



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA LA
COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EL SALINERITO DE LA
PARROQUIA DE SALINAS, CANTÓN GUARANDA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTOR: RICHARD ESTEBAN ESPÍN LÓPEZ
TUTOR: CARLOS DAVID ÁLVAREZ BASANTES

Quito - Ecuador
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Richard Esteban Espín López con documento de identificación N° 1725589392 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 15 de febrero del año 2023

Atentamente,



Richard Esteban Espín López

1725589392

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Richard Esteban Espín López con documento de identificación No. 1725589392, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño estructural de una elevadora de carga liviana para la Cooperativa de Producción Agropecuaria El Salinerito de la parroquia de Salinas, cantón Guaranda”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 15 de febrero del año 2023

Atentamente,



Richard Esteban Espín López

1725589392

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos David Álvarez Basantes con documento de identificación N° 0604240796, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA LA COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EL SALINERITO DE LA PARROQUIA DE SALINAS, CANTÓN GUARANDA, realizado por Richard Esteban Espín López con documento de identificación N° 1725589392, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 15 de febrero del año 2023

Atentamente,



Ing. Carlos David Álvarez Basantes, MI

0604240796

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi familia, en especial a mi madre quién fue la que hizo posible este sueño gracias a sus esfuerzos, su motivación incondicional, su amor.

“Gracias mamita por todo tu apoyo y esfuerzo, tu cariño, tu amor incondicional, tus enseñanzas y consejos, gracias por estar siempre a mi lado cuando más lo necesitaba, gracias a ti puedo tener mejores oportunidades.

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos al apoyo de toda la planta docente de la Universidad Politécnica Salesiana, por la gran labor profesional que realizan día a día y en especial a mi tutor que fue un gran apoyo en todos los procesos educativos.

A la empresa El Salinerito por permitirme realizar el presente trabajo, este proyecto va destinado con todo el cariño para apoyar a todo el personal y familias que realizan una gran labor en todos los aspectos y de sus emprendimientos

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA	4
Delimitación del Problema	4
OBJETIVO GENERAL	5
Objetivos Específicos.	5
MARCO TEÓRICO	6
Estado del arte.....	6
Mesa elevadora y sus componentes	6
Tipos de mesas elevadoras	7
Accesorios	8
Bases teóricas.....	9
Esfuerzo.....	9
Deformación.....	10
Deformación unitaria	10
Diagrama Esfuerzo vs. Deformación	10
Factor de seguridad	11
Carga estática	12
Carga dinámica.....	12
Volcamiento de elementos	12
Bases Normativas	13
ASTM.....	13
ISO 6385	14
CAPÍTULO 1	15
ANÁLISIS SITUACIONAL	15
1.1. Corporación Gruppo Salinas	15
1.2. Historia	15
1.3. Organización.....	16
1.4. Ubicación Geográfica	17
1.5. Productos	18
1.6. Personal	19
1.7. Almacenaje y despacho	20
1.8. Áreas de trabajo	21

1.9.	Problemas detectados	23
1.10.	Necesidades	23
CAPÍTULO 2		24
DISEÑO DE LA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA		24
2.1	Definición de la estructura principal	24
2.1.1	Delimitación de uso del equipo	24
2.2	Modelos a considerarse	25
2.2.1	Modelo 1.....	25
2.2.2	Medidas	26
2.2.3	Materiales	26
2.2.4	Estimación de Costos del modelo 1.....	27
2.2.5	Estimación de pesos del modelo 1.....	29
2.2.6	Modelo 2.....	29
2.2.7	Medidas	30
2.2.8	Materiales	31
2.2.9	Estimación de Costos del modelo 2.....	31
2.2.10	Estimación de pesos del modelo 2.....	33
2.3	Selección mesa Modelo 1 vs Modelo 2.....	33
2.4	Velocidad máxima requerida.....	36
CAPÍTULO 3		39
INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAE)		39
3.1.	Condiciones iniciales.....	40
3.2.	Contactos	41
3.3.	Determinación de cargas	42
3.4.	Casos de estudio	45
3.5.	Discretización por elementos finitos	46
3.6.	Análisis de convergencia de malla	47
CAPÍTULO 4		48
COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS		48
4.1.	Análisis de esfuerzos	48
4.2.	Análisis de deformaciones.....	50
4.3.	Factor de Seguridad	52
4.4.	Análisis de resultados:.....	54
4.4.1.	Comparación del factor de seguridad frente a otros materiales.....	55
4.4.2.	Carga máxima aplicable	56

CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	64
ANEXO I. Solicitud.....	65
ANEXO II. Ficha técnica del cilindro hidráulico	66
ANEXO III. Ficha técnica de las ruedas.....	67
ANEXO V. Planos	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes de una mesa elevadora	6
Figura 2: Tipos de mesas elevadoras.....	8
Figura 3: Accesorios para una mesa elevadora	9
Figura 4: Diagrama de esfuerzo vs deformación del acero.....	11
Figura 5: Esquema del volcamiento de un camión.	13
Figura 1.1: Organización del “Gruppo Salinas”	17
Figura 1.2: Mapa productivo de Salinas.....	18
Figura 1.3: Secuencia de movimiento del producto.....	22
Figura 2.1: Modelo 1.....	25
Figura 2.2: Medidas del Modelo1	26
Figura 2.3: Modelo 2.....	30
Figura 2.4: Medidas del modelo 2.....	30
Figura 2.5: Medidas del conjunto mesa-carga	37
Figura 3.1: Geometría del módulo 1.	39
Figura 3.2: Restricciones de movimiento.....	41
Figura 3.3: Contactos	42
Figura 3.4: Cargas aplicadas.	43
Figura 3.5: Reacciones de fuerza en el punto de unión cilindro hidráulico-mesa	44
Figura 3.6: Cargas transmitidas por el cilindro hidráulico.....	44
Figura 3.7: Casos de estudio evaluados en la simulación.	45
Figura 3.8: Mallado de la mesa elevadora	46
Figura 4.1: Medidas equivalentes de von-Mises obtenidos en la simulación.	48
Figura 4.2: Deformaciones obtenidas en la simulación.	50

Figura 4.3: Factor de seguridad.....	52
Figura 4.4: Carga máxima aplicable en cada caso	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Costos de materiales, Modelo 1	27
Tabla 2.2: Costos de elementos normalizados, Modelo 1	27
Tabla 2.3: Costos de máquinas y herramientas, Modelo 1	28
Tabla 2.4: Costos de mano de obra, Modelo 1	28
Tabla 2.5: Resumen costos, Modelo 1	28
Tabla 2.6 Peso estimado del Modelo 1	29
Tabla 2.7: Costos de materiales, Modelo 2	31
Tabla 2.8: Costos de elementos normalizados, Modelo 2.....	32
Tabla 2.9: Costos de máquinas y herramientas, Modelo 2.....	32
Tabla 2.10: Costos de mano de obra, Modelo 2	32
Tabla 2.11: Resumen costos, Modelo 2	32
Tabla 2.12 Peso estimado del Modelo 2.....	33
Tabla 2.13: Resumen costos, Modelo 1 y 2	33
Tabla 2.14: Evaluación del peso específico de cada criterio.....	34
Tabla 2.15: Evaluación del peso específico del criterio ESTABILIDAD.....	34
Tabla 2.16: Evaluación del peso específico del criterio SEGURIDAD.....	35
Tabla 2.17: Evaluación del peso específico del criterio COSTO.....	35
Tabla 2.18: Evaluación del peso específico del criterio CAPACIDAD.....	35
Tabla 2.19: Evaluación del peso específico del criterio PESO	35
Tabla 2.20: Tabla de conclusiones de criterios ponderados	36
Tabla 2.21 Valores para estimar el centro de gravedad.....	37
Tabla 3.1 Propiedades del material estructural ASTM-A36	40
Tabla 3.2 Cargas aplicadas en la simulación	42
Tabla 3.3: Análisis de convergencia de malla	47
Tabla 4.1: Resultados: esfuerzo máximo en los tres casos de estudio	49
Tabla 4.2: Resultados: deformaciones máximas en los tres casos de estudio	51
Tabla 4.3 Resultados: factor de seguridad en los tres casos de estudio.....	53
Tabla 4.4: Resumen de resultados de la simulación.....	54
Tabla 4.5: Carga máxima para cada caso	56

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el diseño de una mesa elevadora para la Cooperativa de Producción Agropecuaria “El Salinerito” como parte de solución para mejorar aspectos de seguridad dentro de la empresa. Esta elevadora debe poseer ciertas características técnicas como carga máxima de 300 kg, y cumplir con requisitos propios del diseño de máquinas en cuanto a maximizar el factor de seguridad y minimizar el costo de producción de la misma. Para ello, se evaluaron dos modelos de mesa, una con tijera simple y plataforma móvil, y otra con tijera doble y plataforma simple. La mesa ganadora fue el modelo 1 y luego fue sometida a un análisis estructural en Ansys, para poder evaluar distintos escenarios de carga. Los casos de carga fueron tres: cuando esta se encuentra en aplicada en el centro de la mesa, en un costado lateral, y en el costado frontal. Los resultados muestran que trabajar con la carga en la parte central de la plataforma representa las condiciones más favorables de desempeño, alcanzando un factor de seguridad de 2.66 y un máximo umbral de deformaciones de 1.077 mm.

Palabras Claves: mesa elevadora, diseño, hidráulico, seguridad

ABSTRACT

In the present work, the design of a lifting table for the “El Salinerito” Agricultural Production Cooperative, is carried out as part of a solution to improve security aspects within the company. This lifter must accomplish with certain technical characteristics such as a maximum load of 300 kg, and meet the requirements of the design of machines in terms of maximize the safety factor and minimize the production cost of the same. For this, two table models were evaluated, one with a simple scissor and mobile platform, and the other with a double scissor and simple platform. The winning table was model 1 and was then subjected to a structural analysis in Ansys, in order to evaluate different load scenarios. There were three load cases: when it is applied in the center of the table, on a lateral side, and on the front side. The results show that working with the load in the central part of the platform represents the most favorable performance conditions, reaching a safety factor of 2.66 and a maximum deformation threshold of 1,077 mm.

Keywords: lifting table, design, hydraulic, safety

INTRODUCCIÓN

Las mesas elevadoras juegan un papel muy importante dentro de la industria. En la industria alimenticia, la aplicabilidad de estas máquinas está restringida por las condiciones de espacio del lugar de trabajo, así como por las características del entorno que vuelven a las mesas en máquinas únicas y especiales para las necesidades de la empresa. Tal es el caso de la Cooperativa de Producción Agropecuaria “el Salinerito”, miembro de Corporación Gruppo Salinas, en donde, para mejorar los procesos de logística, se precisa implementar una de estas máquinas elevadoras con capacidad de 300 kg. Para tal fin, se realizó el diseño de dos modelos comunes de plataformas elevadoras, una con tijeras simples y plataforma superior móvil, y otra con tijeras dobles y plataforma superior fija, que permitirán solventar las necesidades de la Corporación.

Dentro del contenido del presente trabajo, se cuenta con un marco teórico, en donde se abordan temas como definición y partes de una mesa hidráulica elevadora, así como temas concernientes a la mecánica de materiales, propiedades, diagrama de esfuerzos y deformaciones, entre otros temas pertinentes.

En el capítulo I se detalla el análisis situacional de la empresa, su historia, ubicación geográfica, aspectos pertinentes a los productos que comercializa, sus áreas de trabajo, problemas y necesidades identificados que podrían ser solucionados mediante la implementación de una mesa elevadora. En el capítulo II se muestra el diseño de la mesa, partiendo de las necesidades del cliente, Gruppo Salinas, y especificaciones técnicas. Así mismo, se proponen las dos alternativas mencionadas antes, y se las analiza en función de los pesos, costos estimados, seguridad y capacidad que representan, mediante criterios ponderados. En el capítulo III se muestra la metodología de la ingeniería asistida por computadora, que permitirá realizar simulaciones de los diferentes casos que se proponen: la carga descansa en la parte central de la mesa, otra con la carga en la parte lateral, y otra en la parte frontal. Estas tres alternativas se realizan en la mesa del modelo 1, que resultará ganador. En el último capítulo se realiza un análisis de esfuerzos, deformaciones y factor de seguridad de los casos que fueron simulados, para determinar cuál de ellos resulta ser el mejor en las condiciones de servicio.

PROBLEMA

Hoy en día las empresas toman muy en cuenta la importancia de los centros de distribución pues son conscientes que la manipulación de mercadería y materiales es un factor clave de éxito para el control y reducción de los niveles de inventario, por lo que mejorar la infraestructura logística y las condiciones de trabajo del personal beneficia y asegura en nivel de servicio que la empresa ofrece. En este contexto se busca una eficiente entrada y salida de materiales, mayor rapidez en la entrega y despachos reduciendo tiempos muertos, adopción de mejores prácticas laborales en salud y seguridad ocupacional, efectividad y eficiencia en la entrega de plazos mínimos y la respuesta oportuna de servicio, mayores rotaciones de la mercadería y aprovechamiento de las áreas de trabajo en el centro de distribución. (Mora García, 2011).

Lamentablemente, aunque se tomen todas las precauciones en el manejo de mercadería y productos existen retrasos, esto debido a la gran cantidad de empresas que no cuentan con los equipos necesarios destinados a las diferentes áreas ya sea por la falta de recursos económicos para la adquisición en equipos especializados o por particularidades propias del sitio de trabajo, realizando las actividades de forma manual lo que conlleva a retrasos y demora en los tiempos de ejecución, aumentando el deterioro de la mercadería, a cometer errores aumentando el riesgo de enfermedades o lesiones provocadas por el uso de la fuerza.

Es así como, según el (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2021) existieron 11502 casos de accidentes de trabajo a nivel nacional, que por su naturaleza de la lesión están comprendidas en amputaciones, asfixia, conmociones y traumatismos internos, contusiones y aplastamientos, fracturas, hernias, luxaciones, torceduras, esguinces, traumatismos superficiales, etc.

Delimitación del Problema

La Cooperativa de Producción Agropecuaria “el Salinerito” miembro de la Corporación “Gruppo Salinas” del Cantón Guaranda desde el año 1973 con identidad Salesiana, administradora de la fabricación de lácteos y sus derivados, no cuenta con un equipo para la carga y descarga de los productos, principalmente quesos, realizando el procedimiento de

almacenaje y preparación de pedidos para despacho de productos de forma manual, lo que conlleva a posibles riesgos laborales como lesiones físicas, dolores lumbares, caídas de los trabajadores, etc. en el embarco hacia los camiones de entrega.

Así mismo, no se puede implementar una elevadora con motor de combustión ya que el lugar tiene dimensiones reducidas lo que conduciría a la concentración de gases contaminantes producto de la combustión afectando no sólo a los trabajadores, sino a los productos de entrega e infraestructura como paredes, techos y equipos para el proceso de fabricación de quesos, la misma que es destinado para consumo humano.

Además, la tendencia de crecimiento debido a la demanda hace necesario solucionar este tipo de limitaciones para poder dar respuesta oportuna a la necesidad del mercado tanto nacional como internacional.

Objetivo General.

Diseñar la estructura de una elevadora de carga liviana para la Cooperativa de Producción Agropecuaria “El Salinerito” del Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar.

Objetivos Específicos.

- Definir los parámetros técnicos, dimensionales y capacidades de la elevadora de carga liviana con un estudio de campo en el lugar de trabajo
- Diseñar la estructura de una elevadora de carga liviana mediante software CAD para establecer las características dimensionales y selección de materiales
- Analizar el diseño de la elevadora de carga liviana mediante software CAE y establecer el comportamiento estructural
- Validar el diseño mediante comparativa con diferentes materiales y cargas

Marco Teórico

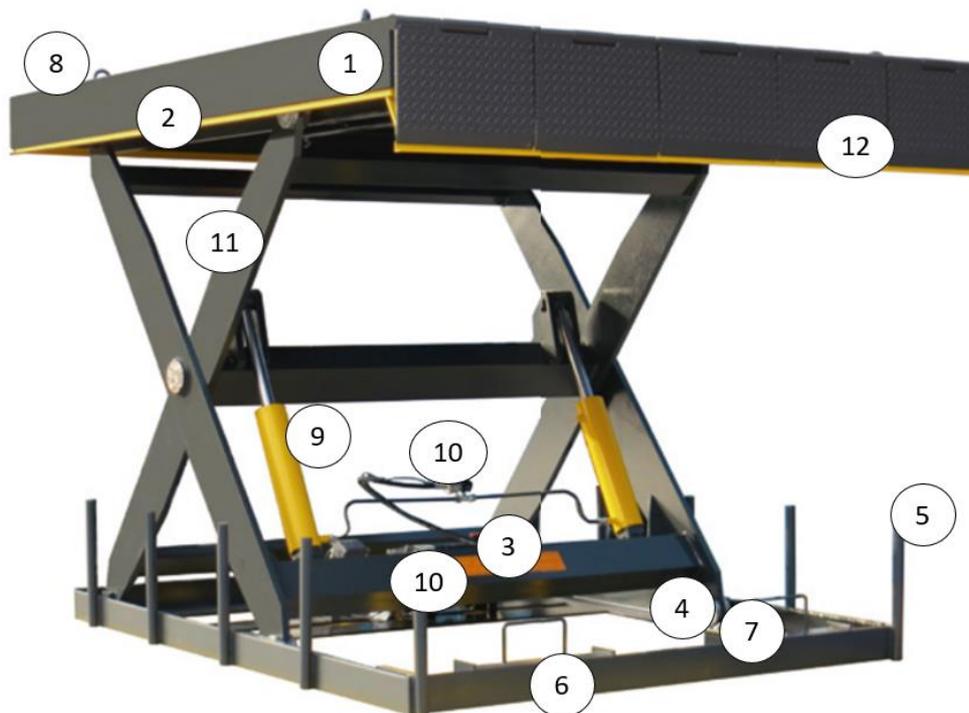
Estado del arte

A continuación, se detallan tecnologías relacionadas con el presente proyecto de tesis, de manera que se pueda entender la tendencia actual en este campo. Esto es importante debido a que se puede tomar en cuenta ideas o metodologías utilizadas anteriormente para ser aplicadas, así como nuevas tecnologías de vanguardia que puedan direccionar las ideas del presente diseño, de esta manera se evita perder tiempo en metodologías que no son provechosas.

Mesa elevadora y sus componentes

Una mesa elevadora es una estructura móvil destinada al desplazamiento ascendente y descendente de personas, herramientas, o carga en general, con el fin de alcanzar una altura deseada en donde se requiere realizar una labor (Almeida & García, 2016). Los principales componentes de una mesa elevadora son:

Figura 1: Partes de una mesa elevadora



Fuente: (Inkema, n.d.)

1. Estructura superior
2. Salvapies perimetral de seguridad
3. Grupo hidráulico: motor, bomba y depósito
4. Doble rueda de desplazamiento
5. Topes mecánicos de bajada
6. Base inferior
7. Barra de mantenimiento
8. Gancho para transporte
9. Cilindros hidráulicos
10. Válvula de caída de seguridad
11. Tijeras
12. Uñetas con salvapies

Tipos de mesas elevadoras

Las mesas elevadoras tienen aplicaciones principales como superar desniveles, servir como muelles de carga, o sistemas de producción y montaje (Inkema, n.d.). Existen diferentes mesas elevadoras que cumplen con diferentes necesidades, de acuerdo con la carga requerida, espacio disponible, etc. Entre los principales tipos de mesas se tienen:

- Simple tijera: la mesa se compone de una superficie plana, un juego de tijera un conjunto de cilindros hidráulicos que permiten su movimiento.
- Doble tijera: su diferencia respecto a las de tijera simple es que permiten alcanzar mayores alturas, es decir mayor carrera, además de poseer mayor superficie de carga. Las dobles tijeras pueden ser en serie o en paralelo, como en la **Figura 2**.
- Dual SR: se componen de dos máquinas en una, pues sobre la mesa se instala una rampa hidráulica para maniobrar mejores movimientos en objetos delicados y de diferente carga.

Estos se muestran en la figura:

Figura 2: Tipos de mesas elevadoras



Mesa simple tijera



Mesa simple tijera con uñetas



Mesa doble tijera galvanizada, barandillas, puertas batientes y uñetas.



Mesa doble tijera, labio abatible y barandillas



Mesa Dual SR con labio abatible



Mesa Dual SR con labio telescópico

Fuente: (Inkema, n.d.)

Sin embargo, las mesas también pueden ser móviles, al tener ruedas que permiten su desplazamiento en el terreno (Maldonado, 2016).

Accesorios

Algunas mesas elevadoras pueden tener ciertos accesorios, que permiten un mejor trabajo para ciertos requerimientos. Estos son algunos de los accesorios más útiles:

- Cajones laterales: son desmontables y permiten garantizar cobertura de espacio cuando las solicitudes superan el ancho estándar de 2400 mm.
- Refuerzo camiones: facilitan el paso de cargas muy pesadas o duros, que pueden

dañar la superficie principal de la mesa.

- Plataforma giratoria: otorgan una mayor maniobrabilidad de la carga.

Figura 3: Accesorios para una mesa elevadora



Fuente: (Inkema, n.d.)

Bases teóricas

La mesa elevadora constituye un elemento estructural, por ello, se realiza una revisión respecto a mecánica de materiales, cargas, esfuerzos y deformaciones.

Esfuerzo

El esfuerzo es un término utilizado en ingeniería que sirve para describir una serie de magnitudes físicas que pueden ser descritas como unidades de fuerza sobre área. Se puede tomar como ejemplo, un eje circular al que se le aplica una fuerza de tensión (que lo estira) a lo largo del eje, provocando que se genere un esfuerzo en el material. Generalmente se lo encuentra en unidades de Pascales (Pa) o Mega Pascales (MPa).

Su fórmula es la siguiente:

$$\sigma = \frac{F}{A} \cos^2 \theta \quad \text{Ec. (1)}$$

Se debe considerar que las variables que determinan el esfuerzo son una fuerza (que depende de un factor externo) y el área (que viene dado con la geometría del elemento a analizarse). Se entiende que a medida que la fuerza aumenta su valor, el esfuerzo también aumenta y, a medida que el área aumenta, el esfuerzo disminuye. Esto es razonable, ya que, si el objeto a analizarse dispone de un área mayor, el esfuerzo que realiza esa área es menor. (Popov, 2000)

Deformación

La deformación en ingeniería hace referencia al efecto de la aplicación de un esfuerzo en un determinado elemento. Consiste en el cambio de medidas longitudinales o de sección del elemento analizado cuando se aplica el esfuerzo. Esta magnitud permite conocer el comportamiento del material bajo determinadas condiciones, lo que a su vez permite realizar el diseño de elementos de manera que se comporten adecuadamente en su desempeño formando parte de un conjunto.

En el caso de que la deformación desaparezca una vez que se ha removido el efecto de la fuerza que generaba el esfuerzo y el elemento recupere sus dimensiones iniciales, se puede asegurar que se ha presentado una deformación elástica. En el caso contrario, se tendría una deformación plástica. (Popov, 2000).

Deformación unitaria

La deformación unitaria es un valor adimensional y consiste en el cambio o variación de la dimensión de longitud por unidad de longitud. La deformación unitaria corresponde al efecto que ejerce una carga aplicada en dirección normal sobre un determinado material. Este valor tiene importancia debido a que permite cuantificar el efecto de la carga aplicada sobre el material, este efecto se cuantifica mediante el cálculo de la variación de longitud.

La deformación unitaria permite, además, tener una idea del comportamiento o respuesta del material ante un agente externo, que en este caso consiste en la aplicación de la carga normal. Los materiales con mayor ductilidad generalmente presentan valores altos de deformación, lo cual quiere decir que antes de fallar, se deforman en gran medida. (Popov, 2000)

La fórmula para su cálculo es:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad \text{Ec. (2)}$$

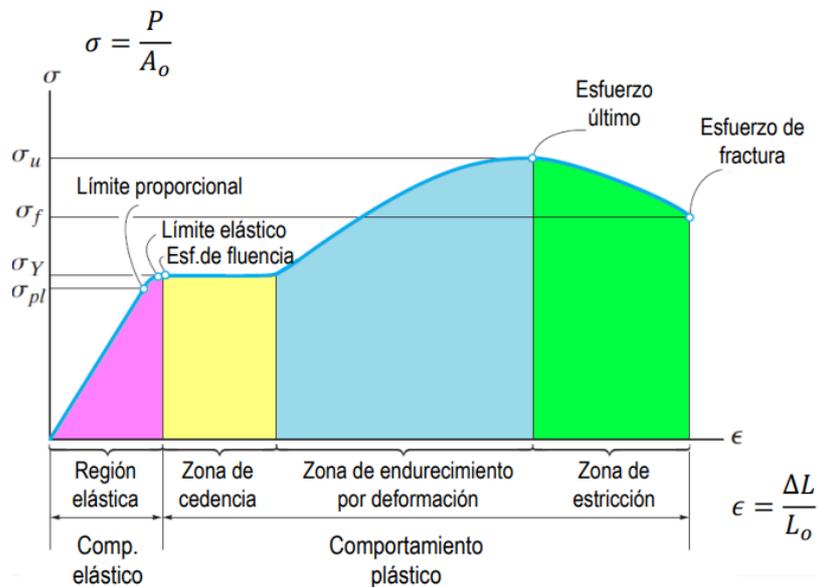
Diagrama Esfuerzo vs. Deformación

En ingeniería, este diagrama es utilizado de manera amplia, debido a que permite determinar

propiedades mecánicas del mismo y esto a su vez, permite utilizar los materiales en las aplicaciones adecuadas, considerando sus ventajas y limitaciones. Para poder obtener el diagrama de Esfuerzo vs. Deformación, es necesario realizar un ensayo de tracción, el cual consiste en aplicar una carga normal a una probeta y medir la variación de la longitud de esta a medida que se aplica mayor carga. (Popov, 2000)

En el proceso se obtiene un conjunto de par de datos (carga y variación de longitud) que al ser procesados permiten obtener pares de datos de esfuerzo y deformación. Al trazar el gráfico, se obtendrá algo similar a lo mostrado en la siguiente figura.

Figura 4: Diagrama de esfuerzo vs deformación del acero.



Fuente: (PATEC, 2018)

Factor de seguridad

El factor de seguridad es el cociente adimensional de dos valores. Generalmente, se suele utilizar como valores, por un lado, el esfuerzo permisible, que es aquel que viene determinado por el material en sus propiedades. Por otro lado, el esfuerzo realizado, que es aquel que se obtiene de la geometría y fuerzas aplicadas al elemento. Esto nos permite determinar si el elemento que se ha seleccionado es adecuado para trabajar bajo las condiciones establecidas.

El factor de seguridad permite establecer un rango de seguridad que evite que, en caso de

ocurrir algún imprevisto en el funcionamiento del conjunto, sus elementos no fallen. Por el contrario, con el rango que se define, se puede mantener al conjunto trabajando bajo cualquier circunstancia. El factor de seguridad incrementa las dimensiones, el costo y la seguridad del elemento. (Bowles, 1992)

Carga estática

Es aquella carga que mantiene su posición y magnitud en el tiempo. Este tipo de cargas son constantes y por lo tanto se conoce los efectos que provocan sobre determinado elemento. Principalmente se genera un esfuerzo por la carga que soporta la sección. En ocasiones se puede considerar como carga estática a determinadas cargas que varíen muy poco en el tiempo. Esto permite simplificar la determinación de los esfuerzos y varía en menor medida el resultado.

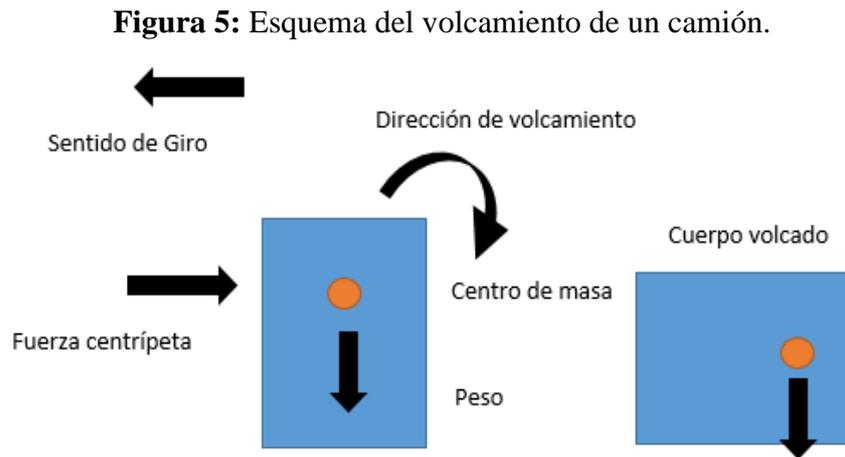
Carga dinámica

Es aquella carga que varía su posición y magnitud en el tiempo. Este tipo de cargas son variables y por lo tanto se desconoce los efectos reales exactos que provocan sobre determinado elemento. Principalmente se genera un esfuerzo por la carga que soporta la sección, además de eso, se genera un efecto debido al movimiento de la carga o la variación de su magnitud. Se debe analizar principalmente el efecto que tiene la inercia en los componentes del conjunto que soportan el esfuerzo de manera directa o indirecta.

Volcamiento de elementos

Es un tipo de movimiento de un objeto que consiste en cambiar su punto o plano de apoyo. Generalmente sucede por el accionar de una fuerza externa provocada por una fuente o puede deberse a la acción de fuerzas centrípetas. Un cuerpo aplica todo su peso a la superficie que lo sostiene mediante el plano de apoyo, lo cual provoca que toda la carga se distribuya al área o superficie en contacto. No todas las superficies de un cuerpo son estables, ya que dependiendo de las características del mismo, como el centro de masa, las dimensiones superficiales o la superficie sobre la que se asienta, el plano de apoyo puede ser inestable (Fowler, 1996).

El volcamiento del objeto ocurre cuando una fuerza provoca que este cambie su plano de apoyo. Un ejemplo claro sería un camión cuyo vagón es de sección rectangular. Si el conductor del camión acelera de manera descontrolada en una curva y el camión se encuentra cargado, puede provocar que ocurra un volcamiento. En este ejemplo, la fuerza que provoca el volcamiento es la fuerza centrípeta, debida a la aceleración en la curva. En la figura 2 se muestra un esquema del volcamiento mencionado.



Fuente: Elaboración propia.

Bases Normativas

ASTM

La “American Society for Testing and Materials” o “Sociedad Americana para Testeo y Materiales” es una entidad que emite y regula la normativa a nivel internacional. Esta normativa está enfocada a las pruebas que son realizadas en los materiales para determinar sus propiedades mecánicas tales como resistencia última a la tracción, elasticidad, dureza, etc. En base a esta normativa y a la teoría de materiales y resistencia se realiza el diseño de elementos de maquinaria que permiten desarrollar conjuntos mecánicos o maquinaria que es la responsable de transformar a la energía y la materia prima en un producto semiterminado o terminado.

En general esta norma es la responsable de clasificar los materiales por sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, de manera que se pueda estandarizar la composición de los

mismos y sea factible desarrollar el mismo elemento en cualquier parte del mundo, de ahí la importancia de cumplir o seguir esta norma.

ISO 6385

Esta norma está enfocada al diseño de maquinaria que está enfocada para ser utilizada por operario en la industria. Su objetivo es procurar que la maquinaria sea lo más ergonómica posible, de manera que se evite al máximo la posibilidad de una lesión debida a una maniobra mal realizada o al uso constante de la maquinaria en una postura incorrecta que pueda provocar lesiones en el tiempo.

Es importante utilizar esta norma ya que el proyecto consiste en el desarrollo de una máquina que será utilizada por un operario y todo el diseño debe contemplar esta particularidad. El diseño debe enfocarse a mejorar los procesos y a establecer procesos que sean coherentes con el lugar en el que serán desarrollados y con la o las personas que los desarrollarán. Esto se aplica principalmente a alturas en las que se colocan los mandos para el control de la maquinaria, cajas de revisión mecánica o eléctrica en caso de existir y uno de los puntos más importantes a analizar es el proceso de uso de la máquina, ya que de aquí se pueden corregir posibles posturas no favorables que pueden afectar a futuro al operario.

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS SITUACIONAL

En el presente apartado se determinan las condiciones y los requerimientos que la empresa necesita en el centro de distribución para llevar a cabo correctamente y de manera eficaz el proceso de almacenaje, carga y descarga de productos. Se especifican las dimensiones, la carga a ser transportada, la altura de elevación que se requiere y otros puntos necesarios en el diseño de la elevadora de carga liviana

1.1. Corporación Gruppo Salinas

La corporación “Gruppo Salinas” es una organización con identidad Salesiana conformada por 7 instancias las cuales promueven el desarrollo de las 30 comunidades Salineras apoyando iniciativas locales y fortaleciendo el desarrollo de la comunidad de la parroquia de Salinas mediante la integración y consolidación de los principios de la economía solidaria lo cual consiste en la producción comercialización y consumo propio de los productos generados en la comunidad.

Además, “Es un Organismo Técnico, capaz de tomar el liderazgo parroquial y regional conjuntamente con los gobiernos locales en los aspectos de equidad de género, participación ciudadana, cuidado y protección del medioambiente, equilibrio generacional, productivo y de comercialización.” (Gruppo Salinas, 2021)

1.2. Historia

Todo nace gracias a la misión salesiana impulsada por el obispo Mons. Cándido Rada y conformada por voluntarios, el P. Alberto Panerati y el P. Antonio Polo, creándose la primera Cooperativa de ahorro y crédito de Salinas “Salinas.Ltda” a finales de 1971 y obteniendo su personaría jurídica en 1972 con actividades en el sector minero y venta de lácteos lo que corresponde a sal y leche.

En 1978, cuando el Sr. José Dubach quesero profesional se instala en Salinas después de recorrer todo el Ecuador desde Suiza con la misión de buscar nuevos espacios para la

implementación de una quesera rural, esto gracias a la cooperación Suiza que estuvo presente en Ecuador y a sus convenios, y gracias a la dedicación del Sr. Dubatch en la enseñanza de quesos a los campesinos rurales de Salinas nace la primera tienda en Salinas y un mes después en la ciudad de Quito en el sector de Santa Clara llamada “Tienda queseras de Bolívar” ofertando quesos maduros y semimaduros que provenían del suministro de 5 productores que vendían a 3 sucres el litro de leche con un total de 35 litros. (Jácome, 2014)

Ante la prosperidad las ventas se crean queseras similares en todo Salinas y Bolívar, así como en otras provincias en el Ecuador. Después de 30 años se crea la cooperativa de producción agropecuaria “El Salinerito” (PRODUCCOOP) en 2006 independizándose formalmente de la cooperativa de ahorro y crédito de Salinas tomando personería jurídica propia.

Hoy en día, la PRODUCCOOP cuenta con 177 socios y 40 proveedores que entregan 3500 litros de leche en la Parroquia de Salinas que son convertidos en 350 kg de queso diario destinados para la comercialización a nivel nacional. (Gruppo Salinas, 2021a)

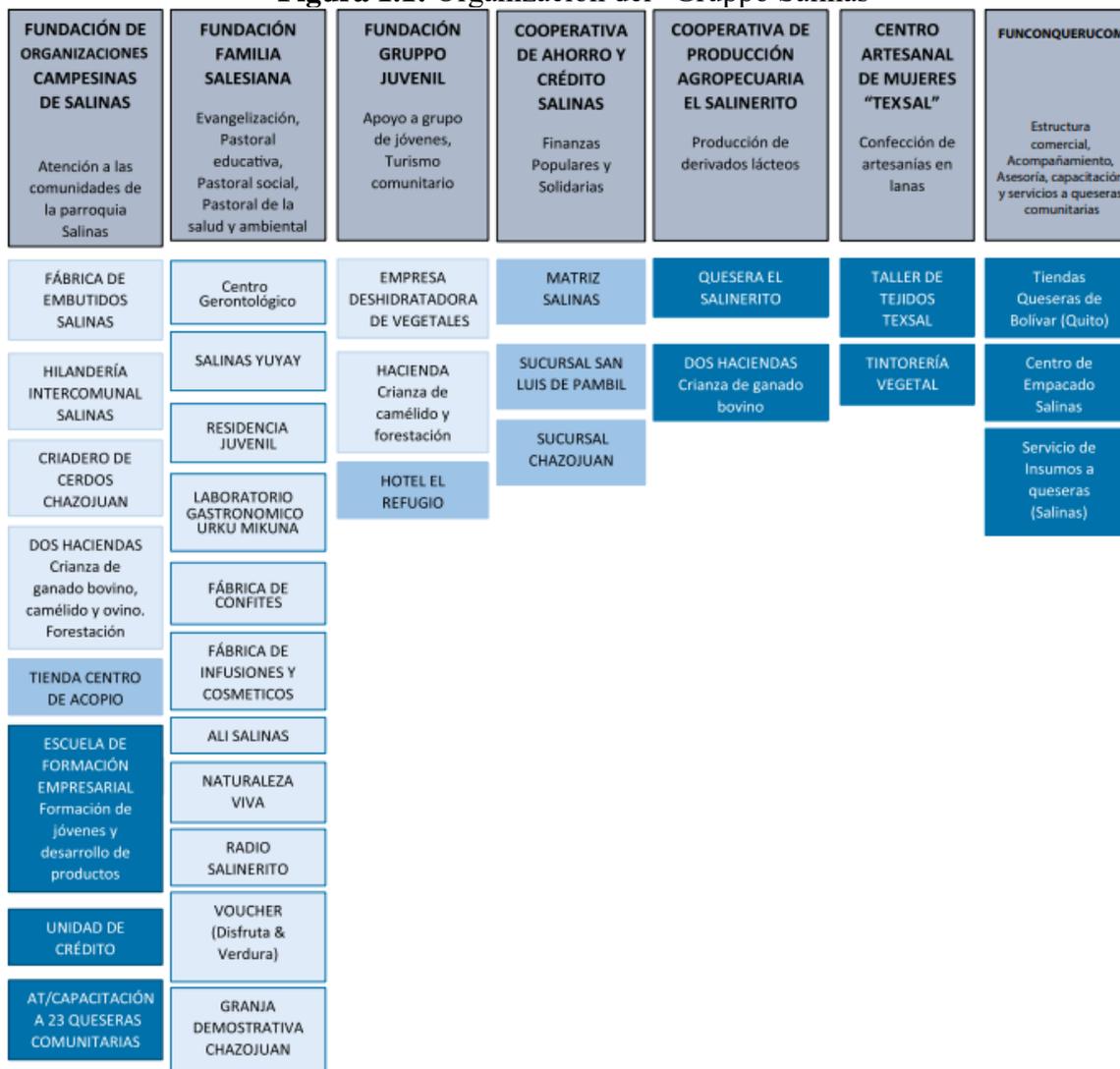
Además, el “Gruppo Salinas” cuentan con varios puntos de distribución que distribuyen diferentes productos tales como lácteos y sus derivados, embutidos, confites, textiles, deshidratados, cuidado personal, vinos y otros.

