



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, MODALIDAD
DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TEMA:

“ MÁQUINA COMPACTADORA DE CHATARRA METÁLICA ”

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica

Autor: Antony Fabricio Cruz López

Director: Ing. Fernando Vinicio Valencia Aguirre MSc.

Ibarra – Ecuador

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004760995		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cruz López Antony Fabricio		
DIRECCIÓN:	Av. 6 de marzo y panamericana norte - Otavalo		
EMAIL:	afcruzl@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉFONO MÓVIL:	0968592750

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Máquina compactadora de chatarra metálica.
AUTOR (ES):	Cruz López Antony Fabricio
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	26/10/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. David Ojeda, PHD / Ing. Fernando Valencia, Msc

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de octubre de 2023

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Cruz López Antony Fabricio

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

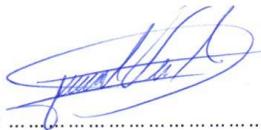
Ibarra, 26 de octubre de 2023

Ing. Fernando Vinicio Valencia Aguirre

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

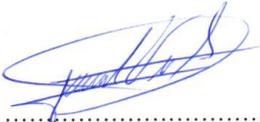
Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Unidad Académica de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f)
Fernando Vinicio Valencia Aguirre
C.C.: 1003188669

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Tribunal Examinador del trabajo de titulación “MÁQUINA COMPACTADORA DE CHATARRA METÁLICA” elaborado por CRUZ LÓPEZ ANTONY FABRICIO, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:


(f):
Fernando Vinicio Valencia Aguirre
C.C.: 1003188669


(f):
David Alberto Ojeda Peña
C.C.: 1757898489

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a las personas más importantes en mi vida, mis tres madres, Carmen, Lidia y María Elena. Día a día, su apoyo incansable ha sido mi guía en cada paso de mi educación hacia la culminación de mis estudios universitarios. Son la inspiración que me impulsa para alcanzar mis metas, siguiendo su ejemplo.

De igual manera dedico este logro a mis queridos ñañitos, Miguel y Pamela quienes han sido una inmensa fuente de motivación para mi superación personal. Su presencia constante en mi vida ha sido un recordatorio de la importancia de la responsabilidad y el esfuerzo. Espero ser un modelo a seguir para ustedes y siempre contarán con mi apoyo en su propio camino.

Antony F Cruz L

AGRADECIMIENTO

Culminar este trabajo de titulación no habría sido posible sin la colaboración y el apoyo de varias personas, a las cuales quiero expresar mi sincera gratitud por su ayuda incondicional en este logro.

En primer lugar, mi más profundo agradecimiento a mi director Fernando Valencia, por su orientación y experiencia a lo largo de este tiempo, sus valiosas contribuciones y su compromiso académico fueron fundamentales durante este proceso de investigación.

Agradezco a mi asesor David Ojeda, el cual más que un docente, se volvió un amigo, por brindarme sus conocimientos y asesoramiento para la culminación de este trabajo.

También quiero expresar mi agradecimiento a la empresa SMO, en especial, al ingeniero Edwin Guevara por abrir sus puertas y brindarme la oportunidad de realizar este trabajo para su empresa, su apoyo fue crucial para el éxito de esta tesis.

Agradezco a mi familia, en especial a mis madres, Carmen, Lidia y María Elena, quienes han sido mi ejemplo de perseverancia y determinación, cuyo apoyo constante ha sido mi principal motivación en mi vida.

Un agradecimiento especial a mis amigos, por compartir su amistad y apoyo en esta etapa universitaria, los momentos compartidos han sido valiosos para mi desarrollo académico y personal, Gracias por estar a mi lado.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a todos los que de alguna manera influyeron en mi formación como ingeniero, cada experiencia y desafío en este tiempo me han fortalecido para ser una mejor persona.

Con gratitud, Antony Fabricio Cruz López

RESUMEN

La empresa SMO requiere el diseño de una máquina compactadora de chatarra metálica, con la finalidad de mejorar el proceso de fundición, reduciendo tiempo, costos y riesgos laborales en la preparación del material para este proceso. Inicialmente se analiza diferentes compactadoras comerciales y compactadoras realizadas como trabajos de titulación, para extraer diferentes características que puedan ser utilizadas en el diseño, además de comprender como funciona una compactadora para presentar una propuesta a SMO que cubra sus requerimientos. Para el diseño se realizaron cálculos de los diferentes sistemas tanto hidráulico y mecánico, para posteriormente elegir los componentes de la máquina, luego se realiza una simulación mediante herramientas computacionales en el cual se realiza pruebas para evaluar su rendimiento y validar su funcionamiento. Los resultados demuestran que la máquina es capaz de compactar la chatarra metálica y cubre todos los requerimientos de la empresa, por lo que se realiza sus respectivos planos de la compactadora, manual de operación y manual de construcción. Finalmente, se realiza un análisis económico para analizar si es viable la fabricación de la compactadora por parte de la empresa.

Palabras clave: Diseño mecánico, compactadora, hidráulica.

ABSTRACT

The company SMO requires the design of a scrap metal compactor machine, to improve the casting process, reducing time, costs, and labour risks in the preparation of the material for this process. Initially, different commercial compactors and compactors made as degree works were analysed to extract distinctive characteristics that can be used in the design, in addition to understanding how a compactor works to present a proposal to SMO that meets their requirements. For the design, calculations of the different hydraulic and mechanical systems were made, to later choose the components of the machine, then a simulation was made using computational tools in which it was tested to evaluate its performance and validate its operation. The results show that the machine is capable of compacting scrap metal and meets all the requirements of the company, so the respective plans of the compactor, operation manual and construction manual were made. Finally, an economic analysis was carried out to analyse whether it is feasible for the company to manufacture the compactor.

Keywords: Mechanical design, compactor, hydraulics.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Capítulo 1 Introducción.....	14
Problema.....	14
Objetivo.....	15
Justificación.....	15
Alcance.....	16
Capítulo 2 Marco Referencial	18
Antecedentes	18
2.1. Servicios Metalúrgicos Otavalo Como Empresa	24
Visión.....	24
Misión	24
Proceso Actual	24
2.2. Chatarra Metálica	26
2.2.1. Clasificación de chatarra metálica	27
2.2.2. Materiales de chatarra metálica	28
2.3. Compactadora De Chatarra	29
Clasificaciones de compactación	30
2.4. Sistemas De Transmisión De Potencia	30
Sistema Neumático	30
Sistema Hidráulico	30
2.5. Sistema de Control Hidráulico	33
2.5.1. Válvulas Hidráulicas	33
2.5.2. Manómetros de Presión	34
2.6. Compactadoras De Chatarra Comerciales	35
Compactadora hidráulica vertical JY-8 y JY-9.....	35
Prensa para chatarra Y81-1000 y Y81-1250.....	36
Compactadora de chatarra de empacadora de metal residual Y81F-250	38
2.7. Compactadoras De Chatarra – Trabajos De Titulación	40
Compactadora de chatarra liviana de acero	40

Compactadora de carrocerías de carros y camionetas.....	41
Prototipo de compactadora de chatarra de aluminio para reciclaje.....	42
Capítulo 3 Marco Metodológico	43
3.1. Enfoque de la Investigación	43
3.2. Diseño de la Investigación	43
Fase 1.- Análisis de compactadoras existentes.....	44
Fase 2.- Especificaciones de diseño para la compactadora.....	44
Fase 3.- Diseño de la compactadora de chatarra.....	45
Fase 4.- Validación del diseño de la compactadora de chatarra.	45
Capítulo 4 Resultados y Discusión	47
4.1. Especificaciones del Sistema a Diseñar.....	47
4.1.1. Dimensiones de la paca	47
4.1.2. Peso de la paca.....	47
4.1.3. Dimensiones de la cámara de compactación.....	48
4.1.4. Dureza de materiales	48
4.1.5. Cantidad de material a compactar.....	48
4.1.6. Fuerza de compactación	49
4.1.7. Seguridad del operador	49
4.1.8. Sistema de compactación	49
4.2. Solución Propuesta	50
4.3. Especificaciones del Sistema Diseñado.....	52
4.4. Cálculo de Cilindros Hidráulicos.....	54
4.4.1. Cálculo del Cilindro Para la Placa Compactadora	54
4.5. Selección de Cilindros Comerciales.....	58
4.6. Cálculo de la Unidad de Potencia Hidráulica	60
4.6.1. Cálculo del Caudal.....	61
4.6.2. Cálculo de Tiempos de Operación	62
4.6.3. Cálculo del Volumen del Tanque	63
4.7. Cálculo de Sistema Mecánico	65
4.7.1. Análisis de Vigas.....	65
4.7.2. Análisis de Pasadores.....	71
4.8. Análisis por Elementos Finitos	78

4.8.1. Análisis de la Compuerta Frontal	79
4.8.2. Análisis de la Placa Compactadora.....	83
4.8.3. Análisis de la Estructura Principal	87
4.8.4. Análisis de la Tapa Compactadora	91
4.9. Análisis Económico.....	96
4.9.1. Importe del Proceso Actual.....	96
4.9.2. Importe de Implementación de Proyecto.....	97
Capítulo 5 Conclusiones	99
Capítulo 6 Recomendaciones.....	100
Capítulo 7 Referencias	101
Capítulo 8 Anexos	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Compactadora hidráulica vertical JY-8 / JY-9.	35
Tabla 2-2 Prensa para chatarra Y81-1000 / Y81-1250.	36
Tabla 2-3 Compactadora de chatarra de empacadora de metal residual Y81F-250.....	38
Tabla 2-4 Compactadora de carrocerías.....	41
Tabla 4-1 Lista de elementos de la compactadora.	50
Tabla 4-2 Lista de sistemas de la compactadora.	53
Tabla 4-3 Valores normalizados del cilindro seleccionado.	58
Tabla 4-4 Características del cilindro seleccionado.....	64
Tabla 4-5 Valores resultantes por elementos finitos de compuerta frontal.....	80
Tabla 4-6 Valores resultantes por elementos finitos de placa compactadora.....	84
Tabla 4-7 Valores resultantes por elementos finitos de estructura principal.	88
Tabla 4-8 Valores resultantes por elementos finitos de tapa compactadora.	92
Tabla 4-9 Costos actuales	96
Tabla 4-10 Costos de inversión.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Chatarra metálica en la empresa SMO.....	26
Figura 3-1 Diagrama de flujo de la metodología utilizada.....	46
Figura 4-1 Propuesta seleccionada de la compactadora.....	50
Figura 4-2 Etapas de funcionamiento.....	52
Figura 4-4 Solución seleccionada.....	53
Figura 4-5 Diagrama de cargas en viga de compactación.....	66
Figura 4-6 Diagrama con carga puntual equivalente en viga de compactación.....	66
Figura 4-7 Esfuerzos cortante de viga de compactación.....	68
Figura 4-8 Momento máximo de viga de compactación.....	68
Figura 4-9 Cotas para viga IPN.....	70
Figura 4-10 Valores comerciales para viga IPN.....	70
Figura 4-11 Diagrama de cargas en viga de tapa compactadora.....	72
Figura 4-12 Diagrama con carga puntual equivalente en viga de tapa compactadora.....	72
Figura 4-13 Esfuerzos cortante de viga de tapa compactadora.....	76
Figura 4-14 Momento máximo de viga de tapa compactadora.....	76
Figura 4-15 Diseño Final de la Propuesta.....	78
Figura 4-16 Sujeciones y presión en compuerta frontal.....	79
Figura 4-17 Análisis de convergencia en compuerta frontal.....	80
Figura 4-18 Factor de seguridad mínimo de compuerta frontal.....	81
Figura 4-19 Tensión máxima de compuerta frontal.....	82
Figura 4-20 Deformación máxima de compuerta frontal.....	82
Figura 4-21 Sujeciones y presión en placa compactadora.....	83
Figura 4-22 Análisis de convergencia en placa compactadora.....	85
Figura 4-23 Factor de seguridad mínimo de placa compactadora.....	86
Figura 4-24 Tensión máxima de placa compactadora.....	86
Figura 4-25 Deformación máxima de placa compactadora.....	87
Figura 4-26 Sujeciones y presión en estructura principal.....	88
Figura 4-27 Análisis de convergencia en estructura principal.....	89
Figura 4-28 Factor de seguridad mínimo de estructura principal.....	90
Figura 4-29 Tensión máxima de estructura principal.....	90
Figura 4-30 Deformación máxima de estructura principal.....	91
Figura 4-31 Sujeciones y presión en tapa compactadora.....	92
Figura 4-32 Análisis de convergencia en tapa compactadora.....	93
Figura 4-33 Factor de seguridad mínimo de tapa compactadora.....	94
Figura 4-34 Tensión máxima de tapa compactadora.....	94
Figura 4-35 Deformación máxima de tapa compactadora.....	95

Capítulo 1 Introducción

Problema

Actualmente la empresa Servicios Metalúrgicos Otavalo (SMO) tiene la problemática en el área de fundición, debido a que la empresa adquiere chatarra metálica de diversos materiales y formas para este proceso, para lo cual, previamente se ven en la necesidad de cortar la chatarra que no dispone las dimensiones adecuadas para su ingreso al horno o simplemente para su almacenamiento, este proceso representa riesgo de salud para los trabajadores de la empresa, además de generar un aumento de costos y de tiempo, además la empresa almacena esta chatarra en su bodega posterior sin organizarla, lo cual no aprovecha correctamente toda el área debido a las formas irregulares de la chatarra.

Según la empresa SMO, el proceso de fundición que actualmente utiliza para solventar su demanda tiene ciertas limitaciones, como la dificultad de traslado de la chatarra hacia en área de corte, además del tiempo que esto conlleva, lo cual afecta la rentabilidad de la empresa en este proceso.

Este proyecto de titulación tiene como finalidad resolver estos problemas, para lo cual se propone la implementación de una máquina dedicada a la compactación de chatarra metálica, para crear pacas con dimensiones adecuadas para ingresar al horno o en su caso para almacenar, optimizando la bodega de almacenamiento de la empresa, facilitando el traslado de la chatarra hacia el horno de fundición, mejorando tiempos, costos y reduciendo operaciones que representen riesgos laborales hacia los trabajadores que realizan estos procesos.

Se realizó un estudio de mercado nacional e internacional para analizar la rentabilidad que tendrá este Trabajo de Titulación a comparación de adquirir una máquina comercial, por lo que se

concluyó que en Ecuador no existe una empresa dedicada a la venta de este tipo de máquinas y en el mercado exterior no existe una máquina que cumpla los requerimientos de la empresa.

Objetivo

Por lo tanto, para resolver esta problemática se ha planteado como objetivo general "Proyectar una máquina compactadora de chatarra metálica", la cual deberá cumplir los requerimientos de la empresa SMO Otavalo. Para cumplir con el objetivo general se plantearon varios objetivos específicos que faciliten su desarrollo. Los cuales son:

- Analizar las diferentes opciones de máquinas compactadoras de chatarra a nivel nacional e internacional.
- Determinar las especificaciones y parámetros principales de acuerdo con los requerimientos de un horno de fundición.
- Diseñar la compactadora de chatarra.
- Validar el diseño mediante el uso de herramientas computacionales.

Justificación

En el Ecuador existen determinadas empresas dedicadas a la producción de piezas de acero, fundición gris, aleaciones de aluminio, aleaciones de cobre, aleaciones de zinc y aleaciones de plomo entre los más importantes de los metales, esto se logra realizar en el país debido a la gran cantidad de estos materiales desechados a la basura por lo que se ha optado por reciclar la chatarra existente en nuestro país (Guamán & Oña, 2016, pág. 6).

Actualmente la demanda de la empresa SMO en el área de fundición ha aumentado considerablemente en comparación con años anteriores, por lo cual la opción de implementar una máquina dedicada a la compactación de chatarra que esté ligada directamente a los hornos de inducción adquiridos para esta área, es una opción que la empresa ha considerado muy favorable para lograr cubrir toda su demanda, aumentando la producción en masa de piezas fundidas.

La empresa ha descartado la opción de comprar este tipo de máquina, por su prácticamente inexistencia en el mercado nacional y la dificultad que representa adquirir en el mercado exterior, gracias a el elevado costo que esto representa y principalmente debido a que las características no se adecuaban a las necesidades de SMO.

Es por estas razones, que la empresa ha optado por la opción de construir una máquina compactadora de chatarra metálica por cuenta propia, para esto se tendrá como limitante principal únicamente el tamaño de la paca resultante de la compactación, la cual deberá tener un tamaño máximo de 210mm x 210mm x 600mm, debido a el diámetro de la entrada del horno, el cual es de 300mm.

Para esto, este trabajo de titulación está enfocado en promover un diseño que se adapte a las características que la empresa considere fundamentales para lograr cubrir su demanda.

Alcance

El alcance de este trabajo es diseñar una máquina compactadora de chatarra metálica, en base a los materiales que la empresa SMO utiliza en el proceso de fundición como acero, aluminio, bronce, aleaciones, entre otros.

- El diseño se adaptará al tamaño necesario de la paca de material compactado para ser utilizado en el horno de fundición.

- La capacidad máxima de compactación no tendrá variaciones debido a los diferentes materiales, sin embargo, para su dimensionamiento se tomará en cuenta el material más resistente que funde la empresa como lo es el acero.
- Se analizará las características necesarias de este material para realizar un diseño optimo.
- Se validará el funcionamiento bajo simulación con herramientas computacionales.
- Finalmente se realizará un análisis económico de inversión para el diseño propuesto, por lo que la empresa decidirá si continua con su construcción.

Capítulo 2 Marco Referencial

Antecedentes

Se desarrolla el diseño de una máquina compactadora de chatarra de aluminio para producir pacas de 65 Kg, el cual se propuso debido a la gran necesidad del desarrollo de un proyecto de reciclaje en varias zonas. Además, en Ecuador existen pequeñas y medianas empresas dedicadas al reciclaje de aluminio, pero que no han desarrollado un diseño ingenieril de una máquina similar, lo cual les representa mayores gastos y tiempo. Para lograr este diseño, se realizó una investigación previa de las necesidades de la Industria Nacional y se analizó máquinas ya existentes en el mercado, para determinar ciertos parámetros de diseño, que faciliten a obtener un sistema funcional. Como resultado, se obtuvo un diseño que logra obtener pacas con mayor peso, pero en un volumen adecuado para su manipulación [1].

Se realiza un diseño y análisis estructural de un prototipo de compactadora de chatarras de aluminio para el reciclaje, debido a que las compactadoras de viruta de aluminio fabricadas en Ecuador son diseñadas con poca técnica y no poseen cálculos de diseño, planos y tecnología acorde al trabajo que realizaran, por esta razón, los usuarios que construyen estas máquinas utilizan criterios empíricos y se obtiene un sobredimensionamiento en estos dispositivos. Para cubrir esta problemática, primero se analizó las compactadoras con funciones similares para tener una base que posteriormente es modelada en un software de diseño CAD, luego se asignó las respectivas propiedades como material, contactos, cargas, a cada una de las piezas diseñadas para finalmente realizar una simulación de elementos finitos y verificar su funcionalidad. Como resultado de esta metodología se obtuvo que las dimensiones y materiales asignados a cada pieza del diseño,

cumplen correctamente las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento de acuerdo con los parámetros de estos equipos [2].

Se desarrolla un diseño de una máquina compactadora de carrocerías de carros y camionetas para la empresa CESVI Colombia S.A., debido a la alta tasa de accidentes de tránsito en el país. Varios de estos vehículos son catalogados como siniestrados por las compañías aseguradoras, estos automóviles llegan a CESVI para un proceso de reciclaje en el cual se extraen las partes funcionales para su posterior comercialización. Para este diseño se analizó el proceso actual de reciclaje que usa la empresa, para posteriormente determinar los parámetros y requerimientos que cubran las necesidades de CESVI, tomando en cuenta que no falle antes diferentes variables y se encuentre dentro de las capacidades necesarias sin exceder los recursos disponibles en la empresa. Se planteo varias alternativas variando las placas móviles de compactación para evaluarlas entre sí, y elegir la más adecuada para continuar con su diseño. Como resultado de este diseño se identificó que la máquina no presenta fallas en su estructura y logra reducir los tiempos de operación de 2 horas en tiempo de corte, a 10 minutos en tiempo de compactación, además se concluyó que el diseño de esta máquina es viable ambientalmente ya que se reduce los desechos generados en el proceso de corte, además, es viable económicamente al disminuir los costos cambiando estos procesos [3].

Se realiza el diseño de una compactadora de chatarra liviana de acero, cuyo objetivo era mejorar la eficiencia del sistema de transporte de chatarra de la empresa recicladora Mega, y de esta forma reducir costos en el transporte optimizando la cantidad de material que se pueda trasladar. Este estudio se enfoca en la fabricación de pacas de chatarra livianas de acero con un peso máximo de 200 lb, un ancho máximo de 55 cm y un alto de 80 cm. Para obtener este diseño

se realizó un estudio técnico de ingeniería, de esta manera se selecciona los actuadores hidráulicos y mecánicos con un desempeño óptimo, los planos, materiales de las piezas y el tipo de soldadura a utilizar. De este trabajo, se obtuvo un diseño que cumple las leyes ambientales de la empresa y cubre la demanda del mercado nacional al obtener chatarra como materia prima para producir aceros y sus derivados [4].

Se desarrolla una compactadora de viruta de aluminio para cubrir el problema de constante desperdicio de aluminio en forma de virutas en el taller de máquinas de CECyT 9, el objetivo de esta máquina es facilitar el traslado de los desperdicios metálicos ferrosos. Para esto se realizó una investigación sobre el principio de funcionamiento de una máquina compactadora, de la cual se seleccionó los materiales, métodos de ensamble, construcción y programación. Luego se realizó el diseño en base a estos parámetros para posteriormente construir un prototipo de la máquina y evaluar el funcionamiento, analizando los resultados de este estudio. Como resultados de este trabajo se concluyó que la máquina diseñada funciona correctamente, tanto en su mecánica como en su estructura, y los cilindros neumáticos tuvieron un correcto resultado para la compactación de viruta de aluminio en cubos que conservan su forma y son fáciles de manipular. El tamaño de estos cubos depende de la variación en la cantidad de viruta que el operador coloque en el área de compactación de la máquina [5].

En el mundo ha aumentado significativamente el uso de la hidráulica en las necesidades de medianas y grandes empresas, debido a la necesidad de rápidos y bajos costos en la producción, mejorar la calidad, reducir pérdidas y aumentar ganancias, por esta razón se realizó un estudio sobre el proceso de fabricación de cilindros hidráulicos de la empresa Euro Seal Cía. Ltda.cl con

el objetivo de evaluar la factibilidad de mejorar la productividad. Para esto se analizó las etapas del proceso de fabricación de los cilindros hidráulicos, desde el ingreso de insumos hasta las pruebas de control de calidad para ser comercializados, además se realizó un análisis estadístico de la producción de cilindros hidráulicos, finalmente se propuso mejoras en el proceso de producción como la implementación de un puente grúa automatizado, para mejorar en materia de tiempo y personal el transporte del material hacia el área de trabajo, o la implementación de un área de diseño donde se manejen softwares como AutoCAD, Inventor, etc., para la realización de planos, ya que estos se realizaban de forma manual. Se concluyo, que es factible mejorar la productividad de la empresa implementando las mejoras propuestas, ya que se reduce tiempos de preparación, de maniobrabilidad y de ejecución [6].

Los productos de consumo masivo luego de ser consumidos, sus restos son desechados al medio ambiente sin pensar en las consecuencias que estos generan. El uso principal de envases de lata y PET es para el almacenamiento de productos comestibles en la industria alimenticia, luego de cumplir su función son recolectados para ser reciclados. Debido a esto, se desarrolló el diseño y construcción de una máquina compactadora utilizando piezas y materiales reciclados de otras máquinas industriales en desuso, con el objetivo de agregar un valor a la materia que se recicla. Inicialmente se realizó una investigación inversa sobre las partes que conforman las máquinas compactadoras de uso común en las industrias, sus características y sus funciones. Para el diseño estimo la capacidad de producción, las características de componentes y partes de la máquina, los materiales y se estimó un costo final para iniciar la construcción de la máquina y realizar las pruebas y correcciones necesarias. Como resultado se indicó que si es posible construir una compactadora de envases con elementos reciclados o en desuso, realizando un análisis adecuado

para determinar su funcionalidad en el sistema, y las pruebas realizadas constataron el cumplimiento de todos los objetivos planteados [7].

Se realiza el diseño de una compactadora de latas de aluminio, cuyo objetivo principal es lograr una compactación aproximada de un quinto del volumen inicial del envase. Para esto la máquina realiza una pre-compactación a través de punzón y para luego proceder con la compactación final mediante un bloque accionado con un mecanismo biela-manivela, lo cual garantiza que la lata se reduzca al volumen requerido. Esta máquina ha sido diseñada para ser compacta y segura hacia el operador. Para lograr este diseño, se realizó ensayos sobre latas de aluminio en distintas formas de compactado, para determinar la forma más eficiente que requiera la menor fuerza para la compactación. Se concluyó que el diseño presentado cumple con los objetivos planteados, y es una máquina que puede ser usada en pequeños negocios, centros comerciales, etc., facilitando el transporte de latas hacia centros de acopio de metales para su reciclaje [8].

Debido a iniciativa de fomentar la industria del reciclaje para optimizar el consumo de recursos en la obtención de materia prima, la empresa CEDAL S.A. impulso un proyecto de reutilización de viruta de aluminio para la obtención de materia prima de calidad y reducir la incidencia de consumo de material importado. Por esta razón, se generó el diseño de un prototipo de compactadora de viruta de aluminio, que permita mejorar el proceso de tratamiento y reutilizar los desechos generados en la empresa CEDAL S.A. Este diseño fue realizado mediante una investigación de compactadoras en el mercado internacional, de las cuales se tomaron las mejores condiciones para realizar el trabajo, además, los planos, cálculos mecánicos, hidráulicos y

eléctricos, se los realizó en el software Autodesk Inventor, los cuales fueron entregados a la empresa para facilitar el desarrollo del prototipo cuando esta lo requiera [9].

Se diseñó el sistema automático de un compactador de aluminio mediante sistemas electrohidráulicos, con la finalidad de incrementar la seguridad en el proceso y producción de pacas de aluminio con dimensiones similares. Inicialmente se comprendió el principio de funcionamiento de la máquina compactadora, se analizó el funcionamiento de la máquina en condiciones actuales, para determinar las mejoras que se implementarían, se determinó el equipo necesario más adecuado para la automatización y finalmente se realizó la programación en escalera para su correcto funcionamiento. Gracias a estas actualizaciones, la empresa agilizó sus procesos con mayor rapidez, seguridad y calidad para competir con empresas similares en el mercado, obteniendo como ventajas una máquina compactadora totalmente funcional que cubre sus necesidades, mayor seguridad para el personal involucrado, garantizar el tamaño de pacas compactadas para ser introducidas al horno, ahorro en transporte de material de aluminio desprendido de otros procesos, evitar la compra de material que no cumpla estándares de calidad, tener un control sobre los residuos desprendidos en el proceso de compactación y ahorro de tiempo de los trabajadores para operar la máquina el cual puede ser invertido en realizar otras actividades [10].

2.1. Servicios Metalúrgicos Otavalo Como Empresa

Servicios Metalúrgicos Otavalo (SMO) es una empresa ecuatoriana derivada de la necesidad del mercado local, para ofrecer un servicio de alta calidad y variedad. Ha logrado brindar sus servicios a varias empresas de la localidad, presentando eficiencia en el área de metalmecánica, mantenimiento de maquinaria pesada, fabricación y mantenimiento de maquinaria de uso industrial.

En 2004 inicia con un nuevo proyecto, el diseño y fundición de metales como hierro fundido, bronce y aluminio, garantizando sus trabajos gracias a la amplia experiencia acumulada durante los últimos años y formación técnica del personal.

Visión

Establecernos entre las primeras empresas proveedoras de servicios en el área de metalmecánica, mantenimiento, metalúrgica a nivel nacional.

Misión

Proveer servicios técnicos y tecnológicos apegados a los requerimientos y necesidades de nuestros clientes.

Proceso Actual

El proceso que SMO utiliza para preparar la chatarra metálica previa su fundición es rudimentario, lento y presenta riesgos para el personal que realiza este trabajo. Este proceso previo se puede subdividir en pequeñas etapas como selección, preparación y transporte.

Selección

SMO al no tener un área destinada a el almacenamiento adecuado de la chatarra, todos los desperdicios que adquiere o genera en sus procesos los coloca en el mismo sitio, entonces toda la chatarra metálica sin importar dimensiones o material termina mezclada, por lo tanto, el personal debe seleccionar manualmente la chatarra metálica dependiendo el material que se requiera para la fundición, arriesgando su salud ante polvos o cortes.

Preparación

En esta etapa, la chatarra metálica seleccionada, la cual no dispone de dimensiones adecuadas para ingresarlas al horno, pasa por un proceso de corte sea manual o con herramientas especializadas, el cual sirve para darle las dimensiones correctas que permitan su fundición, en este caso la entrada del horno de SMO es de 30 cm de diámetro, por lo que cualquier chatarra de dimensiones superiores debe pasar por este proceso, el cual de igual forma genera riesgos a los trabajadores.

Transporte

La chatarra al estar ubicada en un área fuera del lugar de trabajo de SMO, debe ser transportada hacia el área de fundición o el área de corte, este trabajo se lo hace manualmente, por lo que genera un riesgo de lesiones hacia los trabajadores ya que la chatarra tiene diferentes formas y usualmente pesos superiores a los que se recomienda cargar por persona, por lo que en la mayoría de los casos es un trabajo de varios trabajadores, lo que aumenta los riesgos.

2.2. Chatarra Metálica

Como muestra la **Figura 2-1**, chatarra metálica se refiere a cualquier tipo de componente metálico que ha perdido su valor, ha sido descartado de su uso, o ha sido desechado debido al desgaste, fractura o rotura por lo que es considerado chatarra. Estos componentes metálicos pueden provenir de una variedad de fuentes como automóviles, electrodomésticos, maquinarias, entre otros, por lo que algunos de estos desechos tienen un valor económico que puede ser recuperado si es reciclado correctamente.

Figura 2-1

Chatarra metálica en la empresa SMO.



Nota: SMO no mantiene una organización de estos desperdicios debido a la variedad de tamaños y materiales. Elaboración Propia.

El reciclaje de esta chatarra metálica se utiliza para ser reutilizado en la fabricación de nuevos productos, por lo que se considera un proceso amigable con el ambiente, al reducir los residuos que son desechados y conservar los recursos minimizando la extracción de nuevos metales y los efectos que esto produce, además el reciclaje de chatarra es rentable económicamente a comparación del procesamiento de nuevos recursos.

Este proceso de reciclaje de chatarra implica pasos como la clasificación según el metal, limpieza para evitar impurezas, corte de piezas con grandes dimensiones, compactación del material para formar pacas maniobrables y la fundición de estas pacas para la fabricación de nuevos productos.

Cualquier tipo de desecho metálico sea ferroso o no ferroso como el acero, hierro, latón pueden ser reciclados cuando han cumplido su funcionalidad y vida útil. Pueden ser reciclados sin perder calidad las veces que se lo requiera, sin importar su origen. Esto a nivel industrial significa un importante beneficio medioambiental y a nivel económico supone ahorros en términos energéticos, menor uso de agua, y ahorros en el uso de materias primas [11].

2.2.1. Clasificación de chatarra metálica

Estos tipos de desperdicios metálicos se clasifican en base a él origen del lugar u objeto del qué se los obtiene, la mayor cantidad de estos residuos corresponden a virutas o láminas delgadas que se consideran de poca densidad, y los residuos principalmente obtenidos de la industria se los considera de mayor densidad.

Chatarra de alta densidad

Se trata de la chatarra de acero con bajo nivel de carbono, que usualmente proviene de restos de maquinarias industriales, lingotes, rebabas, láminas de un espesor mayor a 3mm, la densidad mínima es de $1763,69 \text{ lb}/\text{m}^3$, el reciclaje de este tipo de chatarra se utiliza para fabricar pacas de pequeños residuos ya que su resistencia a la compresión es alta [12].

Chatarra de baja densidad

Este tipo de chatarra es de bajo contenido de carbono y usualmente abarca desechos de metales no pesados como tuberías, laminas delgadas, carrocerías de vehículos, posee una densidad

es de $1102,31 \text{ lb}/\text{m}^3$, por lo que es utilizada para la fabricación de pacas ya que al comprimirse pasa a ser de alta densidad [12].

Chatarra de muy baja densidad

Se considera chatarra de muy baja densidad a desperdicios de hojalatería, alambre, alambrón, virutas y laminas delgadas, por lo cual su densidad es considerada menor a la chatarra de baja densidad, para clasificarla se verifica que no tengan adherido otros materiales extraños, este tipo de chatarra se mezcla con la chatarra de baja densidad para su compresión y fabricación de paca, ya que se considera chatarra de alta densidad luego del proceso de compactación [12].

2.2.2. Materiales de chatarra metálica

Los materiales que se obtienen de la chatarra metálica varían según el material que se recicle. Los materiales más comunes de desechos metálicos son el hierro, el acero, el aluminio, y otros metales no ferrosos.

Hierro y Acero

El hierro está considerando como el metal más común y con mayor utilidad cuando se lo recicla. Es un elemento esencial en la producción del acero. Este material es utilizado principalmente en aleaciones con otros metales para aumentar su resistencia y durabilidad. Los desechos de hierro son recuperables en su 100% sin perder calidad o características extras por el proceso de fundición [1].

Aluminio

El aluminio es liviano, fuerte en aleación con otros metales, muy dúctil y maleable, puede ser estirado hasta su transformación en alambre o ser extendido hasta construir una lámina delgada. Estas propiedades lo convierten en un material con muchas aplicaciones industriales, el aluminio

de igual forma es un material que puede ser reciclado en un 100% sin que afecte su calidad, puede ser obtenido de manera sencilla desde latas de bebidas, ollas y sartenes, hasta aluminio de construcción, como perfiles de estructuras, muebles de aluminio, partes de vehículos [1].

El reciclaje del aluminio tiene un impacto favorable en el medio ambiente, ya que se reducen gastos ambientales y económicos de transporte, energía, agua, etc., además la energía necesaria para reciclar aluminio solo es el 5% de la energía necesaria para producirlo a partir de la materia prima [1].

Otros Materiales No Ferrosos

Este tipo de metales se encuentran raramente en la basura domiciliaria, a pesar de que su precio de venta es elevado, no tiene una contribución significativa en las ganancias de una planta de reciclaje, debido a su bajo volumen de recuperación [1].

2.3. Compactadora De Chatarra

Las compactadoras y prensas son máquinas compuestas por sistemas hidráulicos y/o neumáticos, además dada la fuerza y bondades de los sistemas hidráulicos, su principal uso se lo enfoca en áreas industriales y comerciales, pero también los costes en cuanto a elementos, mantenimiento y uso son excesivos [5].

Este tipo de equipos de compactación utilizados en operaciones de desechos sólidos pueden clasificarse como estacionarios o movibles. Cuando los desechos son transportados hasta el compactador manual o mecánicamente, el compactador es estacionario.

Las compactadoras usadas pueden ser divididas por su presión de compactación como: baja presión, menos de 100 lb/pulg^2 y presión alta, más de 100 lb/pulg^2 [2].

Clasificaciones de compactación

La clasificación según el tipo de compactación está determinada por la ubicación y dirección de movimiento de la placa móvil.

Horizontal

En este sistema, inicialmente la “tapa” de la cámara de compactación baja hasta una posición determinada en la que se bloquea, para posteriormente realizar el movimiento de la placa móvil en cualquier dirección del plano horizontal realizando la compactación.

Vertical

En este sistema, la placa móvil se encuentra en la parte superior de la estructura, y realiza la compactación al desplazarse hacia abajo presionando lo que se encuentre en la cámara.

2.4. Sistemas De Transmisión De Potencia

Sistema Neumático

Las compactadoras neumáticas tienen la ventaja de realizar el trabajo mucho más rápido ya que utiliza aire comprimido para su funcionamiento, pueden emplearse en una gran variedad de lugares como preparación de alimentos, oficinas y zonas de residuos mixtos, el problema con este tipo de máquinas es que no soportan grandes pesos para realizar su trabajo [5].

Sistema Hidráulico

Las compactadoras hidráulicas tienen la ventaja de realizar trabajos más pesados que requieren mayor fuerza, desde 60 hasta 500 toneladas, ya que usan un líquido, generalmente aceites incompresibles a diferencia de los neumáticos que trabajan mediante aire. Estas máquinas son

ideales para industrias metalúrgicas, prensas, maquinaria de obra pública, sistemas de transporte [5].

La mayoría de compactadoras utilizan un sistema hidráulico para transmitir su movimiento, ya que estas ejercerán una alta presión al compactar diferentes materiales, tomando esto en cuenta se decide utilizar este tipo de sistema en la máquina a diseñar, ya que máquinas comerciales utilizan una fuerza de compactación entre 50 y 125 toneladas, sin embargo se indica que la fuerza ideal necesaria para compactar el chasis de un vehículo es de aproximadamente 160 toneladas como máximo, por lo tanto la fuerza de la máquina deberá ser aproximada de este valor para tener la capacidad de funcionar con la mayoría de desechos metálicos [3].

Cilindros hidráulicos

Son actuadores mecánicos, los cuales transforman el movimiento rotativo de la bomba a la entrada, en un movimiento línea del cilindro en su salida, por lo que son utilizados para ejercer fuerza de forma lineal.

A pesar de la alta estandarización de sus dimensiones en su fabricación, existen varias empresas dedicadas a la fabricación de productos a pedido, ya que, en ciertas aplicaciones, se requiere cilindros con dimensiones especiales [6].

Se puede clasificar a los cilindros hidráulicos en: cilindros de simple efecto y cilindros de doble efecto.

Cilindros de simple efecto

Este tipo de cilindros son los más sencillos de fabricar y de utilizar, poseen un solo puerto de entrada y salida del fluido hidráulico, ejercen fuerza en una sola dirección la cual es usualmente

en el empuje y su retorno puede ocurrir por gravedad si se coloca verticalmente, sin embargo, en su mayoría utilizan un resorte para su retorno [6].

Cilindro de doble efecto

En este tipo de cilindros son los más utilizados en el ámbito industrial por la facilidad de controlar su recorrido en cualquier punto, su accionamiento se da por el flujo de un fluido hidráulico en ambos sentidos, puede ejercer fuerza en ambas direcciones ya que posee 2 puertos de entrada y salida del fluido [6].

Bomba hidráulica

Se trata de un componente el cual se encarga de impulsar el flujo del líquido, este proceso se da en dos etapas: La aspiración se da cuando se comunica energía mecánica a la bomba, por lo cual esta empieza a girar y generar diferencia de presiones entre la bomba y el depósito, mientras que la descarga se presenta cuando el aceite es llevado por la bomba de salida, e ingresa al sistema donde encuentre espacio disponible [9].

Bombas de desplazamiento positivo

Estas bombas cumplen la función de entregar un gran caudal constante del líquido y tener la resistencia suficiente para soportar grandes presiones donde las bombas hidráulicas normales no son suficientes [9].

Bombas de engranaje interna

Son bombas de construcción compacta las cuales generan un vacío más acusado gracias a su estanqueidad, dan menos presión y caudal [9].

Bomba de rotor

Funciona con principio de una bomba de engranaje de dientes externos, por lo que ambos elementos giran en sentidos opuestos, gracias a esto logra aumentar el volumen y disminuir la presión para conseguir la aspiración del fluido con un caudal constante al no poder variar la cilindrada [9].

Bombas de paletas

Se trata de bombas con características intermedias entre las de engranajes y pistones, además son muy silenciosas, con caudal con pocas pulsaciones y sensibles a cambios de presión [9].

Bombas de paletas equilibradas

Son bombas de caudal constante, cuyo nombre se debe a la posición de las bocas donde ingresa y sale el aceite [9].

2.5. Sistema de Control Hidráulico

Al tratarse de un sistema hidráulico, se debe utilizar accesorios adecuados para controlarlo, en este caso se usarán válvulas, manómetros y una unidad hidráulica para esto.

2.5.1. Válvulas Hidráulicas

Las válvulas hidráulicas son utilizadas en gran parte de áreas industriales, su función es controlar la potencia de un sistema hidráulico, influyendo en el movimiento de los equipos. De todos los tipos de válvulas comerciales destacan tres principales: válvulas direccionales para controlar la dirección de movimiento, válvulas de caudal para controlar la velocidad del flujo y válvulas de presión que controlan la fuerza del sistema. Las válvulas direccionales pueden ser accionadas manualmente por el operador, mediante un botón, palanca o pedal, o pueden ser accionadas mecánicamente mediante rodillo, piloto hidráulico, piloto neumático o solenoide [13].

Figura 2-2

Válvulas hidráulicas comerciales.



Nota: Tomado del catálogo de Bosch Rexroth [14].

2.5.2. Manómetros de Presión

Se trata de un dispositivo el cual permite medir la intensidad de un fluido en un recipiente cerrado, al utilizar conexiones mecánicas, su función principal es medir presiones estáticas o presiones que varían lentamente. Este tipo de manómetros aseguran que no existen fugas ni cambios de presión en el funcionamiento de un sistema hidráulico, están diseñados para trabajar dentro de un rango definido, por lo que pueden ser instalados en cualquier lugar del sistema donde se necesite medir la presión, aunque son muy útiles en un subsistema que trabaje a una presión diferente a la presión de trabajo de la unidad hidráulica [15].

Figura 2-3

Manómetro de presión comercial.



Nota: Tomado del catálogo de Bosch Rexroth [14].

2.6. Compactadoras De Chatarra Comerciales

Compactadora hidráulica vertical JY-8 y JY-9

Este equipo de reciclaje de estructura vertical es flexible para ser transportado y fácil de operar. Su función es comprimir y empaquetar envases de gaseosas, hombros de aluminio y viruta extraída de procesos con tornos y otros tipos de desechos.

Características:

- Fácil de instalar y requiere poco espacio de instalación.

Se controla con botones conducidos por el motor (control automático y control manual).

- La alimentación y compresión de chatarra se termina casi al mismo tiempo. Por lo tanto, toda la chatarra, firmemente comprimida en una unidad, no se caerá.

Tabla 2-1

Compactadora hidráulica vertical JY-8 / JY-9.

Modelo	JY-8 / JY-9
Presión nominal	50 ton / 60 ton
Tamaño del paquete	300 x 300mm
Tamaño de la cámara (L x A x A)	300 x 300 x 1200mm
Capacidad por hora unidades/hora	
Capacidad de instalación	7.5kW / 11kW
Modo de trabajo	Botones
Espacio de instalación	1150 x 1250 x 2900mm

Nota: Esta tabla muestra las características de la compactadora. Tomado de [16].

Prensa para chatarra Y81-1000 y Y81-1250

La prensa de chatarra se utiliza para comprimir y formar fardos de diferentes tipos de chatarra metálica como chatarra de acero, de aluminio, de cobre y de latón. La escoria de metal se comprime generalmente en fardos rectangulares, cilíndricos, u octagonales para reducir el costo del transporte y de la fundición. La prensa compactadora de chatarra puede compactar de 0.5 a 1 tonelada por hora, con una fuerza de compactación de 10 grados desde 63 a 600 toneladas.

Características:

- Estas compactadoras de desechos metálicos usan un mecanismo hidráulico para su movimiento, el cual puede ser accionado de forma manual o automatizada con un PLC.
- Las superficies que tienen contacto con la chatarra durante la compactación están revestidas con placas con mayor resistencia al desgaste.
- No es necesario una instalación fija, debido a que esta compactadora utiliza diésel como combustible, puede ser utilizada en cualquier lugar sin que afecte la falta de energía eléctrica.

Tabla 2-2

Prensa para chatarra Y81-1000 / Y81-1250.

Modelo	Fuerza nominal	Tamaño de la cámara	Sección de la compactadora	Potencia
Y81 - 100	1000kN / 100ton	1000 x 600 x 500mm	230 x 230	11kW
Y81 - 1250	1250kN / 125ton	1200 x 700 x 600mm	300 x 300	15kW
			250 x 250	

Y81 – 1600A	1600kN / 160ton	1600 x 1000 x 700mm	350 x 350	22 / 30kW
			400 x 400	
Y81 – 1600B		1600 x 1200 x 800mm	350 x 350	
	400 x 400			
Y81 – 1600C		1400 x 800 x 700mm	350 x 350	37kW
Y81 – 2000A	2000kN / 200ton	1600 x 1000 x 800mm	400 x 400	30 / 37kW
Y81 – 2000B		1600 x 1200 x 800mm	400 x 400	
			450 x 450	
Y81 – 2000C		1800 x 1400 x 900mm	400 x 400	
	450 x 450			
Y81 – 2000D		2000 x 1400 x 900mm	450 x 450	
Y81 – 2500A	2500kN / 250ton	2000 x 1400 x 900mm	500 x 500	44 / 60kW
Y81 – 2500B		2000 x 1750 x 1000mm	500 x 500	
Y81 – 2500C		2000 x 1750 x 1200mm	600 x 600	
Y81 – 3150A	3150kN / 315ton	2000 x 1400 x 1000mm	500 x 500	60 / 90kW
Y81 – 3150B		2000 x 1750 x 1200mm	500 x 500	
			600 x 600	

Nota: Tomado del catálogo de Jiangyin Tianfu Technology Co., Ltd

Compactadora de chatarra de empacadora de metal residual Y81F-250

La empacadora hidráulica se utiliza principalmente para chatarra de hierro, chatarra de acero, chatarra de cobre y otros productos con operación simple, rápida y adecuada para el tamaño de las empresas de producción.

Características:

- Placa de revestimiento Hardox500
- Un nuevo diseño de integración. Evitar la instalación secundaria, conveniente para el transporte.
- Transmisión hidráulica, diseño compacto, excelente propiedad de sellado.
- Accionamiento hidráulico con valor manual o PLC, utilice motor diésel cuando el motor eléctrico no esté disponible.

Tabla 2-3

Compactadora de chatarra de empacadora de metal residual Y81F-250.

1	El cilindro de presión principal	Tipo	YG340 / 220	La cantidad	1
		La intención de empujar la fuerza	2500kN	El tamaño de viaje de regreso	1000mm
2	El cilindro de presión lateral	Tipo	YG240 / 180	La cantidad	2
		La intención de empujar la fuerza	1200kN	El tamaño de viaje de regreso	1500mm
3		Tipo	YG125 / 80	La cantidad	1

	Pequeño cilindro de la puerta	La intención de empujar la fuerza	300kN	El tamaño de viaje de regreso	360mm
4	Tapa de cilindros de puerta	Tipo	YG200 / 140	La cantidad	1
		La intención de empujar la fuerza	800kN	El tamaño de viaje de regreso	1430mm
5	La densidad del fardo		$\geq 2000 \text{ kg/m}^3$		
6	Sistema hidráulico de la fuerza de trabajo		25Mpa		
7	El tamaño interior de la presión		2000 x 1400 x 1000mm		
8	Tamaño de la masa de metal		500 x 500mm		
9	Solo para hacer circular el tiempo (No contiene alimentación)		$\leq 105\text{s}$		
10	El motor	Tipo	S200L2-4	La alimentación	22kW
		Los reglamentos de la velocidad de giro	1450 r/min	La cantidad	2
11	Bomba hidráulica	Tipo	160 YCY14-1B	La presión máxima	31.5Mpa
		La intención de la capacidad de la fila	160 ml/r	La cantidad	2

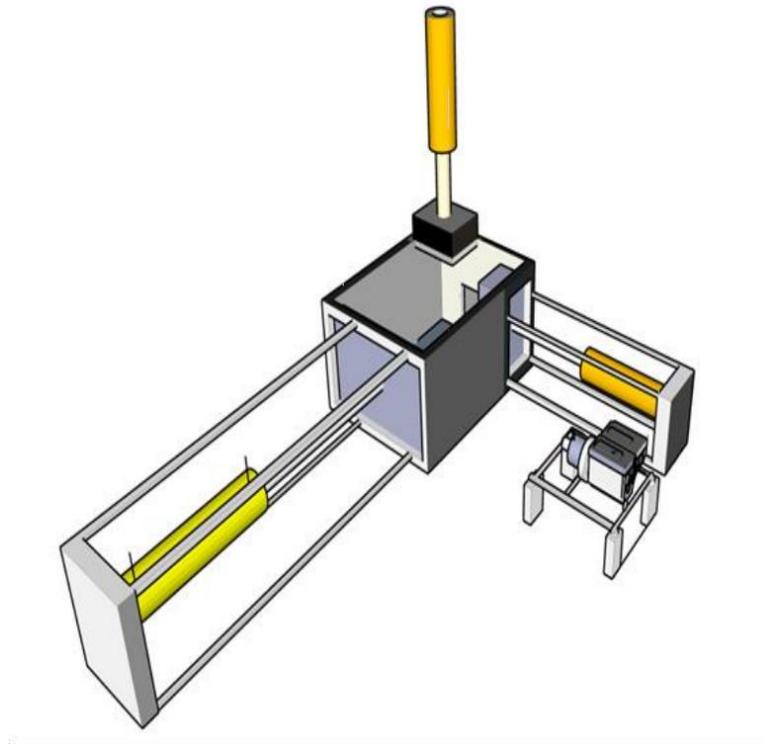
Nota: Tomado del catálogo de Jiangyin Metallurgy Hydraulic Machine Factory.

2.7. Compactadoras De Chatarra – Trabajos De Titulación

Compactadora de chatarra liviana de acero

Figura 2-4

Compactadora liviana de acero.



Nota: Tomado de [4].

La máquina de la **Figura 2-**, se trata de una compactadora de acero, la cual posee un sistema de transmisión hidráulico por ser muy duraderos y seguros, poder regular la velocidad de accionamiento de forma continua y su mantenimiento corto y relativo en cuanto a costos al ser componentes muy comerciales. Su cámara de compactación está diseñada con acero de placa anti desgaste T-500 para evitar daños de abrasión por la chatarra. Cada uno de sus cilindros es diseñado para mantener una presión máxima de 35100 psi, por lo que usa una bomba con un caudal de 40 GPM, accionada mediante un motor de 220 hp [4].

Compactadora de carrocerías de carros y camionetas

Esta compactadora tiene una estructura diseñada en su mayoría en acero estructural ASTM A36 debido a sus propiedades de alta resistencia y la posibilidad de implementar soldadura para su construcción. Para esta máquina es necesario aplicar un mantenimiento preventivo cada 2000 horas de trabajo, para tener un funcionamiento óptimo del proceso [3].

Tabla 2-4

Compactadora de carrocerías.

Especificaciones de la Compactadora	
Capacidad de compactación	160 ton
Área de compactación (ancho x largo)	2m x 6.1m
Altura de la compactadora en descanso	3.0677 m
Altura de la compactadora en altura máxima	4.82567 m
Altura máxima de compactación	2 m
Tiempo de operación	5 min
Potencia del motor	40 HP
Revoluciones del motor	2950 rpm
Corriente	220 – 380 V
Intensidad Nominal	95 – 795 A
Caudal de la bomba a 2950rpm	15.882 GPM
Presión de la bomba	250 kg/cm ²

Nota: Esta tabla muestra las características para el diseño de la compactadora para carros. Tomado de [3].

Prototipo de compactadora de chatarra de aluminio para reciclaje

Se trata de un prototipo de compactadora, la cual posee un sistema hidráulico accionado por un motor eléctrico a 220V Δ o 440V λ, con una potencia de 45 KW para realizar el proceso de compactación con una presión de 300 bar, este sistema se conforma por una etapa de pre-compactación la cual ayuda a que el material ingrese al molde de compactación con una forma y densidad cercana a la final, luego el cilindro compactador realiza el trabajo de reducir el volumen hasta alcanzar la densidad deseada, finalmente un tercer cilindro realiza el cambio de molde, el cual permite expulsar la briqueta anterior y compactar una nueva, teniendo una producción de 128 briquetas/hora. Este prototipo tiene un costo de construcción de 23.144,51 USD, y mediante un análisis económico y financiero se indicó que el proyecto es atractivo y rentable para cualquier tipo de inversión [2].

Capítulo 3 Marco Metodológico

En el presente capítulo se indica la metodología utilizada para desarrollar este trabajo de titulación, con la finalidad de detallar de forma clara y concisa el procedimiento realizado para obtener un diseño de una compactadora de chatarra metálica que satisfaga las necesidades de la empresa SMO.

3.1. Enfoque de la Investigación

El presente trabajo de titulación se basará en investigación documental, debido a que se recolecta y selecciona información relacionada al tema, de documentos, artículos, investigaciones, entre otros, para analizar datos e información que ayude a cumplir con el objeto de estudio.

Además, se utiliza investigación descriptiva, ya que se detallarán las características principales, utilizando criterios sistemáticos para establecer una estructura del objeto de estudio, analizando la información y comparándola con otras fuentes.

Así mismo, con investigación experimental se analiza el diseño con determinadas condiciones, para observar el comportamiento de este, y se identifica los cambios que se generan al momento de variar estas condiciones, estableciendo un fenómeno de causa y efecto.

3.2. Diseño de la Investigación

A continuación, se indica las fases y sus respectivas actividades, las cuales son necesarias para obtener un diseño de compactadora de chatarra adecuado para SMO. Cada una de estas fases se realizan en base a los objetivos específicos de este trabajo de titulación.

Fase 1.- Análisis de compactadoras existentes.

En esta fase se realiza una investigación de compactadoras de chatarra existentes o similares, ya sea compactadoras comerciales o trabajos de titulación realizados. Se obtendrá características básicas que componen una compactadora de chatarra, su funcionamiento, sistemas y materiales que compactan.

Actividad 1: Investigación de compactadoras de chatarra en la web o repositorios de tesis universitarias nacionales e internacionales.

Actividad 2: Análisis de costos, funcionamiento de compactadoras, sistemas de compactación, materiales compactados.

Actividad 3: Se establece los requisitos básicos que tendrá el sistema de compactación para que funcione de forma adecuada.

Fase 2.- Especificaciones de diseño para la compactadora.

En esta fase se realiza una entrevista a SMO para identificar cuáles son los requerimientos que la compactadora de chatarra de cumplir, así mismo como los parámetros que tendrá la misma dependiendo el uso que tendrá en el área en el que va a ser implementada. Posteriormente, se presenta a SMO 2 propuestas de compactadoras dependiendo el sistema de compactación, mostrando las ventajas y desventajas de cada una, para que SMO elija el sistema de compactación más adecuado para iniciar con el diseño.

Actividad 1: Elaboración de una entrevista dirigida al personal de la empresa SMO.

Actividad 2: Elaboración de una lista con los parámetros y los requerimientos de la empresa.

Actividad 3: Diseño de sistemas de compactación.

Actividad 4: Selección del sistema de compactación y sistema de transmisión de potencia adecuado para SMO.

Fase 3.- Diseño de la compactadora de chatarra.

En esta fase se diseña la compactadora de chatarra metálica y sus respectivos componentes en base al sistema de compactación seleccionado, se propone un modelo basado en compactadoras que otorguen un sistema similar y sea robusto para soportar la fuerza que tendrá la máquina, para ser adecuado a los requerimientos de SMO.

Actividad 1: Diseño de un modelo inicial de compactadora de chatarra.

Actividad 2: Realización de cálculos hidráulicos.

Actividad 3: Análisis de elementos comerciales y sus características.

Actividad 4: Diseño final de la estructura de la compactadora de chatarra.

Fase 4.- Validación del diseño de la compactadora de chatarra.

En esta fase se realizan las pruebas que permitan determinar el correcto funcionamiento del sistema, analizando los resultados obtenidos para observar si cumplen con todos los requerimientos establecidos por SMO. Además, se corrigen los errores que se presenten para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema.

Actividad 1: Simulación de cargas y factor de seguridad.

Actividad 2: Análisis de resultados obtenidos.

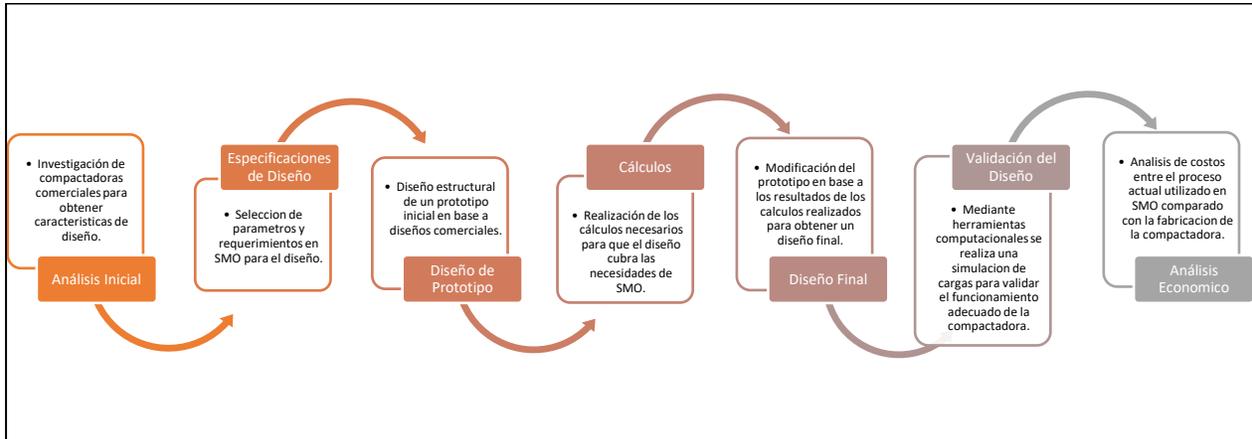
Actividad 3: Validación del diseño y corrección de posibles errores de funcionamiento.

Actividad 4: Análisis de factibilidad económica.

Actividad 5: Redacción del documento.

Figura 3-1

Diagrama de flujo de la metodología utilizada.



Nota: Elaboración Propia.

Capítulo 4 Resultados y Discusión

En el presente capítulo se especifican los parámetros que debe cumplir nuestra alternativa para generar la solución adecuada que cumplirá la compactadora de chatarra metálica. Además, se describen cada uno de los elementos que conforman el sistema diseñado, se analizarán los esfuerzos mediante herramientas computacionales y cálculos analíticos para garantizar el correcto funcionamiento.

4.1. Especificaciones del Sistema a Diseñar

Como se indicó en la parte de objetivos, el diseño propuesto está determinado por los parámetros y requerimientos de la empresa, con la finalidad de cubrir las necesidades de esta y prevenir posibles fallos ante cualquier factor en el ambiente en el que va a ser implementado. Además de identificar las variables principales, entregando un diseño óptimo y evitando sobredimensionamientos.

4.1.1. Dimensiones de la paca

Para las dimensiones máximas que puede tener la paca se tiene en cuenta las dimensiones de la compuerta del horno de SMO, la cual tiene un diámetro de 0.3 m. Por lo tanto, garantizando que el ingreso de la paca compactada al horno no presente dificultades, se decidió que las dimensiones finales deberán ser de 0.2 m x 0.2 m.

4.1.2. Peso de la paca

Para determinar este valor no se toma en cuenta el volumen máximo de material que puede admitir la cámara de compactación, como requerimiento de SMO, se tendrá un peso de paca final

que pueda ser manipulado de forma manual por los trabajadores, pero sin que se vea afectada su integridad física. Por lo tanto, se ha decidido que este peso se encuentre entre 25 kg y 40 kg para que esta pueda ser manipulada de manera manual entre uno o dos trabajadores, el cual es el rango de peso máximo recomendado para trabajos habituales y trabajos esporádicos.

4.1.3. Dimensiones de la cámara de compactación

Para determinar las dimensiones de la cámara, se realizará un estudio de máquinas comerciales que tengan una paca de 0.2 m x 0.2 m o similar, cuyos valores obtenidos servirán como guía de diseño.

4.1.4. Dureza de materiales

Según la empresa, entre los materiales utilizados para el proceso de fundición se tiene aluminio, cobre, bronce y acero, tomando en cuenta que el Módulo de Young en diferentes presentaciones de acero varía entre 170.000 N/mm^2 y 205.000 N/mm^2 , se toma como referencia $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$, el cual es el valor convencional para el cálculo y diseño de estructuras de acero, por lo tanto se tendrá en cuenta que la presión necesaria de la compactadora deberá superar este valor para que funcione correctamente con todos los materiales indicados.

4.1.5. Cantidad de material a compactar

Este parámetro está determinado por la capacidad del horno de fundición que usa la empresa la mayor parte del tiempo, por lo tanto, la máquina debe tener un rendimiento de compactación mínima de 500 kg/h, tomando en cuenta el parámetro del peso de la paca, nuestra máquina deberá realizar mínimo 20 compactaciones durante una hora.

4.1.6. Fuerza de compactación

La fuerza de compactación está indicada por dos factores, el límite de fluencia del material (acero) y fuerza nominal en compactadora comerciales, las cuales se usa como referencia para determinar un rango adecuado. La prensa compactadora Y81-1000 y Y81-1250, las cuales en sus especificaciones son compactadoras de acero con dimensiones de paca similares, tienen una fuerza nominal de 100 ton (1000 KN) y 125 ton (1250 KN) respectivamente, por lo que la fuerza de compactación de nuestro diseño se encuentra en el rango de ambas máquinas comerciales.

4.1.7. Seguridad del operador

SMO como empresa responsable, busca disminuir el riesgo al que está expuesto el operador, para lo cual ha solicitado un diseño que evite la mayoría de los riesgos de los operadores durante el uso y mantenimiento, y un control lo más sencillo posible para su manipulación.

4.1.8. Sistema de compactación

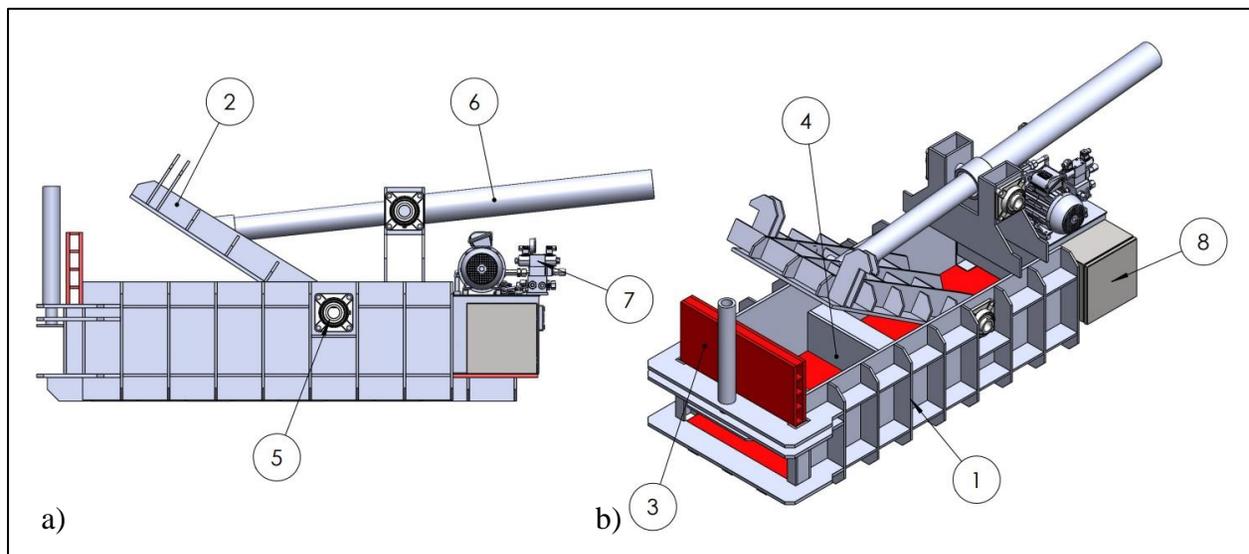
Luego de un análisis de sistemas, SMO ha decidido que la máquina debe tener un sistema de compactación horizontal, esto se debe a que este tipo de sistema se usa en máquinas similares con capacidades de materiales como acero y hierro, ya que su estructura ofrece mayor resistencia y robustez que un sistema vertical, por lo tanto, es ideal implementar este sistema en la compactadora para garantizar la funcionalidad en varios materiales.

