

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-
AUTOMÁTICA PARA LA PRODUCCIÓN DE
LADRILLOS KING KONG EN EL SECTOR FILA ALTA –
JAÉN-CAJAMARCA.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA.**

Autor(es):

Bach. Sergio Pérez Rojas

Bach. Janner Joiser Huatangare Rojas

Asesor:

Mg. Ing. Mario Félix Olivera Aldana

Co-asesora:

Dr. Rosario Yaquelinny Llauce Santamaria

Línea de investigación:

Diseño mecánico y eléctrico

JAÉN -PERÚ-2026

Sergio Pérez Rojas Janner Joiser Huatangare Rojas

DISEÑO DE UNA MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI- AUTOMÁTICA PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS KING KONG EN EL SE...

- Quick Submit
- Quick Submit
- Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3432094961

141 páginas

Fecha de entrega

3 dic 2025, 10:39 a.m. GMT-5

18.289 palabras

Fecha de descarga

3 dic 2025, 10:43 a.m. GMT-5

101.203 caracteres

Nombre del archivo

s-Sergio_P_rez_RojasINFORME_-_JANNER_JOISER_HUATANGARE_ROJAS.pdf

Tamaño del archivo

5.5 MB



Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería




12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-Sunedu/CD
" Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana "

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 17 diciembre del 2025, siendo las 9:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Deibi Eric García Campos

Secretario: Mg. Lenin Franchescoeth Núñez Pintado

Vocal: Mg. Jaime Odar Honorio Acosta

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

Trabajo de Investigación

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: DISEÑO DE UNA MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS KING KONG EN EL SECTOR FILA ALTA - JAÉN - CAJAMARCA, presentado por los bachilleres Sergio Pérez Rojas y Janner Joiser Huatangare Rojas, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

Aprobar

Desaprobar

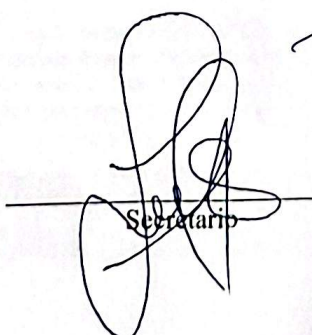
Unanimidad


Mayoría Con la

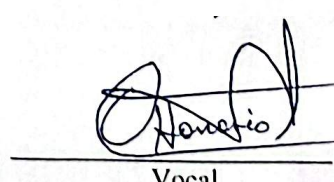
siguiente mención:

- | | |
|----------------|----------------|
| a) Excelente | 18,19,20 () |
| b) Muy bueno | 16, 17 (17) |
| c) Bueno | 14, 15 () |
| d) Regular | 13 () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos () |

Siendo las 11:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Secretario


Presidente


Vocal

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, **Sergio Pérez Rojas y Janner Joiser Huatangare Rojas**, egresado de la carrera Profesional de **Ingeniería Mecánica y Eléctrica** de la Facultad de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI **71699393 y 71197898** respectivamente.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

"Diseño de una máquina hidráulica semi-automática para la producción de ladrillos King Kong en el sector Fila Alta – Jaén - Cajamarca".

Asesorado por **Mg. Mario Félix Olivera Aldana**.

El mismo que presento bajo la modalidad de tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **Ingeniería Mecánica y Eléctrica**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: **Jaén, 08 de enero del 2026.**



Sergio Pérez Rojas Janner



Joiser Huatangare Rojas

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1. 1 Antecedentes.....	13
1. 1. 1 Internacionales	13
1. 1. 2 Nacionales.....	15
1. 2 Planteamiento del problema	17
1. 3 Justificación.....	17
1. 3. 1 Justificación técnica	17
1. 3. 2 Justificación económica	17
1. 3. 3 Justificación social	17
1. 3. 4 Justificación ambiental.....	18
1. 4 Objetivos.....	18
1. 4. 1 Objetivo general.....	18
1. 4. 2 Objetivos Específicos.....	18
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
2. 1 Objeto de estudio	19
2. 2 Ubicación del área de estudio	19
2. 2. 1 Ubicación geográfica	19
2. 3 Materiales	20
2. 4 Métodos	20
2. 4. 1 Tipo de investigación	20
2. 4. 2 Enfoque de investigación	20
III. RESULTADOS	43
3. 1 Primer objetivo específico: Determinar los parámetros de diseño de la máquina hidráulica semi -automática.	43
3. 2 Segundo objetivo específico: Modelar el sistema de la máquina hidráulica semi- automática mediante softwares especializados de diseño.....	69
3. 3 Tercer objetivo específico: Análisis económico mediante herramientas VAN y TIR	95
IV. DISCUSIÓN	108
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111

CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES.....	112
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
AGRADECIMIENTO	118
DEDICATORIA	119
ANEXOS	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa geográfico de la ubicación de la ladrillera</i>	19
Figura 2 <i>Extracción de materia prima</i>	23
Figura 3 <i>Selección y preparación de la mezcla</i>	24
Figura 4 <i>Moldeado del ladrillo</i>	24
Figura 5 <i>Secado de unidades</i>	25
Figura 6 <i>Calcinado de unidades</i>	26
Figura 7 <i>Bloque de ladrillo producido en la ladrillera Rivera</i>	26
Figura 8 <i>Máquina bloquera manual</i>	28
Figura 9 <i>Máquina bloquera semi-automática</i>	29
Figura 10 <i>Máquina bloquera automática</i>	31
Figura 11 <i>Diagrama de proceso de fabricación de ladrillo de manera artesanal</i>	42
Figura 12 <i>Imagen de bloque de ladrillo King Kong</i>	43
Figura 13 <i>Moldes de 9 bloques por cada ciclo</i>	44
Figura 14 <i>Sistema de movimiento vertical</i>	48
Figura 15 <i>Estructura del elemento a someter a análisis estructural</i>	48
Figura 16 <i>Diagrama de carga del material</i>	49
Figura 17 <i>Diagrama de momento y corte de material</i>	50
Figura 18 <i>Módulo de sección de un rectángulo</i>	51
Figura 19 <i>Tipo de fijaciones de cilindros hidráulicos</i>	55
Figura 20 <i>Catálogo de selección de pistones hidráulicos</i>	57
Figura 21 <i>Selección de rodamientos (rodajes)</i>	61
Figura 22 <i>Tabla de valores de cojinetes radiales</i>	62
Figura 23 <i>Rodamientos rígidos de una hilera de bolas</i>	63
Figura 24 <i>Elevador de carga de material</i>	64
Figura 25 <i>Selección de diámetro motriz de transportador</i>	64

Figura 26 <i>Características de motor para banda transportadora.</i>	68
Figura 27 <i>Máquina hidráulica semi-automática diseñada en SolidWorks.</i>	69
Figura 28 <i>Partes de diseño de la máquina.</i>	70
Figura 29 <i>Estructura de transporte de material.</i>	71
Figura 30 <i>Elementos de desplazamientos móviles.</i>	72
Figura 31 <i>Sección 01- Tolva de alimentación</i>	74
Figura 32 <i>Análisis estático de tensiones de plancha base.</i>	74
Figura 33 <i>Análisis estático de desplazamiento de plancha base.</i>	75
Figura 34 <i>Factor de seguridad de plancha base.</i>	75
Figura 35 <i>Análisis estático de tensiones del brazo de apoyo.</i>	76
Figura 36 <i>Análisis estático de desplazamiento del brazo de apoyo.</i>	77
Figura 37 <i>Análisis estático del factor de seguridad del brazo de apoyo.</i>	77
Figura 38 <i>Sección 02 – Sistema de compactación.</i>	78
Figura 39 <i>Análisis de esfuerzos estáticos de tensiones del molde de compactación.</i>	79
Figura 40 <i>Análisis estático de desplazamiento de tensiones de molde de compactación.</i>	79
Figura 41 <i>Resultados de factor de seguridad del molde de compactación.</i>	80
Figura 42 <i>Sección 03 – Bandeja inferior o molde base.</i>	81
Figura 43 <i>Análisis estático de Von Mises del soporte de fijación.</i>	81
Figura 44 <i>Análisis estático de desplazamiento del soporte de fijación.</i>	82
Figura 45 <i>Análisis estático del factor de seguridad del soporte de fijación.</i>	82
Figura 46 <i>Sección 04 – Carro de expulsión o de retorno.</i>	84
Figura 47 <i>Análisis estático de tensiones del subsistema de desplazamiento.</i>	84
Figura 48 <i>Análisis estático de desplazamiento del subsistema de desplazamiento.</i>	85
Figura 49 <i>Análisis del factor de seguridad del subsistema de desplazamiento.</i> .	85
Figura 50 <i>Análisis estático de tensiones de Von Mises sobre el rodamiento.</i>	86

Figura 51 <i>Análisis estático de desplazamiento del rodamiento</i>	87
Figura 52 <i>Análisis de factor de seguridad del rodamiento</i>	87
Figura 53 <i>Diagrama de fuerza y de control</i>	90
Figura 54 <i>Diagrama cascada de circuito hidráulico en FluidSim</i>	91
Figura 55 <i>Diagrama de circuito hidráulico en FluidSim</i>	92
Figura 56 <i>Diagrama de circuito de control con lógica de relés</i>	92
Figura 57 <i>Diagrama de circuito hidráulico</i>	93
Figura 58 <i>Pagos tarifarios de electro oriente</i>	101
Figura 59 <i>Porcentaje de depreciación</i>	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Propiedades del ASTM A-36</i>	34
Tabla 2 <i>Propiedades mecánicas del AISI 1045</i>	35
Tabla 3 <i>Tabla de características de ladrillo elaborado artesanalmente</i>	43
Tabla 4 <i>Tiempo para cada ciclo de la máquina</i>	44
Tabla 5 <i>Resultados de reacciones y momento del material</i>	50
Tabla 6 <i>Selección de pistones hidráulicos</i>	57
Tabla 7 <i>Presiones para selección de cilindros hidráulicos</i>	58
Tabla 8 <i>Tabla de datos para pistón hidráulico máximo con un diámetro BORE = 40 mm y una carrera de 0.5 m</i>	60
Tabla 9 <i>Descripción de la composición de los materiales principales de la máquina</i>	71
Tabla 10 <i>Descripción de los componentes principales de la estructura de transporte de material</i>	72
Tabla 11 <i>Descripción de elementos de desplazamientos móviles</i>	73
Tabla 12 <i>Datos con valores mínimos para selección de cilindros hidráulicos</i>	73
Tabla 13 <i>Resumen de análisis estático de cada una de las secciones</i>	89
Tabla 14 <i>Elementos móviles y de fuerza</i>	93
Tabla 15 <i>Componentes eléctricos y electrónicos</i>	94
Tabla 16 <i>Elementos hidráulicos de la máquina</i>	94
Tabla 17 <i>Materiales estructurales para diseño de la máquina</i>	95
Tabla 18 <i>Elementos mecánicos del diseño de la máquina</i>	96
Tabla 19 <i>Elementos eléctricos y electrónicos</i>	96
Tabla 20 <i>Elementos hidráulicos de la máquina</i>	97
Tabla 21 <i>Resumen de costos de elementos</i>	98
Tabla 22 <i>Costo por mano de obra</i>	98
Tabla 23 <i>Costos por transporte de materiales</i>	99

Tabla 24 <i>Costos directos</i>	99
Tabla 25 <i>Costos indirectos</i>	100
Tabla 26 <i>Tabla de costos total de inversión por la construcción de la máquina</i> .100	
Tabla 27 <i>Consumo total en KW/h*mes de la máquina hidráulica semi-automatica</i>	101
Tabla 28 <i>Facturación mensual de la máquina en energía eléctrica</i>	102
Tabla 29 <i>Costo por mano de obra de operarios mensual</i>	102
Tabla 30 <i>Costo de egresos mensuales para producir ladrillos</i>	103
Tabla 31 <i>Depreciación anual de la máquina semi-automática</i>	105
Tabla 32 <i>Detalle de producción con la máquina hidráulica semi-automatica</i> . 106	
Tabla 33 <i>Resumen de actividades de ingresos y egresos anuales</i>	106
Tabla 34 <i>Detalle de flujo de caja proyectado a 10 años</i>	107

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Visualización de la ladrillera Rivera por tesistas</i>	120
Anexo 2. <i>Planimetría de detalle de la máquina hidráulica</i>	121

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo diseñar una máquina hidráulica semi-automática para la producción de ladrillos King Kong en el sector Fila Alta- Provincia de Jaén. La motivación surgió por la necesidad de implementar tecnología accesible que mejore la productividad de ladrillos, actividad fundamental para el desarrollo de la construcción en el sector. La metodología fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y con diseño no experimental, limitándose a la fase de diseño. Para el desarrollo del trabajo se aplicó conocimientos y principios de ingeniería mecánica e hidráulica, y software de diseño CAD y FluidSim para su representación y validación. Los resultados de diseño técnico fueron la elaboración de planos estructurales, selección de materiales y un análisis económico preliminar con un VAN de S/. 24,858.21 y un TIR de 47% indicando una recuperación de la inversión en un periodo de 1 año y 10 meses. Concluyéndose que el diseño de la máquina hidráulica semi-automática resultó factible tanto desde un punto de vista técnico como económico.

Palabras clave: Diseño mecánico; hidráulica; ladrillera; productividad; modelado CAD.

ABSTRACT

The objective of this research was to design a semi-automatic hydraulic machine for the production of King Kong bricks in the Fila Alta sector of Jaén Province. The motivation arose from the need to implement accessible technology that improves brick production, a fundamental activity for the development of the construction industry in the area. The methodology was applied, with a quantitative approach and a non-experimental design, limited to the design phase. The work involved the application of mechanical and hydraulic engineering principles and CAD and FluidSim design software for representation and validation. The technical design results included the creation of structural drawings, material selection, and a preliminary economic analysis with a Net Present Value (NPV) of S/. 24,858.21 and an Internal Rate of Return (IRR) of 47%, indicating a return on investment within 1 year and 3 months. It was concluded that the design of the semi-automatic hydraulic machine was feasible from both a technical and economic perspective.

Keywords: Mechanical design; hydraulics; brick factory; productivity CAD modeling.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de ladrillos tuvo un impacto negativo en la industria debido a la propagación del coronavirus; sin embargo, ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años debido al reinicio con mayor fuerza de las actividades de construcción, alcanzándose un movimiento económico de 7.1 billones de dólares en el año 2024, con una tasa de crecimiento anual de 4.3 %, impulsado por proyectos de infraestructura en economías emergentes y la demanda de viviendas en países en desarrollo (Global Data, 2025). La industria de ladrillos tendrá un aumento con una tasa de crecimiento (CAGR) del 5.5% entre 2024 y 2025 según el artículo de Mordor Intelligence (2024), lo cual se debe al aumento de construcción residencial y comercial.

La población ha tenido un incremento acelerado y ha ocasionado una creciente necesidad de viviendas, por ello la obtención y fabricación de materiales de construcción ha ido en crecimiento y para ello se requiere de máquinas que realicen el proceso de manera óptima y eficiente en menor tiempo posible. Según la consultora Maximixe, en el informe de mercado de ladrillos cerámicos se registró que la producción a nivel nacional tuvo un crecimiento de 48 % en 2021 con una producción nacional de 328.4 millones de unidades de ladrillos, pero a septiembre de 2022, la producción tuvo un declive de 6.8 % siendo la producción de 230.6 millones de ladrillos respecto al año anterior debido a los temas políticos y postergación de proyectos residenciales (Maximixe, 2023).

En el Perú, las grandes empresas tienen una formalización adecuada, el mayor porcentaje de ellas poseen procesos de producción con desarrollo avanzado, permitiéndoles elaborar productos de mejor calidad y con mejores posibilidades de mitigar el impacto ambiental de sus operaciones industriales (MYPE, 2019). Por otro lado, la Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú (ALACEP) señala que solo un 35 % de producción de ladrillos procede de empresas formalmente constituidas y cuenta con certificaciones; un

65% proviene de empresas informales y artesanales que no registra un sistema de gestión de calidad, ambiental y certificaciones obteniendo productos de baja calidad ya que no se cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la elaboración del producto (Optimiza, 2019).

En el sector Fila Alta, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, la producción artesanal de ladrillos King Kong representa una de las actividades realizadas de manera artesanal que genera economía para las familias locales. Sin embargo, este proceso de fabricación se realiza completamente de manera manual, lo cual genera una producción reducida con una cantidad según encuesta a productores de la zona en 850 ladrillos por día en una jornada de 8 horas, generando tres problemas críticos: (1) baja productividad debido a procesos manuales de moldeado y compactación, (2) calidad irregular y variabilidad de la resistencia en el producto final por falta de estandarización y compactación homogénea, y (3) costos operativos elevados por la cantidad de mano requerida; estas limitaciones generan consecuencias directas en la competitividad del sector generando pérdidas de oportunidades comerciales, condiciones laborales precarias para los trabajadores donde puedan presentar riesgos por lesiones causado por esfuerzos repetitivos y mayores costos de producción que reducen la rentabilidad.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Internacionales

Quispe (2022), presentó una investigación para optar el título de licenciatura en electricidad, desarrollado en la Universidad Mayor de San Andrés La Paz – Bolivia, denominado “Construcción e implementación de una máquina semi-industrial automática para elaboración de bloques de ladrillos”. El objetivo de la tesis fue diseñar, construir e implementar una máquina semi-industrial automática para la elaboración de bloques de ladrillos reemplazando la producción de manera manual o tradicional, ya que estos resultaban ineficientes en términos de tiempo y productividad. La metodología empleada adoptó un enfoque experimental aplicado, dando énfasis en el diseño y la implementación de un sistema automatizado controlado por un PLC LOGO 8.3, desarrollando el diseño mecánico, eléctrico y estructural de la máquina. Posterior a ello se realizó un estudio técnico de los componentes para realizar el modelado de las piezas en software de diseño asistido por computadora (CAD) para la fabricación de las piezas. Los resultados obtenidos fueron el diseño y la implementación de los componentes eléctricos, control y neumático empleado mediante programación adecuada al uso del PLC LOGO 8.3 para automatizar el proceso, teniendo en cuenta el funcionamiento del sistema en tiempo real. La estructura metálica cumplió con las condiciones de la máquina semi-industrial automática en su diseño tomando en cuenta el análisis y el cálculo de las fuerzas ejercidas sobre la estructura.

Castillo (2024), desarrolló una investigación para optar el título de Ingeniero Electromecánico en la Universidad de Loja-Ecuador denominado “Diseño de una máquina extrusora de arcilla para la fabricación de ladrillo de cara vista” con el objetivo de plantear un diseño óptimo de una máquina extrusora de arcilla que cumpla con las características de eficiencia y sostenibilidad. La metodología que se llevó a cabo fue organizar y seguir un enfoque compuesta por 4 etapas. En la etapa de definición planifica detectar la necesidad

para desarrollar el diseño y se clarifican los objetivos y funciones de la máquina a diseñar siguiendo criterios y procesos. La etapa de diseño conceptual estableció la estructura funcional y física del producto, considerando etapas que faciliten el desarrollo del prototipo. La etapa de diseño de materialización se centra en la configuración de manera global del diseño, determinando los materiales, formas y procesos de fabricación, equilibrando funcionalidad y costos. Finalmente, en la etapa de diseño de detalle se definió las formas, propiedades y dimensiones de todas las piezas, seleccionando materiales y procesos definitivos. Los resultados que obtuvo fue determinar los parámetros de operación y diseño mediante una matriz de ponderación considerando los requisitos del cliente y diseñador llegando a producir 460 ladrillos por hora. Por otro lado, el diseño se validó mediante simulación estática utilizando métodos de elementos finitos SolidWorks de todos los componentes sometidos a diferentes esfuerzos tanto de flexión, compresión y torsión.

Oviedo y Acosta (2020), en su tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Autónoma de Occidente-Colombia planteó el “Diseño de una máquina para la fabricación de ladrillos y adoquines a partir de residuos de construcción y demolición (RCD)”, cuyo objetivo fue transformar los desechos de construcción en materiales útiles, reduciendo el impacto ambiental y ofreciendo una alternativa económica comparado a los métodos de producción tradicionales de ladrillo. La metodología empleada fue realizar un análisis técnico y económico que incluyó el estudio de propiedades físicas y mecánicas de los materiales reciclados de construcción, para ello se realizó pruebas de los materiales RCD para elaborar mezclas con proporciones óptimas para fabricación de ladrillos. Se aplicaron herramientas de diseño mecánico (CAD) para proyectar la máquina considerando en el diseño aspectos como la facilidad de operación, mantenimiento y la aplicación de un sistema de compactación eficiente y posterior a ello se validó el diseño a través de simulación la parte estructural para garantizar resistencia y funcionalidad. Los resultados que se

obtuvieron fue que el diseño era funcional empleando sistemas hidráulicos y estructurales optimizados para procesar RCD que se emplearon en la producción de ladrillos y adoquines con dimensiones precisas con ± 1.5 mm de tolerancia. Los ladrillos fabricados arrojaron un resultado de resistencia de compresión de 42 kg/cm^2 , superando un 20% a los ladrillos artesanales y el diseño de la máquina demostró sostenibilidad porque fue una solución viable para el reciclaje de RCD, contribuyendo a la economía circular y reduciendo los costos relacionados a la disposición de residuos. También se obtuvo que el diseño y selección de un pistón hidráulico de doble efecto fue de capacidad de compresión de 30 toneladas, la bomba hidráulica de capacidad de $Q= 18$ Litros/minuto y una presión que equivale a 180 bar, las mangueras hidráulicas con una capacidad máxima de operación de 730 psi donde la estructura se compone por perfiles cuadrados en acero estructural o AISI A-36, mientras que las guías elaboradas son de acero inoxidable.

1. 1. 2 Nacionales

Chapoñan y Rojas (2019), en su proyecto de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista, desarrollado en la Universidad Señor de Sipán, plantearon el “Diseño de una máquina extrusora de ladrillo con capacidad de producción 1000 unidades/hora para la fábrica Ladrillos Lark – Lambayeque”. La metodología planteada fue generar 4 conceptos de los cuales fueron evaluados por medio de una matriz de decisión para solucionar el problema y por ende se eligió la máquina con sistema de mezcla y extrusión al vacío, con ayuda de una aplicación de Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) se logró parametrizar la máquina, centrándose en el diseño del tornillo sin fin para extrusión, determinando la potencia del motor lo cual es 11 kW, la longitud de 1.2 metros, diámetro del eje 0.25 m y dimensionó la máquina con una capacidad de producción de 1000 unidades/hora de ladrillos de 18 perforaciones con una longitud de 0.23 m, ancho 0.125 y alto de 0.09 m, para el diseño se empleó el cálculo analítico utilizando la metodología de

diseño observando los componentes que se requiera y mediante reconocimiento visual se determinó las diferentes áreas de producción en la fábrica y por ultimo realizando una encuesta para conocer el estado en la que se encuentra y mejorar las condiciones de la máquina por una con mayor producción. Finalmente, como resultados se obtuvo una capacidad de producción de 1000 ladrillos/hora cumpliendo con la demanda de la fábrica, la eficiencia energética empleando un motor de 11 kW optimizando para reducir el consumo eléctrico frente a alternativas hidráulicas e impacto económico disminuyendo la dependencia de la mano de obra y aumentar la producción en un 60 % comparado con métodos tradicionales.

Turpo (2021) para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Continental en Cusco presentó el trabajo “Diseño de una máquina extrusora hidráulica semi automática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa ladrillos Imperio Cusco - 2021”. Su trabajo se enfocó en realizar una máquina semi-automática con capacidad de producción de 700 ladrillos por hora, con un costo de fabricación no mayor a 12 000 soles. La metodología empleada tiene un enfoque de tipo tecnológico, utilizando conocimiento científico para establecer relaciones de variables y de nivel experimental probando valores y condiciones teóricas en estado real empleando software de simulación. El diseño se desarrolló empleando la metodología recomendada por la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI 2221) como elaboración de una lista de requisitos, analizar el estado actual de la tecnología utilizada en la empresa, uso de matrices morfológicas, cálculos específicos para componentes mecánicos e hidráulicos, verificación mediante software CAD y análisis económico. Los resultados que se obtuvieron fue diseñar una máquina extrusora semi-automática con capacidad de producción de 700 ladrillos pasteleros por hora, con un costo máximo de S/ 11,992.00 cumpliendo con el objetivo planteado. El sistema está compuesto por componentes hidráulicos óptimos, un mecanismo de extrusión eficiente y

una estructura resistente. Los cálculos y simulaciones confirmaron que el diseño cumple con los estándares de funcionalidad, resistencia y durabilidad; por ello se elaboró la planimetría de detalle para su fabricación y montaje, aportando una solución para la ladrillera en Cusco y verificando que tiene una viabilidad técnica del proyecto.

1.2 Planteamiento del problema

¿Como diseñar una máquina hidráulica semi-automática para producir ladrillos King Kong en el sector Fila Alta, Provincia de Jaén – Cajamarca?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación técnica

El diseño de la máquina para fabricar ladrillos permitió aplicar conocimientos técnicos adquiridos a lo largo del desarrollo académico profesional, logrando diseñar y simular una máquina compacta que mejore los métodos convencionales de producción, optimizando recursos, tiempo y calidad de proceso.

1.3.2 Justificación económica

La investigación planteada permitió mejorar la producción de ladrillo cambiando la manera tradicional por un proceso automatizado generando más rentabilidad en el proceso final contribuyendo a desarrollar mayor producción en menos tiempo reduciendo gastos innecesarios en el proceso de producción.

1.3.3 Justificación social

El diseño y simulación de la máquina contribuyó al desarrollo de nuevos procesos productivos utilizando menor proporción de agua en la fabricación de ladrillos e incrementar la producción para reducir los costos operativos por la cantidad de mano de obra requerida para la fabricación; puesto que el proceso de moldeado es más eficiente y compacto, donde benefició a los productores e incentivando a cambiar el proceso tradicional de elaboración por una máquina semi-automática.

1. 3. 4 Justificación ambiental

El desarrollo de esta investigación permitió ahorrar recursos naturales optimizando el uso del material primario como la arcilla, agua y energía; contribuyendo a reducir la generación de residuos durante el proceso de producción de ladrillos y conservación de los recursos del medio; para ello el diseño de la máquina tiene que cumplir la normativa de regulaciones de los estándares ambientales.

La presente investigación tuvo como objetivo principal diseñar una máquina hidráulica semi-automática para la producción de ladrillos King Kong en el sector Fila Alta – Provincia de Jaén, para cuyo efecto se determinó los parámetros de diseño con el fin de simular mediante softwares de diseño y la realización del análisis económico mediante herramientas del VAN y el TIR.

1. 4 Objetivos

1. 4. 1 Objetivo general

Diseñar una máquina hidráulica semi-automática para la producción de ladrillos King Kong en el sector Fila Alta- Provincia de Jaén.

1. 4. 2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar los parámetros de diseño de la máquina hidráulica semi-automática para la producción de ladrillos King Kong en el sector Fila Alta – Provincia de Jaén.
- ✓ Modelar el sistema de la máquina hidráulica semi-automática mediante softwares especializados de diseño.
- ✓ Realizar el análisis económico mediante las herramientas del VAN y el TIR.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Objeto de estudio

La investigación se enfocó en diseñar una máquina hidráulica semi-automática para para la producción de ladrillos King Kong en el sector Fila Alta- Provincia de Jaén en la empresa ladrillera Rivera.

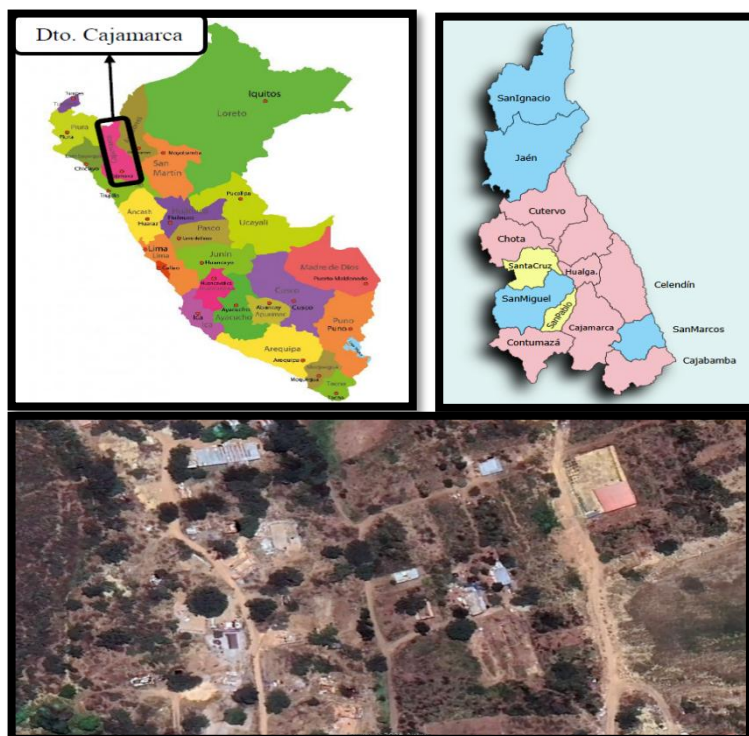
2.2 Ubicación del área de estudio

2.2.1 Ubicación geográfica

La empresa ladrillera Rivera se encuentra ubicado en el Sector Fila Alta de la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, el lugar de estudio tiene las siguientes coordenadas donde la latitud S (-5.750810°) y Longitud W (-78.788185°).

Figura 1

Mapa geográfico de la ubicación de la ladrillera.



2.3 Materiales

Los materiales que se utilizaron para recopilar datos serán los siguientes detallándose a continuación:

- Bitácora de trabajo de campo para realizar apuntes.
- Laptop, se usará para buscar información referente al desarrollo teórico, el diseño y simulación de la máquina hidráulica semi-automática.
- Conexión a internet, una de las principales fuentes que proporciona la información teórica para el desarrollo de la máquina será Alicia Concytec (Consejo Nacional de ciencia y tecnología e innovación tecnológica) y Google académico.
- Reloj, se usará para medir la diferencia de tiempo de producción de un ladrillo de forma manual para realizar los cálculos y tener en cuenta al diseñar la máquina hidráulica.
- Teléfono celular para toma de fotografías.

2.4 Métodos

2.4.1 Tipo de investigación

La investigación se consideró aplicada porque utiliza los conocimientos sobre diseño, simulación de máquinas para el proceso de producción de ladrillo. Según Gonzales (2020) la investigación aplicada es la que busca solucionar problemas reales o prácticos, mediante el diseño de una solución técnica basándose en hallazgos, descubrimientos y solucionar los objetivos de estudio por lo que no se limita al conocimiento teórico, sino que tiene un propósito funcional específico.

2.4.2 Enfoque de investigación

El enfoque que adoptó la investigación es cuantitativo, debido a que el proceso de diseño involucra la utilización de parámetros técnicos, cálculos de esfuerzos, simulaciones de

sistemas hidráulicos; es decir se centra en la recopilación, medición, análisis de datos numéricos y cuantificación de variables, así como en la realización de experimentos y encuestas para recopilar datos (Vázquez et al., 2023).

Tipo de diseño de investigación.

El diseño de la investigación fue no experimental, por lo que se emplearon conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica, también se comparó la eficiencia de la producción de ladrillo de la manera artesanal y la producción de ladrillo con la máquina hidráulica semi automática diseñada. Según Mamani (2021) hace mención que la principal característica de este tipo de investigación no experimental es examinar las variables específicas para conocer su evolución y detectar posibles tendencias.

Métodos.

El método es deductivo, porque va de lo general a lo específico, extrayendo conclusiones lógicas a partir de principios o premisas que se asumen como verdaderas. El diseño de la máquina se enfocó partiendo de principios generales de ingeniería, llegando a una solución particular concreta. Diego Mendoza (2012).

Procedimiento para desarrollo del proyecto

Para realizar el procedimiento de recolección de datos se llevará a cabo a través de una investigación de campo, por lo que la investigación se hará en la ubicación del objeto de estudio en la que se contará con herramienta de cálculo como una hoja Excel. Según Arias Gonzales (2020) la investigación de campo es una metodología de investigación que se lleva a cabo en el mismo lugar y tiempo donde ocurre el fenómeno.

Paso 01: Determinar los parámetros de diseño de la máquina hidráulica semi-automática.

a. Definir las dimensiones y capacidad de producción.

Se indagó los procesos de producción de ladrillo existentes.

Tipos de procesos de producción

La producción de ladrillos puede llevarse a cabo de tres formas, de acuerdo a la norma técnica peruana.

- ✓ Artesanal. Ladrillo fabricado con procedimiento de manera manual. El amasado o moldeado es elaborado manualmente. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de bloque a bloque.
- ✓ Semi-industrial. Es el ladrillo fabricado con procedimientos manuales, donde el proceso de moldeado se realiza con maquinaria comprimiendo a presión la pasta de arcilla. El ladrillo semi-industrial se caracteriza por presentar una superficie lisa.
- ✓ Industrial. Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.

Se visitó a la ladrillera Rivera para indagar el proceso de fabricación de ladrillo, la producción diaria/mensual y las dimensiones de los bloques de ladrillo producidos.

Proceso de fabricación en ladrillera rivera

El proceso de fabricación de ladrillo en la ladrillera Rivera consta de 5 etapas como se muestra a continuación.

- ✓ Extracción de materia prima. Se identifica terrenos de arcilla, se retira la capa superficial y se procede a la extracción de la tierra arcillosa.

Figura 2

Extracción de materia prima.



- ✓ Selección, preparación y maduración de la mezcla. La arcilla luego de ser extraída debe someterse a ciertos tratamientos de trituración, homogenización y reposo en acopio para obtener una adecuada consistencia y uniformidad de las características mecánicas y químicas.

