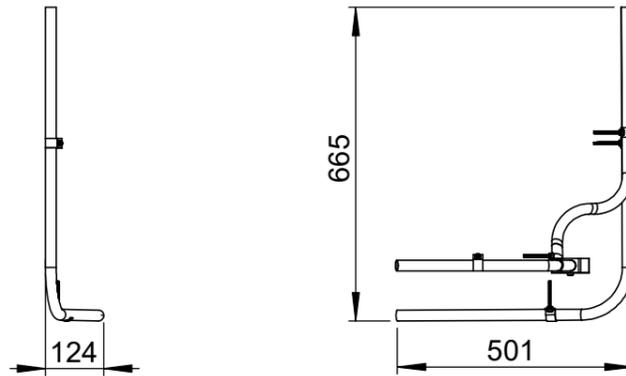
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:20			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
VARIOS		+/- 2%	Nº08	Ensamblaje 006	UTC-MTC-E6-006

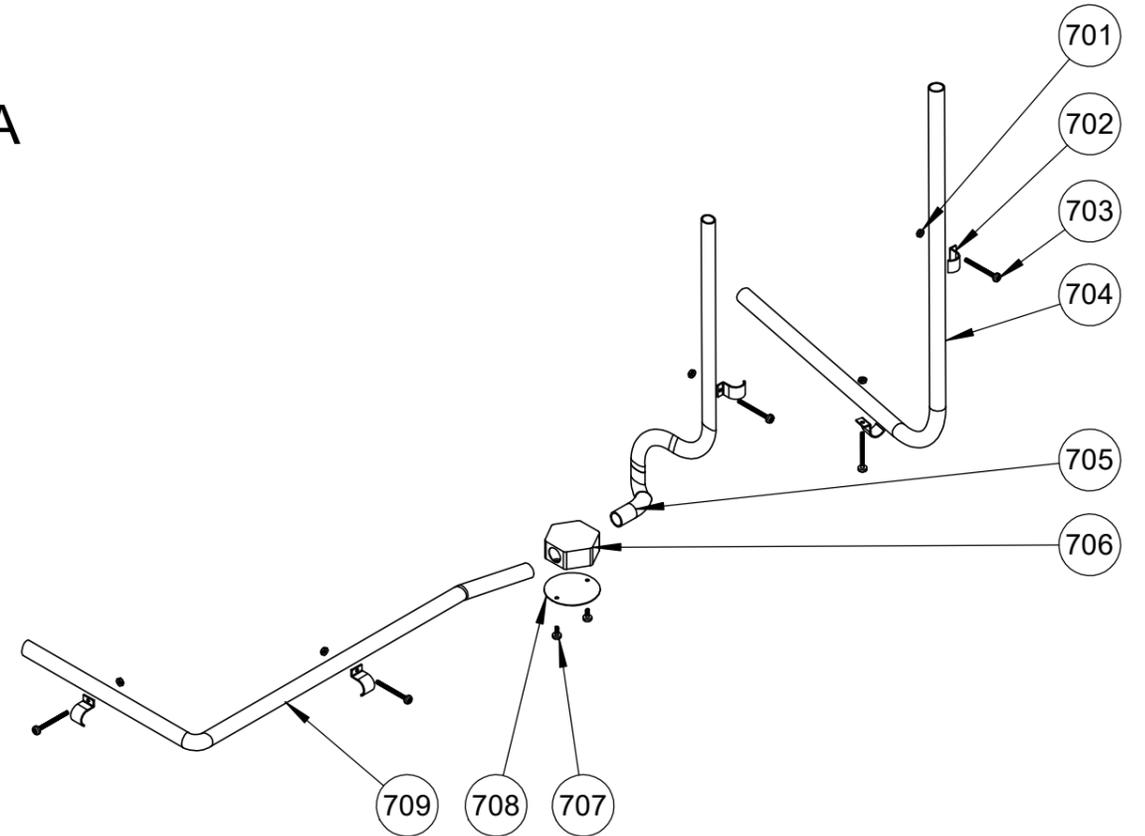
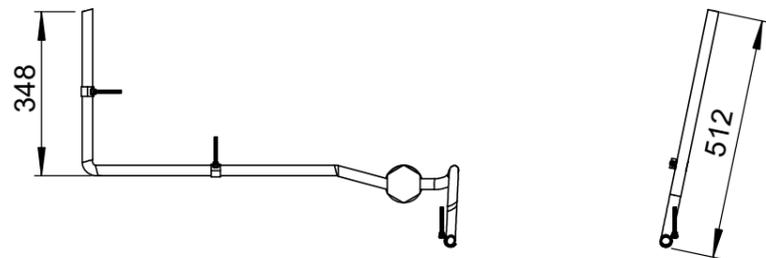
VISTA FRONTAL



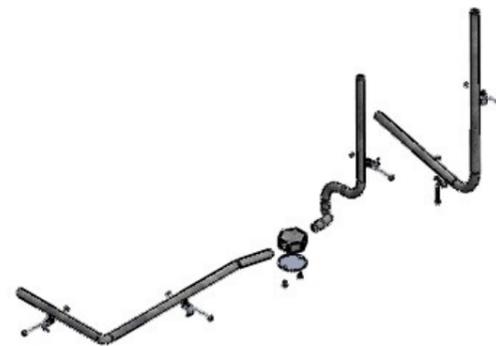
VISTA LAT. IZQUIERDA



VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:10



ESCALA 1:20

709	Tubería eléctrica 3	Acero galva.	44	1	UTC-MTC-TE3-709
708	Tapa ciega redonda	Acero inox.	ADQUIRIDO	1	-----
707	Tornillo 4.5mmx1cm	ASTM A307	ADQUIRIDO	2	-----
706	Cajetín hexagonal	Acero inox.	ADQUIRIDO	1	-----
705	Tubería eléctrica 2	Acero galva.	45	1	UTC-MTC-TE2-705
704	Tubería eléctrica 1	Acero galva.	46	1	UTC-MTC-TE1-704
703	Tornillo 4.5mmx5cm	ASTM A307	ADQUIRIDO	5	-----
702	Abrazadera 15/16"	Acero inox.	ADQUIRIDO	5	-----
701	Tuerca 4.5mm	ASTM A307	ADQUIRIDO	5	-----
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES

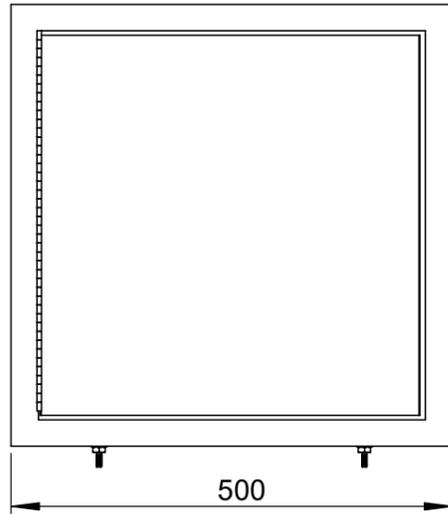


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

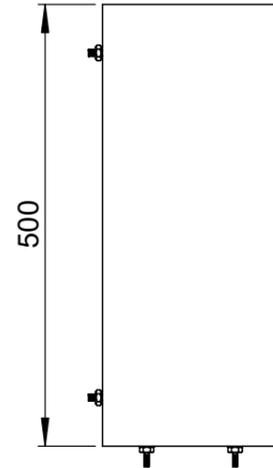


Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:15			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°09	Nombre: Ensamblaje 007	Denominación: UTC-MTC-E7-007
VARIOS		+/- 2%			

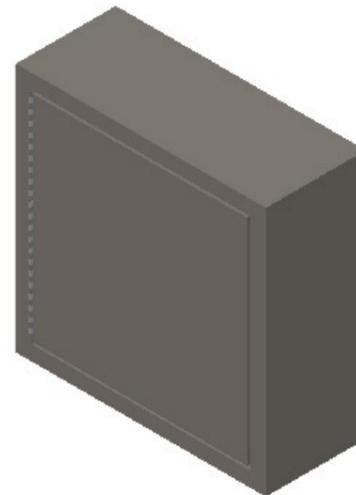
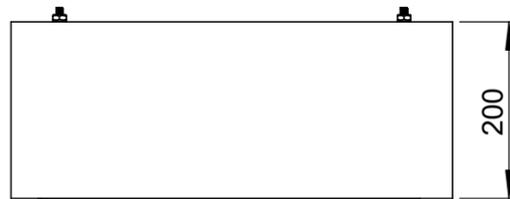
VISTA FRONTAL



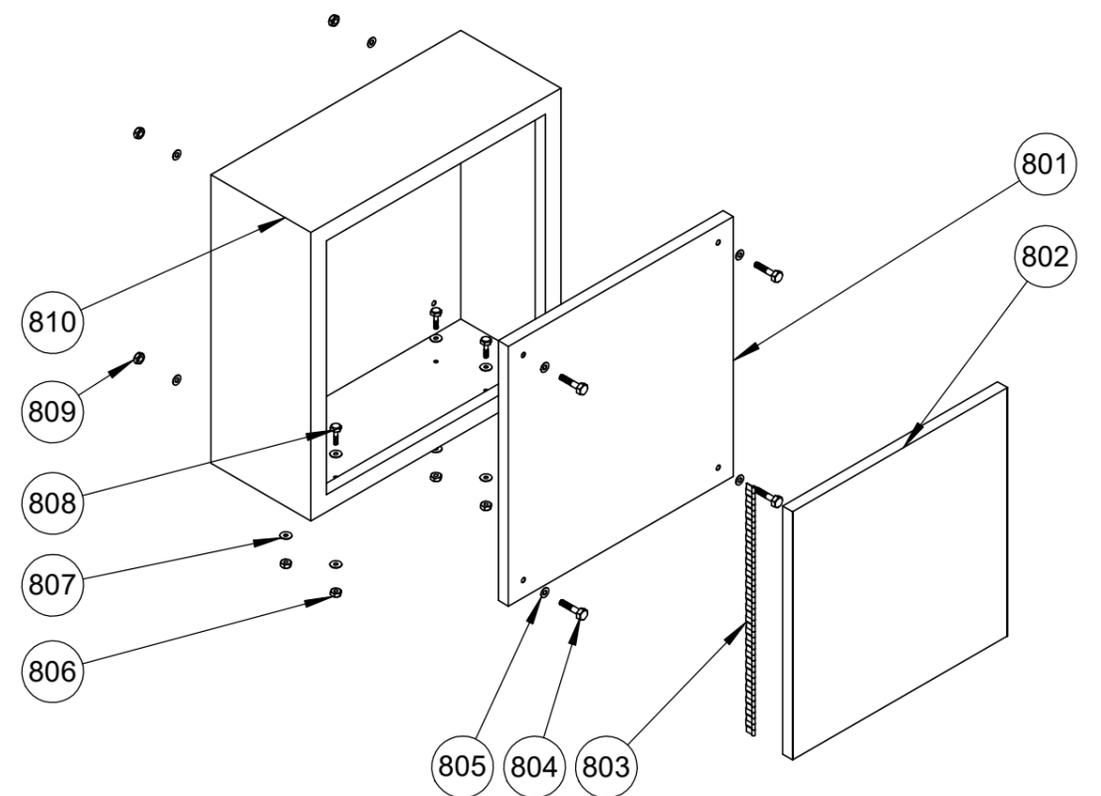
VISTA LAT. IZQUIERDA



VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:10



ESCALA 1:10

810	Pieza TC1	ASTM A36	47	1	UTC-MTC-PTC-810
809	Tuerca 5/16"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
808	Tornillo 1/4"x1"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
807	Arandela plana 1/4"	ASTM A307	ADQUIRIDO	8	-----
806	Tuerca 1/4"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
805	Arandela plana 5/16"	ASTM A307	ADQUIRIDO	8	-----
804	Tornillo 5/16"x1-1/2"	ASTM A307	ADQUIRIDO	4	-----
803	Bisagra continua tipo plano	AISI 310	ADQUIRIDO	1	-----
802	Pieza TC3	ASTM A36	48	1	UTC-MTC-PTC-802
801	Pieza TC2	ASTM A36	49	1	UTC-MTC-PTC-801
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	N.º DE LÁMINA	CANTIDAD	OBSERVACIONES

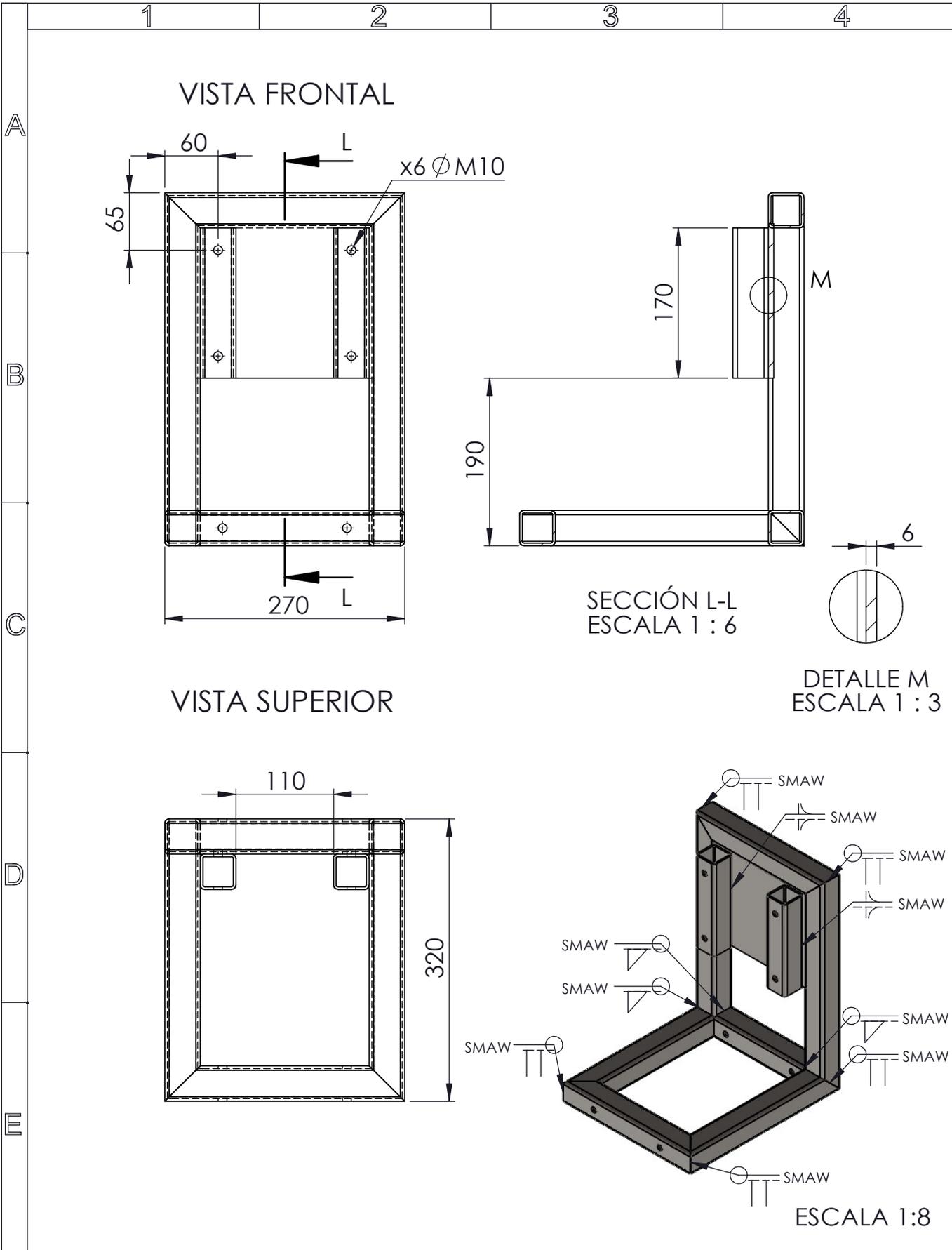


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA

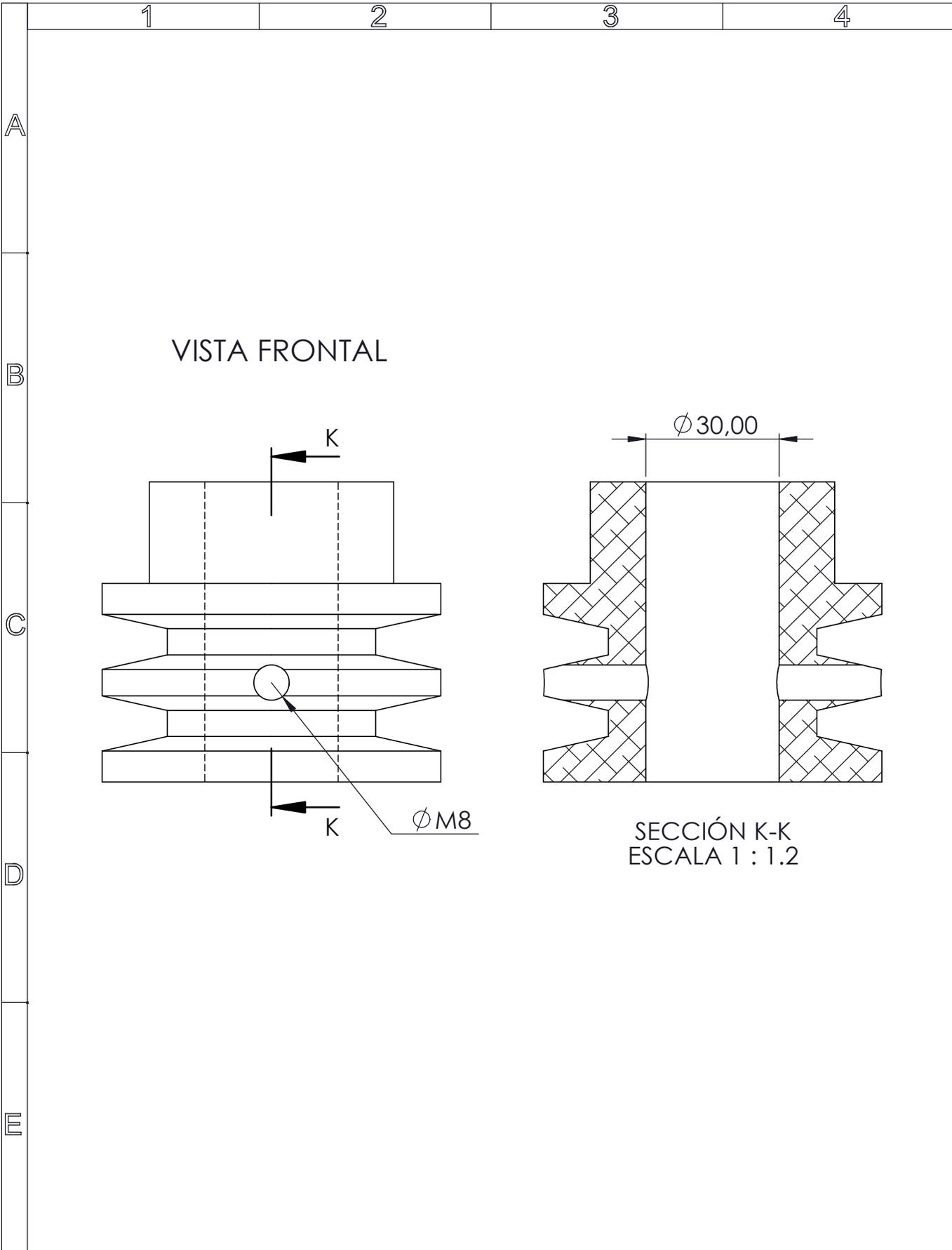
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:8			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
VARIOS		+/- 2%	Nº10	Ensamblaje 008	UTC-MTC-E8-008



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



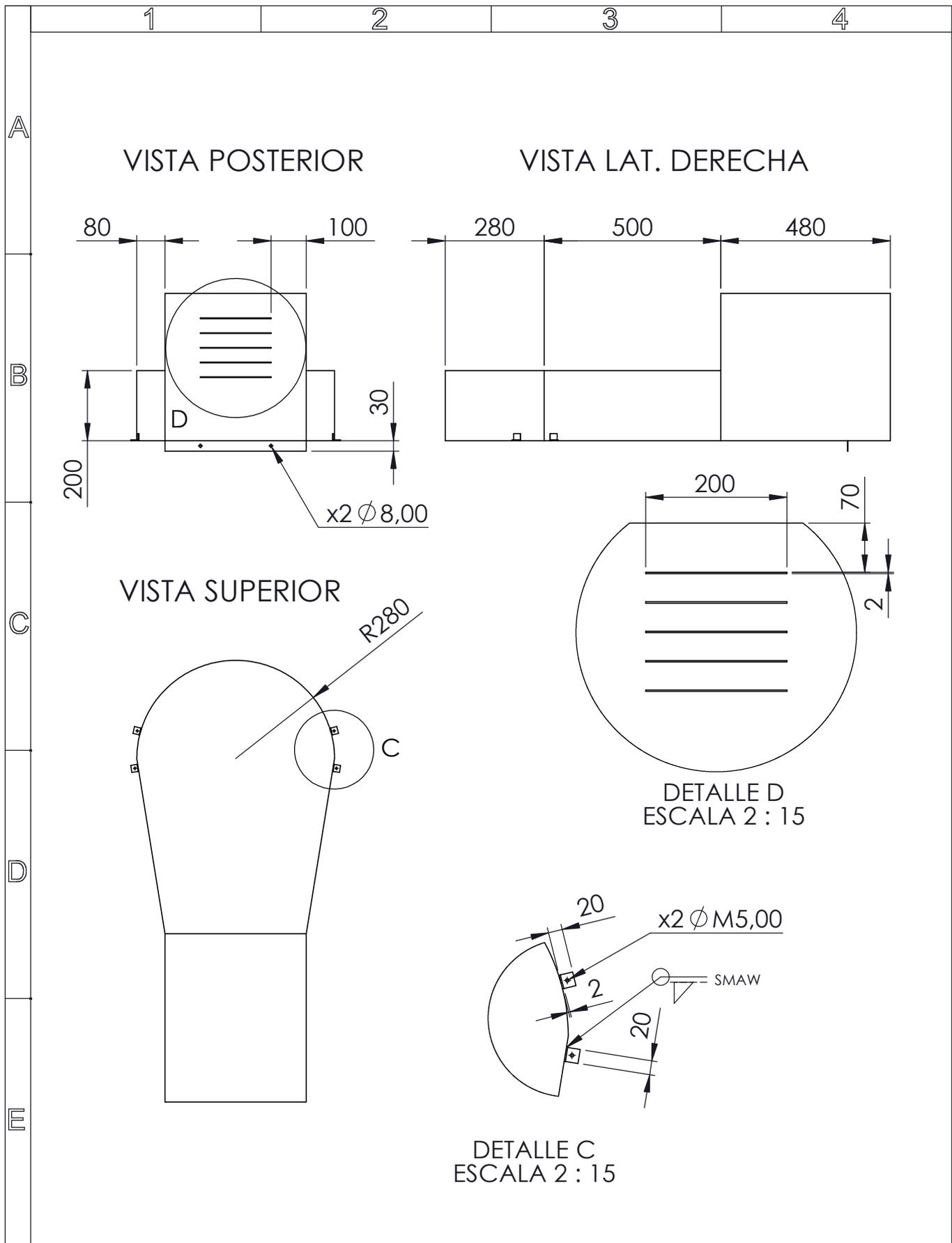
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:6		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales: Tubo cuadrado 40x40x3 ASTM A36		Tolerancias: +/- 2%	Número Lámina N°11	Nombre: Base de motor trifásico	Denominación: UTC-MTC-ET-108