4.2. Solución Propuesta

La estructura de la compactadora de chatarra metálica está compuesta principalmente por placas metálicas y cilindros hidráulicos como elementos del ensamble. Estos pueden apreciarse en la **Figura 4-1**.

Figura 4-1

Propuesta seleccionada de la compactadora. (a) Vista lateral, (b) Vista isométrica.



Nota: Elaboración Propia.

Tabla 4-1

Lista de elementos de la compactadora.

Número de elemento	Descripción	Cantidad
1	Estructura principal	1
2	Tapa de compactación	1
3	Compuerta frontal	1
4	Placa compactadora	1

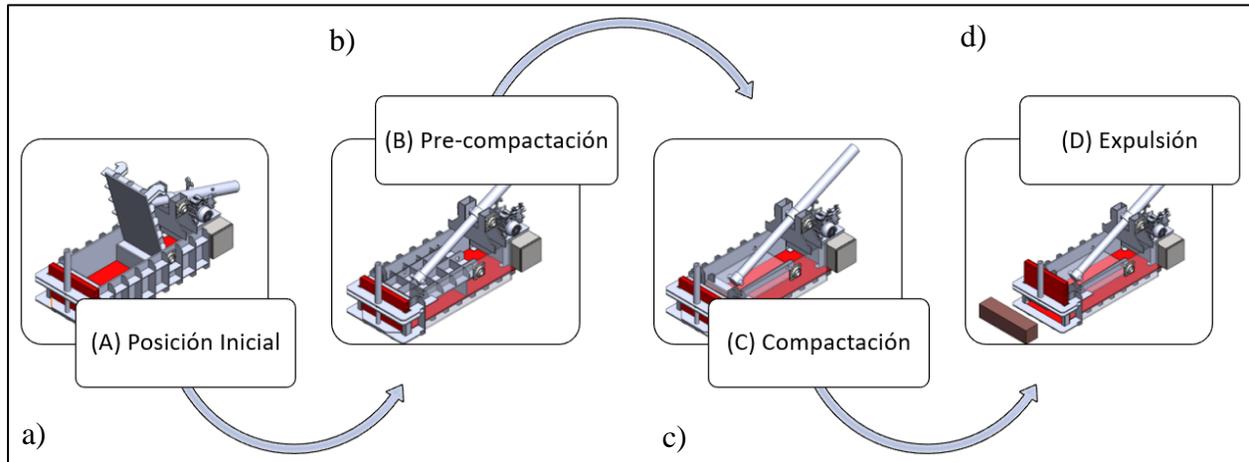
5	Chumacera	4
6	Cilindro hidráulico	3
7	Central hidráulica	1
8	Sistema de control	1

Nota: Elaboración Propia.

El funcionamiento del sistema se observa en la **Figura 4-1** y **Figura 4-2**, inicia con la ubicación de los cilindros en sus posiciones iniciales (A), permitiendo la colocación de la chatarra metálica en la cámara de compactación, cuya forma se genera por la estructura principal (1), la tapa de compactación (2), la compuerta frontal (3) y la placa de compactación (4). Posteriormente se realiza una pre-compactación (B), en la que la tapa de compactación (2) se acopla a la estructura (1) mediante un eje sujetado por chumaceras (5), cuyo movimiento se da gracias a un cilindro hidráulico (6), que al extender su vástago empuja la tapa (2) hasta la posición en la que se asegura, realizando una compactación ligera a la chatarra. Con la tapa (2) asegurada se realiza la compactación principal (C), en la que la placa de compactación (4) es empujada por un cilindro hidráulico (6), hasta dejar la paca en las dimensiones finales. Una vez compactada la chatarra se expulsa la paca final (D), para esto la placa (4) regresa ligeramente y la compuerta frontal (3) se eleva gracias a un cilindro hidráulico (6), para permitir la salida de la chatarra de la cámara gracias a un nuevo empuje de la placa de compactación (4). Una vez finalizado este proceso, los cilindros hidráulicos (6) regresan a la posición inicial (A) en orden: placa de compactación (4), compuerta frontal (3) y tapa de compactación (2).

Figura 4-2

Etapas de funcionamiento. (a) Etapa de posición inicial, (b) Etapa de pre-compactación, (c) Etapa de compactación, (d) Etapa de expulsión.



Nota: Elaboración Propia.

Todo el sistema hidráulico está conectado por mangueras y es impulsado por una unidad de potencia hidráulica (7). Finalmente, todo el control del sistema se realiza en un panel (8) mediante pulsadores para una manipulación y mantenimiento sencillo.

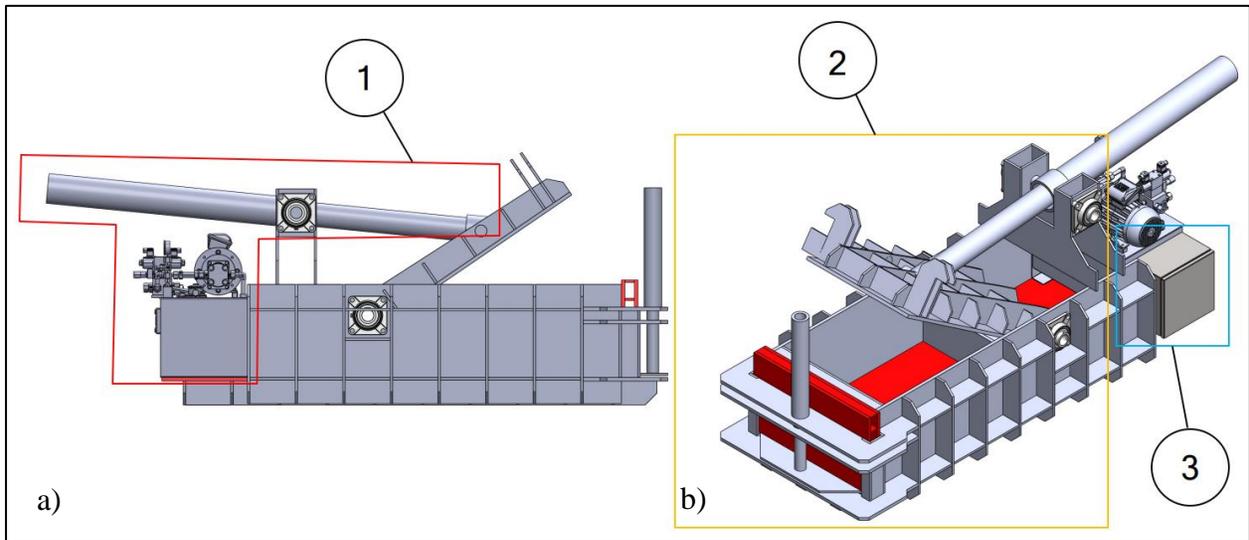
4.3. Especificaciones del Sistema Diseñado

Para la compactación de chatarra metálica se utiliza una estructura de placa, vigas y cilindros hidráulicos, por esta razón, es necesario definir las dimensiones del cilindro hidráulico que mueve la placa de compactación al ser el que ejercerá la presión principal. Para esto se tiene en cuenta que la fuerza de compactación es de 200 Toneladas como se indicó previamente, y se determina la potencia del motor y la presión de servicio de la central hidráulica para un correcto funcionamiento.

Las dimensiones calculadas de los cilindros hidráulicos deben ser adaptadas a medidas normalizadas del mercado para facilitar la adquisición de estos. Además, debido a él trayecto y posiciones que tendrán los cilindros hidráulicos, se utilizarán cilindros de doble efecto, para permitir una correcta compactación y retroceso a sus posiciones iniciales.

Figura 4-3

Solución seleccionada. (a) Vista lateral, (b) Vista isométrica.



Nota: Elaboración Propia.

Tabla 4-2

Lista de sistemas de la compactadora.

Número de elemento	Descripción	Cantidad
1	Sistema Hidráulico	1
2	Sistema Mecánico	1
3	Sistema de Control Hidráulico	1

Nota: Elaboración Propia.

4.4. Cálculo de Cilindros Hidráulicos

Como se indicó anteriormente, la fuerza necesaria para la compactación se encuentra entre 100 ton y 125 ton, para realizar los cálculos del diseño propuesto se toma en consideración el mayor valor, además todo el sistema será elegido a partir de una unidad hidráulica comercial compacta, cuya presión de trabajo es de 250 bar.

4.4.1. Cálculo del Cilindro Para la Placa Compactadora

Cálculo del Pistón

Utilizando las ecuaciones del libro Neumática e Hidráulica de Antonio Creus Solé [17]:

$$F_{\text{extensión}}(\text{Newton}) = P(\text{MPa}) \times \frac{\pi * D_{\text{pistón}}^2}{4} \times 0,9 \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$F_{\text{retracción}}(\text{Newton}) = P(\text{MPa}) \times \frac{\pi * (D_{\text{pistón}}^2 - D_{\text{vástago}}^2)}{4} \times 0,9 \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$P = \text{Presión de operación (MPa o bar)} = 25 \text{ MPa} = 3626 \text{ psi}$$

$$D_{\text{pistón}} = \text{Diámetro interior del cilindro o pistón (mm)}$$

$$D_{\text{vástago}} = \text{Diámetro del vástago (mm)}$$

$$0,9 = \text{Coeficiente de rozamiento de rodamientos, juntas y partes móviles del cilindro}$$

La fuerza requerida para la compactación del acero como se indicó en los parámetros será de 125 toneladas,

$$F_{\text{extensión}} = 125 \text{ Ton} \times \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Ton}} \times \frac{2,2 \text{ lbf}}{1 \text{ Kg}} = 275000 \text{ lbf} = 1226,25 \text{ kN}$$

Despejando el diámetro interior del cilindro de la Ecuación (1), se obtiene lo siguiente:

$$D_{pistón} (mm) = \sqrt{\frac{4 \times F_{extensión}}{\pi \times P \times 0,9}} = \sqrt{\frac{4 \times 1226250 \text{ N}}{\pi \times 25 \text{ MPa} \times 0,9}} = 263,42 \text{ mm} = 10,37 \text{ in}$$

Con el diámetro interior se determina el área de avance, a partir de la ecuación:

$$A_{extensión} = \frac{\pi}{4} \times D_{pistón}^2 \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$A_{extensión} = \frac{\pi}{4} \times (26,342 \text{ cm})^2 = 545 \text{ cm}^2$$

$$A_{extensión} = \text{Área de extensión}$$

Para calcular la fuerza de retracción se utiliza la Ecuación (4):

$$F_{extensión} = F_{retracción} \times 1,6 \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$F_{extensión} = \text{Fuerza de extensión}$$

$$F_{retracción} = \text{Fuerza de retracción}$$

$$F_{retracción} = \frac{275000 \text{ lbf}}{1,6} = 171875 \text{ lbf} = 764,54 \text{ kN}$$

Conociendo la fuerza de retracción, se encuentra el área de retracción utilizando la siguiente ecuación:

$$A_{retracción} = \frac{F_r}{P \times \eta} \quad \text{Ecuación (5)}$$

$A_{retracción}$ = Área de retracción

η = Eficiencia del motor = 87%

$$A_{retracción} = \frac{171875 \text{ lbf}}{3626 \text{ psi} \times 0,87} = 54.48 \text{ in}^2 = 351,53 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Vástago

Para calcular el diámetro del vástago se necesita calcular el área del vástago, para esto se utiliza el área de extensión y área de retracción calculados anteriormente, para ser implementados en la ecuación:

$$A_{extensión} = A_{retracción} + A_{vástago} \quad \text{Ecuación (6)}$$

$$A_{vástago} = 545 \text{ cm}^2 - 351.53 \text{ cm}^2 = 193,47 \text{ cm}^2 = 30 \text{ in}^2$$

Luego de calcular el área del vástago, se utiliza la ecuación usada para calcular el área de extensión, pero en este caso con los valores para el diámetro del vástago:

$$A_{vástago} = \frac{\pi}{4} \times D_{vástago}^2 \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$D_{vástago} = 2 \sqrt{\frac{A_{vástago}}{\pi}}$$

$$D_{vástago} = 2 \sqrt{\frac{193,47 \text{ cm}^2}{\pi}} = 15,7 \text{ cm} = 6,18 \text{ in}$$

Longitud de Carrera

La longitud de carrera del cilindro hidráulico depende de los parámetros de diseño, en este caso del recorrido que tendrá la placa de compactación

$$L_c = R_{max} - R_{min} \quad \text{Ecuación (8)}$$

$$R_{max} = \text{Recorrido máximo}$$

$$R_{min} = \text{Recorrido mínimo}$$

$$L_c = R_{max} - R_{min}$$

Observando que la tapa de compactación también debe realizar una compactación inicial, el cilindro hidráulico utilizado tendrá características iguales para que tenga la capacidad adecuada para realizar una pre-compactación ideal de la chatarra sin presentar ningún inconveniente.

4.5. Selección de Cilindros Comerciales

Teniendo en consideración que la fabricación de un cilindro hidráulico adecuado a las medidas calculadas tendría con costo muy elevado, por esta razón es necesario seleccionar un cilindro hidráulico comercial con dimensiones de diámetro de pistón y vástago normalizadas, debido a la facilidad de adquisición entre los fabricantes.

Con la finalidad de mantener un sistema en común, se decide elegir un cilindro hidráulico de la misma empresa Rexroth, el cual fue elegido en base a la tabla extraído de la página oficial del fabricante.

En base a las medidas normalizadas que maneja la empresa, se obtiene que los valores de diámetro de pistón, diámetro de vástago y longitud de carrera seleccionados son:

Tabla 4-3

Valores normalizados del cilindro seleccionado.

Descripción	Valor Calculado (mm)	Valor Normalizado (mm)
Diámetro del Pistón	263,42	280
Diámetro del Vástago	157	180
Longitud de Carrera	8701	1000

Nota: Tomado del catálogo de Bosch Rexroth [14].

Se observa que los valores normalizados que maneja Rexroth varían con los valores calculados, por lo tanto, es necesario volver a calcular el valor de la fuerza en la extensión y retracción en el cilindro hidráulico.

$$A_{\text{extensión}} = \frac{\pi}{4} \times (28\text{cm})^2 = 615,75 \text{ cm}^2 = 95,44 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{vástago}} = \frac{\pi}{4} \times (18\text{cm})^2 = 254,47 \text{ cm}^2 = 39,44 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{retracción}} = 615,75\text{cm}^2 - 254,47\text{cm}^2 = 361,28\text{cm}^2 = 56\text{in}^2$$

$$F_{\text{extensión}} = 25 \text{ MPa} \times \frac{\pi * (280\text{mm})^2}{4} \times 0,9 = 1385,42 \text{ kN}$$

$$F_{\text{retracción}} = 25 \text{ MPa} \times \frac{\pi * (280\text{mm} - 180\text{mm})^2}{4} \times 0,9 = 812,89 \text{ kN}$$

Se observa que la fuerza de extensión del cilindro hidráulico es de 1385,42 kN, la cual es superior a la fuerza de extensión requerida de 1226,25 kN, por lo que se comprueba que el cilindro seleccionado es funcional para nuestro diseño, sin embargo, se debe colocar válvulas reguladoras de presión para un funcionamiento adecuado.

No obstante, es necesario calcular el factor de seguridad teniendo en cuenta que el vástago en el proceso de compactación va a estar sometido a un esfuerzo de compresión, para lo cual se debe realizar un análisis de esfuerzos mediante la siguiente fórmula para comprobar su resistencia.

$$\sigma = \frac{F}{A_{\text{vástago}}} \quad \text{Ecuación (9)}$$

σ = Esfuerzo a compresión

F = Fuerza a compresión

$A_{\text{vástago}} = \text{Área del vástago}$

$$\sigma = \frac{1385,42 \text{ kN}}{0,025447 \text{ m}^2} = 54,44 \text{ MPa}$$

La tabla del fabricante indica que el material es mecanizado en un material AISI 430F, el cual tiene un esfuerzo de falla de 550 MPa, con este valor se puede encontrar el factor de seguridad que tendrá el vástago utilizando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\sigma_{\text{material}}}{\sigma} \quad \text{Ecuación (10)}$$

$\sigma = \text{Esfuerzo a compresión}$

$\sigma_{\text{material}} = \text{Esfuerzo de falla del material}$

$n = \text{Factor de seguridad}$

$$n = \frac{550 \text{ MPa}}{54,44 \text{ MPa}} = 10,1$$

Se observa que el vástago tiene un factor de seguridad de 10,1, valor el cual es adecuado para garantizar que el cilindro no fallara durante la compactación del metal.

4.6. Cálculo de la Unidad de Potencia Hidráulica

Es necesario realizar los cálculos necesarios para analizar si la unidad hidráulica elegida es adecuada para su implementación o deberá realizarse alguna modificación en ella, esto se elegirá mediante los resultados obtenidos a continuación.

4.6.1. Cálculo del Caudal

El cálculo del caudal requerido depende de la velocidad de avance del pistón y del área de extensión, teniendo en cuenta que la velocidad de avance necesaria es de aproximadamente 25mm/s para cumplir los tiempos de operación, se puede usar la ecuación siguiente:

$$Q = V_{avance} \times A_{extensión} \quad \text{Ecuación (11)}$$

$Q = \text{Caudal de la bomba}$

$V_{avance} = \text{Velocidad de avance}$

$A_{extensión} = \text{Área de extensión}$

$$Q = \frac{2.5\text{cm}}{\text{s}} \times 615,75 \text{ cm}^2 = 1539,38 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 92,34 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Una vez calculado el caudal de la bomba es necesario calcular el caudal de avance y retroceso al referirnos a un cilindro de doble efecto.

$$Q_{avance} = \frac{Q}{r} \quad \text{Ecuación (12)}$$

$$Q_{retroceso} = Q \times r \quad \text{Ecuación (13)}$$

$Q = \text{Caudal de la bomba}$

$Q_{avance} = \text{Caudal de avance}$

$Q_{retroceso} = \text{Caudal de retroceso}$

$r = \text{Relacion entre áreas}$

$$r = \frac{A_{\text{extensión}}}{A_{\text{retracción}}} \quad \text{Ecuación (14)}$$

$A_{\text{extensión}} = \text{Área de extensión}$

$A_{\text{retracción}} = \text{Área de retracción}$

$$r = \frac{615,75 \text{ cm}^2}{361,28 \text{ cm}^2} = 1,70$$

$$Q_{\text{avance}} = \frac{92,34 \frac{l}{\text{min}}}{1,70} = 54,32 \frac{l}{\text{min}}$$

$$Q_{\text{retroceso}} = 92,34 \frac{l}{\text{min}} \times 1,70 = 156,98 \frac{l}{\text{min}}$$

4.6.2. Cálculo de Tiempos de Operación

Los tiempos de operación de avance y retroceso pueden ser calculados a partir de las siguientes ecuaciones:

$$t_{\text{avance}} = \frac{D_{\text{pistón}}^2 \times \pi \times L_c}{4 \times Q} \quad \text{Ecuación (15)}$$

$$t_{\text{retroceso}} = \frac{(D_{\text{pistón}}^2 - D_{\text{vástago}}^2) \times \pi \times L_c}{4 \times Q} \quad \text{Ecuación (16)}$$

$D_{pistón} = \text{Diametro del pistón}$

$D_{vástago} = \text{Diametro del vástago}$

$L_c = \text{Longitud de carrera}$

$Q = \text{Caudal de la bomba}$

$$t_{avance} = \frac{(28cm)^2 \times \pi \times 100cm}{4 \times 1539,38 \frac{cm^3}{s}} = 40s = 0,67min$$

$$t_{retroceso} = \frac{((28cm)^2 - (18cm)^2) \times \pi \times 100cm}{4 \times 1539,38 \frac{cm^3}{s}} = 23,47s = 39,12min$$

$$T_{Total} = 40s + 23,47s = 63,47s = 1,06min$$

Considerando que cuando la compactadora sea exigida a su máxima capacidad debe realizar compactaciones cada 3 minutos para conseguir la capacidad de 500 kg/h, el tiempo aproximado que le toma compactar la chatarra es de aproximadamente un minuto y cuatro segundos, por lo que la diferencia de tiempo será el necesario para la colocación del material, el cierre de la tapa y expulsión de la paca.

4.6.3. Cálculo del Volumen del Tanque

El volumen del tanque se obtiene a partir del caudal de bomba utilizando la ecuación siguiente:

$$V_{tanque} = Q \times 4$$

Ecuación (17)

V_{tanque} = Volumen del tanque

Q = Caudal de la bomba

$$Q = 92,34 \frac{l}{min} \times \frac{1gal}{3,785 l} = 24,39 gpm$$

$$V_{tanque} = 24,39 gpm \times 4 = 97,57 gal \approx 98 gal$$

Tabla 4-4

Características del cilindro seleccionado.

Descripción	Simbología	Valor
Fuerza de extensión	$F_{extensión}$	1385,42 kN
Fuerza de retracción	$F_{retracción}$	812,89 kN
Diámetro del pistón	$D_{pistón}$	28cm
Diámetro del vástago	$D_{vástago}$	18cm
Longitud de carrera	Lc	100cm
Caudal de la bomba	Q	$92,34 \frac{l}{min}$
Caudal de avance	Q_{avance}	$54,32 \frac{l}{min}$
Caudal de retroceso	$Q_{retroceso}$	$156,98 \frac{l}{min}$

Tiempo de avance	t_{avance}	40s
Tiempo de retroceso	$t_{retroceso}$	23,47s

Nota: Elaboración Propia.

4.7. Cálculo de Sistema Mecánico

Se debe tener en cuenta que la máquina deberá soportar esfuerzos en su estructura al momento de realizar la compactación, por lo que es necesario desarrollar un análisis de cargas generadas por la fuerza de los cilindros hidráulicos en los puntos críticos del diseño como son las vigas y pasadores que soportaran los principales esfuerzos.

4.7.1. Análisis de Vigas

Para este análisis se debe tener en cuenta que el cilindro hidráulico ejercerá una carga puntual en centro de la placa de compactación, la cual al momento de compactar la chatarra metálica genera una carga en dirección contraria a la del empuje del cilindro, por lo tanto, la estructura de la placa de compactación debe tener elementos estructurales adecuados para resistir esta carga generada.

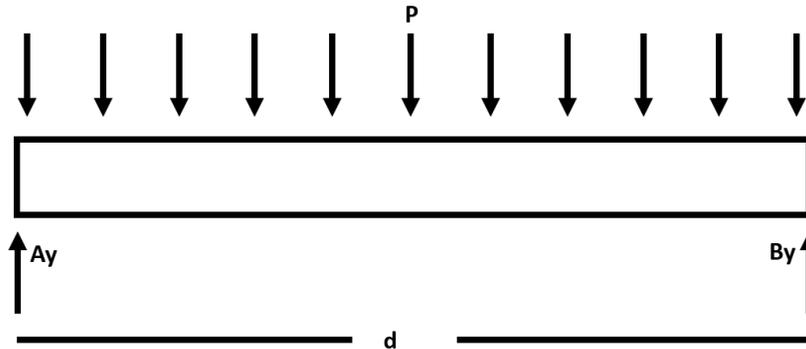
Para que el sistema este en equilibrio, la fuerza generada por la resistencia de la chatarra es igual a la fuerza de empuje del cilindro hidráulico cuando este se encuentre en su máxima carga. Por lo que se utilizara $F_{extensión} = 1385,42 \text{ kN}$ como una carga puntual para calcular la viga adecuada.

El diseño de la placa se pensó para el uso de 5 vigas IPN, por lo tanto, la carga distribuida P para el cálculo de una sola viga es de $1385,42 \text{ kN}$, valor con el que se realiza el diagrama de corte y momento flector para obtener el valor del momento máximo.

El diagrama simplificado con las cargas para realizar los cálculos sería el siguiente:

Figura 4-4

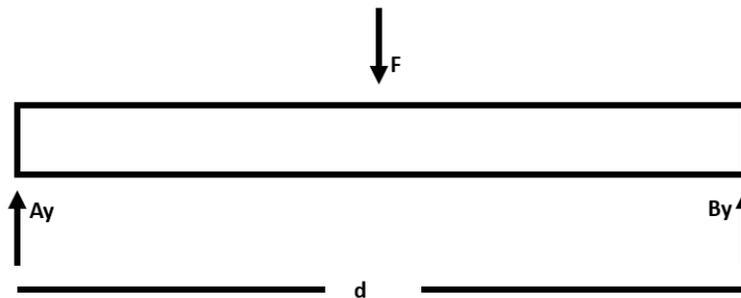
Diagrama de cargas en viga de compactación.



Para calcular las cargas Ay y By, se puede sustituir la carga distribuida P por una carga equivalente puntual F ubicada en el centroide de la viga.

Figura 4-5

Diagrama con carga puntual equivalente en viga de compactación.



$$F = P * d$$

Ecuación (18)

$$F = 1385,42 \frac{kN}{m} * 0,2 m$$

$$F = 277,084 kN$$

Como se indicó previamente, el sistema se encuentra en equilibrio, por lo tanto, la sumatoria de sus cargas y sus momentos es igual a 0.

$$\sum f_y = 0 \qquad \sum M = 0$$

Con el valor de la carga F se puede calcular el valor de B_y tomando como referencia el punto A con la siguiente ecuación:

$$\sum M_A = 0 \qquad \text{Ecuación (19)}$$

$$(-F \times \frac{d}{2}) + (B_y \times d) = 0$$

$$(-277,084 \text{ kN} \times \frac{0,2\text{m}}{2}) + (B_y \times 0,2\text{m}) = 0$$

$$B_y = 138,542 \text{ kN}$$

Una vez encontrado B_y , se hace uso de la Ecuación (20) para encontrar A_y .

$$\sum f_y = 0 \qquad \text{Ecuación (20)}$$

$$A_y - F + B_y = 0$$

$$A_y - 277,084 \text{ kN} + 138,542 \text{ kN} = 0$$

$$A_y = 138,542 \text{ kN}$$

El momento máximo está localizado en el centroide y se encuentra con la siguiente ecuación:

$$M = -P \times x \times \frac{x}{2} + B_y \times x \qquad \text{Ecuación (21)}$$

$$M = -1385,42 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \times 0,1\text{m} \times \frac{0,1\text{m}}{2} + 138,542 \text{ kN} \times 0,1\text{m}$$

$$M = 6,9271 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Con los valores de las cargas y momentos se obtiene sus graficas correspondientes.

Figura 4-6

Esfuerzos cortante de viga de compactación.

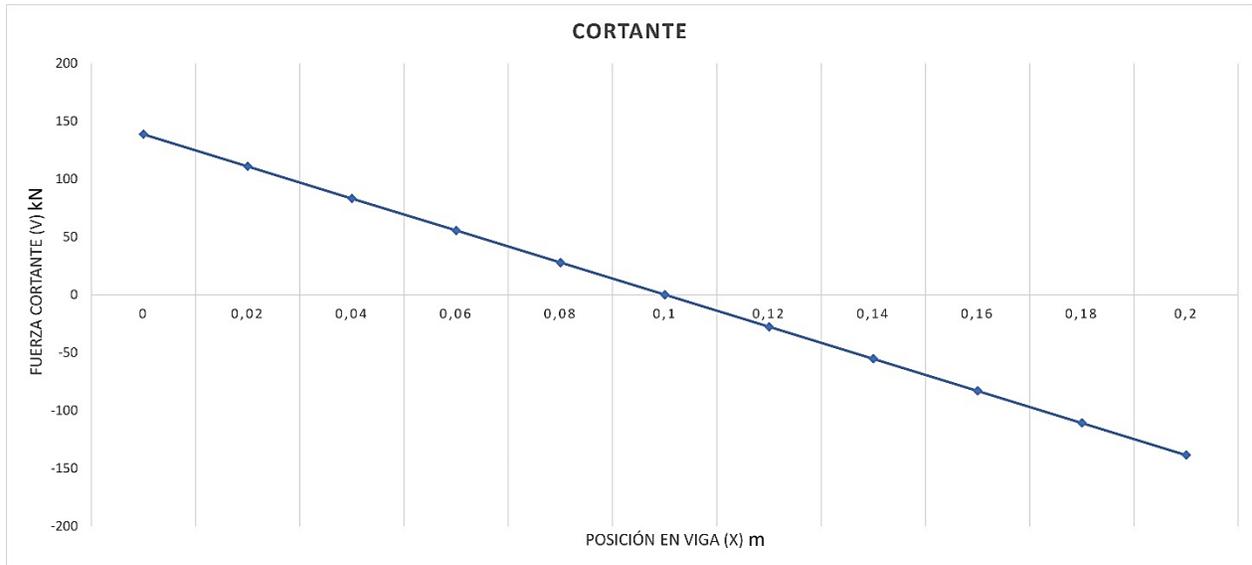
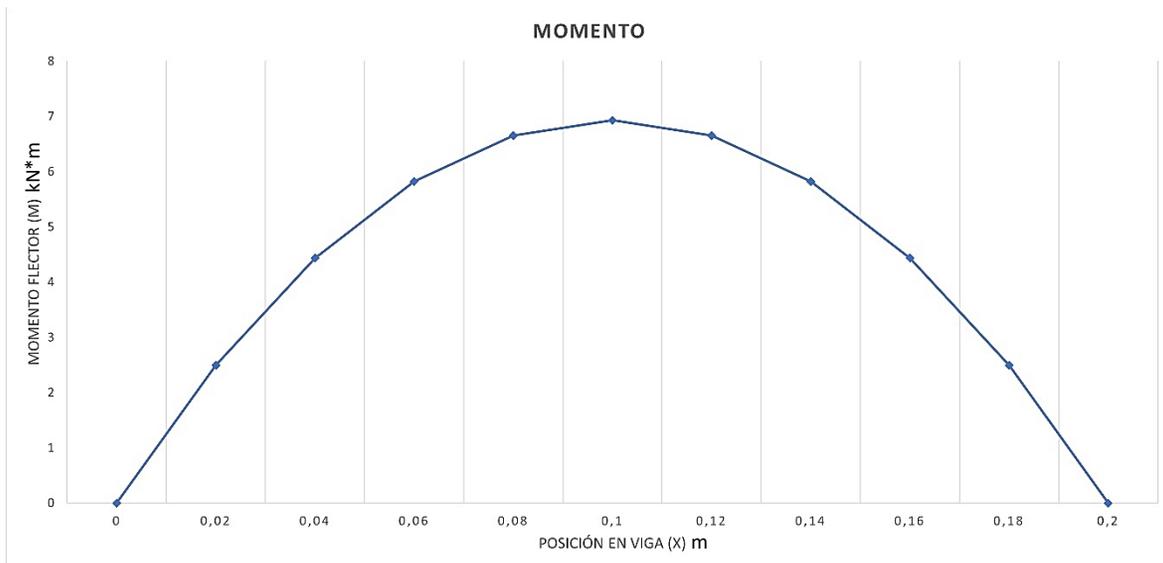


Figura 4-7

Momento máximo de viga de compactación.



De la **Figura 4-7** resultante se obtiene que el momento máximo generado en la viga es de $13,85 \text{ kN} * \text{m}$, con este valor se puede obtener el $S_{requerido}$ para proceder a seleccionar la viga adecuada, la cual será de acero A36 al ser el material de más fácil adquisición aquí en Ecuador.

$$S_{requerido} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\sigma_{permisible}} \quad \text{Ecuación (22)}$$

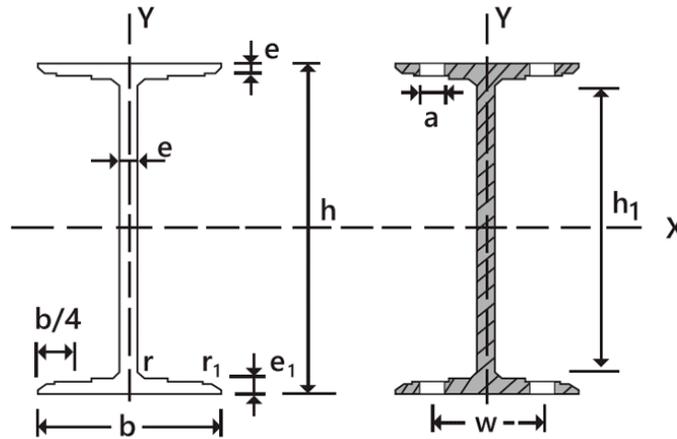
El acero A36 tiene un esfuerzo permisible de 22 ksi lo cual es equivalente a $151.685 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$, por lo que remplazando la Ecuación (22) se obtiene:

$$S_{requerido} = \frac{6,9271 \text{ kN} * \text{m}}{151.685 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}$$

$$S_{requerido} = 0,0000456 \text{ m}^3 = 45,6 \text{ cm}^3$$

Una vez encontrado él se procede a elegir una viga IPN normalizada en el catálogo de algún fabricante, en este caso se utilizó el catálogo de la empresa IMPORT ACEROS.

Figura 4-8
Cotas para viga IPN.



Nota: Tomado del catálogo de Import Aceros [18].

Figura 4-9
Valores comerciales para viga IPN.

PERFILES IPN																					
Perfil	Dimensiones							Términos de la sección										Agujeros		Peso P kp/m	
	h mm	b mm	e = r mm	e ₁ mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _x cm ⁴	I _y cm ⁶	w mm	a mm		e ₂ mm
IPN 80	80	42	3,9	5,9	2,3	59	304	7,58	11,4	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	0,93	87,5	22		4,43	5,95
IPN 100	100	50	4,5	6,8	2,7	75	370	10,6	19,9	171	34,2	4,01	12,2	4,88	1,72	1,72	268	28		5,05	8,32
IPN 120	120	58	5,1	7,7	3,1	92	439	14,2	31,8	328	54,7	4,81	21,5	7,41	2,92	2,92	685	32		5,67	11,2
IPN 140	140	66	5,7	8,6	3,4	109	502	18,3	47,7	573	81,9	5,61	35,2	10,7	4,66	4,66	1540	34	11	6,29	14,4
IPN 160	160	74	6,3	9,5	3,8	125	575	22,8	68,0	935	117	6,40	54,7	14,8	7,08	7,08	3138	40	11	6,91	17,9
IPN 180	180	82	6,9	10,4	4,1	142	640	27,9	93,4	1450	161,0	7,20	81,3	19,8	10,3	10,3	5924	44	13	7,53	21,9
IPN 200	200	90	7,5	11,3	4,5	159	709	33,5	125	2140	214	8,00	117	26,0	14,6	14,6	10520	48	13	8,15	26,3

Nota: Tomado del catálogo de Import Aceros [18].

Como se observa se eligió una viga IPN 140, debido a que esta tiene un valor $S_{requerido} = 47,7 \text{ cm}^3$, el cual es ligeramente superior al calculado de $45,6 \text{ cm}^3$, adicionalmente para garantizar la seguridad, las vigas están recubiertas por un bastidor de placa de acero A36 debido a solicitud de la empresa.

Debido a que la compuerta frontal prácticamente soporta la misma carga que la placa compactadora, se utilizara el mismo tipo de viga IPN 140 para su construcción.

4.7.2. Análisis de Pasadores

Una vez que la tapa compactadora realice el movimiento para la pre-compactación, debido a el movimiento del cilindro se acciona el mecanismo que sujeta la tapa con 2 pasadores a la estructura principal. Por esta razón, se decidió usar pasadores con un diámetro de 3 pulgadas debido a su fácil adquisición, por lo tanto, es necesario realizar el análisis de estos, con la finalidad de definir la longitud de estos para realizar el diseño final.

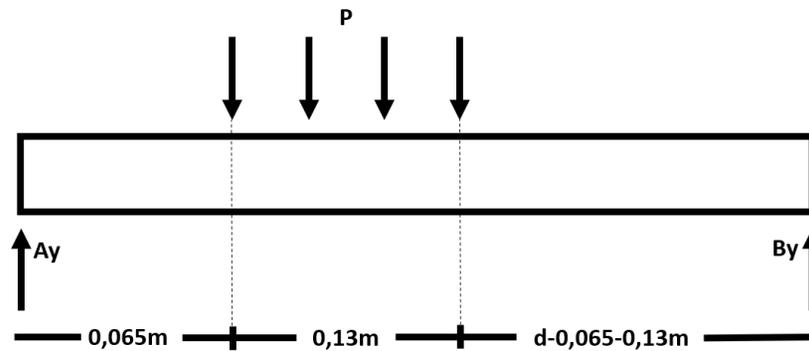
La fuerza que soportan los pasadores dependerá de la deformación de la chatarra, sin embargo, como se indicó previamente, la compactadora no trabajara a su máxima capacidad debido a la restricción de peso máximo, por lo tanto, se define que la carga es igual a la mitad de la fuerza máxima de compactación, por lo que se utiliza una fuerza $F = 692,71 \text{ kN}$.

Además, ya que se utiliza dos pasadores para el seguro de la tapa compactadora, la carga para el análisis individual será de $P = 2664,27 \text{ kN/m}$, valor con el que se realiza el diagrama de corte y momento flector para obtener el cortante máximo en el punto de conexión.

El diagrama simplificado con las cargas para realizar los cálculos sería el siguiente:

Figura 4-10

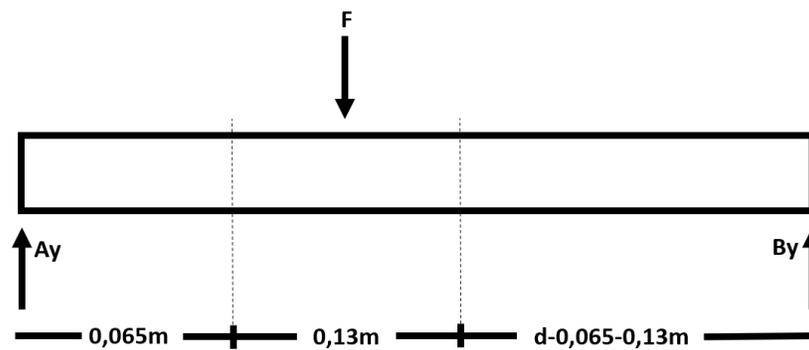
Diagrama de cargas en viga de tapa compactadora.



Para el cálculo de las cargas A_y y B_y , se reemplaza la carga distribuida P por una carga equivalente puntual F ubicada en el centroide de la sección.

Figura 4-11

Diagrama con carga puntual equivalente en viga de tapa compactadora.



$$F = P * d$$

Ecuación (23)

$$F = 2664,27 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 0,13 \text{ m}$$

$$F = 346,355 \text{ kN}$$

Como se indicó previamente, se usa pasadores de 3 in de diámetro, por lo tanto, es necesario calcular la longitud de estos para que distribuyan la carga de una forma en la que no fallen.

Para determinar esta longitud, primero es necesario determinar el cortante máximo al que estará sometido el pasador, para encontrarlo se iguala la Ecuación (25) y Ecuación (27).

$$S_{ys} = \frac{\sqrt{3}}{3} * S_y \quad \text{Ecuación (24)}$$

$$S_{ys} = \frac{\sqrt{3}}{3} * 250 \text{ MPa}$$

$$S_{ys} = 144,3 \text{ MPa} = 144.300 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\tau = \frac{\sqrt{3} * V}{A} \quad \text{Ecuación (25)}$$

$$n = \frac{S_{ys}}{\tau} \quad \text{Ecuación (26)}$$

$$\tau = \frac{S_{ys}}{n} \quad \text{Ecuación (27)}$$

$$\frac{S_{ys}}{n} = \frac{\sqrt{3} * V}{A}$$

$$\frac{S_{ys}}{n} = \frac{\sqrt{3} * V}{\frac{\pi * D^2}{4}}$$

$$V = \frac{S_{ys} * \pi * D^2}{n * \sqrt{3} * 4}$$

$$V = \frac{144.300 * \pi * (0,0762)^2}{2 * \sqrt{3} * 4}$$

$$V = 189,966 \text{ kN}$$

Como se observa el cortante máximo es $V = 189,966 \text{ kN}$, esta carga es la que debe soportar el pasador en la unión entre la tapa compactadora y la estructura principal, en base al diagrama de corte se puede asumir que el cortante máximo es igual a la carga A_y , por lo tanto, ya que el sistema se encuentra en equilibrio se usa de igual forma la equivalencia de la suma de cargas y momentos a 0.

$$\sum f_y = 0 \qquad \sum M = 0$$

Con el valor de la carga F y la carga A_y se puede calcular el valor de B_y con la siguiente ecuación:

$$\sum f_y = 0 \qquad \text{Ecuación (28)}$$

$$-A_y + F - B_y = 0$$

$$-189,966 \text{ kN} + 346,355 \text{ kN} - B_y = 0$$

$$B_y = 156,389 \text{ kN}$$

Una vez encontrado B_y , se hace uso de la siguiente ecuación para encontrar la longitud d .

$$\sum M = 0 \qquad \text{Ecuación (29)}$$

Tomando referencia el punto B, la ecuación de momentos del pasador es la siguiente:

$$-(A_y * d) + (F * (d - 0.065m - \frac{0.13m}{2})) = 0$$

$$-(189,966 * d) + (346,355 * (d - 0.13m)) = 0$$

$$-(189,966 * d) + (346,355 * d) - (45,02615) = 0$$

$$156,389 * d = 45,02615$$

$$d = \frac{45,02615}{156,389}$$

$$d = 0,2879m = 28,79cm$$

En este caso si se aproxima d al superior de 29cm, el cortante máximo aumenta, por lo que es propenso a fallar, por esta razón, para no que no afecte el factor de seguridad indicado de 2, d se aproximara al inferior el cual es de 28cm.

Debido a esta variación, se debe volver a calcular el cortante máximo con el nuevo valor de longitud d , para verificar que el factor de seguridad no disminuyo.

$$\sum M = 0 \quad \text{Ecuación (30)}$$

$$-(Ay * d) + (F * (d - 0.065m - \frac{0.13m}{2})) = 0$$

$$-(Ay * 0,28) + (346,355 * (0.28 - 0,065m - \frac{0.13m}{2})) = 0$$

$$-(Ay * 0,28) + 51,953 = 0$$

$$Ay = \frac{51,953}{0,28}$$

$$Ay = 185,547$$

A continuación, se presenta las gráficas de corte y momento correspondiente para mostrar que efectivamente el cortante máximo se encuentra en el punto indicado.

Figura 4-12

Esfuerzos cortante de viga de tapa compactadora.

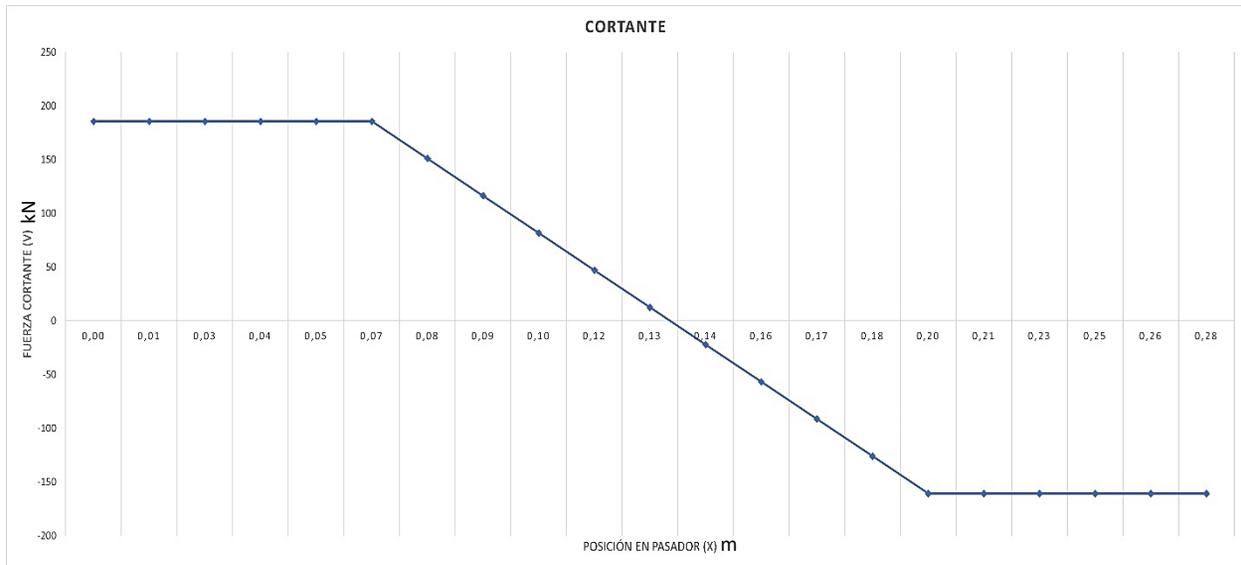
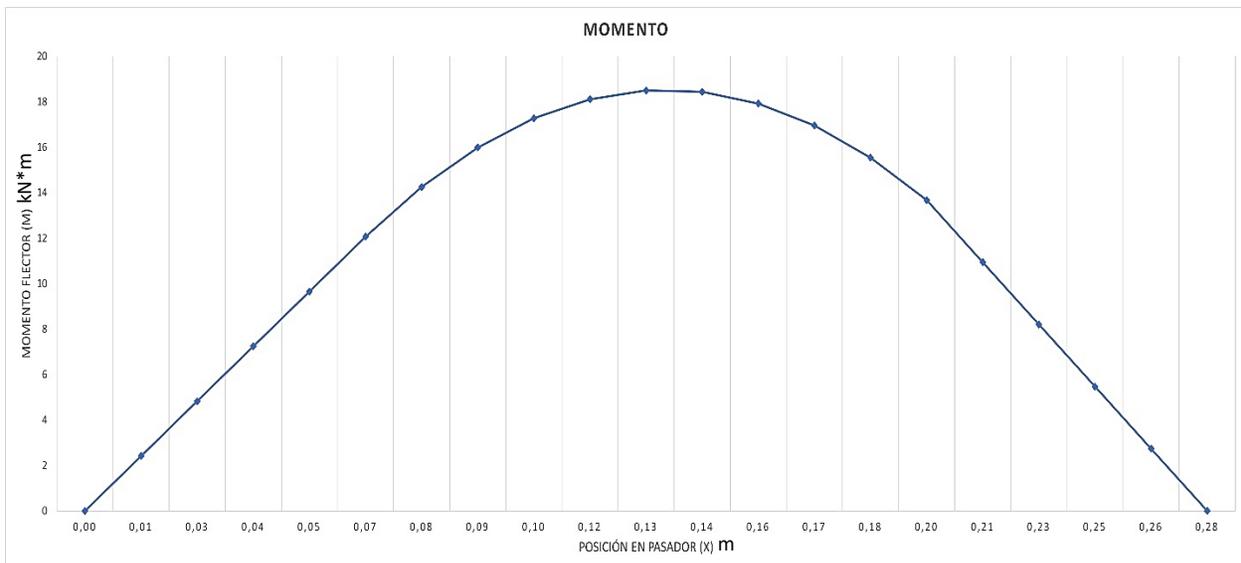


Figura 4-13

Momento máximo de viga de tapa compactadora.



Como se mencionó anteriormente, debido al diagrama de corte se asume que A_y es igual a V_{max} , por lo tanto, el cortante máximo del pasador es $V_{max} = 185,547$, el cual se usara en la Ecuación (31) para calcular el factor de seguridad.

$$\frac{Sys}{n} = \frac{\sqrt{3} * P}{\frac{\pi * D^2}{4}}$$

Ecuación (31)

$$n = \frac{Sys * \pi * D^2}{V * \sqrt{3} * 4}$$

$$n = \frac{144.300 * \pi * (0,0762)^2}{185,547 * \sqrt{3} * 4}$$

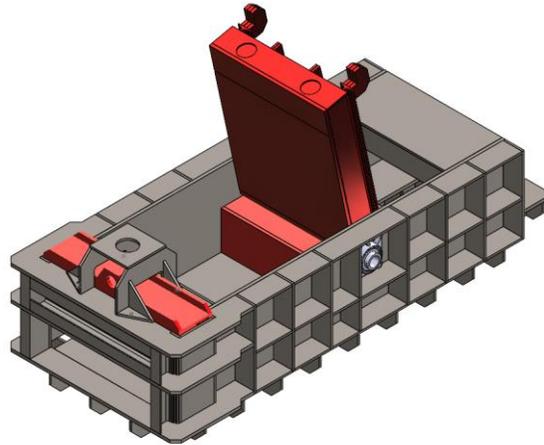
$$n = 2,0476$$

De esta forma se verifica que el pasador cumple el factor de seguridad mínimo, por lo tanto, no falla al aplicar la carga durante la compactación.

4.8. Análisis por Elementos Finitos

Figura 4-14

Diseño Final de la Propuesta



Nota: Elaboración Propia.

La máquina de la **Figura 4-14** está sometida a grandes cargas generadas por los cilindros hidráulicos al momento de la compactación, por lo que se debe realizar un análisis de la estructura con la finalidad de identificar un factor de seguridad, este análisis principalmente se lo hace a los elementos críticos que puedan tender a fallar como lo son, la placa compactadora, la compuerta frontal, la tapa de compactación y la estructura.

Para el análisis por elementos finitos se usa el software SolidWorks, con la finalidad de realizar una simulación de estos elementos e identificar donde tienden a sufrir mayores esfuerzos y su deformación.

Además, todos los elementos estructurales que conforman la compactadora como vigas y placas se simulan a partir de las propiedades mecánicas del acero A36, ya que es el material que

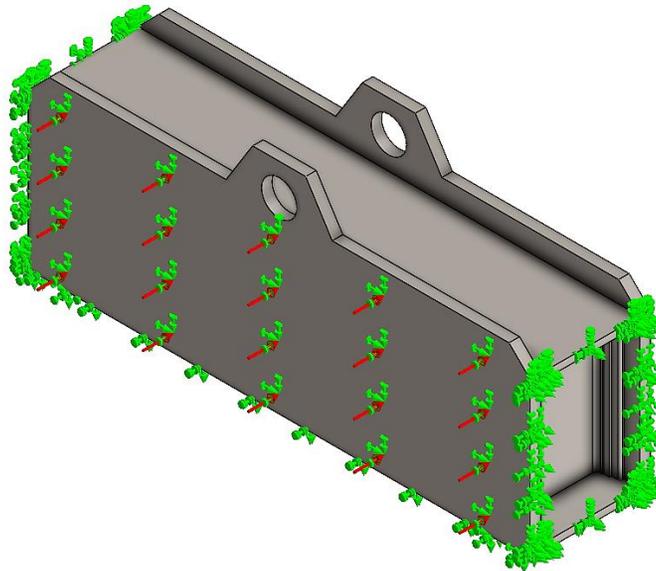
resulta más fácil adquirir para la empresa de parte de sus proveedores y posee la capacidad de ser ensamblado mediante soldadura.

4.8.1. Análisis de la Compuerta Frontal

La compuerta frontal se considera uno de los elementos más críticos de la estructura de la máquina, esto se debe a que es el elemento que recibe toda la fuerza al realizar la compactación de la chatarra, además es un elemento que no puede estar fijo a la estructura ya que debe permitir la expulsión de la paca final, por lo que se analiza como un elemento independiente.

Figura 4-15

Sujeciones y presión en compuerta frontal.



Para el análisis de la compuerta frontal se utiliza como variables, la presión que se ejerce al momento de compactar la chatarra como la máxima carga distribuida y la geometría fija en las partes que tienen contacto con la estructura principal, como lo son los laterales, la base y la placa posterior como se observa en la **Figura 4-15**.

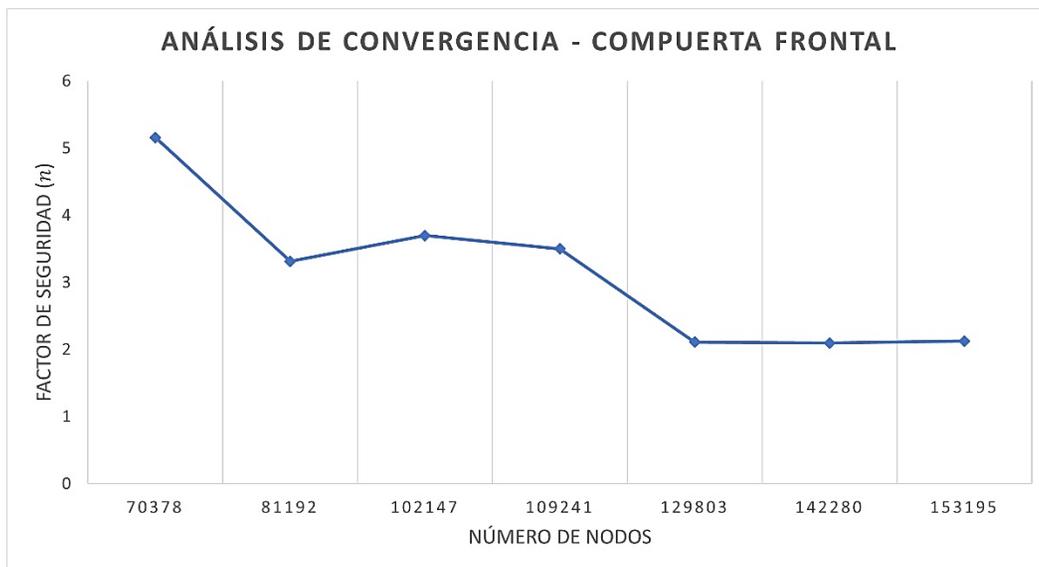
Tabla 4-5

Valores resultantes por elementos finitos de compuerta frontal.

Número de Nodos	Factor de Seguridad	Tensión Máxima (MPa)	Desplazamiento Máximo (mm)
70.000	5,157	48,478	0,02
80.000	3,311	75,501	0,033
100.000	3,696	67,632	0,030
110.000	3,499	71,456	0,033
129.000	2,11	118,338	0,054
142.000	2,095	119,345	0,059
153.000	2,073	120,581	0,070

Figura 4-16

Análisis de convergencia en compuerta frontal.



Se realizó diferentes simulaciones utilizando tamaños de elemento de malla diferentes para identificar la variación en los resultados y encontrar un rango de número de nodos, en los cuales el factor de seguridad varíe lo mínimo posible, como se observa en la **Tabla 4-5** y la **Figura 4-16**, entre 129.000 y 153.000 números de nodos se determina que el factor de seguridad varía entre 2,11 y 2,073, valores los cuales cumplen el requisito de superar el factor de seguridad mínimo de 2, indicando que la estructura de la compactadora no falla al aplicar la carga máxima del pistón hidráulico.

Figura 4-17
Factor de seguridad mínimo de compuerta frontal.

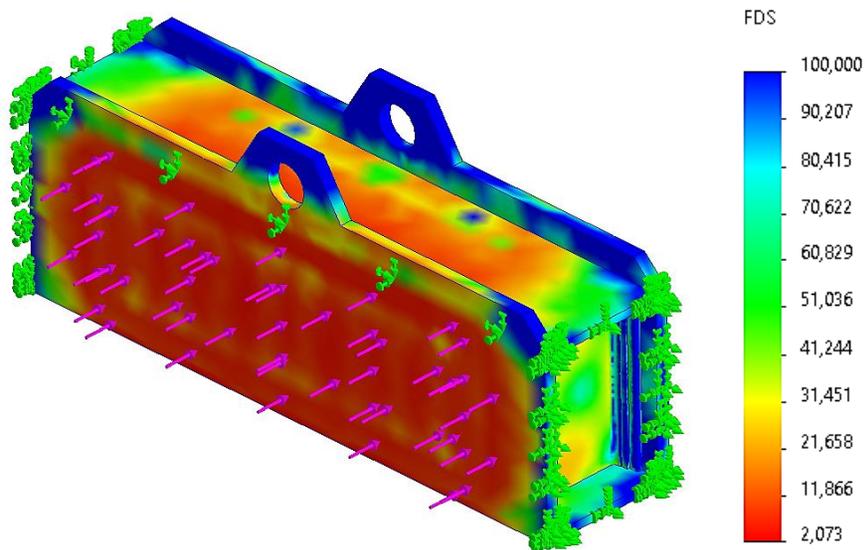


Figura 4-18
Tensión máxima de compuerta frontal.

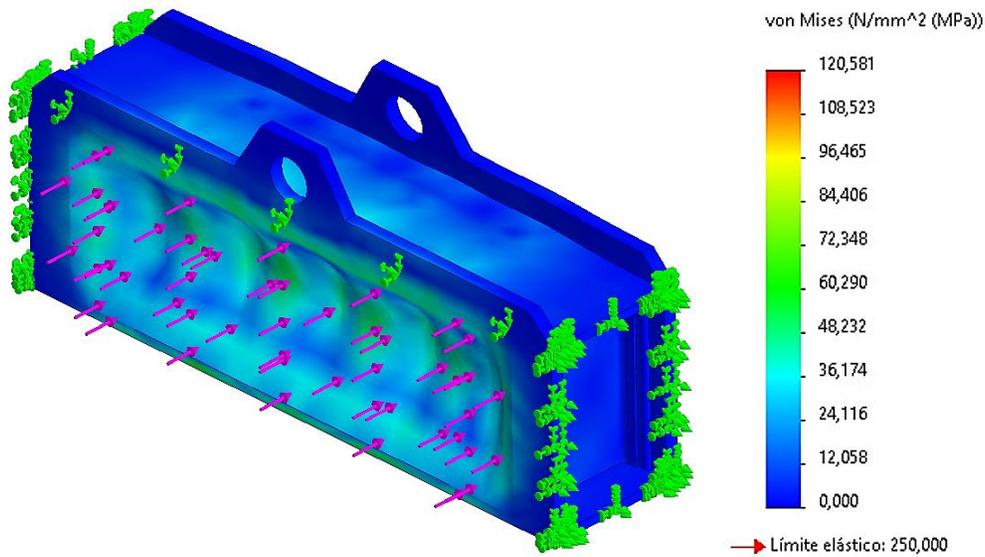
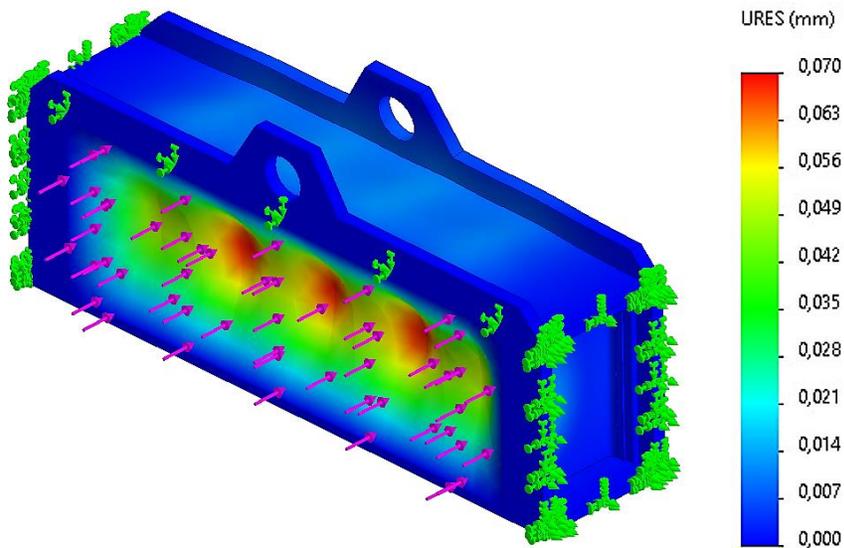


Figura 4-19
Deformación máxima de compuerta frontal.



La **Figura 4-17**, **Figura 4-18** y **Figura 4-19** indican que la tensión máxima a la que estará sometido el elemento es de 120,581 MPa, además, la deformación máxima de la compuerta es 0,070 mm , el cual es un valor de deformación mínimo por lo que se concluye que

el elemento no tiende a fallar, esto se verifica debido a que la tensión no supera el límite elástico del material acero A36 cuyo valor es de 250,000 MPa y el factor de seguridad mínimo es 2,073.

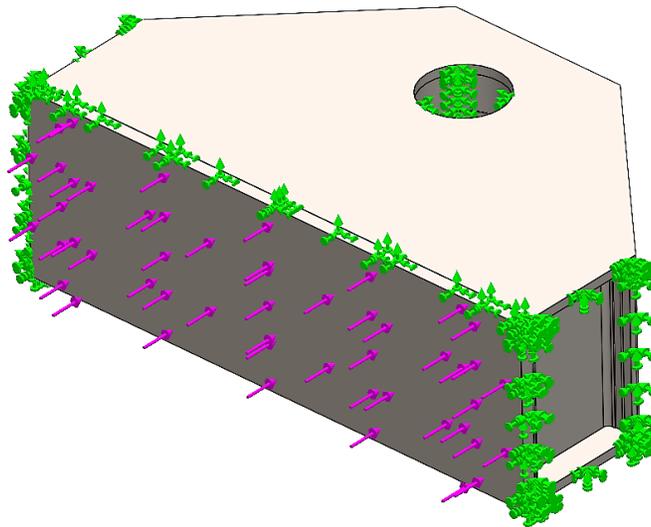
Sin embargo, para prevenir lo máximo la deformación del elemento, se colocará refuerzos en la estructura principal, que además de reducir la deformación, servirá como guía de la compuerta.

4.8.2. Análisis de la Placa Compactadora

La placa compactadora es otro elemento crítico de la máquina, este elemento es el encargado de realizar la compactación principal para dejar la paca en sus dimensiones finales y de expulsar la misma, por lo tanto debe tener una estructura adecuada para soportar la fuerza de empuje del cilindro hidráulico, por esta razón se realizó un diseño de estructura triangular para distribuir toda la fuerza del cilindro en la placa compactadora, además, de igual forma al ser un elemento que debe tener desplazamiento, se lo analiza de forma independiente.

Figura 4-20

Sujeciones y presión en placa compactadora.



Para este análisis se utiliza como variables, la presión de empuje que ejerce el cilindro al momento de compactar la chatarra como la máxima carga distribuida y la geometría fija en las partes que tienen contacto con la estructura principal, como los laterales, y las cubiertas superior e inferior como se observa en la *Figura 4-20*.

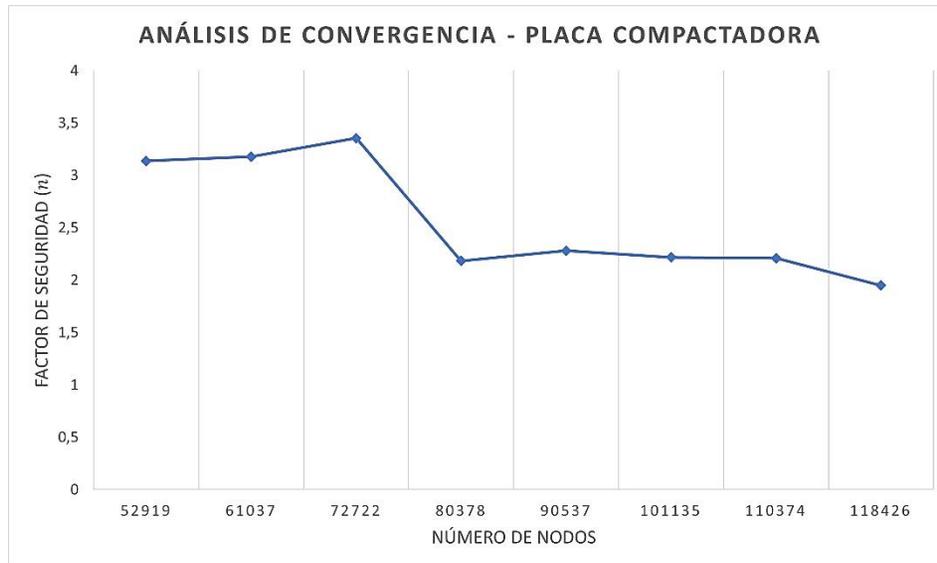
Tabla 4-6

Valores resultantes por elementos finitos de placa compactadora.

