

Diseño y construcción de un sistema de vaciado manual con control de polución para alimentos concentrados en la empresa Metalteco de la ciudad de Bucaramanga.

Autor:

Carol Tatiana Mateus Lara

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Mecánica

Director:

Andrés Fabian Solano Pérez

Magister en Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

A mi madre Yolanda Lara por ser mi apoyo incondicional y mi guía en los momentos más difíciles, por cada concejo, por enseñarme a ser una mujer resiliente, luchadora y no dejarme vencer en los momentos de angustia. Gracias por no rendirse ante las adversidades y siempre luchando por nuestro bienestar, gracias por dejar de lado parte de su vida por tenernos como prioridad, gracias por sus esfuerzos día a día. A mi padre Alexander Mateus por ser ese concejero fiel, por estar presente en todas mis alegrías y tristezas por ser un apoyo en cada etapa de mi vida. Gracias por ser un hombre trabajador y poner a nuestra familia como su prioridad, gracias por esforzarte día a día por ser mejor para nosotros. A mi hermano Felipe Mateus por ser mi motivación día a día, por ser mi cómplice en cada locura, por ser mi confidente, por aguantar mis malos genios, mis lagrimas y mis risas. Gracias por siempre sacarnos una sonrisa incluso cuando pensamos que nada puede mejorar nuestro día, gracias por ser el niño consentido de la casa. A mi novio Miguel Piragauta por ser mi compañía en este proceso, por apoyarme y darme una voz de aliento para seguir, por regañarme y corregirme para que fuera mejor cada día, gracias por creer en mí incluso cuando ni yo lo hacía, por creer en mis capacidades y en que siempre iba a lograr mis objetivos, gracias por ser mi segundo hogar.

### **Agradecimientos**

Primeramente, a Dios por ser mi motor principal, mi guía, por ser mi refugio cuando, más lo necesitaba, por darme la sabiduría y fortaleza para seguir adelante. A mis padres y mi hermano por ser mi fortaleza, mi motor, mi inspiración y mi motivación para nunca desfallecer. A mi novio por ser mi apoyo, mi refugio y mi cómplice, por brindarme su compañía y amor en todo este tiempo. A mi tía lucero y mi tío Alberto por apoyarme incondicionalmente y siempre creer en mi y en mis capacidades. A todos mis familiares que aportaron un granito de arena para que hoy pueda culminar esta linda carrera profesional. A mi director Fabian Solano por guiarme en esta ultima etapa de mi carrera profesional. A todos mis profesores que dejaron en mi enseñanzas valiosas para hoy en día poder ejercer con orgullo esta linda profesión. A la Universidad Industrial de Santander por que forjó una profesional con carácter para desempeñar con orgullo esta profesión y llevar en alto el nombre de mi Alma Mater.

**Tabla de Contenido**

Introducción.....	9
1 Generalidades.....	10
1.1 Planteamiento del Problema.....	10
1.2 Justificación.....	11
2 Objetivos.....	12
2.1 Objetivo General.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3 Marco Referencial.....	13
3.1 Antecedentes.....	13
3.2 Referentes teórico-conceptuales.....	14
3.3 Partes del sistema.....	15
3.3.1 Ventiladores.....	15
3.3.2 Filtro de Mangas.....	15
3.3.3 Tolva.....	16
3.3.4 Equipo de Transporte (Sinfín).....	16
3.3.5 Ductos.....	17
3.4 Alimentos concentrados.....	17
4 Diseño Conceptual.....	18
4.1 Requerimientos Iniciales del Sistema.....	19

4.2	Oferta Inicial.....	20
4.2.1	Transportador sinfín trsf Ø 12”.....	20
4.2.2	Mesa de cargue y volteo para bultos.....	21
4.2.3	Tolva para recepción de materias primas.....	21
4.2.4	Filtro de mangas 80202.....	21
4.2.5	Ventilador centrifugo.....	22
4.3	Ubicación del Sistema.....	23
4.4	Modelo.....	24
4.5	Requerimientos del Sistema.....	27
4.5.1	Capacidad de vaciado.....	27
4.5.2	Potencia de ventilación.....	27
4.5.3	Eficiencia de extracción.....	27
4.5.4	Resistencia estructural.....	28
4.5.5	Velocidad de operación.....	28
4.5.6	Eficiencia energética.....	28
4.5.7	Facilidad de mantenimiento.....	28
4.5.8	Cumplimiento de normativa.....	28
4.5.9	Durabilidad.....	29
4.5.10	Dimensionamiento.....	29
4.6	Matriz de Calidad.....	29
4.7	Subsistemas.....	30
4.8	Descripción del Sistema.....	31

4.9	Alternativas de diseño.....	33
4.10	Selección de alternativa.....	35
5	Diseño de Detalle.....	36
5.1	Dimensionamiento.....	36
5.1.1	Cálculos Ventilador.....	37
5.2	Diseño Autodesk Inventor.....	41
5.2.1	Transportador sinfín.....	43
5.2.2	Tolva de recibido.....	45
5.2.3	Mesa para carga de bultos.....	47
5.2.4	Filtro de Mangas.....	50
5.2.5	Ventilador.....	52
6	Fabricación.....	53
7	Costos.....	62
8	Conclusiones.....	62
	Referencias.....	65
	Apéndices.....	67

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Matriz de Calidad.....	31
Tabla 2. Subsistemas.....	32
Tabla 3. Cálculos de Ventilador.....	40
Tabla 4. Costos.....	63

**Lista de Figuras**

Figura 1. Itacol Itagüí - Plano Planta Itagüí.....	27
Figura 2. Metalteco (2025) - Sistema de vaceo manual con control de polución.....	28
Figura 3. Metalteco (2025) - Vista Posterior y Frontal del sistema de Vaceo.....	29
Figura 4. Sistema de vaceado.....	33
Figura 5. Diseño de alternativa 1.....	34
Figura 6. Diseño de alternativa 2.....	35
Figura 7. Diseño de alternativa 3.....	36
Figura 8. Transportador sinfin.....	44
Figura 9. Diseño de tolva de recibido.....	46
Figura 10. Diseño mesa de cargue de bultos.....	48
Figura 11. Diseño filtro de mangas.....	51
Figura 12. Fabricación boca de descarga transportador sin fin.....	55
Figura 13. Fabricación transportador sin fin.....	56
Figura 14. Fabricación tolva.....	56
Figura 15. Soldadura mesa de cargue de bultos.....	57

Figura 16. Fabricación de mesa de cargue de bultos.....	57
Figura 17. Fabricación pasamanos para mesa de cargue.....	58
Figura 18. Ensamble mesa de cargue de bultos.....	58
Figura 19. Soldadura para pasamanos.....	59
Figura 20. Ensamble pasamanos para mesa de cargue de bultos.....	59
Figura 21. Mangas para filtro.....	60
Figura 22. Soporte para mangas de filtro.....	60
Figura 23. Fabricación de filtro de mangas.....	61
Figura 24. Fabricación tanque pulmón para filtro.....	61
Figura 25. Fabricación puesta de mantenimiento para filtro.....	62

**Lista de Apéndices**

Apéndice A. Planos de Filtro.....	68
Apéndice B. Planos de Tolva.....	96
Apéndice C. Planos de Estructura.....	101
Apéndice E. Carta de Prácticas.....	124

### Resumen

**Título:** Diseño y construcción de un sistema de vaciado manual con control de polución para alimentos concentrados en la empresa Metalteco de la ciudad de Bucaramanga.\*

**Autor:** Carol Tatiana Mateus Lara.†

**Palabras Clave:** Diseño, construcción, vaciado manual, alimentos concentrados

**Descripción:** La empresa “METALTECO” en la ciudad de Bucaramanga (Santander) se encarga de la fabricación de maquinaria para plantas de producción de alimentos concentrados entre otras. Se requiere construir un sistema de vaceado para una planta de producción en Itagüí, ya que el cliente solicita este servicio para el control de polución al vaceado de sacos de materia prima en la planta, para darle seguimiento a este proyecto se realizaron prototipos iniciales para determinar la ubicación del sistema y sus componentes, así mismo el cliente decidió que opción era la mejor y con esta se dio seguimiento para realizar el diseño detallado y sus respectivos planos de construcción.

---

\* Trabajo de Grado

† Facultad de Ciencias Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Andrés Fabian Solano Pérez. Magister en Ingeniería Mecánica

### Abstract

**Title:** Diseño y construcción de un sistema de vaciado manual con control de polución para alimentos concentrados en la empresa Metalteco de la ciudad de Bucaramanga.‡

**Author:** Carol Tatiana Mateus Lara.§

**Keywords:** Disign, construction, manual emptying, concentrated foods

**Description:** The company "METALTECO" in the city of Bucaramanga (Santander) is responsible for the manufacture of machinery for concentrated food production plants, among others. It is required to build a emptying system for a production plant in Itagüí, since the client requests this service to control pollution when emptying sacks of raw material at the plant. To follow up on this project, initial prototypes were made to determine the location of the system and its components. Likewise, the client decided which option was the best and with this, follow-up was given to carry out the detailed design and its respective construction plans.

---

‡ Degree Work

§ Faculty of Physical and Mechanical Sciences, School of Mechanical Engineering, Director:  
Andrés Fabian Solano Pérez. Master's degree in Mechanical Engineering

## **Introducción**

El control de polución en las plantas de producción de alimentos concentrados es importante ya que la materia prima utilizada genera bastante polvillo que es perjudicial para la salud de los operarios en dicha planta, debido a esto en la planta de producción en Itagüí se requiere implementar un sistema de vaciado manual con control de polución para el descargue de la materia prima, esta planta acude a la empresa METALTECO S.A.S, especializada en la fabricación de maquinaria para plantas de alimentos concentrados.

Este proyecto se enfoca en el diseño de un sistema de vaciado manual con control de polución, con el objetivo de implementar este sistema en la planta de Itagüí. A través de un análisis inicial se desarrollaron prototipos para definir el posicionamiento del sistema y sus componentes respecto al espacio en la planta y la conexión con los demás equipos.

## **1 Generalidades**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

En la empresa Metalteco de Bucaramanga, se ha identificado la necesidad de construir un sistema de vaciado manual con control de polución para una planta que será instalada en Itagüí, a solicitud de un cliente. El vaciado manual de materiales en polvo, típico en las operaciones de procesamiento de alimentos y otros productos granulados, genera una cantidad significativa de polvo. Sin un control adecuado de estas emisiones, se presentan riesgos para la salud de los operarios, debido a la inhalación de partículas finas, así como problemas de contaminación

ambiental en las áreas de trabajo. Adicionalmente, las regulaciones en torno a la seguridad industrial y el control de polución imponen estrictos requerimientos para evitar la dispersión de polvos en el ambiente, lo que demanda sistemas eficientes de extracción y filtrado.

La ausencia de un sistema eficiente de control de polución no solo afecta el cumplimiento normativo, sino que también puede deteriorar el ambiente de trabajo y provocar acumulación de polvo en los equipos, aumentando el riesgo de mantenimiento frecuente y generando potenciales condiciones de riesgo laboral. Ante estas necesidades y restricciones, Metalteco se ve en la obligación de desarrollar un sistema de vaciado que permita la manipulación de materiales de manera segura, eficiente y ambientalmente responsable, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad requeridos en el proyecto para la planta en Itagüí.

El reto radica en diseñar un sistema que controle eficazmente las emisiones de polvo en el proceso de vaciado manual y que, además, sea rentable y fácil de operar y mantener en el largo plazo.

## **1.2 Justificación**

La implementación de un sistema de vaciado manual con control de polución en la planta de Itagüí es fundamental para garantizar un ambiente de trabajo seguro y saludable para los operarios, al tiempo que se cumplen los requisitos regulatorios y de sostenibilidad que actualmente exige la industria. En entornos industriales donde se manipulan materiales concentrados, la dispersión de partículas en el aire representa un riesgo significativo tanto para la

salud de los trabajadores, quienes pueden desarrollar problemas respiratorios a largo plazo, como para la seguridad de la planta.

Además, las normativas ambientales y de seguridad laboral exigen a las empresas reducir la emisión de partículas en áreas de trabajo, y un sistema de control de polución ayuda a que la planta pueda cumplir con estos requisitos, evitando sanciones y asegurando que la empresa se posicione como un proveedor confiable y comprometido con la sostenibilidad.

En el aspecto operativo, un ambiente libre de polvo permite reducir el tiempo de limpieza y mantenimiento en la planta, aumentando así la eficiencia de producción y reduciendo costos adicionales. Asimismo, contar con un sistema de vaciado con control de polución incrementa la confianza del cliente.

## **2      Objetivos**

### **2.1   Objetivo General**

Diseñar y construir un sistema de vaciado manual con control de polución para la planta de producción en Itagüí, que garantice un ambiente de trabajo seguro y cumpla con las regulaciones ambientales y de seguridad industrial, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo la exposición al polvo de los trabajadores.

### **2.2   Objetivos Específicos**

- Diseñar un sistema de vaciado manual que incluya sistema de filtros y ventiladores, optimizados para capturar eficazmente el polvo generado durante el vaciado de los sacos.

- Construir un sistema de vaciado manual siguiendo las especificaciones establecidas durante la fase de diseño, seleccionando los materiales de acuerdo con las normativas requeridas.
- Demostrar el correcto funcionamiento del sistema de vaciado y control de polución por medio de pruebas operativas para asegurar su eficiencia y que cumpla con los requerimientos exigidos por el cliente.

### **3 Marco Referencial**

#### **3.1 Antecedentes**

Los sistemas de vaciado manual con control de polución han evolucionado en respuesta a los crecientes requisitos de seguridad, salud ocupacional y sostenibilidad ambiental en la industria. Históricamente, la manipulación manual de sacos de materiales en polvo, como productos agrícolas, químicos y minerales, se realizaba sin controles efectivos de polución, lo que exponía a los trabajadores a inhalación de polvo y creaba un ambiente propenso a accidentes laborales.

Con el tiempo, se identificaron múltiples riesgos asociados al polvo industrial. Entre ellos, la exposición ocupacional a partículas finas, que pueden afectar las vías respiratorias y provocar enfermedades pulmonares crónicas. Adicionalmente, se han documentado casos de explosiones de polvo, especialmente en sectores donde se manipulan polvos combustibles como los de grano, que aumentaron la necesidad de sistemas de control eficientes. A raíz de estos

problemas, organismos de seguridad y salud en el trabajo, como la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) y la NFPA (National Fire Protection Association) en Estados Unidos, comenzaron a establecer normas y recomendaciones para el control de polvo en procesos industriales.

Los sistemas de control de polución para estaciones de vaciado manual comenzaron a incorporarse ampliamente en las industrias hacia finales del siglo XX. Estos sistemas iniciales solían incluir campanas de extracción básicas, ventiladores y filtros para capturar el polvo en el momento de vaciar los sacos. Con los avances en filtración y tecnología de control, los sistemas se optimizaron para incluir filtros de alta eficiencia, como los de manga y los de cartucho, que permiten una mejor retención de partículas y autolimpieza mediante pulsos de aire comprimido. Esto ha reducido considerablemente la necesidad de mantenimiento y aumentado la eficiencia operativa.

### **3.2 Referentes teórico-conceptuales**

La polución del aire es una de las formas más comunes y peligrosas de contaminación. Los contaminantes atmosféricos como el dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y las partículas finas, pueden provocar enfermedades respiratorias, cardiovasculares y otras afecciones graves. Además, la exposición prolongada a estos contaminantes puede agravar condiciones preexistentes y reducir la esperanza de vida. Como empresa comprometida con el medio ambiente, entendemos la importancia de abordar este problema de manera integral.

Además de la polución del aire, existen otras formas de contaminación igualmente preocupantes. La polución del agua, por ejemplo, ocurre cuando sustancias nocivas como productos químicos industriales, metales pesados y residuos orgánicos contaminan ríos, lagos y océanos. Esta forma de polución no solo afecta a la vida acuática, sino que también puede tener consecuencias devastadoras para las comunidades humanas que dependen de estos recursos hídricos. En nuestra empresa, reconocemos la necesidad de una gestión adecuada de los residuos para prevenir la contaminación del agua y proteger los ecosistemas (Calero, 2024).

### **3.3 Partes del sistema**

#### **3.3.1 Ventiladores**

Los ventiladores de extracción son diseñados para el funcionamiento de extracción trabajan junto con elementos de captura para extraer el aire polvoriento y humeante y dirigirlo al área requerida a través de un sistema de tuberías. Son adecuados para granulados o como soplador de alimentación para la ventilación de habitaciones, depósitos y pozos (Extraction, 2025).

#### **3.3.2 Filtro de Mangas**

Los filtros de mangas recogen el polvo, ya sea como producto o componente de su producto final, o para evitar la emisión de partículas nocivas a la atmósfera. Existen tres tipos de filtros de mangas, clasificados por su método de descarga, que se describen a continuación. Los tres funcionan bajo el mismo principio, tirar del vacío a través de un medio filtrante. El medio filtrante acumulará partículas sólidas hasta que se forme una torta de polvo. Una vez que se ha

formado una torta de polvo, si el medio filtrante y las condiciones son los adecuados, el aire o el gas descargado no contendrá partículas, dentro de una tolerancia aceptable. La bolsa filtrante en sí no realiza la filtración en un colector de polvo. La torta de polvo inicial o una precapa capturan las partículas finas.

La excepción es el uso de una capa previa aplicada al medio filtrante, ya sea una membrana o una tapa de micro denier. Se trata de mejoras en el tejido diseñadas para capturar partículas de hasta 0,5 micras en su superficie, impidiendo tanto el escape como el atrincheramiento de las partículas. Piense en una sartén antiadherente, una membrana es el mismo recubrimiento y un tapón de micro denier imita sus propiedades. Las partículas se asientan sobre su superficie en lugar de quedar atrapadas en ella o atravesarla.

Cuando una caída de presión limita la cantidad de aire que pasa a través de las mangas filtrantes, la descarga, mediante los métodos que se describen a continuación, expulsa el polvo de las mangas y lo deposita en una tolva situada debajo del colector para su eliminación o almacenamiento (Micronics, 2019)

### **3.3.3 Tolva**

Una tolva es un contenedor similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales, sustancias, granulares o pulverizados. Regularmente va montado en una base, es de forma cónica, la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realiza por una compuerta inferior, Son muy utilizadas en agricultura, en construcción, farmacéutica y otras

actividades industriales, Una tolva puede estar fabricada de diferentes materiales según sea el objetivo de su uso, así como el producto a almacenar (Tecnotanques, 2020)

### ***3.3.4 Equipo de Transporte (Sinfin)***

Los transportadores de tornillo sin fin son sistemas que transportan materiales de tamaño reducido en pequeñas fracciones. Se utilizan para materiales pulverulentos o bien para materiales líquidos, y garantizan un transporte rápido y sin dispersión (Camec, 2025).

### ***3.3.5 Ductos***

Los conductos de ventilación son uno de los elementos más importantes dentro de cualquier sistema de ventilación industrial. Su objetivo es transportar el aire de una estancia a otra, especialmente desde el exterior al interior de la construcción industrial y viceversa, con el fin de renovar el aire (Palau, 2021).

## **3.4 Alimentos concentrados**

La cadena de los alimentos concentrados o balanceados hace parte de la cadena agroindustrial cereales forrajeros –alimentos balanceados-avicultura carne de pollo. Dentro de la estructura productiva de esta última cadena, los alimentos balanceados son productos intermedios que sirven de puente entre varios sectores agrícolas: semillas oleaginosas, cereales y cárnicos. Por esta razón en los países con alto nivel de desarrollo hay una fuerte integración entre la producción de cereales forrajeros y la de alimentos balanceados para animales. Por ejemplo, en Estados Unidos, la mayor zona productora de concentrados se encuentra ubicada en el Corn Bel, que es una gran área maicera. En Colombia, la evolución del sector de alimentos

balanceados para animales ha girado en torno a la producción de alimentos para aves de corral, debido a que el levante y engorde avícola destinado a la producción industrial de huevo y pollo se realiza exclusivamente con base en preparados. No obstante, durante la década pasada, el sector mostró un proceso de diversificación en la producción, lo que le ha permitido entrar con nuevos productos en las líneas de acuicultura, mascotas y porcicultura. La producción de alimentos para animales es realizada en 75% por un grupo de compañías que le venden a terceros, las cuales se denominan empresas de marca comercial; el 25% restante lo aportan los mezcladores, personas que fabrican los concentrados para alimentar a sus animales como los avicultores de engorde y postura, y los porcicultores. En general en las empresas de marca comercial ha venido acentuándose la preocupación por lanzar productos novedosos, por ampliar las líneas de producción y tecnificar las existentes, y por utilizar insumos nuevos; esto ha sido el resultado del aumento de la disponibilidad de insumos y de la investigación en el área de desarrollo experimental de materias primas sustitutas. Adicionalmente, se han empeñado en realizar cambios en el empaque y mantenerse informadas respecto a lo que sucede en materia tecnológica a nivel internacional. Dos efectos ha tenido este proceso de reingeniería dentro de las empresas de marca comercial: a) aumento de las fusiones (integración vertical) entre empresas avícolas y empresas de alimentos balanceados; b) sustitución de sorgo por maíz amarillo y/o soya en la fabricación de alimentos para animales (DNP, 2023).

## 4 Diseño Conceptual

Para el diseño conceptual del sistema de vaciado manual, se consideraron varias condiciones de diseño importantes, como la capacidad del sistema, la eficiencia de extracción y los parámetros de operación del ventilador. A partir de esta información, se establecen los requerimientos de diseño que debe cumplir este sistema. Luego, se proponen diversas soluciones, las cuales se analizan mediante una matriz QFD (Quality Function Deployment, por sus siglas en inglés) que sirve para identificar los criterios más influyentes en el diseño. Posteriormente, se plantean tres alternativas de diseño, y mediante socializaciones con el cliente se define la alternativa para así realizar un diseño final.