Figura 3

Selección y preparación de la mezcla.



- ✓ Moldeado. El proceso de moldeado en la empresa ladrillera Rivera se realiza de manera manual. En este proceso la producción de ladrillo artesanal consiste en llenar gaveras o moldes vaciando la mezcla dentro de ellas, compactándolas con las manos y después alisándolas al nivel de la gavera quitándola la parte que excede de una medida determinada.

Figura 4

Moldeado del ladrillo.



- ✓ Secado de unidades. El pre-secado de las unidades puede tardar entre 1 a 3 días y luego del proceso se coloca en pircas de dos unidades cruzadas y con aberturas entre en ellas para luego ser almacenadas en el horno.

Figura 5

Secado de unidades.



- ✓ Calcinado de unidades. Previo a la calcinación de las unidades, se tiene la actividad del “cajonado”, actividad consiste en el acomodo de las unidades con una ligera abertura entre ellas para el paso del calor. Para el calcinado de las unidades, utilizan como insumo la cascarilla de arroz y se da en un lapso de 72 horas, lo que se denomina 3 días y 3 noches.

Figura 6

Calcinado de unidades.



Dimensiones del bloque y capacidad de producción manual

Los bloques se fabricarán a partir de una mezcla de arcilla, cenizas y agua, lo que permite obtener un material liviano, térmicamente eficiente y de bajo impacto ambiental. Esta combinación mejora la trabajabilidad de la mezcla y favorece el secado uniforme tras el moldeo.

Figura 7

Bloque de ladrillo producido en la ladrillera Rivera



La figura siguiente muestra el bloque estándar que se fabrica en la ladrillera Rivera con dimensiones externas de 220 mm de largo, 120 mm de ancho y 110 mm de alto.

Se indagó las máquinas existentes en el mercado para seleccionar el diseño del proyecto.

- **Máquina bloquera manual**

Es un tipo de máquina que requiere la intervención directa del operario para fabricar bloques utilizando un proceso de llenado de molde, vibración y compactación manual para producirlos. Su funcionamiento consiste en llenar la mezcla en un molde, activando un motor que proporciona vibración, y luego operando un sistema de compactación para presionar el material, tras lo cual se desmolda el bloque para que este repose en una tarima.

Características técnicas generales

Dimensiones generales de 0.92 m de largo, 0.96 m de ancho y 1.65 m de altura.

150 a 200 ciclos por turno de 8 horas.

Peso total de la máquina de 300 kg aproximadamente.

Tensión de trabajo 220 V.

Llenado y desmolde manual.

Estructura en perfilería de acero ASTM A-36.

Molde de 1 a 3 bloques de 15 x 20 x 40 cm.

Fácil mantenimiento.

Figura 8

Máquina bloquera manual.



Fuente: obtenido de Máquinas Luna.

Estas máquinas por lo general son económicas de fabricar, por esta razón no requieren tanto mantenimiento y no necesita grandes instalaciones eléctricas.

Producción excesivamente baja, oscila entre 300 a 500 unidades en una jornada de 8 horas de trabajo, no cumple con las especificaciones técnicas y arduo trabajo físico para el operario.

- **Máquina bloquera semi-automática**

Su característica principal de esta máquina es porque trabaja con un sistema de compresión hidráulico semi-automática otorgando un producto final de excelente calidad. El producto final cumple con las normas técnicas, esto se debe al proceso de fabricación, y no de forma tradicional, sino más cualificada.

Características técnicas generales

- Dimensiones generales de 2,00 m de largo, 1,00 m de ancho y 2,10 m de altura
- Hasta 600 ciclos por turnos de 8 horas.
- Peso total aproximado de 1200 kg.
- Tensión de trabajo de 220/380 v.

- Compresión por cilindros hidráulicos.
- Sistema de vibrados por excéntricos.
- Llenado y desmolde con mandos hidráulicos.
- Estructura en perfilería de acero A-36.
- Compresión por cilindros hidráulicos.
- Sistema de vibrado por excéntricos.
- Molde de 4 a 6 bloques de 15 x 20 x 40 cm.
- Medidas de los Pallets: 700mm x 600mm x 25mm.
- Filtro de aire, aceite, manómetro para visualización de la presión hidráulica.
- Gran capacidad de tolva de alimentación.
- Motor sistema de vibración 3 HP trifásico
- Motor sistema hidráulico 5 HP trifásico.
- Moldes intercambiables.

Figura 9

Máquina bloquera semi-automática.



Fuente: obtenido de Máquinas Hamac.

Son maquinas accesibles para la adquisición en el aspecto económico, con una producción elevada entre 2500 y 3500 unidades en una jornada de 8 horas empleando sistemas automáticos en sus procesos cumpliendo con las especificaciones técnicas vigentes.

- **Máquina bloquera automática**

Este equipo integra de forma óptima los avances tecnológicos de la mecánica y la electrónica en cada una de sus operaciones. Resulta adecuado para la producción a gran escala en el ámbito industrial, ya que dispone de sistemas de control automatizado que garantizan la fabricación de bloques de alta calidad, reduciendo al mismo tiempo los costos de mano de obra. Asimismo, estas máquinas suelen complementarse con otros dispositivos automáticos, conformando líneas de producción de bloques que requieren una mínima intervención humana, limitada principalmente a labores de supervisión y mantenimiento, las cuales deben ser ejecutadas por personal altamente capacitado.

Características técnicas generales

- Dimensiones generales: 7,00 m de largo, 1,90 m de ancho y 2,55 m de altura.
- Hasta 700 ciclos por turno de 8 horas y con un peso total 6.500 Kg aproximadamente.
- Llenado y desmolde con mandos Hidráulicos y con una estructura en perfilería de acero A-36 rectificadas macizas y cromadas.
- Estructura en perfilería de acero A-36 rectificadas macizas y cromadas y llenado y desmolde con mandos Hidráulicos.
- Mesa vibratoria inferior con regulación de amplitud, frecuencia e impacto.
- Molde de 8 bloques de 15 x 20 x 40 cm y con tensión de trabajo 380/220 volts.

- Panel eléctrico con Interface Hombre Máquina y el filtro de aire, aceite, manómetro para visualización de la presión hidráulica.

Figura 10

Máquina bloquera automática.



Máquinas con tecnología de punta en el campo de fabricación con una producción elevada que oscila entre 40000 y 60000 unidades en una jornada de 8 horas y con sistemas automáticos en sus procesos, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Después de la fase de diseño conceptual, se llevó a cabo una investigación exhaustiva sobre los distintos diseños presentados por diversas marcas de los fabricantes de máquinas que producen ladrillo. Tras este análisis, se determinó que la mejor opción para el lugar de estudio es la máquina fabricante de bloques de ladrillo semi-automática para una producción intermedia. En este diseño utiliza automatismo eléctrico para la realización de las actividades a realizar en cada ciclo operativo.

- b. **Determinar la fuerza que requiere el material para ser comprimido a las condiciones adecuadas.**

Se analizó las propiedades del material (arcilla o tierra) para determinar la presión necesaria para compactar.

Peso de un bloque

Según el estudio de Castillo et al. (2018), la densidad de los bloques fabricados con arcilla y adición de ceniza volante se encuentra entre 1.600 y 1.800 kg/m³, dependiendo de la dosificación y las condiciones de secado empleadas.

Densidad: rango de 1700 kg/m³

Con base en las dimensiones establecidas para el diseño del bloque cerámico, se ha calculado un volumen unitario de 0,002904 m³.

Con los datos de densidad y volumen se procederá a determinar la masa de un bloque.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = 1700 \frac{kg}{m^3} * 0.0029m^3$$

$$m = 4.93Kg$$

Cantidad para hacer 9 bloques:

$$m = 44.37Kg$$

Para la fabricación de una tanda de 9 bloques, se estima una masa base de 44,37 kg de mezcla de arcilla con ceniza, conforme al volumen individual de cada bloque (0,002904 m³) y una densidad promedio de 1.700 kg/m³. A este valor se le adiciona un 10 % extra para compensar la compactación durante el moldeo y un 5 % adicional por pérdidas operativas inevitables (como adherencias en moldes, evaporación de agua y desperdicios). El resultado final es una masa total requerida de

aproximadamente 51 kg por tanda, lo que garantiza estabilidad volumétrica, integridad estructural y eficiencia en el proceso de producción.

Se calculó las fuerzas de los componentes sometidos a esfuerzos de presión y desplazamiento.

Para calcular las fuerzas de la bandeja de alimentación, sistema de compactación y bandeja inferior o molde base se utilizó las siguientes ecuaciones:

Cálculo de fuerzas en ejes de coordenadas (X, Y)

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N - mg &= 0 \\ N &= mg\end{aligned}$$

Donde:

F: Fuerza aplicada

m: masa

g: gravedad

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma \\ F - Fr &= ma\end{aligned}$$

Donde:

Fr: Fuerza rozamiento

N: fuerza normal

μ : coeficiente de rozamiento

Cálculo de aceleración

$$\begin{aligned}a &= \frac{vf - vi}{t_{ra}} \\ v &= \frac{d}{t_p}\end{aligned}$$

Donde:

v_i = Velocidad inicial

$v_f = v$ = Velocidad final

d: distancia de la carrera del pistón en metros (400 mm)

t_p : tiempo que demora en ir y volver el pistón

t_{ra} : tiempo de reacción del pistón

Para la presión de compactación del material se utilizó la siguiente formula:

$$F_{comp} = P_{comp} * A_{comp}$$

A_{comp} : Área de la bloquera.

P_{comp} : presión de compactación del material según norma DIN V 18152-100

Propiedades de los materiales estructurales de ASTM A-36

Tabla 1

Propiedades del ASTM A-36

Esfuerzo de fluencia	Esfuerzo de tracción
MPa	MPa
250	500

Fuente: *obtenido de ASTM international(2024)*

c. Cálculo de la fuerza hidráulica y pistones hidráulicos, la potencia hidráulica y eléctrica

Fuerza hidráulica

Para calcular la fuerza hidráulica se utilizó la Ley de Pascal, la cual establece que la presión ejercida sobre un fluido se transmite uniformemente. Para determinar la fuerza generada por un cilindro hidráulico, se evalúa la presión aplicada y el área efectiva del pistón.

Para determinar los cálculos se utilizó las normas ISO 3320 relacionado con las dimensiones de cilindros hidráulicos y norma DIN 24333 para selección de cilindros hidráulicos normalizados

Formulas aplicadas

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$F = P \cdot A$$

Donde:

A: Área efectiva del pistón(m²)

d: Diámetro del pistón (m²)

F: Fuerza hidráulica generada (N)

P: Presión del sistema hidráulico (Pa)

Selección de pistones hidráulicos

Se eligió el diámetro mínimo del pistón hidráulico con la siguiente formula:

Tabla 2

Propiedades mecánicas del AISI 1045

Esfuerzo de fluencia (MPa)	Esfuerzo a la tracción (MPa)	Elongación %
310	570	18

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * F_a}{\pi * \sigma_{adm}}}$$

Donde:

D_{min} : diámetro mínimo del pistón hidráulico

F_a : fuerza aplicada o requerida por los pistones para realizar el trabajo (N)

σ_{adm} : deformación admisible del material AISI 1045 (Acero al carbono)

Potencia hidráulica y eléctrica

Para calcular la potencia hidráulica se obtiene a partir del producto entre la presión y el caudal que corresponde a la energía que el fluido transmite dentro del sistema

Luego se ajusta la potencia requerida considerando la eficiencia de la bomba hidráulica. Finalmente, la potencia eléctrica necesaria para accionar el sistema se calcula tomando en cuenta la eficiencia del motor eléctrico.

Formulas utilizadas

$$P_h = P \cdot Q$$

$$P_{mec} = \frac{P_h}{\eta_b}$$

$$P_{elec} = \frac{P_h}{\eta_b \cdot \eta_m}$$

Donde:

P_h : Potencia hidráulica (kW).

Q: Caudal del fluido hidráulico (L/s).

η_b : Eficiencia total de la bomba hidráulica.

η_m : Eficiencia del motor eléctrico.

P_{mec} : Potencia mecánica requerida por la bomba (kW).

P_{elec} : Potencia eléctrica requerida por el motor (kW).

Paso 02: Modelar la máquina hidráulica con Software de diseño

a. Seleccionar el software adecuado para la simulación

Se estableció las necesidades del proyecto como modelado tridimensional, análisis estructural, simulación de esfuerzos, diagrama hidráulico conforme a normas ISO y simulación de circuitos de control eléctrico. Esto permitió determinar qué tipos de software eran indispensables y para ello se utilizó las versiones académicas gratuitas y de estudiante.

Se evaluó opciones de softwares de diseño y se optó por el programa de SolidWorks CAD para el diseño mecánico y SolidWorks Simulación para realizar los esfuerzos de los elementos sometidos a cargas o esfuerzos.

Para realizar el movimiento de los pistones se optó por el programa de FluidSim para la simulación del sistema hidráulico.

Para realizar el circuito eléctrico se seleccionó el programa de Cade Simu.

b. Modelado de la máquina hidráulica con Software de diseño

El procedimiento se desarrolló en las siguientes etapas:

Recolección y organización de la información técnica

Se identificó las dimensiones, funciones y requerimientos mecánicos de cada parte de la máquina, incluyendo vástagos, cilindros hidráulicos, bastidor, moldes, placas móviles, guías y mecanismos de transmisión. Esta información se obtuvo a partir de cálculos previos, croquis dimensionales y especificaciones del diseño.

Elaboración de bocetos preliminares

Se elaboró un croquis en 2D donde se definieron líneas base, ejes de simetría, restricciones geométricas y cotas esenciales. Estos bocetos sirvieron como referencia para generar las geometrías tridimensionales.

Modelado paramétrico de componentes en 3D

Se realizó operaciones en el Software SolidWorks CAD como extrusión, revolución, barrido y operaciones booleanas, se generaron los modelos sólidos de cada pieza. Se utilizaron dimensiones paramétricas para permitir su modificación sin alterar la coherencia del diseño.

Asignación de relaciones mecánicas y restricciones

Se aplicaron restricciones de posición, alineación, concentricidad y paralelismo para vincular correctamente las partes entre sí. Esto permitió que el ensamblaje reproduzca los movimientos reales de la máquina.

Ensamblaje completo del sistema

Una vez moldeado todas las piezas, se integró un ensamblaje general que representa a la máquina completa. Esto permitió verificar compatibilidades, detectar interferencias, revisar tolerancias y evaluar la movilidad de los actuadores hidráulicos.

c. Realización de análisis dinámico y estructural

El análisis dinámico y estructural se llevó a cabo utilizando simulación por elementos finitos (FEA). Primero se definieron las cargas reales de operación, incluyendo fuerzas hidráulicas, peso propio y presiones internas. Luego se preparó el modelo 3D, simplificando geometrías, asignando materiales y configurando las

uniones entre componentes.

Posteriormente se generó un tipo de malla sólida basada en curvatura de combinado con elementos cuadráticos de segundo orden y restricciones correspondientes. Se realizó análisis estático para evaluar tensiones, deformaciones, desplazamientos y factor de seguridad.

d. Realización de análisis dinámico y estructural

Planos CAD

Los planos CAD fue generado a partir del modelo tridimensional desarrollado en el software de diseño. Se obtuvo vistas normalizadas (frontal, lateral y superior), cortes seccionales, detalles y acotación correspondiente conforme a las normas ISO de dibujo técnico. Estos planos incluyeron dimensiones, tolerancias, materiales y especificaciones necesarias para la fabricación de cada componente.

Planos hidráulicos (Fluid SIM)

Se elaboró el diagrama cascada para luego realizar en el software los planos hidráulicos en Fluid SIM utilizando simbología estandarizada conforme a la norma ISO 1219. La simulación en Fluid SIM permitió verificar la secuencia de funcionamiento, corregir errores de diseño y garantizar que el circuito hidráulico operara adecuadamente bajo las condiciones establecidas.

Planos eléctricos

Los planos eléctricos fueron elaborados empleando simbología normalizada para control industrial. Se definió la lógica de operación del sistema y se organizó el esquema en un formato secuencial que facilita su interpretación durante la instalación y el mantenimiento.

Paso 03: Análisis económico

a. Valor Actual Neto (VAN)

Procedimiento aplicado

Se utilizó la proyección de los costos asociados al proyecto (diseño, materiales, fabricación, mano de obra, mantenimiento) y se estimaron los ingresos anuales según la capacidad de producción de la máquina.

Se determinó los flujos de caja netos por cada periodo y se actualizó cada flujo a valor presente mediante la tasa de descuento.

Se sumó los valores presentes y se restó la inversión inicial para obtener el VAN.

La fórmula general del VAN es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

F_t : son los flujos de dinero en cada periodo tiempo

I_0 : es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n : es el número de periodos de tiempo

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

VAN > 0: El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.

VAN = 0: El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.

VAN < 0: El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

b. Análisis mediante herramientas TIR (Tasa Interna de Retorno).

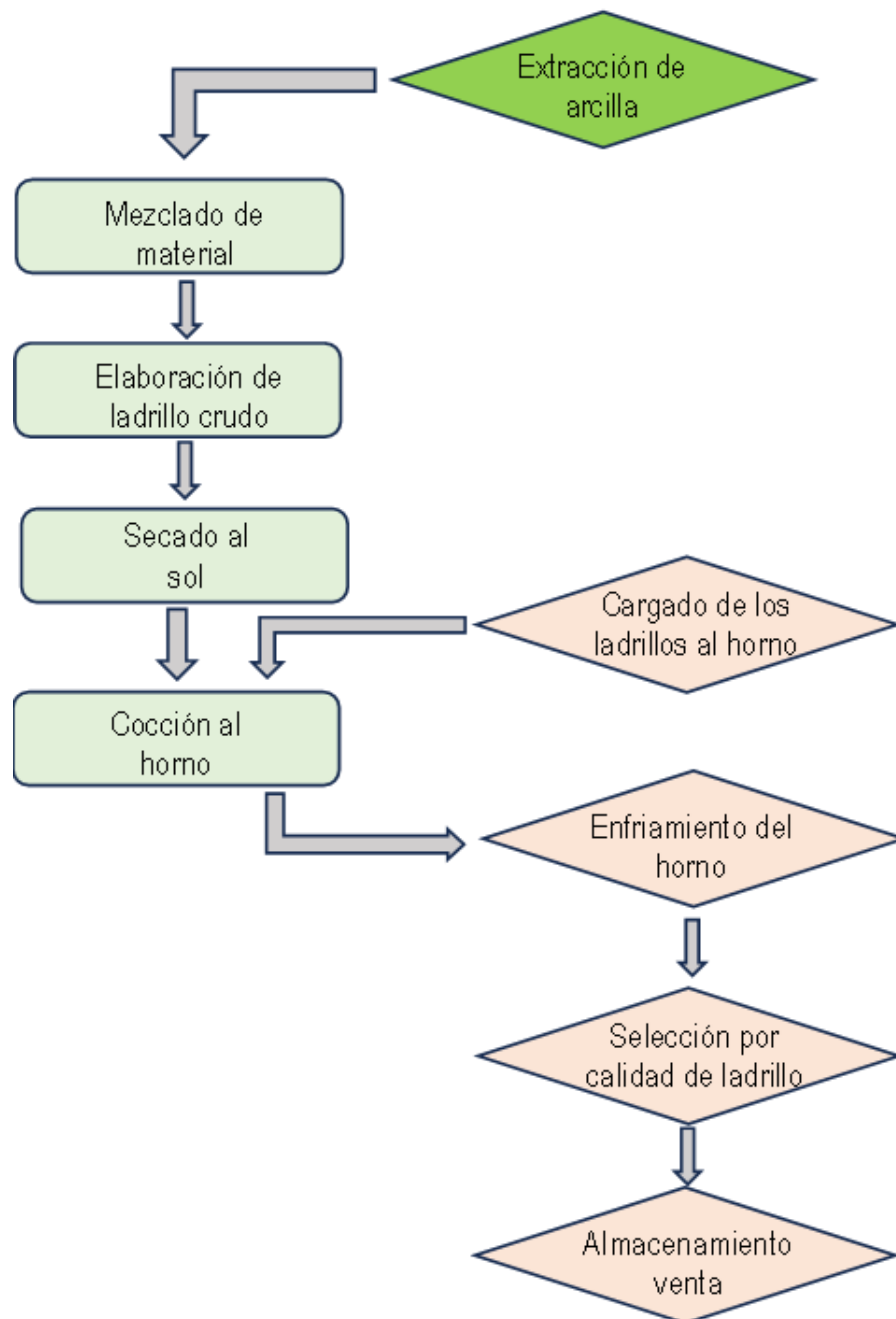
Procedimiento aplicado

Se empleó los mismos flujos de caja utilizados para el VAN y mediante un proceso de iteración en hoja de cálculo se determinó la tasa que iguala el VAN a cero.

Se comparó la TIR obtenida con la tasa de descuento y la TIR fue mayor que la tasa de descuento, por lo tanto, se consideró que el diseño de la máquina es económicamente viable.

Figura 11

Diagrama de proceso de fabricación de ladrillo de manera artesanal.



III. RESULTADOS

3.1 Primer objetivo específico: Determinar los parámetros de diseño de la máquina hidráulica semi -automática.

Dimensiones del ladrillo a fabricar

Tabla 3

Tabla de características de ladrillo elaborado artesanalmente.

Denominación	Características (mm)			Usos y aplicación
	Largo	Alto	Ancho	
Ladrillo	230	110	120	Ladrillo para muro
Peso	4.93 kg.			
Volumen	1772 cm ³			

Figura 12

Imagen de bloque de ladrillo King Kong.



Capacidad de producción

Bloques por ciclo: 9

Bloques por hora: 342

Figura 13

Moldes de 9 bloques por cada ciclo.

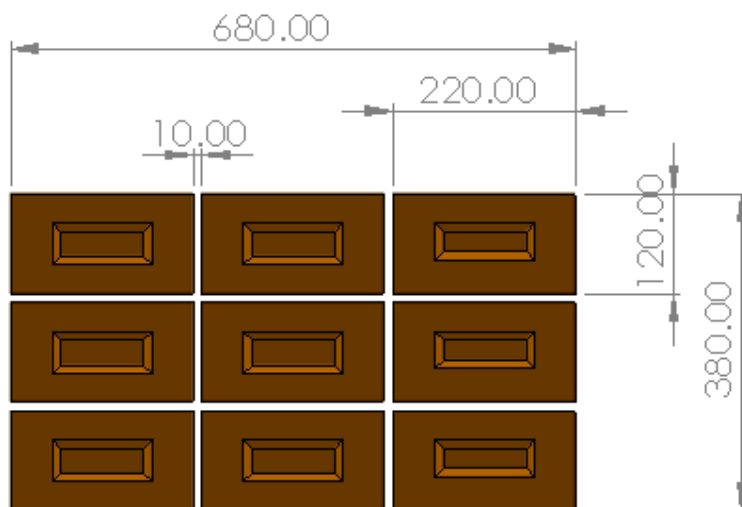


Tabla 4

Tiempo para cada ciclo de la máquina.

Sección	Descripción	Tiempo estimado
Desplazamiento horizontal de la bandeja de alimentación	Lleva mezcla al molde	15 s
Movimiento vertical descendente del sistema de compactación	Baja el pisón y compacta	12 s
Movimiento vertical ascendente del molde base	Eleva el bloque moldeado	10 s
Retiro del carro de expulsión / bandeja vacía	Retira bandeja o reinicia	18 s
Margen de seguridad y retorno	Retornos, ajustes, reinicio	16 s
Cargar material con elevador	Elevador	8 s
Total, por ciclo		79 s

El tiempo de selección de los parámetros de tiempo es ajustable a la programación empleada por los dispositivos de control para cada proceso a realizar.

- a. **Determinar la fuerza que requiere el material para ser comprimido a las condiciones adecuadas.**

Cálculo de la fuerza de la bandeja de alimentación.

Este movimiento traslada la bandeja con mezcla hacia la zona del molde. Es esencial para alimentar cada cavidad de forma uniforme.

Datos entrada:

Peso bandeja: 16 kg

Peso material: 50 Kg

Peso Total: 66 kg para efectos de cálculo se aproximará a 100 Kg.

- Calculamos las fuerzas en el eje y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ F - mg &= 0 \\ F &= mg\end{aligned}$$

Donde:

F: Fuerza aplicada

m: masa

g: gravedad

$$\begin{aligned}F &= (100Kg) \times 9.8 \frac{m}{s^2} \\ F &= 980N\end{aligned}$$

- Calculamos las fuerzas en el eje x

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma \\ F - Fr &= ma\end{aligned}$$

Donde:

Fr: Fuerza rozamiento

N: fuerza normal

μ : coeficiente de rozamiento

$$Fr = \mu * N$$

$$Fr = 0.8 * 980N$$

$$Fr = 784N$$

Cálculo de la aceleración

$$a = \frac{vf - vi}{t_{ra}}$$

$$v = \frac{d}{t_p}$$

Donde:

v_i = Velocidad inicial

$v_f = v$ = Velocidad final

d : distancia de la carrera del pistón en metros (400 mm)

t_p : tiempo que demora en ir y volver el pistón

t_{ra} : tiempo de reacción del pistón

$$vi = 0 \frac{m}{s}$$

$$vf = \frac{0.4 m}{15 s} = 0.03 \frac{m}{s}$$

Conociendo las velocidades y el tiempo se procederá a determinar la aceleración:

$$a = \frac{vf - vi}{t}$$

$$a = \frac{0.03 \frac{m}{s} - 0 \frac{m}{s}}{0.1seg} = 0.3 \frac{m}{s^2}$$

Sustituyendo en la ecuación de fuerza en x

$$F - Fr = ma$$

$$F = 784N + 100Kg * 0.3 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 784N + 30N = 814N$$

- **Cálculo del Movimiento vertical descendente del sistema de compactación superior:**

Corresponde al bajado del pisón o prensa superior, que aplica presión sobre la mezcla dentro del molde.

Según la norma DIN V 18152-100, que establece los requisitos para bloques macizos de hormigón ligero, se recomienda una presión de compactación mínima de **1 kg/cm²** durante el proceso de moldeo para garantizar una densidad uniforme y una adecuada cohesión interna del material.

Donde:

A_{comp} : Área de la bloquera cuyas medidas son 680 mm de largo y 320 mm de ancho.

P_{comp} : 1 kg/cm² - presión de compactación del material.

$$A_{comp} = 0.2584m^2$$

$$F_{comp} = P_{comp} * A_{comp}$$

$$F_{comp} = 0,098 * 10^6 Pa * 0.2584m^2$$

$$F_{comp} = 25323.2N \approx 25.3KN$$

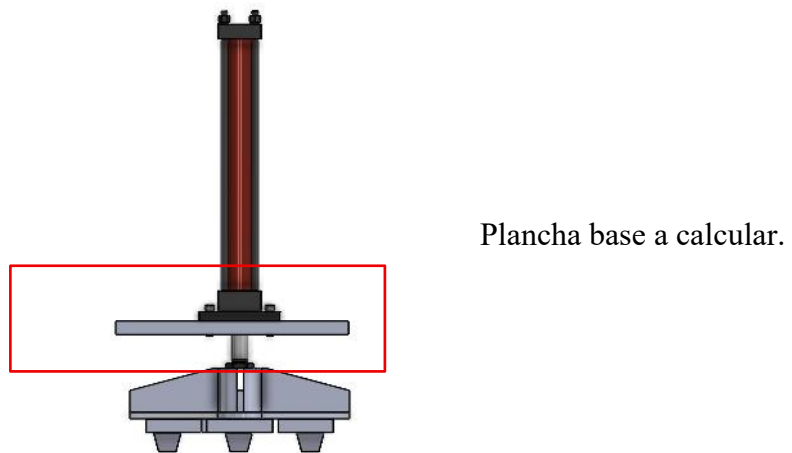
Cálculo de espesor de placa soporte base.

En esta subbase del diseño estructural se analizan dos componentes esenciales del sistema de compactación vertical:

- ✓ La plancha base del soporte del pistón, que actúa como superficie de anclaje para el cilindro encargado de aplicar la fuerza descendente.
- ✓ La estructura molde, que recibe directamente la carga vertical generada durante la compactación de la mezcla cerámica en los moldes.

Figura 14

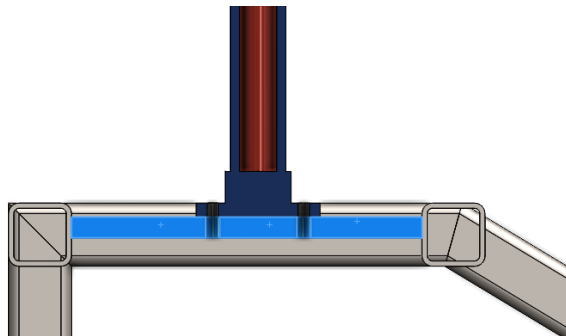
Sistema de movimiento vertical.



Espesor mínimo de plancha de soporte.

Figura 15

Estructura del elemento a someter a análisis estructural.



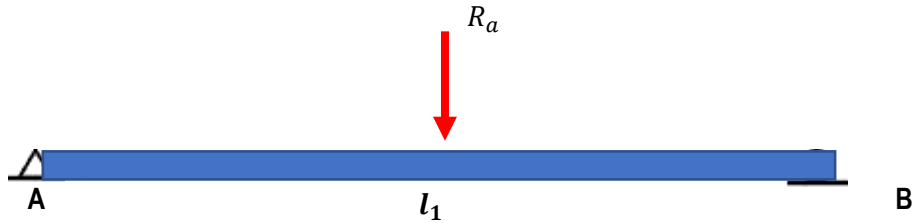
A continuación, se presentarán los análisis estructurales de cada elemento para definir su espesor partiendo de las medidas y material consideradas anteriormente.

A continuación, se presenta el diagrama de cargas.

Diagrama de fuerzas

Figura 16

Diagrama de carga del material.



A continuación, se presentarán los análisis estructurales de cada elemento para definir su espesor partiendo de las medidas y material consideradas anteriormente.

A continuación, se presenta el diagrama de cargas.

Donde:

$$l_1 = 0.400m$$

$$R_a = 25300N$$

Cálculo de momento máximo

$$M_{max} = \frac{F * l}{4}$$

Sustituyendo:

$$M_{max} = \frac{25300 * 0.400}{4} = 2530Nm$$

Cálculo de reacciones

$$R_A = R_B = \frac{25300}{2}$$

Sustituyendo:

$$R_A = R_B = \frac{25300}{2} = 12650N$$

Figura 17

Diagrama de momento y corte de material.

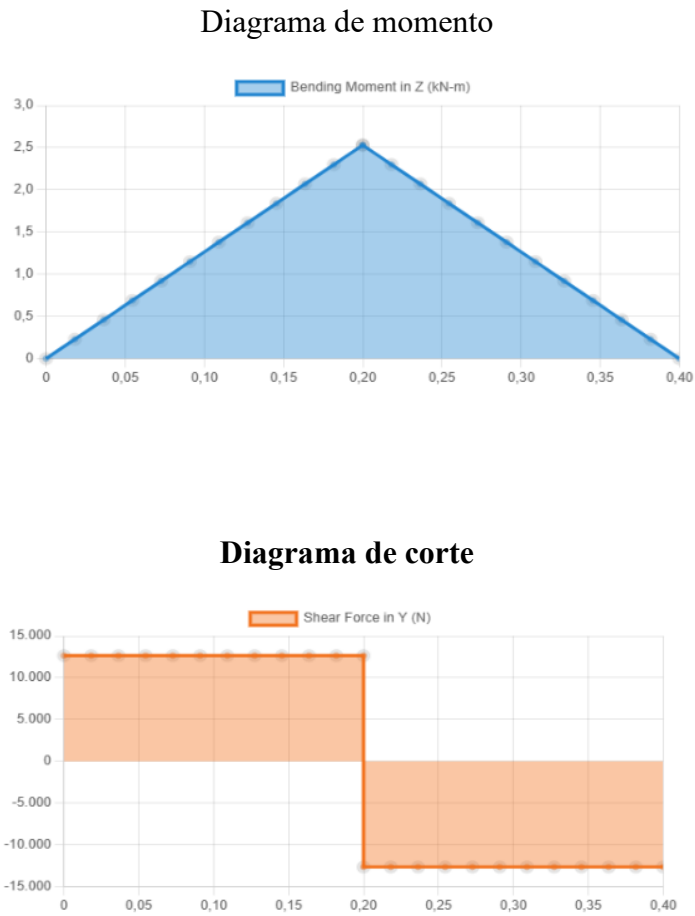


Tabla 5

Resultados de reacciones y momento del material.

Resultados de reacciones en: x e y.

Distancia	y
0 m	12650 N
0.52 m	12650 N

Resultado de momento Máximo

Resultado	Max
Momento	2530 N.m.

Esfuerzo admisible

Se tomará un Factor de seguridad de 2 para Flexión

$$\sigma_{adm(t)} = \frac{250Mpa}{2} \rightarrow \sigma_{adm(t)} = 125Mpa$$

Para determinar el esfuerzo a flexión se aplica la siguiente ecuación:

$$\sigma_{Flexion} = \frac{M_{MAX} * C}{I}$$

Donde:

$\sigma_{Flexion}$ = Esfuerzo de trabajo

C = Centro de gravedad al punto mas alejado

I = Inercia

C/I se puede expresar como módulo de sección, por lo tanto, se determinará el módulo de sección mínimo partiendo del esfuerzo admisible y el momento máximo.

$$\sigma_{Flexion} = \frac{M_{MAX}}{S_w}$$

$$S_w = \frac{2530Nm}{125 * 10^6 Pa}$$

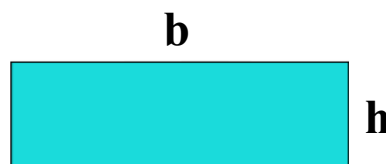
$$S_w = 2.024 * 10^{-5} m^3 = S_w = \mathbf{20.24 cm^3}$$

Con este módulo de sección podrá escogerse un perfil que su módulo de sección supere al calculado, sin embargo, se han analizado mucho sistema de suspensión de este tipo y en su mayoría utilizan plancha de acero.