1.3. Organización

La Corporación Gruppo Salinas al ser la unión de las diferentes comunidades pertenecientes a la parroquia de Salinas cuenta con varias instituciones que realizan actividades diferentes en beneficio de la comunidad, entre estos están: la Fundación de Organizaciones Campesinas de Salinas, Fundación Familia Salesiana, Fundación Grupo Juvenil. Cooperativa de ahorro y crédito Salinas, Cooperativa de producción agropecuaria “El Salinerito”, Centro Artesanal de mujeres Texsal y la Fundación Consorcio de Queseras Rurales Comunitarias.

Además, cuenta con 2 unidades comerciales encaminadas al comercio nacional e internacional.

Figura 1.1: Organización del “Grupo Salinas”



Fuente: (Grupo Salinas, (2021a))

1.4. Ubicación Geográfica

La parroquia de Salinas está localizada en la sierra centro del Ecuador en la provincia de Bolívar cantón Guaranda, cuenta con una superficie de 490 km² y una altura que van desde los 600 hasta los 4200 msnm con una población de 10000 habitantes en su mayoría indígena distribuidas en 30 comunidades. Su principal actividad está dedicada a la ganadería, la crianza de bovinos y camélidos, y la generación de fruta de las cuales se derivan en productos destinados a su comercialización.

La corporación cuenta con varios puntos ubicados en la parroquia de Salinas teniendo epicentro en el parque de la parroquia, este al igual que otros puntos distribuyen productos

a las tiendas locales, supermercados, restaurantes y demás puntos a nivel nacional.

Figura 1.2: Mapa productivo de Salinas



Fuente: (Gruppo Salinas, (2021a))

1.5. Productos

El centro de distribución del Salinerito cuenta con diferentes productos destinados a la comercialización a varios puntos a nivel nacional e internacional siendo las categorías las siguientes:

- **Confitería.** - Comprende productos como, turrone de macadamia, miel de abeja, maní; bombones con ají, puro, ron, pájaro azul, whisky, menta, canela, maracuyá. Grageas con almendras, café, pasas, uvillas. Tabletas de cacao con arroz, maní, leche, naranja, nibs y sal. Galletas con zanahoria, soya, integrales, de cacao, jengibre. Chocolate de taza, chocodamia, chocolate huevos sorpresa, de pascua, papas fritas con orégano.
- **Lácteos.** - Comprenden principalmente queso mozzarella, queso fresco, queso provolonne ahumado, queso andino, queso madurado, queso con ají, queso con orégano, queso sándwich, queso cheddar, queso fondue, queso gouda, queso tilsit natural y con orégano, queso parmesano, queso alpesto. Leche entera, mantequilla,

yogurt descremado con trozos de mora y piña.

- **Embutidos.** - Productos como el jamón cocido, queso de chanco, mortadela especial, salami, pernil serrano, pernil ahumado, salchichas parrilleras ahumadas, chorizo ahumado, tocino ahumado, chuleta ahumada, costilla ahumada, copa cruda, speck, lonza, salame, prosciutto cotto.
- **Esencias y aceites.** - Productos como infusiones de mashua, 12 hierbas, chuquiragua y arquitecto, 4 hierbas, moringa, mortiño, jengibre, limon y hierba luisa. Pomadas con aceite de ciprés, hierba luisa, romero, eucalipto. Aceites de eucalipto, romero, hierba luisa, palo santo. Shampoo de romero y jabones de palo santo y sangre de drago.
- **Deshidratados y conservas.** - Productos como hongos deshidratados, frutas deshidratadas, hongos orgánicos y convencionales. Mermelada de mora, mortiño, chamburo, mango y piña. Miel de jicama y manjar de leche
- **Licores.** - licor de crema de cacao, crema de café, licor de mandarina, licor de pájaro azul.
- Sal de finas hierbas y Hongos ostra.

Entre las categorías más fuertes en ventas están lácteos, confites, embutidos, deshidratados y tisanas. En especial los lácteos tienen un papel importante en la comercialización, estos aportan en la carga y descarga mayor peso hacia los camiones de distribución los cuales vienen en presentaciones de 50g, 100 g, 150 g, 250 g, 300 g, 350 g, 500 g, 1 kg, 2.5 kg como son el queso maduro, andino, cheddar, fondeu, parmesano y muchos otros hasta los 4.5 kg de peso como el caso del queso dambo molde.

1.6. Personal

La corporación, cuenta con el siguiente personal.

- Empleos fijos. 4 varones 6 mujeres
- Ocasionales. 4 varones 1 mujer
- Directivos. 5 varones 2 mujeres

El personal en cuestión, dependiendo de los pedidos realizados por tiendas supermercados y demás, realizan funciones extras para la entrega pronta y oportuna, estas funciones

corresponden principalmente al empaçado y la carga y descarga de productos hacia los camiones, camionetas, automóviles, y demás medios de transporte que ingresan al área de distribución o despacho. Llegando a una totalidad posible de empaçadores y distribuidores de entre 10 y 15 personas entre mujeres y hombres destinadas a las áreas de: empaçado, despacho y almacenaje.

1.7. Almacenaje y despacho

En el lugar de trabajo se enfundan, sellan y almacenan productos provenientes de las diferentes instituciones fabricadoras tan conocidas por la marca. Estos productos ya sean embutidos, deshidratados, hongos, licores, aceites, lácteos, confitería y más, son almacenados en cajones, principalmente de cartón, esos cajones tienen diferentes medidas detalladas a continuación:

- Cartón de 46 cm por 46 cm con un alto de 30 cm
- Cartón de 42 cm por 42 cm con un alto de 30 cm
- Cartón de 40 cm por 60 cm con un alto de 30 cm
- Cartón de 40 cm por 40 cm con un alto de 26 cm
- Cartón de 15 cm por 15 cm con un alto de 20 cm
- Cartón de 25 cm por 40 cm con un alto de 20 cm
- Cartón de 38 cm por 22 cm con un alto de 13 cm
- Cartón de 30 cm por 22 cm con un alto de 13 cm
- Gaveta plástica de 60 cm por 40 cm con una altura de 18 cm

Estos cartones se los coloca sobre pallets plásticos o de madera que típicamente tienen las dimensiones de 1 m por 1.20 m. En este punto se van colocando los diferentes productos destinados para su despacho que, dependiendo del pedido, en una misma caja se pueden poner productos de una misma categoría o un mix de diferentes productos.

Las cajas más grandes son destinadas para los quesos que por su gran tamaño abarcan más peso. Por ejemplo, el cartón de 46 cm por 46 cm puede contener 35 quesos de 1 kg pero dado el pedido pueden aumentarse 10 quesos de 500 g, haciendo un total de 40 kg. O el caso del cartón de 60 cm por 40 cm que puede contener 20 quesos de 3 kg con un peso total de 60kg que los trabajadores cargan y descargan manualmente entre 2 personas. La carga máxima a ser levantada por una persona es de 25 Kg, y debe ser levantado de manera

20

adecuada, esto para evitar posibles lesiones o deformaciones en la columna vertebral (Organización Mundial de la Salud, 2022)

Los pallets con el producto son llevados al área de almacenamiento, en la cual se mantiene el producto por un período de entre 1 y 5 semanas. Finalmente, el producto es transportado al área de despacho para poder ser cargado en los vehículos de transporte que lo distribuyen a los diferentes sectores de la ciudad.

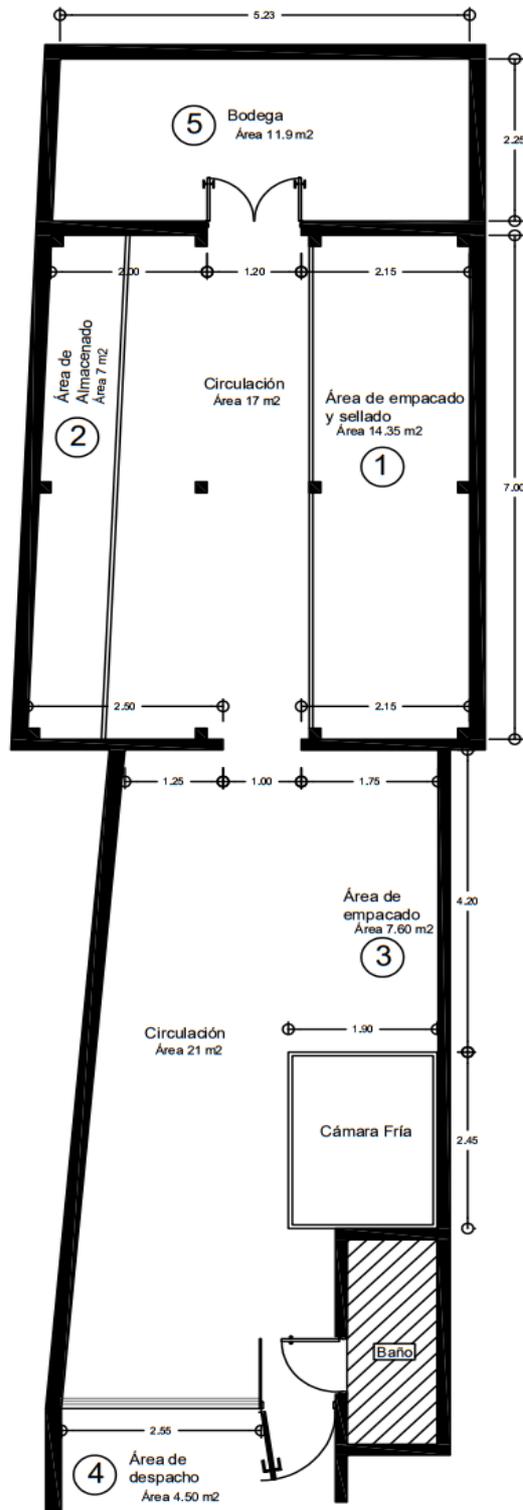
1.8. Áreas de trabajo

La ubicación de las diferentes áreas de trabajo es la siguiente según la **Figura 1.3**:

- Área 1. Dentro de los procesos de distribución de los productos están, el área de empaçado y sellado, que tiene un área de 14.35 m² que consta de la colocación de los diferentes productos en los envoltorios principalmente quesos en sus diferentes presentaciones.
- Área 2. El proceso de almacenado que corresponde a la clasificación de los diferentes productos en las cajas correspondientes, el sellado y registro de estas con su respectiva colocación en las estanterías para que una vez realizado el pedido salga al siguiente proceso, esta área dispone de 7 m² en donde se almacenan todos los productos de las diferentes instituciones fabricantes del Grupo Salinas.
- Área 3. El siguiente proceso corresponde al área de empaçado, que está destinada al sellado y embalaje de los cartones con los productos, los mismos que son destinados a la venta nacional e internacional. El espacio disponible para este proceso es de 7.60 m²
- Área 4. El área de despacho con una superficie de 4.50 m², lugar donde ingresan los vehículos para la carga o descarga de productos. Estos productos provenientes de otras instituciones, principalmente de la fábrica de confites, infusiones, embutidos deshidratadora de vegetales y demás, llegan al centro de empaçado y distribución para su comercialización hacia los diferentes puntos de entrega a nivel nacional.
- Área 5. La bodega con una superficie de 11.90 m², donde se almacenan cartones,

fundas de diferentes tipos, artículos de limpieza, pallets, etc. que son utilizados por los trabajadores según los requerimientos.

Figura 1.3: Secuencia de movimiento del producto.



Fuente: Autor

1.9. Problemas detectados

El Centro de Empacado y Distribución del Gruppo Salinas realiza el transporte de cartones con productos con un peso de aproximadamente 60 kg o 40kg hasta el vehículo distribuidor entre dos personas, y cartones con pesos que varían entre 5 kg, 7.5 kg, 12.5 kg de manera individual, pasando por las diferentes áreas de almacenaje y despacho. Este proceso lo hacen de manera manual lo que lleva a los trabajadores a sufrir de dolores lumbares y musculares, en manos, brazos y piernas por la inadecuada carga y descarga de los cartones, lesiones producidas por caídas de la mercadería, la incomodidad del transporte de productos por el área limitada en la que trabaja y la demora en la entrega de productos hacia sus respectivos destinos.

Otro de los problemas existentes es la altura de los diferentes vehículos de distribución a los cuáles los trabajadores tienen que levantar las cargas realizando un esfuerzo extra para alcanzar el nivel deseado, produciendo posibles lesiones, dislocaciones, torceduras, esguinces, etc.

1.10. Necesidades

La corporación Gruppo Salinas no cuentan con un elevador de carga liviana que permita la movilización de cartones de 40 kg y 60 kg así como el levantamiento de estos hacia los camiones de carga de manera eficaz, por lo que la realización de un elevador de carga liviana con mando electro-hidráulico con capacidad de 300 kg agilizaría los tiempos de despacho así como también reduciría posibles lesiones lumbares, musculares o físicas de los trabajadores al elevar y colocar a diferentes alturas los cartones para su manipulación.

Además, este elevador mejoraría el uso de espacios de trabajo al permitir al operario una mejor manipulación, clasificación y contabilización de los productos a ser entregados, evitando posibles confusiones. Ante este problema los trabajadores piden de la manera más urgente que se les proporcione un elevador de carga liviana que permita una mejora en la entrega de productos que realizan periódicamente, de esta manera la corporación “Gruppo Salinas” permitiría a los trabajadores que se liberen de dicha carga aumentando el rendimiento y eficiencia en la comercialización de sus productos.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA

2.1 Definición de la estructura principal

En este proyecto, se considera que, para cumplir con los requerimientos de espacio, carga a elevarse y prohibición de uso de motores de combustión, el prototipo debe tener las siguientes características.

- Estructura central vertical: Esto permite elevar cargas de manera estable.
- Plataforma superior cuadrada de las dimensiones adecuadas para su movilización dentro de las áreas de trabajo
- Ancho y alto máximos: Delimitados principalmente por el espacio en el que se utilizará el equipo.
- Sistema de pistones: Para poder realizar la elevación y transporte de la carga.
- Ruedas de carga: Específicas para soportar la carga máxima de diseño.
- El movimiento del equipo será controlado por las llantas traseras, las cuales tendrán libre giro para permitir controlar la dirección por parte del operador. Las llantas delanteras tendrán restricción total de giro y sólo podrán ir en una dirección.

2.1.1 Delimitación de uso del equipo

A continuación, se procede a desarrollar las limitaciones del equipo a considerarse para el diseño de este.

- El equipo podrá ser utilizado para realizar el levantamiento vertical de cargas.
- El equipo tiene restricción de uso por sus dimensiones, se debe considerar las dimensiones generales del equipo antes de llevarlo a un sitio para su uso.
- No exceder la capacidad máxima de los pistones.
- No exceder capacidad ni velocidad máxima del equipo.
- No exceder la carga máxima de las ruedas del equipo.
- Podrá realizarse movimiento del equipo mediante la aplicación de fuerza por parte del operador en cualquier dirección.

Nota: Al final se presenta un cuadro de resumen en el que se detallan las limitaciones de uso con los valores de cada límite a considerarse.

2.2 Modelos a considerarse

A continuación, se muestran los modelos del equipo a considerarse para el desarrollo del diseño:

2.2.1 Modelo 1

Este modelo considera lo siguiente:

- Estructura central tipo tijera. Modelo de sección cuadrada y elevación vertical.
- Bastidor base cuadrado que permite estabilidad del conjunto.
- 4 ruedas que permiten el movimiento de la estructura. Cada rueda cuenta con un seguro para fijar la posición al piso.
- Plataforma giratoria de carga de forma cuadrada. Permite elevar la carga a la altura deseada y el giro de 360 grados. Estabilidad de 4 puntos de sujeción en los extremos para una posición fija
- Mangos de empuje en una segunda plataforma para movilización
- Sujeción de todo el conjunto mediante pernos.

A continuación, se muestra en la **Figura 2.1** el detalle del modelo a ser desarrollado.

Figura 2.1: Modelo 1.

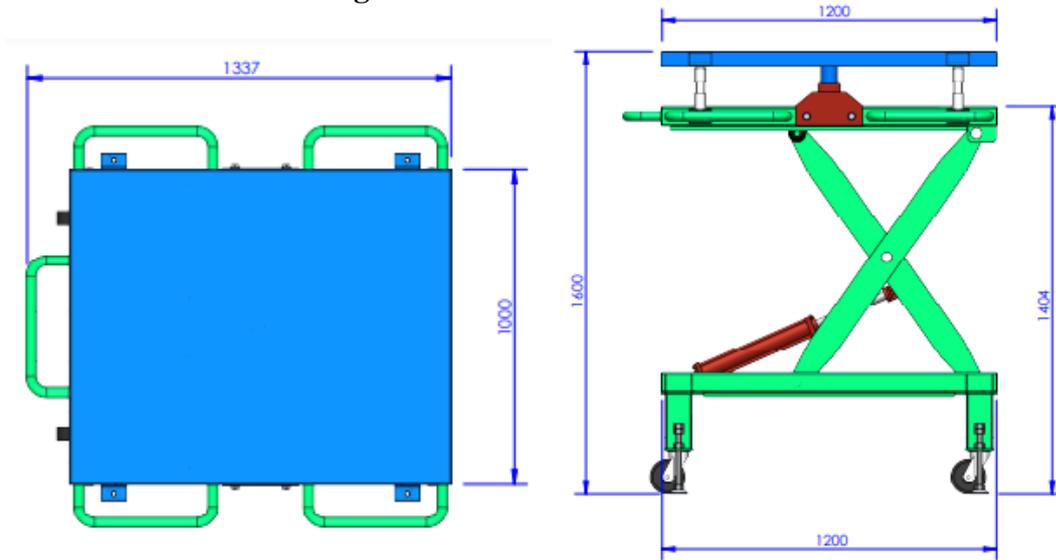


Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Medidas

En la **Figura 2.2**, se muestra el conjunto mecánico del modelo 1.

Figura 2.2: Medidas del Modelo1



Fuente: Elaboración propia.

Para dimensiones de cada uno de los componentes refiérase al **ANEXO V. Planos** desde la lámina A-1 hasta la lámina A-22

2.2.3 Materiales

Este modelo utilizará los siguientes componentes:

- Bastidor y plataforma base. Acero A36.
- Estructura de elevación vertical. Acero A36.
- Conexiones estructurales adicionales (de estructura hacia llantas, de sujeción de plataforma, etc). Acero A36.
- Ruedas. Polímero (caucho).
- Pistón. Varios. SAE 1045, Acero inoxidable 304.

A continuación, se detalla el costo de producción de las mesas. Las estimaciones fueron obtenidas en base a cotizaciones comerciales (Importaceros, Alibaba, entre otros).

2.2.4 Estimación de Costos del modelo 1

Tabla 2.1: Costos de materiales, Modelo 1

Ítem	Descripción	Material	Cantidad	Dimensiones	Costo unitario	Costo total
1	Plancha 1/8 in	ASTM A36	1	1220 x 2440 mm	\$ 92.10	\$ 92.10
2	Plancha 3/8 in	ASTM A36	2	1220 x 2440 mm	\$ 358.20	\$ 716.40
3	Plancha 1/4 in	ASTM A36	1	1220 x 2440 mm	\$ 180.69	\$ 180.69
4	Plancha 1/2 in	ASTM A36	1	1220 x 2440 mm	\$ 348.00	\$ 348.00
5	Plancha 2mm	ASTM A36	1	1220 x 2440 mm	\$ 65.06	\$ 65.07
6	Perfil L 2x2x0,125 mm	ASTM A36	4	6 m	\$ 15.00	\$ 60.00
7	Barra d 1/2"	ASTM A36	1	6 m	\$ 15.00	\$ 15.00
8	Barra d 1/4"	ASTM A36	1	6 m	\$ 15.00	\$ 15.00
9	Barra d 60 mm	ASTM A36	1	6 m	\$ 15.00	\$ 15.00
10	Turbo d 1" ced. 40 d 1"		1	6 m	\$ 20.00	\$ 20.00
Subtotal 1						\$ 1,527.26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.2: Costos de elementos normalizados, Modelo 1

Descripción	Especificación técnica	Cantidad	Costo kit	Cantidad por kit	Costo total
Arandela plana 1 in	ASME B18.2.6	1	\$ 5,00	20	\$ 5,00
Arandela plana 1/2 in	ASME B18.2.6	12	\$ 5,00	25	\$ 5,00
Tuerca hexagonal 1/2 in	ASME B18.2.6	4	\$ 10,99	20	\$ 10,99
Tuerca hexagonal 3/4 in	ASME B18.2.6	16	\$ 10,99	20	\$ 10,99
Tuerca hexagonal 1 in	ASME B18.2.6	1	\$ 10,99	20	\$ 10,99
Perno hexagonal 3/4 in	ASME B18.2.6	12	\$ 9,49	25	\$ 9,49
Perno hexagonal 1/2 in	ASME B18.2.6	4	\$ 9,49	25	\$ 9,49

Cilindro hidráulico doble efecto	TR2014-112-ASAE-NPT3/8	1	\$ 250,00	1	\$ 250,00
Ruedas	3470UOO125P62	4	\$ 30,00	6	\$ 30,00
Rodamientos	SNR 6305	4	\$ 24,96	4	\$ 24,96
Rodamientos	AR 81207	1	\$ 24,96	4	\$ 24,96
Subtotal 2					\$ 391,87

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.3: Costos de máquinas y herramientas, Modelo 1

Máquina	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Máquina soldadora SMAW	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Dobladora de Tool	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Dobladora de tubos	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Amoladora	1	\$ 35,00	\$ 35,00
Sierra segueta	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Electrodos, kg	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Pintura, latas	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Subtotal 3			\$ 430,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.4: Costos de mano de obra, Modelo 1

Cargo	Cantidad	Costo/ hora	Horas	Costo total
Soldador	2	\$ 10,00	4	\$ 80,00
Cortador	2	\$ 5,00	2	\$ 20,00
Ensamblador	1	\$ 5,00	6	\$ 30,00
Subtotal 4				\$ 130,00

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los costos estimados del modelo 1.

Tabla 2.5: Resumen costos, Modelo 1

Modelo 1	
Materiales	\$ 1.527,26
Elementos normalizados	\$ 391,87
Máquinas y herramientas	\$ 430,00
Mano de obra	\$ 130,00
Extras	\$ 100,00
TOTAL	\$ 2579.13

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5 Estimación de pesos del modelo 1

Además, la máquina 1 tiene un peso aproximado de 215 kg, como se muestra a continuación:

Tabla 2.6 Peso estimado del Modelo 1

CONJUNTO	PESO, kg
Armazón base	38,4
Tijeras	49,6
Plataforma superior	67,56
Plataforma móvil	57,9
TOTAL	213,46

Fuente: Elaboración propia.

2.2.6 Modelo 2

Este modelo considera lo siguiente:

- Estructura central tipo tijera. Modelo de sección cuadrada y elevación vertical.
- Bastidor base rectangular que permite estabilidad del conjunto.
- 4 ruedas que permiten el movimiento de la estructura. Cada rueda cuenta con un seguro para fijar la posición al piso.
- Plataforma de carga de forma cuadrada. Permite elevar la carga a la altura deseada. Mangos de empuje para su movilización a los extremos de la mesa.
- Sujeción de todo el conjunto mediante pernos.

A continuación, se muestra en la **Figura 2.3**, el detalle del modelo a ser desarrollado. Como se muestra en la figura, esta mesa se compone de doble tijera, y no tiene mesa giratoria, a diferencia de la mesa del modelo 1.

Figura 2.3: Modelo 2.

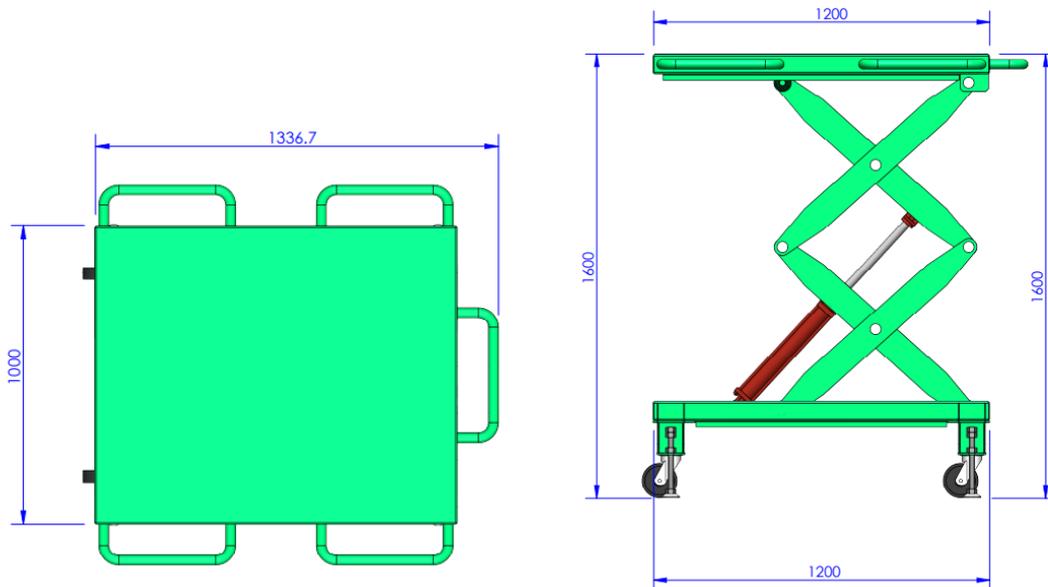


Fuente: Elaboración propia.

2.2.7 Medidas

En la **Figura 2.4** se muestran las medidas del modelo 2.

Figura 2.4: Medidas del modelo 2.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.8 Materiales

Este modelo utilizará los siguientes componentes:

- Bastidor y ganchos de elevación. Acero A36.
- Estructura de elevación vertical. Acero A36.
- Conexiones estructurales adicionales (de estructura hacia llantas, de sujeción de plataforma, etc). Acero A36.
- Ruedas. Polímero (caucho).
- Pistón. Varios. SAE 1045, Acero inoxidable 304.

2.2.9 Estimación de Costos del modelo 2

A continuación, se muestra la lista de materiales y el costo implicado en la construcción de la mesa del modelo 2.

Tabla 2.7: Costos de materiales, Modelo 2

Ítem	Descripción	Material	Cantidad	Dimensiones	Costo unitario	Costo total
1	Plancha 1/8 in	ASTM A36	1	1220 x 2440 mm	\$ 92,10	\$ 92,10
2	Plancha 3/8 in	ASTM A36	2	1220 x 2440 mm	\$ 358,20	\$ 716,40
3	Plancha 1/4 in	ASTM A36	1	1220 x 2440 mm	\$ 180,69	\$ 180,69
4	Plancha 1/2 in	ASTM A36	1	1220 x 2440 mm	\$ 348,00	\$ 348,00
5	Plancha 2mm	ASTM A36	1	1220 x 2440 mm	\$ 65,06	\$ 65,07
6	Barra d 1/2"	ASTM A36	1	6 m	\$ 15,00	\$ 15,00
7	Turbo cuadrado 50*50*3 mm	ASTM A36	1	6 m	\$ 20,00	\$ 20,00
8	Turbo ced. 40 d 1"		1	6 m	\$ 20,00	\$ 20,00
					Subtotal 1	\$ 1457,26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.8: Costos de elementos normalizados, Modelo 2

Descripción	Especificación técnica	Cantidad	Costo kit	Cantidad por kit	Costo total
Tuerca hexagonal 3/4 in	ASME B18.2.6	16	\$ 10,99	20	\$ 10,99
Perno hexagonal 3/4 in	ASME B18.2.6	4	\$ 9,49	25	\$ 9,49
Cilindro hidráulico doble efecto	TR2014-112- ASAE-NPT3/8	1	\$ 250,00	1	\$ 250,00
Ruedas	3470UOO125P62	4	\$ 30,00	6	\$ 30,00
Rodamientos	SNR 6305	4	\$ 24,96	4	\$ 24,96
Subtotal 2					\$ 325,44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.9: Costos de máquinas y herramientas, Modelo 2

Máquina	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Máquina soldadora SMAW	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Dobladora de Tool	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Dobladora de tubos	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Amoladora	1	\$ 35,00	\$ 35,00
Sierra seguenta	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Electrodos, kg	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Pintura, latas	4	\$ 15,00	\$ 60,00
Subtotal 3			\$ 520,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.10: Costos de mano de obra, Modelo 2

Cargo	Cantidad	Costo/ hora	Horas	Costo total
Soldador	2	\$ 10,00	8	\$ 160,00
Cortador	2	\$ 5,00	2	\$ 20,00
Ensamblador	1	\$ 5,00	8	\$ 40,00
Subtotal 4				\$ 220,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.11: Resumen costos, Modelo 2

Modelo 1	
Materiales	\$ 1.457,26
Elementos normalizados	\$ 325,44
Máquinas y herramientas	\$ 520,00
Mano de obra	\$ 220,00

Extras	\$ 100,00
TOTAL	\$ 2622.70

Fuente: Elaboración propia.

2.2.10 Estimación de pesos del modelo 2

La máquina 2 tiene un peso estimado de 170 kg, como se muestra a continuación:

Tabla 2.12 Peso estimado del Modelo 2

CONJUNTO	PESO, kg
Armazón base	37,6
Tijeras	77,7
Plataforma superior	54,0
TOTAL	169,3

Fuente: Elaboración propia.

Esta mesa representa mucho menor peso que su homóloga del modelo 1, por ello se hará una comparativa que incluya muchos más parámetros, como se muestra a continuación.

2.3 Selección mesa Modelo 1 vs Modelo 2

Para la comparativa entre ambos modelos, por la parte de costos, este es el resumen:

Tabla 2.13: Resumen costos, Modelo 1 y 2

	Modelo 1	Modelo 2
Materiales	\$ 1.527,26	\$ 1.457,26
Elementos normalizados	\$ 391,87	\$ 325,44
Máquinas y herramientas	\$ 430,00	\$ 520,00
Mano de obra	\$ 130,00	\$ 220,00
Extras	\$ 100,00	\$ 100,00
TOTAL	\$ 2579.13	\$ 2622.70

Fuente: Elaboración propia.

Ambos modelos representan un costo similar, con una diferencia mínima, es por ello por lo que, para elegir entre una mesa u otra, es preciso establecer otros parámetros, como:

- Seguridad

- Estabilidad
- Capacidad
- Peso

Para la selección se aplica el método de residuos ponderados. Este método se basa en conocer el orden de preferencia de cada criterio respecto a cada solución o alternativa (Riba, 2002). Las tablas tienen valores de 1 si el criterio es mejor que la otra opción, 0.5 si son iguales, y 0 si es menor. A cada valor se le añade la unidad y se establece el valor relativo, y se calcula el valor ponderado para cada criterio, Al final, la evaluación total para cada solución se conforma de la suma de los productos del peso específico de cada solución por el peso de su respectivo criterio (Riba, 2002, p. 60).

Para realizar estos cálculos, se propone la estabilidad como criterio mayor, luego la seguridad, enseguida el costo, y al final la capacidad y el peso con el mismo criterio. Esto se muestra a continuación.

Tabla 2.14: Evaluación del peso específico de cada criterio

ESTABILIDAD > SEGURIDAD > COSTO > CAPACIDAD = PESO							
	Estabilidad	Seguridad	Costo	Capacidad	Peso	$\Sigma +1$	Ponderado
Estabilidad		1	1	1	1	5	0,333
Seguridad	0		1	1	1	4	0,267
Costo	0	0		1	1	3	0,200
Capacidad	0	0	0		0,5	1,5	0,100
Peso	0	0	0	0,5		1,5	0,100
					Suma	15	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.15: Evaluación del peso específico del criterio ESTABILIDAD

Estabilidad				
MODELO 1 > MODELO 2				
ESTABILIDAD	Modelo 1	Modelo 2	$\Sigma +1$	Ponderado
Modelo 1		1	2	0,667
Modelo 2	0		1	0,333
		Suma	3	1,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.16: Evaluación del peso específico del criterio SEGURIDAD

Seguridad				
MODELO 1 > MODELO 2				
ESTABILIDAD	Modelo 1	Modelo 2	$\Sigma +1$	Ponderado
Modelo 1		1	2	0,667
Modelo 2	0		1	0,333
Suma			3	1,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.17: Evaluación del peso específico del criterio COSTO

Costo				
MODELO 1 = MODELO 2				
CAPCACIDAD	Modelo 1	Modelo 2	$\Sigma +1$	Ponderado
Modelo 1		0,5	1,5	0,5
Modelo 2	0,5		1,5	0,5
Suma			3	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.18: Evaluación del peso específico del criterio CAPACIDAD

Capacidad				
MODELO 1 = MODELO 2				
CAPCACIDAD	Modelo 1	Modelo 2	$\Sigma +1$	Ponderado
Modelo 1		0,5	1,5	0,5
Modelo 2	0,5		1,5	0,5
Suma			3	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.19: Evaluación del peso específico del criterio PESO

Peso				
MODELO 1 < MODELO 2				
PESO	Modelo 1	Modelo 2	$\Sigma +1$	Ponderado
Modelo 1		0	1	0,333
Modelo 2	1		2	0,667
Suma			3	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.20: Tabla de conclusiones de criterios ponderados

Modelo	Estabilidad	Seguridad	Costo	Capacidad	Peso	Σ	Prioridad
Modelo 1	0,222	0,178	0,100	0,050	0,033	0,583	1
Modelo 2	0,111	0,089	0,100	0,050	0,067	0,417	2

Fuente: Elaboración propia.

Es así como, al tener mayor valor, el modelo 1 gana prioridad y se lo selecciona como la mejor alternativa de diseño.

2.4 Velocidad máxima requerida

Existen fórmulas para el cálculo de la velocidad crítica a la que puede transportarse la mesa con carga. Esta velocidad se basa en dos términos que se conocen como velocidad de límite de derrape (v_{ld}) y velocidad de límite de vuelco (v_{lv}) (Aparicio, Vera, & Díaz, 2001; Jiménez & Aparicio, n.d.). Esto se muestra en las ecuaciones. Ec. (3)-Ec. (4) :

$$V_{ld} = \sqrt{gR \frac{\mu_{y\max} + \tan \xi}{1 - \mu_{y\max} \tan \xi}} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$V_{lv} = \sqrt{gR \frac{\frac{B}{2h} + \tan \xi}{1 - \frac{B}{2h} \tan \xi}} \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

B = ancho del vehículo ($B = 0.7 \text{ m}$)

h =altura alcanzada por el centro de gravedad del conjunto mesa -carga ($h = 0.6 \text{ m}$)

R = radio de curva de la translación la mesa ($R = 4 \text{ m}$) ancho del despacho de la bodega de Corporación Gruppo Salinas

G = aceleración de la gravedad ($g = 9.807 \text{ m/s}^2$)

ξ = peralte ($\xi = 1$), suelo plano

μ_y = coeficiente de adherencia ($\mu_y = 0.8$), correspondiente a suelo de concreto y asfalto, como indican Aparicio et al. (2001, p. 53).

Para obtener la altura h se aplicó la fórmula de cálculo de centro de gravedad o centroide (Bauer, 2011):

$$h = y_G = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{M} \quad \text{Ec. (5)}$$

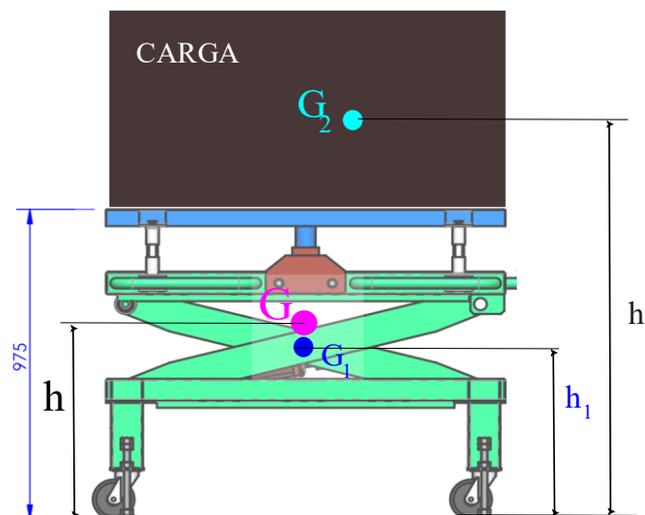
Donde M representa la masa total del conjunto mesa- carga. Para estos cálculos, se estima que el centro de gravedad de la mesa está a la altura media de la misma, y suponiendo el alto de 40cm de un cartón de peso 60kg, el punto medio se halla a 20cm por encima de la plataforma superior de la mesa. Además, se trabaja con la mesa en la posición contraída, para evitar el volcamiento de los alimentos de carga. En la siguiente tabla se muestran los valores empleados, y en la figura un esquema del conjunto mesa-carga.

Tabla 2.21 Valores para estimar el centro de gravedad

Ítem	Masa (m), kg	Altura (h), m
Área 1. Mesa	215	0,49
Área 2. Carga	300	0,69

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.5: Medidas del conjunto mesa-carga



Fuente: Elaboración propia.

Por lo que la altura del centro de gravedad del conjunto mesa-carga es de:

$$h = 0.60 \text{ m}$$

Entonces, los resultados de velocidad crítica fueron:

$$V_{ld} = 20.17 \text{ km/h}$$

$$V_{lv} = 17.57 \text{ km/h}$$

De acuerdo con Aparicio et al. (2001, p. 353), el vehículo (la mesa elevadora) volcará al superar los 15.27 km/h límite sin derrapar, pues la velocidad límite de vuelco (V_{lv}) es menor que la de derrape (V_{ld}). Por otra parte, para el uso de equipos industriales que transportan carga, la velocidad máxima está en un rango entre los 10 y 15 km/h , pues, al tratarse de un equipo de accionamiento humano (se mueve sin motor, empujada por una persona) la velocidad máxima está en un rango entre los 5 y 10 km/h (Martín, 2007). Esto garantiza que no habrá accidentes de caída de la mesa por cuanto no se superan estos valores.