### 4.1 Requerimientos Iniciales del Sistema

El cliente proporciona a la empresa los requerimientos iniciales del proyecto, los cuales sirven como base fundamental para la elaboración de una propuesta u oferta preliminar. Esta oferta debe estar alineada con las expectativas del cliente y contener todas las características técnicas y funcionales necesarias para garantizar que el sistema cumpla con los estándares de calidad esperados y opere de manera eficiente.

Capacidad de vaciado: La planta debe cumplir con una capacidad de producción de 15.000 toneladas al mes.

Dimensiones de la estructura: La estructura no debe sobrepasar los 3 metros de ancho por 2 metros de largo, en cuanto a la altura se debe estar a nivel del camión de descargue ya que esto evitara el desgaste físico del operario y posibles lesiones.

Eficiencia de extracción: Este sistema debe absorber en gran cantidad el polvillo generado por el descargue de los bultos, evitando que el operario inhale este polvillo y genere complicaciones en su salud. En cuanto a los requerimientos adicionales necesarios para el diseño del sistema, el cliente deja su definición a criterio de la empresa, en reconocimiento a su experiencia técnica y conocimiento especializado en el área. Esta confianza se ha construido a lo largo del tiempo, dado que la empresa ha participado de manera constante en la fabricación de equipos para estas plantas. Como resultado de esta relación sostenida y satisfactoria, el cliente considera que la empresa cuenta con la capacidad y el criterio necesarios para tomar decisiones técnicas acertadas que garanticen el correcto funcionamiento del sistema.

#### **4.2 Oferta Inicial**

Teniendo en cuenta los requerimientos iniciales dados por el cliente de la empresa METALTECO hace una oferta inicial al cliente dando un valor estimado a los requerimientos que el cliente solicita a la empresa, estos requerimientos se resaltan como dimensiones para la ubicación en planta, carga a soportar, equipos y distribución de equipos de producción.

A continuación, se presenta la oferta inicial que se utiliza como base para iniciar el proceso de diseño para los prototipos que serán entregados al cliente donde decidirá el sistema de desea comprar, luego de tomada esta decisión se procede al diseño detallado donde pueden variar algunos factores de la oferta inicial, tales como materiales, dimensiones, terminaciones entre otros.

#### **4.2.1 *Transportador sinfín trsf Ø 12”***

Canal fabricado en lámina calidad comercial HR perfilada, con extremos dobladas en secciones de tres metros. Bridas de unión en platina de acero comercial HR. Testeros fabricados en lámina calidad comercial HR calibre 6 mm. Rodamientos tipo FY. Tubo central en tubería de acero al carbón Ø 2 1/2” SCH 80. Aletas fabricadas en lámina calidad comercial HR de 4.5 mm. Ejes terminales e intermedios fabricados en acero 1045 con rebajes mecanizados. Tornillos Ø 1/2” por 3 1/2” grado 8; para acople entre el eje y la tubería. Colgante bipartidos de altura graduable por medio de dos tornillos toda rosca Ø 5/8”. Buje para el colgante fabricado bronce fosforado. Tapa con dobleces piramidales para intemperie. Riel para moto reductor dotado de guarda acople. Moto reductor de piñones helicoidales. Transmisión de potencia por piñones y cadena. Pintura consistente preparación y limpieza de la superficie, aplicación de pintura anticorrosivo y pintura esmalte.

#### **4.2.2 *Mesa de cargue y volteo para bultos***

Fabricada en perfiles estructurales tipo canal U, angulo y/o tubo estructural cuadrado, con planchuelas de anclaje en lámina HR perforada, piso en lámina alfajor. Contando con las siguientes dimensiones:

- **Ancho:** 3.00 mts.
- **Largo:** 2.00 mts.
- **Alto:** 1.40 mts.

### ***4.2.3 Tolva para recepción de materias primas***

Tolva receptora de materia prima, fabricada en lámina calibre 3 mm para máxima durabilidad. Incluye una rejilla para la retención de impurezas, brida de acople para transportador de cadena, y un ducto de regulación de carga para un control óptimo del flujo de materiales.

Sus dimensiones son 2500 mm x 1600 mm x 1200 mm, con una brida de salida de 2000 mm x 340 mm, ideal para mejorar la eficiencia en el manejo de materiales a granel.

### ***4.2.4 Filtro de mangas 80202***

Filtros de punto, estos filtros se utilizan para el manejo de polvos en sistemas de transporte tales como son los elevadores de cangilones, cintas transportadoras y transportadores de cadena, utilizados para el transporte de granos y productos a granel, estos filtro tienes las siguientes ventajas:

- Cambio sencillo de las mangas filtrantes gracias al fácil acceso.
- Mínima circulación de polvo por la gran apertura de aspiración lo que permite alcanzar velocidades de flujo reducidas y , con ello, una circulación mínima de polvo.
- Modelo resistente a los golpes de ariete.
- Diseño compacto con ventilador incluido lo cual genera una menor necesidad de espacio para el filtro de punto y menos gastos de inversión.

Del mismo modo, dentro de los parámetros de funcionamiento encontrados en este filtro de mangas encontramos:

- **Área Filtrante:** 2.8 m<sup>2</sup>
- **Caída de presión:** 1500 Pa
- **Volumen:** 530Cfm.

#### 4.2.5 *Ventilador centrifugo*

- Caudal: 2000 Cfm
- Presión: SP:10" C.A a 0 Fts s.n.m a 70 °F
- Potencia: 5.4Hp a 1800 Rpm, 220/440 V
- Nivel de ruido: 67 dBA a 5 ft enductado/ 78dBA con una boca enductada
- Material Carcasa, rotor y base: A-36
- Acabado: Pintura color determinado por el cliente.
- Manejo de aire limpio.

Incluye: Motor ABB, WEG o similar eficiencia IE2, montaje certificado de rodamientos SKF, poleas y correas SKF o de similar calidad, alineación láser de poleas, tensionamiento por frecuencia de correas, certificado de balanceo dinámico en banco.



entrada principal para vehículos de carga, lo que optimiza el proceso de descarga de los sacos de materia prima y garantiza una circulación eficiente dentro de las instalaciones.

#### 4.4 Modelo

En las figuras 2 y 3 se puede observar un sistema de vaciado manual con control de polución que fue implementado en una planta de producción en palmira, este sistema se toma como referencia en cuanto al proceso que debe cumplir el que se desea diseñar, pero se debe tener en cuenta que el nuevo sistema se diseña y se construye diferente debido a que los requerimientos del cliente son diferentes, esto hace que se deba implementar un diseño nuevo que se ajuste al espacio, a la cantidad de producción, al tipo de materia prima, a las condiciones climáticas y demás requerimientos del cliente

#### *Figura 2*

*Metalteco (2025) - Sistema de vacéo manual con control de polución*



**Figura 3**

*Metalteco (2025) - Vista Posterior y Frontal del sistema de Vaceo*



## **4.5 Requerimientos del Sistema**

### **4.5.1 Capacidad de vaciado**

Este requerimiento asegura que el sistema cumpla con las demandas de producción de la planta, permitiendo una manipulación ágil y eficiente de los sacos o contenedores de materiales a vaciar.

### **4.5.2 Potencia de ventilación**

determina la fuerza necesaria para extraer las partículas de polvo en el punto de vaciado. Este parámetro debe ajustarse para captar eficazmente el polvo y transportarlo al sistema de filtrado.

### **4.5.3 Eficiencia de extracción**

La eficiencia de extracción mide el porcentaje de partículas capturadas por el sistema de extracción en relación con el polvo total generado.

#### ***4.5.4 Resistencia estructural***

Este requerimiento asegura que el sistema esté construido con materiales resistentes, como acero inoxidable o acero al carbono recubierto, y que soporte el desgaste prolongado en entornos industriales.

#### ***4.5.5 Velocidad de operación***

Este requerimiento debe alinearse con las necesidades de producción de la planta, asegurando que el sistema sea suficientemente rápido para evitar cuellos de botella en el flujo de trabajo.

#### ***4.5.6 Eficiencia energética***

Un sistema energéticamente eficiente utiliza ventiladores y motores de bajo consumo, minimizando el costo operativo sin comprometer la eficacia en la extracción de polvo.

#### ***4.5.7 Facilidad de mantenimiento***

Un diseño que facilite el mantenimiento reduce los tiempos de inactividad, prolonga la vida útil del sistema y mejora la seguridad del personal de mantenimiento.

#### ***4.5.8 Cumplimiento de normativa***

El cumplimiento normativo es esencial para garantizar un ambiente seguro y evitar sanciones regulatorias.

#### **4.5.9 Durabilidad**

Un diseño duradero utiliza materiales y componentes de alta calidad que soportan el desgaste por abrasión y la exposición continua a partículas finas, asegurando una larga vida operativa del sistema.

#### **4.5.10 Dimensionamiento**

Es importante que el diseño se acople adecuadamente al espacio requerido por el cliente, ya que las dimensiones dadas nos ayudan a que el equipo este bajo techo, no interfiera en el paso hacia otros equipos, y el descargue del sin fin llegue la boca de un elevador para así continuar con el proceso de producción.

### **4.6 Matriz de Calidad**

En la Tabla 1 se muestra la matriz de calidad (QFD), una herramienta que facilita un análisis sistemático de los requerimientos de diseño en función de los sistemas y subsistemas necesarios para el correcto funcionamiento del sistema. Cada requerimiento se ordena por prioridad de manera numérica y se le otorga un puntaje en función de su relación con los subsistemas.

Tabla 1

*Matriz de Calidad*

Sistema de vaceo manual	Prioridad	Sistema de ventilación		Sistema de transporte		Sistema de filtro		Sistema de vaceo		Sistema de control		Sistema estructural	
Dimensionamiento	10	3	30	6	60	6	60	3	30	3	30	9	90
Eficiencia de absorción	9	9	81	3	27	9	81	3	27	1	9	1	9
Eficiencia de descarga	8	3	24	9	72	1	8	9	72	1	8	6	48
Capacidad de carga	7	9	63	6	42	3	21	1	7	1	7	3	21
Resistencia estructural	6	1	6	3	18	1	6	1	6	1	6	9	54
Velocidad de operación	5	3	15	9	45	9	45	1	5	3	15	1	5
Facilidad de mantenimiento	4	9	36	3	12	6	24	3	12	1	4	1	4
Eficiencia energética	3	6	18	9	27	3	9	1	3	6	18	1	3
Cumplimiento de normativa	2	1	2	1	2	3	6	1	2	3	6	9	18
Durabilidad	1	3	3	6	6	9	9	1	1	1	1	9	9
<b>Total</b>		278		311		269		165		104		261	

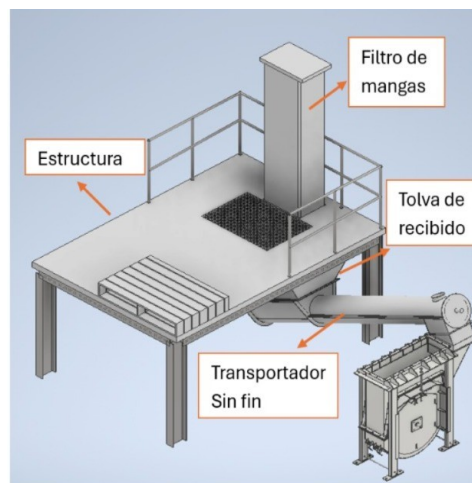
En la matriz de calidad que observamos anteriormente la primera columna nos muestra los requerimientos mas importantes del sistema, asignando un orden de prioridad desde el nivel 10 hasta el 1, en las columnas tenemos los subsistemas en los cuales se da un nivel de importancia del 1 al 9 siendo 1 el menos importante y 9 el más importante según el requerimiento asignado, luego de esto se multiplica por la prioridad y estos resultados se suman para así ver que subsistemas tiene mayor contribución al funcionamiento del sistema.

#### 4.7 Subsistemas

La Tabla 2 ofrece un análisis de los subsistemas basado en la evaluación anterior realizada en la matriz de calidad (QFD). En esta tabla se muestra de manera clara cómo cada alternativa debe responder a los requisitos de diseño, lo que permite tomar decisiones más informadas sobre cuál opción satisface mejor estos criterios.

*Tabla 2**Subsistemas*

Sistema de vaceo	Puntaje	Porcentaje
Sistema de transporte	311	22,4%
Sistema de ventilación	278	20,0%
Sistema de filtro	269	19,4%
Sistema estructural	261	18,8%
Sistema de vaceo	165	11,9%
Sistema de control	104	7,5%
<b>Total</b>	<b>1388</b>	<b>100%</b>

**4.8 Descripción del Sistema***Figura 4**Sistema de vaceado*

En la figura 4 se muestra el sistema de vaciado a diseñar, junto con los equipos correspondientes. La estructura desempeña un papel crucial, ya que es la encargada de sostener el filtro, recibir el descargue de los bultos y mantener al operario. El filtro de mangas, por su

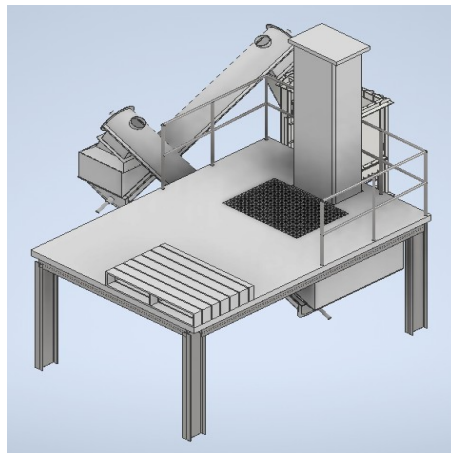
parte, se encarga de la succión del polvo generado al vaciar los bultos de materia prima. Además, contamos con el transportador sin fin, que tiene la función de trasladar la materia prima desde la estructura hasta un elevador de cangilones, permitiendo así que continúe su proceso de producción en la planta. Finalmente, se encuentra la tolva de recibido, que se encarga de conectar la rejilla desde la cual se vacían los sacos, dirigiendo el material hacia el transportador.

#### 4.9 Alternativas de diseño

En el diseño de estas alternativas (Figuras 5, 6 y 7) se modifica la posición del transportador sinfin con el objetivo de optimizar la distribución del espacio y reducir el consumo de materiales. Así mismo, se realiza una rotación en la estructura de descarga de bultos, lo que en algunas propuestas implica el uso de más de un sinfin para evitar ángulos de inclinación excesivos que podrían dificultar el flujo del producto durante su transporte.

##### *Figura 5*

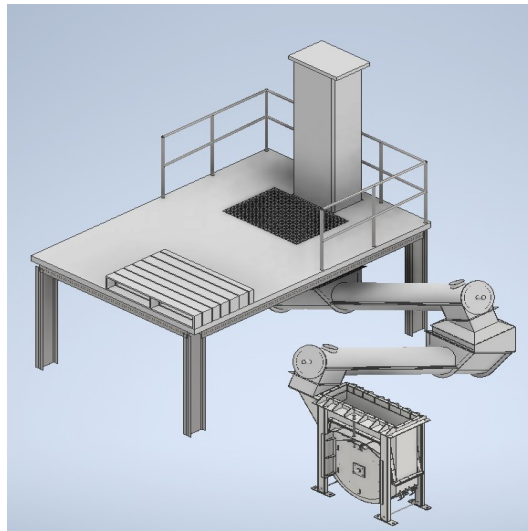
##### *Diseño de alternativa 1*



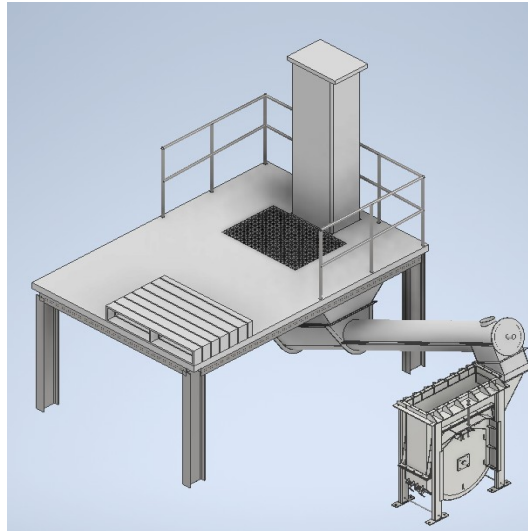
Para esta alternativa, el transportador sinfin se dividió en dos secciones, ya que la plataforma se encuentra ubicada frente al elevador, donde se realiza la descarga del producto. Por esta razón, se instaló un primer transportador inclinado de forma vertical, saliendo directamente desde la plataforma, y un segundo transportador en la parte posterior. Esta configuración permite utilizar elevadores más cortos y con menor inclinación, lo que ayuda a evitar atascamientos durante el traslado del producto.

### *Figura 6*

#### *Diseño de alternativa 2*



En esta alternativa también se proponen dos transportadores sinfin, pero a diferencia de la alternativa N°1 la plataforma se ubica enfrente del elevador donde se debe hacer la descarga, se utiliza el mismo acople entre los transportadores y así mismo su longitud e inclinación.

*Figura 7**Diseño de alternativa 3*

En esta alternativa se optó por utilizar un solo transportador sinfín, ya que la plataforma fue ubicada de forma lateral al elevador, lo que elimina la necesidad de múltiples sinfines. A diferencia de las demás configuraciones, este sinfín presenta una mayor inclinación y longitud. Sin embargo, esta solución permite optimizar los costos, así como los procesos de fabricación y montaje. A pesar de la inclinación, se comprobó que el material no se atasca durante el transporte, ya que el paso del tornillo se diseñó de forma progresiva, facilitando el flujo del producto. Esto también permite que, al vaciar los sacos, el material ingrese adecuadamente a través de diferentes diámetros sin obstrucciones.

#### **4.10 Selección de alternativa**

Las alternativas se realizan en base a los requerimientos del cliente, como son espacio donde se plantea instalar el equipo, disposición del espacio respecto a los demás equipos que se desean instalar, así mismo la secuencia que se desea para cumplir con el proceso de producción en planta.

Para la selección de la alternativa más conveniente se lleva a cabo una reunión con el cliente en la planta correspondiente, donde se discuten las diferentes alternativas y las ventajas de cada una así mismo se ven los inconvenientes al implementar cada una de las alternativas con el fin de llegar a un acuerdo y empezar con el proceso de diseño detallado, fabricación y ensamble del sistema.

Después de esta reunión fue seleccionada la alternativa N°3 ya que es la opción más eficiente y practica en su fabricación y montaje, así mismo al tener un solo transportador sin fin es más económico y se acopla bastante bien al espacio determinado por el cliente.

## **5 Diseño de Detalle**

### **5.1 Dimensionamiento**

Una vez seleccionada la alternativa más adecuada para el proyecto, se procede al dimensionamiento detallado de los componentes del sistema. Este proceso incluye el cálculo y especificación del ventilador para determinar la capacidad requerida, tipo de ventilador y características técnicas necesarias para cumplir con los parámetros operativos del sistema,

también el diseño de la mesa de carga de bultos donde se definen dimensiones, materiales y estructura para garantizar la ergonomía y seguridad en la operación de carga, para el filtro de mangas se hace el cálculo basado en la capacidad de filtrado requerida, el tipo de material a filtrar y las condiciones operativas del sistema, en cuanto al transportador sinfín se especifica la longitud e inclinación con el cual se asegura un flujo eficiente del material así como la descarga correcta en la boca del elevador, para la tolva de recepción se realiza un dimensionamiento según la inclinación del sin fin y la rejilla de descarga.

Para algunos componentes, el dimensionamiento se realiza considerando su integración y compatibilidad con otros elementos del sistema, asegurando así un funcionamiento armónico y eficiente. Además, se verifica que las especificaciones cumplan con los requisitos del cliente y con las condiciones establecidas en la oferta inicial.