Cálculo de espesor mínimo partiendo del módulo de sección encontrado.

Figura 18

Módulo de sección de un rectángulo.



Sección transversal

$$S_w = \frac{I_y}{C}$$

Donde:

$$I_y = \text{inercia} = \frac{1}{12} h^3 b \quad h = \text{espesor}$$

$$C = \frac{h}{2}$$

Se tomará un ancho de 0.4 m de manera de poder determinar el espesor que cumpla la condición del módulo de sección anterior.

$$S_w = \frac{\frac{1}{12} h^3 b}{\frac{h}{2}}$$

$$S_w = \frac{\frac{1}{12} (h)^2 * (0.4)}{\frac{1}{2}}$$

$$S_w = 0.066 * h^2$$

Sustituyendo el módulo de sección anterior:

$$\sqrt{\frac{2.024 * 10^{-5} m^3}{0.066}} = h = 0.0175$$

$$h = 17.5 mm$$

Se tomará un espesor de plancha de 17 mm con reforzamiento.

- **Cálculo del movimiento vertical ascendente de la bandeja inferior o molde base:**

Esta acción eleva el bloque moldeado, liberándolo del molde y facilitando su extracción.

Dado que el molde inferior debe ascender verticalmente para liberar los bloques ya compactados, es necesario considerar una carga adicional al peso propio del molde que compense tanto la fricción estática inicial como la succión superficial entre mezcla y paredes.

Donde:

F_{Molde} : 40 kg o 392 N.

Fuerza de compactado: 25300 N.

Adicional: 10% por fricción y descompresión

Por lo tanto, la **carga total de ascenso** se justifica como:

$$F_{\text{ascenso}} = F_{\text{Molde}} + (0.10 * F_{\text{Compactado}})$$

$$F_{\text{ascenso}} = 2922N$$

- **Cálculo del retorno horizontal izquierdo del carro de expulsión o desplazamiento de bandeja vacía:**

Esta acción eleva el bloque moldeado, liberándolo del molde y facilitando su extracción.

Peso bandeja vacía: 34 kg

Peso del compactado es de 50 kg

Peso total: 84 se aproximará a 100 Kg

$$\sum F_y = 0$$

$$P - mg = 0$$

$$P = mg$$

Donde:

P : peso del molde

m : masa en kg

g : gravedad

$$\sum F_x = ma$$

$$F - Fr = ma$$

Donde:

$$Fr = \mu * N$$

$$Fr = 0.1 * 980N$$

$$Fr = 98N$$

Cálculo de la aceleración

$$a = \frac{vf - vi}{t_{ra}}$$

$$v = \frac{d}{t_p}$$

Donde:

v_i = Velocidad inicial

$v_f = v =$ Velocidad final

d : distancia de la carrera del pistón en metros (500 mm)

t_p : tiempo que demora en ir y volver el pistón

t_{ra} : tiempo de reacción del pistón (de 0.1 a 2 s, según Fluid Power Engineering)

$$v_i = 0 \frac{m}{s}$$

$$v_f = \frac{0.5 m}{18 s} = 0.03 \frac{m}{s}$$

Conociendo las velocidades y el tiempo se procederá a determinar la aceleración:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$a = \frac{0.03 \frac{m}{s} - 0 \frac{m}{s}}{0.1 \text{seg}} = 0.3 \frac{m}{s^2}$$

Sustituyendo en la ecuación de fuerza en x

$$F - Fr = ma$$

$$F = 98 N + 100Kg * 0.3 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 98 N + 30N = 120 N$$

b. Cálculo de la fuerza hidráulica.

Cálculo del sistema hidráulico para el cilindro hidráulico principal.

Los elementos que requieren un procedimiento de cálculo son, el cilindro hidráulico y la bomba; los demás elementos se seleccionan para el caudal y presión de diseño.

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * F_a}{\pi * \sigma_{adm}}}$$

Se tomará un factor de seguridad de 1.5:

Sustituyendo los valores:

$$\sigma_{adm(t)} = \frac{310Mpa}{F_s}$$

$$\sigma_{adm(t)} = 206.66Mpa$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * F_a(N)}{\pi * 206.66Mpa}}$$

Donde:

$\sigma_{adm(t)}$ = deformación admisible del material

D_{min} = diámetro mínimo de los pistones hidráulicos. (Ver tabla 06)

F_a = fuerza aplicada que se ejerce en cada uno de los elementos móviles. (Ver tabla 07)

$$D_{min} = x$$

Comprobación de la longitud del vástago o carrera.

Para determinar si el diámetro del vástago es óptimo y no fallará por pandeo es necesario ubicar los valores de la fuerza de tracción, longitud entre fijaciones y factor de seguridad en el diagrama de pandeo y ver el rango de permisibilidad que ofrece el gráfico.

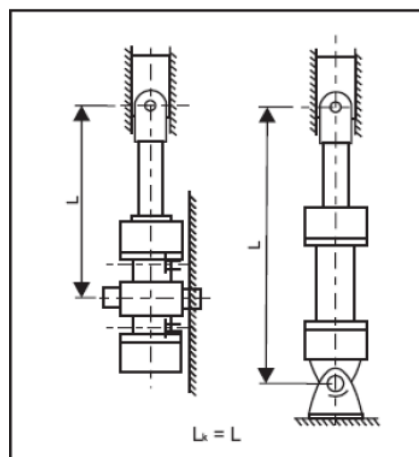
Donde:

$$Ft = 25.3 KN$$

$$L_k = \text{Distancia entre apoyos} = 500 \text{ mm}$$

Figura 19

Tipo de fijaciones de cilindros hidráulicos.



Inercia del vástago:

Se toma como dato el diámetro mayor del pistón, en términos comerciales se tomará uno con un eje macizo de diámetro de 25 mm.

Donde:

Diámetro: 25 mm = 0,025 m.

Longitud: L = 500 mm = 0.5 m

Factor de seguridad: $F_s = 2$

Módulo de elasticidad de acero: $E = 210 \text{ GPa} = 210 \times 10^9 \text{ Pa}$

Condición de extremos: $k = 1$

Calculamos el momento de inercia del vástago

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi(0.025)^4}{64} = 1.92 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

Cálculo de fuerza crítica del vástago:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

Sustituyendo:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 (210 \times 10^9) (1.92 \times 10^{-8})}{(1 \times 0.5)^2} = 1.59 \times 10^5 \text{ N}$$

$$F_{cr} = 159 \text{ KN}$$

Fuerza admisible con factor de seguridad

$$F_{ad} = \frac{F_{cr}}{F_s}$$

$$F_{ad} = \frac{159 \text{ KN}}{2}$$

$$F_{ad} = 79.5 \text{ KN}$$

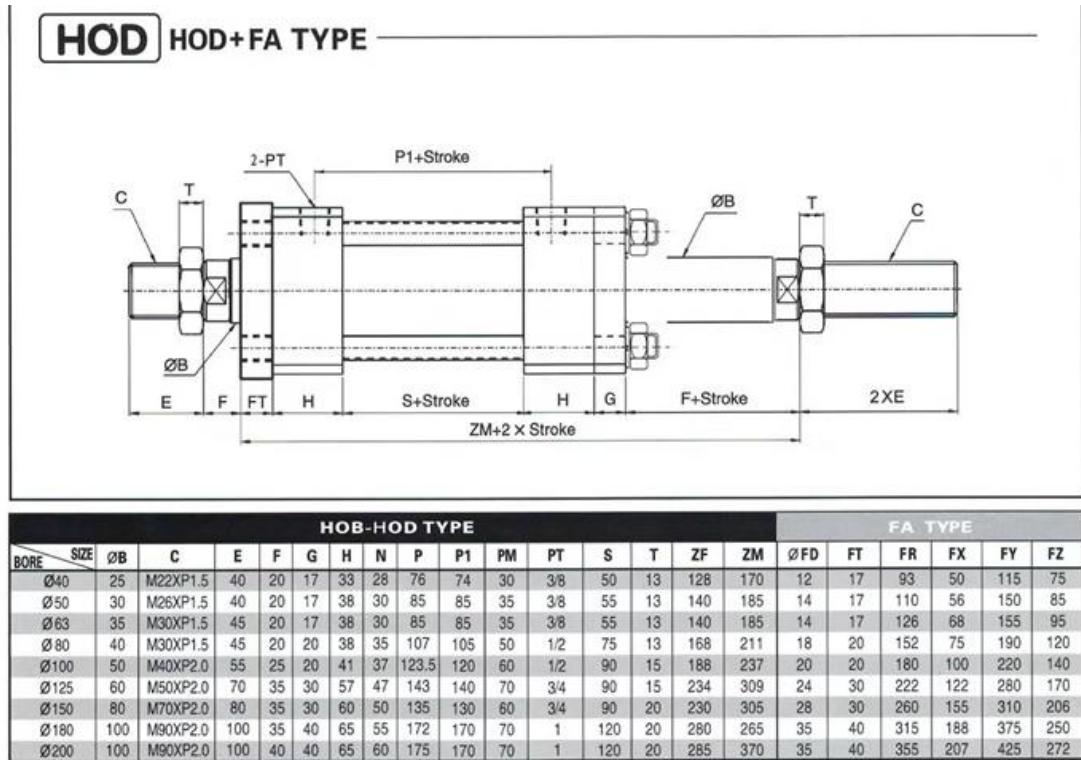
Por lo tanto

$$F_{ad} = 79.5 \text{ KN} > 25 \text{ KN}$$

La fuerza admisible del vástago supera la fuerza crítica calculada del pistón que ejerce mayor presión sobre la carga de compactación.

Figura 20

Catálogo de selección de pistones hidráulicos.



Fuente: obtenido de Zhuhai Smart Hydraulic Technology.

c. Selección de pistones hidráulicos y cálculo de la bomba hidráulica.

Cálculo de presión de los cilindros hidráulicos

Tabla 6

Selección de pistones hidráulicos.

Descripción	D_i	D_e	Carrera
Pistón 01	25 mm	40 mm	500 mm
Pistón 02	25 mm	40 mm	400 mm
Pistón 03	25 mm	40 mm	250 mm
Pistón 04	25 mm	40 mm	500 mm

$$A_{pi} = \frac{\pi * D_e^2}{4}$$

Donde:

A_{pi} = área del pistón

$$A_{pi} = \frac{\pi * (40mm)^2}{4}$$

$$A_{pi} = 1256.63mm^2 = 0.00125m^2$$

Para la presión del pistón se aplica la siguiente ecuación partiendo de la fuerza total:

$$P_{maxp} = \frac{F_t}{A_{pi}}$$

Sustituyendo:

$$P_{max} = \frac{0.814kN}{0.00125m^2}$$

$$P_{max} = 651.2 \text{ kPa}$$

Aplicando el mismo procedimiento se obtienen las presiones restantes:

Tabla 7

Presiones para selección de cilindros hidráulicos.

Sección	1	2	3	4
Fuerza aplicada	0.814 kN	25.3 kN	2.922 kN	0.120 kN
Diámetro mínimo	2.26 mm	12.48 mm	4.24 mm	0.95 mm
Área	0.00125 m ²	0.00125 m ²	0.00125 m ²	0.00125 m ²
Presión	651.2 kPa	13315.4 kPa	2337.6 kPa	96 kPa

Cálculo del caudal requerido:

Para seleccionar el caudal usamos la presión máxima de la tabla anterior para realizar los cálculos correspondientes.

Datos:

P_{pi} = Presión mayor del pistón

A_{pi} = área del pistón (bore/stroke) = $0.00125m^2$

L: longitud máxima de los pistones 0.5 m

Q = caudal en volumétrico (m^3/s)

$Q_{L/min}$ = caudal en litros por minuto

$$v = \frac{L}{t}$$

$$Q = A_{pi} \cdot v$$

$$Q_{L/min} = Q \times 1000 \times 60$$

Potencia hidráulica

$$P_h = P_{pi} * Q_{L/min}$$

Donde:

P_h = Potencia hidráulica

Potencia eléctrica del motor

$$P_e = \frac{P_h}{n}$$

Donde:

n = eficiencia del motor de 0.85

P_e = Potencia eléctrica

Tabla 8

Tabla de datos para pistón hidráulico máximo con un diámetro BORE = 40 mm y una carrera de 0.5 m.

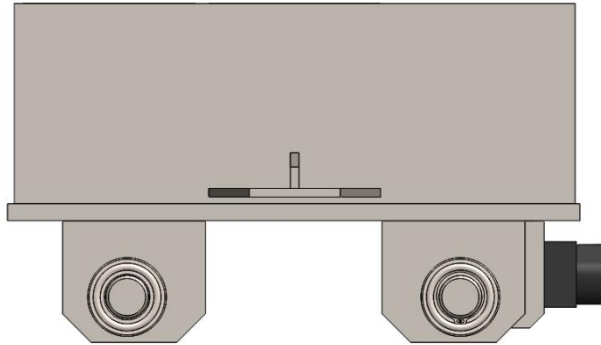
Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Caudal (L/min)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Eléctrica (kW)
5	0.1000	0.000126	7.5398	1.6732	1.9685
6	0.0833	0.000105	6.2832	1.3943	1.6404
7	0.0714	0.000090	5.3856	1.1952	1.4061
8	0.0625	0.000079	4.7124	1.0458	1.2303
9	0.0555	0.000070	4.1888	0.9296	1.0936
10	0.0500	0.000063	3.7699	0.8366	0.9842
11	0.0454	0.000057	3.4272	0.7606	0.8948
12	0.0416	0.000052	3.1416	0.6972	0.8202
13	0.0384	0.000048	2.8999	0.6435	0.7571
14	0.0357	0.000045	2.6928	0.5976	0.7030
15	0.0333	0.000042	2.5133	0.5577	0.6562
16	0.0312	0.000039	2.3562	0.5229	0.6152
17	0.0294	0.000037	2.2176	0.4921	0.5790
18	0.0277	0.000035	2.0944	0.4648	0.5468
19	0.0263	0.000033	1.9842	0.4403	0.5180
20	0.0250	0.000031	1.88496	0.4183	0.4921

Se seleccionó una potencia del motor de 2 HP para el sistema hidráulico con un caudal de 5 L/min, para una configuración de parámetros de valores de tiempo para los ajustes del ciclo repetitivo de la máquina hidráulica desde 5 a 20 segundos por cada sección de funcionamiento.

Selección de rodamientos

Figura 21

Selección de rodamientos (rodajes).



Selección de rodamientos:

A continuación, se presenta el Cálculo de carga equivalente:

$$f = V(X)F_{rx} + (Y)F_{Ay}$$

Donde:

f = Carga dinámica equivalente del rodamiento (KN)

V = Factor de rotación ($V=1$, si anillo interior gira)

X = factor de carga radial

Y = factor de carga axial

F_{rx} = Carga radial real del rodamiento. (25300 N/4 → 6325 N)

F_{Ay} = Carga axial real del rodamiento.

Para determinar la carga axial producida por la carga radial, se utilizará la siguiente expresión:

$$F_{Ay} = \frac{0.47(F_{Radial})}{K}$$

Donde: K es el coeficiente de carga entre las capacidades de carga radial y axial

$K=1$ Para cojinetes radiales.

$$F_{Ay} = \frac{0.47(6325N)}{1}$$

$$F_{Ay} = 2972.8N$$

Ahora seleccionamos los valores X_1 y Y_1 de la tabla de cojinetes radiales y axiales simplificados, seleccionando un rodamiento de contacto radial:

Figura 22

Tabla de valores de cojinetes radiales.

Tipo de Rodamiento	X1	Y1	X2	Y2
De contacto radial	1	0	0.50	1.4
De contacto angular suave	1	1.25	0.45	1.2
De contacto angular fuerte	1	0.75	0.4	0.75
De doble fila	1	0.75	0.63	1.25

Fuente: Cojinetes radiales y axiales simplificados. SKF (2006)

$$f = VXF_{rx} + YF_{Ay}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación de carga equivalente X2 Y2:

$$f = 0.50 * 1 * 6325N + 1.4 * 2972.8N$$

$$f = 7324.42N$$

$$L = \left(\frac{C}{F}\right)^P$$

Donde:

L= Duración nominal expresada en millones de revolución

C=Capacidad de carga base

F= carga equivalente

P= Factor de rodamiento (3 para rodamiento bolas)

Horas de servicio = 300-3000

$$L = 1500Hrs \left(\frac{20rev}{min}\right) \left(\frac{60min}{hrs}\right)$$

$$L = 1800000rev = 1.8 * 10^6 Rev$$

Despejando la capacidad de carga

$$C = \sqrt[p]{L} * F$$

$$C = \sqrt[3]{1.8} * 7324.42N.$$

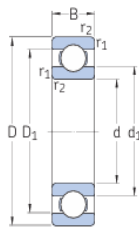
$$C = 8909N = 8.9KN$$

Se elige un rodamiento radial de bola comercial 6206 con capacidad de carga de 11,2 KN eligiendo una chumacera de piso.

Figura 23

Rodamientos rígidos de una hilera de bolas.

1.1 Rodamientos rígidos de una hilera de bolas
d 30 – 35 mm



2Z



2RZ



2RS1



2RSH

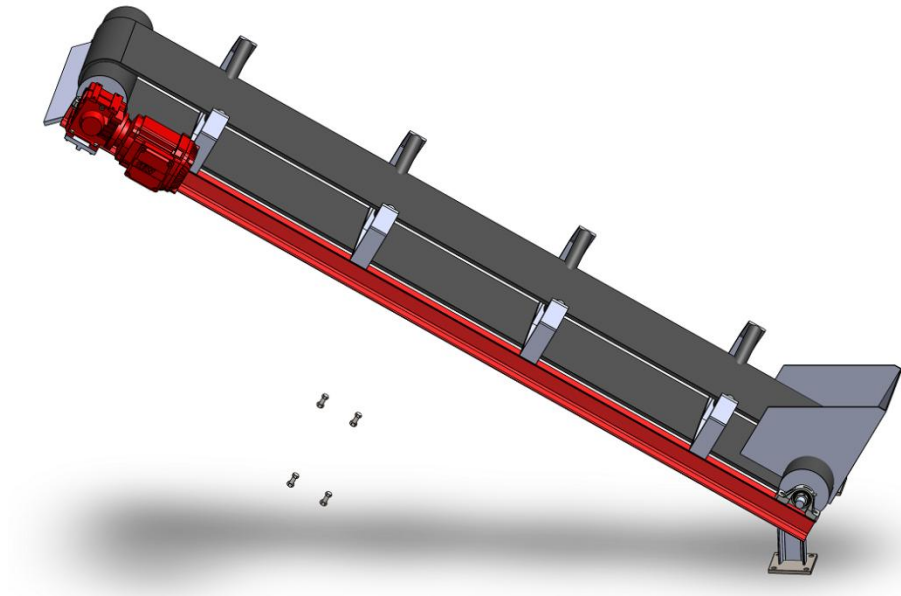
Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designaciones	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite ¹⁾		Rodamiento abierto o tapado en ambos lados	tapado en un lado ¹⁾
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	-	
30 cont.	55	9	11,9	7,35	0,31	28 000	17 000	0,089	▶ 16006	-
	55	13	13,8	8,3	0,355	28 000	17 000	0,12	▶ 6006	-
	55	13	13,8	8,3	0,355	-	8 000	0,12	▶ 6006-2RS1	6006-RS1
	55	13	13,8	8,3	0,355	28 000	14 000	0,12	▶ 6006-2RZ	6006-RZ
	55	13	13,8	8,3	0,355	28 000	14 000	0,12	▶ 6006-2Z	6006-Z
	55	19	13,3	8,3	0,355	-	8 000	0,17	▶ 63006-2RS1	-
	62	16	20,3	11,2	0,475	24 000	15 000	0,2	▶ 6206	-
	62	16	20,3	11,2	0,475	-	7 500	0,21	▶ 6206-2RSH	6206-RSH
	62	16	20,3	11,2	0,475	24 000	12 000	0,2	▶ 6206-2RZ	6206-RZ
	62	16	20,3	11,2	0,475	24 000	12 000	0,21	▶ 6206-2Z	6206-Z
	62	16	23,4	12,9	0,54	24 000	15 000	0,18	▶ 6206 ETN9	-
	62	20	19,5	11,2	0,475	-	7 500	0,25	▶ 62206-2RS1	-
72	19	29,6	16	0,67	20 000	13 000	0,35	▶ 6306	-	
72	19	29,6	16	0,67	-	6 300	0,35	▶ 6306-2RSH	▶ 6306-RSH	

Fuente: SKF (2006)

Cálculo, diseño y selección para elevador de carga

Figura 24

Elevador de carga de material



Velocidad Lineal = 0.1m/s (Para este tipo de transportadores se manejan velocidades bajas)

Masa a transportar: 150 kg (máxima para efectos de cálculo).

Longitud: 2.5 m.

Diámetro de rodillo tambor: 15 cm

Inclinación: 30°

Figura 25

Selección de diámetro motriz de transportador

· Ancho de banda (A)	· 60 a 800mm
· Diámetro de tambor motriz	· 72, 85, 113, 150mm
· Diámetro de tambor tensor	· 22 / 60mm
· Motorización	· Extrema (en posición vertical u horizontal)
· Velocidad	· 10 a 240 metros/minuto
· Bastidor	· Hierro / Inox / Aluminio
· Guías laterales	· Fijas o regulables
· Capacidad de carga máxima	· 30 Kg
· Pies	· Regulables ±50mm.

Fuente: Kepak, (s.f.)

Fuerza a lo largo de la pendiente.

Fuerza tangencial $F = m \cdot g \cdot \sin \theta$

$$F = 150 \text{ kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \sin 30$$

$$F = 735.75 \text{ N}$$

Potencia útil

Potencia para mover a velocidad constante: $P = F \cdot v$

$$P_{\text{util}} = 735.75 \times 0.10$$

$$P_{\text{util}} = 73.6 \text{ W}$$

Potencia requerida en el motor

$$P_{\text{motor}} = \frac{P_{\text{util}}}{n_{\text{motor}}}$$

$$P_{\text{motor}} = \frac{73.6}{0.85}$$

$$P_{\text{motor}} = 86.6 \text{ W}$$

Donde:

P_{motor} = Potencia del motor

$P_{\text{útil}}$ = Potencia útil

n_{motor} = Eficiencia del motor

Cálculo de tensiones de trabajo.

Para determinar la tensión ejercida de la banda hacia el eje motriz se aplicará la siguiente ecuación:

$$F_t = \frac{P_t * 1000}{v}$$

Donde:

$$P_t = 0.0866 \text{ KW}$$

$$v = 0.1 \text{ m/s}$$

$$F_t = \frac{0.0866Kw * 1000}{0.1m/s}$$

$$F_t = 866 N$$

Una vez obtenido el valor de la fuerza tangencial, aplicamos la ecuación de Euler-Eytelwein que establece la relación entre las tensiones de cada ramal de la cinta.

Ecuación 1

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha}$$

Donde:

T_1 = tensión del lado más tenso de la banda

T_2 = tensión del lado menos tenso

$\alpha = \pi$ radianes, ángulo de contacto entre la banda y tambor motriz

$\mu = 0.35$ fricción entre banda y superficie del tambor para una superficie seca y sin recubrimiento.

Por otro lado, la fuerza F_t se entiende que es la diferencia entre tensiones:

Ecuación 2 en función de T_1 .

$$F_t = T_1 - T_2$$

$$T_1 = F_t + T_2$$

Ecuación 1 en función de T_1

$$T_1 = T_2 e^{\mu\alpha}$$

$$T_1 = T_2 e^{(0.35*\pi)}$$

$$T_1 = 3T_2$$

Sustituyendo 1 en 2

$$3T_2 = F_t + T_2$$

$$2T_2 = F_t$$

$$2T_2 = 866 \text{ N}$$

$$T_2 = 433 \text{ N}$$

$$T_1 = 1299 \text{ N}$$

Cálculo de cargas sobre el tambor motriz.

A partir de las tensiones de la banda durante el arranque calculadas anteriormente, podemos calcular la fuerza de arranque que actúa sobre el tambor motriz por parte del motor para lograr acelerar la banda desde el punto cero hasta la velocidad de régimen estacionario. Las cargas que impactan directamente sobre el tambor motriz es la sumatoria de las tensiones.

$$F_{at} = T_1 + T_2$$

$$F_{at} = 1299\text{N} + 433 \text{ N}$$

$$F_{at} = 1732 \text{ N}$$

Conociendo esta fuerza se procede a determinar el par motor en el arranque:

$$M_a = \frac{F_{at} * D}{2}$$

Donde:


D = diámetro.

$$M_a = \frac{1732 * 0.150\text{m}}{2}$$

$$M_a = 130 \text{ N.m}$$

Figura 26

Características de motor para banda transportadora.

P_1 kW 1)	M_2 N.m	f_s	
0,12	308	1,12	MR 4I 63 - 11 x 140 63 B 6
	321	1,32	MR 4I 64 - 11 x 140 63 B 6
	247	1,6	MR 4I 63 - 11 x 140 63 B 6
	257	1,9	MR 4I 64 - 11 x 140 63 B 6
	198	1,7	MR 4I 63 - 11 x 140 63 A 4
	206	2	MR 4I 64 - 11 x 140 63 A 4
	203	1,9	MR 4I 63 - 11 x 140 63 B 6
	211	2,36	MR 4I 64 - 11 x 140 63 B 6
	158	2,5	MR 4I 63 - 11 x 140 63 A 4
	130	3	MR 4I 63 - 11 x 140 63 A 4
	107	3,75	MR 4I 63 - 11 x 140 63 A 4

Fuente: Obtenido de Nord Drivesystems.

Se seleccionó un motor reductor comercial de 0.12 kW con un torque de 158 N.m.

3. 2 Segundo objetivo específico: Modelar el sistema de la máquina hidráulica semi-automática mediante softwares especializados de diseño.

a. Modelado de la estructura de la máquina.

Los planos de detalle se encuentran anexados al final (Ver anexo 02).

Figura 27

Máquina hidráulica semi-automática diseñada en SolidWorks.

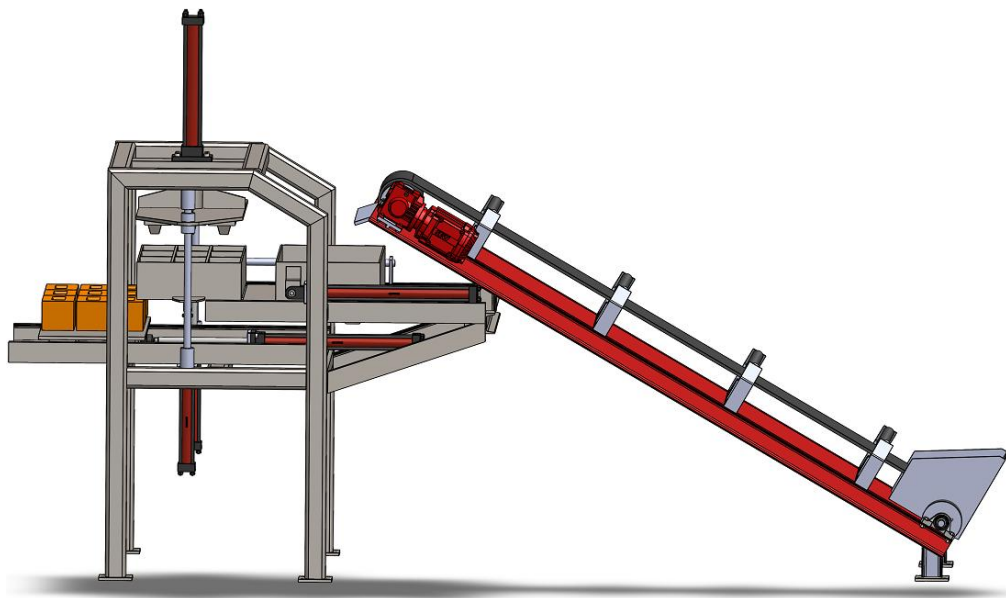


Figura 28

Partes de diseño de la máquina.

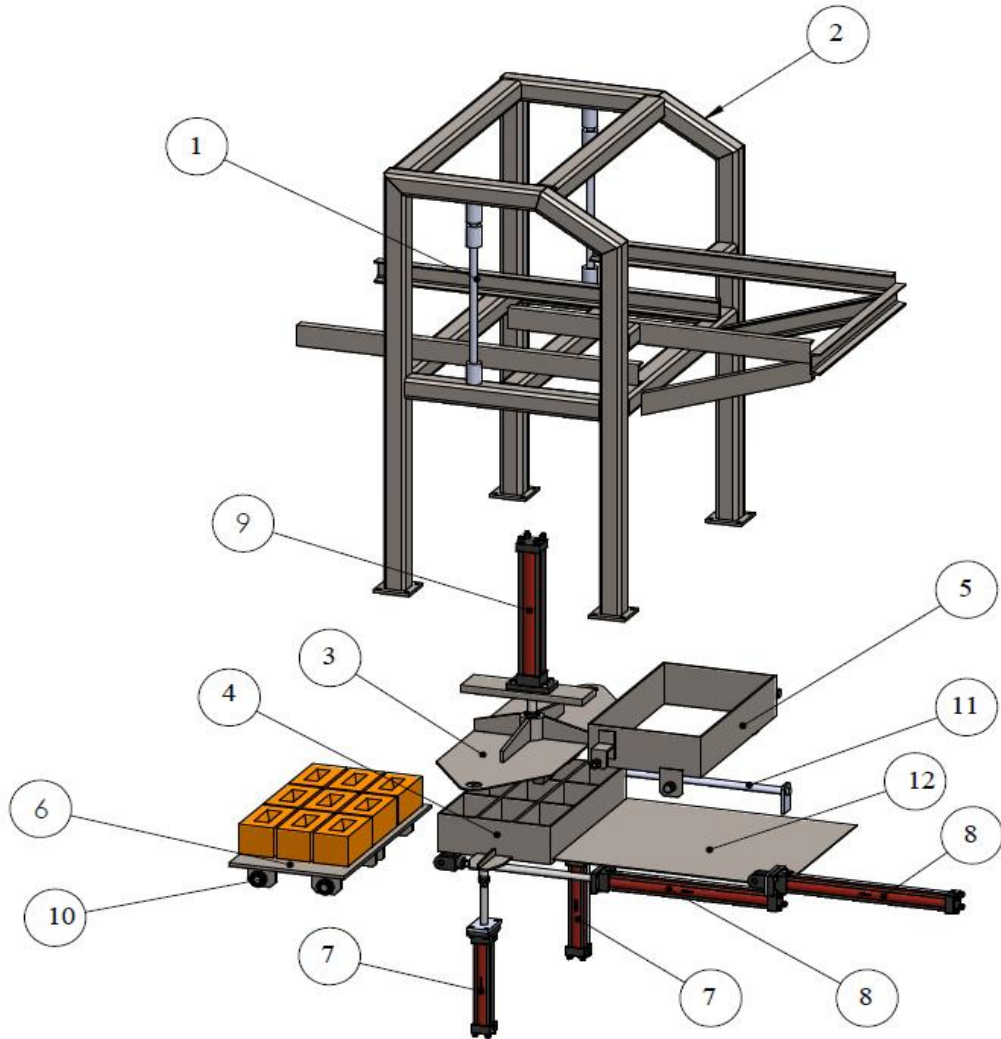


Tabla 9

Descripción de la composición de los materiales principales de la máquina.

ÍTEM	NOMBRE DE PIEZA	MATERIAL
1	Barra corrediza de compactación	Acero ASTM A-36
2	Estructura metálica de la máquina	A-36
3	Sistema de compactación	A-36
4	Molde base	A-36
5	Tolva de alimentación	A-36
6	Base corrediza	A-36
7	Pistón hidráulico carrera 250 mm	Acero aleado
8	Pistón hidráulico carrera 500 mm	Acero aleado
9	Pistón hidráulico carrera 400 mm	Acero aleado
10	Rodajes de 30 mm	A-36
11	Barra corrediza transporte material	A-36
12	Plancha base de material	A-36

Figura 29

Estructura de transporte de material.

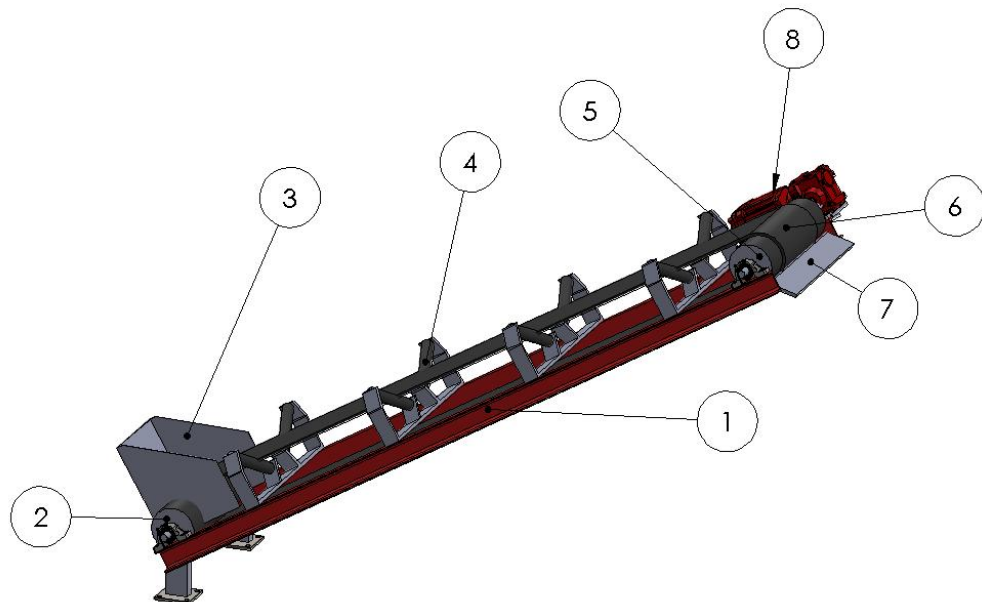


Tabla 10

Descripción de los componentes principales de la estructura de transporte de material.

