



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un
elevador RZ230205E141A LIFTER ASY. Simulación
dinámica y análisis mediante elementos finitos.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Taberner Moncholí, Roberto

Tutor/a: Albert Gil, Francisco Eugenio

Cotutor/a: Salvador Herranz, Gustavo Manuel

Cotutor/a externo: Pérez Piñero, Joan

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

RESUMEN

Título: Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY. Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos.

Descripción:

El objetivo de este TFG es el diseño de un elevador que forma parte de una máquina en el proyecto “RPS26 HAM PACKING” en el que el alumno está realizando sus prácticas en la empresa “Diseño y Construcción de Maquinaria Automatizada (DCM)” dedicada al desarrollo de tecnología para la industria alimentaria.

La función principal del elevador es recoger las cajas vacías de la línea de producción, elevarlas hasta un punto de carga donde un robot deposita las pilas de hamburguesas dentro para, una vez llena, volver a dejar la caja sobre la rodillada.

Existe una primera generación de este elevador en el que la estructura resulta altamente inestable, por lo que no realiza su función de forma adecuada. Por ello, el trabajo consistirá en rediseñar el elevador prácticamente desde cero para que cumpla con los requisitos mecánicos, funcionales y de diseño exigidos.

El prototipo se validará mediante la simulación del comportamiento mecánico y se realizará el análisis estático de algunos de sus componentes empleando el método de los elementos finitos. Además de con la realización de estos cálculos, el diseño será comprobado y validado por el ingeniero responsable del proyecto para ser enviado a fabricación.

Este proyecto requerirá principalmente del uso de la aplicación CAD SOLIDWORKS como herramienta de trabajo para el diseño de piezas y ensamblajes, realización de planos, análisis del comportamiento mecánico y cálculo de elementos finitos.

Palabras clave: Diseño de maquinaria; Elevador LIFTER ASY; Industria alimentaria; Solidworks; Elementos finitos.

ROBERTO TABERNER MONCHOLÍ

GRADO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

RESUM

Títol: Desenvolupament del prototip virtual parametrizat d'un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY. Simulació dinàmica i anàlisi mitjançant elements finits.

Descripció:

L'objectiu d'aquest TFG és el disseny d'un elevador que forma part d'una màquina en el projecte "RPS26 HAM PACKING" en el qual l'alumne està realitzant les seues pràctiques en l'empresa "Disseny i Construcció de Maquinària Automatitzada (DCM)" dedicada al desenvolupament de tecnologia per a la indústria alimentària.

La funció principal de l'elevador és recollir les caixes buides de la línia de producció, elevar-les fins a un punt de càrrega on un robot diposita les piles d'hamburgueses dins, i, una vegada plena, tornar a deixar la caixa sobre la rodillada.

Existeix una primera generació d'aquest elevador en la qual l'estructura resulta altament inestable, per la qual cosa no realitza la seua funció de manera adequada. Per això, el treball consistirà a redissenyar l'elevador pràcticament des de zero perquè complisca amb els requisits mecànics, funcionals i de disseny exigits.

El prototip es validarà mitjançant la simulació del comportament mecànic i es realitzarà l'anàlisi estàtic d'alguns dels seus components utilitzant el mètode dels elements finits. A més, amb la realització d'aquests càlculs, el disseny serà comprovat i validat per l'enginyer responsable del projecte per a ser enviat a fabricació.

Aquest projecte requerirà principalment l'ús de l'aplicació CAD SOLIDWORKS com a eina de treball per al disseny de peces i ensamblatges, realització de plànols, anàlisi del comportament mecànic i càlcul d'elements finits.

Paraules clau: Disseny de maquinària; Elevador LIFTER ASY; Indústria alimentària; Solidworks; Elements finits.

ROBERTO TABERNER MONCHOLÍ

GRADO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

ABSTRACT

Title: Development of the Parametric Virtual Prototype of an Elevator RZ230205E141A LIFTER ASY. Dynamic Simulation and Finite Element Analysis.

Description:

The objective of this thesis is the design of an elevator that is part of a machine in the “RPS26 HAM PACKING” project, where the student is doing their internship at the company “Diseño y Construcción de Maquinaria Automatizada (DCM),” which is dedicated to the development of technology for the food industry. The main function of the elevator is to pick up empty boxes from the production line, lift them to a loading point where a robot stacks hamburgers inside, and then, once filled, place the box back onto the rollers. There is a first generation of this elevator where the structure is highly unstable, preventing it from performing its function properly. Therefore, the task will involve redesigning the elevator almost from scratch to meet the required mechanical, functional, and design specifications. The prototype will be validated by simulating the mechanical behavior and performing a static analysis of some of its components using the finite element method. Additionally, along with performing these calculations, the design will be reviewed and validated by the project engineer before being sent for manufacturing. This project will primarily require the use of the CAD application SOLIDWORKS as a working tool for designing parts and assemblies, creating drawings, analyzing mechanical behavior, and performing finite element calculations.

Keywords: Machinery design; LIFTER ASY elevator; Food industry; Solidworks; Finite elements.

ROBERTO TABERNER MONCHOLÍ

GRADO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

MEMORIA

ROBERTO TABERNER MONCHOLÍ

GRADO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1. CONTEXTO DEL PROYECTO..... | 4 |
| 1.2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN | 6 |
| 1.3. DESCRIPCIÓN DE LA RPS26 | 7 |
| 1.3.1. PRE-INDEXER..... | 9 |
| 1.3.2. INDEXER | 10 |
| 1.3.3. CINTA DE REFLUJO..... | 11 |
| 1.3.4. CINTA DE RECOGIDA..... | 12 |
| 1.3.5. ESTRUCTURA PRINCIPAL (MAIN FRAME) | 13 |
| 1.3.6. CAMPANA DE VISIÓN | 14 |
| 1.3.7. STACKER | 15 |
| 1.3.8. ESTACIÓN DE LLENADO | 16 |
| 1.4. ALCANCE DEL PROYECTO | 17 |
| 1.5. MOTIVACIÓN..... | 18 |
| 1.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO | 18 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 19 |
| 2.1. MATERIALES | 19 |
| 2.1.1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN DE LOS MATERIALES DESTINADOS A ESTAR EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS | 19 |
| 2.1.2. MATERIALES PROHIBIDOS..... | 20 |
| 2.1.3. MATERIALES EMPLEADOS | 20 |
| 2.2. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO | 23 |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO | 24 |
| 3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS..... | 24 |
| 3.2. MODELADO: CAMBIOS EN DISEÑO DEL ELEVADOR..... | 36 |
| 3.3. ENSAMBLAJE..... | 45 |
| 3.4. MODELO OBTENIDO | 47 |
| 3.5. LISTADO DE PIEZAS..... | 50 |
| 4. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL ELEVADOR..... | 57 |
| 4.1. CARGA ESTÁTICA | 57 |
| 4.2. ANÁLISIS ELEMENTOS FINITOS..... | 58 |
| 4.2.1. SIMULACIÓN DINÁMICA | 58 |
| 4.2.2. RESULTADOS..... | 60 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 66 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO DEL PROYECTO

Este trabajo se basa en un proyecto real que el estudiante ha elaborado durante su estancia en DCM Automatizada dónde ha realizado sus prácticas de empresa. DCM es una empresa de ingeniería dónde se crean soluciones y espacios para la industria de la alimentación y principalmente especializada en el sector cárnico, utilizando la última tecnología disponible. Veinticuatro años de experiencia en el sector y el prestigio adquirido durante este tiempo han permitido a la empresa a acceder a nuevos proyectos y expandirse al mercado internacional con proyectos en Rusia y Estados Unidos.

En la estructura humana de la empresa, el estudiante forma parte de la oficina técnica, como diseñador de máquinas. Dentro de la misma oficina técnica los ingenieros se dividen en grupos según los proyectos en los que se trabaje y este ha tenido la oportunidad de colaborar en uno de ellos. El equipo del que forma parte es el encargado de realizar los proyectos para Estados Unidos y entre otros, se está realizando una máquina para GSF (Golden State Foods).

Esta empresa fue fundada en 1947 en el sur de California, como una pequeña empresa cárnica que suministraba a negocios locales. Tras asociarse con McDonald's y después de setenta y cinco años, se ha convertido a día de hoy en uno de los mayores proveedores diversificados del mundo para la industria de restaurantes de servicio rápido (QSR) y minoristas.

El acuerdo de DCM con GSF consistía en construir una máquina totalmente automatizada encargada de realizar el proceso de control de calidad de sus hamburguesas con un sistema de rechazo con el fin de optimizar la parte final del proceso de producción, esta máquina recibe el nombre de RPS26.

En la actualidad, el primer modelo de dicha máquina ya está fabricado y en funcionamiento en las plantas de GSF Opelika (Alabama) y desde el equipo de DCM se está trabajando en una segunda versión de la máquina que mejore en aspectos de rendimiento y funcionamiento las prestaciones de la anterior.

Para entender mejor la magnitud del proyecto, el valor de una línea del proceso ronda la cifra de 1.5 millones de euros, y cada línea está formada por dos máquinas simétricas. Tras ser aprobada la primera versión por el comprador al verla en funcionamiento en su empresa, el nuevo contrato de GSF con DCM consta de la venta de 14 máquinas de la segunda versión de la RPS26 para su línea de producción.

