

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EXPENDEDORA DE MASCARILLAS ARTESANALES (ETAPA I)

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

Jonathan Andrés Chérrez Yugcha

jonathan.cherrez@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. ABRAHAM ISMAEL LOJA ROMERO, MSC.

abraham.loja@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. ROBERTO CARLOS ROJAS MOLINA, PHD.

roberto.rojas@epn.edu.ec

Quito, octubre 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Chérrez Yugcha Jonathan Andrés como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA bajo nuestra supervisión:



**Ing. ABRAHAM ISMAEL
LOJA ROMERO MSc.**

DIRECTOR DEL PROYECTO

**Ing. ROBERTO CARLOS ROJAS
MOLINA PhD.**

CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo Chérrez Yugcha Jonathan Andrés con CI: 1722938816 declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, soy titular de la obra en mención y otorgo una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entrego toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



Chérrez Yugcha Jonathan Andrés

CI: 1722938816

Teléfono: 0984194409

Correo: jonathan.cherrez@epn.edu.ec

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a mi hija Romina Chérrez, pues el amor que le tengo me ha impulsado a diario para cumplir mis metas que, a lo largo de los años que duró esta larga travesía la imagen de su sonrisa y mi deseo de ser un ejemplo de perseverancia para ella se ven reflejados en las acciones que hacen posible el título que me es otorgado, también dedico este logro a mis padres, ejemplo de humildad, firmeza y paciencia, a mis hermanos que con su amor, consejos y alegrías me apoyaron cuando más difícil se puso el camino y por último se lo dedico a los amigos y amigas que tuve el gusto de conocer en las aulas de la Escuela Politécnica Nacional y por los que en el camino se fueron quedando.

Ahora, luego de tanto tiempo y con la madurez, experiencia y enseñanzas adquiridas trabajaré a diario en lo que amo y sobre todo teniendo presente que su apoyo y amor incondicional hizo posible mi meta.

Andrés Chérrez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su sabio consejo, por su perseverancia en inculcarme que todo es posible si te lo propones y en especial a mi hija que siempre ha sido omnipresente cada día.

Expreso un sentimiento de gratitud con la empresa TECNITORNO RAY representada por el Ing. Nelson Yugcha, mi tío, quién desde mi infancia supo recibirme como un hijo en sus talleres, motivarme e inculcarme el amor al trabajo hecho con precisión y calidad, a mi tía Elizabeth y sus hijos, mi segunda familia.

Así también, agradezco a todos los profesores que he tenido desde la formación básica hasta la universitaria pues, gracias a cada uno de ellos que han sabido transmitirme su conocimiento he logrado subir un escalón más en la gran escalera del éxito.

Al Instituto Tecnológico Superior Central Técnico y a la Escuela Politécnica Nacional, cuna de los mejores técnicos de Ecuador, en sus aulas y talleres aprendí la combinación del arte, la ciencia y la técnica las cuales ahora son conocimientos sempiternos en mi labor diaria.

Andrés Chérrez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción	1
1.1	Objetivo general	2
1.2	Objetivos específicos	2
1.3	Fundamentos.....	2
2	Metodología.....	6
2.1	Descripción de la metodología usada	6
3	Resultados y Discusión.....	9
3.1	Requerimientos Mecánicos.....	9
3.2	Diseño de plano y estructura	11
3.3	Ensamblado de componentes mecánicos.....	13
3.4	Conexión de dispositivos Periféricos	15
a.	Billetero MEI – 2000.....	16
b.	Monedero MEI CF – 7000	17
c.	Pantalla de 8 (pul).....	18
d.	Pantalla de 5 (pul) táctil.....	18
e.	Fuente de 24 (V_{DC}).....	19
f.	Tarje M.D.B.....	19
3.5	Pruebas de funcionamiento.....	20
3.6	Manual de Uso y Mantenimiento.....	24
4	Conclusiones y Recomendaciones	25
1.1	Conclusiones	25
1.2	Recomendaciones.....	26
5.	Referencias Bibliográficas	28
6.	ANEXOS.....	30
	Anexo 1: Certificado de Funcionamiento	30
	Anexo 2: Planos	31
	Anexo 3: Manual de Construcción.....	37

INTRODUCCIÓN.....	38
Estructura Principal.....	39
Láminas de recubrimiento	43
Soporte para bandejas	44
Bandejas	46
Canal tipo embudo para caída del producto	48
Bandeja de entrega de producto	49
Cubiertas laterales e inferior de la bandeja de entrega de producto	51
Puerta posterior.....	52
Lámina inferior posterior.....	52
Puerta Frontal	53
Bandeja de monedas	53
Dispositivos electrónicos frontales.....	54
Dispositivos electrónicos posteriores.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Modelos de máquinas dispensadoras en FC.....	3
Figura 1.2	Tubo cuadrado de una pulgada en acero negro.....	3
Figura 1.3	Láminas de acero negro.....	4
Figura 3.1	Vista 3D de la máquina dispensadora de mascarillas.....	11
Figura 3.2	Vista frontal de la máquina dispensadora de mascarillas	12
Figura 3.3	Bandejas y espiras.....	13
Figura 3.4	Cabina de Chorreado.....	13
Figura 3.5	Pared lateral realizada el proceso de chorreado.	14
Figura 3.6	Estructura metálica de la Máquina Dispensadora de Mascarillas	15
Figura 3.7	Distribución de dispositivos electrónicos delanteros	16
Figura 3.8	Billetero MEI – 2000.....	16
Figura 3.9	Monedero MEI CF - 7000.....	17
Figura 3.10	Tablet SPEEDMIND de 8 (pul)	18
Figura 3.11	Pantalla de 5 (pul) para RaspBerry Pi4.	18
Figura 3.12	Tarjeta M.D.B.....	19
Figura 3.13	Esquema de conexión de la máquina.....	20
Figura 3.14	Bandeja de recepción de monedas de \$1	23
Figura 3.15	Solapas de la bandeja recolectora de monedas de \$1	24
Figura 3.16	Código QR - Manual de uso y mantenimiento	24
Figura 0.1	Estructura interna – Vista Frontal	39
Figura 0.2	Estructura interna – Vista Lateral	40
Figura 0.3	Estructura interna – Vista Superior.....	41
Figura 0.4	Estructura interna – Vista 3D.....	42
Figura 0.5	Láminas de recubrimiento	43
Figura 0.6	Soporte de bandejas – Vista Lateral.....	44
Figura 0.7	Soporte de bandejas – Vista 3D.....	44
Figura 0.8	Vista en corte – ubicación de los soportes de las bandejas.....	45
Figura 0.9	Bandejas y espiras – Vista Frontal	46
Figura 0.10	Bandeja – Vista Lateral	46
Figura 0.11	Bandejas y espiras – Vista Superior.....	47
Figura 0.12	Bandejas y espiras – Vista 3D.....	47
Figura 0.13	Apertura para caída del producto – Vista Superior	48
Figura 0.14	Apertura para caída del producto – Vista 3D.....	48
Figura 0.15	Bandeja de entrega de producto – Vista Frontal.....	49

Figura 0.16 Bandeja de entrega de producto – Vista Lateral.....	49
Figura 0.17 Bandeja de entrega de producto – Vista Superior	50
Figura 0.18 Bandeja de entrega de producto – Vista 3D	50
Figura 0.19 Láminas laterales e inferior de la bandeja de entrega del producto	51
Figura 0.20 Puerta posterior.....	52
Figura 0.21 Lámina inferior posterior.....	52
Figura 0.22 Puerta Frontal	53
Figura 0.23 Bandeja de monedas	53
Figura 0.24 Dispositivos electrónicos frontales.....	54
Figura 0.25 Dispositivos electrónicos posterior	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Especificaciones técnicas de tubos cuadrados en acero negro.[8]	4
Tabla 1.2 Análisis químico de tipos de acero negro.....	5
Tabla 3.1 Materiales usados para la construcción.	10
Tabla 3.2 Dimensiones de componentes que portan el producto.....	10
Tabla 3.3 Especificaciones Eléctricas, MEI - 2000	17
Tabla 3.4 Especificaciones eléctricas, MEI CF - 7000	17
Tabla 3.5 Especificaciones eléctricas de la Fuente de 24 (V _{DC}).....	19
Tabla 3.6 Especificaciones Eléctricas – Tarjeta M.D.B	20
Tabla 3.7 Tabla comparativa de materiales	21
Tabla 3.8 Tabla de cumplimiento de alimentación y funcionamiento de periféricos. ...	22
Tabla 3.9 Tabla de cumplimiento en entrega de productos.....	22
Tabla 3.10 Prueba de cumplimiento de cerraduras	24

RESUMEN

El proyecto que se encuentra en este informe trata del diseño y construcción mecánica de una máquina expendedora de mascarillas artesanales solicitado y financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La máquina expendedora tiene el objetivo de generar ingresos económicos para un grupo de artesanas puesto que, son ellas quienes elaboran las mascarillas para ofertarlas a través de la máquina en el Museo de la Ciudad (Quito).

El diseño y construcción de la parte mecánica se lo realiza con materiales disponibles en el país mientras que, los componentes electrónicos y actuadores se los importa desde México y Colombia.

La Construcción de la máquina se rige bajo normas técnicas como son: la AWG (*American Wire Gauge*) para la selección de cableado, la NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción) la cual rige requisitos mínimos de seguridad y calidad en etapas de procesos constructivos, como también la IEC (*International Electrotechnical Commission*) que permite en los procesos de diseño e ingeniería hablar un mismo idioma en fabricación, ensayos y certificación en productos eléctricos y electrónicos; en base a esto dichos materiales deben ser resistentes para brindar seguridad al producto que se oferta, así también debe resistir ambientes internos y externos, otra norma técnica es el dimensionamiento, según el producto a ofertarse, la máquina debe tener un volumen de almacenamiento capaz de soportar la demanda continua de mínimo tres días, un tercer criterio técnico es la ubicación de los dispositivos puesto que, estos deben estar en una posición de fácil acceso para personas desde los 12 años en adelante y por último, según la normativa, la presentación y seguridades que ésta debe tener para el usuario y el producto que va a ofertar.

PALABRAS CLAVE: Máquina, diseño, construcción, dispensadora, mascarillas, espiral, monedero, billetero.

ABSTRACT

The project in this report deals with the mechanical design and construction of an artisan mask vending machine requested and funded by the United Nations Development Program (UNDP).

The vending machine has the objective of generating economic income for a group of artisans since it is they who make the masks to offer them through the machine at the Museum of the City (Quito).

The design and construction of the mechanical part is done with materials available in the country, while the electronic components and actuators are imported from Mexico and Colombia.

The construction of the machine is governed by technical standards such as: the AWG (American Wire Gauge) for the selection of wiring, the NEC (Ecuadorian Construction Standard) which governs minimum safety and quality requirements in construction process stages as well as the IEC (International Electrotechnical Commission) that allows in the design and engineering processes to speak the same language in manufacturing, testing and certification in electrical and electronic products, based on this, said materials must be resistant to provide safety to the product that is offered in this way Also, it must withstand internal and external environments, another technical standard is the sizing, depending on the product to be offered, the machine must have a storage volume capable of supporting the continuous demand of at least three days, a third technical criterion is the location of the devices since, these must be in a position of easy access for people from 12 years onwards and for Finally, according to the regulations, the presentation and assurances that it must have for the user and the product to be offered.

KEY WORDS: Machine, design, construction, dispenser, masks, spiral, purse, wallet.

1 INTRODUCCIÓN

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) fomenta la reactivación económica en grupos de vulnerabilidad con proyectos de inclusión brindando el financiamiento y asistencia técnica. En este caso financió la construcción de una máquina expendedora de mascarillas que son creadas por un grupo de artesanas.

Debido a la creciente población y a la aglomeración en varias zonas urbanas es necesario contar con un abastecimiento continuo de mascarillas y que sean de acceso continuo; en este ámbito, una máquina expendedora puede funcionar durante un tiempo prolongado sin necesidad de un operario y, en su interior puede almacenar una cantidad considerable de producto a manera de abastecer la demanda del consumidor [1].

Según un estudio la pandemia por COVID-19 deja un 83% de los trabajadores en Ecuador en el desempleo o con condiciones precarias debido a la falta de incentivos del Estado al sector productivo. Según las estadísticas oficiales, solo el 17% de la población económicamente activa tiene un trabajo que cumple los requisitos mínimos legales [2].

La Organización de las Naciones Unidas a través del PNUD fomenta la reactivación económica en grupos de vulnerabilidad con proyectos de inclusión brindando el financiamiento y asistencia técnica.

Las mascarillas artesanales o de fabricación casera ayudan a prevenir la transmisión del COVID-19 siempre y cuando se use de forma adecuada (cubrir por completo boca y nariz), al igual que todo tipo de cubre bocas cumple con el rol de impedir el paso de partículas que están en el ambiente hacia el sistema respiratorio de tal manera que, este tipo de mascarillas se recomienda como uso diario para una población en general mas no para personal médico o que está en contacto directo y continuo con personas contagiadas. [3]

La máquina expendedora fue colocada en el Museo de la Ciudad (Quito); en el Anexo 1 se adjunta el certificado de funcionamiento el cual avala que el proyecto se encuentra operando de forma correcta.

1.1 Objetivo general

Implementar una máquina expendedora de mascarillas artesanales (etapa 1).

1.2 Objetivos específicos

1. Determinar los requerimientos mecánicos de la máquina
2. Diseñar el plano y la estructura de la máquina
3. Ensamblar componentes mecánicos
4. Conectar los dispositivos periféricos
5. Pruebas de funcionamiento
6. Elaborar un manual de usuario y mantenimiento

1.3 Fundamentos

Para la elaboración de la máquina expendedora de mascarillas se debe tener conocimiento previo de los materiales más usados y el análisis de éstos.

En la fabricación de máquinas dispensadoras se usan varios tipos de materiales, entre ellos la fibra de vidrio, ideal como aislante térmico e inerte a ciertas sustancias como los ácidos, pero su uso es descontinuado puesto que, para ser un material maleable debe fundirse a 1250 (°C), para obtener una forma específica se necesita de moldes especiales fabricados a medida y, la presentación final posee rugosidad en su superficie lo cual no brinda un aspecto estético. [4]

Por otro lado, el policarbonato y acrílico son resistentes a impactos, excelentes aislantes eléctricos, resisten a rayos ultra violeta y su valor se reduce al adquirirlas al por mayor, sin embargo, en Ecuador no es factible fabricar máquinas en este tipo de material debido a que, para ser maleable debe ser inyectado o calentado a altas temperaturas para que se torne flexible siendo favorable únicamente si la producción es en masa. [5]

En cambio, la fibra de carbono o FC es el material más usado en la industria del *Vending Machine*, pues sus propiedades mecánicas son similares al acero, pero con un peso cuatro veces menor y su costo es bajo en comparación a los metales. La fibra de carbono se combina con plásticos termoestables como la resina epoxi dando lugar a lo que se conoce como CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Plastic*), obteniendo de esta manera la resistencia y ligereza como también la capacidad de adoptar y mantener una forma ya moldeada por lo que se usa en gran parte para dar formas llamativas a las

máquinas dispensadoras y atraer de esta manera al consumidor, un ejemplo de máquinas elaboradas en fibra de carbón se aprecia en la [Figura 1.1](#)~~Figura 1.1~~. [6]



Figura 1.1 Modelos de máquinas dispensadoras en FC.

En efecto, la FC presenta las mejores características para elaborar una máquina dispensadora además de que este tipo de material está disponible en Ecuador, sin embargo, en el país los trabajos realizados en FC son netamente artesanales por lo que, su precio y tiempo de entrega se eleva y la presentación no será igual a lo esperado.

Finalmente, el acero negro presenta una alternativa para sustituir al FC por su resistencia, durabilidad, ductilidad y la disponibilidad en el país.

En efecto, en el país el uso de acero negro es el más cotizado en la industria ecuatoriana, en este caso, los tubos cuadrados de acero negro de una pulgada, este material es usado con fines estructurales. Este tubo cuadrado se puede apreciar en la [Figura 1.2](#)~~Figura 1.2~~.



Figura 1.2 Tubo cuadrado de una pulgada en acero negro.

Los tubos cuadrados de acero negro son fabricados bajo la norma NTE INEN 2415 presentando resistencia a la corrosión y temperaturas extremas, facilidad para soldar y elevada maquinabilidad. [7]

Las características técnicas de los tubos cuadrados se detallan en la [Tabla 1.1](#)~~Tabla 1.1~~ [8]

Tabla 1.1 Especificaciones técnicas de tubos cuadrados en acero negro.[8]

DIMENSIONES		PROPIEDADES		
ϕ		ESPESOR (e)	PESO	ÁREA DE SECCIÓN
(Pul.)	(mm)	(mm)	(Kg/m)	(Pul. ²)
3/4"	19.05	1.2	0.5505	0.057
1"	25.4	1.2	0.8765	0.077
1 1/4"	31.75	1.2	1.1354	0.096
1 1/2"	38.1	1.2	1.3752	0.1165
2"	50.8	2	3.0142	0.1559

Las láminas de acero negro seleccionadas han pasado por un proceso de conformación a una temperatura superior a los 926 (°C) para evitar que se recristalice, se le conoce también como laminadas al caliente, su color es negro como se aprecia en la [Figura 1.3](#).