Número de Nodos	Factor de Seguridad	Tensión Máxima (MPa)	Desplazamiento Máximo (mm)
53.000	3,137	79,706	0,035
61.000	3,176	78,710	0,036
72.000	3,353	74,569	0,038
80.000	2,182	114,559	0,052
90.000	2,28	109,664	0,056
101.000	2,217	112,777	0,061
110.000	2,208	113,240	0,067
118.000	1,948	128,342	0,071

Figura 4-21

Análisis de convergencia en placa compactadora.



Como se explicó anteriormente, se simula el elemento variando el tamaño de elemento de malla para identificar un rango de nodos en el que el factor de seguridad se estabilice, como se observa en la

Tabla 4-6 y la *Figura 4-21*, para este caso el número de nodos entre 80.000 y 110.000 tiene un factor de seguridad que varía entre 2,28 y 2,182, valores que de igual forma cumplen el requisito de ser mayor a 2, el cual es el factor de seguridad mínimo indicado para la compactadora.

Figura 4-22
Factor de seguridad mínimo de placa compactadora.

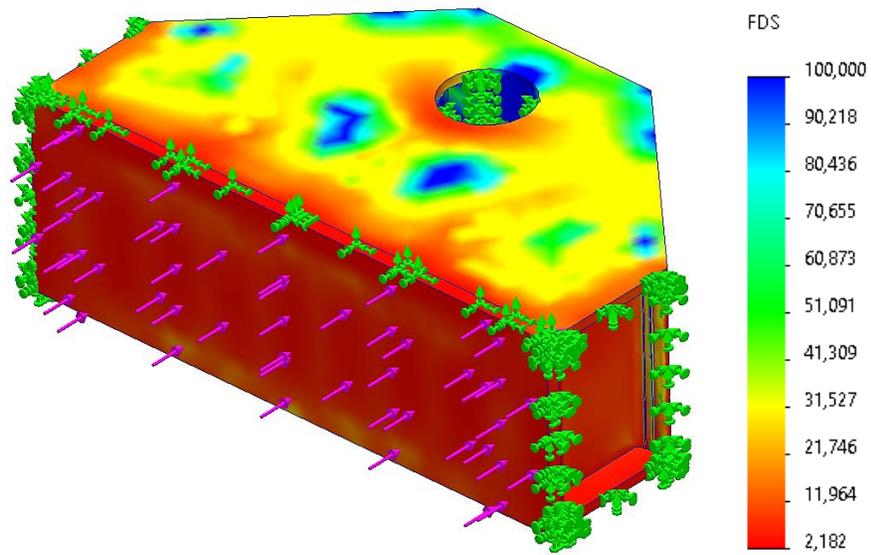


Figura 4-23
Tensión máxima de placa compactadora.

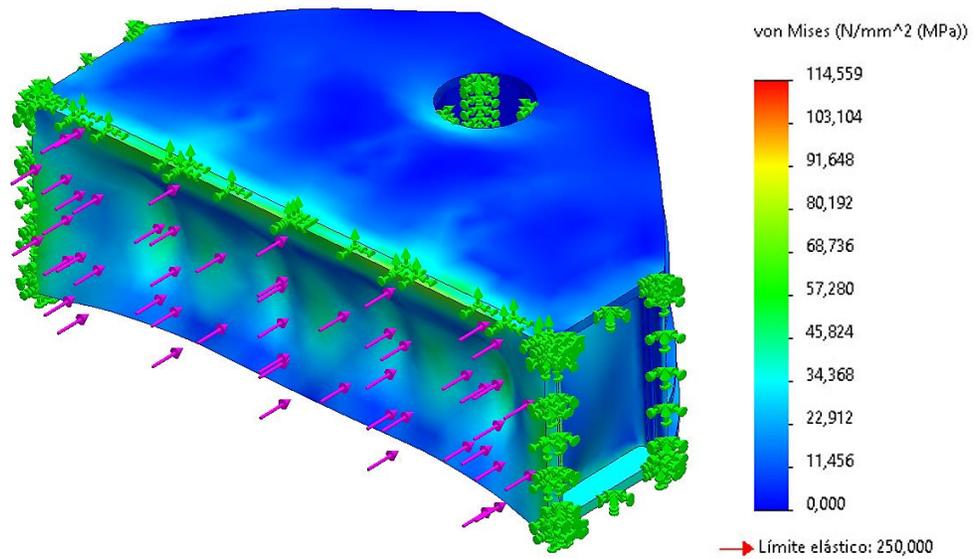
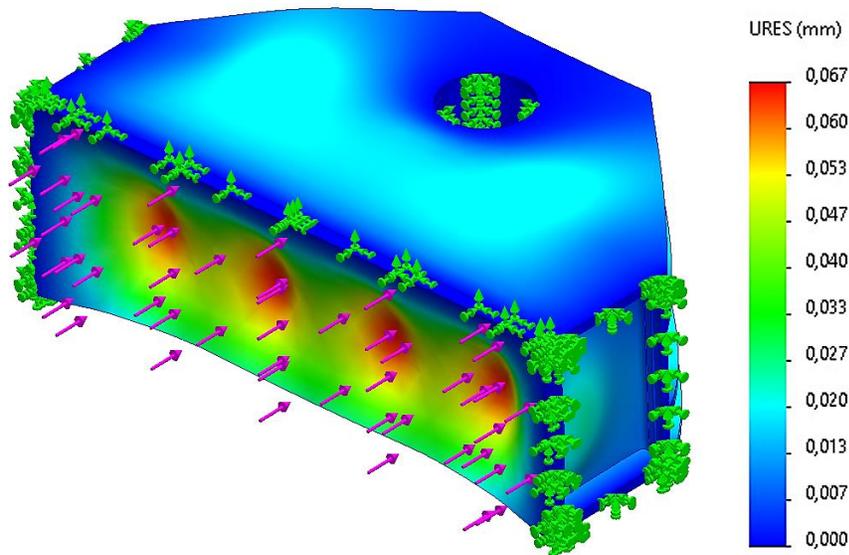


Figura 4-24

Deformación máxima de placa compactadora.



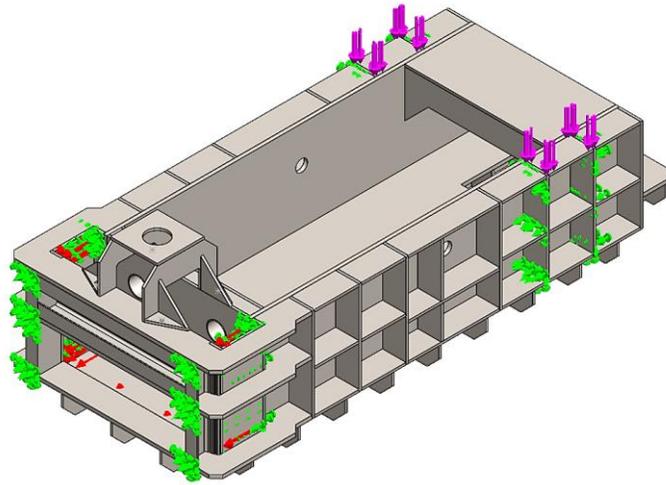
En base a la **Figura 4-22**, **Figura 4-23** y **Figura 4-24** se observa que la tensión máxima a la que estará sometido la placa compactadora es de $114,559 \text{ MPa}$, y la deformación máxima del elemento es $0,067 \text{ mm}$, valor de deformación el cual es mínimo por lo que se concluye que el elemento no tiende a fallar, ya que la tensión no supera el límite elástico del material acero A36, y el factor de seguridad mínimo es de 2,182.

4.8.3. Análisis de la Estructura Principal

La estructura principal se analiza en base a las cargas que deben resistir las guías de la compuerta frontal y el peso del cilindro hidráulico que mueve la tapa de compactación, esta estructura debe ser adecuada para otorgar resistencia a estas zonas de la estructura, además, debido a el parámetro que limita el peso de la paca a un máximo de 40 kilos, el volumen de la chatarra no ocupa el espacio de la paca por completo, por lo que las zonas laterales son zonas seguras, sin embargo, su estructura será reforzada para evitar fallas.

Figura 4-25

Sujeciones y presión en estructura principal.



Para este análisis se utiliza como variables, la presión de empuje que ejerce la compuerta frontal al momento de compactar, la presión que ejerce el peso del elemento hidráulico y la geometría fija las zonas laterales de las guías, los elementos de refuerzo frontal y los elementos de refuerzo donde carga el cilindro como se observa en la *Figura 4-25*.

Tabla 4-7

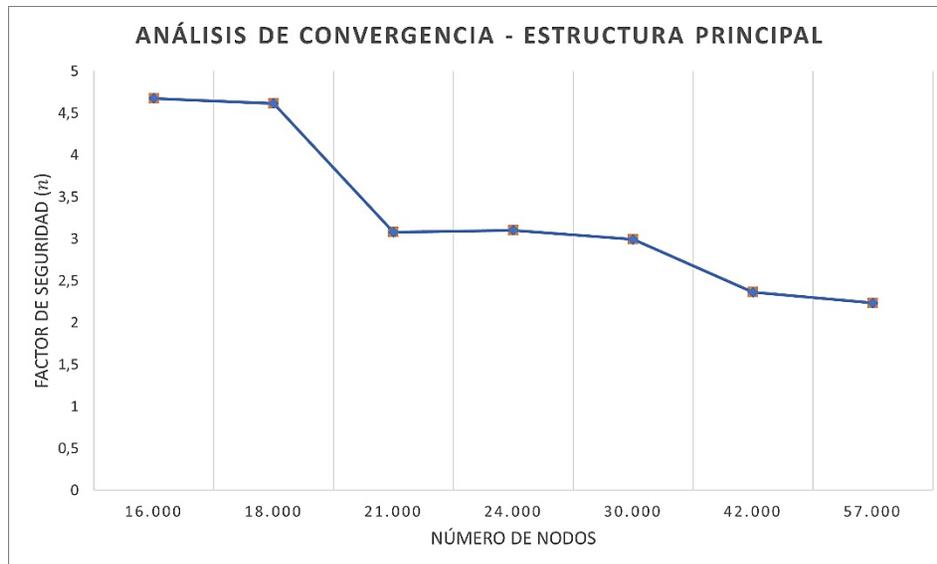
Valores resultantes por elementos finitos de estructura principal.

Número de Nodos	Factor de Seguridad	Tensión Máxima	Desplazamiento
		(MPa)	Máximo (mm)
16.000	4,674	53,490	0,096
18.000	4,615	54,167	0,096
21.000	3,078	81,231	0,144
24.000	3,102	80,604	0,143

30.000	2,992	83,566	0,163
42.000	2,362	105,836	0,190
57.000	2,234	111,900	0,190

Figura 4-26

Análisis de convergencia en estructura principal.



De igual forma la simulación se realizó utilizando mallas con diferente cantidad de nodos en cada una con la finalidad de encontrar el rango donde el valor de factor de seguridad se mantenga constante o cercano, como se observa en la **Tabla 4-7** y la **Figura 4-26**, para este caso el rango de nodos se encuentra entre 30.000 y 57.000, rango en el que se encuentra un factor de seguridad entre 2,992 y 2,234, y de igual forma cumple al tener un factor de seguridad superior al mínimo requerido.

Figura 4-27
Factor de seguridad mínimo de estructura principal.

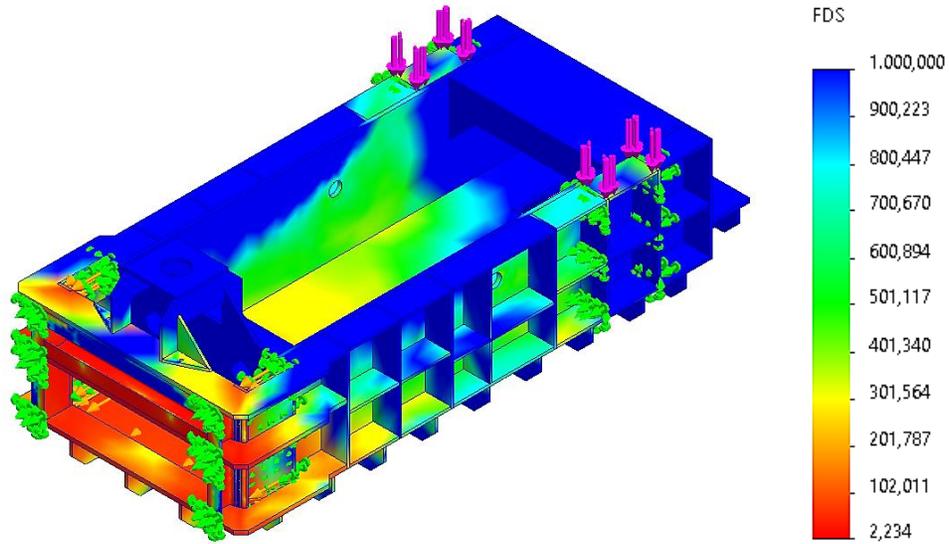


Figura 4-28
Tensión máxima de estructura principal.

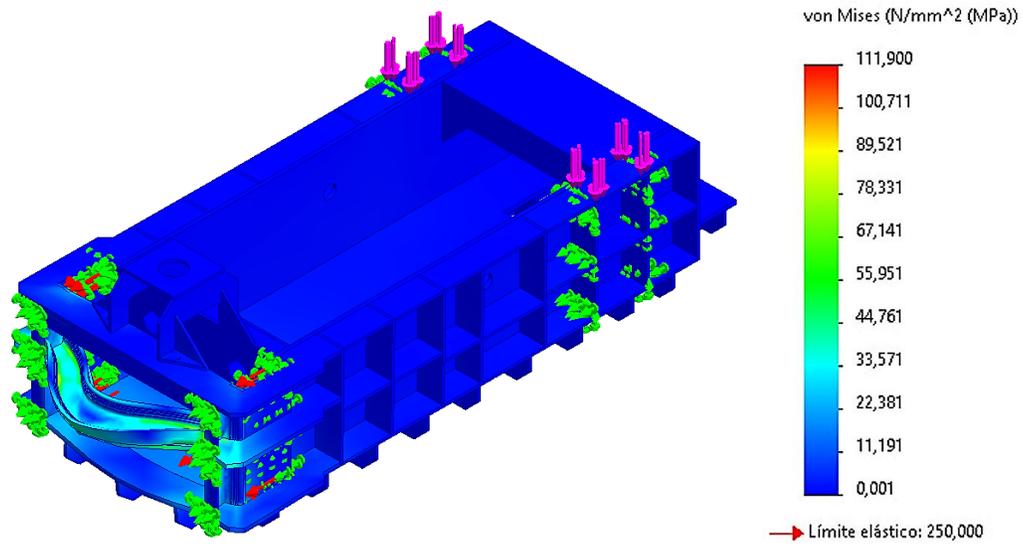
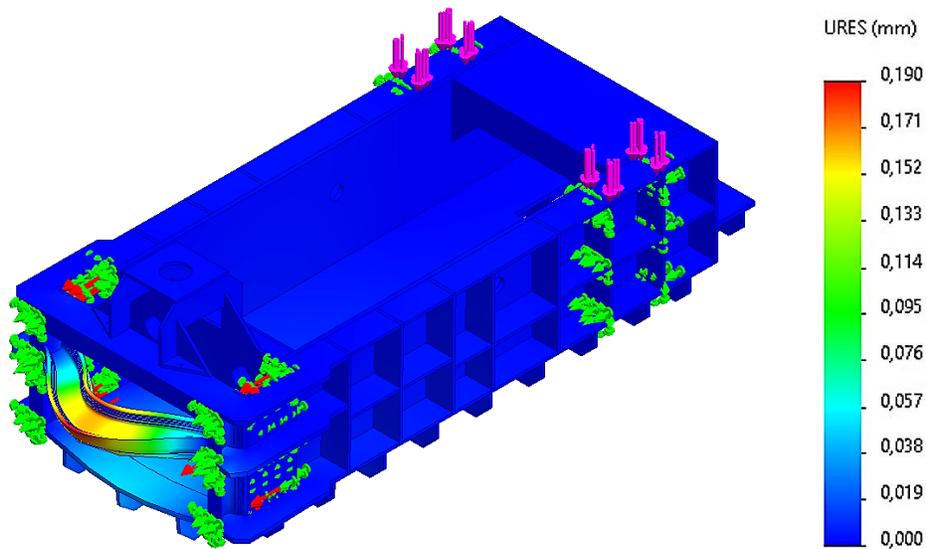


Figura 4-29

Deformación máxima de estructura principal.



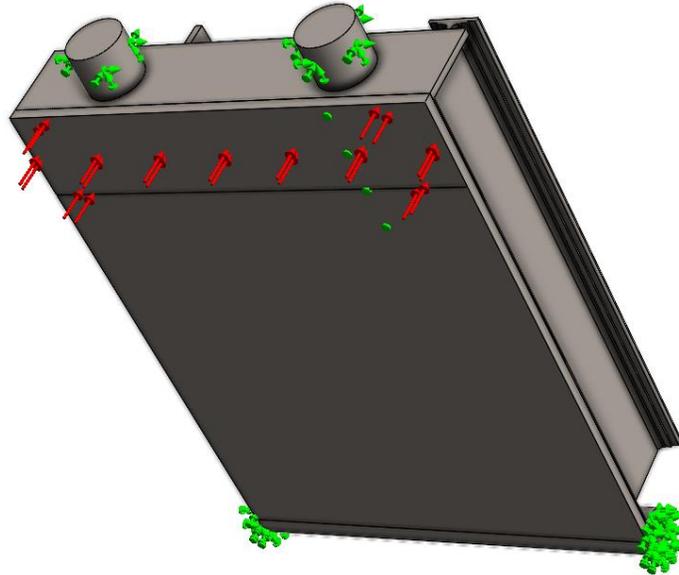
Como se observa en la *Figura 4-27*, *Figura 4-28* y *Figura 4-29*, la tensión máxima que debe soportar la estructura principal se encuentra en la placa de refuerzo central, la cual deber resistir una carga de 111,900 MPa, y la deformación máxima que tendrán estos elementos es 0,190 mm, valor que se considera despreciable considerando toda el área de contacto, además la carga máxima no supera el límite elástico del material y su factor de seguridad mínimo es 2,234 por lo tanto cumple los requerimientos para evitar el fallo.

4.8.4. Análisis de la Tapa Compactadora

La tapa compactadora a pesar de ser el elemento que menos cargas debe soportar, de igual forma se lo analiza para verificar que resistirá la presión que pueda generar la chatarra al deformarse por la compactación. En este caso el estudio se lo hace en la deformación de la base de la tapa, la cual debe otorgar la resistencia adecuada en los primeros 13 cm de longitud ya que el resto lo soporta la estructura principal.

Figura 4-30

Sujeciones y presión en tapa compactadora.



En este caso las variables a utilizar son, la presión de empuje que ejerce la chatarra al deformarse en dirección transversal de su compactación, y como geometría fija los pasadores que sujetan el elemento con la estructura principal, y el eje de giro de la tapa como se observa en la *Figura 4-30*.

Tabla 4-8

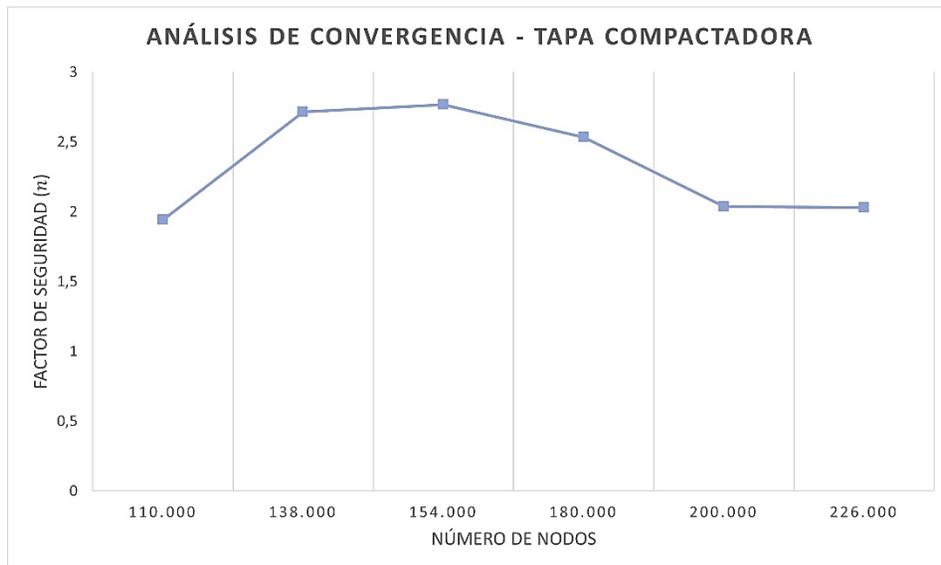
Valores resultantes por elementos finitos de tapa compactadora.

Número de Nodos	Factor de Seguridad	Tensión Máxima (MPa)	Desplazamiento Máximo (mm)
110.000	1,940	128,883	0,060
138.000	2,715	92,073	0,060

154.000	2,766	90,398	0,063
180.000	2,533	98,698	0,076
200.000	2,036	122,820	0,075
226.000	2,029	123,188	0,101

Figura 4-31

Análisis de convergencia en tapa compactadora.



La simulación se realizó utilizando mallas con diferente cantidad de nodos en cada una con la finalidad de encontrar el rango donde el valor de factor de seguridad se mantenga constante o cercano, como se observa en la *Tabla 4-8* y la *Figura 4-312*, para este caso el rango de nodos se encuentra entre 138.000 y 226.000, rango en el que se encuentra un factor de seguridad entre 2,715 y 2,029, y de igual forma cumple al tener un factor de seguridad superior al mínimo requerido.

Figura 4-32
Factor de seguridad mínimo de tapa compactadora.

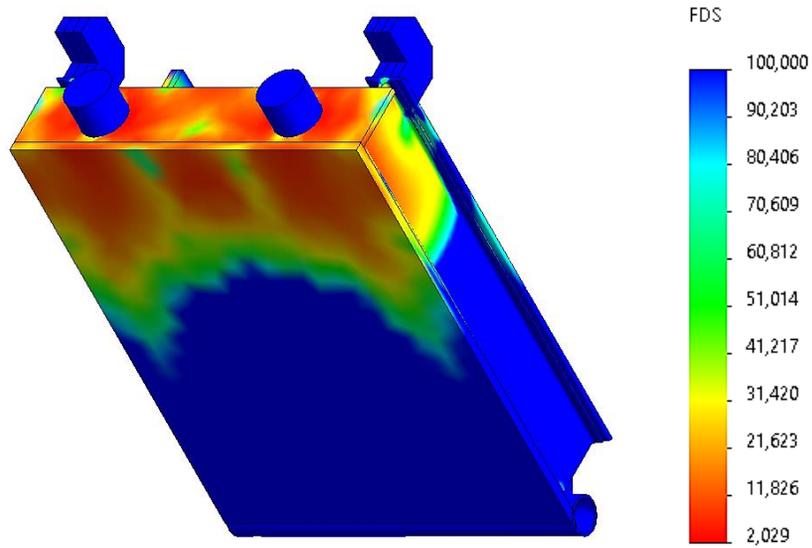


Figura 4-33
Tensión máxima de tapa compactadora.

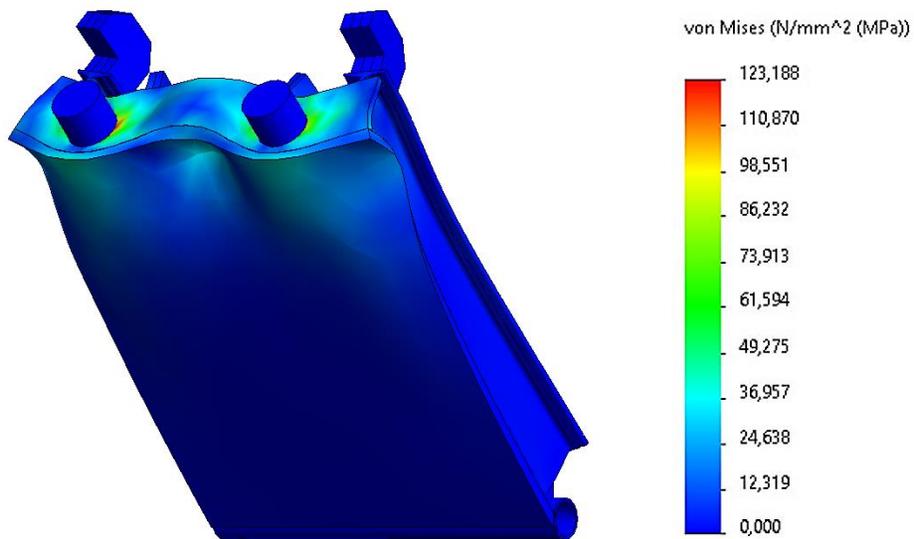
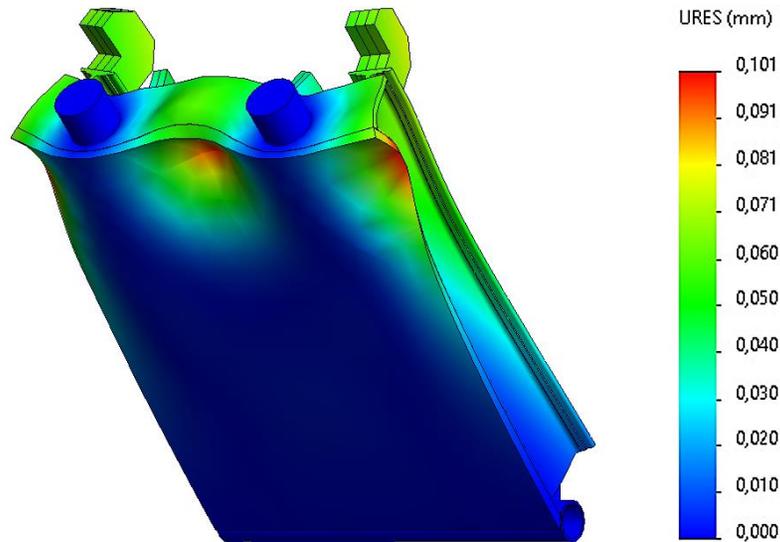


Figura 4-34

Deformación máxima de tapa compactadora.



Como se observa en la *Figura 4-32*, *Figura 4-33* y *Figura 4-34*, la tensión máxima que debe soportar la tapa de compactación se encuentra en el borde de contacto con la estructura principal, la cual deber resistir una carga de $123,188 \text{ MPa}$, y la deformación máxima que tendrán estos elementos es $0,101 \text{ mm}$, la carga máxima no supera el límite elástico del material y su factor de seguridad mínimo es 2,029.

Como se observa todos los elementos de la compactadora cumplen el factor de seguridad mínimo requerido, por lo tanto, la máquina no fallara con la carga máxima necesaria para a compactación del acero, debido a esto el resto de los materiales utilizados por SMO son compactados con menor esfuerzo.

Por sugerencia de la empresa no se realizó un análisis completo de cargas en las sujeciones del cuerpo de los cilindros hidráulicos con la estructura, debido a que SMO con las características

calculadas que se indican en la **Tabla 4-4** busca otros proveedores de estos elementos hidráulicos, por lo que estas sujeciones dependerán del proveedor elegido. Sin embargo, en la simulación de la estructura si se consideró las cargas que generan estos elementos, por lo tanto, la máquina se puede adaptar a los cilindros y sujeciones que adquiera la empresa.

4.9. Análisis Económico

Para evaluar si viabilidad que tiene aplicar este proyecto en la empresa SMO, se debe realizar un estudio de los costos que genera el proceso usado actualmente a comparación de los costos que genera implementar este diseño.

Se tiene en cuenta que este análisis se representa en dólares americanos, a fecha de julio del 2023.

4.9.1. Importe del Proceso Actual

En la **Tabla 4-9** se muestra los datos que indican el costo por año que conlleva el proceso utilizado actualmente para la preparación de material metálico para su posterior fundición.

Tabla 4-9

Costos actuales

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Personal	\$/año	3	\$ 5.400	\$ 16.200
Tecla	\$/año	1	\$ 1.200	\$ 1.200
Disco de corte	\$/año	1	\$ 2.592	\$ 2.592
Consumibles de plasma	\$/año	1	\$ 480	\$ 480

Consumo eléctrico	\$/año	1	\$ 3.192	\$ 3.192
Mantenimiento de equipos	\$/año	1	\$ 450	\$ 450
Total	\$/año	8		\$ 24.114

4.9.2. Importe de Implementación de Proyecto

Se realizó un cálculo aproximado del valor que tendrá fabricar la compactadora por parte de la empresa, realizando cotizaciones a los diferentes proveedores del material necesario, estos costos se pueden observar en la **Tabla 4-10**.

Tabla 4-10

Costos de inversión

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cilindro hidráulico grande	2	\$ 3.317,73	\$ 6.635,46
Cilindro hidráulico pequeño	1	\$ 528,36	\$ 528,36
Unidad de Potencia	1	\$ 13.140,70	\$ 13.140,70
Mangueras	13	\$ 113,96	\$ 1481,48
Planchón	4	\$ 338,4	\$ 1.353,6
IPN 140	3.6 m	\$ 20.736	\$ 74,65
UPN 100	0.71 m	\$ 15,35	\$ 10,90
Varilla redonda lisa	2 m	\$ 49,94	\$ 99,88
Tubo redondo	0.6 m	\$ 6,45	\$ 3,87

Aceite hidráulico	75	\$ 23,07	\$ 1.730,25
Personal	2	\$ 900	\$ 1800
Soldadura	1	\$ 912	\$ 912
Total			\$ 27.771,15

Capítulo 5 Conclusiones

- Gracias al análisis realizado para este trabajo se concluyó que a nivel nacional no existe una empresa dedicada a la distribución de este tipo de máquinas, y la fabricación del diseño realizado es favorable a nivel económico en comparación a la importación de una compactadora con características similares.
- La máquina realizada tiene la capacidad de compactar desechos metálicos de la mayoría de los materiales utilizados en el proceso de fundición, además es adecuado para el uso con la mayoría de los hornos industriales gracias a las dimensiones finales de las pacas compactadas que se ajustan a compuertas de ingreso de material desde 20cm x 20cm.
- El diseño realizado tiene la capacidad de satisfacer los requerimientos de la empresa Servicios Metalúrgicos Otavalo, además se optimiza el tiempo de estos procesos de reciclaje, ya que el tiempo de compactación es de 1,06 minutos, y principalmente se reduce el riesgo laboral minimizando la necesidad de preparar el material con máquinas de corte.
- Con el uso de herramientas computacionales, se validó cada elemento que compone la máquina, y se concluyó que tiene la capacidad suficiente de compactar incluso el acero sin llegar al punto de presentar fallas en su estructura, ya todos estos análisis superaron el valor mínimo de factor de seguridad de 2.
- El costo de implementar el diseño propuesto en la empresa conlleva una inversión de \$27.771,15, lo cual es factible ya que máquinas comerciales similares tiene un valor de \$30.000,00 más costos de envío aranceles aduaneros, además la factibilidad de encontrar los materiales para la construcción a nivel nacional concluye en dar prioridad a fabricar la compactadora.

Capítulo 6 Recomendaciones

- Aunque la capacidad de la máquina permita compactar un volumen mayor, se recomienda respetar la compactación de un máximo de 40 kg por ciclo.
- Se recomienda automatizar el sistema para maximizar la seguridad durante la operación, acoplando sensores que frenen el proceso cuando se exceda la carga máxima.
- Se recomienda adquirir los componentes hidráulicos de un solo proveedor para mejorar la compatibilidad de elementos, basándose en los datos entregados para la elección de cilindros y unidades de potencia.
- Se recomienda colocar el sistema hidráulico lo más cercano posible para evitar pérdidas de potencia.
- Para la construcción de la máquina para la compactación de acero, se recomienda usar el diseño propuesto, guiándose en los manuales, planos y características indicadas.

Capítulo 7 Referencias

- [1] J. Jiménez and O. Rosas, "Diseño de una máquina compactadora de chatarra de aluminio para producir pacas de 65 Kg.," Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2009.
- [2] C. Cunalata, "Diseño y análisis estructural de un prototipo de compactadora de chatarras de aluminio para el reciclaje.," Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2011.
- [3] O. Cruz and E. Garrido, "Diseño de una máquina compactadora de carrocerías de carros y camionetas.," Fundación Universidad América, Bogotá, 2017.
- [4] E. Catalán, "Diseño de una compactadora de chatarra liviana de acero.," Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2014.
- [5] H. Aquino, M. Gonzáles, J. Nava, D. Orozco, and J. Portillo, "Compactadora de viruta de aluminio.," Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 2016.
- [6] M. Fuentes and M. Osses, "ESTUDIO DE FABRICACIÓN DE CILINDROS HIDRÁULICOS," Universidad del Bio-Bio, Chile, 2016.
- [7] C. López and J. Bajaña, "Diseño y construcción de un compactador de latas y envases de PET," Universidad Politécnica Salesiana Del Ecuador, Guayaquil, 2016.
- [8] E. Baltuano, "Diseño de una máquina compactadora de latas de bebidas de aluminio.," Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, 2013.
- [9] R. Cruz and L. Santo, "Diseño de un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio que se genera en la empresa Corporación Ecuatoriana de Aluminio de la ciudad de Latacunga CEDA S.A.," Universidad Técnica De Cotopaxi, Latacunga, 2013.
- [10] L. Uribe, M. Hernández, and J. Martínez, "Diseño de un sistema automático para una compactadora de aluminio.," Instituto Politécnico Nacional, México, 2012.
- [11] Adalmo, "El reciclado de chatarra."
- [12] Gerencia de Producción - SIDEQUA, "SIDEQUA (Siderúrgica de Guatemala) Proceso".
- [13] Parker Latin America Team Print Friendly and PDF, "Válvulas hidráulicas dimensionadas para aumentar el rendimiento del equipo."
- [14] Bosch Rexroth, "Cartera de Productos de Hidráulica Industrial," <https://www.boschrexroth.com/es/es/>.
- [15] Prima Process Metrology, "Manómetro de presión ¿Qué es y para qué sirve?"
- [16] "Compactadora de chatarra hidráulica vertical," <https://mx.etwinternational.com/1-6-two-ram-baler-28888.html>.

[17] A. Creus Solé, *Neumática e Hidráulica*.

[18] “Import Aceros,” <https://www.importaceros.com/>.

Capítulo 8 Anexos

ANEXO 1 – CATÁLOGO DE CILINDROS

Hydraulic cylinder Mill type

Series CDH1 / CGH1 / CSH1



H4646_d

- ▶ Component series 3X
- ▶ Nominal pressure 250 bar (25 MPa)

Features

- ▶ 6 types of mounting
- ▶ Piston Ø (**ØAL**): 40 to 320 mm
- ▶ Piston rod Ø (**ØMM**): 22 to 220 mm
- ▶ Stroke lengths up to 6 m
- ▶ Self-adjusting and adjustable end position cushioning
- ▶ IO-Link interface, optional



Project planning software
Interactive Catalog System
www.boschrexroth.com/mill-type-cylinder

Contents

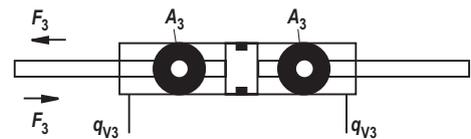
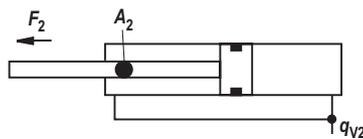
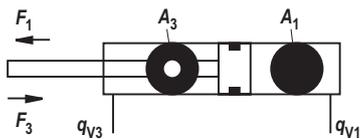
Features	1	Flange ports	42, 43
Contents	1	Subplates for valve mounting	44 ... 47
Ordering code series CDH1	2 ... 4	Bleeding / measuring coupling	48
Ordering code series CGH1	5 ... 7	Throttle valve	48
Ordering code series CSH1	8 ... 10	Proximity switch	49 ... 51
Technical data	11 ... 15	Position measurement system	52, 53
Overview types of mounting: Series CDH1 / CSH1	16	Profibus	54, 55
Overview types of mounting: Series CSH1	17	IO-Link, Profinet	56 ... 58
Swivel eye at base CDH1: MP3	18, 19	Plain clevis CSA	59
Self-aligning clevis at base CDH1: MP5	20, 21	Plain clevis CGA	60
Round flange at head CDH1/CGH1: MF3	22, 23	Swivel head CGAK	61, 62
Round flange at base CDH1: MF4	24, 25	Swivel head CGAS (clampable)	63, 64
Trunnion mounting CDH1/CGH1: MT4	26, 27	Buckling	65
Foot mounting CDH1/CGH1: MS2	28, 29	Admissible stroke length	66 ... 67
Swivel eye at base CSH1: MP3	30, 31	End position cushioning	68 ... 70
Self-aligning clevis at base CSH1: MP5	32, 33	Selection criteria for seals	71
Round flange at head CSH1: MF3	34, 35	Seal kits	72 ... 76
Round flange at base CSH1: MF4	36, 37	Tightening torques	77
Trunnion mounting CSH1: MT4	38, 39	Components	78 ... 81
Foot mounting CSH1: MS2	40, 41	Cylinder weight	82
		Corrosivity categories	83

Technical data

(For applications outside these values, please consult us!)

Diameters, areas, forces, flow

Piston	Piston rod	Area ratio	Areas			Force at 250 bar ¹⁾			Flow at 0.1 m/s ²⁾			Max. available stroke length
			Piston	Rod	Ring	Pressure	Diff.	Pulling	Off	Diff.	On	
ØAL mm	ØMM mm	ϕ A_1/A_3	A_1 cm ²	A_2 cm ²	A_3 cm ²	F_1 kN	F_2 kN	F_3 kN	q_{V1} l/min	q_{V2} l/min	q_{V3} l/min	mm
40	22	1.43	12.56	3.80	8.76	31.40	9.50	21.90	7.5	2.3	5.3	2000
	28	1.96		6.16	6.40		15.40	16.00		3.7	3.8	
50	28	1.46	19.63	6.16	13.47	49.10	15.40	33.70	11.8	3.7	8.1	2000
	36	2.08		10.18	9.45		25.45	23.65		6.1	5.7	
63	36	1.48	31.17	10.18	20.99	77.90	25.45	52.45	18.7	6.1	12.6	2000
	45	2.04		15.90	15.27		39.75	38.15		9.5	9.2	
80	45	1.46	50.26	15.90	34.36	125.65	39.75	85.90	30.2	9.5	20.7	2000
	56	1.96		24.63	25.63		61.55	64.10		14.8	15.4	
100	56	1.46	78.54	24.63	53.91	196.35	61.55	134.80	47.1	14.8	32.3	3000
	70	1.96		38.48	40.06		96.20	100.15		23.1	24.0	
125	70	1.46	122.72	38.48	84.24	306.75	96.20	210.55	73.6	23.1	50.5	3000
	90	2.08		63.62	59.10		159.05	147.70		38.2	35.4	
140	90	1.70	153.94	63.62	90.32	384.75	159.05	225.70	92.4	38.2	54.2	3000
	100	2.04		78.54	75.40		196.35	188.40		47.1	45.3	
160	100	1.64	201.06	78.54	122.50	502.50	196.35	306.15	120.6	47.1	73.5	3000
	110	1.90		95.06	106.00		237.65	264.85		57.0	63.6	
180	110	1.60	254.47	95.06	159.43	636.17	237.65	398.52	152.7	57.0	95.7	3000
	125	1.93		122.72	131.75		306.80	329.37		73.6	79.1	
200	125	1.64	314.16	122.72	191.44	785.25	306.80	478.45	188.5	73.6	114.9	3000
	140	1.96		153.96	160.20		384.90	400.35		92.4	96.1	
220	140	1.68	380.1	153.9	226.2	950.3	384.8	565.5	228.1	92.4	135.7	6000
	160	2.12		201.0	179.1		502.6	447.7		120.7	107.4	
250	160	1.69	490.8	201.0	289.8	1227.2	502.7	724.5	294.5	120.7	173.8	6000
	180	2.08		254.4	236.4		636.2	591.0		152.7	141.8	
280	180	1.70	615.7	254.4	361.3	1539.4	636.2	903.2	369.4	152.7	216.7	6000
	200	2.04		314.1	301.6		785.4	753.9		188.5	180.9	
320	200	1.64	804.2	314.1	490.1	2010.6	785.4	1225.2	482.5	188.5	294.0	6000
	220	1.90		380.1	424.2		950.3	1060.3		228.1	254.4	



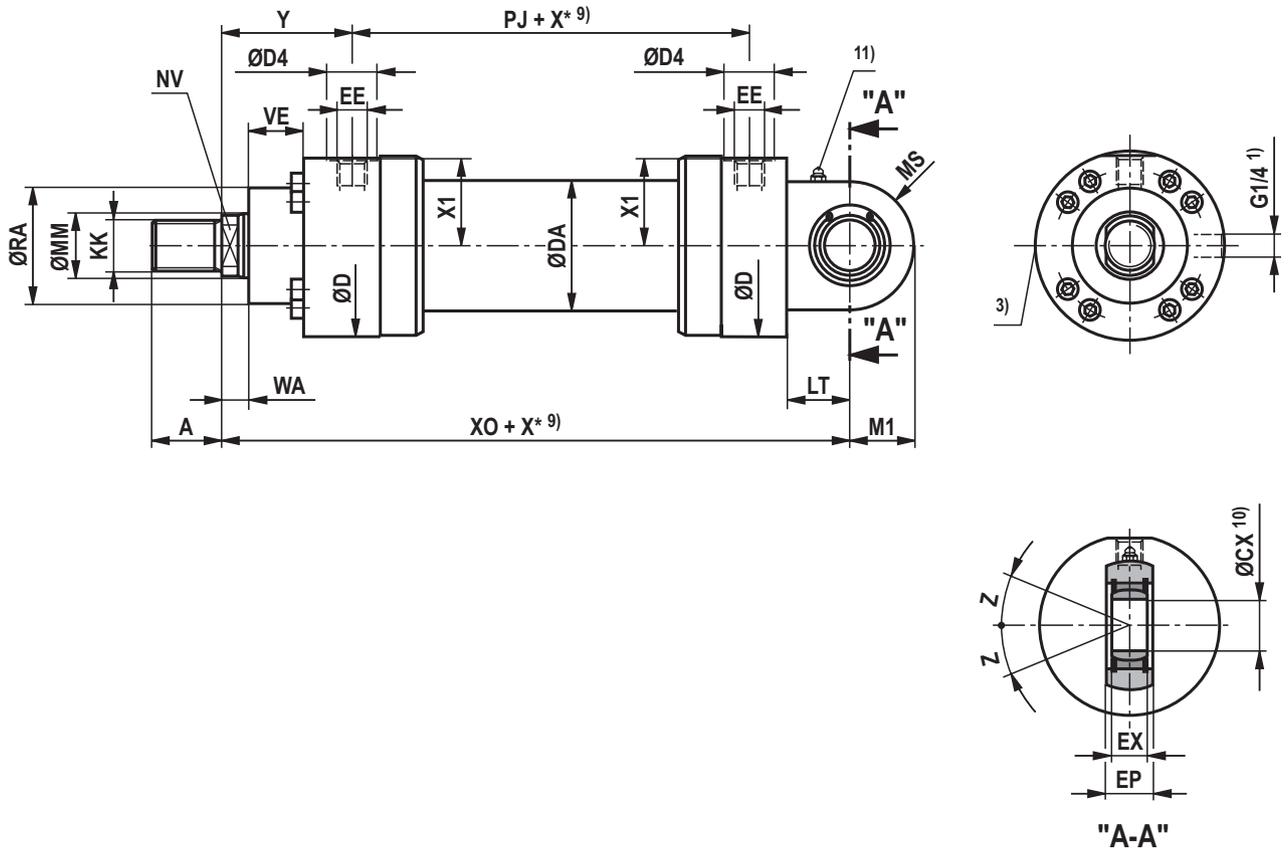
¹⁾ Theoretical static cylinder force
(without consideration of the efficiency and admissible load for attachment parts such as swivel heads, plates, or valves, etc.)

²⁾ Stroke velocity

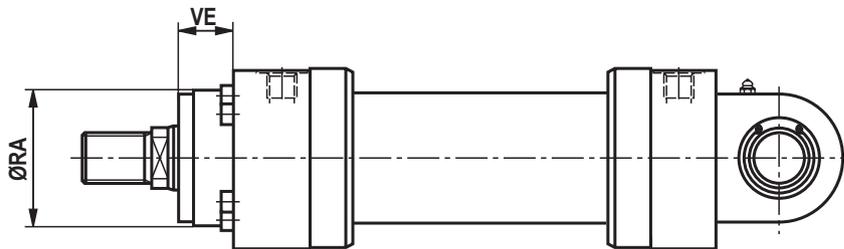
Dimensions

Self-aligning clevis at base CDH1: MP5 (dimensions in mm)

CDH1 MP5



CDH1 MP5: with seal design "A", "B" and ØAL 160 - 320 mm



Dimensions

Self-aligning clevis at base CDH1: MP5 (dimensions in mm)

ØAL	ØMM	KK 5)	A 5)	KK 6)	A 6)	NV	ØD	ØDA	ØD4 2)	EE 4; 16)	EE 4; 17)	Y	PJ	X1	C ₀ ¹⁸⁾ kN
40	22/28	M16x1,5	16	M18x2	30	16/22	88	52	34	G1/2	M22x1,5	79	120	41	72
50	28/36	M22x1,5	22	M24x2	35	22/30	102	62	34	G1/2	M22x1,5	87	120	48.5	106
63	36/45	M28x1,5	28	M30x2	45	30/36	120	78	42	G3/4	M27x2	100	133	56.5	153
80	45/56	M35x1,5	35	M39x3	55	36/46	140	95	42	G3/4	M27x2	104	146	67	250
100	56/70	M45x1,5	45	M50x3	75	46/60	170	125	47	G1	M33x2	124	171	82	365
125	70/90	M58x1,5	58	M64x3	95	60/75	206	150	58	G1 1/4	M42x2	135	205	99	400
140	90/100	M65x1,5	65	M80x3	110	75/85	226	170	58	G1 1/4	M42x2	156	219	109.5	540
160	100/110	M80x2	80	M90x3	120	85/95	265	190	65	G1 1/2	M48x2	185	240	129	670
180	110/125	M100x2	100	M100x3	140	95/110	292	210	65	G1 1/2	M48x2	199	264	142.5	980
200	125/140	M110x2	110	M110x4	150	110/120	310	235	65	G1 1/2	M48x2	205	278	152	1120
220	140/160	M120x3	120	M120x4	160	120/140	355	273	65	G1 1/2	M48x2	242	326	174	1700
250	160/180	M120x3	120	M120x4	160	140/160	395	305	65	G1 1/2	M48x2	266	326	194	1700
280	180/200	M130x3	130	M150x4	190	160/180	425	343	65	G1 1/2	M48x2	282	375	210	2900
320	200/220	–	–	M160x4	200	180/200	490	394	65	G1 1/2	M48x2	287	431	242	–

ØAL	ØMM	F _{adm} ¹⁹⁾ kN	WA	XO	X* min	LT	M1	MS	ØCX	EP -0.4	EX	Z	ØRA 7)	VE 7)	ØRA 8)	VE 8)
40	22/28	25.9	14	252	–	32.5	28	31	25 _{-0.010}	23	20 _{-0.12}	7 °	52	40	52	20
50	28/36	38.2	18	265	–	37.5	32.5	36	30 _{-0.010}	28	22 _{-0.12}	6 °	65	40	65	16
63	36/45	55.1	22	302	–	45	40	42	35 _{-0.012}	30	25 _{-0.12}	6 °	75	45	75	17
80	45/56	90.0	20	330	–	50	50	52	40 _{-0.012}	35	28 _{-0.12}	7 °	95	45	95	13
100	56/70	131.4	30	385	–	60	62.5	65	50 _{-0.012}	40	35 _{-0.12}	6 °	115	55	115	20
125	70/90	144.0	32	447	–	70	70	70	60 _{-0.015}	50	44 _{-0.15}	6 °	135	60	135	17
140	90/100	194.4	35	490	–	75	82	82	70 _{-0.015}	55	49 _{-0.15}	6 °	155	70	155	22
160	100/110	241.2	40	550	–	85	95	95	80 _{-0.015}	60	55 _{-0.15}	6 °	200	80	200	80
180	110/125	352.8	40	610	–	90	113	113	90 _{-0.020}	65	60 _{-0.20}	5 °	220	90	220	90
200	125/140	403.2	40	645	–	115	125	125	100 _{-0.020}	70	70 _{-0.20}	7 °	235	95	235	95
220	140/160	612.0	40	750	–	125	150 ¹²⁾	140 ¹²⁾	110 _{-0.020}	80	70 _{-0.20}	6 °	270	115	270	115
250	160/180	612.0	40	789	–	140	168 ¹²⁾	158 ¹²⁾	110 _{-0.020}	80	70 _{-0.20}	6 °	300	125	300	125
280	180/200	1044.0	40	884	31	150	188 ¹²⁾	178 ¹²⁾	120 _{-0.020}	90	85 _{-0.20}	6 °	325	130	325	130
320	200/220	–	40	980	–	175	210 ¹²⁾	200 ¹²⁾	140 _{-0.020}	110	90 _{-0.20}	7 °	365	155	365	155

ØAL = piston Ø

ØMM = piston rod Ø

X* = stroke length

X*min = min. stroke length

With hydraulic cylinders with end position cushioning, observe the notice on page 58!

1) Bleeding: With view to the piston rod, the position is offset by 90° in relation to the line connection (clockwise)

2) Ø D4 max. 0.5 mm deep

3) Throttle valve only with end position cushioning "E" (180° for bleeding)

4) Flange connections see separate table pages 42 and 43

5) Thread design "G"

6) Thread design "A"

7) Dimensions for cylinders with seal design M, T, G, L, R, S and V

8) Dimensions for cylinders with seal design A and B

9) Observe the min. stroke length "X*min"

10) Related bolt Ø m6;

Related bolt Ø j6 for maintenance-free spherical bearing

11) Standard version "W"

Grease nipple, cone head form A according to DIN 71412; not applicable to spherical bearing, maintenance-free "A"

12) The specified dimensions are maximum values, tolerance classes 342 according to ISO 9013 Thermal cutting

16) Line connection "B" and "C"

17) Line connection "M"

18) C₀ = static load rating of the swivel head

19) F_{adm} = max. admissible load of the swivel head with oscillatory or alternating loads

ANEXO 2 – CATÁLOGO DE HORQUILLAS

Mounting elements for hydraulic cylinders

Mounting elements

RE 17042

Edition: 2013-07

Replaces: 13.06



H3121_d

Features

Mounting elements:

- ▶ Plain clevis
- ▶ Swivel head
- ▶ Fork clevis
- ▶ Bearing bracket
- ▶ Clevis bracket and eye bracket
- ▶ Trunnion bracket
- ▶ Bolts

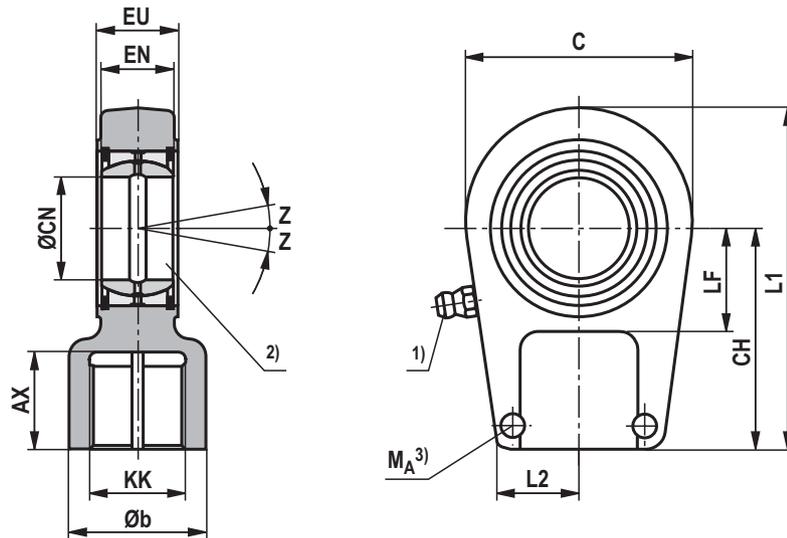
Contents

Features		1
Mounting element overview		2, 3
Dimensions:		
Swivel head	CGK	4, 5
Clevis bracket	CLCC	6, 7
Fork clevis	CCKA	8
Eye bracket	CLEA	9
Clevis bracket	CLCB	10, 11
Trunnion bracket	CLTA	12, 13
Swivel head	CGKA	14
Swivel head	CGKL	15
Swivel head	CGKD	16, 17
Trunnion bracket	CLTB	18, 19
Clevis bracket	CLCA	20, 21
Clevis bracket	CLCD	22, 23
Plain clevis	CSA	24, 25
Swivel head	CGA	26, 27
Swivel head	CGAK	28, 29
Swivel head	CGAS	30, 31
Fork clevis	CCKB	32, 33
Swivel head	CGKD	34, 35
Trunnion bracket	CLTB	36, 37
Clevis bracket	CLCA	38, 39
Clevis bracket	CLCD	40, 41

Project planning software **Interactive Catalog System****Online**www.boschrexroth.com/ics

Dimensions: Swivel head CGAK (clampable) for series CDH1/CGH1/CSH1 and CDH3/CGH3/CSH3 (dimensions in mm)

AL-Ø 40 ... 280 mm



Series		Type	Material no.	AX min.	Øb max.	C	CH	ØCN ²⁾	EN	EU -0,4	KK
CDH1 / CGH1 / CSH1 ØAL	CDH3 / CGH3 / CSH3 ØAL										
40	—	CGAK 16	R900303162	17	26	56	50	25 _{-0,010}	20 _{-0,12}	23	M16x1,5
50	40	CGAK 22	R900303163	23	33	64	60	30 _{-0,010}	22 _{-0,12}	28	M22x1,5
63	50	CGAK 28	R900303164	29	41	78	70	35 _{-0,012}	25 _{-0,12}	30	M28x1,5
80	63	CGAK 35	R900303165	36	50	94	85	40 _{-0,012}	28 _{-0,12}	35	M35x1,5
100	80	CGAK 45	R900303166	46	62	116	105	50 _{-0,012}	35 _{-0,12}	40	M45x1,5
125	100	CGAK 58	R900303167	59	76	130	130	60 _{-0,015}	44 _{-0,15}	50	M58x1,5
140	125	CGAK 65	R900303168	66	87	154	150	70 _{-0,015}	49 _{-0,15}	55	M65x1,5
160	140	CGAK 80	R900303169	81	106	176	170	80 _{-0,015}	55 _{-0,15}	60	M80x2
180	160	CGAK100	R900321655	101	125	206	210	90 _{-0,020}	60 _{-0,20}	65	M100x2
200	180	CGAK110	R900321691	111	139	231	235	100 _{-0,020}	70 _{-0,20}	70	M110x2
220	200	CGAK120	R900321621	125	155	266	265	110 _{-0,020}	70 _{-0,20}	80	M120x3
250	220	CGAK120	R900321621	125	153	265	265	110 _{-0,020}	70 _{-0,20}	80	M120x3
280	250	CGAK130	R900322015	135	173	340	310	120 _{-0,020}	85 _{-0,20}	90	M130x3

Dimensions: Swivel head CGAK (clampable) for series CDH1/CGH1/CSH1 and CDH3/CGH3/CSH3 (dimensions in mm)

Series		Type	L1	L2 max.	LF	Z	Clamping screws ISO 4762-10.9	M_A ³⁾ Nm	m ⁴⁾ kg	C_0 ⁵⁾ kN	F_{adm} ⁶⁾ kN
CDH1 / CGH1 / CSH1 ØAL	CDH3 / CGH3 / CSH3 ØAL										
40	—	CGAK 16	80	24	28	7°	M8	30	0,43	72	25,9
50	40	CGAK 22	94	26	30	6°	M8	30	0,7	106	38,2
63	50	CGAK 28	112	34	38	6°	M10	54	1,1	153	55,1
80	63	CGAK 35	135	39	45	7°	M10	59	2,0	250	90,0
100	80	CGAK 45	168	46	55	6°	M12	100	3,3	365	131,4
125	100	CGAK 58	200	61	65	6°	M16	250	5,5	400	144,0
140	125	CGAK 65	232	66	75	6°	M16	250	8,6	540	194,4
160	140	CGAK 80	265	81	80	6°	M20	490	12,2	670	241,2
180	160	CGAK100	323	91	90	5°	M20	490	21,5	980	352,8
200	180	CGAK110	360	101	105	7°	M24	840	27,5	1120	403,2
220	200	CGAK120	407,5	111	115	6°	M24	840	40,7	1700	612,0
250	220	CGAK120	407,5	111	115	6°	M24	840	40,7	1700	612,0
280	250	CGAK130	490	129	140	6°	M24	840	76,4	2900	1044,0

ØAL = piston Ø

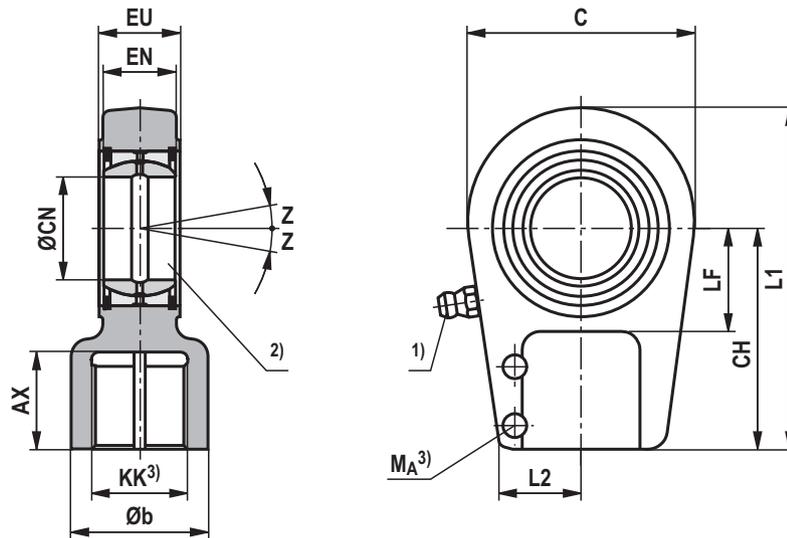
- 1) Lubricating nipple, cone head form A according to DIN 71412
- 2) Bolt Ø m6 required;
Bolt Ø j6 required with maintenance-free spherical bearing
- 3) M_A = tightening torque
The swivel head must always be screwed against the shoulder of the piston rod. Afterwards, the clamping screws must be tightened with the specified tightening torque.
- 4) m = weight of swivel head in kg
- 5) C_0 = static load rating of the swivel head
- 6) F_{adm} = maximum admissible load on the swivel head during oscillatory or alternating loads

 **Notice!**

The specified dimensions are maximum values and may differ depending on the manufacturer.

The following values are excluded: CH, CN, EN, EU, KK

Dimensions: Swivel head CGAS (clampable) for series CDH1/CGH1/CSH1 and CDH3/CGH3/CSH3 (dimensions in mm)



Series		Type	Material no.	AX min.	Øb max.	C max.	CH	ØCN ²⁾	EN	EU -0,4	KK
CDH1 / CGH1 / CSH1 ØAL	CDH3 / CGH3 / CSH3 ØAL										
40	—	CGAS 25	R900303137	30	28	56	65	25 _{-0,010}	20 _{-0,12}	23	M18x2
50	40	CGAS 30	R900303138	35	34	64	75	30 _{-0,010}	22 _{-0,12}	28	M24x2
63	50	CGAS 35	R900303139	46	46	78	90	35 _{-0,012}	25 _{-0,12}	30	M30x2
80	63	CGAS 40	R900303140	56	57	94	105	40 _{-0,012}	28 _{-0,12}	35	M39x3
100	80	CGAS 50	R900303141	76	70	116	135	50 _{-0,012}	35 _{-0,12}	40	M50x3
125	100	CGAS 60	R900303142	96	87	130	170	60 _{-0,015}	44 _{-0,15}	50	M64x3
140	125	CGAS 70	R900303143	112	111	154	195	70 _{-0,015}	49 _{-0,15}	55	M80x3
160	140	CGAS 80	R900303144	122	129	176	210	80 _{-0,015}	55 _{-0,15}	60	M90x3
180	160	CGAS 90	R900303145	142	153	211	250	90 _{-0,020}	60 _{-0,20}	65	M100x3
200	180	CGAS100	R900303146	152	170	230	275	100 _{-0,020}	70 _{-0,20}	70	M110x4
220	200	CGAS110	R900303147	162	180	264	300	110 _{-0,020}	70 _{-0,20}	80	M120x4
250	220	CGAS110	R900303147	162	180	264	300	110 _{-0,020}	70 _{-0,20}	80	M120x4
280	250	CGAS120	R900303148	192	210	340	360	120 _{-0,020}	85 _{-0,20}	90	M150x4
320	280	CGAS140	R900317314	210	230	380	420	140 _{-0,025}	90 _{-0,25}	110	M160x4
—	320	CGAS160	R900303149	221	260	480	460	160 _{-0,025}	105 _{-0,25}	110	M180x4

Dimensions: Swivel head CGAS (clampable) for series CDH1/CGH1/CSH1 and CDH3/CGH3/CSH3 (dimensions in mm)

Series		Type	L1 max.	L2 max.	LF min.	Z ³⁾	Clamping screws ISO 4762-10.9	M _A ⁴⁾ Nm	m ⁵⁾ kg	C ₀ ⁶⁾ kN	F _{adm} ⁷⁾ kN
CDH1 / CGH1 / CSH1 ØAL	CDH3 / CGH3 / CSH3 ØAL										
40	—	CGAS 25	95	24	25	7-8°	M8	30	0,65	82	27,1
50	40	CGAS 30	109	28	30	6-7°	M8	30	1,0	122	40,3
63	50	CGAS 35	132	36	40	6-7°	M10	59	1,5	177	58,4
80	63	CGAS 40	155	39	44	7°	M12	100	2,4	287	94,7
100	80	CGAS 50	198	45	55	6-7°	M12	100	4,8	422	139,3
125	100	CGAS 60	240	59	65	6-7°	M16	250	8,6	522	172,3
140	125	CGAS 70	279	70	75	6°	M16	250	12,2	707	233,3
160	140	CGAS 80	305	85	80	6°	M20	490	18,4	870	287,1
180	160	CGAS 90	366	91	90	5°	M20	490	31,6	1284	423,7
200	180	CGAS100	400	95	105	7°	M20	490	34	1460	481,8
220	200	CGAS110	443	106	115	6°	M24	840	44	2024	667,9
250	220	CGAS110	443	106	115	6°	M24	840	44	2024	667,9
280	250	CGAS120	540	122	140	6°	M24	840	75	2970	980,1
320	280	CGAS140	620	129	185	7°	M30	1700	160	3350	1105,5
—	320	CGAS160	710	146	200	8°	M30	1700	235	4302	1419,7

ØAL = piston Ø

¹⁾ Lubricating nipple, cone head form A according to DIN 71412

²⁾ Bolt Ø m6 required;

Bolt Ø j6 required with maintenance-free spherical bearing

³⁾ Dimensions may differ depending on the manufacturer

⁴⁾ M_A = tightening torque

The swivel head must always be screwed against the shoulder of the piston rod. Afterwards, the clamping screws must be tightened with the specified tightening torque.

