UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑO DE MONTACARGA HIDRÁULICO MANUAL

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en PROYECTO Y DISEÑO MECÁNICO

Alumno:

Moisés Daniel Valverde Arredondo

Profesor Guía:

Ing. Carlos Antillanca Espina

2021

RESUMEN EJECUTIVO

KEYWORDS: MONTACARGAS, BOMBA HIDRÁULICA, CARGAS, ACTUADORES, SISTEMAS DE CARGA.

En el primer capítulo se dará a conocer los antecedentes que serán necesarios para el estudio y elaboración del diseño de una máquina montacarga hidráulica manual, es decir, una maquinaria para una línea de producción agrícola, partiendo por los objetivos del proyecto: objetivo general y objetivos específicos, luego se analizará la metodología de diseño a utilizar, seguido de las especificaciones técnicas a considerar como las partes de la máquina a realizar, antecedentes de la línea de producción y la variedad de modelos que existen en el mercado competitivo, los cuales implicarán en la elección de la solución al proyecto.

En el segundo capítulo se definirá y analizará la ingeniería básica del proyecto, comenzando por todas las indicaciones técnicas seleccionadas desde la metodología de diseño aplicada mencionada en el capítulo anterior. De esta solución se iniciará la etapa de bosquejos y croquis, incluyendo dibujos previos de la máquina a desarrollar; su respectivo análisis sistémico y funcional, mostrando sus subsistemas y componentes, además, la ingeniería de detalle que conlleva el proyecto, desde su modelación tridimensional realizado en programas software de diseño, ratificando con cálculos aplicados dentro del proceso, para finalizar con la respectiva cubicación de materialización y mano de obra del proyecto.

En síntesis, el proyecto presentará la factibilidad de ser implementado en distintas áreas ya que es una máquina que puede ayudar en las cargas de distinto tipo aumentado su peso y transporte de diferentes tamaños en espacios amplios como también reducidos, en comparación con diferentes maquinarias similares a la de este proyecto. Además, se definirá que es un producto innovador y viable por su forma debido a que sus costos son más convenientes para el diseño y realización de un montacarga hidráulico manual.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA
INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN 3
1. ANTECEDENTES Y DOCUMENTACIÓN 3
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO 3
1.1.1. Objetivo general 3
1.1.2. Objetivos específicos 3
1.2. METOLOGÍA DE DISEÑO 3
1.2.1. Diseñadores industriales 4
1.2.2. Metodología por utilizar 7
1.2.3. Clarificación del proyecto 9
1.2.4. Prediseño 9
1.2.5. Operaciones 9
1.2.6. Técnicas 10
1.3. ASPECTOS LEGALES Y NORMATIVA 10
1.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 11
1.4.1. Funcionamiento de montacargas 11
1.4.2. Desarrollo constructivo 12
1.4.3. Características y especificaciones del montacargas 13
1.4.3.1. Instrucciones de seguridad 14
1.4.4. Tipos de montacargas 134
1.4.4.1. Montacarga clase I: eléctrico 14
1.4.4.2. Montacarga clase II: apilador eléctrico 15
1.4.4.3. Montacarga clase III: Patines, apiladores y tractores de remolque eléctrico 15
1.4.4.4. Montacarga clase IV - V: Montacargas de combustión interna 16
1.4.4.5. Montacarga clase VI – VII: tractores de arranque de combustión interna 17
1.4.5. Elementos para fabricación 17
1.4.5.1. Estructura 20

1.4.5.2. Acero A36 características y aplicaciones 20
1.4.3. Diagrama y simbología hidráulica 21

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA, DE DETALLE Y COSTOS 23
2. INGENIERIA Y COSTOS DEL PROYECTO 24
2.1 INGENIERIA BASICA DEL PROYECTO 24
2.1.1. Idea principal montacarga hidráulica 24
2.1.2. Mecanismo para utilizar para montacarga hidráulico 25
2.1.3. Concepto principal del montacarga hidráulico 26
2.1.4. Idea principal del mecanismo 246
2.2. ANÁLISIS SISTÉMICO DEL PROYECTO 257
2.2.1. Funcionalidad del montacarga hidráulico 268
2.2.2. Caja negra del proyecto 268
2.2.3. Análisis funcional del montacarga hidráulico 269
2.2.4. Subsistema estructural 269
2.2.5. Subsistema hidráulico 269
2.2.6. Subsistema motriz 30
2.3. INGENIERÍA DE DETALLE DEL PROYECTO 31
2.3.1. Modelación montacarga hidráulico manual 31
2.3.2. Subconjunto estructural 32
2.3.3. Subconjunto hidráulico 34
2.3.4. Memoria de cálculo 35
2.3.4.1. Esfuerzo de tensión 35
2.3.4.2. Factor de seguridad 36
2.3.4.3. Flexión 36
2.3.4.4. Compresión 36
2.3.4.5. Pandeo 37
2.3.4.6. Fundamentos aplicados a hidráulica 37
2.3.4.6.1. Cálculo para diámetros del cilindro 38
2.3.4.6.2. Carga de pandeo 40
2.3.4.7. Análisis de estructura para soporte de cargas 42

2.3.4.7.1. Von Misses y tensión 43

2.3.4.7.2. Desplazamiento y presión 45

2.4. COSTOS DEL PROYECTO 47

2.4.1. Asignación de actividades 47

2.4.1.2. Listado de materiales para montacarga 48

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES 50

BIBLIOGRAFÍA 51

ANEXO 52

ANEXO A: PLANO DE CONJUNTO 52

ANEXO B: PLANOS DE FABRICACIÓN 52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Metodología de diseño Bruce Archer 5
Figura 1-2. Contenedor (bins) agrícola de paltas 6
Figura 1-3. Montacargas clase I: Eléctrico 14
Figura 1-4. Montacargas clase II: Apilador eléctrico 15
Figura 1-5. Montacargas clase III: Patines, apiladores y tractores 15
Figura 1-6. Transpaleta manual Itaka BF – 685 combustión interna 16
Figura 1-7. Montacargas clase IV - V: Montacargas de combustión interna 16
Figura 1-8. Montacargas clase VI - VII: Montacargas de combustión interna 17
Figura 1-9. Bomba de pistones 17
Figura 1-10. Tuberías hidráulicas 18
Figura 1-11. Pistón o cilindro hidráulico 18
Figura 1-12. Mangueras hidráulicas 19
Figura 1-13. Válvula control de flujo 19
Figura 1-14. Válvula por accionamiento 20
Figura 2-1. Bosquejo montacarga hidráulico vista frontal 25
Figura 2-2. Bosquejo montacarga hidráulico vista lateral 25
Figura 2-3. Funcionamiento de maquinaria 27
Figura 2-4. Sistema hidráulico en terreno 27
Figura 2-5. Caja negra montacarga hidráulico 28
Figura 2-6. Modelado 3D Montacarga hidráulico manual 31
Figura 2-7. Modelado 3D Montacarga hidráulico manual con carga 31
Figura 2-8. Modelado 3D de la estructura base 32
Figura 2-9. Modelado 3D de la estructura base 32
Figura 2-10. Modelado 3D de la estructura base 33
Figura 2-11. Modelado 3D de la estructura base 33
Figura 2-12. Modelado 3D de la estructura base 33
Figura 2-13. Modelado 3D de la estructura hidráulica 34
Figura 2-14. Modelado 3D del cilindro hidráulico 34
Figura 2-15. Modelado 3D en una unión tipo rótula 35
Figura 2-16. Modelado 3D unión tipo horquilla 35
Figura 2-17. Esfuerzo de flexión 36
Figura 2-18. Esfuerzo de compresión 37
Figura 2-19. Tipos de apoyo 37
Figura 2-20. Montacarga hidráulico en funcionamiento 38
Figura 2-21. Demostración pistón y vástago 39
Figura 2-22. Demostración de fuerzas asociadas 43

Figura 2-23. Demostración de tensión Von Misses 44
Figura 2-24. Demostración de tensión eje X en estructura 44
Figura 2-25. Demostración de tensión eje Y en estructura 44
Figura 2-26. Demostración de tensión eje Z en estructura 45
Figura 2-27. Demostración desplazamiento 45
Figura 2-28. Demostración presión eje Y 46
Figura 2-28. Demostración presión eje Z 46
Figura 2-29. Demostración presión eje X 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Pasos metodología de diseño de Bruno Munari (Continuación) 6
Tabla 1-2. Metodología de diseño aplicado al proyecto 8
Tabla 1-3. Características y especificaciones del montacarga 13
Tabla 1-4. Características y especificaciones mecánicas del acero A-36 21
Tabla 1-5. Simbología hidráulica (Continuación) 22
Tabla 2-1. Subsistema de estructura 29
Tabla 2-2. Subsistema hidráulico 30
Tabla 2-3. Subsistema motriz 30
Tabla 2-4. Cilindros hidráulicos 39
Tabla 2-5. Coeficiente de seguridad (SK) 40
Tabla 2-6. Relación de diámetros cilindro-vástago según área 41
Tabla 2-7. Cálculo de costos de remuneraciones (Continuación) 48
Tabla 2-8. Cálculo mano de obra del proyecto 48
Tabla 2-9. Cálculo de materiales para montacarga 49
Tabla 2-10. Costo real del proyecto 49

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

ASTM	: American Standard for Testing and Materials
ISO	: International Organization for Standardization
SGC	: Sistema de gestion de calidad
NCh	: Norma Chilena
SAE	: Society of Automotive Engineers
HP	: Horsepower

B. SIMBOLOGÍA

%	: Porcentaje
Ø	: Diámetro
m	: Metros
cm	: Centímetros
mm	: Milímetros
Kg	: Kilogramos
Bar	: Bar
Pa	: Pascal
N	: Newton
m^2	: Metros cuadrados
cm^2	: Centímetros cuadrados
mm^2	: Milímetros cuadrados
mm^4	: Milímetros a la cuarta
π	: Pi
F	: Fuerza
P	: Presión
A	: Área
SK	: Factor de seguridad en pandeo
K	: Carga de pandeo
E	: Euler
I	: Momento de inercia
$	: Peso chileno
UF	: Unidad de fomento
HH	: Horas Hombre

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el montacarga se aplica en bodegas u otras áreas de trabajo donde se requiera subir o bajar cargas, pudiendo detener la máquina en distintas posiciones a las que el operario desee para agrupar o colocar en un estante almacenador. Los montacargas ofrecen una amplia gama de capacidades, velocidades y características particulares, tanto con accionamiento eléctrico como hidráulico en el cual veremos en este trabajo, para cualquier tipo y necesidad de transporte de cargas.

Están proporcionados de velocidad de nivelación para conseguir una mayor exactitud en la parada. Su robusta construcción asegura una larga vida aún sometidos a las más duras condiciones de trabajo. Integran motores de combustión interna o motores eléctricos para su funcionamiento. También son impulsados mediante baterías, gas propano, combustibles derivados del petróleo, etc. Uno de los principales problemas planteados, en relación con estas máquinas, es la falta de una normativa suficientemente precisa que defina las características y dispositivos que deben reunir para salir al mercado.

Durante el proceso de diseño, debido a que ya se tenía identificada la necesidad, se realizó una investigación previa de todos los componentes del equipo, donde su principal subsistema será el hidráulico en el cual se plantea un listado de opciones con equipos que satisfacen dicha necesidad, se definió cuáles eran las especificaciones de funcionamiento, luego se sintetizó la información y se seleccionó la solución más adecuada, se describió cada una de las partes y circuitos del montacargas para finalizar con el proceso en el cual se fabricará.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN

1. ANTECEDENTES GENERALES

En el primer capítulo se hacen referencias básicas del proyecto iniciando con los objetivos, luego se explicará la metodología de diseño a trabajar, el funcionamiento básico del proceso industrial y como rediseñar la línea de proceso convencional.

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

Este proyecto tendrá como objetivo general, diseñar una máquina de un tramo para una línea de producción, el cual se enfocará en la llegada del material al término del ciclo de proceso; a través de un montacarga hidráulico manual para luego ser trasladada a un camión para su respectivo transporte.

1.1.1. Objetivo general

Diseñar un montacargas hidráulico manual para una línea de producción del sector agrícola y/o industrial.

1.1.2. Objetivos específicos

Para lograr los objetivos específicos se abordará una serie de etapas las cuales consisten en:

- Investigar proyectos relacionados con la elevación de carga.
- Analizar posibles soluciones según la metodología de diseño a utilizar.
- Realizar la ingeniería básica del proyecto.
- Ejecutar la ingeniería de detalle del proyecto.
- Planificar principios de solución y posterior estructura funcional.
- Confección de materialización basados en los conceptos de diseño.
- Desarrollar la planimetría correspondiente a la maquinaria.
- Determinar la cubicación y costos asociados al proyecto.

1.2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

La metodología de diseño se define como el área de conocimiento basado en que los diseñadores industriales obtienen un resultado determinado proyectual, no necesariamente planeado con anterioridad, que tienen diferentes procedimientos y técnicas utilizadas para alcanzar una meta apropiada y una solución deseada en un diseño.

La metodología representa la manera de organizar el proceso de la investigación, de controlar sus resultados y de presentar posibles soluciones a un problema que conlleva como objetivo principal toma de decisiones. La metodología es parte del análisis y la crítica de los métodos del proyecto. La expresión metodología del diseño, como el diseño mismo abarca un ámbito extenso conjunto de disciplinas en las que lo fundamental es la concepción y el desarrollo de proyectos que permitan proveer como tendrán que ser las cosas e idear los instrumentos adecuados a los objetivos establecidos.

1.2.1. Diseñadores industriales

Para analizar las respectivas metodologías de diseño utilizaremos dos etapas: El primero consiste en realizar un análisis a través del modo en que el diseñador actúa y lleva a cabo los procedimientos del proceso de diseño, mientras que el segundo, se refiere a la utilidad de los métodos para encarar el diseño como un proceso conformado por etapas.

A continuación, se realizará la explicación de 3 diseñadores industriales con sus respectivas aplicaciones en la metodología de diseño:

a) Bruce Archer (1963)

En este método Bruce Archer propone como definición de diseño seleccionar los materiales correctos y darles forma para satisfacer las necesidades de función y estéticas dentro de las limitaciones de los medios de producción disponibles, lo que implica satisfacer un amplio rango de factores.

El proceso de diseño, por lo tanto, debe contener fundamentalmente las etapas analíticas, creativa y de ejecución. (Figura 1-1). A su vez estas etapas se subdividen en las dos fases:

i. Definición del problema y preparación del programa detallado.
ii. Obtener datos relevantes, preparar especificaciones y con base en éstas retroalimentar la fase anterior.
iii. Análisis y síntesis de los datos para preparar propuestas de diseño.
iv. Desarrollo de prototipos
v. Preparar y ejecutar estudios y experimentos que validen el diseño.
vi. Preparar documentos para la producción.

Fuente: Página web metodología sistémico de Bruno Archer

Figura 1-1. Metodología de diseño Bruce Archer

b) Bruno Munari (1979)

Este diseñador plantea un método proyectual basado en la resolución de problemas. Esta metodología evita el relacionar temáticas básicas con cada proyecto y plantea sistematizar la resolución de problemas.

Cada día son más las áreas donde abarca la metodología de Bruno Munari para la resolución de problemas. Entre ellas podemos mencionar las siguientes: decoración, indumentaria, camping, instrumentos de medida, juegos didácticos, museos y exposiciones, parque de atracciones, jardines, cine y televisión, artes gráficas, entre otras.

Luego de relacionar una metodología consistente y eficaz, Bruno Munari define su diseño en 10 pasos importantes las cuales definiremos. (Tabla 1-1).

Tabla 1-1. Pasos metodología de diseño de Bruno Munari

1. Definición del problema	Esta primera fase se refiere a que el diseñador debe explorar todas las condiciones y limitantes del proyecto para satisfacer las necesidades del cliente. Se definirá tipos, funcionalidad, costo, etc.
2. Elementos del problema	La solución del problema general consiste en la coordinación creativa de las soluciones de los subproblemas a trabajar, tales como sistemas, materialidad, transporte, forma, etc.
3. Recopilación de datos	Se lleva a cabo un estudio preliminar de la maquinaria a trabajar, teniendo en consideración de lo investigado anteriormente del diseño.

Fuente: Página web resolución de diseño basado en la metodología de Bruno Munari

Tabla 1-1. Pasos metodología de diseño de Bruno Munari (Continuación)

4. Análisis de datos	El análisis de todos los datos recogidos puede proporcionar sugerencias sobre qué es lo que no hay que hacer para proyectar de mejor manera el diseño y puede orientar la proyección hacia otros materiales, otras tecnologías, otros costos, etc.
5. Creatividad	La creatividad se basa en la idea y relación la confección según su método. Mientras la idea se asocia a una idea determinada, puede proponer soluciones difíciles de solucionar por razones técnicas, materiales o económicas.
6. Material – tecnología	Consiste en recopilar datos asociados a los materiales y a las tecnologías que el diseñador tiene a su disposición en aquel momento para realizar su proyecto.
7. Experimentación	La experimentación permite descubrir nuevos usos de un material o de un instrumento realizados a nuestra máquina.
8. Verificación	Se presenta el modelo a un determinado número de probables usuarios y se les pide que emitan un juicio sincero sobre el objeto en cuestión. Sobre la base de estas causas se realiza un control del modelado para ver si es posible modificar, siempre que las observaciones posean un valor objetivo.
9. Boceto – croquis y Planimetría	Los bocetos y croquis serán realizados como etapa previa a la creación en formato software, a mano alzada entregando una idea conceptual de lo que se quiere lograr, finalizando con la planimetría correspondiente.
10. Modelado	Estas experimentaciones permiten extraer muestras, pruebas, informaciones, que pueden llevar a la construcción de modelos demostrativos de nuevos usos para determinados objetivos. Estos nuevos usos pueden ayudar a resolver subproblemas parciales que, a su vez, junto con los demás, contribuirán a la solución del proyecto.

Fuente: Página web resolución de diseño basado en la metodología de Bruno Munari

c) Gui Bonsiepe

El método de Gui Bonsiepe es un método de proyección, en el que la base es planificar las actividades, dividiendo el problema en subproblemas organizadamente para lograr información de forma objetiva.

La metodología denominada “proyectual” de Gui Bonsiepe de origen alemán, postula que la solución a los problemas de diseño mediante un desglosamiento de la complejidad del diseño. Esta aproximación científica a la proyección adquiere su validez en tanto es capaz de organizar los conocimientos gracias a los cuales, se hacer posible un efecto en la etapa de diseño. Una organización adecuada permite captar objetiva y no intuitivamente la naturaleza del proceso proyectual.

Para el afinamiento y precisión hacia el proyecto, Bonsiepe postula que seguir un orden secuencial de la metodología asegura un diseño bueno y eficiente.

Para ello se seguirá las siguientes etapas generalizadas:

a) Problemática y requerimientos
b) Análisis del problema
c) Definición del problema
d) Anteproyecto
e) Proyecto

1.2.2. Metodología por utilizar

La metodología de diseño a trabajar plantea un **método proyectual** basado en un conjunto de procedimientos utilizados durante un proceso de trabajo para resolver un problema de diseño, según señala **Bruno Munari.**

Este diseñador industrial de origen italiano postula que la solución a los problemas de diseño es necesario empezar por la definición del problema, que servirá también para definir los límites en los que deberá moverse el proyectista, dividiendo un problema en subproblemas, jerarquizando de mayor o menor importancia. Esta aproximación científica a la proyección adquiere su validez en tanto es capaz de organizar los conocimientos gracias a los cuales se hacer posible la incidencia concreta en la etapa de diseño. Una organización adecuada permite captar objetiva y no intuitivamente la naturaleza del proceso proyectual.

Para el perfeccionamiento y precisión hacia el proyecto, Munari infiere seguir un orden secuencial de la metodología asegura un diseño bueno y eficiente.