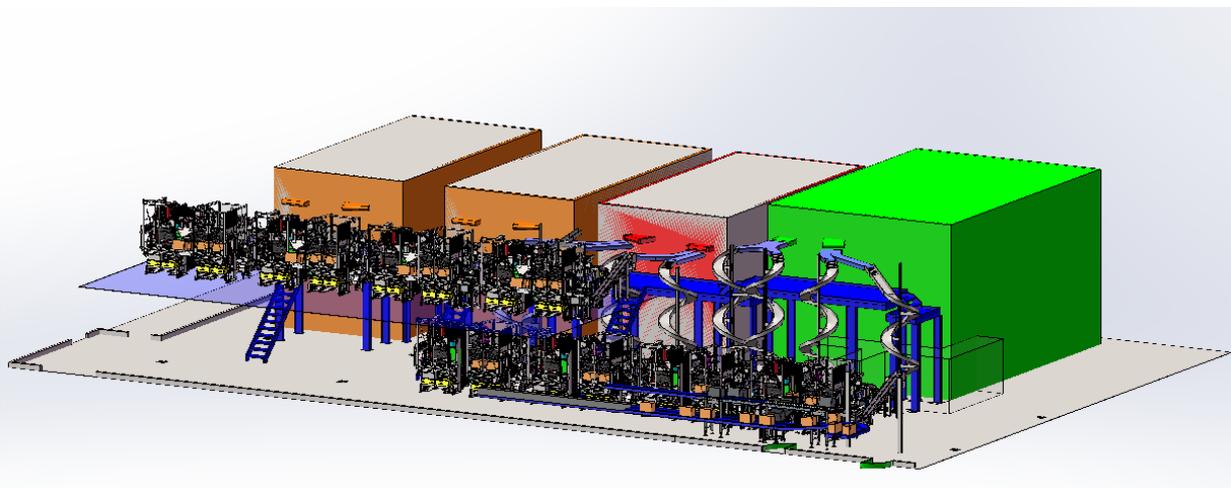


Figura 1. Layout de las 8 líneas de producción de hamburguesas de GSF con las máquinas RPS26

En la imagen anterior (Figura 1) se observa la distribución en planta de las RPS26 dispuestas en las dos plantas con las que cuenta la factoría. La distribución de las líneas se compone de parejas de máquinas simétricas, es por eso por lo que se fabricarán 7 RPS26 mano derecha y 7 RPS26 mano izquierda y todos los elementos que componen las máquinas están dispuestos de forma simétrica entre ellas. La sala de producción se ha pensado distribuirla de la forma en la que se observa en la imagen (figura 1) para conseguir el máximo provecho posible de su suelo útil.

Como se aprecia en la imagen (figura 1), las máquinas se unen al proceso de producción a través de unos toboganes por donde llegan las hamburguesas a la RPS26. A la salida de cada máquina, una cinta transportadora se encarga de llevar las cajas con el producto final desde la rodillada (cinta de rodillos) a otra cinta que conecta con todas las RPS26 para unificar la salida del producto listo para almacenar.

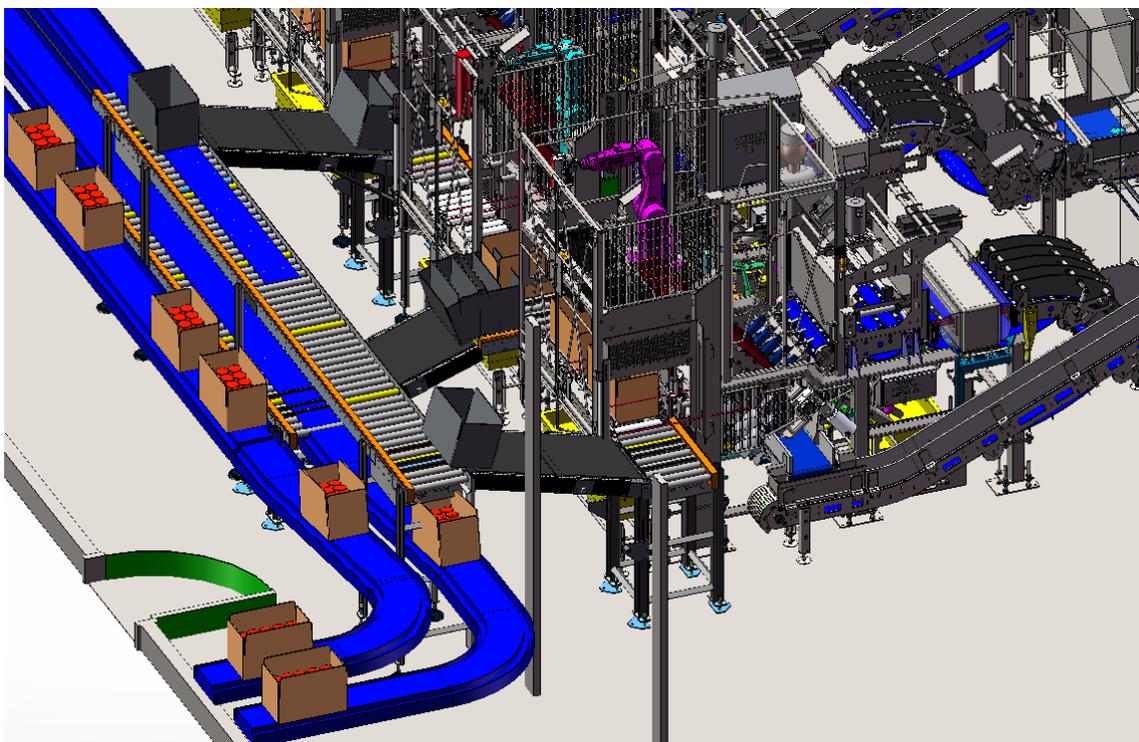


Figura 2. Ampliación del sistema de flujo de cajas en la planta de producción.

1.2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

El objetivo principal de este trabajo ha sido la realización, empleando la aplicación CAD SolidWorks, de un prototipo virtual de una segunda versión de la RPS26, que no presente los problemas de la primera versión. Concretamente, el trabajo se centrará en la modificación de una parte de dicha máquina, el elevador de cajas. La realización del prototipo virtual comprende prácticamente todas las fases del diseño e integra conocimientos adquiridos en diferentes asignaturas del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

A continuación, se detallará la primera versión de la RPS26 exponiendo todos sus componentes principales para poder conocer en detalle el proyecto.

El objetivo inicial del proyecto consistía en la optimización del proceso de producción de hamburguesas, y para ello se actuaría sobre la parte final de la línea de producción que disponían en la fábrica de GSF dado que esta parte del proceso era realizada de forma manual por unos operarios. Estos trabajadores tenían la función de ordenar las hamburguesas que eran volcadas en una cinta transportadora y de realizar un control de forma de las hamburguesas a través de una inspección ocular, lo que suponía que el nivel de rigurosidad que se podía conseguir en este control de calidad no fuese muy alto.

Además, el volumen de producción de hamburguesas de la planta es muy elevado, llegándose a producir 500 unidades por minuto, por lo que esta tarea realizada por personas ralentizaba de forma significativa el proceso productivo.

En esta parte final del proceso, una serie de operarios se encargaban también de apilar las hamburguesas una vez pasasen el control de forma, y tras pasar por un detector de metales estos trabajadores las apilaban y ordenaban en cajas para luego ser almacenadas en una cámara esperando a ser distribuidas.

Durante todo este proceso, las hamburguesas se encuentran ultracongeladas, a temperaturas inferiores a los -20°C , por lo que las condiciones en las que trabajaban estos operarios no eran las óptimas en términos de salud. Tanto es así, que a pesar de operar con la indumentaria adecuada y con el cumplimiento de todos los requisitos sanitarios, gran parte de los trabajadores acababa sufriendo todo tipo de enfermedades por causa de las bajas temperaturas a las que estaban expuestos además de múltiples quemaduras en las manos por este mismo motivo.

Por esta serie de razones y acontecimientos era una necesidad crear una máquina que pudiese resolver todas estas operaciones del proceso, mejorando las calidades de control y reduciendo el tiempo de trabajo. Todo esto supondría una sobresaliente mejora en el proceso de fabricación y por consiguiente una oportunidad de crecimiento para la empresa.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA RPS26

La solución propuesta por DCM es la primera versión de la RPS26, a la cual se hace referencia a lo largo de la memoria como “Versión 1 RPS26”. Esta máquina está compuesta por varios subensamblajes distinguidos entre sí que al coordinar sus movimientos consiguen que el conjunto realice los requerimientos del proceso de fabricación.

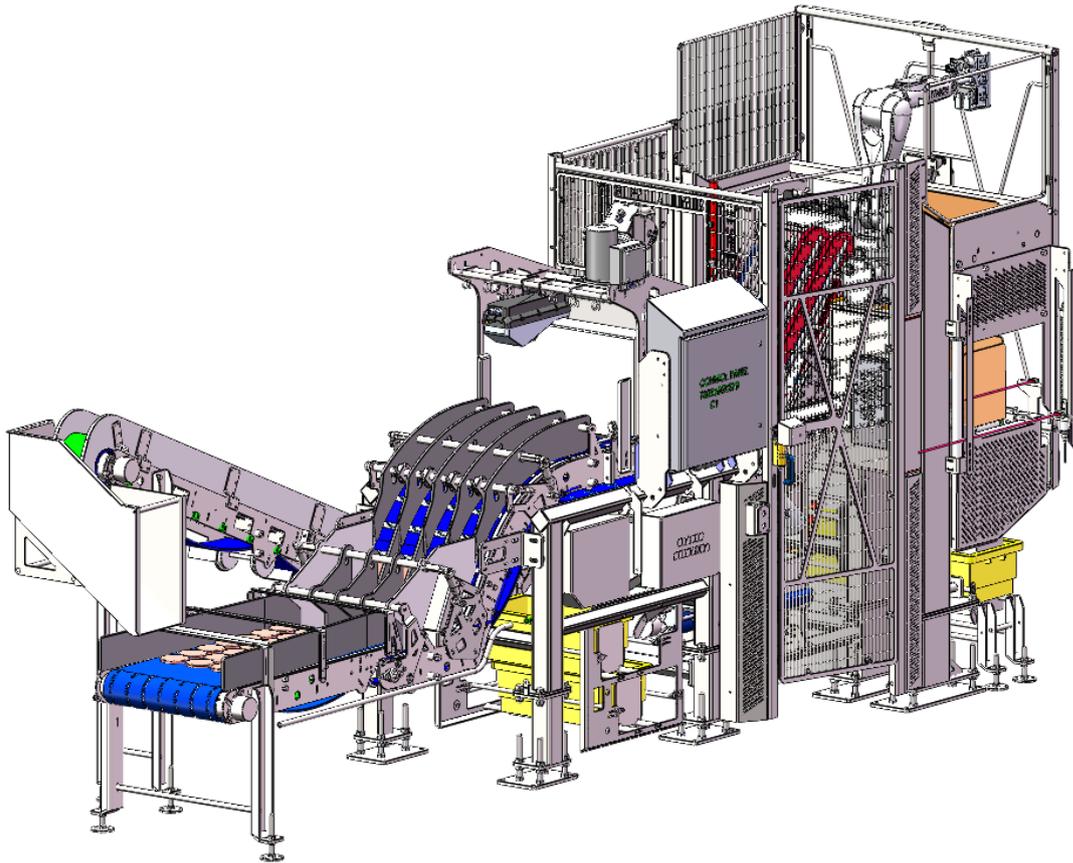


Figura 3. Versión 1 RPS26 HAM PACKING MACHINE

La Versión 1 RPS26 consta de una primera cinta transportadora que recoge las hamburguesas que llegan ultracongeladas de un proceso anterior y las ordena junto a la siguiente cinta vertical. Por medio de unas planchas de plástico, las hamburguesas son separadas en cuatro filas y por gravedad y con la ayuda de unos módulos empujadores que son capaces de recoger las hamburguesas de una en una, el producto entra por la campana de visión que realiza el control de forma. En caso de que alguna pieza de producto no cumpla con los requisitos necesarios, es retirada mediante el sistema de rechazo. En caso contrario, las hamburguesas pasan al Stacker formando una pila que cuando alcanza el tamaño deseado es recogida por un brazo robótico para ser introducidas en cajas.