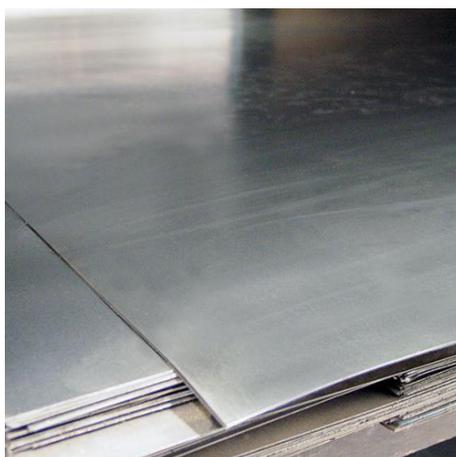


Figura 1.3 Láminas de acero negro

Este tipo de láminas se rigen a la norma NTE INEN 115 y cuyo espesor va desde 1 (mm) a 50 (mm); para la construcción se usaron láminas de acero negro de 1.5 y 2 (mm) de espesor. Las planchas laminadas al caliente, se usan en todo tipo de proyectos estructurales porque permiten la creación de una gran variedad de formas y piezas.[9]

El esqueleto que sostiene la máquina y las láminas son de acero negro como se describió con anterioridad, estos materiales brindan rigidez, seguridad y forman una figura compacta de acuerdo a los requerimientos del usuario de tal manera que, la máquina está construida en un 98% de metales, por lo tanto, el proceso de ensamblaje toma un papel importante ya que, se tiene presente el criterio de simetría, armonía de

Con formato

Con formato

Con formato
ortografía ni

Con formato

accesorios, arquitectura y montaje, entonces, conocer los conceptos, técnicas y los procesos que conlleven a un excelente ensamblaje de piezas ayudarían a tener un mejor criterio de diseño y montaje; la norma y composición química del acero negro se describe en la [Tabla 1.2](#)Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Análisis químico de tipos de acero negro. [10]

Análisis químico (%) valores máximos													
Norma	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Al
A-569	0,13	0,6	0,02	0,02	0,15	0,2	0,1	0,15	0,04	0,02	0,02	0,02	0,08
A-36	0,15	0,7	0,02	0,02	0,02	0,15	0,15	0,15	0,04	0,04	0,02	0,04	0,08
A-131	0,18	0,9	0,025	0,03	0,03	0,2	0,15	0,15	0,04	0,02	0,02	0,02	0,08

Para la unión de los metales se usa ensambles temporales o permanentes según se requiera, el uso de tornillos, tuercas, remaches o semejantes corresponden a uniones temporales mientras que, la fundición de metales entre sí, ya sea con material de aporte a través de suelda eléctrica, oxiacetilénica o MIG corresponden a ensambles permanentes. [11]

2 METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la metodología usada

En esta sección se describe la metodología específica para cumplir cada objetivo, así también, se realiza una descripción detallada del cumplimiento de los objetivos en la sección de Resultados y Discusión.

Objetivo específico 1: Determinar los requerimientos mecánicos de la máquina.

Se verificó los requerimientos técnicos y se procedió al estudio de los dispositivos electrónicos y mecánicos que fueron utilizados, se tuvo en cuenta que, el objetivo de una máquina automática de expendio es: trabajar durante un tiempo continuo sin intervención del operario, por lo que, la cantidad de producto que debe haber en *stock* debe estar dimensionada a cubrir como mínimo tres días de demanda continua, en base a esto, se dimensiona para que la máquina tenga una capacidad de 200 mascarillas.

Se realizó la verificación de la disponibilidad de los dispositivos electrónicos y mecánicos en el mercado nacional, así también, se buscaron proveedores en el exterior.

También se realizó el estudio del monedero y billetero proporcionado por PNUD y según la información respectiva de los periféricos de recepción de efectivo, se procedió a verificar la tensión requerida para el funcionamiento y, de acuerdo con el estudio de los manuales se realizó la adquisición de tarjetas electrónicas de comunicación llamadas TARJETAS MDB (*Multi Drop Bus*), que permitirán enlazar al sistema de control.

Así también, de acuerdo con el estudio realizado se creó un listado para la adquisición de los materiales y dispositivos de la máquina.

Objetivo específico 2: Diseñar el plano y la estructura de la máquina.

Se determinan los requisitos mecánicos como son: dimensiones internas y externas, componentes internos y diseño para proceder a diseñar el plano de la estructura metálica, dicha estructura se realizó teniendo en cuenta la presentación, capacidad de almacenamiento, dimensiones y fácil acceso para la adquisición del producto.

Los materiales y la fabricación de la máquina dispensadora se lo realizan en los talleres de Cent Ecuador. El plano respectivo de la máquina se encuentra en el Anexo 2.

Objetivo específico 3: Ensamblar componentes mecánicos.

Después de la adquisición de los materiales y realizado los planos, se construyó la estructura interna que sostiene a las láminas de acero que constituyen la máquina. Se tuvo presente que la parte frontal, debe tener un vitral que exponga al público el producto a ofertarse, por lo que, se creó un diseño llamativo contando con una distribución correcta de los periféricos como son: el monedero, el billetero, la pantalla de selección y la pantalla de video.

De acuerdo con las dimensiones del plano se manufacturó las bandejas que portan el producto junto con las espirales respectivas en los talleres de Cent Ecuador.

Una vez culminadas la estructura y las bandejas se realizó un proceso anticorrosivo, el cual incluyó un tratamiento químico (se sumerge la máquina en ácidos) para retirar el óxido de las piezas pequeñas mientras que, las piezas medianas y grandes se les brindó un proceso de chorreado, el cual consiste en soplar arena a altas presiones. El acabado final fue con pintura electroestática para resistir abrasión y corrosión por transporte o factores ambientales.

Terminado dicho proceso se colocaron los actuadores junto con las espiras y los conductores.

Objetivo específico 4: Conectar los dispositivos periféricos.

Se realizó la conexión y alimentación del monedero y billetero en conjunto con el controlador y las pantallas; el monedero corresponde al modelo MEI CI-7000 y se necesitó una fuente de 34 (V_{DC}).

En este proceso se coloca un termomagnético de 20(A) como protección eléctrica ya que según el estudio de corriente que usa la máquina es de 15 (A), así también, se coloca la base que porta las placas electrónicas de control, dicha placa fue colocada en la pared lateral de la estructura.

La tarjeta que comunica a los periféricos de recepción de efectivo con el ordenador es la Tarjeta MDB (*Multi Drop Bus*), así también, se colocan la pantalla publicitaria la cual es una Tablet de 8 (pul) con un sistema operativo Android.

Objetivo específico 5: Realizar pruebas de funcionamiento.

Una vez colocados todos los dispositivos en la estructura se realizaron las pruebas de funcionamiento las cuales consistieron en:

- Prueba de seguridad en la compuerta de abastecimiento de producto (puerta frontal); en esta prueba se centra la puerta y se verifica la cerradura de seguridad

colocada y, en la prueba de seguridad de acceso a componentes electromecánicos (puerta trasera) se verifica que los terminales de los actuadores no hagan contacto con la compuerta.

- Prueba de transporte y movilidad, se verifica que las ruedas funcionen de forma adecuada soportando el peso y desplazamiento efectuado en el transporte de la máquina.
- Prueba de entrega de producto, se constata que, al caer el producto, este tenga una trayectoria directa y sin obstáculos hasta la bandeja asignada, también se verifica la correcta apertura y retorno de la compuerta.
- Prueba de iluminación de producto y alimentación de dispositivos electrónicos, se verifica que la iluminación natural y artificial sea la suficiente para brindar una correcta visualización del producto hacia el cliente, así también, se verifica que la alimentación eléctrica de los dispositivos electrónicos garantice su correcto funcionamiento durante un periodo continuo de conexión.
- Prueba de bandeja externa para recepción de monedas de \$1, el monedero no almacena monedas de dicha denominación por lo que, las deja caer; para la captación de estas monedas se instala una bandeja la cual se coloca en la parte inferior del monedero.

Objetivo específico 6: Elaborar un manual de usuario y mantenimiento.

El manual de usuario y mantenimiento se detalla en el código QR presentados en este documento. Por otra parte, se redactó un manual de construcción de la estructura, en el cual se adjunta los materiales usados y los planos de construcción mecánica. Adicionalmente, se detallan las partes y periféricos que constituyen la máquina.

Finalmente, se detallan las conclusiones en donde se encuentra información relevante con respecto al desarrollo y cumplimiento de los objetivos antes mencionados.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se construyó una máquina dispensadora de mascarillas, la máquina cuenta con una estructura interna unida mediante la combinación de uniones temporales y permanentes, esta estructura sostiene a las láminas de acero que recubren y que hacen parte visible de la máquina, así también, se realizaron los cortes respectivos en los metales para realizar el ensamblado y diseño solicitado teniendo en cuenta los componentes que la estructura contiene y que resguarda en su interior.

La máquina posee un diseño antirrobo puesto que, la compuerta de entrega de producto posee una lámina que impide introducir objetos ajenos a la máquina. De igual manera, las puertas de acceso del frente y posterior, poseen cerraduras de seguridad.

A continuación, se detalla la elaboración, criterios de construcción, entre otros del desarrollo de la máquina expendedora de mascarillas.

3.1 Requerimientos Mecánicos

Bajo los criterios de construcción, durabilidad y seguridad del producto que se oferta en la máquina, se detallan los materiales que se usaron en la construcción de la máquina dispensadora de mascarillas.

Los requerimientos base para la construcción de la máquina fueron:

- La máquina debe tener una capacidad mínima de almacenamiento, dicha cantidad de producto debe surtir la demanda de 3 días de uso continuo.
- Material de revestimiento resistente para operar en interiores y exteriores.
- Calidad y seguridad para el almacenamiento del producto

La seguridad de los dispositivos internos y del producto almacenado dependen de los materiales que recubren la máquina, por lo que, se usa acero negro en la construcción.

- Diseño llamativo y de fácil acceso para personas de edades desde 12 años en adelante.

La parte frontal debe tener una amplia área de visión del producto puesto que, es la parte destinada para que el usuario distinga el producto ofertado.

Teniendo en cuenta los requerimientos mecánicos mencionados, los materiales usados se enlistan en la [Tabla 3.1](#)~~Tabla 3-1~~.

Tabla 3.1 Materiales usados para la construcción.

Cantidad	Detalle	Uso
2	Plancha de Acero Negro de 0,9 (mm)	Recubrimiento exterior
1	Plancha de Acero Negro de 1,1 (mm)	Rieles para pantallas, bandejas, recubrimiento interno
3	Tubo cuadrado de 1 (pul) y de 1,5 (mm) de espesor	Chasis (esqueleto) de la máquina que soporta los componentes de ésta.
1	Vidrio templado de 5 (mm) de dimensiones 55,5 (cm) x 88 (cm)	Vista panorámica del producto que se oferta en la máquina
25	Espirales de 3 (mm) de espesor, diámetro 8(cm) y paso de 6 (cm) entre valles	Para el almacenamiento y expulsión del producto.
2	Ruedas estáticas	Soportar la masa y brindar la movilidad de la máquina.
2	Ruedas móviles	Directrices, permiten el giro durante la movilidad.
1	Tablet de 8 (pul) con cargador	Proyecta publicidad o información de importancia para el usuario.
25	Motores DC de 30 (r.p.m)	Actuadores, permiten el giro de los espirales para despachar el producto.
1	Tira led blanca	Iluminación interna del producto.

El PNUD solicitó que, la capacidad de mascarillas debe ser mínimo 120 por lo que, se realizó el dimensionamiento de las bandejas y espirales que portan el producto a ofertarse, estas dimensiones se detallan en la [Tabla 3.2](#).

Tabla 3.2 Dimensiones de componentes que portan el producto.

Elemento	Dimensiones
Espirales	Longitud: 60 (cm) Diámetro: 8 (cm) Espesor: 3 (mm)
Bandeja de producto	Profundidad: 61 (cm) Ancho: 69,5 (cm) Altura: 11,7 (cm)

Las dimensiones establecidas permiten que la máquina disponga de 50 mascarillas por bandeja, es decir, la máquina dispensadora puede almacenar 200 mascarillas para venta inmediata. Adicionalmente, se obtiene una máquina multipropósito ya que, en el caso de necesitar ofertar otro tipo de producto bastará con recargar el nuevo producto en las bandejas.

3.2 Diseño de plano y estructura

De acuerdo con los requerimientos mecánicos, la máquina deberá contener 200 mascarillas en su interior y dimensiones coherentes por lo que se procedió a elaborar los planos teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Dimensiones

Para las dimensiones de la máquina se toma en cuenta que tenga una altura prudencial y que sea capaz de abarcar las bandejas que portarán las mascarillas, por lo tanto, de acuerdo con las dimensiones del área de la base y altura se obtiene que, el volumen de la máquina es de 1,43 (m³), el cual se obtiene a través de la [Ecuación 3.1](#)~~Ecuación 3.4~~.

$$V = A_{\text{Base}} \times \text{Altura}$$

Ecuación 3.1 Volumen de un prisma rectangular

Donde:

Largo de la Base: 88,5 (cm)

Ancho de la Base: 92,2 (cm)

Altura de la máquina: 175 (cm)

De esta manera se obtiene como resultado la máquina solicitada, en la [Figura 3.1](#)~~Figura 3.4~~ se aprecia la simulación de esta en una vista en 3D.



Figura 3.1 Vista 3D de la máquina dispensadora de mascarillas

El diseño interno de la máquina se basa en una distribución correcta para cuatro bandejas las cuales portarán las mascarillas, así también de un espacio destinado para la colocación de las tarjetas electrónicas mismas que no son visibles para el público.

Por otro lado, en la parte externa, el costado superior derecho está destinado para los periféricos que interactúan con el usuario como son las pantallas y los receptores de efectivo, se lo diseñó de esta manera para que sea accesible para personas de doce años en adelante, así también, en la parte inferior se encuentra la bandeja de entrega del producto. Cada una de estas partes se detallan en el Anexo 3.

El plano y las dimensiones de los componentes metal mecánicos de la máquina se adjuntan en el Anexo 2.

Presentación

La máquina dispensadora de mascarillas se diseñó con un modelo frontal que dispone de un vitral, para ello se implementa una cinta led con luz blanca para iluminar las bandejas y brindar una vista agradable de las mascarillas como se aprecia en la [Figura 3.2](#) ~~Figura 3-2~~.



Figura 3.2 Vista frontal de la máquina dispensadora de mascarillas

Capacidad de Almacenamiento

La máquina debe contener una cantidad mínima de producto capaz de soportar una demanda continua de 3 días por lo que, se dimensiona para una capacidad total de 200 mascarillas las cuales se distribuyen en cuatro bandejas de cinco canales, cada canal contiene 10 mascarillas por lo que, cada bandeja tiene una carga máxima de 50 mascarillas.

La longitud de cada espiral es de 66 (cm) separado por 6 (cm) entre valles, estas espiras se ubican con su respectivo actuador en un canal de aproximadamente 13 (cm) cada uno; en la [Figura 3.3](#) se tiene una vista panorámica de una bandeja.

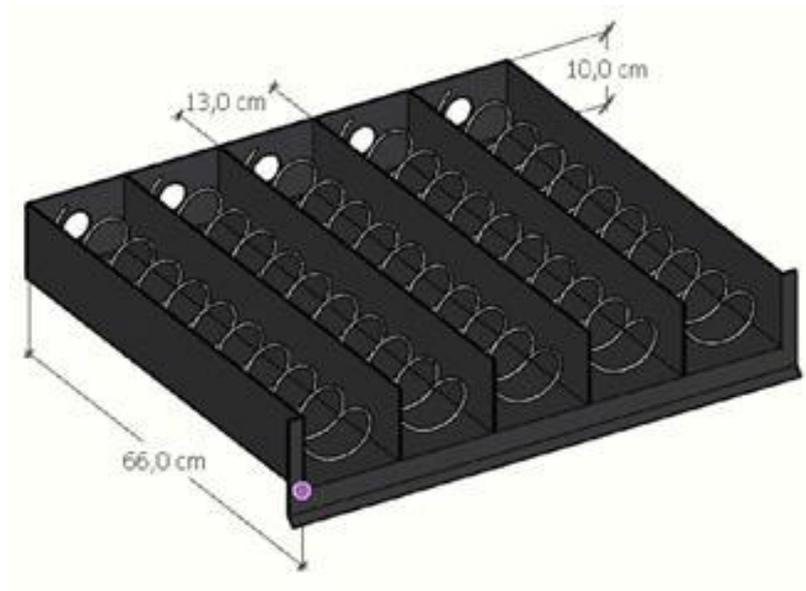


Figura 3.3 Bandejas y espiras

3.3 Ensamblado de componentes mecánicos

Una vez cumplido con la elaboración de los planos se procede al ensamblaje de las piezas metal mecánicas.

En este proceso de ensamblaje se brinda un tratamiento de chorreado, el cual consiste en someter a las piezas metálicas a un baño de arena, dicha arena es sopeleada a altas presiones para eliminar el óxido e impurezas que poseen los metales, en este proceso las piezas metálicas pequeñas ingresan a una cabina de chorreado en donde son roseados por el material abrasivo, en la [Figura 3.4](#) se visualiza una cabina de chorreado, por otra parte, las piezas metálicas cuya dimensión no pueden ingresar en dichas cabinas se brinda el tratamiento al ambiente. [12]



Figura 3.4 Cabina de Chorreado [12]

Las piezas metálicas presentan varias imperfecciones debido a la corrosión por lo que, realizar el proceso de chorreado es indispensable para dar paso a un proceso de pintura, en la [Figura 3.5](#) se aprecia la eliminación del óxido.