Esta velocidad será utilizada en el diseño del equipo en adelante.

CAPÍTULO 3

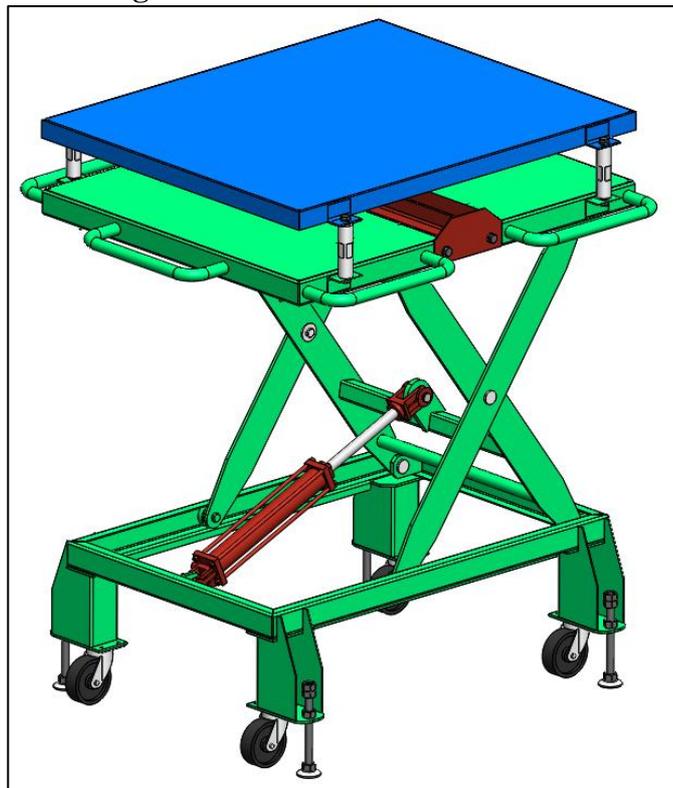
INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAE)

En este capítulo se realiza el análisis estructural de la elevadora de carga con la intención de evaluar la resistencia estructural y las deformaciones en condiciones de operación. El objetivo de esta parte es aplicar los principales cálculos realizados para el análisis estructural de la elevadora, y validar que cumpla con los requerimientos de servicio. El alcance del proyecto incluye el análisis estructural de la elevadora, para determinar la resistencia estructural en las condiciones más críticas posibles.

El código aplicable es AISC 360-16: Specification for Structural Steel Buildings.

Como se vio en el capítulo anterior, el conjunto mecánico seleccionado fue el modelo 1, por lo que esta será sometida a la simulación computacional.

Figura 3.1: Geometría del módulo 1.



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar esta parte, se empleó el paquete Ansys, específicamente el módulo Estructural, que permite realizar simulaciones en todo tipo de estructuras. En este módulo se estableció el material de trabajo para la simulación correspondiente a la elevadora, que es a acero ASTM A36, cuyas propiedades se pueden apreciar en la Tabla 3.1. Esta tabla hace referencia a la curva de esfuerzo vs. deformación (ver **Figura 4**)

Tabla 3.1 Propiedades del material estructural ASTM-A36

DESCRIPCIÓN	VALOR
Limite elástico	$\sigma_e = 250 \text{ MPa}$
Densidad	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$
Módulo de Elasticidad	$E = 210 \text{ GPa}$
Módulo de cizallamiento	$G = 81 \text{ GPa}$
Coefficiente de Poisson	$\nu = 0,3$

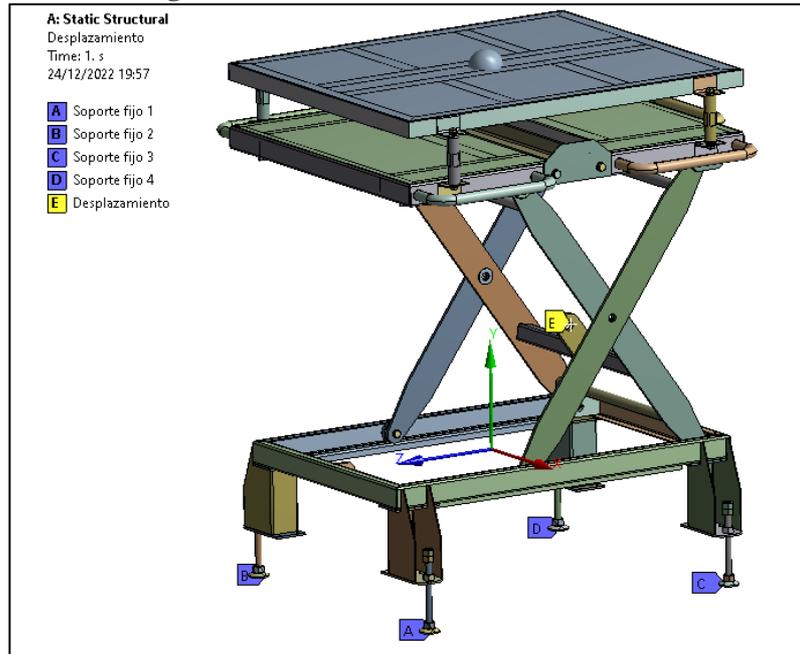
Fuente: (Metal Supermarkets, 2017).

Es importante notar que, en mecánica de materiales, una estructura es aprobada cuando es resistente a diversas combinaciones de cargas, siempre y cuando, las tensiones internas de los elementos estructurales sean inferiores al límite elástico del material estructural, de preferencia próximo a 2/3 del mismo, y cada elemento no debe deformarse $L/500$, donde L es la longitud del elemento en mm (Bowles, 1992). Es por ello, que, para analizar la parte más importante, el factor de seguridad, se utilizará esta fracción aplicada al esfuerzo de fluencia.

3.1. Condiciones iniciales

Luego de determinar el material de trabajo, es muy importante establecer los puntos en los cuales el modelo está sujeto y en qué puntos está móvil, por ello se aplicaron las siguientes condiciones de borde:

Figura 3.2: Restricciones de movimiento.



Fuente: Elaboración propia.

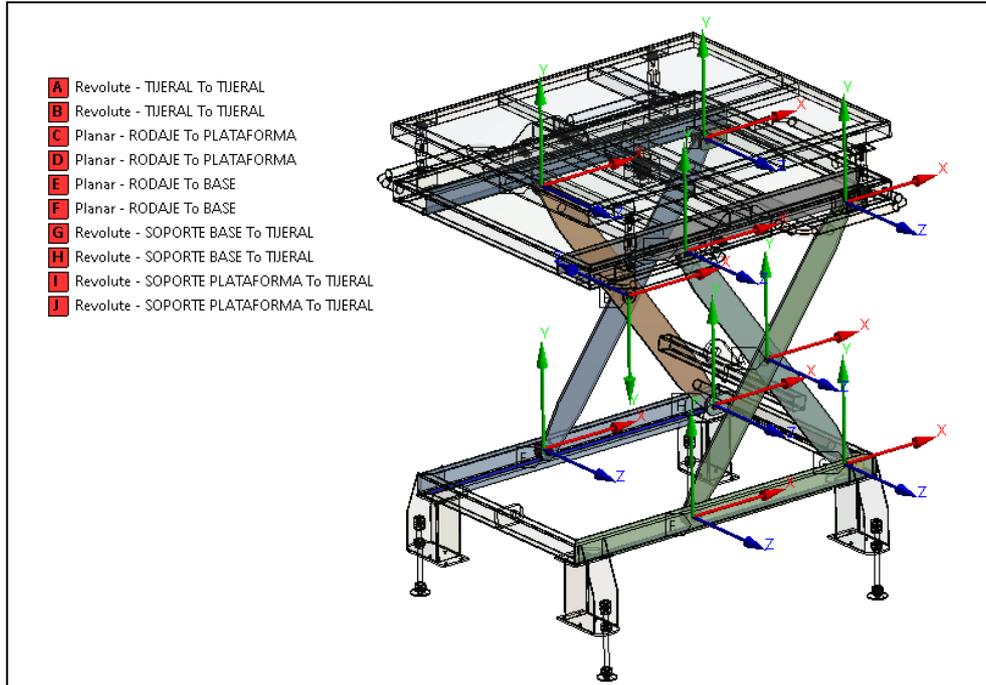
Como se puede ver en la figura anterior, el bastidor de la mesa tiene condiciones de soporte fijo. Además, se muestra la condición de desplazamiento en la junta de unión entre el cilindro hidráulico y la mesa; esto representa el grado de libertad para el movimiento de los componentes, en este caso, movimiento a lo largo del eje vertical.

3.2. Contactos

En la **Figura 3.3** se muestra los contactos considerados en diferentes lugares de la elevadora de carga. Estos contactos representan condiciones de deslizamiento entre los componentes como se detalla a continuación (ANSYS, 2013):

- El contacto revolute joint (unión tipo bisagra), aplicado en las juntas fijas de la tijera con las bases de la mesa, y en la junta central de la tijera.
- El contacto planar joint (unión tipo deslizante), aplicado en los extremos deslizantes de las tijeras sobre la mesa.

Figura 3.3: Contactos



Fuente: Elaboración propia.

3.3. Determinación de cargas

A continuación, se definirá la carga máxima que se requiere elevar, con lo cual se procederá a realizar el diseño del equipo. De lo expuesto en el capítulo 1.10, la carga máxima requerida es de 250 kg, sin embargo, de acuerdo con lo solicitado al Gerente de Corporación Grupo Salinas (ver ANEXO I. Solicitud), se trabajará con una carga de 300 kg, para garantizar que la estructura supera la carga requerida, a modo de factor de seguridad.

A continuación, se calcula la fuerza producida por dicha carga.

$$W = m * g \tag{Ec. (6)}$$

$$W = 300kg * 9.8 \frac{m}{s^2} = 2.94 kN$$

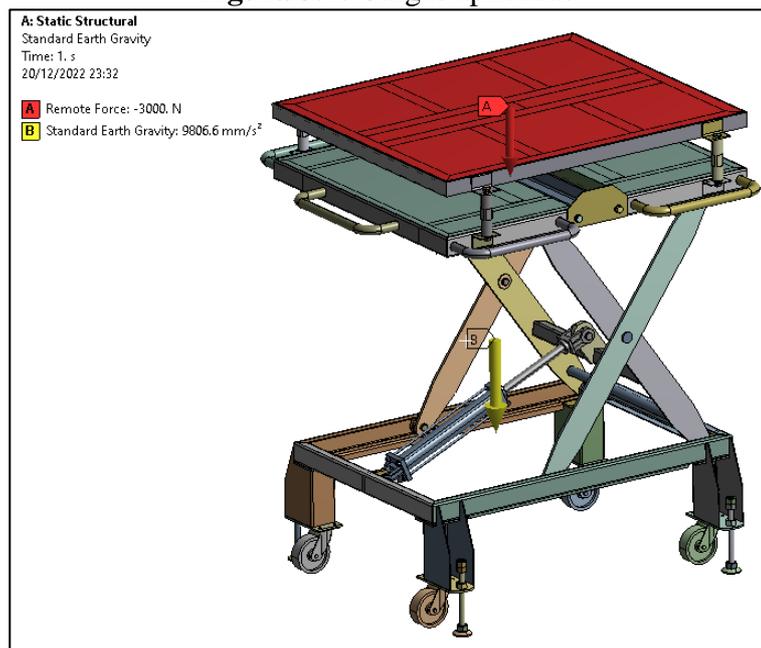
Tabla 3.2 Cargas aplicadas en la simulación

DESCRIPCIÓN	VALOR
D: Carga muerta	215 kg
L: Carga viva	300 kg

Fuente: Elaboración propia.

En donde se estableció la carga muerta o peso de la elevadora (D- *dead*), así como la carga viva (L- *live*) que corresponde a la masa de los objetos que serán elevados mediante esta máquina. La carga viva fue de tipo distribuida a lo largo y ancho de la superficie correspondiente, mientras que el peso o carga muerta fue de tipo puntual, aplicado en el centro de gravedad de la mesa. Esto se muestra a continuación:

Figura 3.4: Cargas aplicadas.

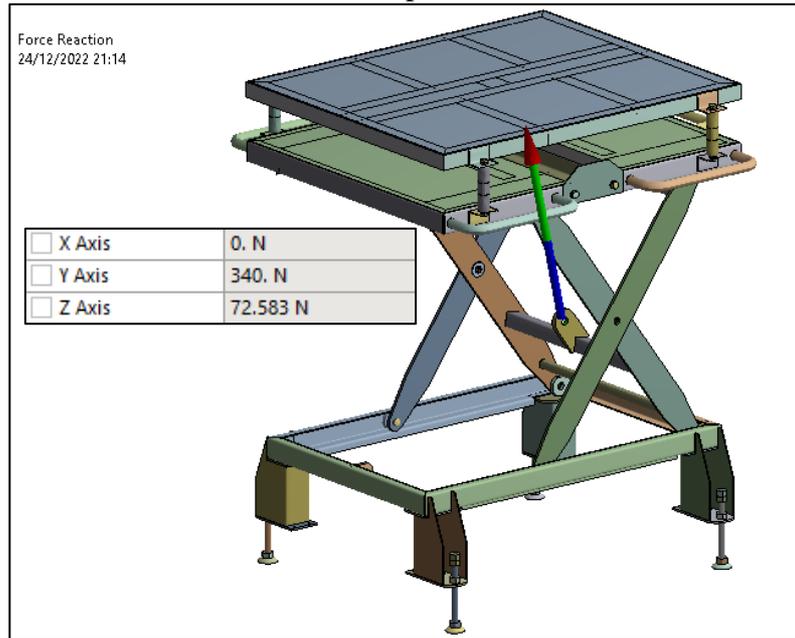


Fuente: Elaboración propia.

El análisis estructural de la elevadora se realizó en 2 etapas:

Primero, se impuso una restricción de desplazamiento E, como se mostró en **Figura 3.2**, y se realizó un primer análisis estructural, el cual permite determinar las reacciones en ese punto E, como en la siguiente figura:

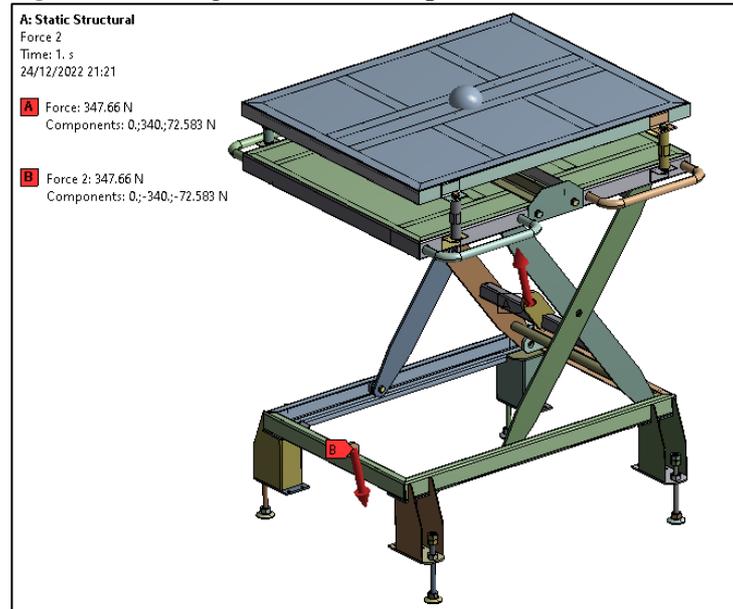
Figura 3.5: Reacciones de fuerza en el punto de unión cilindro hidráulico-mesa



Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior muestra las reacciones obtenidas en el cilindro de $F_Y = 340 \text{ N}$ y $F_Z = 72,583 \text{ N}$. Luego, como segunda etapa, se aplicaron estas fuerzas de reacción en las 2 uniones del cilindro hidráulico, como en la figura:

Figura 3.6: Cargas transmitidas por el cilindro hidráulico.

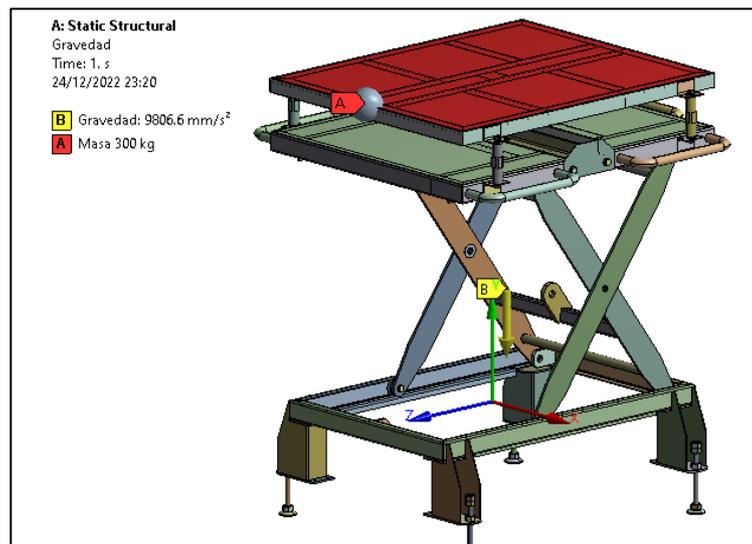
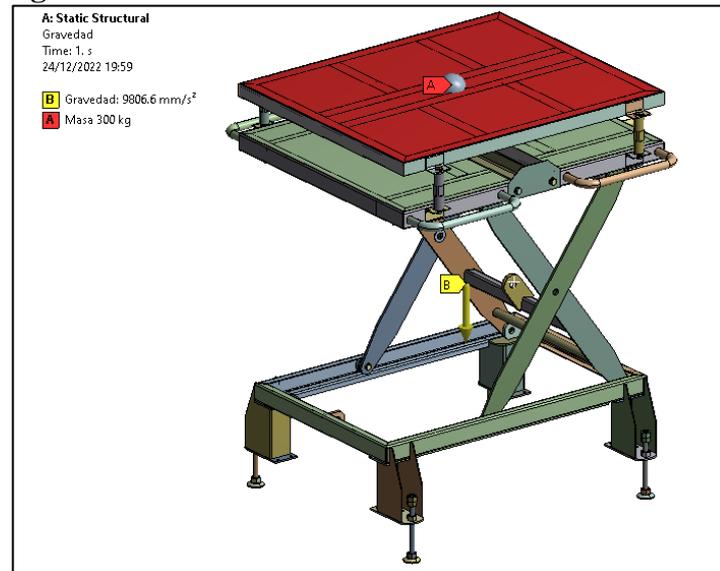


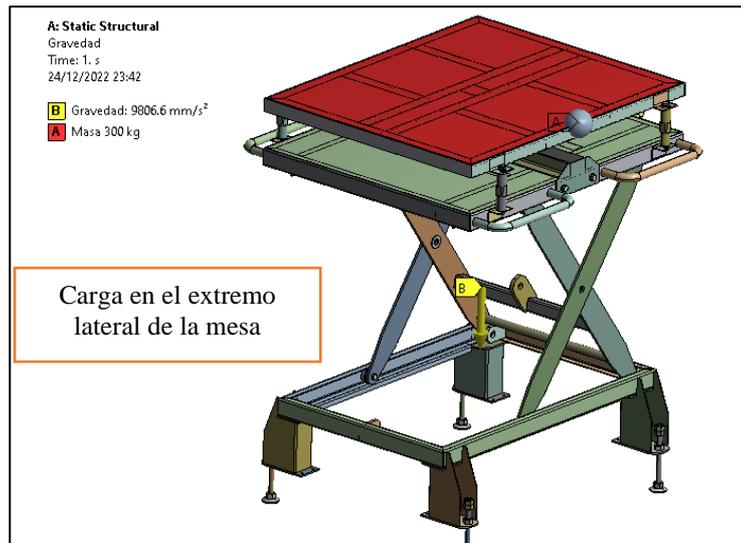
Fuente: Elaboración propia.

3.4. Casos de estudio

Para conseguir diferentes configuraciones en las simulaciones, el proceso anterior se evaluó en tres diferentes escenarios, en donde la carga se encuentra en la parte central de la plataforma, así como cuando se encuentra al costado lateral y al costado frontal de la misma. Esto fue realizado con el fin de ver el comportamiento de la mesa ante dichas cargas. En la siguiente figura se muestra lo expuesto anteriormente:

Figura 3.7: Casos de estudio evaluados en la simulación.



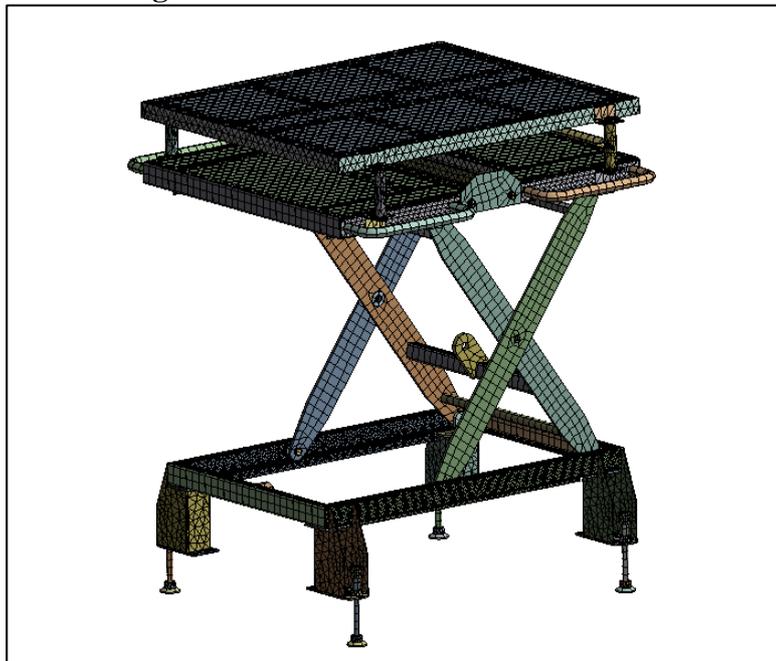


Fuente: Elaboración propia.

3.5. Discretización por elementos finitos

La geometría en estudio fue mallada en el módulo Meshing de Ansys, y se aprecia a continuación.

Figura 3.8: Mallado de la mesa elevadora



Fuente: Elaboración propia.

La malla realizada se constituye de elementos hexaédricos, que permiten una rápida convergencia de los resultados, sin embargo, geometrías más complejas como el bastidor, fueron de elementos tetraédricos, pues resulta más sencillo mallar de esta manera (Schneider, et al., 2022).

En cuanto al número de elementos y refinamiento, se aplicaron tres grados diferentes para evaluar la convergencia de malla, como se muestra a continuación.

3.6. Análisis de convergencia de malla

Para comprobar la independencia de malla en los resultados obtenidos, se realizaron tres grados de refinamiento, con diferentes números de elementos como se muestra a continuación. Esto se realizó en el caso 1, con la carga en la parte central de la mesa, para tener una referencia y poder aplicar al resto de casos.

Tabla 3.3: Análisis de convergencia de malla

Refinamiento	Número de elementos	Esfuerzo máximo, MPa
Fino	5,4 e6	65,021
Medio	3,5 e6	64,576
Grueso	1e2 e6	59,076

Fuente: Elaboración propia.

Donde se aprecia que la malla media es bastante cercana a los resultados de la malla fina. Esta malla fue la que se utilizó en los casos de estudio mostrados anteriormente.

CAPÍTULO 4

COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

En base a las simulaciones de los casos expuestos anteriormente, y con el fin de garantizar el que el diseño cumpla con las mejores características y las exigencias propuestas, se prefiere:

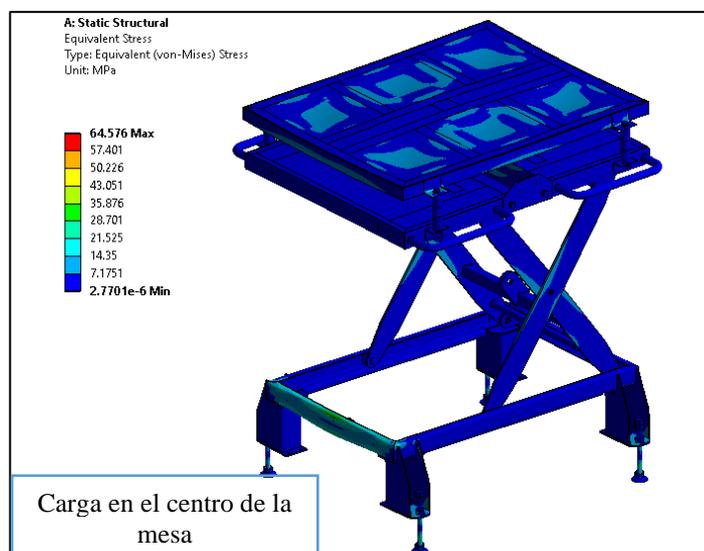
- Minimizar el esfuerzo máximo
- Maximizar el factor de seguridad
- Maximizar la respuesta a la deformación

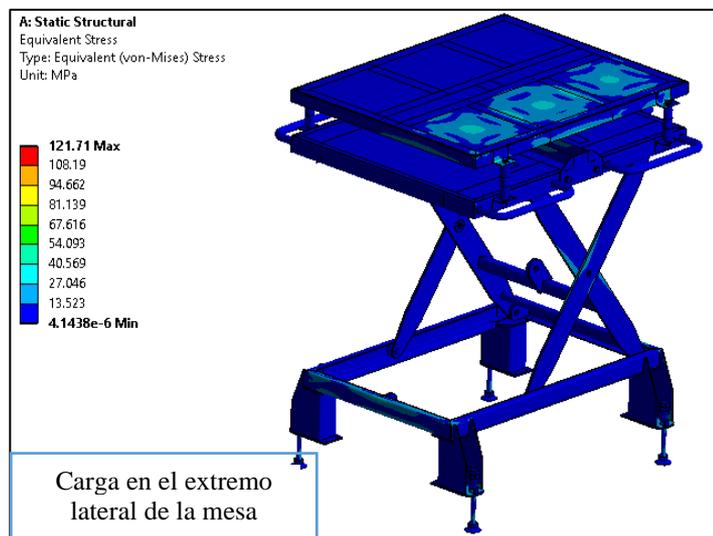
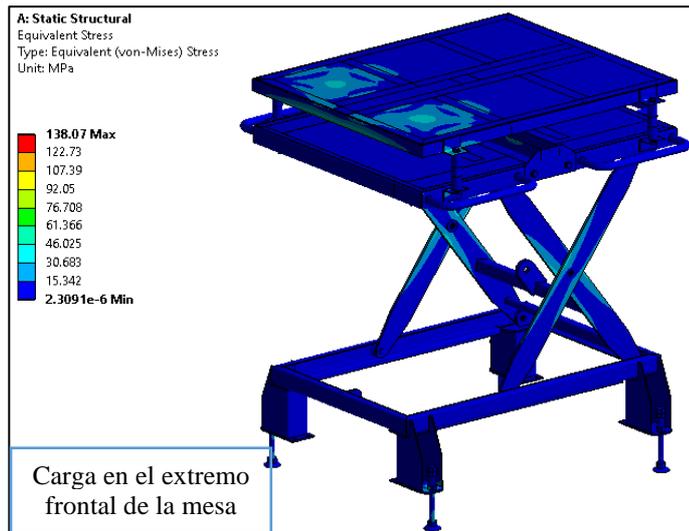
Los modelos en estudio presentaron los siguientes resultados:

4.1. Análisis de esfuerzos

El análisis de esfuerzos fue realizado con respecto a los esfuerzos equivalentes de von-Mises, presentados en la **Figura 4.1**. En ella se puede apreciar el máximo nivel de esfuerzos en cada uno de los tres casos evaluados. Estos altos valores están localizados en las barras horizontales de las bases de la estructura, y consecuentemente, son los elementos críticos del diseño, donde se debe considerar el factor de seguridad. Las barras trabajan a flexión al soportar la carga requerida, como se aprecia en esta figura.

Figura 4.1: Medidas equivalentes de von-Mises obtenidos en la simulación.





Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se muestra que el máximo esfuerzo es:

Tabla 4.1: Resultados: esfuerzo máximo en los tres casos de estudio

Caso	Esfuerzo máximo, Mpa
Carga central distribuida	64,576
Carga extremo frontal puntual	138,07
Carga extremo lateral puntual	121,71

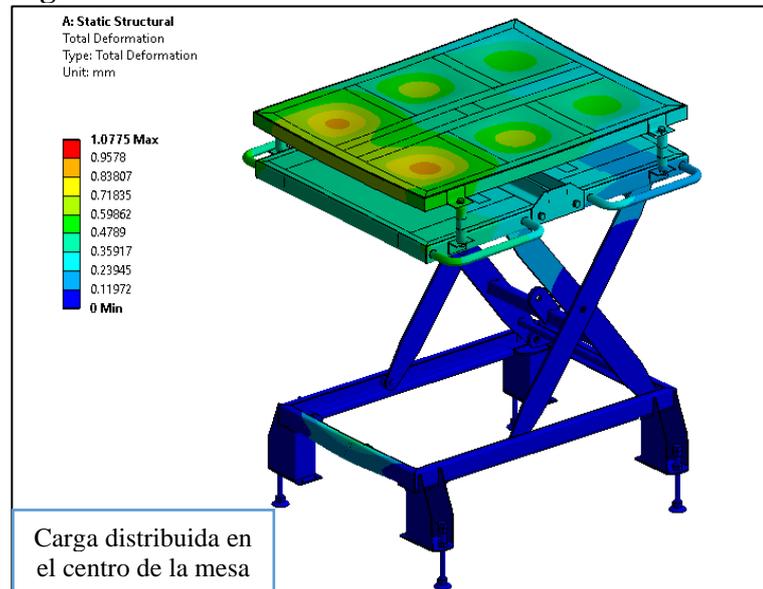
Fuente: Elaboración propia.

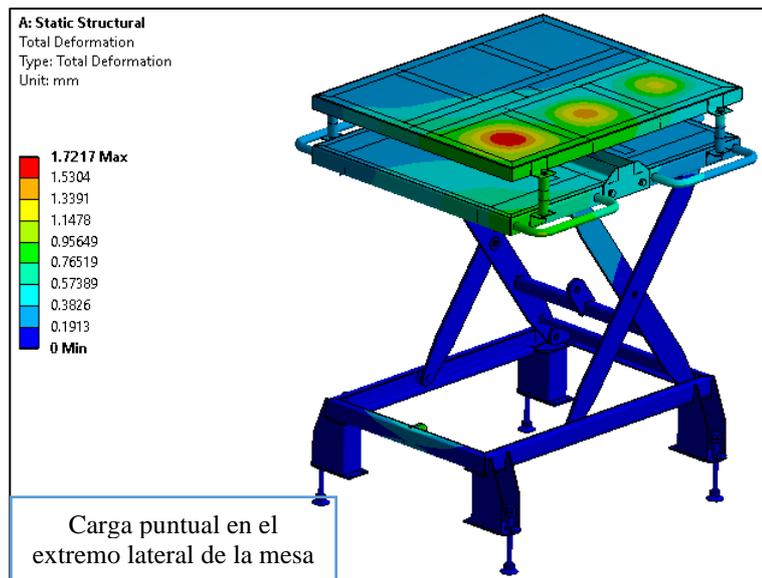
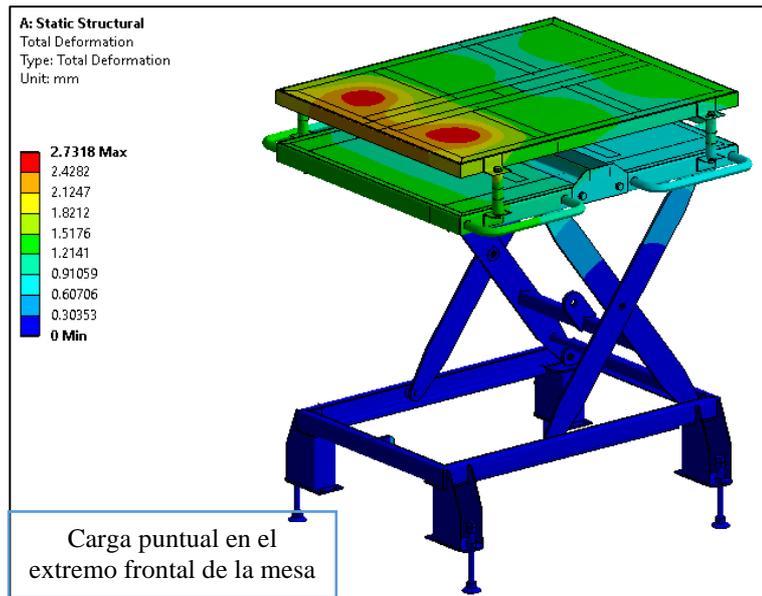
Con lo anterior, se puede asegurar que en caso de carga distribuida de la mesa es el más seguro por tener el menor nivel de esfuerzos. Esto quiere decir que el material de la mesa es menos propenso a fallar cuando la carga es central en la plataforma. Por otra parte, entre los casos de carga puntual en los extremos laterales de la mesa, el caso más crítico es el de carga frontal, puesto que el esfuerzo es el mayor de los tres casos. Este caso es el mayor por la forma no simétrica de la mesa en cuanto a zonas laterales, es decir, la mesa no es la misma en una dirección que con respecto a la otra.

4.2. Análisis de deformaciones

Al realizar el análisis de deformaciones, como se muestra en la Figura 4.2, es evidente que la mesa se deforma asimétricamente, con una tendencia hacia el lado del cilindro y pistón, en los tres casos. La deformación máxima se ubica precisamente en el lado del cilindro en el bastidor, pues este elemento permite el movimiento de los componentes y tienen mayor capacidad de absorción de energía, es decir puede ser susceptible a movimientos más pronunciados que el resto de los elementos de la estructura.

Figura 4.2: Deformaciones obtenidas en la simulación.





Fuente: Elaboración propia.

Las deformaciones máximas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.2: Resultados: deformaciones máximas en los tres casos de estudio

Caso	Deformación máxima, mm
Carga central distribuida	1,077
Carga puntual extremo frontal	2,732
Carga puntual extremo lateral	1,722

Fuente: Elaboración propia.

La máxima deformación f fue la del caso 2, con la carga en el extremo frontal, que obtuvo un valor de 2.732 mm y representa el peor de los casos. Estas deformaciones, al ser evaluadas con la condición de aceptación de ser menores que $\frac{L}{500} = 2,4$ donde $L = 1200 \text{ mm}$, permiten determinar que el caso 1 y 3 cumple con dicha condición, pero el caso 2 no:

$$f \leq \frac{L}{500} \quad \text{Ec. (7)}$$

Caso 1: $f = 1,077 \text{ mm} \leq 2,4 \text{ mm}$

Caso 2: $f = 2,732 \text{ mm} > 2,4 \text{ mm}$

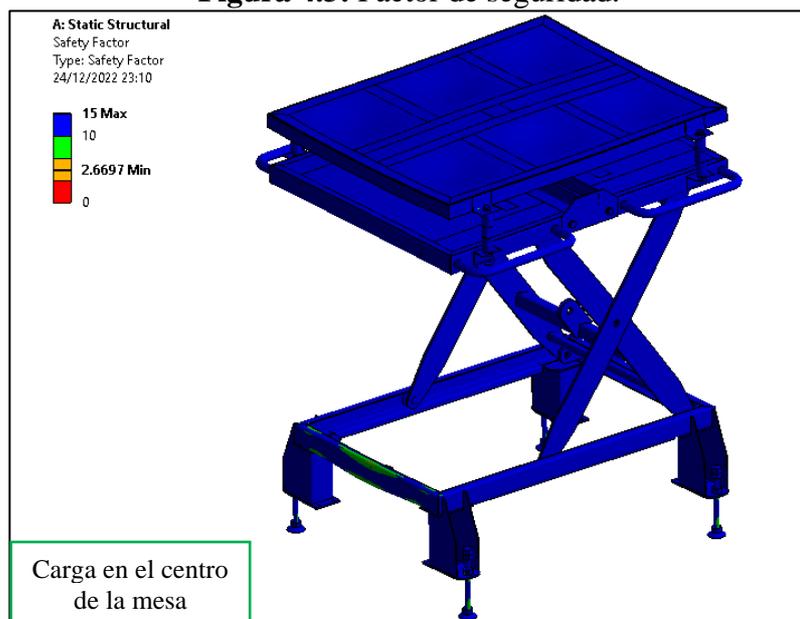
Caso 3: $f = 1,722 \text{ mm} \leq 2,4 \text{ mm}$

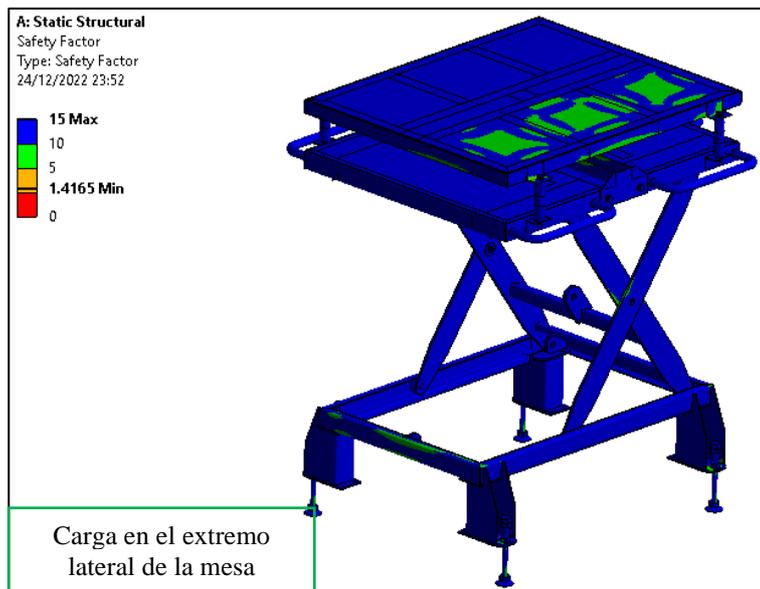
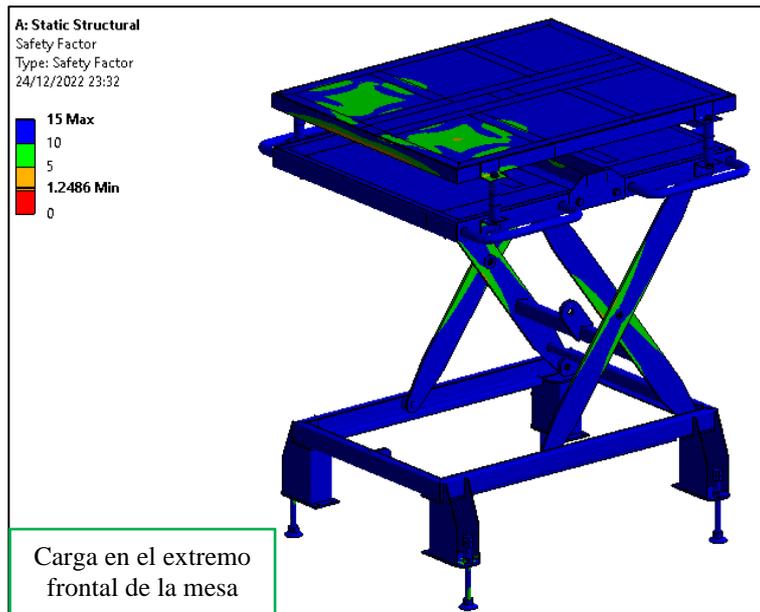
Entonces, el caso 2 queda descartado por no cumplir con la condición establecida, y como se verá más adelante, el factor de seguridad será el mínimo, siendo un caso de riesgo montar la carga en esta posición (en el extremo frontal de la mesa).