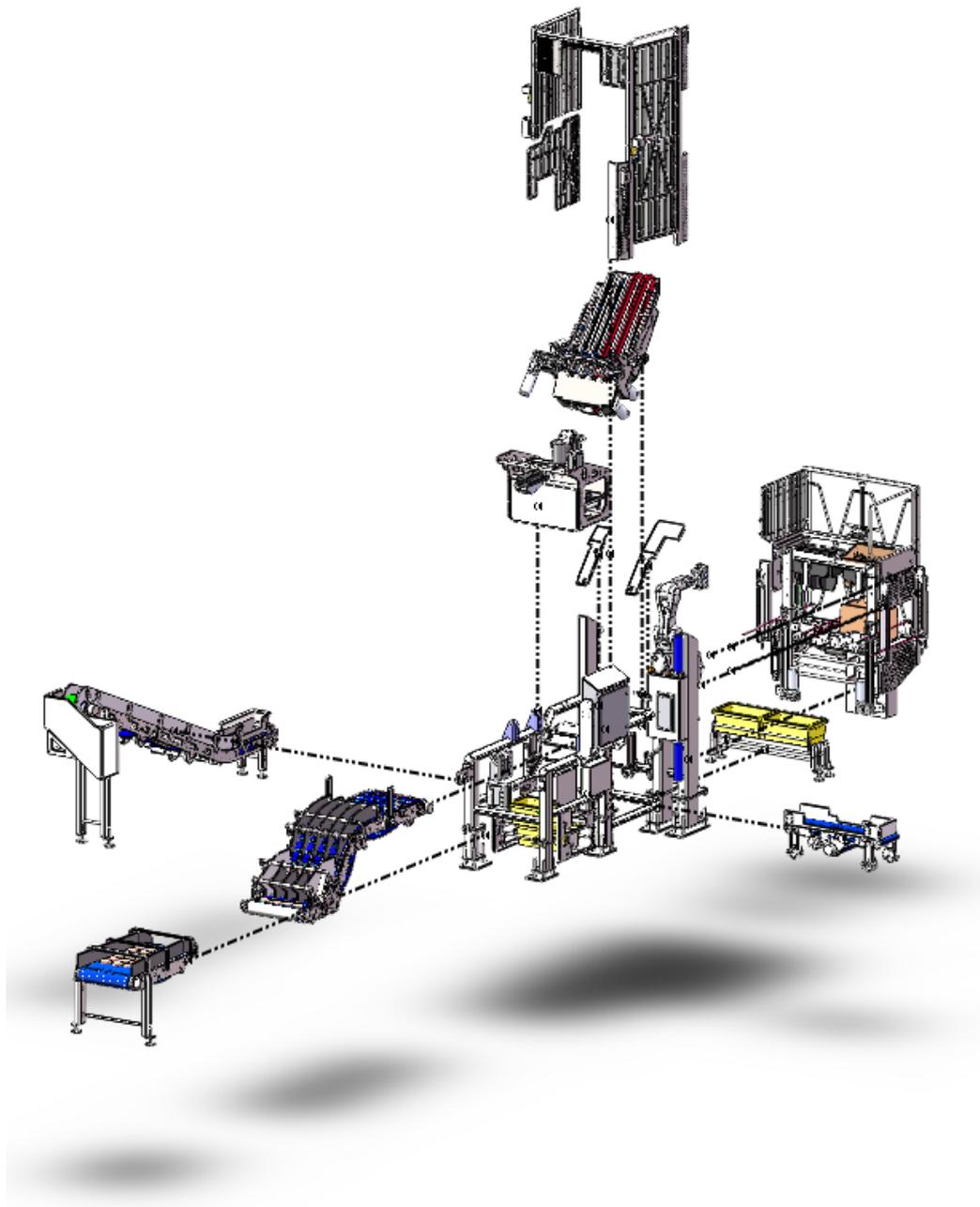


Figura 4. Vista explosionada versión 1 RPS26

Como se observa en la vista explosionada de la versión 1 RPS26 (Figura 4), la máquina está compuesta de varios subconjuntos y cada uno de ellos realiza una función primordial para que esta se comporte de la forma deseada. Seguidamente se describirá cada una de las partes principales que componen dicha versión de la RPS26.

1.3.1. PRE-INDEXER

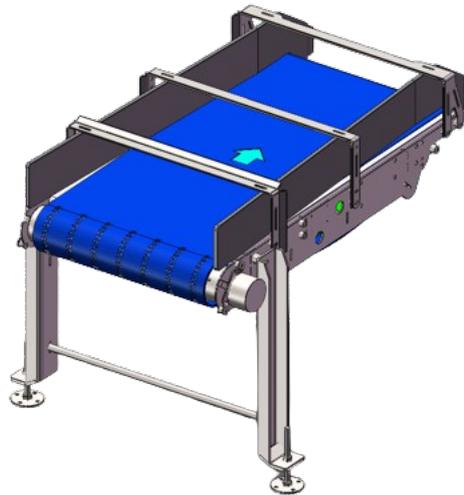


Figura 5. Pre-Indexer

El Pre-Indexer es la cinta que recoge el producto proveniente de una etapa anterior del proceso de elaboración. Las hamburguesas pueden llegar al Pre-indexer directamente por los toboganes vistos en la (figura 1) o bien a través del sistema de reflujos que será explicado en el apartado 1.3.3.

Todas las cintas que componen la RPS26 siguen una misma configuración mecánica basada en el movimiento de unos mototambores caracterizados por incorporar toda la parte mecánica y eléctrica, así como el motor, dentro de un cilindro, que es el encargado de crear el movimiento de la cinta de transporte. Esta configuración innovadora permite eliminar elementos que puedan interrumpir el acceso a la máquina o complicar la labor de los operarios ya que no aparecen grandes motores alrededor de la máquina ni un exceso de cableado. Estos elementos son suministrados por Interroll, una multinacional con sede en Suiza líder en soluciones de manipulación de materiales.



Figura 6. Ejemplo mototambor Interroll

El mototambor que incorpora el Pre-indexer hace girar una banda de plástico PK que transporta el producto hacia el indexer.

Este conjunto tiene dos barreras de plástico laterales sujetas por una estructura simple de aluminio para evitar que las hamburguesas caigan por alguno de los lados de la cinta. Además, la cinta se mantiene elevada a una altura de 0.75 m a través de unas patas fabricadas con perfiles de acero inoxidable AISI 304 en el taller de DCM.

1.3.2. INDEXER

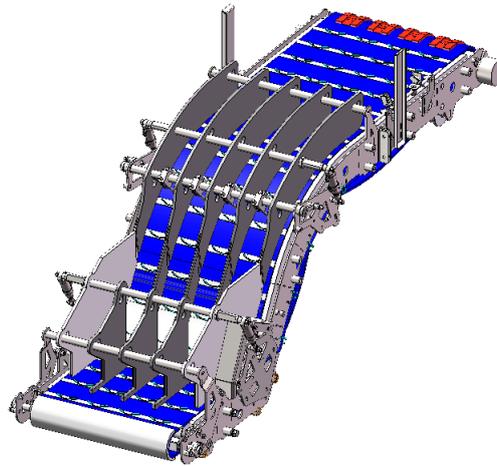


Figura 7. Indexer

El Indexer es la cinta que recoge las hamburguesas provenientes del Pre-Indexer y las ordena para que posteriormente pasen el control de forma. Esta cinta contiene un diseño más complejo que la anterior y además tiene incorporada una pendiente para que, ayudada de los módulos empujadores (figura 8) que son capaces de arrastrar una unidad de producto, hace que las hamburguesas se ordenen en varias filas de una en una. Para completar con éxito esta operación, el conjunto cuenta con unos módulos separadores de plástico, que constan de varias láminas de plástico adoptando la curvatura de la cinta, que impiden que se queden hamburguesas encajadas entre los módulos empujadores.

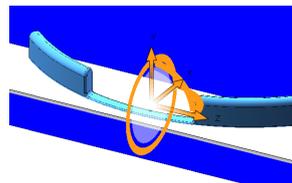


Figura 8. Módulo empujador de la banda

Las bandas de las cintas transportadoras son fabricadas por Intralox, un proveedor de soluciones de transporte de talla internacional líder en el sector. Todas las bandas utilizadas en la RPS26 están hechas de policetona (PK), un material robusto y de alto rendimiento diseñado para aplicaciones en contacto directo con alimentos, muy resistente a los impactos, los productos químicos y la abrasión. Gracias a su mayor capacidad para soportar las exigencias del procesamiento de los alimentos, el material PK de Intralox permite reducir el riesgo de contaminación con materiales extraños por causas no mecánicas en las bandas de sus instalaciones.

La estructura principal de la cinta es un conjunto soldado que se mantiene sujeto a través de unos casquillos y su correspondiente tornillería a la estructura principal de la RPS26.

La banda transportadora del indexer también se mueve gracias al efecto rotativo de un mototambor de Interroll, en este caso el mismo que tiene el Pre-indexer.

1.3.3. CINTA DE REFLUJO



Figura 9. Cinta de reflujo

La cinta de reflujo (figura 9) es la encargada de recoger las hamburguesas que son desechadas por el Stacker por motivos de límite de capacidad alcanzado, o tras ser rechazadas por la campana de visión y enviadas al sistema de rechazo secundario. En este punto se debe conocer la diferencia entre el rechazo primario y el secundario. El primer sistema de rechazo se encuentra sujeto a la estructura principal de la RPS26 y a este llega el producto que no puede ser vendido para el consumo ya que no cumple con las especificaciones de control de calidad tras pasar por la campana de visión. En el caso del rechazo secundario, las hamburguesas, por distintos motivos, llegan a la cinta de recogida y esta las deposita en la cinta de reflujo para que de nuevo realicen todas las fases del proceso que compone la RPS26 por si alguna de ellas cumpliese con los estándares impuestos.

Esta cinta esta formada por un conjunto soldado que sirve de cuero de la máquina y alberga el mototambor DM 0113 de Interroll.