ÍTEM	NOMBRE DE PIEZA	MATERIAL
1	Soporte banda transportadora	Acero ASTM A-36
2	Chumacera	Hierro fundido
3	Almacenamiento de material	A-36
4	Corredera de banda transportadora	A-36
5	Banda transportadora	Caucho
6	Rodillo tambor	Acero aleado
7	Plancha descarga	A-36
8	Motor Reductor 0.12 kW	-

b. Realizar análisis dinámico y verificación estructural del sistema.

La máquina bloquera presentada opera mediante un sistema de movimientos mecánicos combinados que permiten el moldeado, compactación y expulsión eficiente de bloques. Está compuesta por dos mecanismos de desplazamiento vertical (superior e inferior) y dos de desplazamiento horizontal (laterales), los cuales coordinan la alimentación de la mezcla, la colocación del molde y la liberación del bloque moldeado.

Figura 30

Elementos de desplazamientos móviles.

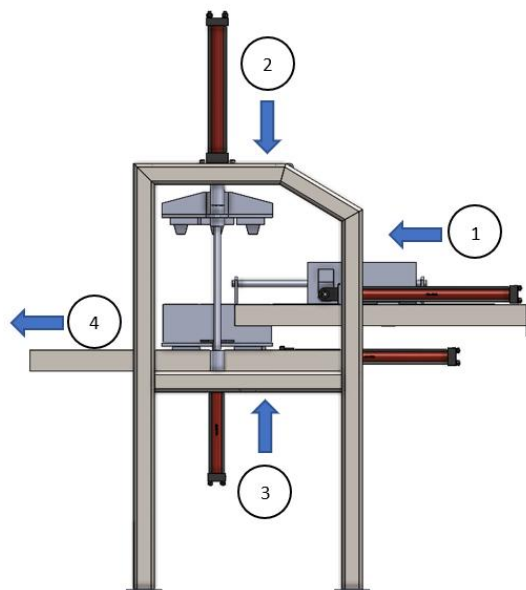


Tabla 11*Descripción de elementos de desplazamientos móviles.*

Sección	Descripción	Fuerza aplicada
1	Tolva de alimentación	0.814 KN
2	Sistema de compactación	25.300 KN
3	Bandeja inferior o molde base	2.922 KN
4	Carro de expulsión o retorno	0.20 KN

Tabla 12*Datos con valores mínimos para selección de cilindros hidráulicos.*

Sección	1	2	3	4
Fuerza aplicada	0.814 kN	25.3 kN	2.922 kN	0.120 kN
Diámetro mínimo	2.26 mm	12.48 mm	4.24 mm	0.95 mm
Área	0.00125 m ²	0.00125 m ²	0.00125 m ²	0.00125 m ²
Presión	651.2 kPa	13315.4 kPa	2337.6 kPa	96 kPa

- **Secciones de elementos móviles sometidos a esfuerzos estáticos**

Para realizar el análisis de esfuerzos estáticos, se realizó en SolidWorks Simulation, se ha considerado los parámetros que por defecto proporciona el software; tal consideración se basó en las limitaciones de recursos computacionales para realizar un estricto estudio de malla.

Análisis de esfuerzos de tolva de plancha base y brazo de apoyo

Figura 31

Sección 01- Tolva de alimentación

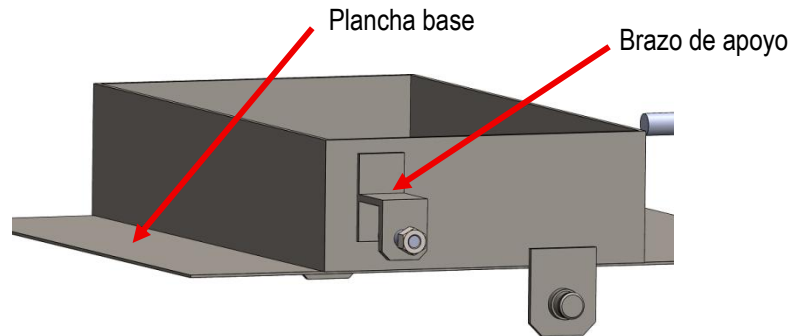


Figura 32

Análisis estático de tensiones de plancha base.

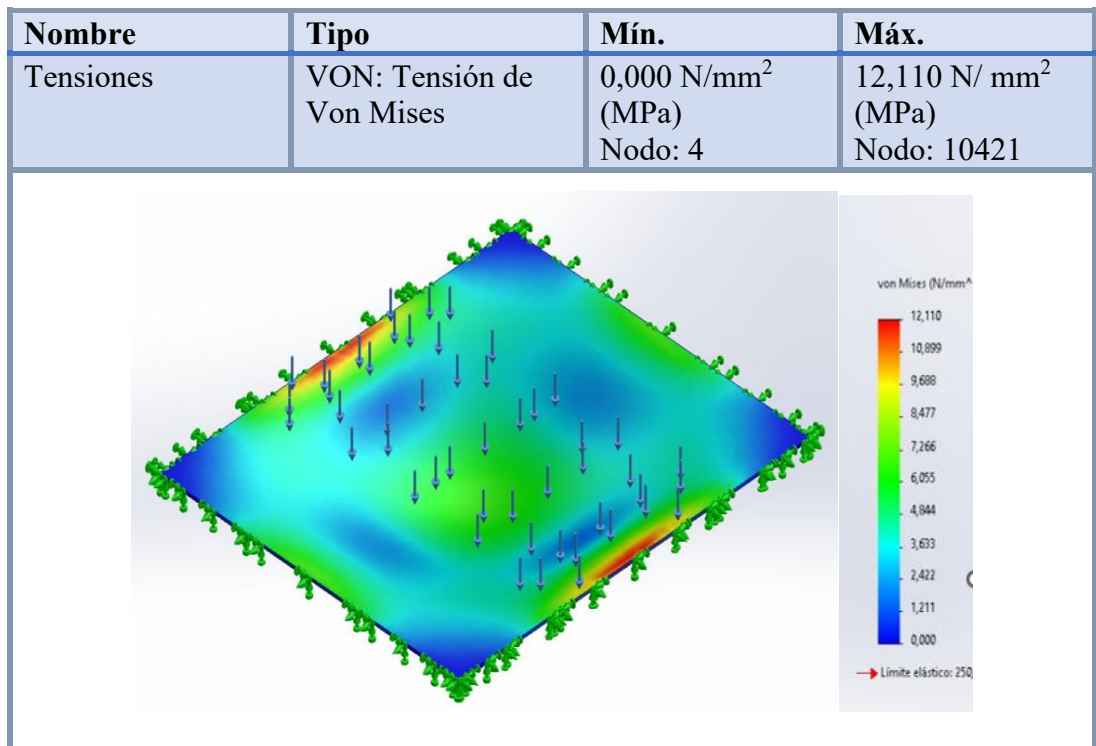


Figura 33

Análisis estático de desplazamiento de plancha base.

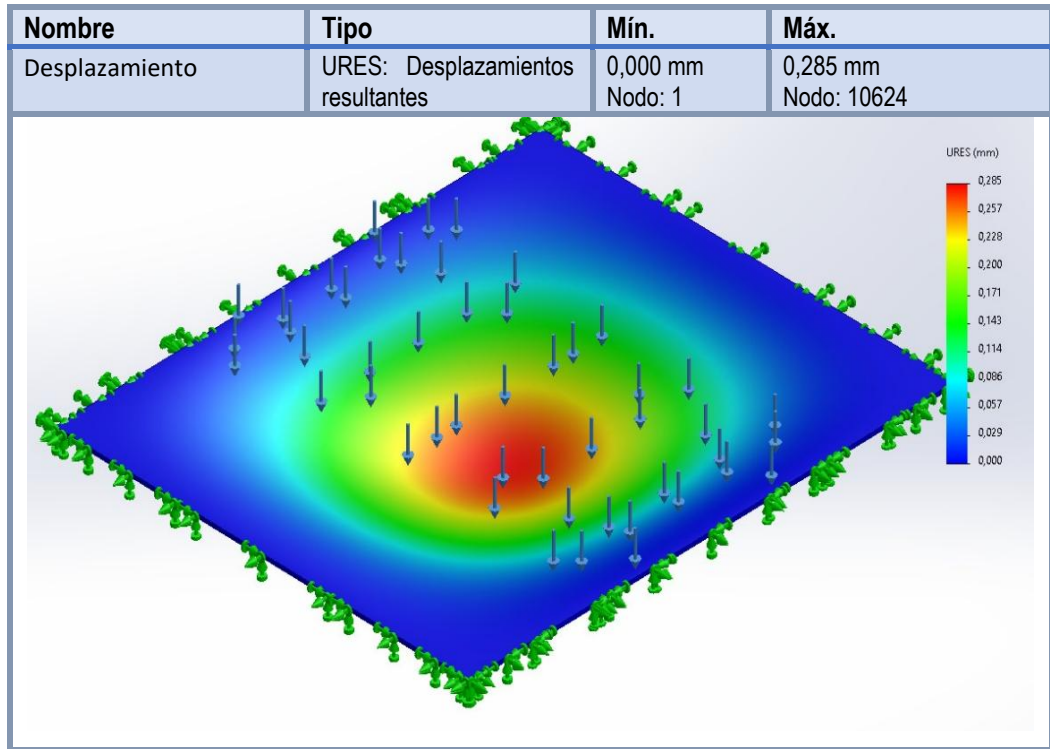
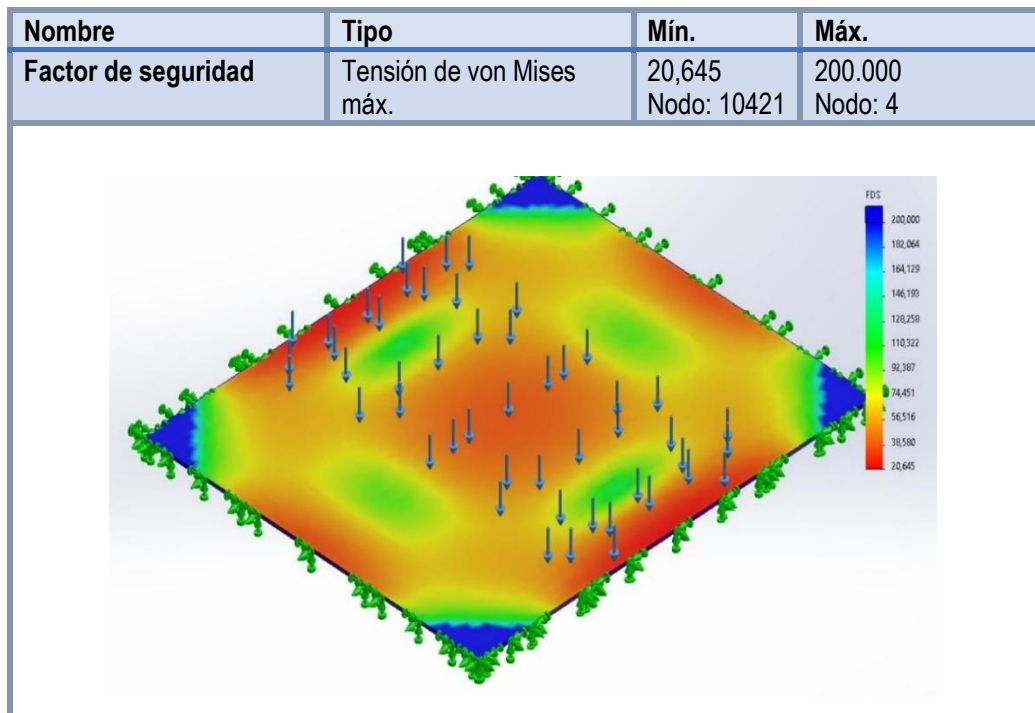


Figura 34

Factor de seguridad de plancha base.



Análisis de resultados

Se realizó un análisis de esfuerzos sobre la plancha base que conforma el carro de alimentación, utilizando SolidWorks Simulation bajo condiciones de carga equivalentes al peso total de la mezcla húmeda durante el ciclo de transporte (aproximadamente 100 kg) siendo diseñada en acero ASTM A-36 con un espesor de 3 mm obteniendo los siguientes resultados:

- Bajo una carga de prensado de 814 N, la tensión máxima de Von Mises fue de 12.11 MPa, lo cual representa apenas el 4.84% del límite elástico del material, garantizando un comportamiento elástico seguro.
- El desplazamiento máximo registrado fue de 0.285 mm y el factor de seguridad calculado fue de 20 indicando una excelente rigidez estructural, esencial para mantener la precisión dimensional del bloque durante el proceso de compactación.

Figura 35

Análisis estático de tensiones del brazo de apoyo.

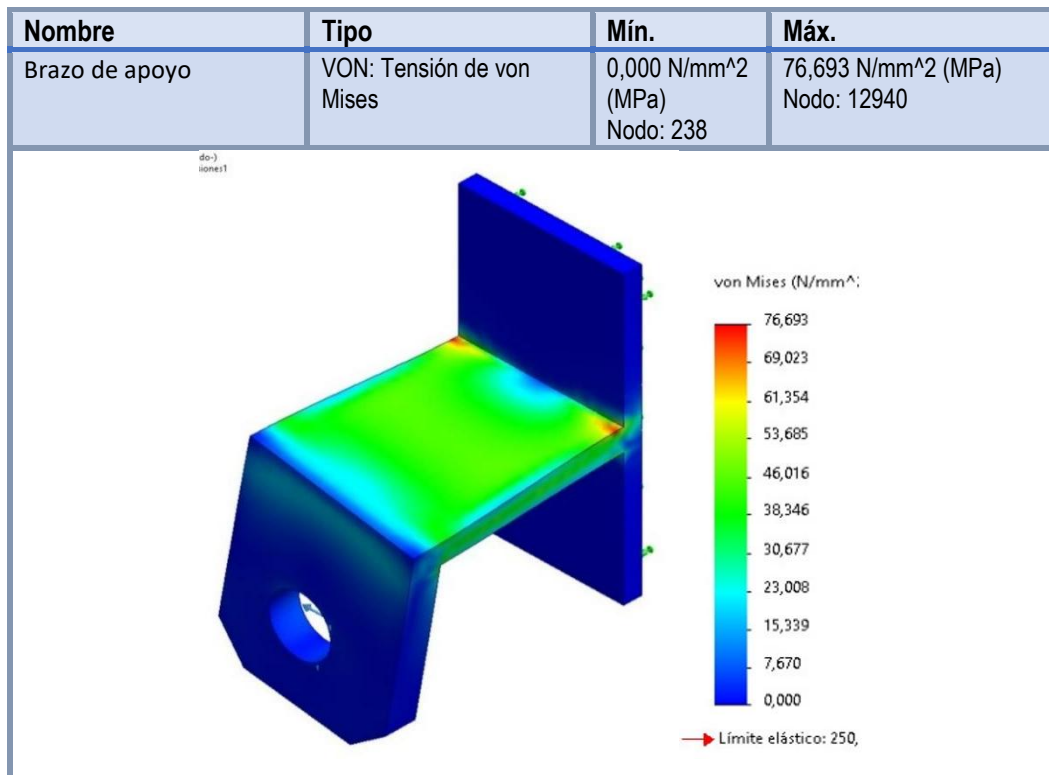


Figura 36

Análisis estático de desplazamiento del brazo de apoyo.

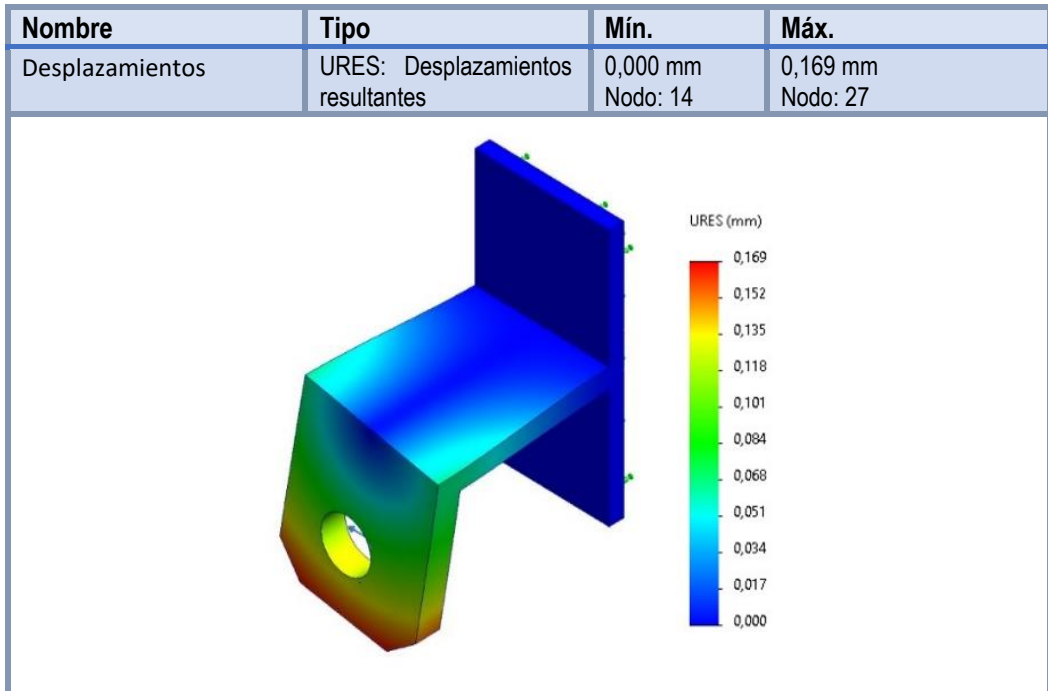
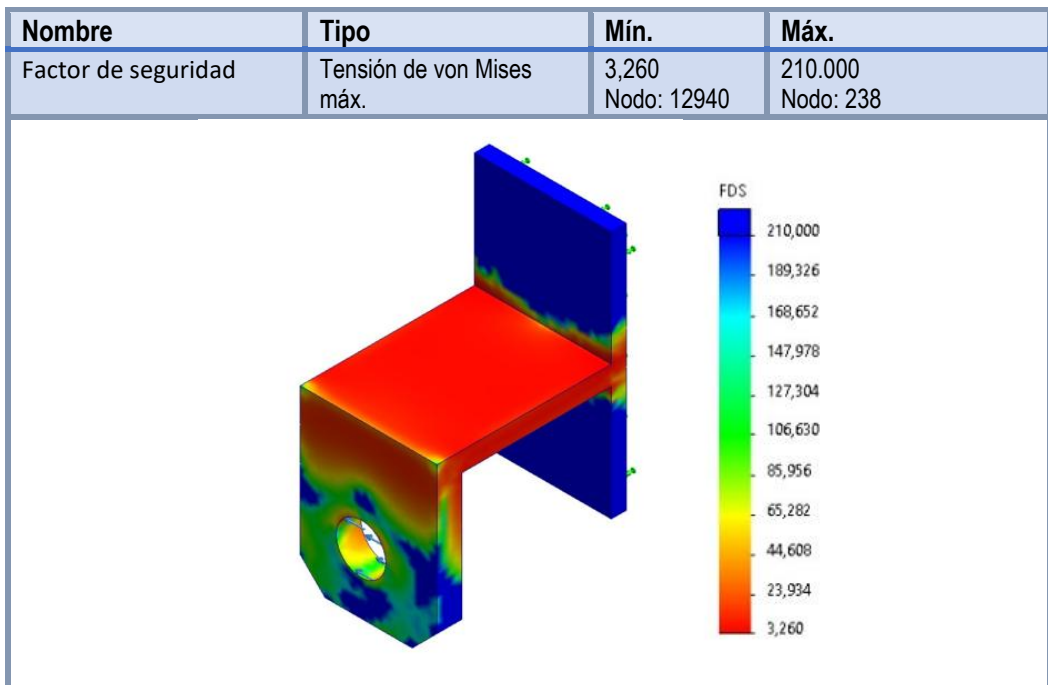


Figura 37

Análisis estático del factor de seguridad del brazo de apoyo.



Análisis de resultado

Los resultados clave obtenidos fueron los siguientes:

- ✓ Tensión de Von Mises máxima: 76 MPa
- ✓ Factor de seguridad mínimo (FS.): 3,26
- ✓ Las deformaciones bajo carga (0,169 mm) resultan insignificantes frente al recorrido total del cilindro, y no comprometen la precisión ni el desempeño del movimiento.

Por lo tanto, los resultados validan tanto la geometría como el espesor adoptado, asegurando que el soporte cumple su función sin sobredimensionamiento innecesario, y manteniendo criterios de ligereza y eficiencia estructural.

Análisis de esfuerzos del sistema de compactación

Figura 38

Sección 02 – Sistema de compactación.

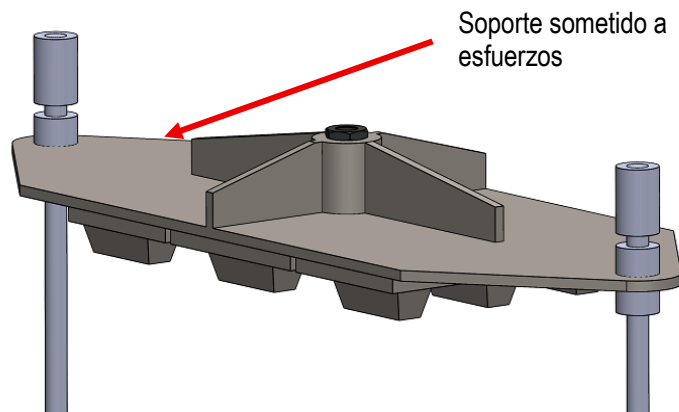


Figura 39

Análisis de esfuerzos estáticos de tensiones del molde de compactación.

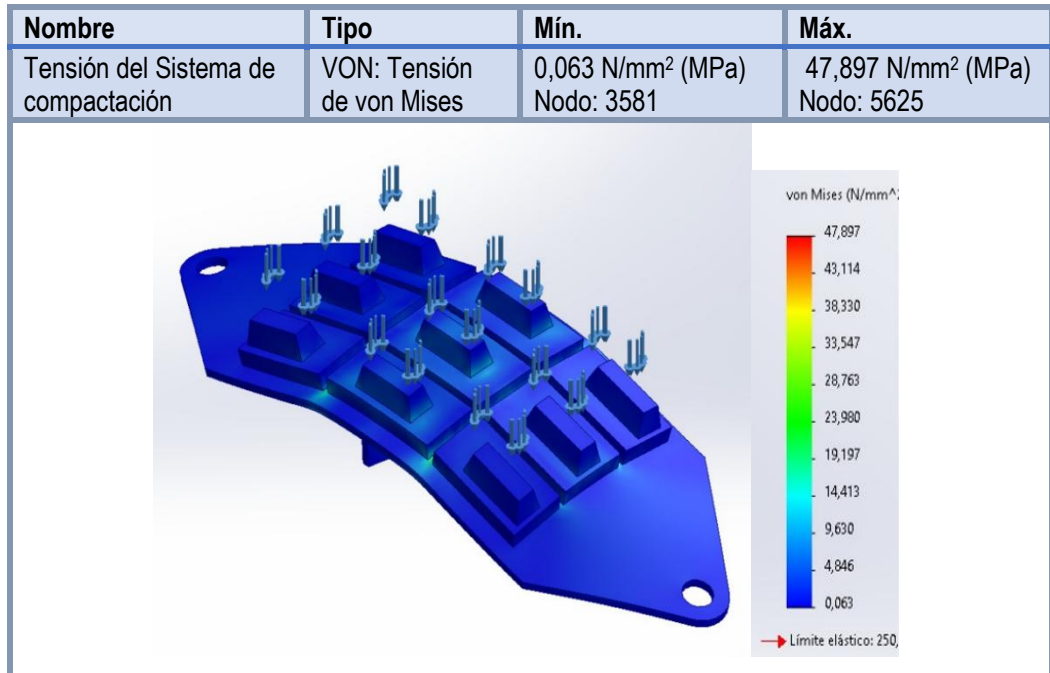


Figura 40

Análisis estático de desplazamiento de tensiones de molde de compactación.

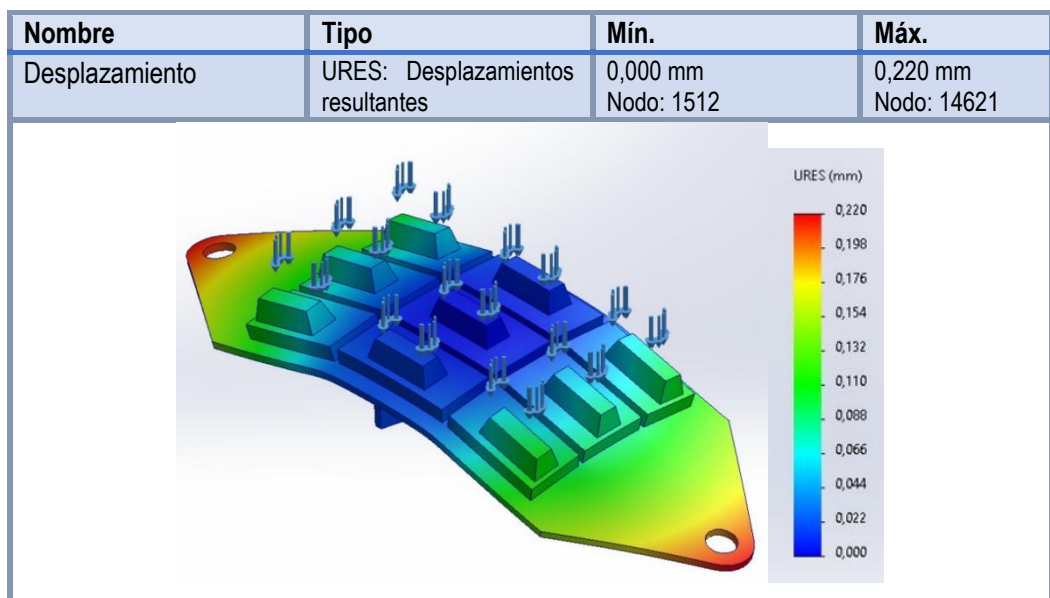
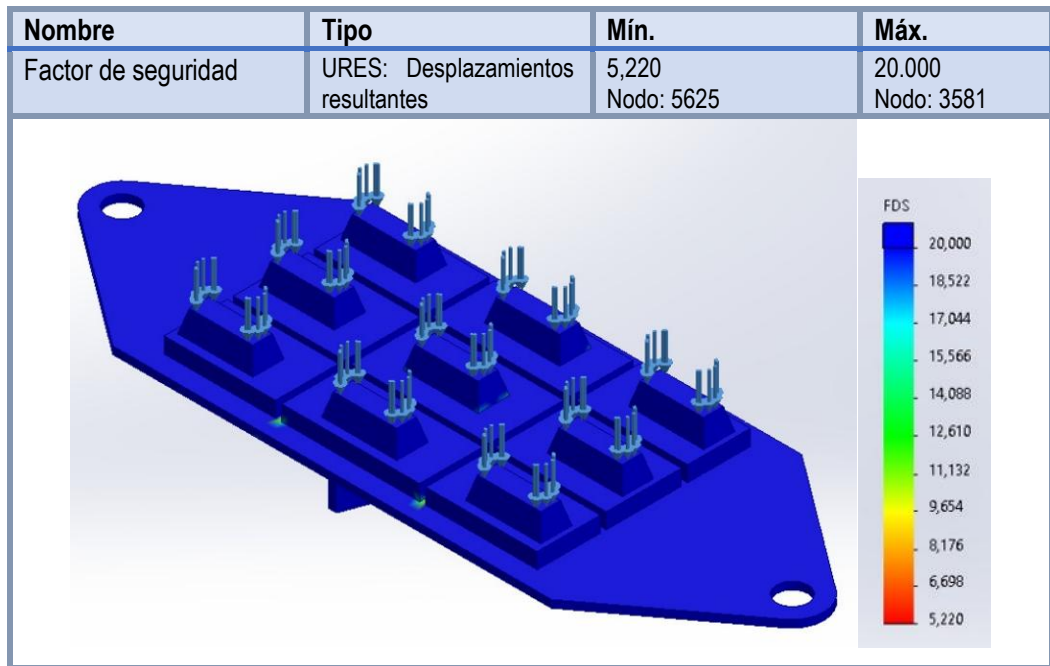


Figura 41

Resultados de factor de seguridad del molde de compactación.



Análisis de resultados

El análisis de elementos realizado mediante software sobre la plancha molde de la máquina bloqueadora, fabricada en acero ASTM A-36 y reforzada estructuralmente, arrojó resultados altamente satisfactorios como se describe a continuación:

- Bajo una carga de prensado de 25,300 N, la tensión máxima de Von Mises fue de 47 MPa, lo cual representa apenas el 18.8% del límite elástico del material, garantizando un comportamiento elástico seguro.
- El desplazamiento máximo registrado fue de 0.22 mm, indicando una excelente rigidez estructural, esencial para mantener la precisión dimensional del bloque durante el proceso de compactación.
- Además, el factor de seguridad calculado fue de 5.220, lo que confirma un margen amplio frente a fallas estructurales, incluso bajo condiciones de carga variables o repetitivas.

Análisis de esfuerzos de la bandeja inferior o molde base

Figura 42

Sección 03 – Bandeja inferior o molde base.

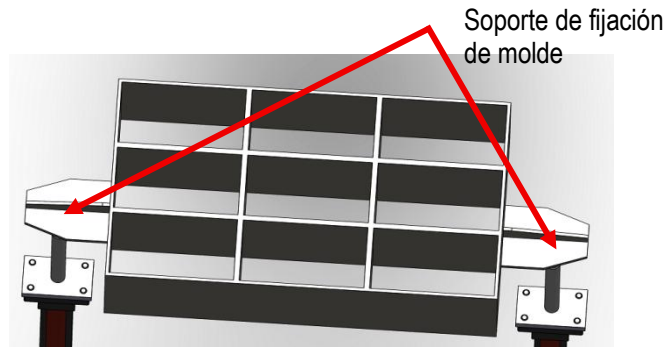


Figura 43

Análisis estático de Von Mises del soporte de fijación.

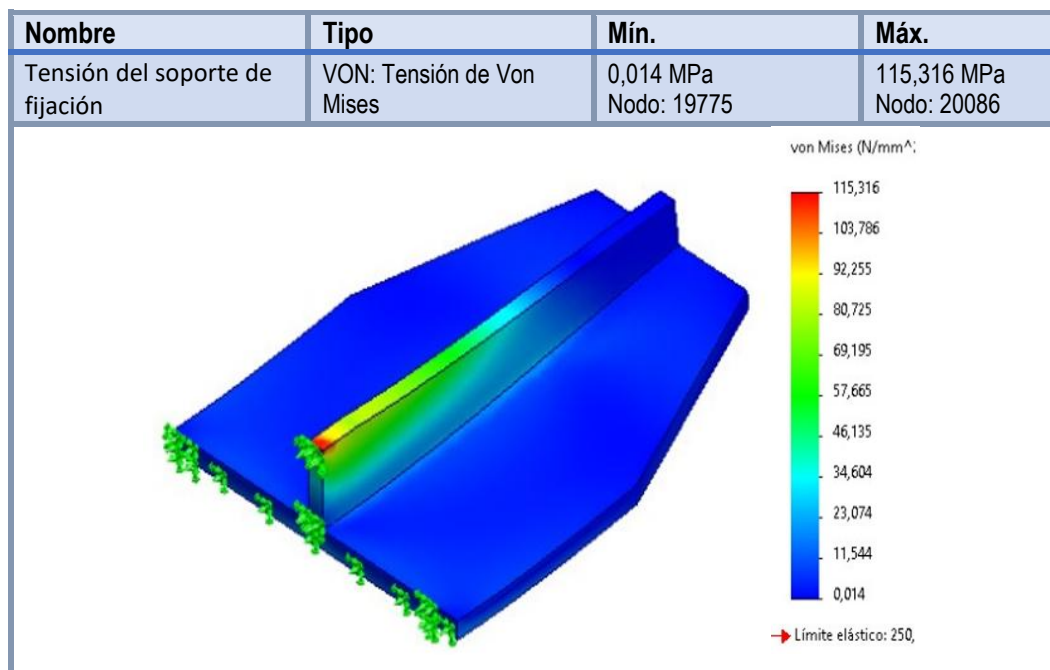


Figura 44

Análisis estático de desplazamiento del soporte de fijación.