4.3. Factor de Seguridad

De acuerdo con la simulación, el factor de seguridad para cada caso es de:

Figura 4.3: Factor de seguridad.





Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.3 Resultados: factor de seguridad en los tres casos de estudio

Caso	Factor de seguridad, -
Carga central	2,669
Carga extremo frontal	1,249
Carga extremo lateral	1,416

Fuente: Elaboración propia.

Donde el mayor factor de seguridad se lo lleva el primer caso (carga central), y el menor factor de seguridad corresponde al segundo caso (carga en la parte extrema frontal de la mesa). Como comprobación, el nivel de esfuerzo que soportan los elementos debe ser menor que los 2/3 del esfuerzo de fluencia del acero ASTM A36 ($\sigma_e = 250 \text{ MPa}$), como se planteó en el diseño:

$$\sigma_{max} \leq \frac{2}{3} \sigma_e \quad \text{Ec. (8)}$$

Caso 1: $64,576 \text{ MPa} \leq 166.66 \text{ MPa}$

Caso 2: $138,07 \text{ MPa} \leq 166.66 \text{ MPa}$

Caso 3: $121,71 \text{ MPa} \leq 166.66 \text{ MPa}$

4.4. Análisis de resultados:

De los resultados anteriores, resumidos en la **Tabla 4.4**: Resumen de resultados de la simulación **Tabla 4.4** se puede notar que el caso 1 presenta menor nivel de esfuerzo máximo, menores deformaciones máximas y, por consiguiente, mayor factor de seguridad, siendo este el caso más seguro para transportar la carga de quesos en la institución en estudio. Por la parte de los casos 2 y 3, con carga ubicada en los extremos frontal y lateral de la mesa, respectivamente, se nota mayor esfuerzo, tanto como deformaciones y menor factor de seguridad en el caso 2, por lo que este caso es el menos favorable para el transporte de la carga en la planta de alimentos. Es así que el caso 3 queda intermedio, pero de todos modos no es recomendable por cuanto el factor de seguridad no supera el 1,5 (Bowles, 1992) y es muy cercano a 1,25 del caso 2.

Tabla 4.4: Resumen de resultados de la simulación

Caso de carga	Esfuerzo máximo, MPa	Deformación máxima, mm	Factor de seguridad, -
1. Central	64,576	1,077	2,669
1. Extremo frontal	138,07	2,732	1,249
3. Extremo lateral	121,71	1,722	1,416

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1. Comparación del factor de seguridad frente a otros materiales

De forma análoga a lo visto en el apartado 4.3, si se reemplaza el material de la mesa por otros materiales, se podría analizar el comportamiento de esta en términos de factor de seguridad. Se considera los mismos esfuerzos obtenidos en la simulación.

Por ejemplo, si la mesa estuviera construida de Aluminio, cuyo esfuerzo de fluencia es 145 MPa (Bowles, 1992), el factor de seguridad, de acuerdo con la Ec. (8) sería:

$$\sigma_{max} \leq \frac{2}{3} * 145 \quad \text{Ec. (9)}$$
$$\sigma_{max} \leq 96.666 \text{ MPa}$$

Caso 1: $64,576 \text{ MPa} \leq 96.66 \text{ MPa} \rightarrow fs = 1.49$

Caso 2: $138,07 \text{ MPa} > 96.66 \text{ MPa} \rightarrow fs = 0.70$

Caso 3: $121,71 \text{ MPa} > 96.66 \text{ MPa} \rightarrow fs = 0.79$

Que indica que solo el caso 1 sería aplicable, mientras que en los casos 2 y 3 la mesa no soportaría la carga y el material fallaría. Cabe destacar que, debido a la baja soldabilidad del aluminio, construir la mesa elevadora con este material no resultaría beneficioso, pues para poder soldar este material se requiere de tecnología más sofisticada como la soldadura por gas inerte (MIG), que implica una mayor inversión de capital (OXGASA, n.d.).

Por último, si la mesa estuviera constituida de acero inoxidable AISI 1045, cuyo esfuerzo de fluencia es 310 MPa (Bowles, 1992), los esfuerzos deberían ser menores a 206.666 MPa, y el factor de seguridad para cada caso sería:

$$\sigma_{max} \leq \frac{2}{3} * 310 \quad \text{Ec. (10)}$$
$$\sigma_{max} \leq 206.666 \text{ MPa}$$

Caso 1: $64,576 \text{ MPa} \leq 206.66 \text{ MPa} \rightarrow fs = 3.20$

Caso 2: $138,07 \text{ MPa} > 206.66 \text{ MPa} \rightarrow fs = 1.49$

Caso 3: $121,71 \text{ MPa} > 206.66 \text{ MPa} \rightarrow fs = 1.69$

En donde todos los casos serían favorables, con factores de seguridad mayores a 1.49. Sin embargo, optar por construir la mesa con este tipo de acero implicaría un costo muy elevado de materia prima.

4.4.2. Carga máxima aplicable

A modo de comparación, si se considera comportamiento lineal de la carga respecto a los esfuerzos producidos, el valor máximo de la carga sería proporcional en cada caso, como en la Ec. (11). De donde, para cada caso, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 4.5 y **Figura 4.4**

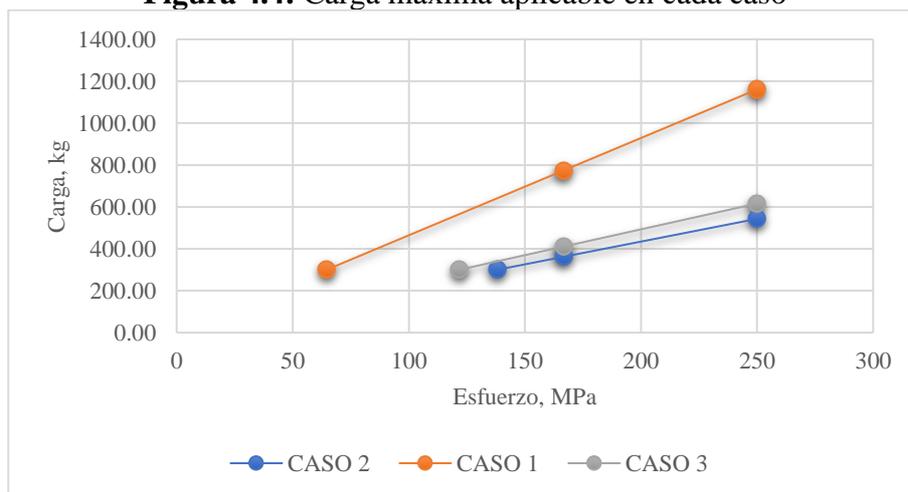
$$\frac{W_{max}}{\sigma_{max}} = \frac{W_i}{\sigma_i} \quad \text{Ec. (11)}$$

Tabla 4.5: Carga máxima para cada caso

CASO 1 Carga central		CASO 2 Carga en extremo frontal		CASO 3 Carga en extremo lateral	
Esfuerzo, Mpa	Carga, kg	Esfuerzo, Mpa	Carga, kg	Esfuerzo, Mpa	Carga, kg
64,576	300,00	138,07	300,00	121,71	300,00
166,667	774,28	166,667	362,14	166,667	410,81
250	1161,42	250	543,20	250	616,22

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4: Carga máxima aplicable en cada caso



Fuente: Elaboración propia.

En esta gráfica se puede notar que el caso 1 soporta mayor carga en cada nivel de esfuerzos.

Se analizaron tres niveles de esfuerzos:

- El primero es el esfuerzo máximo obtenido de la simulación,
- el segundo es el esfuerzo máximo permisible ($2/3 * \sigma_e = 166.66 \text{ MPa}$), de acuerdo con (Bowles, 1992)
- y el último es el esfuerzo de fluencia ($\sigma_e = 250 \text{ MPa}$)

En base a ellos es posible estimar la carga máxima que resistiría la mesa antes de fallar. El primer nivel de esfuerzos se toma como referencia para saber en qué punto se encuentra trabajando la elevadora. El segundo nivel de esfuerzos representa el límite permisible, donde es recomendable no incrementar la carga por motivos de seguridad. El último nivel de esfuerzo, donde se alcanza los 250 MPa de límite elástico, representa la falla, donde se da la deformación plástica en el material, es decir, deformaciones irreversibles (Bowles, 1992).

Entonces, la mesa con carga central (caso 1), que fue el mejor caso de los tres evaluados, indica que se puede cargar hasta con 774.28 kg para llegar al límite recomendado, y si la carga llega a superar los 1161.42 kg, el material fallará, produciendo deformaciones y/o rupturas del metal estructural. Análogamente con los casos 2 y 3 (carga en extremos lateral y frontal, respectivamente), muestran los niveles máximos de carga aplicable en los niveles de esfuerzo críticos, como se mostró en la Tabla 4.5, siendo menos resistentes ante altas cargas.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se diseñó una mesa elevadora para solventar las necesidades de seguridad de la Cooperativa de Producción Agropecuaria “El Salinerito” del Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, cumpliendo con las especificaciones de carga y seguridad.

La mesa fue diseñada en acero estructural ASTM A36, a partir de modelos de una sola tijera, o tijeras dobles, con el fin de seleccionar entre una de ellas a la mejor alternativa de diseño. La mesa que mejores prestaciones tuvo fue la del modelo 1, con un peso de 215 kg y un costo estimado de \$ 2579,13.

En la parte de diseño, la mesa actuó bajo tres casos de carga distribuida: uno con la masa centrada en la parte central de la plataforma, otro en el extremo frontal y el último en el extremo lateral de la misma, de los cuales el primero obtuvo mejores resultados.

En la simulación se pudo comprobar que los esfuerzos máximos para el primer caso fueron de 64.576 MPa, lo que implica un factor de seguridad de 2.67, mientras que el segundo y tercer caso obtuvieron altos esfuerzos, alcanzando los 138.07 MPa, y 121.71 MPa, respectivamente, y bajos factores de seguridad, de 1.25 para el segundo, y 1.42 para el tercero.

Así mismo, las deformaciones fueron mínimas para el primer caso, siendo de 1.077 mm respecto a los otros casos que obtuvieron 2.732 mm para el segundo caso, y 1.722 mm para el tercer caso, donde el segundo superó los 2.4 mm condicionados por el diseño.

La mesa diseñada puede someterse hasta una carga permisible de 774.28 kg sin afectar el factor de seguridad, sin embargo, puede superar este valor hasta 1161.42 kg, instante en el cual el material fallará, produciendo accidentes laborales.

RECOMENDACIONES

Es recomendable diseñar la mesa en acero ASTM A36 y no en otros materiales como aluminio o acero inoxidable, debido a su baja soldabilidad e incremento exagerado de los costos, respectivamente.

Se recomienda, en la parte de simulación, utilizar las condiciones correspondientes para las juntas entre los diversos elementos que componen el diseño, evitando de esta manera resultados erróneos.

Para una estimación de costos más cercana a la realidad, es recomendable realizar cotizaciones a los distribuidores locales de acero, o revisar catálogos correspondientes a máquinas y herramientas que no se encuentren en el país, como el cilindro hidráulico.

Respecto a la parte de la simulación, para garantizar resultados correctos, es mejor probar diferentes grados de refinamiento, con las mismas cargas, y así garantizar la independencia de malla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Bibliografía

- Almeida, C., & García, J. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR MÓVIL ELECTROHIDRÁULICO TIPO TIJERA CON CAPACIDAD DE CARGA DE 500 KILOGRAMOS PARA EL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA*. Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12552/3/UPS-KT01254.pdf>
- ANSYS. (2013). *ANSYS Mechanical User's Guide PDF*. Canonsburg: SAS IP, Inc. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/341072012/ANSYS-Mechanical-User-s-Guide-pdf>
- Aparicio, F., Vera, C., & Díaz, V. (2001). *Teoría de los Vehículos Automóviles*. Madrid. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/351110516/Teoria-de-Los-Vehiculos-Automoviles#>
- ASTM. ((s.f)). *Designation: A 36/A 36M – 00a*. United States: America Society for Testing and Materials.
- Badillo, J. (2004). *Mecánica de suelos II*. México D.F.: LIMUSA. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=FK7MgzYtR6EC&pg=PA455&dq=capacidad+mecanica&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiL1Mvn9fX5AhXgsIQIHRdiDPUQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=capacidad%20mecanica&f=false>
- Bauer, W. (2011). *Física para Ingeniería y Ciencias (Vol. 1)*. Mc Graw Hill. Retrieved from <https://www.pdfdrive.com/fisica-para-ingenieria-y-ciencias-volumen-1-e185937858.html>
- Beer, F. (2010). *Mecánica Vectorial para Ingenieros-Estática*. New York: McGraw Hill. Obtenido de https://frh.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/52831/mod_resource/content/2/000-mecnica-vectorial-paraingenieros-8-edicion.pdf
- Bowles, J. E. (1992). *Diseño de Acero Estructural*. Colombia: Grupo Noriega.
- Cedillo, J. (2017). *Diseño de elementos de máquinas*. Ciudad de México: Alfaomega. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=8n14EAAAQBAJ&pg=PA23&dq=restricciones+de+movimiento+maquinaria&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjy0Nan_v5AhX5dDABHSlgA7IQ6AF6BAgHEAI#v=onepage&q&f=false

- de las Heras, S. (2011). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Barcelona: Factoria. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=y_hoBQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=potencia+bombas+hidraulicas&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=potencia%20bombas%20hidraulicas&f=false
- Delmar Publishers. (1968). *El taladro de columna*. México: Editorial Reverte Mexicana. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=bxhfZ6kwijQC&pg=PA8&dq=taladro+de+banco&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjE2eCC-uv5AhVbRjABHeSXD5UQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=taladro%20de%20banco&f=false>
- Dover. (08 de 2022). *Perfiles estructurales*. Obtenido de <https://dover.es/perfiles-estructurales-acero-inoxidable/>
- Estela, D. (2016). *DISEÑO DEL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL PARA OPTIMIZAR LA OPERATIVIDAD DE UNA PERFORADORA HIDRÁULICA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE-2016*. TRUJILLO: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/9127/estela_ud.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- FESTO. (08 de 2022). *FESTO-Didactic*. Obtenido de <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/fluid-power/562/componentes-neumaticos/cilindro-de-doble-efecto.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC41NjQuMzUxNA>
- Flores, J. (2014). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO OLEO HIDRÁULICO PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE MOTORES DE HASTA UNA TONELADA*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4693/1/65T00167.pdf>
- Fowler, B. (1996). *Dynamics Engineering Mechanics*. Harlow: Addison Wes.
- Gruppo Salinas. ((2021a)). *Anuario Gruppo Salinas 2021*. . Obtenido de Salinerito.: <https://salinerito.com/wp-content/uploads/2022/07/anuario-gruppo-salinas-2021.pdf>
- Gruppo Salinas. (2021b). *¿Quiénes somos?* Obtenido de Salinerito: <https://salinerito.com/gruppo-salinas/>
- Inkema. (n.d.). *Catálogo Mesas Elevadoras*. Catálogo comercial. Retrieved from

- <https://www.inkema.com/images/cms/catalogo-mesas-elevadoras.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (agosto de 2021). *Boletín Estadístico Número 26*. Obtenido de IESS:
https://www.iess.gob.ec/documents/10162/8421754/09_BOLETIN_ESTADISTICO_26_2021
- Jácome, W. (19 de 05 de 2014). *El Salinerito un ejemplo de economía solidaria*. Obtenido de Revista Líderes: <https://www.revistalideres.ec/lideres/salinerito-ejemplo-economia-solidaria.html>
- Jaramillo, H. (2018). *Mecánica de la fractura y análisis de falla en materiales*. Santiago de Cali: Universidad autónoma de occidente. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=7JfGDwAAQBAJ&pg=SA8-PA22&dq=seccion+critica+mecanica&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjZt4PH-PX5AhVRs4QIHaiYBdIQ6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=seccion%20critica%20mecanica&f=false>
- Jiménez, F., & Aparicio, F. (n.d.). CÁLCULO DE LA VELOCIDAD SEGURA DE CIRCULACIÓN DE LOS VEHÍCULOS AUTOMÓVILES EN FUNCIÓN DE LA GEOMETRÍA DE LA CARRETERA. COMPARACIÓN DE MODELOS. Retrieved from <http://creandoconciencia.org.ar/enciclopedia/accidentologia/modelos-fisicos-matematicos/CALCULO-DE-VELOCIDAD.pdf>
- Maldonado, M. (2016). *DISEÑO DE UNA PLATAFORMA ELEVADORA DE TIJERA. GENERACIÓN DE SU PROTOTIPO VIRTUAL Y SIMULACIÓN MECÁNICA*. Tesis de Grado, Universitat Politècnica de Valencia, Valencia. Retrieved from https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68914/TFG%20COMPLETO_14673872189144874399915212274064.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Martín, D. (2007). Comparación de tiempos de trayectos Metro-A Pie-Bici en la zona urbana de Barcelona. En D. Martín, *6. Desplazamientos a pie* (págs. 34-37). Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3316/55865-6.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Meriam, J. (1998). *Mecánica para ingenieros Dinámica*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=sRbeDwAAQBAJ&pg=PA130&dq=agarre>

+mecanica&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj-oenHp-
v5AhUMRTABHeZmBKkQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=agarre%20mecanica&
f=false

Metal Supermarkets. (2017). *Grade Guide: A36 Steel*. Retrieved from

<https://www.metalsupermarkets.com/grade-guide-a36-steel/>

Miravete, A. (2007). *Elevadores: Principios e innovaciones*. Zaragoza: Reverte. Obtenido de

<https://books.google.com.ec/books?id=AB8DEAAAQBAJ&pg=PA130&dq=pist%C3%B3n+hidr%C3%A1ulico&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiH5fO7--v5AhWtQTABHRkKBKgQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=pist%C3%B3n%20hidr%C3%A1ulico&f=false>

Mora García, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Obtenido de ELibro:

<https://doi.org/10.0/CSS/ALL.MIN.D74D1A5D029B.CSS>

Organización Mundial de la Salud. (12 de 2022). *WHO*. Obtenido de

<https://www.who.int/es>

OXGASA. (n.d.). *Manual del Soldador*. Retrieved from

<https://www.infrasal.com/industria/phocadownloadpap/manual%20del%20soldador.pdf>

PATEC. (23 de 01 de 2018). *Características mecánicas de los aceros*. Obtenido de Naves metálicas prefabricadas: <http://www.patec.org/naves-metalicas.php>

Popov, E. P. (2000). *Mecánica de Sólidos*. México: Pearson Education.

Razeto, L. (2010). ¿Qué es la economía solidaria? *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*(110), 47-52. Retrieved from

https://base.socioeco.org/docs/que_es_la_economia_solidaria_l.razeto.pdf

Riba, C. (2002). *Diseño Concurrente* (1 ed.). Catalunya: Edicions UPC.

Schneider, T., Hu, Y., Gao, X., Dumas, J., Zorin, D., & Panozzo, D. (2022). A Large-Scale Comparison of Tetrahedral and Hexahedral Elements for Solving Elliptic PDEs with the Finite Element Method. *ACM Trans*, 1(1). Retrieved from

<https://arxiv.org/pdf/1903.09332.pdf>

ANEXOS

ANEXO I. Solicitud

Guaranda, 29 de diciembre de 2022

Sr. Lic. Hugo Toalombo

Coordinador General de la Corporación Gruppo Salinas

Presente:

De mis consideraciones

Yo, Richard Esteban Espín López, con número de cédula C.I.1725589392, estudiante de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Quito, saludo a Usted muy comedidamente y a la vez que le deseo éxitos en sus delicadas funciones.

El motivo de la presente es para que quede como registro los parámetros de diseño de la elevadora de carga liviana que estoy elaborando para el proyecto de Tesis. Según lo analizado entre las opciones propuestas presentadas a Usted para constancia se escogió entre las diferentes opciones la elevadora tipo tijera, que levantará 300 kg de peso a una altura de 160 cm, con una base de 1.00 m por 1.20 m.

Por la atención que se de a la presente le anticipo mis más sinceros agradecimientos

Atentamente

Est. Richard Espín López



移動式シザース型高所作業車 - AHT - HYWEMA - Josef Schwahlen GmbH & Co.KG - 油圧式 / 屋内外使用 / コンパクト (directindustry.com)

ANEXO II. Ficha técnica del cilindro hidráulico



TR Series Double Acting Cylinders

Manufacturer	Zhejiang Handa Machinery Co., LTD.	Oil Port	NPT, NPTFG and SAE are available on request
Description	TR Series Double Acting Cylinders TR2014-112-ASAE-...	Seal Brand	Hallite
Part number	TR2014-112-ASAE-NPT3/8	Rod Type	Single rod
Construction	Tie-rod Construction	Paint	Black/Red. Custom colors are available



Product selection

Bore Inches	Rod end extended	A Inches(Millimeters)	B Inches(Millimeters)	C Inches(Millimeters)	E Inches(Millimeters)	G Inches(Millimeters)
2.000	Not extended	10.250(260.4)	0.189(4.80)	3/8NPT	2.440(62)	2.667(68)
2.000-ASAE	Extension 2"	12.250(311.15)	0.189(4.80)	3/8NPT	2.440(62)	2.667(68)
2.500	Not extended	10.250(260.4)	0.189(4.80)	3/8NPT	2.440(62)	2.667(68)
2.500-ASAE	Extension 2"	12.250(311.15)	0.189(4.80)	3/8NPT	2.440(62)	2.667(68)
3.000	Not extended	10.250(260.4)	0.189(4.80)	1/2NPT	2.717(69)	2.667(68)
3.000-ASAE	Extension 2"	12.250(311.15)	0.189(4.80)	1/2NPT	2.717(69)	2.667(68)
3.500	Not extended	10.250(260.4)	0.189(4.80)	1/2NPT	2.717(69)	2.667(68)
3.500-ASAE	Extension 2"	12.250(311.15)	0.189(4.80)	1/2NPT	2.717(69)	2.667(68)
4.000	Not extended	10.250(260.4)	0.189(4.80)	1/2NPT	2.717(69)	2.717(69)
4.000-ASAE	Extension 2"	12.250(311.15)	0.189(4.80)	1/2NPT	2.717(69)	2.717(69)

Obtenido de: <https://www.traceparts.com/en/product/zhejiang-handa-machinery-co-ltd-tr-series-double-acting-cylinders-tr2014112asaenpt38?Product=50-13122019-089222&PartNumber=TR2014-112-ASAE-NPT3%2F8>

ANEXO III. Ficha técnica de las ruedas

Datos técnicos

Diámetro de la rueda	125 mm
Ancho de banda de rodadura	40 mm
Medida de pletina	105 x 85 mm
Distancia de agujeros	80/77 x 60 mm
Diámetro de agujero	9 mm
Desplazamiento	40 mm
Interferencia de giro	205 mm
Altura total	155 mm
Temperatura	- 40 / + 80 °C
Normal	EN 12532
Peso de la rueda	0.884 kg
Radio giratorio	102.5 mm
Dureza del bandaje	Shore D 75
Capacidad de carga	275 kg
Capacidad de carga estática	550 kg

Ventajas en un vistazo

Resistencia a la rodadura	● ● ● ● ○
Ruido de movimiento	● ● ● ● ○
Desgaste	● ● ● ● ●
Protección contra el óxido	● ● ● ● ○

INFORMACION DE PRODUCTO

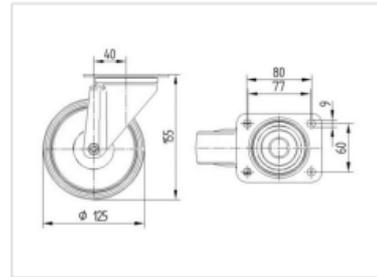
ALPHA

3470U00125P62

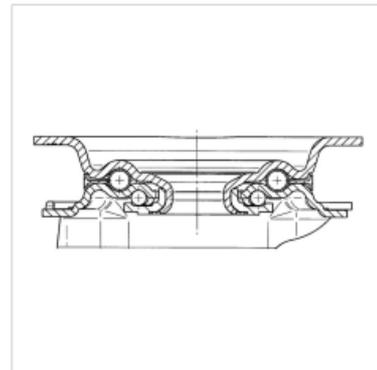
EAN 4031582010213

Rueda giratoria, Soporte de chapa de acero, zincadas, rodamiento giratorio de dos hileras de bolas, placa protectora del rodamiento giratorio, pletina de fijación. Núcleo de rueda de poliamida, buje liso

Dimensiones



Estructura y montaje



TENTE

BETTER MOBILITY. BETTER LIFE.



La foto puede diferir del producto original

INFORMACION DE PRODUCTO

ALPHA

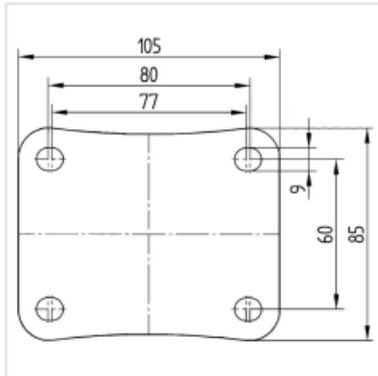
3470U00125P62

EAN 4031582010213



BETTER MOBILITY. BETTER LIFE.

Estructura y montaje

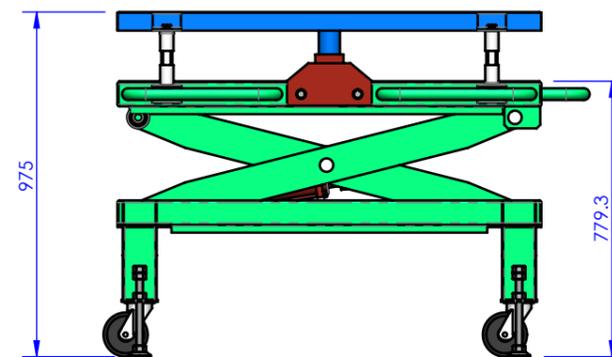
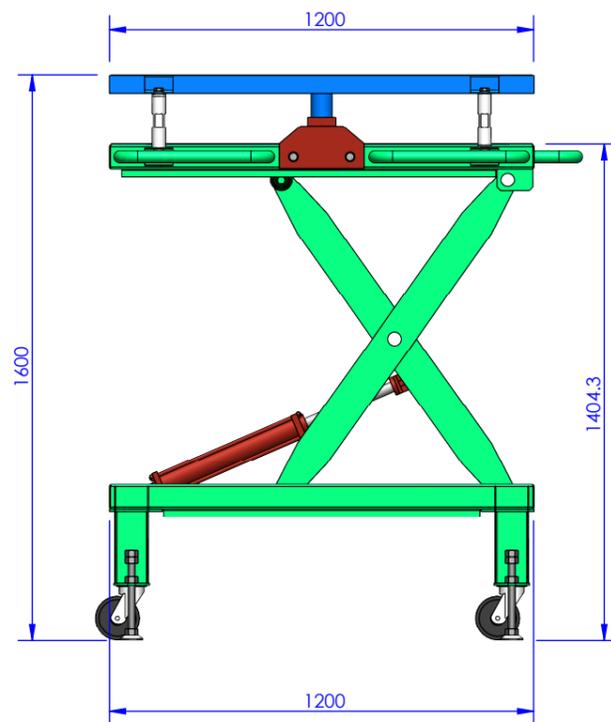
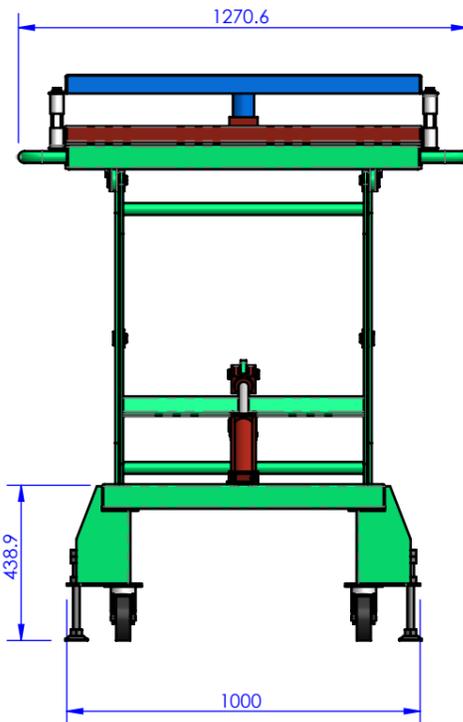
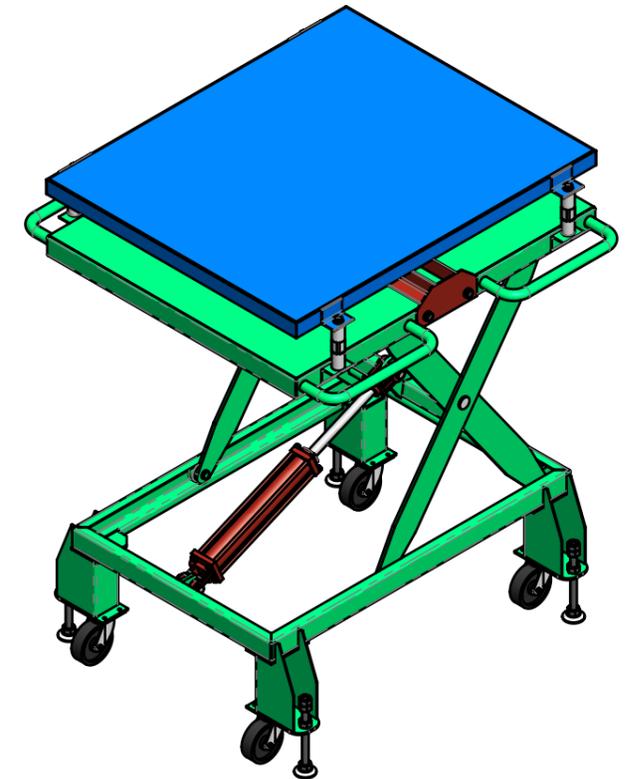
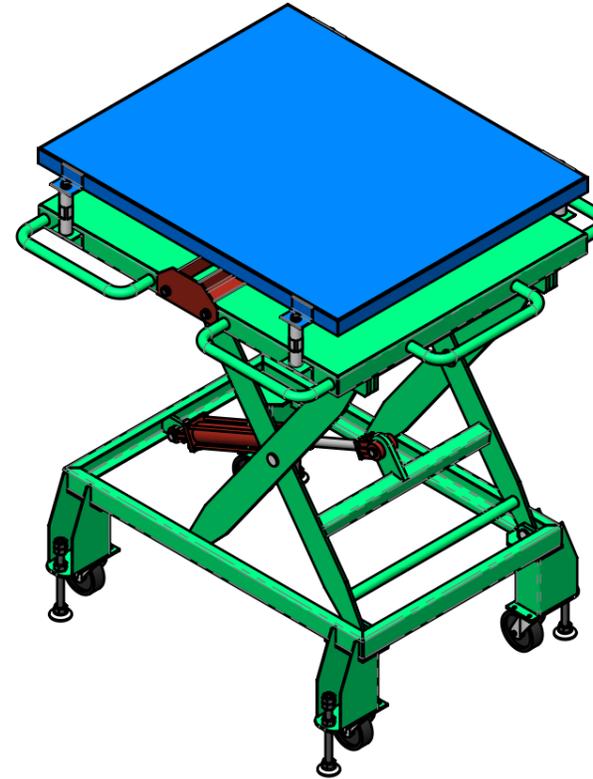
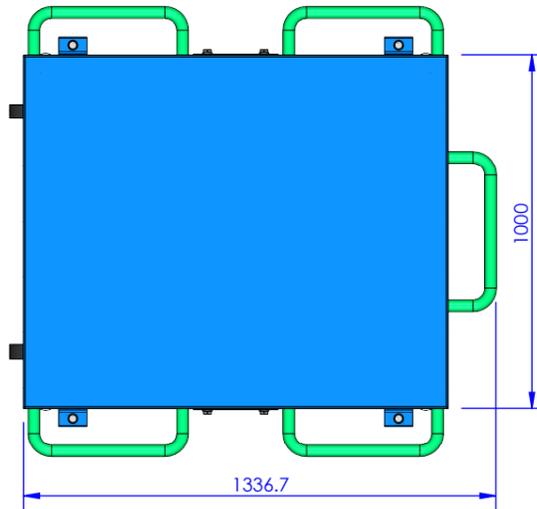


Obtenido de: https://media.tente.com/en-au/pdf/2332/0/3470UFR125P62+blue_EN.pdf

ANEXO V. Planos

Dimensiones del conjunto mecánico del Modelo 1

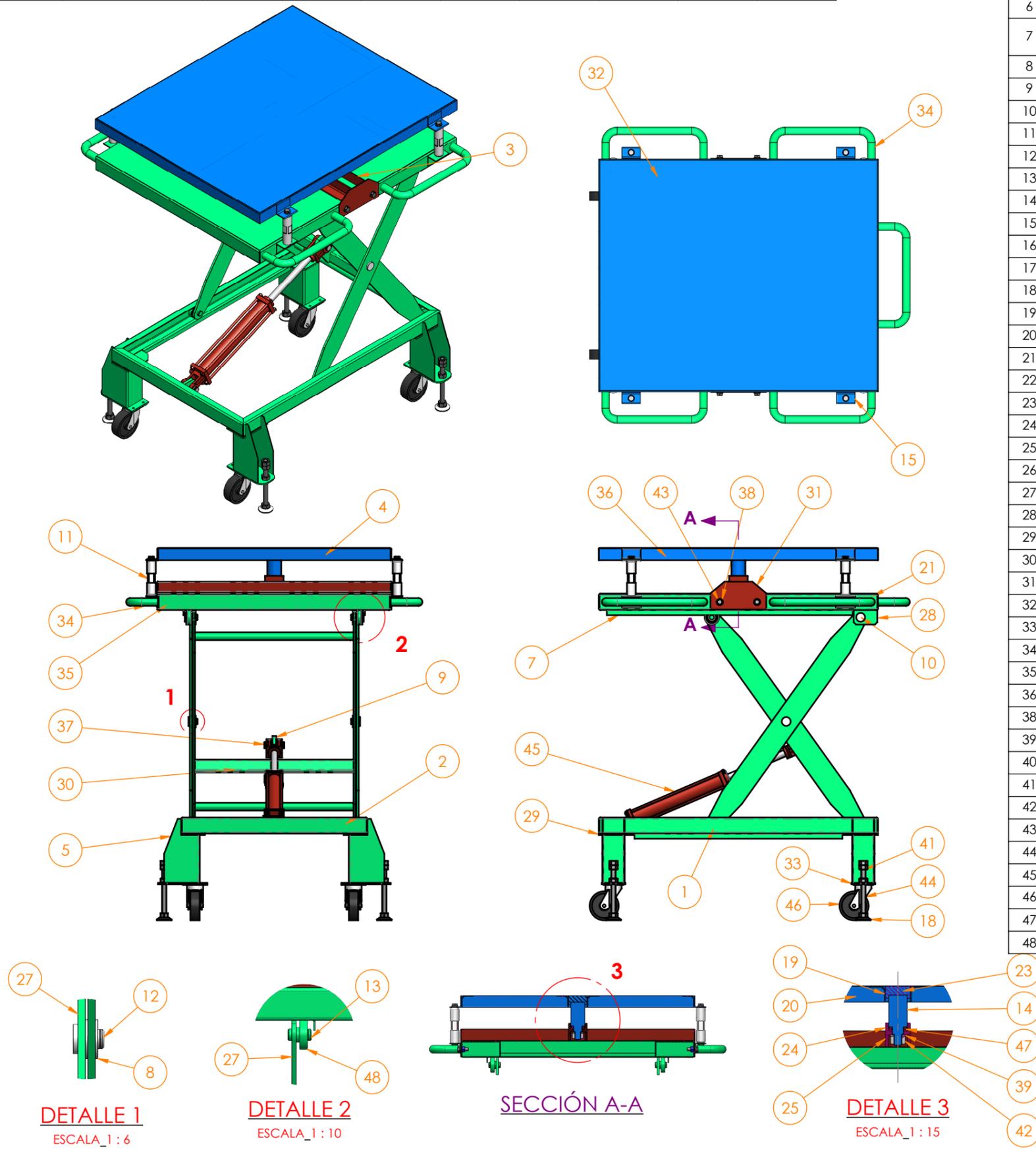
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ			LÁMINA : A-1
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-A000	UNIDAD : mm	ESCALA : IND.
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE : AUTOR	FECHA : 20/12/22
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ		Nº DE PLANO : A3

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
	Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