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



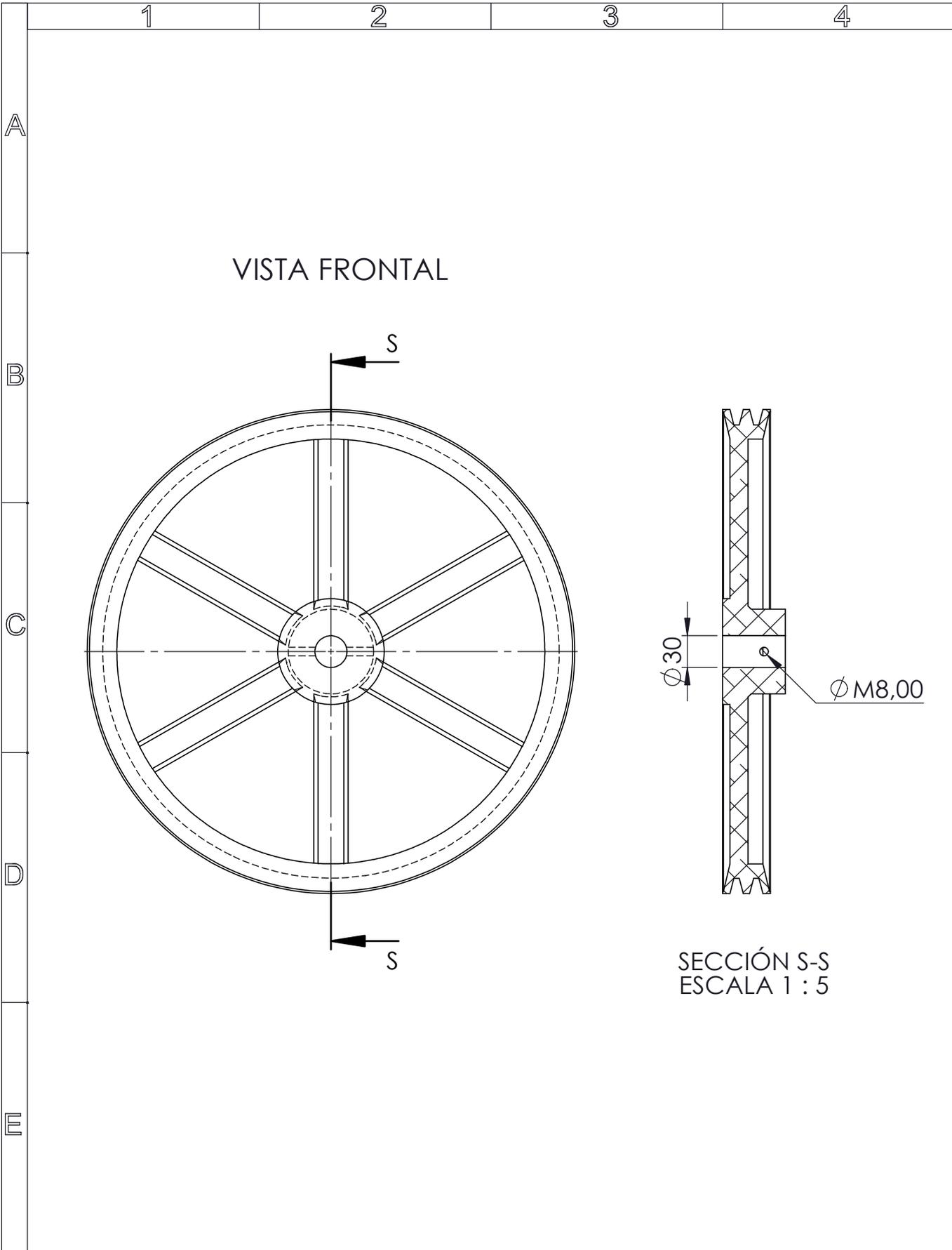
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:1.2		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°12	Nombre:	Denominación:
Aluminio		+/- 2%		Polea 3"	UTC-MTC-P1-104



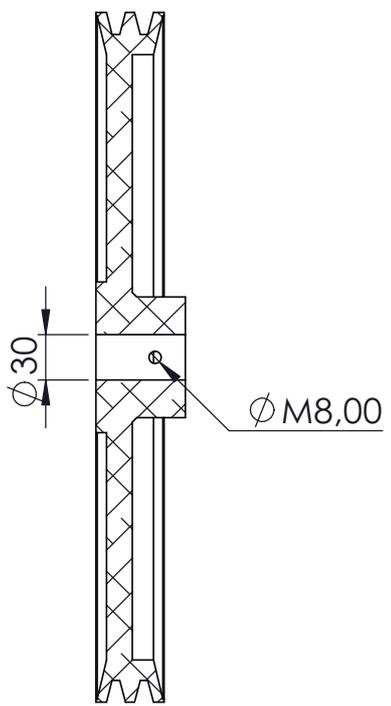
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:5		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 Acero galva.		+/- 2%	N°13	Tapa ST	UTC-MTC-TST-219



VISTA FRONTAL



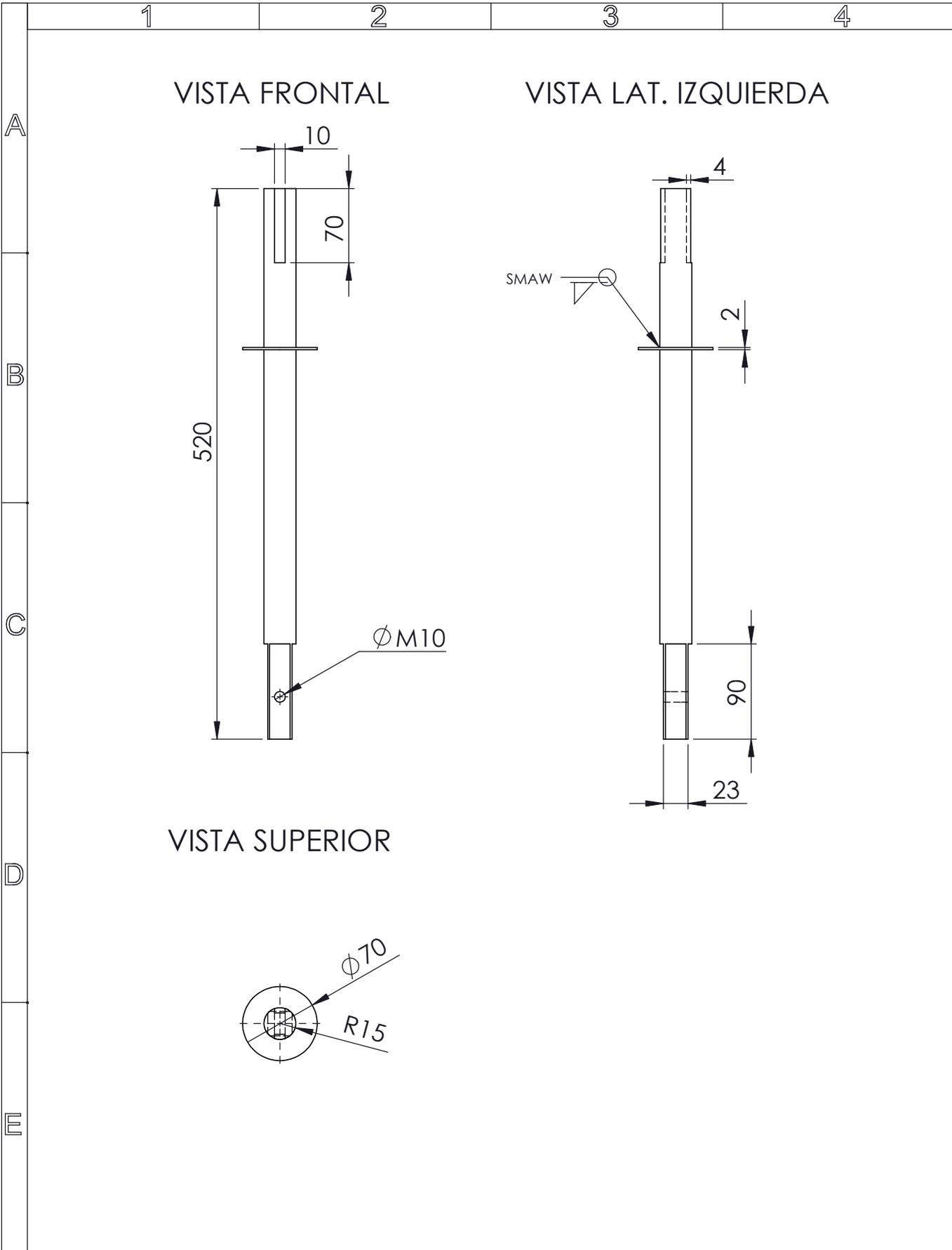
SECCIÓN S-S
ESCALA 1 : 5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



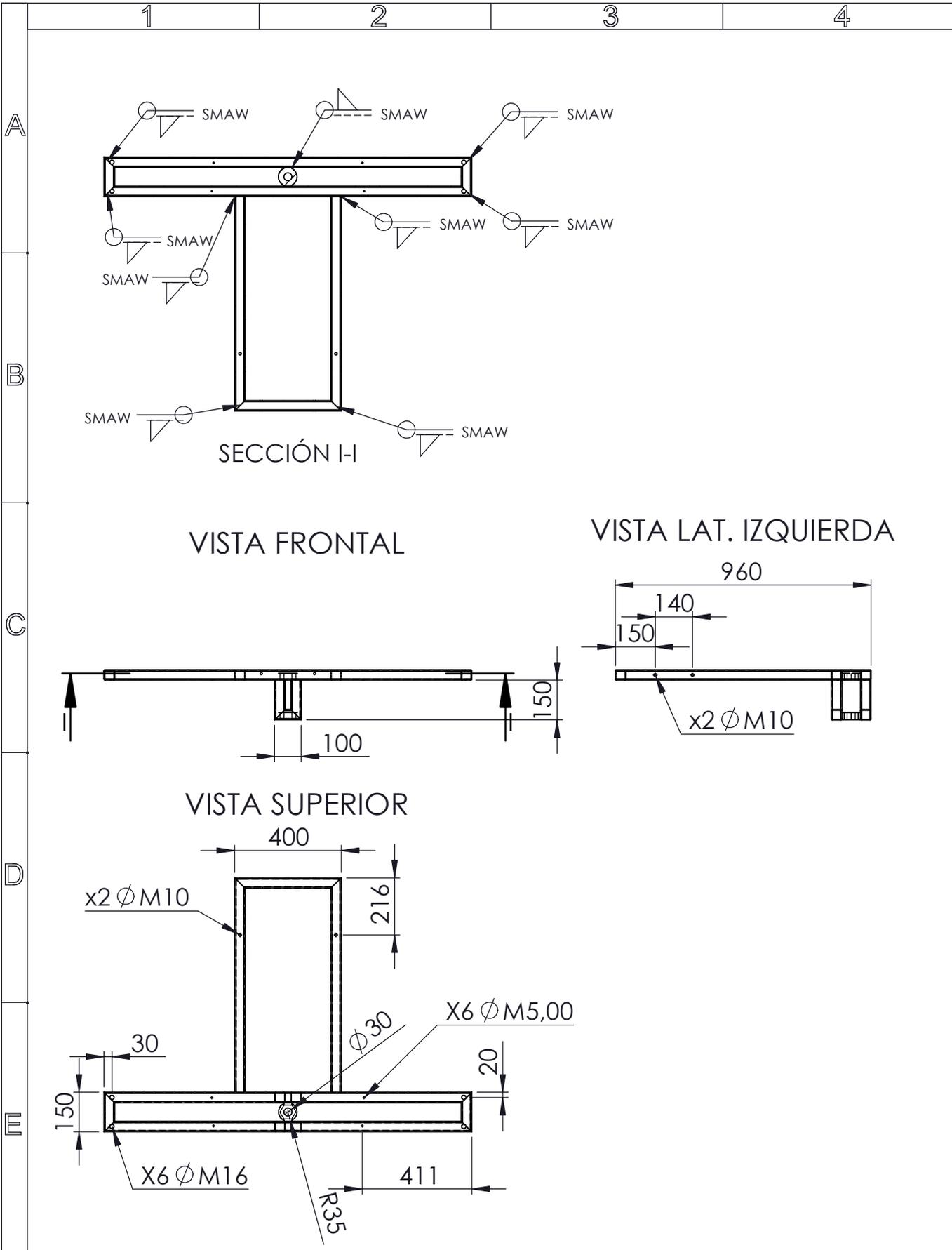
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:5		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°14	Nombre:	Denominación:
Aluminio		+/- 2%		Polea 18"	UTC-MTC-TP2-218



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



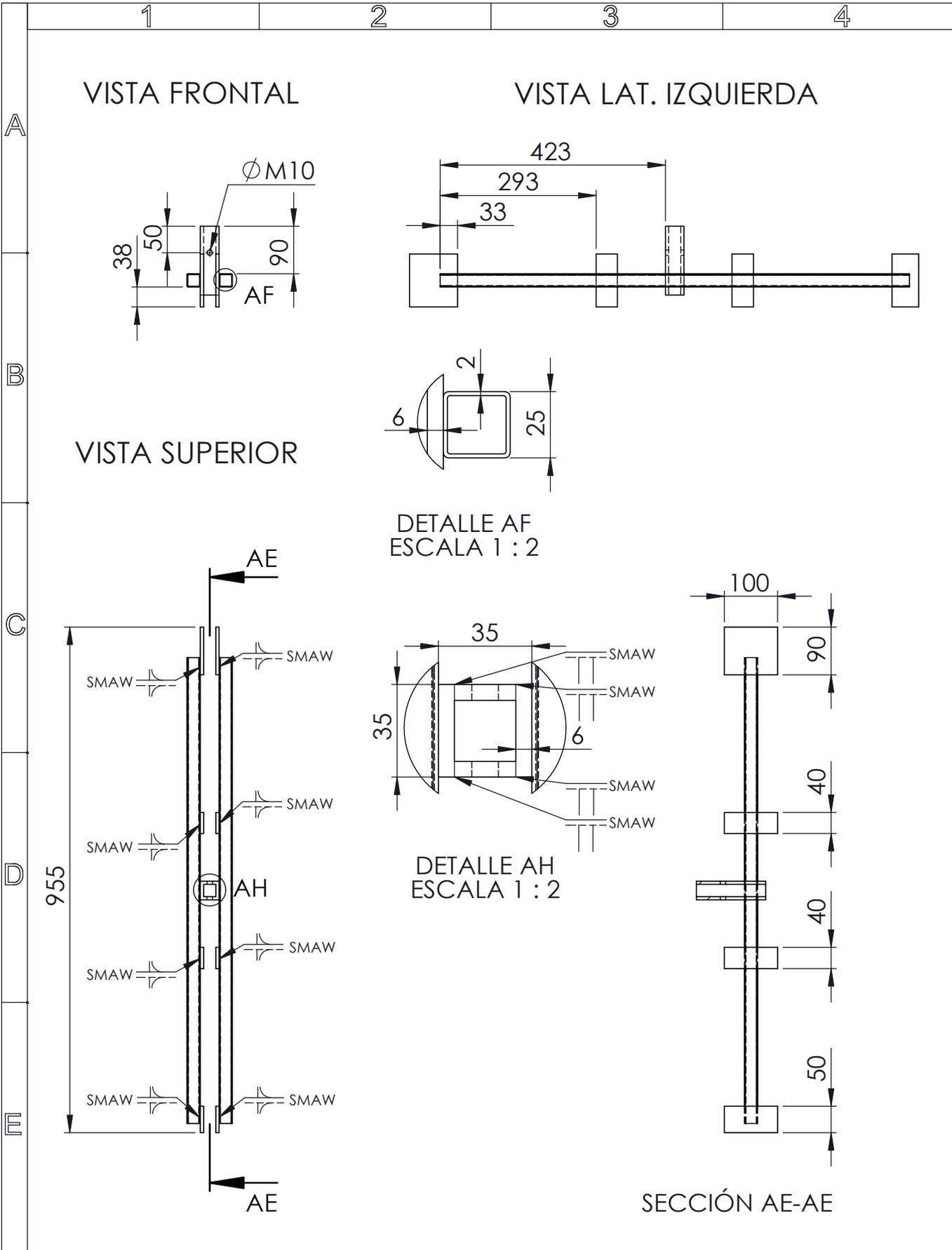
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:5		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°15	Nombre:	Denominación:
AISI 304		+/- 2%		Eje de transmisión	UTC-MTC-EJT-215



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



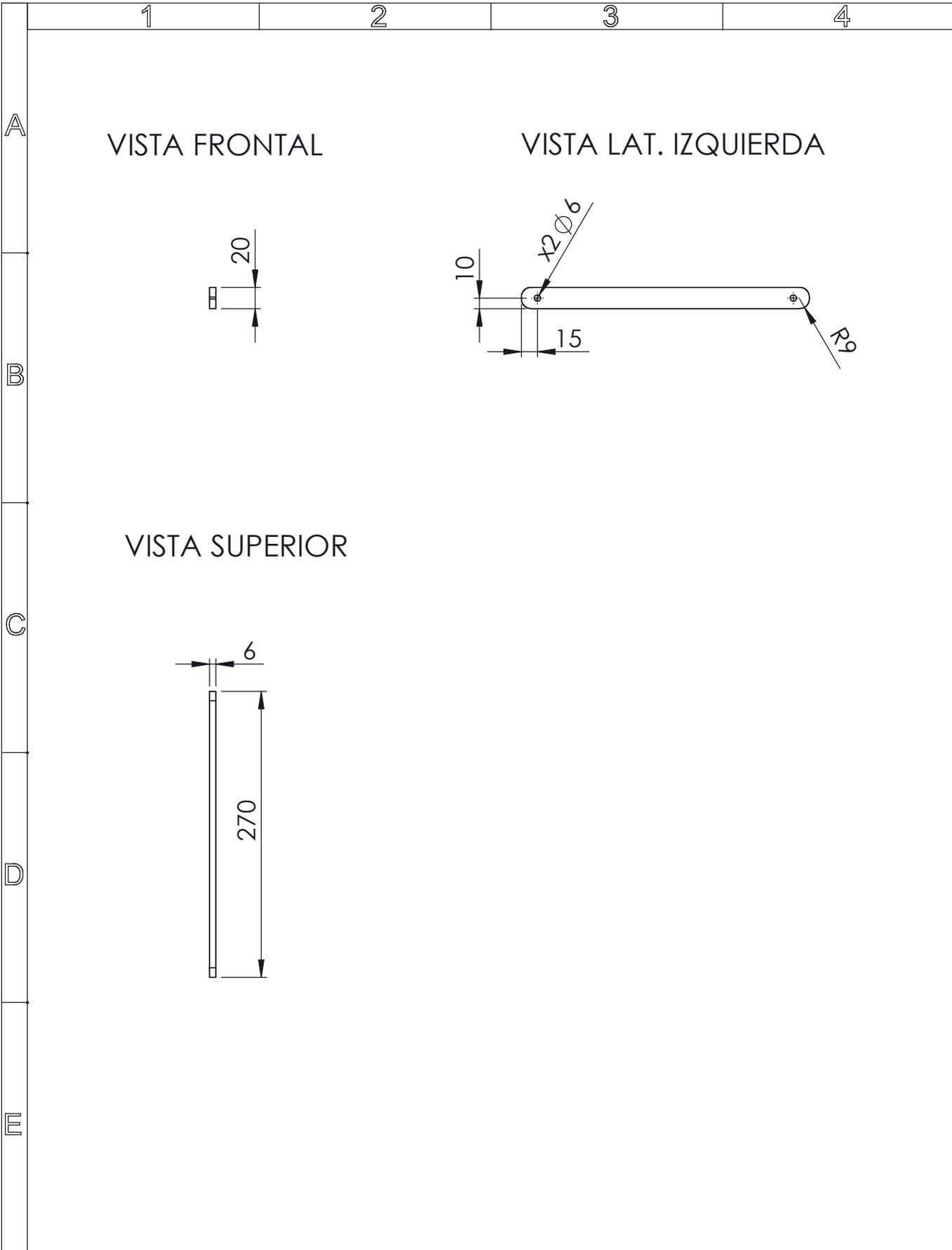
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:20			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C		Nombre:	Denominación:	
Materiales: Tubo cuadrado 40x40x3 ASTM A36		Tolerancias: +/- 2%	Número Lámina N°16	Base de polea	UTC-MTC-BP-211



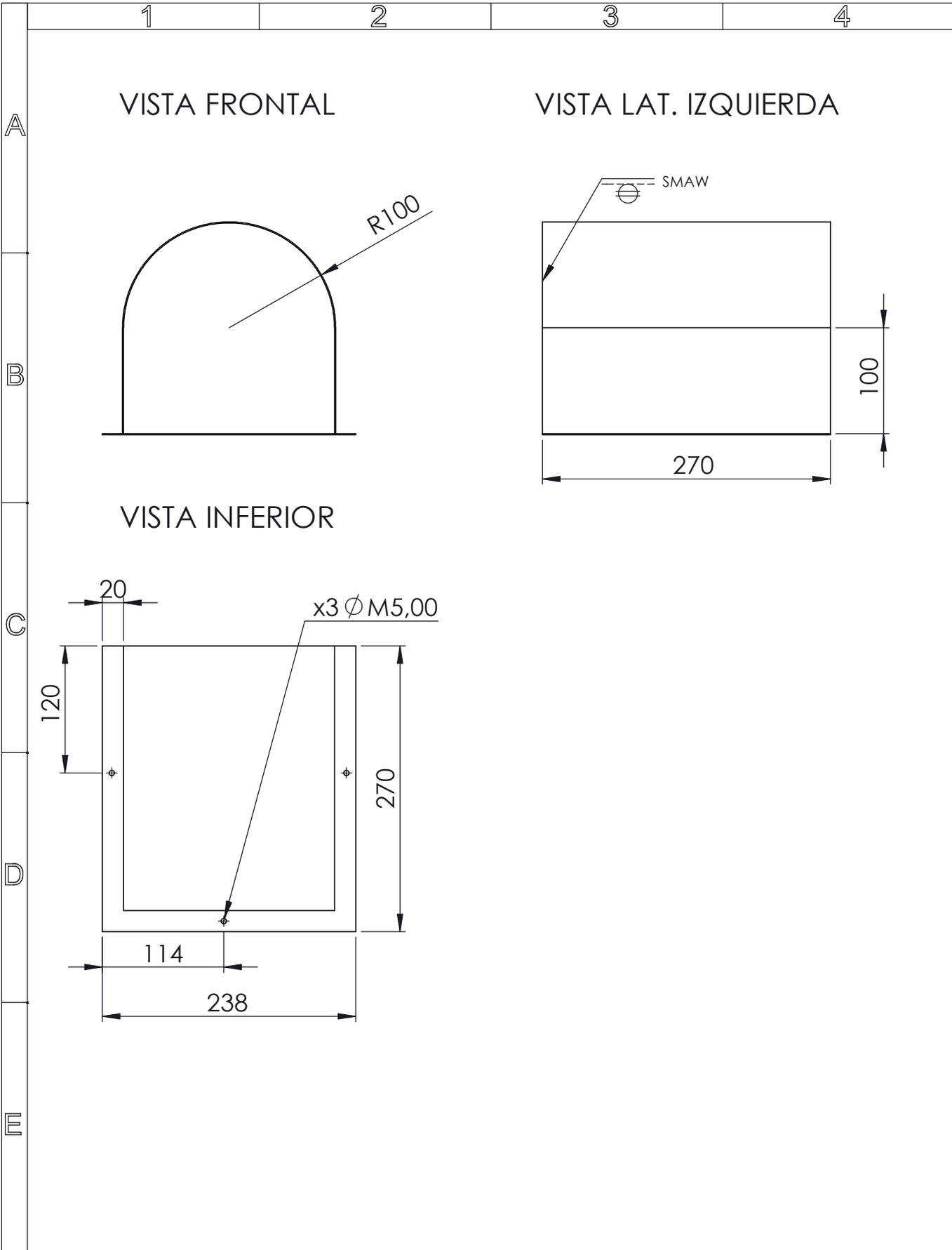
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:10		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
AISI 304		+/- 2%	Nº17	Aspas	UTC-MTC-AP-208