### ***5.1.1 Cálculos Ventilador***

Para el cálculo del ventilador y el número de mangas a utilizar en el filtro se usó el programa Excel para ejecutar los cálculos con un medio de cómputo que los agilice. En la tabla se ingresan valores estándar brindados por la base de datos de la empresa como lo son:

- Área de entrada de la tolva: 0,7 m<sup>2</sup>
- Porcentaje Área abierta: 50%
- Diámetro mangas: 0,15m
- Longitud mangas: 2m

- Velocidad de aire mínima: 185 Cfm/ft<sup>2</sup>, Este valor debe estar en un rango de 125 a 200 Cfm/ft<sup>2</sup>
- Relación caudal / Área de tela: 15 Cfm/ft<sup>2</sup> debe estar entre 10 y 15 Cfm/ft<sup>2</sup>

Con estos valores los aspectos a calcular son:

- Área Total:

$$\text{Área total de la tolva} \cdot \left( \frac{\text{Porcentaje de área abierta}}{100} + \text{Área de Rejillas Frontales} \right) (1)$$

- Velocidad mínima en m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> · min):

$$\text{Velocidad} \wedge 185 \text{ Cfm} / f t^2 \cdot 0,3048 (2)$$

$$\text{Velocidad} \wedge 56,388 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min} (3)$$

- Caudal mínimo para el ventilador:

$$\text{Área total} \cdot \text{Velocidad de aire mínima en m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{mín} (4)$$

- Caudal mínimo para el ventilador en Cfm:

$$\text{Caudal} \wedge 19,74 \text{ m}^3 / \text{min} \cdot 0,3048^3 (5)$$

$$\text{Caudal} \wedge 697 \text{ Cfm} (6)$$

- Relación caudal / Área de tela en m<sup>3</sup>/min/m<sup>2</sup>:

$$\text{Relación} \wedge 15 \text{ Cfm} / f t^2 \cdot 0,3048 \text{ m}^3 / \text{min} / \text{m}^2 (7)$$

$$\text{Relación} \wedge 4,572 \text{ m}^3 / \text{min} / \text{m}^2 (8)$$

- Área de mangas requerida:

$$\frac{\text{Caudal mínimo para le ventilador}}{\text{Relación caudal / Área de tela}} \quad (9)$$

- Área por mangas:

$$\text{Área por mangas} = \pi \cdot \text{Diámetro de mangas} \cdot \text{Longitud de manga} \quad (10)$$

- Número de mangas teórico:

$$\text{Número de mangas} = \frac{\text{Área de Mangas Requeridas}}{\text{Área por Manga}}$$

**Tabla 1**

*Cálculos de Ventilador*

CALCULO N° MANGAS Y CAUDAL VENTILADOR		
VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Área Entrada Tolva	0,7	[m2]
Área Rejillas Frontales Filtro	0	[m2]
Porcentaje Área Abierta	50	[%]
Área Total	0,350	[m2]
Velocidad de aire min.	185,0	[Cfm/ft2]
Velocidad de aire min.	56,388	[m3/(m2*min)]
Caudal Ventilador min.	19,74	[m3/min]
Caudal Ventilador min.	697,0	[CFM]
Relación Caudal/Área tela	15	[Cfm/ft2]
Relación Caudal/Área tela	4,572	[m3/min/m2]
Área Mangas Requerida	4,32	[m2]
Diámetro mangas	0,15	[m]
Longitud	2	[m]
Área por Manga	0,94	[m2/manga]

Numero de Mangas teórica	4,58	
Numero de Mangas Real	<b>6</b>	
Caudal Ventilador min.	<b>913,0</b>	[CFM]

Con base en los resultados obtenidos a partir del análisis teórico de las mangas filtrantes, se observa que, según los cálculos, la cantidad óptima de mangas para el funcionamiento eficiente del filtro sería de **5 mangas**. Sin embargo, en la práctica y siguiendo las normativas y buenas prácticas establecidas en la industria para la construcción de sistemas de filtración, se emplea la convención de trabajar siempre con un **número par de mangas**. Esto responde a consideraciones operativas y de diseño que aseguran un flujo de aire equilibrado, una distribución homogénea de la carga filtrante y un mantenimiento adecuado del sistema.

Por lo tanto, para este proyecto se ha decidido implementar un arreglo de **6 mangas filtrantes**, ya que este número no solo cumple con los requisitos técnicos y operativos, sino que también permite una mayor flexibilidad en el mantenimiento y la optimización del proceso de filtración. Al emplear 6 mangas en lugar de las 5 sugeridas inicialmente, se garantiza que el sistema operará con una mayor eficiencia, además de ofrecer la posibilidad de alternar las mangas de manera efectiva, mejorando así la vida útil de los componentes filtrantes y minimizando los tiempos de inactividad durante los períodos de mantenimiento.

Este enfoque también facilita una distribución más uniforme de las cargas de polvo o partículas sobre las mangas, optimizando la capacidad de retención y mejorando la eficiencia global del sistema de filtración.

$$\text{Caudal Teórico} = \frac{\text{Caudal ventilador min en Cfm} \cdot \text{N}^\circ \text{ mangas real}}{\text{N de mangas teórica}}$$

Con base en los cálculos realizados y los resultados obtenidos del análisis preliminar, se ha determinado que la capacidad de flujo de aire estimada para el sistema es de aproximadamente **1000 CFM (pies cúbicos por minuto)**. Este valor es crucial para establecer los parámetros operativos del filtro, ya que refleja la cantidad de aire que deberá ser procesada por el sistema de filtración en un minuto, garantizando la eficiencia y efectividad del proceso de eliminación de partículas o contaminantes del aire.

Con los cálculos obtenidos definimos los datos específicos que son necesarios para la compra del ventilador y estos son:

- Ubicación: Itagüí
- Pca: 10
- Cfm: 1000
- Con un filtro de:
  - N° mangas: 6
  - Alto mangas: 2m

## 5.2 Diseño Autodesk Inventor

Para el desarrollo del diseño detallado correspondiente a este proyecto, se empleó el software de modelado tridimensional Autodesk Inventor, el cual ha sido adoptado como herramienta estándar por la empresa para la realización de todo tipo de diseños mecánicos y de sistemas. Este programa de diseño asistido por computadora (CAD) ofrece una amplia gama de herramientas paramétricas y funciones de modelado sólido, que permiten generar representaciones digitales precisas de componentes mecánicos y ensamblajes complejos.

Mediante el uso de Autodesk Inventor, fue posible llevar a cabo un modelado detallado de cada uno de los componentes que conforman el sistema, asegurando así una representación fiel tanto en dimensiones como en geometría funcional. Cada pieza fue diseñada considerando criterios técnicos como tolerancias dimensionales, restricciones geométricas, condiciones de carga y ensamblaje, así como su interacción con el resto del sistema.

Una vez completado el modelado 3D y verificada la integridad del ensamblaje, se procedió a la elaboración de la documentación técnica correspondiente. Esto incluyó la generación de planos de fabricación o planos de taller, los cuales contienen información crítica como cotas exactas, especificaciones de materiales, tratamientos térmicos requeridos, acabados superficiales, y procesos de fabricación asociados. Además, se incorporaron indicaciones detalladas sobre el procedimiento de montaje, incluyendo instrucciones para el ensamblaje mecánico, tipo y ubicación de fijaciones, aplicación de recubrimientos protectores (como pintura industrial) y otros aspectos clave para la fabricación e implementación final del sistema.

### 5.2.1 Transportador sinfín

*Figura 8*

*Transportador sinfín*



Este transportador sinfín de tipo bazuca tiene una longitud total de 3300 mm (3.3 metros). Su diseño cuenta con un tornillo sinfín que presenta un paso progresivo, comenzando con un paso de 4 pulgadas (100 mm), pasando a 6 pulgadas (150 mm), y finalizando con un paso de 9 pulgadas (225 mm). La boca de ingreso mide 542 mm por 550 mm, mientras que la boca de descarga tiene dimensiones de 259 mm por 259 mm, el material empleado para la construcción del sinfín es en lamina LAMINA HR A 36 mm para todo la parte estructural y el tornillo sinfín está fabricado en ACERO INOXIDABLE.

Componentes del transportador:

- 16 tuercas hexagonales con diámetro de  $\frac{5}{8}$ " (aproximadamente 15.9 mm).

- 2 elementos FY Ø 1 1/2 TF, utilizados para las conexiones o puntos de ajuste.
- 4 varillas roscadas de  $\frac{5}{8}$ " de diámetro (aproximadamente 15.9 mm), ideales para fijaciones y uniones.
- 4 tornillos de ajuste con boquilla hexagonal y punta de copa, diseñados para ajustar las boquillas o regular el flujo de material.

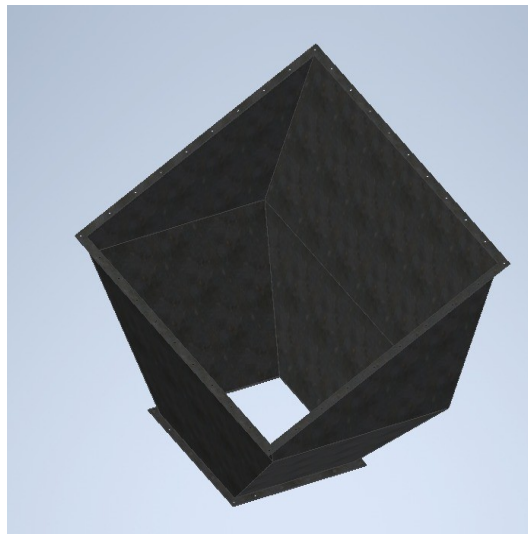
Es importante destacar que el sistema de transmisión del transportador será proporcionado por el cliente. Este sistema incluye los componentes clave como el motor, poleas y demás elementos necesarios para transmitir la energía mecánica al tornillo sinfín y garantizar su funcionamiento adecuado.

El motor, que deberá ser elegido según las especificaciones de capacidad del sistema, será responsable de generar la potencia necesaria para el funcionamiento del tornillo sinfín. Las poleas y correas se encargarán de transmitir el movimiento rotatorio desde el motor hasta el tornillo sinfín, asegurando una operación continua y fluida. Es fundamental que el cliente proporcione estos componentes de acuerdo con las especificaciones recomendadas para asegurar el rendimiento óptimo del sistema y evitar problemas operativos.

### 5.2.2 Tolva de recibido

#### Figura 9

#### Diseño de tolva de recibido



Para el diseño y la correcta integración del transportador sinfín con el elevador de *cangilones*, se ha tenido en cuenta la inclinación adecuada que debe tener el sinfín para garantizar que el material sea dirigido de manera eficiente hacia la boca de entrada del elevador. Es importante destacar que el sinfín no puede ser sesgado, ya que su funcionamiento óptimo depende de un recorrido recto y continuo, lo que limita la posibilidad de aplicar inclinaciones en el propio tornillo sinfín.

Por esta razón, la tolva de recepción ha sido diseñada específicamente para proporcionar la inclinación necesaria para que el material llegue de manera fluida y sin obstrucciones a la boca de entrada del elevador de *cangilones*. La tolva es la responsable de adaptar la trayectoria del

material al ángulo adecuado, permitiendo que el transportador sinfín funcione de manera eficiente sin comprometer su rendimiento ni la integridad del sistema.

Este enfoque asegura que el material sea alimentado de manera óptima hacia el elevador de cangilones, evitando atascos o pérdidas de producto durante el proceso de transferencia. Además, el diseño de la tolva permite que el transportador sinfín opere dentro de las condiciones ideales, manteniendo el flujo continuo de material sin sobrecargar el sistema o generar puntos de fricción.

Las dimensiones de la boca de entrada de la tolva son de 1115 mm de ancho por 1020 mm de alto, lo que permite una capacidad adecuada para el flujo de material de gran volumen. Por otro lado, la boca de salida tiene unas dimensiones de 457 mm de ancho por 546 mm de alto, lo que asegura un paso eficiente y controlado del material hacia la siguiente etapa del proceso. Esta tolva está fabricada con lámina HR A 36, un material de alta resistencia que garantiza una gran durabilidad y resistencia al desgaste, con un grosor de 3,18 mm.

En cuanto a la estructura de la tolva, se ha diseñado con una altura posterior de 828 mm y una altura frontal de 607 mm, lo que proporciona una inclinación adecuada para facilitar el vaciado del material sin riesgo de obstrucciones. Estas características de diseño permiten optimizar la funcionalidad y la eficiencia operativa, adaptándose a las necesidades específicas del sistema de manejo de materiales necesarios.

Desde el punto de vista funcional, esta mesa de carga cumple un rol clave al facilitar el proceso de transferencia directa de productos entre el camión y la planta, optimizando los

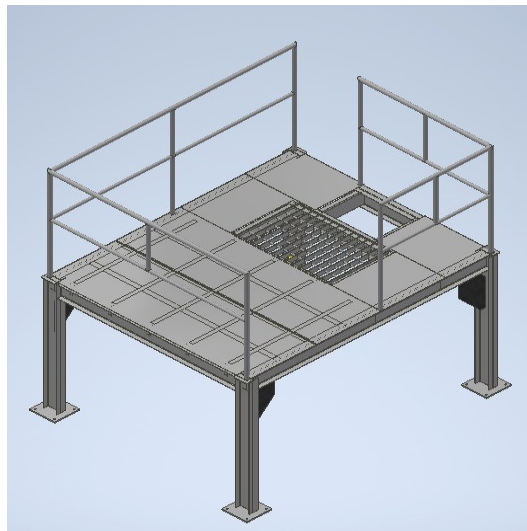
tiempos de descarga y garantizando la integridad del producto. Su altura está pensada para que los bultos sean descargados directamente sin necesidad de equipos adicionales o movimientos repetitivos de flexión por parte del personal, lo cual reduce la fatiga y mejora la productividad.

Además, el diseño modular y robusto permite un fácil mantenimiento y una larga vida útil, incluso en condiciones de trabajo exigentes. La disposición de los elementos estructurales garantiza una adecuada distribución de cargas y resistencia frente a impactos o vibraciones generadas durante las operaciones de carga y descarga.

### 5.2.3 Mesa para carga de bultos

#### *Figura 10*

*Diseño mesa de cargue de bultos*



La mesa de carga de bultos fue diseñada teniendo en cuenta las condiciones operativas del proceso logístico y las dimensiones específicas requeridas por el cliente. Este elemento

cumple una función fundamental en la etapa de recepción de materiales, ya que permite una transferencia eficiente de los bultos provenientes del camión hacia el área de almacenamiento o procesamiento, minimizando el esfuerzo físico de los trabajadores y mejorando la seguridad en la operación.

Esta mesa tiene como dimensiones de ancho 2140 mm, largo 2696 mm, altura 1385 m, estas medidas fueron definidas con base en un estudio de la operación actual y las características del vehículo de transporte, buscando asegurar la alineación adecuada entre la plataforma de carga del camión y la mesa, de manera que se facilite el proceso de descarga. La altura de la mesa fue cuidadosamente seleccionada para evitar posturas forzadas por parte de los operarios, reduciendo así el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y cumpliendo con principios de ergonomía industrial.

La estructura de la mesa fue construida con materiales de alta resistencia y durabilidad, adecuados para soportar cargas pesadas y condiciones exigentes propias de un entorno industrial, se utilizaron ángulos de acero HR A36 de 2" x 3/16", dispuestos en forma de bastidor para conformar el marco estructural básico. Este material ofrece buenas propiedades mecánicas y una excelente soldabilidad, como elementos de refuerzo se incorporaron perfiles tipo W6 x 8.5, los cuales poseen una alta resistencia a la flexión y permiten distribuir eficientemente las cargas verticales generadas por el peso de los bultos, algunas piezas complementarias, como refuerzos y placas de unión, están fabricadas en lámina de acero HR A36 de 4,76 mm de espesor (equivalente a 3/16"), Esta lámina proporciona rigidez adicional en puntos críticos de la estructura sin incrementar excesivamente el peso de la mesa, El piso de la mesa está construido

en lámina tipo alfajor de 3,18 mm de espesor, la cual ofrece una superficie antideslizante gracias a su relieve característico. Esta elección permite una mayor adherencia durante la manipulación manual de bultos, disminuyendo el riesgo de accidentes por resbalones o caídas, especialmente en presencia de humedad o polvo.

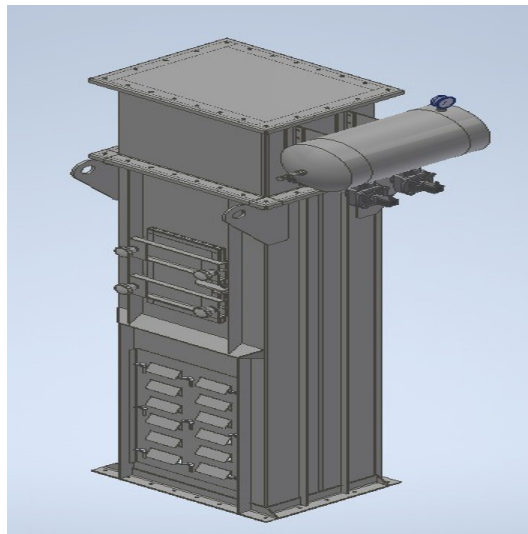
Desde el punto de vista funcional, esta mesa de carga cumple un rol clave al facilitar el proceso de transferencia directa de productos entre el camión y la planta, optimizando los tiempos de descarga y garantizando la integridad del producto. Su altura está pensada para que los bultos sean descargados directamente sin necesidad de equipos adicionales o movimientos repetitivos de flexión por parte del personal, lo cual reduce la fatiga y mejora la productividad.

Además, el diseño modular y robusto permite un fácil mantenimiento y una larga vida útil, incluso en condiciones de trabajo exigentes. La disposición de los elementos estructurales garantiza una adecuada distribución de cargas y resistencia frente a impactos o vibraciones generadas durante las operaciones de carga y descarga.

#### 5.2.4 Filtro de Mangas

##### *Figura 11*

##### *Diseño filtro de mangas*



Los filtros de punto son dispositivos diseñados para el control y la captación de polvo generado en procesos de transporte de productos a granel, especialmente en sistemas como elevadores de cangilones, cintas transportadoras y transportadores de cadena. Su función principal es mantener la calidad del aire en el entorno industrial, evitar pérdidas de producto y cumplir con normativas ambientales y de seguridad ocupacional, este tipo de filtro se instala directamente en puntos críticos del sistema de transporte donde se genera polvo, como zonas de carga, descarga o transferencia. Está especialmente diseñado para trabajar en el manejo de granos y materiales a granel, donde la generación de polvo es constante y debe ser controlada de manera eficiente.

El diseño del filtro de punto incorpora diversas ventajas técnicas y operativas que lo hacen eficiente y fácil de mantener como el acceso a las mangas se realiza de forma directa gracias a una disposición ergonómica y un diseño estructural práctico. Esto facilita las labores de mantenimiento preventivo y correctivo, reduciendo los tiempos de parada, la gran apertura de aspiración permite alcanzar velocidades de flujo más bajas, lo cual reduce la recirculación de polvo dentro del sistema. Esto garantiza una mejor eficiencia en la filtración y un entorno más limpio, la incorporación del ventilador directamente en el cuerpo del filtro permite reducir significativamente el espacio requerido para su instalación. Esta característica no solo optimiza el uso del área disponible, sino que también reduce los costos de inversión en ductos o equipos externos de extracción.

Las dimensiones del equipo están definidas para albergar un sistema de seis mangas filtrantes, garantizando así un adecuado volumen de filtración y capacidad de manejo de aire altura 2532 mm, ancho 680 mm, largo 530 mm, estas medidas fueron determinadas con base en las dimensiones estándar de las mangas filtrantes y el volumen de aire a tratar en el punto de aplicación específico.

Para la construcción del filtro se han seleccionado materiales metálicos de alta resistencia, garantizando durabilidad frente a las condiciones de operación típicas en plantas agroindustriales como lámina HR A36 de 2.50 mm, utilizada en la conformación de las paredes principales del cuerpo del filtro, ángulo HR 2" x 3/16" y 1" x 1/8", empleados como elementos estructurales y de refuerzo para marcos, soportes y uniones, lámina HR A36 de 3,18 mm, utilizada en zonas que

requieren mayor rigidez, como la base o puntos de acople del ventilador, platina HR A36 de 2" x 3/16", utilizada en la fabricación de marcos, bridas y refuerzos periféricos.

Todos los materiales empleados cumplen con los requisitos de resistencia mecánica, soldabilidad y durabilidad exigidos para este tipo de equipos en ambientes industriales con alta presencia de partículas en suspensión.

### **5.2.5 Ventilador**

Para este equipo, el ventilador no es fabricado directamente por la empresa, sino que se adquiere a través de un proveedor externo, mediante un proceso de contratación de servicio tercerizado. Por esta razón, se realiza la cotización correspondiente con empresas especializadas, asegurando que el ventilador cumpla con las especificaciones técnicas requeridas para su óptimo funcionamiento en conjunto con el filtro de punto.

Antes de la selección del ventilador, se llevaron a cabo los cálculos necesarios para determinar los requerimientos de operación, garantizando que el equipo sea adecuado para las condiciones reales de trabajo. Entre los parámetros considerados se destacan:

- Ubicación de instalación: Itagüí, Antioquia.
- Presión estática (Pca): 10 pulgadas de columna de agua.
- Caudal requerido: 1000 CFM (pies cúbicos por minuto).

Estos valores permiten dimensionar correctamente el ventilador, de forma que se garantice una adecuada succión y filtración del polvo generado en el sistema de transporte. El

montaje del ventilador será realizado por el equipo técnico de la empresa, siguiendo los lineamientos del fabricante y respetando las condiciones estructurales y de seguridad del área de instalación.

## 6 Fabricación

Para la fabricación del sistema propuesto (Figuras 12 a 25), se siguen rigurosamente los procedimientos operativos establecidos en planta, con el fin de garantizar la calidad del producto final y el cumplimiento de los estándares internos. El proceso inicia con la elaboración y revisión de los planos de fabricación, los cuales son enviados al área correspondiente para su validación. Una vez verificados, dichos planos son aprobados formalmente por el ingeniero responsable del proyecto, Humberto Reinel, quien autoriza el inicio de la etapa de producción.

Posteriormente, se realiza la gestión de materiales necesarios para la fabricación. Esta se lleva a cabo mediante el uso del software especializado METALSOFT, el cual permite generar de manera precisa las órdenes de requerimiento de materiales. Estas órdenes son transformadas en solicitudes formales que son enviadas al área de compras. Este departamento se encarga de contactar a los distribuidores autorizados y realizar el pedido de los insumos requeridos, asegurando que cumplan con las especificaciones técnicas y tiempos de entrega establecidos.

Una vez los materiales son recibidos y almacenados en bodega, se procede con la entrega de los planos a las diferentes áreas operativas de la planta, con el propósito de que cada equipo técnico realice la valoración correspondiente en función de su especialidad. Esta etapa es clave para anticipar posibles dificultades y optimizar la ejecución del proyecto.

Luego de esto, el área de planificación y tiempos distribuye las actividades productivas de acuerdo con los cronogramas establecidos. Esta distribución se hace con base en la disponibilidad de recursos, la capacidad instalada y los tiempos de ciclo definidos para cada operación. El objetivo principal de esta planificación es garantizar un flujo de trabajo continuo, ordenado y eficiente, permitiendo así que la planta ejecute la fabricación del equipo de manera secuencial, evitando interrupciones y optimizando los tiempos de entrega.