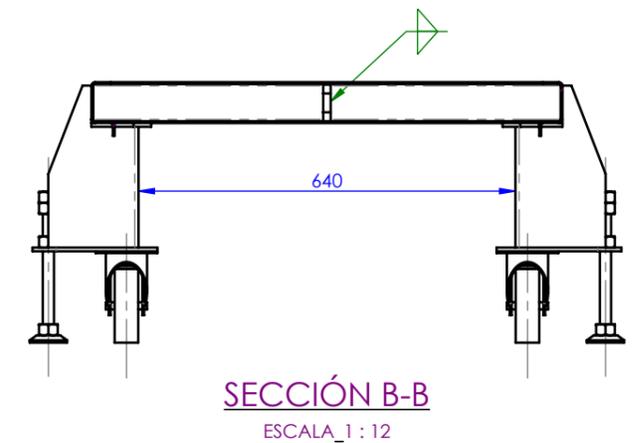
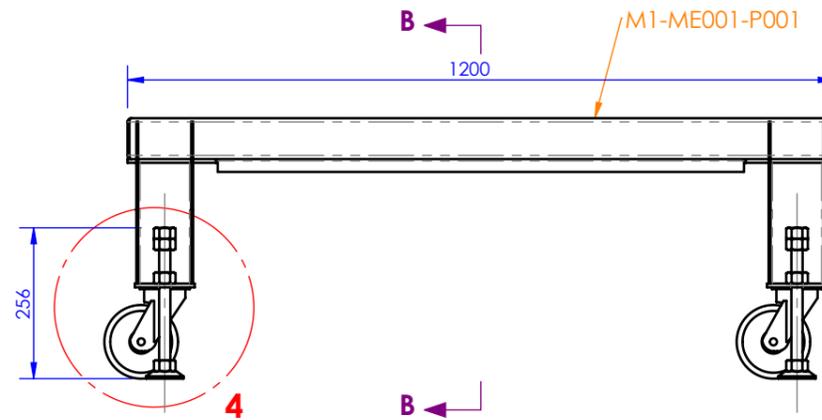
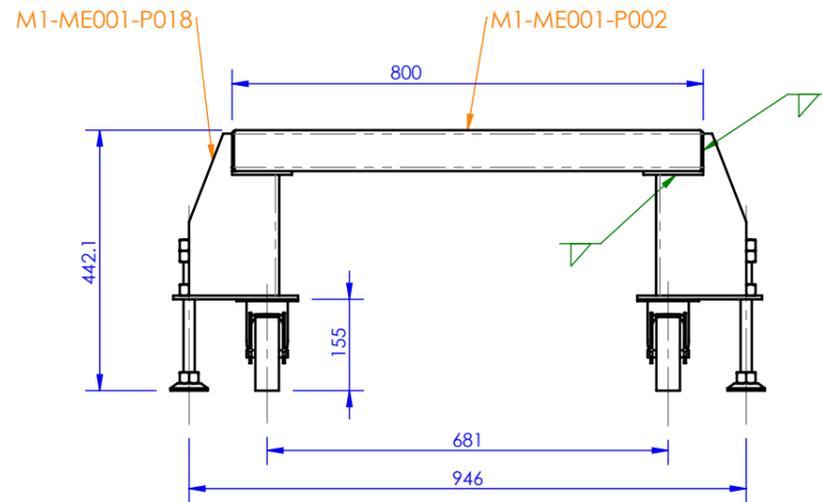
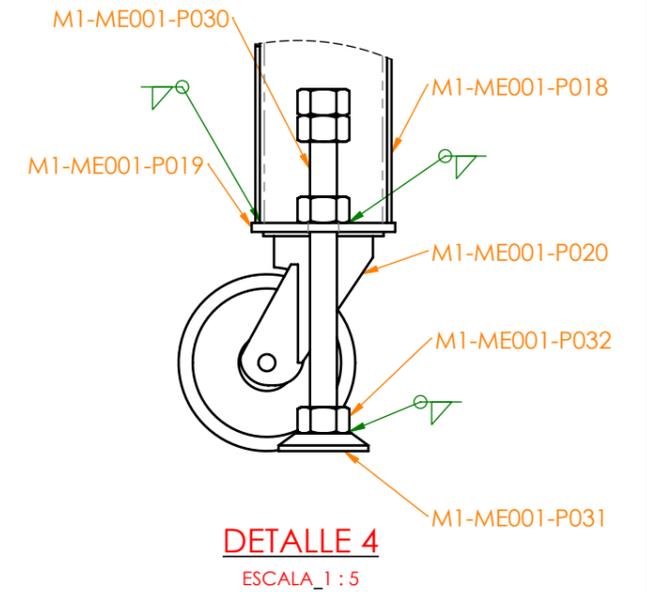
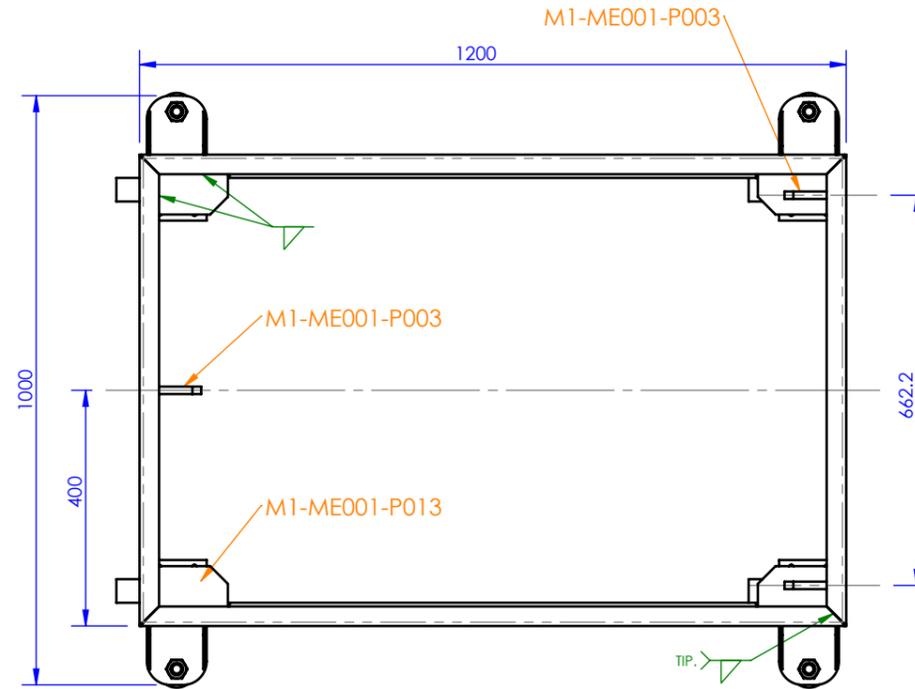
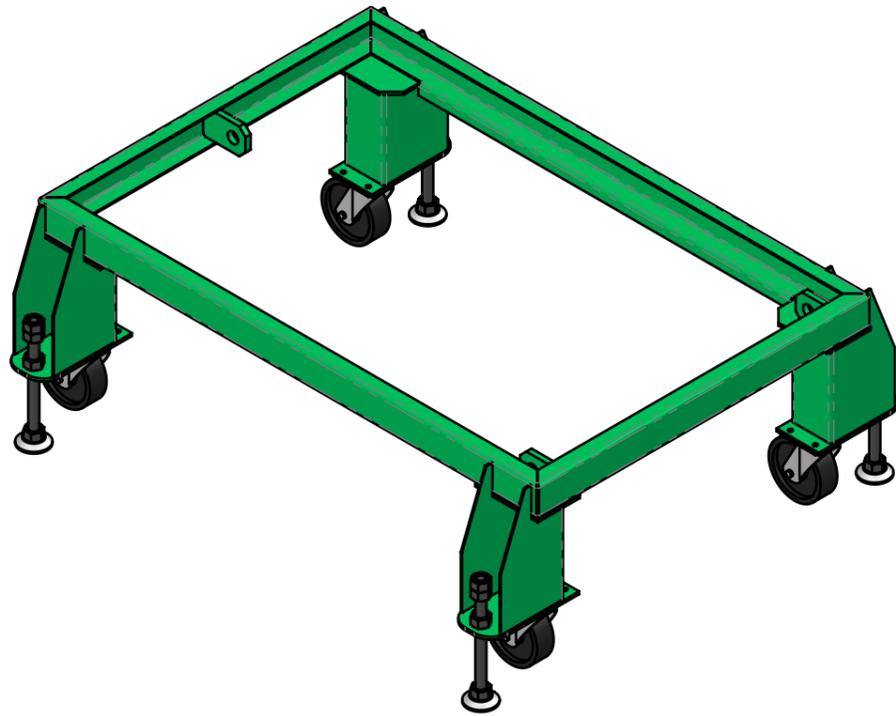
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO UNIT.	CANT.
1	M1-ME001-P001	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	148.0 x 1193.7 mm	ASTM A36	4.3 Kg.	2
2	M1-ME001-P002	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	123.0 x 793.7 mm	ASTM A36	2.4 Kg.	2
3	M1-ME001-P021	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	1000.0mm	ASTM A36	2.5 Kg.	2
4	M1-ME001-P023	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	1000.0mm	ASTM A36	2.4 Kg.	2
5	M1-ME001-P018	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	275.0 x 390.0 mm	ASTM A36	2.0 Kg.	4
6	M1-ME001-P012	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	166.6 x 1193.0 mm	ASTM A36	4.8 Kg.	1
7	M1-SimetríaME001-P012	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	166.6 x 1193 mm	ASTM A36	4.8 Kg.	1
8	M1-ME001-P009	PLANCHA DE 1/8 IN	50.0 x 50.0 mm	ASTM A36	0.0 Kg.	10
9	M1-ME001-P041	PLANCHA DE 3/8 IN	80.0 x 150.0 mm	ASTM A36	1.2 Kg.	1
10	M1-ME001-P008	BARRA Ø1 1/2 IN	55.0 mm	ASTM A36	0.2 Kg.	2
11	M1-ME001-P035	BARRA Ø1 1/2 IN	153.9 mm	ASTM A36	1.2 Kg.	4
12	M1-ME001-P036	BARRA Ø1 1/2 IN	39.0 mm	ASTM A36	0.2 Kg.	4
13	M1-ME001-P006	BARRA Ø1 1/4 IN	50.0 mm	ASTM A36	0.2 Kg.	4
14	M1-ME001-P028	BARRA Ø60 mm	161.0 mm	ASTM A36	2.6 Kg.	1
15	M1-ME001-P033	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	80.0mm	ASTM A36	0.2 Kg.	8
16	M1-ME001-P044	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	664.3mm	ASTM A36	5.4 Kg.	2
17	M1-ME001-P015	TUBO Ø1 IN - SCH 40	706.6 mm	ASTM A36	1.5 Kg.	1
18	M1-ME001-P031	PLANCHA DE 1/2 IN	63.5 x 63.5 mm	ASTM A36	0.2 Kg.	4
19	M1-ME001-P027	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	1187.0mm	ASTM A36	5.4 Kg.	2
20	M1-ME001-P043	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	453.0mm	ASTM A36	1.0 Kg.	4
21	M1-ME001-P007	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	123.0 x 1193.7 mm	ASTM A36	3.7 Kg.	2
22	M1-ME001-P014	TUBO Ø1 IN - SCH 40	681.2 mm	ASTM A36	1.4 Kg.	2
23	M1-ME001-P026	PLANCHA DE 1 1/2 IN	80.0 x 80.0 mm	ASTM A36	1.7 Kg.	1
24	M1-ME001-P024	PLANCHA DE 1 1/2 IN	80.0 x 80.0 mm	ASTM A36	1.2 Kg.	1
25	M1-ME001-P029	PLANCHA DE 1 1/2 IN	80.0 x 80.0 mm	ASTM A36	1.0 Kg.	1
26	M1-ME001-P003	PLANCHA DE 1/2 IN	62.0 x 101.6 mm	ASTM A36	0.6 Kg.	3
27	M1-ME001-P004	PLANCHA DE 3/8 IN	101.6 x 1160.0 mm	ASTM A36	8.0 Kg.	4
28	M1-ME001-P011	PLANCHA DE 1/2 IN	62.0 x 101.6 mm	ASTM A36	0.6 Kg.	4
29	M1-ME001-P013	PLANCHA DE 1/4 IN	101.6 x 150.0 mm	ASTM A36	0.7 Kg.	4
30	M1-ME001-P040	TUBO CUAD 50 x 50 x 3	681.2mm	ASTM A36	2.9 Kg.	1
31	M1-ME001-P025	PLANCHA DE 1/8 IN	120.0 x 240.0 mm	ASTM A36	0.6 Kg.	2
32	M1-ME001-P005	PLANCHA DE 2 mm	990.0 x 1190.0 mm	ASTM A36	18.5 Kg.	2
33	M1-ME001-P019	PLANCHA DE 1/4 IN	101.6 x 212.0 mm	ASTM A36	1.0 Kg.	4
34	M1-ME001-P038	TUBO DOBLADO Ø1 IN - SCH 40	617 mm	ASTM A36	1.3 Kg.	5
35	M1-ME001-P010	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	123.0 x 993.7 mm	ASTM A36	3.1 Kg.	2
36	M1-ME001-P022	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	1200.0mm	ASTM A36	2.9 Kg.	2
38	M1-ME001-P017	ARANDELA PLANA 1_2 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM F436	0.0 Kg.	12
39	M1-ME001-P046	ARANDELA PLANA 1 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM F436	0.1 Kg.	1
40	M1-ME001-P037	TUERCA HEX. 1_2 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A563	0.0 Kg.	4
41	M1-ME001-P032	TUERCA HEX. 3_4 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A563	0.1 Kg.	16
42	M1-ME001-P045	TUERCA HEX. 1 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A563	0.2 Kg.	1
43	M1-ME001-P016	PERNO HEX. 1_2 x 1 1_2 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A325	0.1 Kg.	12
44	M1-ME001-P030	PERNO HEX. 3_4 x 10 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A325	0.6 Kg.	4
45	M1-ME001-P048	CILINDRO HIDRAULICO DOBLE EFECTO				1
46	M1-ME001-P020	RUEDAS 3470UOO125P62	---	ASTM A36	0.9 Kg.	4
47	M1-ME001-P047	RODAJE AR 81207				1
48	M1-ME001-P034	RODAJE SNR 6305				4



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA		INGENIERIA AUTOMOTRIZ	
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG		TITULO: M1-ME001-A000	
DISEÑO: AUTOR		DIBUJO: AUTOR	
APROBO: ING. CARLOS ALVAREZ		REVISADO: ING. CARLOS ALVAREZ	
LÁMINA: A-2		ESCALA: IND.	
UNIDAD: mm		FECHA: 20/12/22	
FABRICANTE: AUTOR		Nº DE PLANO: A3	

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

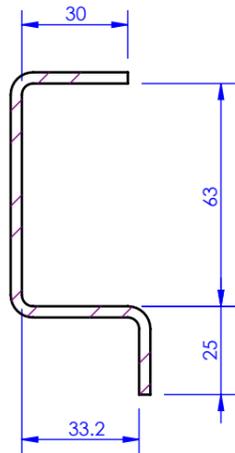
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO UNIT.	CANT.
1	M1-ME001-P001	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	148.0 x 1193.7 mm	ASTM A36	4.3 Kg.	2
2	M1-ME001-P002	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	123.0 x 793.7 mm	ASTM A36	2.4 Kg.	2
3	M1-ME001-P018	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	275.0 x 390.0 mm	ASTM A36	2.0 Kg.	4
4	M1-ME001-P013	PLANCHA DE 1/4 IN	101.6 x 150.0 mm	ASTM A36	0.7 Kg.	4
5	M1-ME001-P019	PLANCHA DE 1/4 IN	101.6 x 212.0 mm	ASTM A36	1.0 Kg.	4
6	M1-ME001-P003	PLANCHA DE 1/2 IN	62.0 x 101.6 mm	ASTM A36	0.6 Kg.	3
7	M1-ME001-P031	PLANCHA DE 1/2 IN	63.5 x 63.5 mm	ASTM A36	0.2 Kg.	4
8	M1-ME001-P032	TUERCA HEX. 3_4 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A563	0.1 Kg.	16
9	M1-ME001-P030	PERNO HEX. 3_4 x 10 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A325	0.6 Kg.	4
10	M1-ME001-P020	RUEDAS 3470UOO125P62	---	ASTM A36	0.9 Kg.	4



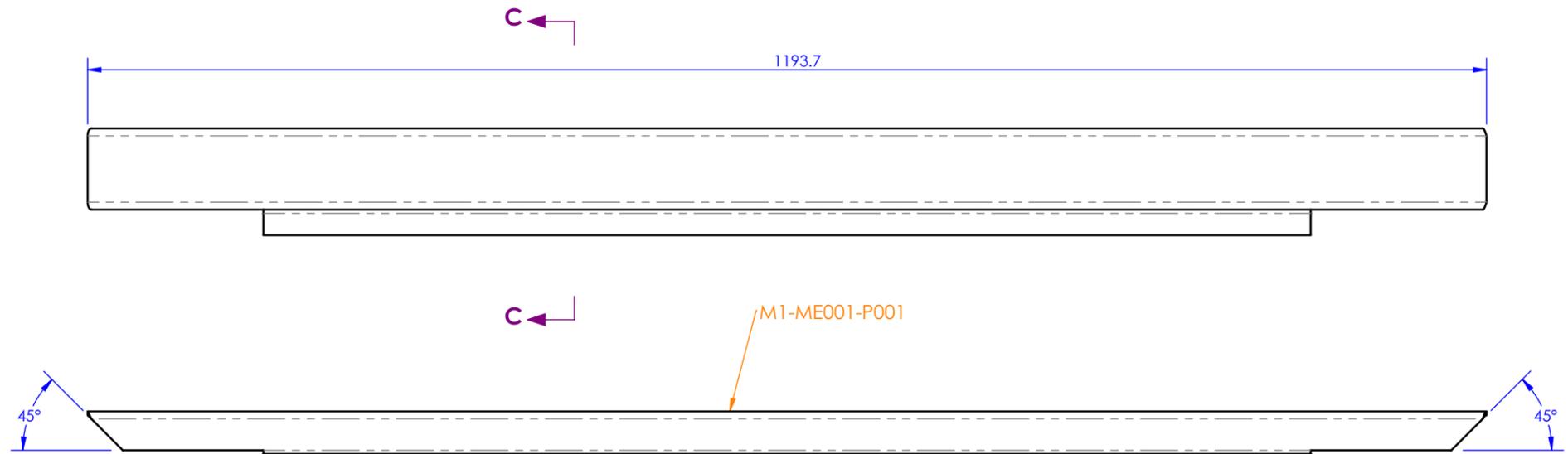
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-3	ESCALA : IND.
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-A001	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE : AUTOR	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ		

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
	Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

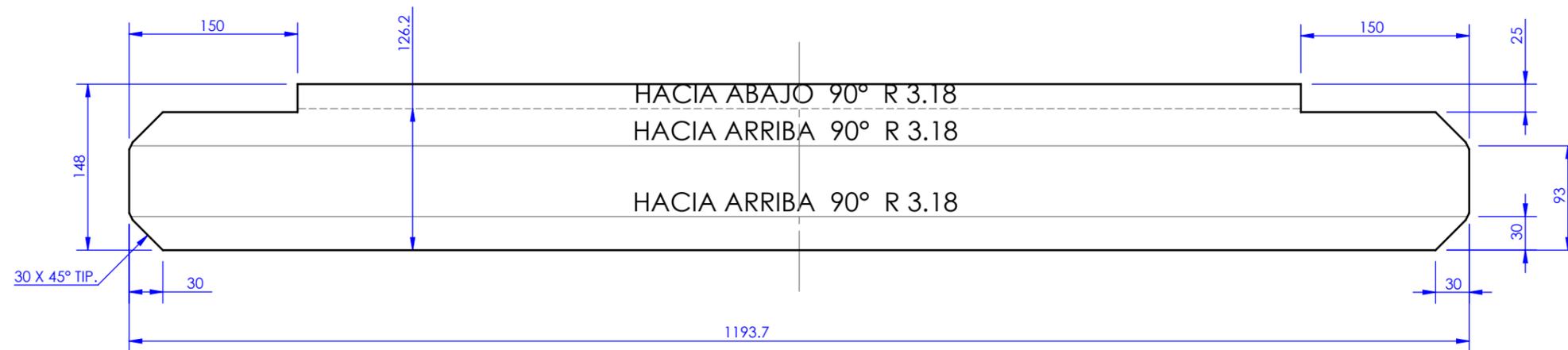
CANTIDAD: 2 UNID.



SECCIÓN C-C
ESCALA_1 : 2



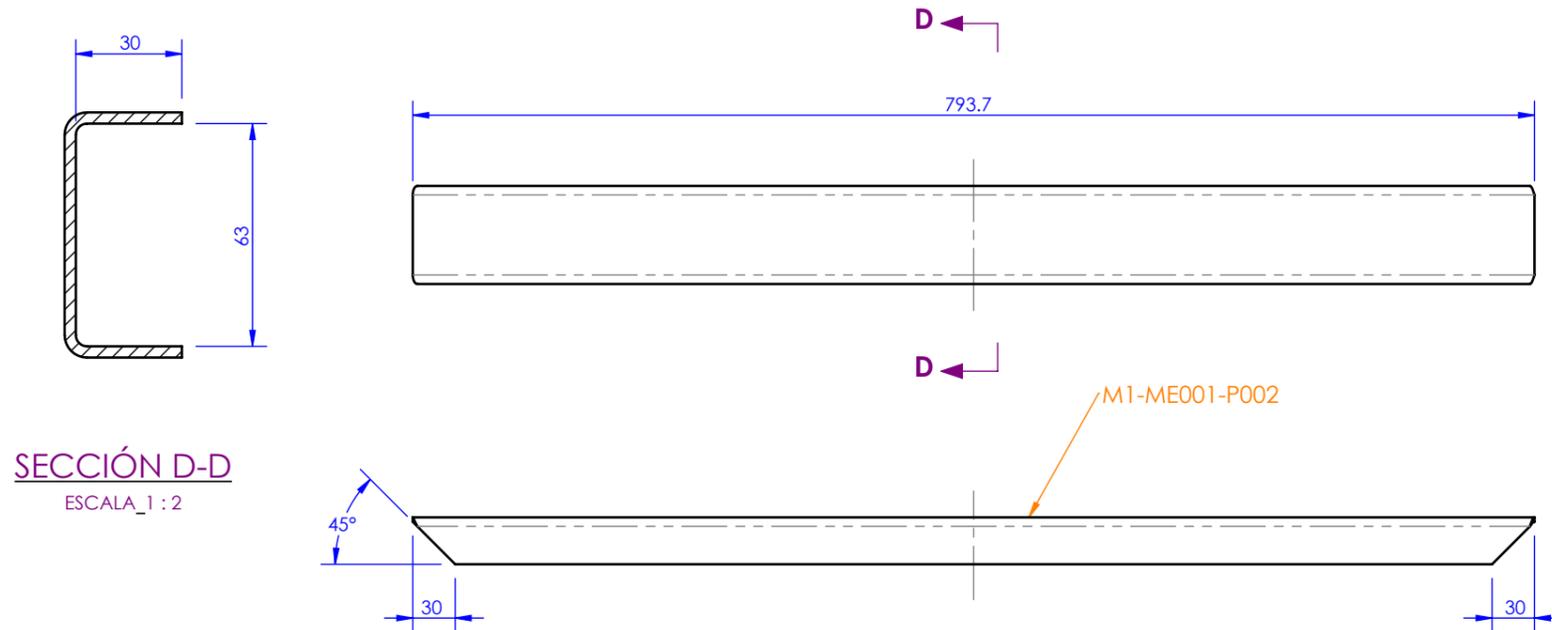
DESARROLLO



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-4	ESCALA : IND.
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-P001	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE :	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ	AUTOR	

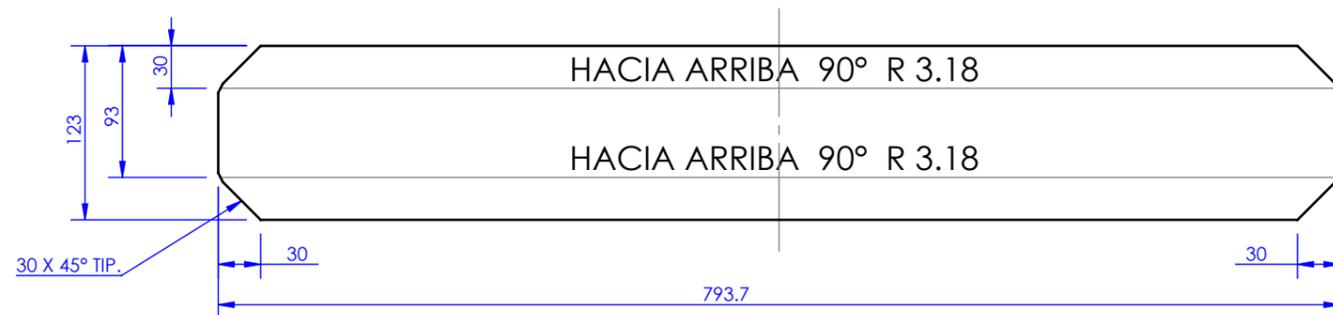
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
	Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

CANTIDAD: 2 UNID.

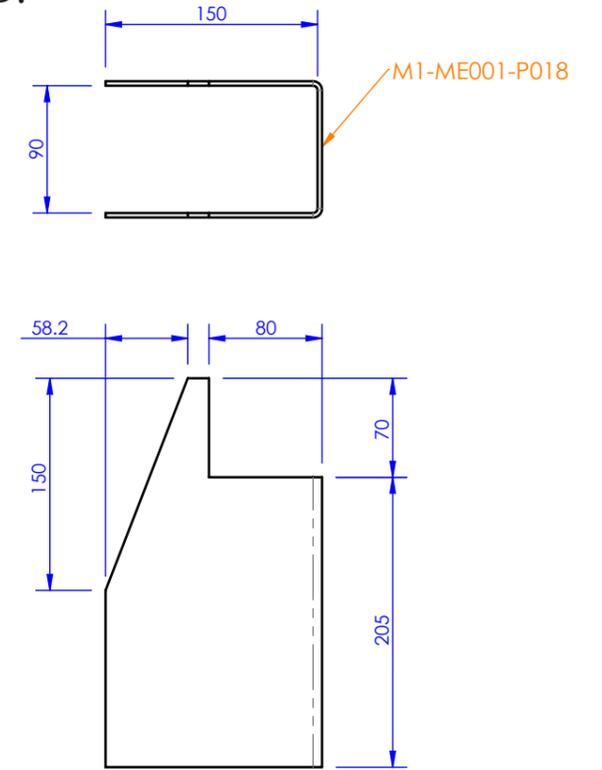


SECCIÓN D-D
ESCALA_1 : 2

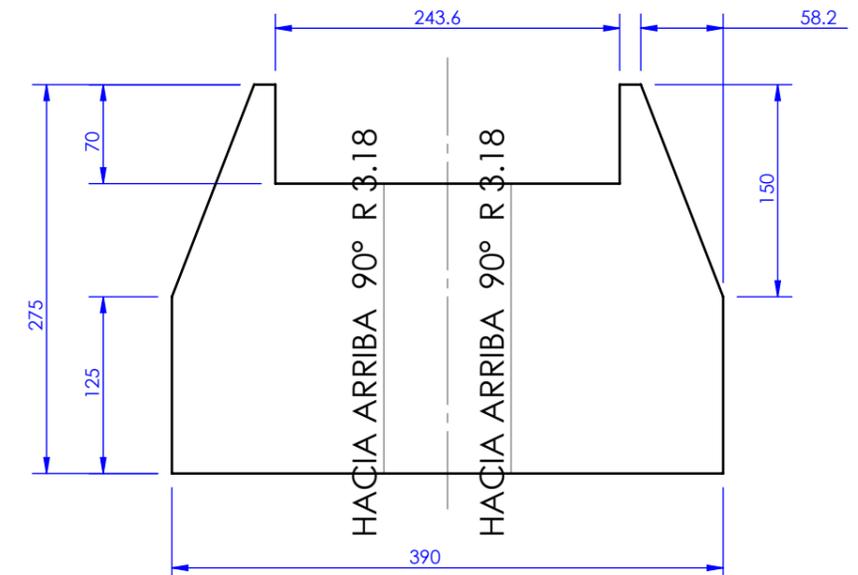
DESARROLLO



CANTIDAD: 4 UNID.



DESARROLLO



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA
DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

TITULO:
M1-ME001-P002

DISEÑO: AUTOR

DIBUJO: AUTOR

APROBO: ING. CARLOS ALVAREZ

REVISADO: ING. CARLOS ALVAREZ

LÁMINA:
A-5

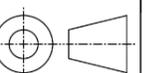
ESCALA:
IND.

UNIDAD:
mm

FECHA:
20/12/22

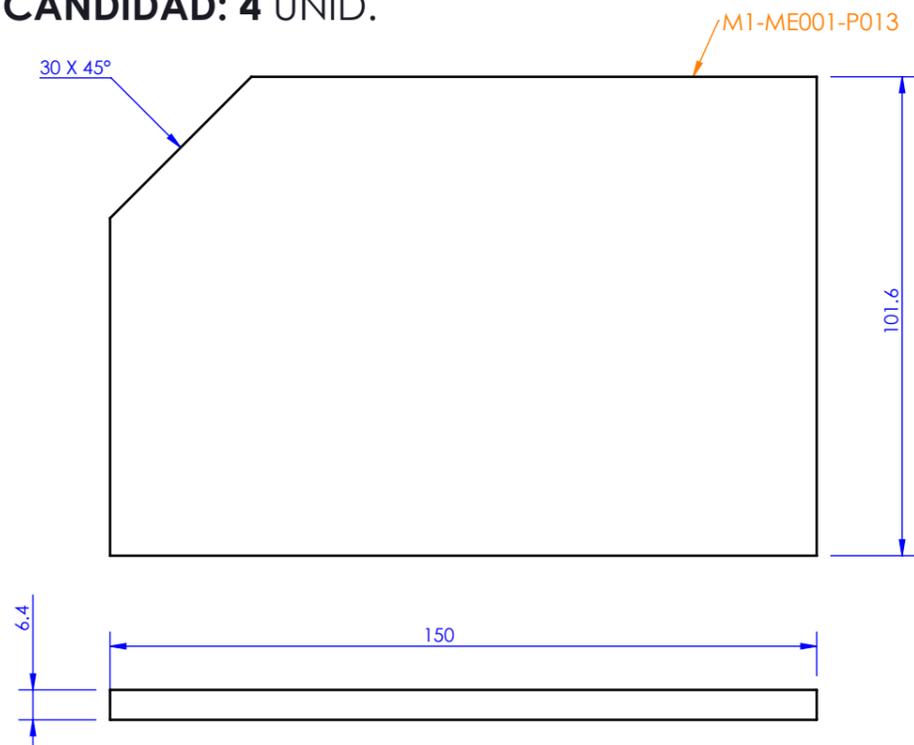
FABRICANTE:
AUTOR

Nº DE PLANO:
A3

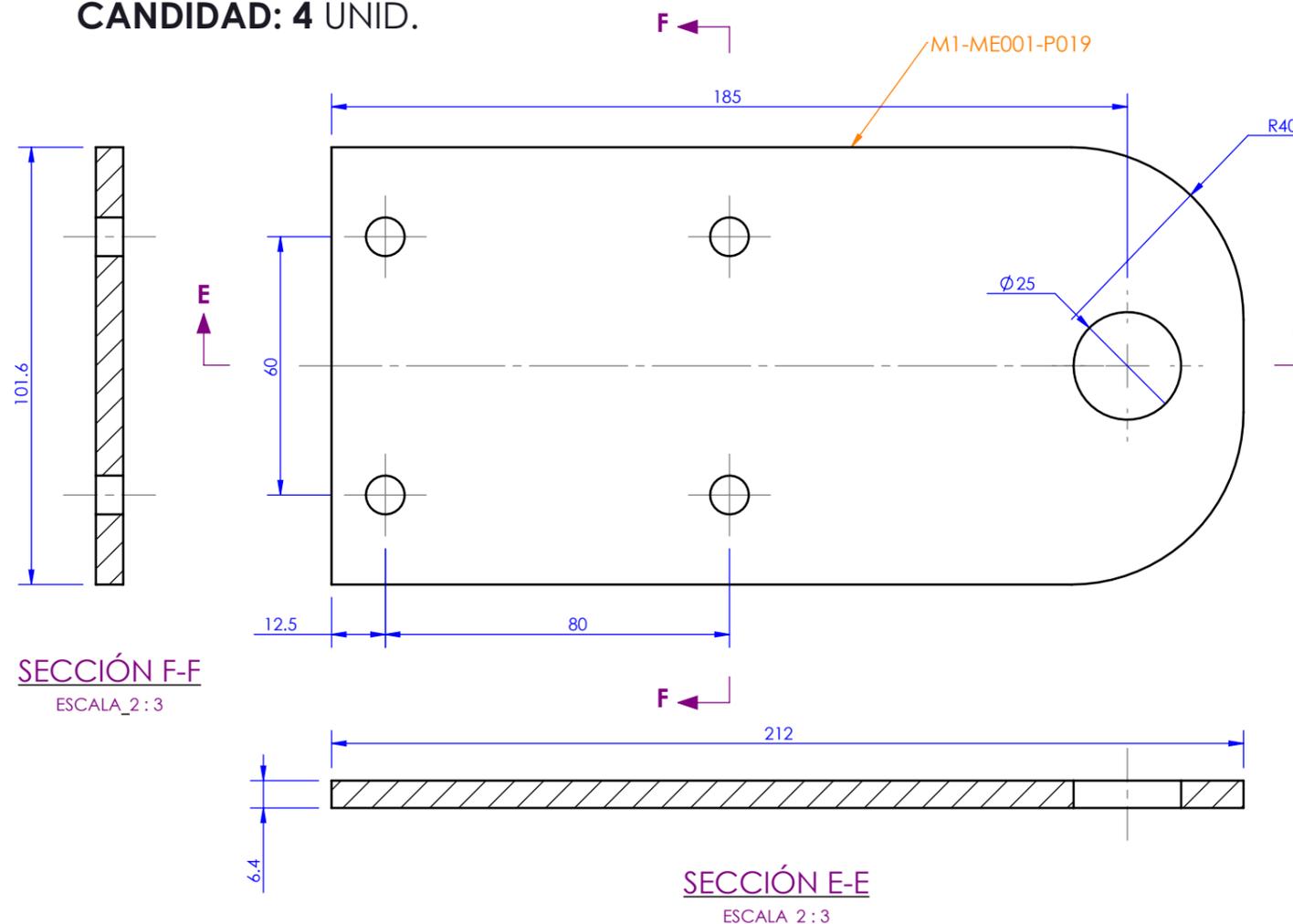


Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

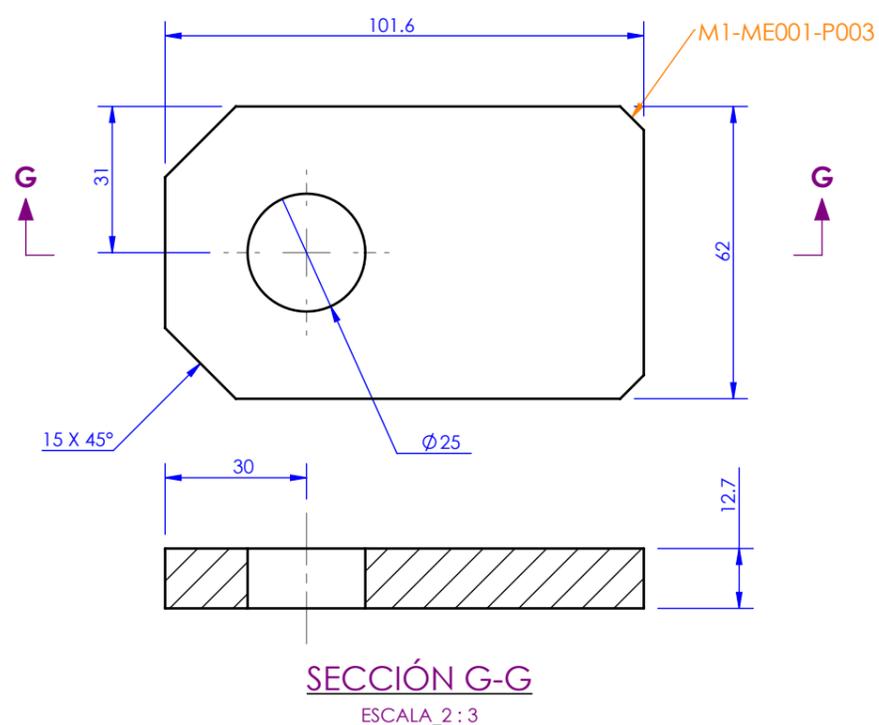
CANTIDAD: 4 UNID.



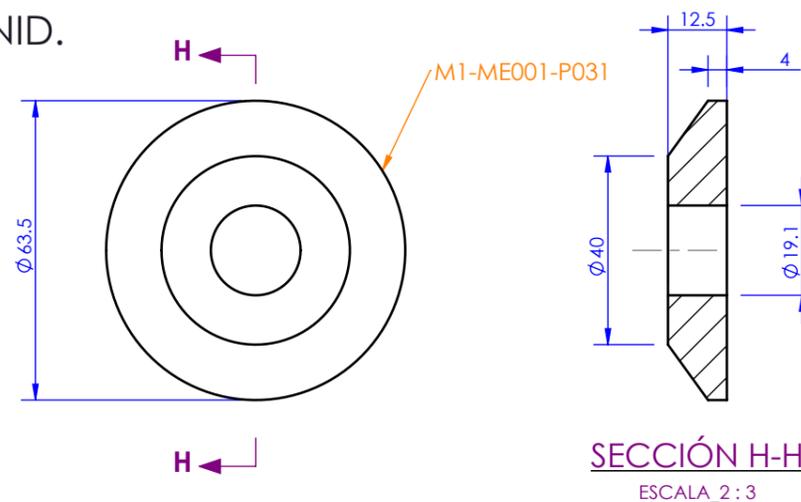
CANTIDAD: 4 UNID.



CANTIDAD: 3 UNID.