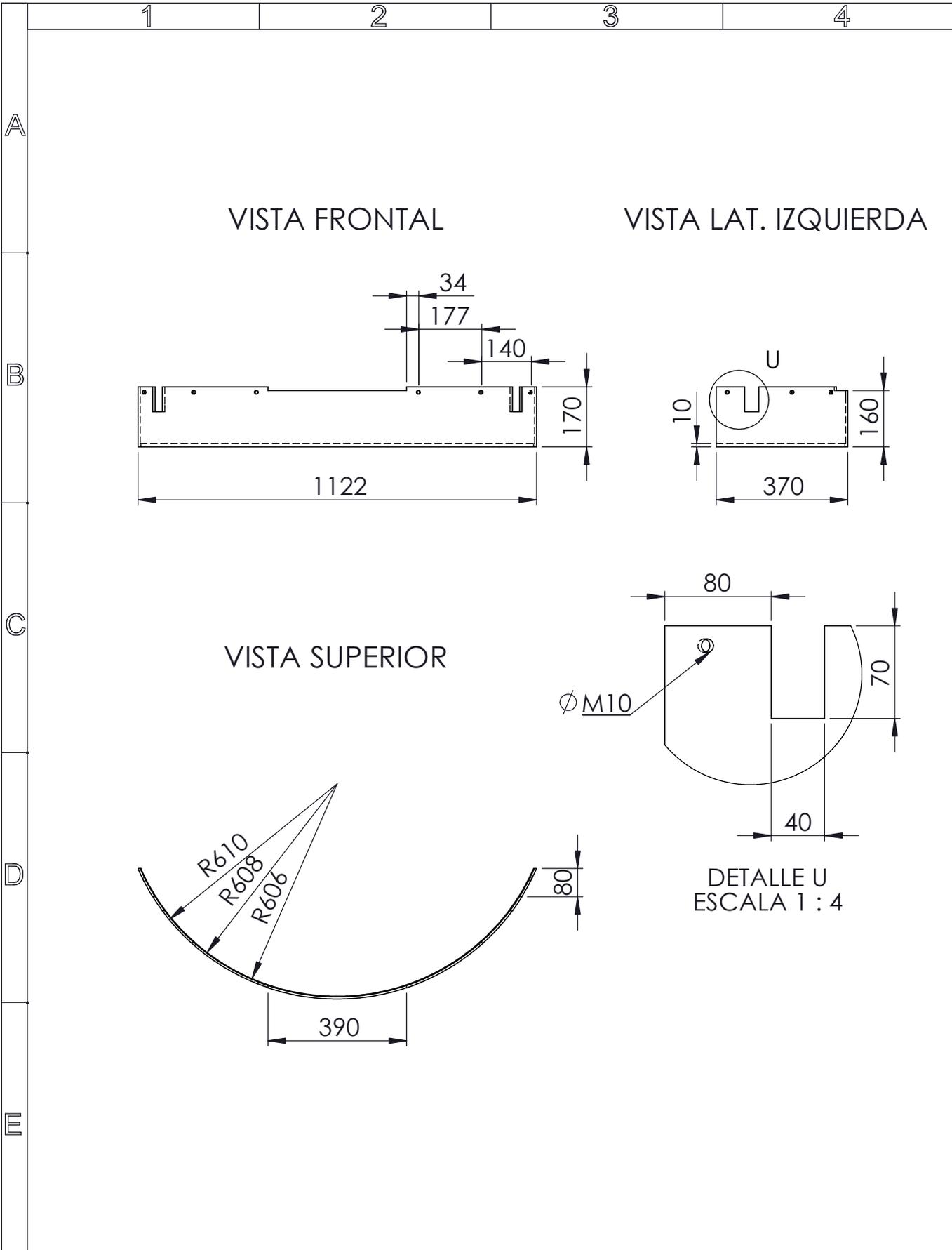
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:5		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°18	Nombre:	Denominación:
AISI 304		+/- 2%		Barra 2 compuerta	UTC-MTC-B2-317



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



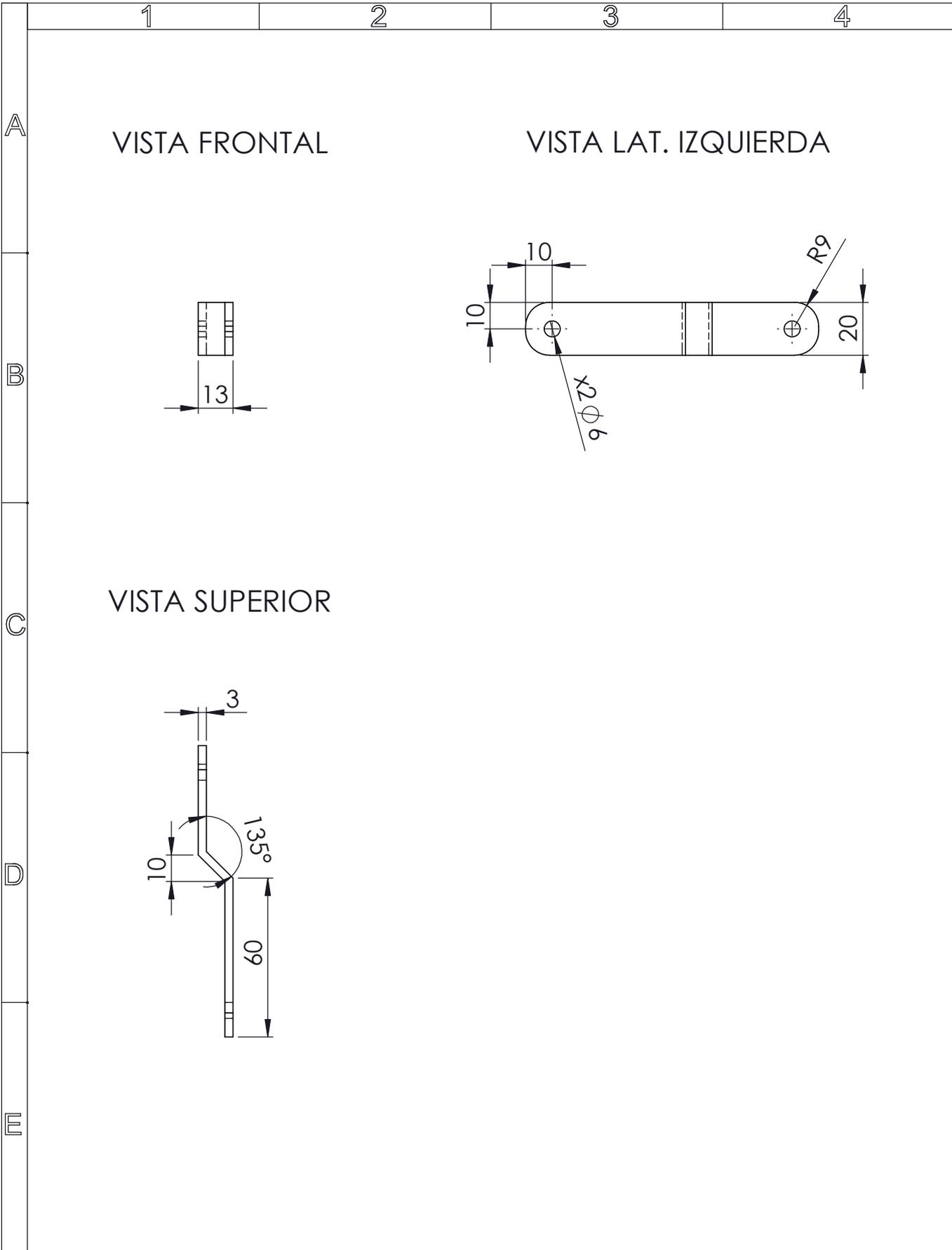
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:5		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°19	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 Acero galva.		+/- 2%		Tapa motor DC	UTC-MTC-TM-312



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



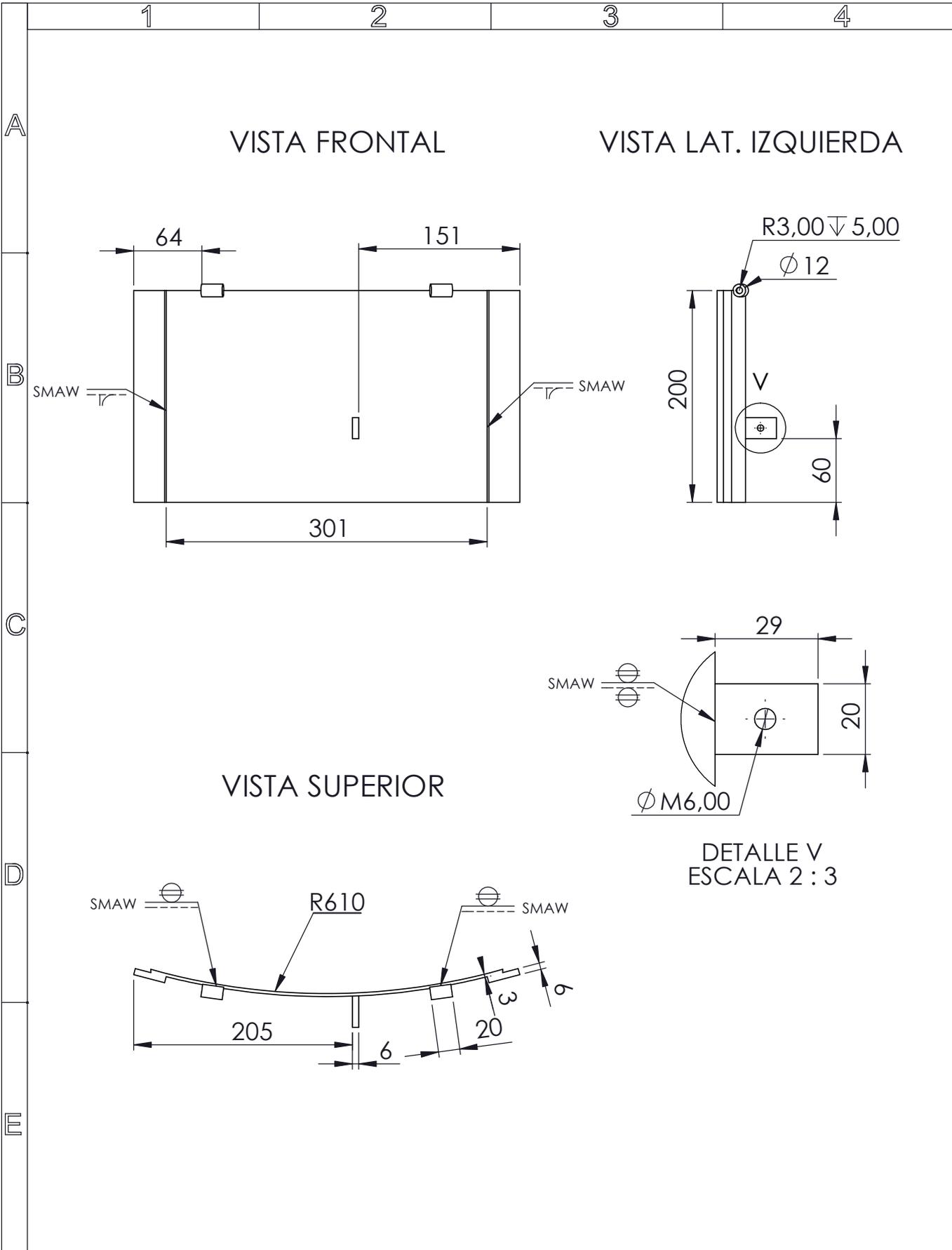
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:15		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 2 Acero galva.		+/- 2%	N°20	Protección del quemador	UTC-MTC-PQ-309



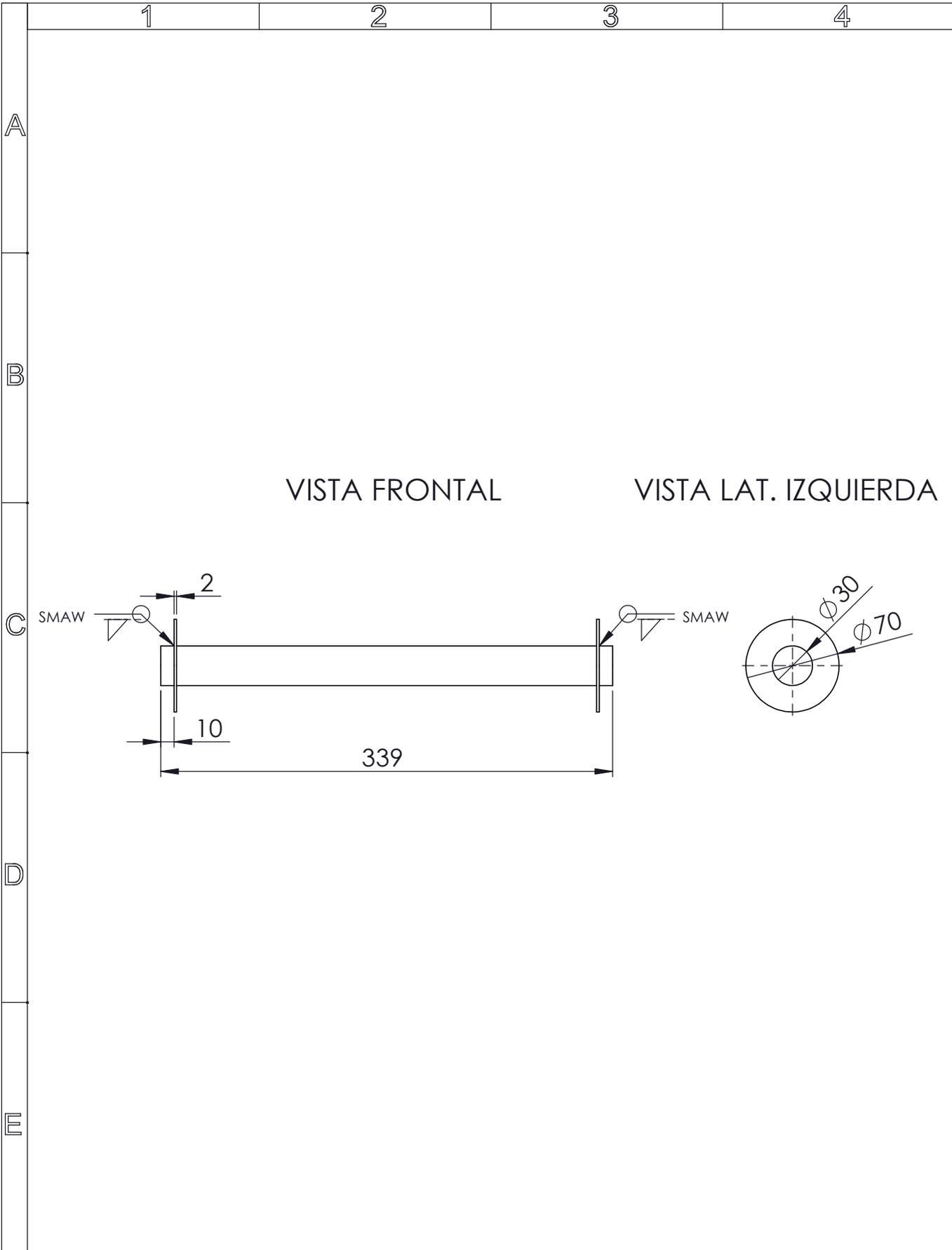
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:2		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°21	Nombre:	Denominación:
ASTM A36		+/- 2%		Barra 1 compuerta	UTC-MTC-B1-305



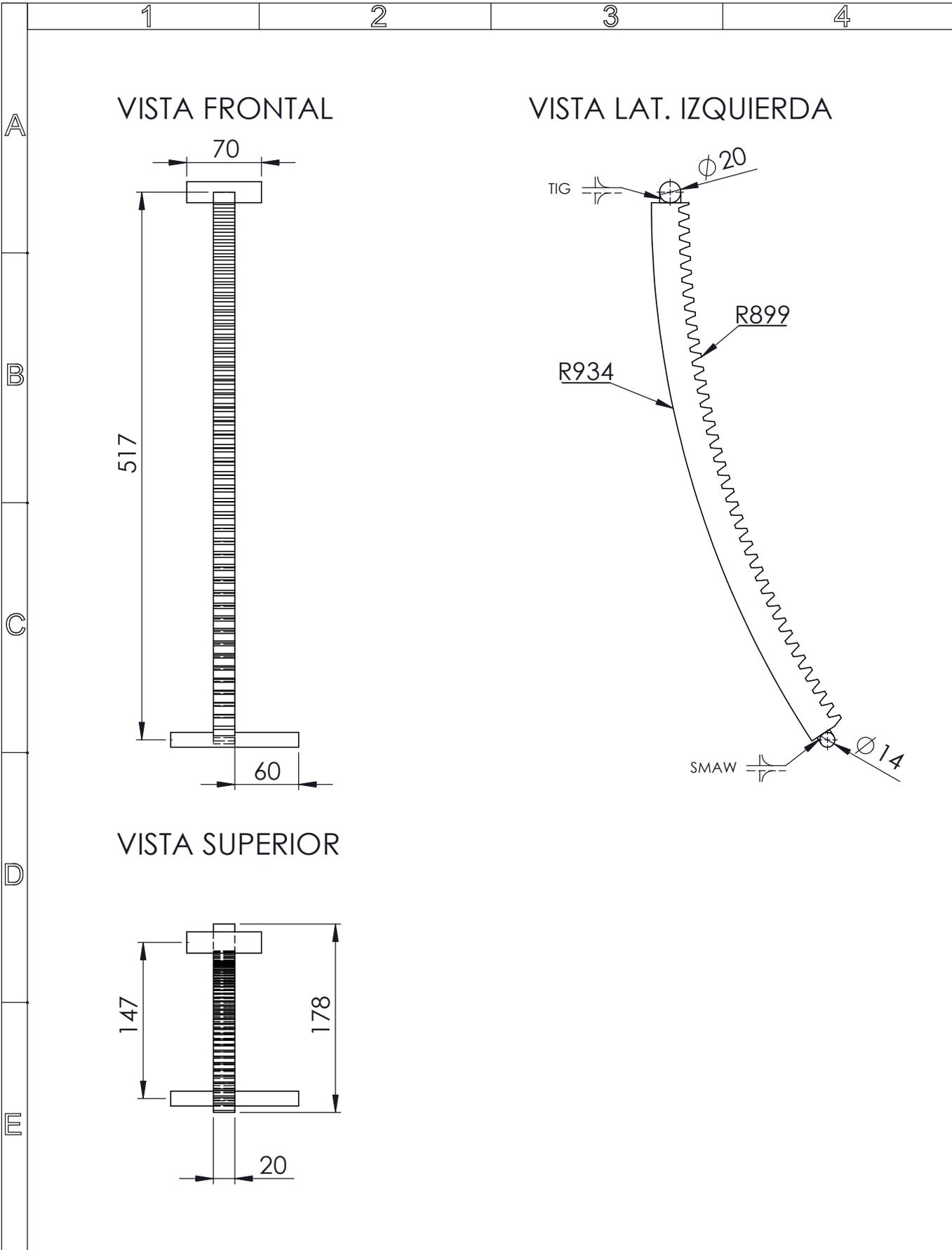
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 					
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel			1:5	
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°22	Nombre:	Denominación:
AISI 304		+/- 2%		Puerta cámara de tostado	UTC-MTC-PCT-304



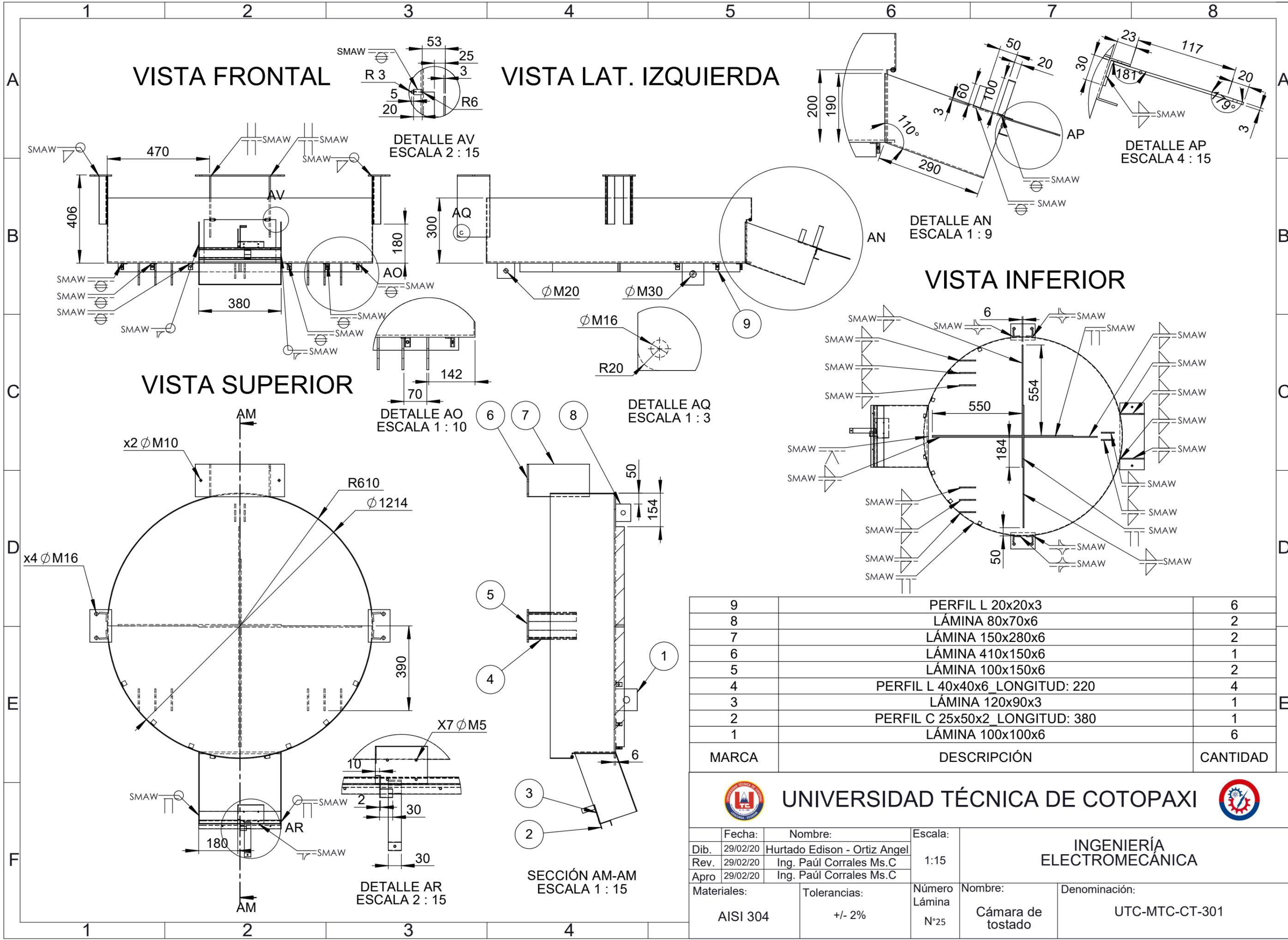
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:4		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°23	Nombre:	Denominación:
AISI 1020		+/- 2%		Eje de soporte	UTC-MTC-EJS-303



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:5		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°24	Nombre:	Denominación:
AISI 1023		+/- 2%		Engrane cremallera	UTC-MTC-EJC-302



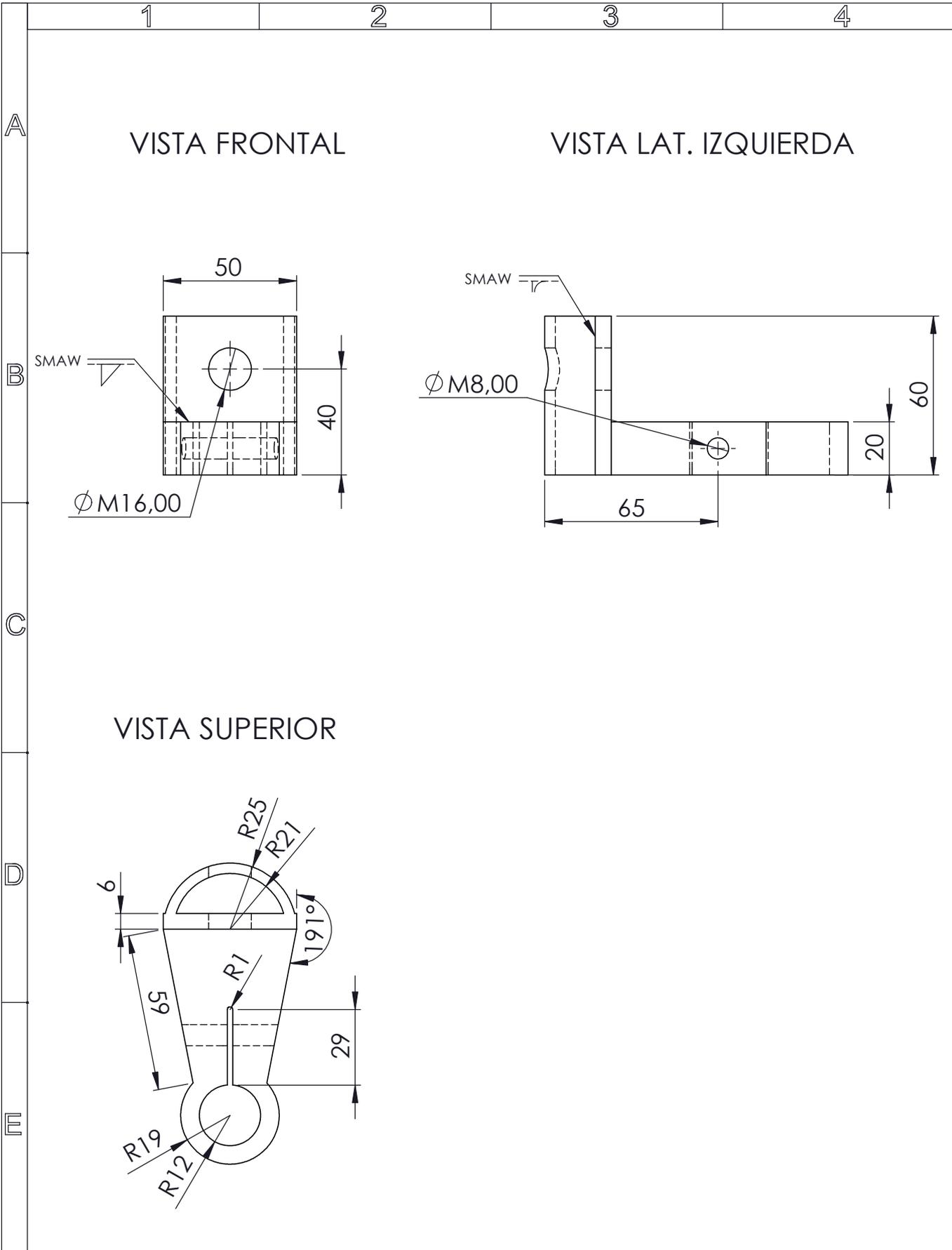
MARCA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
9	PERFIL L 20x20x3	6
8	LÁMINA 80x70x6	2
7	LÁMINA 150x280x6	2
6	LÁMINA 410x150x6	1
5	LÁMINA 100x150x6	2
4	PERFIL L 40x40x6 LONGITUD: 220	4
3	LÁMINA 120x90x3	1
2	PERFIL C 25x50x2 LONGITUD: 380	1
1	LÁMINA 100x100x6	6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