⁵⁾ m = weight of swivel head in kg

⁶⁾ C₀ = static load rating of the swivel head

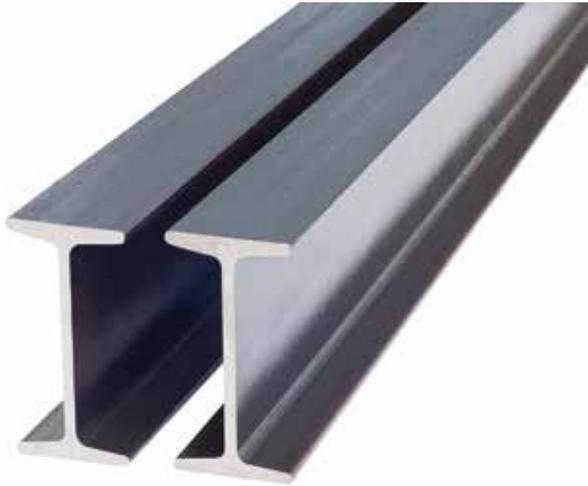
⁷⁾ F_{adm} = maximum admissible load on the swivel head during oscillatory or alternating loads

Notice!

The specified dimensions are maximum values and may differ depending on the manufacturer.

The following values are excluded: CH, CN, EN, EU, KK

ANEXO 3 – CATÁLOGO DE VIGAS IPN



VIGA IPN

El perfil IPN es un perfil cuya sección tiene una forma de doble "T", también llamado "Sección en I con alas inclinadas", "Perfil I normal" o "Doble T normal", y su espesor se denomina "normal". Las caras exteriores de las alas son perpendiculares al alma y las interiores tienen un 14% de inclinación, por lo tanto, su espesor disminuye hacia los bordes.

La unión entre las caras interiores de las alas y las del alma son redondeadas. Los bordes de las alas tienen aristas exteriores e interiores vivas..

Se pueden proporcionar en acero ASTM A36 y ASTM A572 Gr. 50 y a largos comerciales de 6 y 12 metros.

DESCRIPCIÓN

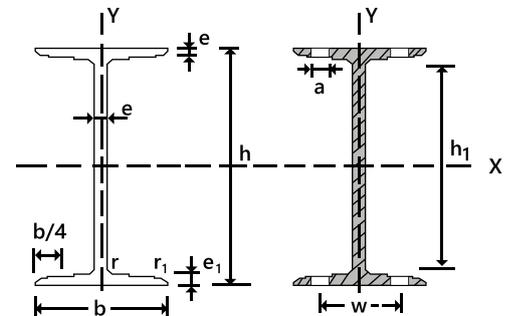
Perfiles laminados IPN Especificaciones Generales:

Norma:	RTE INEN 018
Calidad:	ASTM A36 / ENS 235 JR / EN10025 / ASTM A572 GR 50 / ENS 355 J2
Largo Normal:	6,00mts y 12mts
Acabado:	Acero negro
Observaciones:	Otras calidades, largos y acabados, previa consulta



PROPIEDADES MECÁNICAS			
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO FLUENCIA	
Kg/mm ²	Mpa	Kg/mm ²	Mpa
37 – 52	370 – 520	24	235

A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto a X.
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X.
 $W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente a la sección, respecto a X.
 $i_x = (I_x : A)^{1/2}$. Radio de giro de la sección, respecto a X.
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y.
 $W_y = 2I_y : b$. Módulo resistente de la sección, respecto a Y.
 $i_y = (I_y : A)^{1/2}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y.
 I_t = Módulo de torsión de la sección.
 I_a = Módulo de alabeo de la sección.
 u = Perímetro de la sección.
 a = Diámetro del agujero del roblón normal.
 w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros.
 h_1 = Altura de la parte plana del alma.
 e_2 = Espesor del ala en el eje del agujero
 p = Peso por metro



PERFILES IPN

Perfil	Dimensiones							Términos de la sección										Agujeros			Peso p kp/m
	h mm	b mm	e = r mm	e ₁ mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	I _a cm ⁶	w mm	a mm	e ₂ mm	
IPN 80	80	42	3,9	5,9	2,3	59	304	7,58	11,4	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	0,93	87,5	22		4,43	5,95
IPN 100	100	50	4,5	6,8	2,7	75	370	10,6	19,9	171	34,2	4,01	12,2	4,88	1,72	1,72	268	28		5,05	8,32
IPN 120	120	58	5,1	7,7	3,1	92	439	14,2	31,8	328	54,7	4,81	21,5	7,41	2,92	2,92	685	32		5,67	11,2
IPN 140	140	66	5,7	8,6	3,4	109	502	18,3	47,7	573	81,9	5,61	35,2	10,7	4,66	4,66	1540	34	11	6,29	14,4
IPN 160	160	74	6,3	9,5	3,8	125	575	22,8	68,0	935	117	6,40	54,7	14,8	7,08	7,08	3138	40	11	6,91	17,9
IPN 180	180	82	6,9	10,4	4,1	142	640	27,9	93,4	1450	161,0	7,20	81,3	19,8	10,3	10,3	5924	44	13	7,53	21,9
IPN 200	200	90	7,5	11,3	4,5	159	709	33,5	125	2140	214	8,00	117	26,0	14,6	14,6	10520	48	13	8,15	26,3
IPN 220	220	98	8,1	12,2	4,9	175	775	39,6	162	3060	278	8,80	162	33,1	20,1	20,1	17760	52	13	8,77	31,1
IPN 240	240	106	8,7	13,1	5,2	192	844	46,1	206	4250	354	9,59	221	41,7	27,0	27,0	28730	56	17	9,39	36,2
IPN 260	260	113	9,4	14,1	5,6	208	906	53,4	257	5740	442	10,4	288	51,0	36,1	36,1	44070	60	17	10,15	41,9
IPN 280	280	119	10,1	15,2	6,1	225	966	61,1	316	7590	542	11,1	364	61,2	47,8	47,8	64580	62	17	11,04	48,0
IPN 300	300	125	10,8	16,2	6,5	241	1030	69,1	381	9800	653	11,9	451	72,2	61,2	61,2	91850	64	21	11,83	54,2
IPN 320	320	131	11,5	17,3	6,9	257	1090	77,8	457	12510	782	12,7	555	84,7	78,2	78,2	128800	70	21	12,72	61,1
IPN 340	340	137	12,2	18,3	7,3	274	1150	86,8	540	15700	923	13,5	674	98,4	97,5	97,5	176300	74	21	13,51	68,1
IPN 360	360	143	13,0	19,5	7,8	290	1210	97,1	638	19610	1090	14,2	818	114	2,90	123	240100	76	23	14,50	76,2
IPN 380	380	149	13,7	20,5	8,2	306	1270	107	741	24010	1260	15,0	975	131	3,02	150	318700	82	23	15,29	84,0
IPN 400	400	155	14,4	21,6	8,6	323	1330	118	857	29210	1460	15,7	1160	149	3,13	183	419600	86	23	16,18	92,6
IPN 450	450	170	16,2	24,3	9,7	363	1478	147	1200	45850	2040	17,7	1730	203	3,43	288	791100	94	25	18,35	115
IPN 500	500	185	18,0	27,0	10,8	404	1626	180	1620	68740	2750	19,6	2480	268	3,72	449	1403000	100	28	20,53	141
IPN 550	550	200	19,0	30	11,9	445	1787	212	2120	99180	3610	21,6	3490	349	4,02	618	2389000	110	28	23,0	167
IPN 600	600	215	21,6	32,4	13	485	1924	254	2730	139000	4630	23,4	4670	443	4,30	875	3821000	120	28	24,9	199

Utilizaciones principales:

- Jácenas para edificios
- Correas
- Dinteles
- Refuerzos estructurales
- Pilares
- Estructuras destinadas a las escaleras
- Soportes
- Construcción de maquinaria

ANEXO 4 - CATÁLOGO DE VIGAS UPN



VIGA UPN

Un perfil UPN es un producto de acero laminado cuya sección tiene forma de U.

Las caras exteriores de las alas son perpendiculares al alma, y las interiores presentan una inclinación del 8% respecto a las exteriores, por lo que las alas tienen espesor decreciente hacia los extremos. La superficie interior de la unión entre el alma y las alas es redondeada. Se usan como soportes y pilares, soldando dos perfiles por el extremo de las alas, formando un especie de tubo de sección casi cuadrada, con momento de inercia muy

semejante en sus dos ejes principales. Adicionalmente, en algunos casos permite el uso del espacio interior para realizar conducciones.

Se pueden proporcionar en acero ASTM A36 y ASTM A572 Gr. 50 y a largos comerciales de 6 y 12 metros.

Sus usos incluyen la fabricación de estructuras metálicas como vigas, viguetas, carrocerías, cerchas, canales, etc.

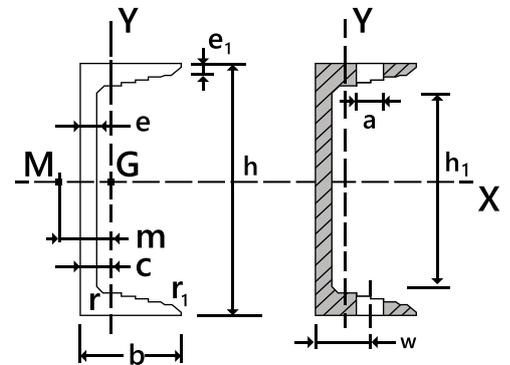
DESCRIPCIÓN

Perfiles laminados UPN Especificaciones Generales:

Norma:	RTE INEN 018		
Calidad:	ASTM A36 / ENS 235 JR / EN10025 / ASTM A572 GR 50 / ENS 355 J2		
Largo Normal:	6,00mts y 12mts		
Acabado:	Acero negro		
Observaciones:	Otras calidades, largos y acabados, previa consulta		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO FLUENCIA	
Kg/mm ²	Mpa	Kg/mm ²	Mpa
37 – 52	370 – 520	24	235



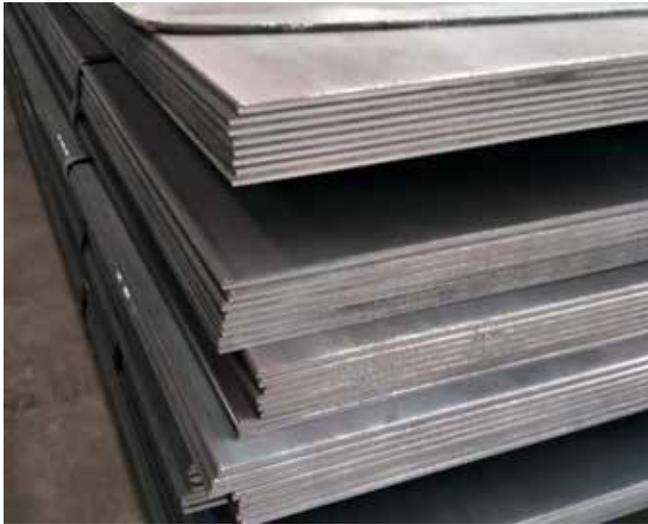
A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto a X.
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X.
 $W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente a la sección, respecto a X.
 $i_x = (I_x : A)^{1/2}$. Radio de giro de la sección, respecto a X.
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y.
 $W_y = 2I_y : (b-c)$. Mínimo módulo resistente de la sección, respecto a Y.
 $i_y = (I_y : A)^{1/2}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y.
 I_x = Módulo de torsión de la sección.
 c = Posición del eje Y.
 u = Perímetro de la sección.
 a = Diámetro del agujero del roblón normal.
 w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros.
 h_1 = Altura de la parte plana del alma.
 p = Peso por metro



PERFILES UPN

Perfil	Dimensiones							Términos de la sección									Agujeros			Peso p kp/m	
	h mm	b mm	e mm	e ₁ =r mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _x cm ⁴	c cm	m cm	w mm		a mm
UPN 80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	312	11,0	15,9	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	2,24	1,45	2,67	25	13	8,64
UPN 100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	372	13,5	24,5	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	2,96	1,55	2,93	30	13	10,60
UPN 120	120	55	7,0	9,0	4,5	82	434	17,0	36,3	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	4,3	1,60	3,03	30	1	13,4
UPN 140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	489	20,4	51,4	605	86,4	5,45	62	14,8	1,75	6,02	1,75	3,37	35	17	16
UPN 160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	546	24,0	68,8	923	116	6,21	85,3	18,3	1,89	7,81	1,84	3,56	35	21	18,8
UPN 180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	611	28,0	89,6	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	9,98	1,92	3,75	40	21	22
UPN 200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	661	32,2	114	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	12,6	2,01	3,94	40	23	25,3
UPN 220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	718	37,4	146	2690	245	8,48	197	33,6	2,3	17,0	2,14	4,2	45	23	29,4
UPN 240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	775	42,3	179	3600	300	9,22	248	39,6	2,42	20,8	2,23	4,39	45	25	33,2
UPN 260	260	90	10	14,0	7,0	200	834	48,3	221	4820	371	9,99	317	47,7	2,56	23,7	2,36	4,66	50	25	37,9
UPN 280	280	95	10	15,0	7,5	216	890	53,3	266	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	33,2	2,53	5,02	50	25	41,8
UPN 300	300	100	10	16,0	8,0	232	950	58,8	316	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	40,6	2,70	5,41	55	25	46,2

ANEXO 5 – CATÁLOGO DE PLANCHONES



PLANCHONES

Los planchones laminados en caliente se utilizan en diversos tipos de trabajos planos y de doblado, así como también para la conformación de estructuras, fabricación de tanques, estructuras de puentes, barcos, placas, plataformas, calderas, y tuberías de grandes diámetros. Básicamente es mismo el acero laminado al caliente de medidas estandar, tiene las mismas características mecánicas y químicas, con la única diferencia de que en el caso de los planchones los formatos (medidas) que se ofrecen son mayores en tamaño y espesor.

DESCRIPCIÓN

Laminadas en caliente

Definición:

Son productos planos rectangulares que se obtienen por la laminación en caliente de planchones y bobinas, se presentan en espesores que varían entre 2 mm y 700 mm, con un ancho de 1220, 1500, 1800, 2400 mm y largos de 6,000 mm, 6,100, 12,000 y 12,200 mm. Se comercializan con bordes de laminación en calidades ASTM A-36, ASTM A588, ASTM A570, ASTM A238 entre otros.

Uso y aplicación:

Se utilizan en la fabricación de calderas, recipientes de presión, tanques para almacenamiento, tubos soldados, industria naval y en la industria metalmeccánica en general.



Calidad	Espesor mm.	Medidas Ancho x Largo mm x mm	Peso Teórico	Lámina
			m ²	
ASTM A570 Gr.36 ASTM A 36 ASTM A283 Gr.C ASTM A588 Gr. A ASTM A131 Gr. A ASTM A516 Gr. 70	6,0	2.400 x 12,00	48	1.382,40
	7,0	2.400 x 12,00	56	1.612,80
	8,0	2.400 x 12,00	64	1.843,20
	10,0	2.400 x 12,00	80	2.304,00
	13,0	2.400 x 12,00	104	2.955,20

Calidad	Espesor mm.	Medidas Ancho x Largo mm x mm	Peso Teórico	Lámina
			m ²	
ASTM A570 Gr.36 ASTM A 36 ASTM A283 Gr.C ASTM A588 Gr. A ASTM A131 Gr. A ASTM A516 Gr. 70	16,0	2.400 x 12,00	128	3.686,40
	19,0	2.400 x 12 ,00	152	4.377,60
	22,0	2.400 x 12,00	176	5.068,80
	25,0	2.400 x 12,00	200	5.760,00
	28,0	2.400 x 12,00	224	6.451,20
	31,0	2.400 x 12,00	248	7.142,40
	38,0	2.400 x 12,00	304	8.755,20
	50	2.400 x 6,00	400	5.760,00
	75,0	2.400 x 6,00	600	8.640,00

CALIDADES DE PLANCHONES	
ASTM	A570 Gr. 36
ASTM	A36
ASTM	A283 Gr. C
ASTM	A588 Gr A
ASTM	A131 Gr.A
ASTM	A516 Gr. 70
ASTM	A 569

PROPIEDADES MECÁNICAS			
Norma	Esfuerzo (Mpa)		A%
	Fluencia	Máximo	
A-569	—	—	—
A-36	250 mín	450 a 550	23 mín
A-131	234 mín	400 a 490	24 mín

Análisis químico (%) valores máximos							
Norma	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni
A-569	0,13	0,6	0,02	0,025	0,15	0,2	0,1
A-36	0,15	0,7	0,02	0,02	0,3	0,15	0,15
A-131	0,18	0,9	0,025	0,03	0,04	0,2	0,15

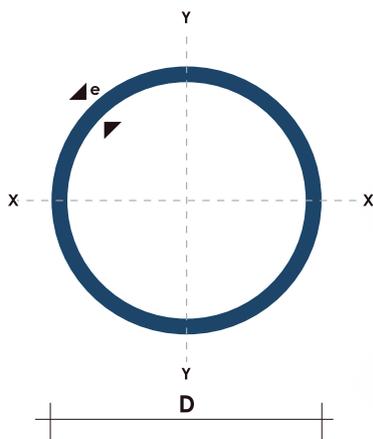
Análisis químico (%) valores máximos							
Norma	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Al	B
A-569	0,15	0,04	0,02	0,02	0,02	0,08	—
A-36	0,15	0,04	0,04	0,02	0,04	0,08	—
A-131	0,15	0,04	0,02	0,02	0,02	0,08	—

ANEXO 6 – CATÁLOGO DE TUBO REDONDO

TUBO ESTRUCTURAL REDONDO

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 2415
Calidad:	SAE J 403 1008
Acabado:	Acero negro o galvanizado
Largos:	6,00m y medidas especiales
Dimensiones:	Desde 7/8" a 3"
Espesores:	Desde 1,50mm a 3,00mm

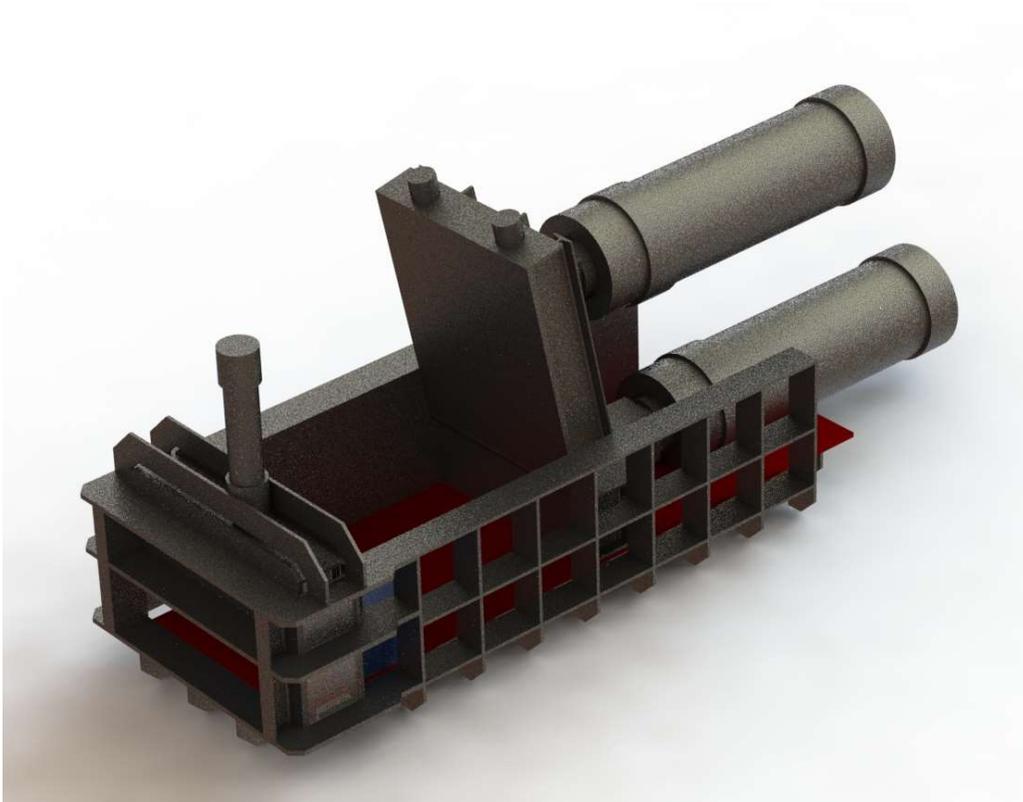


(D) Diámetro	Espesor	Peso	Área	I	W	i
Pulgadas	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³
7/8"	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1"	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2"	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2"	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2"	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3"	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2"	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2"	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3"	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59

ANEXO 7 – MANUAL DE USUARIO

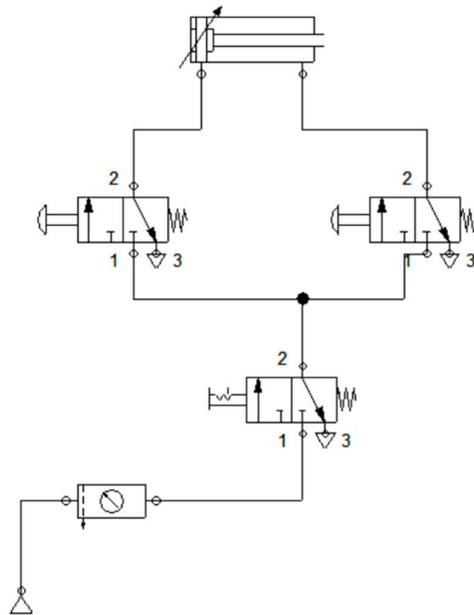
Máquina compactadora de chatarra metálica

Manual de Usuario



Todo el sistema hidráulico es accionado por válvulas con accionamiento manual mediante pulsadores. En la **Figura 1** se muestra el mando del cilindro hidráulico de doble efecto. Al ser todos los cilindros de doble efecto accionados manualmente el diagrama de mando es el mismo para los tres.

Figura 1
Mando de cilindro de doble efecto.



Se usa un total de 6 válvulas con accionamiento manual por pulsadores para el control de los 3 cilindros hidráulicos, los cuales se detallan a continuación:

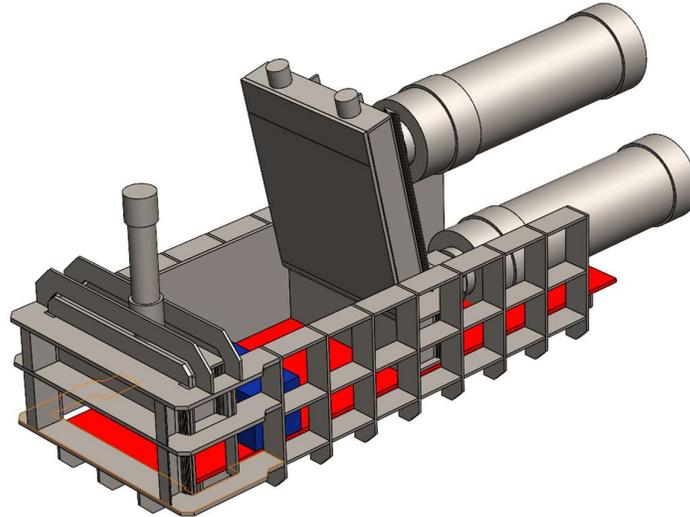
Código	Descripción
PC-E	Pulsador de extensión del cilindro de compuerta frontal.
PC-R	Pulsador de retracción del cilindro de compuerta frontal.
PT-E	Pulsador de extensión del cilindro de tapa compactadora.
PT-R	Pulsador de retracción del cilindro de tapa compactadora.
PP-E	Pulsador de extensión del cilindro de placa compactadora.
PP-R	Pulsador de retracción del cilindro de placa compactadora.

Funcionamiento de la máquina

- 1) La compactadora se encuentra en su posición inicial de trabajo.

Figura 2

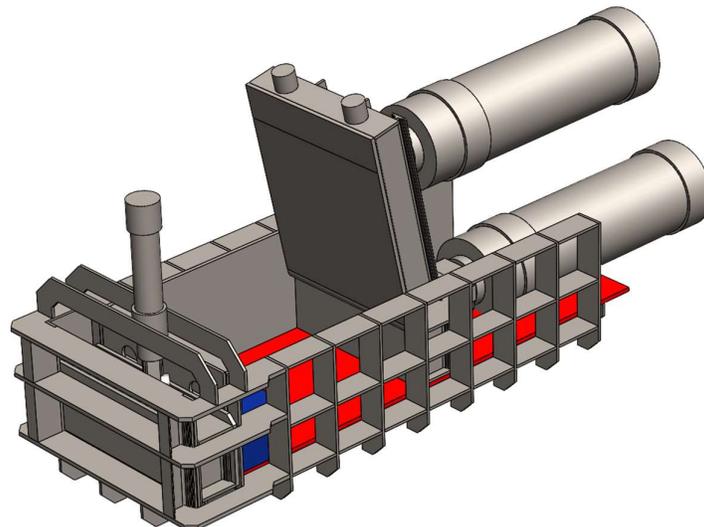
Etapa 1. Posición inicial de la máquina.



- 2) Pulsando PC-E la compuerta frontal descende su recorrido hasta cerrar la cámara de compactación.

Figura 3

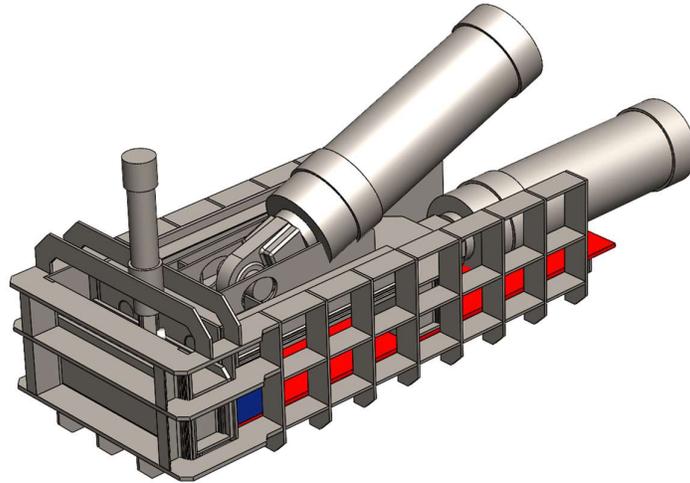
Etapa 2. Compuerta frontal descendida.



- 3) Pulsando PT-E la tapa compactadora desciende hasta su posición y se asegura con los pasadores mediante el mismo movimiento.

Figura 4

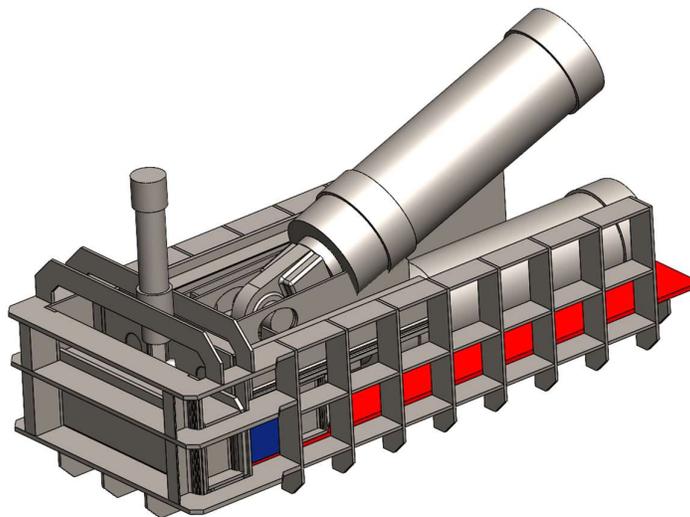
Etapa 3. Tapa compactadora descendida.



- 4) Pulsando PP-E, la placa compactadora realiza su movimiento de compactación de toda la chatarra.

Figura 5

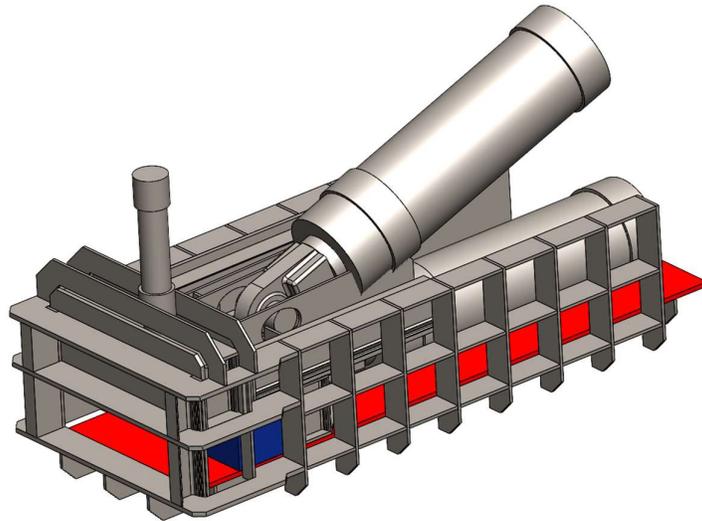
Etapa 4. Placa compactadora realizando la compactación.



- 5) Pulsando PC-R, la compuerta frontal se eleva para permitir expulsar la paca compactada.

Figura 6

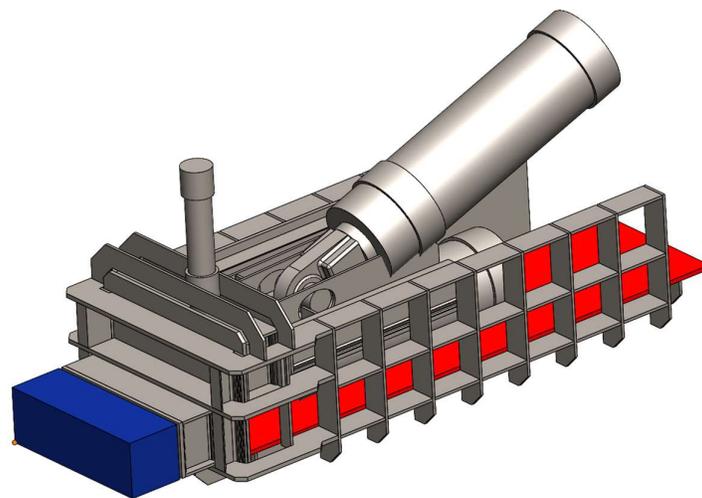
Etapa 5. Compuerta frontal ascendida.



- 6) Pulsando nuevamente PP-E, la placa compactadora se extiende por completo expulsando la paca al exterior.

Figura 7

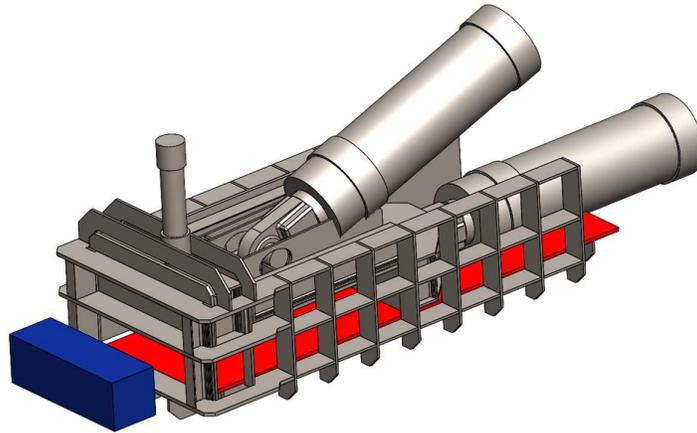
Etapa 6. Placa compactadora expulsando la paca.



7) Pulsando PP-R, la placa compactadora retorna a la posición de inicio.

Figura 8

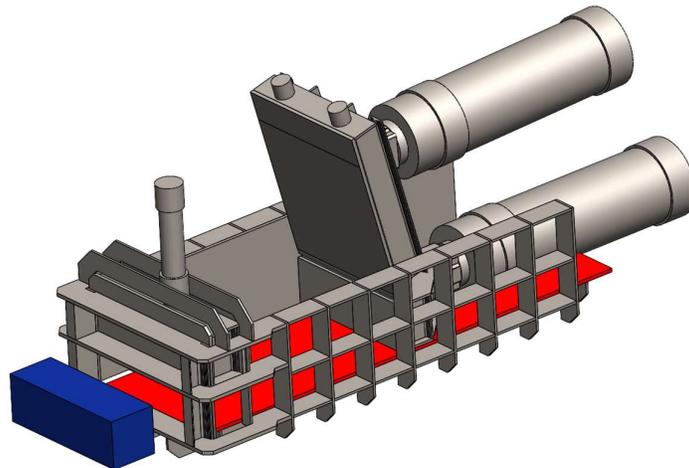
Etapa 7. Placa compactadora regresando a su posición inicial.



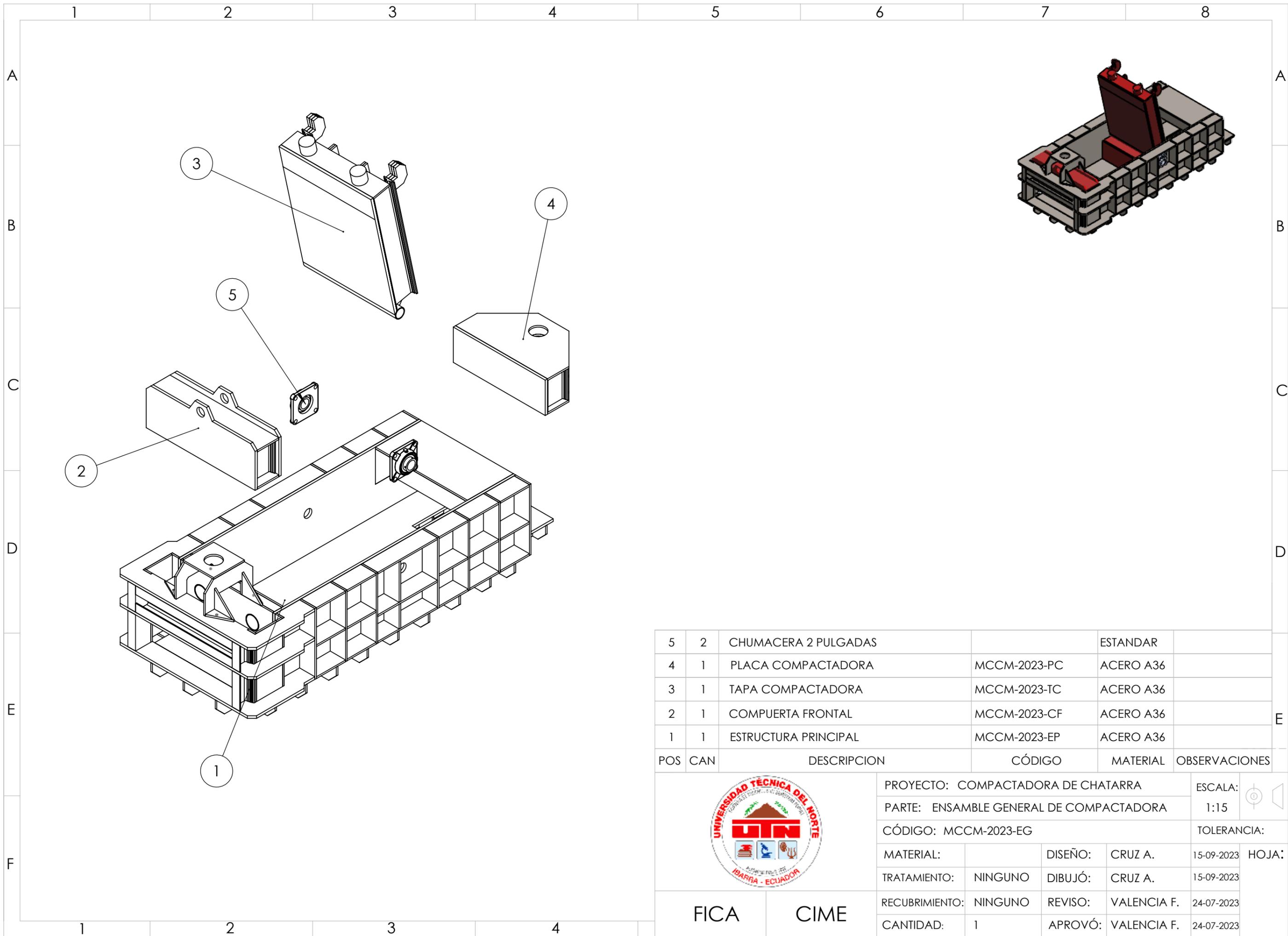
8) Finalmente pulsando PT-R, la tapa compactadora se eleva para permitir nuevamente colocar chatarra para su compactación.

Figura 9

Etapa 8. Tapa compactadora regresando a su posición inicial.

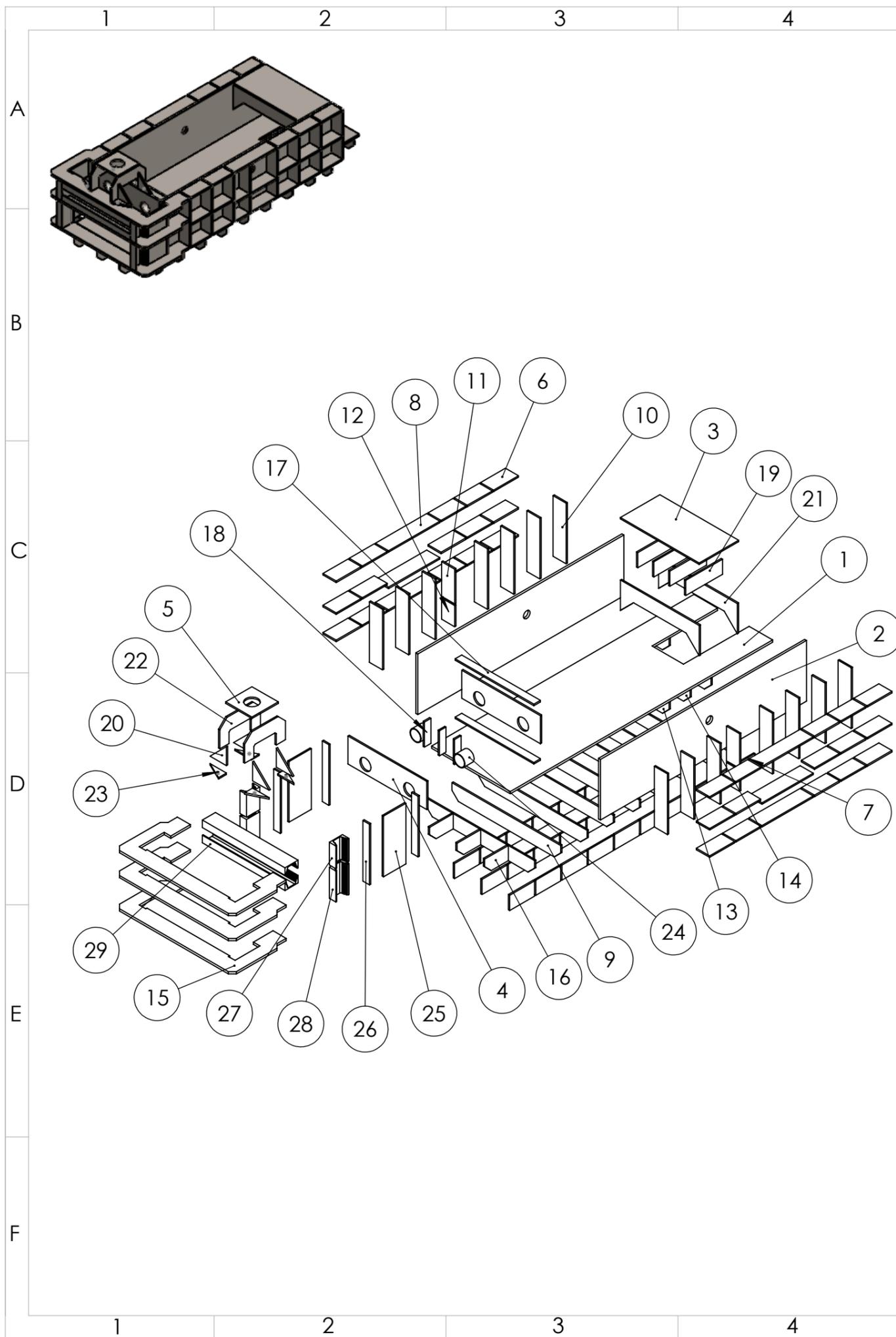


ANEXO 8 – PLANOS



POS	CAN	DESCRIPCION	CÓDIGO	MATERIAL	OBSERVACIONES
5	2	CHUMACERA 2 PULGADAS		ESTANDAR	
4	1	PLACA COMPACTADORA	MCCM-2023-PC	ACERO A36	
3	1	TAPA COMPACTADORA	MCCM-2023-TC	ACERO A36	
2	1	COMPUERTA FRONTAL	MCCM-2023-CF	ACERO A36	
1	1	ESTRUCTURA PRINCIPAL	MCCM-2023-EP	ACERO A36	

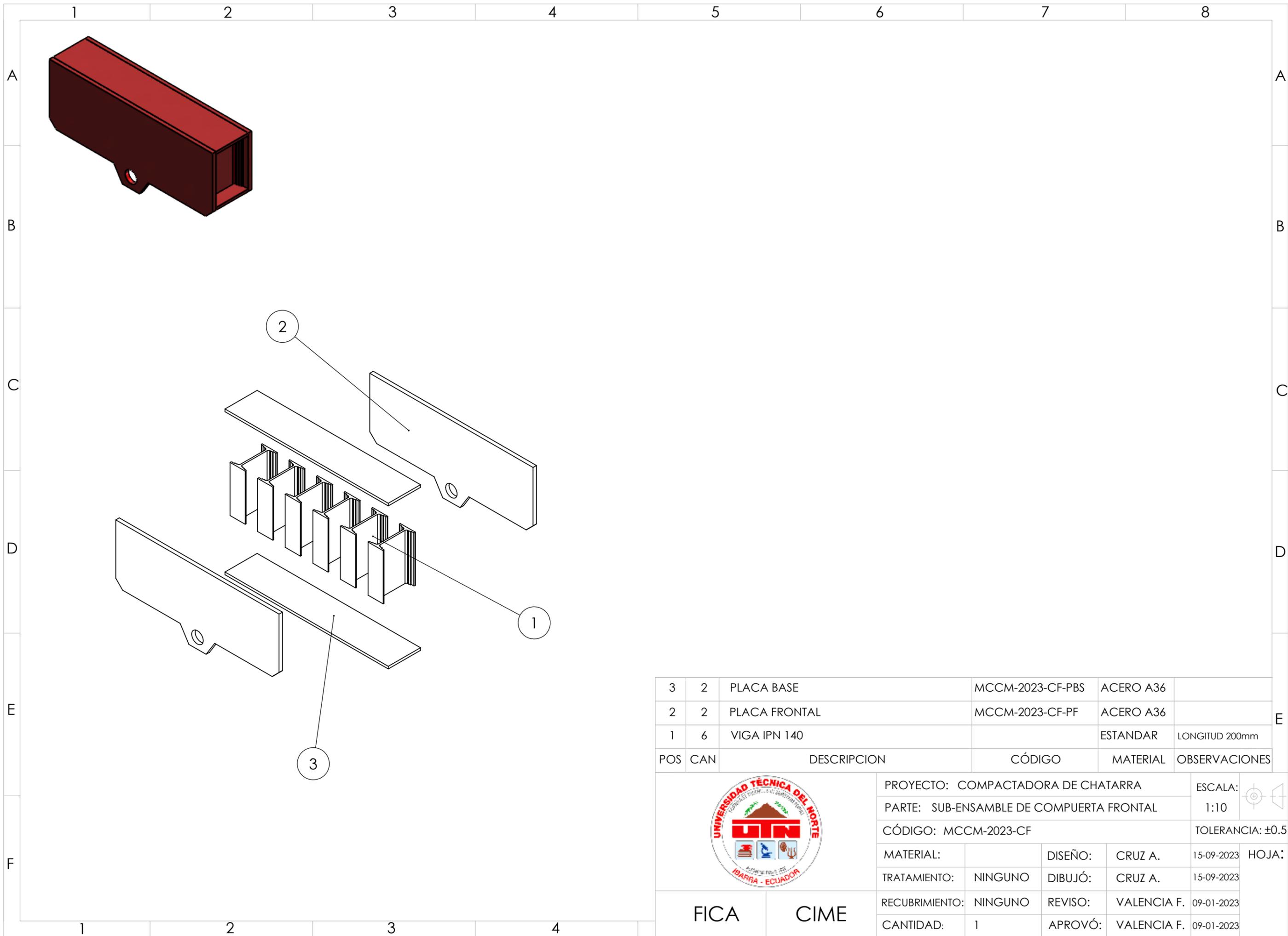
	PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA			ESCALA:		
	PARTE: ENSAMBLE GENERAL DE COMPACTADORA			1:15		
	CÓDIGO: MCCM-2023-EG			TOLERANCIA:		
	MATERIAL:		DISEÑO:	CRUZ A.	15-09-2023	HOJA:
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	15-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	24-07-2023		
CANTIDAD:	1	APROVÓ:	VALENCIA F.	24-07-2023		
FICA	CIME					



29	2	UPN 100 HORIZONTAL		ESTANDAR	LONGITUD 630mm
28	2	UPN 100 INFERIOR		ESTANDAR	LONGITUD 205mm
27	2	UPN 100 SUPERIOR		ESTANDAR	LONGITUD 150mm
26	4	GUÍA DE COMPUERTA 2	MCCM-2023-EP-GC2	ACERO A36	
25	2	GUÍA DE COMPUERTA 1	MCCM-2023-EP-GC1	ACERO A36	
24	2	GUÍA DE PASADOR	MCCM-2023-EP-GPE	ACERO A36	
23	4	ESCUADRA DE SUJECION DE CIL. DE COMP.	MCCM-2023-EP-ESC	ACERO A36	
22	2	SOPORTE DE PLACA DE CIL. DE COMP.	MCCM-2023-EP-SCC	ACERO A36	
21	2	SOPORTE DE PLACA DE CIL. DE TAPA	MCCM-2023-EP-SBC	ACERO A36	
20	4	REFUERZO DE PLACA DE CIL. DE COMP.	MCCM-2023-EP-RSCC	ACERO A36	
19	4	REFUERZO DE PLACA DE CIL. DE TAPA	MCCM-2023-EP-RPCT	ACERO A36	
18	3	REFUERZO FRONTAL INTERIOR 2	MCCM-2023-EP-RFI2	ACERO A36	
17	2	REFUERZO FRONTAL INTERIOR 1	MCCM-2023-EP-RFI1	ACERO A36	
16	3	REFUERZO FRONTAL DE BASE	MCCM-2023-EP-RFB	ACERO A36	
15	3	REFUERZO FRONTAL	MCCM-2023-EP-RF	ACERO A36	
14	4	REFUERZO DE BASE TRASERA 2	MCCM-2023-EP-RBT2	ACERO A36	
13	2	REFUERZO DE BASE TRASERA 1	MCCM-2023-EP-RBT1	ACERO A36	
12	2	REFUERZO VERTICAL INF. DE CHUMACERA	MCCM-2023-EP-RVIC	ACERO A36	
11	2	REFUERZO VERTICAL SUP. DE CHUMACERA	MCCM-2023-EP-RVSC	ACERO A36	
10	14	REFUERZO VERTICAL DE LATERAL	MCCM-2023-EP-RVL	ACERO A36	
9	8	REFUERZO VERTICAL DE BASE	MCCM-2023-EP-RVB	ACERO A36	
8	6	REFUERZO HORIZONTAL DE CHUMACERA	MCCM-2023-EP-RHC	ACERO A36	
7	6	REFUERZO HORIZONTAL TRASERO DE BASE	MCCM-2023-EP-RHB	ACERO A36	
6	51	REFUERZO HORIZONTAL	MCCM-2023-EP-RH	ACERO A36	
5	1	PLACA DE SUJECIÓN DE CIL. DE COMP.	MCCM-2023-EP-PSCC	ACERO A36	
4	2	PLACA FRONTAL INTERIOR	MCCM-2023-EP-PFI	ACERO A36	
3	1	PLACA DE SUJECIÓN DE CIL. DE TAPA	MCCM-2023-EP-PSCT	ACERO A36	
2	2	PLACA LATERAL	MCCM-2023-EP-PL	ACERO A36	
1	1	PLACA BASE	MCCM-2023-EP-PB	ACERO A36	

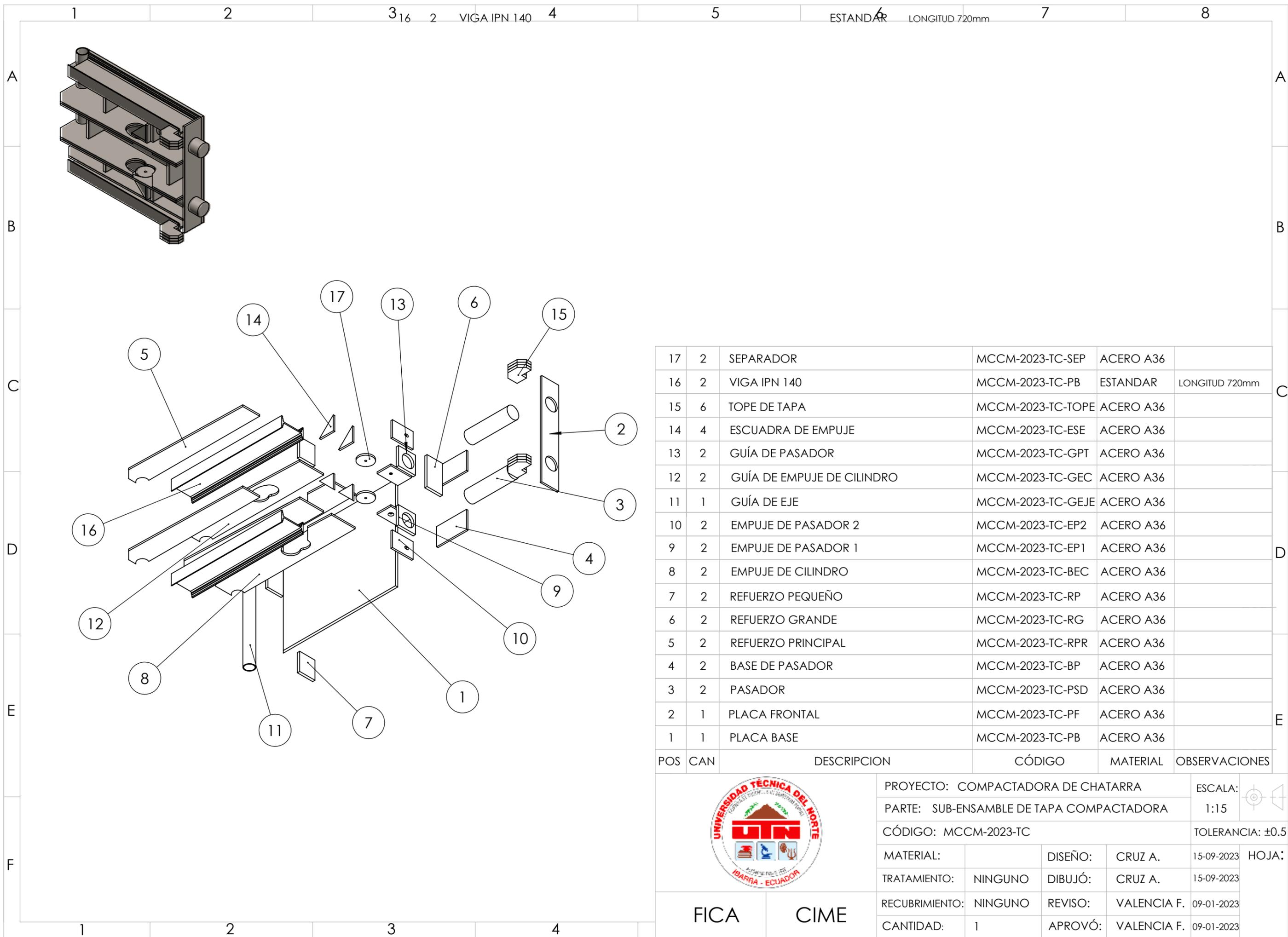
POS	CAN	DESCRIPCION	CÓDIGO	MATERIAL	OBSERVACIONES	
			PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA		ESCALA:	
			PARTE: SUB-ENSAMBLE DE ESTRUCTURA PRINCIPAL		1:25	
			CÓDIGO: MCCM-2023-EP		TOLERANCIA: ±0.5	
			MATERIAL:	DISEÑO:	CRUZ A.	15-09-2023
			TRATAMIENTO:	DIBUJÓ:	CRUZ A.	15-09-2023
		RECUBRIMIENTO:	REVISÓ:	VALENCIA F.	15-01-2023	
		CANTIDAD:	APROVÓ:	VALENCIA F.	09-01-2023	

FICA CIME



POS	CAN	DESCRIPCION	CÓDIGO	MATERIAL	OBSERVACIONES
3	2	PLACA BASE	MCCM-2023-CF-PBS	ACERO A36	
2	2	PLACA FRONTAL	MCCM-2023-CF-PF	ACERO A36	
1	6	VIGA IPN 140		ESTANDAR	LONGITUD 200mm

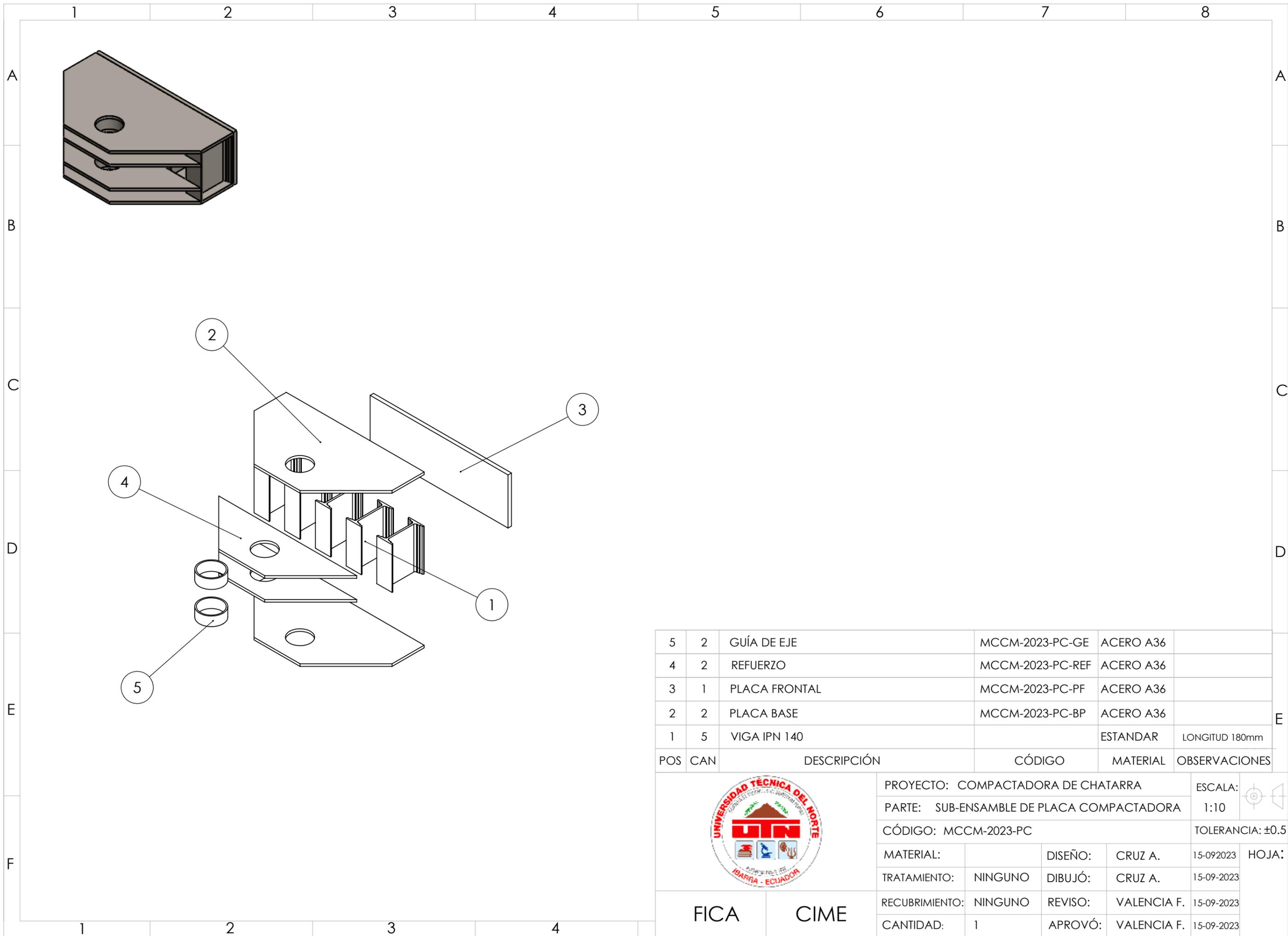
	PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA			ESCALA:		
	PARTE: SUB-ENSAMBLE DE COMPUERTA FRONTAL			1:10		
	CÓDIGO: MCCM-2023-CF			TOLERANCIA: ±0.5		
	MATERIAL:		DISEÑO:	CRUZ A.	15-09-2023	HOJA:
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	15-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	09-01-2023		
CANTIDAD:	1	APROVÓ:	VALENCIA F.	09-01-2023		
FICA	CIME					



17	2	SEPARADOR	MCCM-2023-TC-SEP	ACERO A36	
16	2	VIGA IPN 140	MCCM-2023-TC-PB	ESTANDAR	LONGITUD 720mm
15	6	TOPE DE TAPA	MCCM-2023-TC-TOPE	ACERO A36	
14	4	ESCUADRA DE EMPUJE	MCCM-2023-TC-ESE	ACERO A36	
13	2	GUÍA DE PASADOR	MCCM-2023-TC-GPT	ACERO A36	
12	2	GUÍA DE EMPUJE DE CILINDRO	MCCM-2023-TC-GEC	ACERO A36	
11	1	GUÍA DE EJE	MCCM-2023-TC-GEJE	ACERO A36	
10	2	EMPUJE DE PASADOR 2	MCCM-2023-TC-EP2	ACERO A36	
9	2	EMPUJE DE PASADOR 1	MCCM-2023-TC-EP1	ACERO A36	
8	2	EMPUJE DE CILINDRO	MCCM-2023-TC-BEC	ACERO A36	
7	2	REFUERZO PEQUEÑO	MCCM-2023-TC-RP	ACERO A36	
6	2	REFUERZO GRANDE	MCCM-2023-TC-RG	ACERO A36	
5	2	REFUERZO PRINCIPAL	MCCM-2023-TC-RPR	ACERO A36	
4	2	BASE DE PASADOR	MCCM-2023-TC-BP	ACERO A36	
3	2	PASADOR	MCCM-2023-TC-PSD	ACERO A36	
2	1	PLACA FRONTAL	MCCM-2023-TC-PF	ACERO A36	
1	1	PLACA BASE	MCCM-2023-TC-PB	ACERO A36	

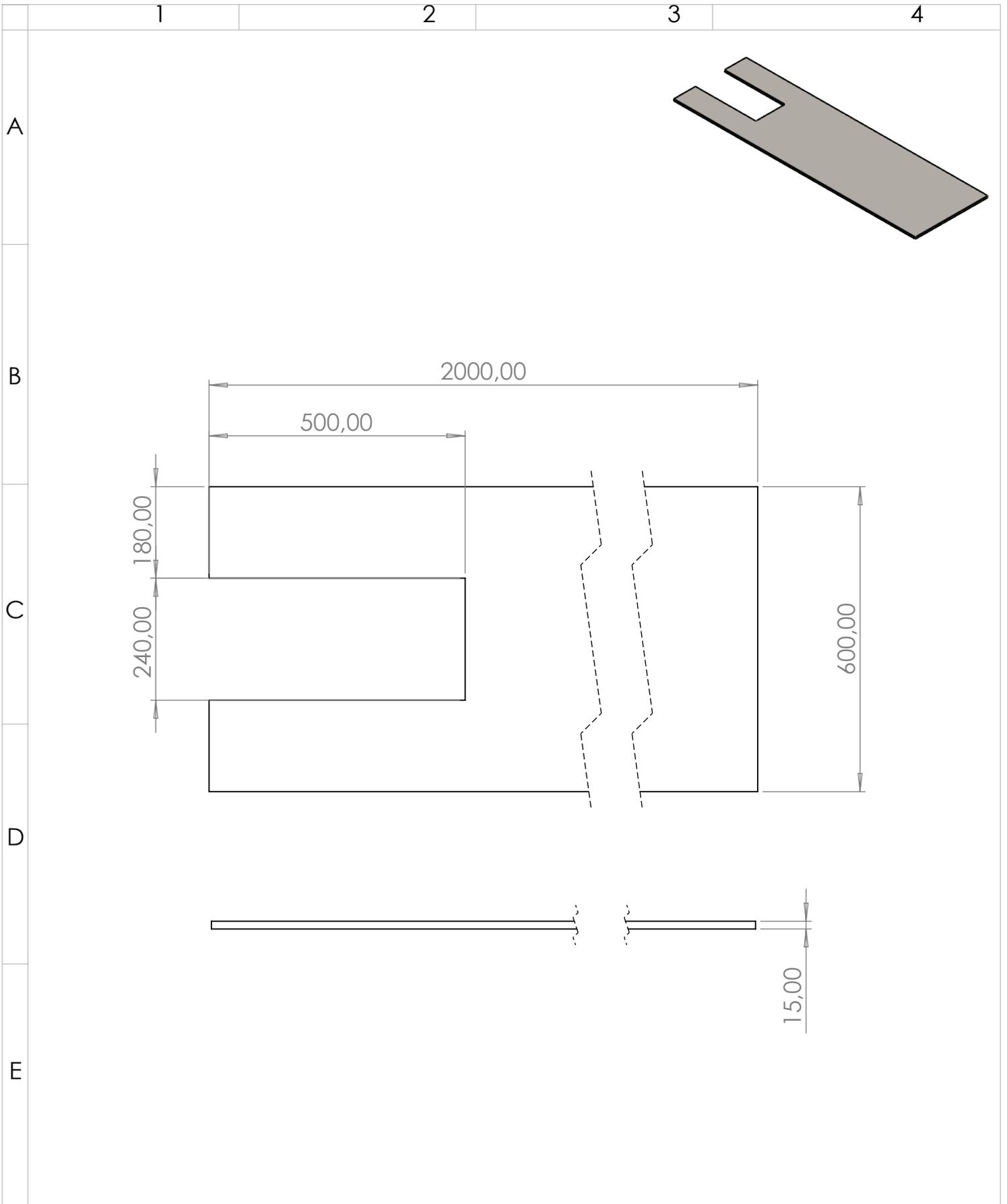
POS	CAN	DESCRIPCION	CÓDIGO	MATERIAL	OBSERVACIONES
			PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA		ESCALA:
			PARTE: SUB-ENSAMBLE DE TAPA COMPACTADORA		1:15
			CÓDIGO: MCCM-2023-TC		TOLERANCIA: ±0.5
			MATERIAL:		DISEÑO: CRUZ A.
		TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ: CRUZ A.	15-09-2023
		RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ: VALENCIA F.	09-01-2023
		CANTIDAD:	1	APROVÓ: VALENCIA F.	09-01-2023