CANTIDAD: 4 UNID.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

TITULO: M1-ME001-P013

DISEÑO: AUTOR

DIBUJO: AUTOR

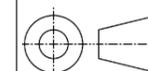
APROBO: ING. CARLOS ALVAREZ

REVISADO: ING. CARLOS ALVAREZ

LÁMINA: A-6

UNIDAD: mm

FABRICANTE: AUTOR



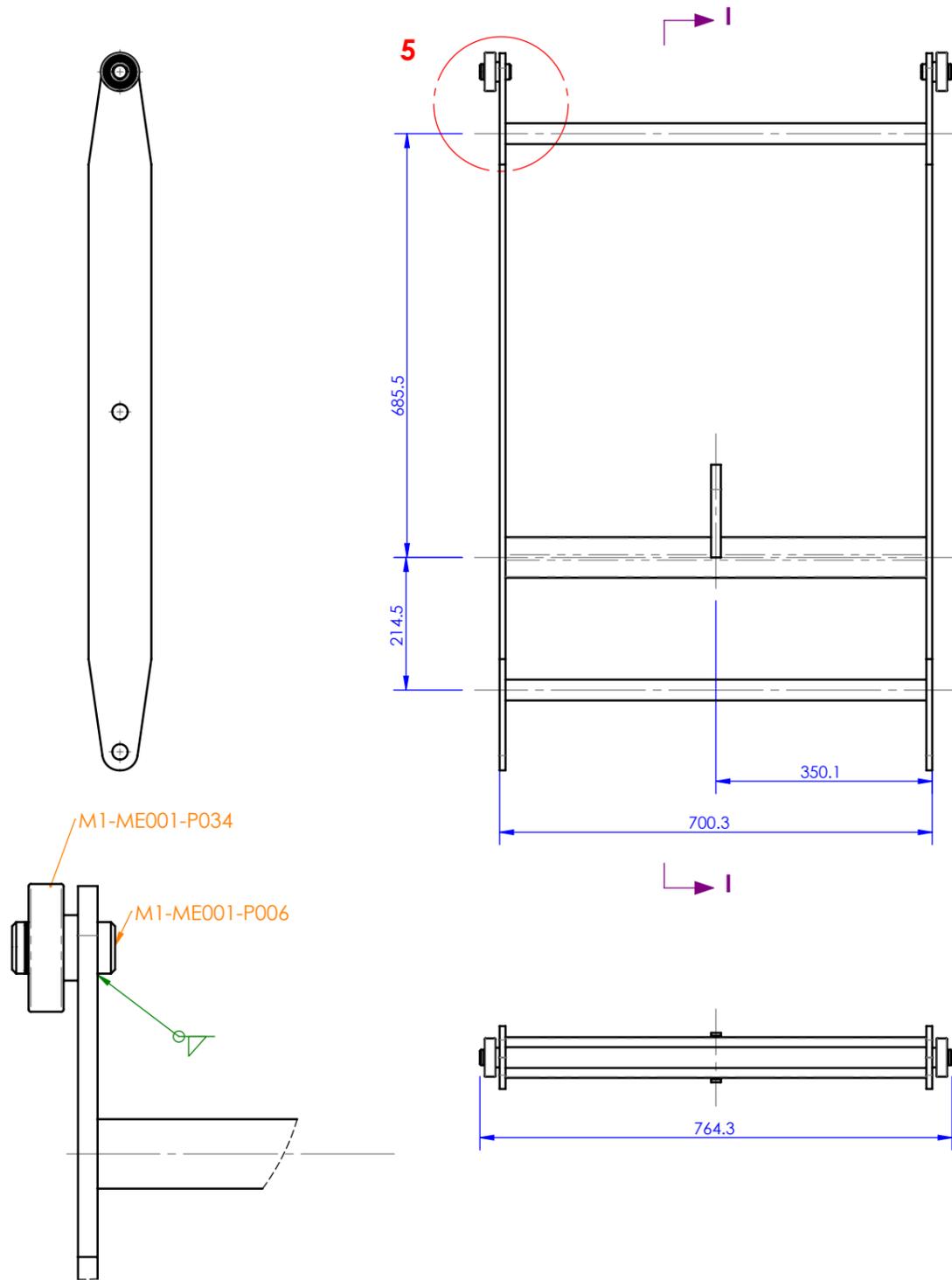
ESCALA: IND.

FECHA: 20/12/22

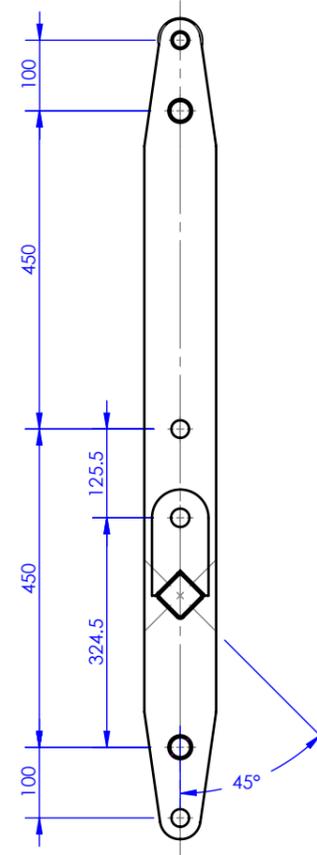
Nº DE PLANO: A3

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

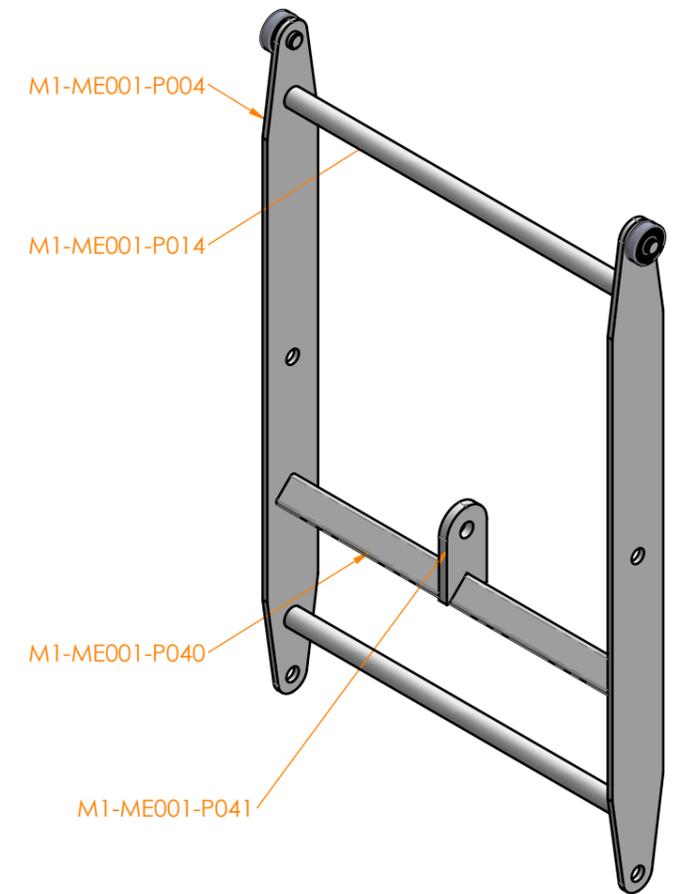
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO UNIT.	CANT.
1	M1-ME001-P004	PLANCHA DE 3/8 IN	101.6 x 1160.0 mm	ASTM A36	8.0 Kg.	2
2	M1-ME001-P034	RODAJE SNR 6305				2
3	M1-ME001-P006	BARRA Ø1 1/4 IN	50.0 mm	ASTM A36	0.2 Kg.	2
4	M1-ME001-P014	TUBO Ø1 IN - SCH 40	681.2 mm	ASTM A36	1.4 Kg.	2
5	M1-ME001-P040	TUBO CUAD 50 x 50 x 3	681.2mm	ASTM A36	2.9 Kg.	1
6	M1-ME001-P041	PLANCHA DE 3/8 IN	80.0 x 150.0 mm	ASTM A36	1.2 Kg.	1



DETALLE 5
ESCALA_1 : 3



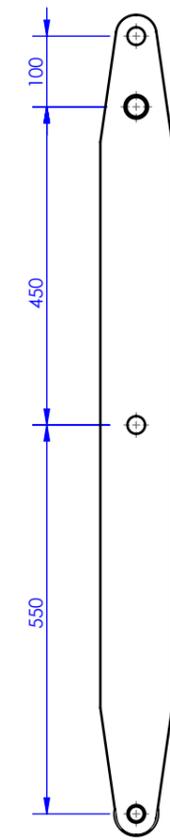
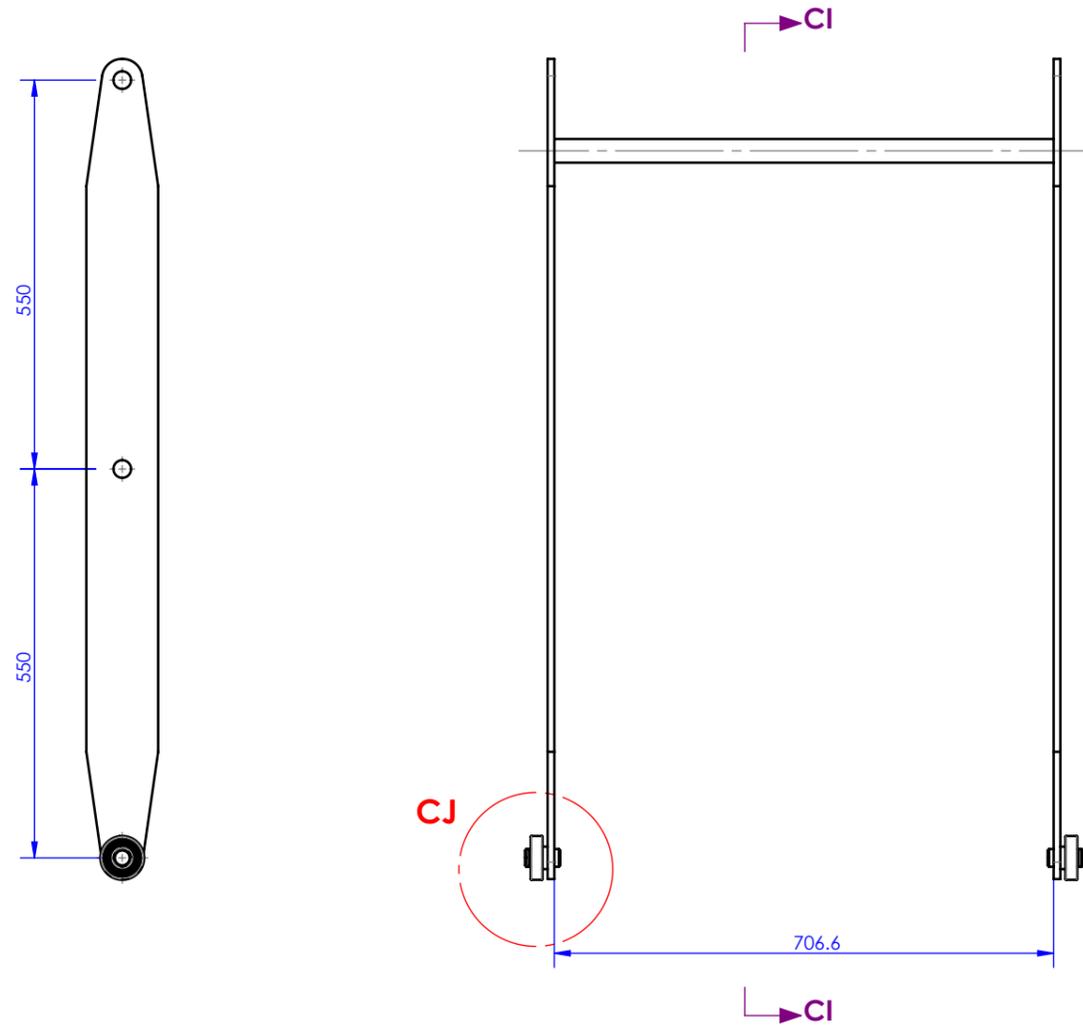
SECCIÓN I-I



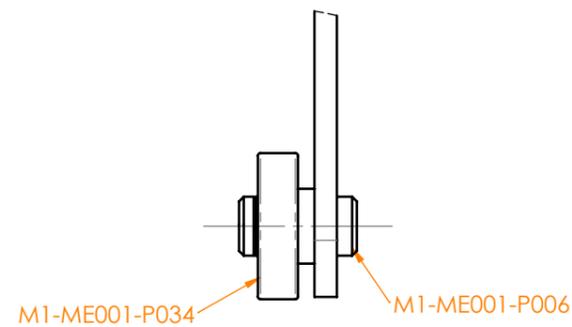
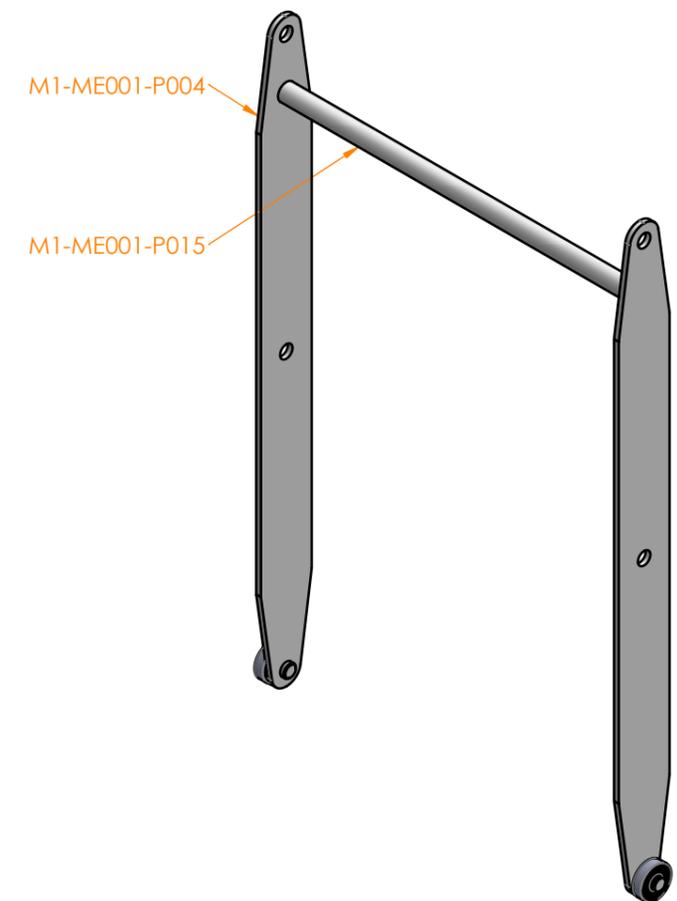
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				
INGENIERIA AUTOMOTRIZ			LÁMINA : A-7	ESCALA : IND.
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-A010	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22	
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE : AUTOR	Nº DE PLANO : A3	
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ			

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

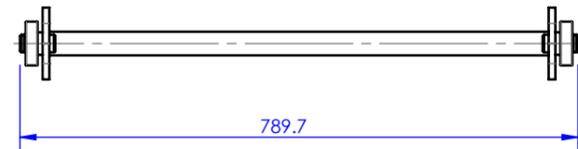
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO UNIT.	CANT.
1	M1-ME001-P015	TUBO Ø1 IN - SCH 40	706.6 mm	ASTM A36	1.5 Kg.	1
2	M1-ME001-P004	PLANCHA DE 3/8 IN	101.6 x 1160.0 mm	ASTM A36	8.0 Kg.	2
3	M1-ME001-P034	RODAJE SNR 6305				2
4	M1-ME001-P006	BARRA Ø1 1/4 IN	50.0 mm	ASTM A36	0.2 Kg.	2



SECCIÓN CI-CI



DETALLE CJ
ESCALA_1 : 3

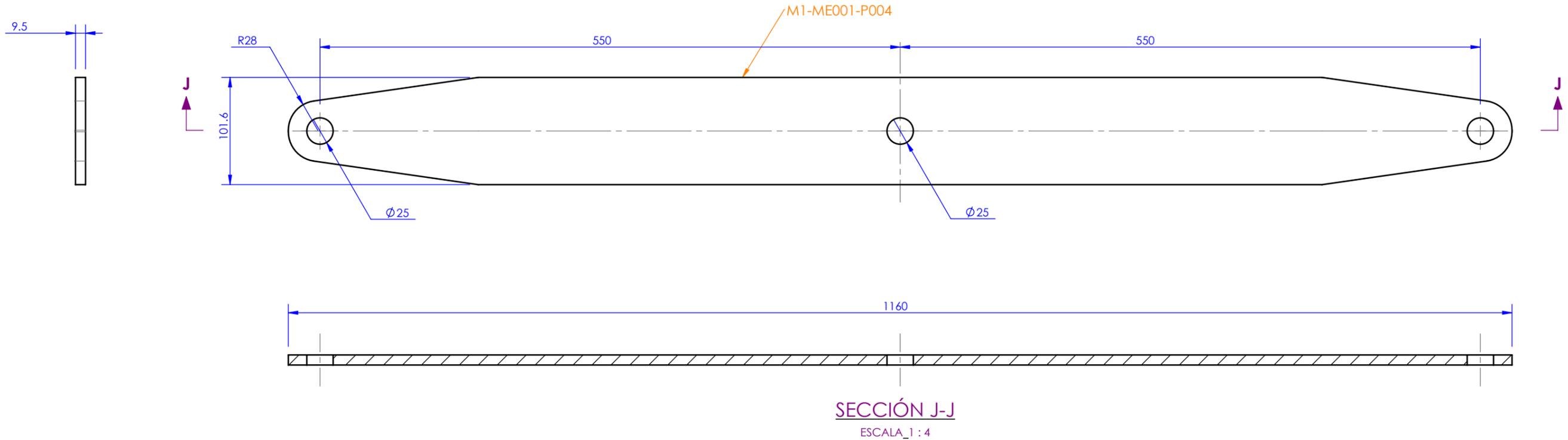


UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-8	ESCALA : IND.
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-A009	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE :	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ	AUTOR	

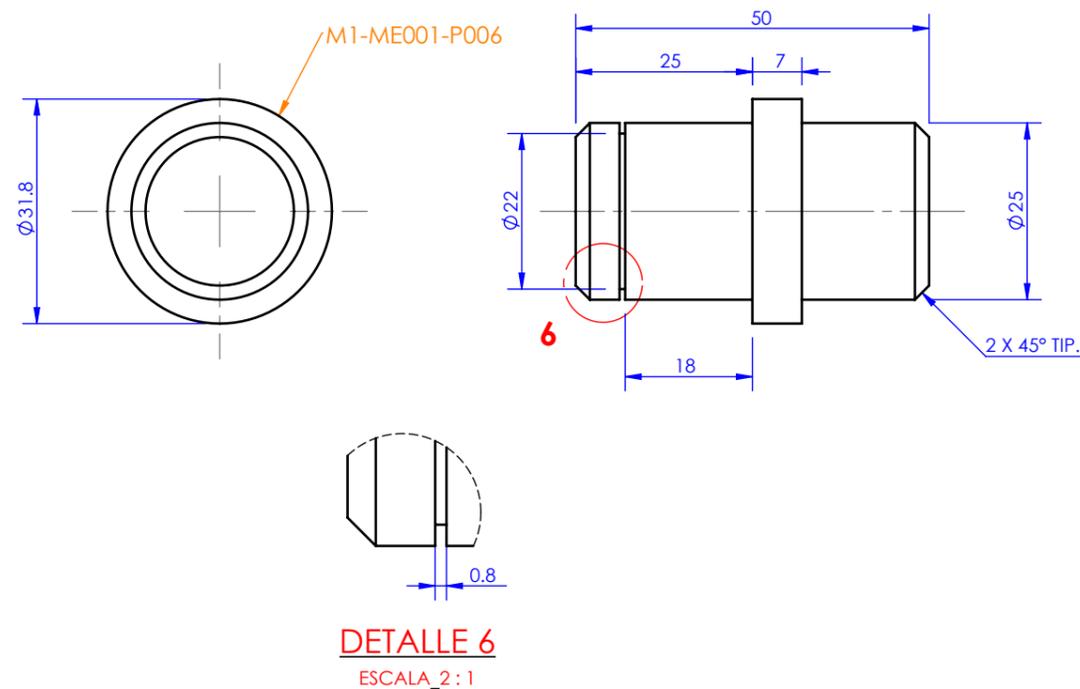
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO UNIT.	CANT.
1	M1-ME001-P004	PLANCHA DE 3/8 IN	101.6 x 1160.0 mm	ASTM A36	8.0 Kg.	2
2	M1-ME001-P034	RODAJE SNR 6305				2
3	M1-ME001-P006	BARRA Ø1 1/4 IN	50.0 mm	ASTM A36	0.2 Kg.	2
4	M1-ME001-P014	TUBO Ø1 IN - SCH 40	681.2 mm	ASTM A36	1.4 Kg.	2
5	M1-ME001-P040	TUBO CUAD 50 x 50 x 3	681.2mm	ASTM A36	2.9 Kg.	1
6	M1-ME001-P041	PLANCHA DE 3/8 IN	80.0 x 150.0 mm	ASTM A36	1.2 Kg.	1

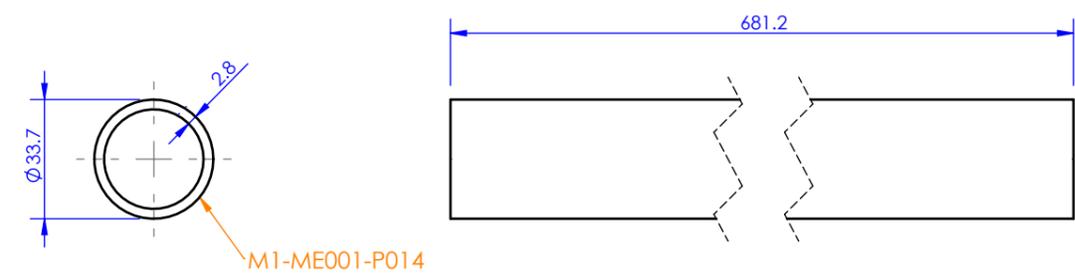
CANDIDAD: 4 UNID.



CANDIDAD: 4 UNID.



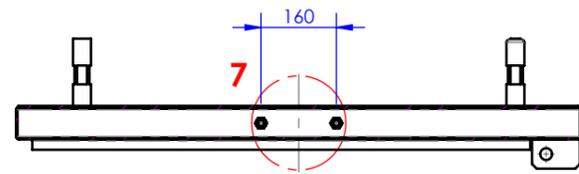
CANDIDAD: 2 UNID.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-9	ESCALA : IND.
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-P004	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE : AUTOR	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ		

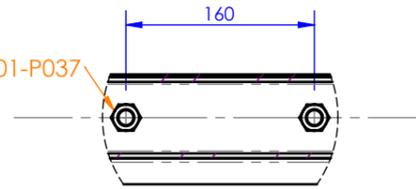
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)								
Descripción	m	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
media		+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0	

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO UNIT.	CANT.
1	M1-ME001-P007	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	123.0 x 1193.7 mm	ASTM A36	3.7 Kg.	2
2	M1-ME001-P010	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	123.0 x 993.7 mm	ASTM A36	3.1 Kg.	2
3	M1-ME001-P012	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	166.6 x 1193.0 mm	ASTM A36	4.8 Kg.	1
4	M1-SimetríaME001-P012	PLANCHA DOBLADA DE 1/8 IN	166.6 x 1193 mm	ASTM A36	4.8 Kg.	1
5	M1-ME001-P011	PLANCHA DE 1/2 IN	62.0 x 101.6 mm	ASTM A36	0.6 Kg.	4
6	M1-ME001-P005	PLANCHA DE 2 mm	990.0 x 1190.0 mm	ASTM A36	18.5 Kg.	1
7	M1-ME001-P038	TUBO DOBLADO Ø1 IN - SCH 40	617 mm	ASTM A36	1.3 Kg.	5
8	M1-ME001-P035	BARRA Ø1 1/2 IN	153.9 mm	ASTM A36	1.2 Kg.	4
9	M1-ME001-P033	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	80.0mm	ASTM A36	0.2 Kg.	4
10	M1-ME001-P044	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	664.3mm	ASTM A36	5.4 Kg.	2
11	M1-ME001-P017	ARANDELA PLANA 1_2 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM F436	0.0 Kg.	4
12	M1-ME001-P037	TUERCA HEX. 1_2 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A563	0.0 Kg.	4
13	M1-ME001-P016	PERNO HEX. 1_2 x 1_2 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A325	0.1 Kg.	4



SECCIÓN L-L

ESCALA_1 : 15



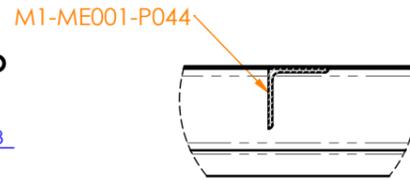
DETALLE 7

ESCALA_1 : 6



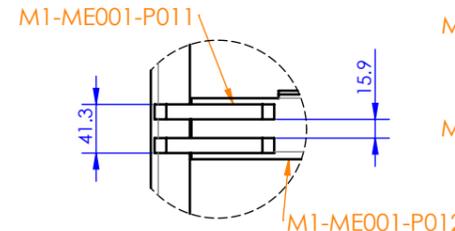
SECCIÓN M-M

ESCALA_1 : 15



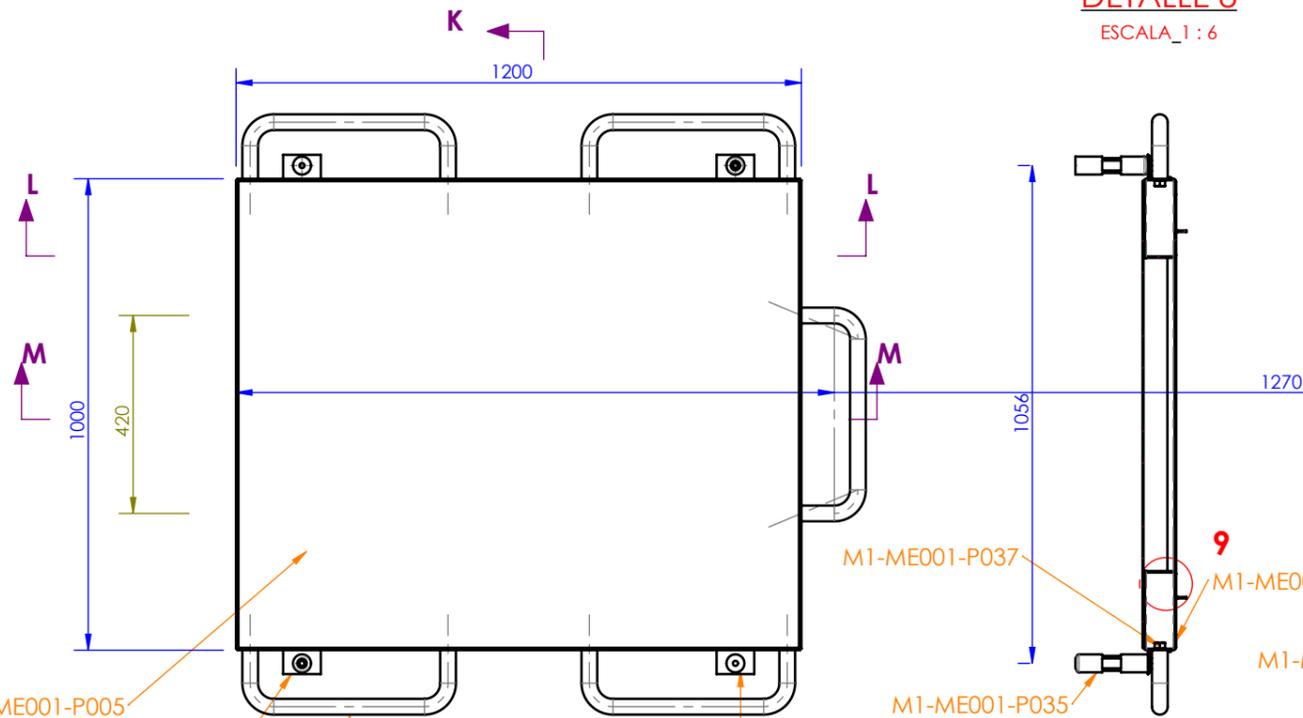
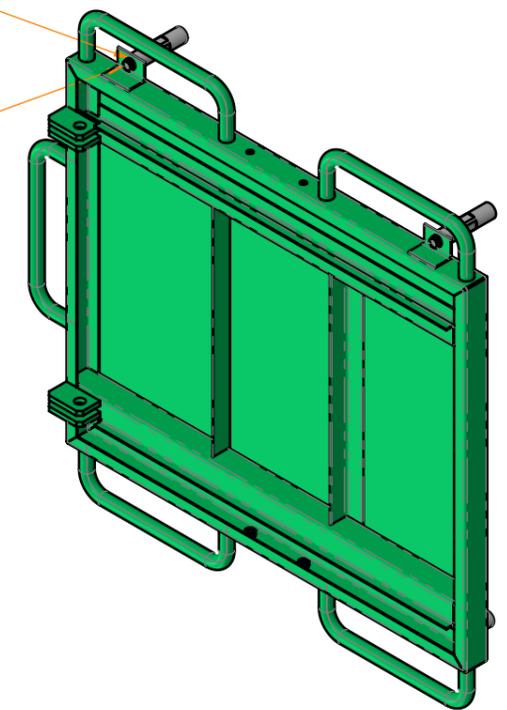
DETALLE 8

ESCALA_1 : 6



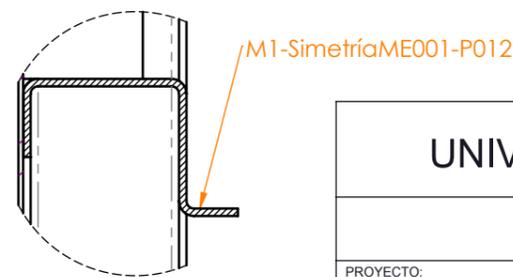
DETALLE 10

ESCALA_1 : 6



SECCIÓN K-K

ESCALA_1 : 15



DETALLE 9

ESCALA_1 : 3

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA
DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

DISEÑO : AUTOR

APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ

TITULO :
M1-ME001-A003

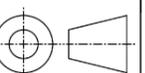
DIBUJO : AUTOR

REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ

LÁMINA :
A-10

UNIDAD :
mm

FABRICANTE :
AUTOR



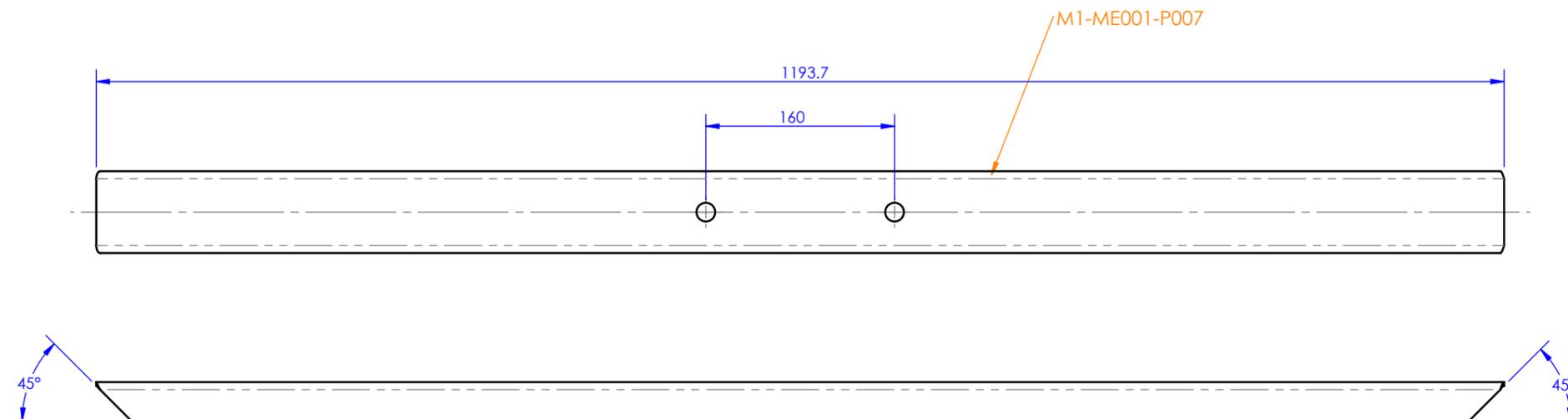
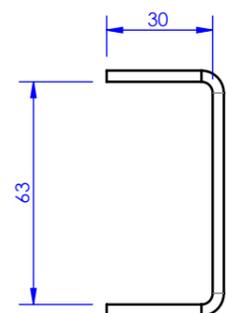
ESCALA :
IND.

FECHA :
20/12/22

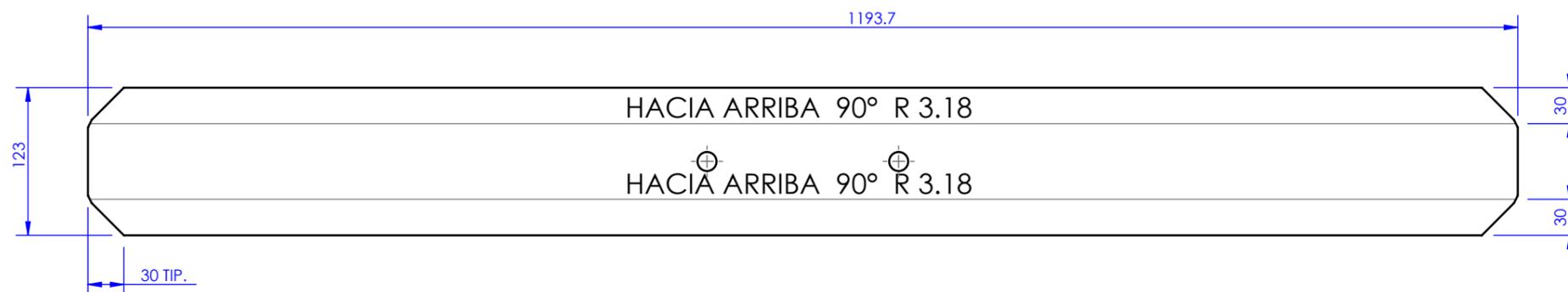
Nº DE PLANO :
A3

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

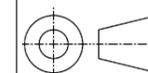
CANTIDAD: 2 UNID.



DESARROLLO



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA



INGENIERIA AUTOMOTRIZ

LÁMINA :
A-11

ESCALA :
IND.

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA
DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

TITULO :
M1-ME001-P007

UNIDAD :
mm

FECHA :
20/12/22

DISEÑO :
AUTOR

DIBUJO :
AUTOR

FABRICANTE :

Nº DE PLANO :

APROBO :
ING. CARLOS ALVAREZ

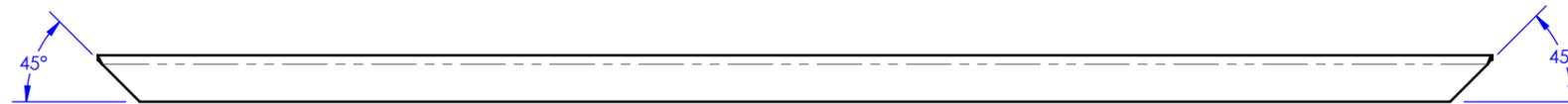
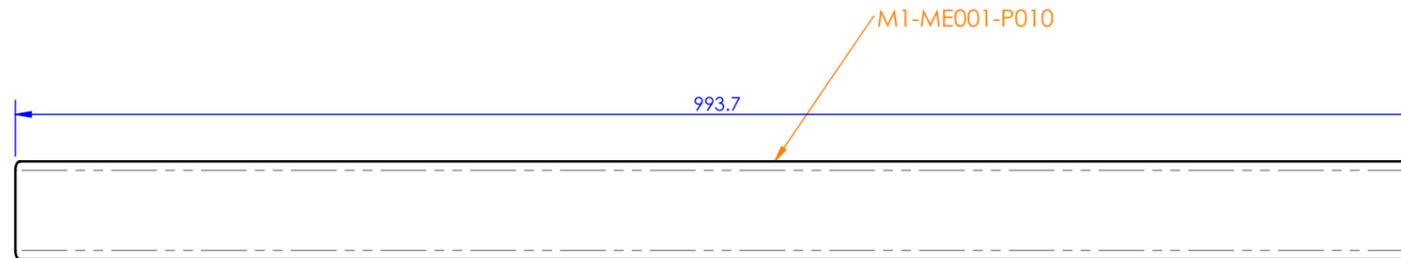
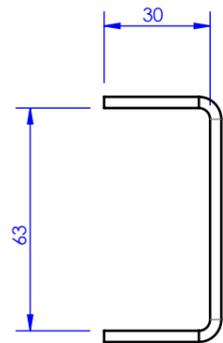
REVISADO :
ING. CARLOS ALVAREZ

AUTOR

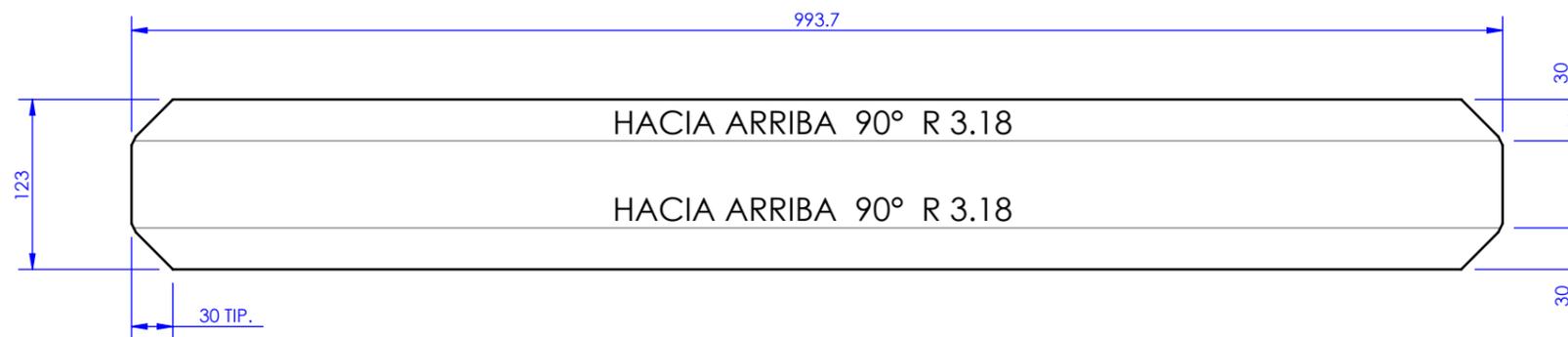
A3

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
	Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

CANTIDAD: 2 UNID.