Para ello se ocupará un método de los siguientes 10 pasos específicos, el cual será nuestra metodología aplicada en nuestro proyecto. (Tabla 1-2).

Tabla 1-2. Metodología de diseño aplicado al proyecto

Paso 1: Definición del problema	Se plantea la creación de un montacarga hidráulico manual, basada en el levantamiento de carga en el área agrícola.
Paso 2: Elementos del problema	Sistema hidráulico, sistema de cargas, sistema de seguridad, sistema de elevación.
Paso 3: Recopilación de datos	Se lleva a cabo un estudio basado en los tipos de montacargas ya conocidos, las funciones de cada uno de estos y posterior funcionamiento de la maquinaria a trabajar.
Paso 4: Análisis de datos	Dado a cabo la recopilación de datos se realiza un estudio, donde se llega a la conclusión la resolución de un montacarga hidráulico manual.
Paso 5: Creatividad	Se realiza una lluvia de ideas para realizar los cuestionamientos planteados al finalizar nuestro estudio de problemas.
Paso 6: Material – tecnología	Se confecciona mediante programas de modelación tridimensional según elaboración personal.
Paso 7: Experimentación	La experimentación se lleva a cabo en el mismo software de diseño mencionado en el punto 6, ya que nos permitirá visualizar el funcionamiento de la máquina.
Paso 8: Verificación	Dentro de la verificación, se plantea la viabilidad del proyecto, dentro de la problemática anteriormente planteada.
Paso 9: Boceto – croquis y Planimetría	Los bocetos y croquis serán realizados como etapa previa a la creación en formato software, a mano alzada entregando una idea conceptual de lo que se quiere lograr, finalizando con la planimetría correspondiente.
Paso 10: Modelado	Los modelados tridimensionales son guiados a base de otros fabricantes y elaborado según reglamentación de maquinaria a trabajar.

Fuente: Elaboración personal basada en la resolución de diseño de Bruno Munari

1.2.3. Clarificación del proyecto

En esta primera fase, hace referencia a una idea determinando aspectos sobre la máquina a trabajar. Se especificarán temas los cuales pueden sufrir alteraciones en lo que el proyecto se va desarrollando. Básicamente el tema principal es diseñar un tramo de una línea de producción, el cual consiste en el traslado de carga de un lugar a otro, la cual comprende una máquina industrial en específico; reduciendo la mayor cantidad de operarios para el proceso, empleando una mayor seguridad y ergonomía posible para evitar el daño posible al trabajador. Para ello se darán tres especificaciones fundamentales:

a) Diseño ergonómico y compacto.
b) Dimensiones y geometrías adecuadas al requerimiento del demandante.
c) Fácil acceso al mantenimiento.

1.2.4. Prediseño

La lluvia de ideas relacionadas por el equipo de trabajo se llega a la conclusión de que el proyecto se dividirá en dos etapas importantes:

a) Confección de bosquejo, posterior croquis de máquina.
b) Diseño de montacarga hidráulica manual.

La distribución en estas dos etapas nos permitirá el análisis del problema y la exactitud en cada uno de estos, se estudiarán las distintas opciones de alimentación de potencia, dimensiones geométricas y materialidad. En estas etapas se hará uso de la metodología basada en bosquejos en parte inicial y posterior croquis, para clarificar cuestionamientos del proyecto y próximas soluciones para ver la más apta y eficiente.

1.2.5. Operaciones

El método proyectual consiste simplemente en una serie de operaciones necesarias, desarrolladas en un orden lógico relacionado con la experiencia**.** Su finalidad es conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo. El tramo en la línea de proceso se desarrollará en distintas operaciones de diseño, postuladas por Munari, donde se especifica realizar el siguiente paso a paso.

a) Operación de precisión del problema proyectual:

- Este punto explica los requerimientos específicos del producto y sus subsistemas. Se formula restricciones controlables y no controlables para el diseñador.

b) Operación de desarrollo de ideas o alternativas:

- Se utilizan técnicas de desarrollo como el *brainstorming*[1], análisis morfológicos, esquemas, diagramas de flujo, etc.

c) Operación desarrollo de alternativa seleccionada:

- En este paso, se determinan procesos de fabricación, materiales, dimensiones y planimetría técnica.

1.2.6. Técnicas

Bruno Munari postula técnicas específicas como recomendaciones, para llevar a cabo las operaciones de trabajo:

a) Análisis sistémico y funcional:

- Describir la función de un objeto, sus componentes y sus interacciones.

b) Sinéctica:

- Es el rastreo para localizar otras posibles soluciones para un problema.

c) Optimizar características de uso:

- Se ubican puntos de vista con respecto al usuario.

1.3. ASPECTOS LEGALES Y NORMATIVA

A continuación, se da a conocer los principios más importantes en cuanto a normativa y marco legal que se verá involucrado en el proyecto. La norma chilena establece la siguiente nomenclatura “NCh 2859/2. n2003”, la cual menciona los requisitos generales para el diseño y la construcción de las defensas, resguardos o protecciones de seguridad, que se utilicen o que deban ser utilizadas en las máquinas, para proteger personas de los peligros mecánicos y riesgos asociados.

Además, se utilizarán las siguientes normas ISO para el desarrollo de la maquinaria a desarrollar:

- ISO 14.120: Resguardos.
- ISO 13.857: Distancias de seguridad.
- ISO 13.849: Distancias mínimas.
- ISO 14.159: Diseño higiénico de máquinas y componentes.

[1] La base de esta técnica consistente en habituar el pensamiento humano para originar una “lluvia de ideas” y reflejar en escrito sin censura, donde se busca ideas basadas en la creatividad espontánea y sin filtro.

Las siguientes normas están asociadas al buen diseño a desarrollar en cuanto a distanciamiento, para evitar atrapamientos y accidentes a los operarios, además, al trabajar con maquinaria de procesos industriales se hará uso de la norma **ISO 14.159,** que indica la distancia de seguridad para protección de maquinaria, esto a su vez para que el operador tenga en consideración que está trabajando con mecanismos hidráulicos con peligro inminente de sufrir alguna lesión.

Por lo tanto, los accidentes más comunes a considerar según la norma ISO 14159 desarrolladas en el tema "distancia y seguridad para protección de maquinaria" se detallarán a continuación:

- Corte o seccionamiento.
- Cizallamiento.
- Aplastamiento.
- Enganche.
- Atrapamiento o arrastre.
- Punzonamiento.
- Fricción o abrasión.
- Proyección de fluido a alta presión.

1.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En esta sección del proyecto se investigarán las especificaciones técnicas, tales como el funcionamiento y las partes principales de la máquina preferente al área agroindustrial a desarrollar, tipos y distintos mecanismos que se emplean. Estos antecedentes serán los necesarios para tener un mejor desarrollo del diseño.

1.4.1. Funcionamiento de montacargas

Los montacargas forman un mecanismo fundamental del transporte y manejo cotidiano de material. Acostumbran por su diseño ser una gran ayuda para el ser humano, relacionados con una innovación bastante reciente. Es un equipo de elevación que sirve para cargar y transportar materiales de gran peso y tamaño a través de dos uñas de diferentes largos, debido a los diversos tipos de montacargas y aplicaciones puede ser usado en cualquier tipo de actividad, industria o comercio que involucre la manipulación de cargas.

En el área industrial miles de empresas agrícolas producen toneladas de frutas y verduras, las cuales, para ser llevadas al hogar de cada cliente deben pasar por varios procesos relacionado con la sanitización y embalaje para su futuro transporte. Para ello, en el inicio de las líneas de producción de fruta se encuentran diferentes mecanismos, los cuales están encargados de dar un avance importante a la línea de producción, proporcionando productos que se pondrán a prueba a lo largo de esta.

1.4.2. Desarrollo constructivo

El levantamiento manual ha sido una molestia y muchas veces ineficaz, por lo que la idea de un ascensor portátil genera su primer registro en el 1867. Se trataba de una construcción de madera con montantes, una plataforma en voladizo y un polipasto. Tal vez estaba adelantada a su tiempo, porque no había éxito comercial para este elevador de madera.

A principios de 1910 todos los montacargas de acero permitieron el camino para el manejo de la carga unitaria. Su aplicación comenzó en las fábricas de papel y los beneficios de los camiones se hizo evidente, por lo que el uso se extendió a otras industrias.

Esta fue una era pionera para numerosas empresas que entraron en la fabricación de este tipo de equipos, ideales para los negocios. En este tiempo, muchas mejoras fueron realizadas y en la década de 1930 los camiones se habían mejorado con características como horquillas, distancia entre ejes acortada, mástiles inclinables y construcciones soldadas básicamente similar a las carretillas elevadoras actuales.

Basado en lo anterior, el proyecto tiene como propósito principal diseñar una máquina de un tramo para una línea de producción, el cual se enfocará en la llegada del material al término del ciclo del proceso; a través de un montacarga hidráulico manual que tendrá la misión de levantar una carga aproximada de 400 kg contenida en un contenedor de productos. Para luego ser llevado a un camión para su respectivo transporte. (Figura 1-2).

Fuente: Página web contenedor de paltas (bins)

Figura 1-2. Contenedor (bins) agrícola de paltas

1.4.3. Características y especificaciones del montacarga a diseñar

El montacarga hidráulico manual es la solución para el transporte en almacenes de cargas hasta 1.000 kg y no tiene un difícil manejo, además de tener una seguridad garantizada. Su sistema de elevación mediante bomba hidráulica de elevación rápida, equipada con válvula de sobrecarga se produce al accionar el grupo hidráulico mediante pedal. La válvula de descenso mediante palanca manual que permite un descenso uniforme y controlable produce una acción que se detiene si el operario no acciona directamente el control. A continuación, se realizará la descripción básica con las que contará el montacarga hidráulico. (Tabla 1-3).

Tabla 1-3. Características y especificaciones del montacarga

	Eléctrico	**Neumático**	**Hidráulico**	**Manual**
Accionamiento	Sí – Motor	No	Sí	No
Actuador	No	No	Sí – motor	No
Desplazamiento	No	No	Sí	Sí
Control	Sí, encendido/ Apagado	No	Sí, sentido de giro	Sí, subir y bajar carga

Elaboración Personal, basado en la página web características en el funcionamiento del montacargas

1.4.3.1. Instrucciones de seguridad

a) El operario debe leer y entender el manual y todas las señales de advertencia del apilador antes de empezar a usarlo.

b) No usar el apilador sin previamente tener los conocimientos adecuados.

c) Revisar e inspeccionar la elevación de las horquillas antes de usar el apilador. Poner especial atención a las ruedas, el timón y el bastidor.

d) No usar el apilador en pendiente.

e) Cuando las horquillas estén subiendo o bajando, no permitir que ninguna persona se sitúe bajo ellas, pase entre ellas o se suba a ellas.

f) Cuando la carga sea elevada o transportada es recomendable que no haya ninguna persona a menos de 600 mm del apilador.

g) No sobrepasar la carga máxima especificada en este manual.

h) El peso de la carga se debe distribuir entre las dos horquillas. No usar únicamente una horquilla. El centro de gravedad de la carga debe estar en el centro de las dos horquillas.

i) Es recomendable el uso de guantes para una mejor protección durante el uso del apilador.

j) En caso de no usar el apilador mantener las horquillas en la posición más baja.

k) En cualquier otra circunstancia el operario deberá tener mucho cuidado a la hora de usar el apilador.

1.4.4. Tipos de montacargas

Los montacargas son perfectos para cargar y transportar materiales pesados y permiten la optimización de los espacios de almacenamiento. Trabajan con mucha precisión y ejecutan de gran manera las tareas a realizar, reduciendo los tiempos y la cantidad de personas afectadas. De hecho, el peso de un montacargas es uno de los factores que determinan cuántos kilos pueden llevar. La demanda de montacargas es cada vez mayor y para cada necesidad en especial, existe un determinado tipo de montacargas con diferentes características.

1.4.4.1. Montacarga clase I: eléctrico

El peso propio de estos vehículos por lo general hace de contrapeso para la carga que se transporta en las uñas, siendo el eje delantero el punto de apoyo o palanca. Este tipo de montacargas posee batería y es muy apto para utilizarse en interiores o espacios sin ventilación ya que no emite gases de contaminación, cuidando el medio ambiente y evitando una contaminación ruidosa. Estos elevadores de potencia eléctrica son ideales para cargar y descargar tractores-remolques, manejar pallets y una serie de otras aplicaciones en industrias que van desde el almacenamiento de alimentos y el comercio minorista, hasta la fábrica y el almacenamiento general. (Figura 1-3).

Fuente: Página web tipos de montacargas clase I

Figura 1-3. Montacargas clase I: Eléctrico

1.4.4.2. Montacarga clase II: apilador eléctrico

El apilador eléctrico es el resultado de equipar a un transpaleta de un elemento de elevación. Las uñas del montacarga se introducen por debajo de los pallets, por lo que las tablas inferiores de estos deben ir siempre en el sentido de penetración y nunca en sentido transversal ya que se romperían al elevarlos. Están diseñadas con la mayor maniobrabilidad que les permite operar en espacios reducidos y pasillos estrechos. Esta clase de maquinaria es perfecta para recoger y guardar el inventario y proporcionan a los usuarios la capacidad de aumentar el espacio de almacenaje sin ampliar su almacén actual. (Figura 1-4).

Fuente: Página web función apilador eléctrico

Figura 1-4. Montacargas clase II: Apilador eléctrico

1.4.4.3. Montacarga clase III: Patines, apiladores y tractores de remolque eléctrico

Los montacargas de la clase III se configuran a base de apiladores, equipos para operar en entrepiso, además de que son ligeros y versátiles. Así mismo, los montacargas tipo patines, (figura 1-5), con varias configuraciones tales como el hombre a bordo y caminando en el caso de los transpaletas, (figura 1-6), generalmente no levantan cargas muy altas desde el piso, como los elevadores. En algunos casos, estos vehículos transportan al operario, mientras que en otros el mismo debe caminar al costado.

Fuente: Página web montacargas clase III

Figura 1-5. Montacargas clase III: Patines, apiladores y tractores

Fuente: Página web función de transpaleta

Figura 1-6. Transpaleta manual Itaka BF – 685 combustión interna

1.4.4.4. Montacarga clase IV - V: Montacargas de combustión interna

Los montacargas de combustión interna se dividen en un contrapeso y un asiento interno exclusivo del operador especializado, el cual como requisito obligatorio debe tener la licencia clase D para conducir maquinaria automotriz. La clase IV posee neumáticos sólidos para prevenir pinchaduras, mientras que la clase V utiliza neumáticos inflables y reforzados. Son los más utilizados para realizar las tareas de carga y descarga, acopio y movimiento de materiales en grandes industrias. Los montacargas de la Clase V tienen dimensiones mayores a la clase IV, además ofrece mayor resguardo al operador, pero, requiere mayor espacio y su mayor cualidad es operar en superficies irregulares. (Figura 1-7).

Fuente: Página web montacarga clase 5

Figura 1-7. Montacargas clase IV - V: Montacargas de combustión interna

1.4.4.5. Montacarga clase VI - VII: Montacargas de combustión interna y eléctricos

Dentro de los tipos de montacargas amplios, este tipo de maquinaria han sido diseñados especialmente para terrenos difíciles, por lo que el uso de esta máquina es más común en sector agrícolas, obras de construcción, el área de la vitivinicultura, entre otras. Abarca tractores o remolques que son diseñados para transportar objetos de grandes dimensiones. (Figura 1-8).

Fuente: Página web tipos de montacargas

Figura 1-8. Montacargas clase VI - VII: Montacargas de combustión interna y eléctricos

1.4.5. Elementos para fabricación

Para llevar a cabo el proyecto, se utilizará un montacarga manual de tipo hidráulico el cual conlleva pistón hidráulico, bomba hidráulica, caja de válvulas, entre otros elementos esenciales para el funcionamiento de la maquinaria. A continuación, se explicará los componentes de la máquina a trabajar.

a) Bomba de pistones:

Cuando una bomba opera, cumple dos funciones en específico. Primero, su acción mecánica crea un vacío en la succión lo cual permite que la presión atmosférica presione líquido del tanque o depósito hacia la entrada. Segundo, la misma acción entrega este líquido a la salida de la bomba y lo empuja hacia el circuito hidráulico. (Figura 1-9).

Fuente: Página web motores hidráulicos

Figura 1-9. Bomba de pistones

b) Tuberías

La función de un tubo hidráulico es ser el medio de conducción de la energía para poner en movimiento varios tipos de mecanismos, entre ellos y uno de los más importantes, la maquinaria móvil utilizada en construcción y agricultura relacionado con nuestra máquina, resistiendo presiones considerables siendo generalmente de cobre, PVC, polietileno de alta densidad, entre otros. (Figura 1-10).

Fuente: Página web tuberías en hidráulica

Figura 1-10. Tuberías hidráulicas

c) Pistón hidráulico

El pistón hidráulico obtiene la energía de un fluido hidráulico bombeado generalmente aceite y principalmente en dos piezas, un cilindro y un pistón conectado a un vástago donde la presión hidráulica actúa en el pistón para producir el movimiento lineal. El cilindro está cerrado por los dos extremos, en uno está el fondo y en el otro, la cabeza por donde se introduce el pistón, que tiene una perforación por donde sale el vástago. El pistón divide el interior del cilindro en dos cámaras; la cámara inferior y la cámara del vástago. (Figura 1-11).

Fuente: Página web ingeniería mecánica

Figura 1-11. Pistón o cilindro hidráulico

d) Mangueras hidráulicas

Las mangueras son las más utilizadas en sistemas hidráulicos sujeto a movimiento, por ejemplo, la maquinaria de construcción, robots mecanizados y sistemas automatizados. Por lo general, son fabricadas en distintas capas, introduciendo entre caucho sintético y malla metálica, las diferentes capas que pueden variar según la necesidad y el fluido hidráulico que va a conducir. (Figura 1-12).

Fuente: Página web renoflex, mangueras hidráulicas

Figura 1-12. Mangueras hidráulicas

e) Válvula de control

Las válvulas de control de flujo evitan el exceso de caudal al limitarlo a un valor mínimo preseleccionado, independientemente de cambios en la presión de línea. El control piloto responde a la presión diferencial producida a través de una placa de una corriente en la parte inferior de la válvula. Se alcanza un control preciso, por lo que se usará una válvula estimada de 3/2, debido a que tiene cambios muy pequeños en la presión diferencial de control producen una medida de corrección inmediata de la válvula principal. (Figura 1-13).

Fuente: Página web válvulas de control

Figura 1-13. Válvula control de flujo

f) Válvula por accionamiento

Las válvulas de accionamiento son componentes diseñados para controlar la dirección de flujo del aire, logrando de esta manera controlar el movimiento de un cilindro u otro actuador neumático. Las válvulas de accionamiento se utilizan en plantas de todos los sectores industriales y, también, en talleres de artesanía industrial. Para el accionamiento se utilizará una válvula estimada de 3/2 accionada por rodillo y retroceso por resorte. (Figura 1-14).

Fuente: Página web válvulas de accionamiento

Figura 1-14. Válvula por accionamiento

1.4.5.1. Estructura

La estructura del montacarga hidráulico manual será principalmente a base de acero ASTM – A36 y en caso de ejes SAE – 1040, el cual estará encargada de soportar la elevación y desplazamiento de las uñas de la máquina.

1.4.5.2. Acero A36 características y aplicaciones

El acero estructural A36 tiene buena soldabilidad, generalmente se lamina en caliente en acero rectangular, acero cuadrado, acero redondo, placa de acero, y también se hace comúnmente en todo tipo de secciones de acero, como vigas H, vigas I, canal U, ángulo de acero, tubo de acero, etc.