FICA CIME



5	2	GUÍA DE EJE	MCCM-2023-PC-GE	ACERO A36				
4	2	REFUERZO	MCCM-2023-PC-REF	ACERO A36				
3	1	PLACA FRONTAL	MCCM-2023-PC-PF	ACERO A36				
2	2	PLACA BASE	MCCM-2023-PC-BP	ACERO A36				
1	5	VIGA IPN 140		ESTANDAR	LONGITUD 180mm			
POS	CAN	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MATERIAL	OBSERVACIONES			
			PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA		ESCALA:			
			PARTE: SUB-ENSAMBLE DE PLACA COMPACTADORA		1:10			
			CÓDIGO: MCCM-2023-PC		TOLERANCIA: ±0.5			
			MATERIAL:		DISEÑO:	CRUZ A.	15-09-2023	HOJA:
			TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	15-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	15-09-2023				
CANTIDAD:	1	APROVÓ:	VALENCIA F.	15-09-2023				
FICA	CIME							

ANEXO 8.1 – PLANOS ESTRUCTURA PRINCIPAL

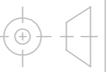


PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: PLACA BASE DE ESTRUCTURA PRINCIPAL

1:10



CÓDIGO: MCCM-2023-EP-PB

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:

ACERO A36

DISEÑO:

CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

CANTIDAD:

1

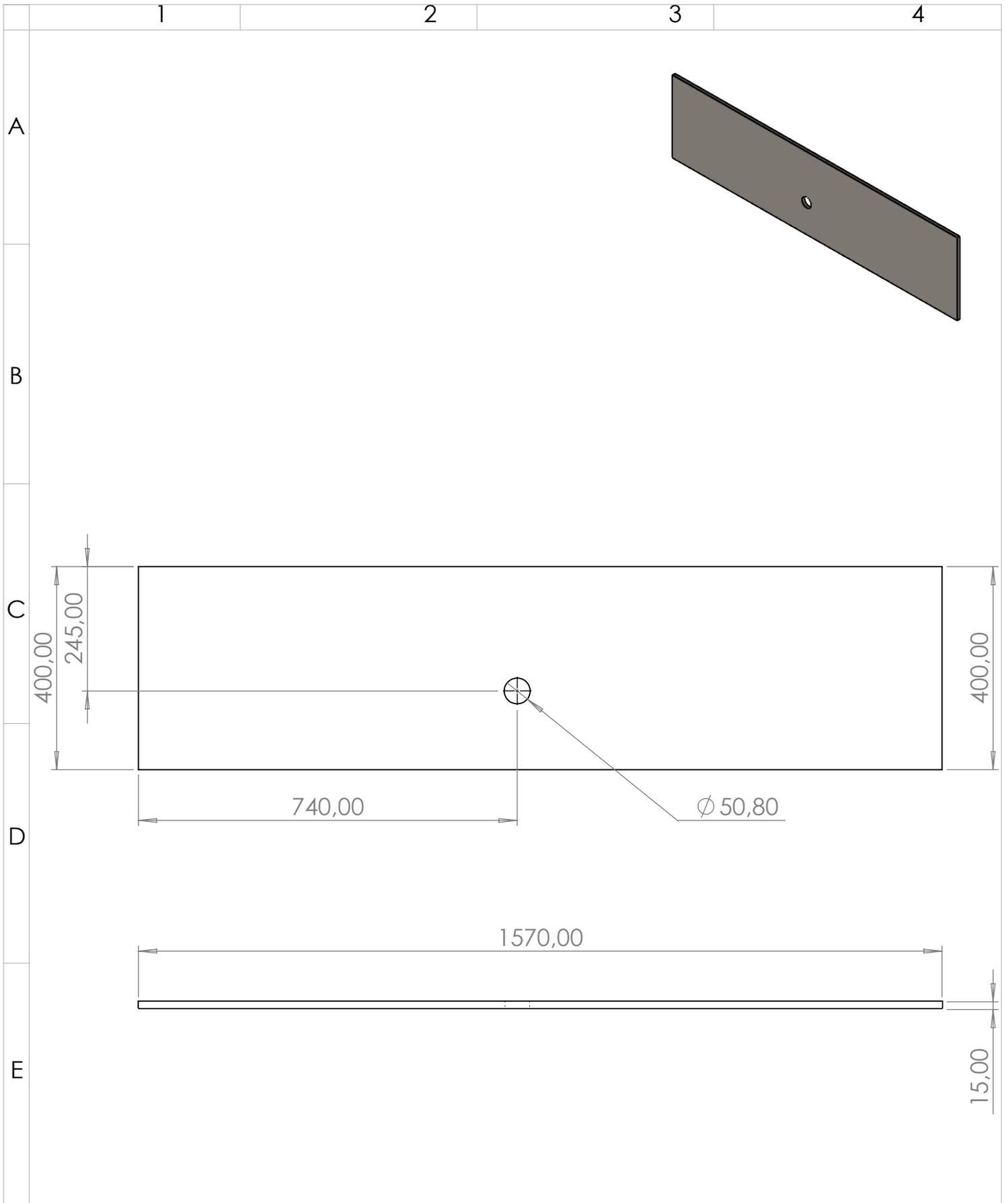
APROVÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: PLACA LATERAL DE ESTRUCTURA PRINCIPAL

1:10

CÓDIGO: MCCM-2023-EP-PL

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:

ACERO A36

DISEÑO:

CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

CANTIDAD:

2

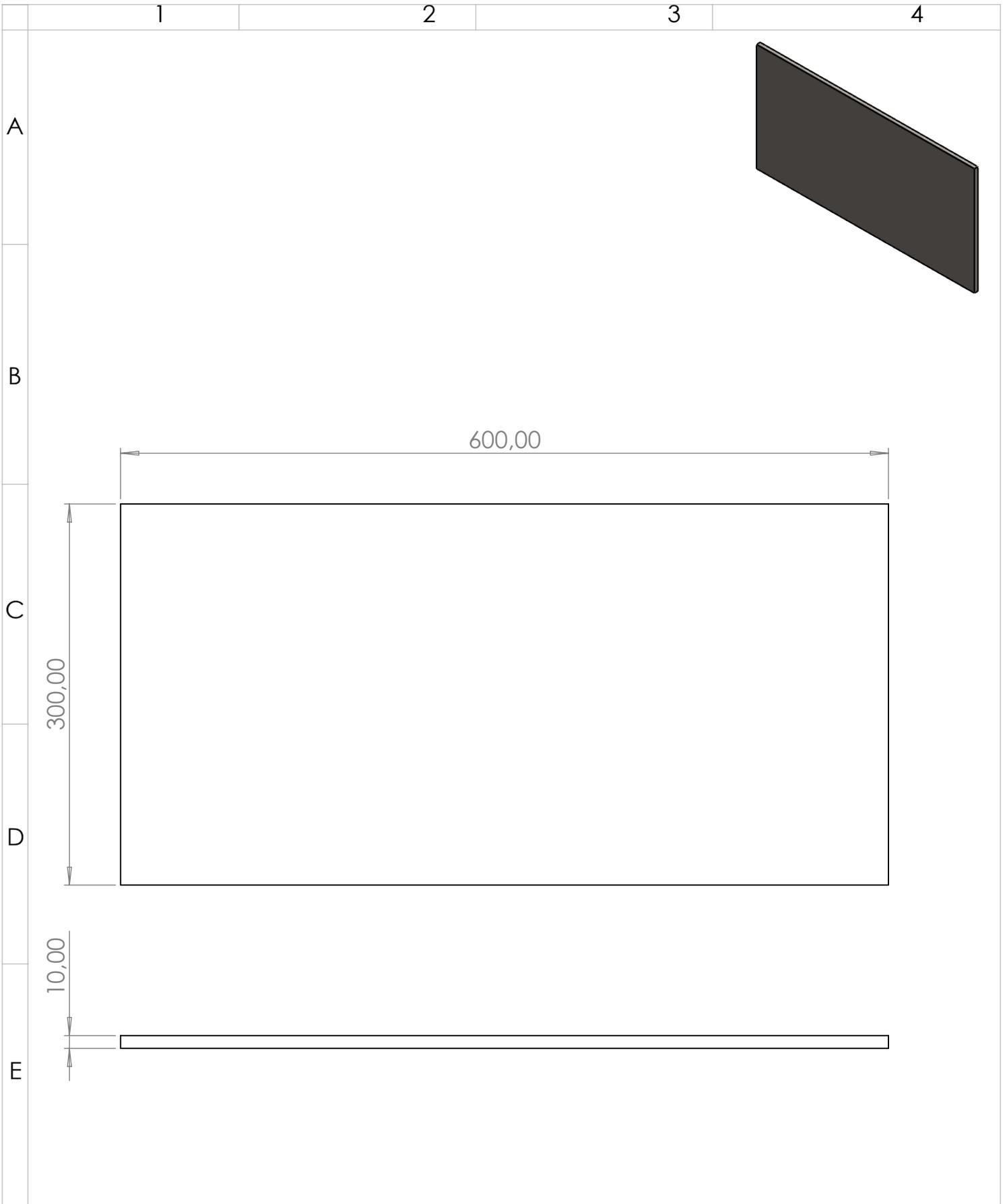
APROVÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

CIME

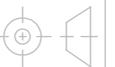


PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: PLACA DE SUJECCIÓN DE CILINDRO DE TAPA

1:4



CÓDIGO: MCCM-2023-EP-PSCT

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
-----------	-----------	---------	---------	------------	-------

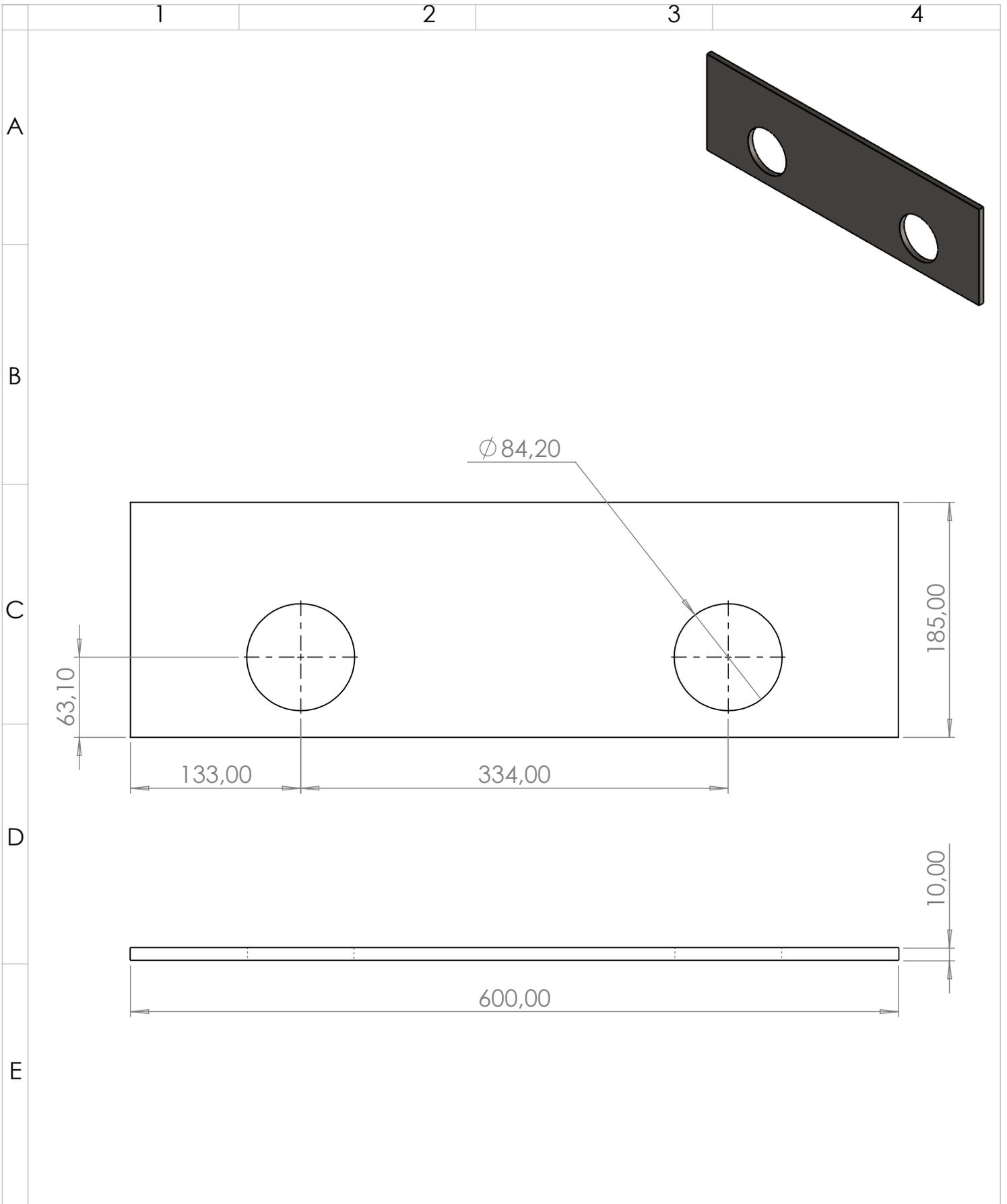
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023
--------------	---------	---------	---------	------------

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	1	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

FICA

CIME

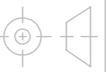


PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: PLACA FRONTAL INTERIOR DE ESTRUCTURA

1:4



CÓDIGO: MCCM-2023-EP-PFI

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:

ACERO A36

DISEÑO:

CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

CANTIDAD:

2

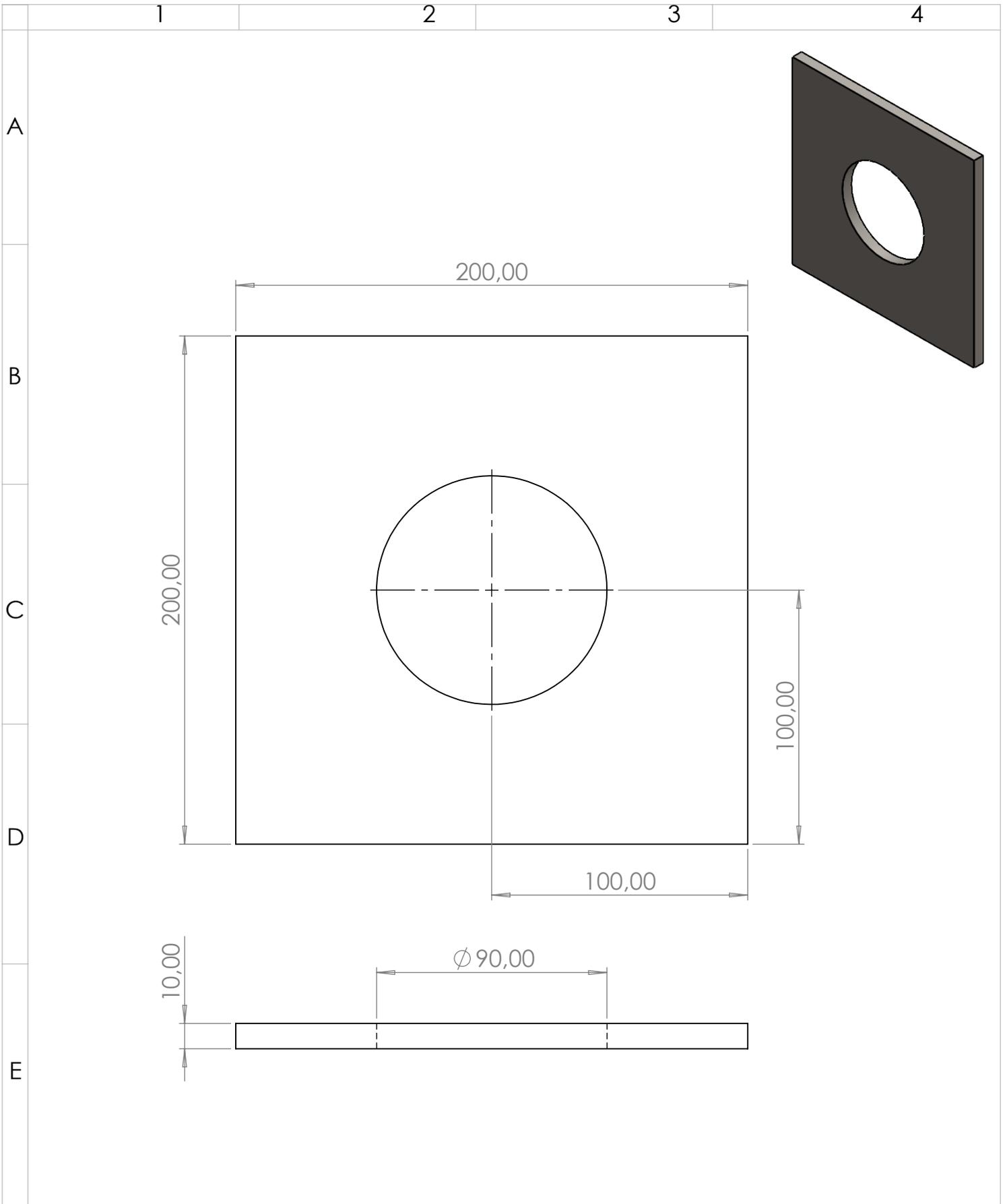
APROVÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

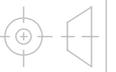
FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA
 PARTE: PLACA DE SUJECIÓN DE CILINDRO DE COMP.
 CÓDIGO: MCCM-2023-EP-PSCC

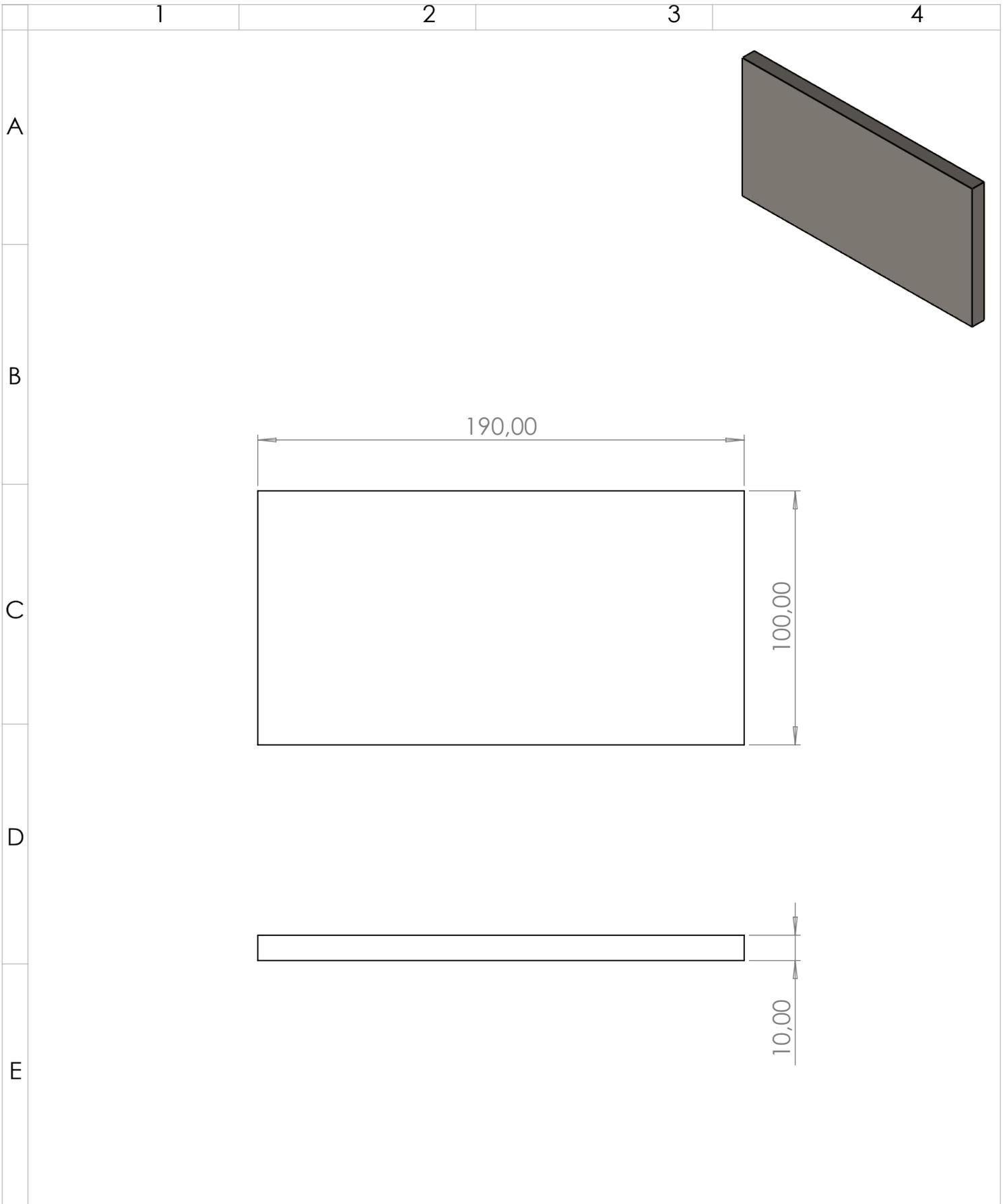
ESCALA: 1:2
 TOLERANCIA: ± 0.5



MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	1	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

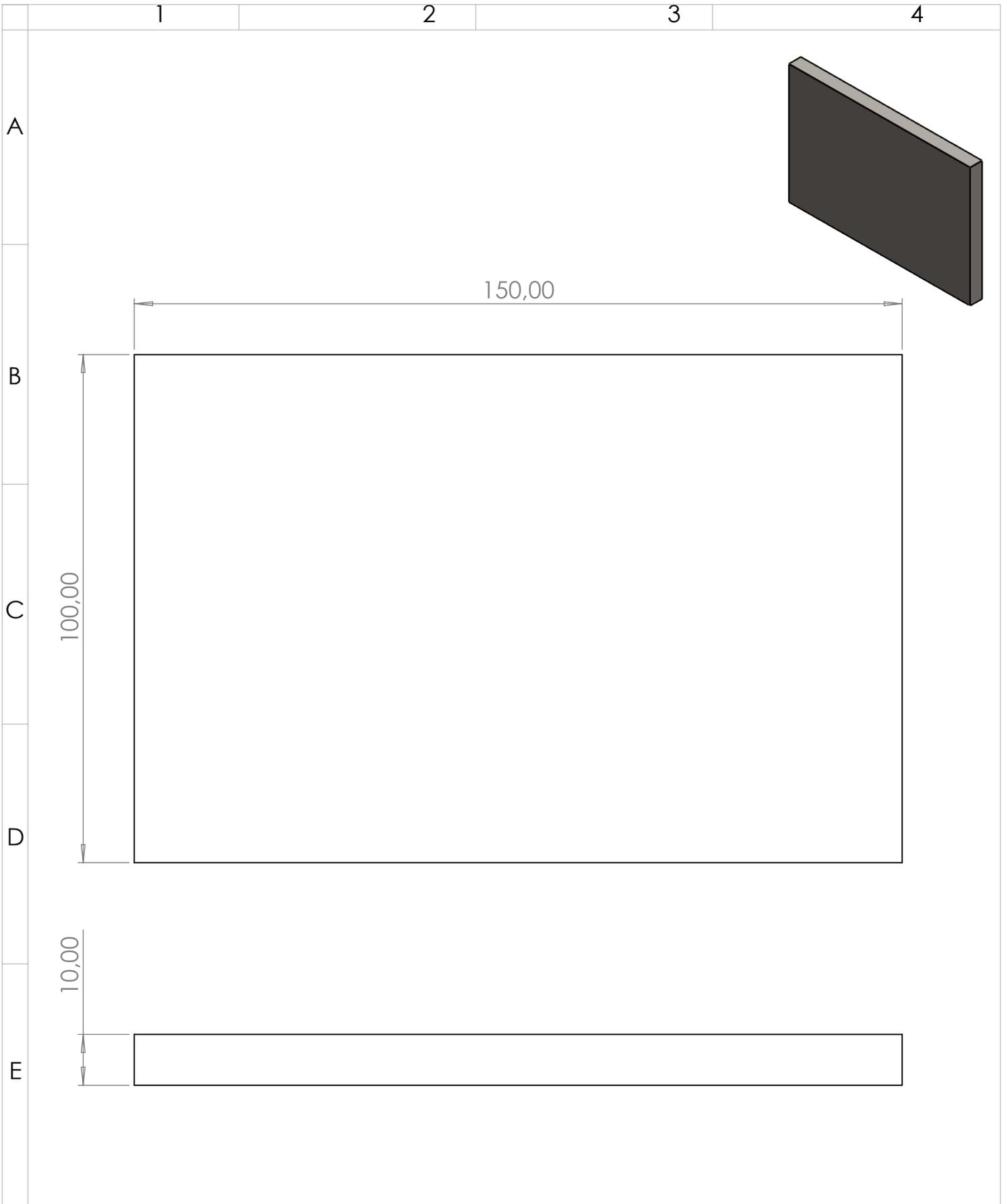
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO HORIZONTAL DE ESTRUCTURA PRINC.				1:2	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RH				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	51	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

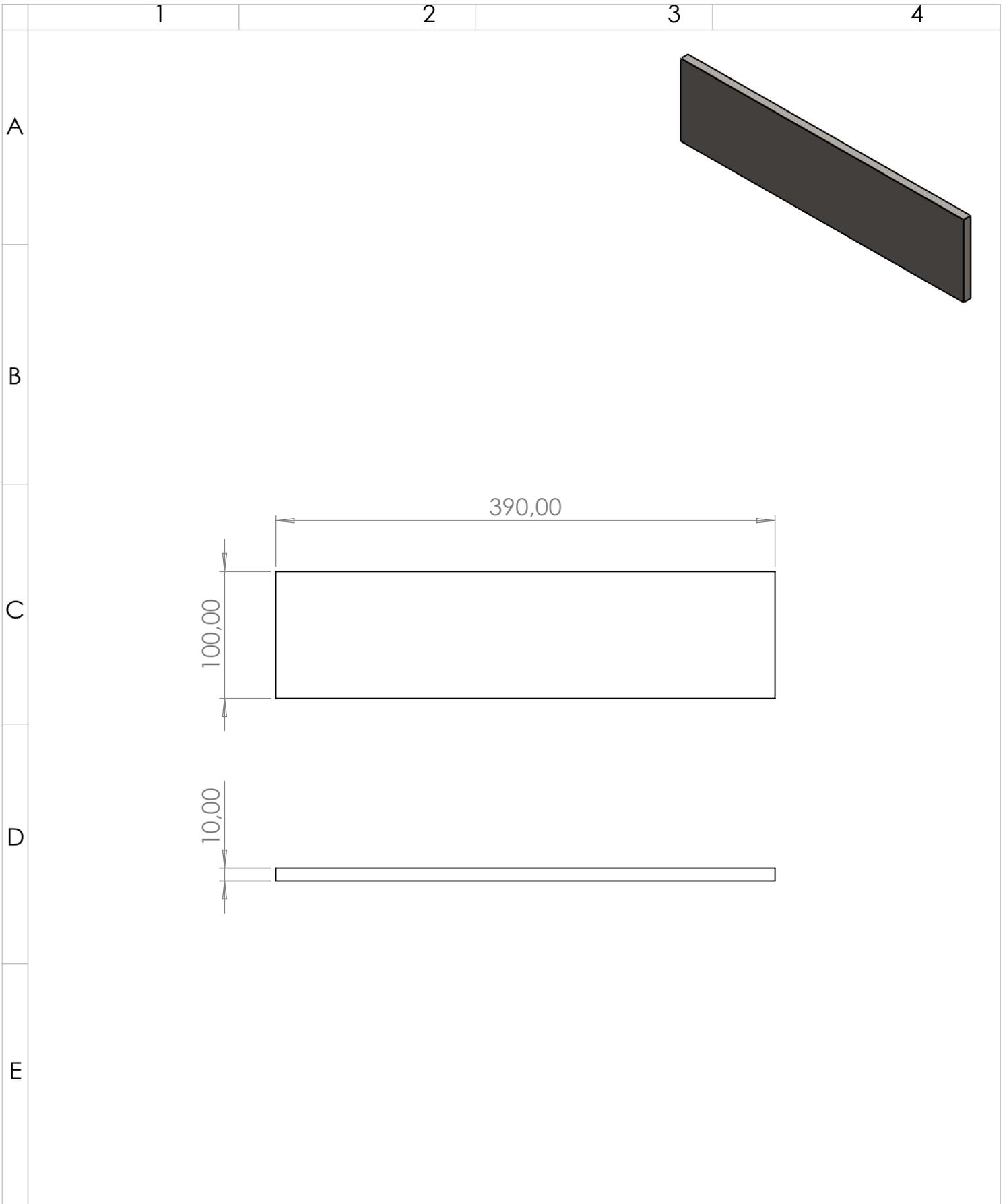
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO HORIZONTAL TRASERO DE BASE				1:1	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RHB				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	6	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

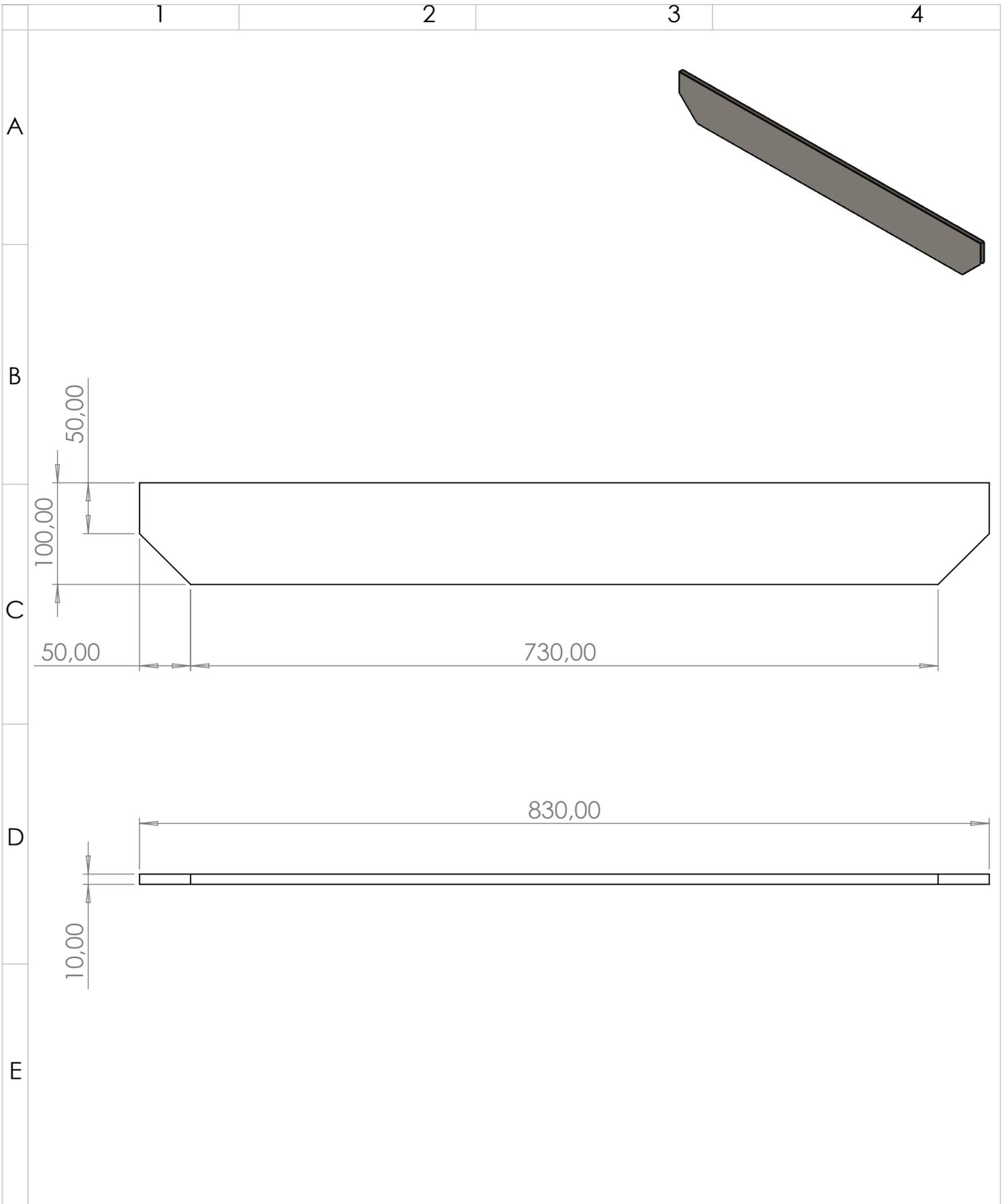
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO HORIZONTAL DE CHUMACERA				1:4	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RHC				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	6	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME

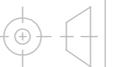


PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: REFUERZO VERTICAL DE PLACA BASE

1:5



CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RVB

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36

DISEÑO: CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO

DIBUJÓ: CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO: NINGUNO

REVISÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

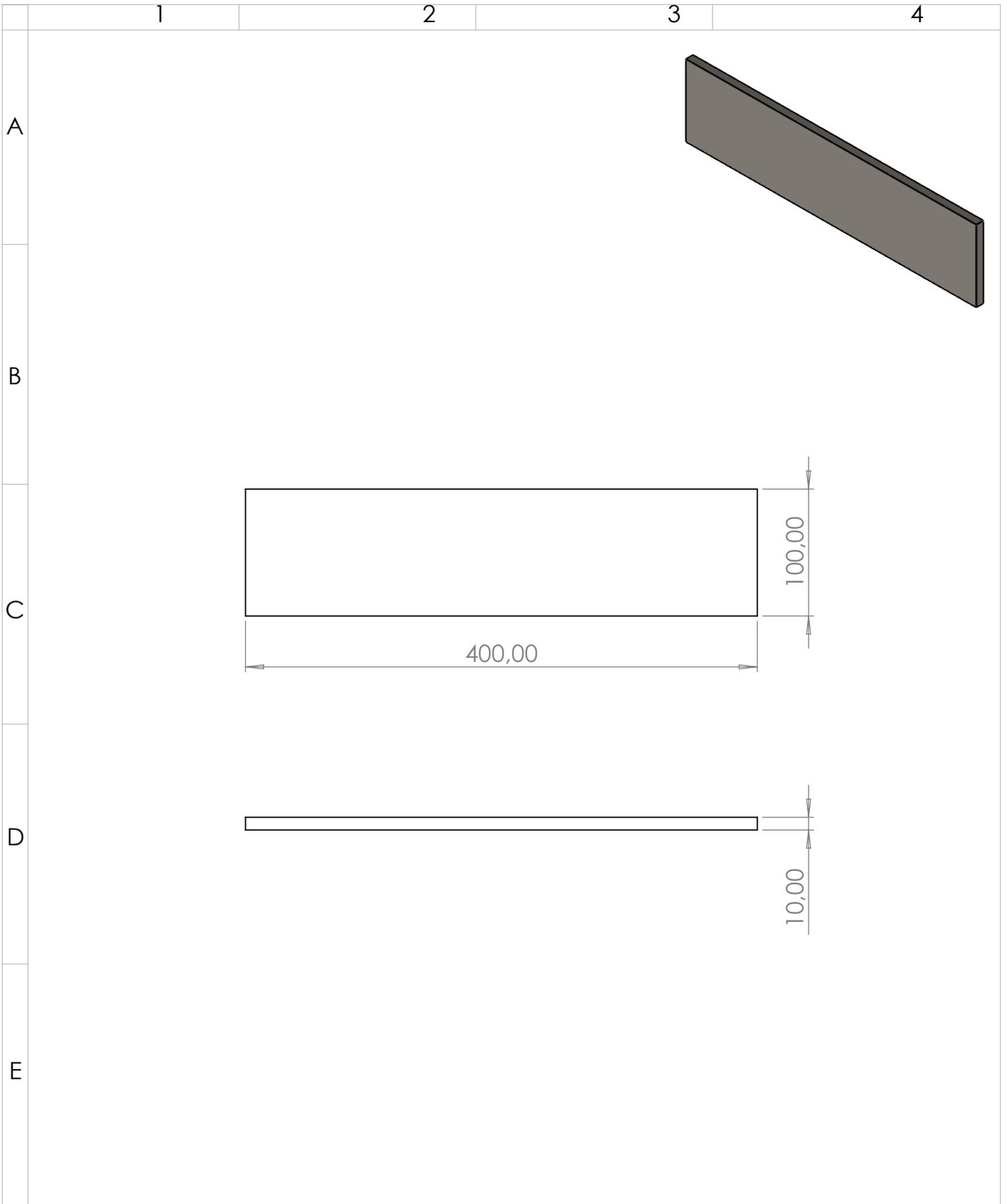
CANTIDAD: 8

APROVÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: REFUERZO VERTICAL DE PLACA LATERAL

1:4



CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RVL

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
-----------	-----------	---------	---------	------------	-------

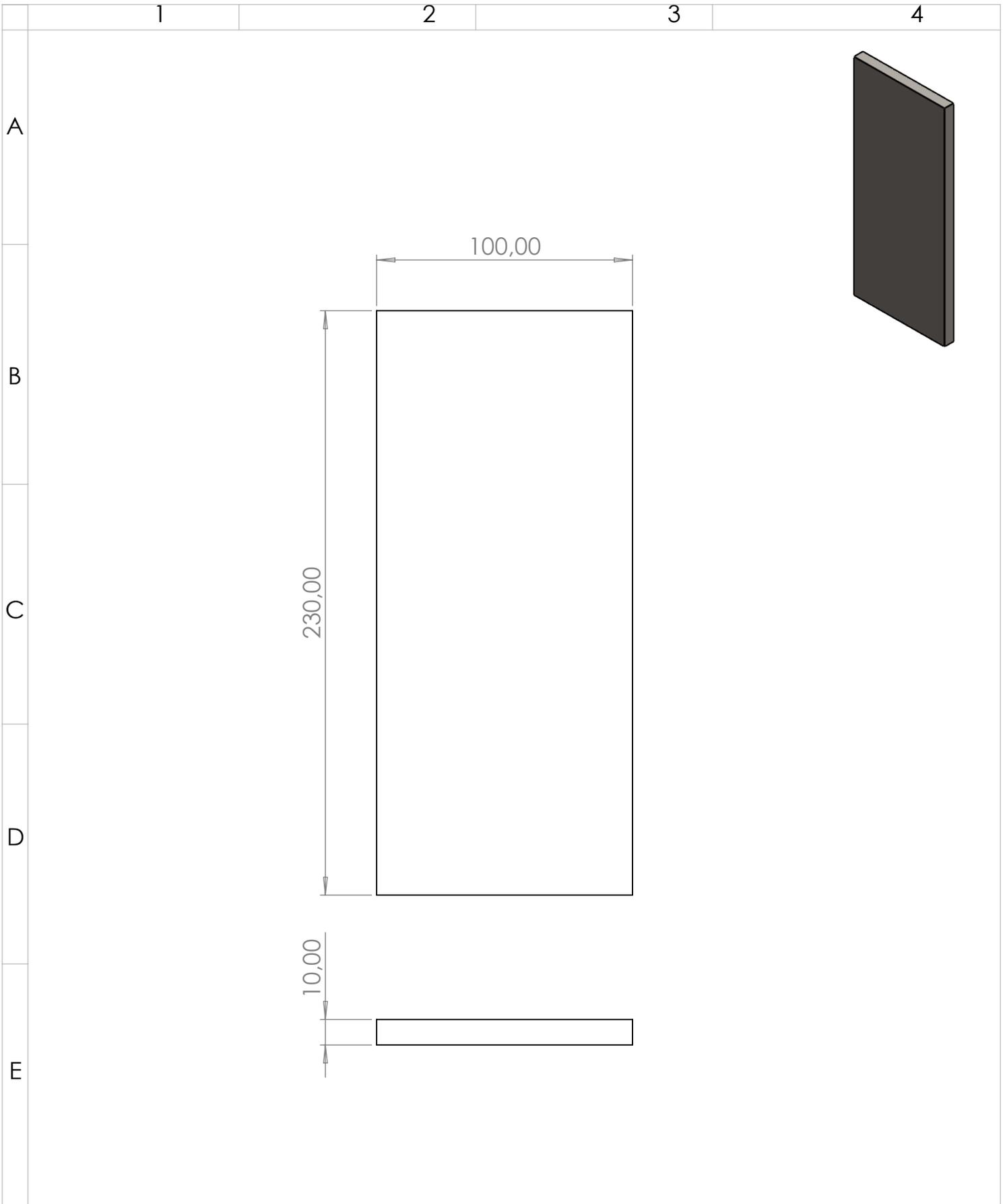
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023
--------------	---------	---------	---------	------------

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	14	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	----	---------	-------------	------------

FICA

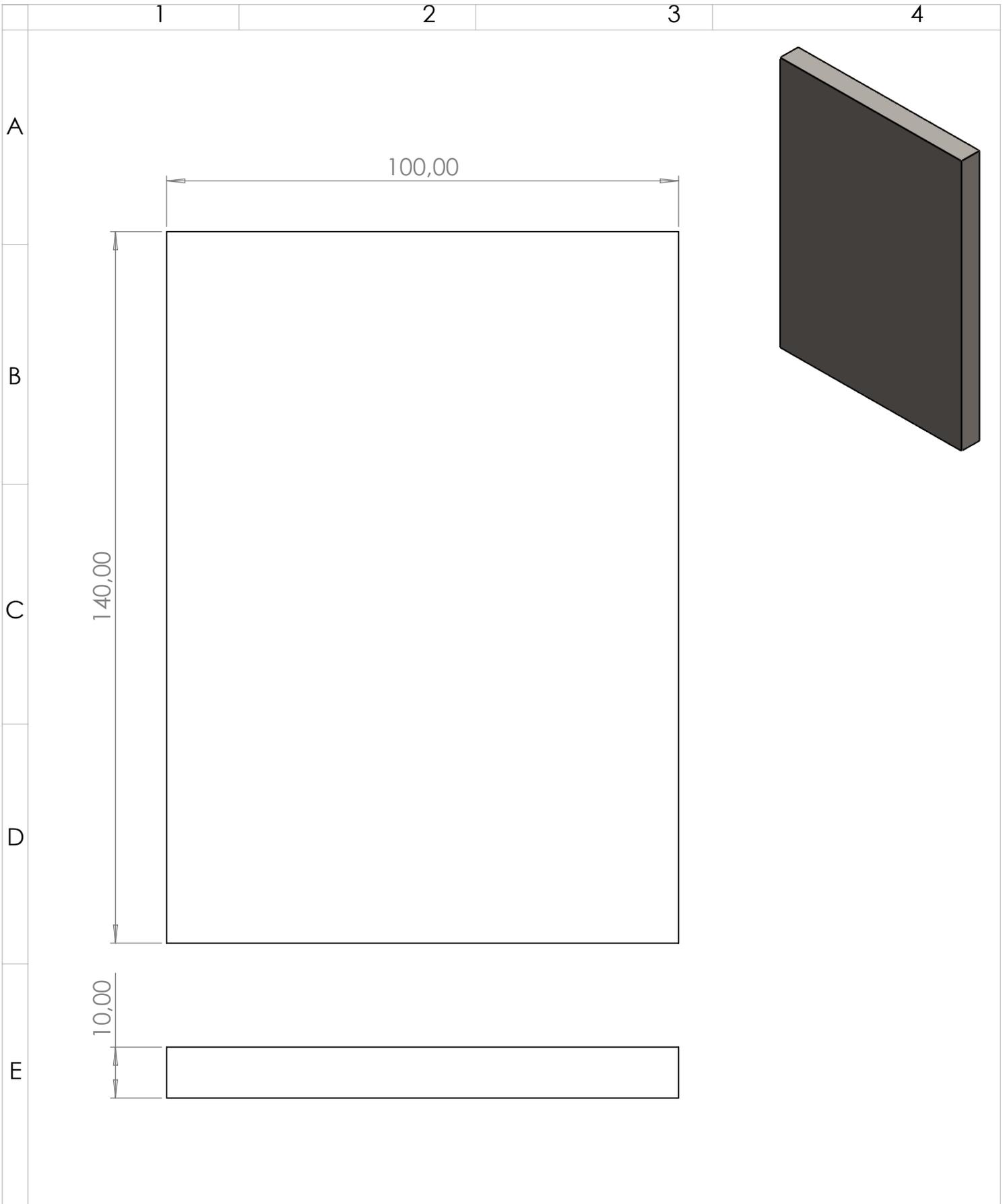
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO VERTICAL SUPERIOR DE CHUMACERA				1:2	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RVSC				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

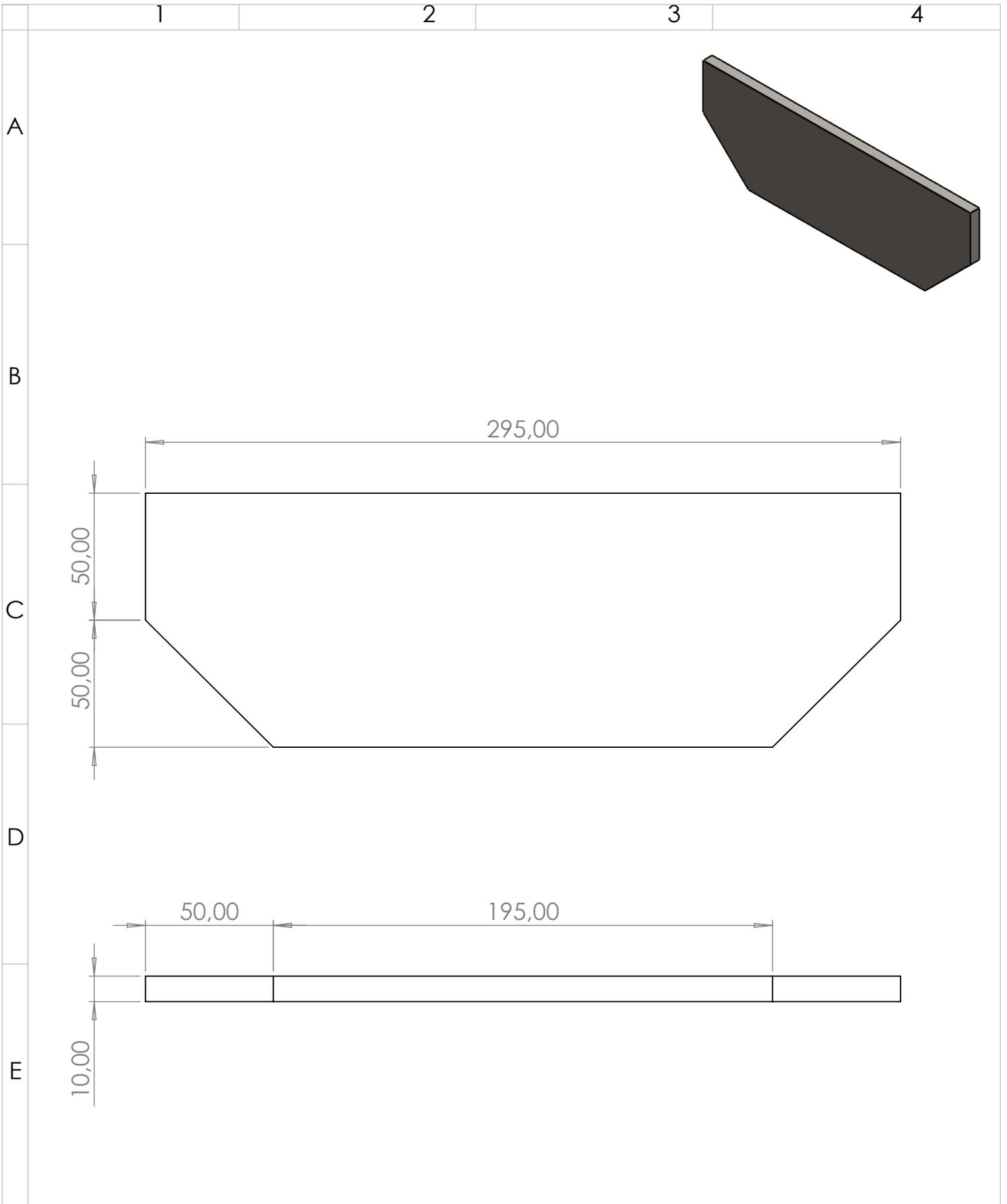
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO VERTICAL INFERIOR DE CHUMACERA				1:1	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RVIC				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME



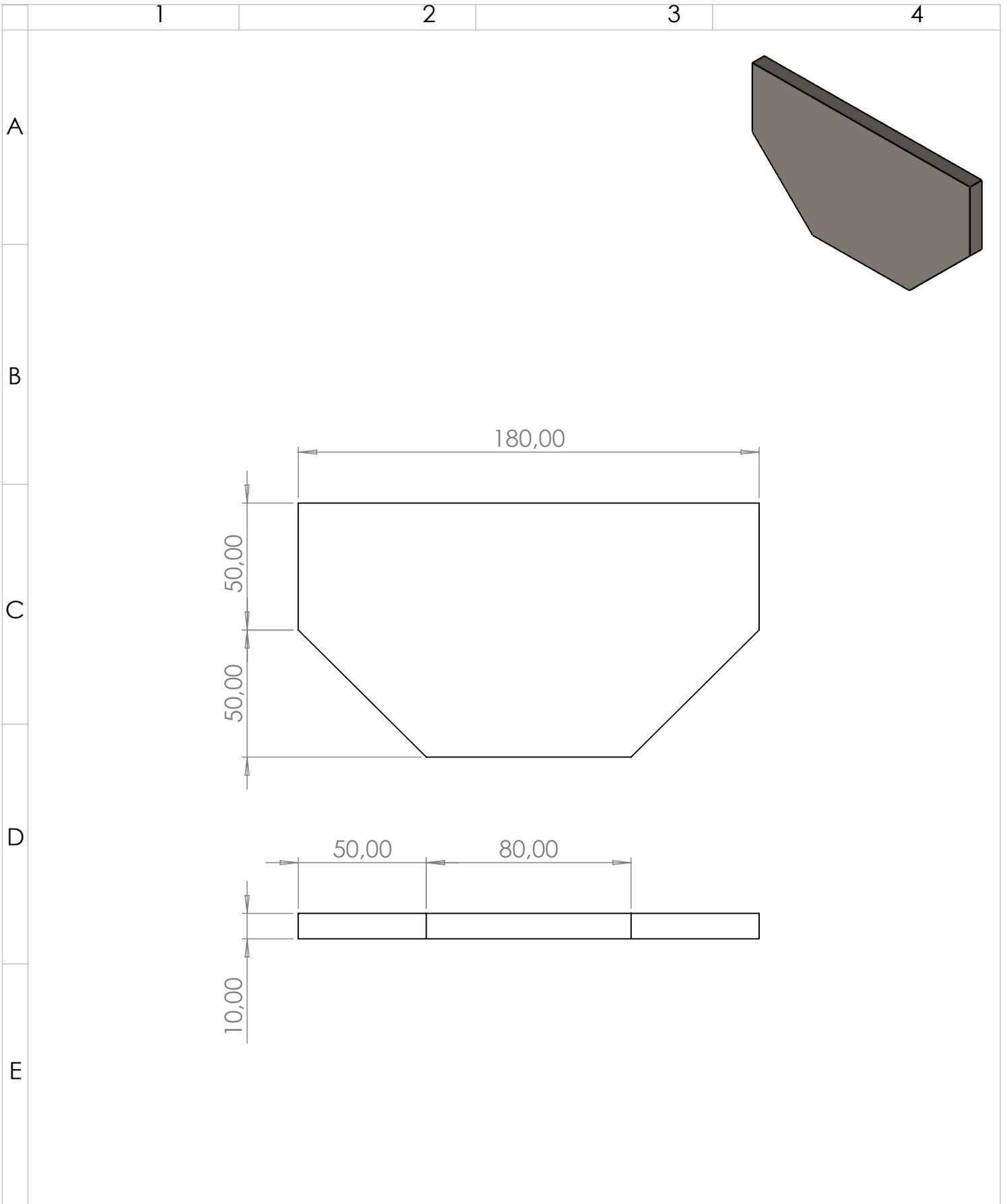
PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA
 PARTE: REFUERZO TRASERO 1 DE BASE DE ESTRUCTURA
 CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RBT1

ESCALA: 1:2
 TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

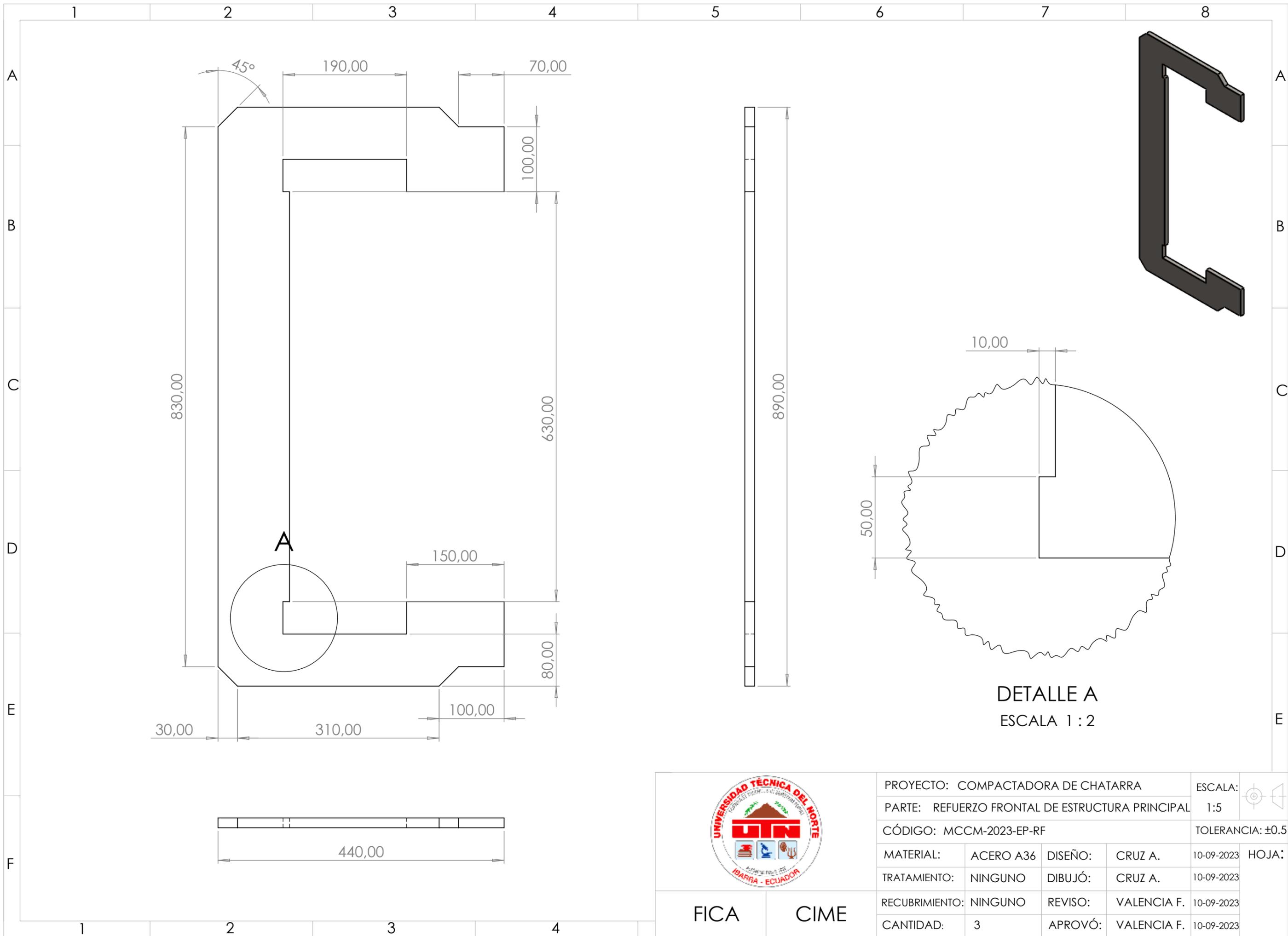
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO TRASERO 2 DE BASE DE ESTRUCTURA				1:2	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RBT2				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	4	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

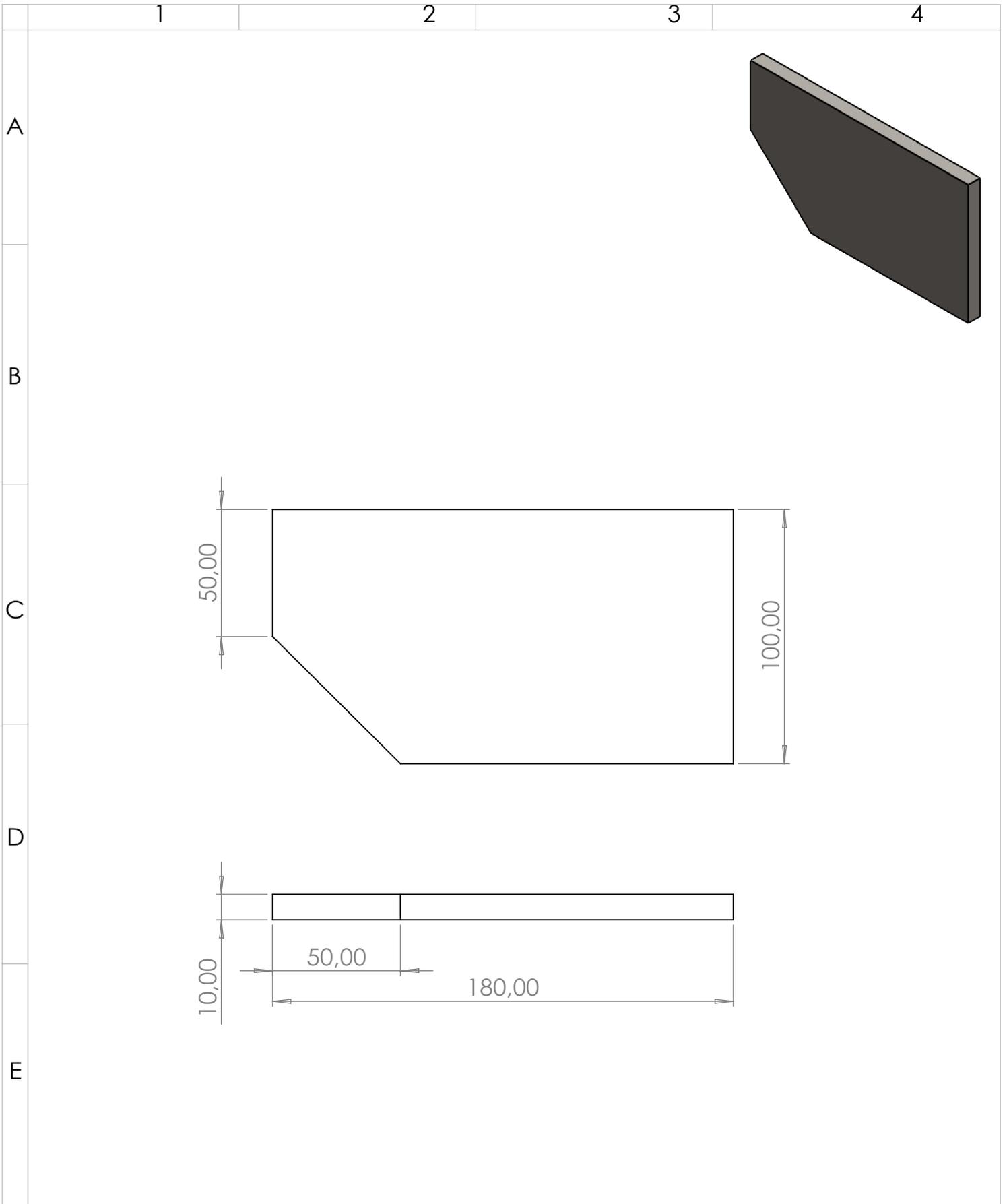
FICA

CIME



FICA CIME

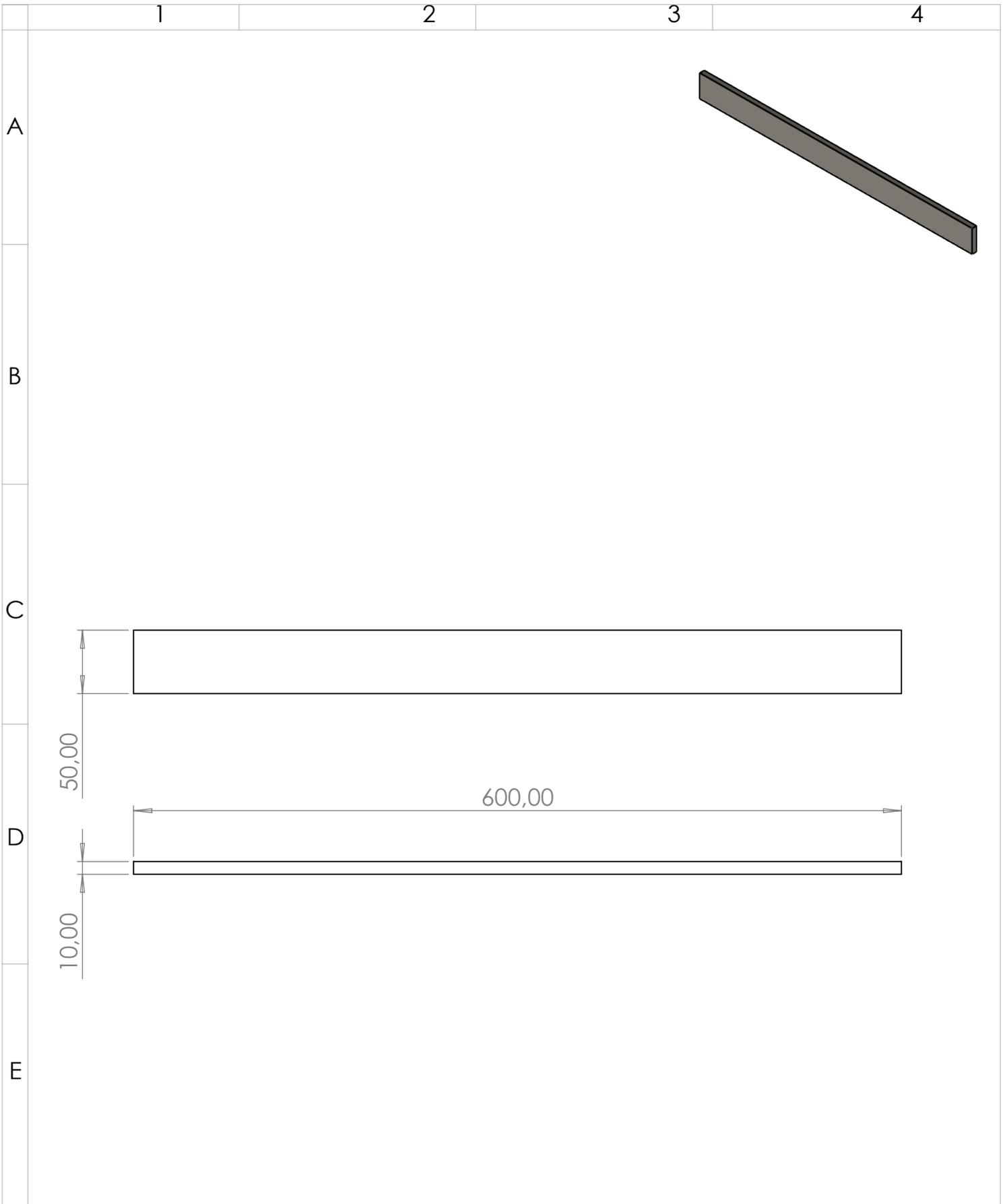
PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO FRONTAL DE ESTRUCTURA PRINCIPAL				1:5	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RF				TOLERANCIA: ±0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	3	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO FRONTAL DE BASE DE ESTRUCTURA				1:2	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RFB				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	3	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