El conjunto soldado se apoya sobre dos ensamblajes de acero inoxidable que conforman las patas de la cinta y que tienen distinta longitud para mantener la pendiente deseada del mecanismo.

En la parte superior de la cinta se acopla la tolva que es la encargada de encauzar y depositar el producto que sube por la cinta en el pre-indexer.

La última parte principal de la cinta es la banda modular de plástico PK de Intralox que también tiene unos módulos rectangulares que hacen posible la subida de las hamburguesas. Además, al conjunto soldado, se sujetan unas planchas de plástico que, a través de sus correspondientes soportes, impiden que las hamburguesas se caigan por los laterales de la cinta.

1.3.4. CINTA DE RECOGIDA

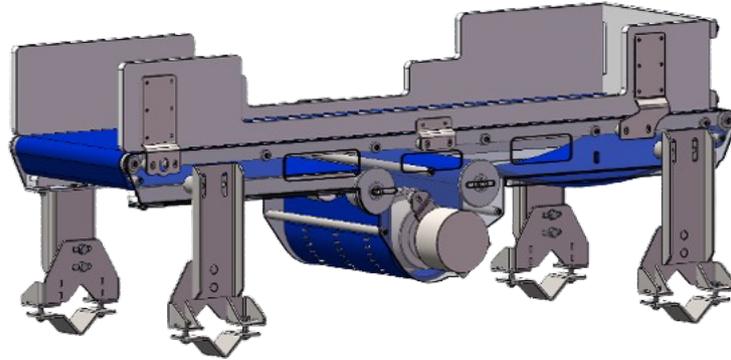


Figura 10. Cinta de recogida

La cinta de recogida sigue la misma configuración que las anteriores, aunque en términos mecánicos y de diseño es más simple que las expuestas anteriormente ya que la función que desempeña es más sencilla. Esta cinta forma parte del sistema de rechazo secundario y recoge el producto que rechaza el Stacker o que por algún motivo cae de forma involuntaria de las pilas de hamburguesas y las traspasa a la cinta de reflujos por diferencia de cota, como se observa en la siguiente imagen (figura 11).

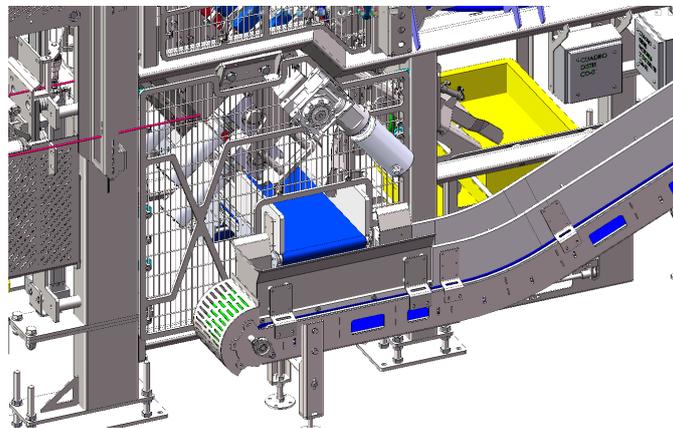


Figura 11. Conexión entre la cinta de recogida y la de reflujos

La cinta está compuesta por un conjunto soldado que sujeta el mototambor conforme se observa en la imagen superior (figura 10). De este conjunto, la chapa lateral se muestra transparente para poder observar mejor la composición de la cinta y el sistema de sujeción del mototambor.

Terminan de conformar este conjunto la banda de plástico de Intralox, los soportes de plástico laterales y las patas de acero AISI 304 que se sujetan sobre unos travesaños de la estructura principal.

1.3.5. ESTRUCTURA PRINCIPAL (MAIN FRAME)

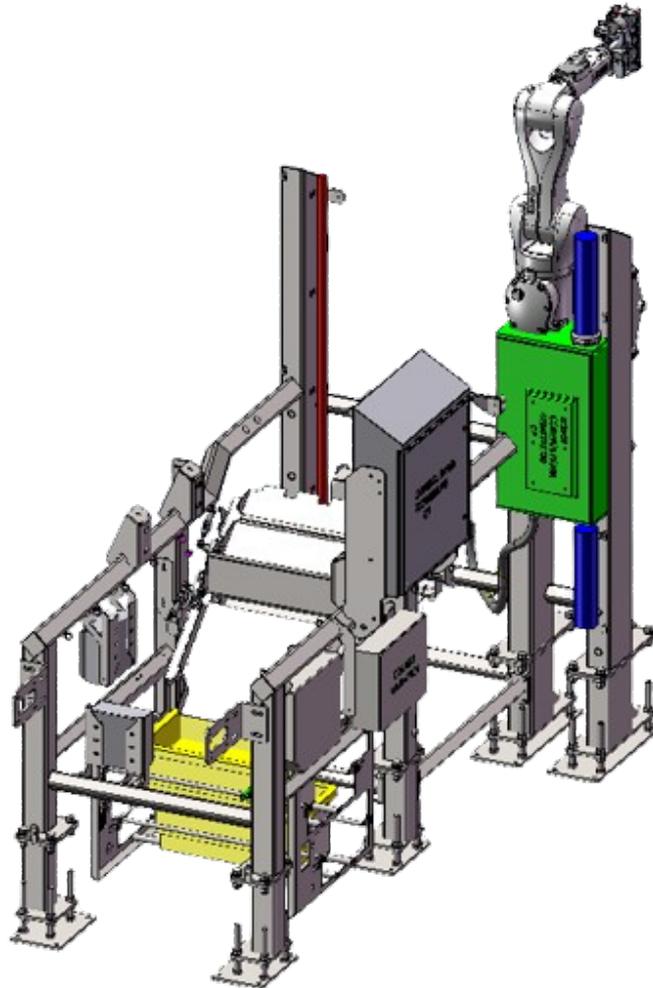


Figura 12. Main frame

Main frame (figura 12) es la estructura principal de la máquina, la cual sirve de soporte de la gran mayoría de elementos que componen la RPS26. Esta estructura está hecha de tubos cuadrados huecos de acero AISI 304 soldados entre sí que aportan la rigidez necesaria al soporte de la máquina. De esta estructura se sujetan directamente las cajas eléctricas de todos los conjuntos que forman parte de la máquina, el brazo robótico y su caja de componentes y la campana de visión, que contiene la cámara que realiza las mediciones pertinentes de control de forma de las hamburguesas.

El brazo robótico es un proyecto personalizado de KUKA, una empresa especialista en automoción de ámbito mundial.

Además, solidario a la estructura principal, se encuentra el sistema de rechazo que consta de unas planchas plegadas de aluminio que recogen las hamburguesas rechazadas en la campana de visión, que tras evaluar que no son aptas para la venta, se depositan en cajas, que una vez llenas, son retiradas por los operarios.

1.3.6. CAMPANA DE VISIÓN

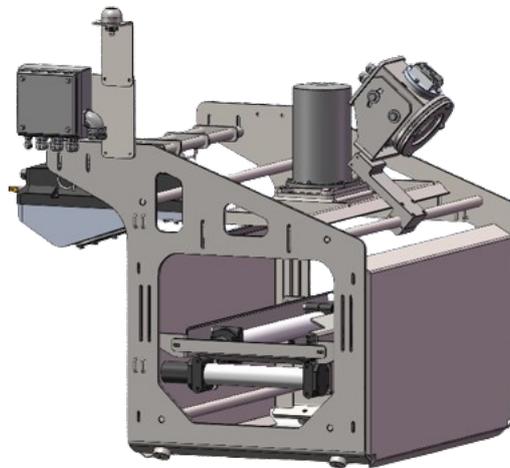


Figura 13. Campana de visión

La campana de visión es un conjunto desarrollado íntegramente por un equipo de ingeniería de DCM. Esta campana realiza el control de calidad de las hamburguesas durante su paso a través de ella y estando las hamburguesas en continuo movimiento sobre el Indexer. De la máquina se distinguen tres componentes principales que realizan tres funciones distintas del proceso de control.

La primera cámara se encarga de realizar un control de altura de las hamburguesas, de esta manera es capaz de detectar por qué carril circulan hamburguesas en cada momento y además detecta cuando una hamburguesa se encuentra doblada, arrugada, montada sobre otra o presenta algún tipo de irregularidad en su altura.

Dentro de la campana, fijada en la parte superior con tornillería, se encuentra la cámara que realiza el control de forma de las hamburguesas y en caso de que una se salga de los parámetros estipulados, el sistema de la propia cámara da la orden al mecanismo de rechazo del Stacker para que la retire de la línea de procesado. Esta cámara realiza un control de la superficie del producto, por lo tanto, detecta si alguna hamburguesa contiene grietas o esta partida. También se encarga de detectar si existen algún tipo de intrusiones de plástico u otro material no metálico en la hamburguesa y controlar la mezcla de carne a través de un control de color de las hamburguesas. Dentro de esta campana se hayan a media altura unas lámparas que aportan la luminosidad adecuada para obtener la máxima rigurosidad en el proceso.

La tercera cámara de visión que completa esta etapa del proceso se encuentra sobre un soporte inclinado en la parte posterior de la campana. Esta cámara se mantiene enfocada hacia el Stacker y es la encargada de dar la orden al robot de Kuka cuando se completa una pila de hamburguesas, con el objetivo de que el brazo robótico retire dicha pila del Stacker y la deposite de forma ordenada en la caja del elevador. Además, esta última cámara también detecta si existe algún tipo de irregularidades de forma en la pila de hamburguesas.

1.3.7. STACKER

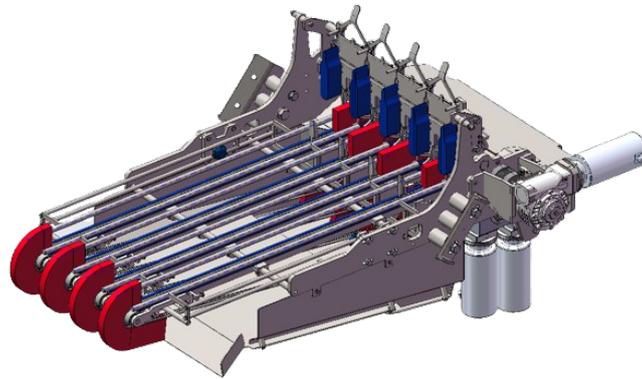


Figura 14. Stacker

El Staker es el mecanismo que apila las hamburguesas tras pasar satisfactoriamente el control de calidad y previamente a ser empaquetadas en cajas.