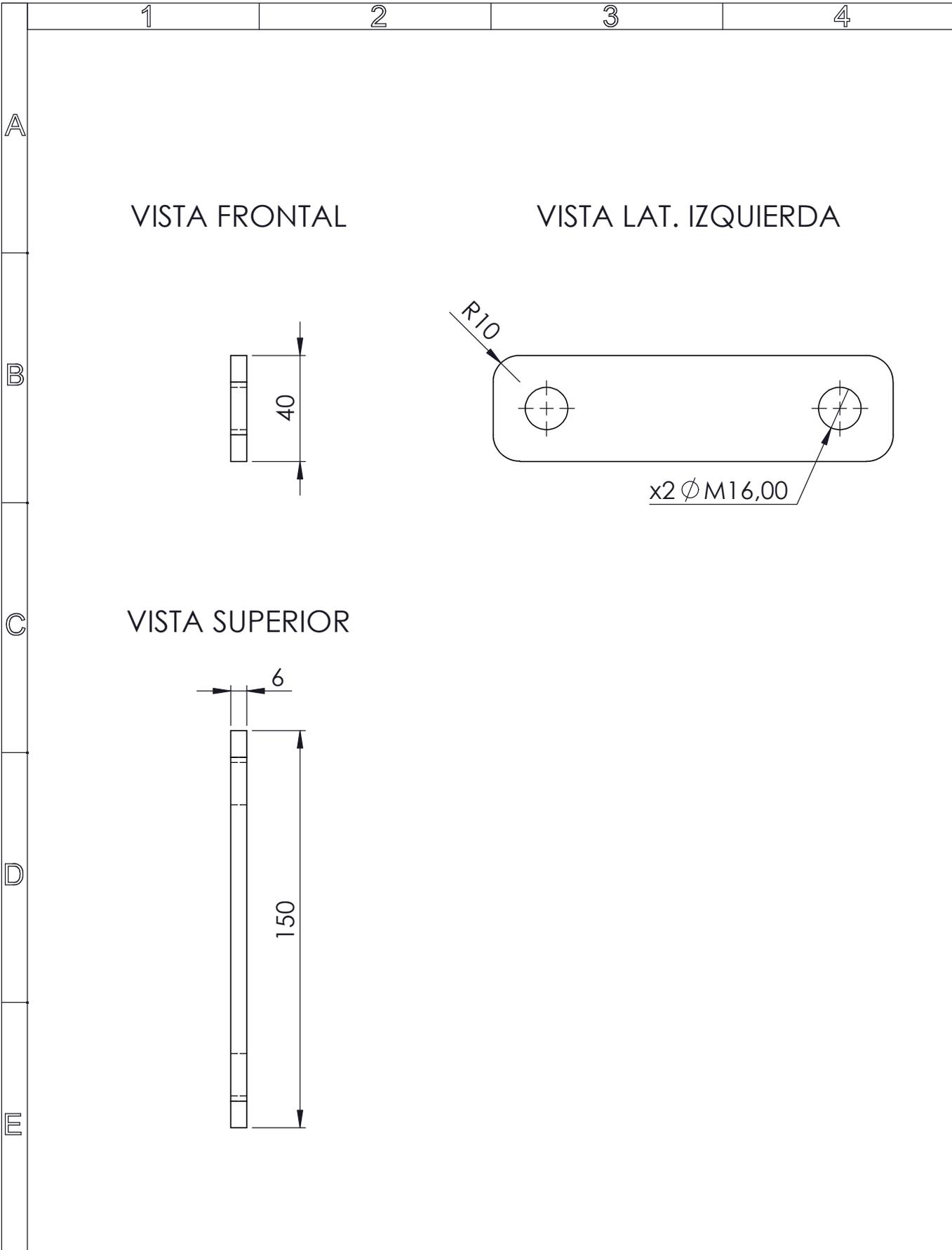
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMEQUÍCA UTC-MTC-CT-301	
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:15		
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:		Número Lámina
AISI 304		+/- 2%		Nº25
			Nombre:	Denominación:
			Cámara de tostado	UTC-MTC-CT-301



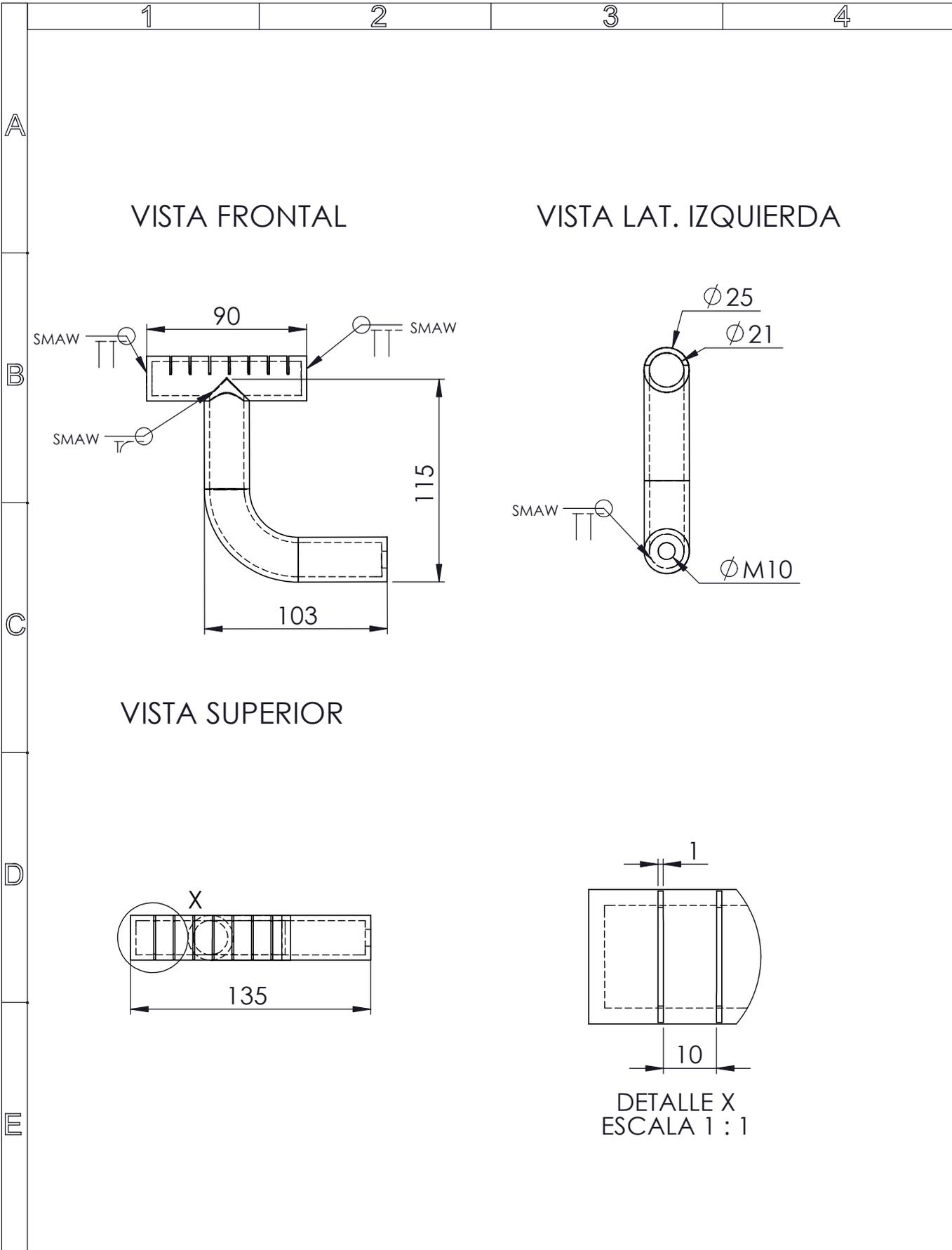
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



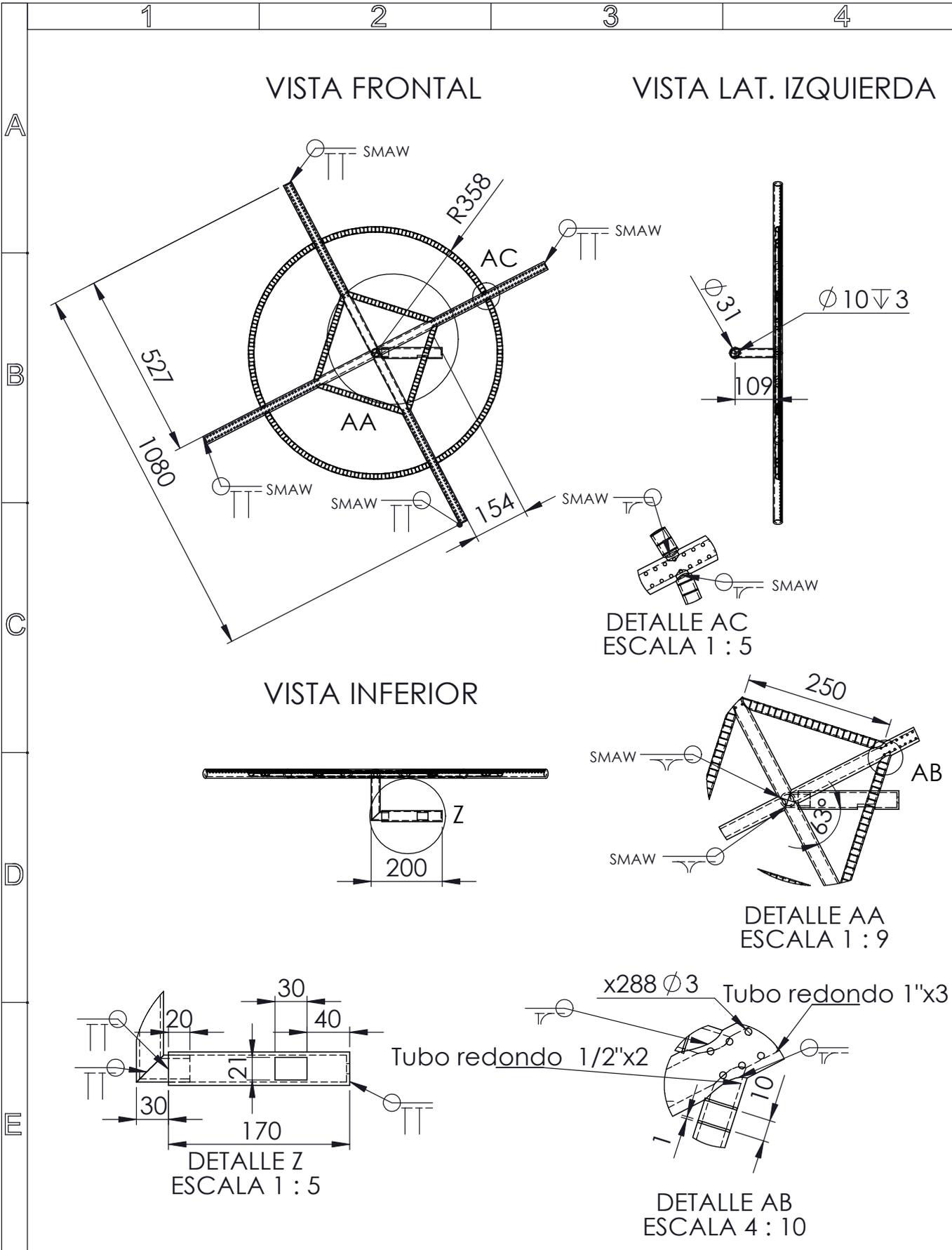
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:2		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°26	Nombre:	Denominación:
ASTM A36		+/- 2%		Base regulable amortiguador	UTC-MTC-BA-407



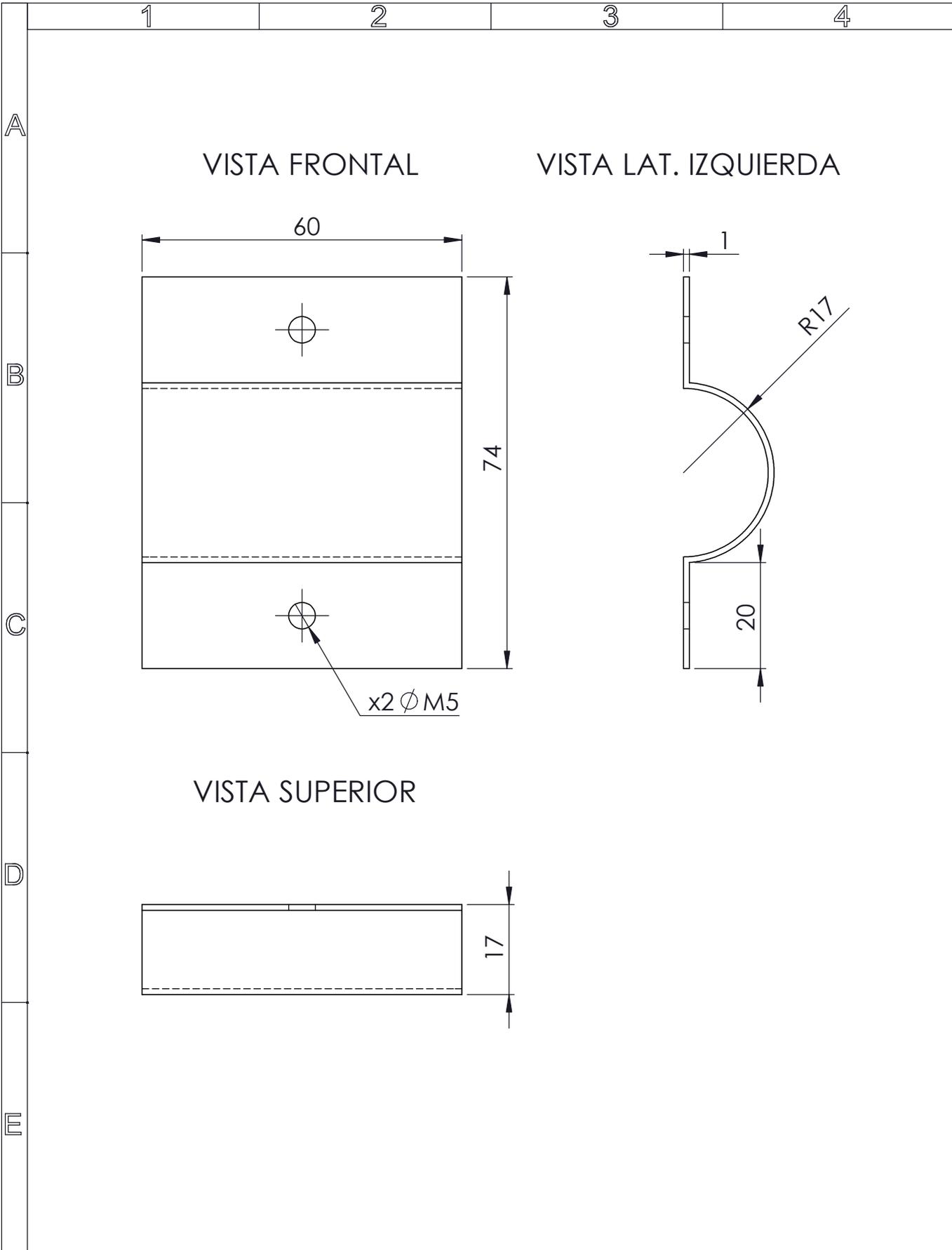
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:2		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°27	Nombre:	Denominación:
ASTM A36		+/- 2%		Pieza móvil	UTC-MTC-PM-403



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:3		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Tubo redondo 1"x3 ASTM A36		+/- 2%	N°28	Quemador secundario	UTC-MTC-QS-511



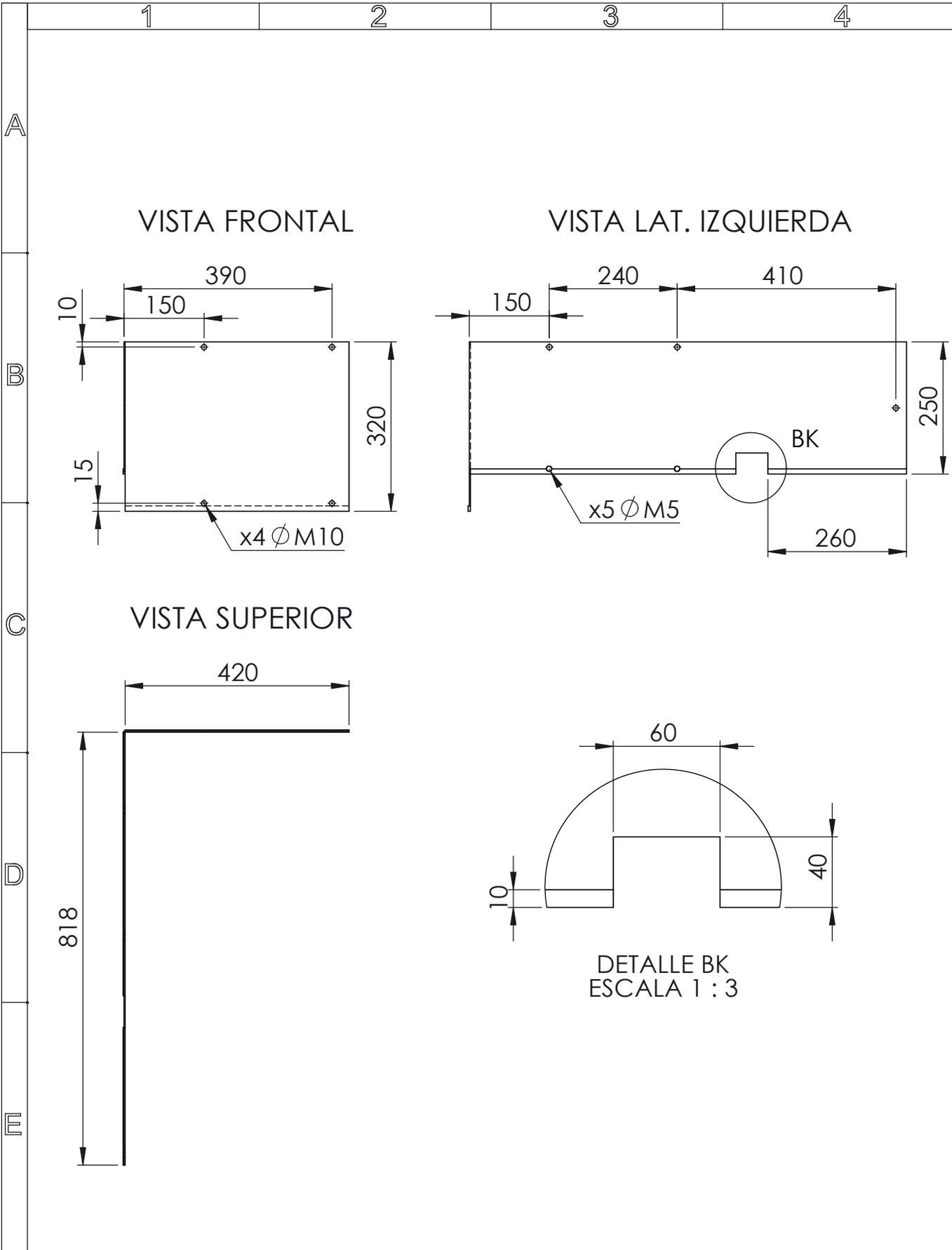
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 					
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:15			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°29	Nombre:	Denominación:
ASTM A36		+/- 2%		Quemador principal	UTC-MTC-QP-510



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



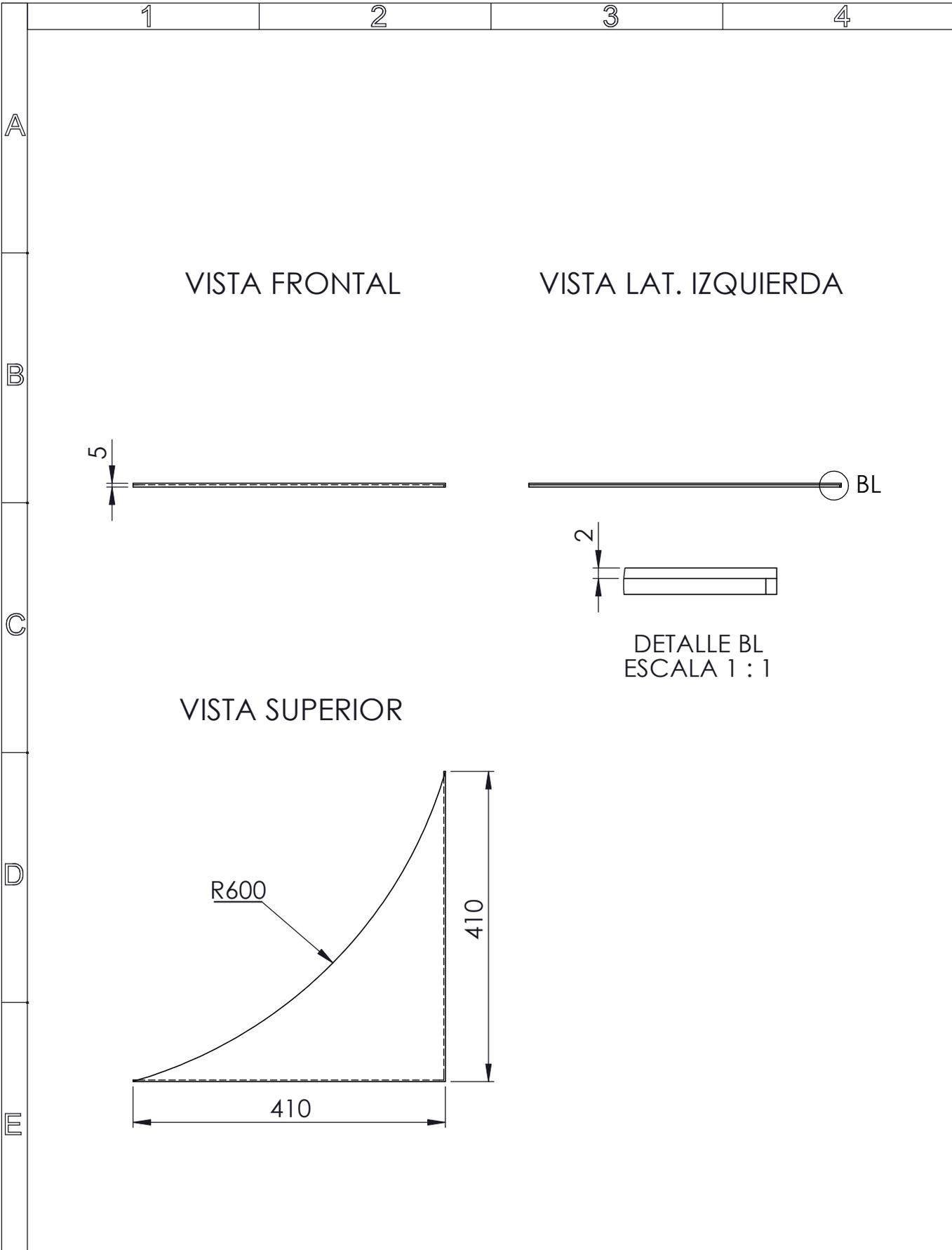
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:1		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 Acero galva.		+/- 2%	N°30	Pieza para admisión de aire	UTC-MTC-PAA-507