### *Figura 12*

*Fabricación boca de descarga transportador sin fin*



*Figura 13*

*Fabricación transportador sin fin*



*Figura 14*

*Fabricación tolva*



*Figura 15*

*Soldadura mesa de cargue de bultos*



*Figura 16*

*Fabricación de mesa de cargue de bultos*



*Figura 17*

*Fabricación pasamanos para mesa de cargue*



*Figura 18*

*Ensamble mesa de cargue de bultos*



*Figura 19*

*Soldadura para pasamanos*



*Figura 20*

*Ensamble pasamanos para mesa de cargue de bultos.*



*Figura 21*

*Mangas para filtro*



*Figura 22*

*Soporte para mangas de filtro*



*Figura 23*

*Fabricación de filtro de mangas*



*Figura 24*

*Fabricación tanque pulmón para filtro.*



**Figura 25**

*Fabricación puesta de mantenimiento para filtro*



## 7 Costos

Para la fabricación de este proyecto no se incluyen los costos detallados por materiales, debido a que los precios de venta proporcionados por los distribuidores son de carácter confidencial y no están disponibles para consulta directa. Por esta razón, no es posible desglosar el costo individual de cada material utilizado en el proceso.

Sin embargo, se dispone de la información relacionada con los costos de venta de los equipos terminados, lo cual permite tener una referencia general del valor comercial del sistema. Esta información resulta útil para la estimación global del proyecto y para fines de análisis económico y financiero, aunque no se cuente con un desglose específico por componente o materia prima.

**Tabla 4***Costos*

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR
Mesa de cargue para bultos	1	\$ 6.235.867
Tolva para recepción de materias primas	1	\$ 3.324.042
Filtro de mangas	1	\$ 12.480.505
Transportador Sin fin	1	\$ 7.411.122
Ventilador centrifugo	1	\$ 5.690.00
Total		\$ 29.451.536

## 8 Conclusiones

Para el modelado y desarrollo de los componentes del sistema, se hizo uso del software especializado Autodesk Inventor, herramienta que facilitó la creación de modelos 3D detallados, simulaciones funcionales y planos de fabricación completos y coherentes con los requerimientos del proyecto. Gracias al dominio técnico del programa por parte del equipo, se logró una correcta representación de cada elemento del sistema, asegurando la compatibilidad entre piezas, el cumplimiento de tolerancias y la facilidad de ensamblaje.

Esta correcta implementación del software evitó errores de diseño, omisiones o inconsistencias dimensionales, lo cual permitió generar los planos de fabricación desde una etapa temprana sin necesidad de realizar retrabajos o modificaciones posteriores. Como resultado, se optimizaron los tiempos de desarrollo, se redujeron los posibles retrasos en la producción y se fortaleció la calidad del producto final.

La eficiencia del proceso de fabricación no solo se refleja en el cumplimiento de los plazos establecidos y en el uso racional de los recursos, sino también en la capacidad del equipo de trabajo para interpretar y aplicar correctamente las especificaciones técnicas proporcionadas por el cliente.

Se garantizaron altos estándares de calidad en cada etapa del proceso, desde la revisión y aprobación de planos hasta la verificación del producto final. Esta alineación con las expectativas del cliente no solo fortalece la relación comercial, sino que también posiciona a la organización como un proveedor confiable y comprometido con la mejora continua y la satisfacción del usuario final.

Durante el proceso de fabricación, se implementaron prácticas de control de calidad en cada fase —desde la selección de materiales hasta el ensamblaje final— asegurando que el producto cumpla con los estándares técnicos exigidos y con las condiciones pactadas contractualmente. La flexibilidad del equipo de trabajo y la capacidad de adaptación frente a observaciones o ajustes solicitados por el cliente fueron factores clave en el éxito del proyecto.

Además, la eficiencia lograda en la producción no solo redujo tiempos de entrega, sino que también optimizó el uso de los recursos disponibles, evitando reprocesos y garantizando un producto robusto, funcional y confiable. Como resultado, se logró no solo cumplir con los requisitos establecidos, sino también fortalecer la confianza del cliente en la capacidad técnica y operativa de la organización.

Gracias a su interfaz especializada para la industria metalmecánica, METALSOFT facilita la integración entre las áreas de ingeniería, compras y bodega, reduciendo significativamente los errores humanos y las omisiones en la solicitud de componentes críticos.

Además, al automatizar procesos que tradicionalmente se realizaban de forma manual, se logra una optimización del tiempo de respuesta entre la detección de necesidades y la emisión de órdenes de compra. Esto se traduce en una mayor fluidez en la cadena de suministro, evitando demoras en la producción por falta de materiales y permitiendo una planificación más efectiva de la fabricación.

La capacidad del software para registrar el historial de cada pedido, su estado y proveedor asociado, proporciona una trazabilidad completa que resulta fundamental para auditorías, control de calidad y mejora continua del proceso productivo. En resumen, el uso de METALSOFT contribuye a fortalecer la eficiencia operativa, minimizar reprocesos por errores en el suministro y asegurar la disponibilidad oportuna de los materiales requeridos para el éxito del proyecto.

### Referencias

- Calero, I. (2024). *¿Qué es la polución? Todo lo que necesitas saber*. GROUPE BOËT.  
<https://www.groupe-boet.com/es/que-es-la-polucion-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- Camec. (2025). *Transportadores de tornillo sin fin*. Camec.net.  
<https://www.camec.net/es/nuestras-divisiones/divisi%C3%B3n-de-reciclaje/sistema-de-transporte/transportadores-de-tornillo-sin-fin>
- DNP. (2023). *Alimentos concentrados o balanceados* (D. N. de Planeación, Ed.). Departamento Nacional de Planeación.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/desarrollo%20empresarial/concentrados.pdf>
- Extraction, E. (2025). *RG series*. Esta.com. <https://www.esta.com/en/products/extraction-fans/rg-series/>
- Gil, M. (2024). *Diseño de sistemas de ventilación industrial para los ambientes de trabajo de una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos cosméticos*. Espol.edu.ec. <https://doi.org/http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25397>
- Micronics. (2019). *Micronics, inc*. Grupo de Ingeniería de Filtración de Micronics.  
<https://www.micronicsinc.com/es/filtration-news/baghouse-filter-basics/>
- Palau, S. &. (2021). *Conductos de ventilación industrial: Normativa y tipología | s&p*. S&P Sistemas de Ventilación. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/conductos-de-ventilacion-industrial-normativa-y-tipologia/>

Tecnotanques. (2020). *Tolva ¿qué son y para qué sirven?* Tecnotanques. Tanques y Cisternas.

<https://tecnotanques.com/tolva-que-son-y-para-que-sirven/>

Torres, R. P. (2022). *Videos balanceados / concentrados - plantas completas para alimentos balanceados, extracción de aceite de palma y terminales portuarias de graneles secos.*

Plantas Completas para Alimentos Balanceados, Extracción de Aceite de Palma y

Terminales Portuarias de Graneles Secos. [https://metalteco.com/category/videos-](https://metalteco.com/category/videos-balanceados-concentrados/)

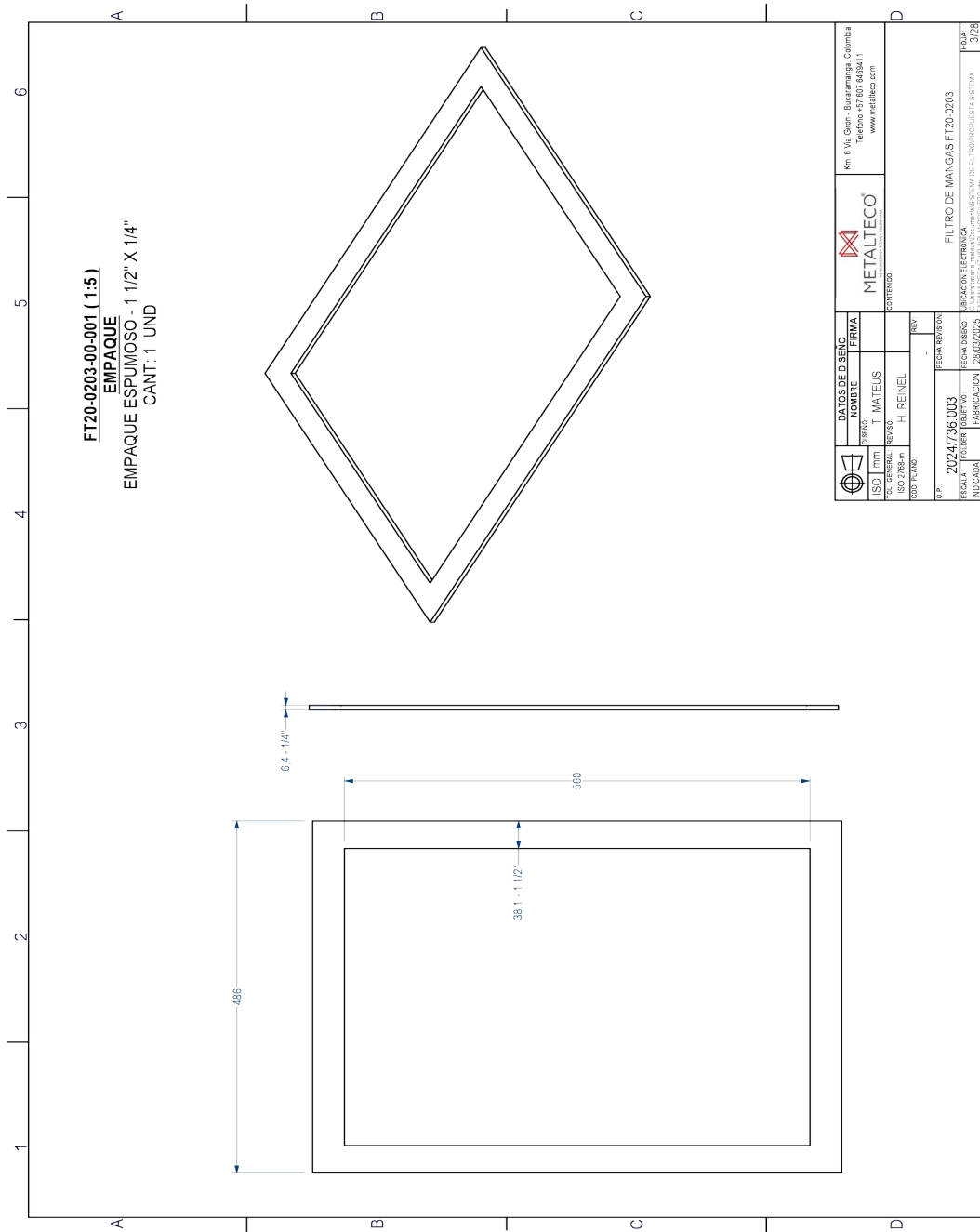
[balanceados-concentrados/](https://metalteco.com/category/videos-balanceados-concentrados/)





Figura A3

Planos de Filtro 3




FT20-0203-00-001 (1:5)

EMPAQUE

EMPAQUE ESPUMOSO - 1 1/2" X 1/4"

CANT: 1 UND

		Km. 6 Via Gen. Bucaramanga, Colombia Telefono +57 607 6488411 www.metalteco.com	
DATOS DE DISEÑO NOMBRE: I. MATEUS DISEÑO: H. REINEL		CONTENIDO: FILTRO DE MANGAS FT20-0203	
RECALA: 2024/736 003 INDICADA: 28/03/2025		REVISIONES: 5 6	

EL USUARIO DEL SISTEMA DE VACIADO MANUAL DEBE SER RESPONSABLE DE LA MANEJO DEL SISTEMA DE VACIADO MANUAL, RESPONSABILIDAD QUE SE MANTIENE EN VALOR EN LA EMPRESA EL USUARIO DE LA INFORMACION EN TODO MOMENTO DE LA OPERACION DEL SISTEMA DE VACIADO MANUAL, RESPONSABILIDAD QUE SE MANTIENE EN VALOR EN LA EMPRESA EL USUARIO DE LA INFORMACION EN TODO MOMENTO DE LA OPERACION DEL SISTEMA DE VACIADO MANUAL.

Figura A4

Planos de Filtro 4

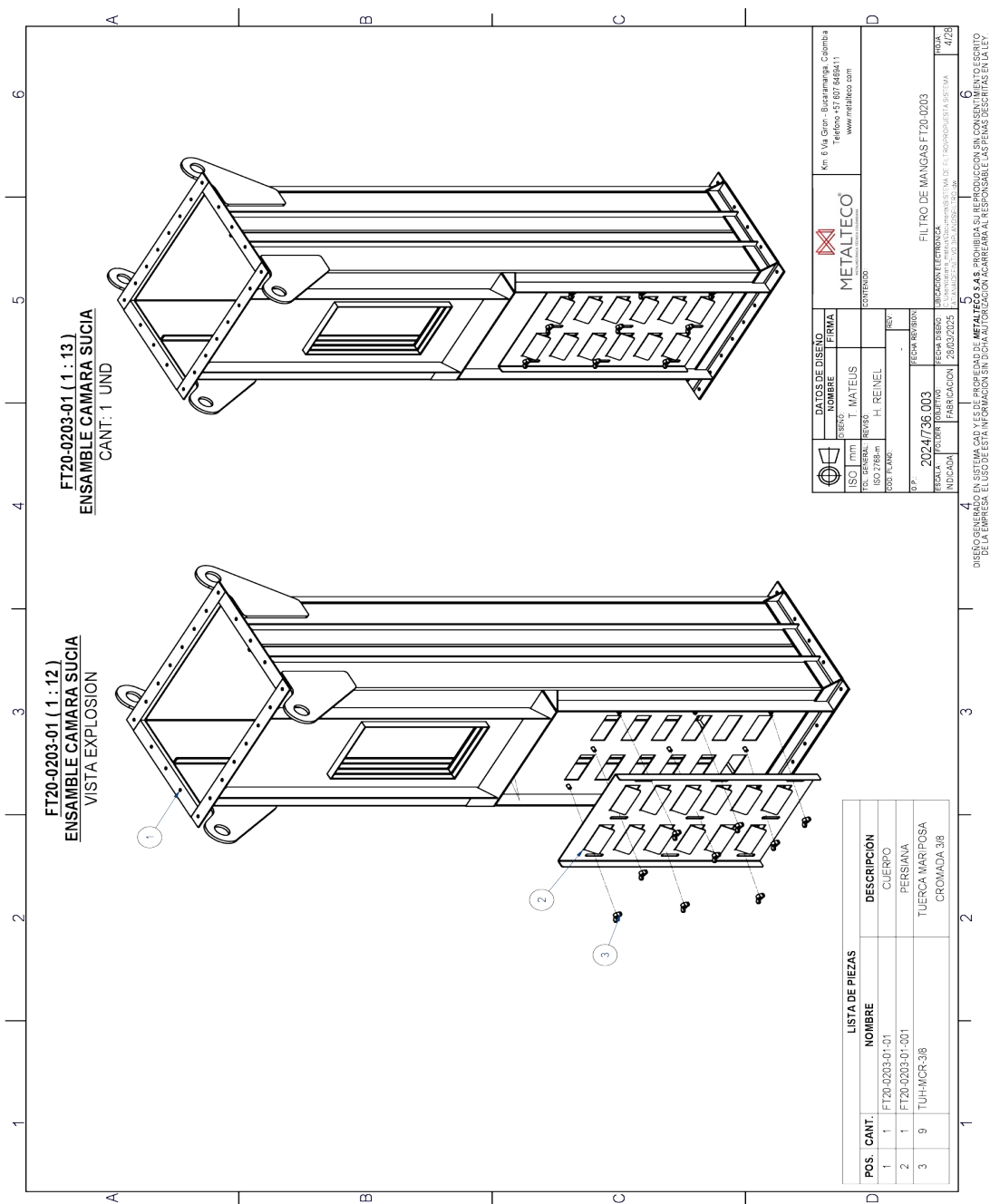
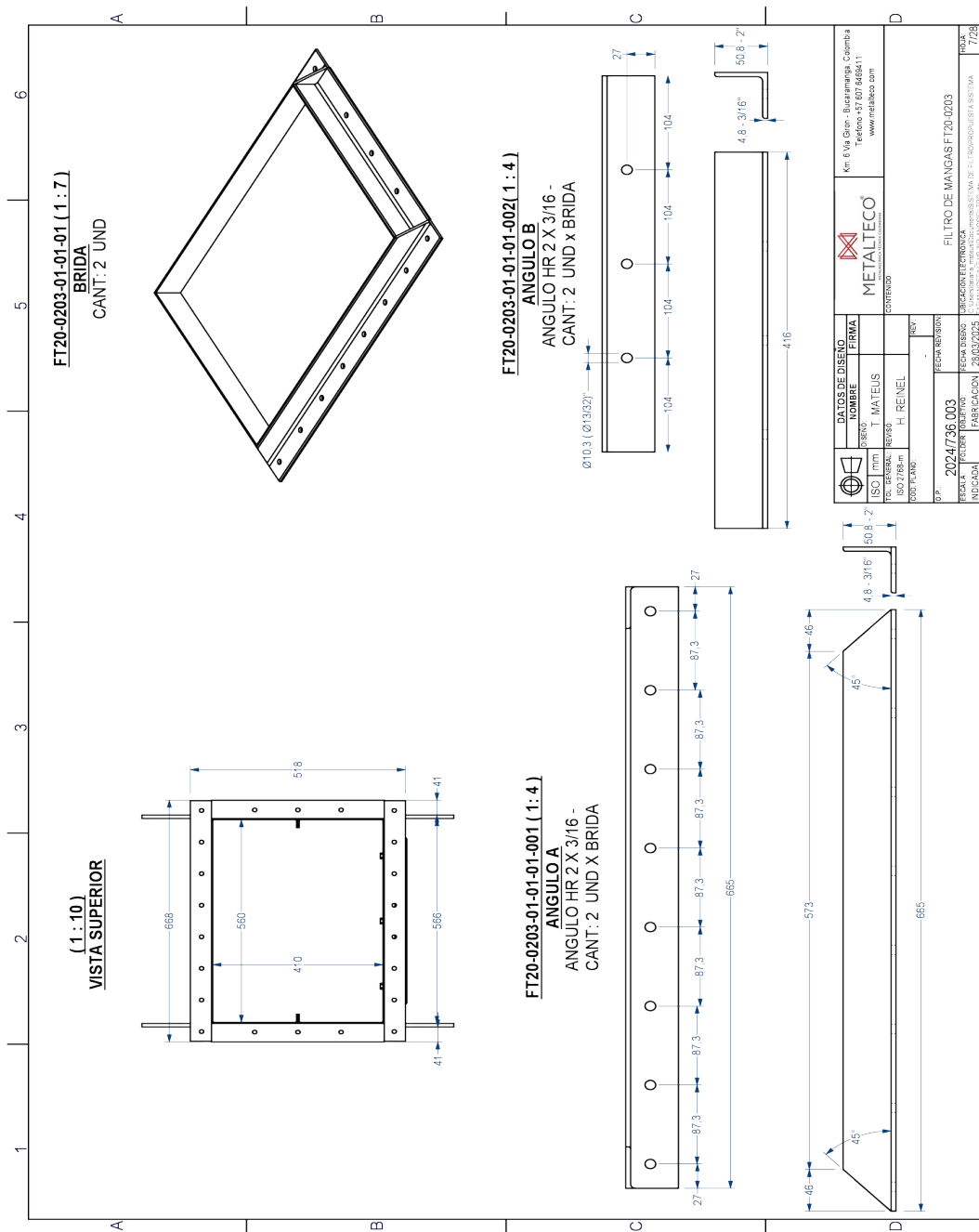






Figura A7

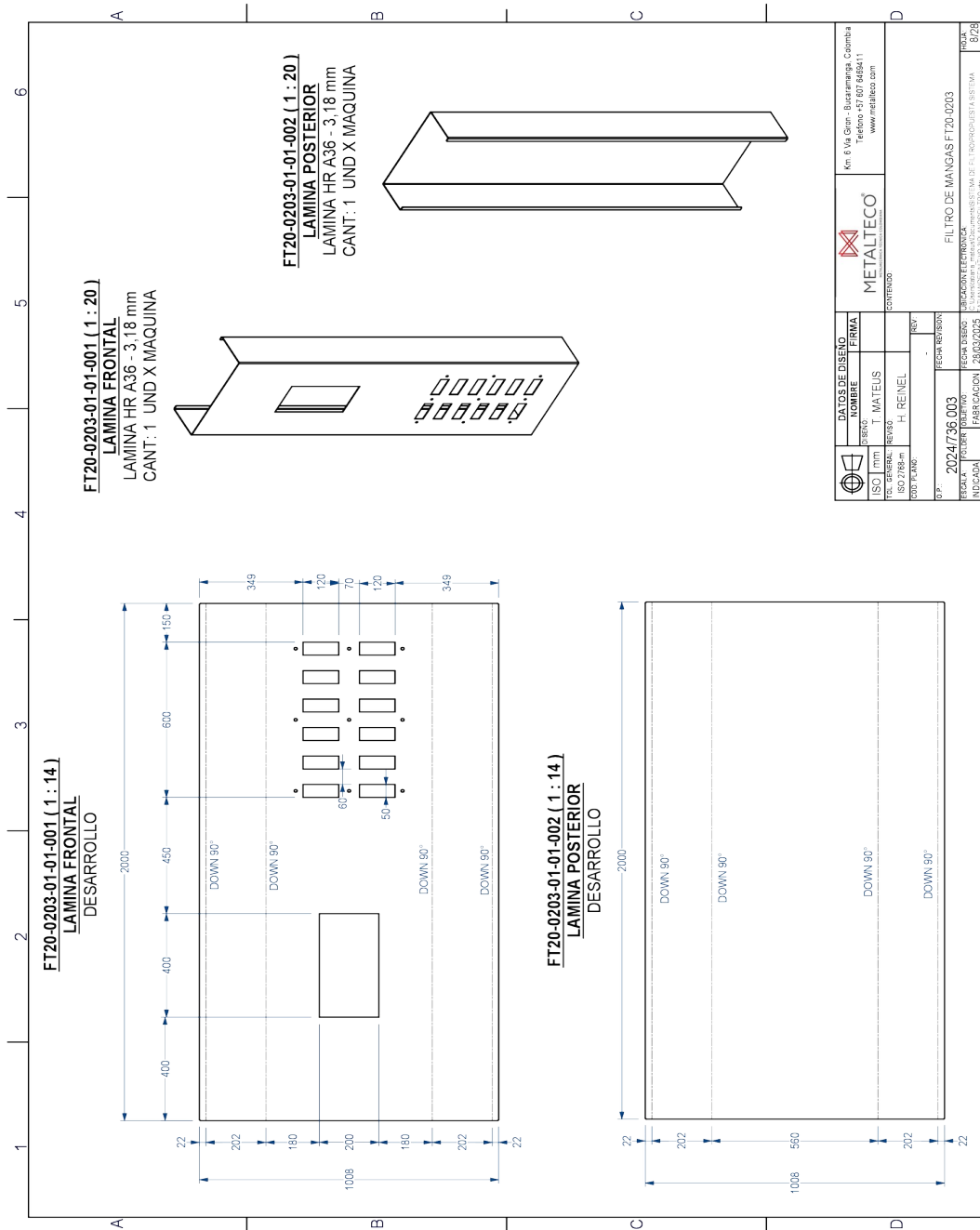
Planos de Filtro 7



DISEÑO: H. REINEL  
 REVISOR: H. REINEL  
 APROBADO: H. REINEL  
 DISEÑO: H. REINEL  
 REVISOR: H. REINEL  
 APROBADO: H. REINEL  
 DISEÑO: H. REINEL  
 REVISOR: H. REINEL  
 APROBADO: H. REINEL