Figura 3.5 Pared lateral realizada el proceso de chorreado.

Una vez culminado el proceso de eliminación del óxido se inició el proceso de pintado; la máquina dispensadora es pintada en su totalidad con pintura electroestática.

Culminado los procesos de eliminación de óxido y pintado respectivamente, se da paso con el armado de la estructura interna y sobre esta se coloca el armazón que constituye de láminas de acero negro, así también, se ubican las bandejas y se realizan los cortes respectivos en los lugares que se ubican los dispositivos electrónicos y los periféricos que interactúan con los usuarios y se obtiene como resultado final la estructura de la máquina dispensadora de mascarillas que se aprecia en la [Figura 3.6](#).



Figura 3.6 Estructura metálica de la Máquina Dispensadora de Mascarillas

3.4 Conexión de dispositivos Periféricos

Una vez culminada el ensamblaje y pintado de la máquina, se colocaron los respectivos lugares a los periféricos de recepción de efectivo, tarjetas electrónicas, fuentes de alimentación y las pantallas respectivas.

Las tarjetas electrónicas se encuentran en la parte posterior de la máquina mientras que, los dispositivos que interactúan con el usuario se encuentran en la parte frontal de la máquina como se describe en la [Figura 3.7](#) ~~Figura 3.7~~.

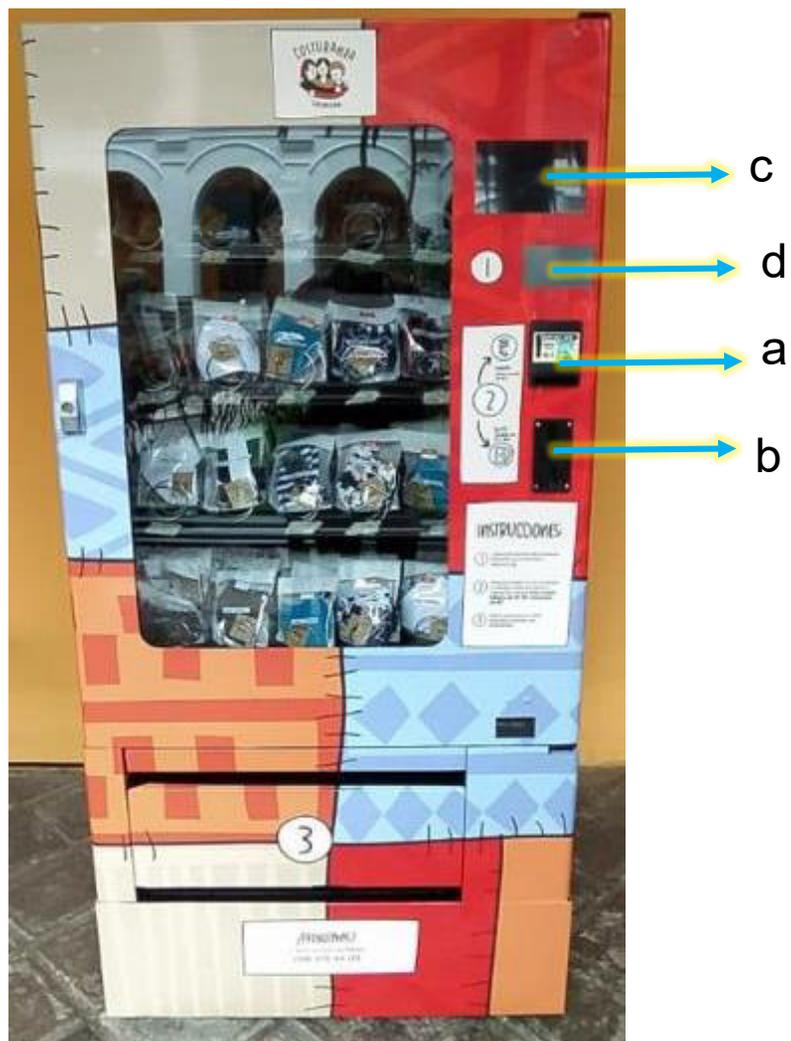


Figura 3.7 Distribución de dispositivos electrónicos delanteros

a. Billetero MEI – 2000

Corresponde a un elemento del sistema de cobro, el cual receipta los billetes y los verifica para depositarlos en la cámara de almacenamiento. Este dispositivo acepta dólares de cualquier denominación, ver en la [Figura 3.8](#)~~Figura-3.8~~. [13]



Figura 3.8 Billetero MEI – 2000

Para este validador de billetes se toma en cuenta las especificaciones eléctricas que se aprecian en la [Tabla 3.3](#) ~~Tabla 3.3~~. [13]

Tabla 3.3 Especificaciones Eléctricas, MEI - 2000

MAGNITUD	VALOR	UNIDAD
Voltaje	24	(V _{DC})
Corriente	625	(mA _{DC})
Potencia	15	(W)

b. Monedero MEI CF – 7000

Es parte del sistema de cobro, acepta monedas correspondientes al dólar americano. A su vez, se encarga de realizar la suma lógica en el caso que se deba entregar el cambio al usuario, ver [Figura 3.9](#) ~~Figura 3.9~~.



Figura 3.9 Monedero MEI CF - 7000

Para este monedero se toma en cuenta las especificaciones eléctricas que se detallan en la [Tabla 3.4](#) ~~Tabla 3.4~~.

Tabla 3.4 Especificaciones eléctricas, MEI CF - 7000

MAGNITUD	VALOR	UNIDAD
Voltaje	24	(V _{DC})
Corriente	2.7	(A _{DC})
Potencia	65	(W)

Con formato
Con formato
Con formato
ortografía ni
Con formato

Con formato
Con formato
Con formato
ortografía ni
Con formato

c. Pantalla de 8 (pul)

La pantalla de 8 (pul) corresponde a una Tablet *SPEEDMIND* con sistema *Android* versión 10.0, a través de la cual se proyecta el catálogo de productos que oferta la máquina dispensadora, este dispositivo digital posee su propio cargador de batería, el modelo de la Tablet es AM801 como se aprecia en [Figura 3.10](#)~~Figura 3.10~~.



Figura 3.10 Tablet *SPEEDMIND* de 8 (pul)

d. Pantalla de 5 (pul) táctil

Esta pantalla hace parte de un accesorio externo de la *RaspBerry Pi4*; la pantalla táctil funciona como un dispositivo de entrada y salida de información puesto que, a través de ella se ingresa los comandos o se selecciona los productos que se vayan a adquirir así también, permite dar avisos al usuario cuando la compra se encuentra despachada y lista para ser retirada de la bandeja de entrega de producto.

Esta pantalla táctil se alimenta mediante un cable USB Mini HDMI que se conecta a la *RaspBerry Pi4*, se aprecia en la [Figura 3.11](#)~~Figura 3.11~~.

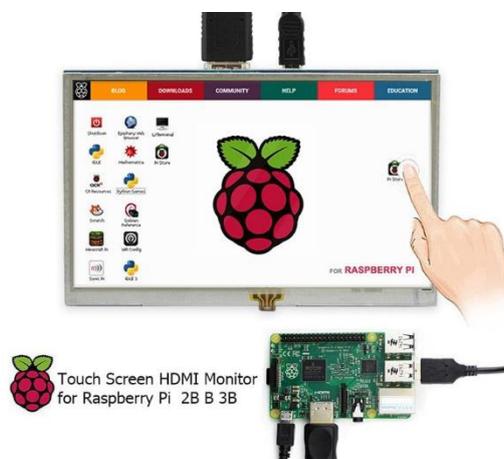


Figura 3.11 Pantalla de 5 (pul) para *RaspBerry Pi4*.

e. Fuente de 24 (V_{DC})

De acuerdo con las potencias de consumo de cada uno de los elementos del sistema de cobro se realizó la suma algebraica y se determinó la potencia total en 80 (W), ver [Ecuación 3.2](#)~~Ecuación 3.2~~.

$$P_{Total} = \sum P_{consumo}$$

Ecuación 3.2 Suma de Potencias de Consumo

Por lo que, la fuente encargada de alimentar el sistema de cobro tiene una potencia mínima de 80 (W), 24 (V_{DC}) y una corriente de 2.7 (A_{DC}); por esta razón se elige una fuente de 24 (V_{DC}) con las características eléctricas descritas en la [Tabla 3.5](#)~~Tabla 3.5~~.

Tabla 3.5 Especificaciones eléctricas de la Fuente de 24 (V_{DC})

MAGNITUD	VALOR	UNIDAD
Voltaje	24	(V _{DC})
Corriente	5	(A _{DC})
Potencia	120	(W)

En efecto, se satisface la necesidad energética del sistema de cobro.

f. Tarje M.D.B

Es una tarjeta electrónica cuyo nombre significa *Multi Drop Bus*, es una interfaz eléctrica con un protocolo serial y lógico de comunicación para periféricos como validadores de monedas, billetes, entre otros. Esta tarjeta usa 9 bits para su comunicación para direccionar dichos periféricos a través de un puerto USB tipo B, es decir, permite la comunicación entre las lectoras y el controlador Raspberry, así también, regula el voltaje para el monedero y el billettero, ver [Figura 3.12](#)~~Figura 3.12~~.



Figura 3.12 Tarjeta M.D.B

Con formato

Con formato

Con formato
ortografía ni

Con formato

Esta tarjeta M.D.B tiene las especificaciones eléctricas que se detallan en la [Tabla 3.6](#).

Tabla 3.6 Especificaciones Eléctricas – Tarjeta M.D.B

MAGNITUD	VALOR	UNIDAD
Voltaje de Entrada	24	(V _{DC})
Voltaje de Salida	24/34	(V _{DC})
Corriente	2	(A _{DC})
Potencia	48/68	(W)

Finalmente, se adquieren y colocan las fuentes que brindan las magnitudes requeridas por los equipos y su correcta alimentación y conexión como se muestra en la [Figura 3.13](#).

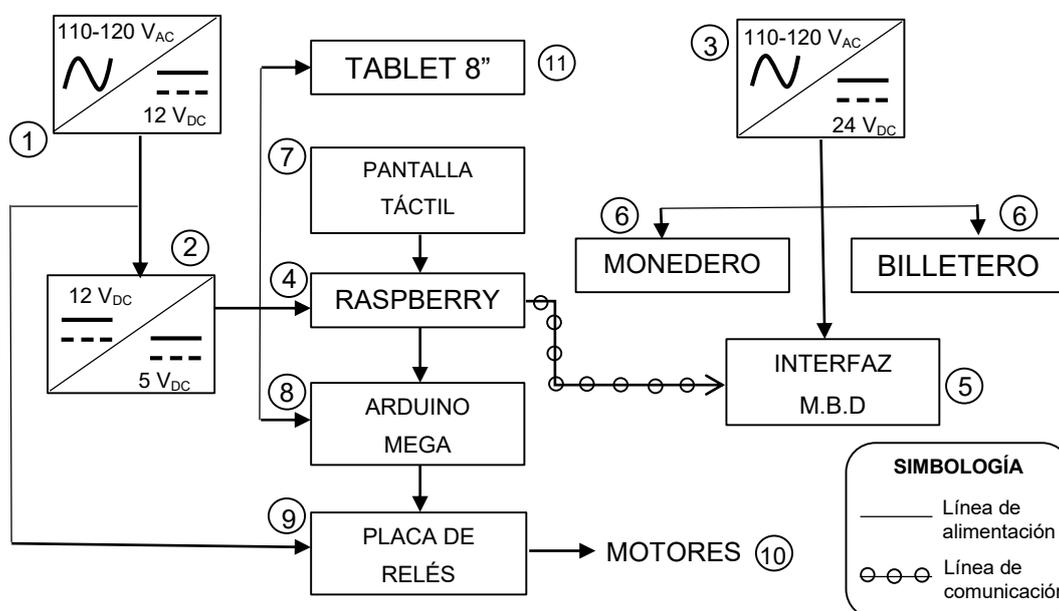


Figura 3.13 Esquema de conexión de la máquina y simbología [14]

3.5 Pruebas de funcionamiento

Una vez realizado la conexión de los periféricos, se da paso a las pruebas de funcionamiento de la siguiente manera:

- Prueba comparativa de materiales
- Prueba de alimentación y funcionamiento de periféricos
- Prueba de entrega de producto
- Prueba de seguridad en computas

Prueba comparativa de materiales

En la prueba comparativa de materiales se evalúa el precio y la disponibilidad de estos en el mercado nacional y que cumplan con los requerimientos mecánicos detallados con anterioridad, de esta manera se detalla en la [Tabla 3.7](#) ~~Tabla 3.7~~.

Tabla 3.7 Tabla comparativa de materiales

Tipo	Materiales	Precio U(\$)	Disponibilidad en el país	Selección	Observaciones
ESTRUCTURA	Plancha de Acero Negro de 0,9 (mm)	110	✓	✓	
	Plancha de Acero Negro de 1,1 (mm)	145	✓	✓	
	Angulo en L de 1 (pul)	8	✓	✓	
	Tubo cuadrado de 1 (pul)	12	✓	✓	
	Vidrio Templado de 5 (mm)	42	✓	✓	
	Base para espirales plásticas				Únicamente se consigue en el extranjero y los venden por cientos
	Base manufacturada en metal para espiras		✓	✓	Se los fabrica bajo medida en TecniTorno RAY
	Espirales de 3 (mm) de espesor	10,6	✓	✓	Se los manufactura y se les brinda el tratamiento de Zincato
	Fibra de Carbono	240	✓		Necesita fabricar un molde para ser inyectado y obtener la forma solicitada lo cual eleva considerablemente el precio
	Polietileno	200	✓		
Madera MDF 10 (mm)	65	✓		Su durabilidad se reduce al estar en un ambiente abierto	
RUEDAS	Ruedas de goma 200 (Kg)	30	✓	✓	
	Ruedas redondas 30 (Kg)	10	✓		No resisten la masa de máquina
PANTALLAS	Tablet de 8 (pul)	60	✓	✓	
	Pantalla Touch 5 (pul)	69	✓	✓	
ACTUADORES	Motores DC de 30 (rpm)	10		✓	Se los adquiere de Colombia
	Motores Nema 17	35			El valor de importación eleva el presupuesto
DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS	Monedero	450		✓	Proporcionado por PNUD
	Billetero	120		✓	
	RaspBerry Pi4	98	✓	✓	

ILUMINACIÓN	Tira de luz led blanca	8	✓	✓	No es estético su instalación
	Tubo led	3,5	✓		
	Focos led	3	✓		

De acuerdo con la [Tabla 3.7](#) se nota que, la mayoría de los componentes existen en el país mientras que, los dispositivos electrónicos necesitan ser importados.

Prueba de alimentación y funcionamiento de periféricos

En esta prueba se verificó la activación de los dispositivos una vez energizados y su funcionamiento continuo en un período de 8 horas continuas, la prueba se describe en la [Tabla 3.8](#).

Tabla 3.8 Tabla de cumplimiento de alimentación y funcionamiento de periféricos.

Dispositivo	Activación	Funcionamiento
Billetero	✓	✓
Monedero	✓	✓
Tarjeta MDB	✓	✓
Placa de Relés	✓	✓
Fuentes	✓	✓
Pantalla de 5"	✓	✓
Pantalla de 8"	✓	✓
Cinta Led	✓	✓

La activación y el funcionamiento correcto de los dispositivos electrónicos permiten la correcta comunicación de dichos componentes logrando de esta manera el control en el despacho del producto.

Prueba de entrega de producto

En las pruebas de entrega de producto, se prioriza el diseño de la compuerta que permite al usuario recibir el producto una vez concretada la compra, [Tabla 3.9](#).

Tabla 3.9 Tabla de cumplimiento en entrega de productos.

Prueba realizada	Cumplimiento	Observaciones
Caída del producto	✓	Caída directa hacia la bandeja de entrega del producto.
Escalonado de bandejas	✓	La forma escalonada evita que el producto se trabe durante su caída.
Recepción del producto	✓	La bandeja de recepción del producto tiene un diseño tipo embudo para que el producto resbale hacia el fondo.
Apertura de compuerta	✓	Fácil apertura y correcto funcionamiento de bisagras.

Diseño antirrobo	✓	Impide que se introduzca agentes externos una vez que se abra la compuerta.
Facilidad de entrega de producto	✓	Correcta señalética en la compuerta de entrega
Retorno a posición inicial de la compuerta	✓	Permite que la compuerta retorne a su posición inicial.

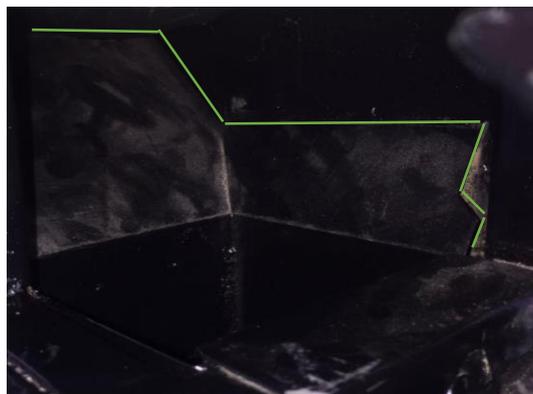
Para tener un proceso favorable se realizaron un aproximado de 100 pruebas las cuales se realizaron durante la calibración de tiempos de los actuadores (se describe en la Etapa 2) así también, estas comprobaciones se realizaron en campo y con público real; estas pruebas son descritas en la [Tabla 3.9](#) obteniendo como favorable el diseño y construcción de la compuerta de entrega del producto.