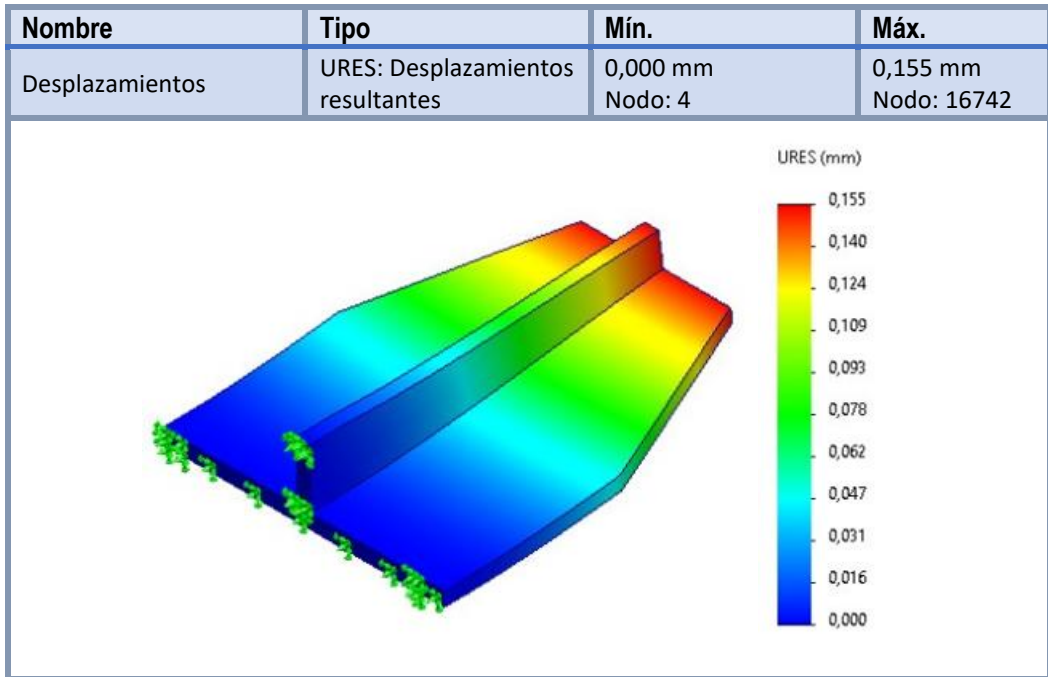
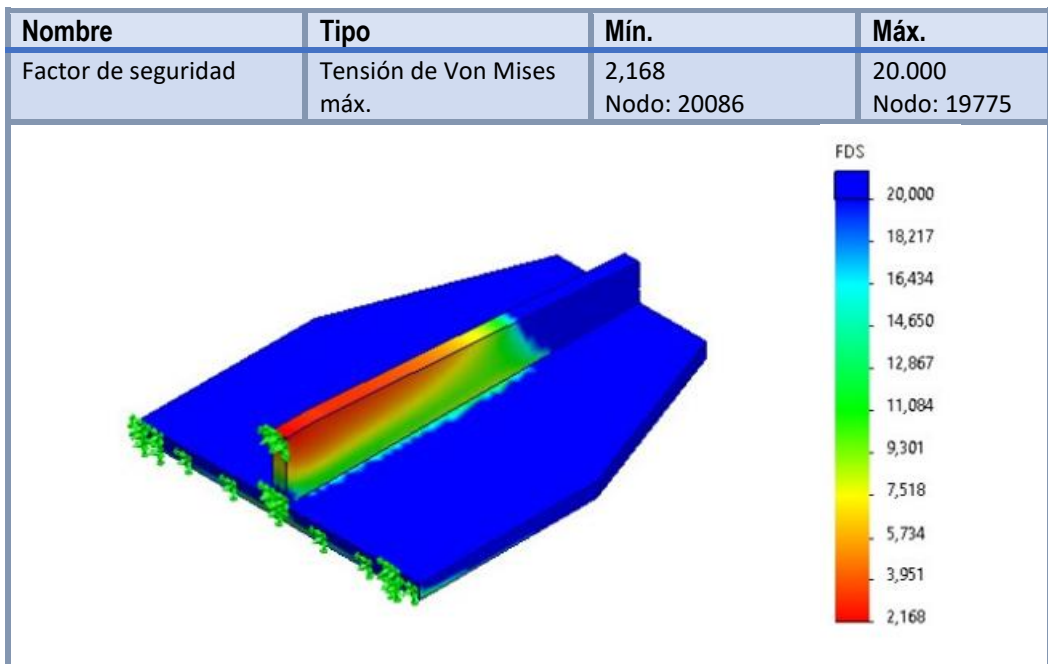


Figura 45

Análisis estático del factor de seguridad del soporte de fijación.



Análisis de resultados

EL análisis de esfuerzos aplicado al molde inferior, encargado de elevar el bloque compactado al final del ciclo de prensado, demuestra un comportamiento estructural confiable bajo las condiciones de carga aplicando fuerza de 25,300 N sobre una estructura fabricada en acero ASTM A-36, obteniéndose una tensión máxima de 115 MPa, lo que representa aproximadamente el 46% del límite elástico del material (250 MPa), garantizando que la estructura opera dentro del régimen elástico, sin riesgo de deformaciones permanentes durante el funcionamiento normal.

- El desplazamiento máximo registrado fue de 0.155 mm, un valor bajo que refleja una excelente rigidez estructural, crucial para mantener la alineación vertical del molde y evitar desajustes durante el proceso de extracción del bloque.
- El factor de seguridad calculado fue de 2.1, lo cual, si bien es más ajustado que en el molde superior, sigue siendo aceptable para aplicaciones industriales con cargas cíclicas moderadas.

En conjunto, los resultados validan la viabilidad del diseño del molde inferior, confirmando que cumple con los requisitos funcionales y estructurales del sistema de compactación.

Análisis estático de carro de expulsión o de retorno (subsistema de desplazamiento)

Figura 46

Sección 04 – Carro de expulsión o de retorno.

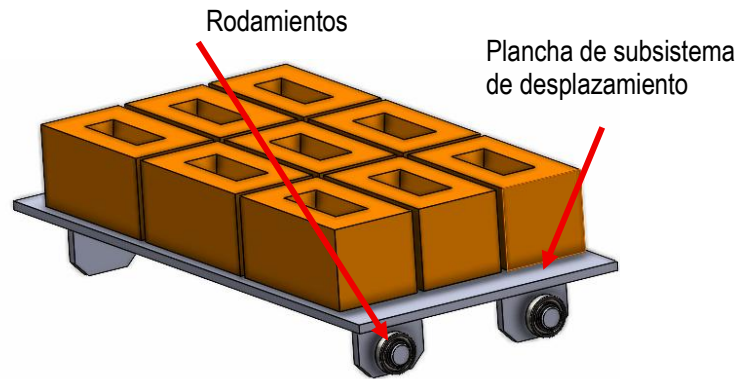


Figura 47

Análisis estático de tensiones del subsistema de desplazamiento.

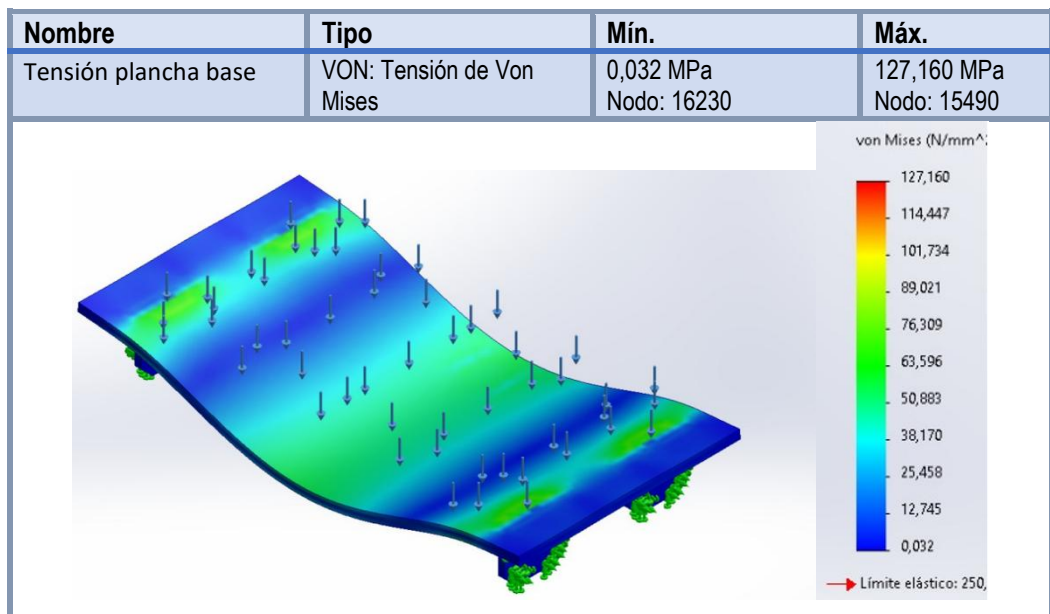


Figura 48

Análisis estático de desplazamiento del subsistema de desplazamiento.

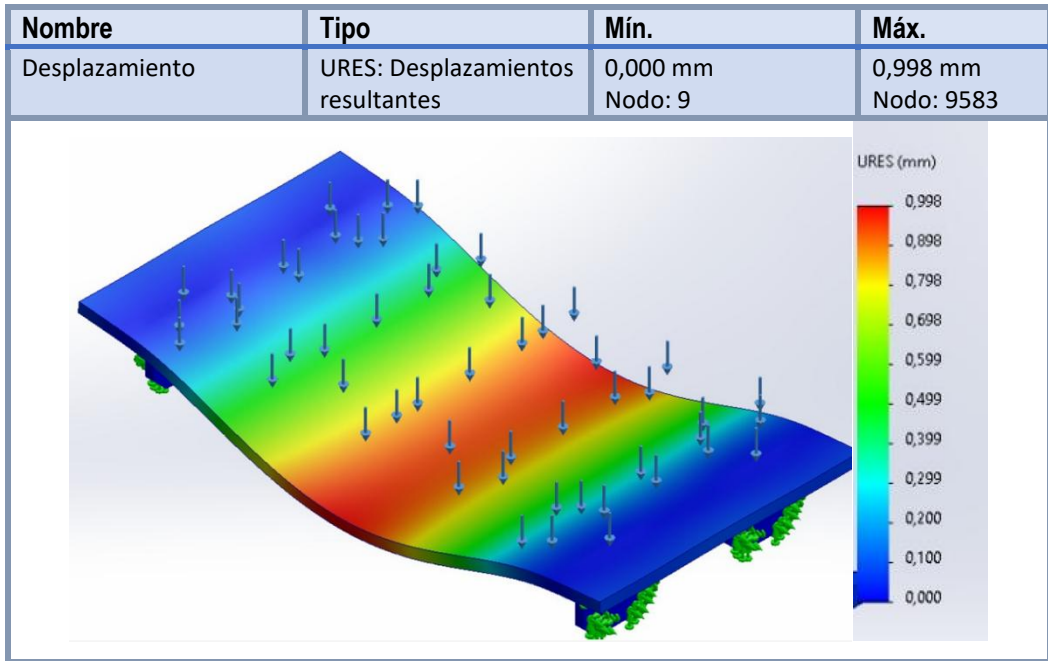
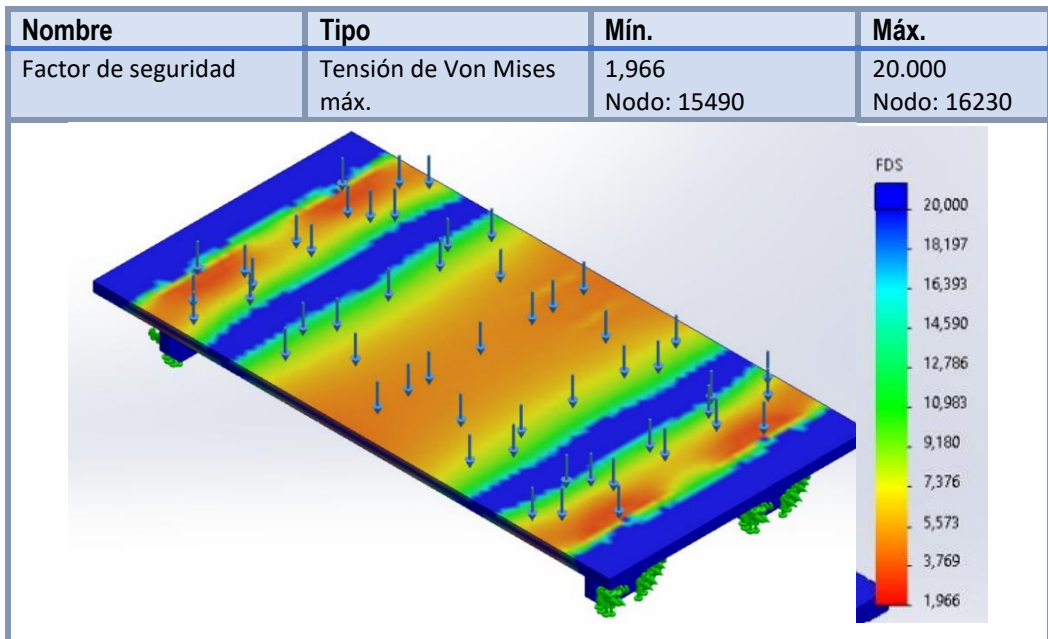


Figura 49

Análisis del factor de seguridad del subsistema de desplazamiento.



Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tensión de Von Mises: 127.60 MPa

Desplazamiento: 1.966 mm

Factor de seguridad: 1.966

Estos resultados indican que el perfil estructural tiene una resistencia suficiente para soportar la carga aplicada, ya que la tensión máxima de Von Mises es menor que la tensión admisible del material ASTM A-36 es de 250 MPa.

El desplazamiento máximo es pequeño en comparación con las dimensiones del perfil, lo que implica que la deformación es despreciable y que no afecta a la funcionalidad del producto. Por lo tanto, se puede concluir que el perfil seleccionado cumple con los requisitos de diseño y que es apto para su selección y dimensionamiento.

Figura 50

Análisis estático de tensiones de Von Mises sobre el rodamiento.

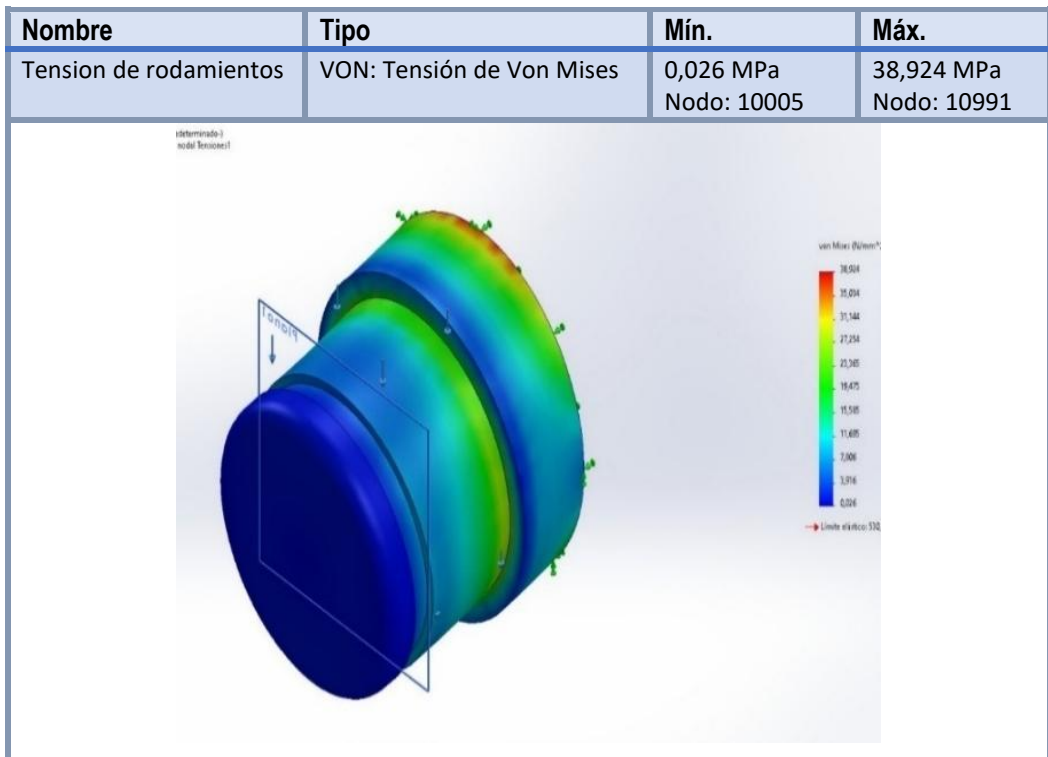


Figura 51

Análisis estático de desplazamiento del rodamiento.

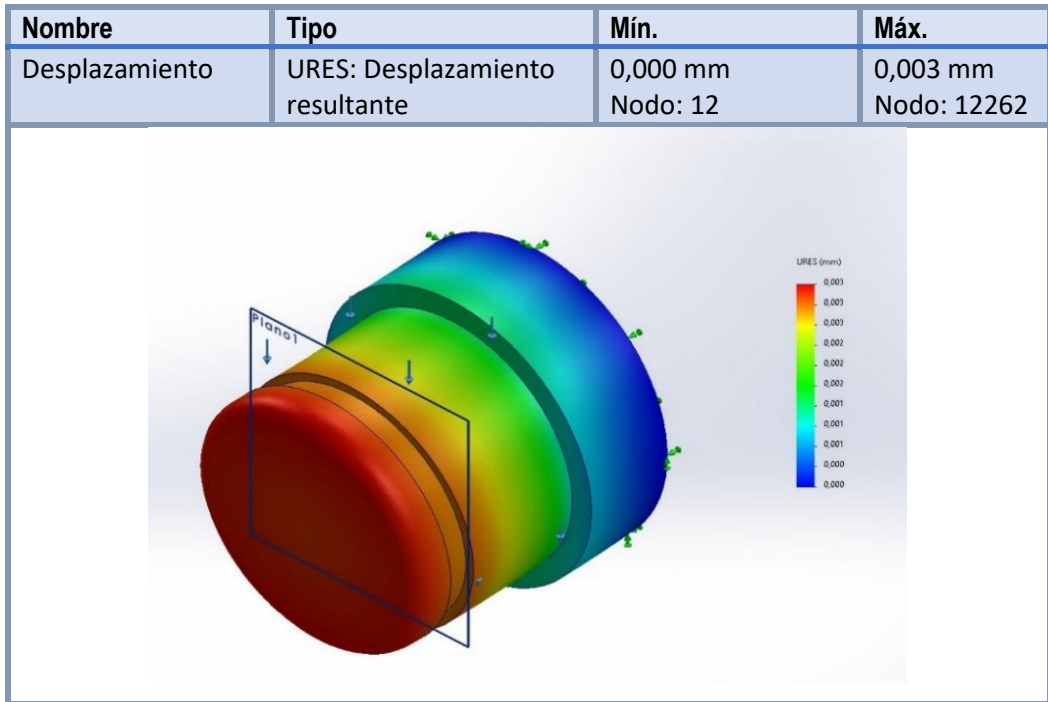
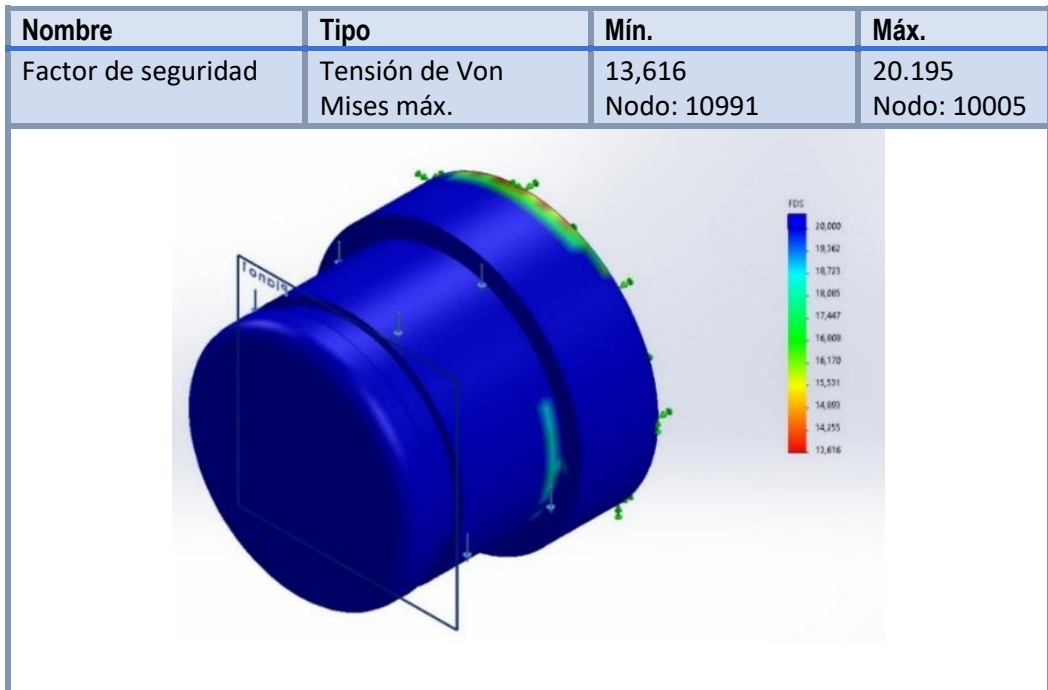


Figura 52

Análisis de factor de seguridad del rodamiento.



Análisis de resultado

El análisis estructural del eje de la rueda, componente clave en el sistema de desplazamiento del carro que extrae los bloques compactados, demostró un rendimiento mecánico altamente confiable como se muestra a continuación:

- Bajo las condiciones de carga simuladas, se obtuvo una tensión máxima de Von Mises de 38.9 MPa, lo que representa apenas el 15.5% del límite elástico del acero ASTM A-36, asegurando un comportamiento completamente elástico sin riesgo de deformación permanente.
- El desplazamiento máximo registrado fue de solo 0.003 mm, lo que indica una rigidez estructural sobresaliente, esencial para garantizar un desplazamiento suave, preciso y sin desviaciones del carro durante la etapa final del ciclo de producción.
- El factor de seguridad calculado fue de 13, un valor excepcionalmente alto que refleja un diseño sobredimensionado en términos de resistencia, ideal para soportar cargas dinámicas, impactos ocasionales y condiciones de trabajo prolongadas sin comprometer la integridad estructural. Este margen de seguridad también permite tolerar posibles variaciones en la carga operativa o desgaste por uso continuo.

En la siguiente tabla se muestran algunos parámetros de las piezas que soportan mayor carga a las cuales se realizó los análisis estáticos de los análisis de fuerza, deformación y factor de seguridad de la máquina hidráulica.

Tabla 13

Resumen de análisis estático de cada una de las secciones.

Pieza	Tipo de estudio	Valor Min.	Valor Max.
Plancha base	Tensión de Von Mises	0,0 (MPa)	12,11 (MPa)
	Análisis de desplazamiento	0,00 mm	0.285 mm
	Factor de seguridad	20.645	200
Brazo de apoyo	Tensión de Von Mises	0,0 (MPa)	76,69 (MPa)
	Análisis de desplazamiento	0,00 mm	0.169 mm
	Factor de seguridad	3,260	210
Molde de compactación	Tensión de Von Mises	0,063 (MPa)	47,897 (MPa)
	Análisis de desplazamiento	0,00 mm	0.220 mm
	Factor de seguridad	5.22	20
Soporte de fijación del molde	Tensión de Von mises	0,014 (MPa)	115,316 (MPa)
	Análisis de desplazamiento	0,00 mm	0.155 mm
	Factor de seguridad	2.168	20
Subsistema de bandeja de alimentación	Tensión de Von mises	0,032 (MPa)	127.60 (MPa)
	Análisis de desplazamiento	0,00 mm	0.998 mm
	Factor de seguridad	1.966	20
Rodamiento de la subbase de desplazamiento	Tensión de Von mises	0,026 (MPa)	38.924 (MPa)
	Análisis de desplazamiento	0,00 mm	0.003 mm
	Factor de seguridad	13.616	20.195

3. 2. 2 Elaboración de planos eléctricos y control

Para la elaboración de los planos de fuerza y control se optó por Cade Simu ya que es un software gratuito. Este programa posibilitó la representación esquemática del sistema eléctrico de la máquina, asegurando la correcta lógica de conexión de motores, protecciones y dispositivos de automatización. Con ello se garantizó la confiabilidad operativa y la seguridad eléctrica del proyecto.

Figura 53

Diagrama de fuerza y de control

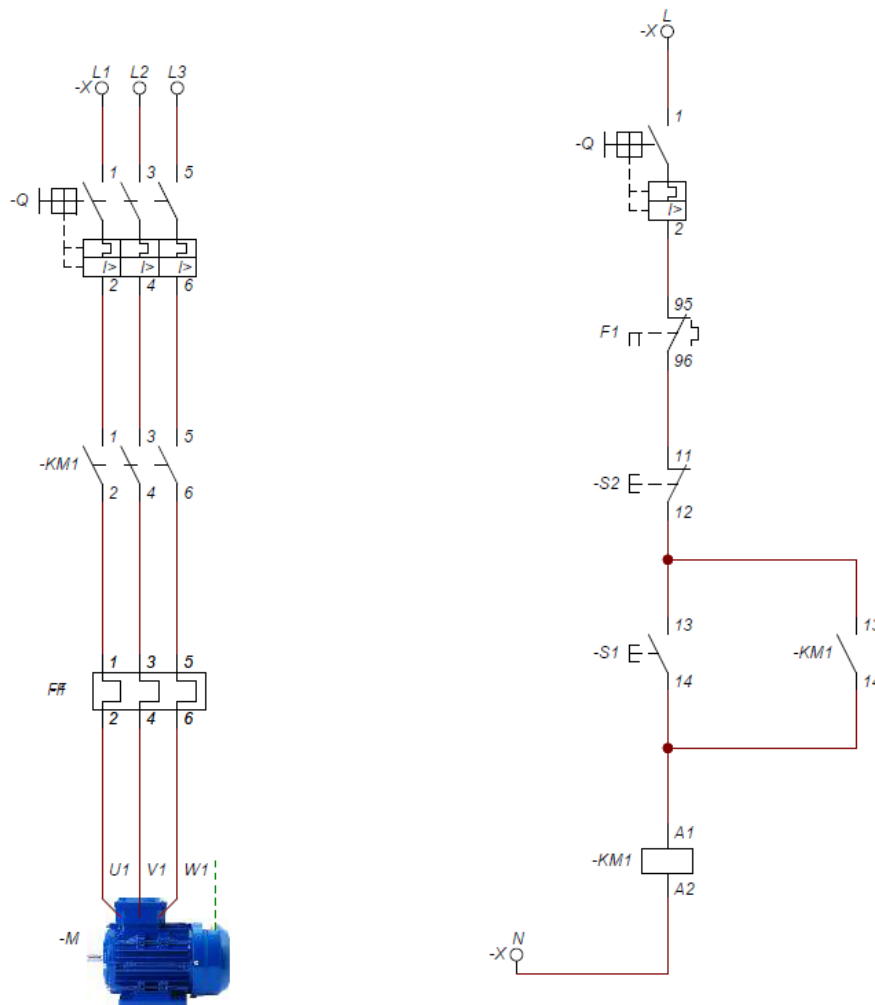
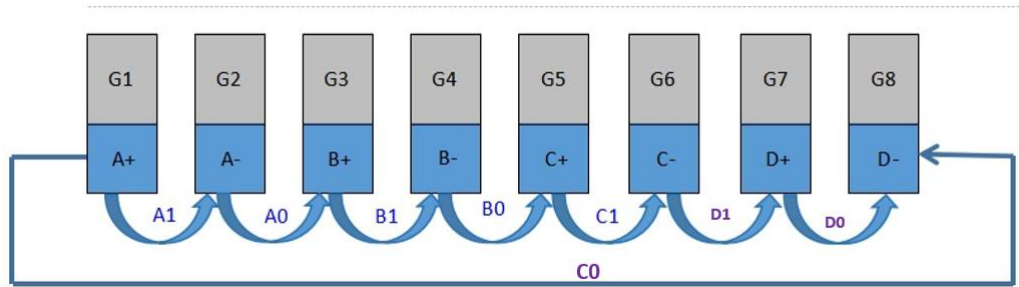


Figura 54

Diagrama cascada de circuito hidráulico en FluidSim



En la elaboración de los planos hidráulicos y neumáticos se empleó FluidSim, un software especializado en la simulación de circuitos hidráulicos, neumáticos y eléctricos. Su aplicación resultó fundamental para el diseño y validación del circuito hidráulico de la máquina, permitiendo analizar el comportamiento dinámico de actuadores y bombas, así como la secuencia de operaciones. De esta manera, se logró optimizar el funcionamiento del sistema de potencia y control hidráulico sin necesidad de prototipos físicos.

Figura 55

Diagrama de circuito hidráulico en FluidSim

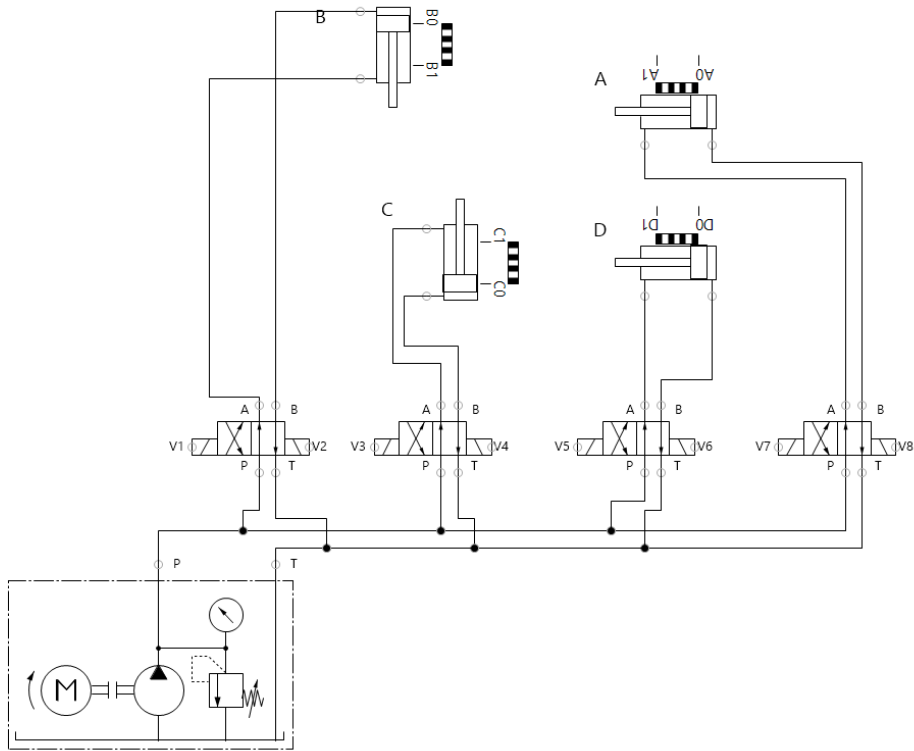


Figura 56

Diagrama de circuito de control con lógica de relés.

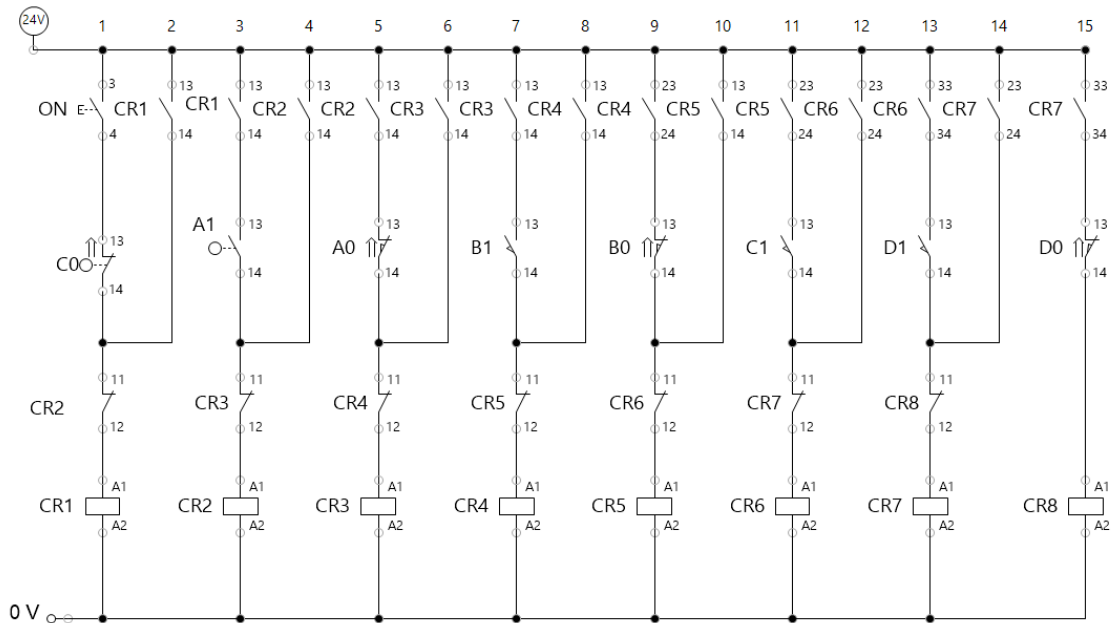
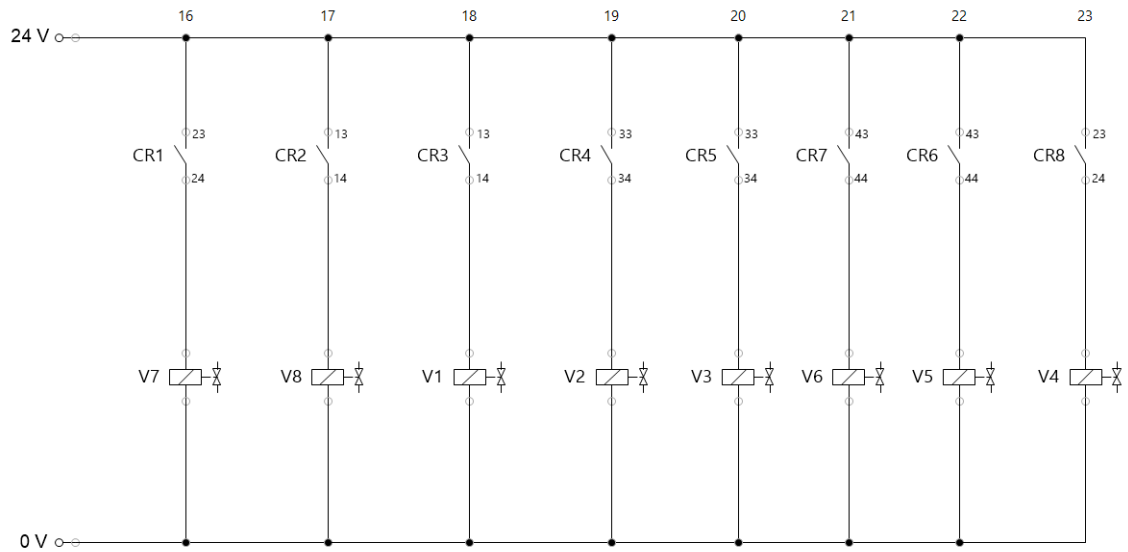


Figura 57

Diagrama de circuito hidráulico.