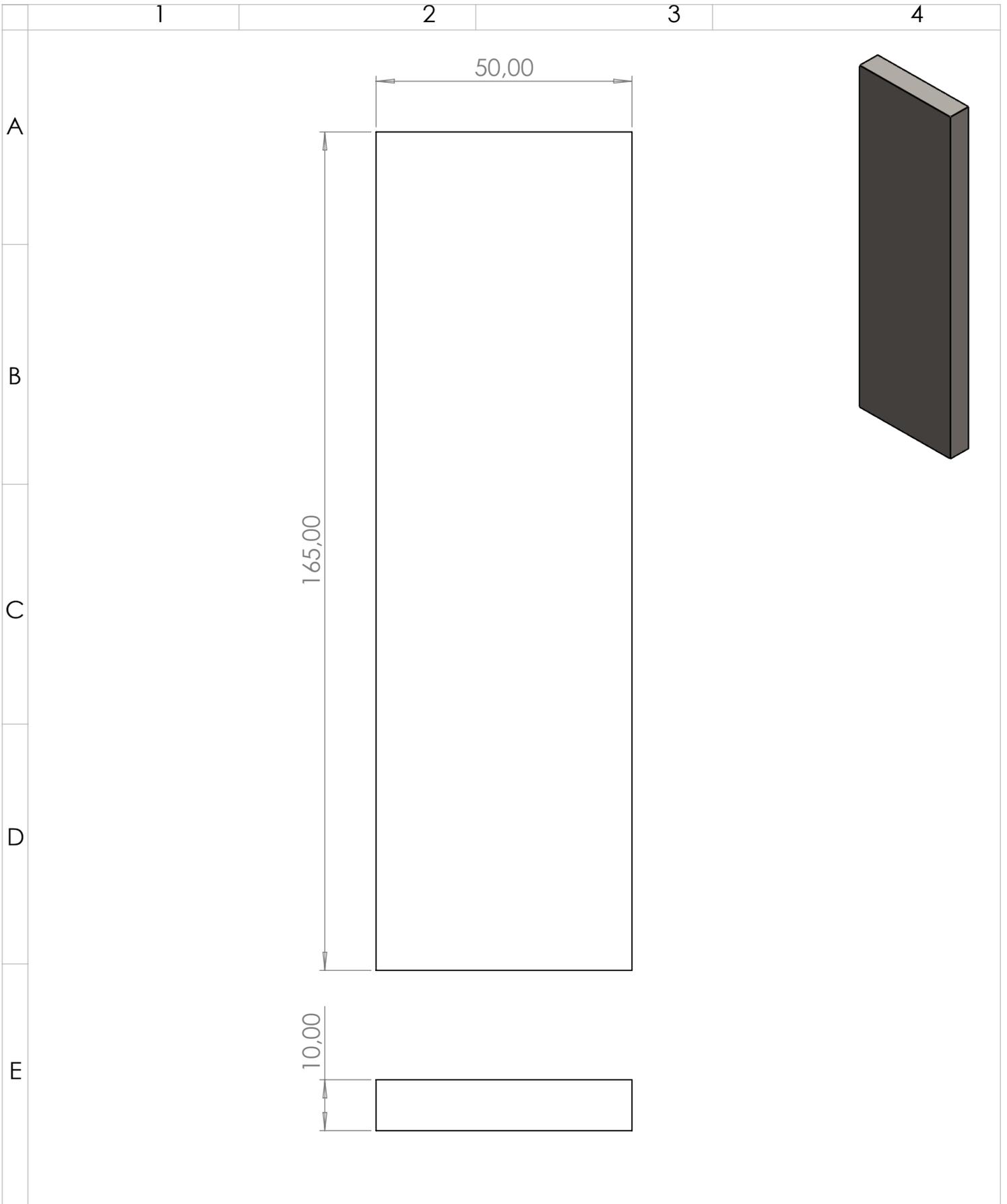
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO FRONTAL INTERIOR 1 DE ESTRUCTURA				1:4	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RF11				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: REFUERZO FRONTAL INTERIOR 2 DE ESTRUCTURA

1:1

CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RF12

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
-----------	-----------	---------	---------	------------	-------

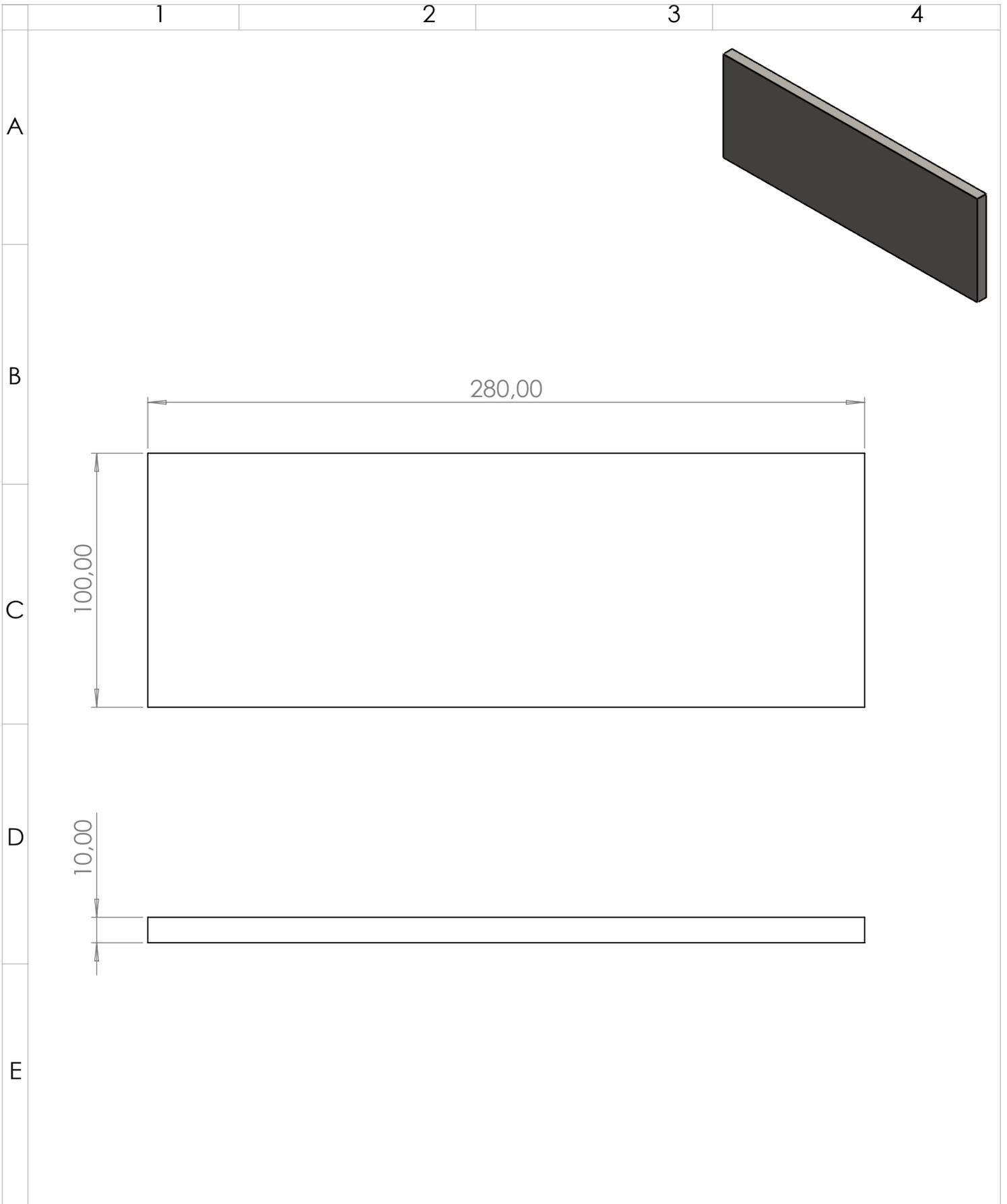
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023
--------------	---------	---------	---------	------------

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	3	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: REFUERZO DE PLACA DE CILINDRO DE TAPA

1:1



CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RPCT

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36

DISEÑO: CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO

DIBUJÓ: CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO: NINGUNO

REVISÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

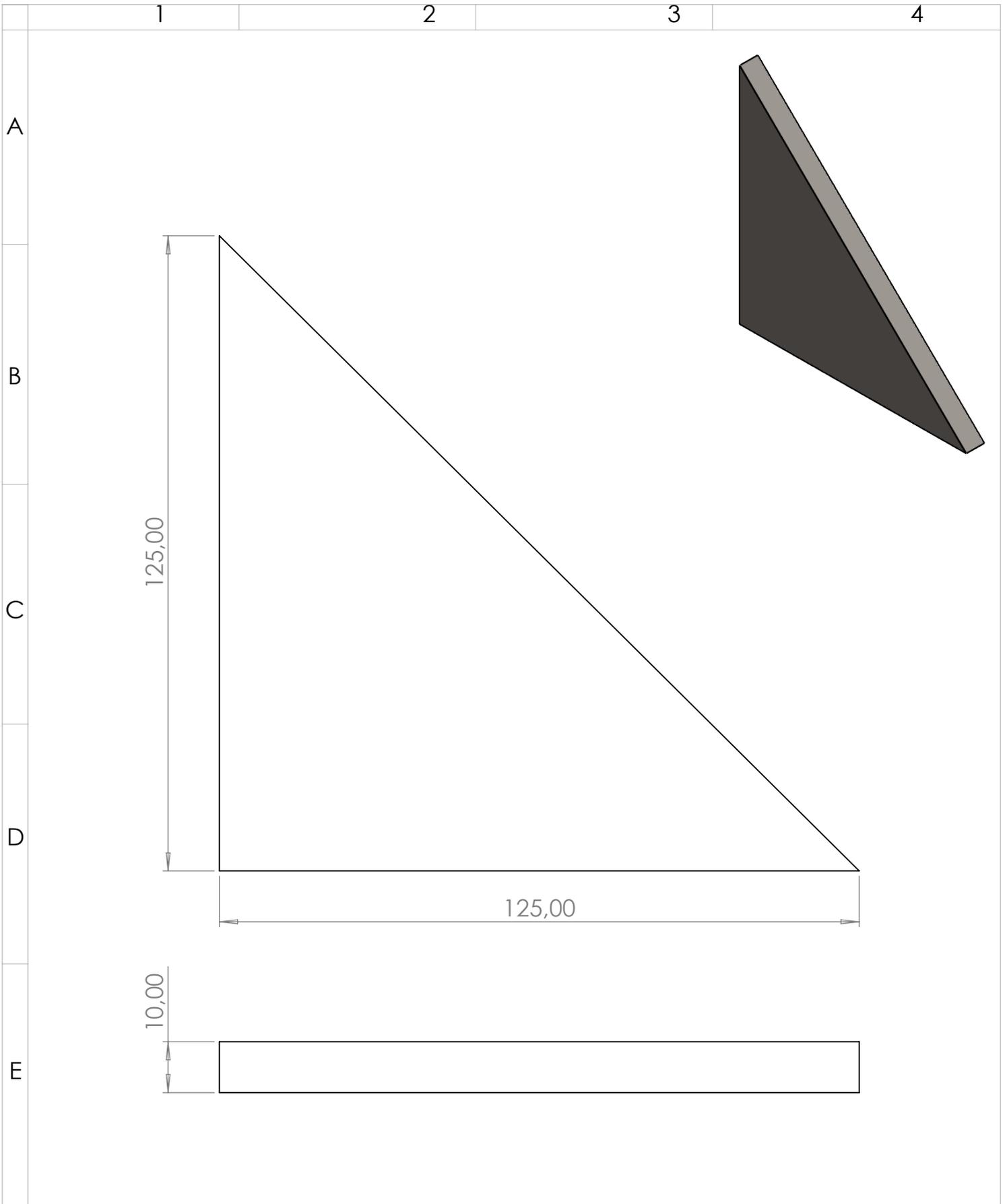
CANTIDAD: 4

APROVÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA: 1:1

PARTE: REFUERZO DE SOPORTE DE CILINDRO DE COMP.

CÓDIGO: MCCM-2023-EP-RSCC

TOLERANCIA: ± 0.5

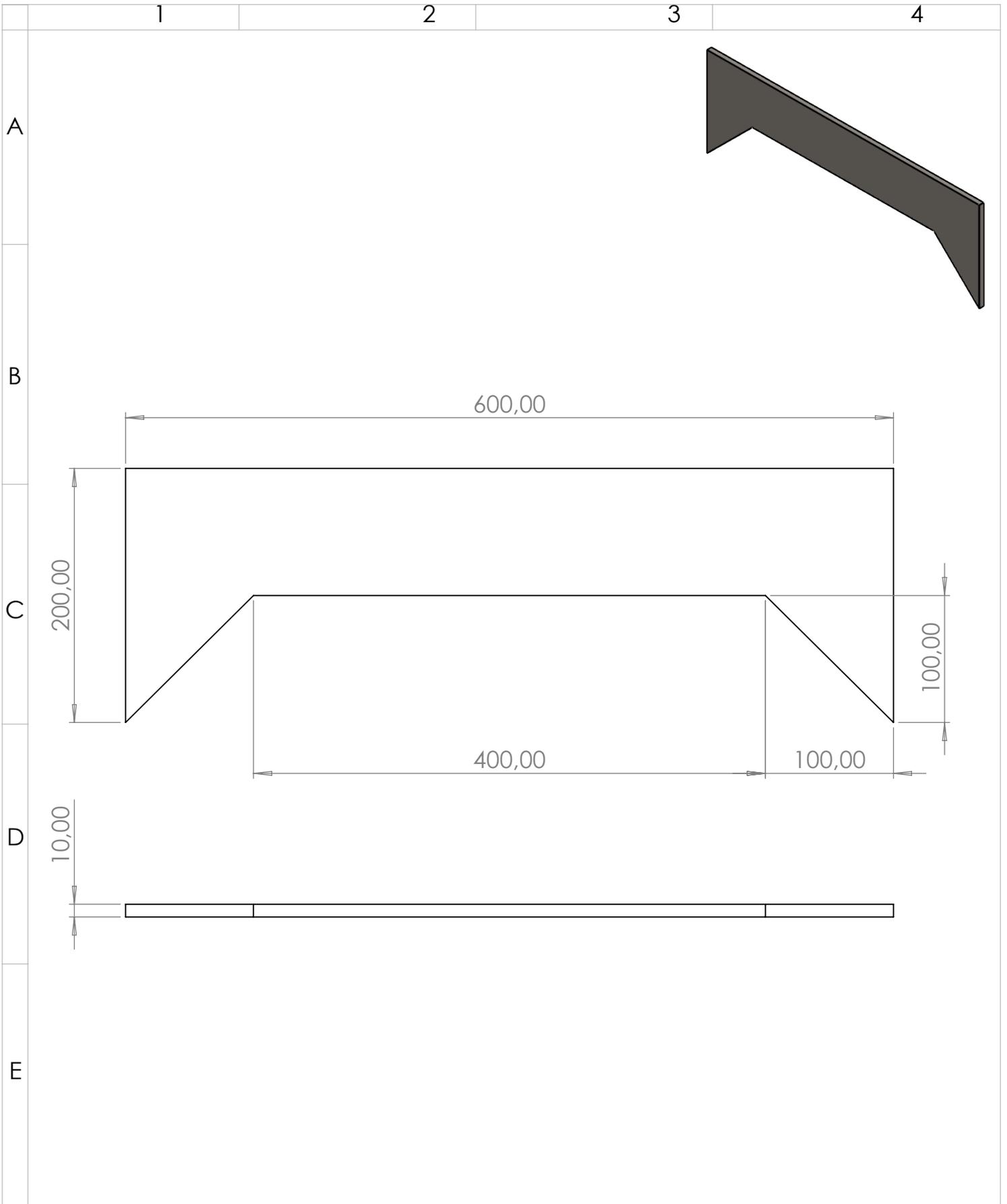
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	4	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

FICA

CIME

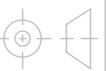


PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: SOPORTE DE BASE DE CILINDRO DE TAPA

1:4



CÓDIGO: MCCM-2023-EP-SBC

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
-----------	-----------	---------	---------	------------	-------

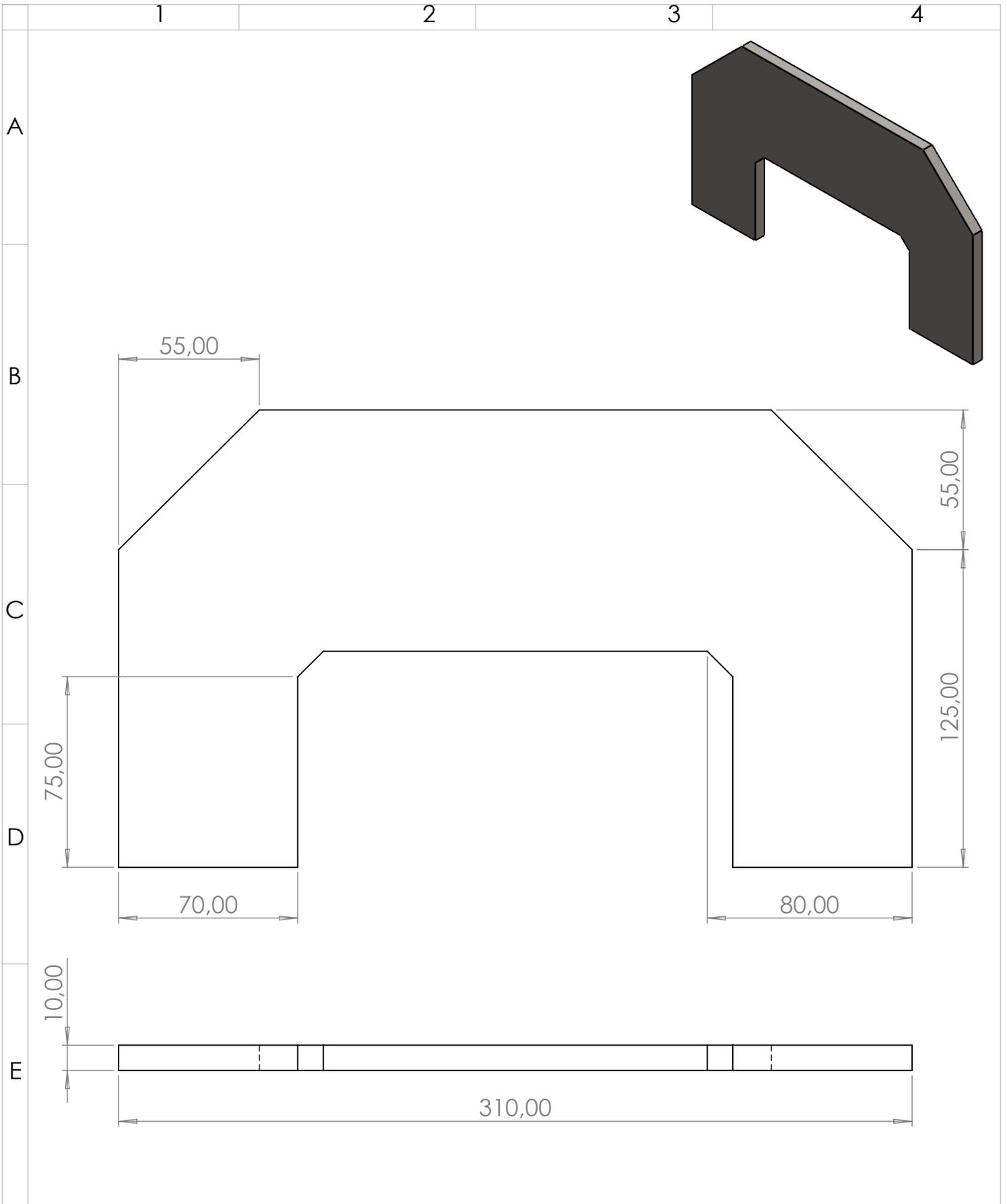
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023
--------------	---------	---------	---------	------------

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: SOPORTE DE CILINDRO DE COMPUERTA

1:2

CÓDIGO: MCCM-2023-EP-SCC

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36

DISEÑO: CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO

DIBUJÓ: CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO: NINGUNO

REVISÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

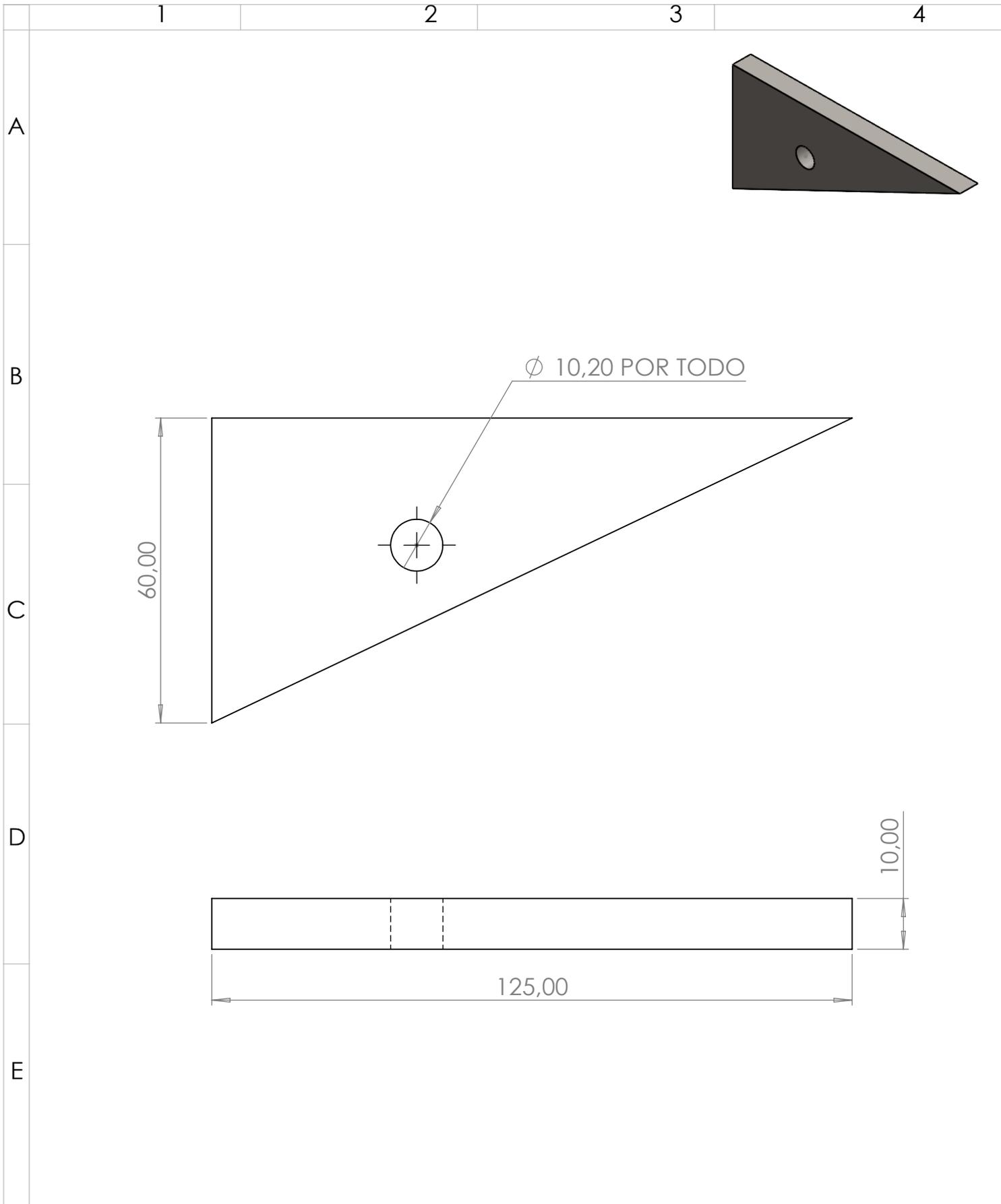
CANTIDAD: 2

APROVÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

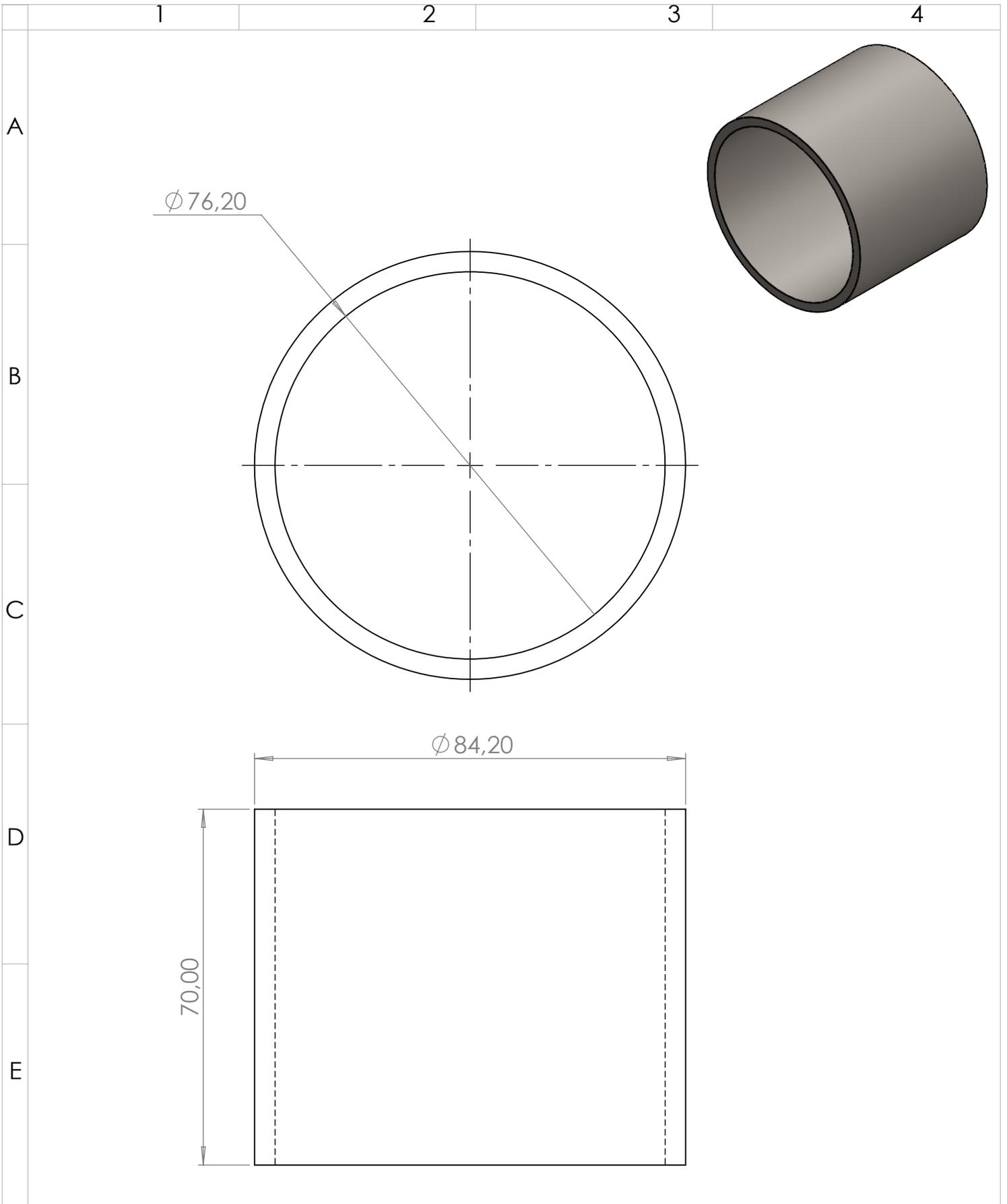
FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: ESCUADRA DE SUJECIÓN DE BASE DE CIL. DE COMP.				1:1	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-ESC				TOLERANCIA: ±0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	4	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

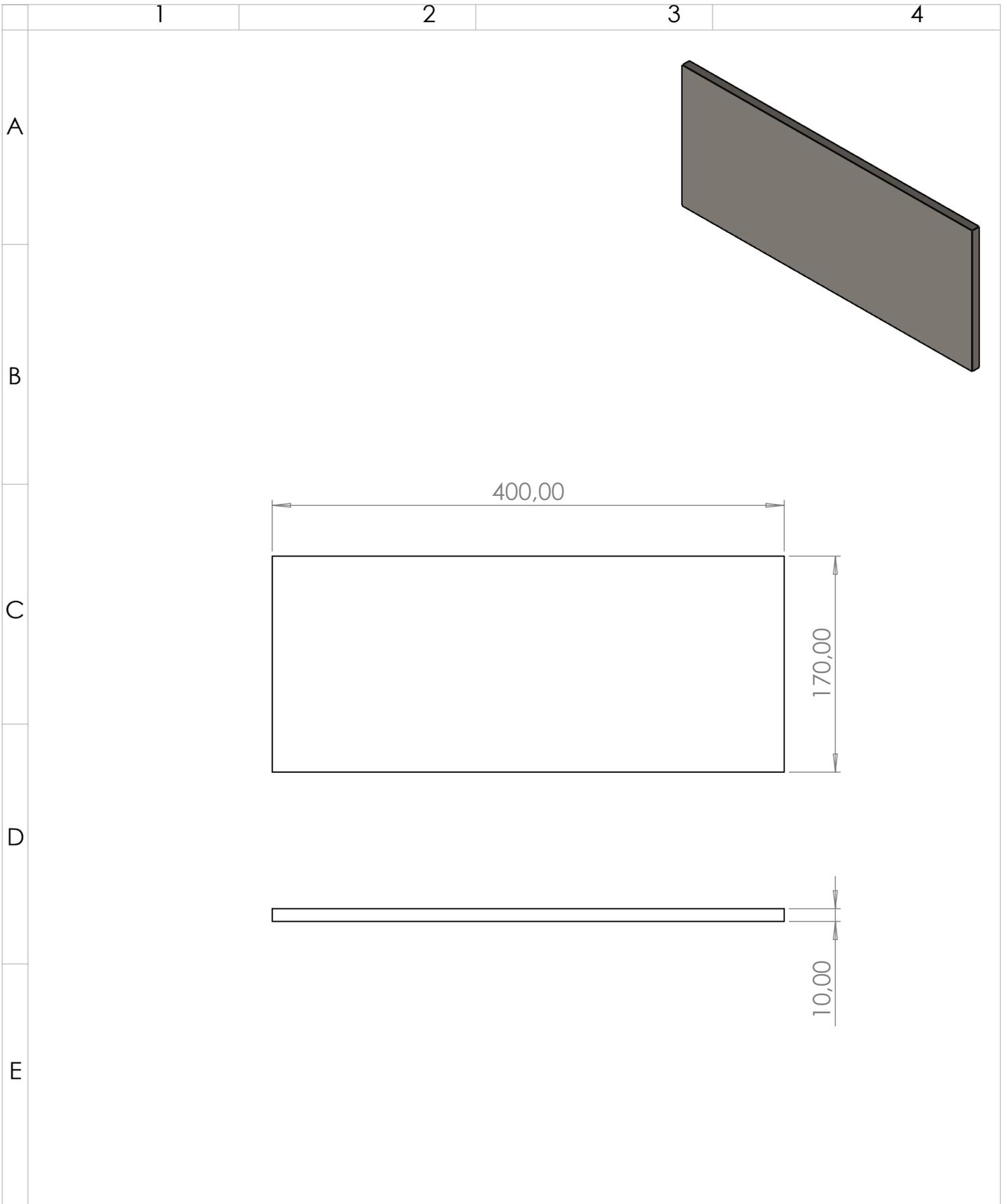
FICA	CIME
------	------



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: GUIA DE PASADOR DE ESTRUCTURA PRINCIPAL				1:1	
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-GPE				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: GUIA DE COMPUERTA 1 DE ESTRUCTURA

1:4



CÓDIGO: MCCM-2023-EP-GC1

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36

DISEÑO: CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO

DIBUJÓ: CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO: NINGUNO

REVISÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

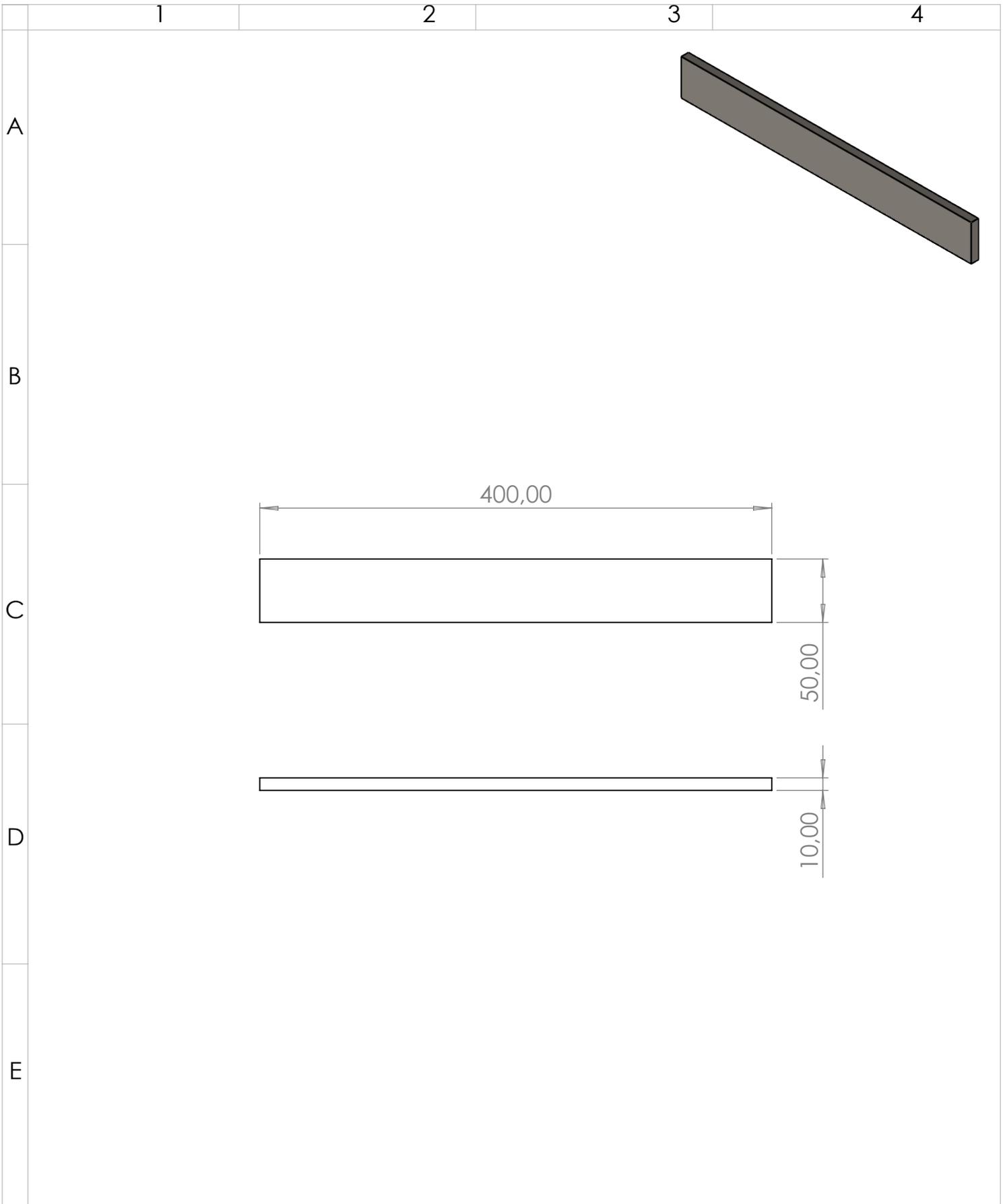
CANTIDAD: 2

APROVÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA: 1:4	
PARTE: GUIA DE COMPUERTA 2 DE ESTRUCTURA					
CÓDIGO: MCCM-2023-EP-GC2				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	4	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME

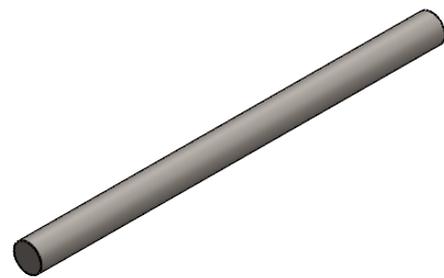
1

2

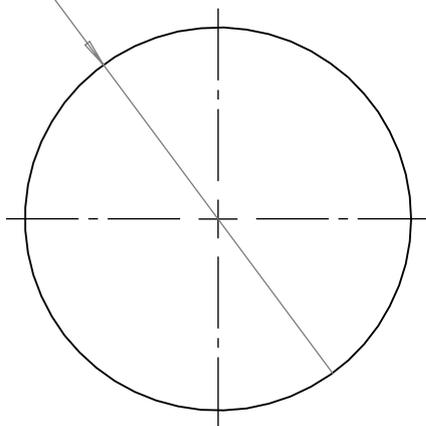
3

4

A

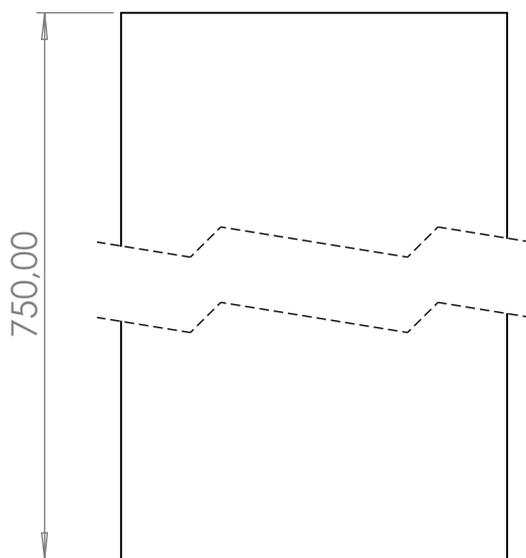


B

 $\varnothing 50,80$


C

D



E



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: EJE PRINCIPAL DE ESTRUCTURA

1:1



CÓDIGO: MCCM-2023-EJEP

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
-----------	-----------	---------	---------	------------	-------

TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023
--------------	---------	---------	---------	------------

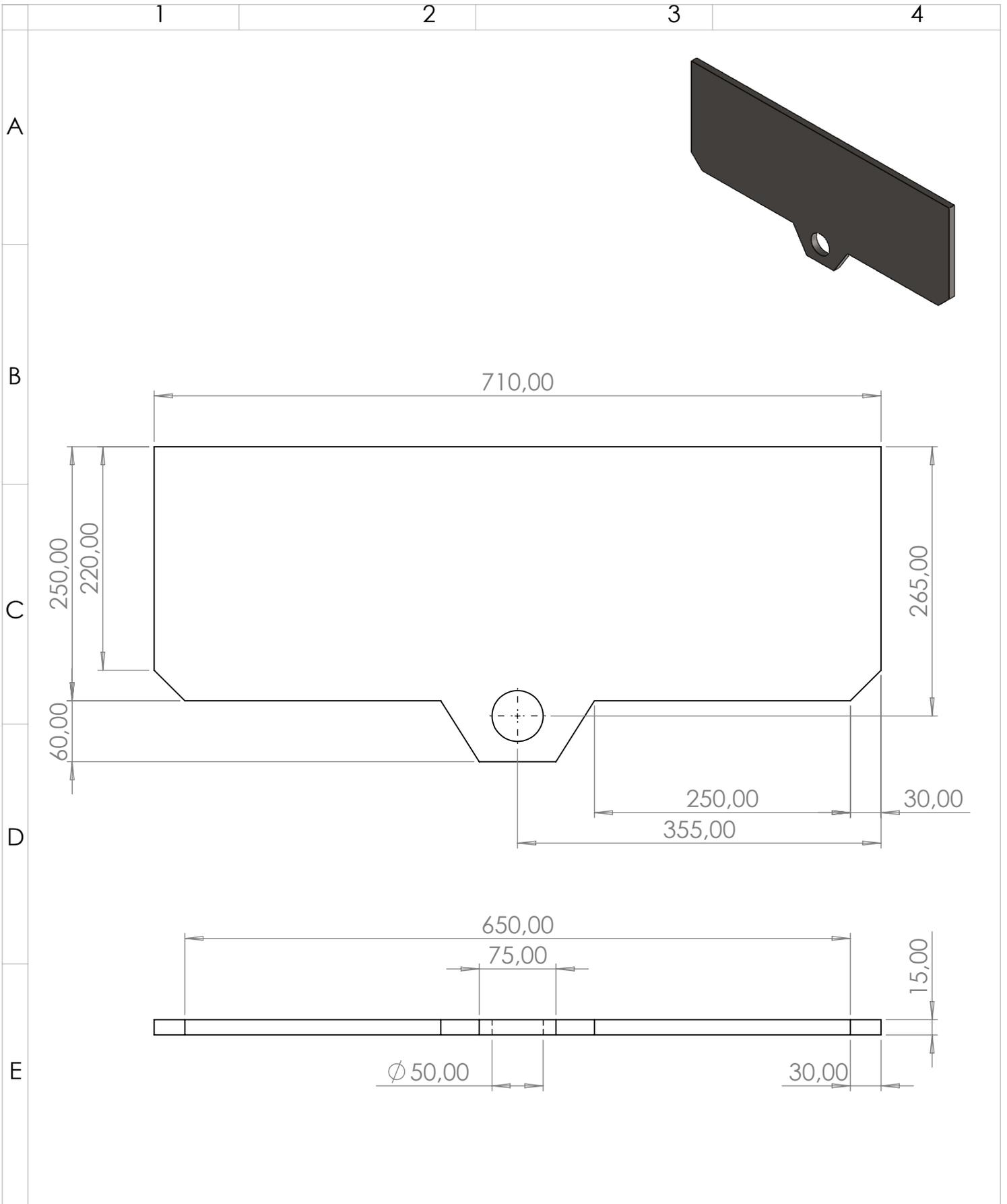
FICA

CIME

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	1	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

ANEXO 8.2 – PLANOS COMPUERTA FRONTAL



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: PLACA FRONTAL DE COMPUERTA

1:5

CÓDIGO: MCCM-2023-CF-PF

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36

DISEÑO: CRUZ A.

24-07-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO

DIBUJÓ: CRUZ A.

24-07-2023

RECUBRIMIENTO: NINGUNO

REVISÓ: VALENCIA F.

24-07-2023

CANTIDAD: 2

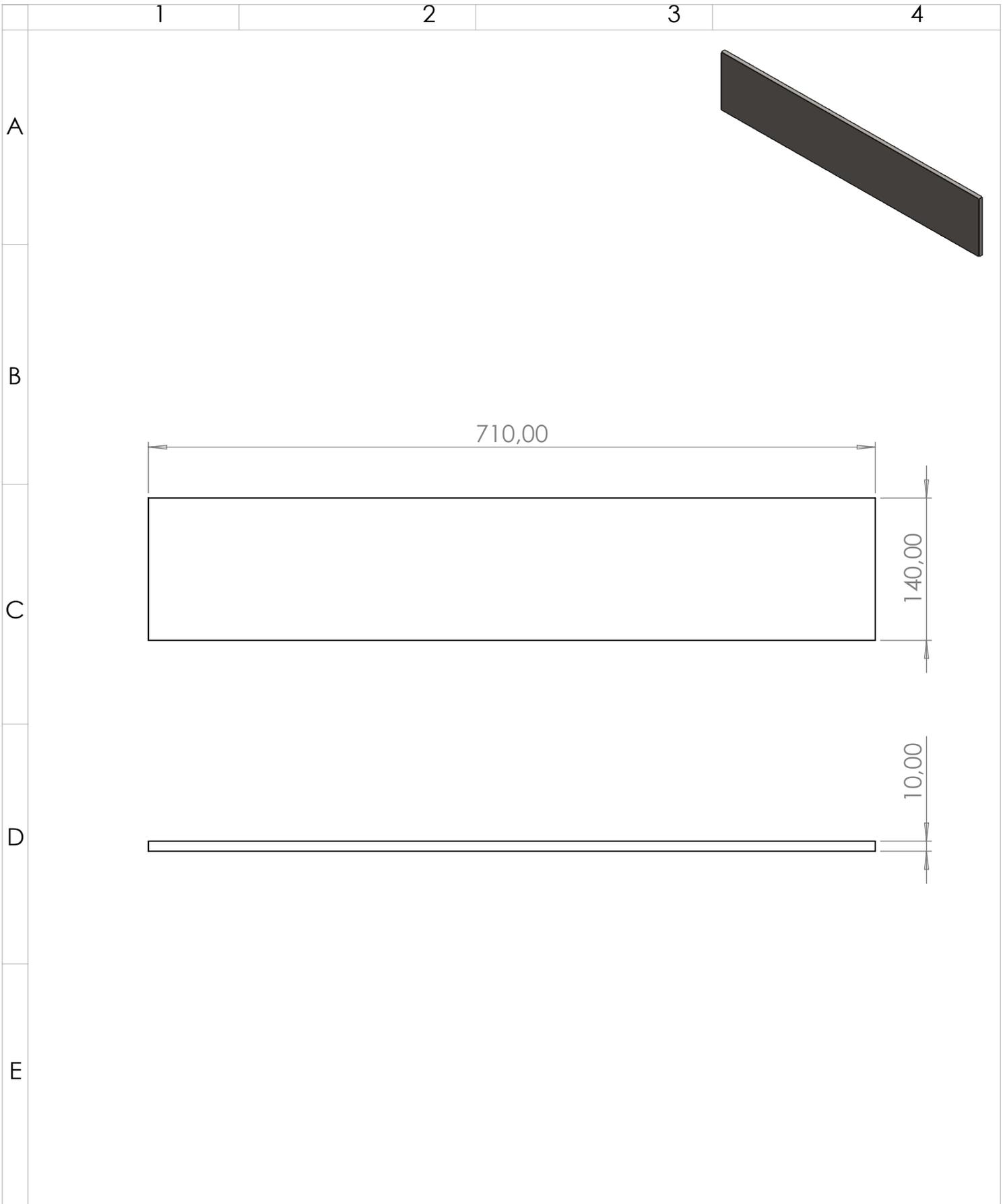
APROVÓ: VALENCIA F.

24-07-2023

FICA

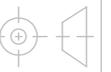
CIME

a



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:



PARTE: PLACA BASE DE COMPUERTA FRONTAL

1:5

CÓDIGO: MCCM-2023-CF-PBS

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	FERNANDO V.	10-09-2023	

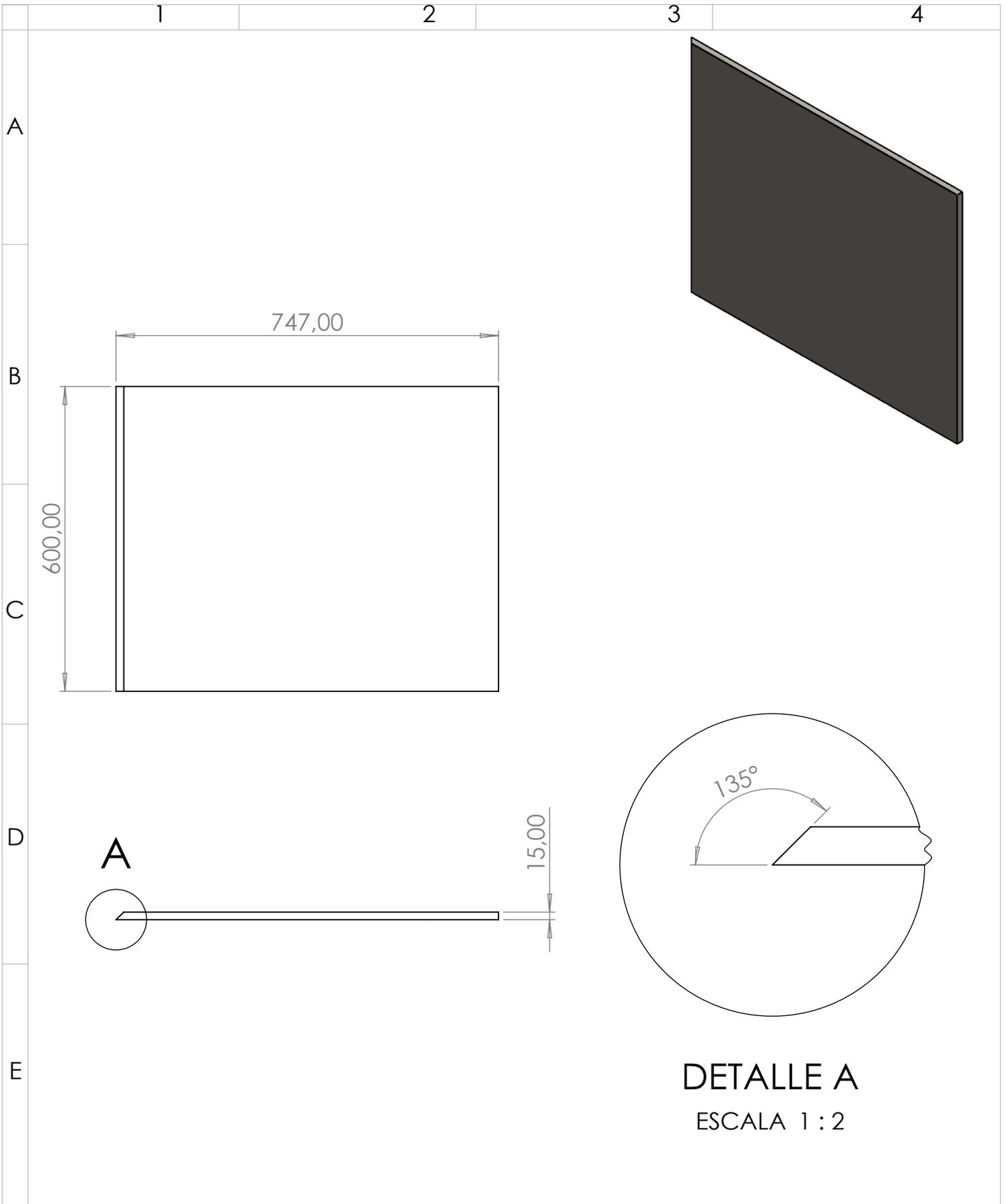
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	FERNANDO V.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

FICA

CIME

1:5

ANEXO 8.3 – PLANOS TAPA COMPACTADORA



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

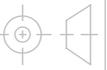


PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: PLACA BASE DE TAPA COMPACTADORA

1:10



CÓDIGO: MCCM-2023-TC-PB

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36

DISEÑO: CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO

DIBUJÓ: CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO: NINGUNO

REVISÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

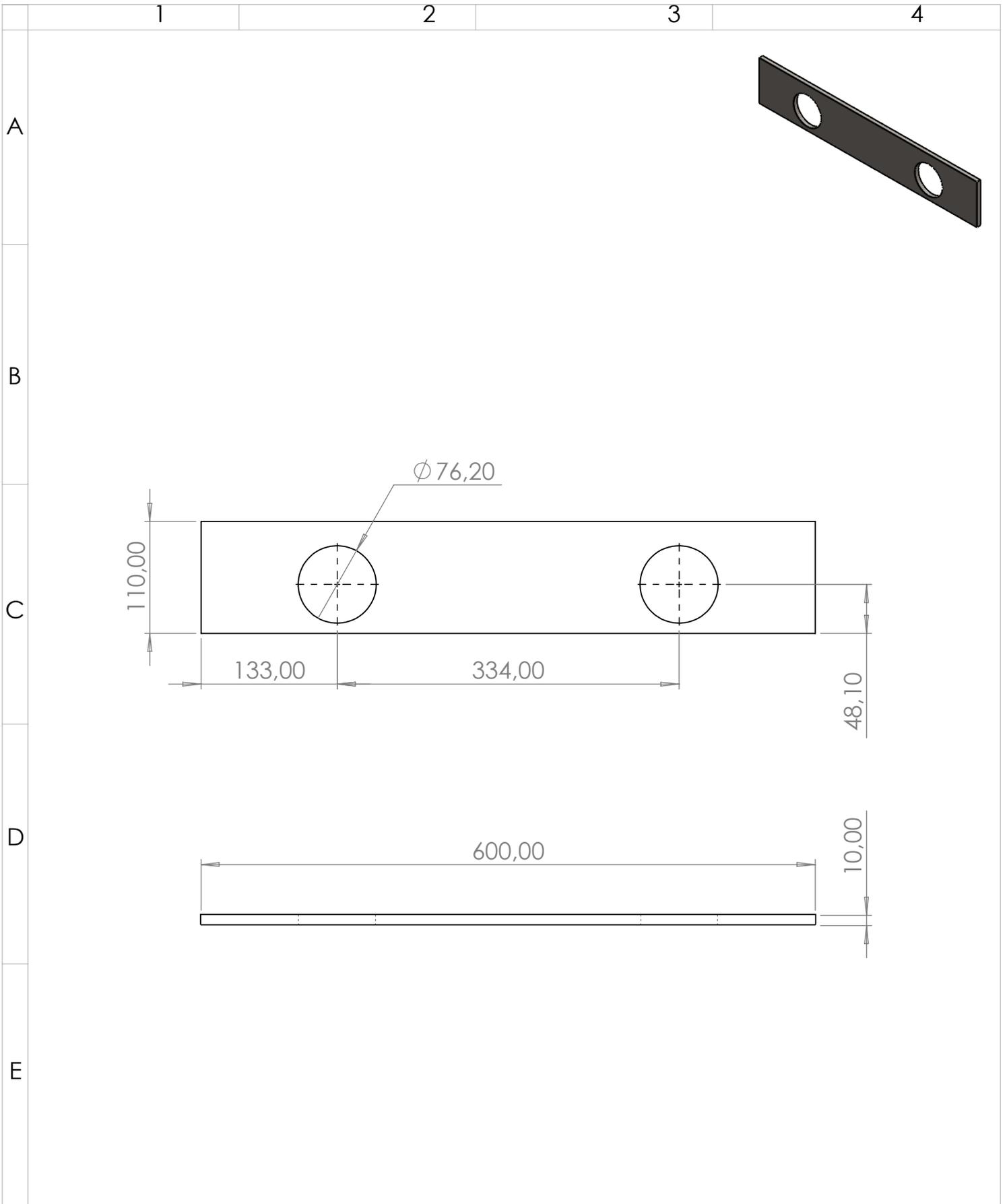
CANTIDAD: 1

APROVÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

CIME



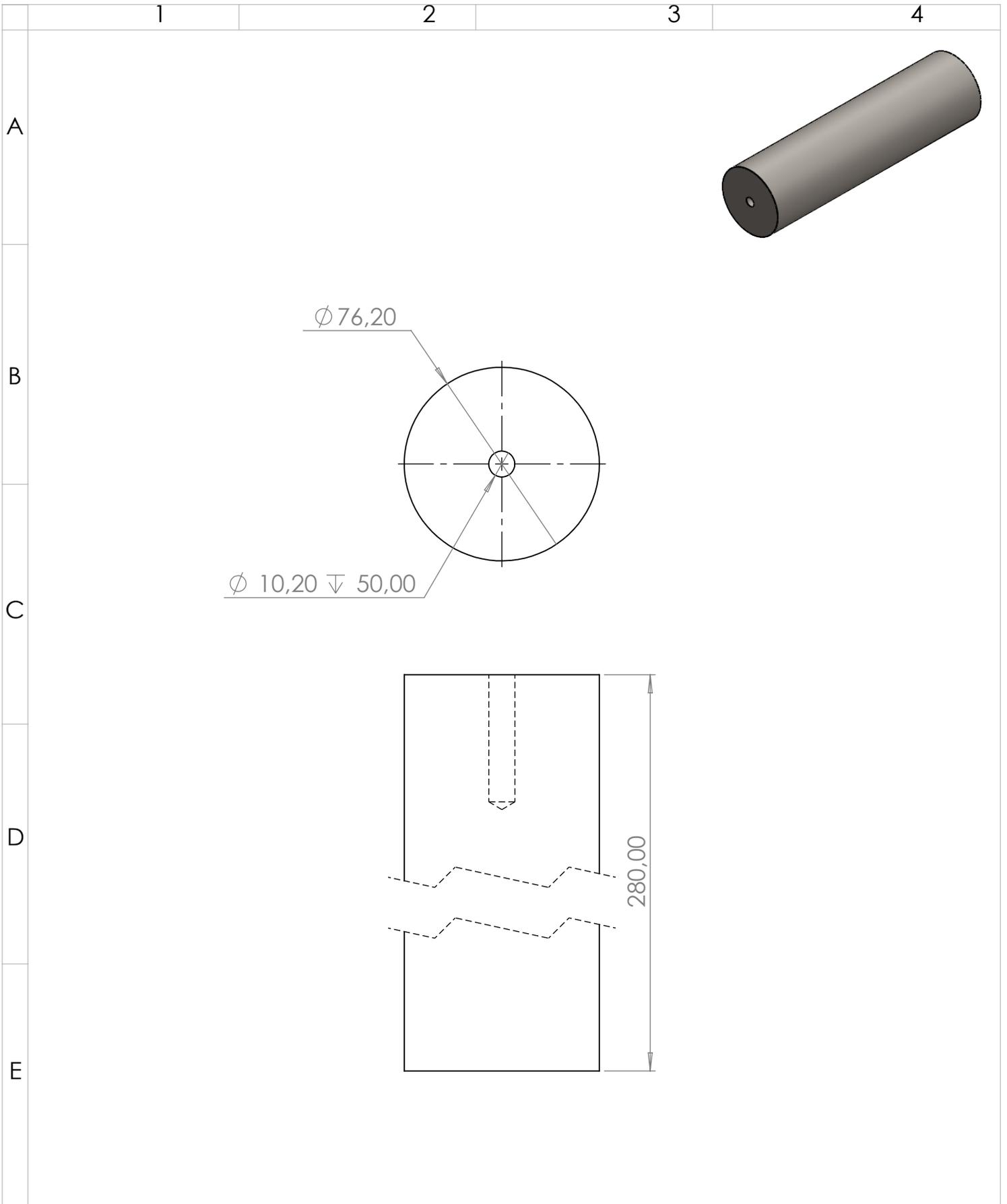
PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA
 PARTE: PLACA FRONTAL DE TAPA COMPACTADORA
 CÓDIGO: MCCM-2023-TC-PF

ESCALA: 1:5
 TOLERANCIA: ±0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	1	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: PASADOR DE TAPA COMPACTADORA

1:2



CÓDIGO: MCCM-2023-TC-PSD

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:

ACERO A36

DISEÑO:

CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

CANTIDAD:

2

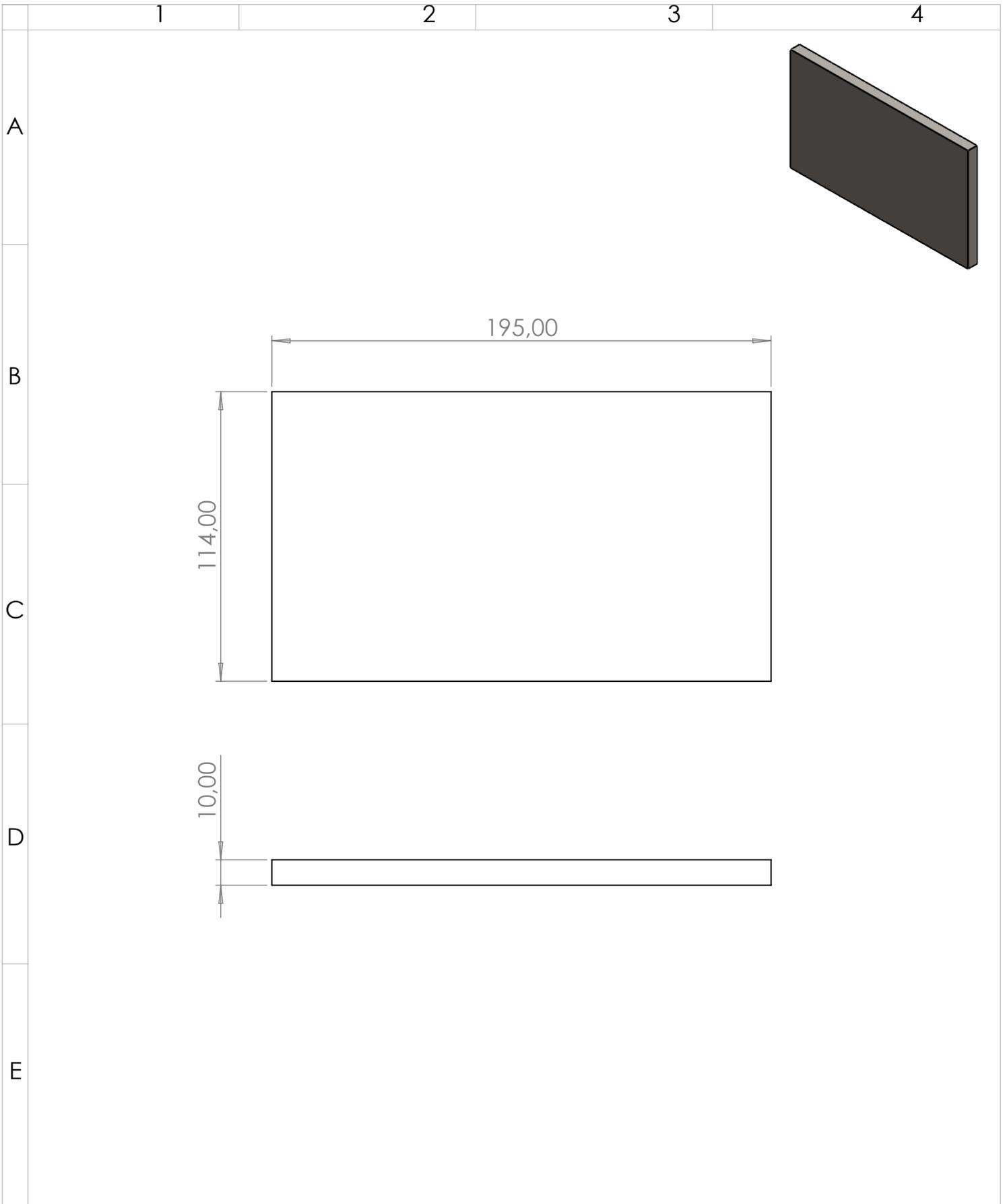
APROVÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