Así también, se comprueba que la bandeja de recepción de monedas de \$1 las recibe una vez introducidas cumpliendo de esta manera la recolección del efectivo ingresado al realizar una compra, [Figura 3.14](#).



Figura 3.14 Bandeja de recepción de monedas de \$1

La bandeja de recepción y recolección de monedas de \$1 posee un diseño tipo embudo que permiten a las monedas ser recolectadas en el espacio asignado, estas solapas se aprecian en la [Figura 3.15](#).



Con formato

Con formato

Con formato
ortografía ni

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato
ortografía ni

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato
ortografía ni

Con formato

Figura 3.15 Solapas de la bandeja recolectora de monedas de \$1

Prueba de seguridad en compuertas

La máquina dispensadora posee dos puertas de acceso, la parte frontal permite el acceso a los dispositivos periféricos de control y a las bandejas que porta el producto por lo que, está equipada con una cerradura con una llave de clave redonda mientras que, la puerta posterior permite el acceso a los actuadores y las placas electrónicas, posee una cerradura normal con clave única.

Se verifica la apertura y cierre correcto de cada una de las compuertas como se detalla en la [Tabla 3.10](#)~~Tabla 3.10~~.

Tabla 3.10 Prueba de cumplimiento de cerraduras

Cerradura	Apertura	Cierre	Copia de llave
Delantera	✓	✓	
Posterior	✓	✓	✓

3.6 Manual de Uso y Mantenimiento

En el código QR que se muestra en la [Figura 3.16](#)~~Figura 3.16~~ tiene una explicación detallada del uso, cuidados y mantenimientos que la máquina dispensadora debe tener para la conservación correcta de la máquina.

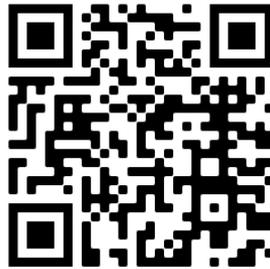


Figura 3.16 Código QR - Manual de uso y mantenimiento

Por otra parte, el manual de construcción se adjunta en el Anexo 3.

Con formato
Con formato
Con formato
ortografía ni
Con formato

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.1 Conclusiones

- El estudio de los requerimientos, comprobación de disponibilidad de dispositivos en el país y la cotización de estos permiten elaborar un plan de construcción para la elaboración de la máquina dispensadora de mascarillas con un cronograma.
- El uso de programas de ordenador para diseño de planos y piezas mecánicas en 3D permiten tener una idea más tangible de proyecto a realizarse por lo que, una vez simulado se puede tomar decisiones en cuanto a la conservación o modificación de la máquina previo a ser manufacturada en su totalidad.
- El acero negro es un material de fácil adquisición en el mercado nacional, permitiendo de esta manera la construcción de diversas piezas mecánicas y, gracias a su maleabilidad se pueden realizar dobleces a fin de obtener distintas formas de acuerdo con el modelo deseado
- La unión de piezas mecánicas en este proyecto a través de soldadura eléctrica y MIG permiten el ahorro significativo de recursos económicos, material de aporte y brinda la seguridad en la unión de dichas piezas a diferencia de la sujeción mecánica por tornillo o pernos, mismos que sobresalen de las superficies externas afectando la presentación y estética de la máquina con el público.
- La máquina dispensadora al estar constituida en su totalidad por acero y revestida en pintura electrostática para proteger los componentes mecánicos de la humedad o demás factores ambientales que puedan producir corrosión.
- El diseño amigable y correcta distribución de los periféricos permiten que los usuarios a partir de 10 años de edad puedan realizar el proceso de adquisición de los productos ofertados y, la forma y diseño de las bandejas que portan las mascarillas fueron pensadas en posibles cambios en la oferta de productos por lo que, se puede cambiar los productos de acuerdo a la demanda.
- Para la movilidad de la máquina el uso de ruedas es indispensable puesto que, la masa que constituye la máquina genera demasiado esfuerzo físico en el caso de movilizarla. Estas ruedas permiten movilizar la totalidad de la máquina a varios puntos y soportan el peso ejercido sobre ellas.
- El criterio de seguridad para el producto y componentes se ven respaldados por el correcto diseño de las compuertas y de las cerraduras de seguridad; las cuales

impiden que personal o agentes externos manipulen, contaminen o causen daño al interior de la máquina.

- Las conexiones eléctricas, alimentación y comunicación de los dispositivos se lo realizó a través de diversos conductores manteniendo la arquitectura, presentación y seguridad industrial que estos requieren, la mayor parte de conexiones son con cable multifilar #16 AWG para corrientes máximas de 13 (A), mientras que, los actuadores y conexiones con máximo de 2 (A) se utiliza cable #20 AWG.

1.2 Recomendaciones

- En la selección de materiales tener presente los criterios de: durabilidad, maleabilidad y disponibilidad en el país; en el caso de necesitar importar se recomienda hacerlo directo con el proveedor para evitar estafas puesto que, para la elaboración de una máquina dispensadora necesitará varios dispositivos electrónicos los cuales, en su mayoría no se venden en Ecuador.
- Dar paso al proceso de pintado una vez que se haya realizado todas las perforaciones y cortes necesarios para cubrir toda la superficie y evitar de esta manera la corrosión prematura de los materiales metálicos.
- Al realizar las conexiones eléctricas usar los conductores de un calibre acorde al amperaje que se va a consumir; se recomienda que use la galga AWG (*American Wire Gauge*) de igual manera, para la alimentación de los dispositivos electrónicos usar los conductores y transformadores descritos por el fabricante, fijarse en la placa técnica de cada dispositivo.
- Al unir las piezas metálicas por suelda eléctrica o MIG cuidar de los rangos de amperaje usados para evitar el chorreado del material de aporte o la fundición en exceso del acero, por ejemplo, para fijar las planchas en los tubos se recomienda dar solo puntos de suelda con electrodo E6011 de 2,4 (mm) de espesor, este electrodo trabaja a un amperaje de 50 a 84 (A), de acuerdo con el aporte del material se regula el amperaje con el fin de no fundir en exceso o dañar los materiales.
- Lubricar en cada mantenimiento las bisagras y cerraduras; así también realizar un ajuste en los tornillos en acoples de los actuadores y espirales. Además, verificar la posición de estos para que, al realizar el giro se conserve la configuración de los tiempos.

- Para el transporte de la máquina realizarlo de forma vertical sobre sus ruedas, cuidando de movimientos bruscos que puedan afectar el uso correcto o la conexión de los dispositivos electrónicos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Tareca Vending, “¿Qué es el vending?,” 8 marzo, 2020. <https://www.tarecavending.com/que-es-el-vending/>.
- [2] S. España and El País, “La pandemia deja al 83 % de los trabajadores en Ecuador en el desempleo o con condiciones precarias,” 26 Agosto, Guayaquil, Aug. 26, 2020.
- [3] Caja del Seguro de Panamá, “¿SON RECOMENDABLES LAS MASCARILLAS CASERAS PARA EVITAR LA TRANSMISIÓN DEL COVID-19?,” 26 Abril, 2020. <http://www.css.gob.pa/web/22-abril-2020af.html>.
- [4] PLAREMESA, “Fibra de vidrio.” <https://www.plaremesa.net/que-es-la-fibra-de-vidrio/>.
- [5] acrilico-y-pilicarbonato.com, “Policarbonato y acrílico.” <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/policarbonato.html>.
- [6] J. L. Gómez, “Qué es la fibra de carbono, ese material que por sí solo no vale para nada y que con resina lo vale todo,” 2020. <https://www.diariomotor.com/que-es-tecnologia/fibra-de-carbono/>.
- [7] Servicio Ecuatoriano de Normalización, *NTE INEN 2415*. 2016, p. 14.
- [8] DIPAC, “Tubo Cuadrado.” <https://www.dipacmanta.com/tubo-cuadrado>.
- [9] IMPORTACEROS S.A, “ACERO NEGRO.” <https://www.importaceros.com/ecuador-quito/laminadas-al-caliente/>.
- [10] IMPORT ACEROS, “Laminadas en caliente.” <https://www.importaceros.com/ecuador-quito/planchones/>.
- [11] A. Promo, “Ensamblaje de Piezas Mecánicas,” 30 Julio, 2013. <https://es.slideshare.net/albertpromo/trabajo-ensamble>.
- [12] “ELIMINAR ÓXIDO Y LIMPIAR PIEZAS CON CHORREADORA,” 17 Junio, 2019. <https://aymsa.com/eliminar-oxido/>.
- [13] TEICOVAL, “MEI - 2000.” <https://teycoval.com/producto/validador-billetes-mei-series-2000/>.
- [14] B. Espinosa and S. Parra, “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA

EXPENDEDORA PARA MASCARILLAS ARTESANALES (ETAPA 2),” 2021.

- [15] PROMESA, “DISCOS DE CORTE.” <https://www.promesa.com.ec/producto/disco-corte-metal-norton-7x1-8x7-8-bda32>.

- [16] INDURA, “ELECTRODOS.” [http://www.cryogas.com.co/Descargar/INDURA 6011 – AWS E-6011?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fco%2Fbiblioteca%2Fdb54d3924c364f2c8e2c3377b65f8ba9.pdf](http://www.cryogas.com.co/Descargar/INDURA%206011%20-%20AWS%20E-6011?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fco%2Fbiblioteca%2Fdb54d3924c364f2c8e2c3377b65f8ba9.pdf).

- [17] ChangZhou ChangJian Welding Material Co. Ltda., “SOLDADURA MIG.” <http://sp.ccwmcn.com/Prodetail.aspx?Proid=16>.

6. ANEXOS

Anexo 1: Certificado de Funcionamiento



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R

Quito, 01 de julio de 2021

CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Yo, *Abraham Israel Loja Romero*, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de titulación, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de la máquina expendedora de mascarillas para El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) la cual fue implementada por el estudiante Jonathan Andrés Chérrez.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios donde la PNUD disponga la ubicación de la máquina puedan usar las instalaciones con seguridad para los equipos y las personas.

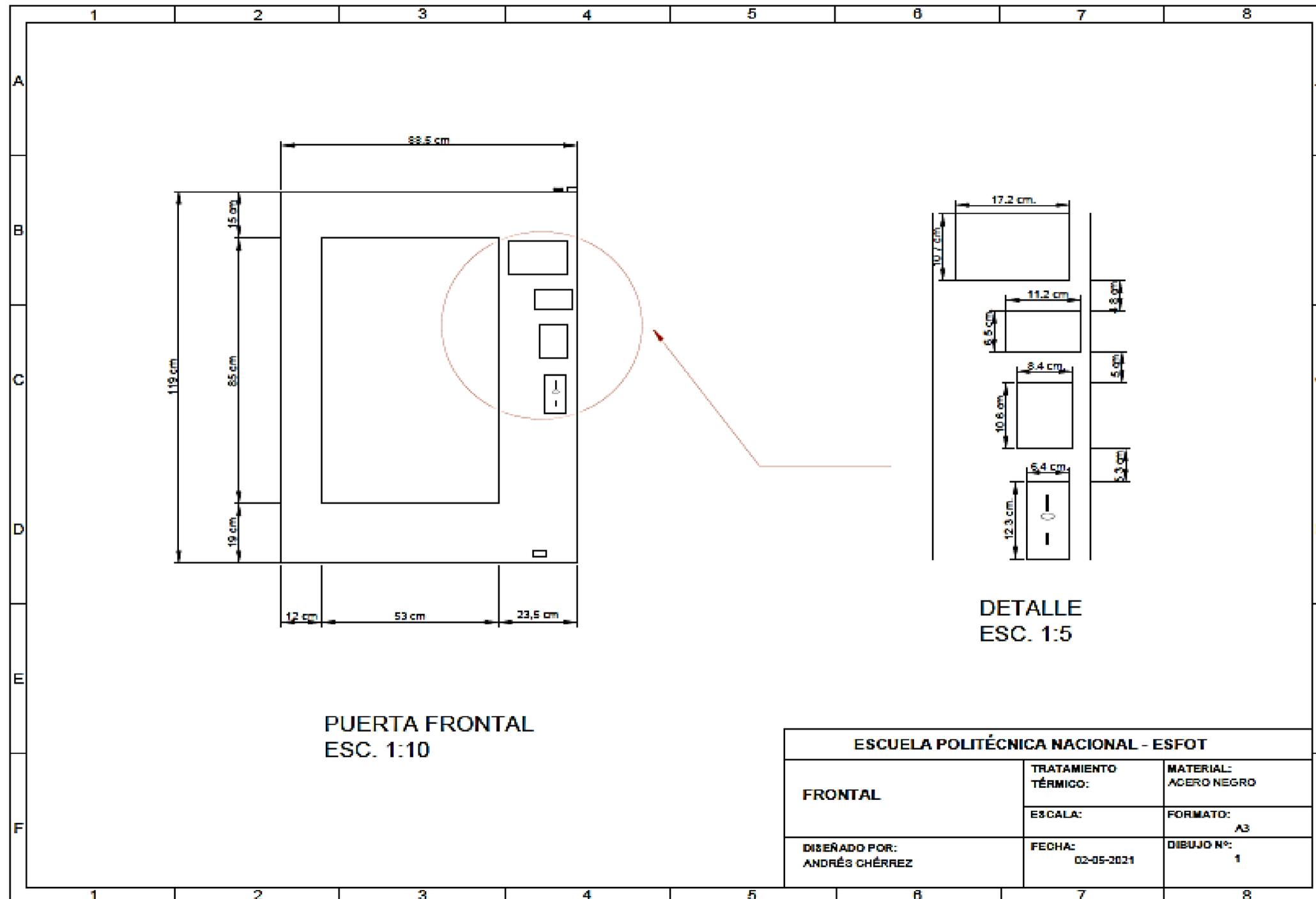
Una firma manuscrita en tinta azul que corresponde al nombre del director.