Debido a que el acero A-36 tiene una composición química simple, es muy fácil de soldar, lo que lo convierte en un material estructural atractivo en los oficios de construir donde puede ser encontrado como un soporte temporal o permanente de material de revestimiento. Son utilizados en la fabricación de estructuras de acero soldadas y atornilladas para la construcción industrial y civil, así como para la construcción de puentes. El acero laminado ASTM - A36 también se utiliza en la fabricación de artículos y piezas para usos generales del sector de la construcción y la ingeniería. (Tabla 1-4).

Tabla 1-4. Características y especificaciones mecánicas del acero A-36

Propiedades mecánicas y composición química	Grado A-36
Límite elástico (KSI)	36 (mín)
Resistencia a la tensión (KSI)	58 - 80
% elongación en 8"	20 (mín)
% elongación en 2"	21 (mín)
% Carbono	0.26 (máx)
% Manganeso	-
% Fósforo	0.04 (máx)
% Azufre	0.05 (máx)
% Silicio	0.40 (máx)
% Cobre, cuando el cobre es especificado	0.20 (mín)

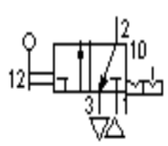
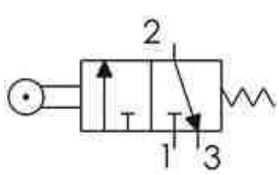
Fuente: Página web propiedades estructurales astm A-36

1.4.5.3. Diagrama y simbología hidráulica

Un diagrama hidráulico es un dibujo a base de perfiles lineales sencillos y símbolos hidráulicos que nos indica el tipo de componentes de los que consta el sistema hidráulico y la forma en la que están interconectados entre sí.

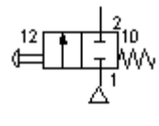
La simbología es un manual del sistema hidráulico que nos ayudará en la lectura e interpretación de los símbolos hidráulicos a trabajar. Es una herramienta muy valiosa para identificar posibles causas de algún problema, evitando fallas al momento de ejecutar. (Tabla 1-5).

Tabla 1-5. Simbología hidráulica

Bomba hidráulica.	Caja negra.
Válvula 3/2 accionamiento por palanca y retroceso por resorte.	
Válvula 3/2 accionamiento por rodillo y retroceso por resorte.	

Fuente: Elaboración propia, basado en los componentes hidráulicos a trabajar

Tabla 1-5. Simbología hidráulica (Continuación)

Cilindro doble efecto.	
Válvula 3/2 accionamiento por botonera y retroceso por resorte.	

Fuente: Elaboración propia, basado en los componentes hidráulicos a trabajar

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA, DE DETALLE Y COSTOS

2. INGENIERÍA Y COSTOS DEL PROYECTO

En el presente capítulo se desarrollará una solución adecuada al proyecto: diseñar un tramo de una línea de proceso para las paltas, específicamente en la carga y descarga del producto con un montacarga industrial hidráulico. Se presenta la solución acompañada con bosquejos ilustrativos, además del análisis sistémico y análisis funcional la maquinaria seleccionada, posterior a esto, se realiza la ingeniería de detalle, comprobando la información recopilada mediante cálculo y análisis de esfuerzo de los componentes principales para el funcionamiento de la máquina. Para finalizar con la cubicación de materiales y mano de obra requerida dentro del proyecto.

2.1. INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

A continuación, se expondrá las partes en que se dividirá esta etapa del proyecto. El diseño de la maquinaria a trabajar será definido para mejorar la hidráulica en un sistema de elevación, esto quiere decir, que se realizará un análisis sistémico y funcional orientando el mecanismo a utilizar.

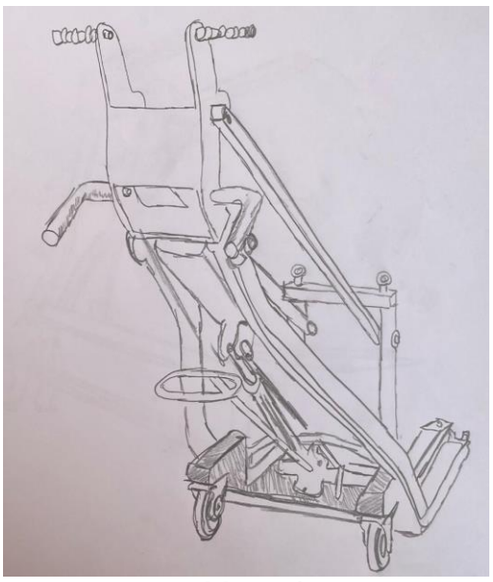
2.1.1. Idea principal montacarga hidráulica

La solución escogida luego de un análisis funcional tiene relación con el diseño de un montacarga hidráulico manual, capaz de levantar cargas relacionado al bins de paltas mediante hidráulica. El movimiento para generar el levantamiento de carga será mediante pistones hidráulicos simple efecto que serán fijados a la estructura de la maquinaria, esto permitirá el libre desplazamiento vertical necesario para realizar la elevación. Su estructura será confeccionada en acero al carbono de norma ASTM – A36, debido a que comercialmente es más accesible y su acabado superficial será de pintura anticorrosiva. El levantamiento será guiado por un tubo conectado al sistema hidráulico. El montacarga tendrá dos estructuras: por un lado, la base y, en segundo lugar, un sistema hidráulico donde se observa un bosquejo de las estructuras elegidas y disposición visual de componentes representados.

A continuación, se presentará los bosquejos relacionados a la máquina a trabajar, el cual es la primera parte de nuestra planimetría para posteriormente realizar en plano desarrollados en software Inventor Profesional 2019, en el cual se confeccionarán las demás piezas. En las siguientes figuras se definirá el boceto principal de la máquina a trabajar, donde se detallará los principales componentes del montacarga a diseñar. (Figura 2-1 y 2-2).

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-1. Bosquejo montacarga hidráulico vista frontal



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-2. Bosquejo montacarga hidráulico vista lateral

2.1.2. Mecanismo para utilizar para montacarga hidráulico

Para este mecanismo de elevación es fundamental el uso de hidráulica y cilindros de doble efecto, debido a la carga que se desea levantar es el mecanismo más apto para el proyecto. Estos cilindros estarán enlazados mediante rótula-horquilla, donde se permitirá entregar grados de libertad vertical. El levantamiento será guiado mediante pasadores que tendrán la función de unir dos estructuras.

La estructura estará en la base apoyada en el suelo donde al ejercer una presión constante que será hidráulico, dará la fuera para que el pistón pueda actuar de manera correcta y levantar la carga.

2.1.3. Concepto principal del montacargas hidráulico

El montacargas es una de las maquinas más importantes dentro de la línea de proceso donde se necesita levantar cargas, esto debido a que habrá contacto directo en la relación máquina-operario, debido a que la selección será manual. Un elevador hidráulico es un aparato que se utiliza para elevar cargas pesadas. Lo hace mediante la amplificación de fuerzas, gracias a la presión ejercida por la transferencia de un fluido. El funcionamiento del elevador hidráulico responde al principio de Pascal, este tiene su origen en el siglo XVII, cuando el fisicomatemático francés Blaise Pascal enunció la ley que se resume en que "la presión ejercida sobre un fluido poco compresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido". Pese a que se disponía del concepto desde el siglo XVII, la primera parte de prensa hidráulica no llegó hasta 1851 y fue concedida al maquinista estadounidense Richard Dudgeon. Lo que ahora se conoce como gato hidráulico se abrió paso en el mercado sustituyendo a las simples máquinas utilizadas en la antigüedad para dar apoyo a la fuerza humana, por ejemplo, en palancas, planos inclinados, polipastos, gatos de tornillo o rosca, etc.

El elevador hidráulico, en su concepto más simple está compuesto por dos émbolos: uno con un área de sección pequeña y el otro con una sección más grande. Al aplicarse una fuerza sobre el émbolo pequeño, normalmente mediante una palanca o una bomba, se presiona el fluido del interior del circuito, ejerciéndose una presión uniforme. Gracias a válvulas antirretorno, se posibilita la circulación del fluido en un único sentido y de esta manera se acciona el émbolo de sección mayor, sobre el que se coloca la carga que se desea elevar. El resultado es una multiplicación de la fuerza según la relación entre las secciones de ambos émbolos que permite la elevación de la carga.

2.1.4. Idea principal del mecanismo

La solución tendrá como objetivo diseñar una maquinaria basada en una problemática de empresa. El montacarga tiene dos barras paralelas planas en su parte frontal que se introducen por debajo de la carga, llamadas horquillas o coloquialmente uñas, montadas sobre un soporte que se desliza verticalmente por un mástil con lo que se consigue el movimiento de elevación y descenso de la carga. La separación entre la horquilla es variable para adaptarse a distintas medidas de cargas; el soporte de las horquillas realiza un pequeño desplazamiento lateral para realizar las operaciones de aproximación a la elevación o el centrado de las uñas con la carga. (Figura 2-3 y 2-4).

Fuente: Página web relación de montacargas

Figura 2-3. Funcionamiento de maquinaria

Fuente: Página web funcionamiento del sistema hidráulico

Figura 2-4. Sistema hidráulico en terreno

2.2. ANALISIS SISTÉMICO DEL PROYECTO

A continuación, se presentan los distintos estudios de análisis sistémico del proyecto, lo cual se dividirá en subsistemas. En primer lugar, se realizará análisis sistémico y funcional del montacarga hidráulico manual. Esta primera etapa de la ingeniería básica comprende los subsistemas que funcionan dentro del proyecto, especificando los componentes que forman parte de cada máquina.

2.2.1. Funcionalidad del montacargas

La funcionalidad del montacarga hidráulico sistema de funcionamiento de los montacargas hidráulicos es de fácil conocimiento. Un conjunto hidráulico formado por una bomba y un motor, inyectan un fluido normalmente hidráulico en un cilindro, el cual mediante la presión acumulada desplaza la plataforma junto con su carga hacía arriba.

Para bajar, opera una válvula y deja que el fluido hidráulico vuelva al depósito mediante el peso de la propia plataforma, sin que el motor tenga que intervenir. El montacarga es el encargado de la parte final del tramo de la línea de proceso, en el cual la razón utilizar de cilindro hidráulico reincide en el mercado y, además en la carga a levantar del peso propio de la estructura metálica y aproximadamente entre 350 kg y 450 kg. Por lo mismo, para el desarrollo de este montacarga se considera la carga propia que necesita la máquina para levantar que es entre 400 y 700 kg. debido a que necesita un impulso inicial al partir del suelo.

2.2.2. Caja negra del proyecto

La caja negra se estudia desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno. Por tanto, de una caja negra deben estar muy bien definidas sus entradas y salidas, para poder señalar y representar en caso de ocurrir un fallo, una mejor claridad y así, tener la visión más adecuada del conjunto.

Para nuestro proyecto es importante determinar la entrada como el funcionamiento que hará nuestra máquina, la caja negra definirá el producto en que trabajará el montacargas hidráulico manual y finalmente la salida será la carga ya instalada en el transporte para posterior comercio. (Figura 2-5).

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-5. Caja negra montacarga hidráulico

2.2.3. Análisis funcional del montacarga hidráulico

A continuación, se observarán mediante representaciones las distintas secciones que se divide un análisis funcional. El análisis funcional es una división de los subsistemas que conforman el equipo y tendrán como objetivo definir desde el mayor al menos componente del subconjunto, con el propósito de informar la función de cada parte que conformara el subsistema.

2.2.4. Subsistema estructural

Los componentes que comprende el subconjunto estructural serán aquellos que protegerán y estarán estáticos cuando el montacarga hidráulico genere su acción de levantar carga, en el cual el subsistema estructural será el encargado de estabilizar la carga generalizada por el peso propio del mismo. El subsistema estructural estará dividido por la estructura base, que es encargada de recibir y aterrizar las fuerzas originadas con el levantamiento; la estructura de carga la cual comprende las uñas y el sistema hidráulico para posterior levantamiento. Cabe resaltar que toda la estructura metálica comprendida en el subsistema estructural estará bajo su norma SAE 1045, con acabados superficiales de pintura anticorrosiva de al menos 2 capas. (Tabla 2-1).

Tabla 2-1. Subsistema de estructura

Subsistema	Parte	Función	Descripción
Estructural	Estructura base	Soportar peso propio y peso de carga	SAE 1045
Estructural	Estructura de sistema hidráulico	Soportar peso de carga	SAE 1045
Estructural	Uñas de encaje	Resistente para mantener peso en altura	SAE 1045

Fuente: Elaboración propia, basado en elementos mecánicos y estructuras que serán parte del sistema

2.2.5. Subsistema hidráulico

El subsistema hidráulico estará compuesto por un cilindro y un circuito hidráulico para su manipulación, esta unión estará compuestas por soportes que se encargaran de pivotear las 2 uniones, una formada por una horquilla y otra formada por una rotula. (Tabla 2-2).

La bomba hidráulica es el corazón de cualquier sistema hidráulico. Debe proporcionar un caudal de líquido y desarrollar una carga hidráulica operativa con la que pueda transmitir fuerza y movimiento.

Una bomba hidráulica requiere una fuente de potencia externa que la accione, como puede ser un motor de combustión o un motor eléctrico.

Tabla 2-2. Subsistema hidráulico

Subsistema	Parte	Función	Descripción
Hidráulico	Cilindro hidráulico	Fuerza y empuje, fundamental para levantar carga	Cilindro simple Amortiguación al final del recorrido
Hidráulico	Buje de bronce	Mantener el eje estable de manera concéntrica	Auto lubricado para fricciones SAE 604
Hidráulico	Eje rótula	Articular entre soportes realizando libre movimiento	SAE 1045
Hidráulico	Pasador	Elemento de fijación mecánica	Ajuste mecánico
Hidráulico	Soporte	Encargado de recibir el peso externo e impide que tenga algún tipo de inconveniente	Ajuste mecánico, de grandes dimensiones
Hidráulico	Presostato	Aparato que cierra o abre un circuito	Interruptor de presión
Hidráulico	Válvula direccional	Control de extensión y retracción para cilindros hidráulicos	3 vías reductores de presión
Hidráulico	Válvula botonera	Habilitar los diferentes caudales de hidráulica	3/2 retorno

Fuente: Elaboración propia, basado en las funciones hidráulicas del mecanismo

2.2.6. Subsistema motriz

El subsistema motriz será el conjunto de partes que habilitará la acción del levantamiento en el montacarga, para esta elevación, se dará una fuerza mecánica de un motorreductor de 3 HP, la cual estará conecta y suministrará esta fuerza a un sistema hidráulico. Tabla 2-3.

Tabla 2-3. Subsistema motriz

Subsistema	Parte	Función	Descripción
Motriz	Motorreductor	Potencia mecánica, transmisión de fuerza y reducción de RPM en salida	3 HP

Fuente: Elaboración propia basado en el sistema motriz para dar potencia a la máquina

2.3. INGENIERÍA DE DETALLE DEL PROYECTO

En esta sección se mostrará el diseño virtual del proyecto, en la cual consiste en diseñar la maqueta de las maquinarias agroindustriales desarrollada en el proyecto, para esto se dividirá esta sección en tres partes. Estas modelaciones tridimensionales han sido desarrolladas en base a software Inventor 2019.

2.3.1. Modelación montacarga hidráulico manual

Para el diseño del montacarga hidráulico se desarrollará en software Inventor Profesional 2019, para luego realizar una derivación a planimetría de conjunto y de fabricación de las piezas que son diseñadas, piezas sin planos de fabricación serán consideradas como cajas negras para posteriormente su cotización y compra. (Figura 2-6 y 2-7).

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-6. Modelado 3D Montacarga hidráulico manual

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7. Modelado 3D Montacarga hidráulico manual con carga

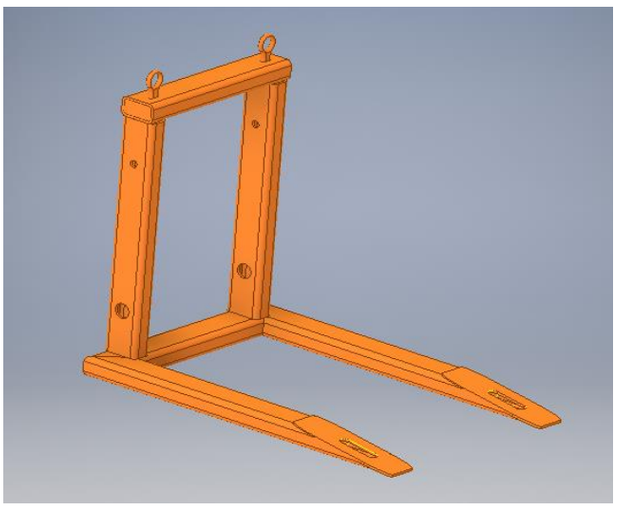
El modelado tridimensional del montacarga hidráulico constará de los siguientes subconjuntos mencionados anteriormente:

a) Subconjunto estructural.
b) Subconjunto hidráulico.

2.3.2. Subconjunto estructural

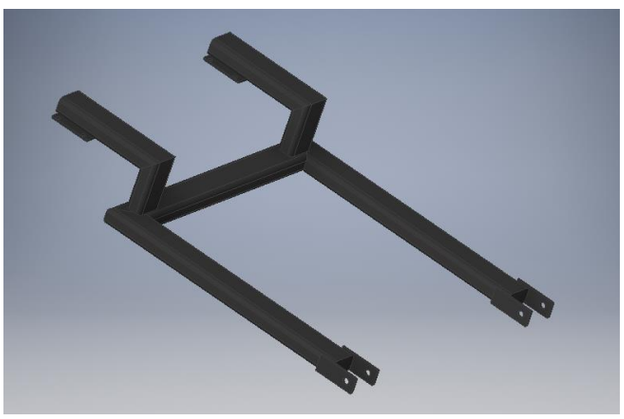
El subsistema estructural estará realizado en general en SAE 1045 perfil 80x40x3, perfil cuadrado 30x30x1.5, 40x40x5 entre otros, con acabados superficiales anticorrosivos, sus soldaduras serán mediante soldadura por arco manual, debido a que esta estructura base será la encargada de aterrizar las fuerzas generada por el peso propio de la máquina.

A continuación, se presentan las estructuras mínimas para diseñar el montacarga hidráulico y que tendrá como objetivo soportar las cargas. (Figura 2-8 a 2-12).