Esta máquina contiene en su inicio el sistema de rechazo de hamburguesas que actúa según las órdenes de las cámaras de la campana de visión. Dicho mecanismo está compuesto por unas lengüetas de acero AISI 304 que dejan pasar las hamburguesas en buen estado y se abren en el momento que alguna no cumpla con las especificaciones para reconducirla al tipo de rechazo que le corresponda. El movimiento de este mecanismo se consigue a través de un sistema de biela-manivela y servomotor síncrono con potencia nominal=0.8KW a una tensión de 380-480 V junto a un reductor.

El mecanismo de apilamiento de las hamburguesas consta de una serie de guías con unas cadenas en su interior que a través de unos engranajes elevan un empujador cada vez que entra una hamburguesa a la parte inferior de la pila, por lo que el empujador ejerce una constante presión sobre la torre de hamburguesas para que ésta no caiga. El movimiento de estos engranajes se consigue con cuatro servomotores síncronos como de las mismas características que el del sistema de rechazo.

Una vez la pila de hamburguesas alcanza su máximo, el brazo robótico la recoge y el empujador vuelve a su posición inicial para volver a iniciar el proceso.

Existe una posibilidad de que la cámara de visión detecte que hay una irregularidad en alguna pila de hamburguesas, en este caso, dicha pila seguiría subiendo por el Staker hasta caer por el colector a la zona de rechazo secundario.

Esta máquina se encuentra protegida con un vallado que se atornilla a la estructura principal.

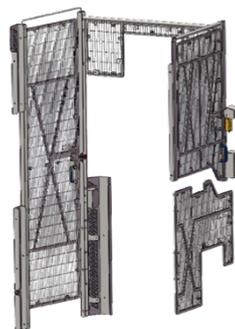


Figura 15. Vallado de protección del Stacker

1.3.8. ESTACIÓN DE LLENADO

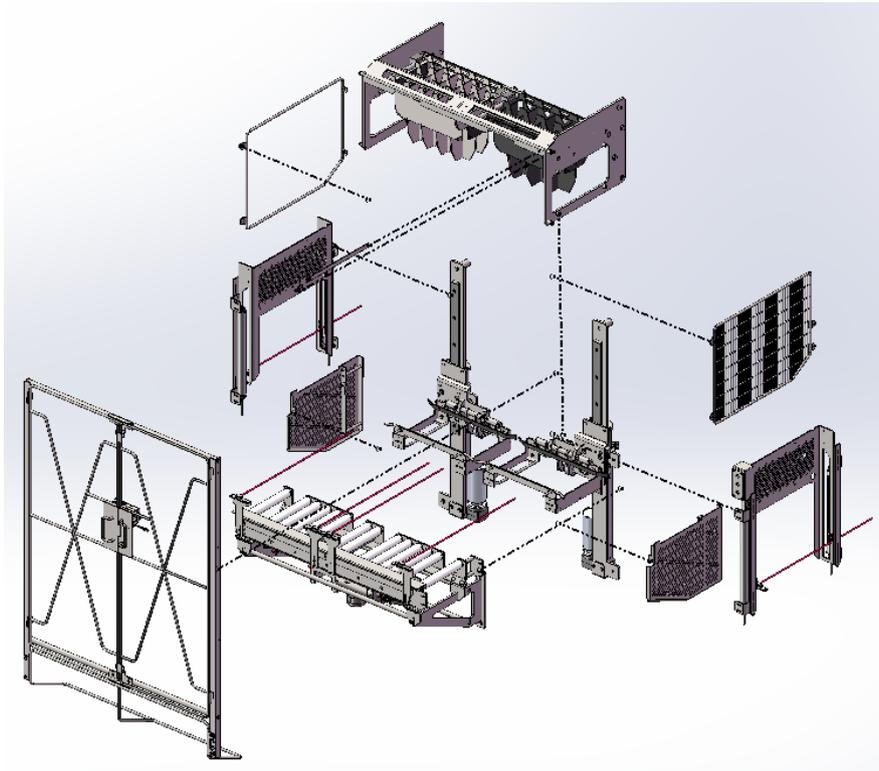


Figura 16. Vista explosionada de la estación de llenado

La estación de llenado compone la última parte del proceso de producción. Aquí las hamburguesas son empaquetadas en cajas y enviadas a almacenaje hasta el momento de ser distribuidas.

Este conjunto está compuesto de varios ensamblajes entre los que destaca el Lifter asy por ser el mecanismo principal, la rodillada o el ballado lateral.

El Lifter asy es el ensamblaje al que a lo largo del trabajo nos referiremos como “elevador” y es el objeto principal de este proyecto. El elevador es el encargado de recoger las cajas vacías de la línea de producción, que llegan a la carretilla a través de la rodillada, las eleva de una en una hasta un punto de carga donde un robot deposita las pilas de hamburguesas dentro de las cajas para, una vez llena, volver a dejarlas sobre la rodillada.

El elevador está compuesto de una serie de piezas diseñadas en DCM exclusivamente para este proyecto y por otros elementos mecánicos que se han buscado entre distintos proveedores para el correcto desempeño del mecanismo. Tras someter el elevador al trabajo real en fábrica, la primera versión del Lifter asy presenta algunos fallos en su diseño que resultan determinantes en el comportamiento de este, es por eso que uno de los aspectos importantes de mejora para la segunda versión de la RPS26 ha sido trabajar en el elevador y todo ello será objeto del posterior desarrollo.

Como se observa en la vista explosionada, la RPS26 está compuesta por dos elevadores simétricos dispuestos en paralelo para poder realizar una mayor carga del producto y optimizar los tiempos de producción.

Este conjunto queda protegido por un vallado frontal con unas puertas para poder acceder al interior en caso de que sea necesario. Y en sus laterales quedan unas aberturas laterales por donde transitarán las cajas vacías primero y posteriormente llenas. El tránsito de estas cajas se consigue gracias a la rodillada, que las transporta en dirección transversal al efecto del elevador.

El tránsito de estas cajas se consigue gracias a la rodillada, que las transporta en dirección transversal al efecto del elevador.

Finalmente se observan también en la vista explosionada los módulos de llenado de cajas, que están compuestos por unas planchas de plástico ensambladas con ranuras entre sí para conseguir que las pilas de hamburguesas entren en las cajas ordenadas.

1.4. ALCANCE DEL PROYECTO

Cómo se ha expuesto en la introducción el objetivo principal de este proyecto es el rediseño del elevador Lifter asy para mejorar sus capacidades en aspectos de rendimiento mecánico y técnico.

Estos cambios en el diseño buscan conseguir una mejor repartición de las cargas sobre el elevador para que este no pandee sobre su soporte principal vertical como ocurre en la versión 1. Además, este soporte sufre más consecuencias negativas que se desean solucionar a través de nuevos diseños de algunas piezas que componen el ensamblaje.

Para realizar la mejora del elevador, se ha empezado por conocer los defectos en el comportamiento del elevador cuando está siendo sometido a los esfuerzos de carga, en una carga completa de hamburguesas.

Una vez conocidos los elementos que sufren deformaciones graves que pueden afectar al rendimiento del elevador y a la vida útil de éste, se plantean opciones de mejora en el diseño de estos elementos y tras ser consensuado con el equipo de oficina técnica y los responsables del proyecto, se opta por la mejor opción.

Tras realizar todos los cambios pertinentes, se realiza el ensamblaje del conjunto añadiendo las restricciones necesarias para que el elevador realice las acciones que se desean de la forma correcta. De esta forma, se puede confirmar que el mecanismo se adaptará a las especificaciones pedidas para que no exista un sobrecoste en el proyecto. Todas estas acciones se detallarán a lo largo de la memoria del proyecto.

Con el diseño del conjunto terminado, antes de ser enviado a fabricación, se realizará el análisis de tensiones sobre el elevador utilizando el método de los elementos finitos y los resultados obtenidos serán recogidos y expuestos en este trabajo.

Los recursos empleados para la realización del proyecto serán principalmente el tiempo y las nociones de ingeniería aprendidas del que desarrollará el posterior trabajo destacando también el tiempo y amplio conocimiento de los ingenieros involucrados en el proyecto. Además de la herramienta de SolidWorks para el diseño del mecanismo, sus correspondientes planos para que pueda ser fabricado y su posterior análisis.

1.5. MOTIVACIÓN

Estar trabajando durante los últimos meses en el proyecto de la segunda versión de la RPS26 y conocer el impacto que puede causar una herramienta de este calibre en la industria y por consiguiente en la sociedad ha sido motivo suficiente para despertar en el estudiante un anhelo de mayor participación e implicación en dicho proyecto. Durante este tiempo, ha podido observar cómo la ingeniería es capaz de solucionar todo aquello que la humanidad se cuestione y el poder formar parte de un cambio y mejora que involucre el bienestar del ser humano ha sido el incentivo perfecto para acoger sin reflexionarlo el proyecto del nuevo elevador de la RPS26. De esta forma el estudiante asegura que habrá contribuido en una pequeña parte de esa máquina que funcionará durante tanto tiempo a tantos kilómetros de distancia y eso le servirá como incentivo para su futuro laboral, haciendo aumentar sus expectativas y ganas de causar un impacto cada vez mayor.

1.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de trabajo para el proyecto del elevador se basará en el método cascada, asegurando un desarrollo estructurado y secuencial.

Primero, se realizará un análisis de requisitos mediante reuniones con el cliente para comprender las necesidades específicas de mejora del elevador.

En la fase de diseño del sistema, se desarrollarán bocetos y diagramas de flujo que representen el funcionamiento del elevador. Posteriormente, se procederá al modelado en SolidWorks, creando modelos 3D de los componentes principales y un ensamblaje para visualizar el diseño. Este diseño preliminar será evaluado y optimizado en colaboración con el cliente y el equipo de oficina técnica, realizando los ajustes necesarios basados en el feedback recibido.

Durante el desarrollo, se crearán modelos detallados de todos los componentes en SolidWorks, aplicando los materiales y propiedades físicas correspondientes. Se realizará el ensamblaje completo del elevador, verificando posibles interferencias y ajustando las piezas para asegurar un montaje correcto. Además, se llevarán a cabo simulaciones de esfuerzo y deformaciones utilizando el módulo de análisis de SolidWorks, evaluando los resultados y realizando los ajustes necesarios para asegurar la integridad estructural del diseño para su posterior verificación.

La implementación incluirá la generación de planos detallados para cada componente y ensamblaje, así como la redacción de la documentación técnica necesaria para la fabricación y montaje del elevador.