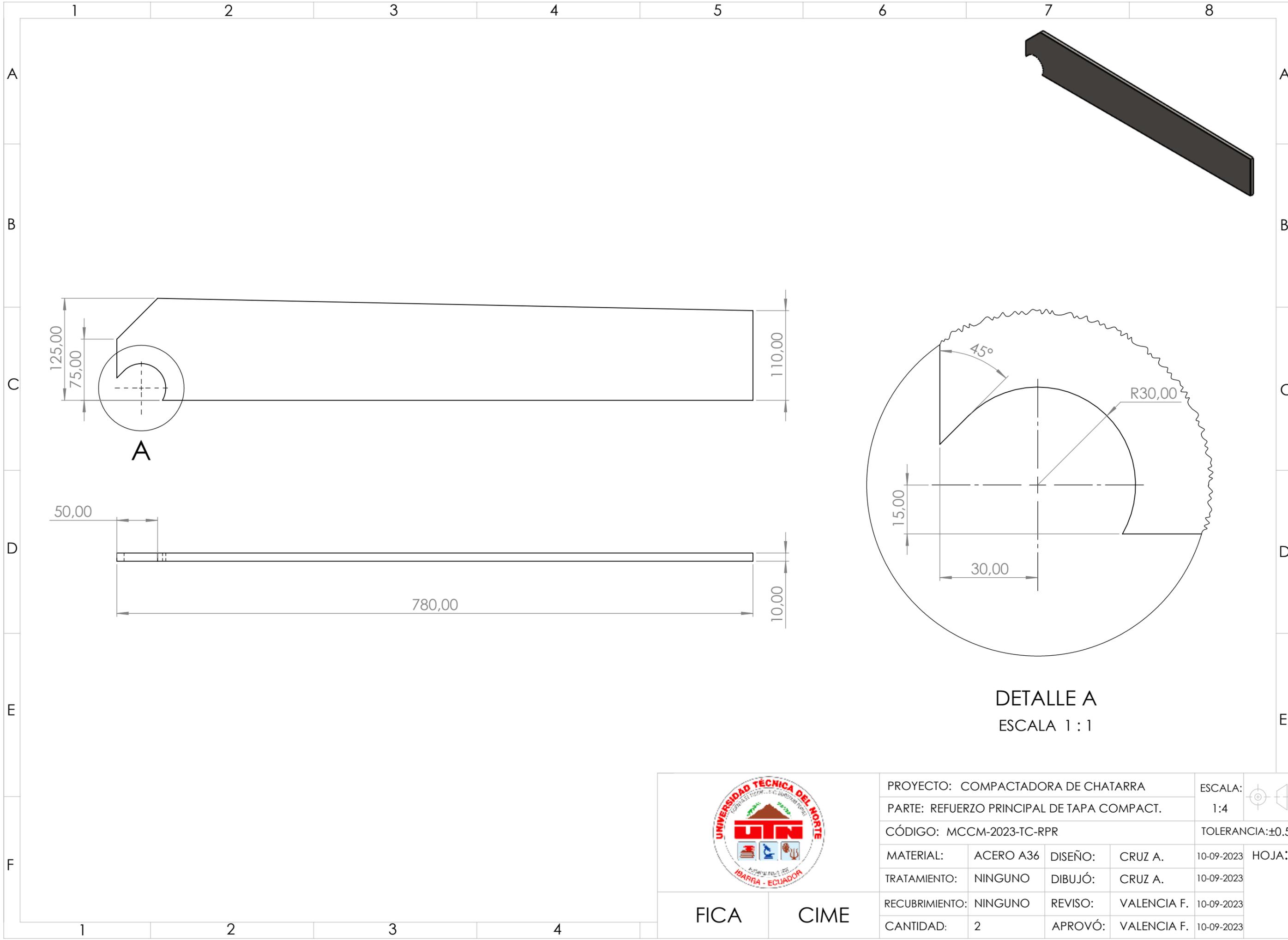
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: BASE DE PASADOR DE TAPA COMPACTADORA				1:2	
CÓDIGO: MCCM-2023-TC-BP				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

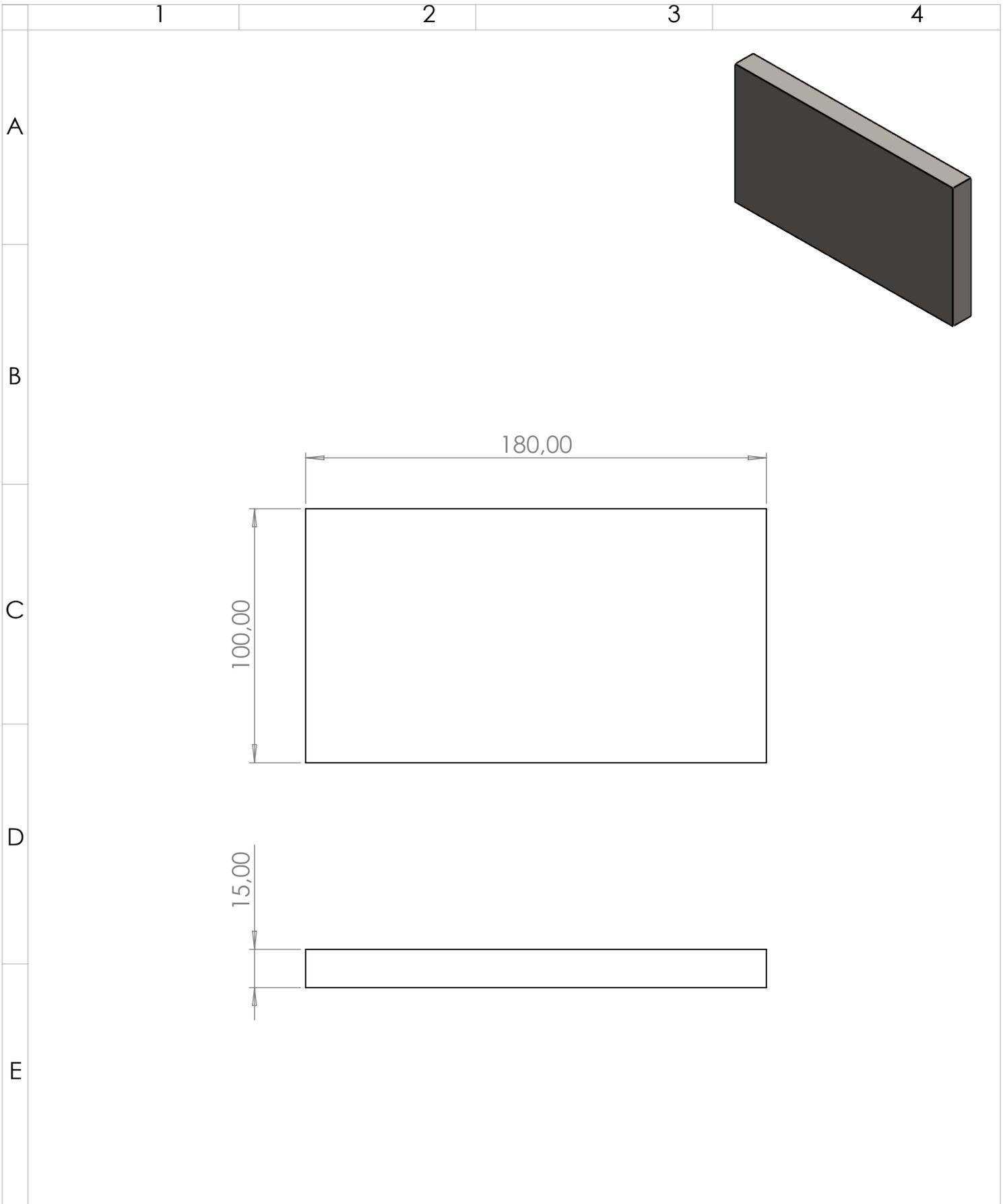
CIME



DETALLE A
ESCALA 1 : 1



FICA	CIME	PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA			ESCALA:	
		PARTE: REFUERZO PRINCIPAL DE TAPA COMPACT.			1:4	
CÓDIGO: MCCM-2023-TC-RPR				TOLERANCIA: ±0.5		
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:	
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023		
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023		
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023		

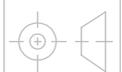


PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: REFUERZO G DE TAPA COMPACTADORA

1:2



CÓDIGO: MCCM-2023-TC-RG

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
-----------	-----------	---------	---------	------------	-------

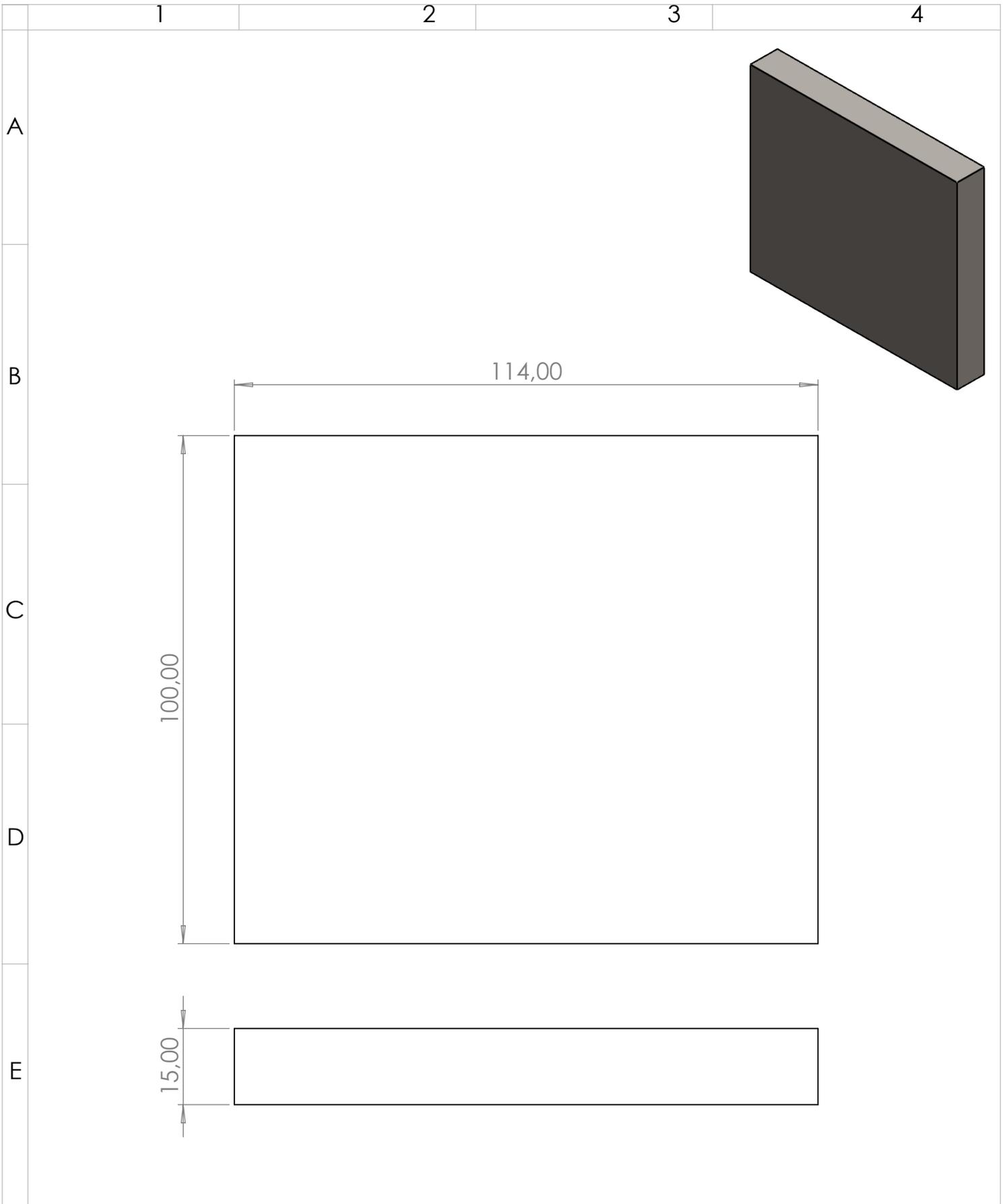
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023
--------------	---------	---------	---------	------------

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

FICA

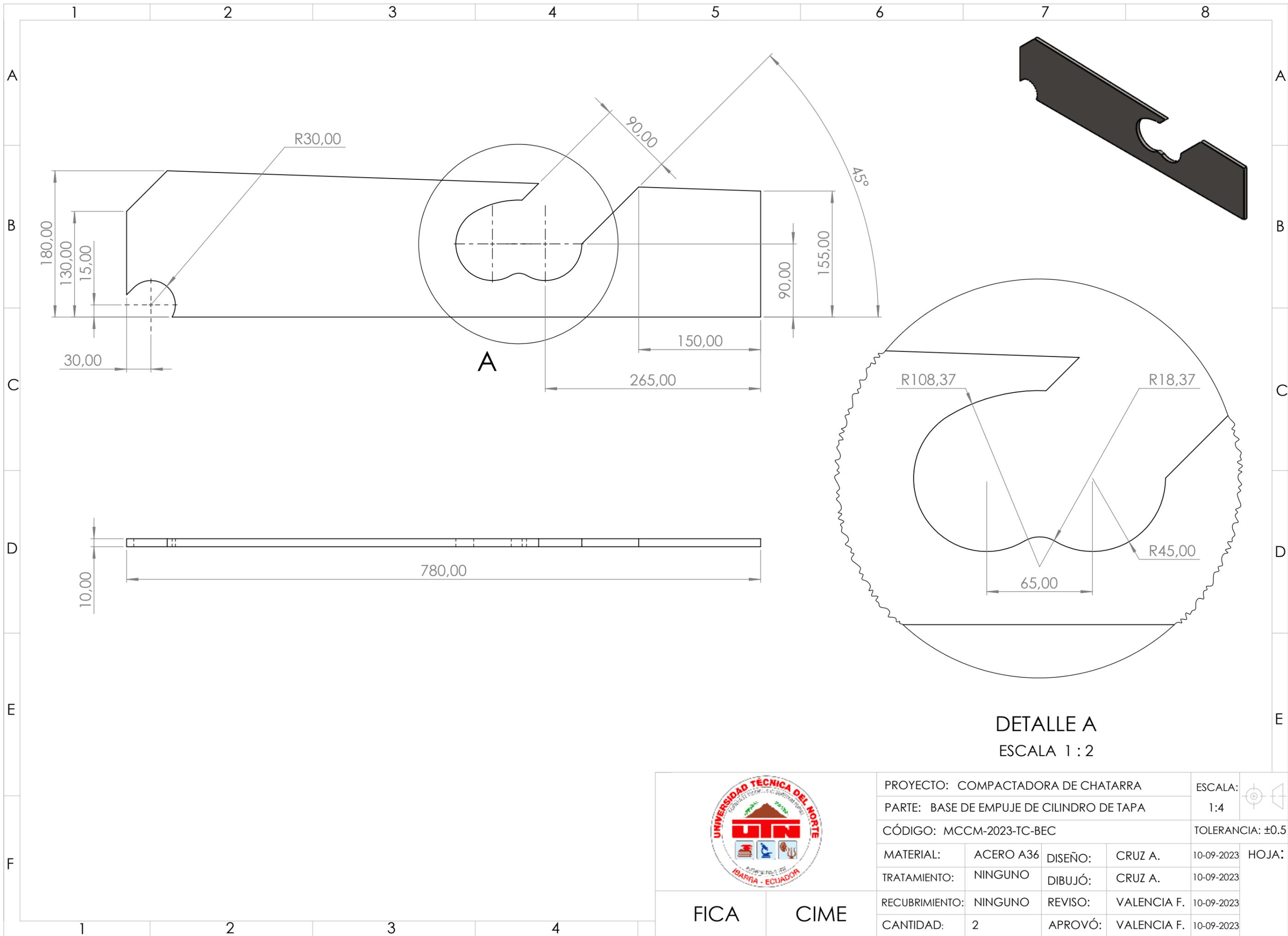
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARR				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO P DE TAPA COMPACTADORA				1:1	
CÓDIGO: MCCM-2023-TC-RP				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

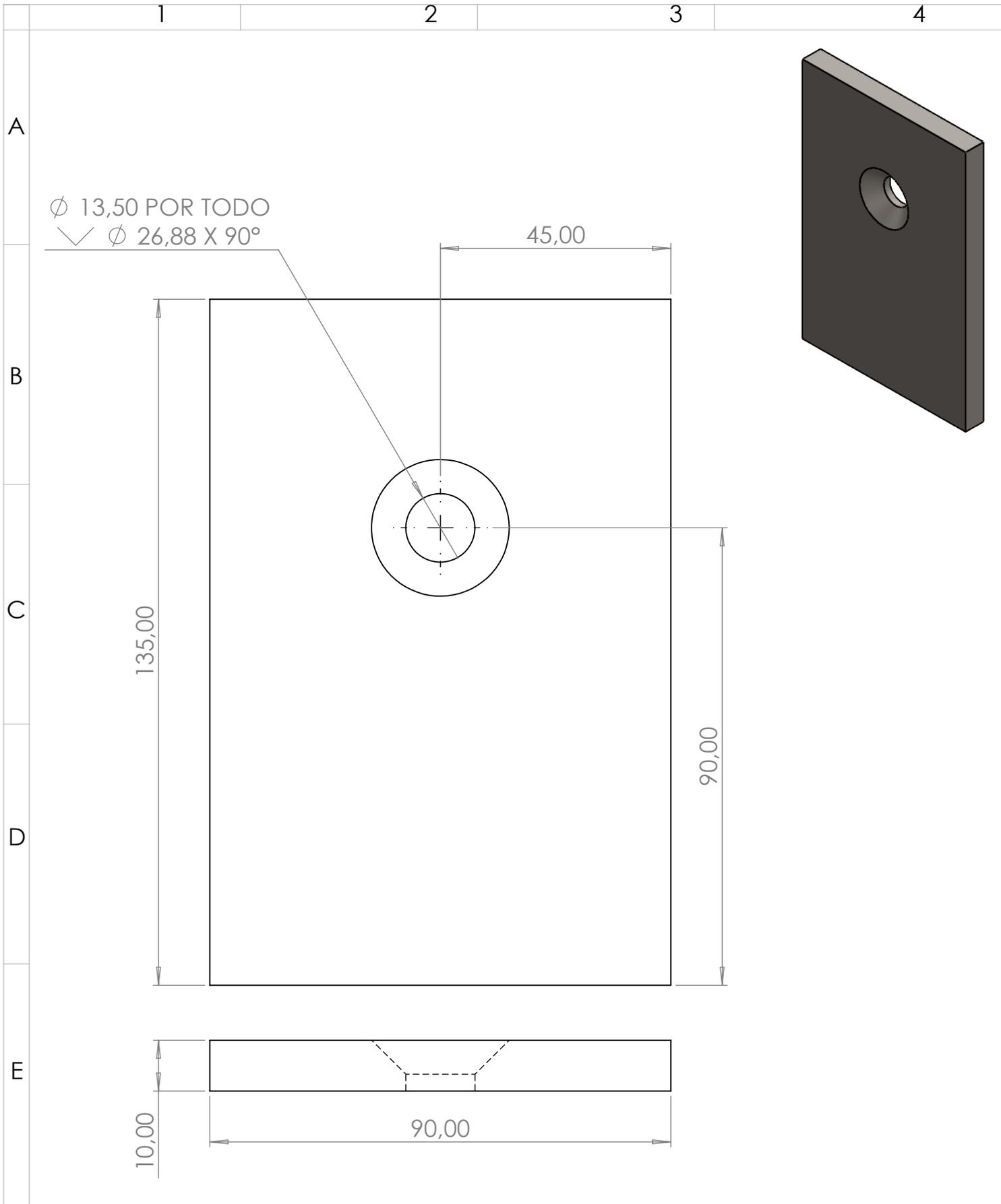
CIME



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



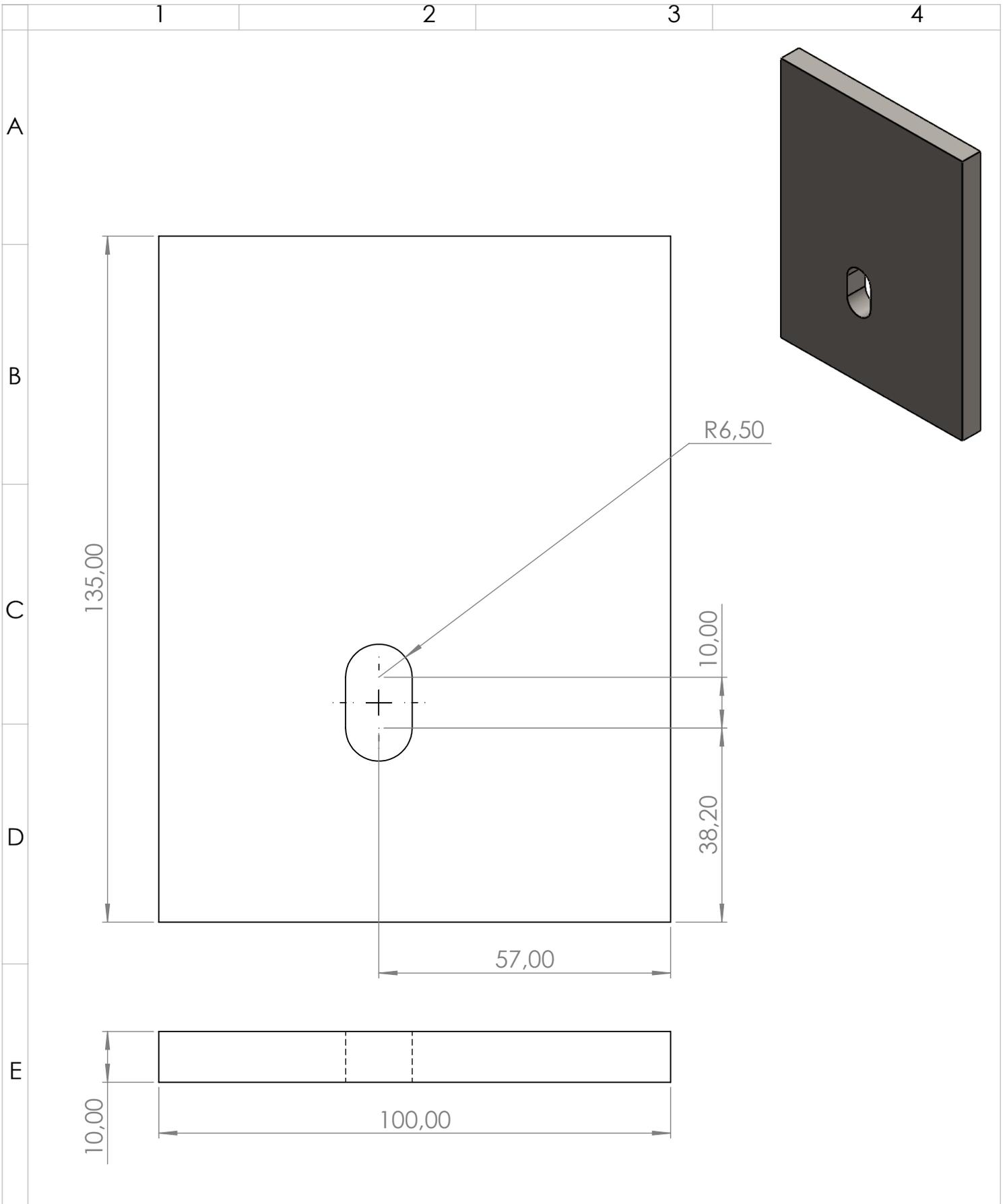
PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA PARTE: BASE DE EMPUJE DE CILINDRO DE TAPA				ESCALA:	
				1:4	
CÓDIGO: MCCM-2023-TC-BEC				TOLERANCIA: ±0.5	HOJA:
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
FICA		CIME			



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: EMPUJE DE PASADOR 1 DE TAPA COMPACT.				1:1	
CÓDIGO: MCCM-2023-TC-EP1				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

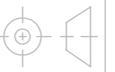
FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA
 PARTE: EMPUJE DE PASADOR 2 DE TAPA COMPACT.
 CÓDIGO: MCCM-2023-TC-EP2

ESCALA: 1:1



TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME

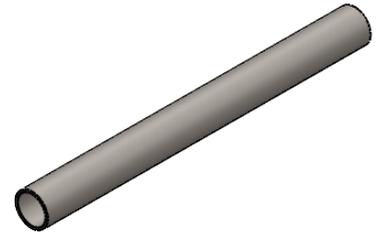
1

2

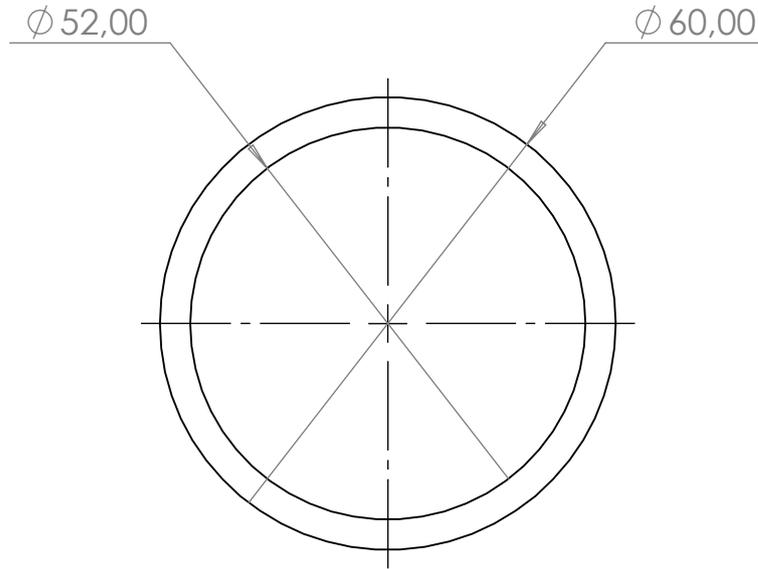
3

4

A

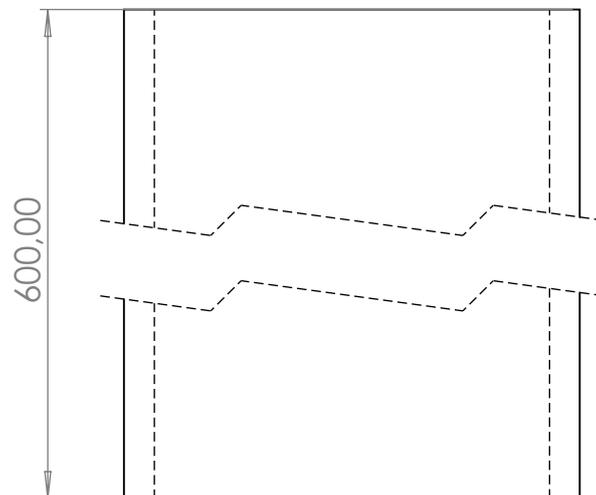


B



C

D



E



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: GUIA DE EJE DE TAPA COMPACTADORA

1:1

CÓDIGO: MCCM-2023-TC-GEJE

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:

ACERO A36

DISEÑO:

CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

CANTIDAD:

1

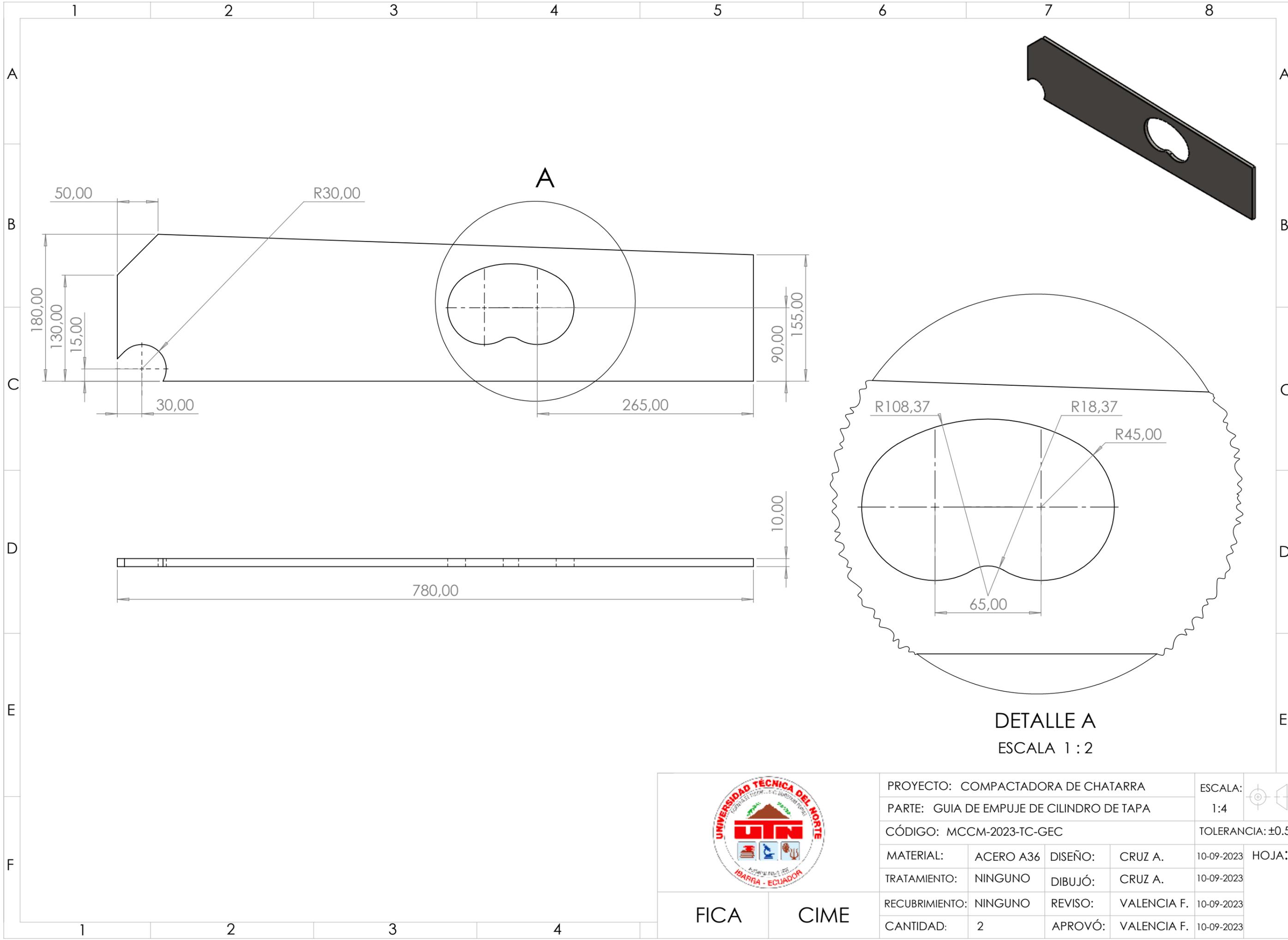
APROVÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

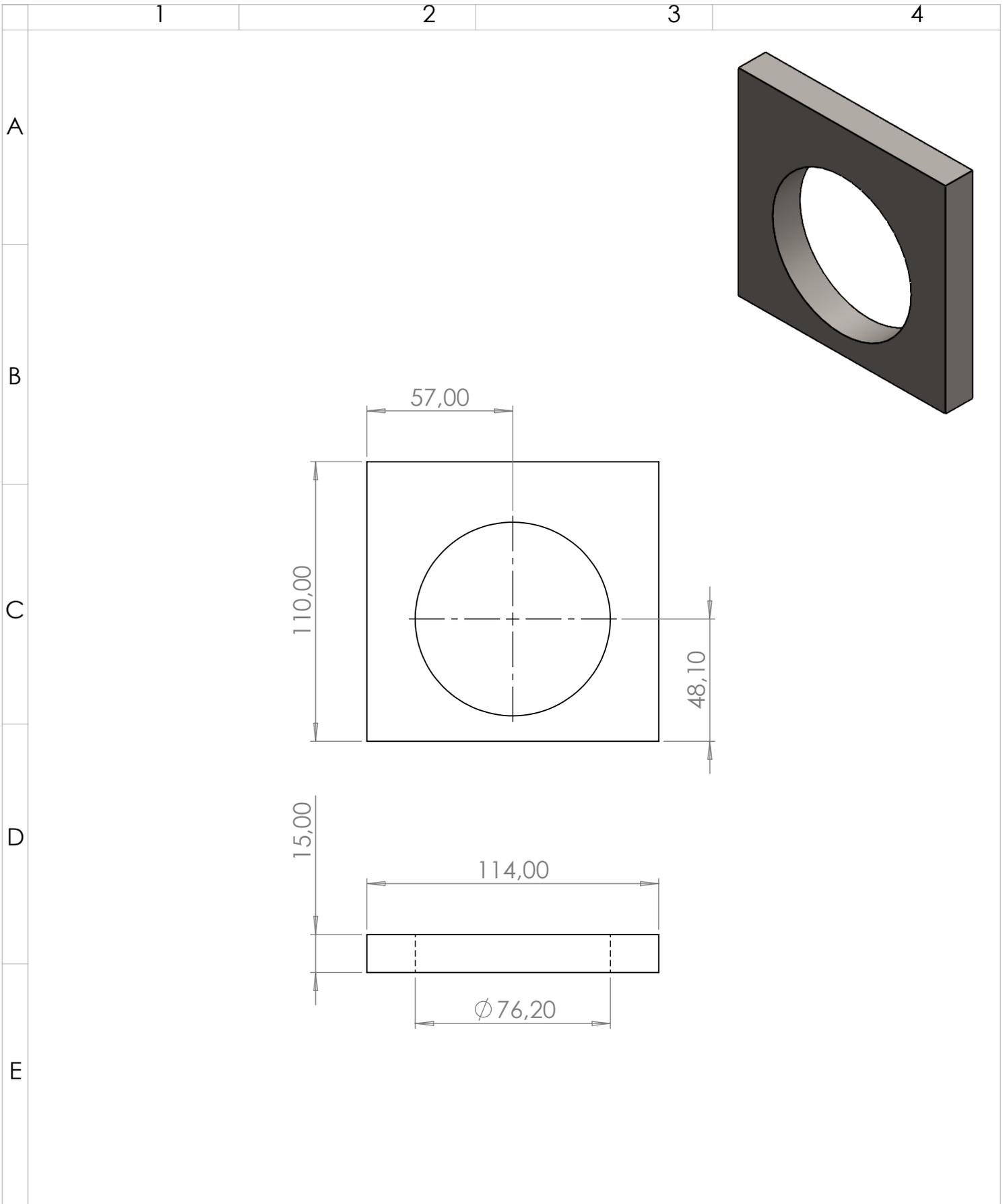
CIME



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



FICA	CIME	PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA			ESCALA:	
		PARTE: GUIA DE EMPUJE DE CILINDRO DE TAPA			1:4	
CÓDIGO: MCCM-2023-TC-GEC				TOLERANCIA: ±0.5		
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:	
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023		
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023		
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023		



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA: 1:2

PARTE: GUIA DE PASADOR DE TAPA COMPACTADORA

CÓDIGO: MCCM-2023-TP-GPT

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
-----------	-----------	---------	---------	------------	-------

TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023
--------------	---------	---------	---------	------------

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

FICA

CIME

1

2

3

4

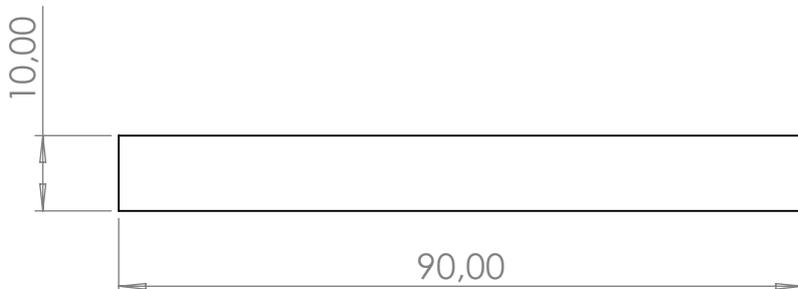
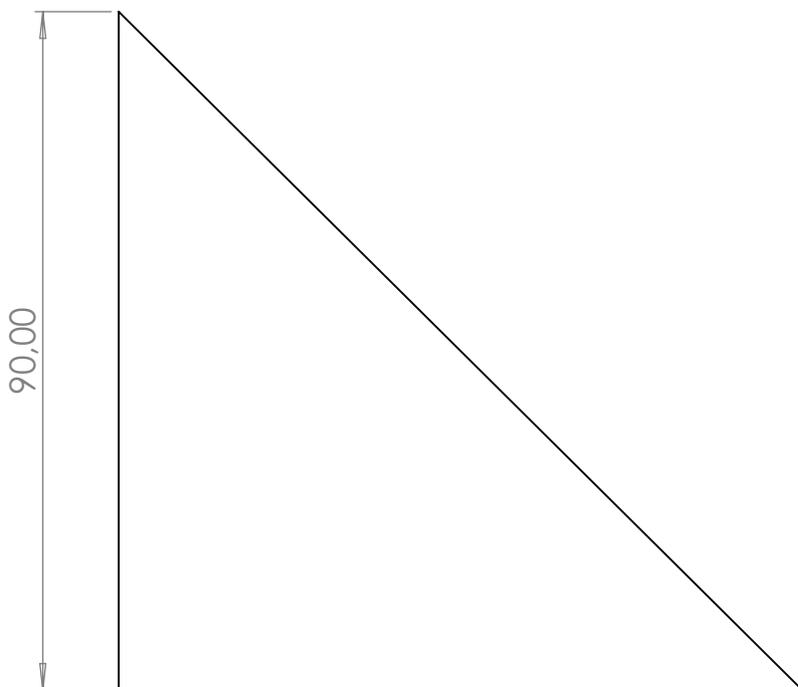
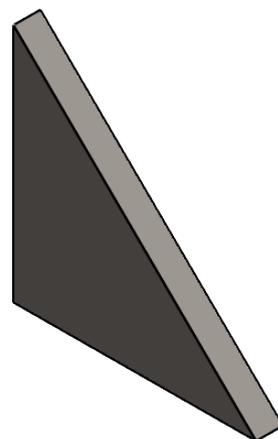
A

B

C

D

E

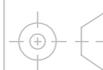


PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: ESCUADRA DE EMPUJE DE PASADOR DE TAPA

1:1



CÓDIGO: MCCM-2023-TC-ESE

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:

ACERO A36

DISEÑO:

CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

CANTIDAD:

4

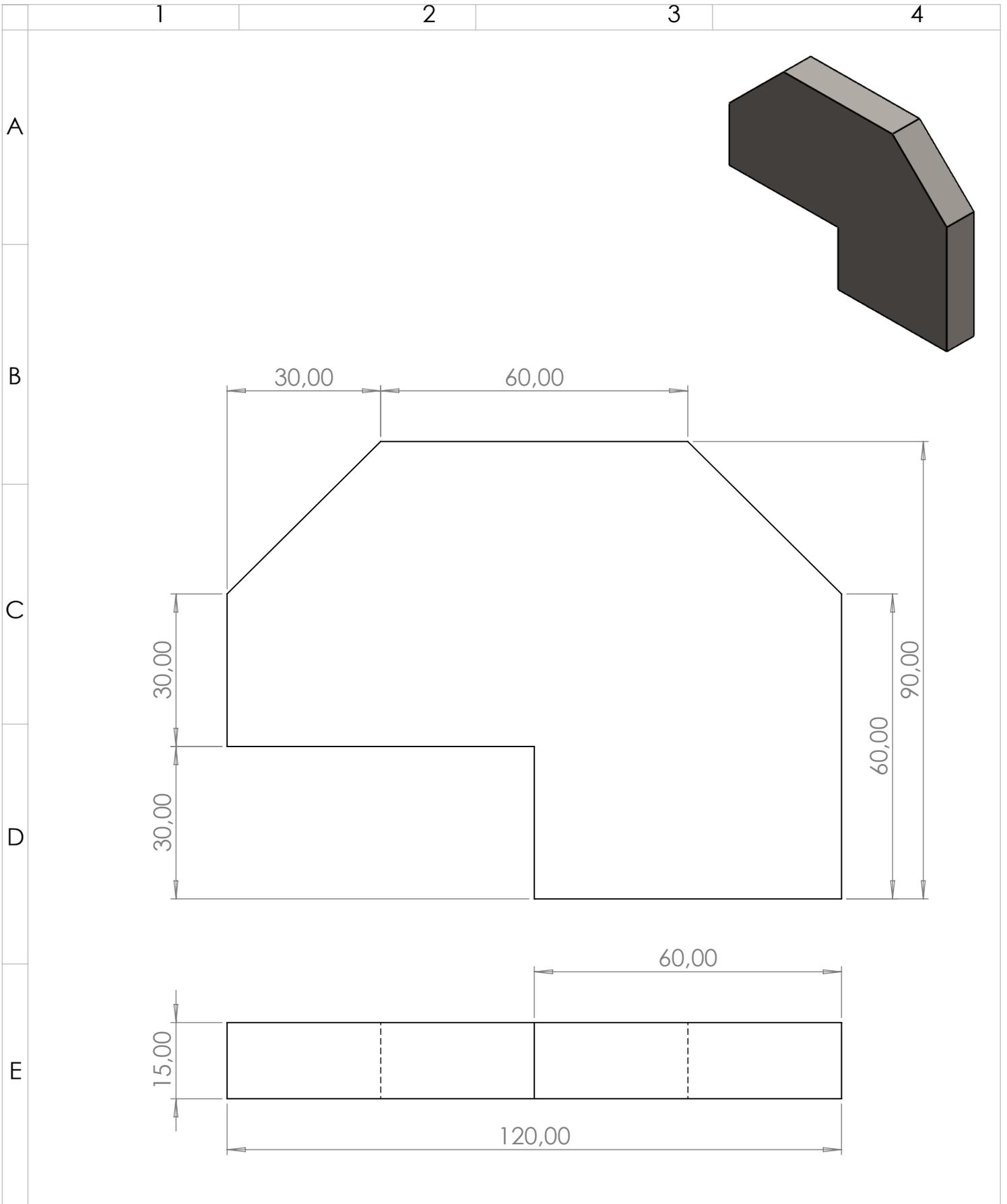
APROVÓ:

VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: TOPE DE TAPA COMPACTADORA

1:1



CÓDIGO: MCCM-2023-TC-TOPE

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36 DISEÑO: GRUPO 7

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO DIBUJÓ: GRUPO 7

10-09-2023

RECUBRIMIENTO: NINGUNO REVISÓ: GRUPO 7

10-09-2023

CANTIDAD: 6 APROVÓ: GRUPO 7

10-09-2023

FICA

CIME

1

2

3

4

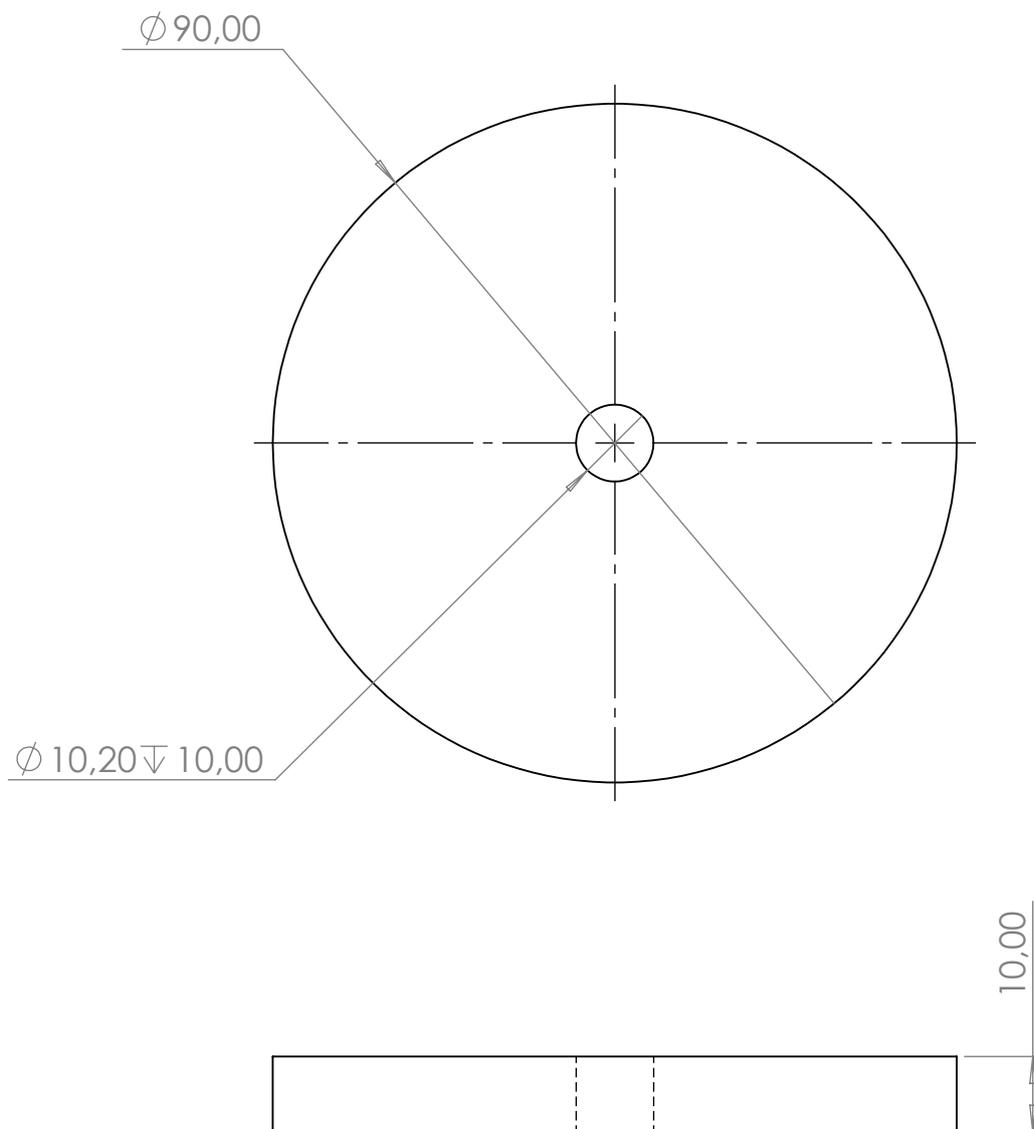
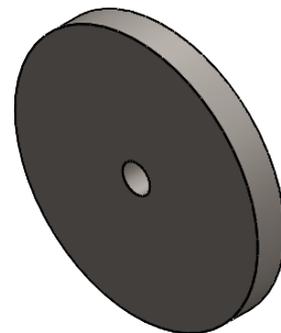
A

B

C

D

E



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: SEPARADOR DE CILINDRO DE TAPA COMP.

1:1

CÓDIGO: MCCM-2023-TC-SEP

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36

DISEÑO: CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO

DIBUJÓ: CRUZ A.

10-09-2023

FICA

CIME

RECUBRIMIENTO: NINGUNO

REVISÓ: VALENCIA F.

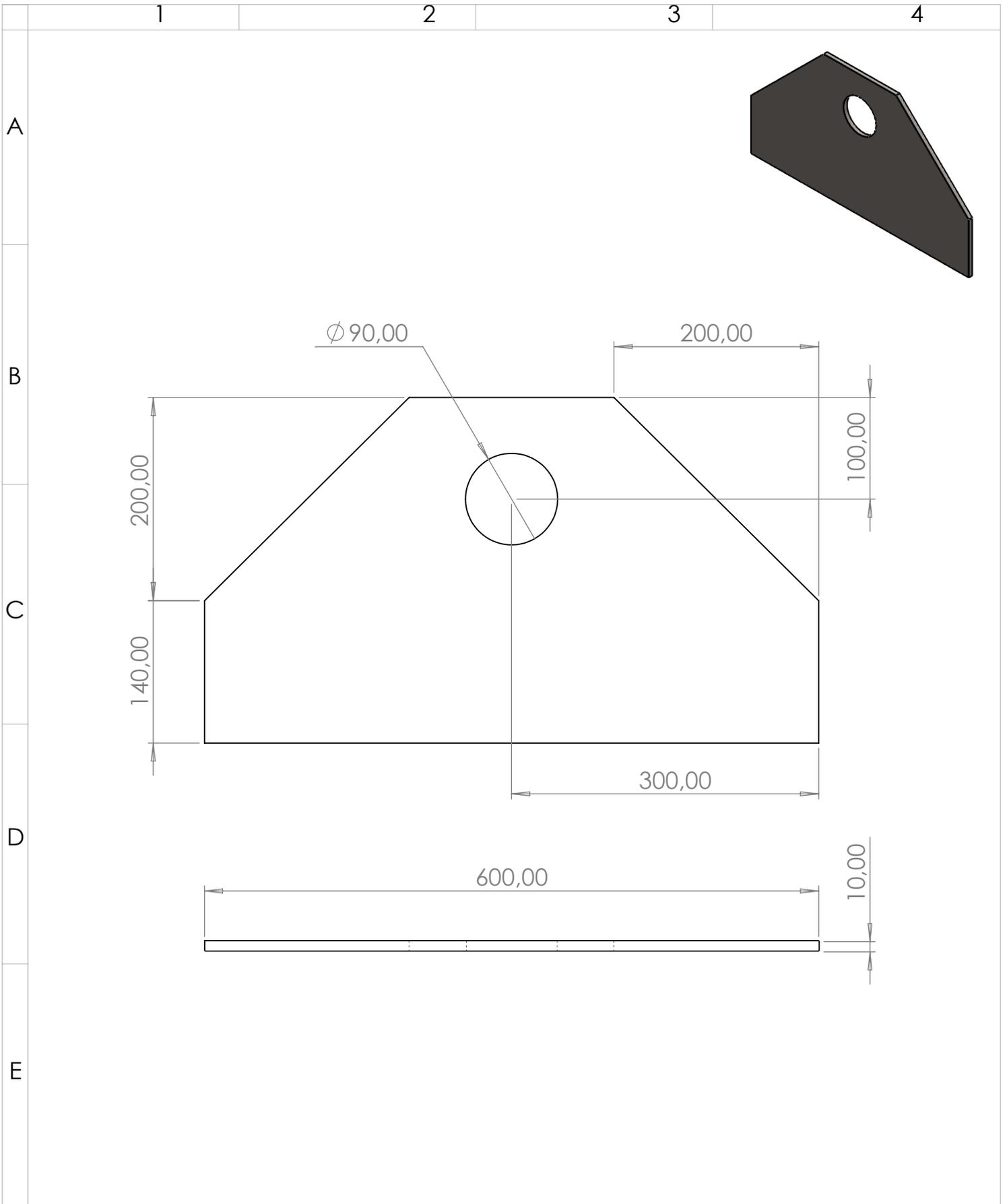
10-09-2023

CANTIDAD: 4

APROVÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

ANEXO 8.4 – PLANOS PLACA COMPACTADORA



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: BASE DE PLACA COMPACTADORA

1:5

CÓDIGO: MCCM-2023-PC-BP

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL: ACERO A36

DISEÑO: CRUZ A.

10-09-2023

HOJA:

TRATAMIENTO: NINGUNO

DIBUJÓ: CRUZ A.

10-09-2023

RECUBRIMIENTO: NINGUNO

REVISÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

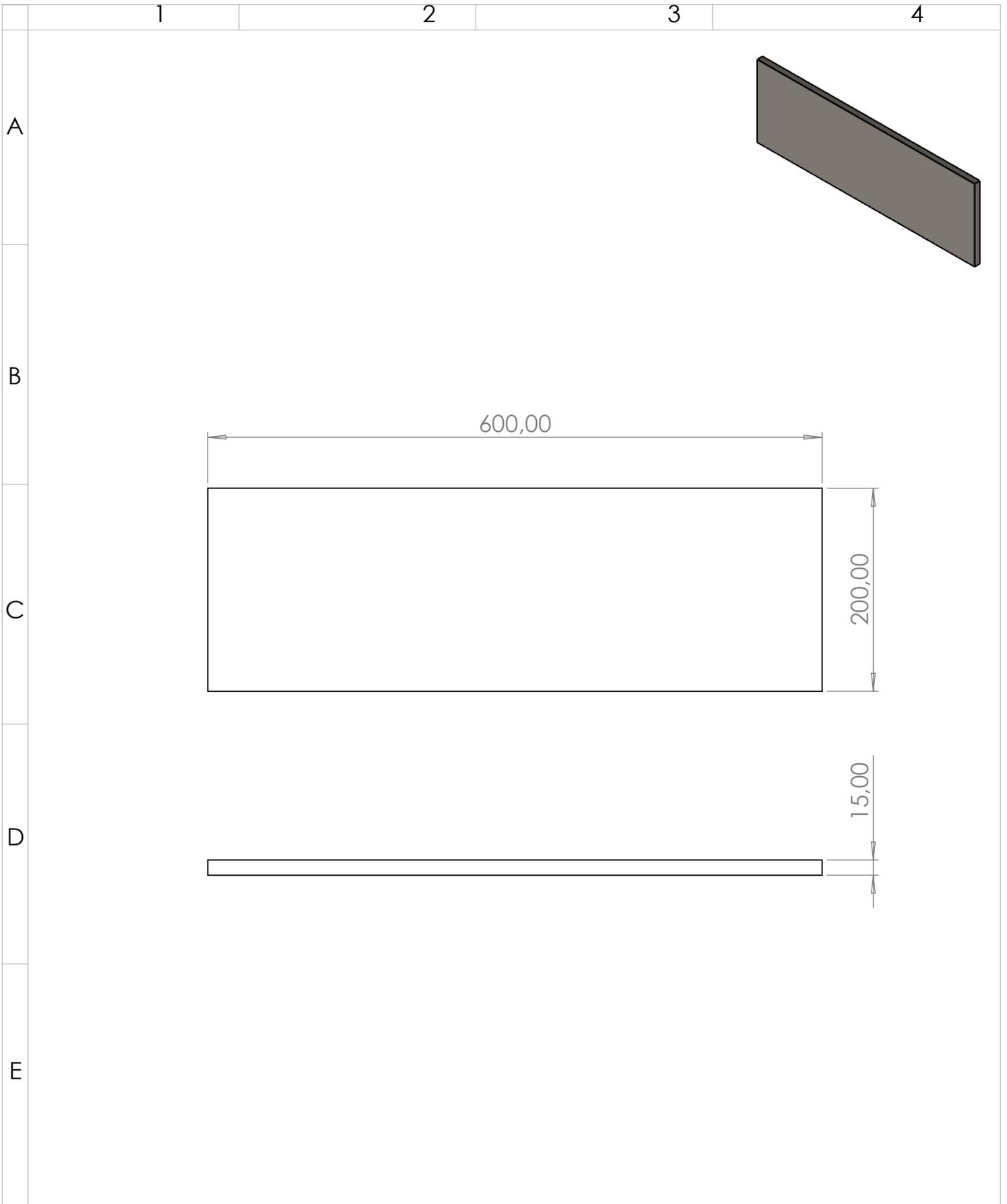
CANTIDAD: 2

APROVÓ: VALENCIA F.

10-09-2023

FICA

CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA

ESCALA:

PARTE: PLACA FRONTAL DE PLACA COMPACTADORA

1:5



CÓDIGO: MCCM-2023-PC-PF

TOLERANCIA: ± 0.5

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
-----------	-----------	---------	---------	------------	-------

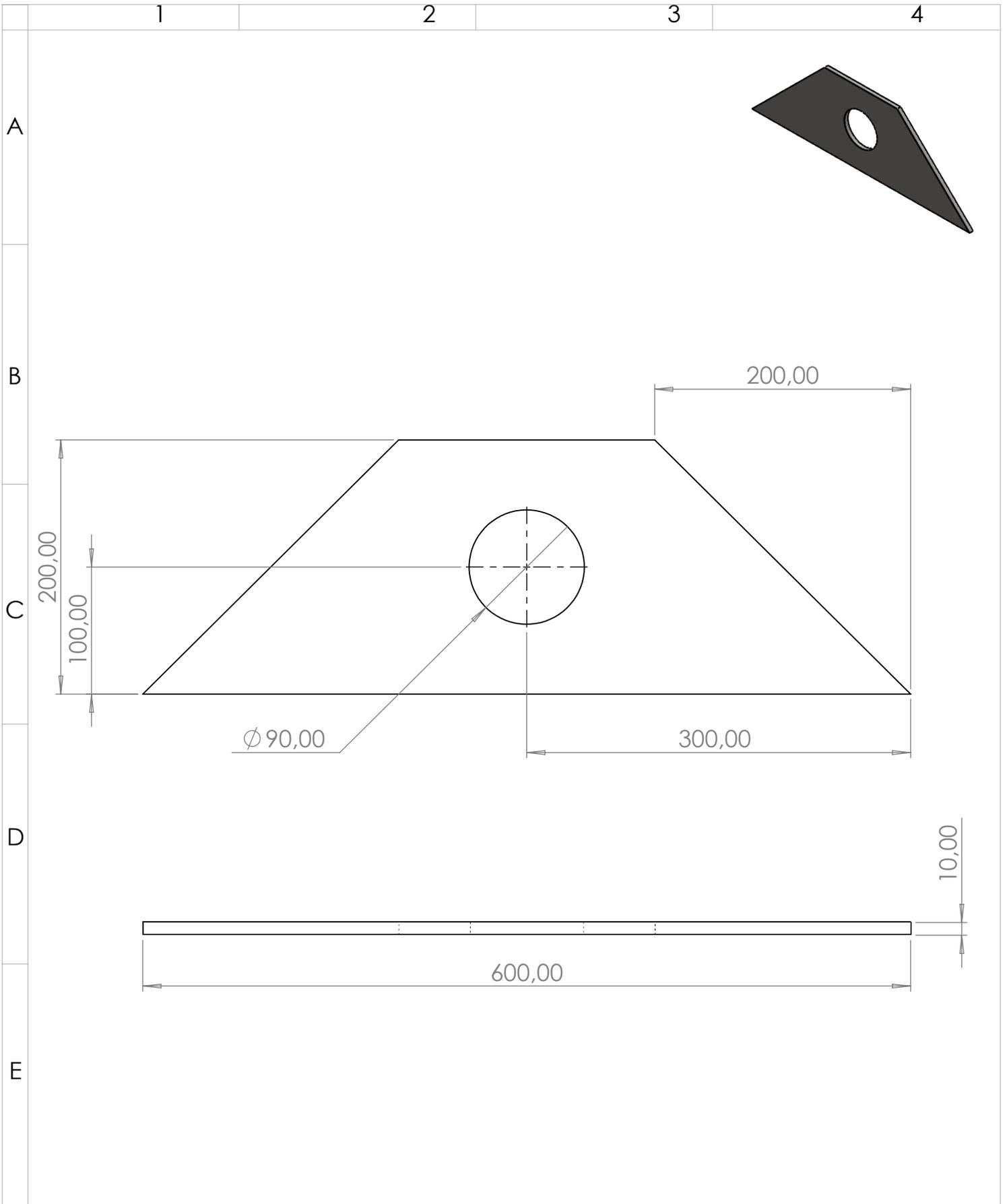
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023
--------------	---------	---------	---------	------------

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
----------------	---------	---------	-------------	------------

CANTIDAD:	1	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023
-----------	---	---------	-------------	------------

FICA

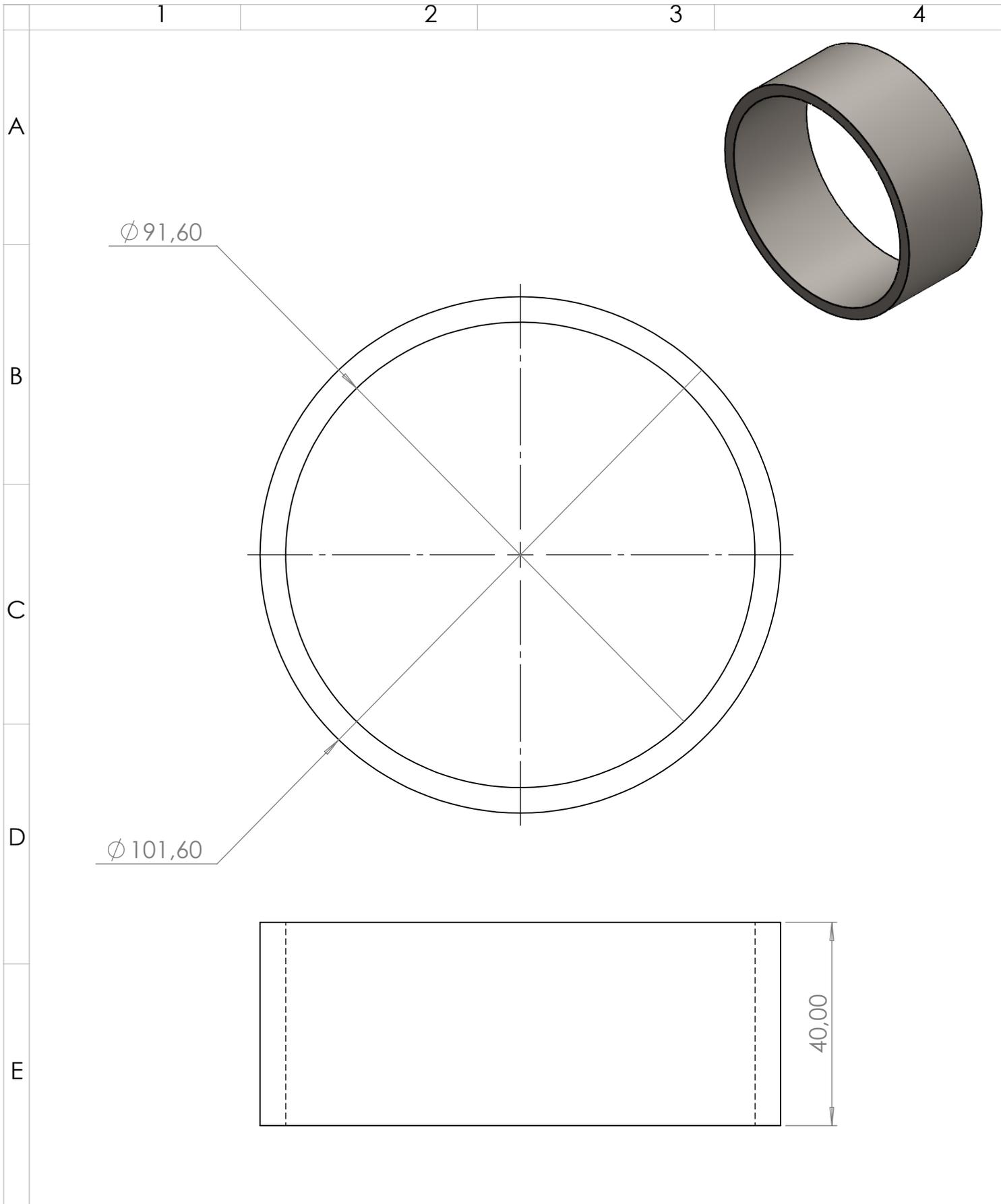
CIME



PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA:	
PARTE: REFUERZO DE PLACA COMPACTADORA				1:4	
CÓDIGO: MCCM-2023-PC-REF				TOLERANCIA: ± 0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME



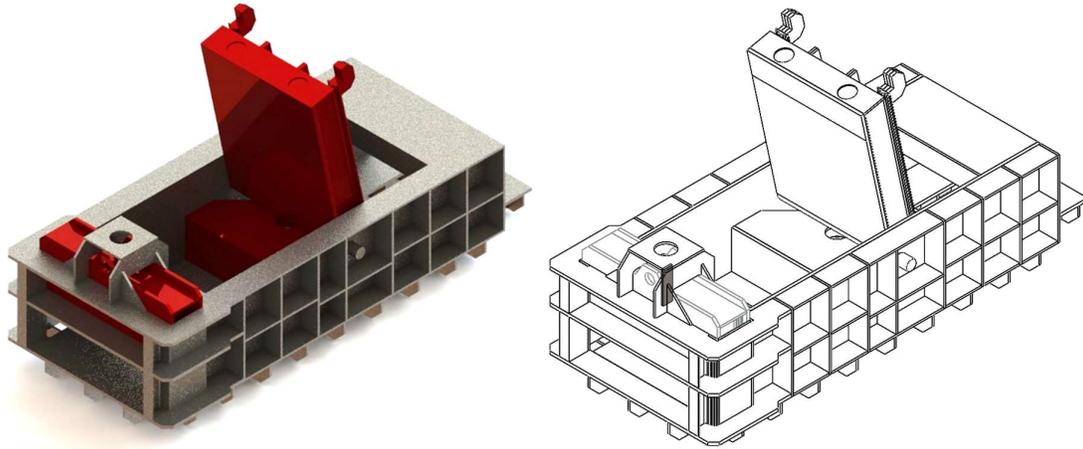
PROYECTO: COMPACTADORA DE CHATARRA				ESCALA: 1:1	
PARTE: GUIA DE EJE DE PLACA COMPACTADORA					
CÓDIGO: MCCM-2023-PC-GE				TOLERANCIA: ±0.5	
MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	CRUZ A.	10-09-2023	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	CRUZ A.	10-09-2023	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	
CANTIDAD:	2	APROVÓ:	VALENCIA F.	10-09-2023	

FICA

CIME

ANEXO 9 – MANUAL DE ENSAMBLE

MANUAL DE ENSAMBLE



El ensamble de la máquina se realizará mediante el proceso de soldadura, por lo tanto, debido a los esfuerzos que maneja, se utilizará un electrodo E70 en soldadura con arco por su resistencia de 70.000 psi o alambre SIMIG70S-6 en soldadura con hilo por su resistencia de 72.500 psi.