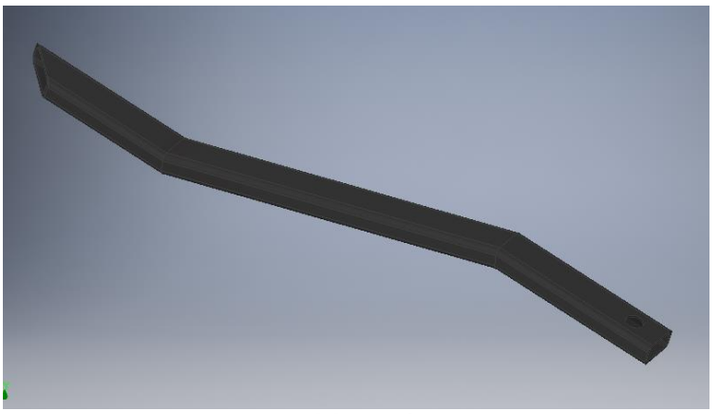
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8. Modelado 3D de la estructura base



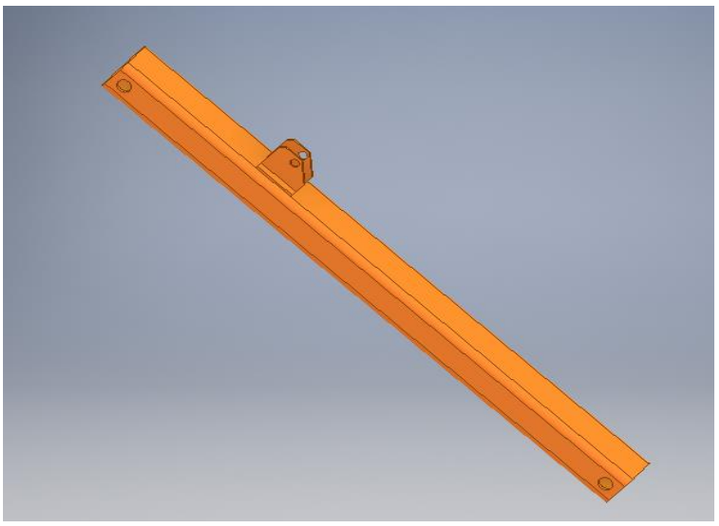
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9. Modelado 3D de la estructura base



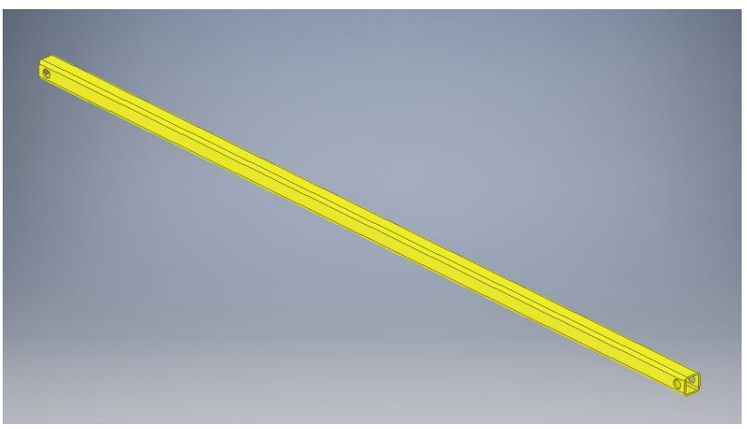
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-10. Modelado 3D de la estructura base



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-11. Modelado 3D de la estructura base



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-12. Modelado 3D de la estructura base

2.3.3. Subconjunto hidráulico

El subconjunto hidráulico del montacarga estará basado en los siguientes componentes: Cilindro hidráulico con retroceso por amortiguador, unión tipo horquilla, unión tipo rotula, estas dos uniones estarán pivoteadas para lograr el ángulo necesario para levantar carga y los respectivos pasadores y ejes para la rotación. A continuación, se presenta los modelados del sistema hidráulico que es fundamental para nuestra maquina y el sistema de carga.

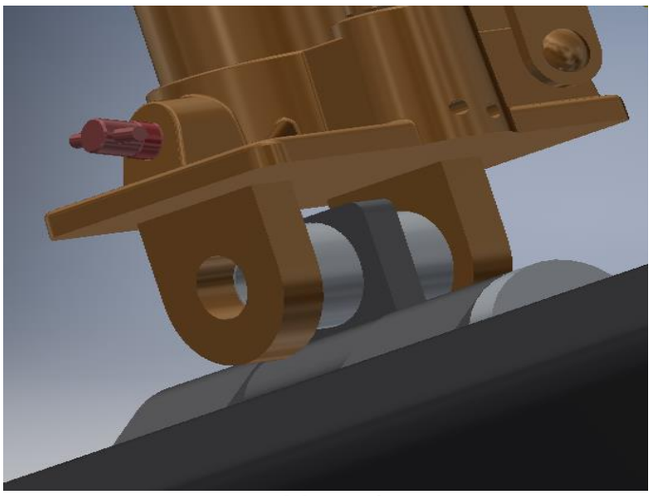
A continuación, se presentarán los modelados de los componentes asociados a la máquina, estará definida por diferentes estructuras bases y sistema hidráulico donde la principal función es ejercer la presión al pistón hidráulico y tener el accionamiento correcto. (Figura 2-13 a 2-16).

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-13. Modelado 3D de la estructura hidráulica

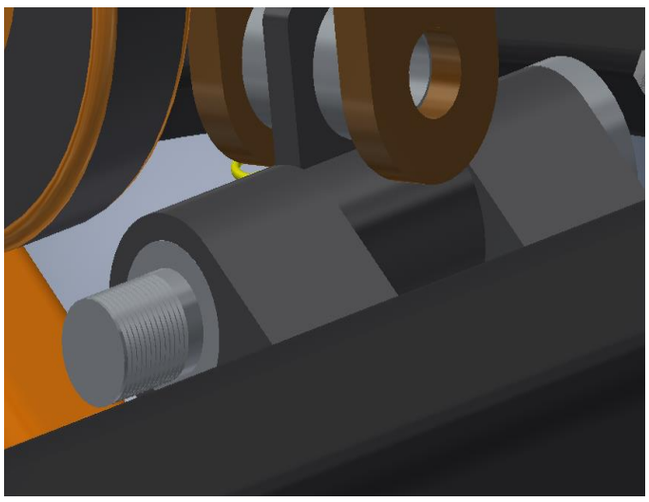
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-14. Modelado 3D del cilindro hidráulico



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-15. Modelado 3D en una unión tipo rótula



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-16. Modelado 3D unión tipo horquilla

2.3.4. Memoria de cálculo

Las memorias de cálculo son los procedimientos descritos de forma detallada de cómo se realizaron los cálculos en el desarrollo de un proyecto, en la cual se describen los cálculos y los procedimientos que se llevaron a cabo para determinar las secciones de los elementos estructurales e hidráulicos, así mismo, esta memoria de cálculo indica cuales fueron los criterios con los cuales se calculan todos y cada uno de los elementos, como son las cargas, dimensiones, los factores de seguridad, etc.

2.3.4.1. Esfuerzo de tensión

Existen 2 tipos de esfuerzos relacionados, el de comprensión y el de tensión. En este caso la fuerza de comprensión, ya que el cilindro estará en una posición vertical por lo que se puede inferir que:

$$P = \frac{F}{A}$$ Fórmula 2-1.

Donde:

a) P = Presión

b) F = Fuerza

c) A = Área

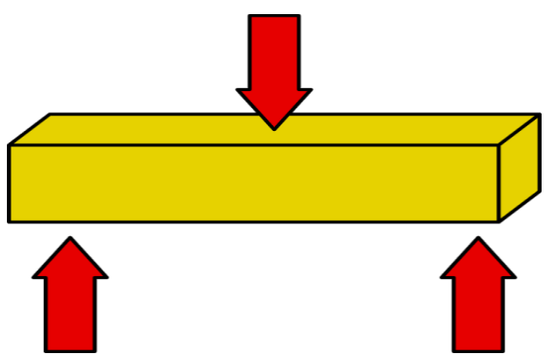
2.3.4.2. Factor de seguridad

Es un valor que es mayor a 1 y su función es determinar el límite de capacidad que podría soportar un cuerpo. Un factor de seguridad en un diseño es aquel que resulta de dividir la carga o esfuerzo de falla por la carga o esfuerzo permisible.

$$Fs = \frac{fuerza\ max\ admisible}{fuerza\ aplicada}$$ Fórmula 2-2.

2.3.4.3. Flexión

Un elemento estará sometido a flexión figura cuando actúen sobre él, cargas que tiendan a doblarlo. En el esfuerzo de flexión se dan los esfuerzos de tracción y compresión a la vez, debido a que cuando el cuerpo se aplasta una parte sube hacia fuera (tracción), mientras que otra se hunde hacia dentro (compresión). (Figura 2-17).

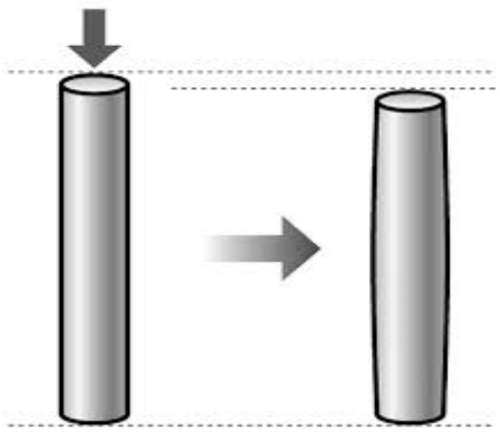


Fuente: Página web esfuerzo de flexión

Figura 2-17. Esfuerzo de flexión

2.3.4.4. Compresión

Un cuerpo está sometido a un esfuerzo de compresión cuando se le aplican dos fuerzas con la misma dirección y sentidos contrarios provocando una presión en su parte central y reduciendo su longitud inicial. Las fuerzas aplicadas tienden a aplastarlo o comprimirlo. (Figura 2-18).

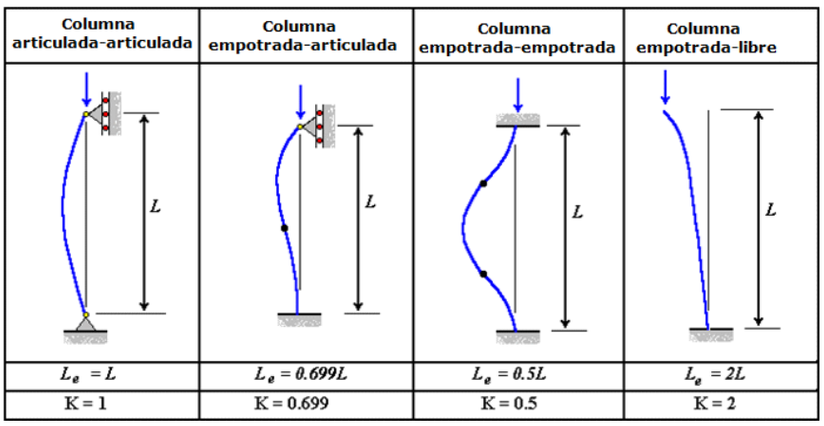


Fuente: Página web esfuerzo de compresión

Figura 2-18. Esfuerzo de compresión

2.3.4.5. Pandeo

Es un tipo de esfuerzo relacionado con la compresión en elementos muy largos en relación con su sección transversal. Al deformarse la estructura su centro de gravedad se aleja del eje central, aumentando el momento de la fuerza y disminuyendo su resistencia. (Figura 2-19).



Fuente: Página web falla de pandeo

Figura 2-19. Tipos de apoyo

2.3.4.6. Fundamentos aplicados a hidráulica

Dentro de esta sección, se estudiará el comportamiento que tendrá el montacarga hidráulico manual, dentro de su función de trabajo por ende se agrega los siguientes datos de entrada:

- Carga a empujar: 400 kg.
- Carga a elevar estructura: 350 kg.
- Tipo de unión articulada en sus extremos.
- Un cilindro hidráulico con retorno.
- Carrera de 1500 mm.

Con estos datos se puede realizar una evaluación del sistema. (Figura 2-20). La suma de las dos cargas a elevar resultará 750 kg en una carrera de 1500 mm, donde se transforma los kilogramos a unidad de fuerza que serán alrededor de 6864,65 N.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-20. Montacarga hidráulico en funcionamiento

Ya disponiendo de la carga a elevar en Newton [N], se realiza el análisis mediante tablas de fuerzas la presión ideal de trabajo; el diámetro del cilindro y área de vástago.

2.3.4.6.1. Cálculo para diámetro del cilindro

Para encontrar el diámetro del cilindro hidráulico, se desarrollará la siguiente fórmula:

$$F = P * A$$ Fórmula 2-3.

Donde:

a) F= Fuerza inicial (6865,54 N) = (749,4 kgf)
b) P = Presión (10 bar)
c) A= Área

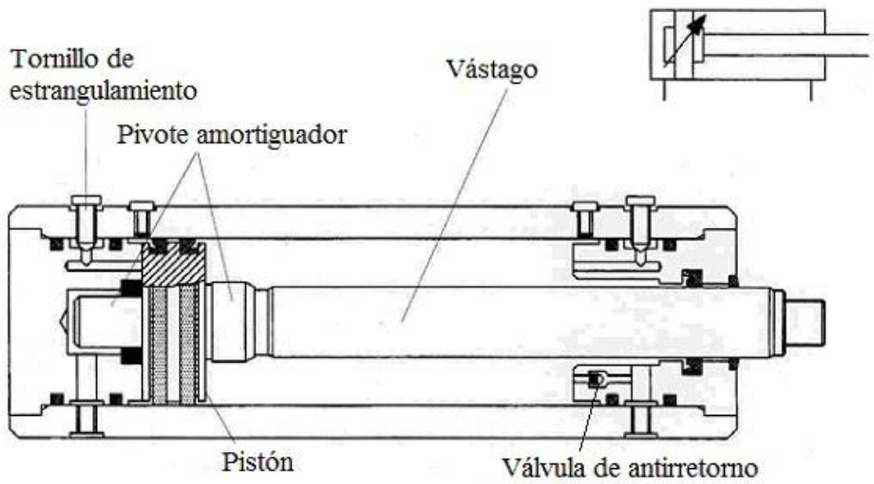
Reemplazar:

$$A = \frac{F}{P}$$ Fórmula 2-4.

$$A = \frac{749{,}4\ Kgf}{10\ Bar}$$

$$A = 74{,}94\ cm^2$$

Al tener el dato del área conocida lo comparamos con las tablas de los cilindros hidráulicos para conocer el diámetro del pistón y posteriormente el diámetro del vástago. (Figura 2-21).



Fuente: Página web funcionamiento de pistón

Figura 2-21. Demostración pistón y vástago

A continuación, se presentará una relación a trabajar para encontrar el diámetro del pistón del cilindro hidráulico, teniendo en cuenta el área recién calculada. Tabla 2-4.

Tabla 2-4. Cilindros hidráulicos

			SECCIONES / AREAS			FUERZAS / FORCES (250bar) (1)		
PISTON	VASTAGO	RELACION SECCIONES	PISTON	VASTAGO	ANULAR	EMPUJE	DIFERENCIAL	TRACCION
PISTON	PISTON ROD	AREA RATIO	PISTON	PISTON ROD	ANNULUS	PUSH	REGEN.	PULL
AL Ø mm	MM Ø mm	ϕ A_1 / A_3	A_1 cm^2	A_2 cm^2	A_3 cm^2	F_1 kN	F_2 kN	F_3 kN
50	32 36	1.69 2.08	19.63	8.04 10.18	11.59 9.45	49.10	20.12 25.45	28.98 23.65
63	40 45	1.67 2.04	31.17	12.56 15.90	18.61 15.27	77.90	31.38 39.75	46.52 38.15
80	50 56	1.66 1.96	50.26	19.63 24.63	30.63 25.63	125.65	49.07 61.55	76.58 64.10
100	63 70	1.66 1.96	78.54	31.16 38.48	47.38 40.06	196.35	77.93 96.20	118.42 100.15
125	80 90	1.69 2.08	122.72	50.24 63.62	72.48 59.10	306.75	125.62 159.05	181.13 147.70
140	90 100	1.70 2.04	153.94	63.62 78.54	90.32 75.40	384.75	159.05 196.35	225.70 188.40
160	100 110	1.64 1.90	201.06	78.54 95.06	122.50 106.00	502.50	196.35 237.65	306.15 264.85
180	110 125	1.60 1.93	254.47	95.06 122.72	159.43 131.75	636.17	237.65 306.80	398.52 329.37
200	125 140	1.64 1.96	314.16	122.72 153.96	191.44 160.20	785.25	306.80 384.90	478.45 400.35

Fuente: Elaboración basado en la página web, relación en diámetro de pistón y vástago

Al tener calculada el área = 73,54 cm² se compara con la Tabla 2-4, para obtener los diámetros del pistón hidráulico y el vástago. Dando como resultado según tabla, un área de 78,54 cm².

El resultado de lo anterior señala que se trabajará con un diámetro de pistón de 100 mm y el vástago de diámetro 25 mm según normativa.

2.3.4.6.2. Carga de pandeo

Se efectuará el cálculo de carga al pandeo, debido a que el cilindro a estar expuesto a cargas y puede ocasionar una flexión de este en su centro. Esto para reconocer cual será la carga donde se produce pandeo esto debido a que el cilindro se considera como barra esbelta. Donde se hará uso de los casos expuestos según Euler. (Tabla 2-5).

$$k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \mathrm{I}}{Sk^2}$$ Fórmula 2-5.

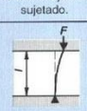
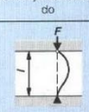
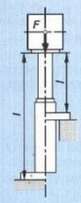
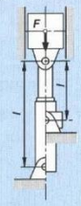
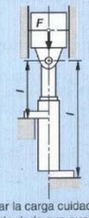
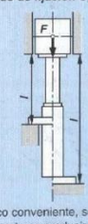
Donde:

- K = Carga al pandeo.
- E = Modulo elástico de acero.
- I = Momento de inercia.
- S = Coeficiente de seguridad.

Datos de entrada para realización de fórmula:

- Carrera: 1500 mm
- Diámetro del vástago: 25 mm
- E: 2,1 x 10^5 (acero)
- SK: Largo efectivo

Tabla 2-5. Coeficiente de seguridad (SK)

Caso de carga según Euler	Caso 1 Un extremo libre, un extremo fijamente sujetado.	Caso 2 (caso básico) Dos extremos articulados.	Caso 3 Un extremo articulado, un extremo fijamente sujetado	Caso 4 Dos extremos fijamente sujetados.
Representación gráfica				
Long. pandeo libre	$s_K = 2\,l$	$s_K = l$	$s_K = l \cdot \sqrt{(l/2)}$	$s_K = l/2$
Situación de montaje para cilindros hidráulicos	Modo de fijación C, D, F 	Modo de fijación A, B, E 	Modo de fijación C, D, F 	Modo de fijación C, D, F 
Nota			Guiar la carga cuidadosamente dado que pueden producirse tensiones.	Poco conveniente, seguramente se producirán tensiones.

Fuente: Apuntes USM 371 2021 Hidráulica

Según Euler, debido a que los cilindros serán articulados en sus extremos, su longitud libre al pandeo será igual a su carrera.

Reemplazando en la ecuación de pandeo:

$$k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{Sk^2}$$

a) <u>Momento de inercia</u>

$$\mathrm{I} = d^4 \times \frac{\pi}{64} \qquad \text{Fórmula 2-6.}$$

Al ser el ø100 del cilindro, según norma el diámetro del vástago será de 25 mm. (Tabla 2-6).