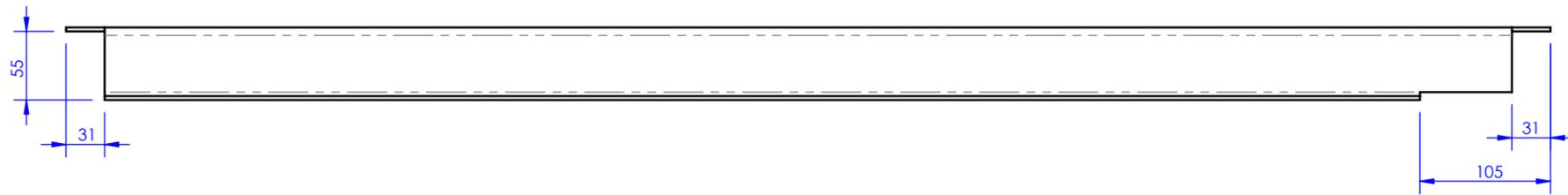
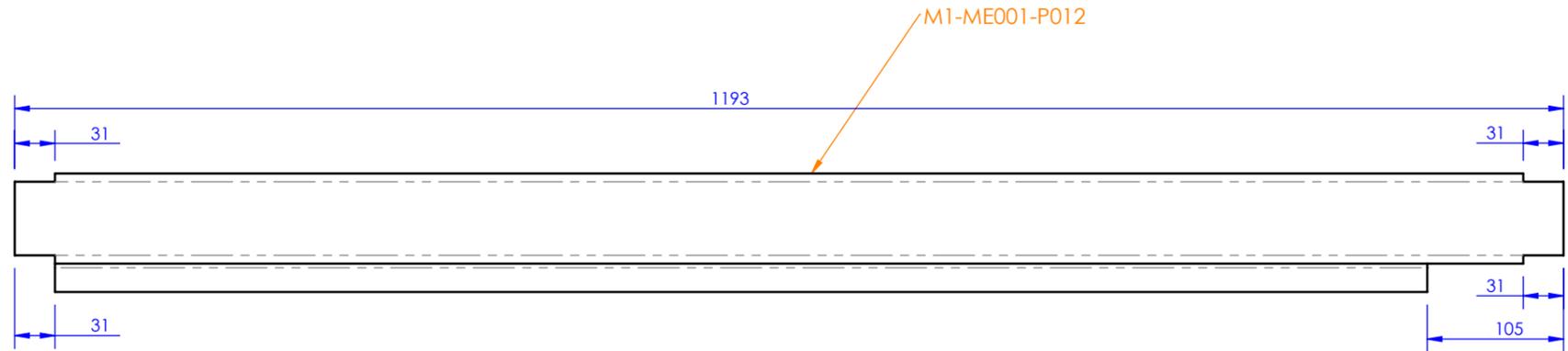
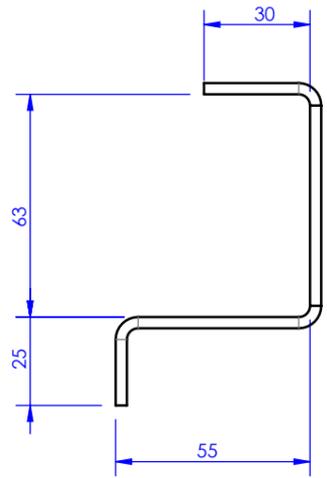
DESARROLLO



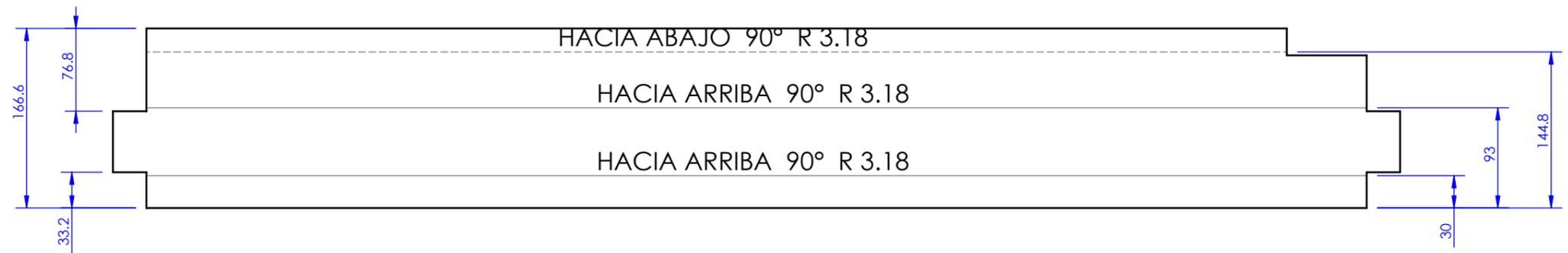
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-12	ESCALA : IND.
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-P010	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE :	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ	AUTOR	

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
	Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

CANTIDAD: 2 UNID. - 1 DERECHA Y 1 IZQUIERDA

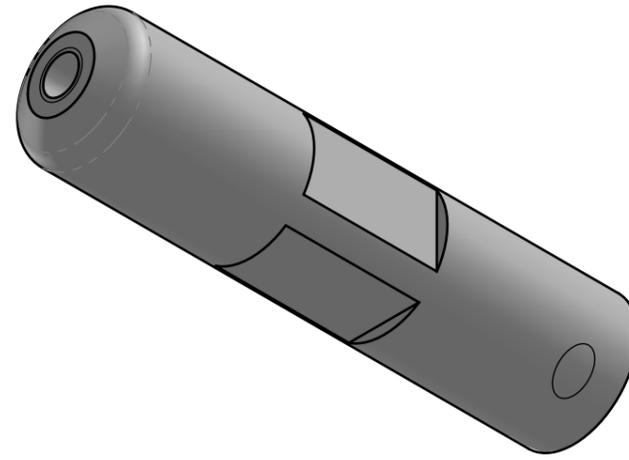


DESARROLLO

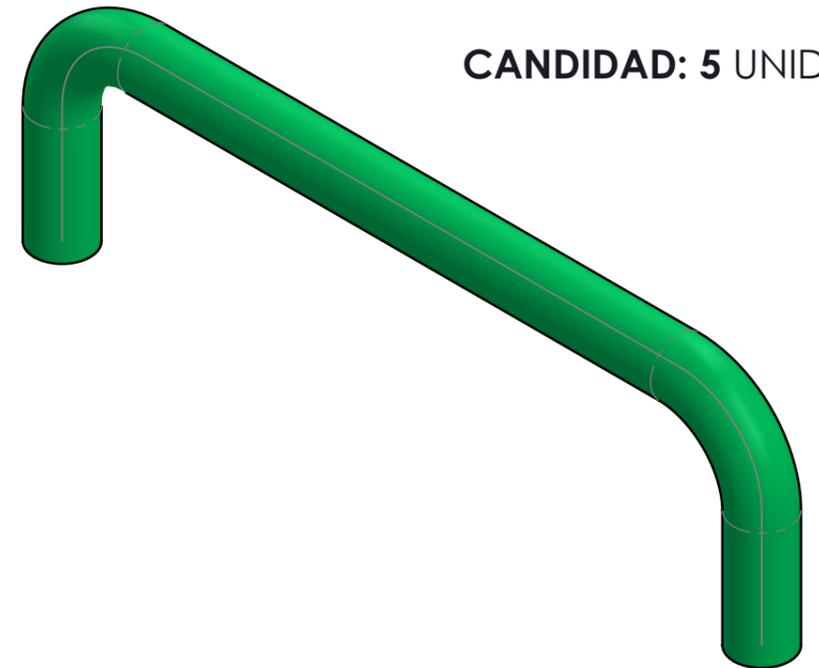
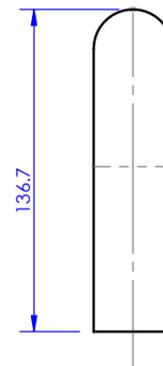
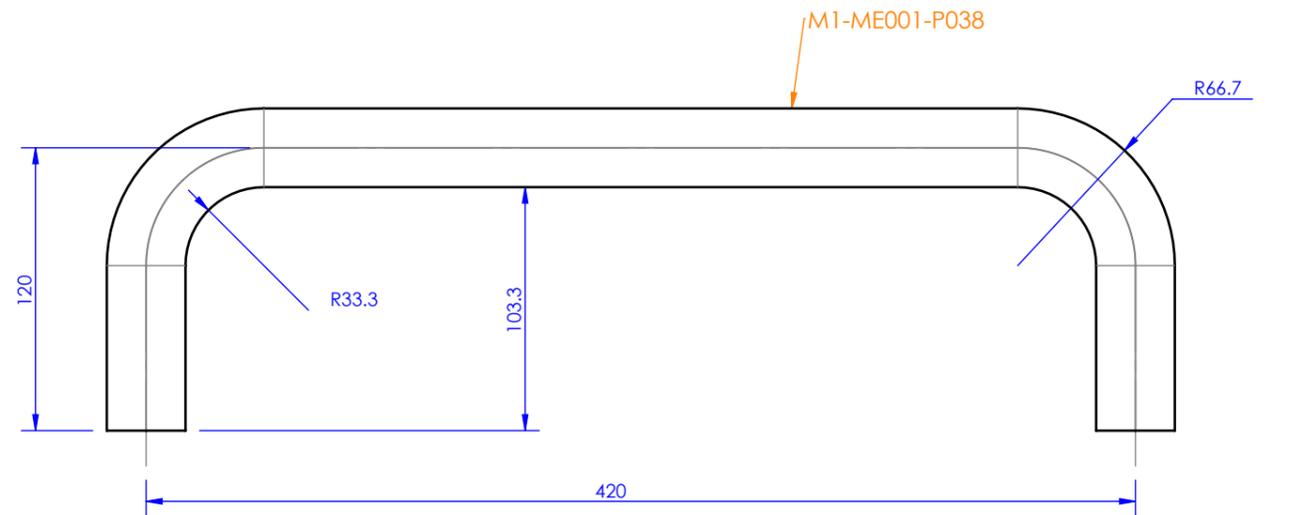
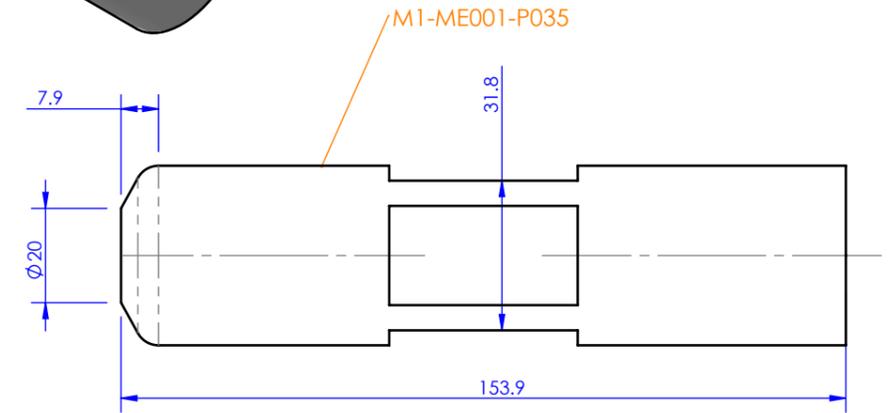
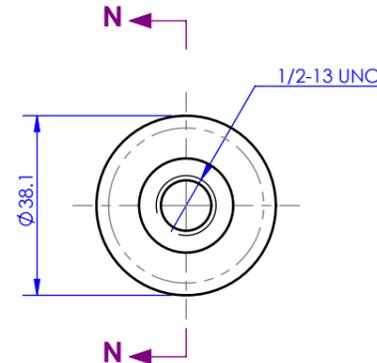
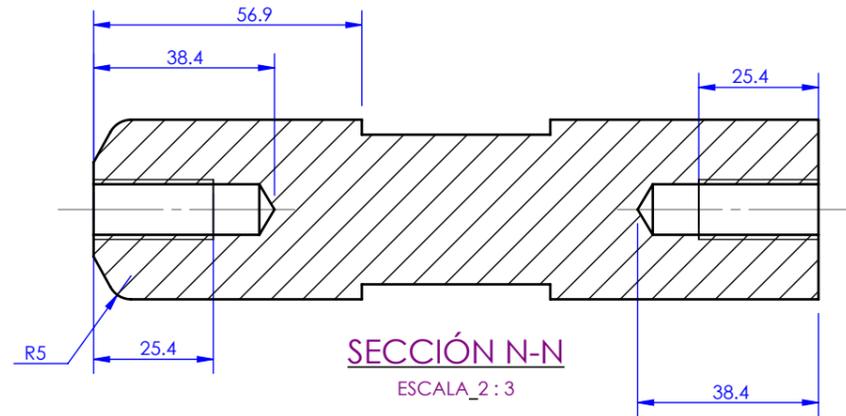


UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-13	ESCALA : IND.
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-P012	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE :	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ	AUTOR	

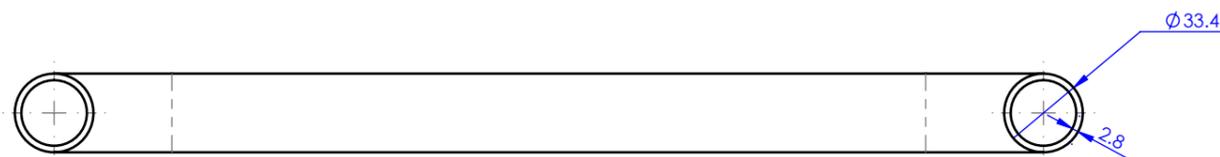
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0	



CANDIDAD: 4 UNID.



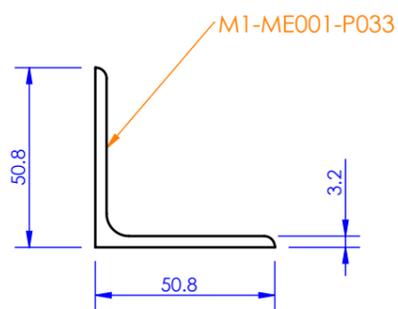
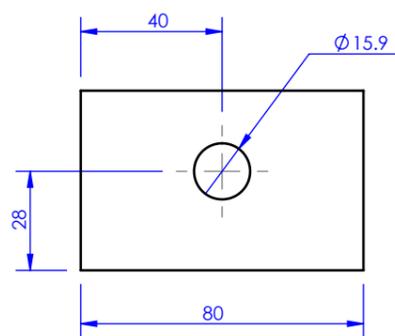
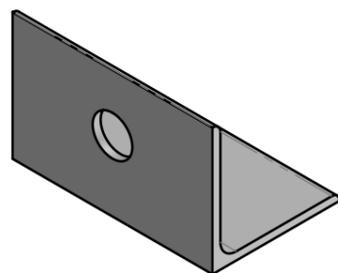
CANDIDAD: 5 UNID.



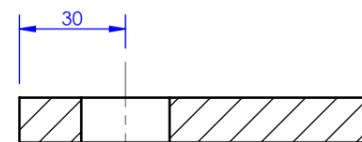
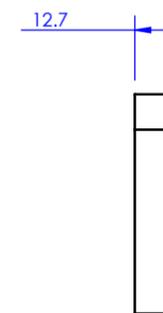
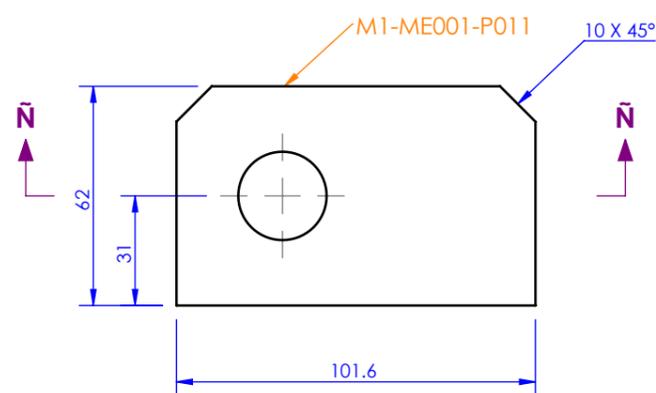
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-14	ESCALA : IND.
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-P038	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE :	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ	AUTOR	

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

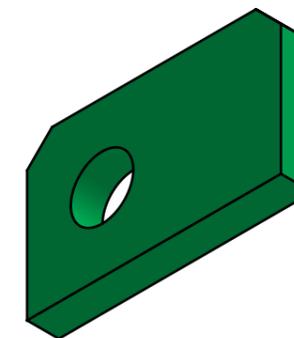
CANDIDAD: 8 UNID.



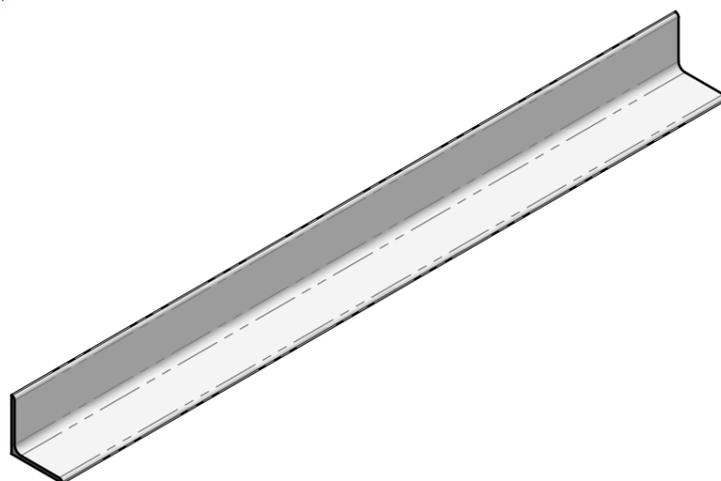
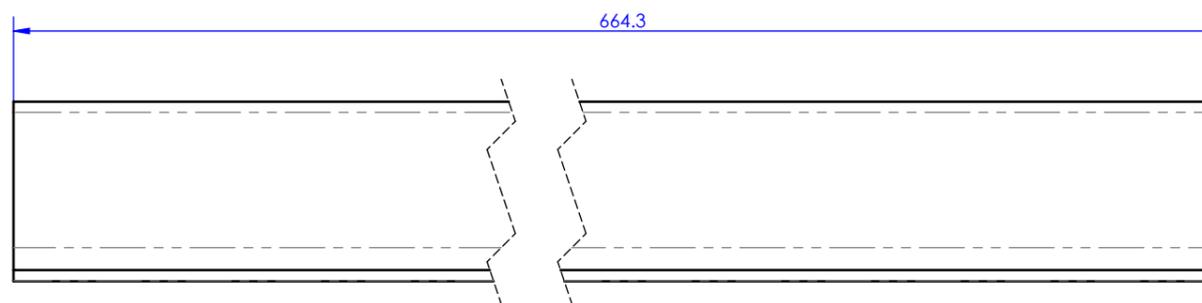
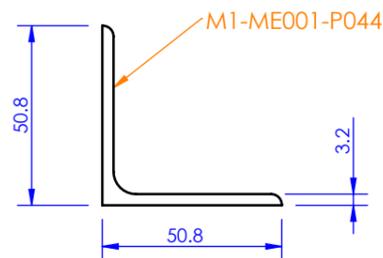
CANDIDAD: 4 UNID.



SECCIÓN Ñ-Ñ
ESCALA_1 : 2



CANDIDAD: 2 UNID.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA
DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

TITULO:
M1-ME001-P011

DISEÑO: AUTOR

DIBUJO: AUTOR

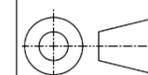
APROBO: ING. CARLOS ALVAREZ

REVISADO: ING. CARLOS ALVAREZ

LÁMINA:
A-15

UNIDAD:
mm

FABRICANTE:
AUTOR



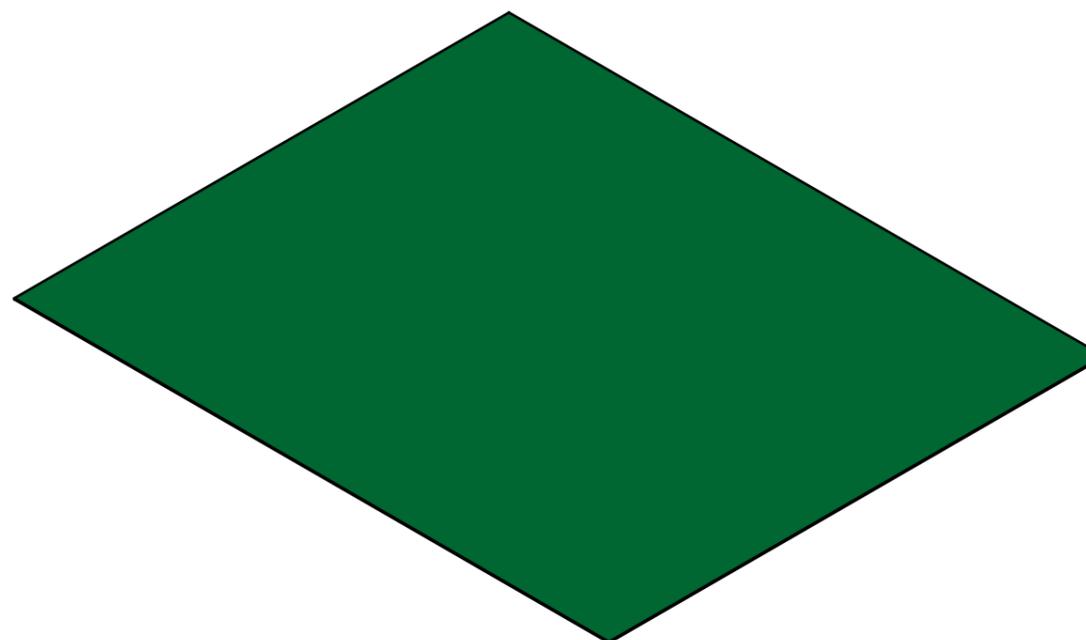
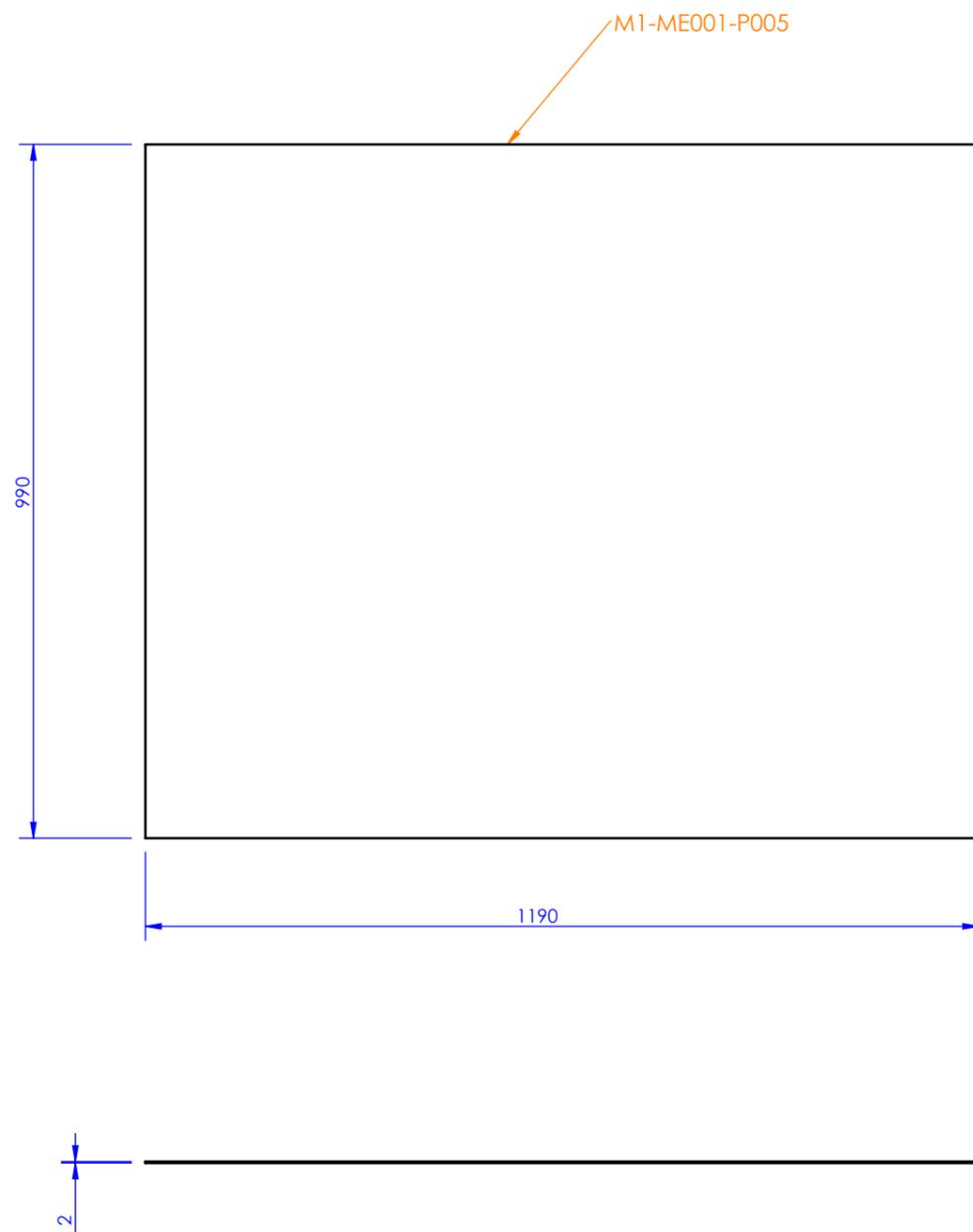
ESCALA:
IND.

FECHA:
20/12/22

Nº DE PLANO:
A3

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
	Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

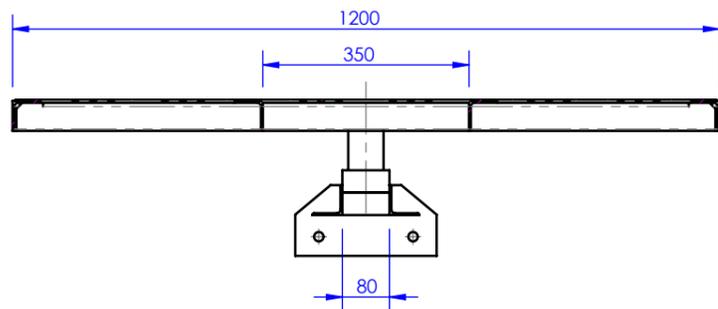
CANTIDAD: 2 UNID.



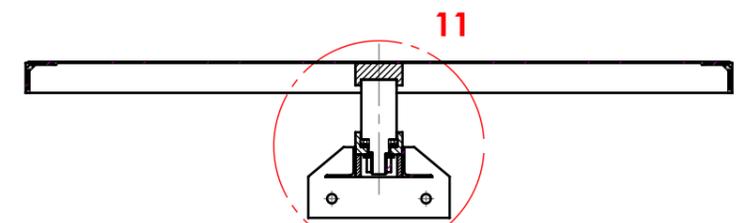
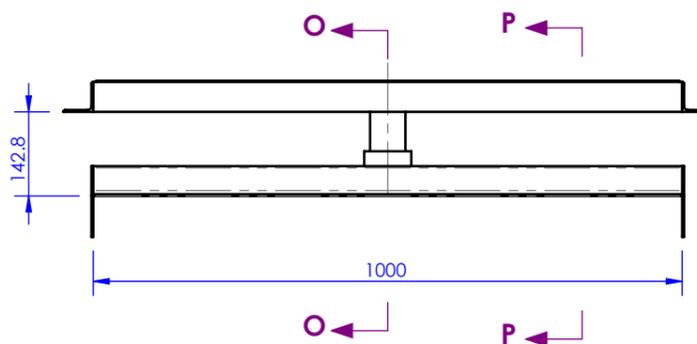
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-16	ESCALA : IND.
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-P005	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE : AUTOR	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ		

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

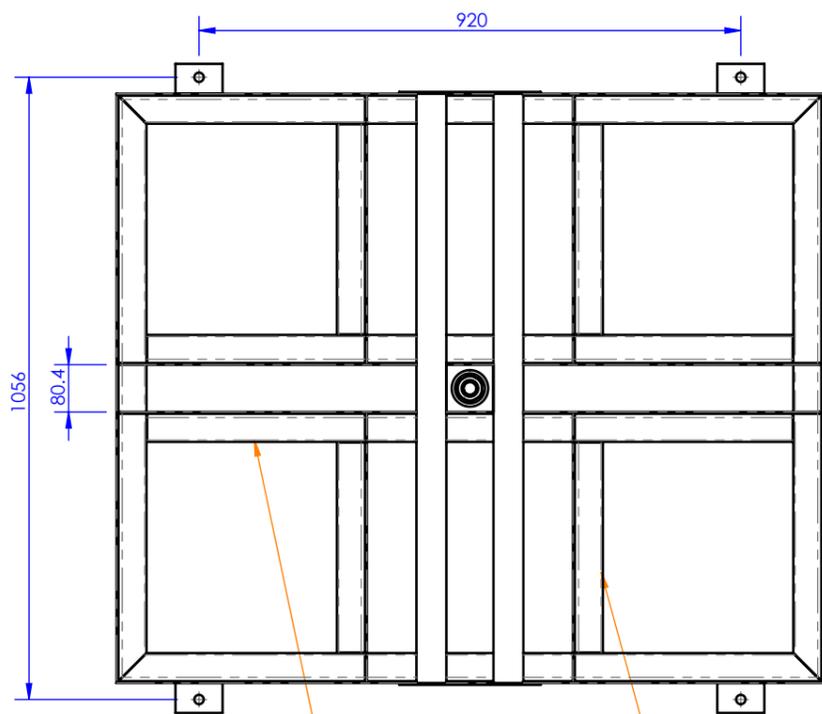
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO UNIT.	CANT.
1	M1-ME001-P022	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	1200.0mm	ASTM A36	2.9 Kg.	2
2	M1-ME001-P023	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	1000.0mm	ASTM A36	2.4 Kg.	2
3	M1-ME001-P027	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	1187.0mm	ASTM A36	5.4 Kg.	2
4	M1-ME001-P033	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	80.0mm	ASTM A36	0.2 Kg.	4
5	M1-ME001-P043	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	453.0mm	ASTM A36	1.0 Kg.	4
6	M1-ME001-P021	PERFIL L 2 x 2 x 0.125	1000.0mm	ASTM A36	2.5 Kg.	2
7	M1-ME001-P028	BARRA Ø60 mm	161.0 mm	ASTM A36	2.6 Kg.	1
8	M1-ME001-P005	PLANCHA DE 2 mm	990.0 x 1190.0 mm	ASTM A36	18.5 Kg.	1
9	M1-ME001-P025	PLANCHA DE 1/8 IN	120.0 x 240.0 mm	ASTM A36	0.6 Kg.	2
10	M1-ME001-P024	PLANCHA DE 1 1/2 IN	80.0 x 80.0 mm	ASTM A36	1.2 Kg.	1
11	M1-ME001-P026	PLANCHA DE 1 1/2 IN	80.0 x 80.0 mm	ASTM A36	1.7 Kg.	1
12	M1-ME001-P029	PLANCHA DE 1 1/2 IN	80.0 x 80.0 mm	ASTM A36	1.0 Kg.	1
13	M1-ME001-P047	RODAJE AR 81207				1
14	M1-ME001-P045	TUERCA HEX. 1 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM A563	0.2 Kg.	1
15	M1-ME001-P046	ARANDELA PLANA 1 IN, ASME B18.2.6	---	ASTM F436	0.1 Kg.	1



SECCIÓN P-P
ESCALA_1 : 12

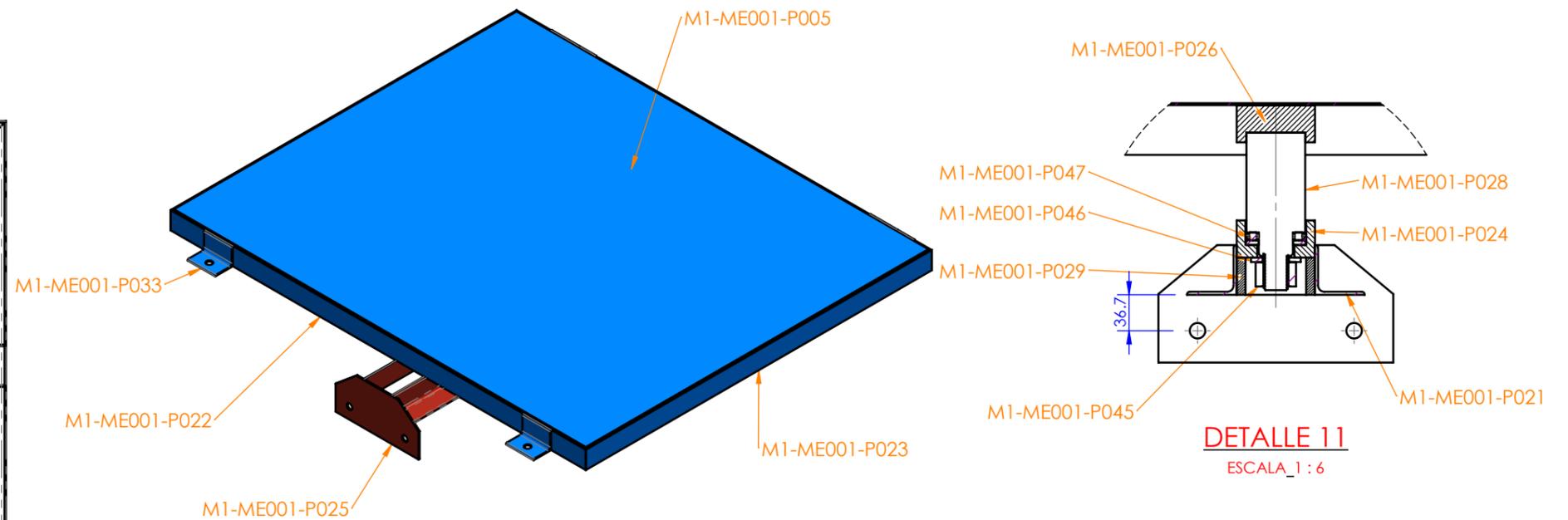


SECCIÓN O-O
ESCALA_1 : 12



M1-ME001-P027

M1-ME001-P043

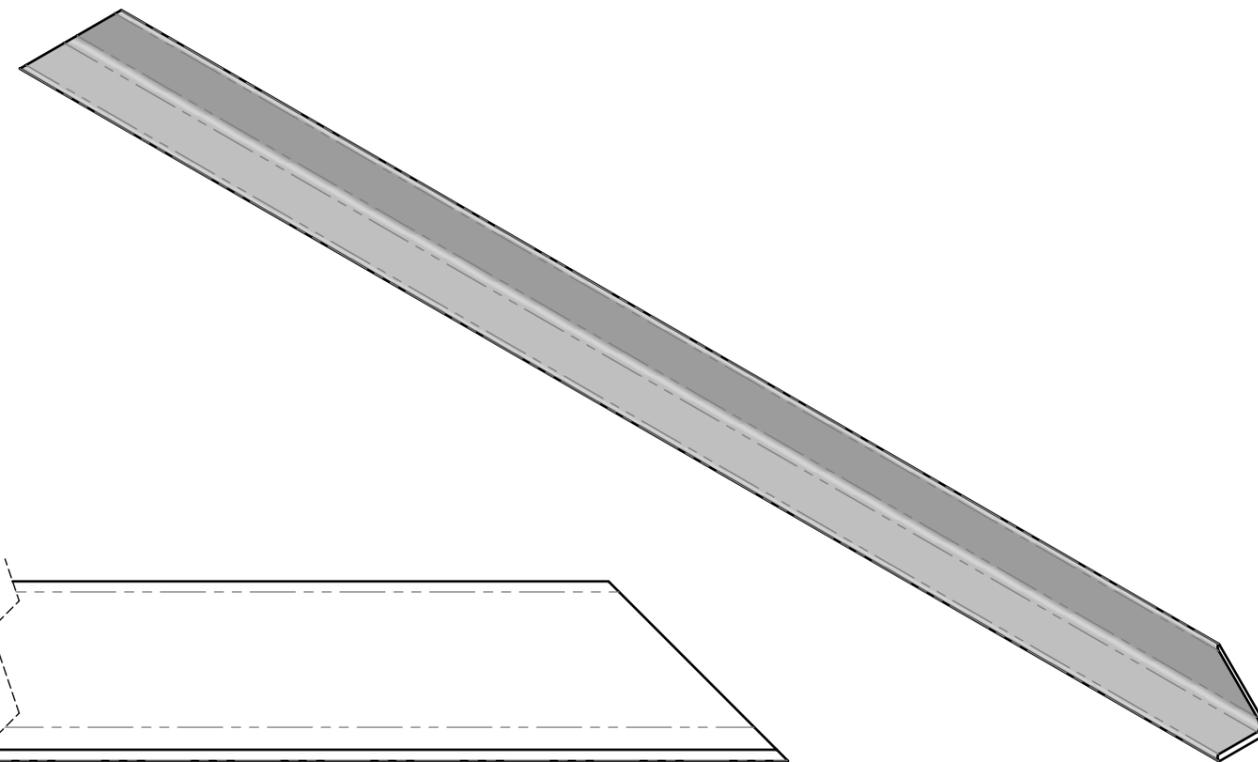
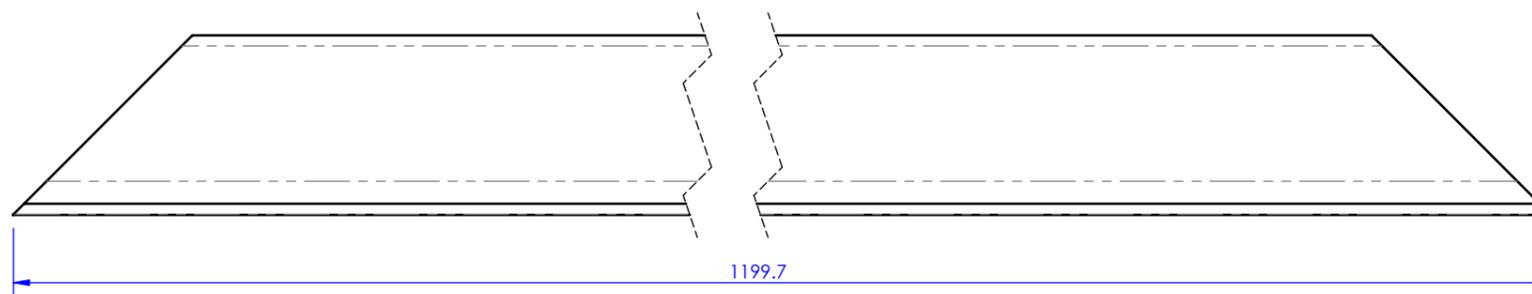
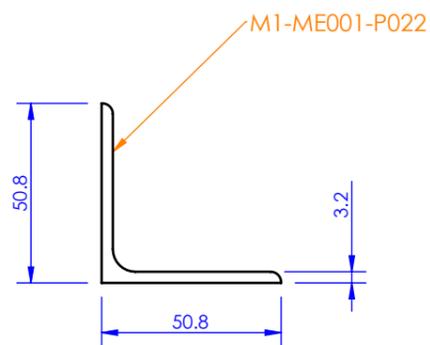