Figura A8

Planos de Filtro 8

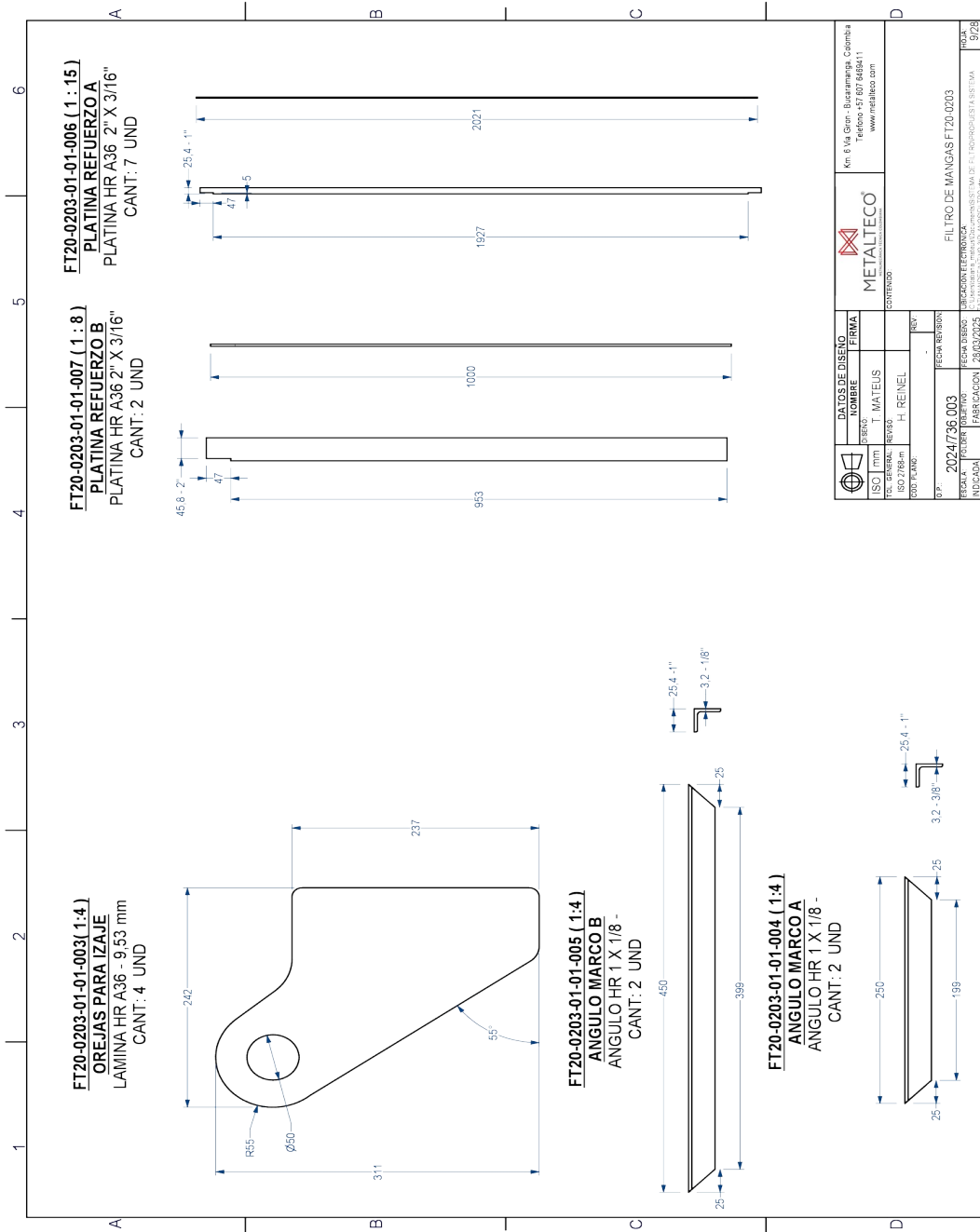


		<b>DATOS DE DISEÑO</b> NOMBRE: T. MATEUS DISEÑO: H. REINEL REVISIÓN: H. REINEL		 METALTECO CONTENEDOR		Km. 6 Via Gen. Bucaramanga, Colombia Teléfono +57 607 6688411 www.metalteco.com	
ISO 9001:2015 REG. GENERAL: 897932 ISO 9001:2015		REV: 1 REG. REVISIÓN: 8029		FILTRO DE MANGAS FT20-0203		INDI: 8029	
INDICADA: 2024/736-003 FECHA DE FABRICACIÓN: 28/03/2025		REVISIÓN: 1 REVISOR: H. REINEL		UBICACIÓN DE FABRICACIÓN: METALTECO S.A.S. - BOGOTÁ, COLOMBIA C.A. METALTECO S.A.S. - BOGOTÁ, COLOMBIA		6	

EL DISEÑO DE ESTE SISTEMA DE VACIADO MANUAL ES RESPONSABILIDAD DE METALTECO S.A.S. Y DE LOS INGENIEROS QUE LO REALIZARON. METALTECO S.A.S. Y LOS INGENIEROS QUE LO REALIZARON SON RESPONSABLES DE LAS CONDICIONES DE USO DE ESTE SISTEMA DE VACIADO MANUAL. METALTECO S.A.S. Y LOS INGENIEROS QUE LO REALIZARON SON RESPONSABLES DE LAS CONDICIONES DE USO DE ESTE SISTEMA DE VACIADO MANUAL.

Figura A9

Planos de Filtro 9

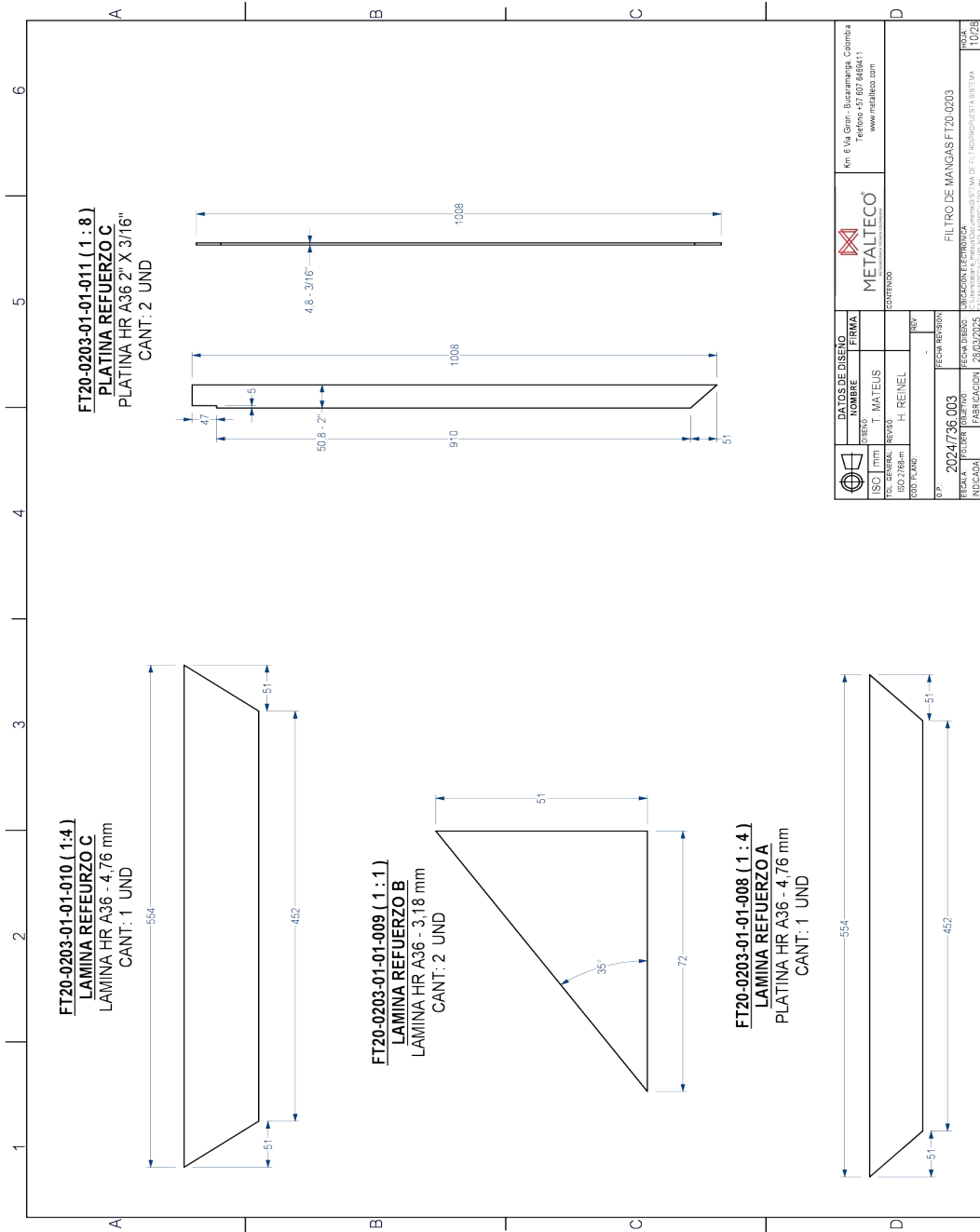


		<b>DATOS DE DISEÑO</b> NOMBRE: T. MATEUS DISEÑO: H. REINEL REVISOR: H. REINEL REV:		<b>METALTECO</b> CONSTRUCCIONES METALICAS S.A.S. Calle 100 No. 100-100, Bogotá, Colombia www.metalteco.com	
ISO 9001:2015 ISO 27001:2015 ISO 14001:2015	P.P.: 2024/736 003 FECHA DISEÑO: 26/03/2025 FABRICACION:	REVISIONES REVISIONES REVISIONES	REVISIONES REVISIONES REVISIONES	REVISIONES REVISIONES REVISIONES	REVISIONES REVISIONES REVISIONES
INDICADA:			UBICACION:		
INDICADA:			UBICACION:		
INDICADA:			UBICACION:		
INDICADA:			UBICACION:		
INDICADA:			UBICACION:		

4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57  
 58  
 59  
 60  
 61  
 62  
 63  
 64  
 65  
 66  
 67  
 68  
 69  
 70  
 71  
 72  
 73  
 74  
 75  
 76  
 77  
 78  
 79  
 80  
 81  
 82  
 83  
 84  
 85  
 86  
 87  
 88  
 89  
 90  
 91  
 92  
 93  
 94  
 95  
 96  
 97  
 98  
 99  
 100

Figura A10

Planos de Filtro 10



	<b>DATOS DE DISEÑO</b> NOMBRE: T. MATEUS DISEÑO: H. REINEL REVISOR: H. REINEL C.O.D. PLANO:		<b>METALTECO</b> S.A. CANTONERO	Km. 6 Via Gen. Bucaramanga, Colombia Telefono +57 607 6688411 www.metalteco.com
	RECALA: 2024/736 003 FECHA DE FABRICACION: 28/03/2025 INDICADA:			
REVISIONES: REVISION: 1 DESCRIPCION:		REVISIONES: REVISION: 1 DESCRIPCION:	CONTENIDO: FILTRO DE MANGAS FT20-0203	
DISEÑO: H. REINEL REVISOR: H. REINEL C.O.D. PLANO:		REVISIONES: REVISION: 1 DESCRIPCION:	INDI: 1029	

EL DISEÑO DE ESTE SISTEMA DE VACIADO MANUAL ES RESPONSABILIDAD DEL INGENIERO METALTECO S.A. Y SE RESPONSABILIZA POR LOS DAÑOS QUE SE PUEDAN OCURRIR EN EL USO DE ESTE SISTEMA DE VACIADO MANUAL. METALTECO S.A. NO SE RESPONSABILIZA POR LOS DAÑOS QUE SE PUEDAN OCURRIR EN EL USO DE ESTE SISTEMA DE VACIADO MANUAL.