Tabla 2-6. Relación de diámetros cilindro-vástago según área

Diámetro mm	Vástago mm	Acción	Área cm^2	Presión (bar) 20°C y 90% de rendimiento									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	6	Empuje	1.13	1.017	2.035	3.053	4.071	5.089	6.107	7.124	8.142	9.160	10.178
		Tracción	1.00	0.763	1.526	2.290	3.053	3.816	4.580	5.343	6.107	6.870	7.633
16	6	Empuje	2.01	1.809	3.619	5.428	7.238	9.047	10.857	12.666	14.476	16.285	18.095
		Tracción	1.73	1.555	3.110	4.665	6.220	7.775	9.330	10.885	12.440	13.995	15.550
20	8	Empuje	3.14	2.827	5.654	8.482	11.309	14.136	16.964	19.791	22.618	25.446	28.273
		Tracción	2.64	2.374	4.749	7.124	9.499	11.874	14.249	16.624	8.999	21.374	23.749
25	12	Empuje	4.91	4.417	8.835	13.253	17.670	22.088	26.506	30.924	35.341	39.759	44.177
		Tracción	3.78	3.399	6.799	10.199	13.599	16.999	20.399	23.799	27.199	30.598	33.998
32	12	Empuje	8.04	7.238	14.476	21.714	28.952	36.190	43.428	50.666	57.904	65.142	72.380
		Tracción	6.91	6.222	12.440	18.660	24.880	31.100	37.321	43.541	49.761	55.981	62.201
40	16	Empuje	12.56	11.309	22.618	33.928	45.237	56.547	67.856	79.165	90.745	101.780	113.090
		Tracción	10.55	9.499	18.999	28.449	37.999	47.499	56.990	66.499	75.990	85.499	94.998
50	20	Empuje	19.63	17.670	35.341	53.012	70.683	88.354	106.020	123.690	141.360	159.030	176.700
		Tracción	16.49	14.843	29.687	44.530	59.374	74.217	89.061	103.900	118.740	113.590	148.430
63	20	Empuje	31.16	28.054	56.108	84.163	112.210	140.270	168.320	196.380	224.430	252.490	280.540
		Tracción	28.02	25.227	50.454	75.681	100.900	126.130	151.360	176.580	201.810	227.040	252.270
80	25	Empuje	50.24	45.237	90.475	135.710	180.950	226.180	271.420	316.660	361.900	407.130	452.370
		Tracción	45.36	40.819	81.639	122.450	163.270	204.090	244.910	285.730	326.550	367.370	408.190
100	25	Empuje	78.54	70.683	141.360	212.050	282.730	353.410	424.100	494.780	565.470	636.150	706.830
		Tracción	70.50	66.266	132.530	198.790	265.060	331.330	397.590	463.860	530.120	596.390	662.660
125	32	Empuje	122.66	110.440	220.880	331.330	441.770	552.210	662.660	773.100	883.540	993.990	1104.400
		Tracción	114.67	103.200	206.410	309.610	412.820	516.020	619.230	722.430	825.640	928.840	1032.000

Fuente: Elaboración basado en la página web phidraulica, para relacionar los diámetros de pistón y vástago

$$\mathrm{I} = 25 \times \frac{\pi}{64}$$

$$\mathbf{I = 1,227\ mm^4}$$

b) Sk: carrera

Sk: carrera

Sk: 2 * 1500 mm

Sk: 3.000 mm

c) Pandeo

$$k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \mathrm{I}}{Sk^2}$$

$$K = \frac{\pi^2 \cdot 2{,}5\ x\ 10^5 Pa \cdot 1.227\ mm^4}{(3000\ mm)^2}$$

***K* =14.111,29 N**

Esto quiere decir que el pandeo ocurrirá a los 14111,29 N

Aplicando un factor se seguridad de 2 como mínimo:

$$F = \frac{K}{S}$$

$$F = \frac{14.111{,}29\ N}{2}$$

F = 7.055,64 N

La fuerza tendrá como capacidad máxima 7.055,64 N, por lo tanto, de acuerdo con el primer dato de carga en el diseño (F = 6.864,65 N) mencionados anteriormente, el cilindro hidráulico y la estructura de carga aprueba el diseño.

En conclusión, se puede verificar y comprobar que el cálculo de momento de inercia (I) en pandeo evaluado previamente, tiene relación con el sistema de carga relacionando al conjunto hidráulico como también estructural donde se define en los componentes mecánicos (Figura 2-14 y 2-20), en el cual resulta apto para el proyecto.

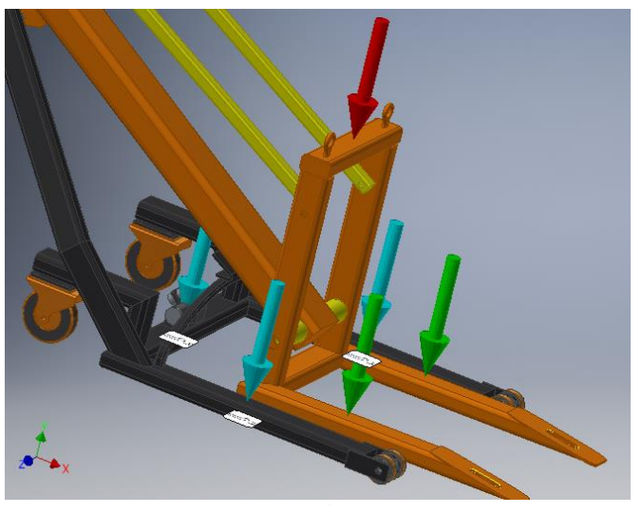
2.3.4.7. Análisis de estructura para soporte de cargas

Al realizar los cálculos previamente realizados, se tendrá que analizar y comprobar las cargas para comprobar que la estructura soportará dos cargas importantes, el peso de la estructura del montacarga hidráulico y, por otro lado, el peso de carga a levantar. La estructura será confeccionada de acero y tiene una restricción fija por tener la base de apoyo, donde le modelado y respectivo análisis será en el software Inventor Profesional 2019 y tendrá como objetivo medir las fuerzas asociadas. Para nuestro proyecto tenemos las cargas ya establecidas donde se presentarán a continuación:

a) Peso estructura: 350 kg = 3432 N
b) Peso de carga: 450 kg = 4413 N
c) Gravedad: 9,8 m/s^2

En esta estructura se pueden demostrar las cargas asociadas a las fuerzas en el montacargas, teniendo una estructura base (color negro) y las uñas de carga (color naranja), (Figura 2-22.), donde se puede indicar tres flechas de colores diferentes para identificar las cargas, el cual serán:

- Color rojo = Gravedad: 9,8 m/s^2
- Color celeste = Fuerza de estructura: 3432 N = 350 kg
- Color verde = Fuerza de carga a levantar: 4413 N = 400 kg



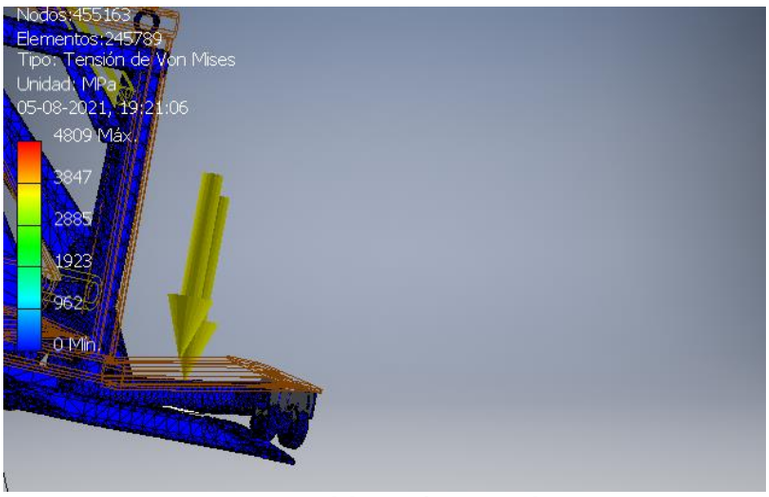
Fuente: Elaboración personal

Figura 2-22. Demostración de fuerzas asociadas

2.3.4.7.1. Von Misses y tensión

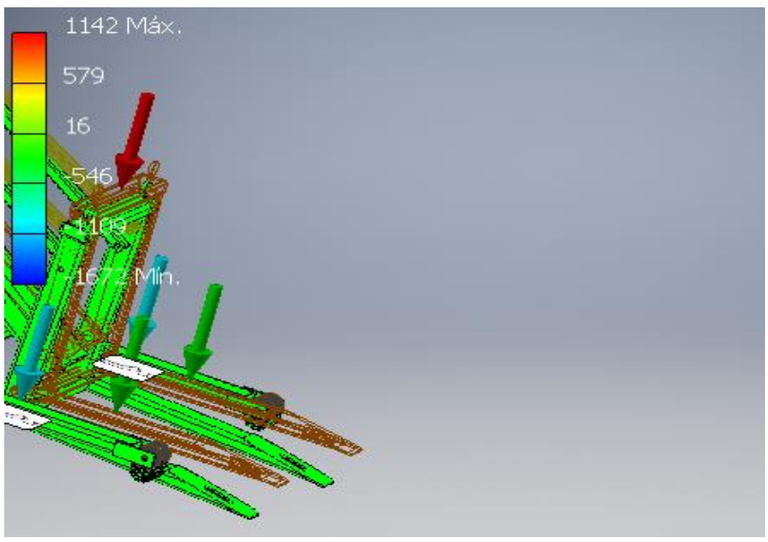
La teoría predice que la falla por la fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en comprensión del mismo material. Es decir, mientras los esfuerzos principales estén dentro del área limitada por una Elipse el componente será seguro.

En la máquina que estamos desarrollando, debe tener un límite de fluencia al acero donde su unidad de medida es el Mega Pascal (MPa) el cual está señalado por colores, siendo el color azul el más bajo y el color rojo el caso más riesgoso a la tensión. Como se demuestra en la figura la máquina tiene poca tensión (962 Mpa) en una escala de 0 a 4.809 Mpa según las cargas ejercidas. (Figura 2-23 a 2-26).



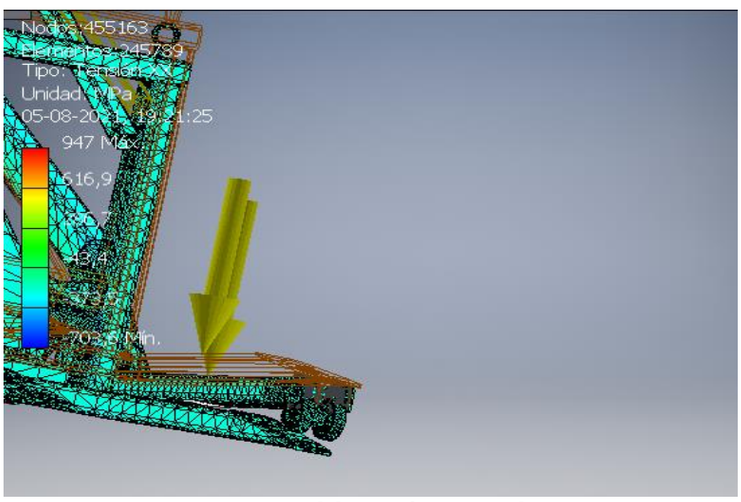
Fuente: Elaboración personal

Figura 2-23. Demostración de tensión Von Misses



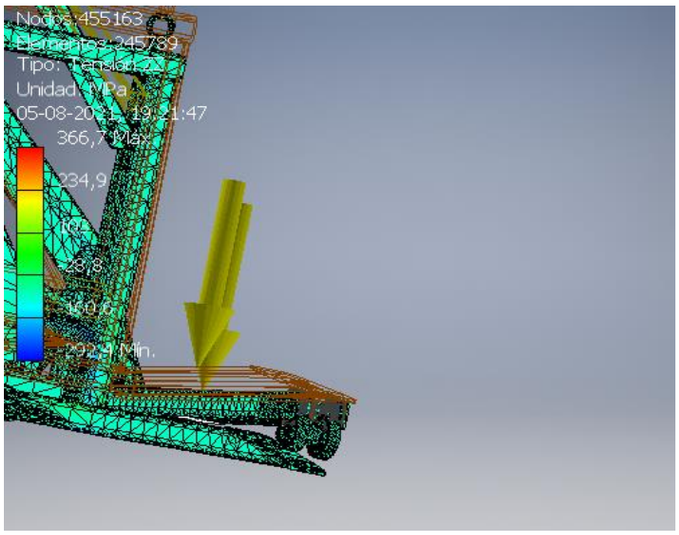
Fuente: Elaboración personal

Figura 2-24. Demostración de tensión eje X en estructura



Fuente: Elaboración personal

Figura 2-25. Demostración de tensión eje Y en estructura

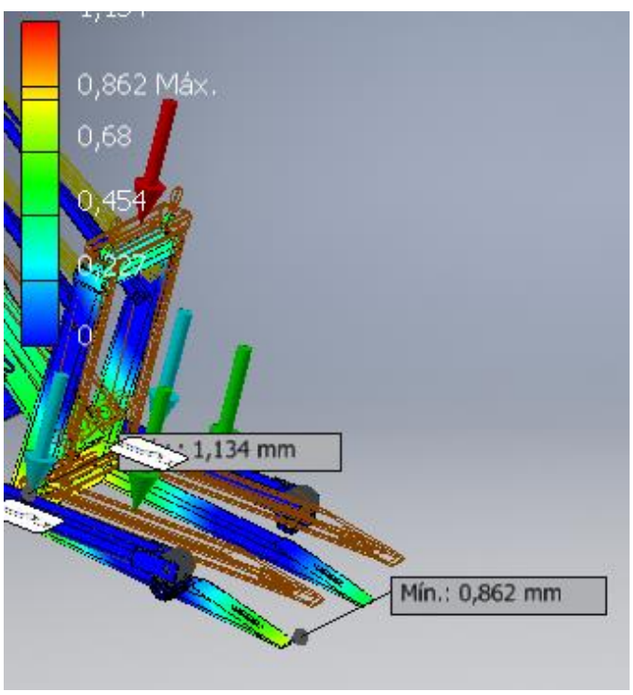


Fuente: Elaboración personal

Figura 2-26. Demostración de tensión eje Z en estructura

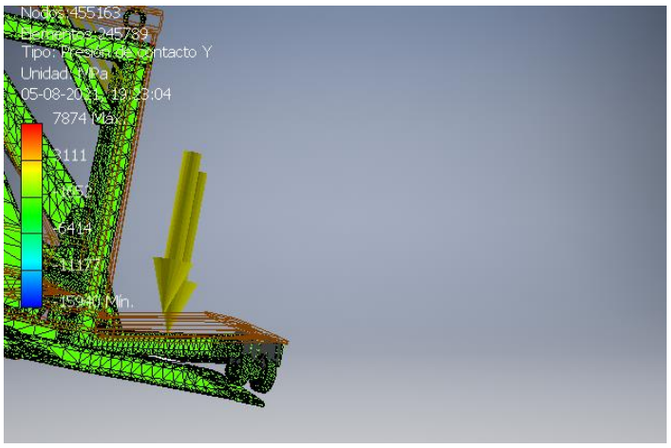
2.3.4.7.2. Desplazamiento y presión

Al desarrollar el análisis señala un desplazamiento medio al colocar una carga de 900 kg, por lo mismo para comprobar de que no presentará problemas, es importante que no tenga un nivel muy alto en el análisis. Como se comprueba el máximo valor de carga es 0,454 Mpa en una escala de 0 a 0,862 Mpa, el desplazamiento y presión no varía tanto en la estructura debido a que se mantiene en un nivel medio hacia abajo teniendo un valor de 1177 Mpa en el eje Y, 1141 en el eje Z y por último 1581 en el eje X, en una escala de 0 a 7874 Mpa, por lo que no hay problema en su desarrollo. (Figura 2-27 a 2-29).



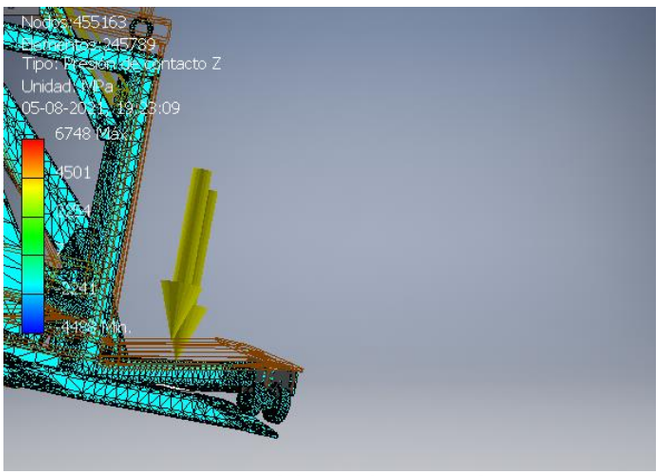
Fuente: Elaboración personal

Figura 2-27. Demostración desplazamiento



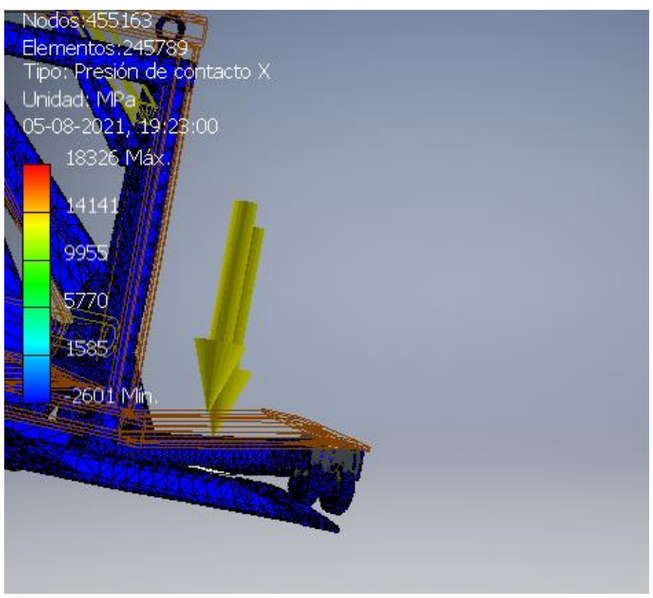
Fuente: Elaboración personal

Figura 2-28. Demostración presión eje Y



Fuente: Elaboración personal

Figura 2-28. Demostración presión eje Z



Fuente: Elaboración personal

Figura 2-29. Demostración presión eje X

2.4. COSTOS DEL PROYECTO

En la última sección del capítulo se analizarán los costos asociados al proyecto: tales como los costos directos (materiales, mano de obra y equipos) y los costos indirectos (servicios generales, servicios de fabricación y gastos generales). Estos serán la base para generar el presupuesto final del proyecto, que incluirá los siguientes puntos: costos directos, costos indirectos, imprevistos y utilidad.

2.4.1. Asignación de actividades

Para el desarrollo de las siguientes maquinarias se necesitaría el siguiente personal, en el cual serán calculado los costos de costo mensual y por jornada laboral.

a) Soldador
b) Proyectista
c) Ayudante
d) Electromecánico
e) Pintor
f) Supervisor
g) Mecánico industrial
h) Operador de sistema hidráulico

Donde para la asignación del trabajo, será desarrollada en un mes hábil considerando una semana de sobretiempo.

Luego de considerar la obra y estimar los trabajadores, se inicia la primera parte del proceso; estimación de costos de remuneraciones para la fabricación de maquinaria hidráulica para el sector agroindustrial. (Tabla 2-7).

Tabla 2-7. Cálculo de costos de remuneraciones

	CARGO	Soldador	Ayudante	Electromecanico	Mecánico Industrial
	SUELDO BASE	$550.000	$380.000	$600.000	$480.000
1	SUELDO BASE	$550.000	$380.000	$600.000	$480.000
2	SOBRETIEMPO	$55.000	$38.000	$60.000	$48.000
3	BONO	$44.000	$30.400	$48.000	$38.400
4	IMPOSICIONES	$58.850	$40.660	$64.200	$51.360
5	LOCOMOCIÓN	$30.000	$30.000	$30.000	$30.000
6	COLACIÓN	$45.000	$45.000	$45.000	$45.000
7	SEGURO ACCIDENTE	$20.570	$14.212	$22.440	$17.952
8	SEGURO CESANTÍA	$18.150	$12.540	$19.800	$15.840
9	SALUD	$38.500	$26.600	$42.000	$33.600
10	TERMINO DE OBRA	$137.500	$95.000	$150.000	$120.000
	TOTAL	$997.570	$712.412	$1.081.440	$880.152
	FACTOR	1,81	1,87	1,8	1,83

Fuente: Elaboración propia, basado en el costo mensual de remuneraciones

Tabla 2-7. Cálculo de costos de remuneraciones (Continuación)

	CARGO	Mecánico Industrial	Supervisor	Proyectista	Pintor	Técnico sistema hidráulico	
	SUELDO BASE	$480.000	$650.000	$1.000.000	$380.000	$450.000	VALOR UF
1	SUELDO BASE	$480.000	$650.000	$1.000.000	$380.000	$450.000	15,14
2	SOBRETIEMPO	$48.000	$65.000	$100.000	$380.000	$45.000	1,51
3	BONO	$38.400	$52.000	$80.000	$30.400	$36.000	1,21
4	IMPOSICIONES	$51.360	$69.550	$107.000	$40.660	$48.150	1,62
5	LOCOMOCIÓN	$30.000	$30.000	$30.000	$30.000	$30.000	1,01
6	COLACIÓN	$45.000	$45.000	$45.000	$45.000	$45.000	1,51
7	SEGURO ACCIDENTE	$17.952	$24.310	$37.400	$14.212	$16.830	0,57
8	SEGURO CESANTÍA	$15.840	$21.450	$33.000	$12.540	$14.850	0,50
9	SALUD	$33.600	$45.500	$70.000	$26.600	$31.500	1,06
10	TERMINO DE OBRA	$120.000	$162.500	$250.000	$95.000	$112.500	3,78
	TOTAL	$880.152	$1.165.310	$1.752.400	$712.412	$829.830	27,92
	FACTOR	1,83	1,79	1,75	1,87	1,84	

Fuente: Elaboración propia, basado en el costo mensual de remuneraciones calculada en valor UF

Ya considerado el precio real de los trabajadores, se inicia el proceso de cálculo de mano de obra HH, en donde se especifica jornada de trabajo, y precio de HH por cuadrilla.