DETALLE 11
ESCALA_1 : 6

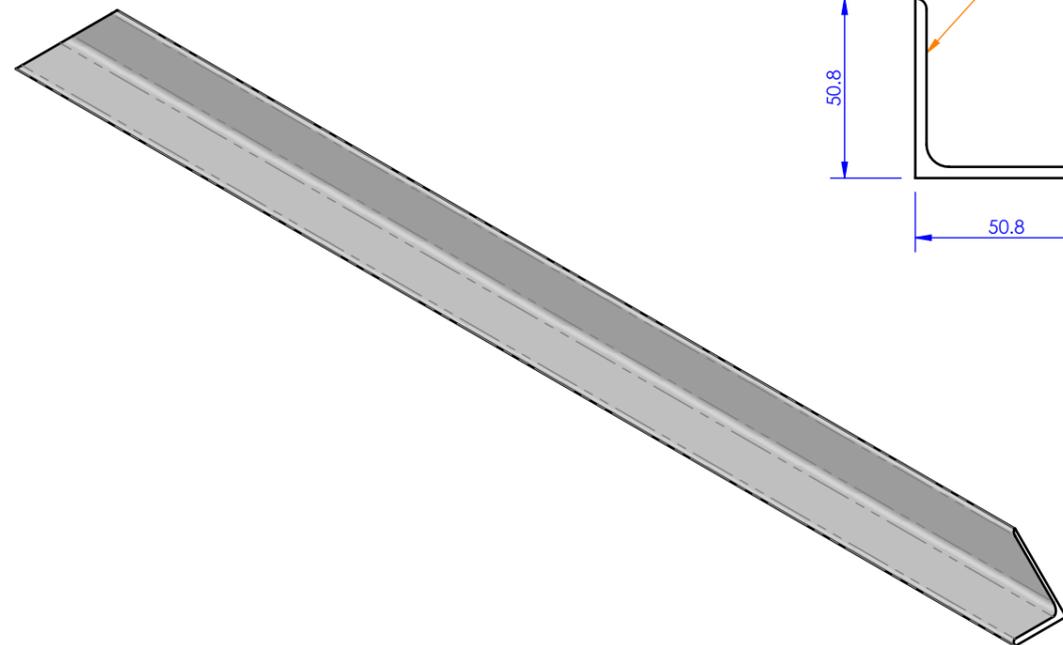
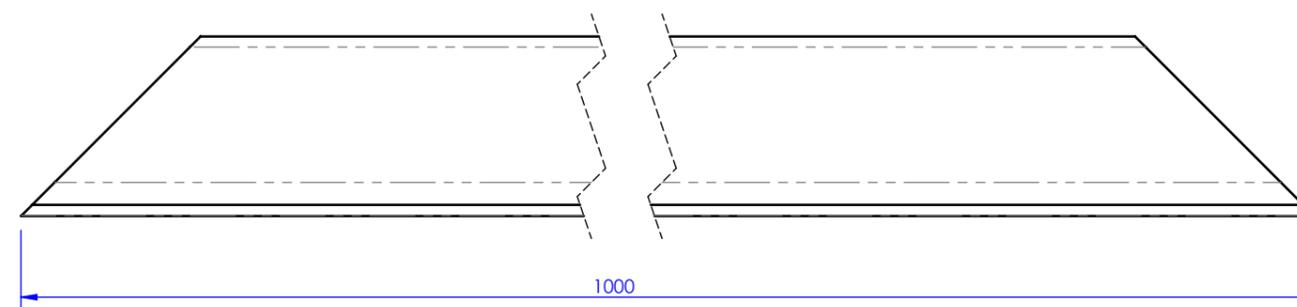
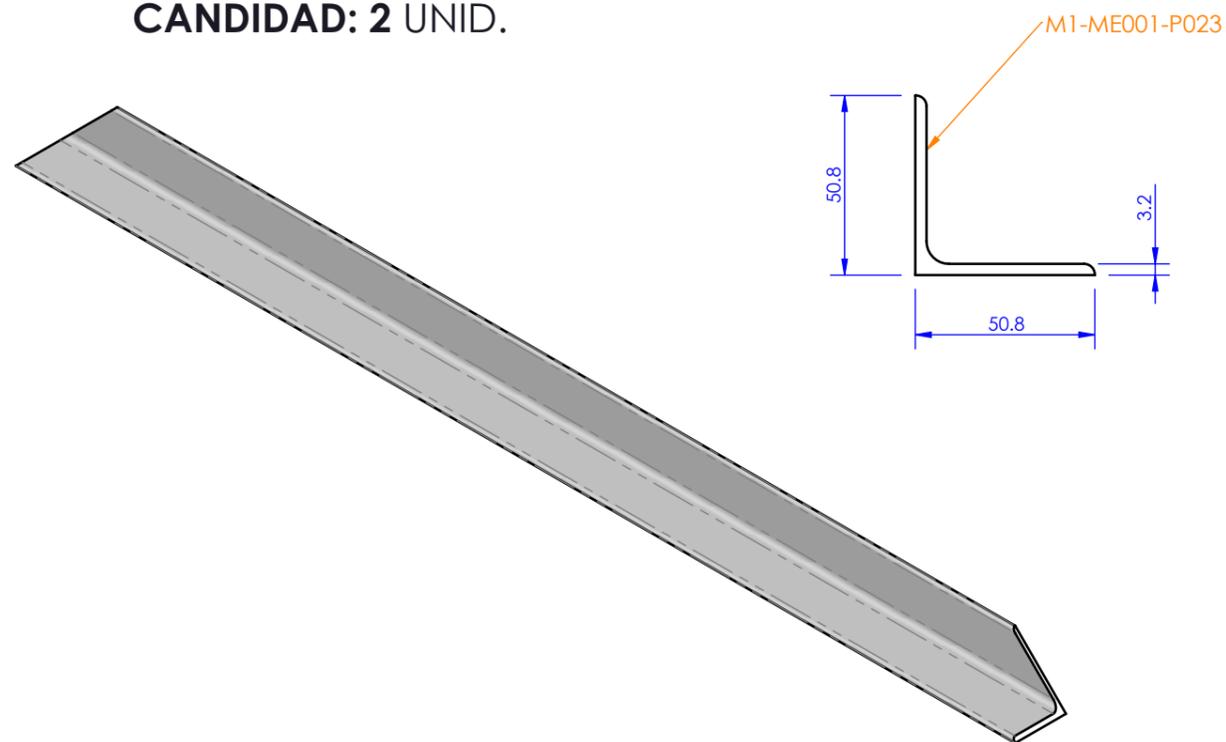
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-17	ESCALA : IND.
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-A007	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE : AUTOR	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ		

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

CANTIDAD: 2 UNID.



CANTIDAD: 2 UNID.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA
DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

TITULO:
M1-ME001-P022

DISEÑO: AUTOR

DIBUJO: AUTOR

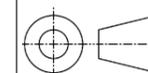
APROBO: ING. CARLOS ALVAREZ

REVISADO: ING. CARLOS ALVAREZ

LÁMINA:
A-18

UNIDAD:
mm

FABRICANTE:
AUTOR



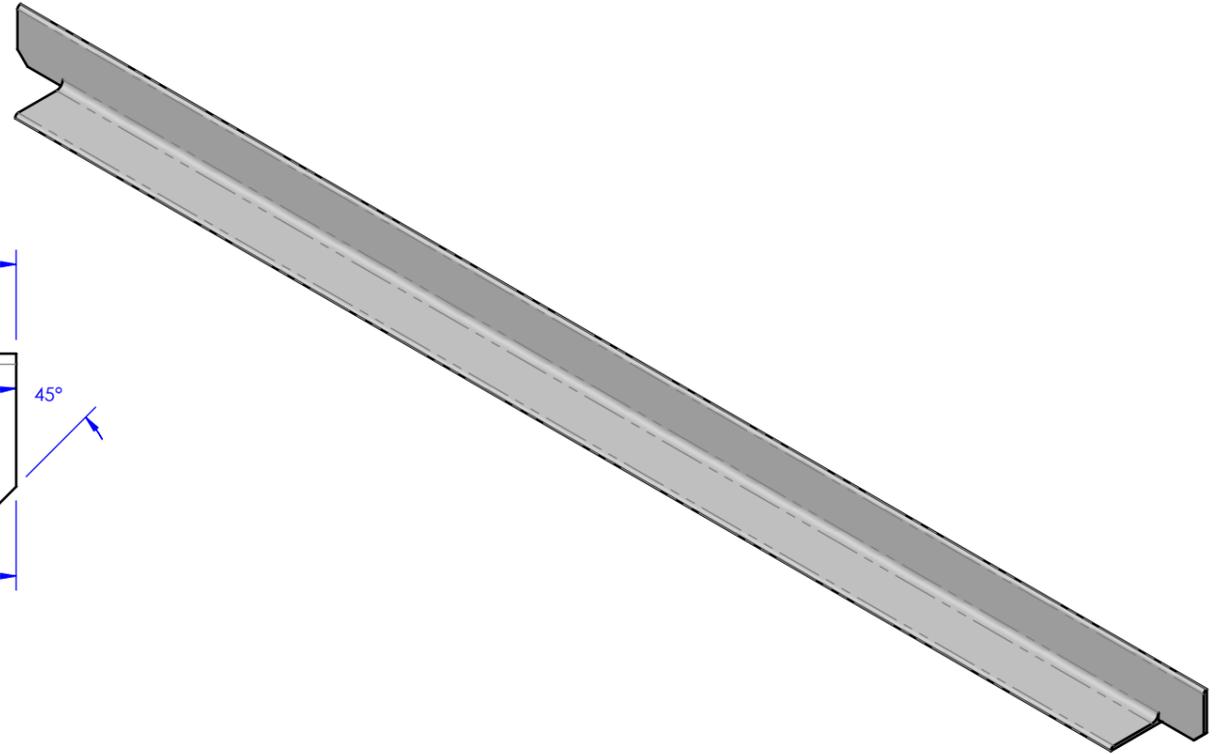
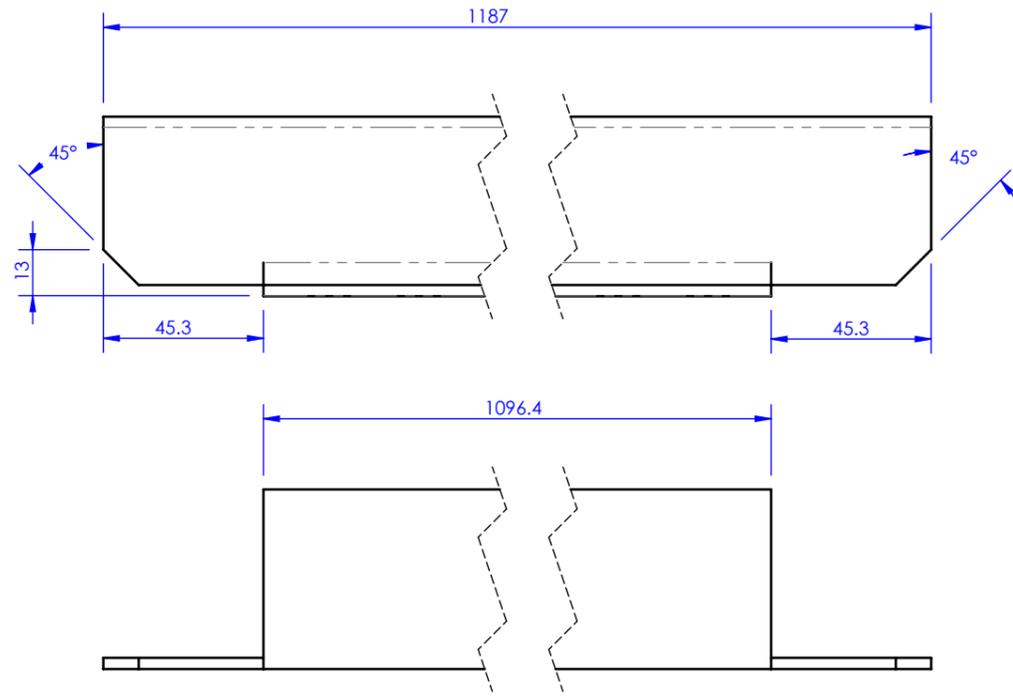
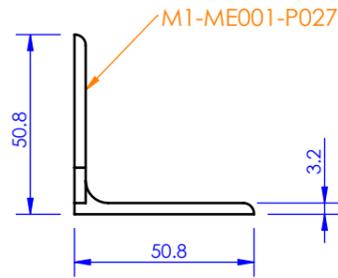
ESCALA:
IND.

FECHA:
20/12/22

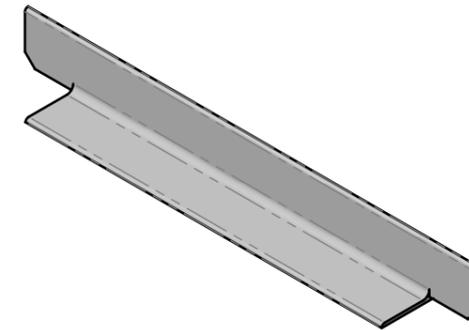
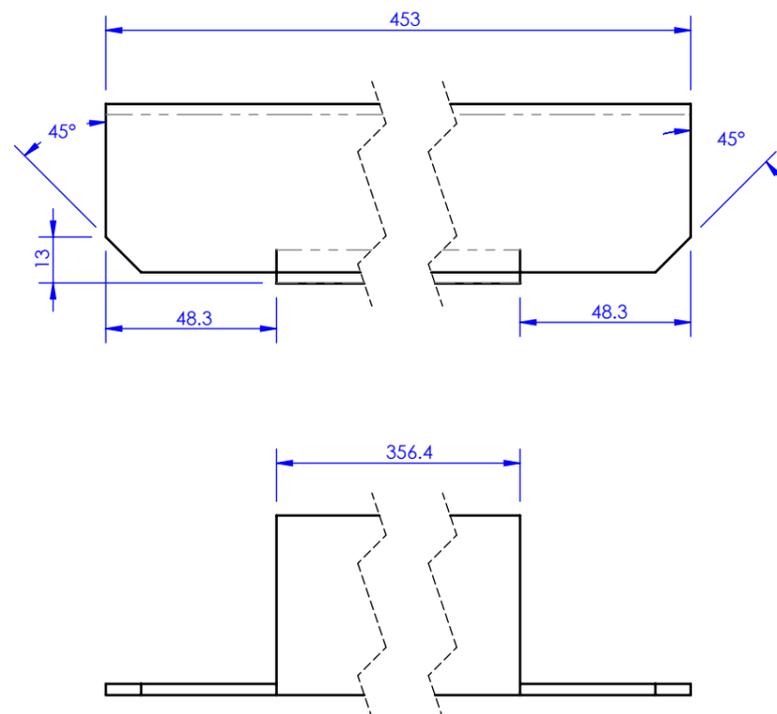
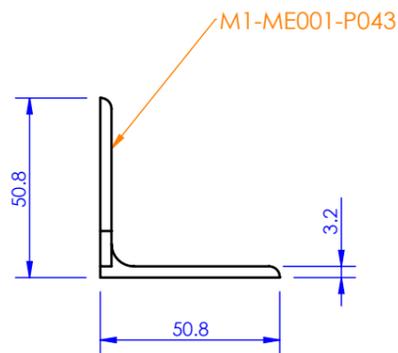
Nº DE PLANO:
A3

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
m	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0	

CANTIDAD: 2 UNID.



CANTIDAD: 2 UNID.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA
DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

TITULO:
M1-ME001-P027

DISEÑO: AUTOR

DIBUJO: AUTOR

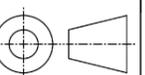
APROBO: ING. CARLOS ALVAREZ

REVISADO: ING. CARLOS ALVAREZ

LÁMINA:
A-19

UNIDAD:
mm

FABRICANTE:
AUTOR



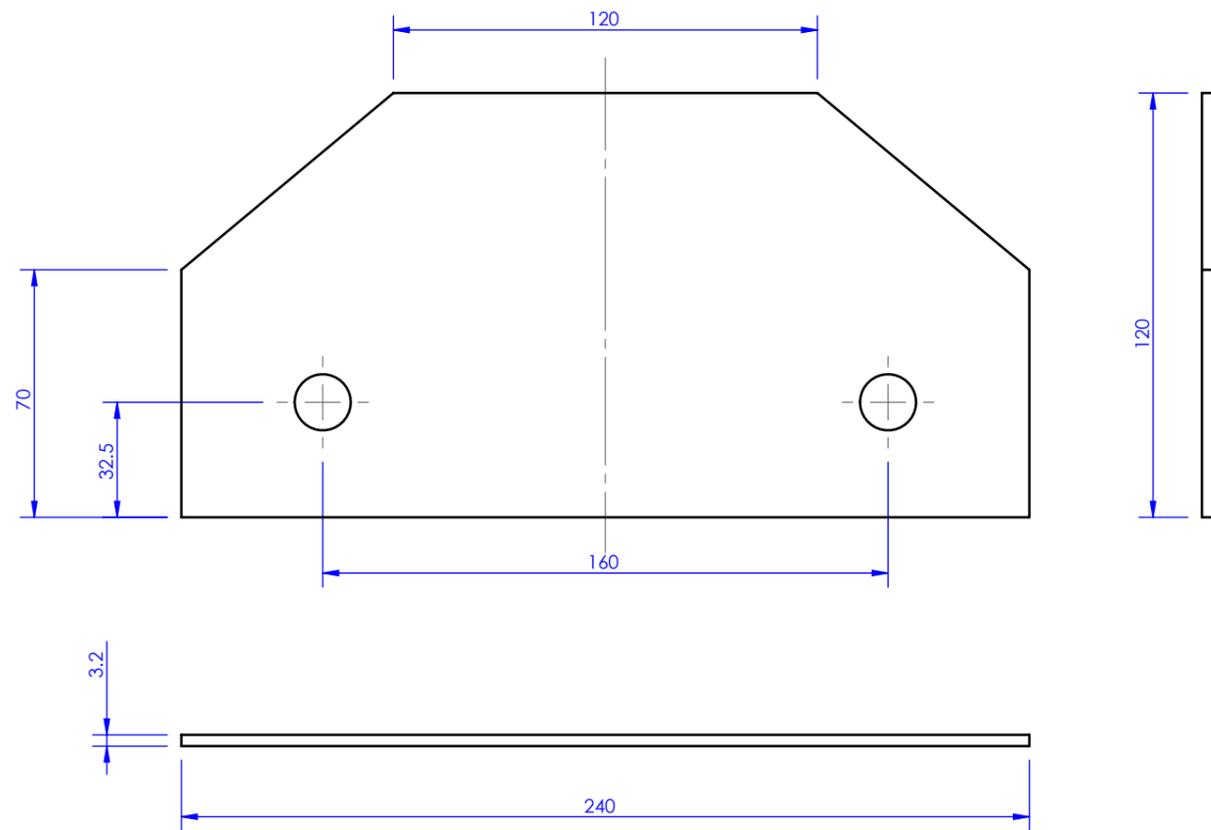
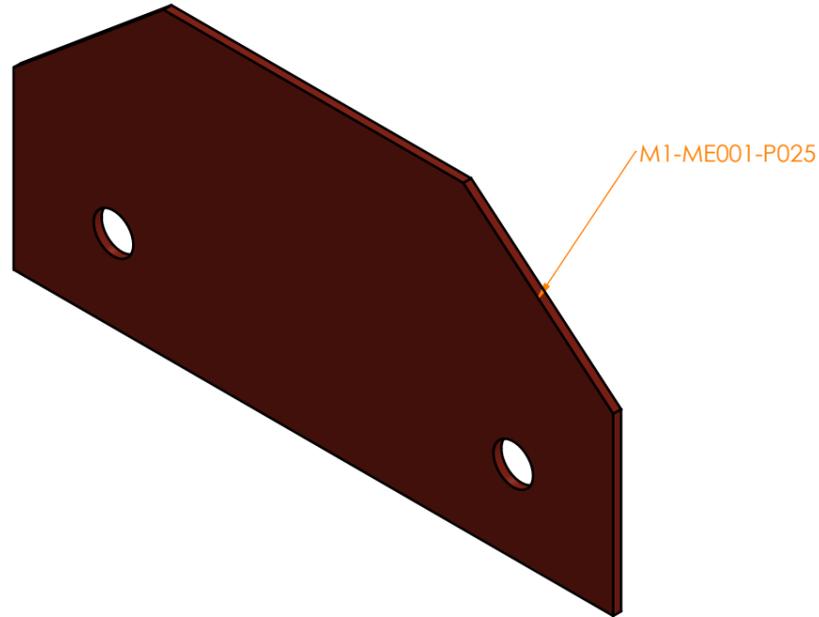
ESCALA:
IND.

FECHA:
20/12/22

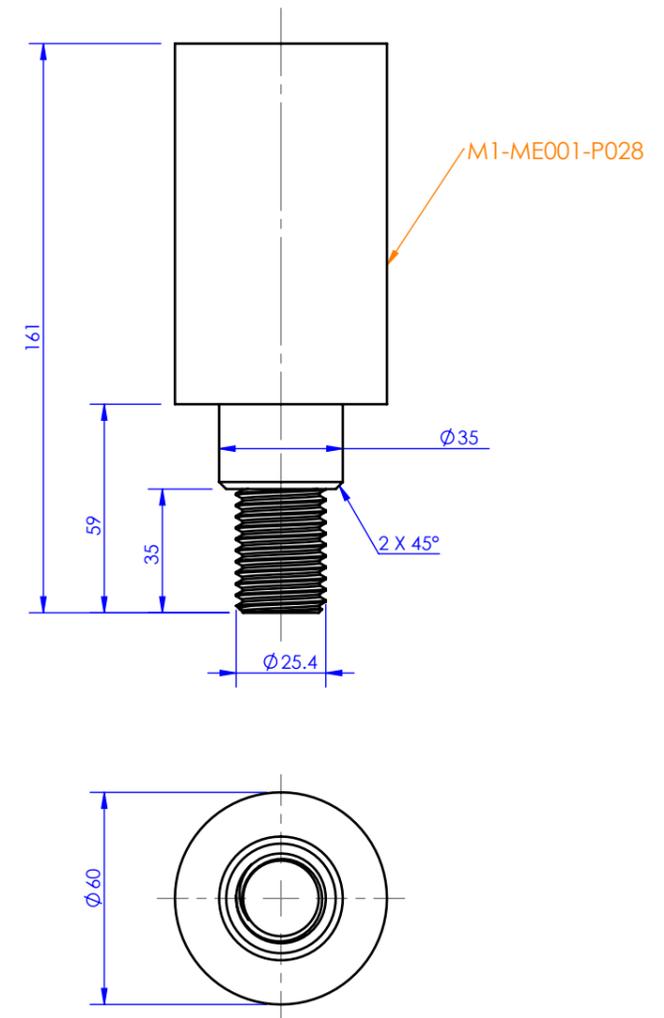
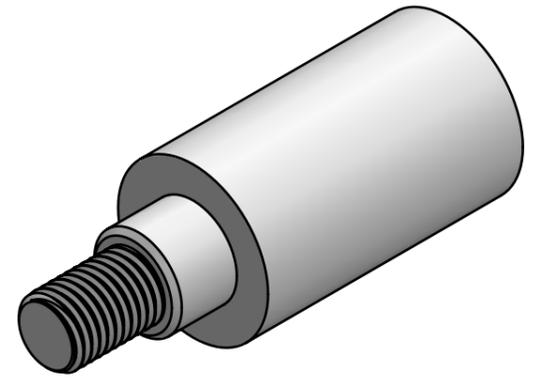
Nº DE PLANO:
A3

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	
	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	
m	≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000	
media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0	

CANDIDAD: 2 UNID.



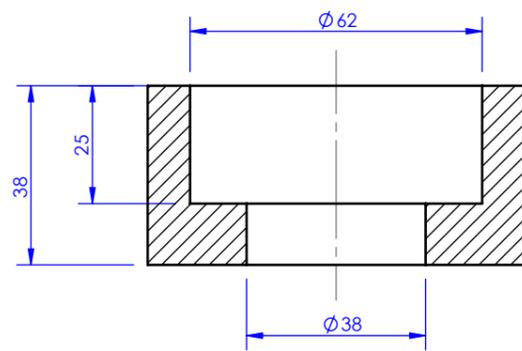
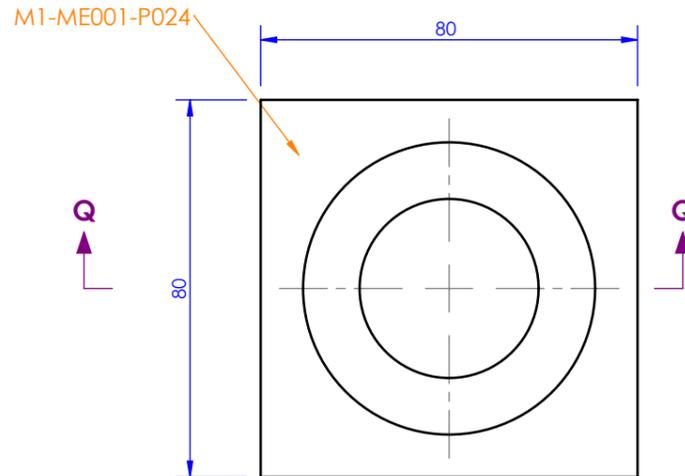
CANDIDAD: 1 UNID.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			
INGENIERIA AUTOMOTRIZ		LÁMINA : A-20	ESCALA : IND.
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG	TITULO : M1-ME001-P028	UNIDAD : mm	FECHA : 20/12/22
DISEÑO : AUTOR	DIBUJO : AUTOR	FABRICANTE : AUTOR	Nº DE PLANO : A3
APROBO : ING. CARLOS ALVAREZ	REVISADO : ING. CARLOS ALVAREZ		

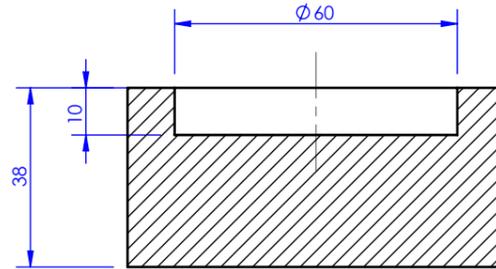
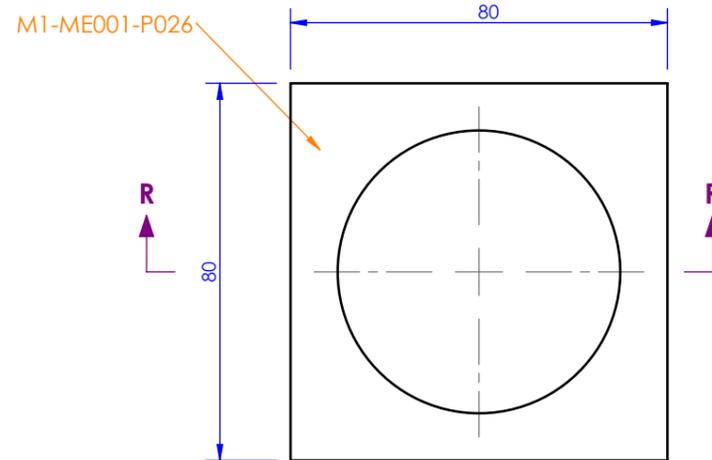
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
	Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

CANTIDAD: 1 UNID.



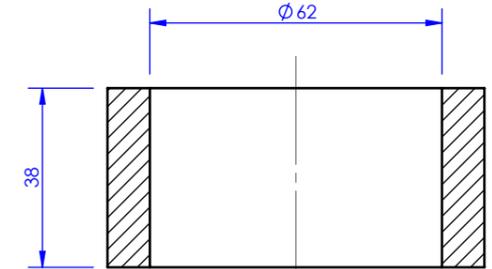
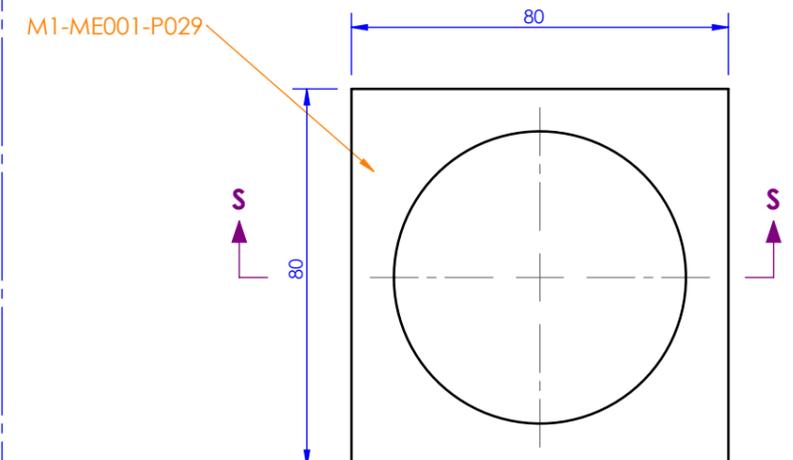
SECCIÓN Q-Q
ESCALA_2 : 3

CANTIDAD: 1 UNID.



SECCIÓN R-R
ESCALA_2 : 3

CANTIDAD: 1 UNID.



SECCIÓN S-S
ESCALA_2 : 3

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA
DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

TITULO:
M1-ME001-P024

DISEÑO: AUTOR

DIBUJO: AUTOR

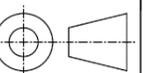
APROBO: ING. CARLOS ALVAREZ

REVISADO: ING. CARLOS ALVAREZ

LÁMINA:
A-21

UNIDAD:
mm

FABRICANTE:
AUTOR



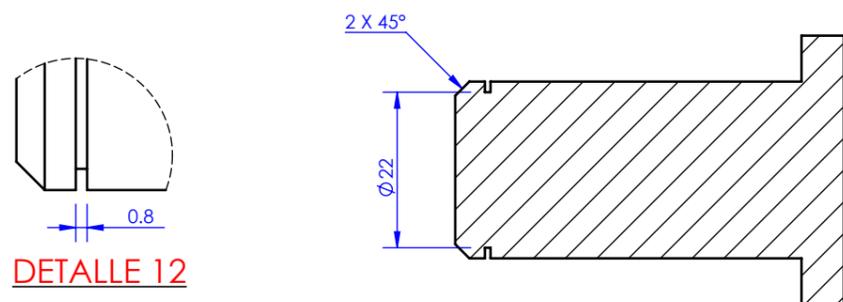
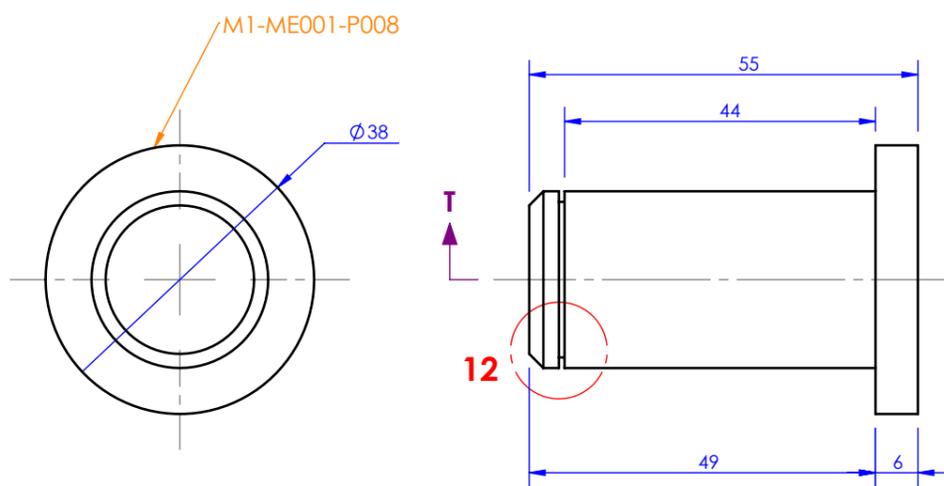
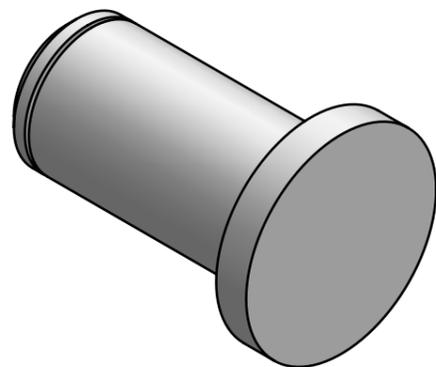
ESCALA:
IND.

FECHA:
20/12/22

Nº DE PLANO:
A3

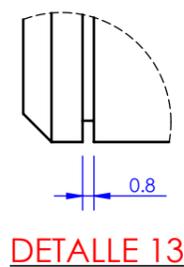
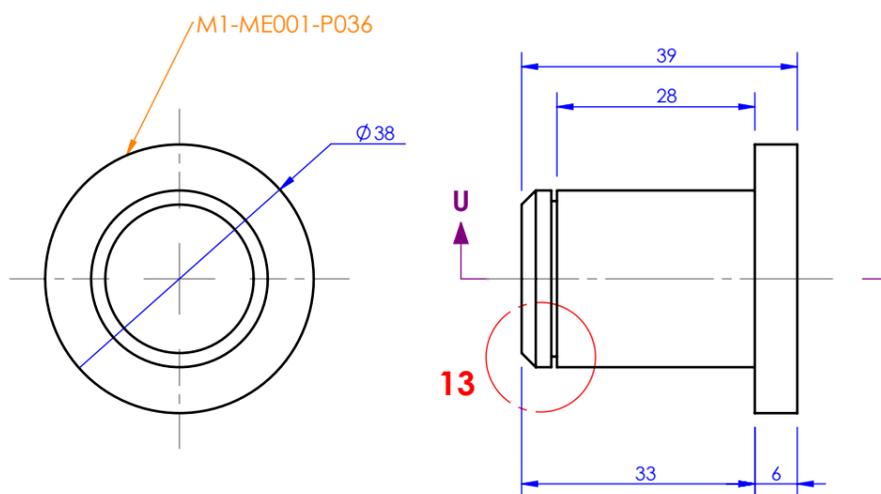
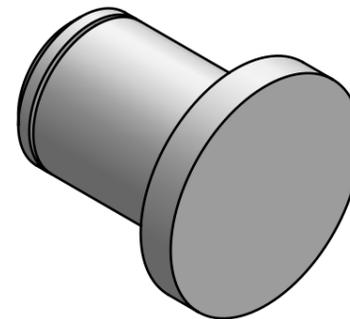
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal d (mm)							
	Descripción	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d	< d
		≤ 3	≤ 6	≤ 30	≤ 120	≤ 400	≤ 1000	≤ 2000	≤ 4000
m	media	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2,0

CANDIDAD: 2 UNID.

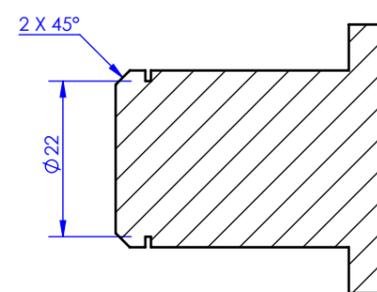


SECCIÓN T-T
ESCALA_1 : 1

CANDIDAD: 4 UNID.

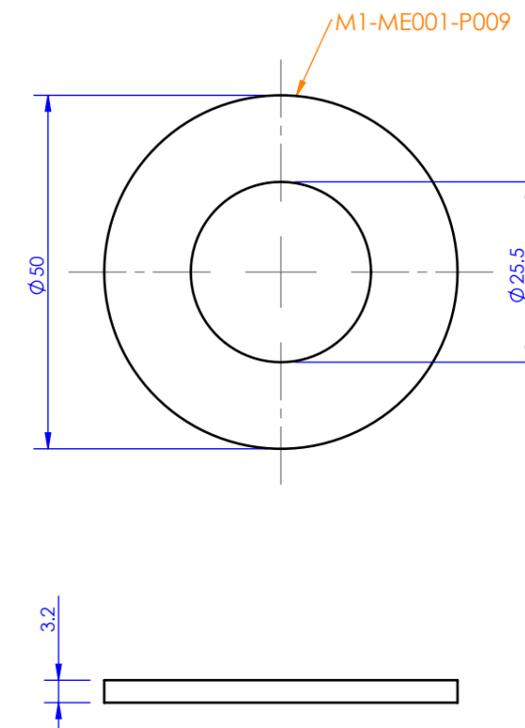
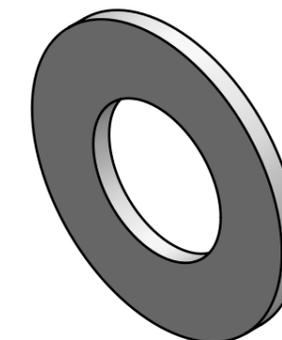


DETALLE 13



SECCIÓN U-U
ESCALA_1 : 1

CANDIDAD: 10 UNID.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ELEVADORA DE CARGA LIVIANA PARA 300 KG

DISEÑO: AUTOR

APROBO: ING. CARLOS ALVAREZ

TITULO: M1-ME001-P008

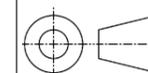
DIBUJO: AUTOR

REVISADO: ING. CARLOS ALVAREZ

LÁMINA: A-22

UNIDAD: mm

FABRICANTE: AUTOR



ESCALA: IND.

FECHA: 20/12/22

Nº DE PLANO: A3