Figura A11

Planos de Filtro 11

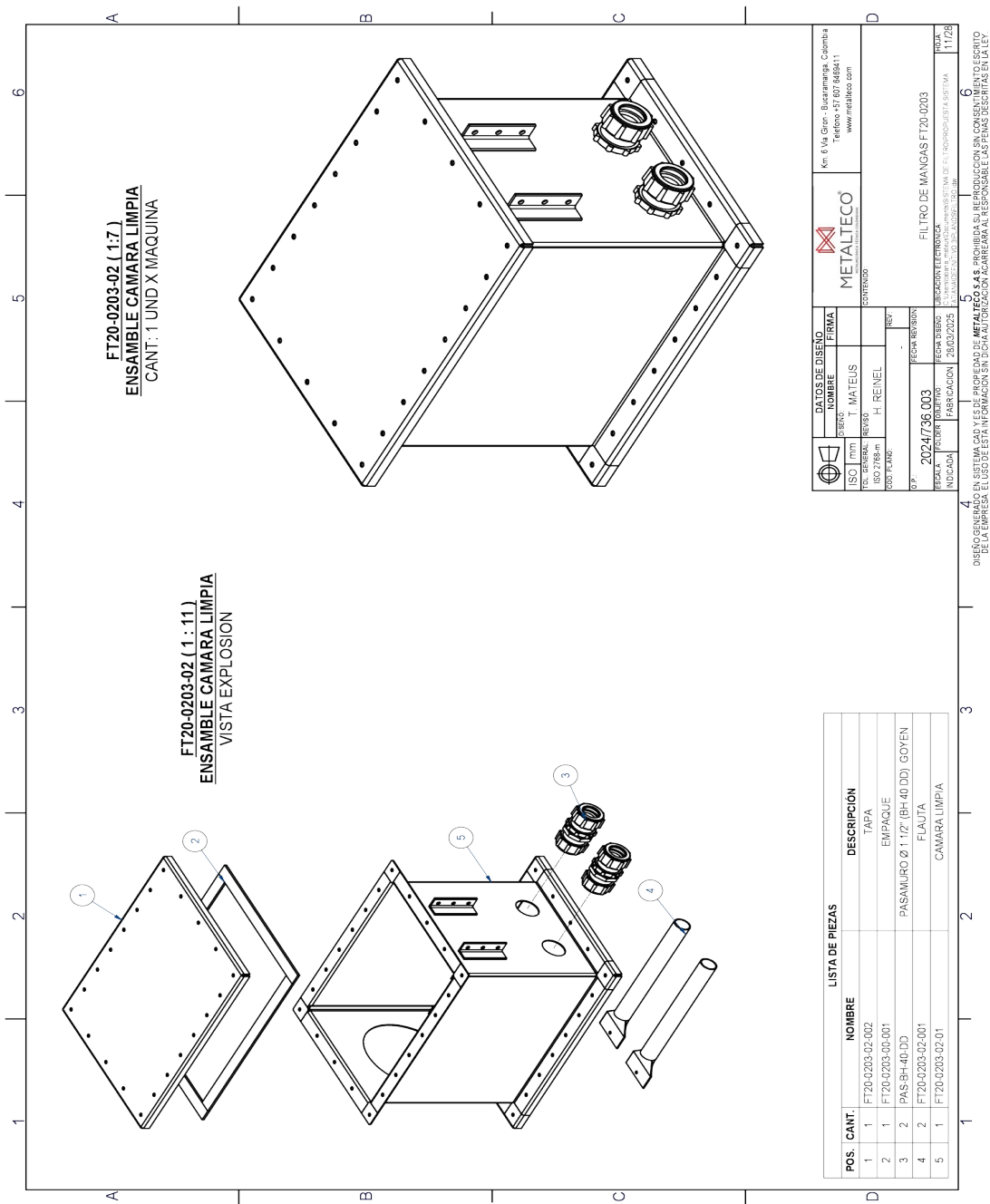












Figura A17

Planos de Filtro 17

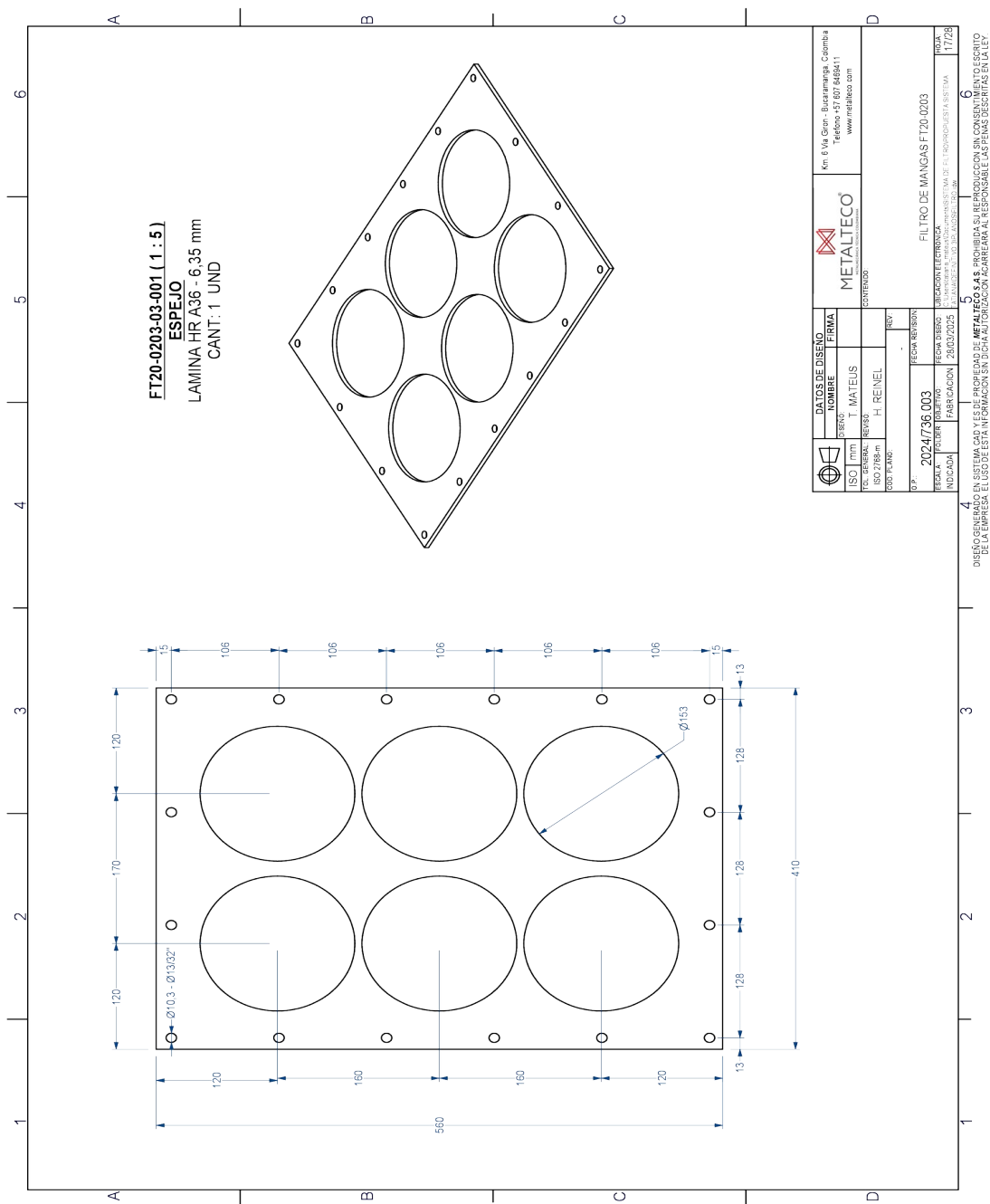




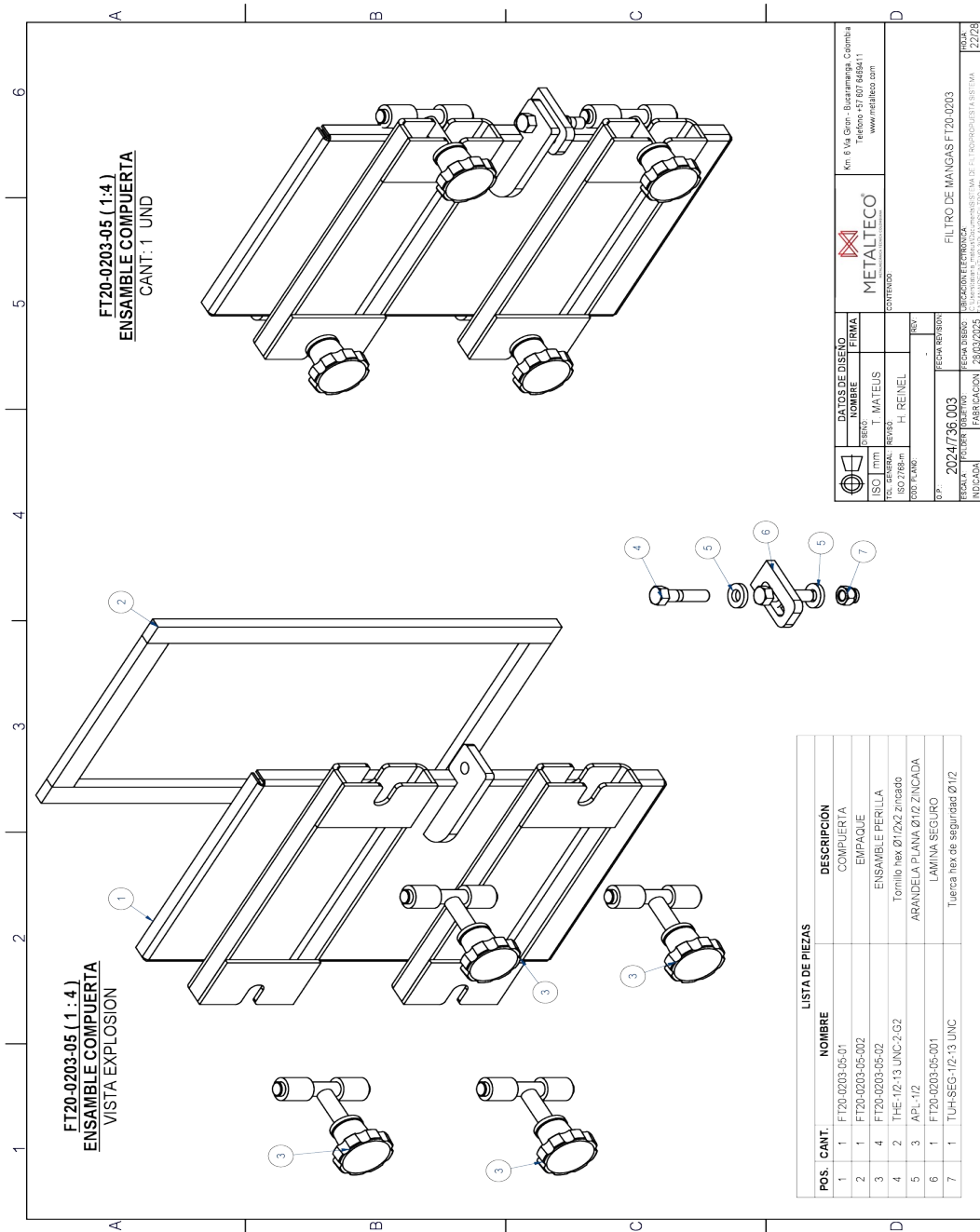






Figura A22

Planos de Filtro 22



		<b>DATOS DE DISEÑO</b> NOMBRE: T. MATEUS SISTEMA: REP/RS DISEÑADOR: H. REINEL REV: . ESCALA: 2024/736 003 INDICADA: . FECHA DE FABRICACION: 26/03/2025 INDICADA: .	
METALTECO CONSTRUCCIONES METALICAS S.A. CARRANZA, BOGOTÁ, COLOMBIA		FILTRO DE MANGAS FT20-0203 DISEÑO Y FABRICACION EN COLOMBIA	
KIN. 6 Via Grer - Bucaramanga, Colombia Telefono +57 607 4688411 www.metalteco.com		INDICADA: 22/28	

EL DISEÑO DE ESTE SISTEMA DE VACIADO MANUAL ES PROPIEDAD DE METALTECO S.A. RESPONSABILIDAD DEL INGENIERO EN SISTEMAS DE VACIADO MANUAL. RESPONSABILIDAD DEL INGENIERO EN SISTEMAS DE VACIADO MANUAL. RESPONSABILIDAD DEL INGENIERO EN SISTEMAS DE VACIADO MANUAL.





Figura A25

Planos de Filtro 25

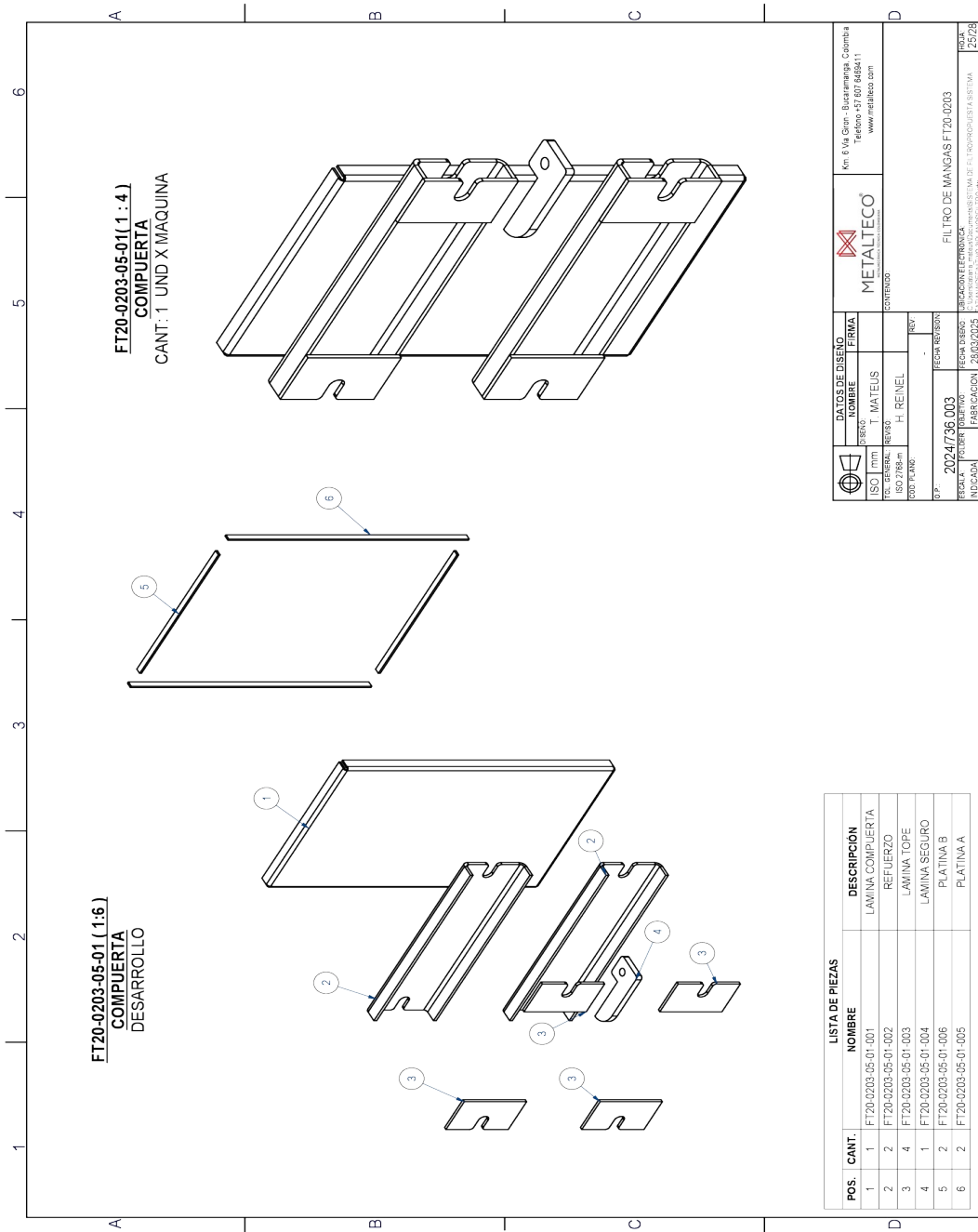
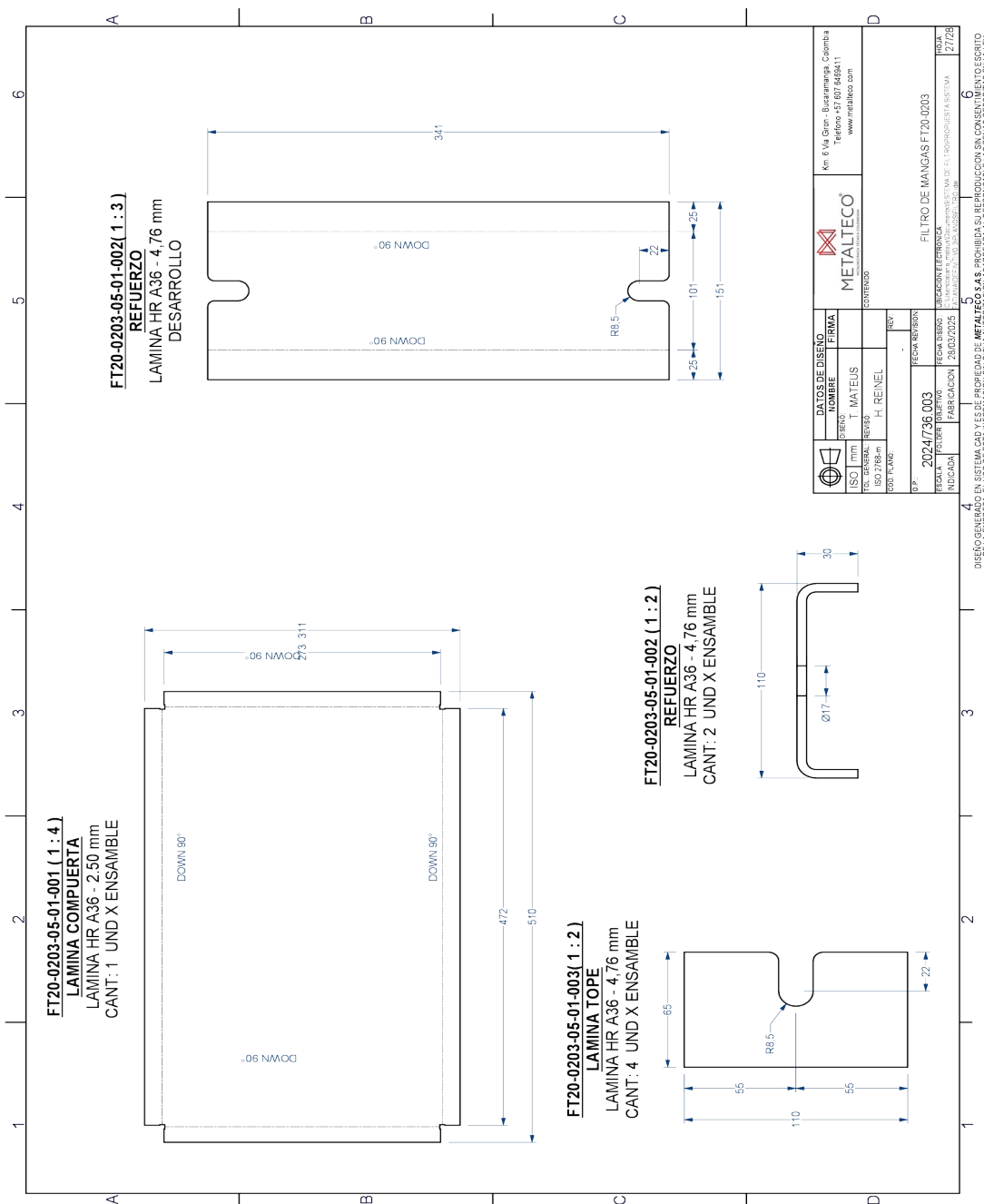