En este cálculo se representará el cálculo de la jornada laboral de 45 horas semanales de horario lunes a viernes de 9 horas de trabajo. Serán 8 trabajadores que ayudarán a la fabricación del montacarga hidráulico manual basado en los planos de fabricación ya hechos en la tabla anterior. (Tabla 2-8).

Tabla 2-8. Cálculo mano de obra del proyecto

CÁLCULO MANO DE OBRA DEL PROYECTO

DATOS DE ENTRADA:

Jornada Laboral: Lunes a Viernes - 9 horas diarias
Jornada Semanal: 45 horas
Promedio Hrs laborales al mes: 180 horas/mes

CUADRILLA DE TRABAJO AGROINDUSTRIAL MANO DE OBRA (HH)

CARGO	CANTIDAD	COSTO MENSUAL ($)	TOTAL ($)	VALOR UF
SOLDADOR	2	997.570	3.990.280	134,20
AYUDANTE	2	712.412	2.849.648	95,86
ELECTROMECANICO	1	1.081.440	1.081.440	36,38
MECÁNICO INDUSTRIAL	1	880.152	880.152	29,61
TÉCNICO SISTEMA HIDRÁULICO	1	829.830	829.830	27,92
SUPERVISOR	1	1.165.310	1.165.310	39,20
PROYECTISTA	1	1.752.400	1.752.400	58,95
PINTOR	1	712.412	712.412	23,97
COSTO MENSUAL CUADRILLA DE TRABAJO			13.261.472	446,11

Personal: Cantidad de trabajadores = 10
Cantidad de HH/Mes : 1800 HH (10 personas * 180 horas/mes)

MANO DE OBRA DIRECTA VALOR PROMEDIO HH = $7.367
COSTO MENSUAL CUADRILLA / CANTIDAD DE HH AL MES
$13.261.472/1800 = $7.367

Fuente: Elaboración propia, basado en el cálculo de jornada laboral calculada valor en UF

2.4.1.2. Listado de materiales para montacarga hidráulico manual

En la siguiente tabla se mostrará los materiales asociados a la maquinaria para su confección, ya realizado su diseño y cálculos preliminares, sumando el costo real del proyecto que se entregará a continuación, donde se detalla la cantidad que se utilizará y su precio estimado en relación con dos grandes empresas; Easy y Homecenter ubicados en la región de Valparaíso, Chile. (Tabla 2-9 y 2-10).

Tabla 2-9. Cálculo de materiales para montacarga

ITEM	CANTIDAD		DENOMINACION	LARGO ó KG	PRECIO		
	UNITARIO	TOTAL			UNITARIO ($)	TOTAL ($)	VALOR UF
1	1	3	VIGA 40x20x1,5	6 METROS	11.850	35.550	1,20
2	1	3	VIGA 80x40x3	6 METROS	44.290	132.870	4,67
3		3	PERFIL CUADRADO 40x40x2	6 METROS	16.090	48.270	1,62
4	1	3	PERFIL CUADRADO 30x30x2	6 METROS	14.550	43.650	1,47
5		3	PERFIL TUBULAR 1"x1,5x6M	6 METROS	8.190	24.570	0,83
6	1	1	CILINDRO DOBLE EFECTO CON AMORTIGUADOR AL FINAL DEL RECORRIDO		39.292	39.293	1,32
7	1	1	VÁLVULA 4/2 MANUAL		33.990	33.990	1,14
8	1	1	VÁLVULA 3/2 N/C ACC POR RODILLO		29.711	29.711	1,00
9	1	1	PRESOSTATO 2 HP		13.190	13.190	0,44
10	1	1	MOTOR HIDRÁULICO		562.364	562.364	18,92
11	1	2	BARRA REDONDA BRONCE SAE 640x2"		4.190	8.380	0,28
12	1	2	BARRA REDONDA SAE 1045		6.590	13.180	0,44
13	4	4	SET DE 4 PERNO 3/8" x 3"		3.990	15.960	0,54
14	1	10	ELECTRODO 6011 3/32" PUNTO AZUL	1 KG	2.590	25.900	0,87
15	1	7	ELECTRODO 7018 3/32"	1 KG	5.290	37.030	1,25
16	1	10	DISCO DE CORTE ESMERIL 4.5"		1.990	19.900	0,67
					796.167	1.063.908	35,99

Fuente: Elaboración propia, basado en datos reales y precios tomados de Easy y Homecenter valor en UF

Tabla 2-10. Costo real del proyecto

ELEMENTOS	TOTAL ($)	VALOR UF
COSTO MENSUAL REMUNERACIONES	829.830	27,92
CÁLCULO MANO DE OBRA	13.261.472	446,11
LISTADO DE MATERIALES	1.063.908	35,99
TOTAL	15.155.210	510,02

Fuente: Elaboración propia, datos reales y precios totales de todas las tablas anteriores basado en costos.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Con el proyecto realizado se concluye que es de vital importancia contar con una metodología de proyección adecuada al proyectista. Este proceso durante cualquier faena o proyecto a materializar será de crucial importancia la función calidad-precio, además de sugerir una solución adecuada tanto económicamente en función a su calidad de la maquinaria u objeto a realizar. De la mano al proyecto un prototipo visual será siempre buen aliado para visualizar y comprender interacciones dentro de conjuntos que llegan a formar maquinarias industriales. En cuanto a diseños realizados dentro del proyecto, nacen a raíz de un estado del arte el cual indica la investigación de mercados competitivos dentro del rubro, lo cual permite establecer especificaciones conocidas, tales como las dimensiones volumétricas, componentes y designación de materiales, que permite al proyectista comprender ciertas interacciones recién mencionadas.

Dado el proyecto, una de las decisiones más dificultosas fue comparar dos sistemas que pueden trabajar igual pero dicho precio se puede ver afectado, por ende, el sistema hidráulico tiene mayor presencia y eficacia en el mercado, lo que permite diferenciarlos y dedicar más atención a su decisión, llegando a la conclusión de que el sistema utilizado será el más adecuado al sistema de carga, quizás variando costos, pero la decisión se aclara en un análisis de posibles fallas, esto quiere decir, derrames de líquidos en el producto tratado. Se selecciona un sistema de soldadura por electrodo, esto permite al proyecto recortar considerablemente los tiempos de fabricación, además de evitar fallas en cuanto a soldaduras. La idea de escoger estos sistemas es la limpieza del proceso en cómo se desarrollan además de la garantía y seguridad que brindan.

La ergonomía y la fatiga muscular en lugares de trabajo es agobiante, propenso a futuro estrés, para la construcción de una maquinaria equipo que vaya a ser utilizado para un operario, es vital, estudiar cuáles serán sus movimientos, cuáles serán sus objetivos, considerando claramente la antropometría de estos operarios, el proyectar una maquinaria que será para una persona en especial que presenta todo un desafío al momento de materializarla, reconocer cuáles serán sus medidas más óptimas para la comodidad de este operario.

Mencionado todo lo anterior, se cumplen los objetivos del proyecto en el cual se realiza un tramo de una línea de proceso de sector agroindustrial, ya expuesto; la relevancia que acompaña el diseño y la ingeniería básica y detalle al proyecto en todo momento. Con respecto al diseño, se comprobó mediante modelado y respectivo análisis de carga que nuestra máquina puede soportar peso superior a 1000 kg con un sistema hidráulico de diámetro 100 mm, una carrera de 1500 mm y una potencia de 14.111 N, además de poder tener un costo económico y viable.

BIBLIOGRAFÍA

- García, D. C. L. (2016, 19 de octubre). *Método de Diseño de Bruno Munari para la resolución de problemas – Metodología y Tutoriales en Don Diseño – I*. Don Diseño. https://www.dondiseno.es/metodo-diseno-bruno-munari-resolucion-problemas-metodologia-tutoriales-don-diseno-i/
- Casanueva, G. (2021, 10 de Julio). *Tipos de Montacargas*. Cranes and Machinery. https://www.gruasyaparejos.com/montacargas/tipos-de-montacargas/
- Almarza, N. (2016, 17 de febrero). *La información del apilador eléctrico | CGM servicios*. CGM servicios |. https://www.cgmservicios.es/apilador-electrico/
- First Solutions, W. (n.d.). *Montacarga Clase III*. SEIL Maquinaria. Retrieved July 12, 2021, from https://seil.mx/montacargas-clase-3
- *Motores de Pistones – Agencias Vibo*. (n.d.). Motores de Pistones. Retrieved (2021, 12 de Julio), from https://agvibo.com/product-category/hidraulica/motores-hidraulicos/pistones-motores-hidraulicos/
- Manquemilla, J. C. (2020, 8 de junio). *Tubería Hidráulica*. Oleodinámica Ltda. - Mangueras Hidráulicas e Industriales.https://oleodinamica.cl/2018/10/09/tuberia-hidraulica/
- *Mangueras hidráulicas de alta durabilidad*. (2020, 26 de noviembre). Renoflex SAC. https://renoflexsac.com/mangueras-hidraulicas/

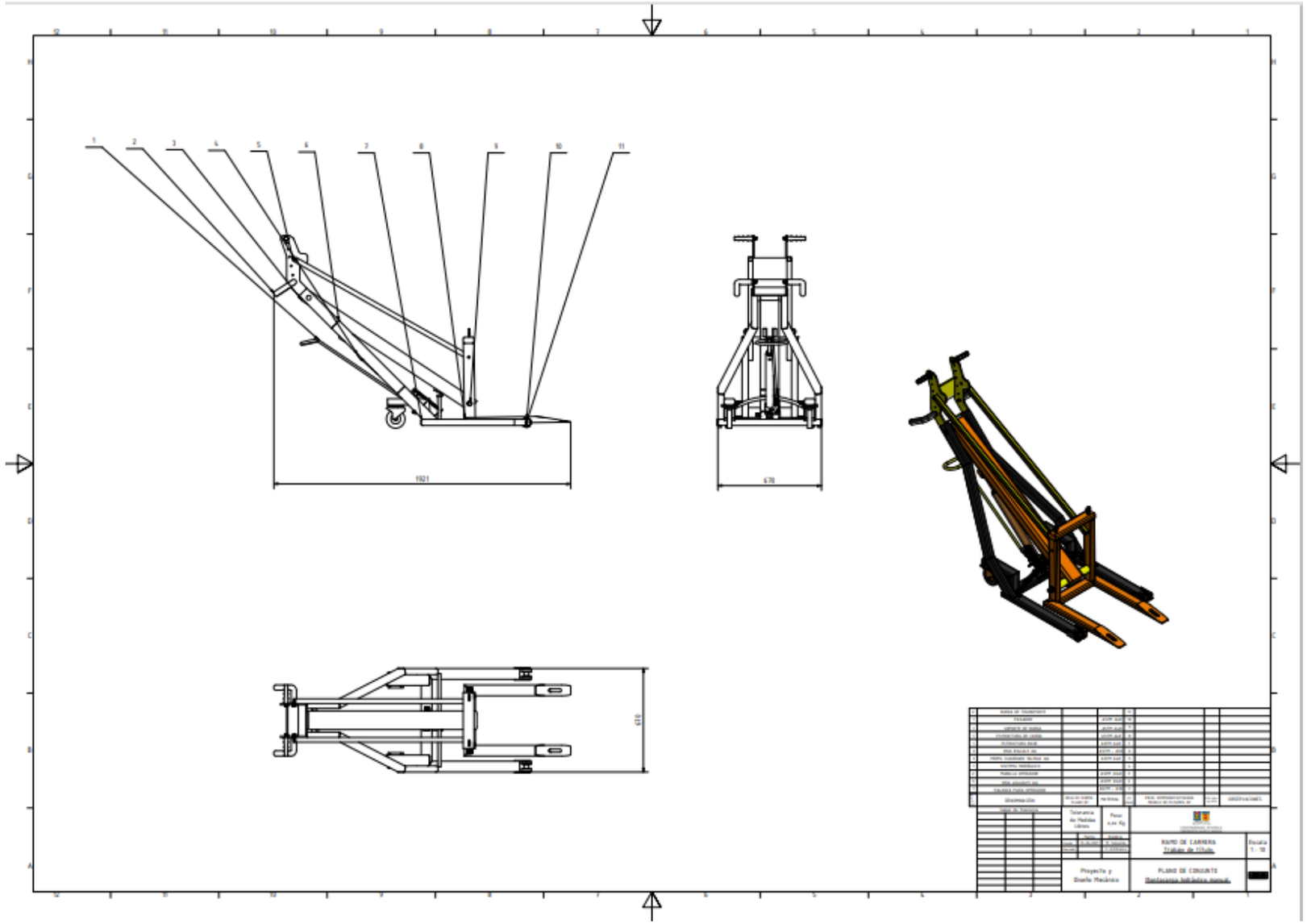
ANEXOS

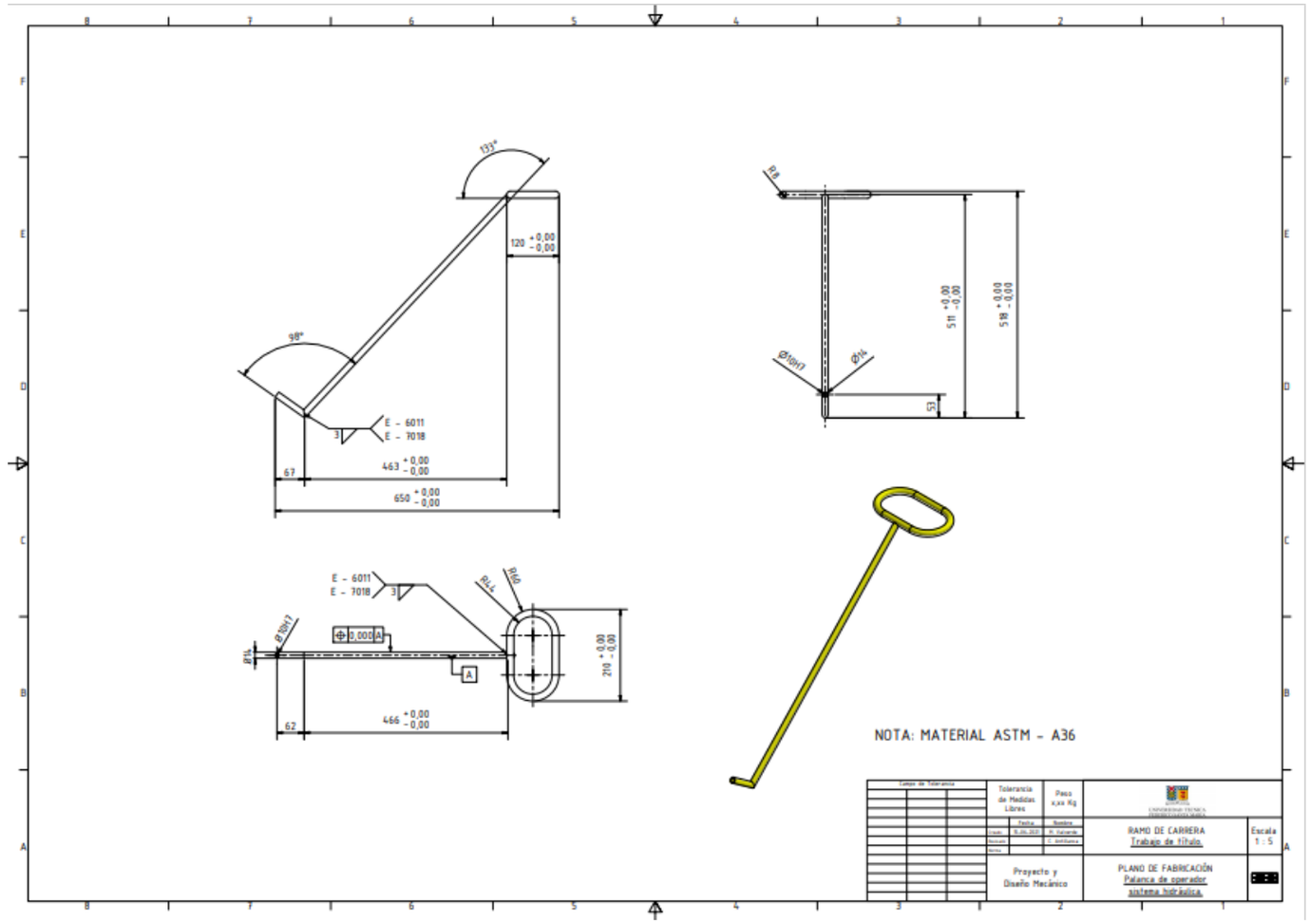
a) ANEXO A: PLANO DE CONJUNTO

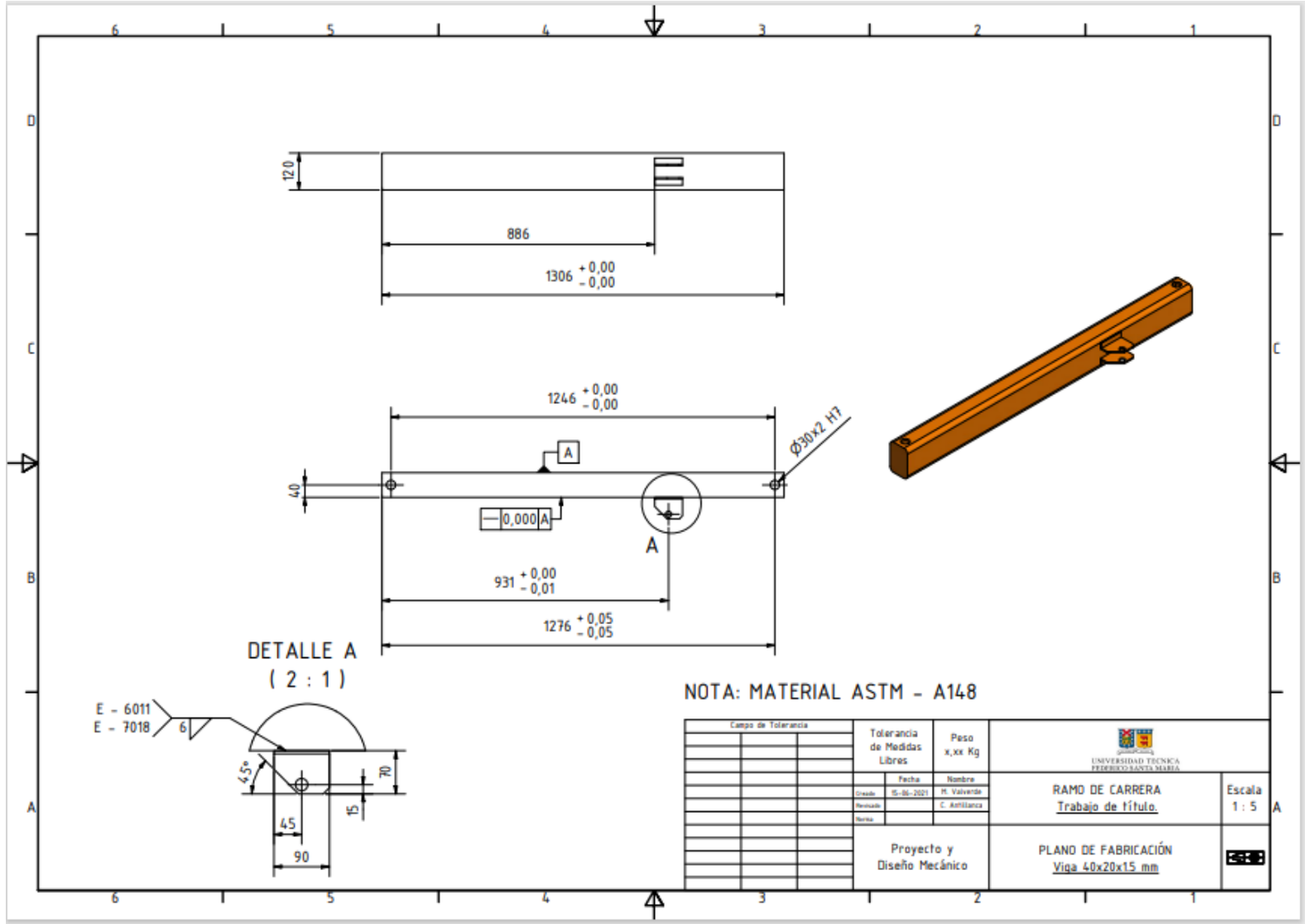
- PLANO DE CONJUNTO 1.