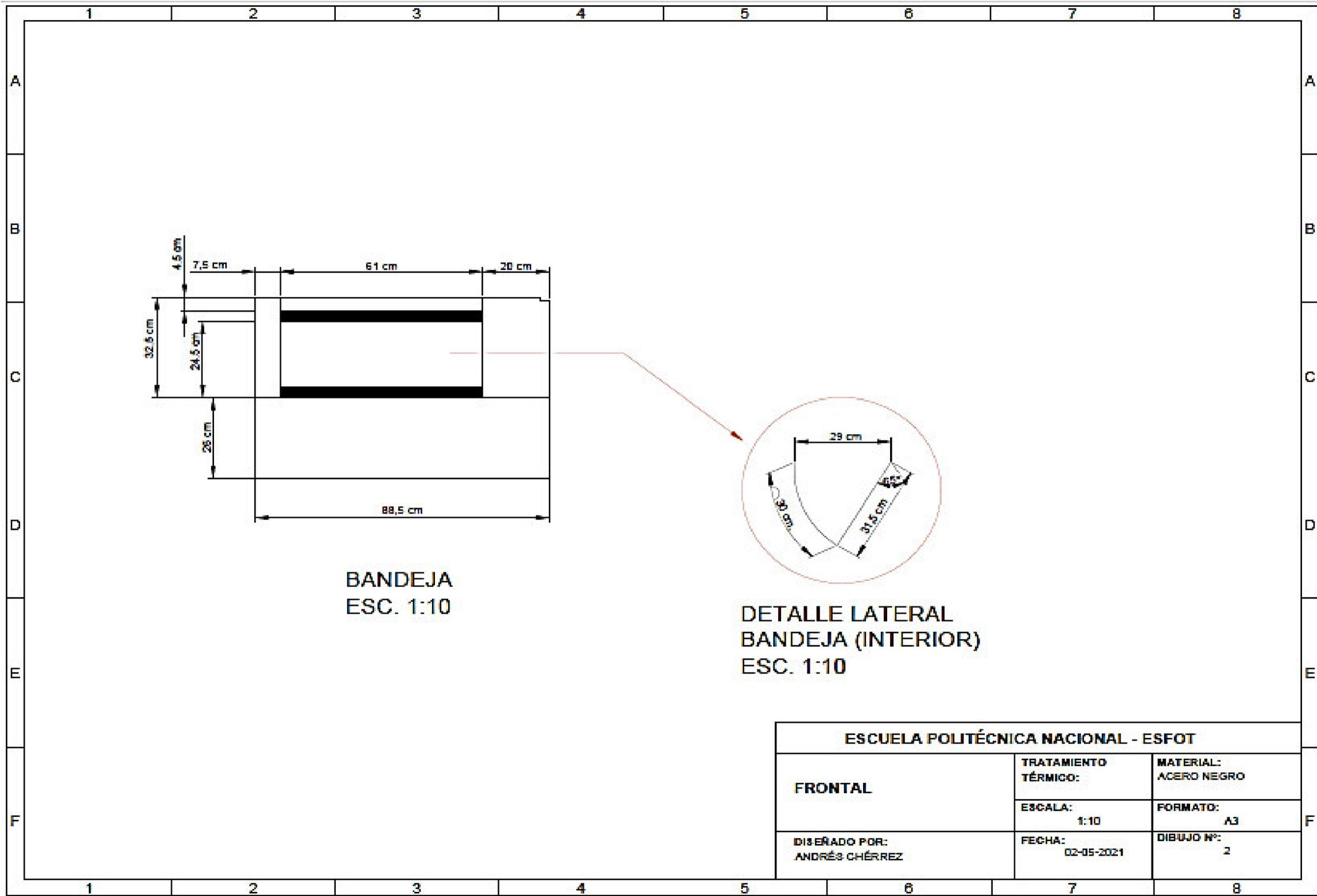
DIRECTOR

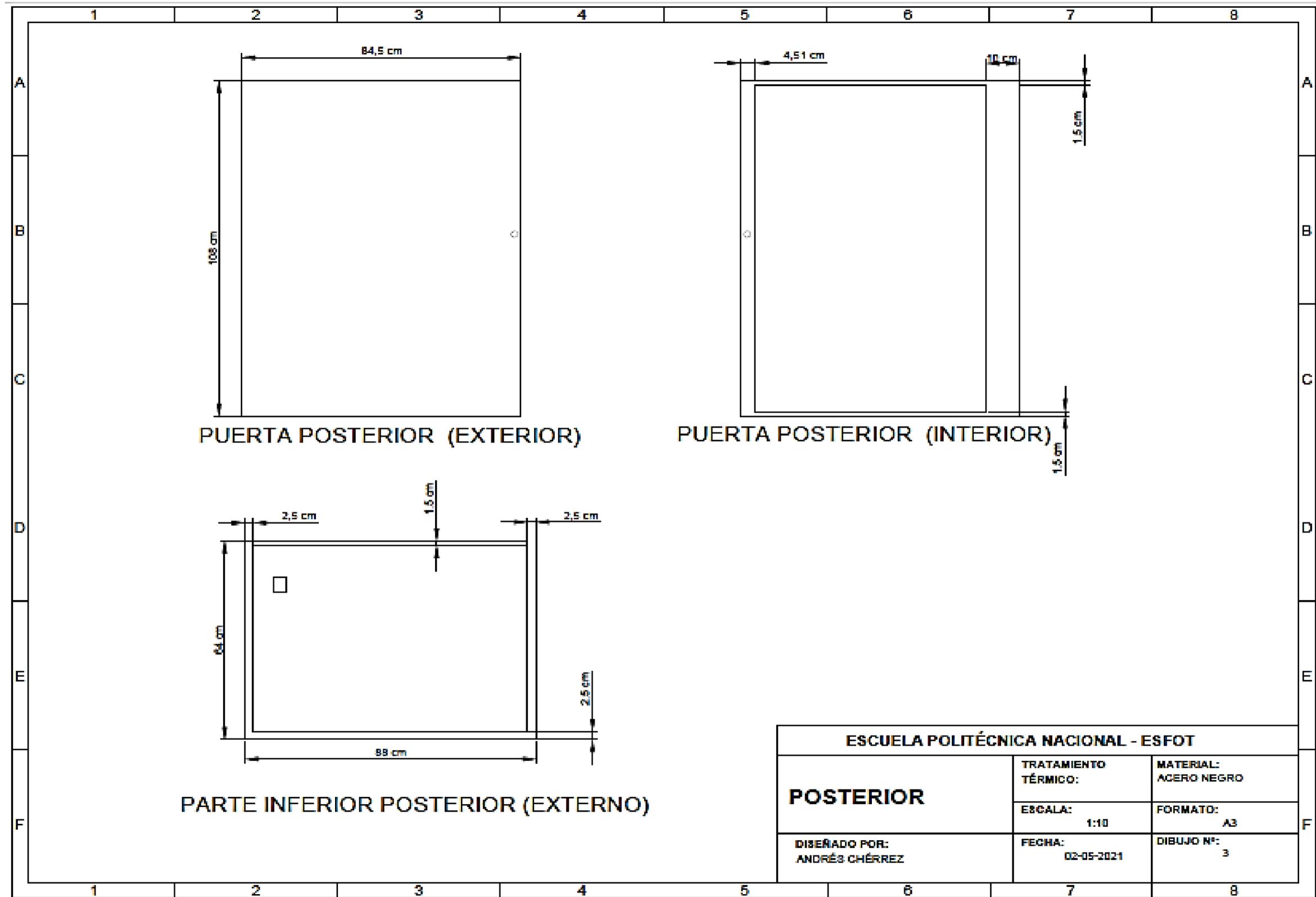
Ing. Abraham Ismael Loja Romero

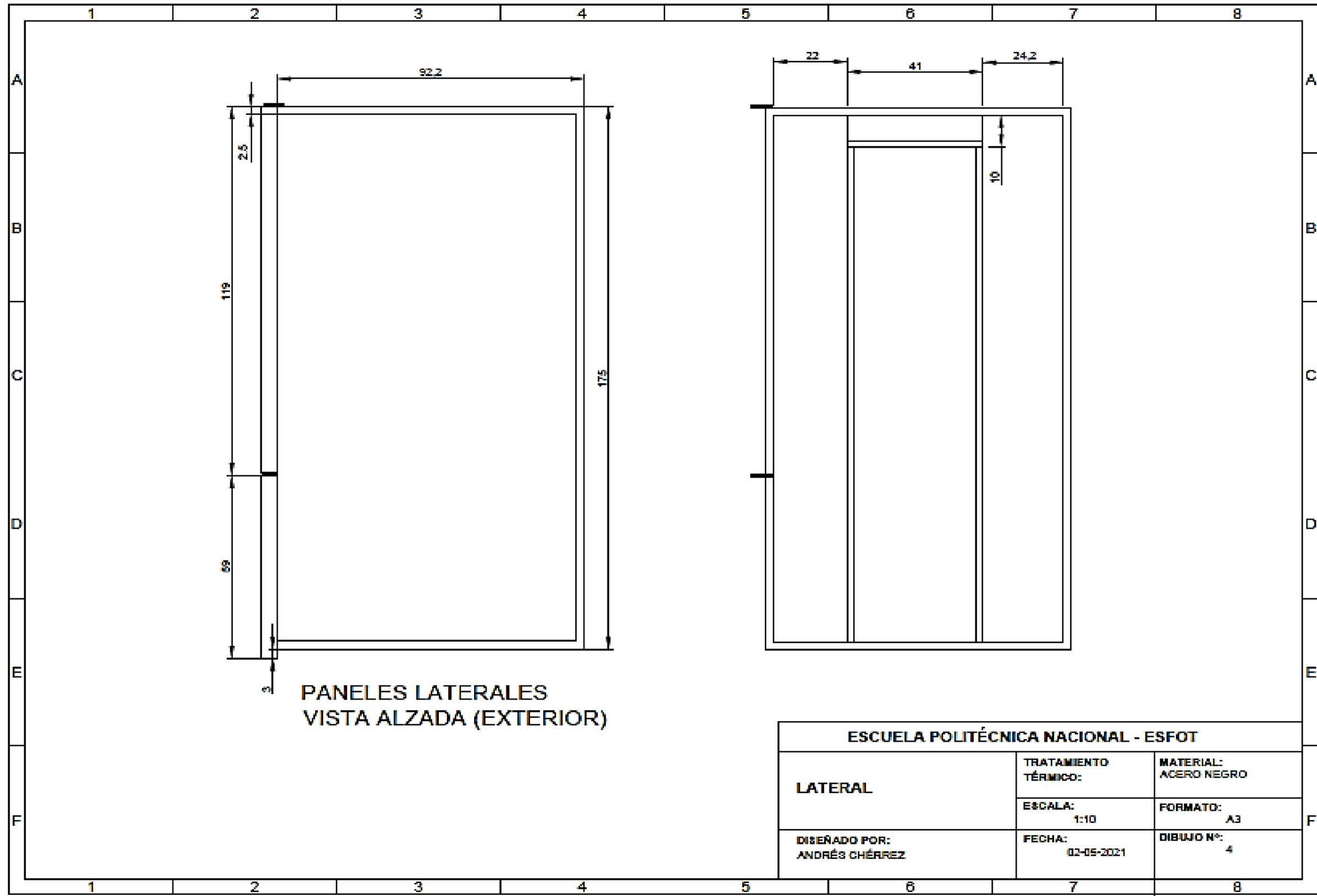
Ladrón de Guevara E11-253, Escuela de Formación de Tecnólogos, Oficina 28. EXT: 2729
email: abraham.loja@epn.edu.ec Quito-Ecuador

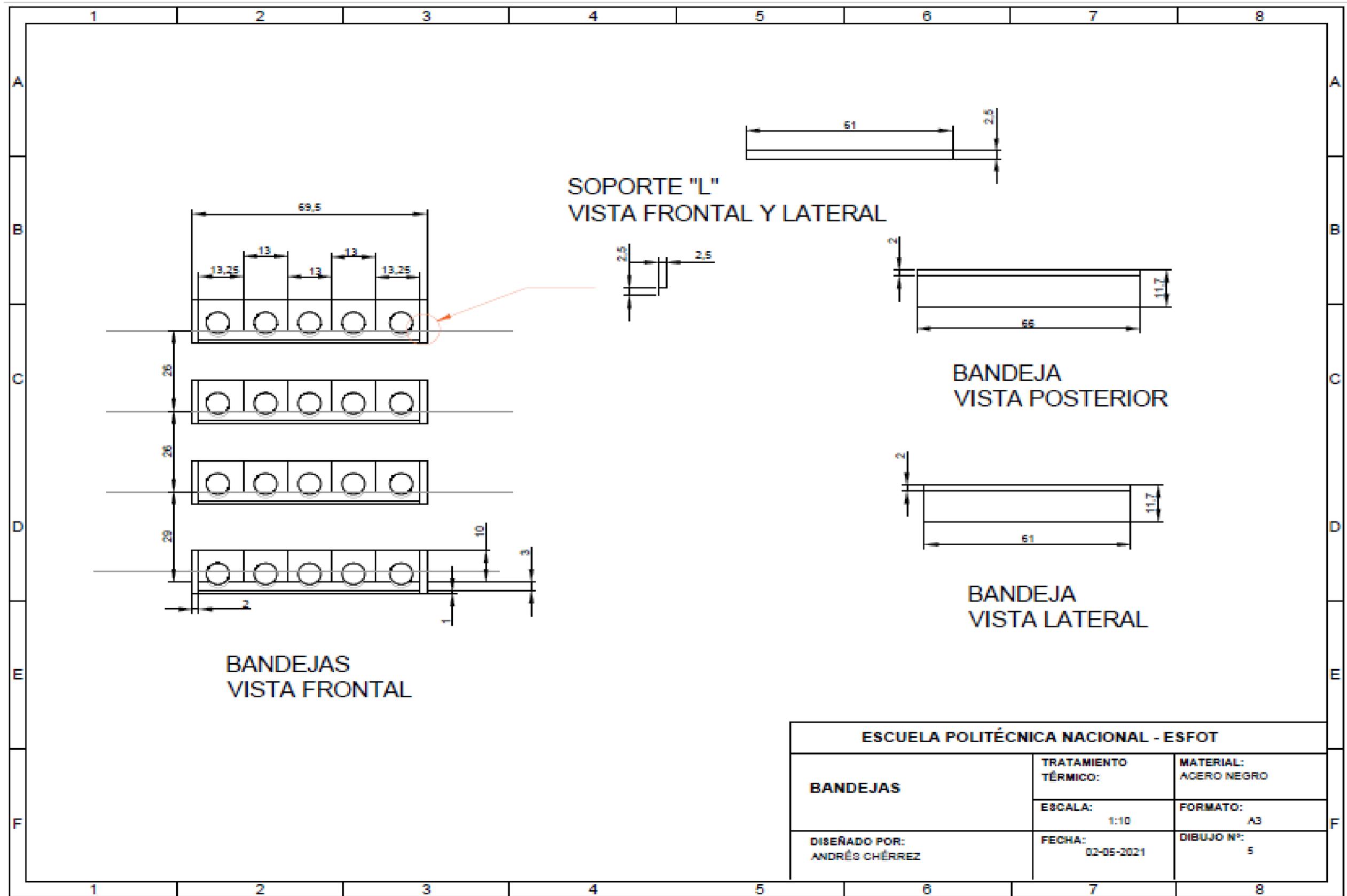
Anexo 2: Planos



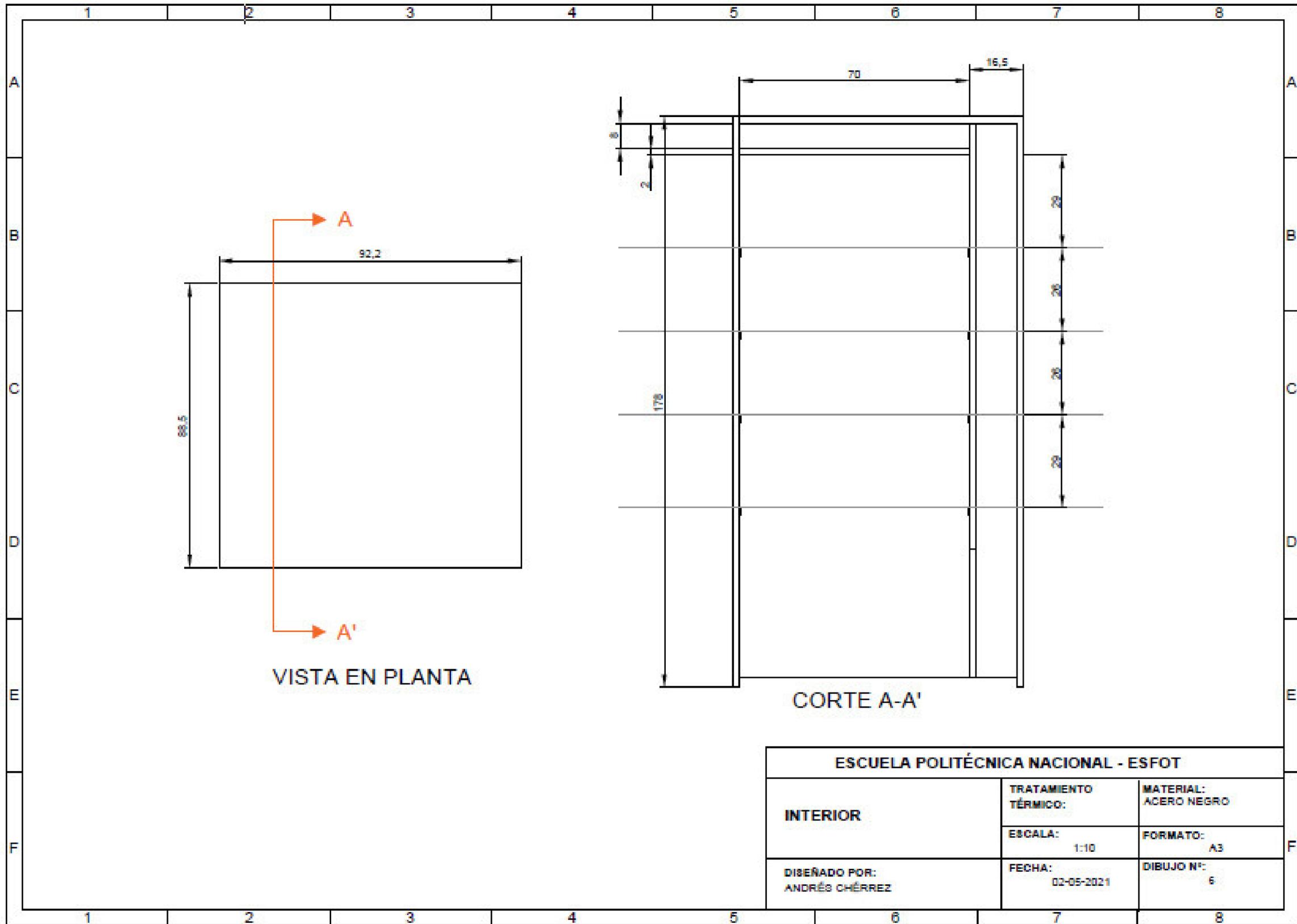








ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT		
BANDEJAS	TRATAMIENTO TÉRMICO:	MATERIAL: ACERO NEGRO
	ESCALA: 1:10	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: ANDRÉS CHÉRREZ	FECHA: 02-05-2021	DIBUJO N°: 5





INTRODUCCIÓN

En este manual se describe los procesos para la construcción mecánica una máquina dispensadora de mascarillas.

Autor

JONATHAN ANDRÉS CHÉRREZ

MÁQUINA DISPENSADORA DE MASCARILLAS

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La construcción que se detalla en este documento es netamente mecánica, en donde los componentes de la máquina dispensadora de mascarillas, así como su ubicación se detallan en la Figura 1.