3. 2. 3 Elaboración de los componentes de la máquina.

Tabla 14

Elementos móviles y de fuerza

	Componente	Descripción
Pistones hidráulicos	2 pistones hidráulicos de 500 mm	$D_i = 25 \text{ mm } D_e = 40 \text{ mm}$
	1 pistones hidráulicos de 400 mm	$D_i = 30 \text{ mm } D_e = 40 \text{ mm}$
	2 pistones hidráulicos de 250 mm	$D_i = 25 \text{ mm } D_e = 40 \text{ mm}$
Motor reductor de la banda	Potencia del motor	0.12 kW
	Frecuencia	60 Hz
	Tensión	220 V
Motor hidráulico	Potencia del motor	2 HP
	Frecuencia	60 Hz
	Tensión	220 V

Tabla 15*Componentes eléctricos y electrónicos*

	Componente	Cantidad
Tablero de fuerza y control	Tablero de 500 mm x 600 mm x 200 mm	1
	Selector de 3 posiciones (m o 0)	1
	Pulsador paro de emergencia	1
	Pulsador verde	1
	Pulsador rojo	1
	Piloto luminoso amarillo	1
	Cintillos de 100mm	1
	Prensas estopa de 3/4"	5
	Fuente de alim. Diel DIN 240W 24VDC 10 ^a	1
	Cable vulcanizado 2x1.5 mm ²	10
	Cable gpt para control (rollo) rojo y blanco #16	2

Tabla 16*Elementos hidráulicos de la máquina*

	Componente	Descripción
Sistema hidráulico	Maguera hidráulica	3/8" con terminal de 2m
	Maguera hidráulica	3/8" con terminal de 3m
	Maguera hidráulica	3/8" con terminal de 5m
	Grupo hidráulico con motor eléctrico	2 HP
	Electroválvulas biestables 4/2	4/2 Vías
	Solenoide válvula	24V

3.3 Tercer objetivo específico: Análisis económico mediante herramientas VAN y TIR

1. Costos

Los mecanismos se detallan en función de los costos de materia prima, mecanizados, adquisición de elementos de las máquinas, además de los accesorios hidráulicos y de control eléctrico.

1.1. Costos directos

- Elementos mecánicos

Para los elementos estructurales se consideran todos los perfiles que garanticen la estabilidad, firmeza y costo de máquina.

Tabla 17

Materiales estructurales para diseño de la máquina.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Tubo cuadrado ASTM A36 3"x3"x2.5mm x 6 m.	1	S/ 350.00	S/ 350.00
2	Tubo tipo C3"x 4.1mm x 6 metros estructura	2	S/ 180.00	S/ 360.00
3	Tubo tipo C3"x 4.1mm x 6 metros transportador	2	S/ 150.00	S/ 300.00
4	Platina de 12cm x 42.38cm x25mm	1	S/ 250.00	S/ 250.00
5	Platina de 12cm x 22cm x 25mm	9	S/ 90.00	S/ 810.00
6	Platina de 2 1/4" x 3mm x 6m	1	S/ 300.00	S/ 300.00
7	Plancha de 117 cm x 40 cm x 1.2 mm	1	S/ 450.00	S/ 450.00
8	Tubo redondo de diametro 2" x 50 cm x 1/2"	1	S/ 120.00	S/ 120.00
9	Plancha de oxicorte A36 (3mm) 150cm x 600cm	3	S/ 450.00	S/ 1,350.00
10	Tubo redondo A36 1" x 3mm x 6m	1	S/ 80.00	S/ 80.00
10	Otros gastos	1	S/ 112.00	S/ 112.00
TOTAL				S/ 4,482.00

Nota: Todos los materiales estructurales para el diseño utilizados fueron

ASTM A-36.

Tabla 18*Elementos mecánicos del diseño de la máquina.*

ÍTEM	MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Rodamientos 6206	4	S/ 40.00	S/ 160.00
2	Chumacera SY 25 TF	4	S/ 30.00	S/ 120.00
3	Pernos hexagonales 1/2"x 1 1/2"	8	S/ 2.00	S/ 16.00
4	Pernos Allen 1/2" x 1 "	20	S/ 2.00	S/ 40.00
5	Arandela plana de 1/2"	40	S/ 0.10	S/ 4.00
6	Tuerca de acero Grd. 5 negra de 1/2"	20	S/ 0.30	S/ 6.00
7	Tambor de rueda de Ø150mm x 500 mm	2	S/ 250.00	S/ 500.00
8	Banda transportadora de 7 metros	1	S/ 750.00	S/ 750.00
Total				S/ 1,596.00

Los elementos eléctricos se encuentran inmersos en los diagramas de control y potencia necesarios para realizar las operaciones requeridas por el sistema.

Tabla 19*Elementos eléctricos y electrónicos.*

ÍTEM	MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Cinta aislante	2	S/ 5.00	S/ 10.00
2	Control lógico programable	1	S/ 1,300.00	S/ 1,300.00
3	Prensas estopa de 3/4"	5	S/ 2.00	S/ 10.00
4	Tablero de 500mm x 600mm x 200mm metal	1	S/ 450.00	S/ 450.00
5	Selector de 3 posiciones (m 0 o)	1	S/ 8.00	S/ 8.00
6	Pulsador paro de emergencia	1	S/ 7.00	S/ 7.00
7	Pulsador verde	1	S/ 10.00	S/ 10.00
8	Pulsador rojo	1	S/ 10.00	S/ 10.00
9	Piloto luminoso amarillo	1	S/ 10.00	S/ 10.00
10	Cintillos de 100mm	1	S/ 10.00	S/ 10.00
11	Solenoides válvula 24V	8	S/ 25.00	S/ 200.00
12	Base para Relé de 8 pines.	8	S/ 7.50	S/ 60.00
13	Relé de 8 pines de 24 v	8	S/ 15.50	S/ 124.00
14	Fuentes de alime. riel DIN 240W 24VDC 10A	1	S/ 250.00	S/ 250.00
15	Cable vulcanizado 2x1.5 mm2 (m)	10	S/ 6.00	S/ 60
16	Cable gpt para control (rollo) rojo y blanco #16	2	S/ 100	S/ 200
TOTAL				S/ 2,719.00

Los elementos hidráulicos son aquellos que transforman la energía de accionamiento de la bomba hidráulica (energía mecánica) a energía hidráulica en forma de movimiento de fluido incomprensible a través de un actuador lineal (cilindro hidráulico), controlados por una serie de válvulas y elementos de control que tiene el objetivo de conseguir el funcionamiento requerido. (Power, 2018).

Tabla 20

Elementos hidráulicos de la máquina.

Ítem	Material	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Cilindro hidráulico sección 01 Ø1 = 25 mm Ø2 = 40mm Carrera = 500mm	1	S/ 335.00	S/ 335.00
2	Cilindro hidráulico sección 02 Ø1 = 30mm Ø2 = 50mm Carrera = 400mm	1	S/ 415.00	S/ 415.00
3	Cilindro hidráulico sección 03 Ø1 = 25mm Ø2 = 40mm Carrera = 250mm	2	S/ 345.00	S/ 690.00
4	Cilindro hidráulico sección 04 Ø1 = 25mm Ø2 = 40mm Carrera = 500mm	1	S/ 375.00	S/ 375.00
5	Manguera hidráulica de 3/8" con terminal de 2 metros.	4	S/ 150.00	S/ 600.00
6	Manguera hidráulica de 3/8" con terminal de 3 metros.	4	S/ 170.00	S/ 680.00
7	Manguera hidráulica de 3/8" con terminal de 5 metros.	2	S/ 180.00	S/ 360.00
8	Grupo hidráulica con motor eléctrico de 1.5 HP.	1	S/ 5,500.00	S/ 5,500.00
9	Electroválvulas biestables 4/2 vías	4	S/ 350.00	S/ 1,400.00
Total				S/ 10,355.00

Al finalizar el estudio de los costos por el tipo de elemento se obtiene un costo por materiales, accesorios, consumibles, herramientas detallado en la Tabla 19.

Tabla 21

Resumen de costos de elementos.

Elementos	Valor
Estructurales	S/ 4,480.00
Mecánicos	S/ 1,596.00
Eléctricos y electrónicos	S/ 2,719.00
Hidráulicos	S/ 10,355.00
Total	S/ 19,152.00

El costo total por los elementos que constituyen la máquina es **S/ 19,152.00** (Diecinueve mil ciento cincuenta y dos con 100/00)

- **Costos por mano de obra**

El costo de mano de obra calificada es necesario para la construcción de la máquina, como: soldadores, mecánicos, eléctricos y electrónicos.

Tabla 22

Costo por mano de obra.

Ítem	Descripción	Cantidad	Día	Valor total
<i>1</i>	Trabajador mecánico	3	S/ 120.00	S/ 360.00
<i>2</i>	Ayudante	3	S/ 70.00	S/ 210.00
<i>3</i>	Tablerista eléctrico	1	S/ 350.00	S/ 350.00
<i>4</i>	Mecanizado	1	S/ 1400.00	S/ 1400.00
Total				S/ 1960.00

- **Costos por traslado de materiales**

En costos por transporte se especifican los gastos ejercidos por traslado de materiales, maquinaria o compras.

Tabla 23*Costos por transporte de materiales.*

Ítem	Descripción	Cantidad	Día	Valor total
<i>1</i>	Transporte de estructura y accesorios.	1	S/ 150.00	S/ 150.00
<i>2</i>	Transporte de sistemas hidráulicos.	3	S/ 50.00	S/ 50.00
Total				S/ 200.00

El valor del costo total de gastos directos se detalla en la siguiente.

Tabla 24*Costos directos*

Detalle	Valor total
Elementos mecánicos	S/ 19,152.00
Mano de obra	S/ 1960.00
Transporte de materiales	S/ 200.00
Total	S/ 21,312.00

1.2. Costos indirectos

Son aquellos costos que afectan el proceso de producción de unos o varios productos dentro de un empresa o realización de un presupuesto de una determinada etapa productiva y que por su naturaleza no pueden medirse, asignarse y contemplarse directamente y para ello se tiene que asumir un criterio general de asignación. (Relay, 2025)

Los costos indirectos reflejan valores de Ingeniería (Diseño) e imprevistos.

Tabla 25

Costos indirectos.

Detalle	Porcentaje	Valor total
Ingeniería de detalle (Diseño)	20 %	S/ 3 309.40
Imprevistos	5 %	S/ 827.35
Total		S/ 4 136.75

1.3. Costos totales

El valor que refleja en costos totales referencia los costos directos e indirectos.

Tabla 26

Tabla de costos total de inversión por la construcción de la máquina.

Detalle	Valor total
Costos directos	S/ 21,312.00
Costos indirectos	S/ 4,136.75
Total	S/ 25,448.75

2. Costos por mantenimiento y operación de la máquina.

El proyecto al ser un modelo de diseño se proyecta el análisis de mantenimiento y aspectos de funcionamiento, para indicar incluso costos de operación.

Se consideró el trabajo semanal de 48 horas y 8 horas diarias durante 30 días laborables.

Tabla 27


Consumo total en KW/h*mes de la máquina hidráulica semi-automática.

Elemento	Energía Consumida W	Horas de trabajo h	Eficiencia de motor η	Consumo mensual Kh*h/mes
Motor monofásico Banda transportadora	186.5	70	0.85	31.71
Sistema hidráulico	1119	208	0.85	197.84
Componentes electrónicos	200	208	0.7	29.12
Total				258.67

En la actualidad el Perú, en la empresa de electro oriente se maneja las siguientes tarifas como se indica en la siguiente imagen descrita que por cargas mayores a 100 KW conlleva un pago mensual de S/ 79.77, es decir 0.7977 por cada KW/h consumidos.

Figura 58

Pagos tarifarios de electro oriente.

OPCION Tarifaria		CARGO DE FACTURACION MEDIA TENSION	UNIDAD	AJUSTE DE PLIEGOS TARIFARIOS ELOR Para Electro Oriente S.A.																	
				TARIFA	TARIFA	TARIFA															
 <p>FECHA VIGENCIA: 04 JULIO 2024</p> <p>ACTUALIZADO POR: - Indicadores Macroeconomicos</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>DEPARTAMENTO</th> <th colspan="3">CAJAMARCA NORTE</th> </tr> <tr> <th>SECTOR TÍPICO</th> <th>ST - 2</th> <th>ST - 3</th> <th>ST - 4</th> </tr> <tr> <td rowspan="4">SISTEMA ELECTRICO</td> <td>SEIN</td> <td>SEIN</td> <td>SEIN</td> </tr> <tr> <td>Bagua-Jaen</td> <td>Bagua-Jaen Rural Pomahuaca Pucara San Ignacio</td> <td>Tabaconas</td> </tr> </thead> </table>			DEPARTAMENTO	CAJAMARCA NORTE			SECTOR TÍPICO	ST - 2	ST - 3	ST - 4	SISTEMA ELECTRICO	SEIN	SEIN	SEIN	Bagua-Jaen	Bagua-Jaen Rural Pomahuaca Pucara San Ignacio	Tabaconas
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA NORTE																				
SECTOR TÍPICO	ST - 2	ST - 3	ST - 4																		
SISTEMA ELECTRICO	SEIN	SEIN	SEIN																		
	Bagua-Jaen	Bagua-Jaen Rural Pomahuaca Pucara San Ignacio	Tabaconas																		
	BT5B	SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E																			
	Residencial	a) Para clientes con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes 0 - 30 kW.h Cargo fijo mensual - Lectura Mensual Cargo fijo mensual - Lectura Semestra Cargo por energía activa 31 - 140 kW.h Cargo fijo mensual - Lectura Mensual Cargo fijo mensual - Lectura Semestra Cargo por energía activa - Primeros 30 kW.h Cargo por energía activa - Exceso de 30 kW.h	S/./mes S/./mes ctm. S/./kW.h S/./mes S/./mes S/./mes ctm. S/./kW.h	3.80 0.00 54.11 3.80 0.00 16.23 77.30	3.80 0.00 30.92 3.80 0.00 9.28 77.30	3.80 0.00 30.92 3.80 0.00 9.28 77.30															
Residencial	b) Para clientes con consumos mayores a 100 kW.h por mes Cargo fijo mensual - Lectura Mensual Cargo fijo mensual - Lectura Semestra Cargo por energía activa	S/./mes S/./mes ctm. S/./kW.h	3.92 0.00 79.77	3.92 0.00 79.77	3.92 0.00 79.77																
No Residencial	c) Para clientes con consumos igual o mayor 0 kW.h por mes Cargo fijo mensual - Lectura Mensual Cargo fijo mensual - Lectura Semestra Cargo por energía activa	S/./mes S/./mes ctm. S/./kW.h	5.21 0.00 84.22	5.21 0.00 84.22	5.21 0.00 84.22																

Nota: Tomado de *Electro oriente*, ajuste de pleigo tarifario ELOR, 2024.

El total de energía calculado de consumo de la máquina hidráulica, proyectado al consumo mensual será la siguiente tablas.

Tabla 28

Facturación mensual de la máquina en energía eléctrica

Detalle	Consumo KW/h*mes	Precio KW/h	Valor total
Consumo de energía	258.67	S/ 0.7977	S/ 206.34
Cargo fijo mensual	1	S/ 3.92	S/ 3.92
Total			S/ 210.26

El total de energía proyectado a consumir por la máquina será de **S/ 210.26**.

El total de costo para preparar el material y realizar actividades con operarios y ayudantes se muestran a continuación en la siguiente tabla proyectada mensualmente.

Tabla 29

Costo por mano de obra de operarios mensual.

Operarios en máquina	Cantidad de días laborables	Precio	Valor total
Acumulación de material con máquina por hora	0.6	S/ 2083.3	S/ 1,250.00
Cernido de tierra y preparación para prensado	28	S/ 80	S/ 2,240.00
Ingresar material	14	S/ 80	S/ 1,120.00
Retirar ladrillos prensados	14	S/ 80	S/ 1,120.00
Encocamiento de ladrillo en horno	30	S/ 80	S/ 2,400.00
Total			S/ 9,130.00

El costo total por mano de obra de operarios mensualmente asciende a un monto de **S/ 9,130.00**.

Resumen del consumo mensual para operar y funcionar la máquina en producción mensual se muestra a continuación donde serán los egresos para producir ladrillos en un tiempo de 8 horas diarias, 48 horas a la semana y 14 días laborables durante el mes.

Tabla 30

Costo de egresos mensuales para producir ladrillos.

Descripción del consumo mensual	Valor total
Parte eléctrica	S/ 210.26
Operarios de máquina y para acondicionar material	S/ 9,130.00
Ceniza	S/ 300.00
Agua	S/ 350.00
Lubricación	S/ 100.00
Elementos de limpieza.	S/ 100.00
Total	S/ 11,190.00

En función de los datos obtenidos se prevé un gasto mensual de operación por el valor de **S/ 11,190.00**

3. Viabilidad del proyecto

3.1. Cuota residual o valor de salvamento

En la presente evaluación económica se ha considerado un valor residual equivalente al 10% del costo total de la máquina hidráulica, por lo que contablemente se encuentre depreciada al lapso de 10 años, pero en la práctica este tipo de equipos mantiene un valor de reventa de segunda mano o existe la posibilidad de vender como chatarra o repuestos y exista la posibilidad de recuperar algo del valor.

Donde:

I: Inversión **S/ 25,448.75**

S: Salvamento o valor residual

$$S = I (10\%)$$

$$S = 25,448.75 (10\%)$$

$$S = 2,544.86 \text{ soles}$$

3.2. Depreciación de la máquina.

La máquina hidráulica semi-automática para la elaboración de ladrillos debe clasificarse como bien mueble, específicamente dentro de la categoría de maquinaria y equipo, de acuerdo con el artículo 22 del reglamento de la Ley del Impuesto a la Renta (aprobado por decreto supremo N° 179-2004-EF y modificatorias), la depreciación tributaria aplicable a maquinaria y equipos adquiridos desde el 01 de Enero de 1991 es 10% anual, usando el método lineal como tope tributario. (Sunat, 2006)

Este porcentaje también ha sido corroborado en análisis técnicos especializados, que indican que la tasa máxima de depreciación tributaria para maquinarias es del 10%, lo que implica que la depreciación contable suele coincidir con la tributaria, salvo que se opte por un régimen especial alternativo. (Aranda, s.f.)

Figura 59

Porcentaje de depreciación.

BIENES	PORCENTAJE ANUAL MÁXIMO DE DEPRECIACIÓN
1. Ganado de trabajo y reproducción; redes de pesca	25%
2. Vehículos de transporte terrestre (excepto ferrocarriles); hornos en general	20%
3. Maquinaria y equipo utilizados por las actividades minera, petrolera y de construcción, excepto muebles, enseres y equipos de oficina	20%
4. Equipos de procesamiento de datos	25%
5. Maquinaria y equipo adquirido a partir del 1.1.1991	10%
6. Otros bienes del activo fijo	10%

Nota: Tomado de *SUNAT*. Porcentaje de depreciación.

En este caso la máquina de fabricar bloques semi-automática tendrá una depreciación anual según la ecuación y se detalla en la Tabla 50.

Donde:

I: Inversión: **S/ 25,448.75**

S: Salvamento o valor residual: **S/ 2,544.86**

V_u = vida útil = 10 años

D_a = Depreciación Anual

$$D_a = \frac{I - S}{V_u}$$

$$D_a = \frac{25,448.75 - 2,544.86}{10}$$

$$D_a = \text{S/ } 2,290.4$$

Tabla 31

Depreciación anual de la máquina semi-automática.

Año	Depreciación anual (S/)	Depreciación acumulada (S/)	Valor en libros (S/)
0	0	0	S/ 25,448.75
1	S/ 2,290.40	S/ 1,861.54	S/ 23,158.35
2	S/ 2,290.40	S/ 4,151.94	S/ 20,867.95
3	S/ 2,290.40	S/ 6,442.34	S/ 18,577.55
4	S/ 2,290.40	S/ 8,732.74	S/ 16,287.15
5	S/ 2,290.40	S/ 11,023.14	S/ 13,996.75
6	S/ 2,290.40	S/ 13,313.54	S/ 11,706.35
7	S/ 2,290.40	S/ 15,603.94	S/ 9,415.95
8	S/ 2,290.40	S/ 17,894.34	S/ 7,125.55
9	S/ 2,290.40	S/ 20,184.74	S/ 4,835.15
10	S/ 2,290.40	S/ 22,475.14	S/ 2,544.75

a. Análisis mediante VAN (Valor Actual Neto).

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. La evaluación de proyectos permite medir las bondades

de la inversión desde el punto de vista económico, por ello se estiman los probables ingresos y costos en un determinado tiempo, la comparación de los valores genera un conjunto de indicadores que muestran la rentabilidad y determinan si es rentable ejecutar el proyecto (Industrial, 2011).

Proyección de producción con máquina hidráulica semi-automática

Tabla 32

Detalle de producción con la máquina hidráulica semi-automática.

Producción mínima mensual de la empresa		
Detalle	Cantidad	Unidad
Tiempo de trabajo (h/día)	7	Horas efectivas
Producción	342	bloq/hora
Días laborables (mes) considerando lluvias y otros factores.	14	días
Producción mensual (bloques/mes)	33,516	bloques
Perdidas 4%	31,840	bloques
Ingreso anual de la empresa		
Detalle	Valor	Unidad
Costo por bloque	S/ 0.405	soles
Ingreso mensual	S/ 12,555.00	soles
Ingreso anual	S/ 153,979.21	soles

Tabla 33

Resumen de actividades de ingresos y egresos anuales.

Actividad/Detalle	Cod. /identificación	Valor en soles
Costo de inversión	I	S/ 25,448.75
Ingreso anual	Ia	S/ 150,660.00
Egreso Anual	Ea	S/ 134,280.00
Depreciación anual lineal	Da	S/ 2,290.4
Evaluación del proyecto	Ep	10 años
Tasa de descuento o coste de proyecto	k	25%

Tabla 34

Detalle de flujo de caja proyectado a 10 años.

Tiempo años	Ingreso	Egreso	Depreciación anual	Saldo
0		-S/ 25,448.75		
1	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
2	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
3	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
4	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
5	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
6	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
7	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
8	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
9	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60
10	S/ 150,660.00	134,280.00	S/ 2,290.40	S/ 14,089.60

La proyección de la máquina hidráulica semi-automática en producción de ladrillos es de 2394 en un lapso de 7 horas y con una producción mensual de 31,840 bloques de ladrillo.

Mediante el programa de Excel nos da un valor de **VAN de S/ 24,858.21 soles**, lo que indica que el proyecto es viable.

b. Análisis mediante herramientas TIR (Tasa Interna de Retorno).

Para determinar el valor de la tasa interna de retorno se usó Excel, considerando los datos de flujo de caja se determinó $TIR = 47 \%$ en diez años. Se concluyó del valor de la tasa de retorno ($TIR = 47 \%$) es mayor al interés que se demanda en el valor actual neto ($VAN = 25 \%$) por lo tanto se concluyó que el proyecto es viable.

IV. DISCUSIÓN

La investigación desarrollada de la fabricación de ladrillos determinó que la producción se incrementa un 139 % cálculo con relación al método tradicional. La relevancia del diseño y la simulación fue importante para garantizar la viabilidad del proyecto. Así, la ladrillera Rivera contará con un diseño que permitirá fomentar la innovación mediante investigación y desarrollo.

El modelo de la máquina seleccionada para el diseño fue del tipo semi-automática, debido a que representa un equilibrio entre la mecanización de los procesos y la intervención operativa del usuario, donde este tipo de máquina permite incrementar la productividad y estandarizar la calidad de ladrillos, reduciendo el esfuerzo físico en comparación con los métodos manuales.

El análisis de los antecedentes revisados evidenció que, en los últimos años, se ha consolidado una inclinación hacia el diseño y la implementación de máquinas hidráulicas con el propósito de superar limitaciones de los métodos artesanales o tradicionales. En esta línea, a nivel internacional los estudios de Quispe (2022), Castillo (2024), y Oviedo y Acosta (2020), así como en el ámbito nacional Chapoñan y Rojas (2019) y Turpo (2021), coincidieron en señalar que la mecanización y automatización de los procesos ladrilleros permitieron mejorar significativamente la productividad, la estandarización de las piezas y la sostenibilidad de la industria ladrillera.

La presente investigación, cuyo objetivo general fue diseñar una máquina hidráulica semi-automática para la producción de ladrillos King Kong en el sector Fila Alta, Provincia de Jaén, guardaron estrecha relación con los antecedentes mencionados, dado que comparte la finalidad de incrementar la eficiencia productiva y garantizar la calidad estructural de los componentes y del producto final. Sin

embargo, presentó un valor agregado al contextualizar el diseño a las condiciones particulares de la región, donde predominan los productores de pequeña y mediana escala que requieren soluciones viables de manera técnica y económica.

En relación con los objetivos específicos, los antecedentes permitieron establecer una correspondencia metodológica. Así, el planteamiento de Quispe (2024) respecto al diseño mecánico, eléctrico y estructural de la máquina, la implementación de un sistema automatizado con PLC y la validación mediante la simulación de elementos finitos coincidió con la necesidad de determinar los parámetros de diseño y modelar el sistema mediante software especializado, tal como se desarrolló en esta investigación. De esta manera semejante, la propuesta de Castillo (2024) basado en etapas de diseño que fueron validadas mediante simulación estática utilizando métodos de elementos finitos en SolidWorks de todos los componentes sometidos a diferentes esfuerzos tanto de flexión, compresión y torsión.

Por otra parte, Oviedo y Acosta (2020) destacaron el diseño de una máquina para fabricar ladrillos y adoquines empleando un sistema hidráulico con pistones hidráulicos para la compresión y compactación de los materiales debido a la fuerza requerida y la implementación del diseño estructural compuesto por material ANSI A-36, siendo aspectos que reflejan en nuestra investigación aplicada.

Las propuestas de Chapoñan y Rojas (2019) fueron disminuir la dependencia de la mano de obra y aumentar la producción comparado a métodos tradicionales y por otro lado Turpo (2021) desarrollo una máquina de producción eficiente pero a un costo accesible no mayor a s/ 12 000 generando rentabilidad y producción optima, los cuales en nuestra investigación se plateó los mismos indicadores que la máquina de un costo aceptable para la empresa y proporcionó aumento de producción respecto a la manera tradicional y manual que se emplea.

La implementación de una máquina hidráulica semi-automática se presentó como una solución viable y económicamente rentable para abordar la necesidad de aumentar la producción de ladrillos King Kong en el contexto de competitividad y rentabilidad. El análisis económico realizado, utilizando herramientas financieras como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), permitió una evaluación detallada de la viabilidad del proyecto. El VAN calculado de S/. 24,858.21 indica que el proyecto generó un valor positivo, lo que implica que los ingresos esperados superaron los costos de inversión. Este resultado es alentador y sugiere que la iniciativa fue financieramente sólida. La TIR de 47 %, significativamente superior a la tasa de descuento del 25%, refuerza esta conclusión, ya que sugiere que el proyecto no solo fue rentable, sino que también ofreció un rendimiento atractivo en comparación con otras oportunidades de inversión. El período de retorno, estimado en 1 año y 10 meses, fue un indicador adicional de la viabilidad del proyecto. Este tiempo relativamente corto para recuperar la inversión inicial permite a los inversionistas evaluar el riesgo asociado, pues una recuperación rápida reduce la exposición a incertidumbres futuras.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La determinación de los parámetros de diseño de la máquina hidráulica semi-automática permitió diseñar un sistema eficiente para la fabricación de ladrillos King Kong. Se definieron las dimensiones del bloque de ladrillo con una medida de 230 mm x 120 mm x 110 mm, la capacidad de producción por ciclo son de 9 ladrillos y 342 por hora, teniendo un incremento de 139% frente a la producción de manera tradicional.

El diseño de la máquina hidráulica para fabricar ladrillos mediante software de SolidWorks validó y optimizó la simulación estática a través de elementos finitos sometidos los componentes a esfuerzos de flexión y compresión y se determinó una potencia del motor hidráulico de 2 HP y un caudal (Q) de 5 L/min.

El análisis económico de la máquina hidráulica para fabricar ladrillos King Kong demostró su viabilidad financiera. Se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 24,858.21 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 47 % confirmando que la inversión es rentable. Además, el periodo de retorno estimado en 1 año y 10 meses minimizó los riesgos económicos y garantizó un rápido retorno de la inversión.

En conclusión, el diseño de la máquina hidráulica para fabricar ladrillos King Kong propuesto resultó factible desde una perspectiva técnica y económica. Su implementación permitirá mejorar la capacidad de producción respecto a la manera tradicional y fortalecer la economía de los pequeños productores.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar pruebas experimentales adicionales para verificar el desempeño de la máquina hidráulica en prototipos físicos para ajustar los cálculos teóricos y optimizar el funcionamiento del ciclo repetitivos y la configuración de funcionamiento programado mediante los circuitos hidráulicos y de control.

Se sugiere complementar el diseño con simulaciones dinámicas de esfuerzos y ciclos de trabajo, lo que permitirá prever el comportamiento de la máquina hidráulica en escenarios de máxima carga y prolongar su vida útil.

Se recomienda actualizar periódicamente los indicadores financieros del proyecto sobre el análisis económico mediante VAN y TIR, incorporando variaciones en costos de insumos, tarifas energéticas y mantenimiento preventivo. Además, es aconsejable realizar un análisis de sensibilidad, que permita evaluar la rentabilidad del diseño en diferentes escenarios de producción (incremento o reducción en la demanda de ladrillos King Kong, fluctuaciones en precios de mercado). Este enfoque dará mayor solidez a la toma de decisiones de inversión. Finalmente, se sugiere integrar el análisis financiero con un estudio de amortización de los equipos hidráulicos, a fin de determinar con mayor precisión la vida útil económica de la máquina.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranda, A. V. (s.f.). *Nube Cont.* Obtenido de Depreciación contable vs Depreciación tributaria de propiedad, planta y equipo.
- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *Arequipa: Enfoques consulting EIRL.*
- Caicedo Oviedo, L. F., & Restrepo Acosta J, D. (2022). *Diseño de una máquina para la fabricación de ladrillos y adoquines a partir de residuos de construcción y demolición (RCD).*
- Carlos Daniel rincon, J. C. (2017). *Evaluación de la Sostenibilidad de la Producción de Ladrillo en la Región de Boyacá, Colombia.* Colombia.
- Castillo, J. D. (2024). *Diseño de una máquina extrusora de arcilla para la fabricación de ladrillo de cara vista.* Loja - Ecuador.
- Ccoa, S. T. (2021). *Diseño de una máquina extrusora hidráulica semi automática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa ladrillos imperio Cusco - 2021.* Cusco: Universidad Continental.
- Centro de Investigación en Materiales Avanzados SC, U. A. (01 de Mayo de 2018). Análisis de ciclo de vida de una mejora en la manufactura tradicional de ladrillo. *Análisis de ciclo de vida de una mejora en la manufactura tradicional de ladrillo.* Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/370/37060163017/html/>
- Chapoñan, C. E., & Rojas, J. C. (2019). Diseño de una máquina extrusora de ladrillos con una capacidad de 1000 unidades/hora para la fábrica "Ladrillos Lark" - Lambayeque. *Tesis de título profesional.* Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.
- Conveyor belt technique, desing and calculation dunlop.* (1994).
- Data, G. (30 de Marzo de 2025). *Global Data.* Obtenido de Tamaño, tendencias y

previsiones de crecimiento del mercado de la construcción por regiones y países, 2025-2029: <https://www.globaldata.com/store/report/construction-market-analysis/>

Diego Mendoza, A. L. (05 de mayo de 2012). *Investigación es todo*. All Rights Reserved AL Productions. Obtenido de

<https://investigacionestodo.wordpress.com/2012/05/19/clases-y-tipos-de-investigacion-cientifica/>

Drivesystems, N. (s.f.). *Constant speed drives*. West, Corona Los Angeles: National customer service.

Electroriente. (04 de 07 de 2024). *ELOR*. Obtenido de Ajuste de pleigo tarifario:

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/[https://cdn.www.gob.pe/uploads/](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6054295/3754005-040724-)

[document/file/6054295/3754005-040724-](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6054295/3754005-040724-)

[pliegosamazonascajamarca.pdf?v=1721702094](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6054295/3754005-040724-)

Elia Beatriz Pineda, E. L. (1994). *Metodología de la investigación* (2 edición ed.).

Washington, D.C. 20037, E.U.A: Organizacion Panamericana de la salud.