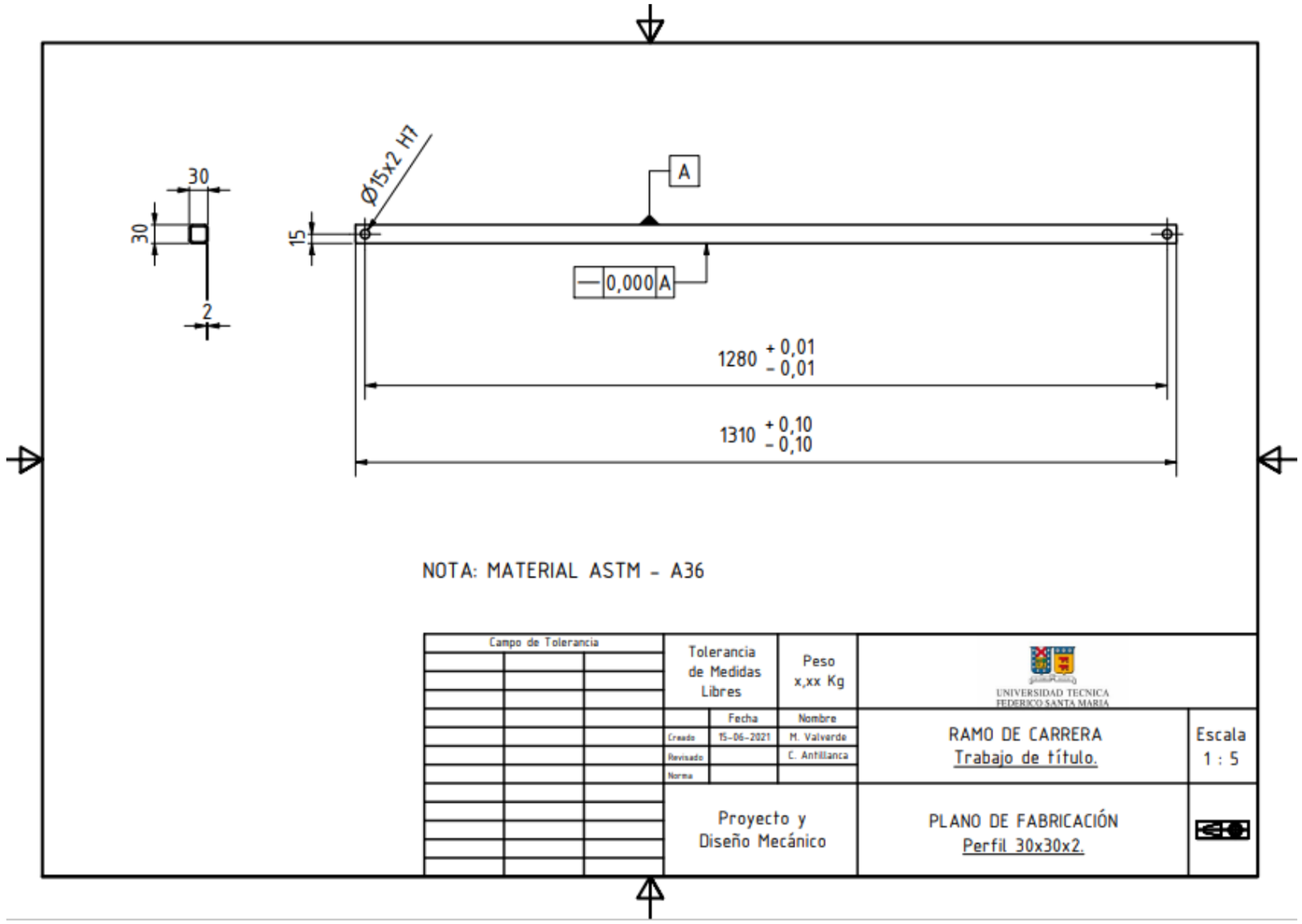
b) ANEXO B: PLANOS DE FABRICACIÓN

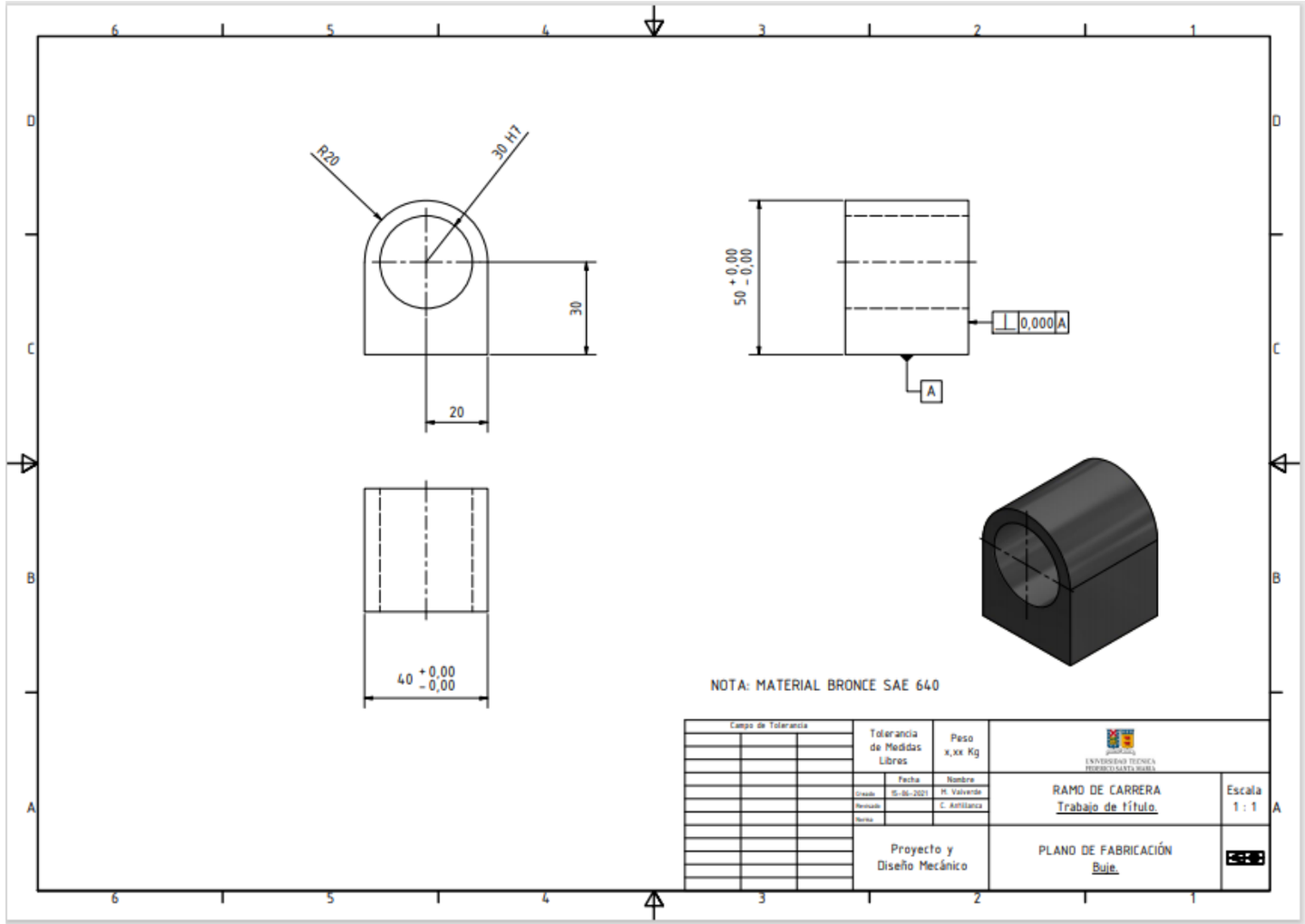
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-1.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-2.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-3.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-4.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-5.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-6.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-7.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-8.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-9.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-10.
- PLANO DE FABRICACIÓN 1-11.

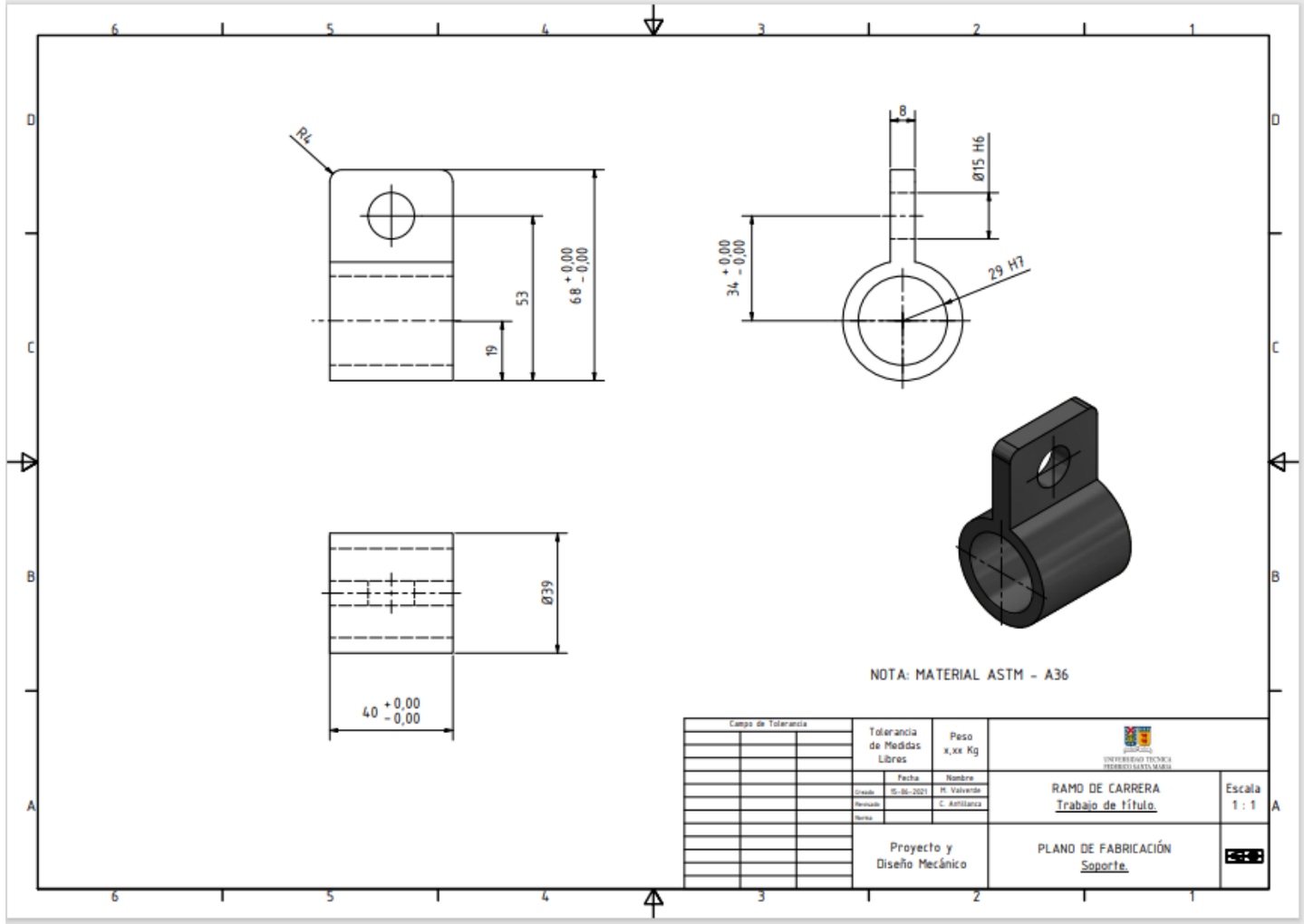


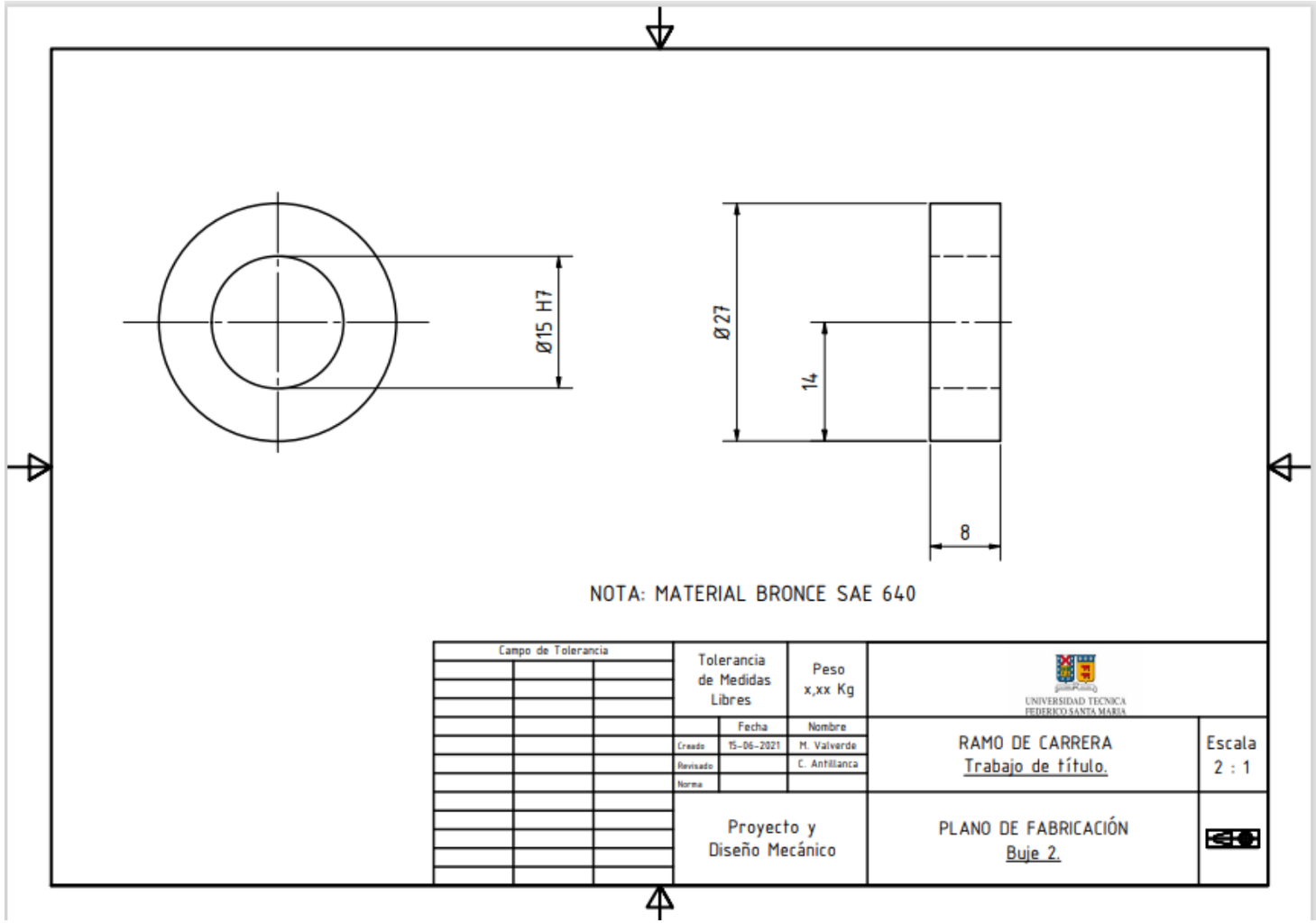

133°
120 +0,00 -0,00
98°
E - 6011
E - 7018
3
67
463 +0,00 -0,00
650 +0,00 -0,00
R8
511 +0,00 -0,00
518 +0,00 -0,00
Ø10H7
Ø14
53
E - 6011
E - 7018
3
R44
R60
Ø10H7
Ø14
0,000 A
A
210 +0,00 -0,00
62
466 +0,00 -0,00
NOTA: MATERIAL ASTM - A36
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
Fecha
Nombre
Crado
Dibujado
Aprobado
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 5
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Palanca de operador sistema hidráulica.