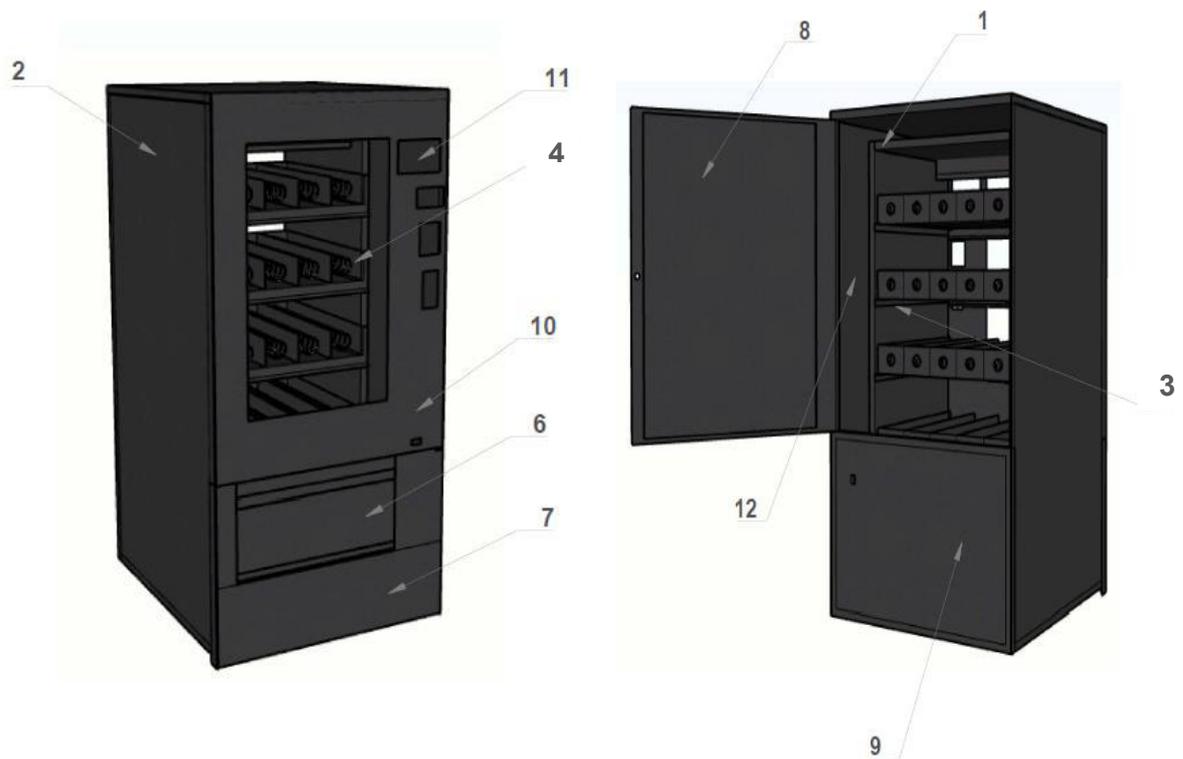


Figura 1 Posición de dispositivos mecánicos y electrónicos

ESTRUCTURA PRINCIPAL

Características: Tubo cuadrado de 1 (pul) y espesor de 1,2 (mm).

Para la fijación de los tubos cuadrados, debe realizar los cortes con las medidas establecidas en el plano que se adjunta en el Anexo 2; el corte puede realizarlo con arco de sierra o con disco de corte para metal de 7" x 1/8" x 7/8" y usar una amoladora con una velocidad de 6000 (rpm) a 8500 (rpm) [15]

Para la unión de los tubos cuadrados, se lo realiza a través de soldadura eléctrica con electrodo AWS E-6011 de 1/8", se recomienda trabajar a un amperaje de 70 (A) a 85 (A).[16]

Una vez realizado la unión de los tubos cuadrados tendrá una estructura igual a la que se presenta en la [Figura 0.4](#)Figura 0.4.

La estructura interna en vista frontal se presenta en la [Figura 0.1](#)Figura 0.1.

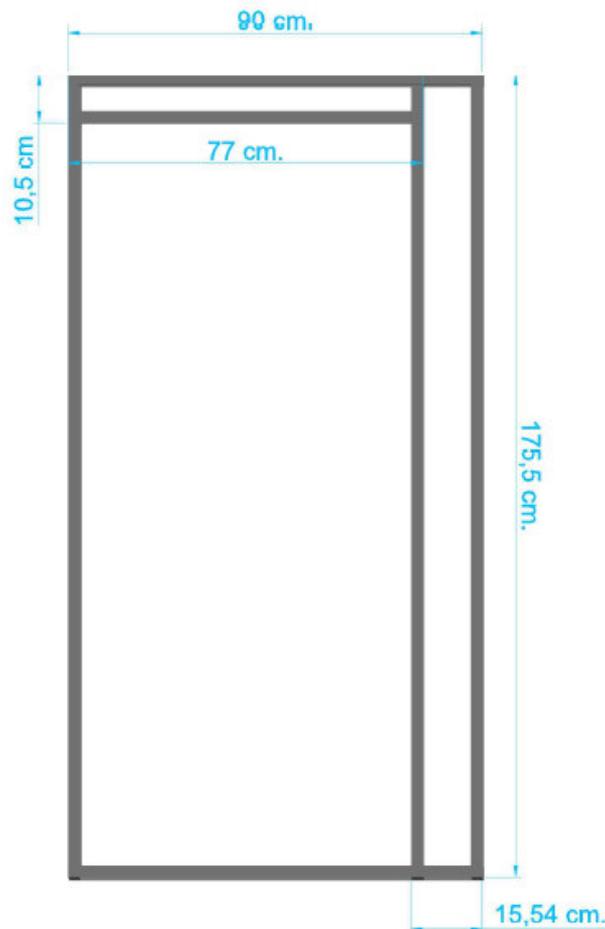


Figura 0.1 Estructura interna – Vista Frontal

La estructura interna en vista lateral se presenta en la [Figura 0.2](#)~~Figura 0.2~~.



Figura 0.2 Estructura interna – Vista Lateral

La estructura interna en vista superior se presenta en la [Figura 0.3](#)~~Figura 0.3~~.

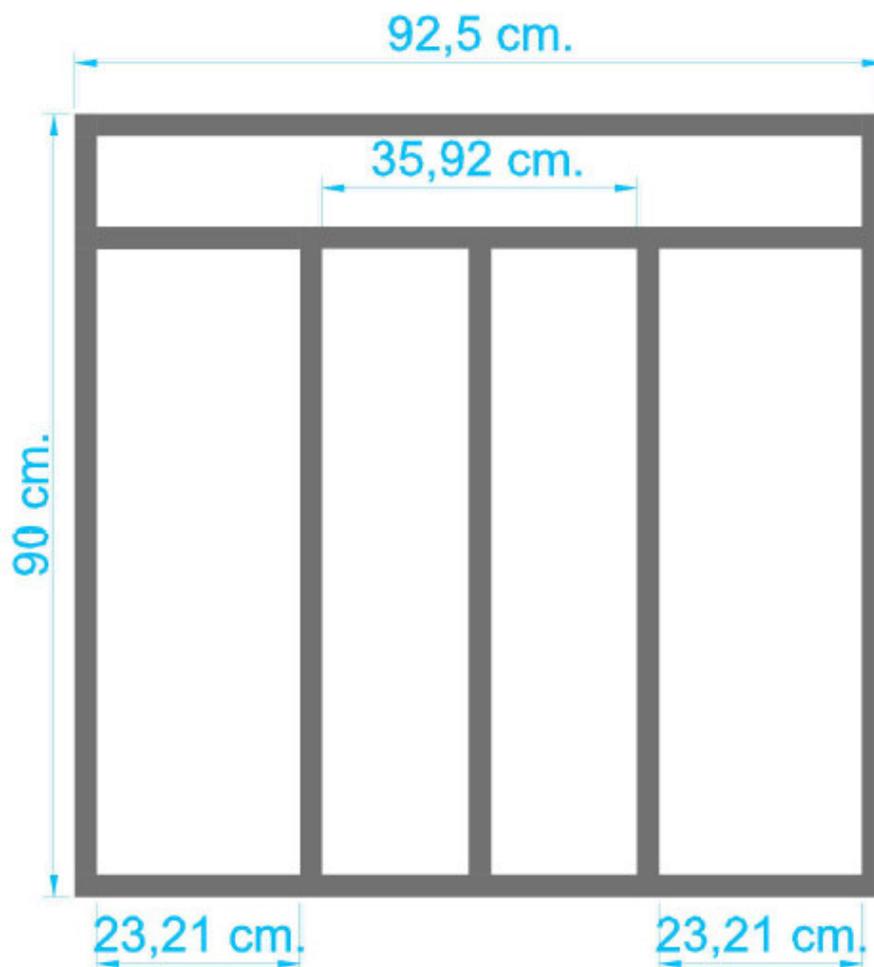


Figura 0.3 Estructura interna – Vista Superior

La estructura interna en vista en 3 dimensiones se presenta en la [Figura 0.4](#) ~~Figura 0.4~~.

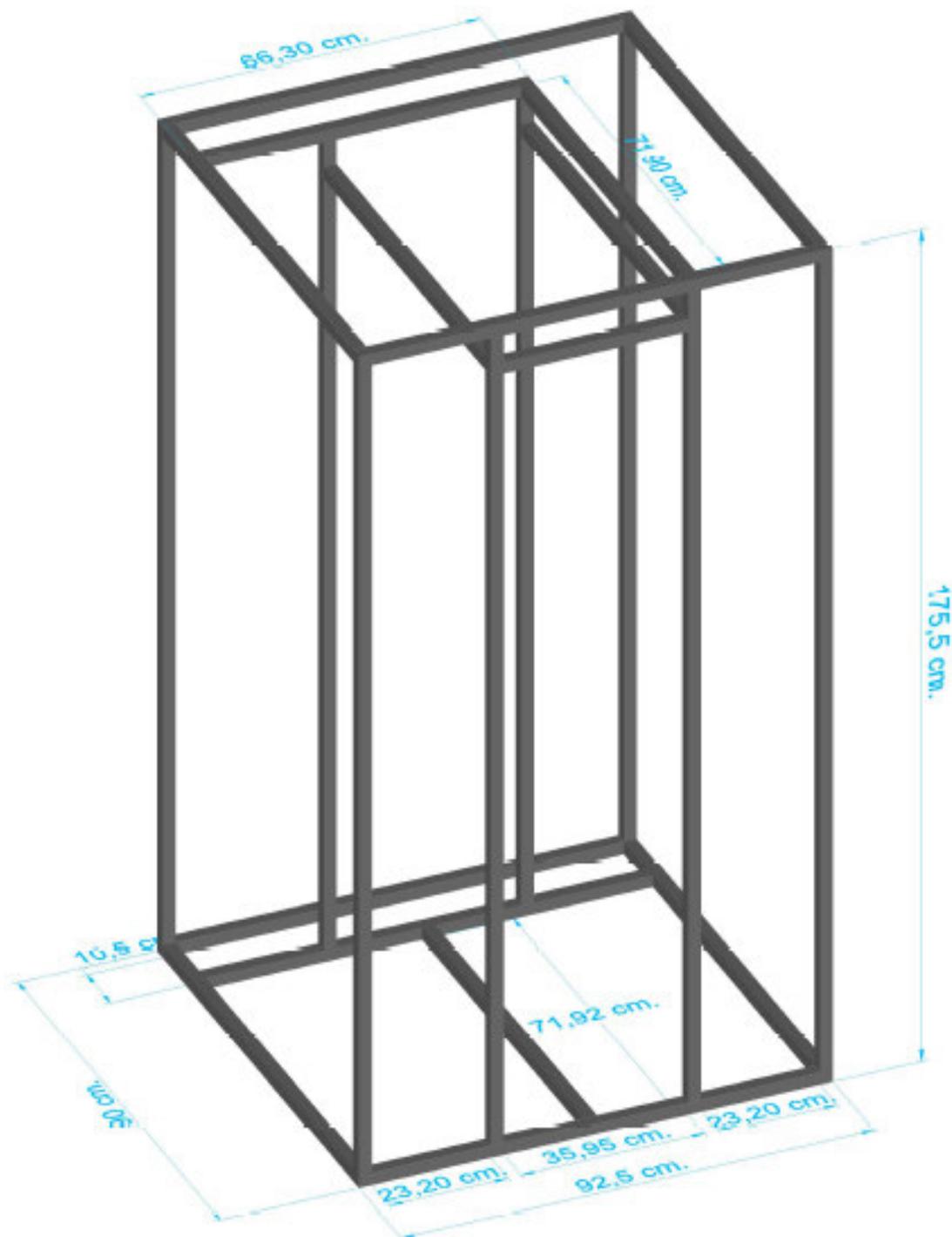


Figura 0.4 Estructura interna – Vista 3D

Láminas de recubrimiento

Características: Láminas de acero negro de 1,5 (mm) de espesor.

Se colocan sobre la estructura de tubo cuadrado y se encargan de cubrir la totalidad de la máquina.

El corte por plasma se lo realiza con las medidas especificadas en la [Figura 0.5](#) ~~Figura 0.5~~.

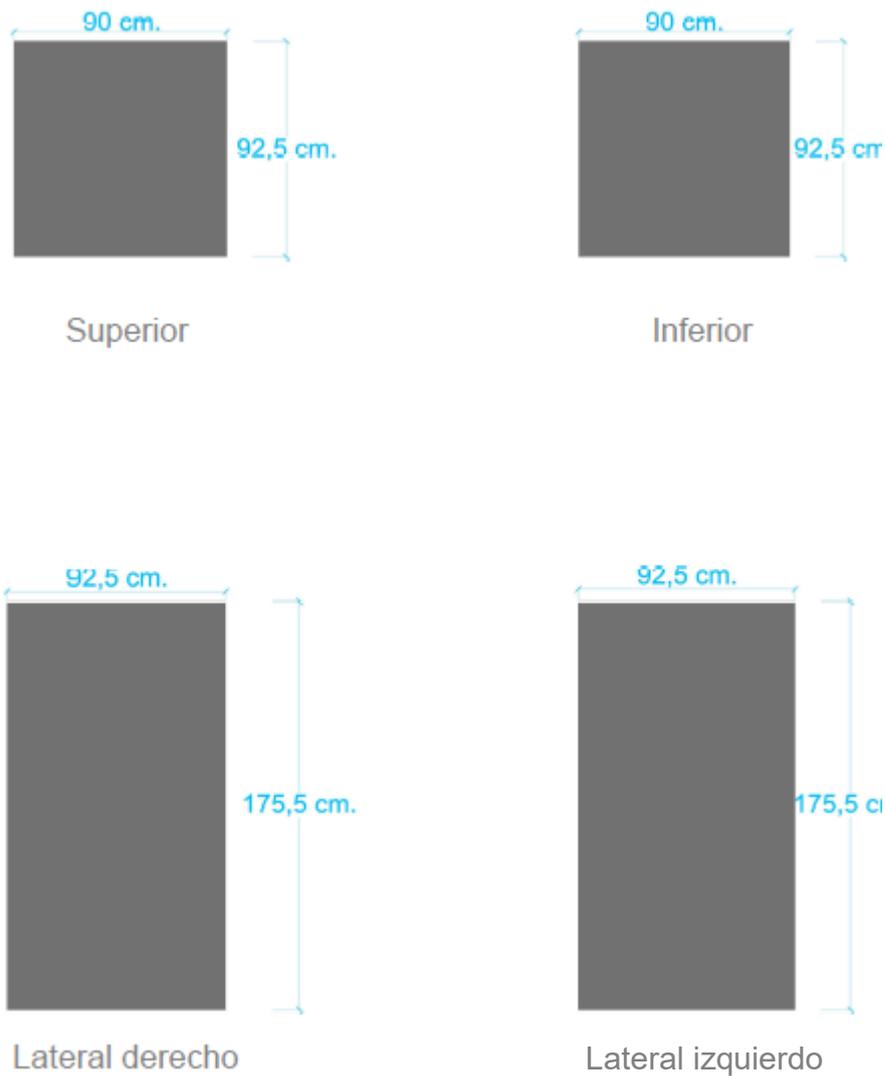


Figura 0.5 Láminas de recubrimiento

Soporte para bandejas

Características: 8 ángulos de acero negro en L de espesor 2 (mm).

Realizar los cortes en las medidas especificadas en la [Figura 0.7](#) ~~Figura 0.7~~ usar discos de corte para metal.

La vista lateral del soporte de las bandejas se presenta en la [Figura 0.6](#) ~~Figura 0.6~~.

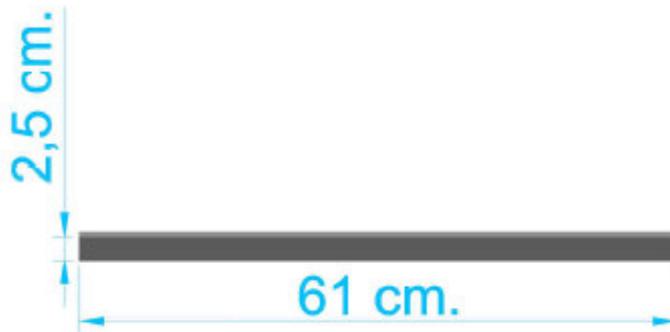


Figura 0.6 Soporte de bandejas – Vista Lateral

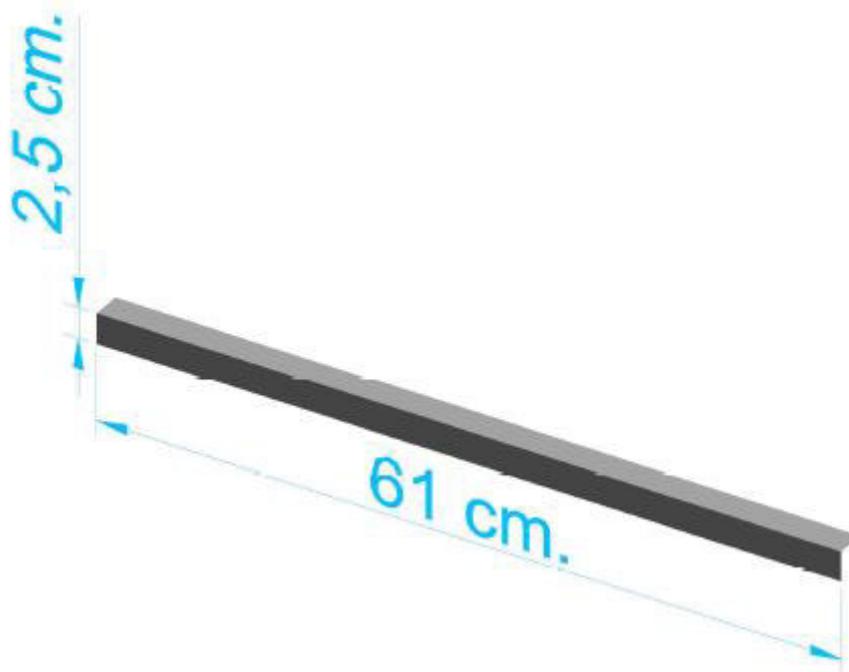


Figura 0.7 Soporte de bandejas – Vista 3D

Para su fijación, usar soldadura MIG teniendo en cuenta la posición según el plano, como se muestra en la [Figura 0.8](#) ~~Figura 0.8~~.