La validación incluirá la fabricación de un prototipo del elevador en el taller de DCM basado en los planos y la documentación generada. Se realizarán pruebas funcionales y de carga en el prototipo para asegurar que cumple con los requisitos y posteriormente se fabricarán el resto de elevadores para completar las máquinas de las siete líneas de producción.

Finalmente, se procederá a la entrega y mantenimiento del proyecto. Se entregará al cliente el modelo final ensamblado a la RPS26 con la documentación completa y soporte técnico en caso necesario.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES

2.1.1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN DE LOS MATERIALES DESTINADOS A ESTAR EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS

En DCM Automatizada se crean máquinas con el fin de que reemplacen a otros mecanismos o sistemas que forman parte de un proceso de fabricación de alimentos.

Habitualmente, los proyectos a los que se dedica esta empresa pertenecen al sector cárnico. En España, la industria alimentaria está regulada por varias normativas que establecen requisitos específicos sobre los materiales que pueden utilizarse en las máquinas para el procesado de carne. Estas normativas están diseñadas para garantizar la seguridad alimentaria y la protección de los consumidores. A continuación, se destacan algunas de las regulaciones más relevantes:

Legislación Española y Europea

Reglamento (CE) nº 1935/2004: Este reglamento establece los requisitos generales para los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos. Según este reglamento:

- 1) Los materiales no deben transferir sus componentes a los alimentos en cantidades que puedan poner en peligro la salud humana.
- 2) Deben cumplir con las buenas prácticas de fabricación.
- 3) Los materiales deben ser trazables a lo largo de la cadena de suministro. La trazabilidad en la cadena de suministro se refiere a la capacidad de seguir el rastro de un producto a través de todas las etapas de producción, procesamiento y distribución.

Reglamento (CE) nº 2023/2006: Este reglamento establece las buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos. Incluye requisitos específicos sobre la calidad del material y su proceso de fabricación.

Real Decreto 1801/2008: Esta normativa establece un marco riguroso para asegurar que los materiales plásticos en contacto con alimentos son seguros y cumplen con los límites de migración establecidos, protegiendo así la salud del consumidor.

Reglamento (UE) nº 10/2011: Se refiere a los materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos, detallando los tipos de plásticos que pueden usarse y los límites de migración específicos.

Además, en la legislación podemos encontrar normativa referida en concreto a los distintos materiales más utilizados para la fabricación de la RPS26:

- Acero Inoxidable:

Normativa UNE-EN 10088-1:2014: Esta normativa española especifica los aceros inoxidable aptos para el contacto con alimentos. El acero inoxidable es ampliamente utilizado en la industria alimentaria debido a su resistencia a la corrosión y su fácil limpieza.

- Materiales Plásticos y Otros Polímeros

Reglamento (UE) nº 10/2011: Reglamento mencionado anteriormente, también regula los polímeros.

Real Decreto 847/2011: Regula el uso de materiales activos e inteligentes en contacto con alimentos. Definiendo a los materiales activos como aquellos diseñados para prolongar la vida útil de los alimentos o mantener su estado en mejores condiciones y siendo los materiales inteligentes aquellos que monitorizan la condición de los alimentos o el entorno del alimento.

2.1.2. MATERIALES PROHIBIDOS

Algunos materiales están prohibidos en contacto directo con alimentos debido a su potencial toxicidad o capacidad de transferencia de sustancias nocivas. Ejemplos incluyen ciertos tipos de plásticos que contienen ftalatos [compuestos químicos de ácido ftálico (ácido 1,2-benzondicarboxílico)] y metales pesados.

En resumen, la industria alimentaria en España debe cumplir con una serie de normativas tanto nacionales como europeas que regulan los materiales utilizados en las máquinas para el procesado de carne. Estas normativas están enfocadas en garantizar que los materiales no representen un riesgo para la salud humana y que se mantengan altos estándares de higiene y seguridad en el proceso de producción.

2.1.3. MATERIALES EMPLEADOS

Para la fabricación de la RPS26, cómo se ha ido exponiendo a lo largo de la introducción de las partes que la componen, los materiales utilizados son en gran medida el acero inoxidable AISI 304, algunas piezas de aluminio y plásticos aptos para el uso en la industria alimentaria como el PK de las cintas o el polipropileno (PP). Seguidamente se detallará información útil para entender el porqué del uso de estos materiales.

ACERO AISI 304

El acero inoxidable AISI 304 es ampliamente utilizado en la fabricación de maquinaria y equipos destinados a la industria alimentaria, particularmente en el procesado de carne. Este material se destaca por su composición química, que incluye cromo (18-20%), níquel (8-10.5%), y un contenido muy bajo de carbono ($\leq 0.08\%$). La presencia de cromo proporciona una notable resistencia a la corrosión, mientras que el níquel mejora tanto la resistencia a la corrosión como la ductilidad del acero. Otros elementos como el manganeso, el silicio y el fósforo también están presentes en pequeñas cantidades para reforzar sus propiedades mecánicas.

Entre las propiedades mecánicas del acero AISI 304, se encuentran su buena resistencia a la tracción y compresión, excelente ductilidad y capacidad de conformación, así como una notable resistencia al impacto incluso a bajas temperaturas. Estas características lo hacen adecuado para diversas aplicaciones en el entorno de procesamiento de alimentos, donde se requieren materiales que mantengan su integridad estructural bajo diferentes condiciones.

Otra de las ventajas del acero AISI 304 es su idoneidad para aplicaciones de seguridad alimentaria. Este acero es inerte, lo que significa que no reacciona con los alimentos, garantizando así que no habrá contaminaciones químicas ni alteraciones en el sabor o la calidad de los productos alimenticios. Además, su superficie lisa y no porosa facilita enormemente la limpieza y desinfección, reduciendo significativamente el riesgo de contaminación microbiológica, un aspecto crucial en el procesamiento de alimentos.

La resistencia a la corrosión del acero AISI 304 es otro factor clave que lo convierte en un material ideal para la industria alimentaria. En entornos donde se utilizan frecuentemente productos de limpieza y desinfectantes, este acero mantiene su integridad estructural y apariencia sin oxidarse ni deteriorarse. Esto no solo asegura la longevidad del equipo, sino que también minimiza la necesidad de mantenimiento y reemplazos frecuentes, resultando en una mayor eficiencia y ahorro de costos.

Además, el acero AISI 304 es altamente duradero y resiste bien tanto las bajas como las altas temperaturas. En procesos donde los alimentos deben ser congelados o refrigerados, este material mantiene su resistencia y ductilidad sin problemas. Igualmente, en aplicaciones que involucran temperaturas elevadas, como la cocción o la esterilización, el acero AISI 304 sigue siendo fiable y robusto.

ALUMINIO

El aluminio es un material excelente para la fabricación de máquinas que estarán en contacto con alimentos, como la carne, y que operarán a bajas temperaturas. Sus propiedades de ligereza, resistencia a la corrosión, alta conductividad térmica, durabilidad, y facilidad de limpieza lo hacen ideal para cumplir con los exigentes requisitos de la industria alimentaria. Además, su estabilidad a bajas temperaturas garantiza que las máquinas funcionen de manera efectiva en condiciones de refrigeración y congelación, asegurando la seguridad y calidad de los alimentos procesados.

PLÁSTICO PK

El plástico PK, también conocido como policetona, es un material termoplástico altamente versátil y resistente, que presenta propiedades mecánicas excepcionales y una notable resistencia química. En el contexto de la industria alimentaria, especialmente en la fabricación de maquinaria destinada al procesamiento de carne y que opera en condiciones de bajas temperaturas, el plástico PK ofrece una serie de ventajas que lo hacen especialmente adecuado para esta aplicación. Este material, derivado de copolímeros de etileno, propileno y monóxido de carbono, combina una alta rigidez con una excepcional resistencia al impacto, lo que garantiza que las piezas de la maquinaria mantengan su integridad estructural incluso bajo cargas mecánicas considerables y en ambientes de trabajo

exigentes. Además, su resistencia química le permite soportar la exposición a una amplia gama de productos de limpieza y desinfectantes comunes en la industria alimentaria, sin que sufra degradación ni corrosión.

En el entorno de procesamiento de carne, donde las condiciones pueden ser húmedas y los equipos están constantemente expuestos a líquidos y humedad, el plástico PK destaca por su baja absorción de humedad, lo que evita deformaciones y garantiza la estabilidad dimensional de las piezas. Además, este material es seguro para el contacto con alimentos, cumpliendo con las estrictas regulaciones sanitarias y alimentarias vistas anteriormente. Su superficie lisa y no porosa facilita la limpieza y desinfección, lo que es crucial para mantener altos estándares de higiene y prevenir la contaminación microbiológica en el procesamiento de carne.

La estabilidad del plástico PK a bajas temperaturas es otra característica clave que lo hace ideal para la fabricación de maquinaria destinada al procesamiento de carne refrigerada o congelada. A diferencia de otros materiales, el plástico PK mantiene su flexibilidad y resistencia al impacto incluso en condiciones de frío extremo, asegurando un funcionamiento continuo y confiable de la maquinaria en estas condiciones. Su durabilidad y longevidad contribuyen a reducir los costos de mantenimiento y reemplazo a largo plazo, mientras que su peso ligero facilita la manipulación y el ensamblaje de la maquinaria, y puede contribuir a reducir el consumo de energía durante su uso.

POLIPROPILENO (PP)

El polipropileno (PP) es un polímero ampliamente utilizado en diversas industrias debido a sus destacadas propiedades físicas, químicas y mecánicas. En la industria alimentaria, especialmente para la fabricación de maquinaria destinada al procesamiento de carne que opera a bajas temperaturas, el polipropileno presenta numerosas ventajas.

Una de las características más notables del polipropileno es su ligereza. Este material tiene una densidad menor que otros plásticos como el polietileno y el PVC, lo que facilita la manipulación y el transporte de equipos y componentes. A pesar de su ligereza, el PP es altamente resistente a impactos y a la fatiga, lo que garantiza una larga vida útil de los componentes fabricados con este material.

El polipropileno también destaca por su alta resistencia química. Es capaz de soportar la exposición a una amplia gama de productos químicos, como los productos de limpieza y desinfección utilizados en la industria. Además, el PP tiene una baja absorción de agua, lo que evita la deformación y la degradación del material en entornos húmedos, asegurando la estabilidad dimensional y la integridad del equipo.

El PP también es seguro para el contacto con alimentos, cumpliendo con las normativas de seguridad alimentaria y garantizando que no se liberen sustancias nocivas que puedan contaminar los alimentos.