En todas las perforaciones realizar un roscado para perno M12x1.75.

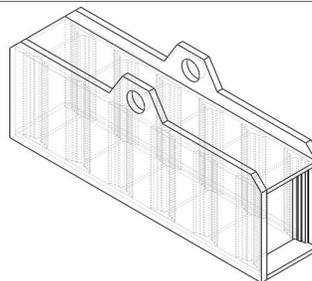
Colocar arandelas **Pz60** en cada unión por pernos.

A continuación, se indican todas las piezas necesarias para el ensamble estructural de la máquina.

PIEZAS PARA ENSAMBLE DE COMPACTADORA			
Estructura Principal			
Descripción	Cantidad	Código (Planos)	Denominación (Ensamble)
Placa Base	1	MCCM-2023-EP-PB	Pz1
Placa Lateral	2	MCCM-2023-EP-PL	Pz2
Placa de Sujeción de Cilindro de Tapa	1	MCCM-2023-EP-PSCT	Pz3
Placa Frontal Interior	2	MCCM-2023-EP-PFI	Pz4

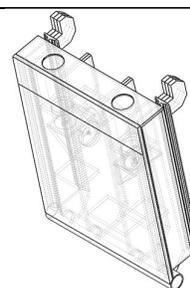
Placa de Sujeción de Cilindro de Compuerta	1	MCCM-2023-EP-PSCC	Pz5
Eje Principal	1	MCCM-2023-EP-EJEP	Pz6
Refuerzo Horizontal	51	MCCM-2023-EP-RH	Pz7
Refuerzo Horizontal Trasero de Base	6	MCCM-2023-EP-RHB	Pz8
Refuerzo Horizontal de Chumacera	6	MCCM-2023-EP-RHC	Pz9
Refuerzo Vertical de Base	8	MCCM-2023-EP-RVB	Pz10
Refuerzo Vertical de Lateral	14	MCCM-2023-EP-RVL	Pz11
Refuerzo Vertical Superior de Chumacera	2	MCCM-2023-EP-RVSC	Pz12
Refuerzo Vertical Inferior de Chumacera	2	MCCM-2023-EP-RVIC	Pz13
Refuerzo de Base Trasera 1	2	MCCM-2023-EP-RBT1	Pz14
Refuerzo de Base Trasera 2	4	MCCM-2023-EP-RBT2	Pz15
Refuerzo Frontal	3	MCCM-2023-EP-RF	Pz16
Refuerzo Frontal de Base	3	MCCM-2023-EP-RFB	Pz17
Refuerzo Frontal Interior 1	2	MCCM-2023-EP-RFI1	Pz18
Refuerzo Frontal Interior 2	3	MCCM-2023-EP-RFI2	Pz19
Refuerzo de Placa de Cilindro de Tapa	4	MCCM-2023-EP-RPCT	Pz20
Refuerzo de Placa de Cilindro de Compuerta	4	MCCM-2023-EP-RSCC	Pz21
Soporte de Placa de Cilindro de Tapa	2	MCCM-2023-EP-SBC	Pz22
Soporte de Placa de Cilindro de Compuerta	2	MCCM-2023-EP-SCC	Pz23
Esc. de Sujeción de Base de Cilindro de Comp.	4	MCCM-2023-EP-ESC	Pz24
Guía de Pasador	2	MCCM-2023-EP-GPE	Pz25
Guía de Compuerta 1	2	MCCM-2023-EP-GC1	Pz26
Guía de Compuerta 2	4	MCCM-2023-EP-GC2	Pz27
UPN 100 Superior	2		Pz28
UPN 100 Inferior	2		Pz29
UPN 100 Horizontal	2		Pz30

Compuerta Frontal



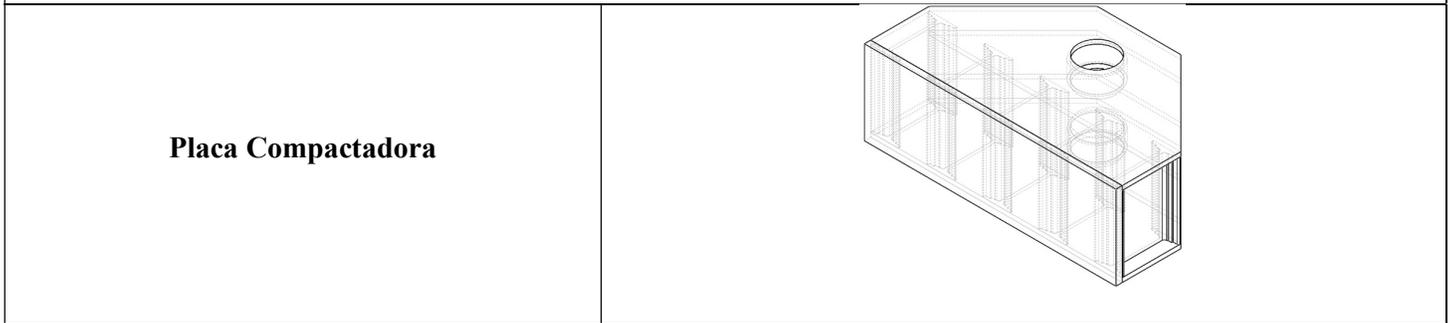
Descripción	Cantidad	Código (Planos)	Denominación (Ensamble)
Placa Base	2	MCCM-2023-CF-PBS	Pz31
Placa Frontal	2	MCCM-2023-CF-PF	Pz32
IPN 140	6		Pz33

Tapa Compactadora



Descripción	Cantidad	Código (Planos)	Denominación (Ensamble)
Placa Base	1	MCCM-2023-TC-PB	Pz34
Placa Frontal	1	MCCM-2023-TC-PF	Pz35
Pasador	2	MCCM-2023-TC-PSD	Pz36
Base de Pasador	2	MCCM-2023-TC-BP	Pz37
Refuerzo Principal	2	MCCM-2023-TC-RPR	Pz38
Refuerzo Grande	2	MCCM-2023-TC-RG	Pz39
Refuerzo Pequeño	2	MCCM-2023-TC-RP	Pz40
Empuje de Cilindro	2	MCCM-2023-TC-BEC	Pz41
Empuje de Pasador 1	2	MCCM-2023-TC-EP1	Pz42
Empuje de Pasador 2	2	MCCM-2023-TC-EP2	Pz43
Guía de Eje	1	MCCM-2023-TC-GEJE	Pz44
Guía de Empuje de Cilindro	2	MCCM-2023-TC-GEC	Pz45
Guía de Pasador	2	MCCM-2023-TC-GPT	Pz46
Escuadra de Empuje	4	MCCM-2023-TC-ESE	Pz47

Tope de Tapa	6	MCCM-2023-TC-TOPE	Pz48
Separador	2	MCCM-2023-TC-SEP	Pz49
IPN 140	2		Pz50



Descripción	Cantidad	Código (Planos)	Denominación (Ensamble)
Placa Base	2	MCCM-2023-PC-BP	Pz51
Placa Frontal	1	MCCM-2023-PC-PF	Pz52
Refuerzo	2	MCCM-2023-PC-REF	Pz53
Guía de Eje	2	MCCM-2023-PC-GE	Pz54
IPN 140	5		Pz55

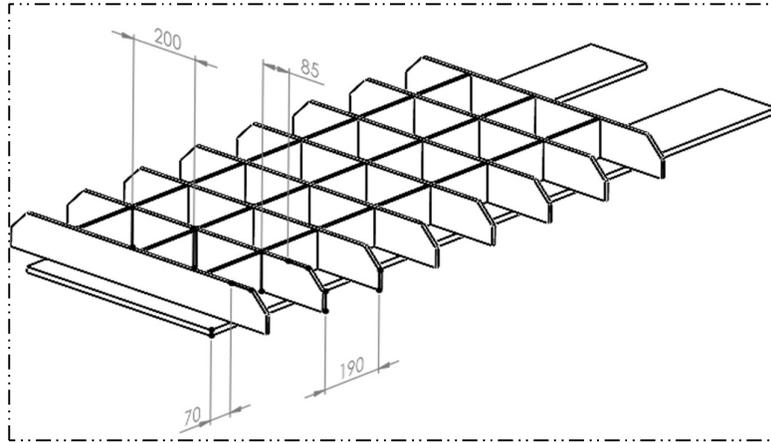
Elementos Adicionales

Descripción	Cantidad	Denominación (Ensamble)
Chumacera de 2 pulgadas	2	Pz56
Perno M12x1.75 x 40 mm	4	Pz57
Perno M12x1.75 x 60 mm	2	Pz58
Perno de M12x1.75 x 70 mm	2	Pz59
Arandela para perno M12	6	Pz60

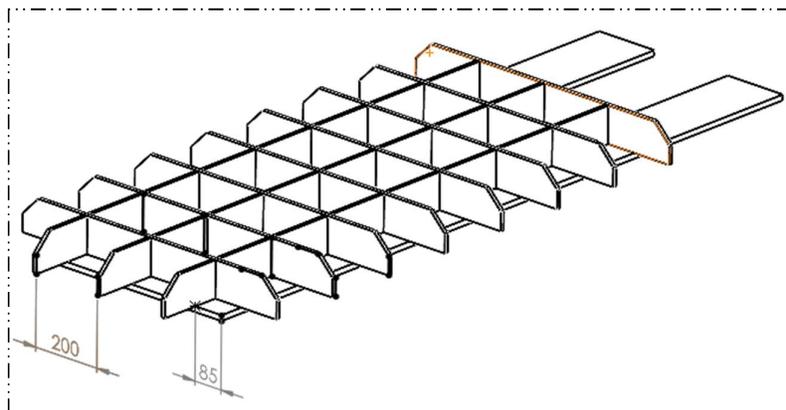
1. Ensamble de Estructura Principal

Ensamble de Base Principal (Esb_1).

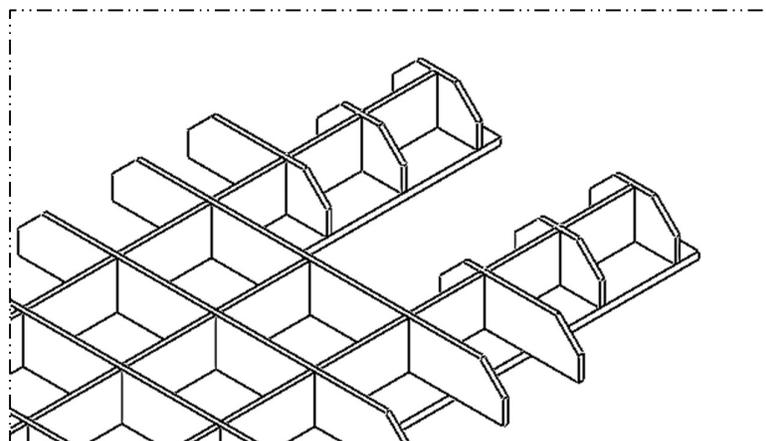
Colocar **Pz1** de base y sobre ella soldar centradas las 8 unidades de **Pz10** a 70mm del frente, y a 190mm entre ellas, luego soldar 21 unidades de **Pz7** formando una matriz 3x7 a 85mm del lateral y a 200mm entre ellas.



Soldar las 3 unidades de **Pz17** en la parte frontal a 85mm del lateral y a 200mm entre ellas.

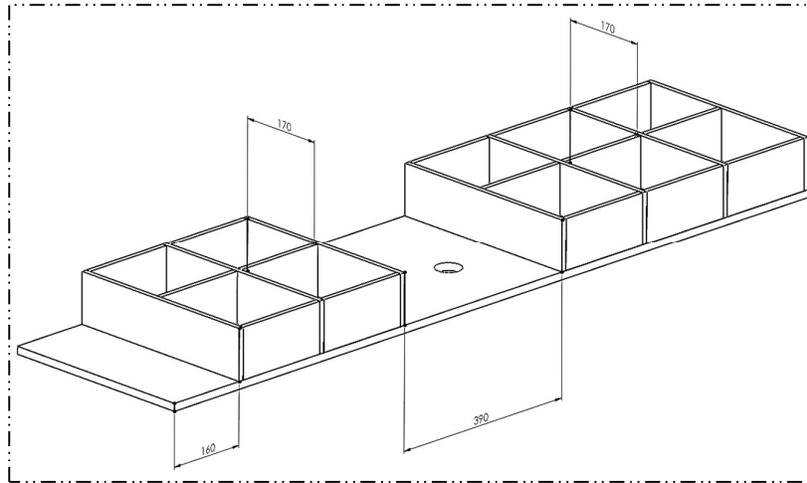


Soldar 1 unidad de **Pz14** y 2 unidades de **Pz15** en la parte trasera utilizando 3 unidades de **Pz8** como separador, repetir el proceso en ambos lados.

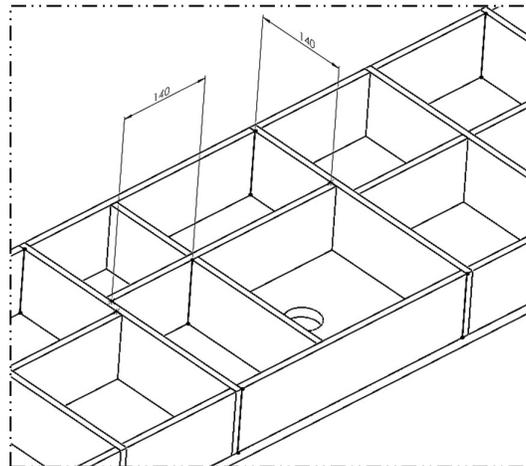


Ensamble de Lateral Principal (Esb_2).

Colocar **Pz2** de base y sobre ella soldar 3 unidades de **Pz11** a 160mm del frente, y a 190mm entre ellas, luego soldar 6 unidades de **Pz7** formando una matriz 3x2 a nivel del lateral y a 170mm entre ellas, luego a 390mm de la última **Pz11** colocada, soldar 4 unidades de **Pz11** a 190mm entre ellas, luego soldar 9 unidades de **Pz7** formando una matriz 3x3 a nivel del lateral y a 170mm entre ellas.



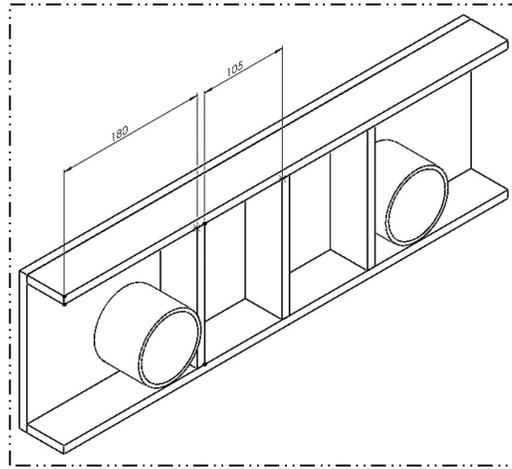
En el espacio libre que se dejó en el paso anterior, soldar 3 unidades de **Pz9** (2 a nivel de los laterales y 1 a 140mm de la pieza **Pz9** colocada en la parte inferior), luego soldar 1 unidad de **Pz12** y 1 unidad de **Pz13** a 140mm de **Pz11**.



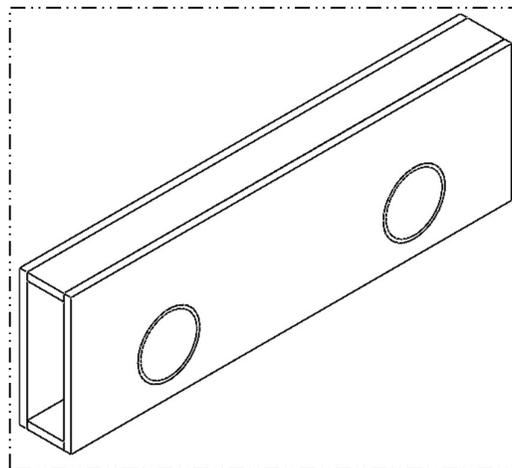
(Realizar otro ensamblaje simétrico)

Ensamble de Refuerzo Estructural Frontal Interior (Esb_3).

Colocar 1 unidad de **Pz4** de base y sobre ella soldar 2 unidades de **Pz18** a nivel del lateral, luego soldar 3 unidades de **Pz19** a 180mm del lateral y a 105mm entre ellas, posteriormente soldar 2 unidades de **Pz25**.

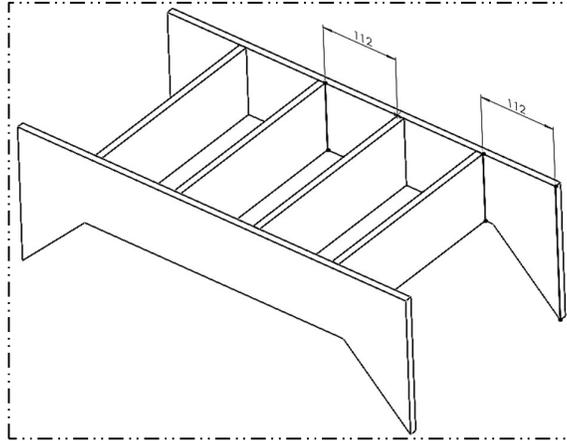


Soldar la otra unidad de **Pz4** como tapa del ensamblaje realizado.

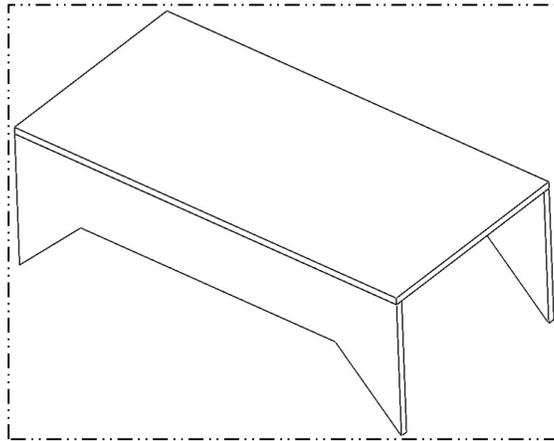


Ensamble de Soporte para Sujeciones de Cilindro de Tapa (Esb_4).

Colocar 2 unidad de **P22** de base y entre ellas soldar 4 unidades de **Pz20** a 112mm del lateral y 112mm entre ellas.

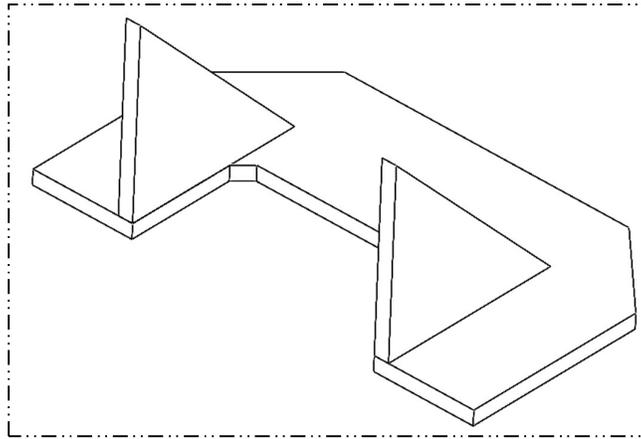


Soldar **Pz3** como tapa del ensamble realizado.

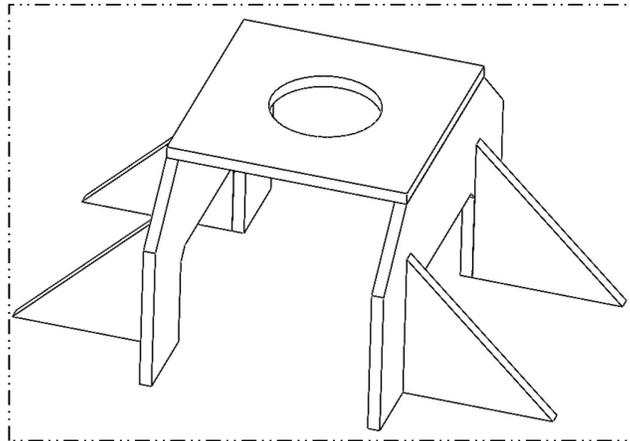


Ensamble de Soporte para Sujeciones de Cilindro de Compuerta (Esb_5).

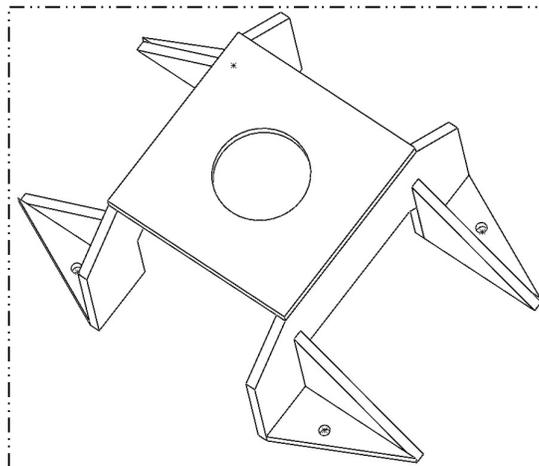
Colocar 1 unidad de **Pz23** y sobre esta soldar 2 unidades de **Pz21** a nivel del corte interior como se observa en la imagen. (Realizar otro ensamble igual)



Colocar **Pz5** como base y sobre esta soldar los 2 ensambles previos a nivel del lateral como se observa en la imagen.

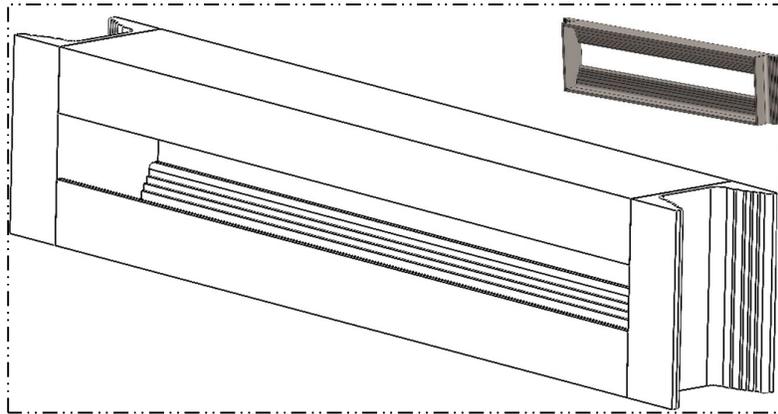


Soldar las 4 unidades de **Pz24** como se observa en la imagen.



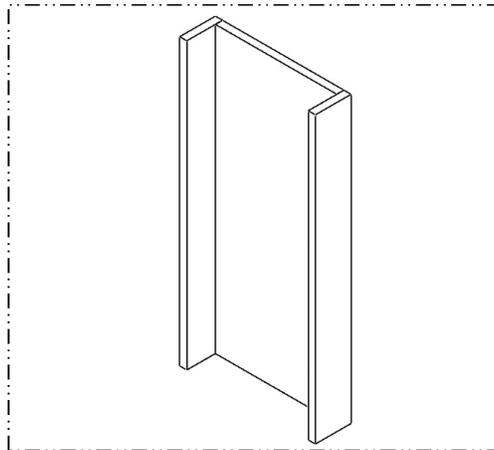
Ensamble de Refuerzo Estructural Frontal Exterior (Esb_6).

Colocar 2 unidades de **Pz28** con vistas al exterior y entre ellas soldar 2 unidades de **Pz30** con vistas al interior y al nivel de los bordes de **Pz28**.



Ensamble de Guía de Compuerta (Esb_7).

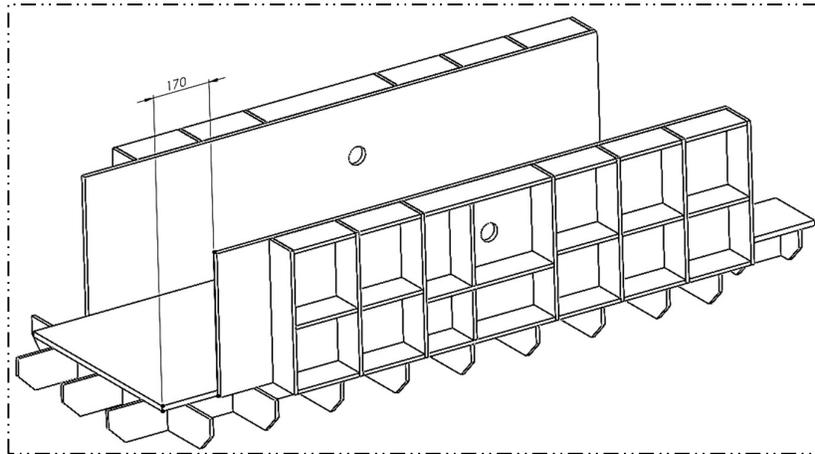
Colocar 1 unidad de **Pz26** de base y soldar 2 unidades de **Pz27** colocadas de forma externa.



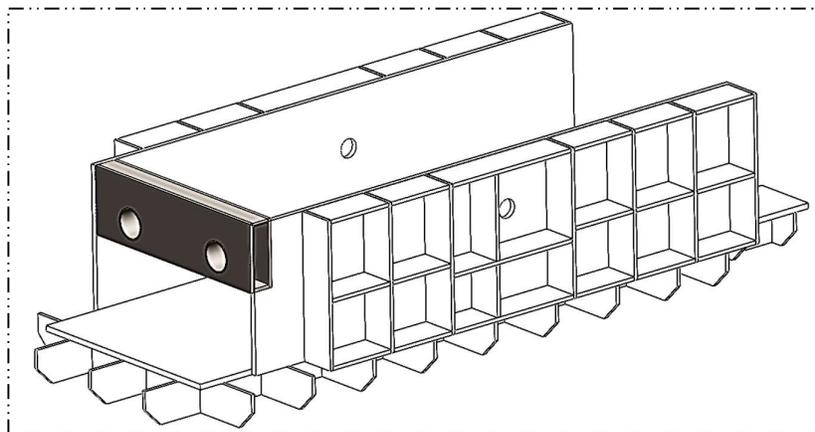
(Realizar otro ensamble igual)

Ensamble General de Estructura Principal ().

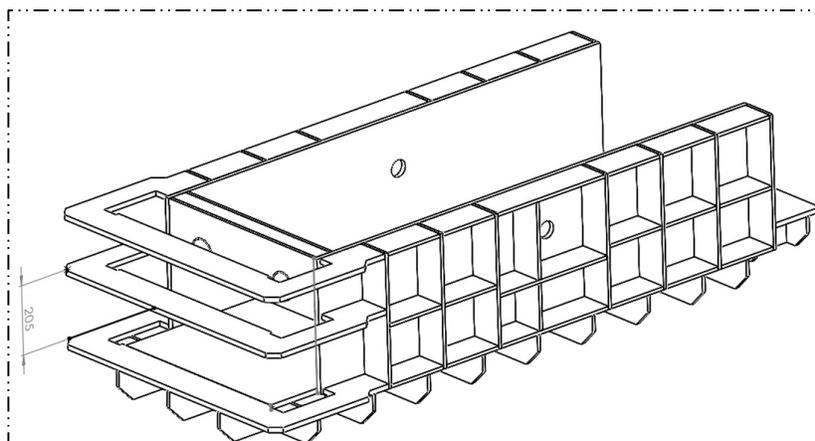
Colocar el ensamble **Esb_1** de base y soldar los 2 ensambles **Esb_2** en los laterales sobre los salientes de **Pz10** y a 170mm del frontal de la placa base.



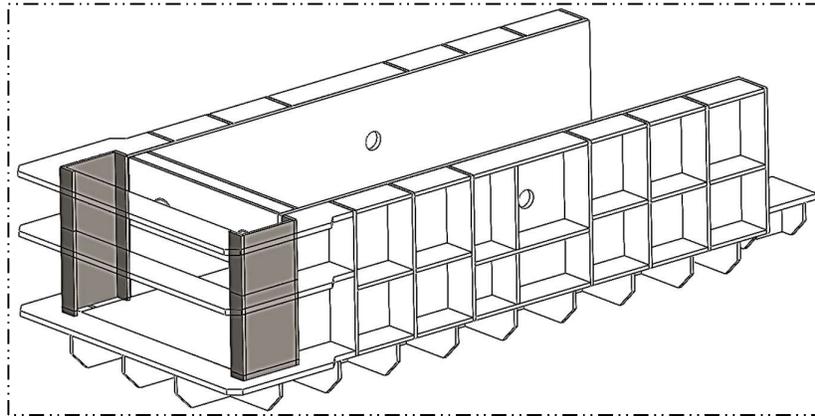
Soldar el ensamble **Esb_3** en la parte frontal superior de los laterales.



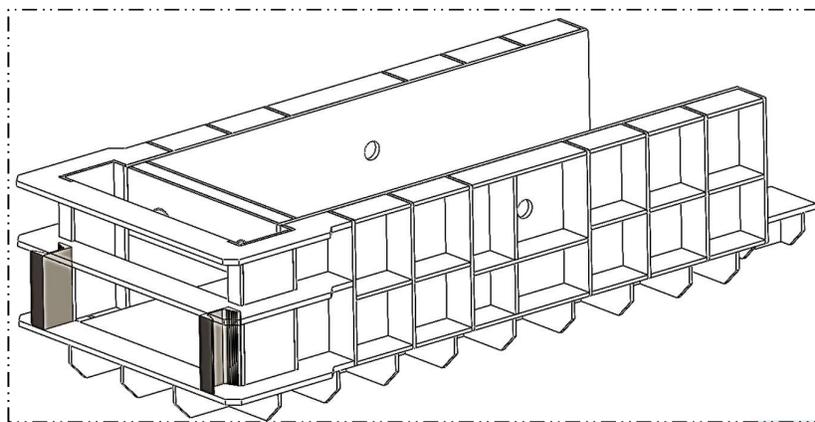
Soldar las 3 unidades de **Pz16** a los ensambles **Esb_2** (El primero a nivel de la placa base, el segundo a 205mm de este y el tercero al nivel superior de la estructura).



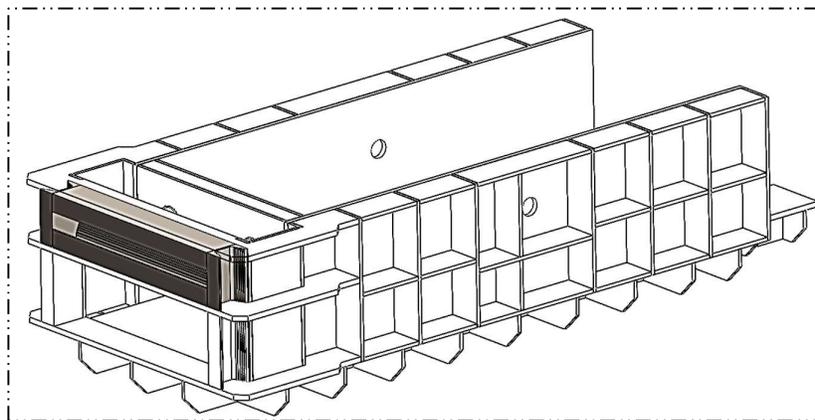
Soldar los 2 ensambles **Esb_7** en las ranuras de las unidades **Pz16**.



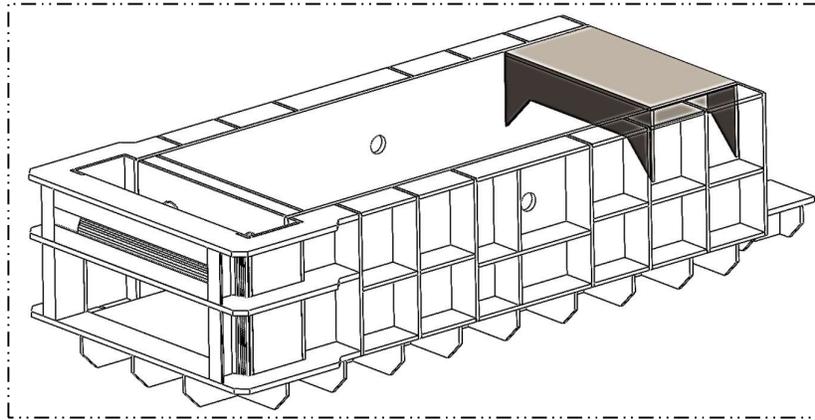
Soldar las 2 unidades de **Pz29** entre las 2 unidades **Pz16** (Inferior y medio) y a nivel de **Esb_7**.



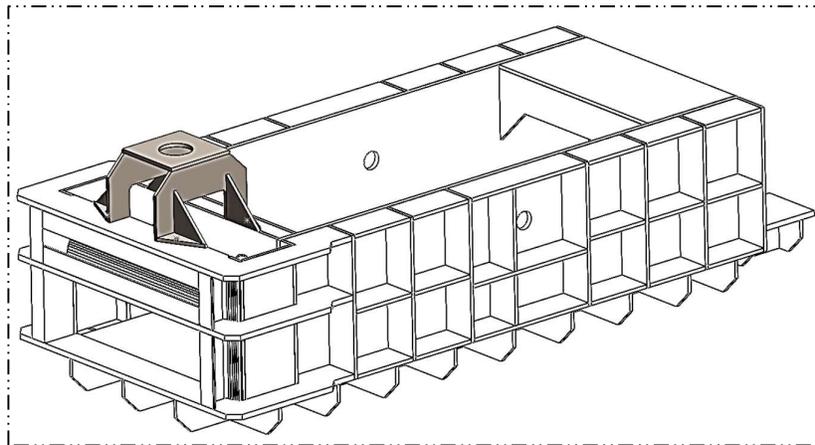
Soldar el ensamble **Esb_6** entre las 2 unidades **Pz16** (Superior y medio) y a nivel de **Esb_7**.



Soldar el ensamble **Esb_4** en la parte trasera superior de los laterales.

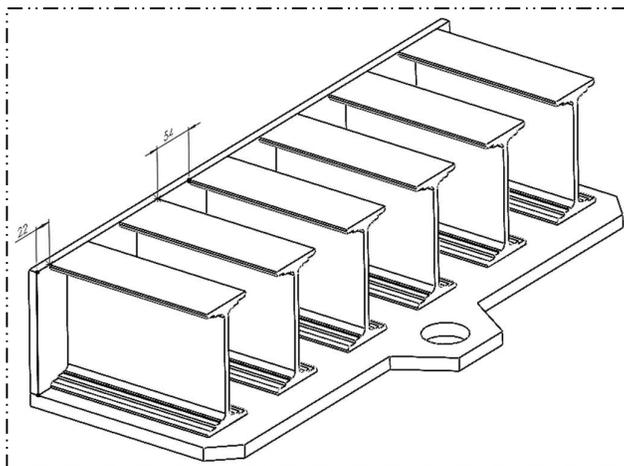


Finalmente, Colocar el ensamble **Esb_5** centrado con los laterales de la estructura y a nivel de Esb_3, marcar y realizar perforaciones de 10.2mm de diámetro para realizar una rosca M12x1.75 en la estructura. Esto permite sujetar y retirar **Esb_5** con las unidades **Pz57** para ingresar o extraer la compuerta.

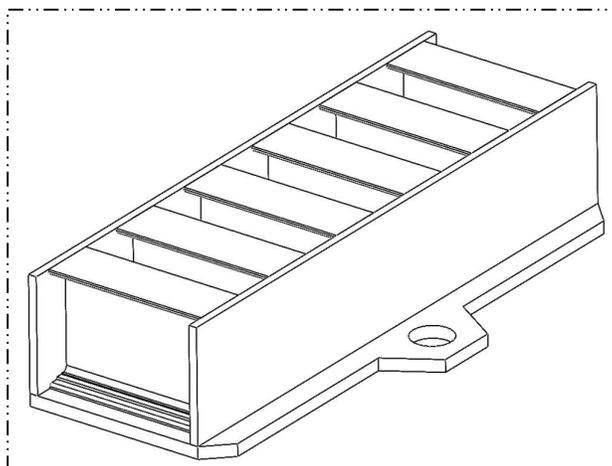


2. Ensamble de Compuerta Frontal

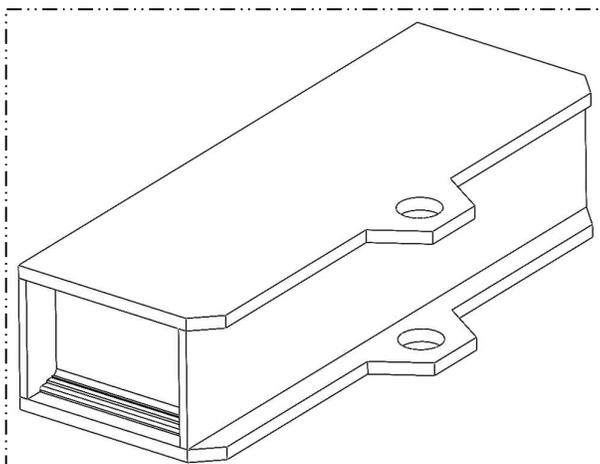
Colocar 1 unidad de **Pz31** de base y sobre ella soldar 1 unidad de **Pz32** en la parte inferior, luego soldar las 6 unidades de **Pz33** a 22mm del lateral y a 54mm entre ellas.



Soldar 1 unidad de **Pz32** en el otro borde de las **Pz33**.



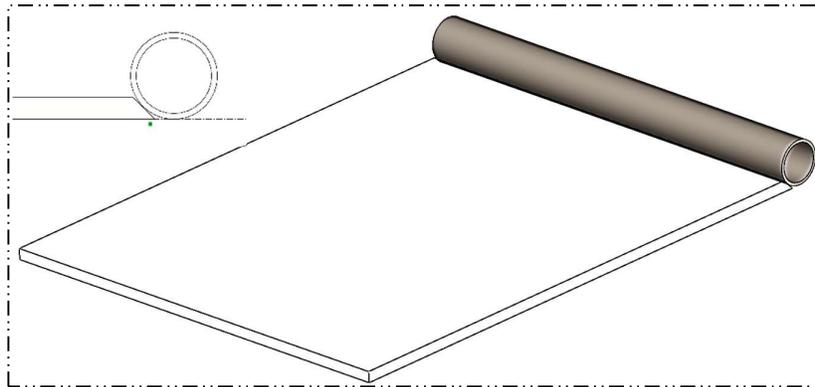
Finalmente, soldar 1 unidad de **Pz31** como tapa del ensamblaje realizado.



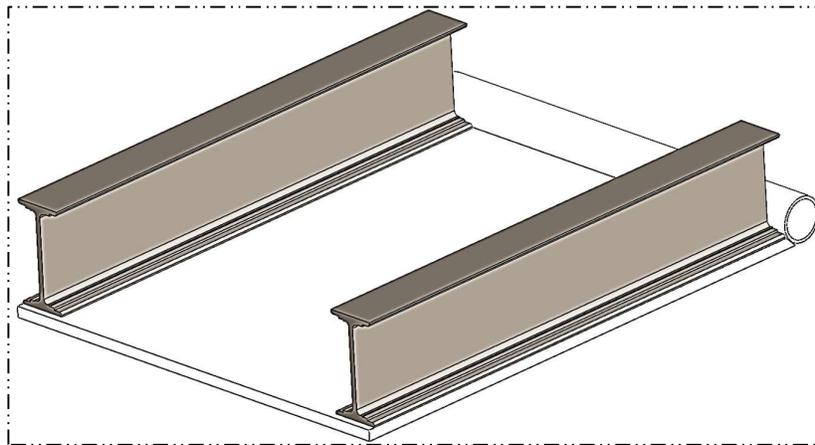
3. Ensamble de Tapa Compactadora

Ensamble de Tapa Compactadora (Esb_8).

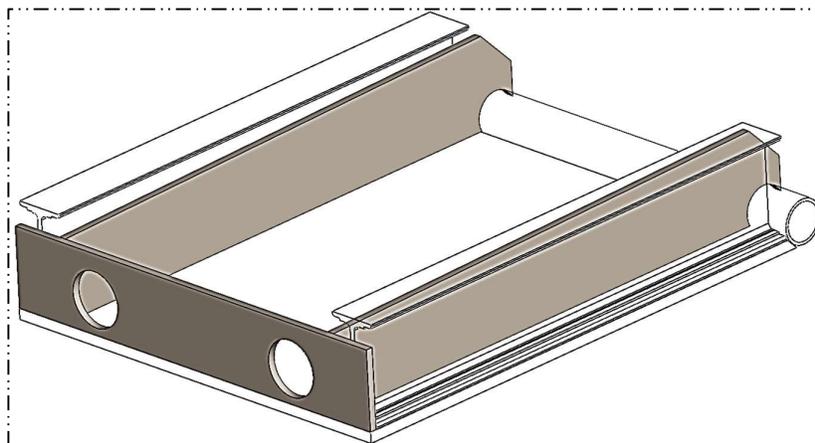
Colocar 1 unidad de **Pz34** de base y soldar 1 unidades de **Pz44** tangente entre ellas.



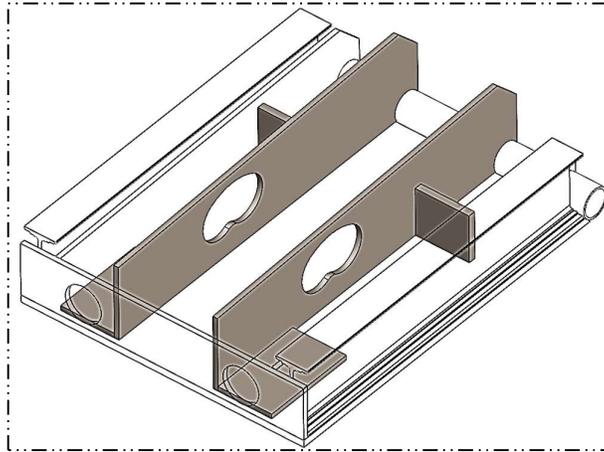
Soldar 2 unidad de **Pz49** a 10mm del frente de la base y a nivel de sus laterales.



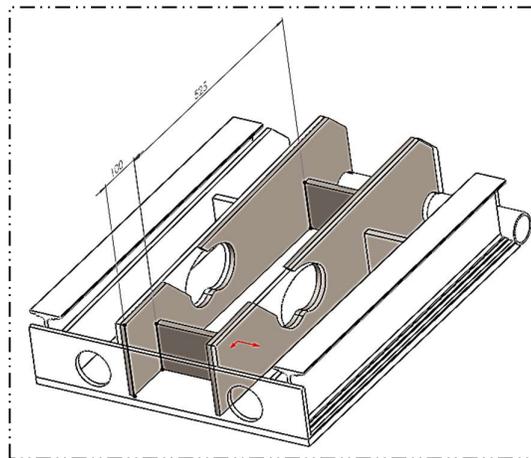
Soldar 2 unidad de **Pz39** a 10mm del frente de la base y en contacto con las unidades **Pz49**, luego soldar 1 unidad de **Pz35** a nivel del frente de la base y en contacto con las piezas anteriores.



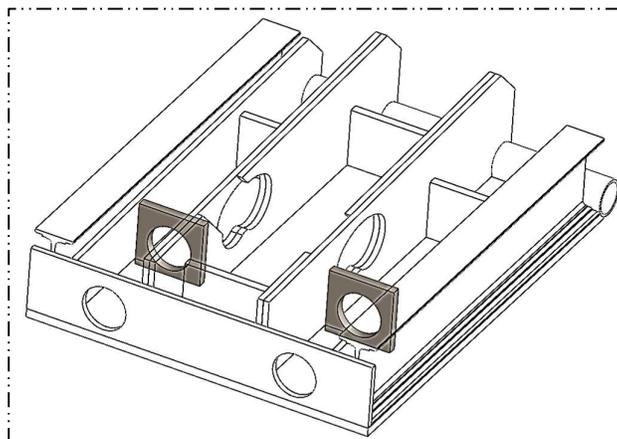
Soldar 2 unidades de **Pz37** a nivel de **Pz35** y en contacto con **Pz39**, luego soldar 2 unidades de **Pz40** a 525mm del frente de la base y en contacto con **Pz39**, a continuación, soldar 2 unidades de **Pz45** en contacto con las piezas anteriores.



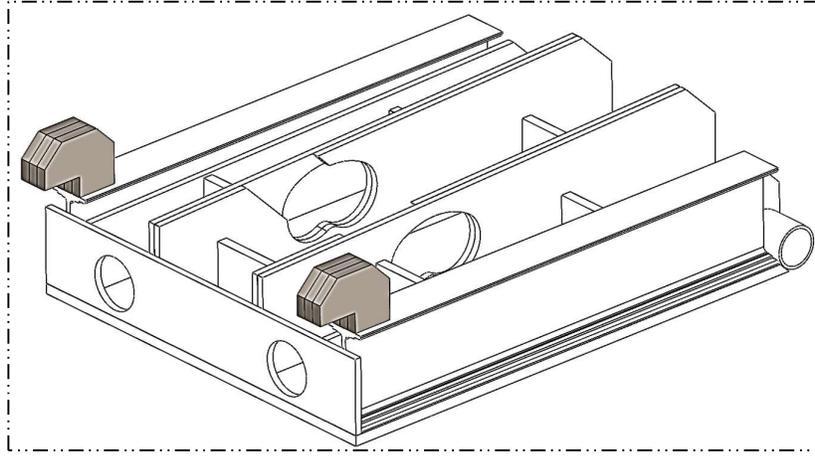
Soldar 2 unidades de **Pz41** en contacto con **Pz45**, luego entre ellas soldar 2 unidades de **Pz39** (El primero a 100mm del frente **Pz41** y el segundo a 525mm del primero).



Soldar 2 unidad de **Pz46** a nivel exterior de **Pz37** y en contacto con la base.

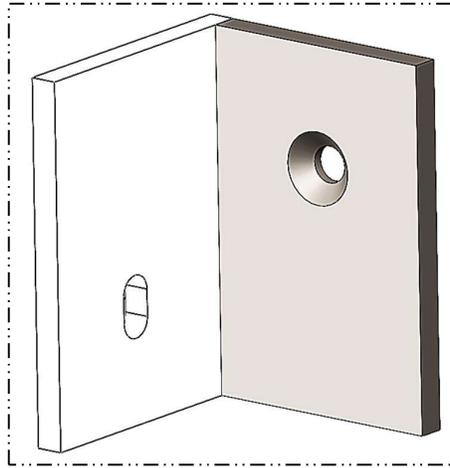


Soldar 6 unidades de **Pz48** (2 grupos de 3 unidades) centrado en la parte superior cada de **Pz49** y a nivel del frente de este.

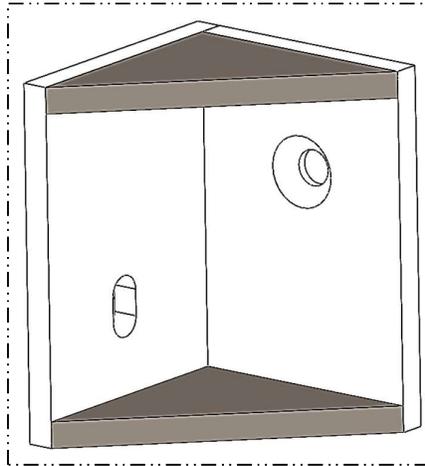


Ensamble de Empuje de Pasadores (Esb_9).

Colocar 1 unidad de **Pz43** de base y sobre esta soldar 1 unidad de **Pz42** realizando una escuadra.



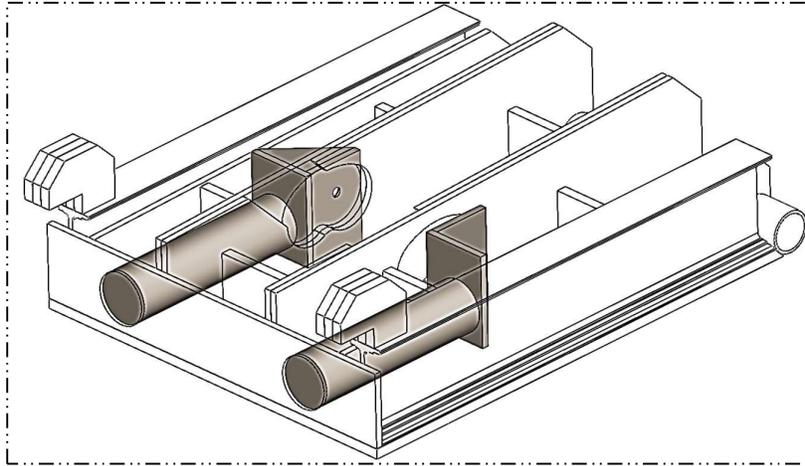
Soldar 2 unidades de **Pz47** en ambos extremos interiores.



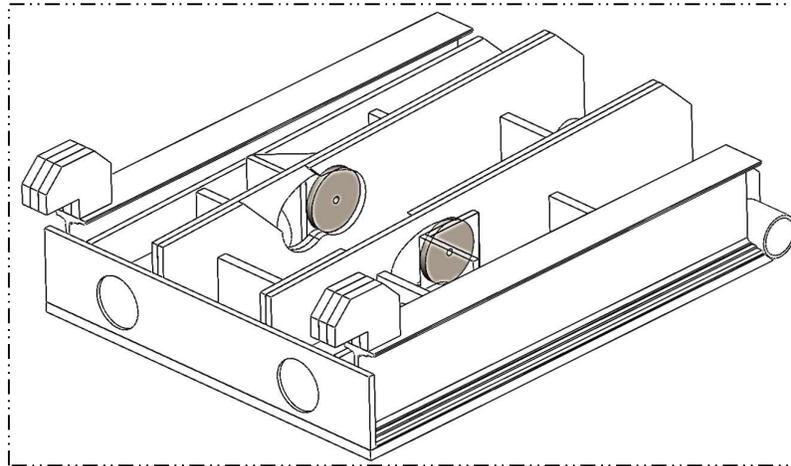
(Realizar otro ensamble simétrico)

Ensamble General de Tapa Compactadora ().

Colocar las 2 unidades **Pz36** en las guías, luego sujetar estas y los ensambles **Esb_9** con las unidades **Pz58**.

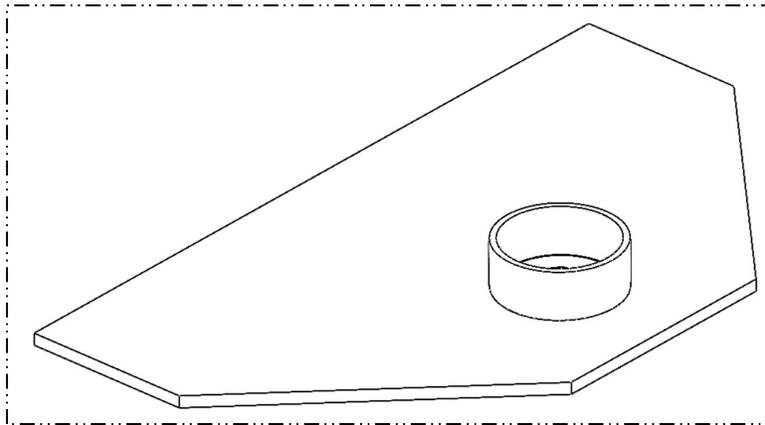


Al momento de colocar el cilindro en la tapa se colocan las 2 unidades **Pz49** como separadores y guías de movimiento y se sujetan al eje con **Pz59**.

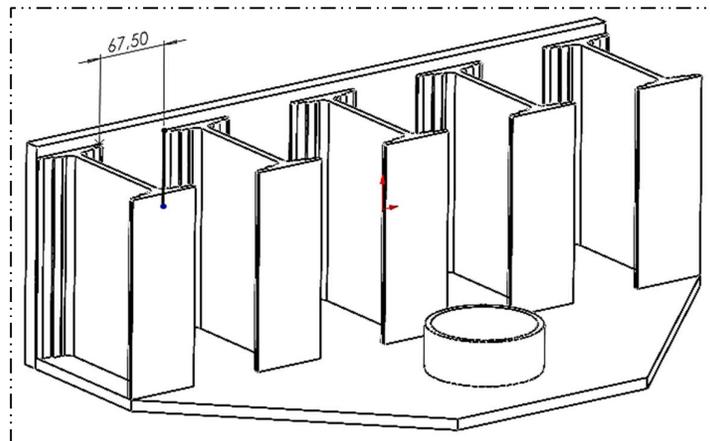


4. Ensamble de Placa Compactadora

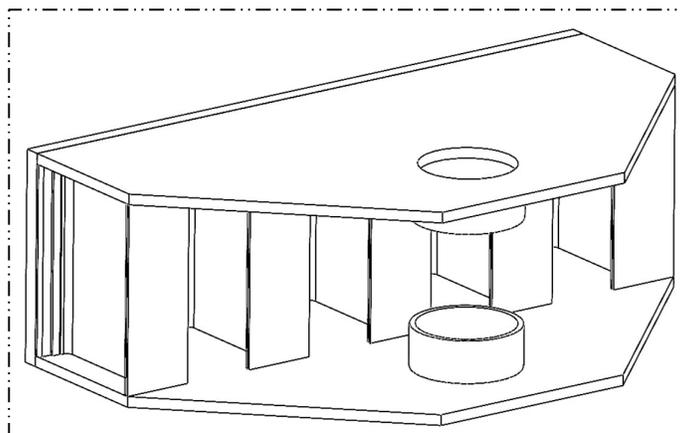
Colocar 1 unidad de **Pz51** de base y sobre ella soldar 1 unidad de **Pz54** concéntrica con la perforación. (Realizar otro ensamble igual)



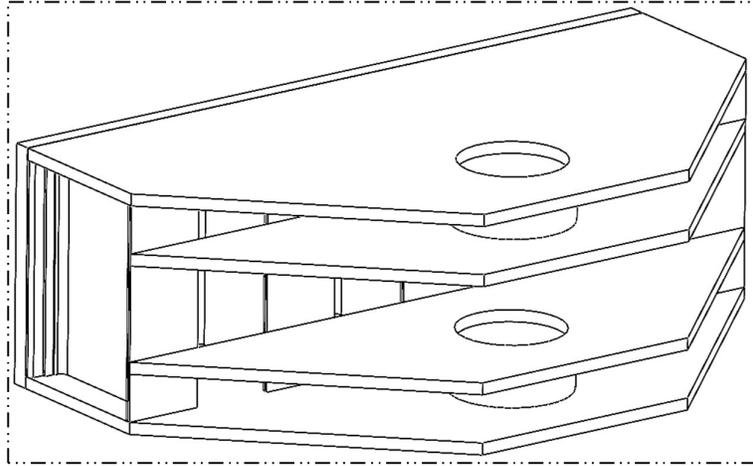
Soldar 5 unidades de **Pz55** a nivel de la parte frontal de **Pz51** (1 nivel del lateral y a 67.50 mm entre ellas el resto), luego soldar 1 unidad de **Pz52** a nivel exterior de **Pz51** y en contacto con **Pz55**.



Soldar el otro ensamble realizado previamente a nivel interior de **Pz52** y en contacto con **Pz55**.

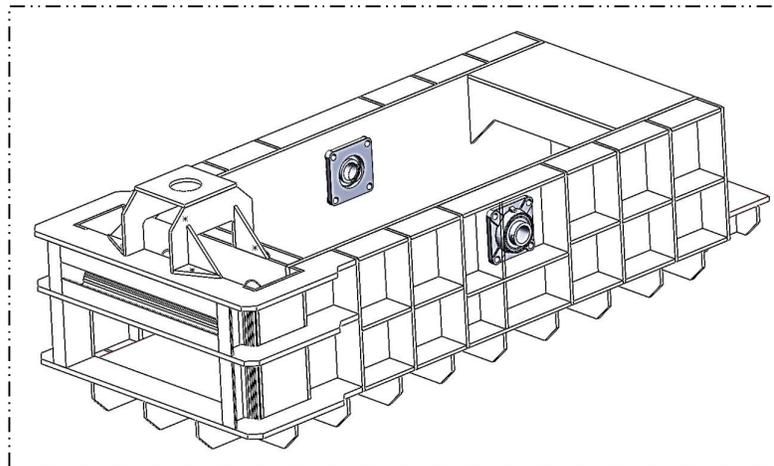


Finalmente soldar 2 unidades de **Pz53** en contacto con **Pz55** y con la perforación en contacto y concéntrica a **Pz54**.

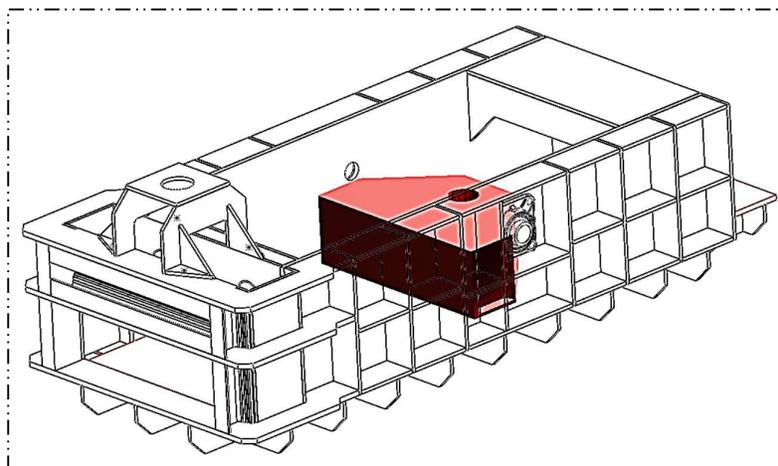


5. Ensamble de General Final

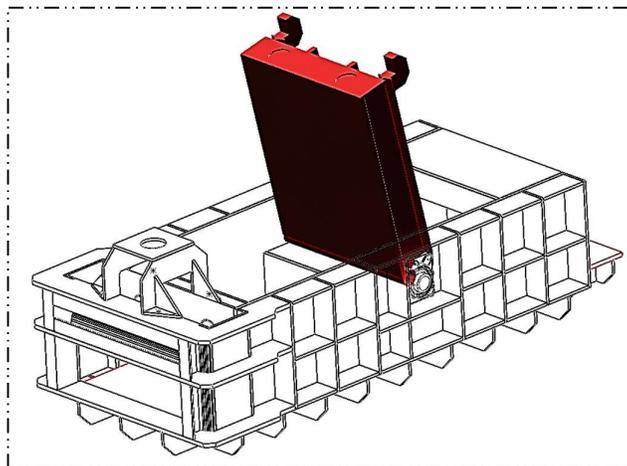
Colocar las 2 unidades de **Pz55** en la **Estructura Principal** para sujetar el eje de la tapa.



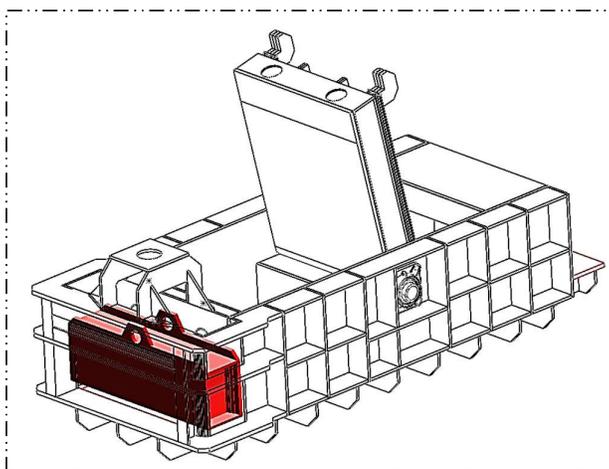
Colocar la **Placa Compactadora** bajo las perforaciones para el eje de la tapa.



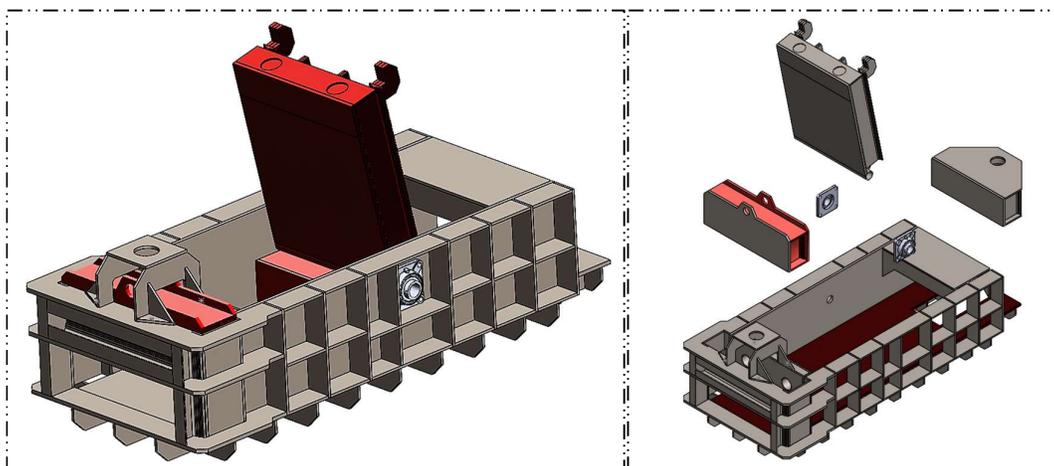
Colocar la **Tapa Compactadora** en la estructura y pasar el eje para su sujeción, la colocación de la tapa se puede ayudar apoyada sobre la placa compactadora.



Colocar la **Compuerta Frontal** en sus guías retirando los pernos de **Esb_5**.



Ensamble Finalizado.



NOMBRE DEL TRABAJO

Antony Cruz.pdf

AUTOR

Antony Cruz

RECUENTO DE PALABRAS

14401 Words

RECUENTO DE CARACTERES

71885 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

87 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.7MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 26, 2023 2:41 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 26, 2023 2:42 PM GMT-5**● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Bloques de texto excluidos manualmente

Fernando Valencia
100318868-9