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



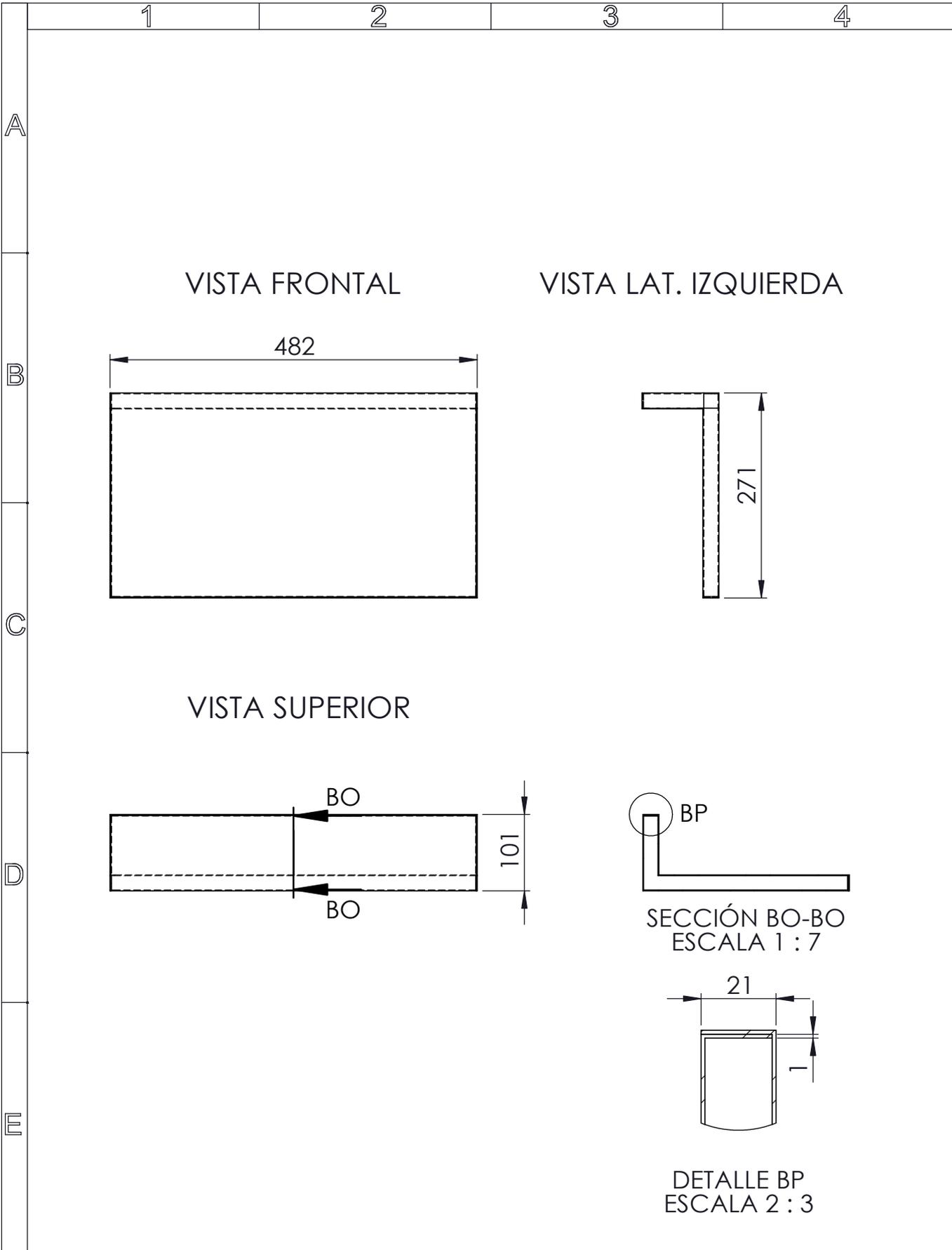
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:10		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°31	Nombre:	Denominación:
Lámina E 2 Acero galva.		+/- 2%		Protección 1	UTC-MTC-P1-625



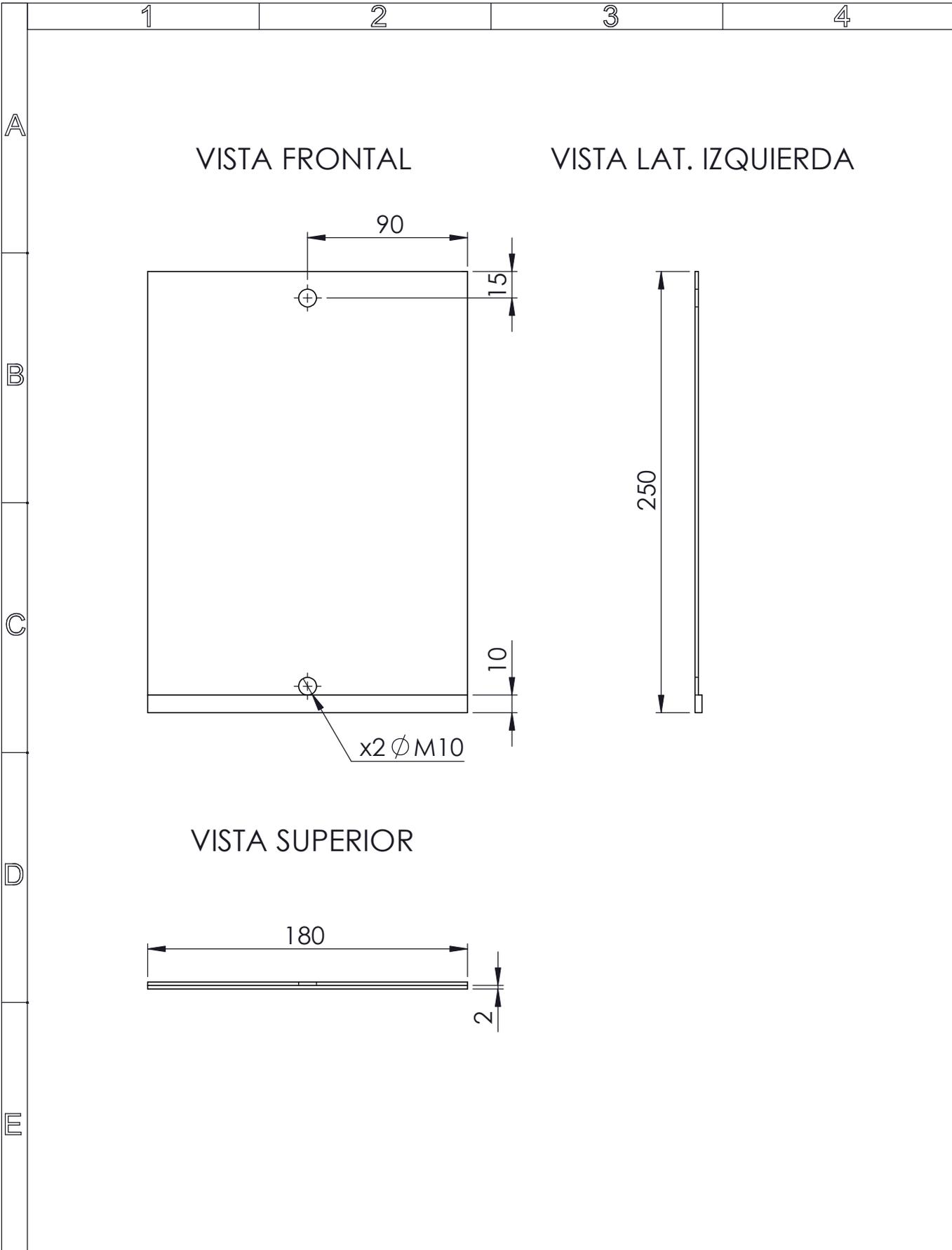
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:7		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°32	Nombre:	Denominación:
Lámina E 2 Acero galva.		+/- 2%		Protección 3	UTC-MTC-P3-624



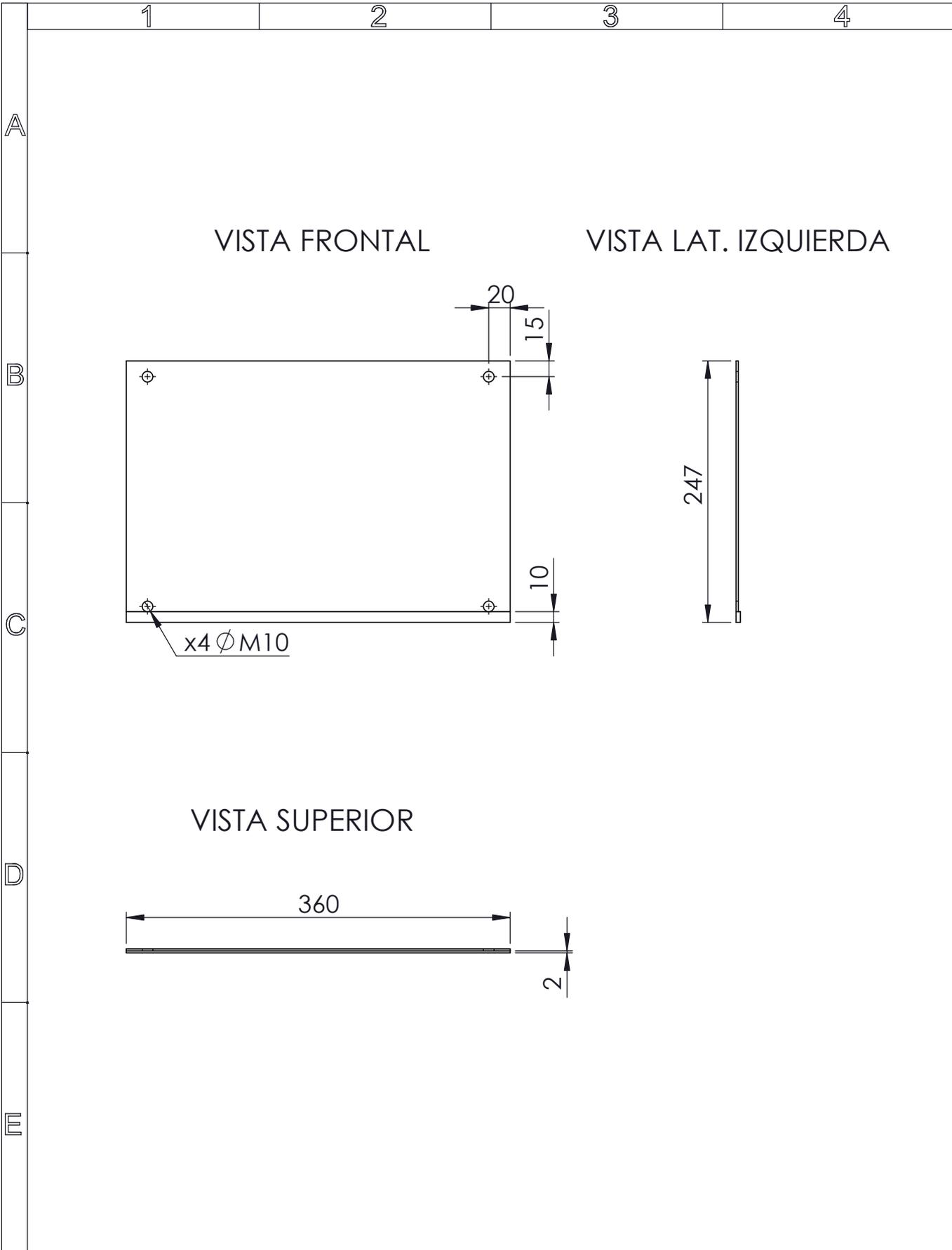
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:7		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°33	Nombre:	Denominación:
Lámina E 2 Acero galva.		+/- 2%		Protección motor2	UTC-MTC-PM-623



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



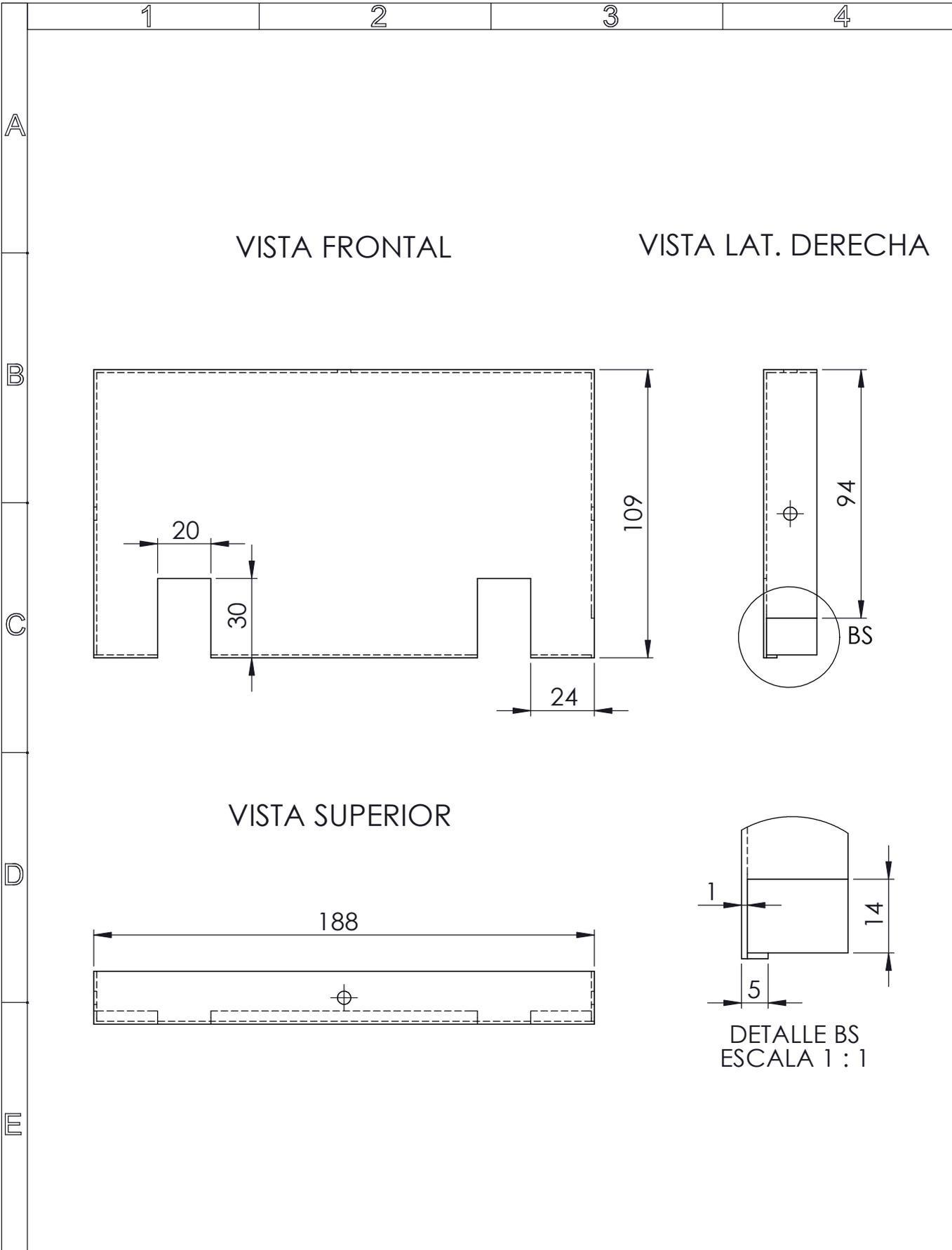
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:3		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°34	Nombre:	Denominación:
Lámina E 2 Acero galva.		+/- 2%		Protección 5	UTC-MTC-P5-622



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



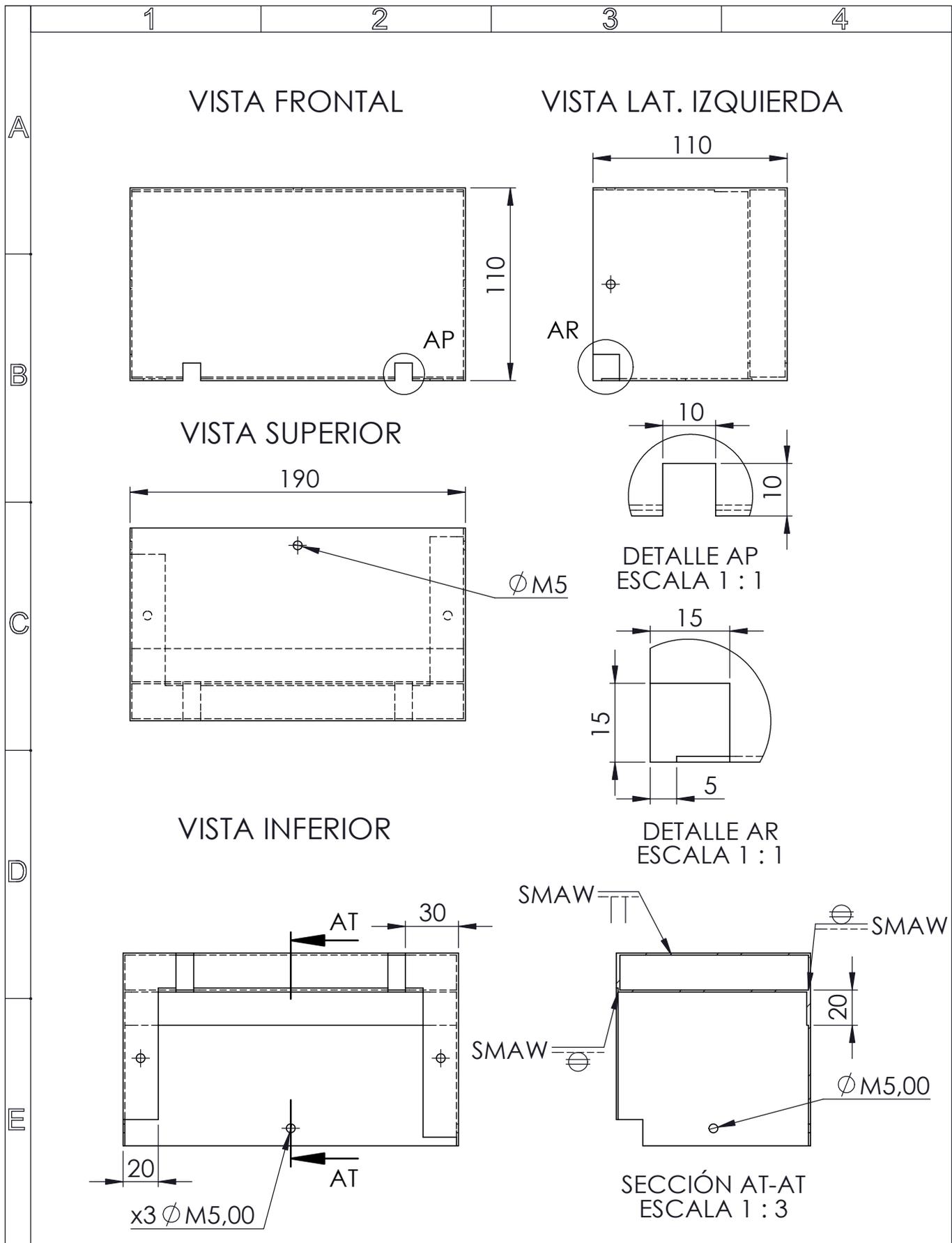
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:5		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°35	Nombre:	Denominación:
Lámina E 2 Acero galva.		+/- 2%		Protección 4	UTC-MTC-P4-621



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



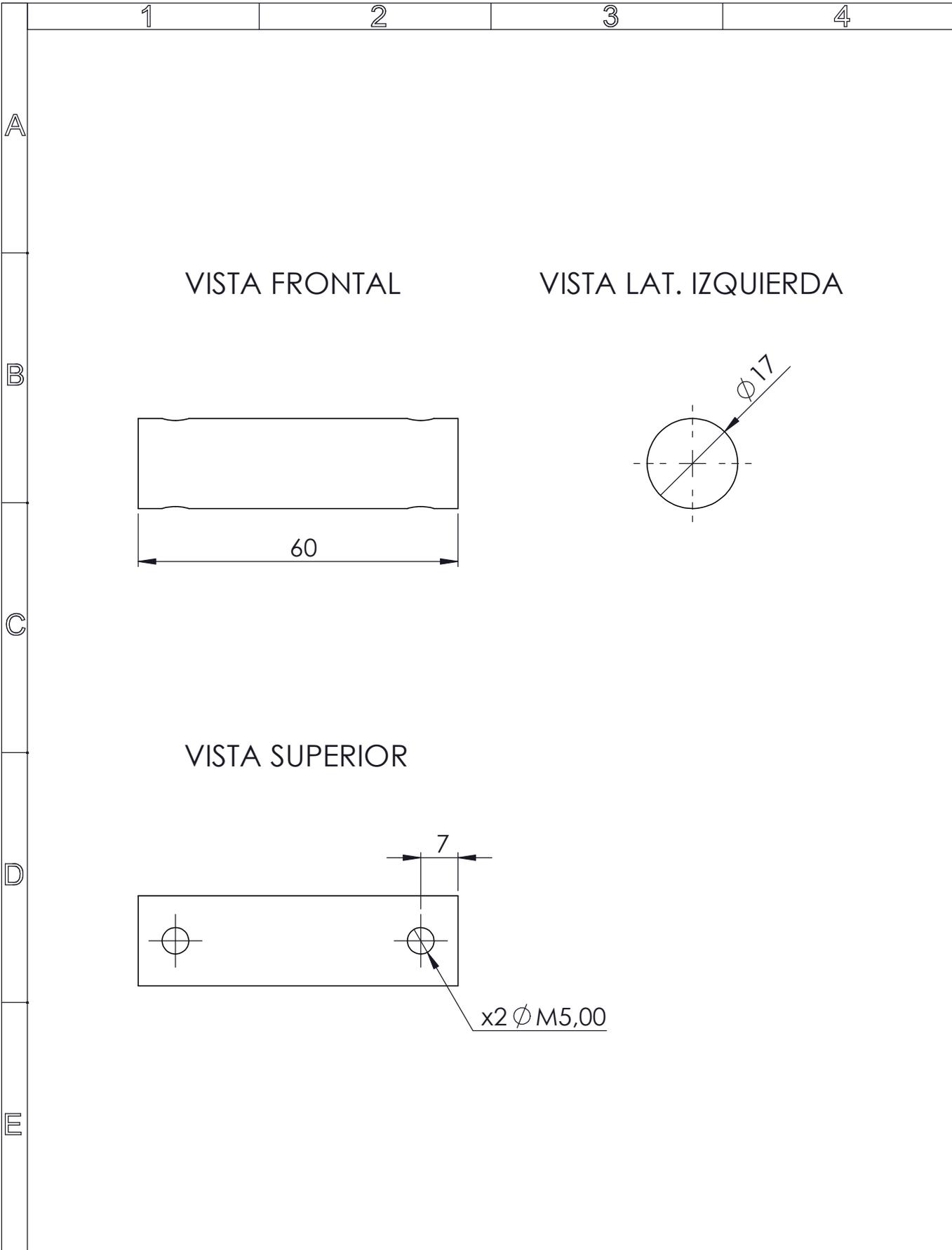
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:2		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 Acero galva.		+/- 2%	N°36	Caja perillas 2	UTC-MTC-CP-616



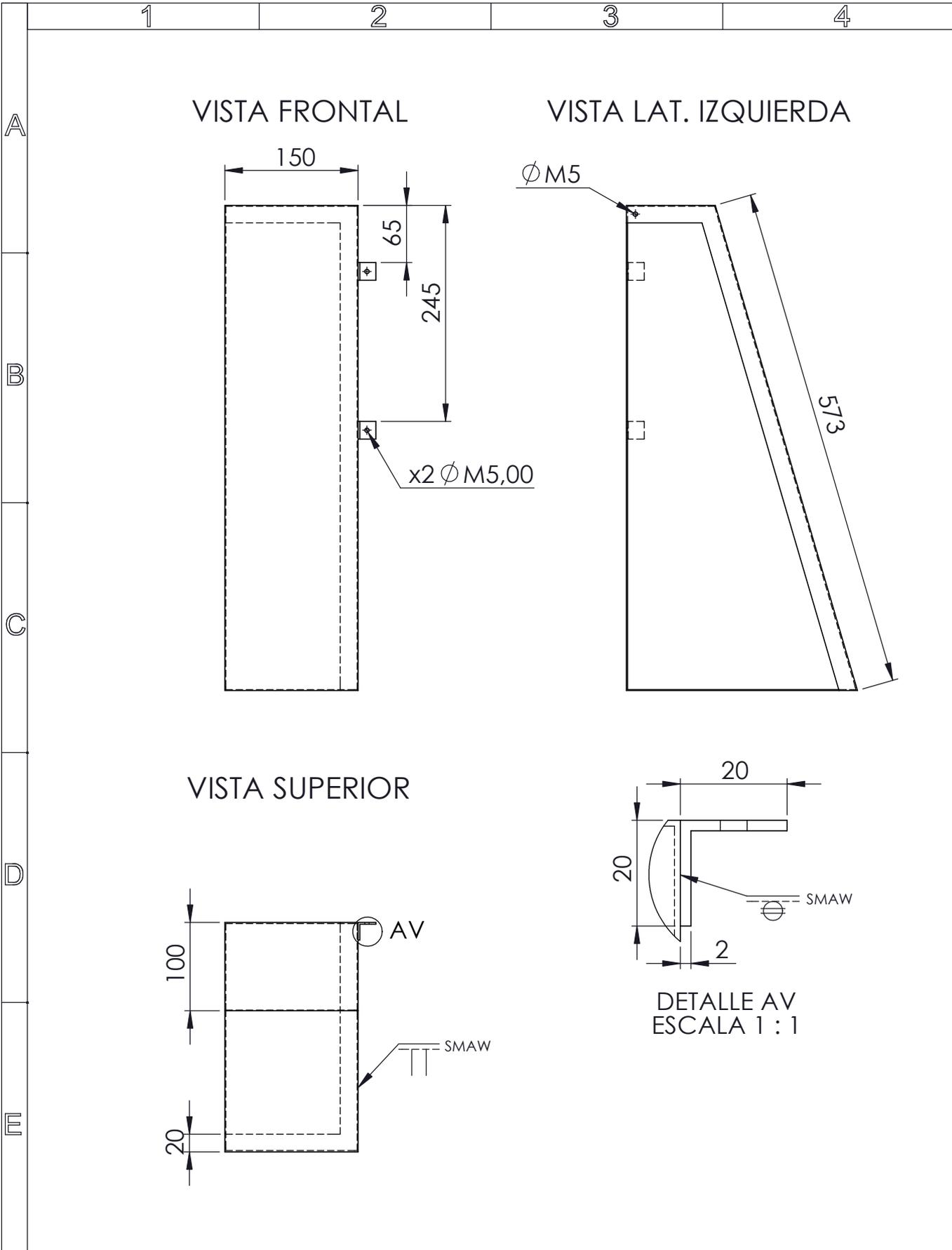
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:3		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 Acero galva.		+/- 2%	Nº37	Caja perillas 1	UTC-MTC-CP-615