En el procesamiento de carne a bajas temperaturas, el polipropileno mantiene sus propiedades mecánicas, lo que es fundamental para su uso en equipos que operan en condiciones de refrigeración o congelación. A temperaturas bajas, el PP no se vuelve quebradizo, asegurando la continuidad y confiabilidad del funcionamiento de la maquinaria. Su alta resistencia a la corrosión y a los productos

químicos utilizados en la limpieza y desinfección garantiza que los equipos mantendrán su integridad y funcionalidad a lo largo del tiempo.

El polipropileno también es un material relativamente económico, lo que lo hace atractivo para la fabricación de equipos y componentes en la industria alimentaria. Su excelente relación costo-efectividad proporciona una solución económica sin comprometer la calidad o la durabilidad.

2.2. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Para la realización del proyecto se ha seguido la dinámica general de DCM, empleando los mismos recursos de los que disponen en la oficina técnica y ayudándose del resto de departamentos involucrados directa o indirectamente en el proyecto. Además, se mantiene un contacto permanente con los proveedores de los distintos elementos que conforman las máquinas diseñadas para poderlos conocer al máximo detalle y conseguir así un funcionamiento óptimo de las máquinas.

Para el diseño de piezas, ensamblajes y conjuntos del elevador, así como para la realización de los planos de los mismos se ha empleado SolidWorks. También se ha utilizado este software para la simulación del comportamiento mecánico y el análisis estático con el método de los elementos finitos del conjunto.

SolidWorks es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en 3D ampliamente utilizado en la industria para el modelado de productos y la creación de diseños de ingeniería. Desarrollado por la empresa Dassault Systèmes, SolidWorks ofrece una amplia gama de herramientas y funcionalidades que permiten a los ingenieros y diseñadores crear, simular, y analizar productos en un entorno tridimensional.

El análisis estático mediante el método de los elementos finitos (FEM) es una técnica utilizada para simular y predecir el comportamiento de estructuras y componentes bajo cargas estáticas. Este método divide un objeto complejo en partes más pequeñas y manejables llamadas "elementos finitos", que juntos forman una "malla". A través de esta malla, se pueden resolver las ecuaciones matemáticas que describen el comportamiento físico del objeto.

3. PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO

El elevador de la RPS26 es un conjunto de piezas algunas de las cuales son pensadas, diseñadas y fabricadas en DCM y otras piezas son componentes suministrados por distintos proveedores.

3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Para empezar a rediseñar el elevador, los principales datos técnicos a tener en cuenta son el funcionamiento que se desea obtener y las cargas que tendrá que soportar. De esta forma se podrán seleccionar piezas que resistan las condiciones que se especifiquen. Cabe destacar que la carga que resistirá el elevador durante su tiempo de trabajo es la de una caja llena de hamburguesas. Esta carga es la suma de la batería de pilas de hamburguesas que supone 38 libras (17,24 Kg) y el peso de la caja de cartón 0,9 lb (0,41 Kg). El movimiento que se desea conseguir por el elevador es el siguiente:

- 1) Las cajas de cartón vacías son transportadas en dirección horizontal a través de la rodillada hasta posicionarse a la misma altura que la carretilla del elevador. Esta posición es detectada por unos sensores ópticos (fotocélulas reflexivas).
- 2) La carretilla del elevador sube verticalmente impulsada por el vástago del cilindro y a su paso recoge la caja de cartón que se encuentra sobre la rodillada.
- 3) Antes de alcanzar el final de carrera del cilindro, la carretilla rota sobre su eje consiguiendo una pequeña inclinación para que la pinza del robot pueda realizar la carga horizontal.
- 4) Una vez la carga de hamburguesas ha sido completada, el servomotor se vuelve a conectar cambiando el sentido de giro para que el vástago del cilindro se contraiga hasta que el pistón llegue a su posición inicial. En este paso, la caja rota y baja verticalmente, deja la caja en la rodillada a su paso por ésta y finalmente vuelve a su estado de reposo hasta recibir la próxima señal de inicio.

Los componentes del elevador que se compran a otras factorías también son añadidos al conjunto 3D del diseño del elevador para así obtener una perspectiva lo más justa posible a la realidad. Estos diseños son compartidos por el fabricante en formato .STEP y otras veces son diseñados en oficina técnica de DCM basándose en los planos de estos elementos. Además, de esta forma, se pueden diseñar el resto de piezas de la máquina en función de las dimensiones de estos elementos para que así no aparezcan interferencias que impidan que la máquina trabaje correctamente.

Los elementos de proveedores externos son el cilindro, la rótula y los actuadores eléctricos suministrados por Festo, el servomotor por Siemens y la guía espaciadora y el carro por Hepco.

A continuación, se detallarán cada uno de estos componentes imprescindibles para el funcionamiento del elevador junto a sus capacidades mecánicas.

CILINDRO



Figura 17. Cilindro ESBF Festo

El cilindro eléctrico es el mecanismo que produce el movimiento vertical de la caja del elevador. Los cilindros eléctricos son componentes críticos en la automatización de procesos, permitiendo movimientos lineales controlados eléctricamente con una alta precisión y repetibilidad.

El cilindro utilizado forma parte de la gama ESBF. Ésta dispone de varias configuraciones, incluyendo diferentes tamaños de carrera, opciones de montaje y capacidades de carga. Los cilindros ESBF de Festo pueden integrarse con controladores de movimiento avanzados, permitiendo un control preciso de la velocidad, posición y fuerza del actuador. Esto facilita la implementación de perfiles de movimiento complejos.

Los cilindros eléctricos generalmente requieren menos mantenimiento que los sistemas neumáticos o hidráulicos, y el ESBF está diseñado para un mantenimiento sencillo y rápido, reduciendo el tiempo de inactividad, por estas razones se ha optado por el uso de este actuador.

A continuación, se indican las capacidades técnicas y mecánicas que tiene el actuador seleccionado dentro de la gama ESBF para que así cumpla con las necesidades del elevador.

- Fuerza radial máxima en el vástago de accionamiento: 300 N
- Fuerza de avance máxima: 5000 N
- Par de accionamiento en vacío: 0.3 N m
- Carrera: 600 mm
- Tipo de accionamiento: BS (husillo de bola)
- Paso de husillo: 5P (5 mm)

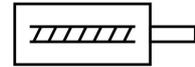
Atendiendo a la configuración que dejan las características mencionadas, la referencia para el proveedor del cilindro es: ESBF-BS-50-600-5P

En la página posterior se encuentra la ficha técnica del cilindro eléctrico utilizado en el elevador.

Cilindro eléctrico ESBF-...-50- -

Número de artículo: 8022601

FESTO



 General operating condition

Hoja de datos

Hoja de datos completa: los valores individuales dependen de su configuración.

| Característica | Valor |
|--|---|
| Tamaño | 50 |
| Carrera | 30 mm ... 1000 mm |
| Rosca del vástago | M16x1,5 |
| Diámetro del husillo | 20 mm |
| Ángulo de giro máx. del vástago +/- | 0.15 grado |
| Basado en la norma | ISO 15552 |
| Posición de montaje | Cualquiera |
| Tipo de motor | Motor paso a paso Servomotor |
| Detección de posición | Para sensor de proximidad |
| Forma constructiva | Cilindro eléctrico con rodamiento de bolas circulantes Cilindro eléctrico con husillo deslizante |
| Símbolo | 00991941 |
| Variantes | No pueden utilizarse metales con cobre, zinc o níquel como componente principal. Son excepciones el níquel en aceros, superficies niqueladas químicamente, placas de circuitos impresos, cables, conectores eléctricos y bobinas. |
| Seguridad torsional/guía | Con guía deslizante |
| Tiempo de conexión | 100% |
| Clase de resistencia a la corrosión CRC | 0 - sin riesgo de corrosión 2 - riesgo de corrosión moderado |
| Conformidad PWIS | VDMA24364-Zona III |
| Idoneidad para la producción de baterías de iones de litio | No pueden utilizarse metales con más de un 1 % de cobre en masa, zinc o níquel. Excepciones: níquel en aceros, superficies niqueladas químicamente, placas de circuitos impresos, cables, conectores eléctricos y bobinas |
| Clase de sala limpia | Clase 7 según ISO 14644-1 |
| Temperatura de almacenamiento | -20 °C ... 60 °C |
| Aptitud para el contacto con alimentos | Véase la información complementaria sobre el material |
| Humedad relativa del aire | 0 - 95 % |
| Grado de protección | IP40 |
| Temperatura ambiente | 0 °C ... 60 °C |
| Fuerza radial máxima en el vástago de accionamiento | 300 N |
| Fuerza de avance máx. Fx | 5000 N |
| Par de accionamiento en vacío | 0.3 Nm |
| Tipo de fijación | Con rosca interior o accesorios |

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| Característica | Valor |
|------------------------------------|---|
| Código de interfaz del actuador | D50 |
| Nota sobre el material | Conformidad con la Directiva RoHS |
| Material de la tapa | Aleación forjada de aluminio, superficie pulida y anodizada |
| Material del vástago | Acero inoxidable de alta aleación |
| Material de los tornillos | Acero, galvanizado |
| Material de la tuerca del husillo | Acero laminado |
| Material del husillo | Acero laminado |
| Material de la camisa del cilindro | Aleación forjada de aluminio, superficie pulida y anodizada |

CONJUNTO PARALELO

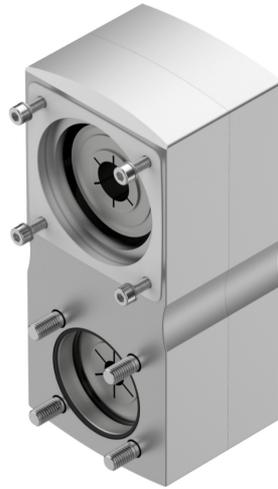


Figura 18. Conjunto paralelo EAMM Festo

El conjunto paralelo de Festo para actuadores eléctricos se emplea para el acoplamiento de motores y ejes. Aquí, la energía de accionamiento del motor se transfiere a los ejes a través de una correa.

En cuanto a los materiales del conjunto paralelo, el cuerpo está hecho de aleación forjada de aluminio, el manguito de fijación y el disco para correa dentada de acero resistente a la corrosión y la correa dentada de policloropreno. Los tornillos son de acero galvanizado.