Figura A27

Planos de Filtro 27





Apéndice B. Planos de Tolva

Figura B1

Filtro de Planos de Tolva 1

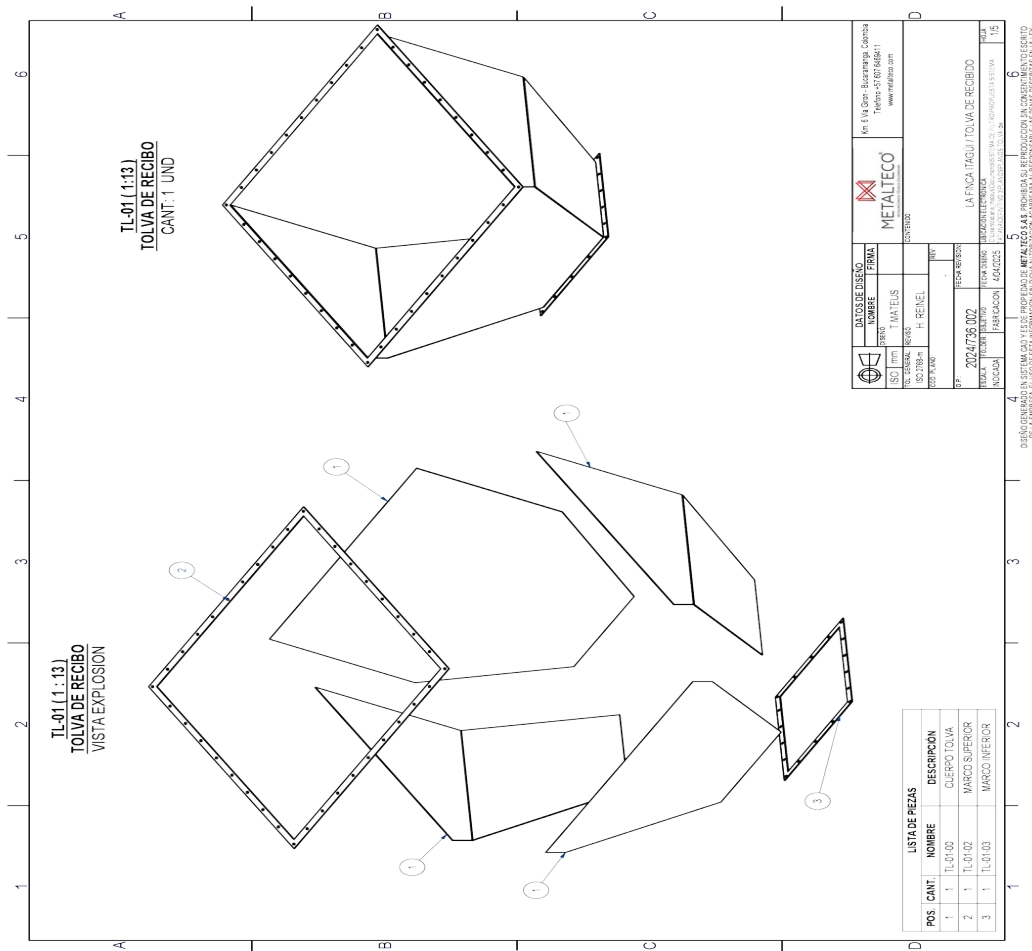


Figura B2

Filtro de Planos de Tolva 2

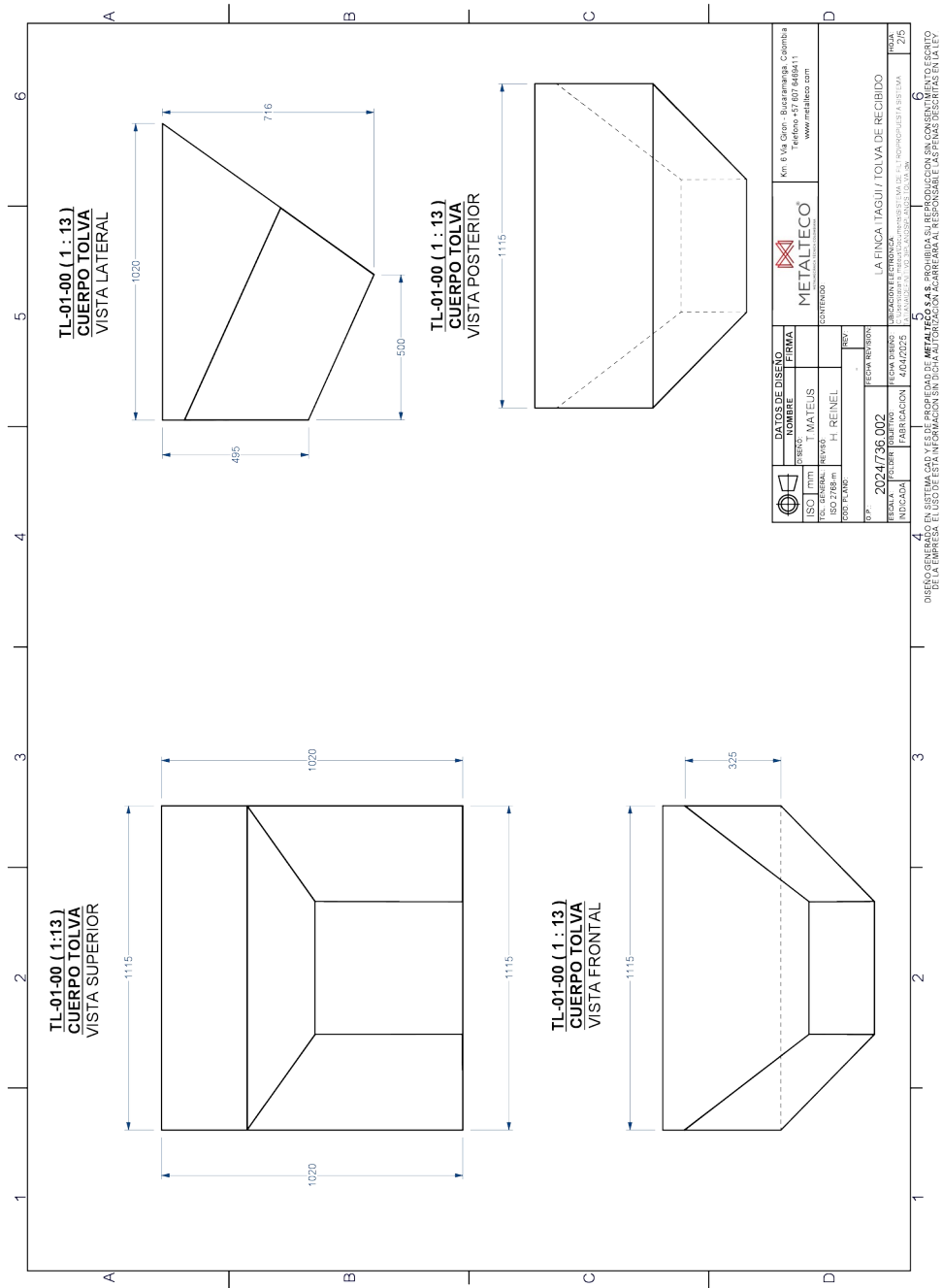




Figura B4

Filtro de Planos de Tolva 4

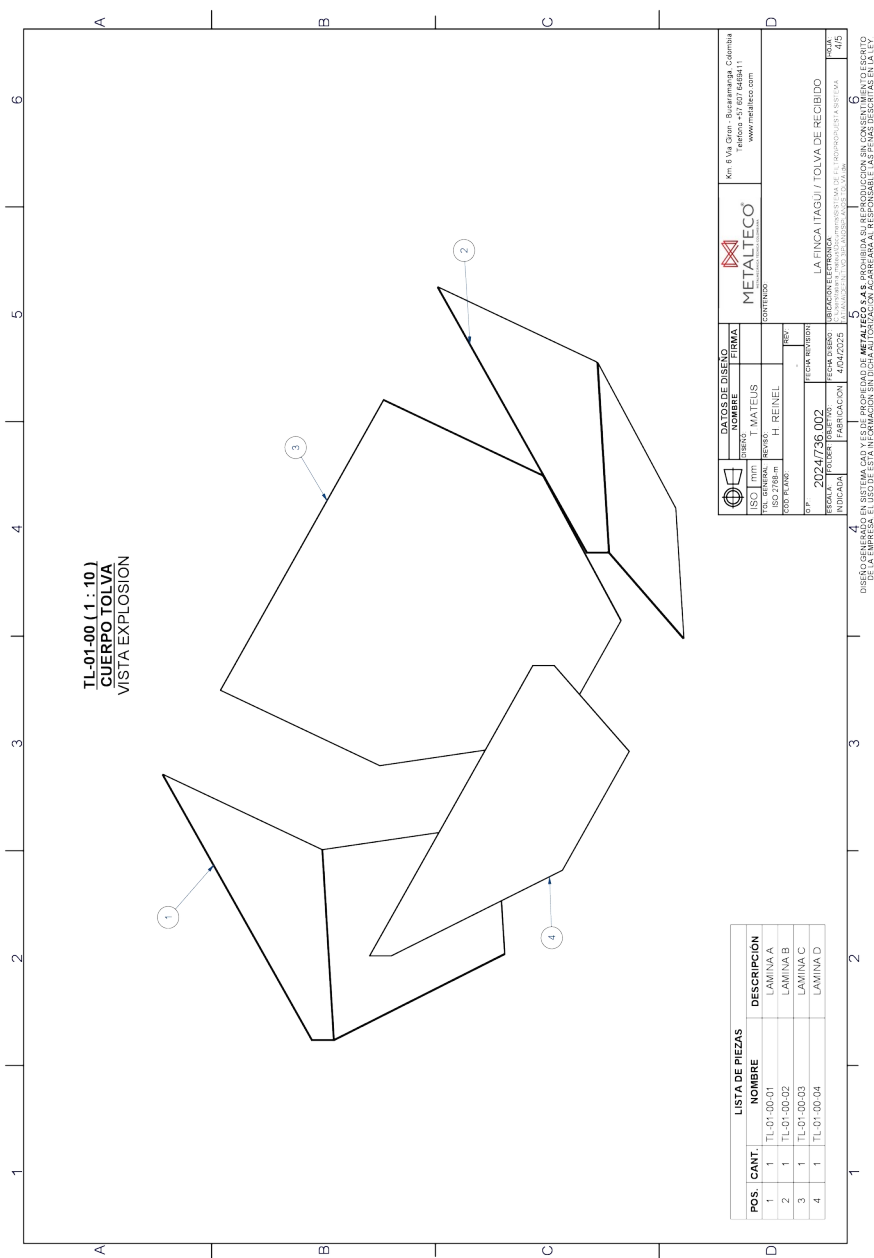








Figura C3

Planos de Estructura 3

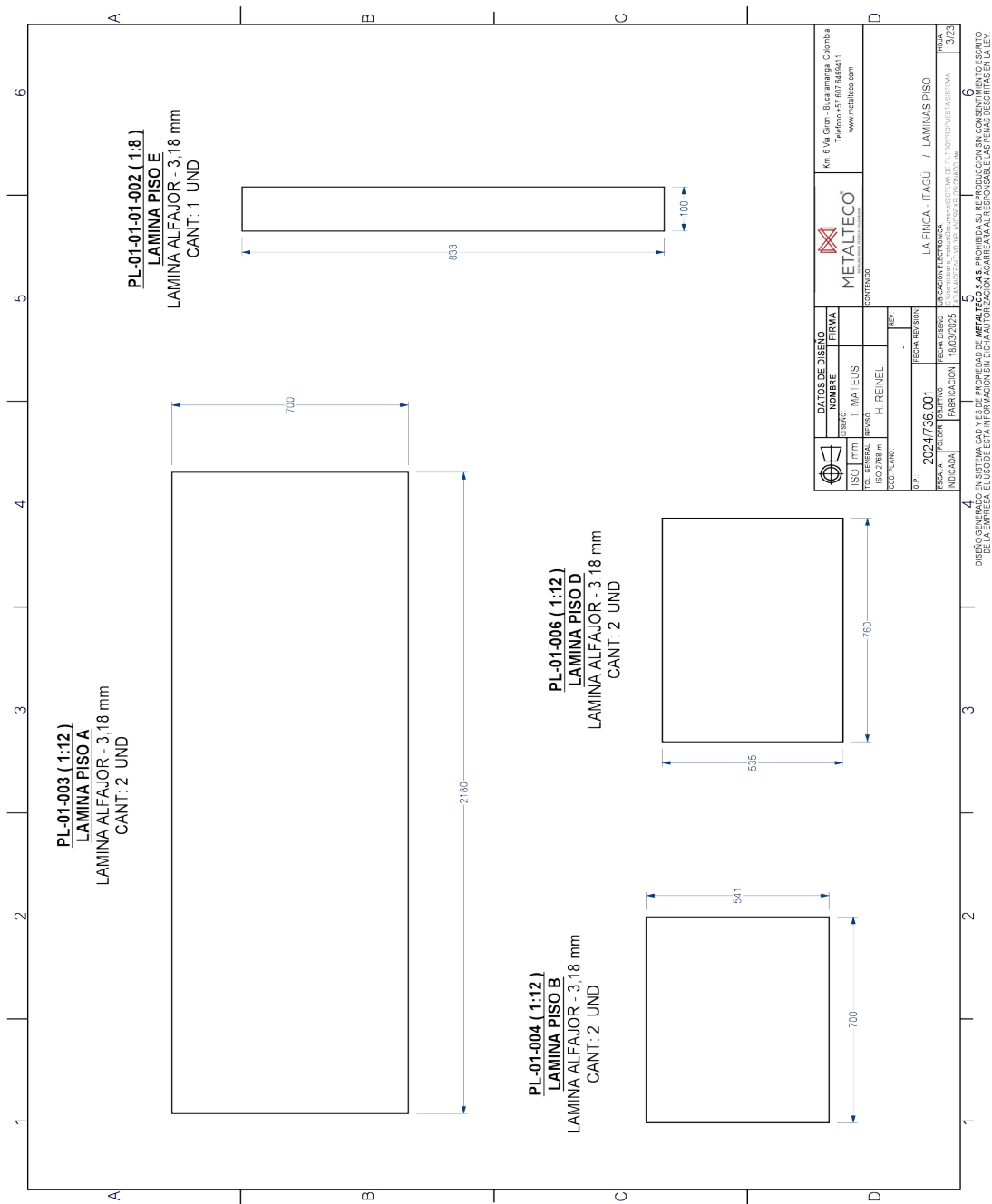
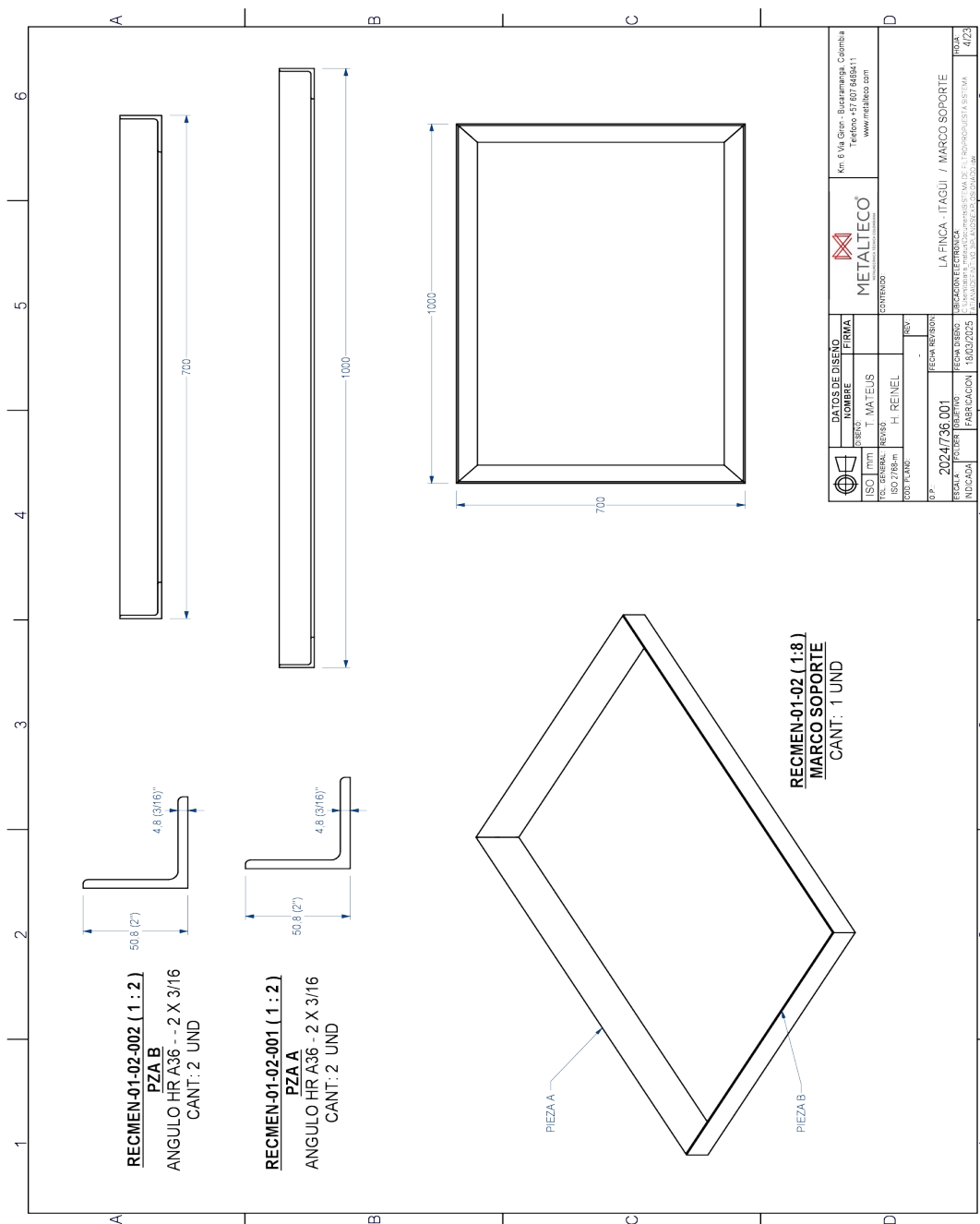


Figura C4

Planos de Estructura 4



DESIGNO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE VACIADO MANUAL PARA EL MARCO SOPORTE DE LAS PLACAS DE CONCRETO EN LA EMPRESA EL USUARIO DE ESTA INFORMACION EN TODO MOMENTO DEBERA SER RESPONSABLE DE LAS OTRAS DECISIONES EN LA U.T.







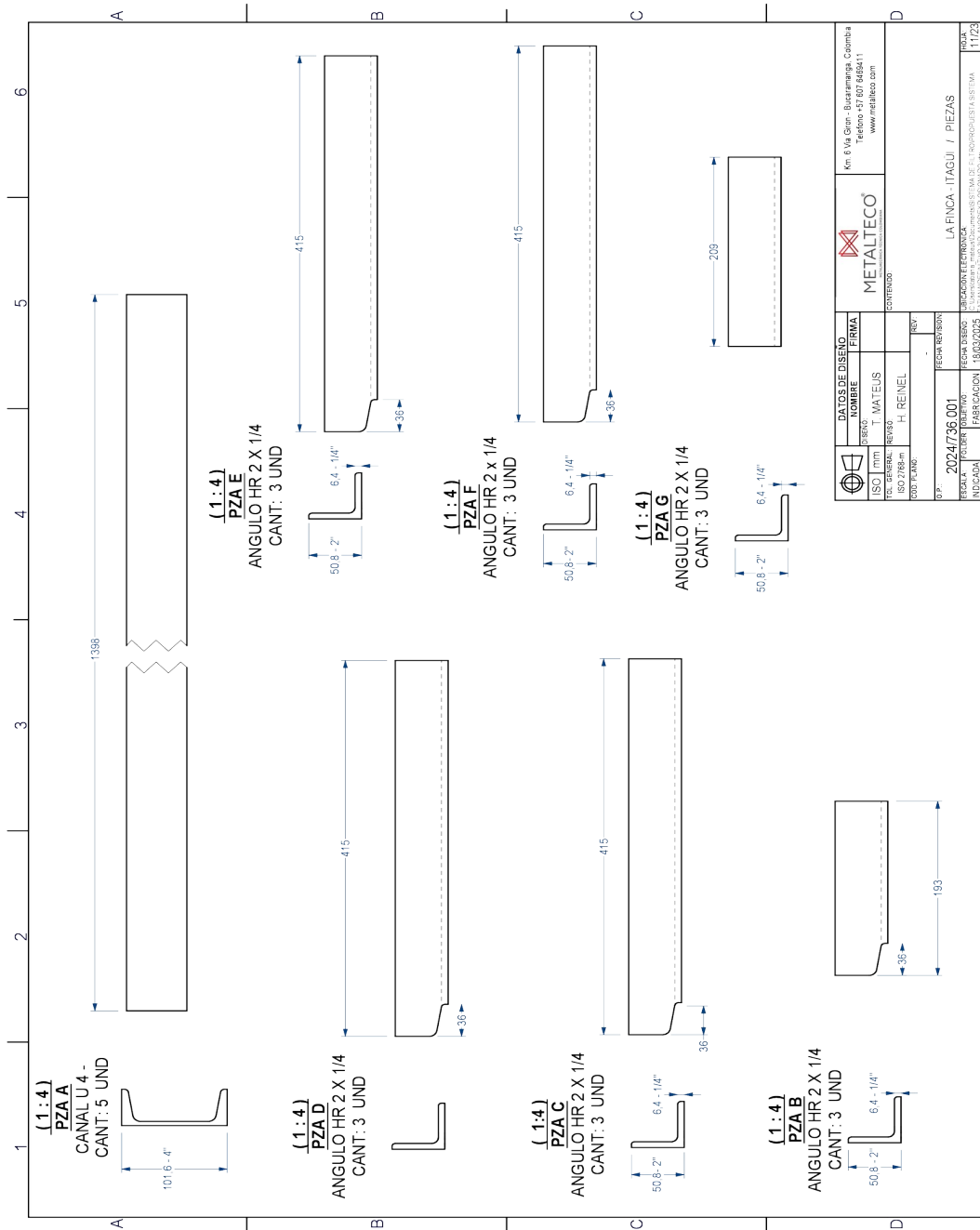






Figura C11

Planos de Estructura 11



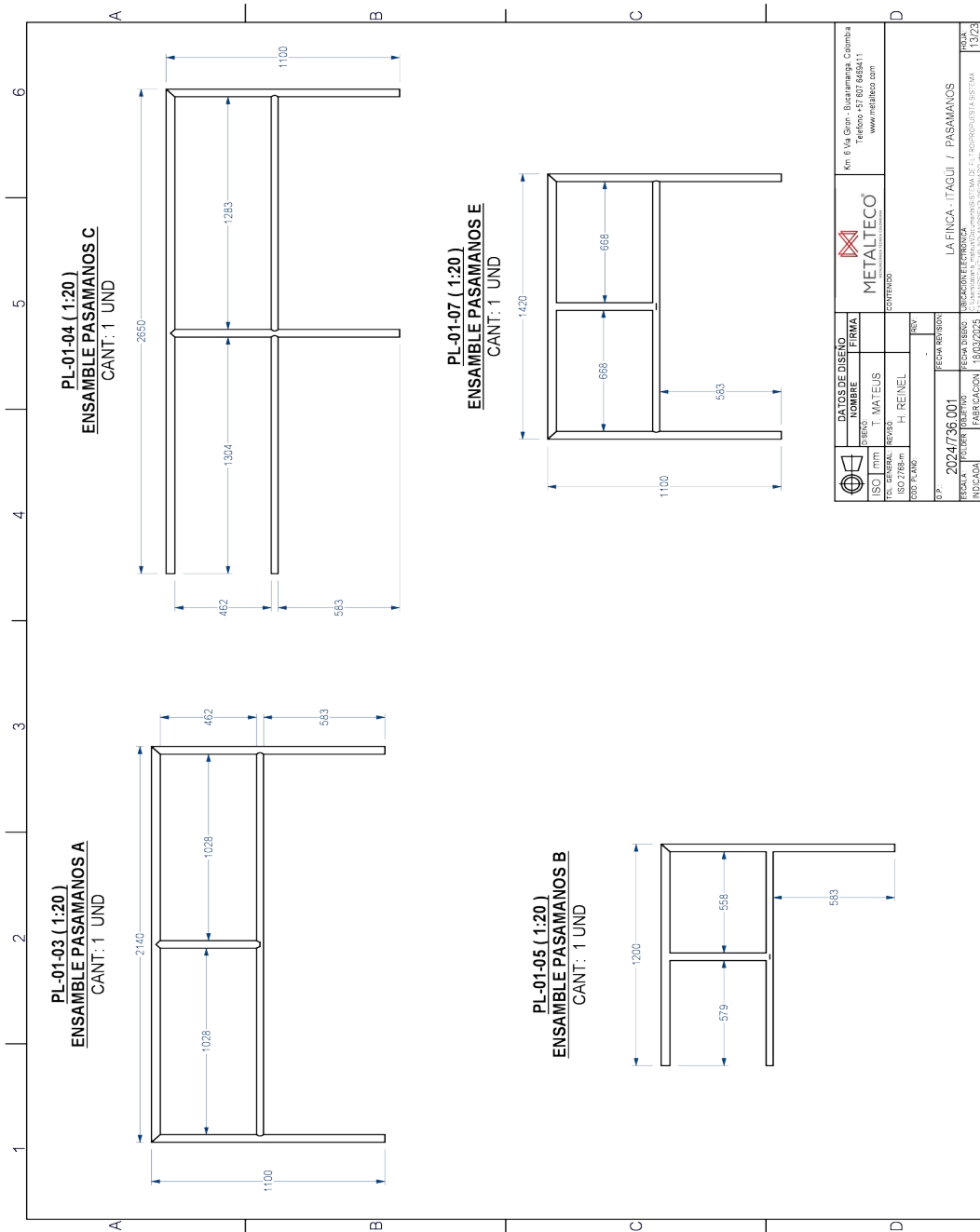
<b>DATOS DE DISEÑO</b> NOMBRE: PZA A CANTIDAD: 5 UND		<b>FINANCIA</b> REVISOR: T. MATEUS REVISOR: H. REINEL		<b>REVISOR</b> REVISOR: H. REINEL	
ISO 9001 ISO 14001 ISO 27001		ISO 9001 ISO 14001 ISO 27001		ISO 9001 ISO 14001 ISO 27001	
P.P.: 2024/736 001		REVISOR: H. REINEL		REVISOR: H. REINEL	
INDICADA: FABRICACION		REVISOR: H. REINEL		REVISOR: H. REINEL	
LA FINCA - ITAGUI / PIEZAS		LA FINCA - ITAGUI / PIEZAS		LA FINCA - ITAGUI / PIEZAS	
KIN 6 Via Gen - Bucaramanga, Colombia Telefono +57 607 6688411 www.metalteco.com		KIN 6 Via Gen - Bucaramanga, Colombia Telefono +57 607 6688411 www.metalteco.com		KIN 6 Via Gen - Bucaramanga, Colombia Telefono +57 607 6688411 www.metalteco.com	

DISEÑO: EL USUARIO DEBE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y MATERIALES DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE VACIADO ANTES DE SU USO. EL USUARIO DEBE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y MATERIALES DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE VACIADO ANTES DE SU USO. EL USUARIO DEBE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y MATERIALES DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE VACIADO ANTES DE SU USO.



Figura C13

Planos de Estructura 13

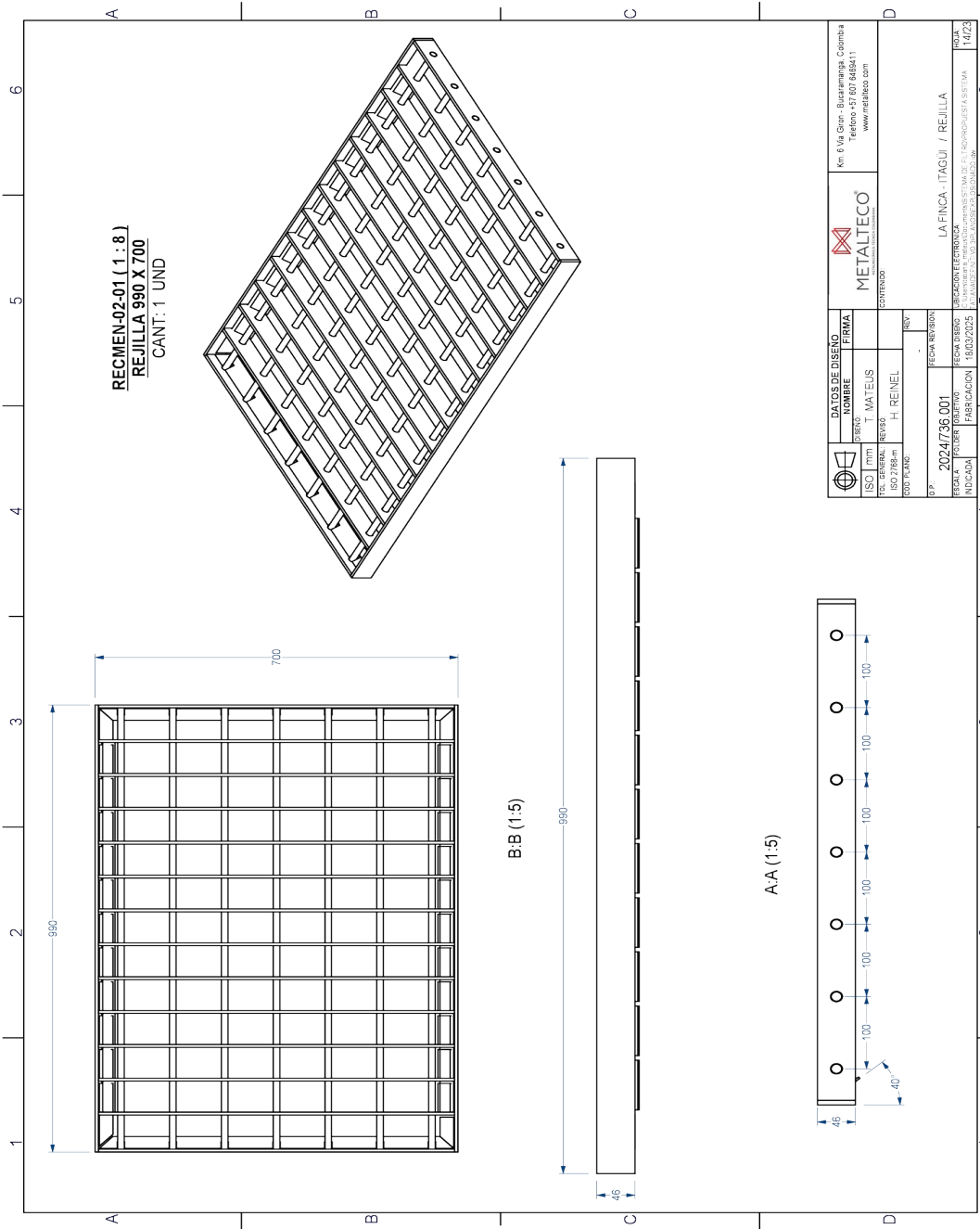


<b>DATOS DE DISEÑO</b>		<b>FINCA</b>		Kin. 6 Via Gen. - Bucaramanga, Colombia Telefono +57 607 6468411 www.metateco.com	
<b>TIPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>PROYECTO</b>	<b>INDICACION</b>	<b>INDICACION</b>	<b>INDICACION</b>
ISO 2768-M	2024/7/30	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-H	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-N	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-P	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-Q	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-R	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-S	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-T	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-U	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-V	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-W	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-X	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-Y	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
ISO 2768-Z	15/03/2025	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN

LA EMPRESA SE RESPONSABILIZA DEL USO DE ESTOS PLANOS EN SU ENTIDAD Y RESPONSABILIDAD. LA EMPRESA SE RESPONSABILIZA DEL USO DE ESTOS PLANOS EN SU ENTIDAD Y RESPONSABILIDAD. LA EMPRESA SE RESPONSABILIZA DEL USO DE ESTOS PLANOS EN SU ENTIDAD Y RESPONSABILIDAD.