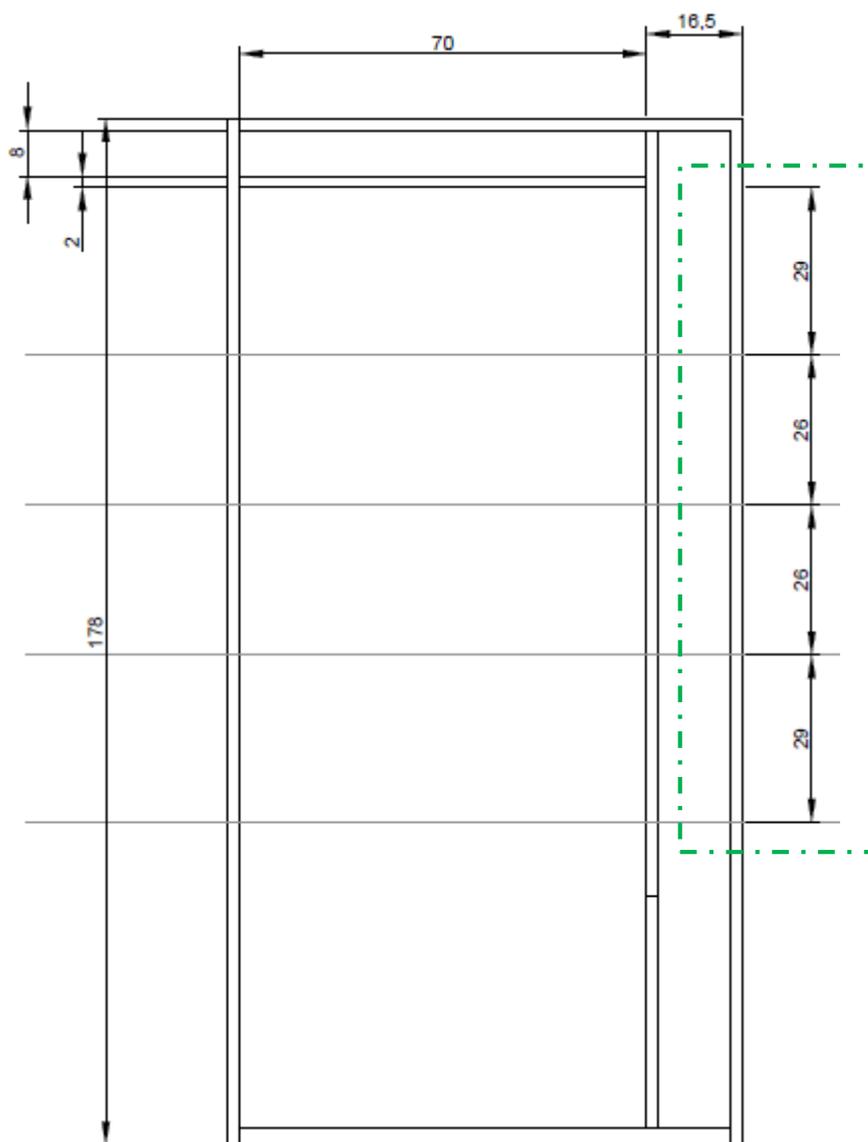


Figura 0.8 Vista en corte – ubicación de los soportes de las bandejas

Bandejas

Características: 4 bandejas fabricadas en acero negro de 2 (mm) de espesor.

Para el proceso de elaboración, realizar los cortes por plasma según las medidas y fijarlas a través de soldadura MIG con alambre ER70s-6 (alambre de soldadura de acero al carbono recubierto de cobre). [17]

Como referencia, tomar en cuenta la vista frontal proporcionada en el plano, como se muestra en la [Figura 0.12](#) [Figura-0-12](#).

La vista frontal de la bandeja en conjunto con las espiras se presenta en la [Figura 0.9](#) [Figura-0-9](#).

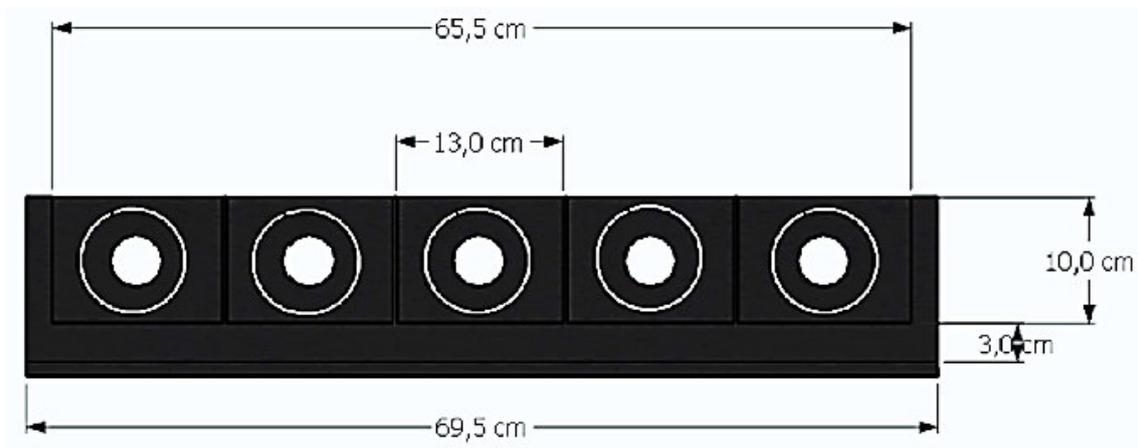


Figura 0.9 Bandejas y espiras – Vista Frontal

La vista lateral de la bandeja se presenta en la [Figura 0.10](#) [Figura-0-10](#).

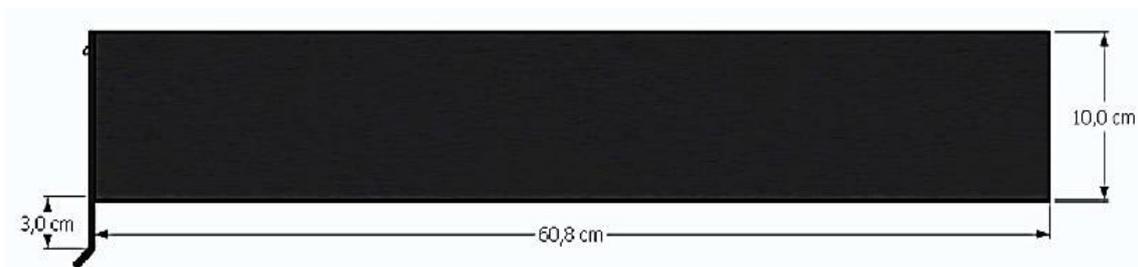


Figura 0.10 Bandeja – Vista Lateral

La vista superior de la bandeja en conjunto con las espiras se presenta en la [Figura 0.11](#)~~Figura-0.11~~

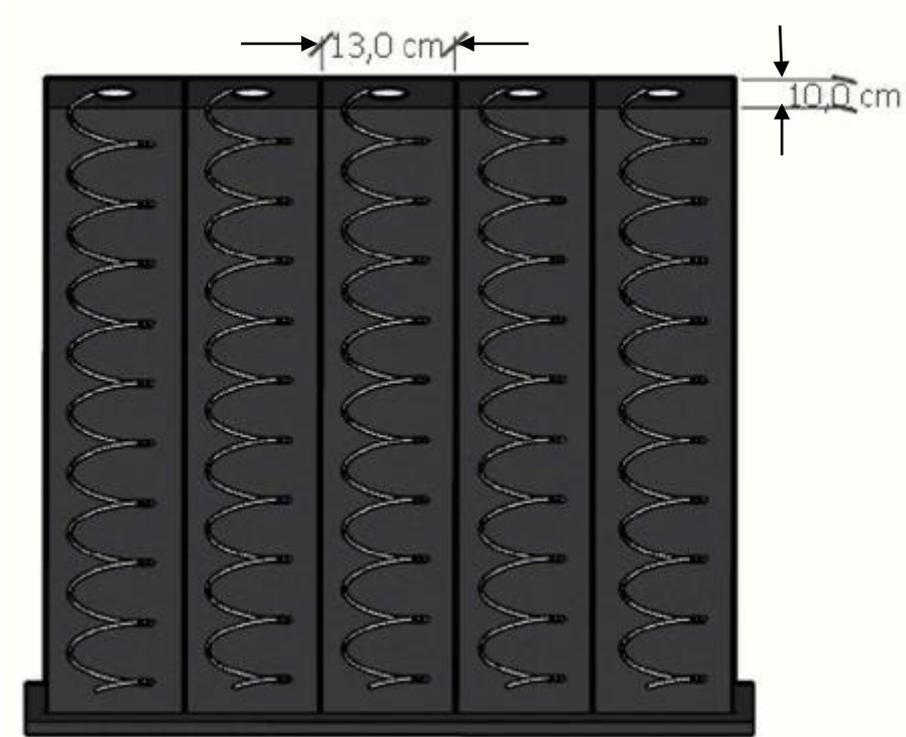


Figura 0.11 Bandejas y espiras – Vista Superior

La vista en 3 dimensiones de la bandeja en conjunto con las espiras se presenta en la [Figura 0.12](#)~~Figura-0.12~~.

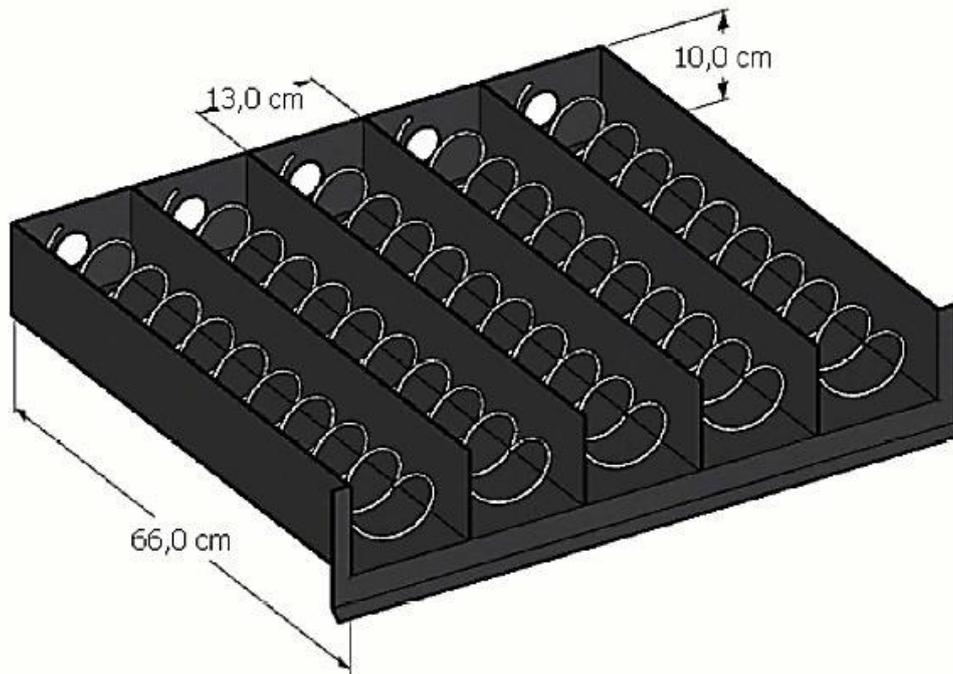


Figura 0.12 Bandejas y espiras – Vista 3D

Canal tipo embudo para caída del producto

Características: Fabricado en lámina de acero negro de 2 (mm) de espesor.

Se realizan los cortes por plasma en las medidas especificadas y le unen a través de soldadura MIG, teniendo como resultado la [Figura 0.14](#) ~~Figura 0.14~~.

La vista superior del canal tipo embudo se presenta en la [Figura 0.13](#) ~~Figura 0.13~~.

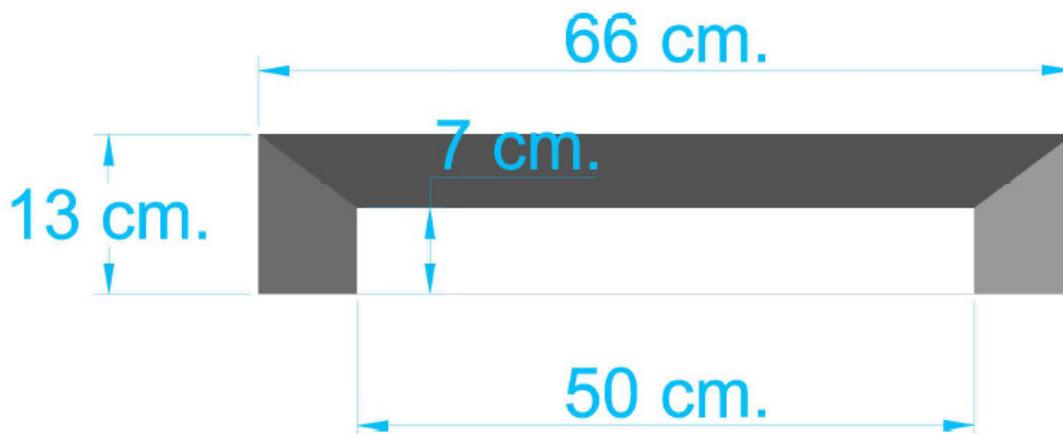


Figura 0.13 Apertura para caída del producto – Vista Superior

La vista en 3 dimensiones del canal tipo embudo se presenta en la [Figura 0.14](#)~~Figura 0.14~~.

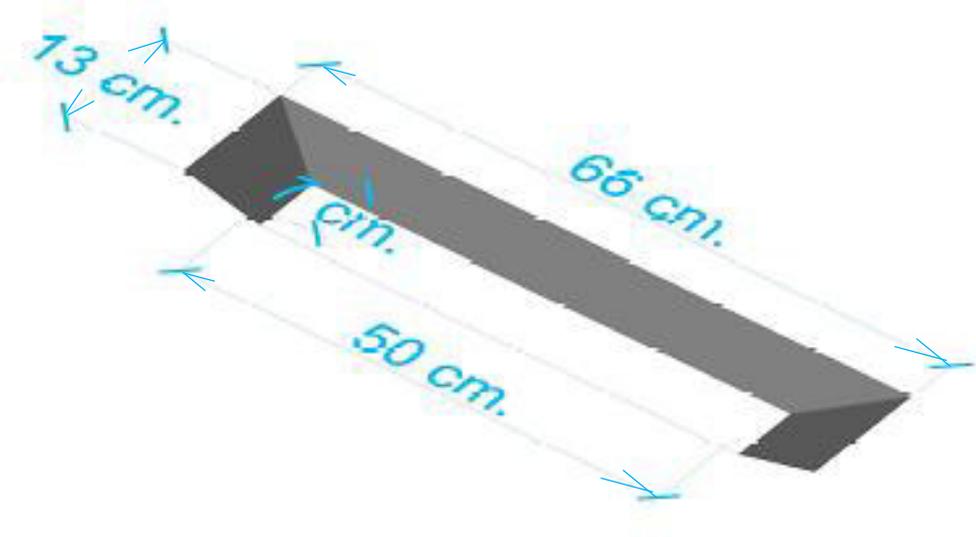


Figura 0.14 Apertura para caída del producto – Vista 3D

Bandeja de entrega de producto

Características: Fabricado en lámina de acero negro de 2 (mm) de espesor.

Se realizan los cortes por plasma en las medidas especificadas y se unen a través de soldadura MIG, teniendo como resultado la [Figura 0.18](#)~~Figura 0.18~~.

La bandeja de entrega de producto en vista frontal se aprecia en la [Figura 0.15](#)~~Figura 0.15~~.



Figura 0.15 Bandeja de entrega de producto – Vista Frontal

La bandeja de entrega de producto en vista lateral se aprecia en la [Figura 0.16](#) ~~Figura 0.16~~.