Elmaghraby, S. E. (1966). *The desing of Production System*. NEW YORK,

REINHOLD PUB. CORP. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/http://www.prothius.com/docencia/L_CN-LC-13-2010-web.pdf

Empresa Lark. (2023). *Empresa de ladrillos Lark*. Obtenido de

<https://ladrilloslark.com.pe/noticias/ladrillos-lark-el-1t24-fue-nefasto-para-el->

[sector/#:~:text=%C2%BFLa%20capacidad%20de%20producci%C3%B3n%20de,y%20126%2C000%20toneladas%20en%20Chiclayo.](https://ladrilloslark.com.pe/noticias/ladrillos-lark-el-1t24-fue-nefasto-para-el-sector/#:~:text=%C2%BFLa%20capacidad%20de%20producci%C3%B3n%20de,y%20126%2C000%20toneladas%20en%20Chiclayo.)

Ferrocortes. (s.f.). *Barras de acero al carbono*. Obtenido de Ferrocortes-Soluciones con

- el acero.: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ferrocortes.com.co/wp-content/uploads/2024/11/FT-01-002-AISI-SAE-1045.pdf
- George Dieter y Linda Schmidt. (2012). *Engineering Design*. McGraw-Hill Higher Education.
- Gonzales, J. L. (2020). *Proyecto de tesis. Guia para elaboracion de tesis*. Arequipa-Peru: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-05577.
- GOOGLE MAPS. (2024). Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-5.7390079,-78.7976016,15z?entry=ttu>
- Huayta Meza, F. T. (2014). Indicadores de gestión empresarial en la producción de ladrillo artesanal de la región Junín. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1468>
- Industrial, F. d. (28 de 06 de 2011). *Producción y Gestión*. Obtenido de Indicador de Rentabilidad de Proyectos: el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA): chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v14_n1/pdf/a03.pdf
- Ke-pack. (s.f.). *Catalogo transportador de cintas*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.maskepack.com/pdf/catalogo%20transportadores%20maskepack%20-%20cintas.pdf
- Mamani, C. (2021). "Análisis taxonomico de las tesis de pregrado de la Facultad de Odontologia de la UCSM, 2017-2020". *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- Markets, A. s. (10 de septiembre de 2024). *Especificaciones tecnicas de acero al carbono*. Obtenido de ASTM: https://store.astm.org/a0006_a0006m-

- 24b.html?_gl=1*1j2bf6v*_gcl_au*NDI4ODg2MDU3LjE3NTc1NjM0MTk.
- Maximixe. (03 de 01 de 2023). Obtenido de Club de Análisis Estratégico de Riesgos de MAXIMIXE: <https://alertaeconomica.com/produccion-de-ladrillos-se-reduce-en-68-a-setiembre-de-2022/>
- Montjoy, V. (2022). *La atemporalidad del ladrillo: sus beneficios en la construcción*. Arch Daily. Obtenido de <https://www.archdaily.pe/pe/979802/la-atemporalidad-del-ladrillo-sus-beneficios-en-la-construccion>
- Mordor Intelligence. (2024). Obtenido de Brick Industry Forecast 2024: Source: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/brick-market>
- MYPE. (03 de Junio de 2019). Guia de buenas practicas. págs. 1-67.
- Nelson Afanador García, A. C. (2013). *Caracterización de arcillas empleadas en pasta cerámica para la elaboracion de ladrillos en la zona de Ocaña, Norte de Santander*. Santander: Revista épsilon.
- Ñaupas Paitán, H. V. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redaccion de tesis*. Bogota: Ediciones de la U.
- OECD WORLD. (2020). Obtenido de Ladrillos: <https://oec.world/es/profile/hs/bricks>
- Optimiza, C. (2019). Mercado de Ladrillo: Una Lucha Imparable contra la Informalidad. *Peru Construye*. doi:<https://optimizacontratistas.com/mercado-del-ladrillo-una-lucha-imparable-contra-la-informalidad/>
- Piura, U. d. (16 de Noviembre de 2018). Mejorando la eficiencia de la producción de ladrillo artesanal en Piura. Obtenido de <https://peruconstruye.net/2018/11/16/mejorando-la-eficiencia-de-la-produccion-de-ladrillo-artesanal-en-piura/>
- Power, H. F. (30 de 09 de 2018). Componentes de un sistema hidráulico. Obtenido de Componentes de un sistema hidráulico.

- Produce, M. d. (3 de junio de 2010). Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales. pág. 39.
- Quesada, J. A. (2020). Producción Industrial ladrillera en Lima. *El comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/negocios/ladrillos-lark-ventas-crecen-8-en-el-primer-trimestre-del-ano-pero-se-desaceleran-en-abril-autoconstruccion-incertidumbre-politica-ncze-noticia/>
- Quispe, J. J. (2022). Construcción e implementación de una máquina semi-industrial automática para la elaboración de bloques de ladrillos.
- Ramirez, H. (2024). *Diseño de una máquina prensadora automatizada de ladrillos ecológicos con interlocking*. Lima, Lima, Perú: Pontificie Universidad Católica del Perú.
- Relay, E. (2025). *Costes indirectos*.
- Rhodes, D. (1990). *Arcilla y vidriado para el ceramista*. ESPAÑA: Ediciones CEAC.
- Santibañez., C. Z. (2024). *Diseño de una máquina para fabricar ladrillos ecológicos*. Tesis.
- SKF. (2006). *Catálogo General SKF*. Suecia: Grupo SKF.
- Skinder B.M., S. A. (31 de Enero de 2014). Emisiones de hornos de ladrillos y su impacto ambiental: una revisión. *ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE NATURAL*, 6, págs. 1-11.
- Sunat. (10 de 08 de 2006). *Impuesto a la Renta - Porcentaje de depreciación de activos materia de arrendamiento*. Obtenido de Impuesto a la Renta: <https://www.sunat.gob.pe/legislacion/oficios/2006/oficios/i1962006.htm>
- Supo, J. (02 de 04 de 2023). Niveles de Investigación. *Blog*. BIOESTADISTICO. Obtenido de <https://bioestadistico.com/niveles-de-investigacion>

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a DIOS, por su infinita misericordia y bendiciones derramadas sobre mi vida, quien me ha permitido culminar esta etapa académica. En su palabra está escrito “*Encomienda a Jehová tu camino, confía en él y él hará*” (Salmos 37:5), promesa que me sostuvo a lo largo de este proceso.

Mi más profundo agradecimiento a mis padres y abuelos, quienes con amor, paciencia y sacrificio nos brindaron su apoyo a lo largo de mi formación académica y personal.

Sergio Pérez Rojas

A Dios, por el don de la vida, la sabiduría y su guía ha sido esencial para culminar esta etapa.

A mis padres, cuyo amor, sacrificio y apoyo incondicional fueron el pilar de mi desarrollo, y cuyo ejemplo de esfuerzo me inspiró a superarme para convertirme en un profesional íntegro al servicio de la sociedad.

A los distinguidos docentes por brindarnos sus conocimientos, y al asesor de tesis Mg. Ing. Mario Félix Olivera Aldana que nos orientó y para poder desarrollar este proyecto de tesis.

Janner Joiser Huatangare Rojas

DEDICATORIA

A Dios por la vida, por discernimiento en cada decisión tomada para afrontar diferentes desafíos y retos que superamos cada día y por la fortaleza espiritual en cada ámbito de nuestra vida.

A mis padres; Segundo Pérez e Isidora Rojas, hermanos y abuelos que nos acompañaron, nos respaldaron y fueron de aliento y fortaleza para cumplir y seguir cumpliendo cada una de nuestras metas propuestas

Sergio Pérez Rojas

Dedico esta tesis a Dios, fuente de fortaleza y guía en cada etapa de mi vida.

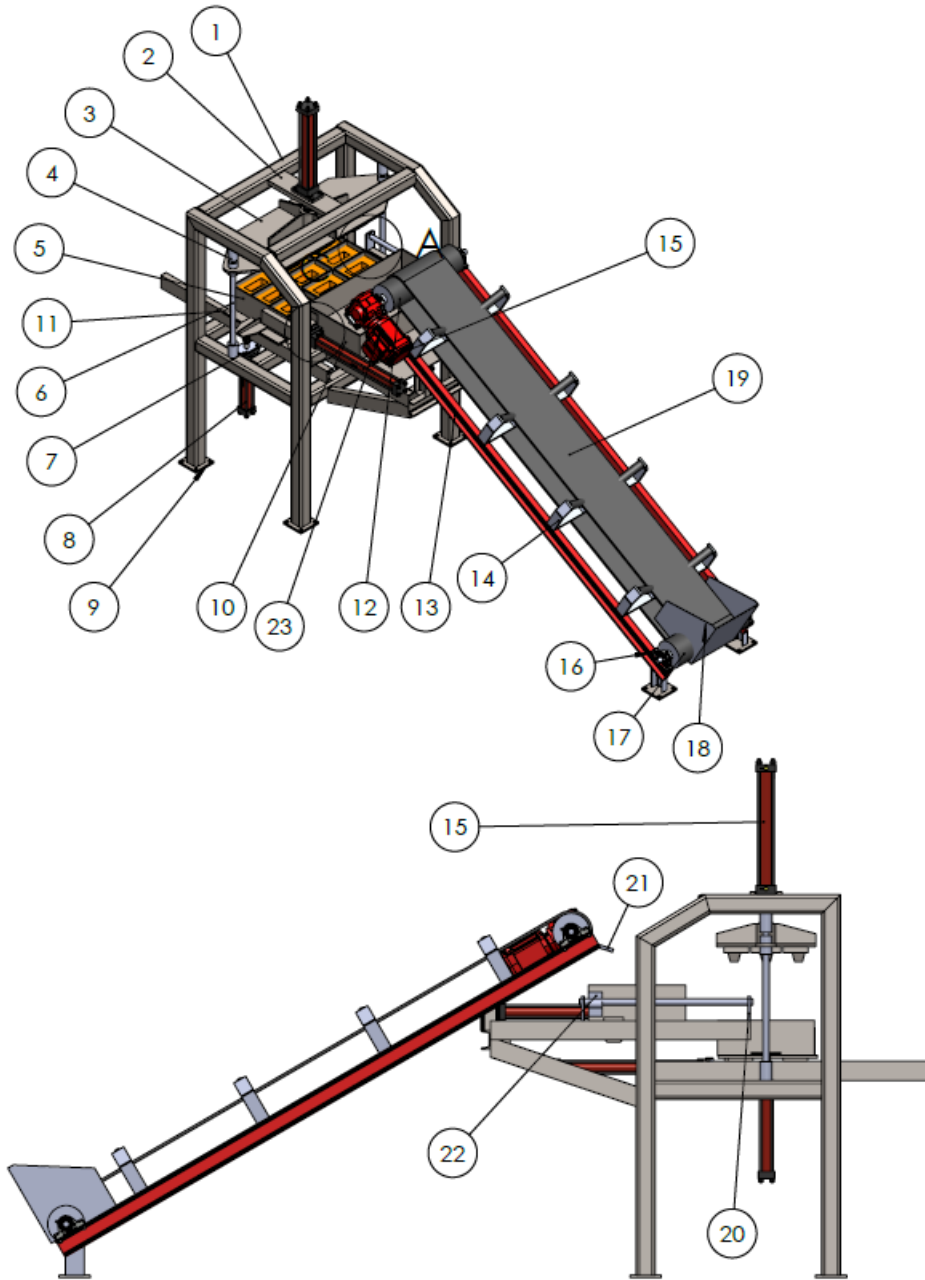
A mis padres Miguel, Hilda y hermanos por su apoyo incondicional, por velar siempre por mi bienestar y acompañarme con aliento constante durante el desarrollo de mi formación profesional, su ejemplo y respaldo han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

Janner Joiser Huatangare Rojas

ANEXOS

Anexo 1. Visualización de la ladrillera Rivera por tesistas.





Nota técnica para soldadura de componentes en ASTM A36

Soldadura estructural – Acero ASTM A36 Todos los componentes fabricados en acero estructural ASTM A36 deben ser soldados conforme a los lineamientos de la norma AWS D1.1.

Proceso recomendado: MIG (GMAW) o SMAW, según disponibilidad y espesor del material. Material de aporte: Electrodo E7018 (SMAW) o alambre ER70S-6 (GMAW), con gas protector adecuado (mezcla Ar-CO₂).

Preparación de juntas:

Biselado de bordes para espesores mayores a 6 mm.

Limpieza previa de óxidos, grasa y rebabas.

Parámetros de soldadura:

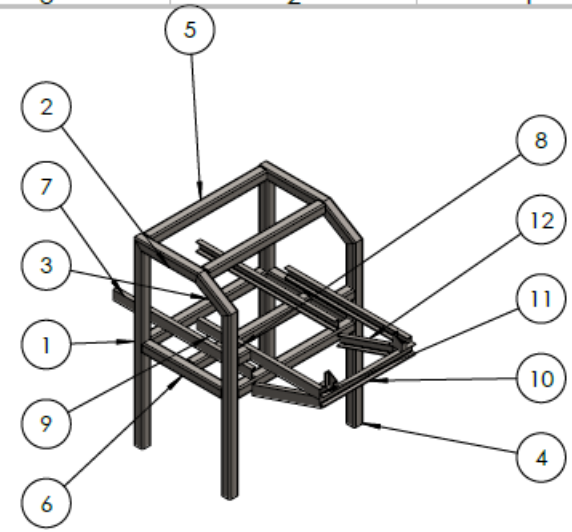
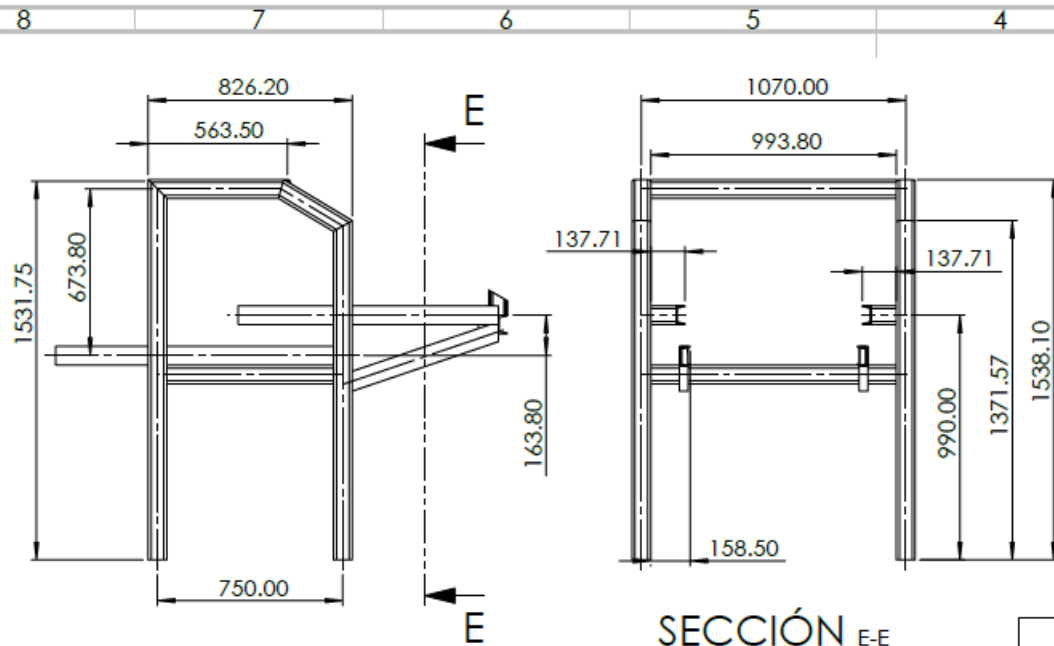
Corriente continua (DC) con polaridad directa (DCEP).

Control de penetración y cordón continuo sin porosidades.

ITEM	DESCRIPCION	N PLANO
1	Estructura Metalica	3
2	Soporte de Vástago superior	4
3	Soporte de Compactación	5
4	Soporte de corrediza	7
5	Molde base	8
6	Barra corrediza de molde	9
7	soporte de Vástago inferior	10
8	Vástago inferior	11
9	Soporte de la estructura	12
10	Tolva de alimentación	13
11	Plancha base	14
12	Rodillo tambor superior	15
13	Soporte de banda transportadora	16
14	Corredera de banda transportadora	17
15	Vástago lateral derecho	18
16	Chumacera	-
17	Rodillo tambor inferior	19
18	Almacenamiento de material corredizo	20
19	Banda transportadora de material	21
20	Soporte de corrediza de tolva de alimentacion	22
21	Guía de descarga de material	23
22	Guía corrediza	24
23	Motor reductor de 1/2 HP	

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			NOMBRE	FRMA	FECHA													TÍTULO: <h2>MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA</h2>		
NOMBRE	FRMA	FECHA																		
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO																	
PESO:			GENERAL																	
ESCALA: 1:50			HOJA 1 DE 1																	

A3



SECCIÓN E-E

Nº de elemento	Cantidad	Descripción	LONGITUD
1	2	TS3x3x0.25	1538.1
2	2	TS3x3x0.25	548.65
3	2	TS3x3x0.25	323.67
4	2	TS3x3x0.25	1371.57
5	5	TS3x3x0.25	993.8
6	2	TS3x3x0.25	673.8
7	2	C3x4.1	1187.33
8	2	TS3x3x0.25	101.9
9	2	C3x4.1	1051.56
10	1	C3x4.1	790
11	1	C3x4.1	645.86
12	1	C3x4.1	645.86
13	1	C3x4.1	101.11
	1	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VVVA	101.11
	2	C3x4.1 CAMBE LA ESCALA	80.15

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM.
 ACABADO ESPECIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:
**MÁQUINA HIDRÁULICA
 SEMI-AUTOMÁTICA**

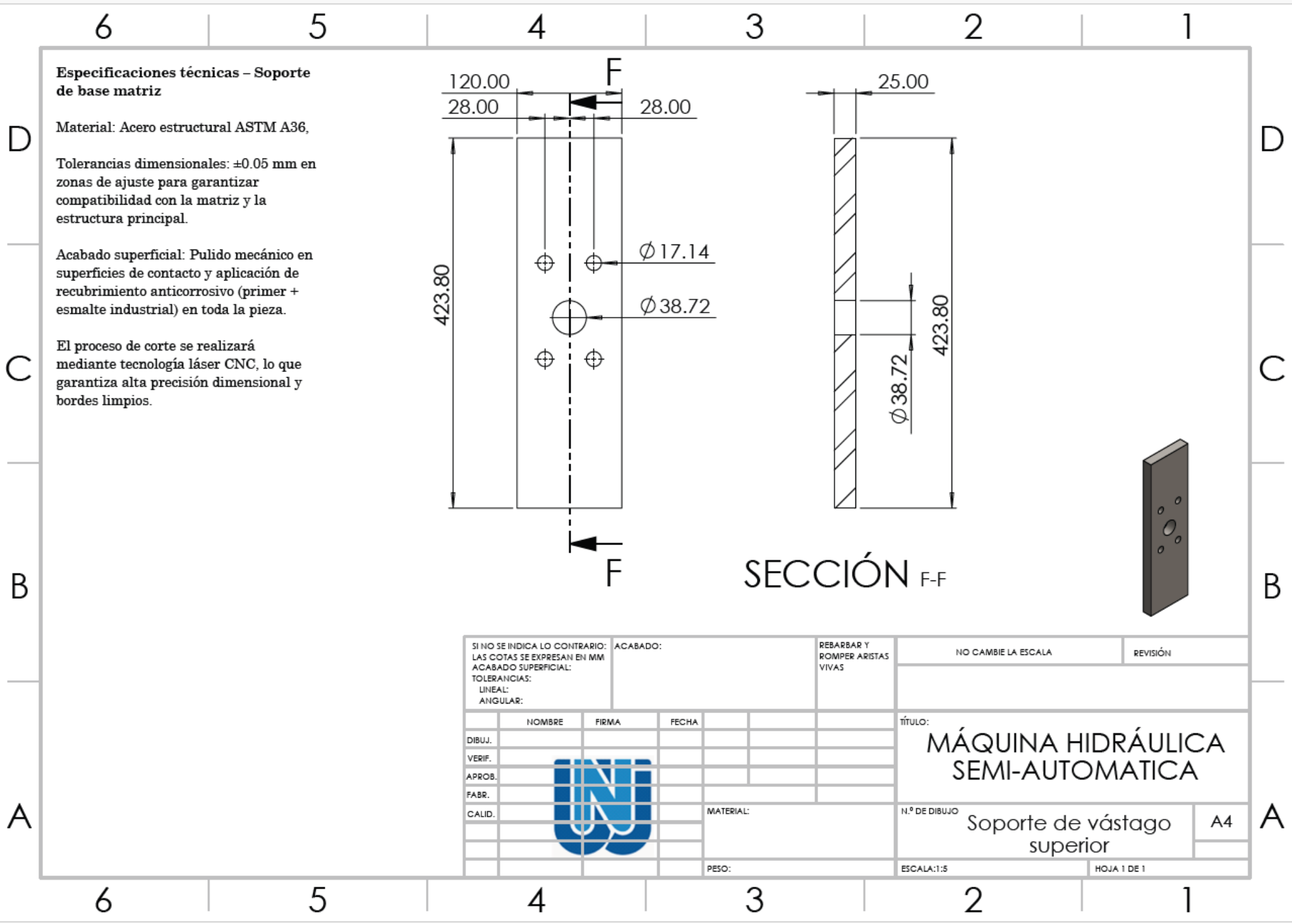
N.º DE DIBUJO:
Estructura metalica

A3

PESO:

ESCALA: 1:20

HOJA 1 DE 1



Especificaciones técnicas – Soporte de base matriz

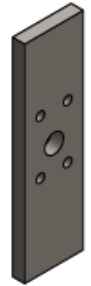
Material: Acero estructural ASTM A36,

Tolerancias dimensionales: ± 0.05 mm en zonas de ajuste para garantizar compatibilidad con la matriz y la estructura principal.

Acabado superficial: Pulido mecánico en superficies de contacto y aplicación de recubrimiento anticorrosivo (primer + esmalte industrial) en toda la pieza.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.

SECCIÓN F-F



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS GOTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.				VERIF.				APROB.				FABR.				CALID.				TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ.																														
VERIF.																														
APROB.																														
FABR.																														
CALID.																														
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO Soporte de vástago superior	A4																								
				PESO:	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1																								

6

5

4

3

2

1

D

D

C

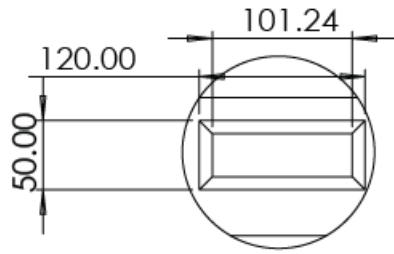
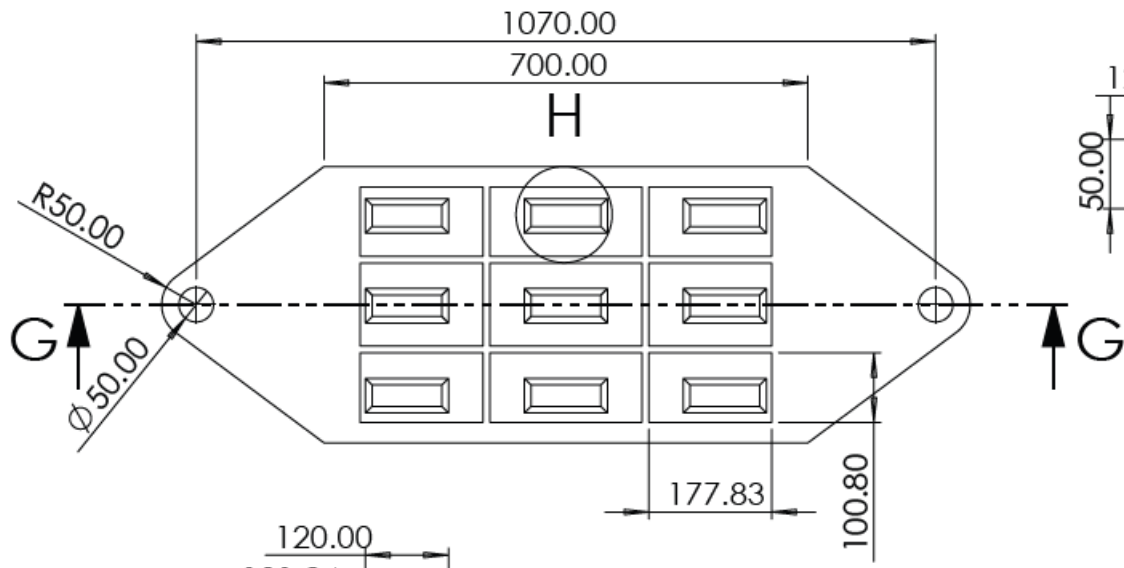
C

B

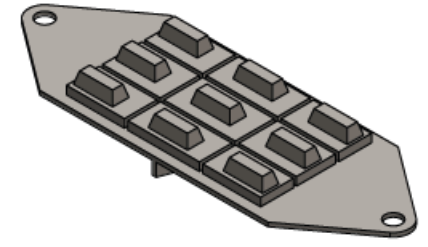
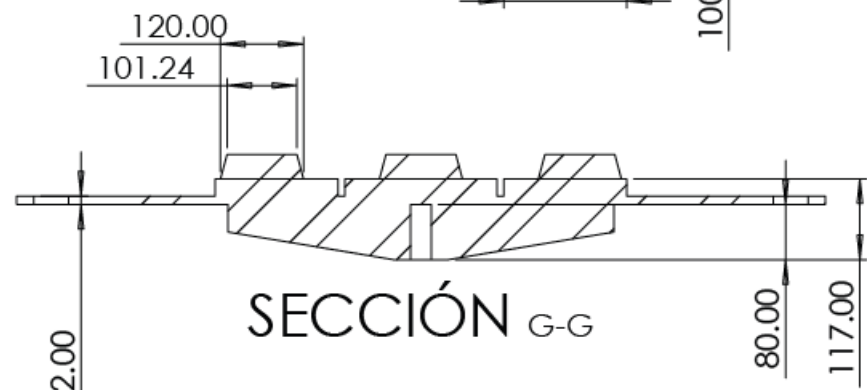
B

A

A



DETALLE H
ESCALA 1 : 5



Especificaciones técnicas - Soporte de base matriz

Material: Acero estructural ASTM A36,

Notas de fabricación
El soporte será ensamblado a partir de planchas de acero ASTM A36 previamente recortadas.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.

Las piezas serán ensambladas y unidas mediante soldadura por arco (MIG o SMAW), conforme a la norma AWS D1.1.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA	
DIBUJ.			NOMBRE		N.º DE DIBUJO	
VERIF.			FIRMA		Soporte de Compatación	
APROB.			FECHA		A4	
FABR.			MATERIAL:		ESCALA:1:10	
CALID.			PESO:		HOJA 1 DE 1	



6

5

4

3

2

1

Especificaciones técnicas – Eje soporte de matriz

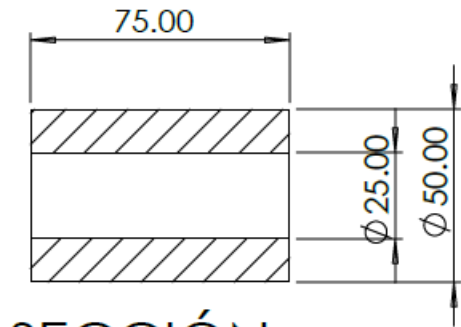
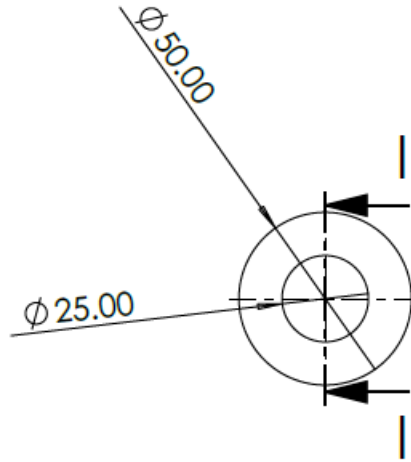
Material: Acero SAE 1045, acero medio carbono con buena maquinabilidad y excelente respuesta a tratamientos térmicos.

Tolerancias dimensionales: ± 0.02 mm en diámetros de ajuste y ± 0.05 mm en longitudes generales, para garantizar un acoplamiento preciso con la base y la matriz.

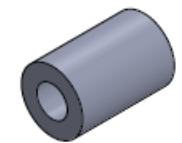
Notas de fabricación

El eje será fabricado a partir de barra maciza de acero SAE 1045.

El mecanizado se realizará en torno y fresadora convencional o CNC, según disponibilidad.



SECCIÓN H



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.			NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA
VERIF.						N.º DE DIBUJO Soporte de corrediza
APROB.						
FABR.						
CALID.						
			MATERIAL:	ESCALA: 1:2		A4
			PESO:	HOJA 1 DE 1		

6

5

4

3

2

1

Especificaciones técnicas - Soporte de base matriz

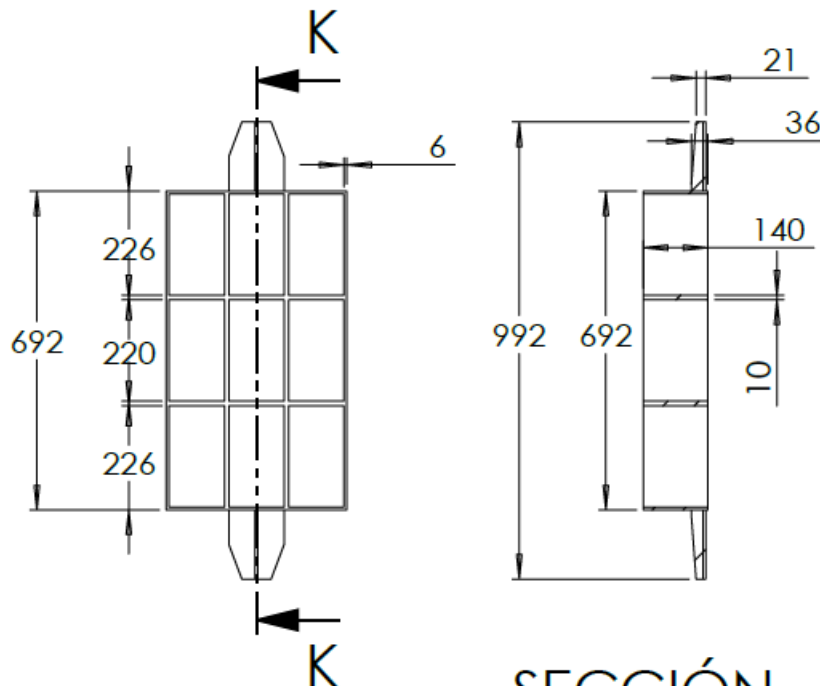
Material: Acero estructural ASTM A36,

Notas de fabricación

El soporte será ensamblado a partir de planchas de acero ASTM A36 previamente recortadas.

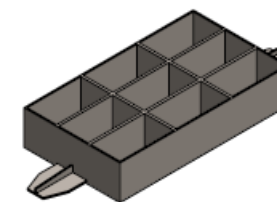
El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.

Las piezas serán ensambladas y unidas mediante soldadura por arco (MIG o SMAW), conforme a la norma AWS D1.1.



SECCIÓN K-K

ESCALA 1 : 15



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.				VERIF.				APROB.				FABR.				CALID.				TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ.																														
VERIF.																														
APROB.																														
FABR.																														
CALID.																														
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO Molde base	A4																								
				PESO:	ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1																								

6

5

4

3

2

1

D

D

C

C

B

B

A

A

6

5

4

3

2

1

Especificaciones técnicas - Eje soporte de matriz

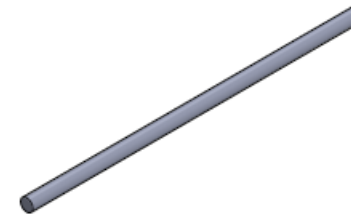
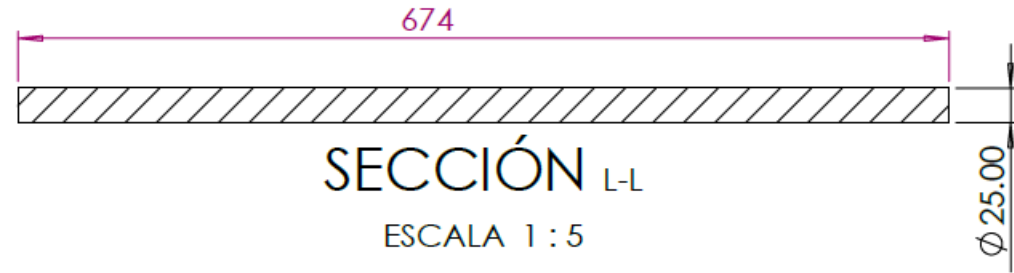
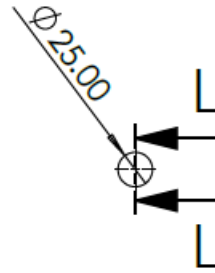
Material: Acero SAE 1045, acero medio carbono con buena maquinabilidad y excelente respuesta a tratamientos térmicos.

Tolerancias dimensionales: ± 0.02 mm en diámetros de ajuste y ± 0.05 mm en longitudes generales, para garantizar un acoplamiento preciso con la base y la matriz.

Notas de fabricación

El eje será fabricado a partir de barra maciza de acero SAE 1045.