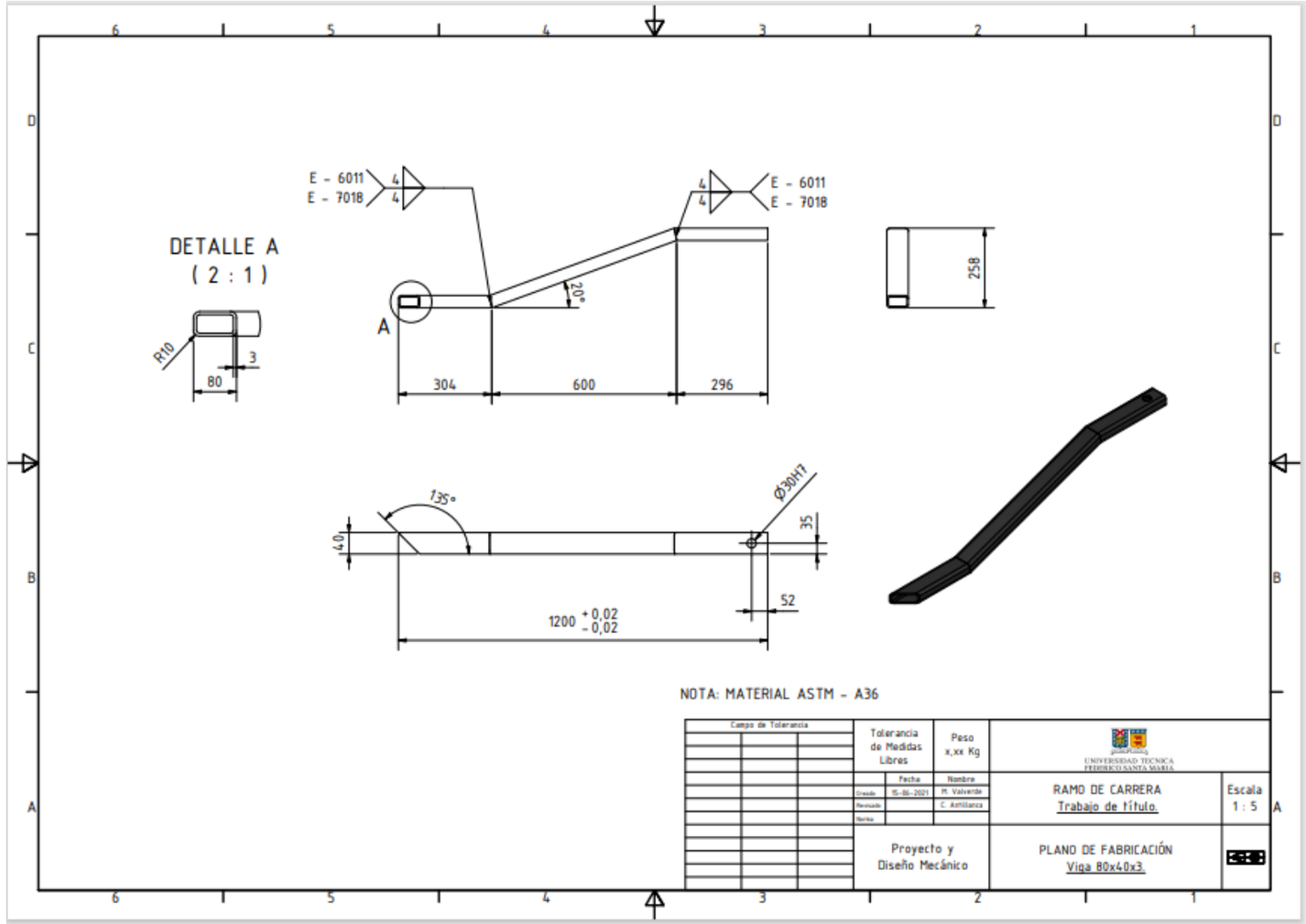

120
886
1306 +0,00 -0,00
1246 +0,00 -0,00
Ø30x2 H7
A
40
0,000 A
A
931 +0,00 -0,01
1276 +0,05 -0,05
DETALLE A
(2 : 1)
E - 6011
E - 7018
6
45°
70
15
45
90
NOTA: MATERIAL ASTM - A148
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
Fecha
Nombre
Creado
15-06-2021
M. Valverde
Revisado
C. Antillanca
Norma
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 5
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Viga 40x20x15 mm

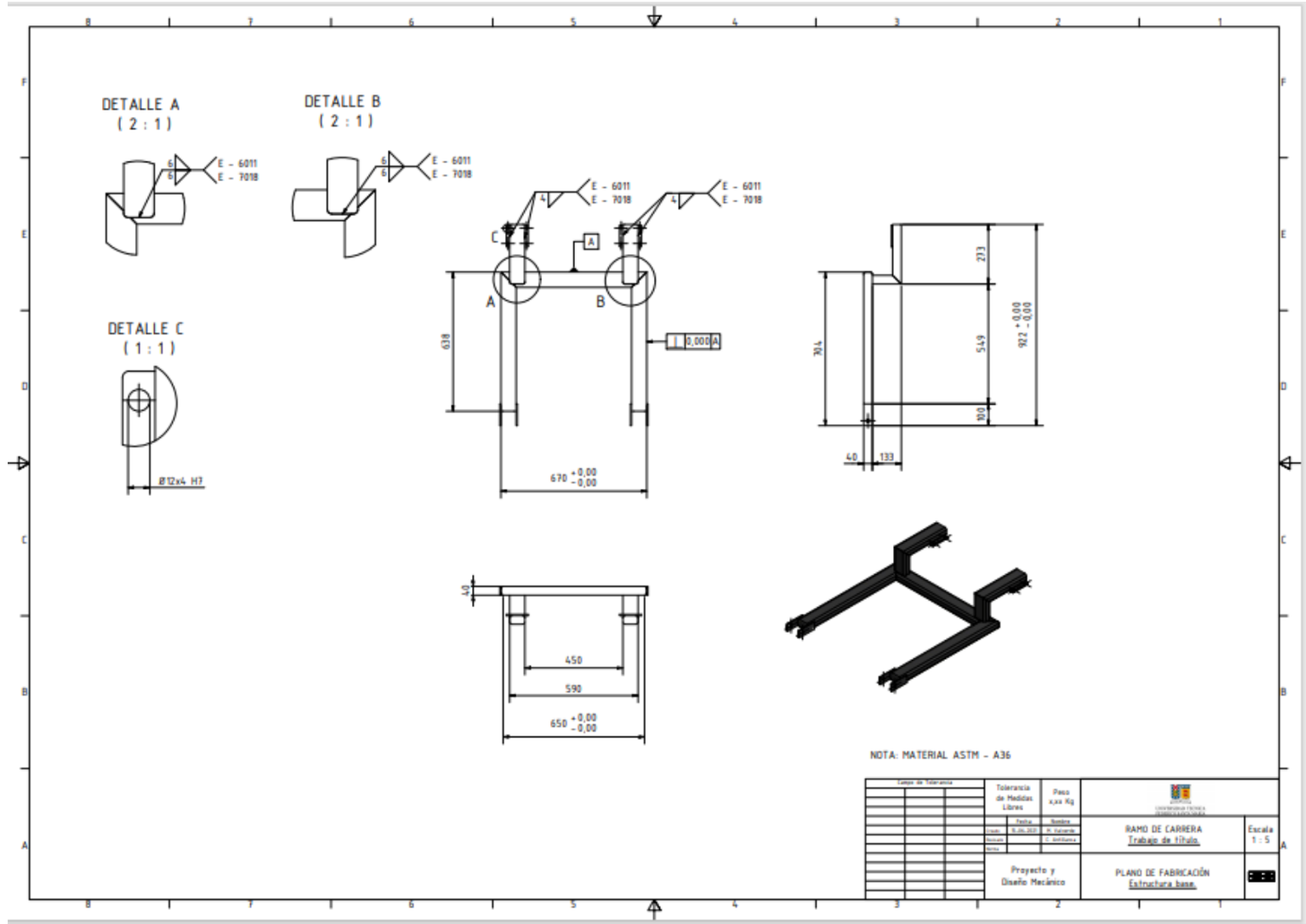

30
30
2
15
Ø15x2 H7
A
0,000 A
1280 + 0,01 - 0,01
1310 + 0,10 - 0,10
NOTA: MATERIAL ASTM - A36
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
Fecha
Nombre
Creado
15-06-2021
M. Valverde
Revisado
C. Antillanca
Norma
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 5
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Perfil 30x30x2.

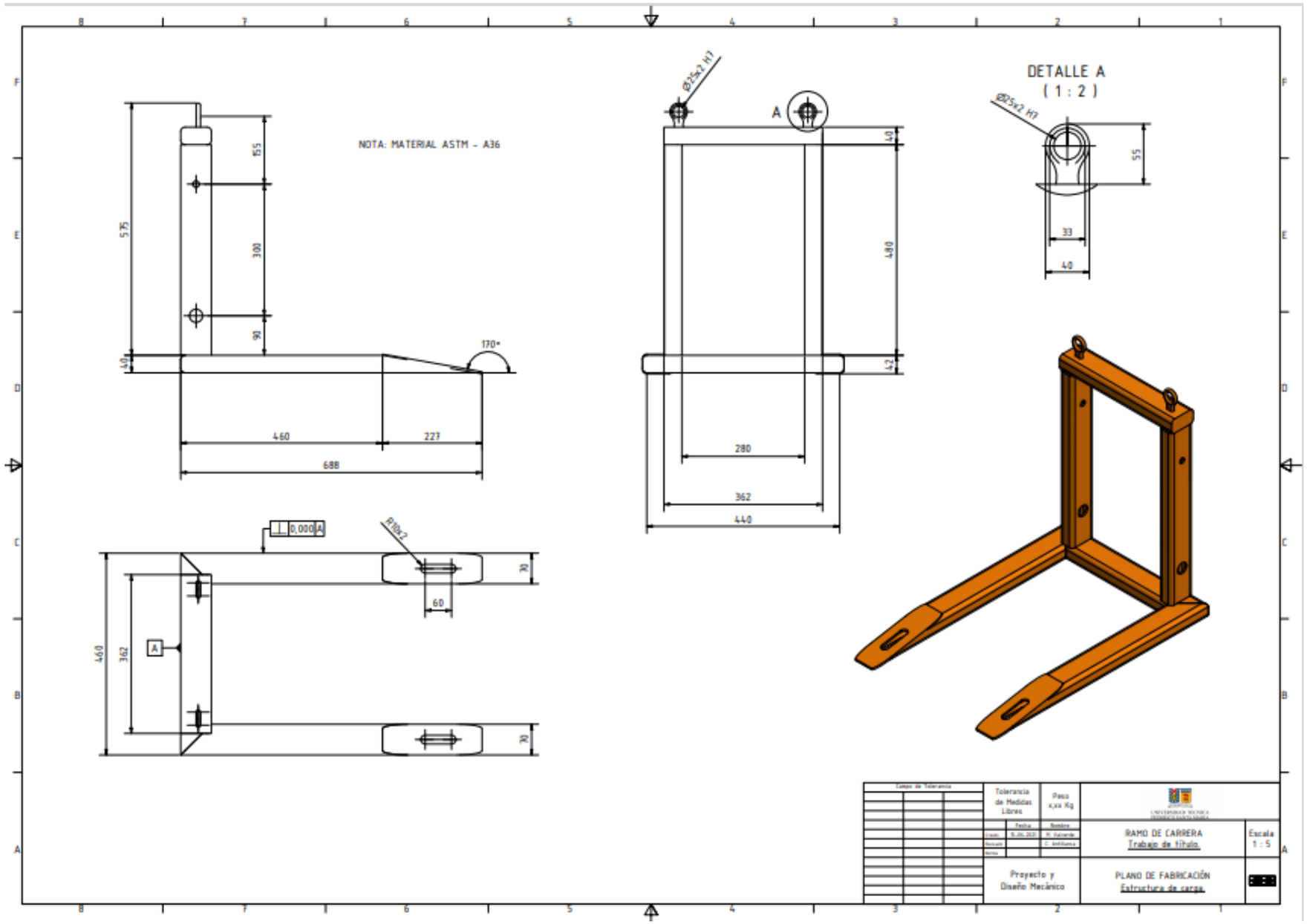

R20
30 H7
30
20
50 +0,00 -0,00
0,000 A
A
40 +0,00 -0,00
NOTA: MATERIAL BRONCE SAE 640
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
Fecha
Nombre
Creado
15-06-2021
M. Valverde
Revisado
C. Antillanca
Norma
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 1
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Buje.

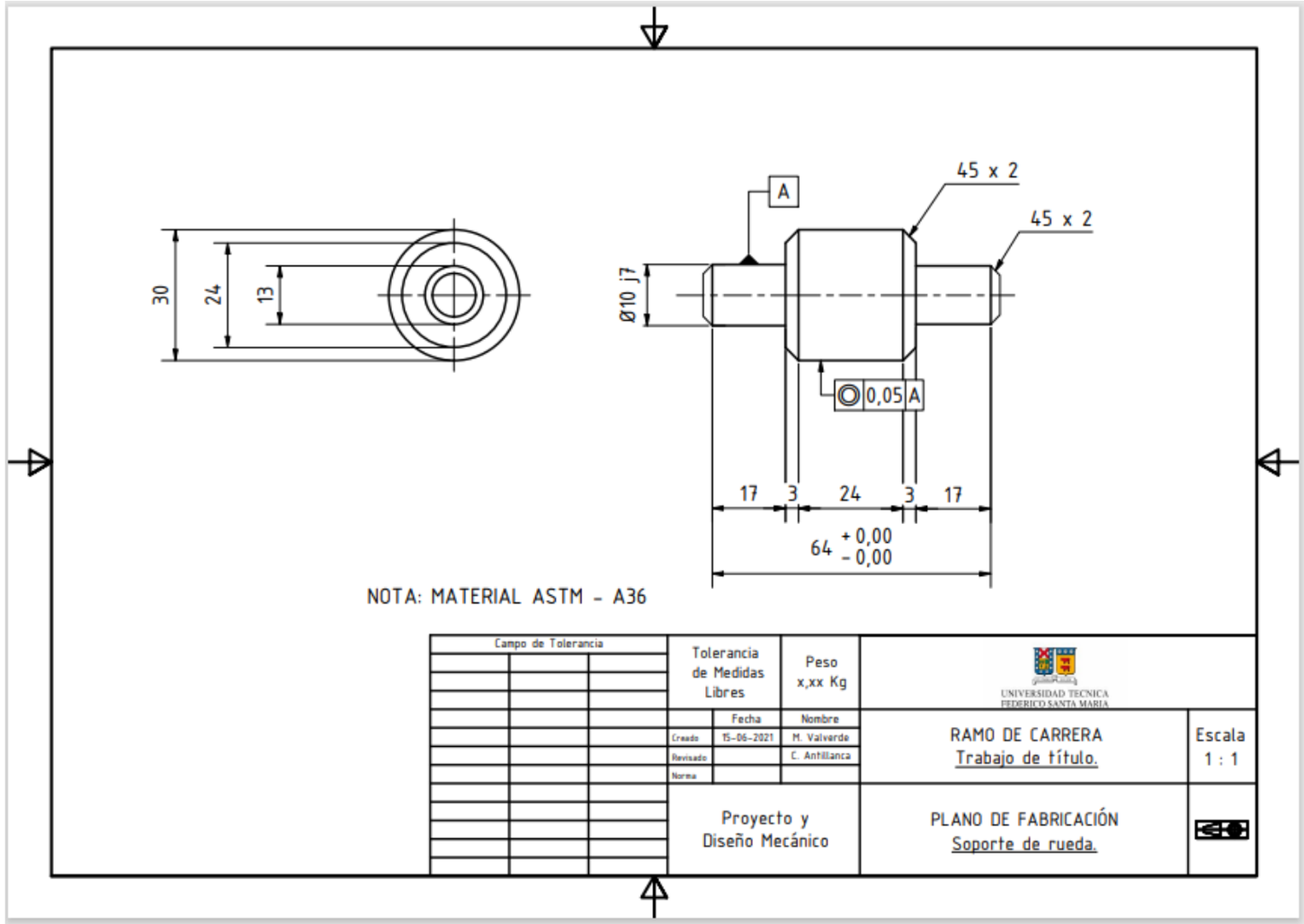

R4
53
19
68 +0,00 -0,00
8
Ø15 H6
34 +0,00 -0,00
29 H7
Ø39
40 +0,00 -0,00
NOTA: MATERIAL ASTM - A36
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
Fecha
Nombre
Creado
15-06-2021
M. Valverde
Revisado
C. Astillanca
Norma
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 1
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Soporte.

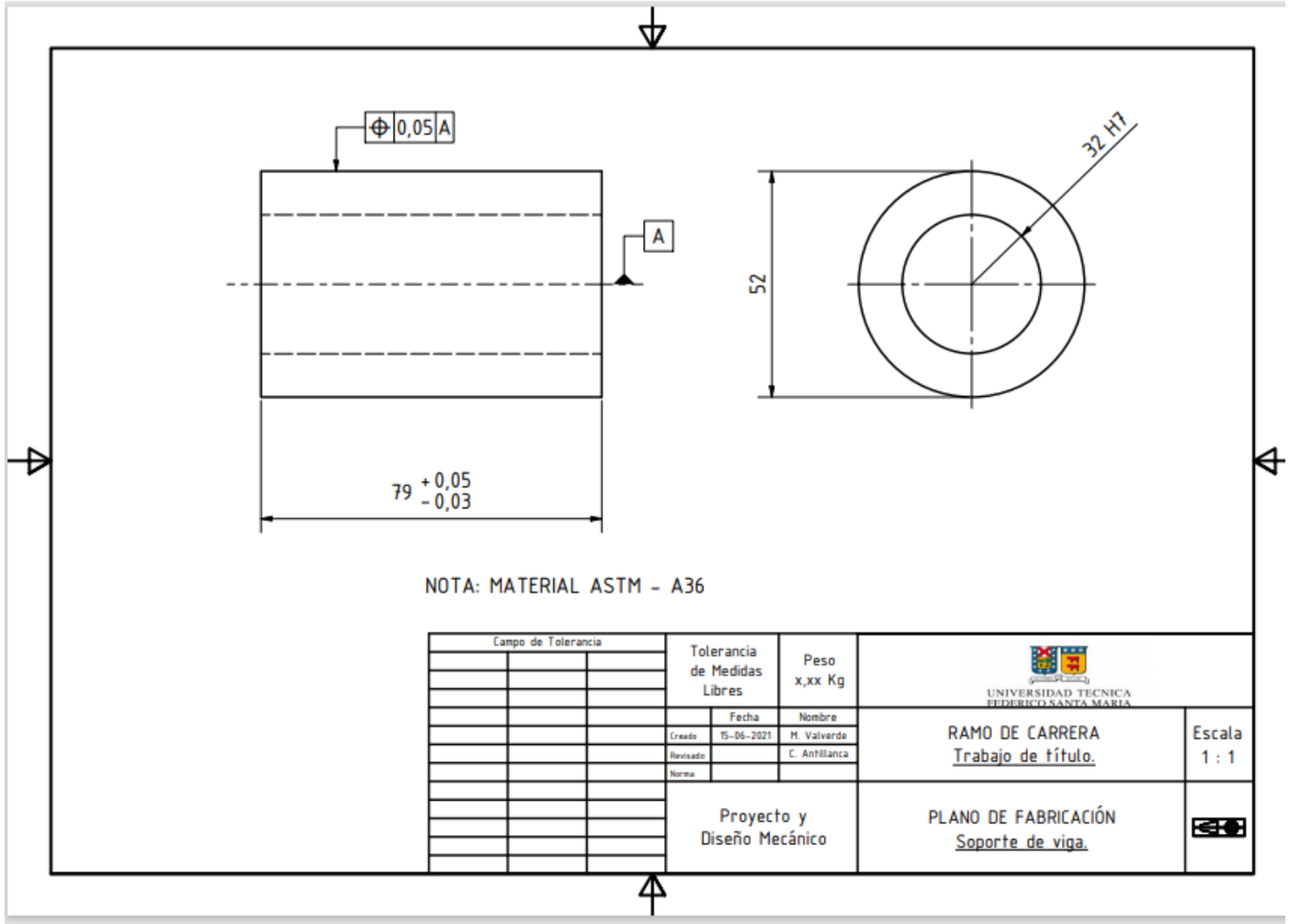

Ø15 H7
Ø27
14
8
NOTA: MATERIAL BRONCE SAE 640
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
Fecha
Nombre
Creado
15-06-2021
M. Valverde
Revisado
C. Antillanca
Norma
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 2 : 1
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Buje 2.


DETALLE A
(2 : 1)
R10
3
80
E - 6011
E - 7018
4
4
A
20°
304
600
296
258
135°
Ø30H7
40
35
52
1200 +0,02 -0,02
NOTA: MATERIAL ASTM - A36
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
Fecha
Nombre
Creado
15-06-2021
M. Valverde
Revisado
C. Astillanca
Norma
Proyecto y Diseño Mecánico
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 5
PLANO DE FABRICACIÓN
Viga 80x40x3.


DETALLE A
(2 : 1)
DETALLE B
(2 : 1)
DETALLE C
(1 : 1)
E - 6011
E - 7018
Ø12x4 H7
638
670 +0,00 -0,00
0,000 A
273
549
100
704
922 +0,00 -0,00
40
133
450
590
650 +0,00 -0,00
NOTA: MATERIAL ASTM - A36
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 5
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Estructura base.


NOTA: MATERIAL ASTM - A36
DETALLE A
(1 : 2)
Ø25x2 H7
A
575
155
300
90
40
170°
460
227
688
480
42
280
362
440
55
33
0,000 A
R10x2
70
60
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 5
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Estructura de carga.


30
24
13
A
45 x 2
45 x 2
Ø10 j7
0,05 A
17
3
24
3
17
64 + 0,00 - 0,00
NOTA: MATERIAL ASTM - A36
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
Fecha
Nombre
Creado
15-06-2021
M. Valverde
Revisado
C. Antillanca
Norma
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 1
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Soporte de rueda.


0,05 A
A
32 H7
52
79 +0,05 -0,03
NOTA: MATERIAL ASTM - A36
Campo de Tolerancia
Tolerancia de Medidas Libres
Peso x,xx Kg
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
Fecha
Nombre
Creado
15-06-2021
M. Valverde
Revisado
C. Antillanca
Norma
RAMO DE CARRERA
Trabajo de título.
Escala 1 : 1
Proyecto y Diseño Mecánico
PLANO DE FABRICACIÓN
Soporte de viga.