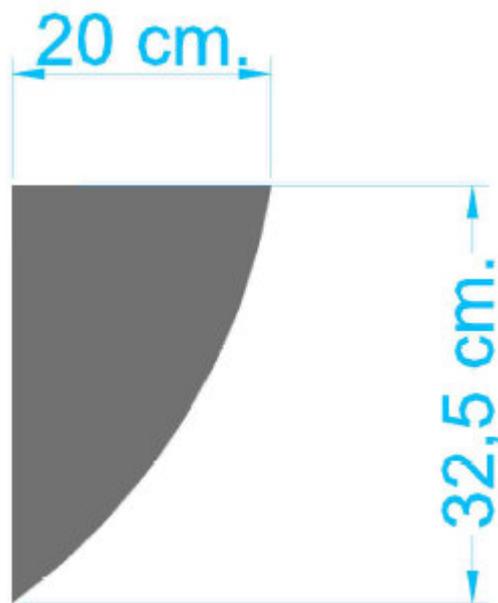


Figura 0.16 Bandeja de entrega de producto – Vista Lateral

La bandeja de entrega de producto en vista superior se aprecia en la [Figura 0.17](#) ~~Figura 0.17~~.

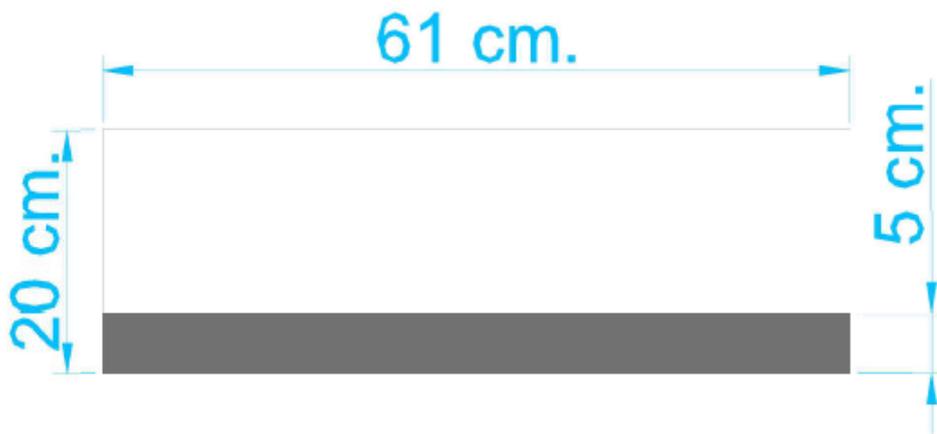


Figura 0.17 Bandeja de entrega de producto – Vista Superior

La bandeja de entrega de producto en 3 dimensiones se aprecia en la [Figura 0.18](#) ~~Figura 0.18~~.

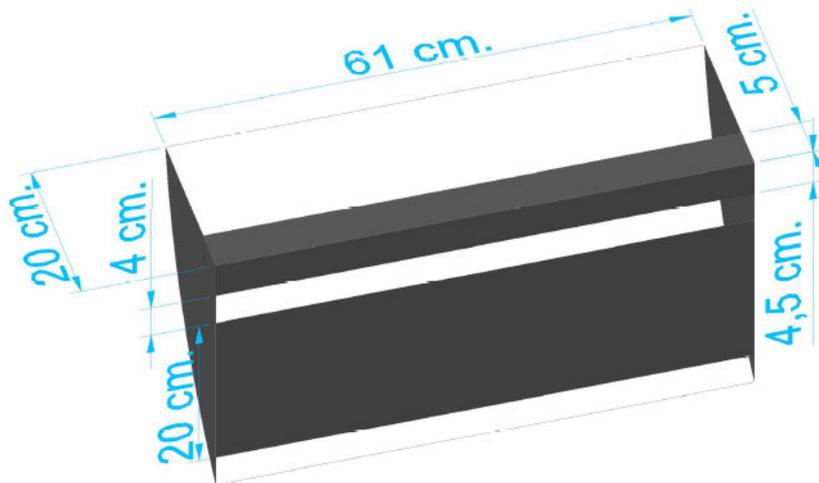


Figura 0.18 Bandeja de entrega de producto – Vista 3D

Cubiertas laterales e inferior de la bandeja de entrega de producto

Características: Fabricado en lámina de acero negro de 2 (mm) de espesor.

Se realizan los cortes por plasma en las medidas especificadas en la [Figura 0.19](#) ~~Figura 0.19~~.

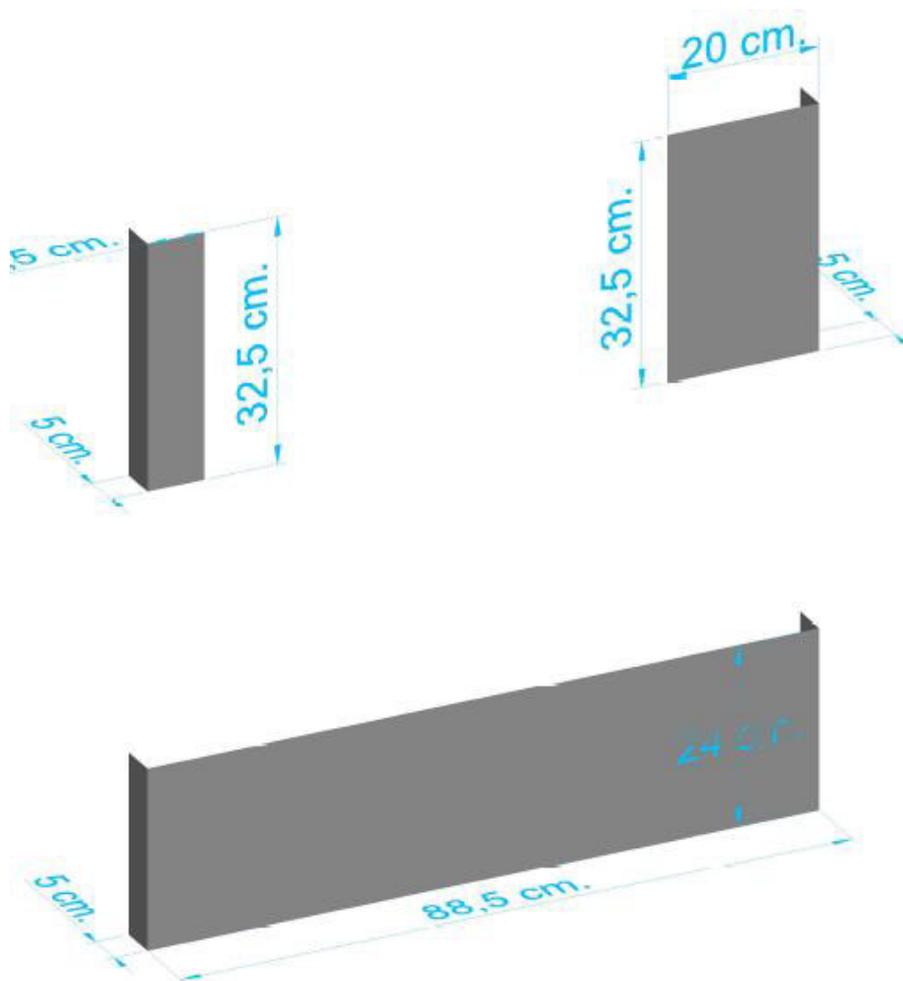


Figura 0.19 Láminas laterales e inferior de la bandeja de entrega del producto

Puerta posterior

Características: Fabricado en lámina de acero negro de 2 (mm) de espesor.

Se realizan los cortes por plasma en las medidas especificadas en la [Figura 0.20](#) ~~Figura 0.20~~.

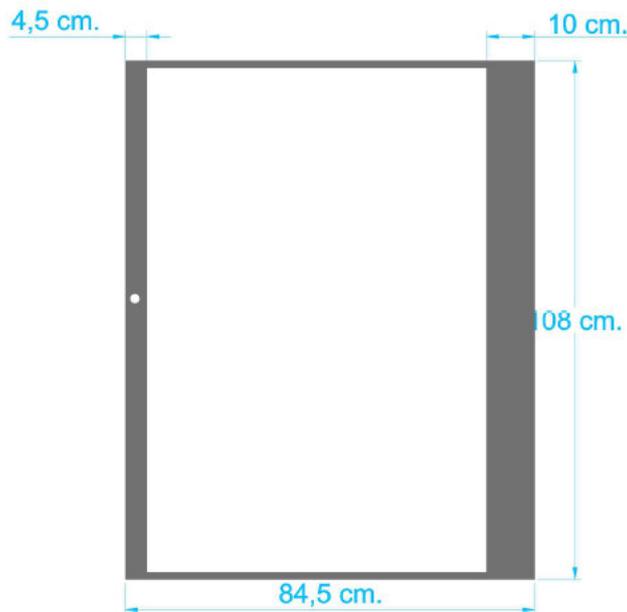


Figura 0.20 Puerta posterior

Lámina inferior posterior

Características: Fabricado en lámina de acero negro de 2 (mm) de espesor.

Se realizan los cortes por plasma en las medidas especificadas en la [Figura 0.21](#) ~~Figura 0.21~~.



Figura 0.21 Lámina inferior posterior

Puerta Frontal

Características: Fabricado en lámina de acero negro de 2 (mm) de espesor.

Se realizan los cortes por plasma en las medidas especificadas en la [Figura 0.22](#)~~Figura 0.22~~.

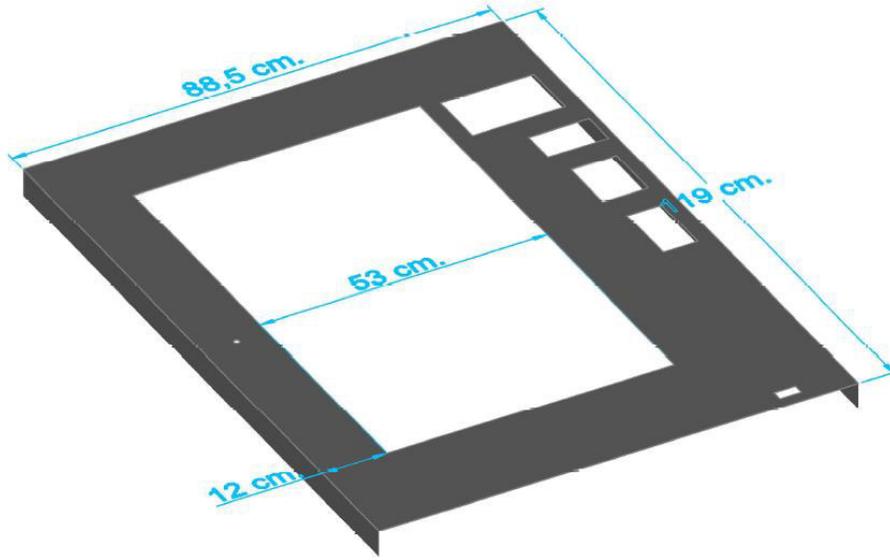


Figura 0.22 Puerta Frontal

Bandeja de monedas

Características: Fabricado en lámina de acero negro de 2 (mm) de espesor.

Se realizan los cortes por plasma en las medidas especificadas en la [Figura 0.23](#)~~Figura 0.23~~.

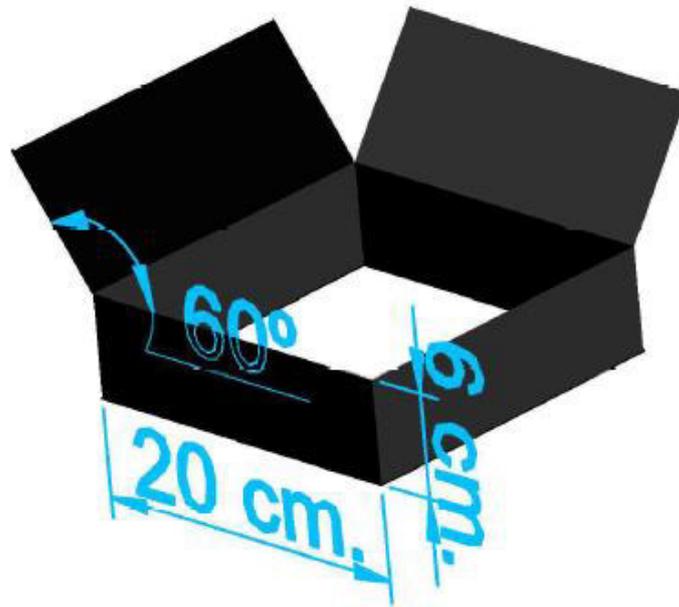


Figura 0.23 Bandeja de monedas

Dispositivos electrónicos frontales

Los dispositivos electrónicos frontales se colocan en la puerta frontal en los cortes especificados en la [Figura 0.24](#) ~~Figura-0.24~~.

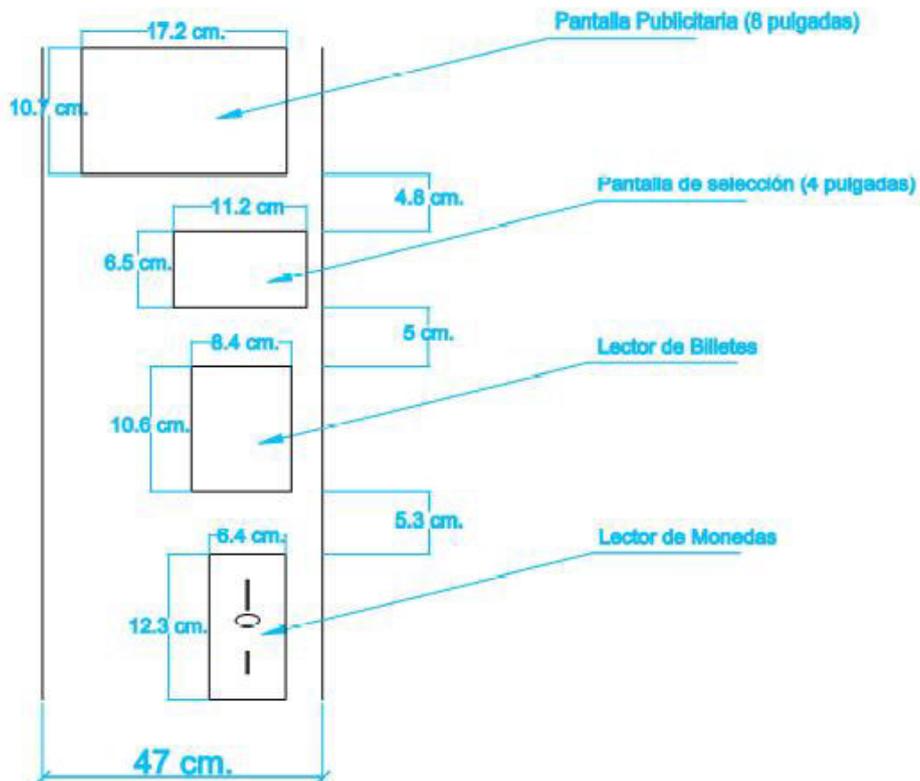


Figura 0.24 Dispositivos electrónicos frontales.

Nota: Tener precaución al momento de montar los dispositivos electrónicos; mantener apagada la máquina mientras dura el proceso.

Dispositivos electrónicos posteriores

Los dispositivos posteriores, se fijan en la pared lateral a través de cinta doble faz en el orden que se detalla en la [Figura 0.25](#) ~~Figura-0.25~~.

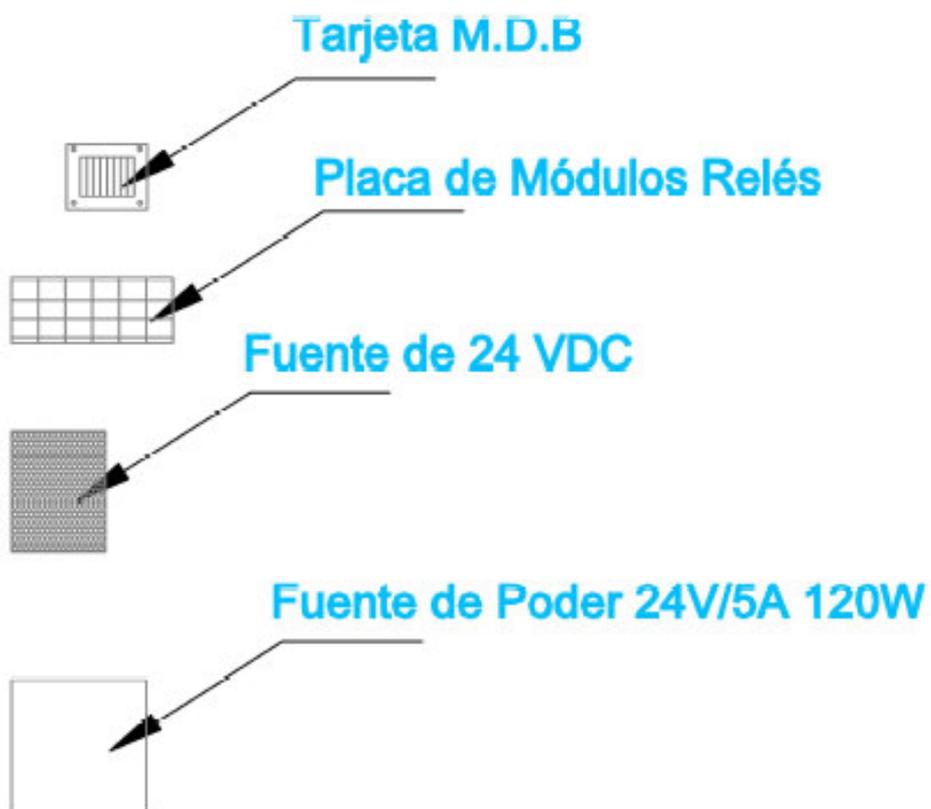


Figura 0.25 Dispositivos electrónicos posterior