El mecanizado se realizará en torno y fresadora convencional o CNC, según disponibilidad.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN		
DIBUJ.		NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:		
VERIF.					MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA		
APROB.					MATERIAL:		N.º DE DIBUJO
FABR.					Barra corrediza de molde		A4
CALID.					PESO:		ESCALA:1:10
					HOJA 1 DE 1		

6

5

4

3

2

1

D

D

C

C

B

B

A

A

6

5

4

3

2

1

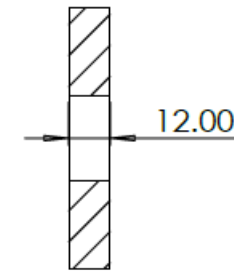
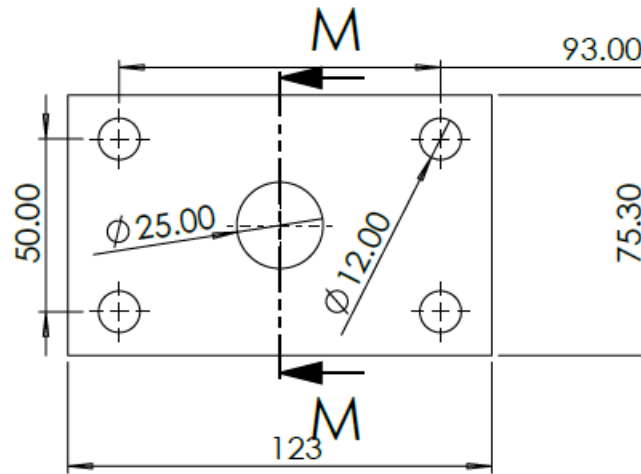
Especificaciones técnicas – Soporte de base matriz

Material: Acero estructural ASTM A36,

Notas de fabricación
El soporte será ensamblado a partir de planchas de acero ASTM A36 previamente recortadas.

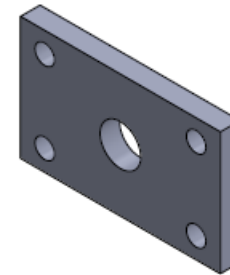
El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.

Las piezas serán ensambladas y unidas mediante soldadura por arco (MIG o SMAW), conforme a la norma AWS D1.1.



SECCIÓN M-M

ESCALA 1 : 2



D

D

C

C

B

B

A

A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	
					TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA		
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		N.º DE DIBUJO Soporte de vástago inferior		
VERIF.				MATERIAL:	A4		
APROB.							
FABR.							
CALID.				PESO:	ESCALA:1:1	HOJA 1 DE 1	

6

5

4

3

2

1

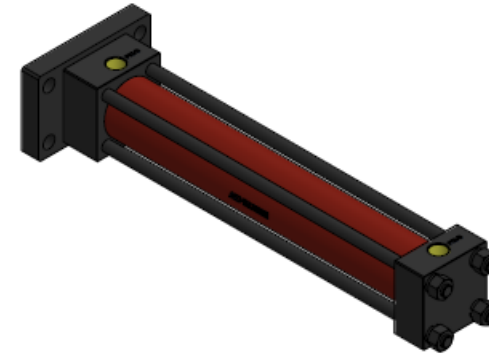
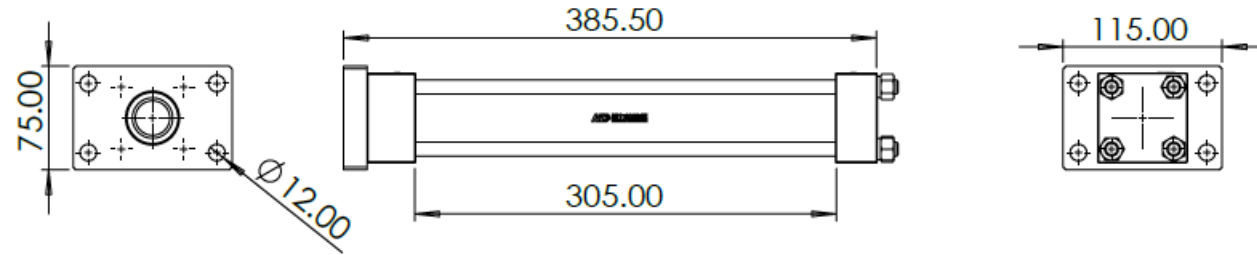
Especificaciones técnicas - Soporte de base matriz

Material: Acero estructural ASTM A36,

Tolerancias dimensionales: ± 0.05 mm en zonas de ajuste para garantizar compatibilidad con la matriz y la estructura principal.

Acabado superficial: Pulido mecánico en superficies de contacto y aplicación de recubrimiento anticorrosivo (primer + esmalte industrial) en toda la pieza.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA	
DIBUJ.			NOMBRE	FIRMA	FECHA	N.º DE DIBUJO Vástago inferior
VERIF.						A4
APROB.						MATERIAL:
FABR.			PESO:			ESCALA:1:1
CALID.						HOJA 1 DE 1

6

5

4

3

2

1

Especificaciones técnicas – Soporte de base matriz

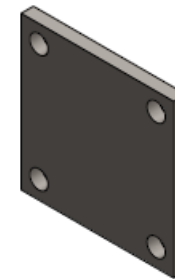
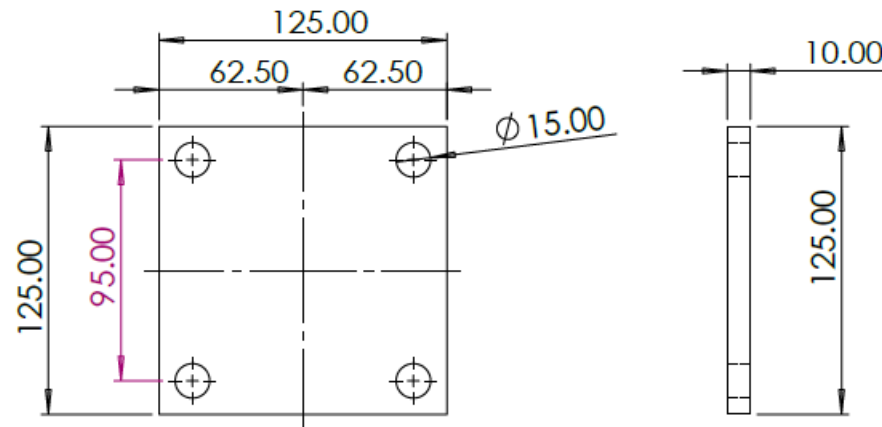
Material: Acero estructural ASTM A36,

Notas de fabricación

El soporte será ensamblado a partir de planchas de acero ASTM A36 previamente recortadas.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.

Las piezas serán ensambladas y unidas mediante soldadura por arco (MIG o SMAW), conforme a la norma AWS D1.1.



D

D

C

C

B

B

A

A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.			NOMBRE		FIRMA	
VERIF.			FECHA		TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA	
APROB.			MATERIAL:		N.º DE DIBUJO Soporte de la estructura	
FABR.			PESO:		ESCALA:1:2	
CALID.					HOJA 1 DE 1	
					A4	

6

5

4

3

2

1

6

5

4

3

2

1

Especificaciones técnicas - Soporte de base matriz

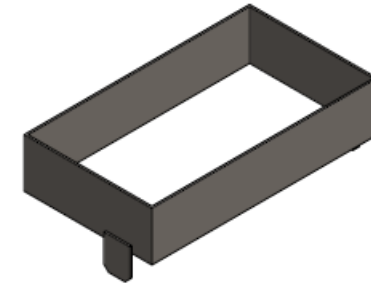
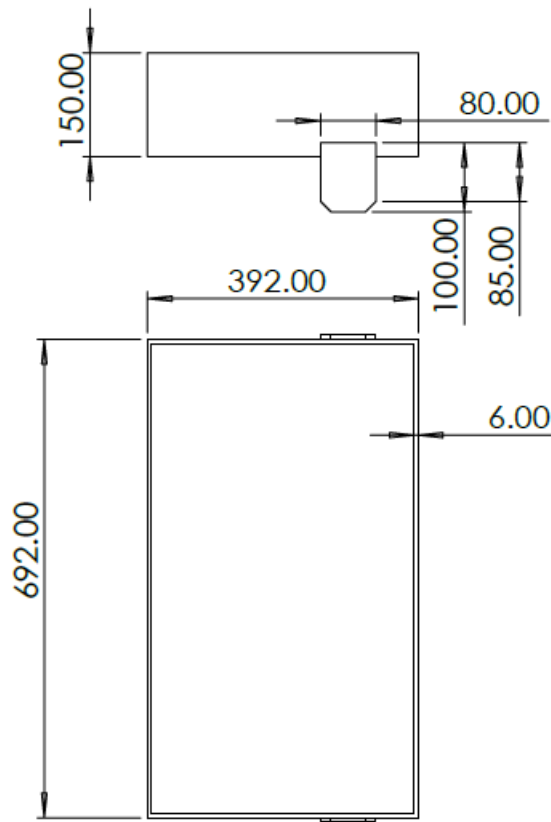
Material: Acero estructural ASTM A36,

Notas de fabricación

El soporte será ensamblado a partir de planchas de acero ASTM A36 previamente recortadas.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.

Las piezas serán ensambladas y unidas mediante soldadura por arco (MIG o SMAW), conforme a la norma AWS D1.1.



D

D

C


C

B

B

A

A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAUID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.				VERIF.				APROB.				FABR.				CAUID.				TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																									
DIBUJ.																												
VERIF.																												
APROB.																												
FABR.																												
CAUID.																												
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO	A4																								
PESO:			ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1																							
			Tolva de alimentación																									

6

5

4

3

2

1

6

5

4

3

2

1

D

D

C

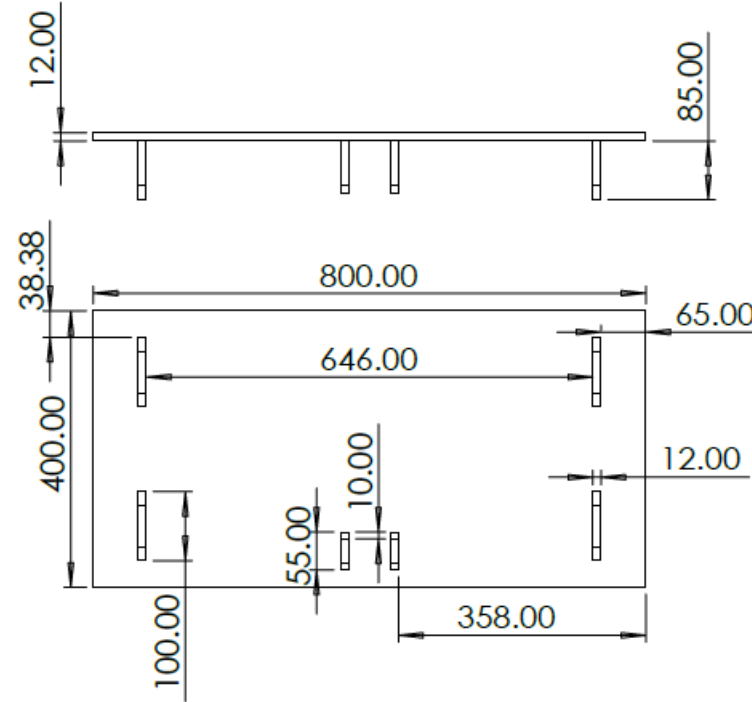
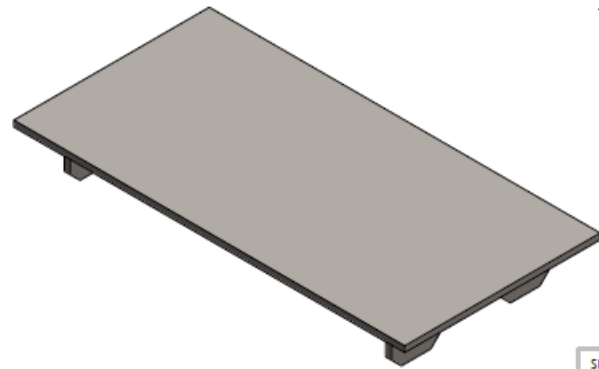
C

B

B

A

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA		
				N.º DE DIBUJO Plancha base		A4
				ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			



MATERIAL:

PESO:

6

5

4

3

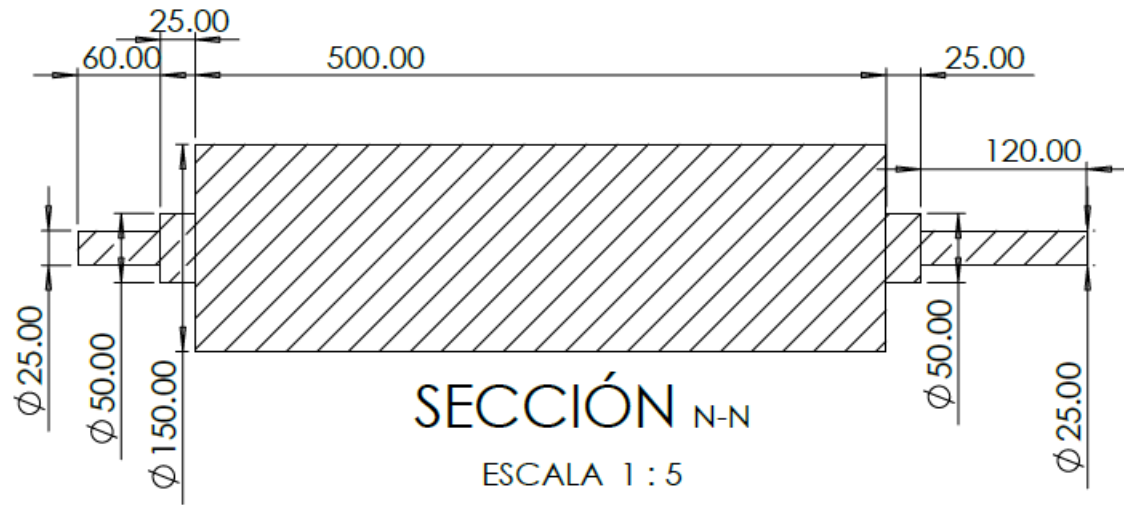
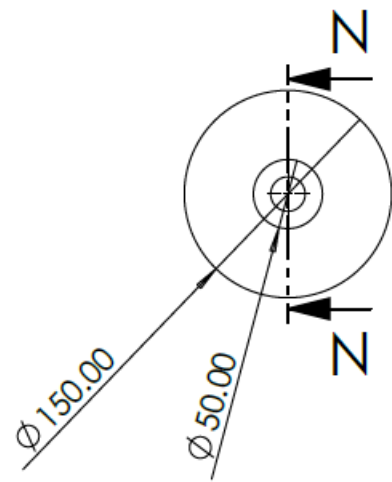
2

1

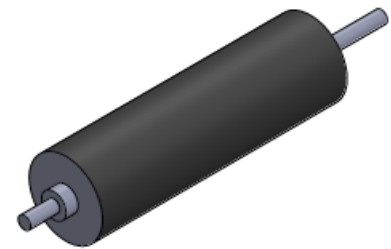
6 5 4 3 2 1

D

D



SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 5



C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.		NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
VERIF.					MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA
APROB.					N.º DE DIBUJO
FABR.					Rodillo tambor superior
CALID.					A4
				MATERIAL:	ESCALA: 1:10
				PESO:	HOJA 1 DE 1

A

A

6 5 4 3 2 1

6

5

4

3

2

1

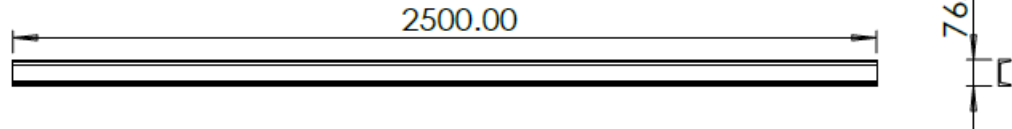
Especificaciones técnicas - Soporte de base matriz

Material: Acero estructural ASTM A36,

Tolerancias dimensionales: ±0.05 mm en zonas de ajuste para garantizar compatibilidad con la matriz y la estructura principal.

Acabado superficial: Pulido mecánico en superficies de contacto y aplicación de recubrimiento anticorrosivo (primer + esmalte industrial) en toda la pieza.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.



D

D

C

C

B

B

A

A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.				MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA	
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CAUID.				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
					Soporte de banda transportadora
				PESO:	A4
				ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1

6

5

4

3

2

1

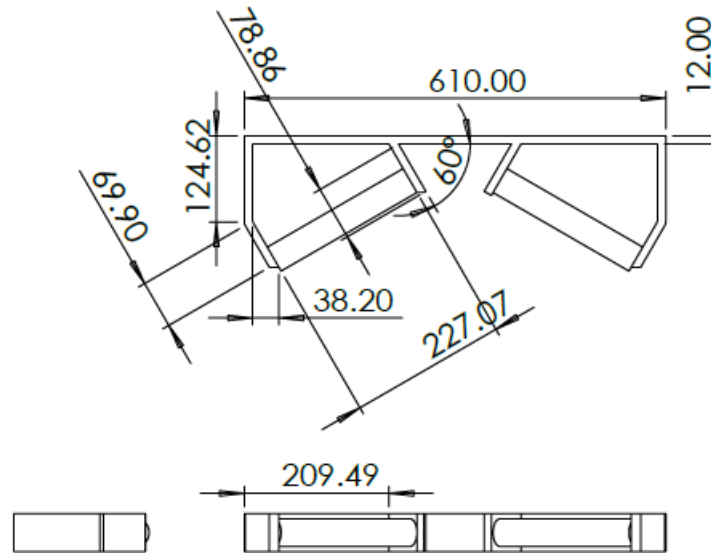
Especificaciones técnicas – Soporte de base matriz

Material: Acero estructural ASTM A36,

Tolerancias dimensionales: ± 0.05 mm en zonas de ajuste para garantizar compatibilidad con la matriz y la estructura principal.

Acabado superficial: Pulido mecánico en superficies de contacto y aplicación de recubrimiento anticorrosivo (primer + esmalte industrial) en toda la pieza.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS GOTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAUID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.				VERIF.				APROB.				FABR.				CAUID.				TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ.																														
VERIF.																														
APROB.																														
FABR.																														
CAUID.																														
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO Corredera de banda transportadora	A4																								
				PESO:	ESCALA:1:1	HOJA 1 DE 1																								

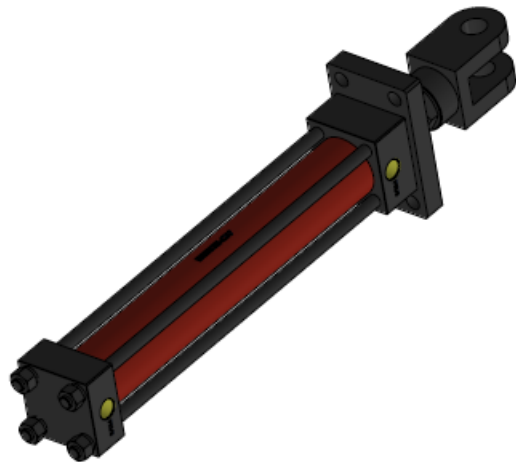
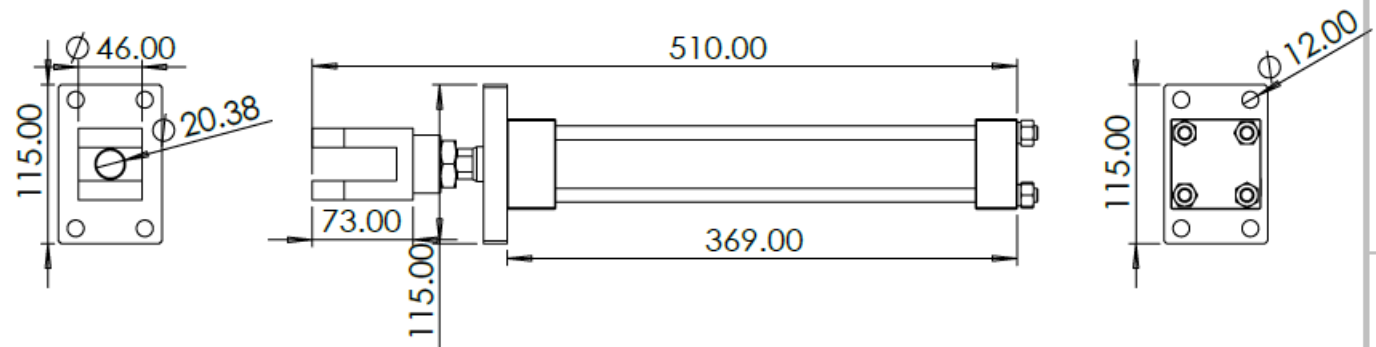
Especificaciones técnicas – Soporte de base matriz

Material: Acero estructural ASTM A36,

Tolerancias dimensionales: ± 0.05 mm en zonas de ajuste para garantizar compatibilidad con la matriz y la estructura principal.

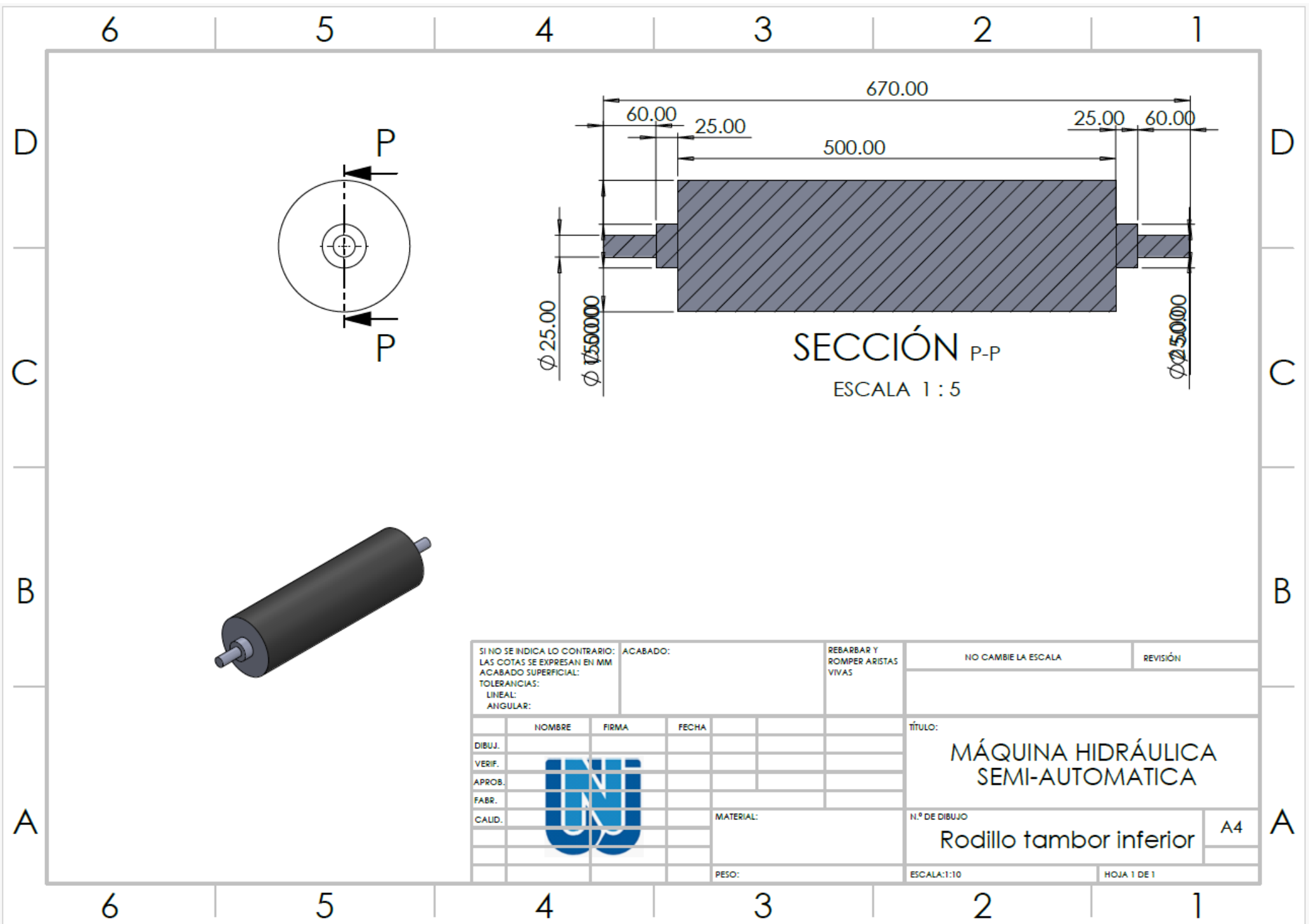
Acabado superficial: Pulido mecánico en superficies de contacto y aplicación de recubrimiento anticorrosivo (primer + esmalte industrial) en toda la pieza.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA																		TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA		
NOMBRE	FIRMA	FECHA																								
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO Vástago lateral derecho		A4																				
PESO:				ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1																				





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS GOTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
					TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA						
					MATERIAL:		N.º DE DIBUJO Rodillo tambor inferior			A4	
					PESO:		ESCALA:1:10			HOJA 1 DE 1	



6

5

4

3

2

1

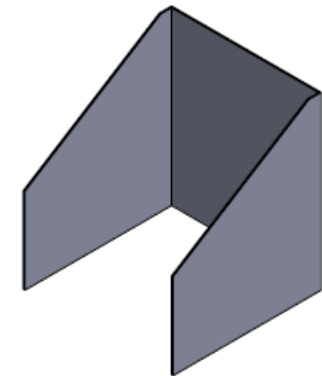
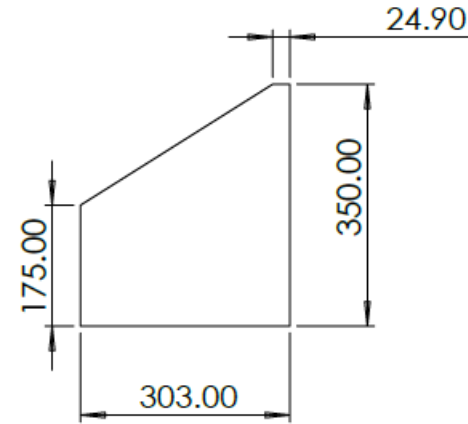
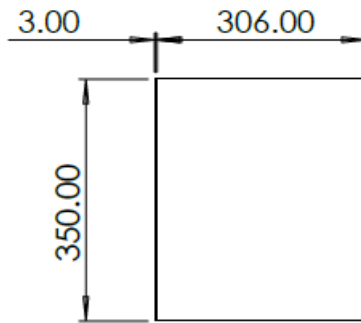
Especificaciones técnicas – Soporte de base matriz

Material: Acero estructural ASTM A36,

Tolerancias dimensionales: ± 0.05 mm en zonas de ajuste para garantizar compatibilidad con la matriz y la estructura principal.

Acabado superficial: Pulido mecánico en superficies de contacto y aplicación de recubrimiento anticorrosivo (primer + esmalte industrial) en toda la pieza.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.



D

D

C

C

B

B

A

A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAUID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.				VERIF.				APROB.				FABR.				CAUID.				TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ.																														
VERIF.																														
APROB.																														
FABR.																														
CAUID.																														
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO Almacenamiento de material corredizo	A4																								
				PESO:	ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1																								

6

5

4

3

2

1

6

5

4

3

2

1

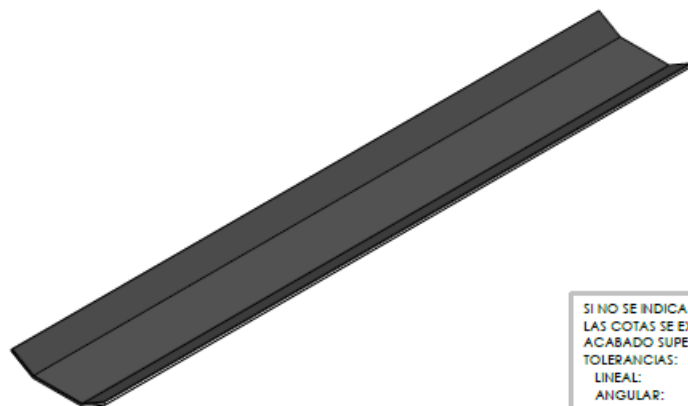
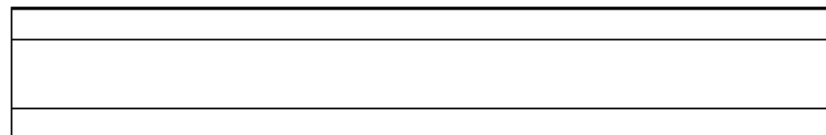
Especificaciones técnicas – Soporte de base matriz

Material: Acero estructural ASTM A36,

Tolerancias dimensionales: ± 0.05 mm en zonas de ajuste para garantizar compatibilidad con la matriz y la estructura principal.

Acabado superficial: Pulido mecánico en superficies de contacto y aplicación de recubrimiento anticorrosivo (primer + esmalte industrial) en toda la pieza.

El proceso de corte se realizará mediante tecnología láser CNC, lo que garantiza alta precisión dimensional y bordes limpios.



D

D

C

C

B

B

A

A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
		NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
DIBUJ.								MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA	
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
								Banda transportadora de material	
						PESO:		ESCALA:1:10	
								HOJA 1 DE 1	

6

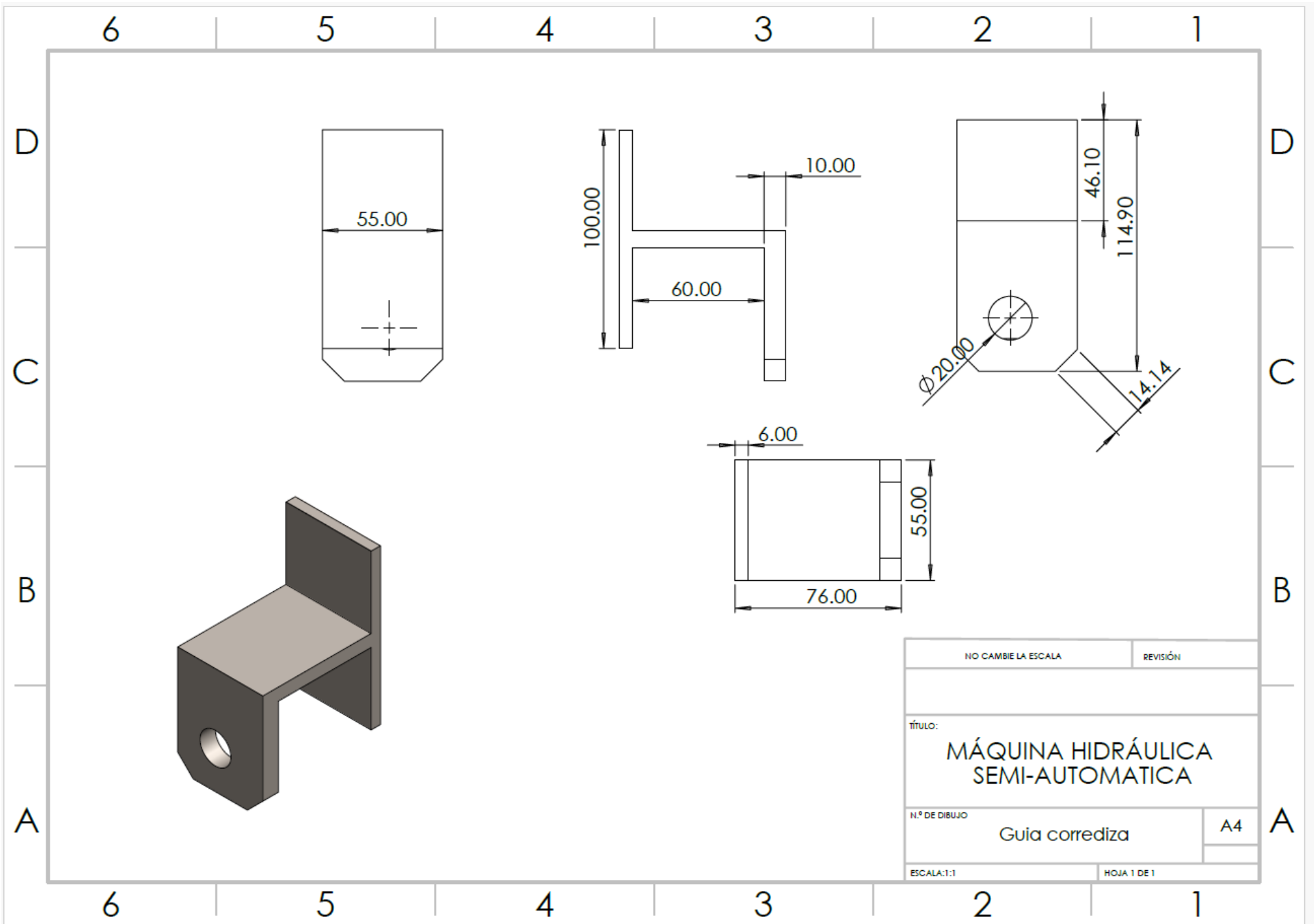
5

4

3

2

1



NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
TÍTULO: MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI-AUTOMÁTICA			
N.º DE DIBUJO		A4	
Guía corrediza			
ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1	

**ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN DE TESIS**

Ladrillera: "Rivera".....

Sector Fila Alta - Jaén

A: estudiantes investigadores

Sergio Perez Rojas

Janner J. Huatangare Rojas

Asunto: Autorización para realizar investigación de proyecto de tesis.

Por medio del presente documento, la Ladrillera "Rivera"....., representada por ..Doris Rivera Collantes....., en su carácter de propietario con DNI:27703443....., autoriza formalmente a los estudiantes mencionados anteriormente a realizar su trabajo de investigación para la tesis "**Diseño de una máquina hidráulica semi-automática para la producción de ladrillos kink Kong en el sector Fila Alta – Jaén**", en nuestras instalaciones de procesos de producción de ladrillo facilitándolos el acceso a las áreas autorizadas.

Nombre y firma del representante de la ladrillera

..........

DNI: 27703443