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:1		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°38	Nombre:	Denominación:
AISI 1020		+/- 2%		Eje PRB d12 - D 32	UTC-MTC-PR-612

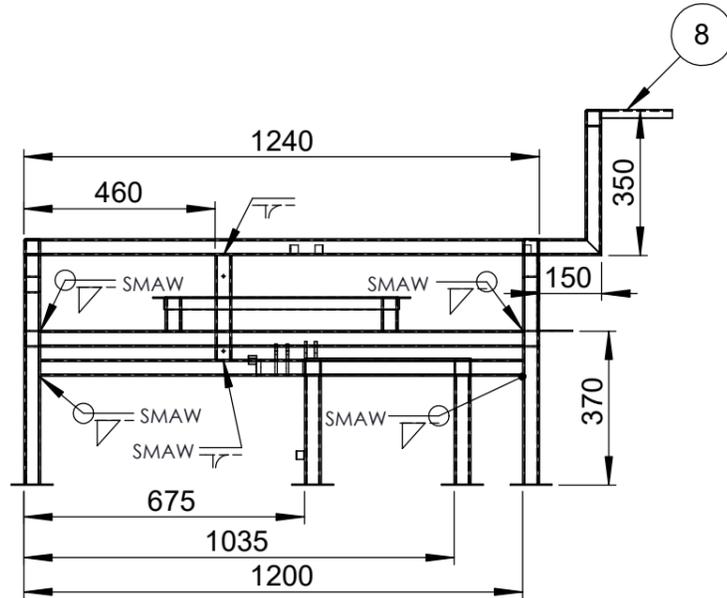


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

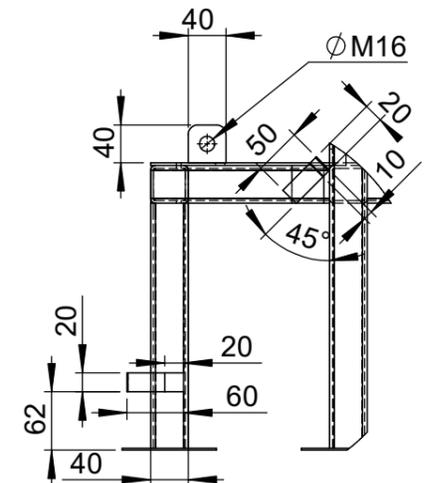
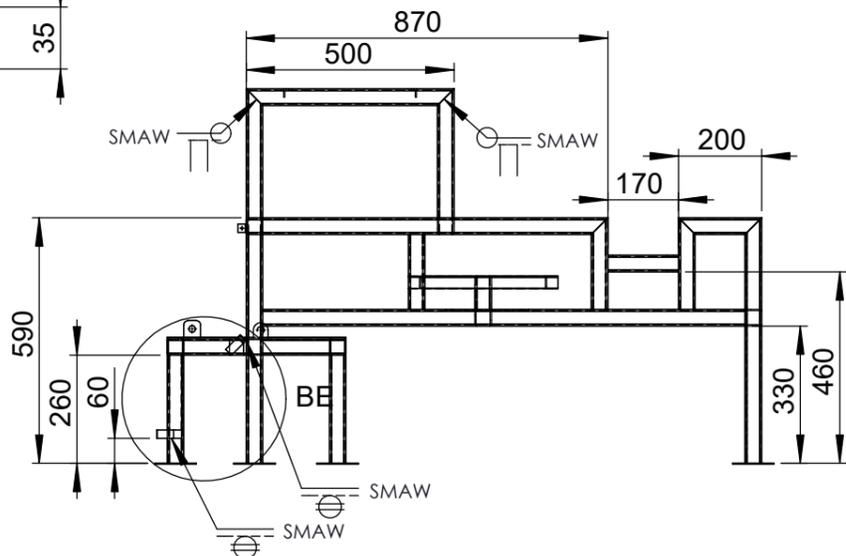


	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:6		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 Acero galva.		+/- 2%	N°40	Caja PCR	UTC-MTC-PC-605

VISTA FRONTAL

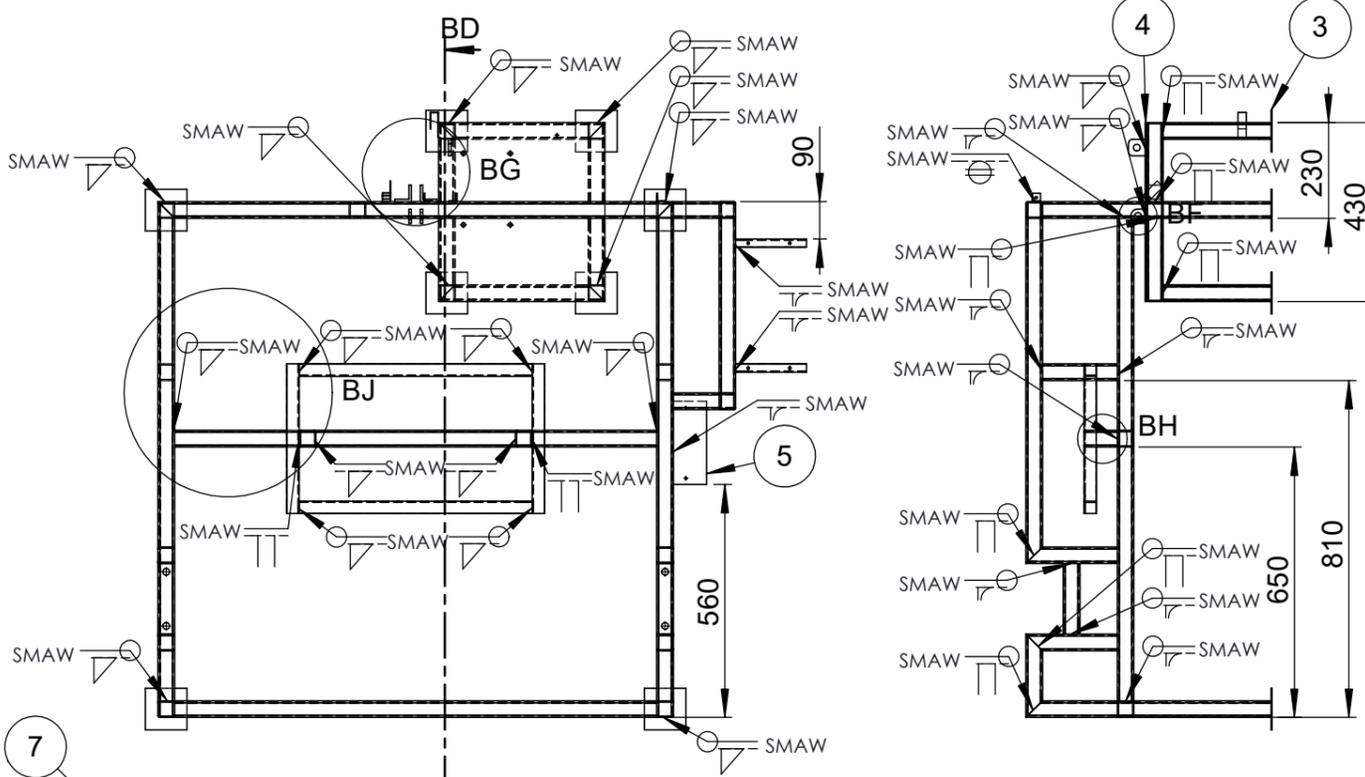


VISTA LAT. IZQUIERDA

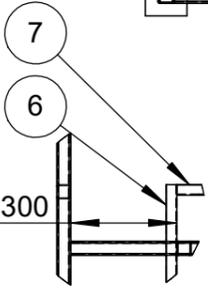


DETALLE BE
ESCALA 2 : 15

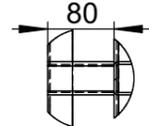
VISTA SUPERIOR



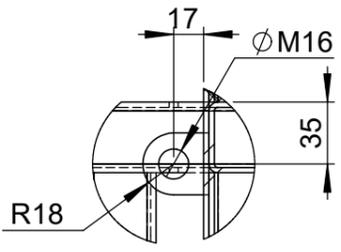
SECCIÓN BD-BD
ESCALA 1 : 17



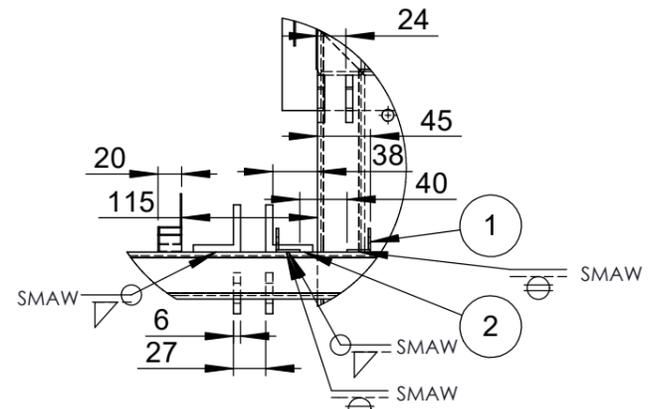
DETALLE BJ



DETALLE BH
ESCALA 2 : 17



DETALLE BF
ESCALA 1 : 4



DETALLE BG
ESCALA 1 : 6

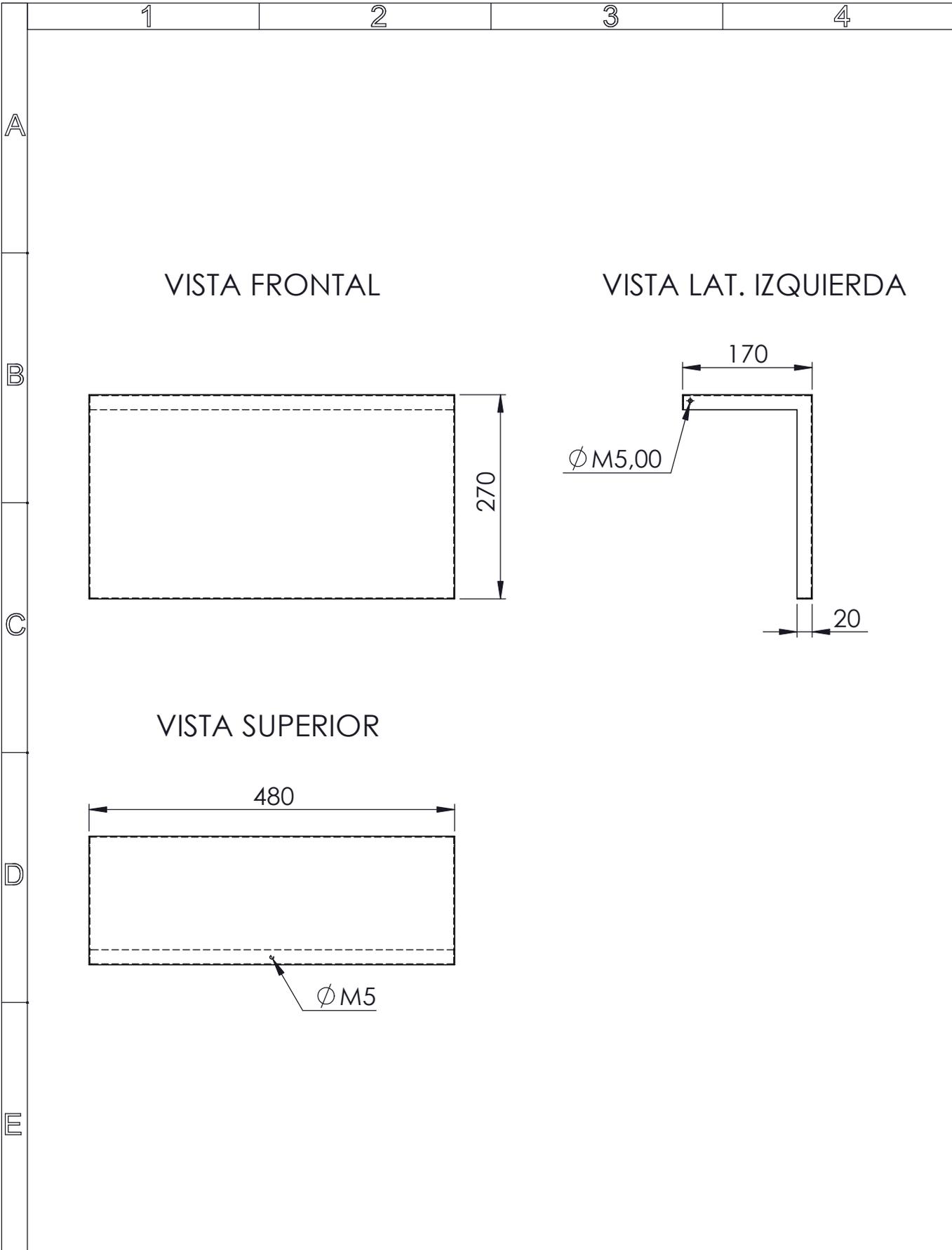
8	LÁMINA 80x70x6	2
7	LÁMINA 150x280x6	2
6	LÁMINA 410x150x6	1
5	LÁMINA 100x150x6	2
4	PERFIL L 40x40x6_LONGITUD: 220	4
3	LÁMINA 120x90x3	1
2	PERFIL C 25x50x2_LONGITUD: 380	1
1	LÁMINA 100x100x6	6
MARCA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



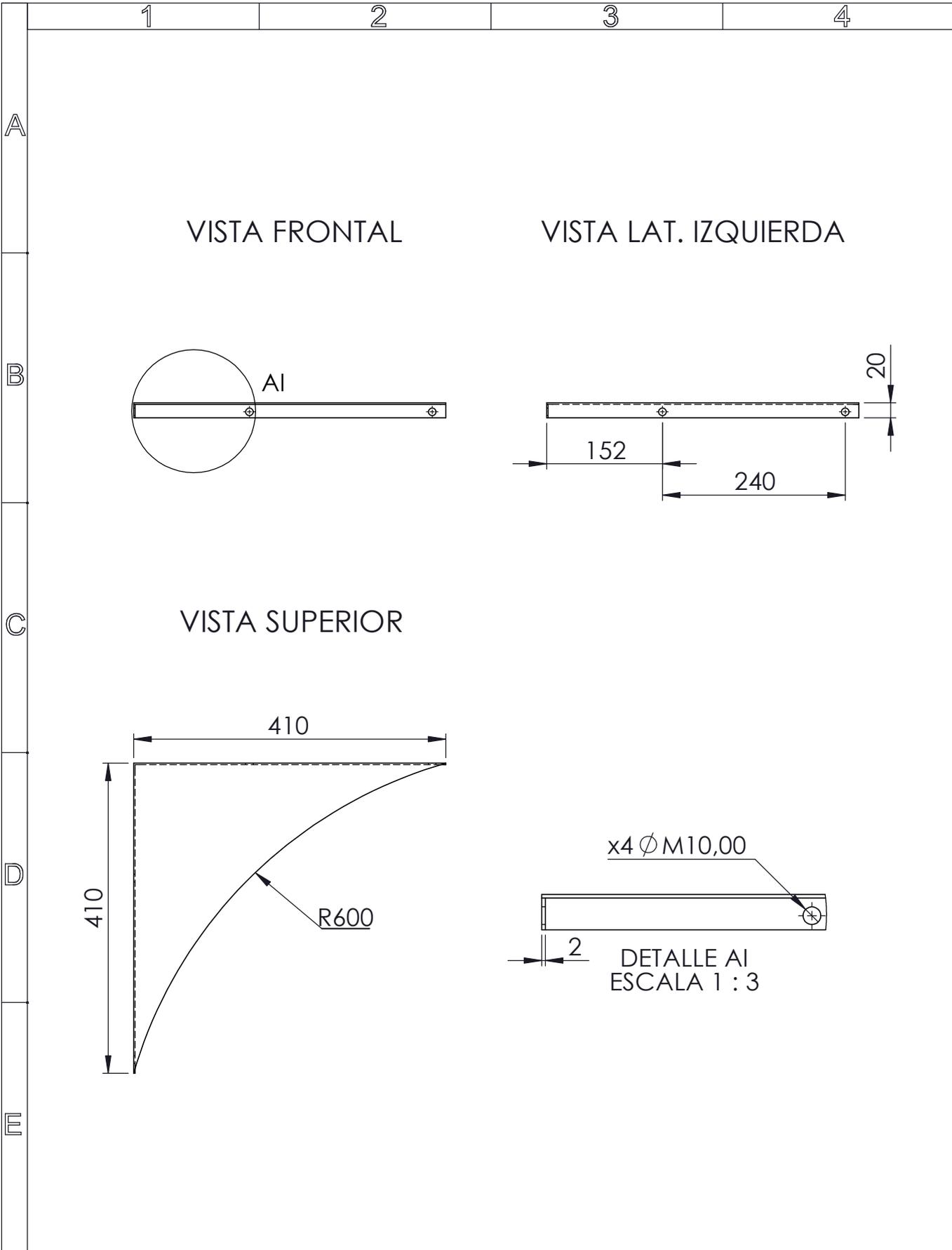
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:17			
Rev. 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Apro 29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Tubo cuadrado 40x40x3 ASTM A36		+/- 2%	N°41	Base estructura	UTC-MTC-BE-603



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



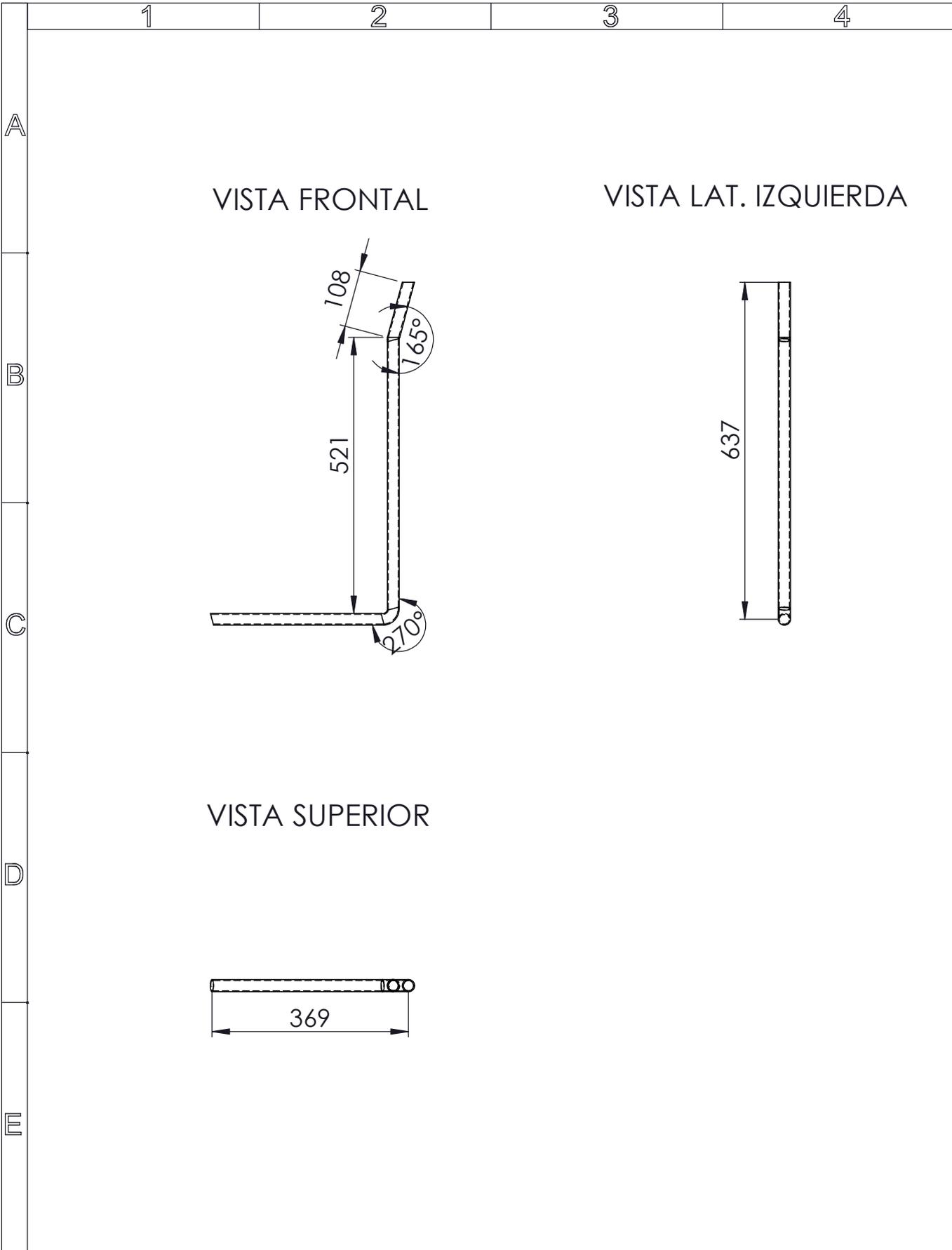
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:7		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°42	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 ASTM A36		+/- 2%		Protección motor 1	UTC-MTC-PM-602



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



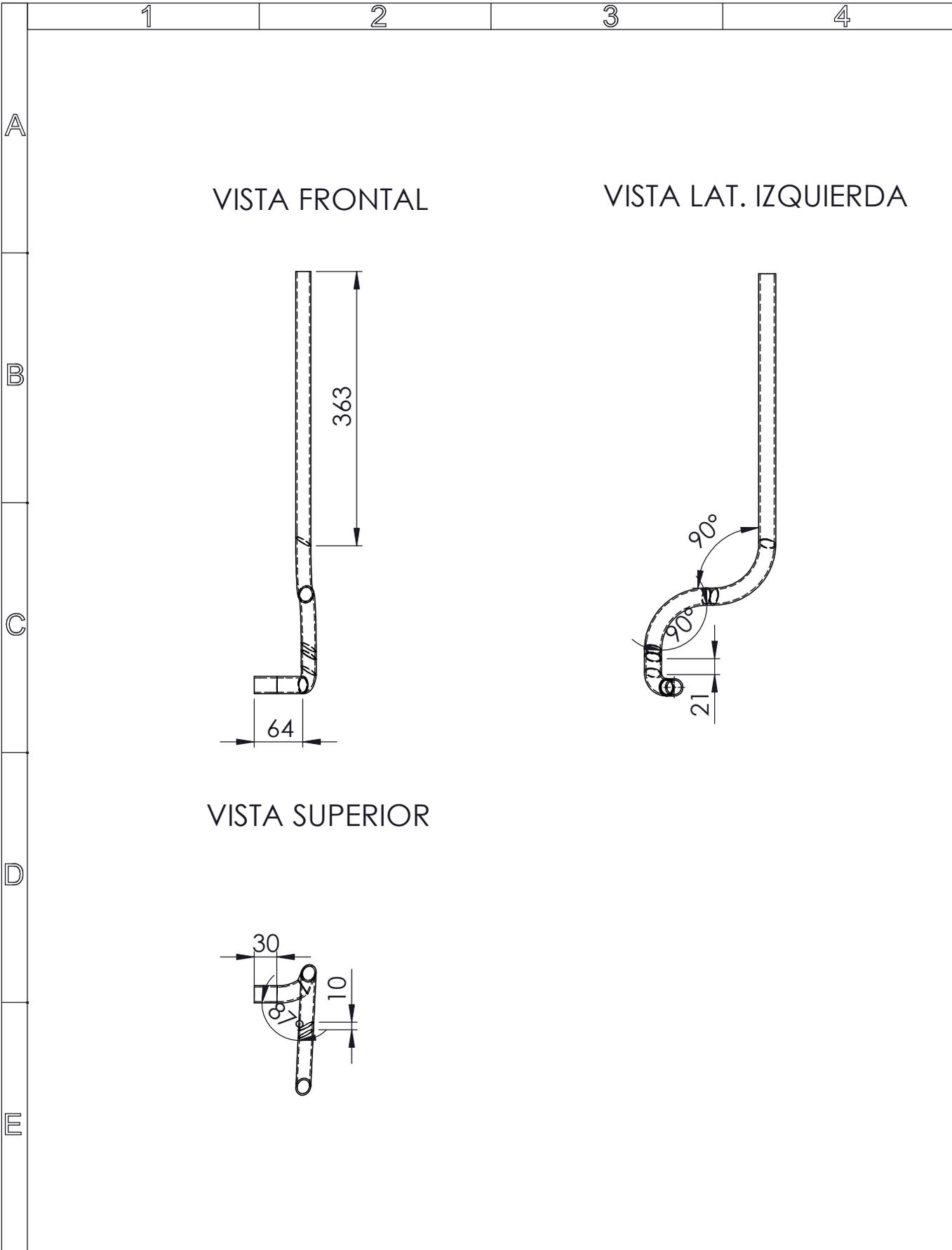
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:7		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 2 Acero galva.		+/- 2%	N°43	Protección 2	UTC-MTC-P2-601