Figura C14

Planos de Estructura 14







Apéndice D. Planos de Sin Fin

Figura D1

Planos de Sin Fin 1

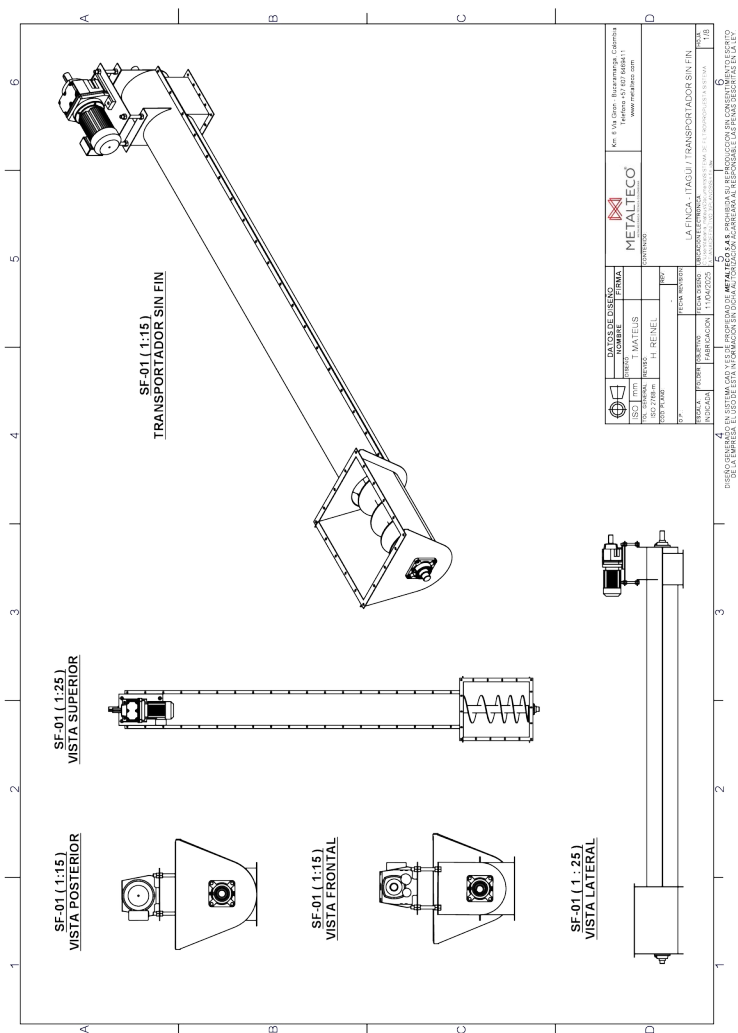
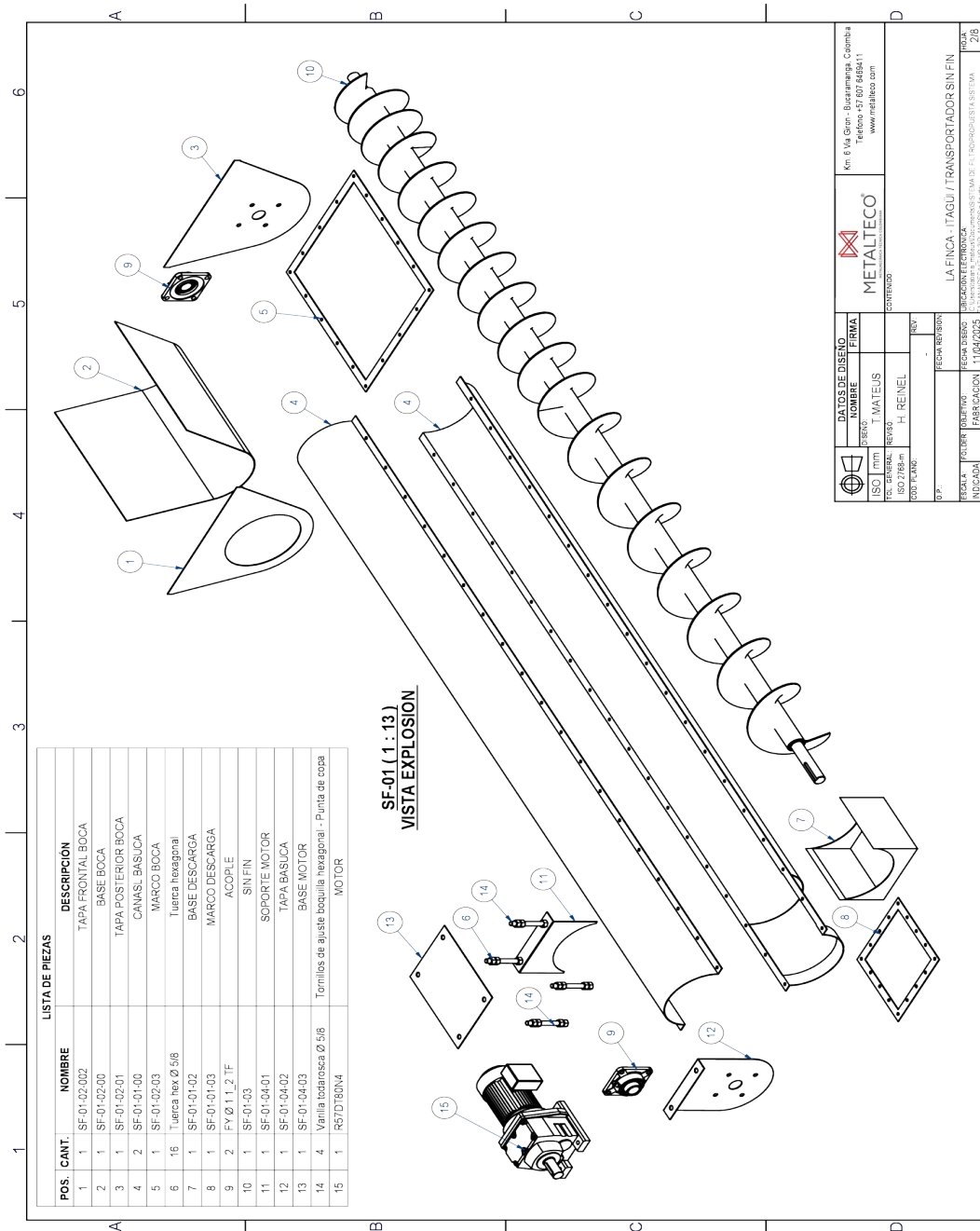


Figura D2

Planos de Sin Fin 2

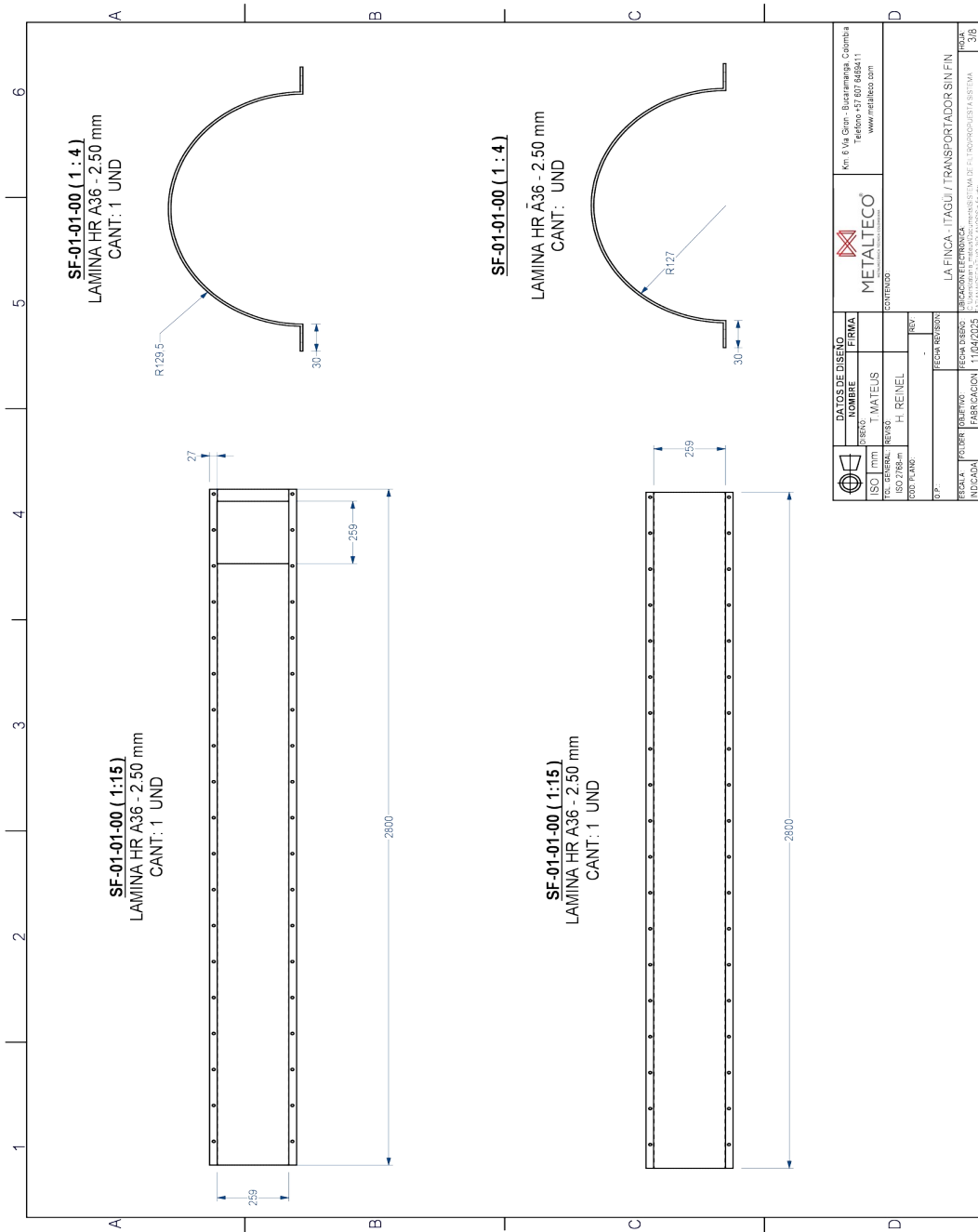


		Kin. 6 Via Gen - Bucaramanga, Colombia Telefono +57 607 6688411 www.metalteco.com	
DATOS DE DISEÑO NOMBRE: T. MATEUS SISTEMA: REP/82 ISO: 2768-M COD. PLANT:		FIRMA: H. REINEL REV:	
ESCALA: 1:1 INDICADA:		LA FINCA - ITAGU / TRANSPORTADOR SIN FIN DIRECCION EJECUTIVA:	
REVISOR:		INGENIERO EN ELECTRICIDAD:	
DISEÑADOR:		INGENIERO EN ELECTRICIDAD:	
FECHA: 11/04/2025		INDICADA: 2/8	

DESIGNO EN SU INTERIOR Y EN SU EXTERIOR. METALTECO S.A. SE RESPONSABILIZA DE LOS DISEÑOS Y DE LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS. METALTECO S.A. SE RESPONSABILIZA DE LOS DISEÑOS Y DE LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS. METALTECO S.A. SE RESPONSABILIZA DE LOS DISEÑOS Y DE LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS. METALTECO S.A. SE RESPONSABILIZA DE LOS DISEÑOS Y DE LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS.

Figura D3

Planos de Sin Fin 3



		<b>DATOS DE DISEÑO</b> NOMBRE: T. MATEUS DISEÑO: H. REINEL REVISIÓN: 1.104/2025		 Kin. 6 Via Gen. - Bucaramanga, Colombia Teléfono +57 607 6488411 www.metalteco.com	
ISO 9001:2015 T. MATEUS H. REINEL		REV: 1 REVISIÓN: 1.104/2025		LA FINCA - ITAGUJ / TRANSPORTADOR SIN FIN	
INDICADA RECALA RECALA RECALA		RECALA RECALA RECALA		RECALA RECALA RECALA	
INDICADA RECALA RECALA		RECALA RECALA RECALA		RECALA RECALA RECALA	

DESIGNO EN SU ENTORNO DE TRABAJO Y EN SU RESPONSABILIDAD. EL USUARIO DE ESTE DISEÑO DEBE ASEGURARSE DE QUE EL DISEÑO SE ADECUA A SU NECESIDAD Y RESPONSABILIDAD. LA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR EL USO DE ESTE DISEÑO SIN LA INFORMACIÓN DE SU PROPIETARIO. EL USUARIO DEBE ASEGURARSE DE QUE EL DISEÑO SE ADECUA A SU NECESIDAD Y RESPONSABILIDAD.





Figura D6

Planos de Sin Fin 6

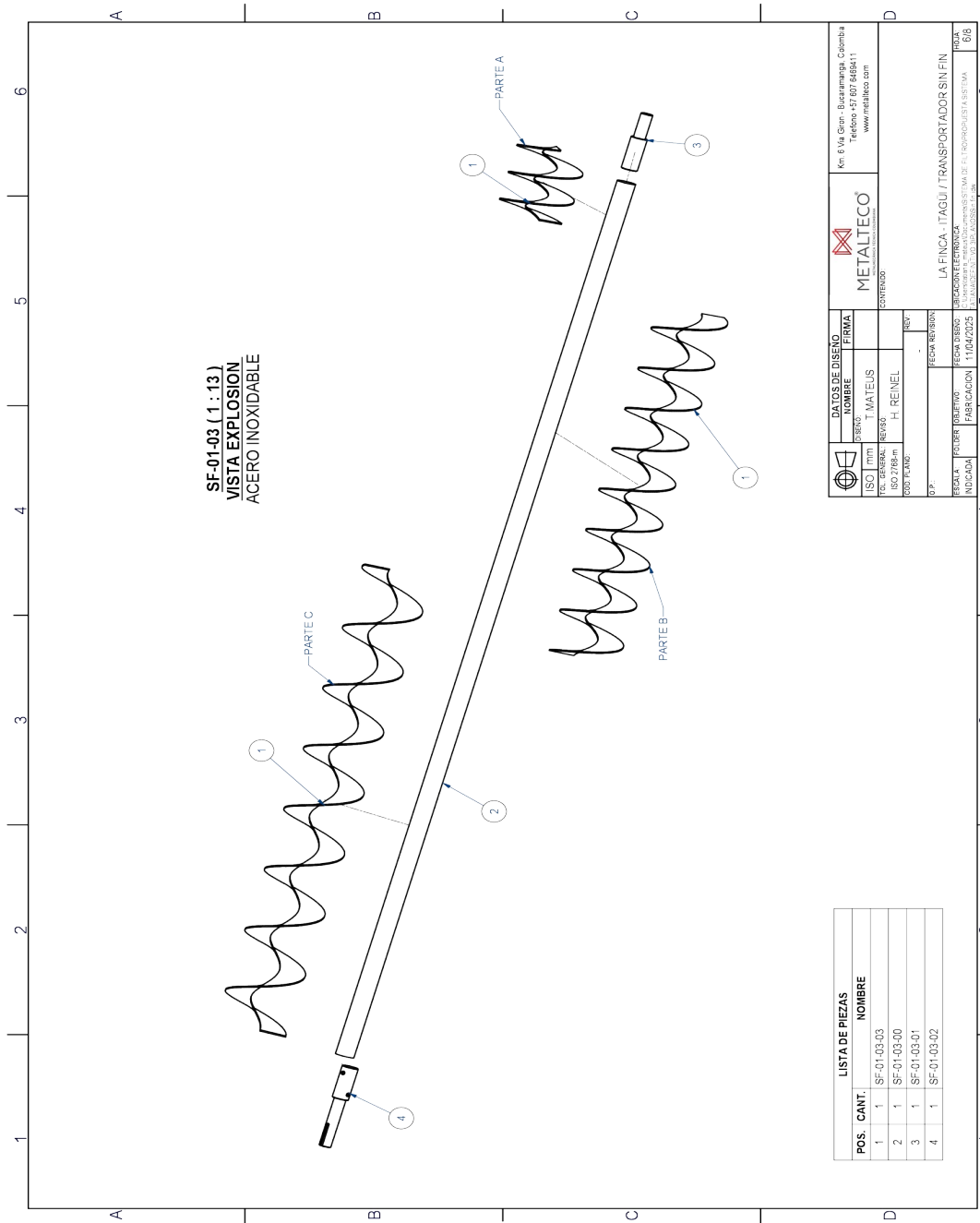
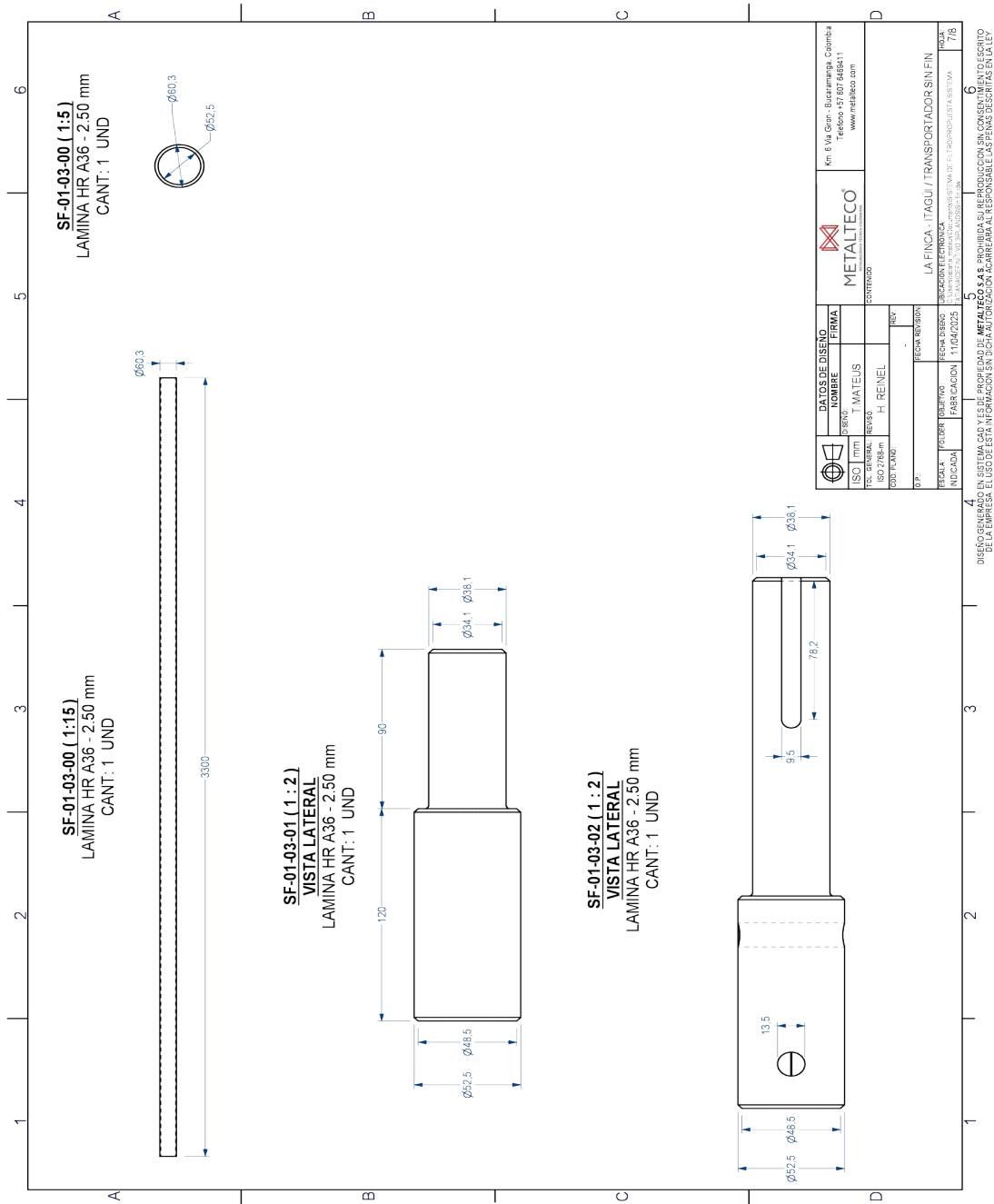


Figura D7

Planos de Sin Fin 7



## Apéndice E. Carta de Prácticas

### Figura E1

#### Carta de Prácticas



**CONSTANCIA PRACTICAS**

**METALTECO SAS**  
Con NIT 800.042.867-0

Hace constar que el Srta. **MATEUS LARA CAROL TATIANA**, identificada con la cédula de ciudadanía número 1.002.457.577, fue patrocinado por la empresa desde el 08 octubre de 2024 hasta 21 abril 2025 en etapa productiva – APREDIZ UNIVERSITARIA (INGENIERIA MECANICA), cumpliendo a cabalidad con todas sus funciones asignadas.

Se expide a solicitud del interesado a los veintiún (21) días del mes de abril del año dos mil veinticinco (2025).

Cordialmente,



**JENNY MARCELA ORDOÑEZ**  
Directora de Gestión Humana

Proyectó: Carolina Villadiego.

Kilometro 6 Vía a Girón, Bucaramanga - Colombia +577 6463411 [www.metalteco.com](http://www.metalteco.com)

**www.metalteco.com**

CS Escaneado con CamScanner