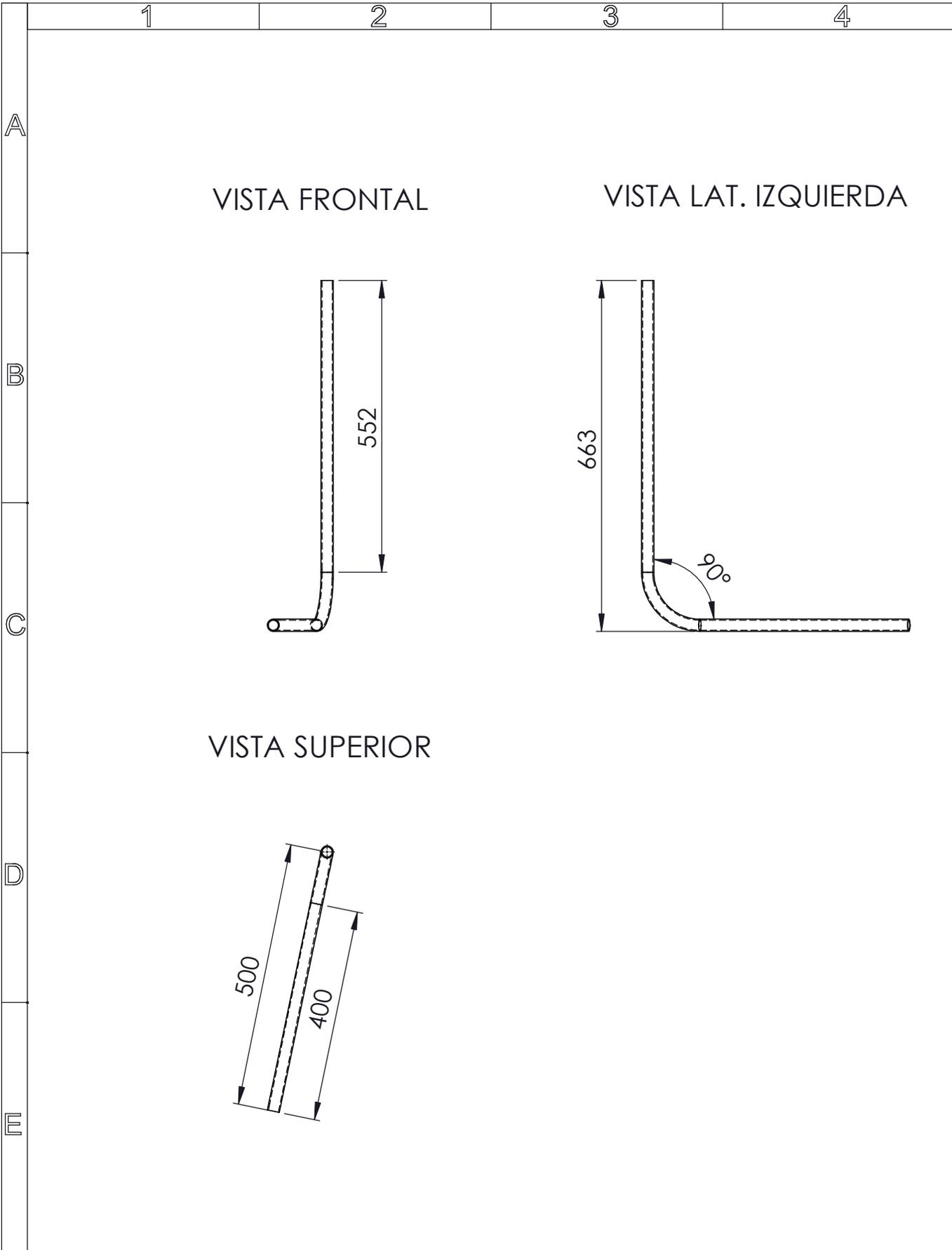
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



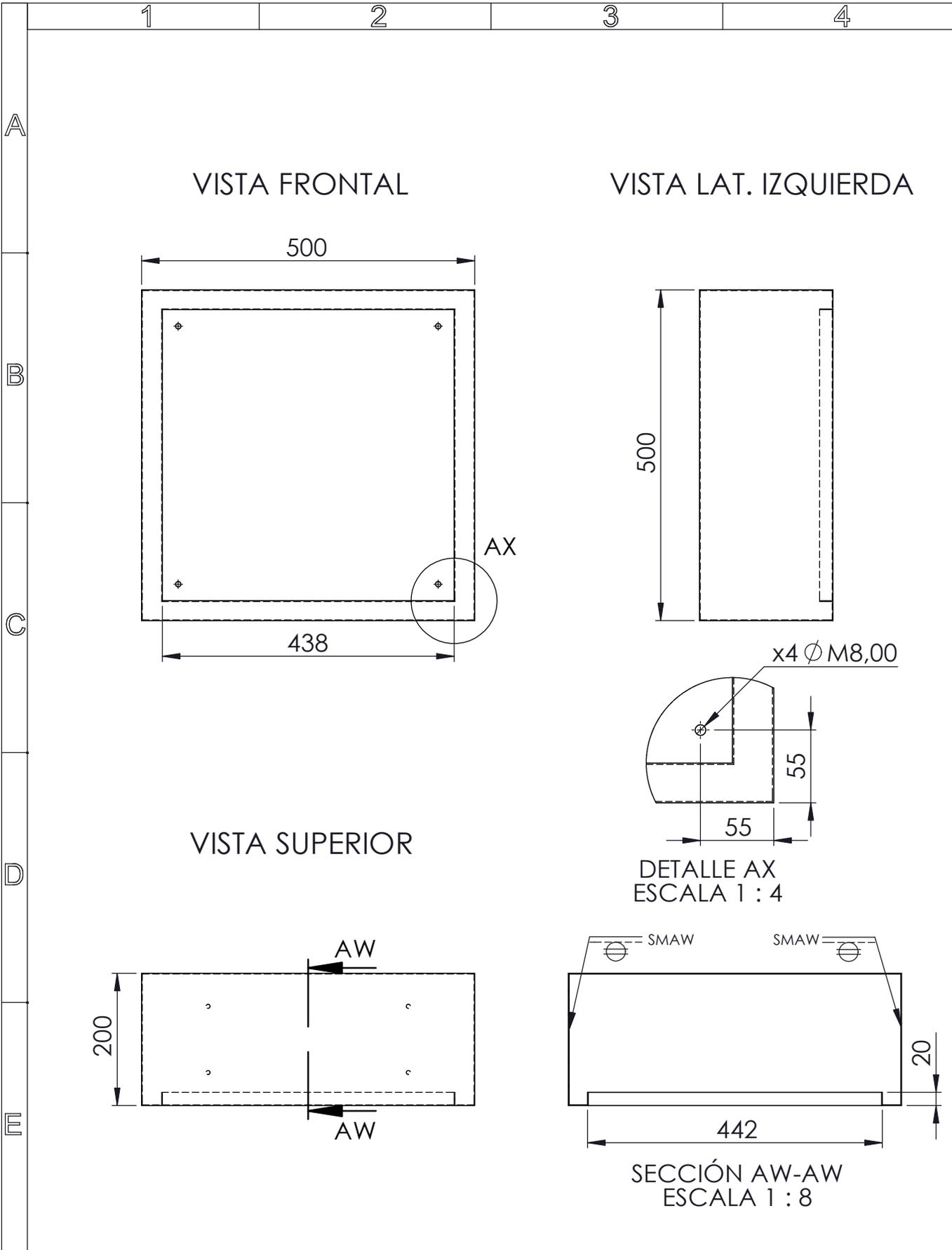
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:10		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°44	Nombre:	Denominación:
Tubo redondo 1"x2 Acero galva.		+/- 2%		Tubería eléctrica 3	UTC-MTC-TE3-709



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:7		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Tubo redondo 1"x2 Acero galva.		+/- 2%	N°45	Tubería eléctrica 2	UTC-MTC-TE2-705



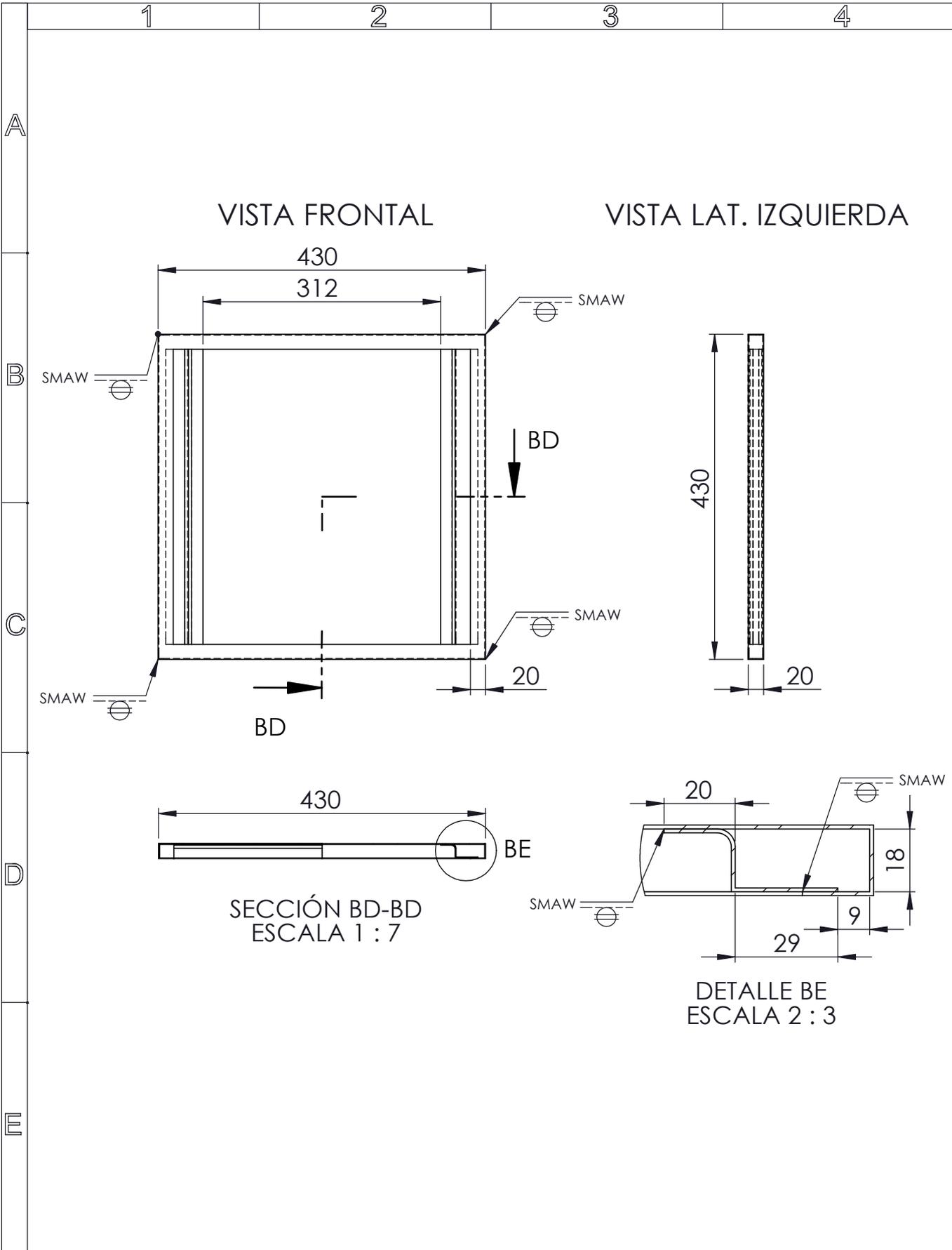
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:10		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Tubo redondo 1"x2 Acero galva.		+/- 2%	N°46	Tubería eléctrica 1	UTC-MTC-TE2-704



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



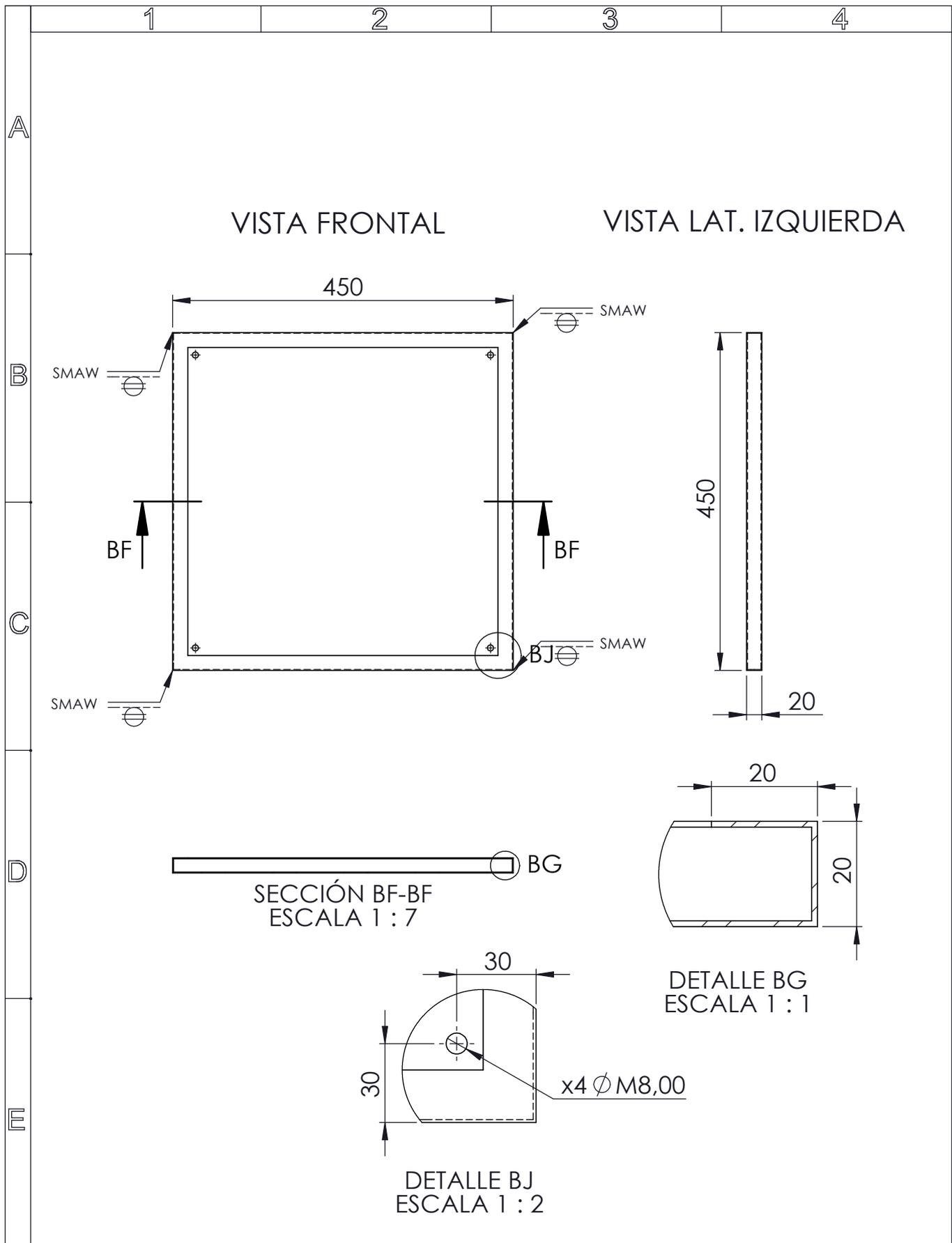
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:8		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 ASTM A36		+/- 2%	N°47	Pieza TC1	UTC-MTC-PTC-810



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



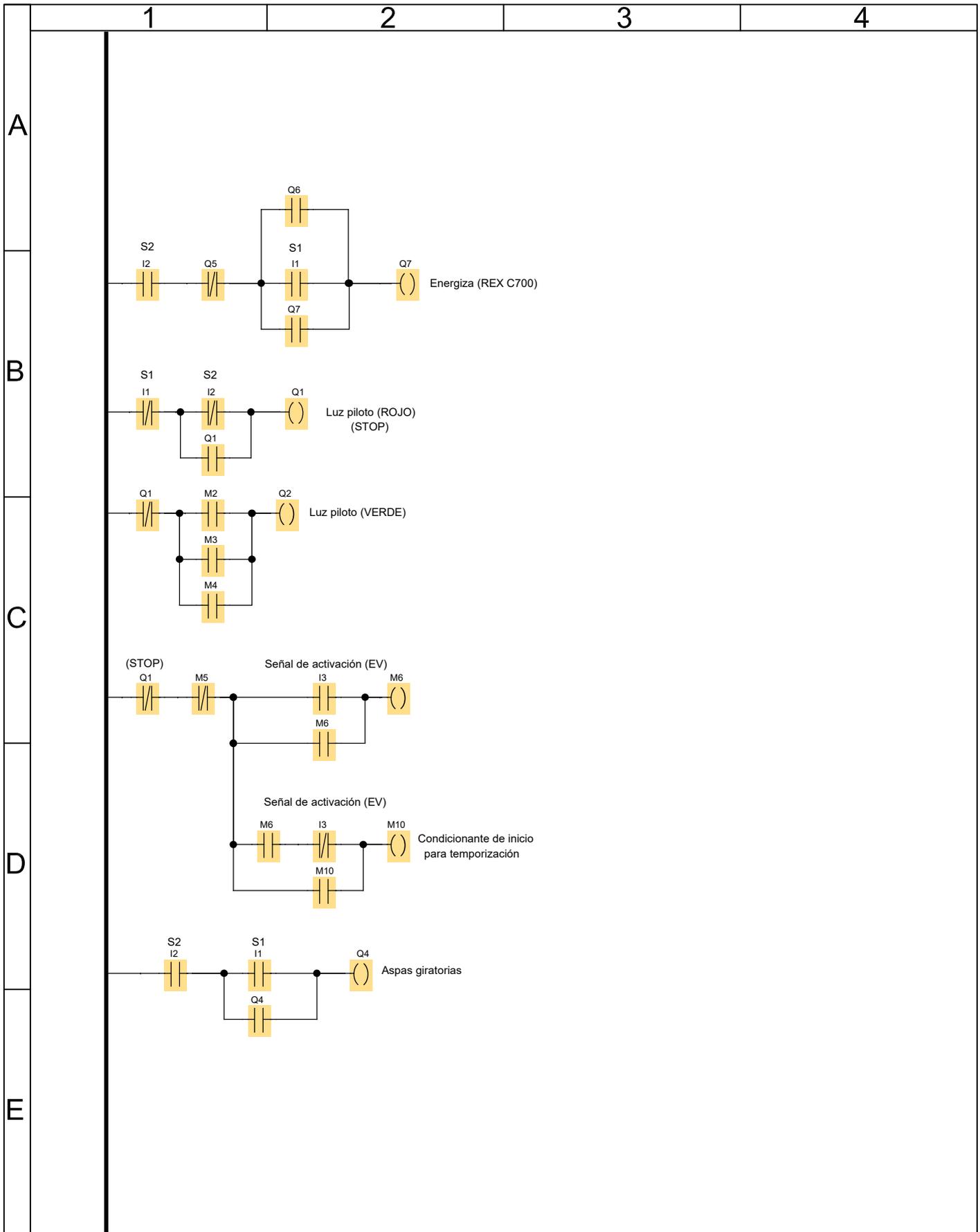
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:7		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina N°48	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 ASTM A36		+/- 2%		Pieza TC3	UTC-MTC-PTC-802



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



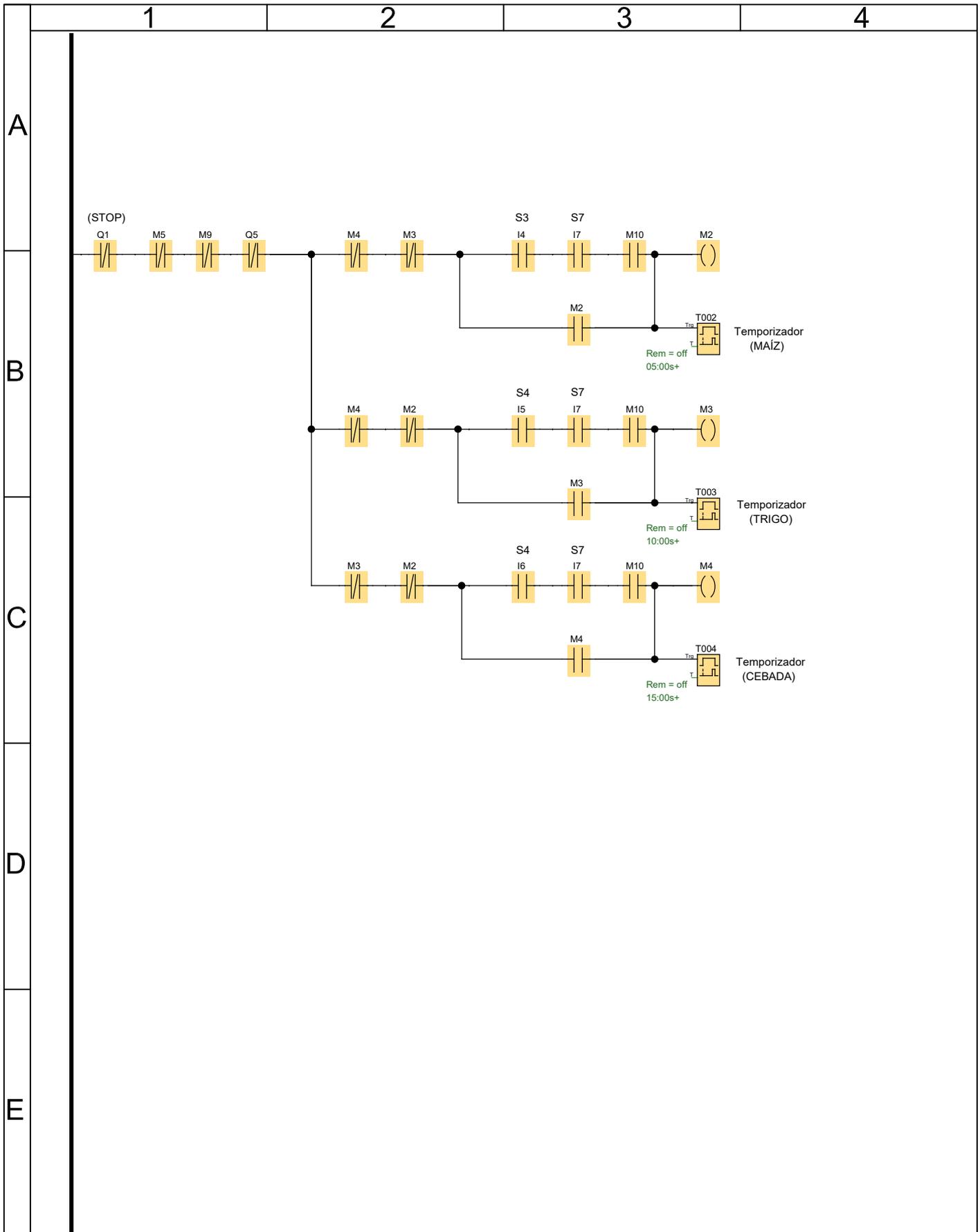
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	29/02/20	Hurtado Edison - Ortiz Angel	1:7		
Rev.	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Apro	29/02/20	Ing. Paúl Corrales Ms.C			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina	Nombre:	Denominación:
Lámina E 1.10 ASTM A36		+/- 2%	N°49	Pieza TC2	UTC-MTC-PTC-801



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



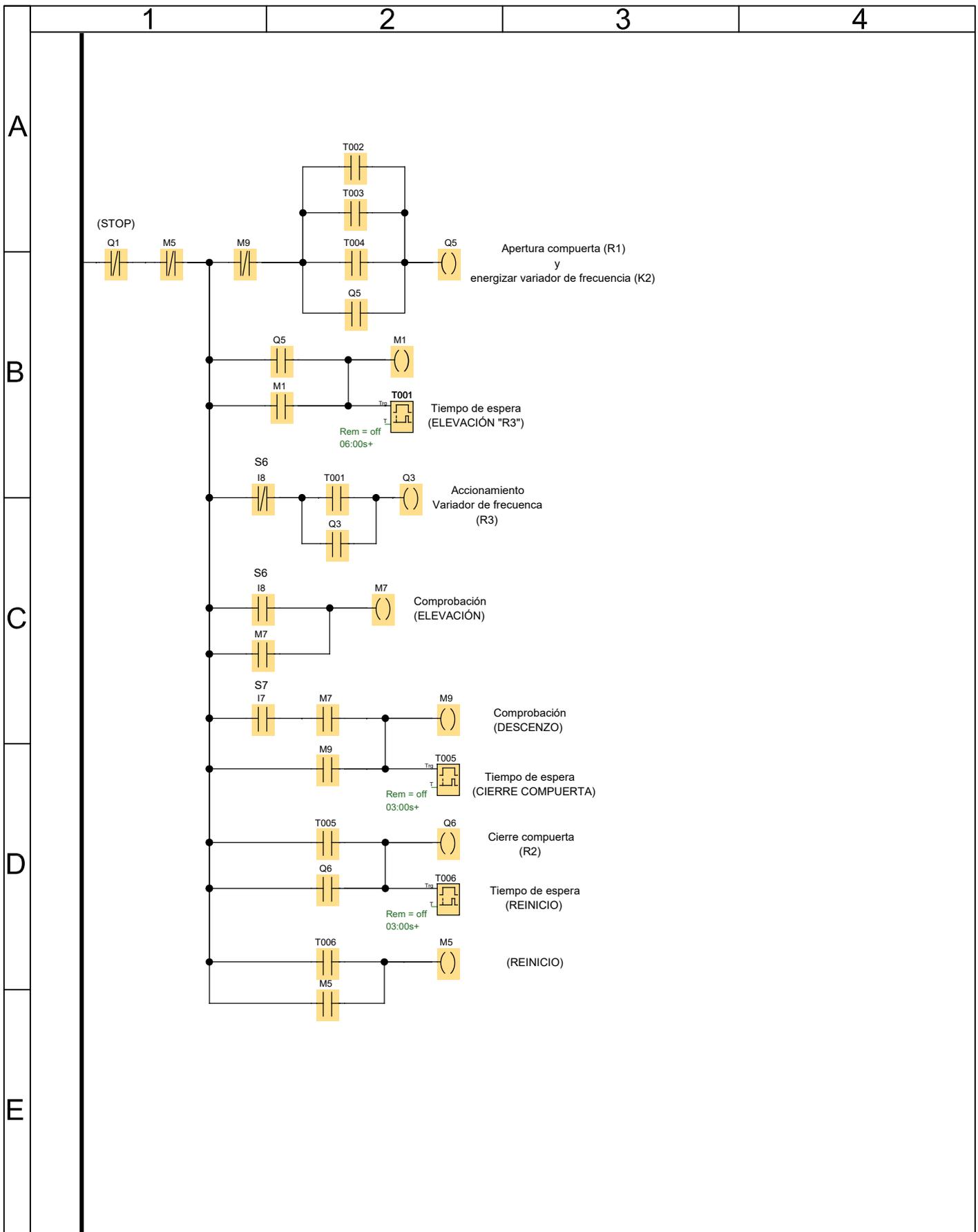
Dibujo: Hurtado Edison - Ortiz Angel	INGENIERÍA	Escala: ESCALA
Revisado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	ELECTROMECAÁNICA	Hoja 1 De 3
Aprobado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	Contiene:	Asignatura: Titulación
Fecha: 29-02-20	PROGRAMACIÓN	S.U.: mm



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibujo: Hurtado Edison - Ortiz Angel	INGENIERÍA	Escala: ESCALA
Revisado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	ELECTROMECAÁNICA	Hoja 2 De 3
Aprobado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	Contiene:	Asignatura: Titulación
Fecha: 29-02-20	PROGRAMACIÓN	S.U.: mm

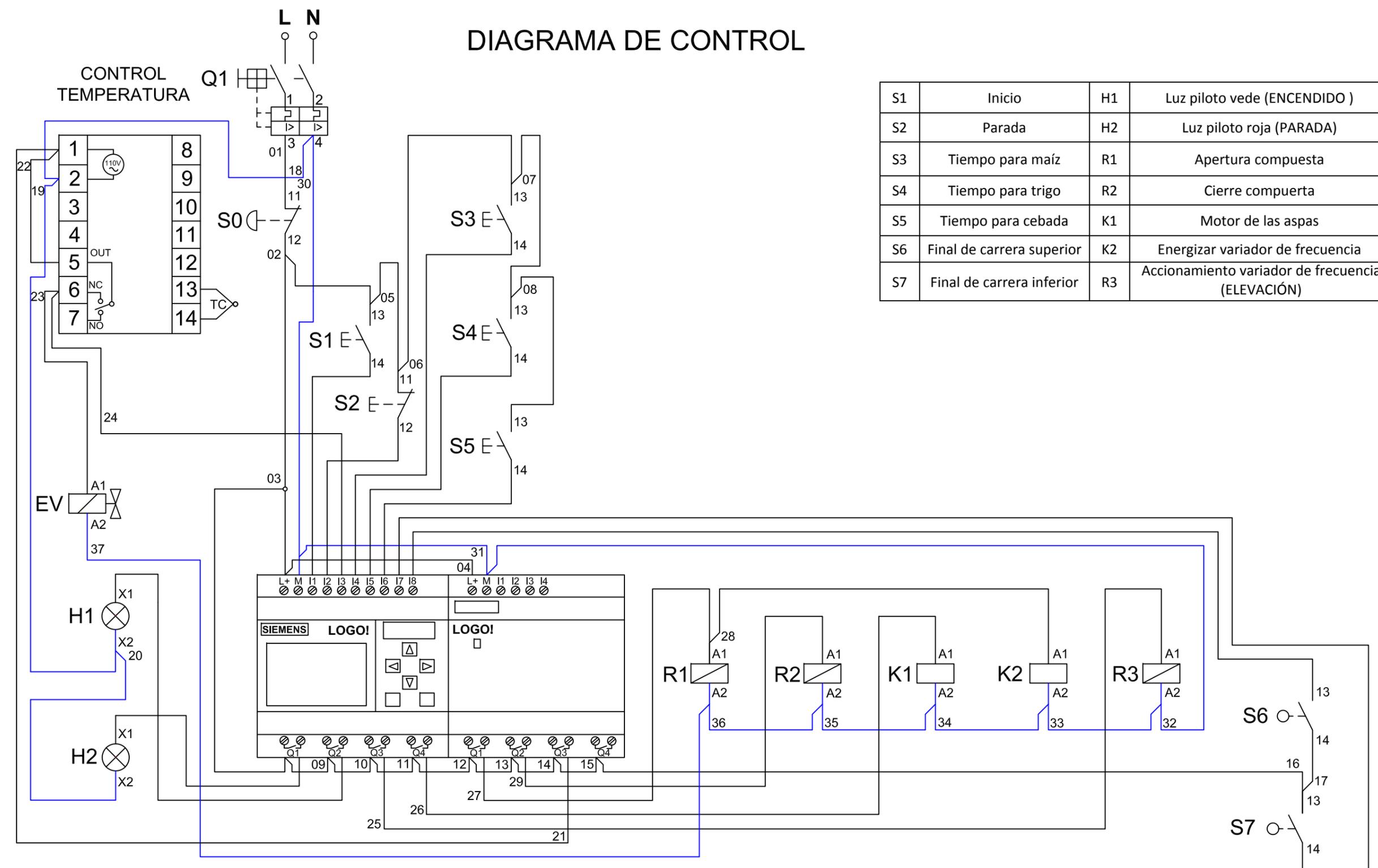


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibujo: Hurtado Edison - Ortiz Angel	INGENIERÍA	Escala: ESCALA
Revisado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	ELECTROMECAÁNICA	Hoja 3 De 3
Aprobado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	Contiene:	Asignatura: Titulación
Fecha: 29-02-20	PROGRAMACIÓN	S.U.: mm

DIAGRAMA DE CONTROL



S1	Inicio	H1	Luz piloto verde (ENCENDIDO)
S2	Parada	H2	Luz piloto roja (PARADA)
S3	Tiempo para maíz	R1	Apertura compuerta
S4	Tiempo para trigo	R2	Cierre compuerta
S5	Tiempo para cebada	K1	Motor de las aspas
S6	Final de carrera superior	K2	Energizar variador de frecuencia
S7	Final de carrera inferior	R3	Accionamiento variador de frecuencia (ELEVACIÓN)

Símbolo							
Descripción	Disyuntor bipolar	Disyuntor tripolar	Pulsador normalmente abierto	Pulsador normalmente cerrado	Paro de emergencia	Motor trifásico	Motor DC
Símbolo							
Descripción	Luz piloto	Electro válvula	Contactador	Relé	Final de carrera normalmente abierto	Final de carrera normalmente cerrado	
1	2	3	4				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibujo: Hurtado Edison - Ortiz Angel	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: ESCALA
Revisado: Ing. Paúl Corrales Ms.C		Hoja 1 De 5
Aprobado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	Contiene: DIAGRAMA UNIFILAR	Asignatura: Titulación
Fecha: 29 - 02 - 20		S.U.: mm

1

2

3

4

A

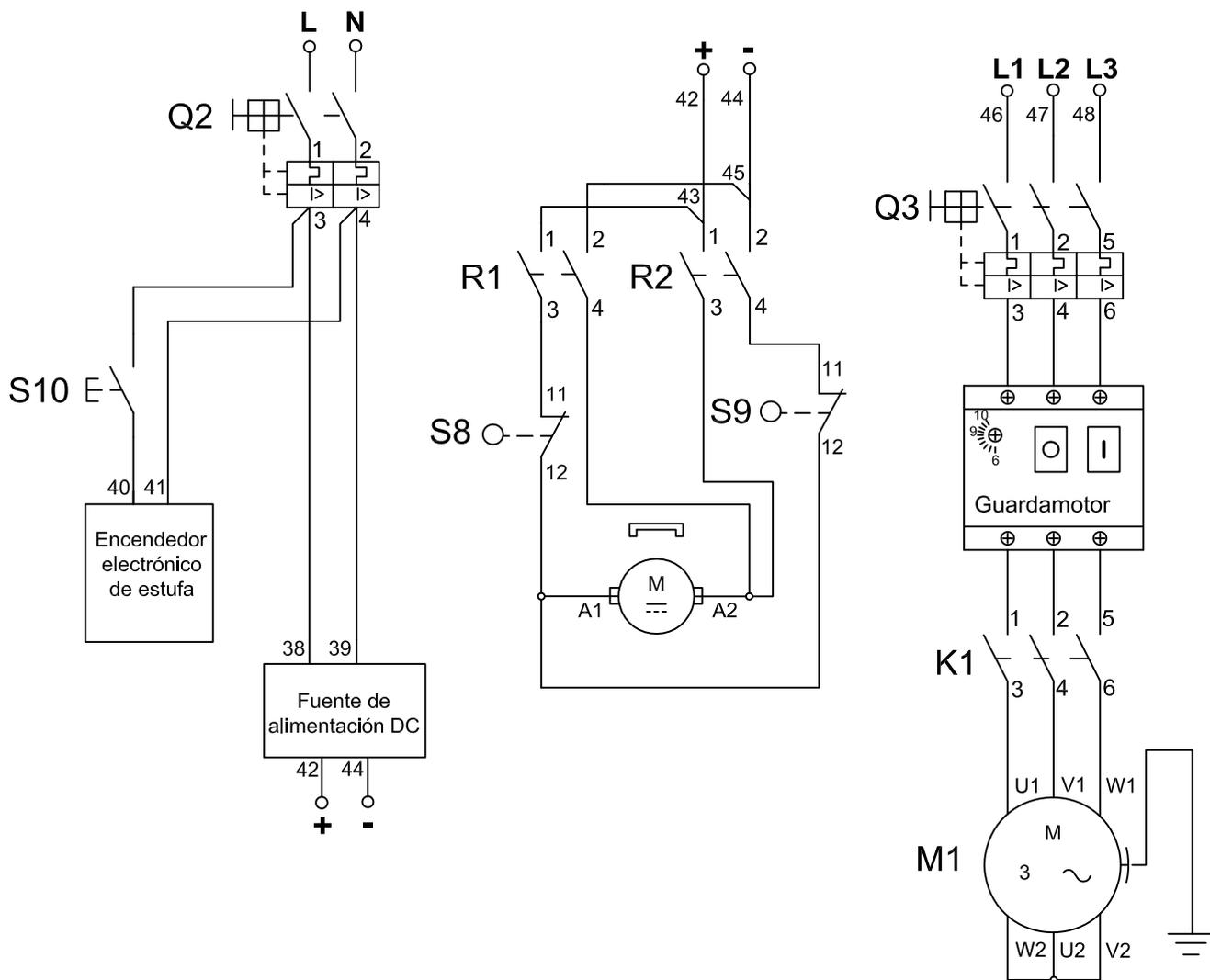
DIAGRAMA DE FUERZA

B

C

D

E



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibujo:
Hurtado Edison - Ortiz Angel

Revisado:
Ing. Paúl Corrales Ms.C

Aprobado:
Ing. Paúl Corrales Ms.C

Fecha:
29 - 02 - 20

INGENIERÍA

ELECTROMECAÁNICA

DIAGRAMA UNIFILAR

Escala: ESCALA

Hoja 2 De 5

Asignatura: Titulación

S.U.: mm

1

2

3

4

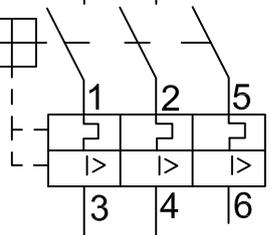
DIAGRAMA DE FUERZA

A

L1 L2

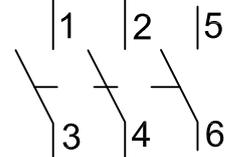
49 50

Q4

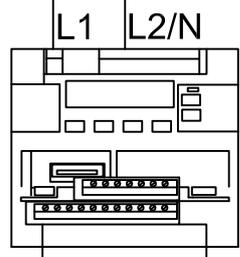


B

K2

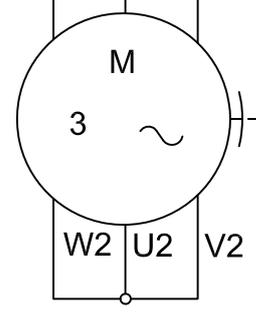


C



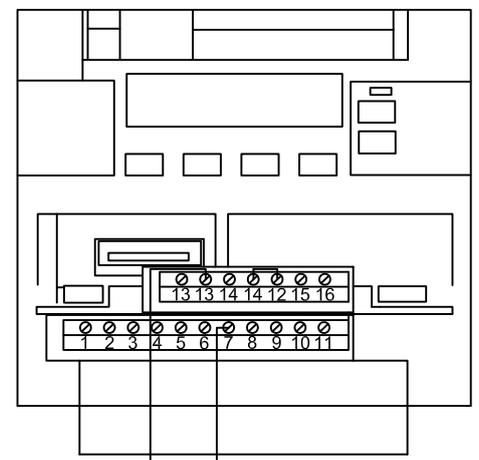
D

M2

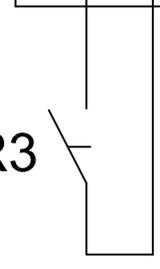


E

VARIADOR DE FRECUENCIA



R3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibujo:
Hurtado Edison - Ortiz Angel

Revisado:
Ing. Paúl Corrales Ms.C

Aprobado:
Ing. Paúl Corrales Ms.C

Fecha:
29 - 02 - 20

INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA

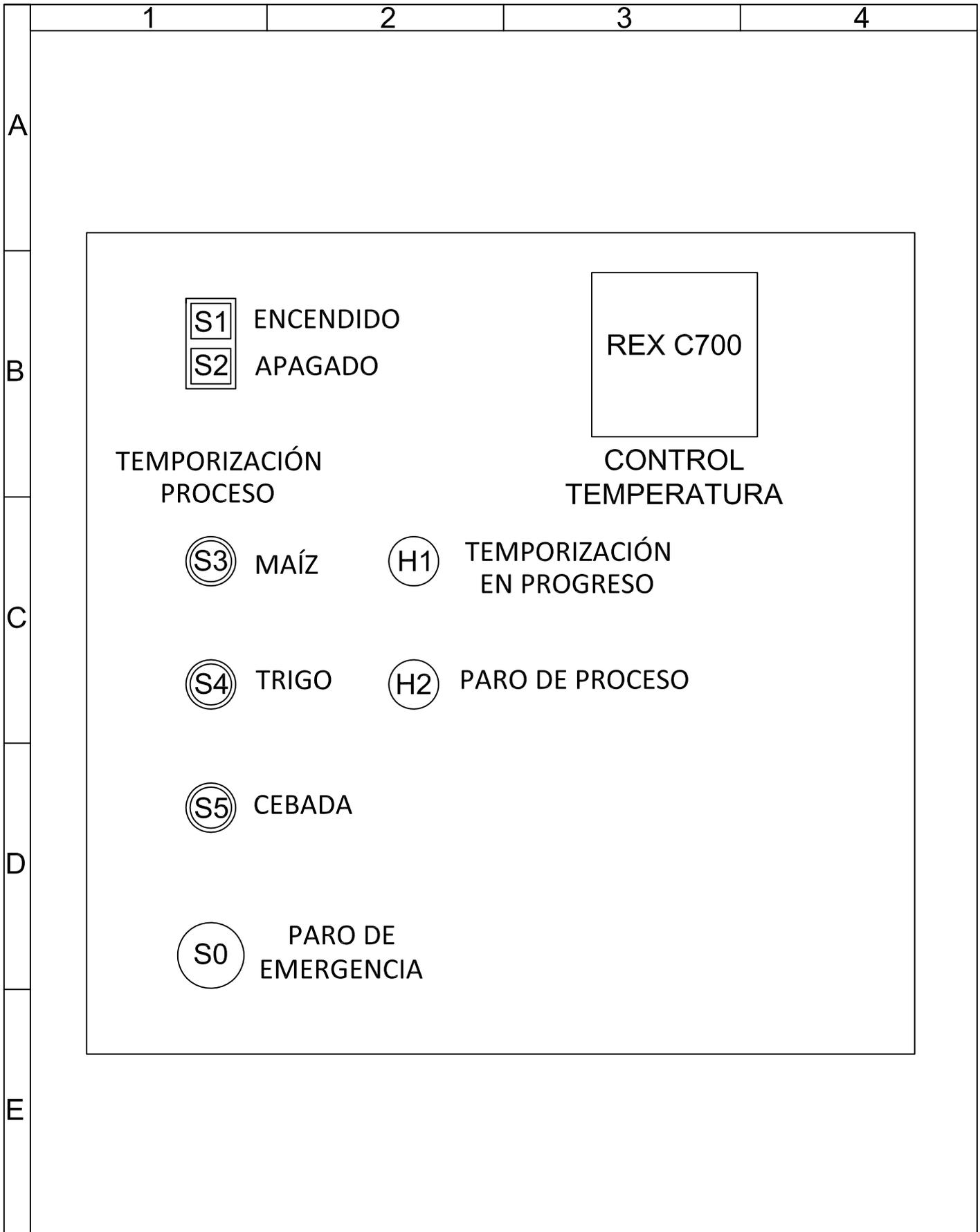
Contiene:
DIAGRAMA UNIFILAR

Escala: ESCALA

Hoja 3 De 5

Asignatura: Titulación

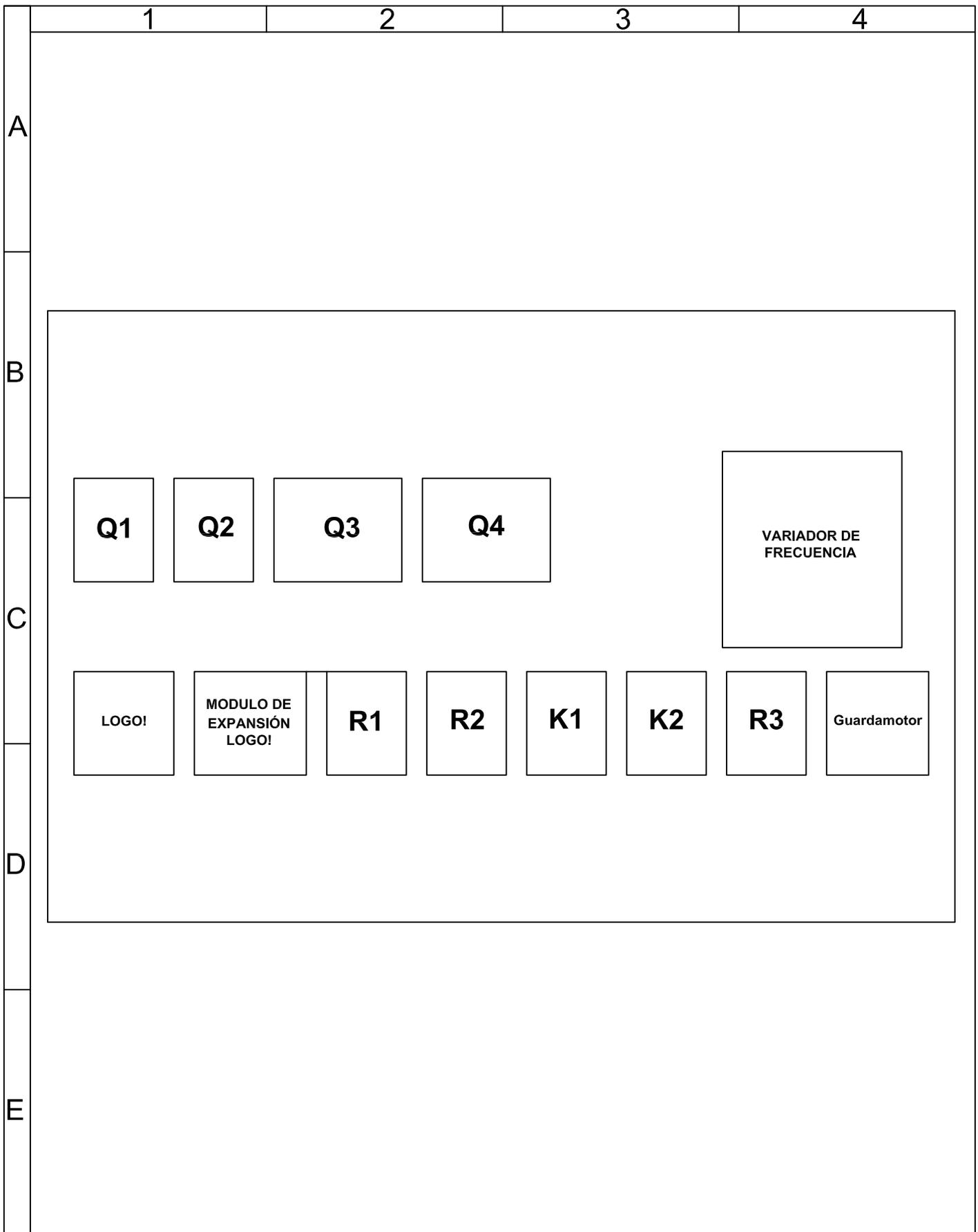
S.U.: mm



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibujo: Hurtado Edison - Ortiz Angel	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: ESCALA
Revisado: Ing. Paúl Corrales Ms.C		Hoja 4 De 5
Aprobado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	Contiene:	Asignatura: Titulación
Fecha: 29 - 02 - 20	PANEL FRONTAL	S.U.: mm



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibujo: Hurtado Edison - Ortiz Angel	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: ESCALA
Revisado: Ing. Paúl Corrales Ms.C		Hoja 5 De 5
Aprobado: Ing. Paúl Corrales Ms.C	GABINETE	Asignatura: Titulación
Fecha: 29 - 02 - 20		S.U.: mm