Las especificaciones técnicas generales que definen el conjunto paralelo utilizado y que permiten configurarlo son las siguientes:

- Par del eje: ESBF
- Momento de giro transferible: 9,5 N m
- Momento de inercia de la masa: 175 kgmm²
- Revoluciones máximas: 5000 rpm
- Par de accionamiento sin carga: 0,25 N m
- Peso: 2560 g

Atendiendo a la configuración que dejan las características mencionadas, la referencia para el proveedor del conjunto paralelo es: EAMM-U-86-D50-80P-102-S1 REF. 2803073

En la página posterior se encuentra la ficha técnica del comercial del conjunto paralelo de utilizado en el elevador.

Conjunto paralelo
EAMM-U-86-D50-80P-102-S1
Número de artículo: 2803073

FESTO



[General operating condition](#)

Hoja de datos

| Característica | Valor |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Tamaño | 86 |
| Posición de montaje | Cualquiera |
| Relación de reducción | 1:1 |
| Revoluciones máx. | 5000 1/min |
| Conformidad PWIS | VDMA24364-Zona III |
| Temperatura de almacenamiento | -25 °C ... 60 °C |
| Humedad relativa del aire | 0 - 95 % |
| Grado de protección | IP65 |
| Temperatura ambiente | -10 °C ... 60 °C |
| Momento de inercia de la masa | 175 kgmm ² |
| Par de accionamiento en vacío | 0.25 Nm |
| Momento de giro transmisible | 9.5 Nm |
| Peso del producto | 2350 g |
| Código de interfaz del actuador | D50B |
| Código de interfaz, entrada motor | 80P |
| Nota sobre el material | Conformidad con la Directiva RoHS |

SERVOMOTOR



Figura 19. Servomotor síncrono S-1FS2 3.1 Siemens

El servomotor síncrono S-1FS2 3.1 de Siemens es un tipo de motor diseñado para proporcionar un control preciso de posición, velocidad y torque. A diferencia de los motores estándar que giran continuamente, los servomotores están diseñados para moverse a una posición específica o girar a una velocidad determinada según las señales de control que reciben. Este control se logra a través de un sistema de bucle cerrado que incluye un controlador, un sensor de retroalimentación y el propio motor.

Las especificaciones técnicas generales que definen el conjunto paralelo utilizado y que permiten configurarlo son las siguientes:

- Potencia nominal: 0.8KW
- Tensión: 380-480 V
- Peso neto: 7,200 Kg
- Momento: 3.1 N m
- Revoluciones máximas: 3000 rpm

Atendiendo a la configuración que dejan las características mencionadas, la referencia para el proveedor del servomotor es: 1FS2104-6AF

En la página posterior se encuentra la ficha técnica del servomotor utilizado para el montaje del elevador.



Data sheet for SIMOTICS S-1FS2

Article No. : **1FS2104-6AF17-1MZ0**
Q0V



Figure similar

Client order no. :
Order no. :
Offer no. :
Remarks :

Item no. :
Consignment no. :
Project :

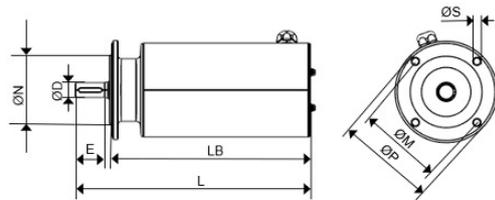
| Basic motor data | |
|-------------------------|--|
| Motor type | Permanent-magnet synchronous motor, Natural cooling, IP66/67 IP69K |
| Static torque | 3.10 Nm |
| Static current | 2.75 A |
| Maximum torque | 10.00 Nm |
| Maximum current | 10.9 A |
| Maximum speed | 7,200 rpm |
| Rotor moment of inertia | 0.8000 kgcm ² |
| Weight | 8.7 kg |

| Rated data | |
|-------------------------|-----------|
| SINAMICS S210, 3AC 400V | |
| Rated speed | 3,000 rpm |
| Rated torque | 2.55 Nm |
| Rated current | 2.4 A |
| Rated power | 0.80 kW |

| Encoder system | |
|----------------|---|
| Encoder system | Encoder AM22DQC: Absolute encoder 22 bit + 12 bit multiturn |

| Motor connection | |
|------------------|--|
| Connection type | OCC for S210 |
| Cable outlet | with open ends and direct inverter connection via IX connector |
| Cable length | 10.0 m |

| Mechanical data | |
|--------------------------|----------------------|
| Design acc. to Code I | IM B5 (IM V1, IM V3) |
| Vibration severity grade | Grade A |
| Shaft height | 40 |
| Centering ring (N) | 70 mm |
| Hole circle (M) | 90 mm |
| Screw-on hole (S) | 6.50 mm |
| Overall length (LB) | 259 mm |
| Total length (L) | 309 mm |
| Diameter of shaft (D) | 19 mm |
| Length of shaft (E) | 40 mm |
| Flange diameter (P) | 110 mm |
| Shaft end | Fitted key |



| Holding brake | |
|--|-----------|
| Holding torque | 3.30 Nm |
| Average dynamic torque | 3.30 Nm |
| Opening time | 50 ms |
| Closing time | 40 ms |
| Maximum single switching energy ¹⁾ | 270.0 J |
| Service life, operating energy | 120,000 J |
| Holding current ²⁾ | 0.20 A |
| Break-induced current for 500 ms ²⁾ | 1.20 A |

| Special design | |
|----------------|---|
| Q0V | Cable outlet with open ends and direct inverter connection via IX connector, 10.0 m |

¹⁾ Up to three consecutive emergency stops and up to 25% of all emergency stops as a Wmax high energy stop possible.

²⁾ Typical value for 20°C ambient temperature. At -15°C the break-induced currents can be increased by up to 30%.

RÓTULA



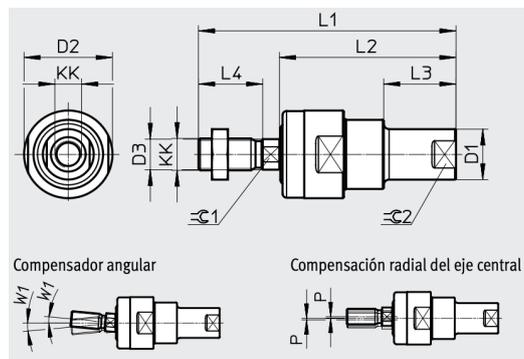
Figura 20. Rótula CRFK Festo

La rótula de Festo es uno de los accesorios que complementa el cilindro. Las rótulas se utilizan para unir el extremo del vástago de cilindros de todo tipo con las partes móviles de máquinas. Son capaces de compensar desviaciones radiales y angulares (errores de alineación). En este caso se escoge la terminación CRFK que indica que el material sea resistente a la corrosión y a los ácidos. Esto resulta de vital importancia ya que el elevador, al igual que la máquina, se ve sometido continuamente a operaciones de limpieza y desinfección.

Las características técnicas referidas a la rótula que se escoge son las siguientes:

- Dimensiones: M16 x 1,5
- Carga máxima permitida de tracción y presión: 5600 N
- Holgura axial: 0,01 ... 0,03 mm
- Temperatura ambiente: 0°C

Con dichas características, la rótula escogida presenta las siguientes dimensiones:



| Dimensiones y referencias de pedido | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|
| KK | D1 ∅ | D2 ∅ | D3 ∅ | L1 | L2 | L3 | L4 | W1 | ∅C1 | ∅C2 | |
| M16x1,5 | 27 | 47 | 16 | 129 | 89 | 32 | 32 | 5 | [°] | 14 | 22 |

Atendiendo a la configuración que dejan las características mencionadas, la referencia para el proveedor de la rótula es: CRFK-M16 X 1.5 REF. 2490673

En la página posterior se encuentra la ficha técnica de la rótula que complementa el cilindro de Festo en el elevador.

Rótula CRFK-M16X1,5

Número de artículo: 2490673

FESTO



 [General operating condition](#)

Hoja de datos

| Característica | Valor |
|--|---|
| Tamaño | M16x1,5 |
| Clase de resistencia a la corrosión CRC | 4 - riesgo de corrosión muy alto |
| Conformidad PWIS | VDMA24364-B2-L |
| Idoneidad para la producción de baterías de iones de litio | No pueden utilizarse metales con más de un 5 % de cobre en masa, zinc o níquel. Excepciones: níquel en aceros, superficies niqueladas químicamente, placas de circuitos impresos, cables, conectores eléctricos y bobinas |
| Temperatura ambiente | -20 °C ... 100 °C |
| Peso del producto | 670 g |
| Nota sobre el material | Conformidad con la Directiva RoHS |
| Material del cuerpo | Acero inoxidable de alta aleación |
| Material de los pernos roscados | Acero inoxidable de alta aleación |
| Material de la tapa | EPDM |
| Material de las tuercas | Acero inoxidable de alta aleación |

GUIA ESPACIADORA HEPKO



Figura 21. Guía espaciadora Hepco

La guía que se necesita para el elevador tiene la finalidad de restringir el movimiento del carro del elevador a una sola dirección, la vertical y debe ser en acero inoxidable, por lo que tendrá la terminación SL2 del fabricante. Este tipo de guías tiene un acabado especial a fin de mejorar la resistencia a la corrosión.

Las guías SL2 de Hepco contienen la tecnología de las guías en V y el sistema GV3 que ofrece una larga vida útil, un bajo mantenimiento y una mayor productividad, ahorrando tiempo y dinero. Las cargas pueden aplicarse desde arriba, desde abajo o desde cada lado del carro de forma radial o axial.

El material de alta calidad, los bordes en V endurecidos y los rodamientos lubricados internamente de por vida garantizan que el sistema requiera muy poco mantenimiento.

Hay dos tipos de Guías disponibles, la Guía con Espaciador y la Guía Plana. Para el elevador se ha utilizado la guía con espaciador. Este tipo de guías son construidas de una sola pieza que se fija directamente a la superficie de montaje de la máquina, facilitando un espacio de recorrido para los Rodamientos, Caperuzas de Retén y Lubricadores. La rigidez de la Guía con Espaciador permite que sea utilizada como un elemento autoportante o como pieza de construcción de la máquina.

Las características mecánicas de este tipo de guías son las siguientes:

- Carga máxima: 10kN
- Velocidad máxima: 10m/s
- Longitud: 1000 mm

Atendiendo a la configuración que dejan las características mencionadas, la referencia para el proveedor de la guía es: SSNL76 L1000

CARRO HEPCO



Figura 22. Carro SS L 200 Hepco

El carro de Hepco, junto a la guía es el encargado de restringir el movimiento lineal vertical generado por el cilindro a esa única dirección. Al igual que la guía y el resto de los componentes del elevador, este carro también está fabricado a partir de una pieza maciza de acero inoxidable. La terminación SS en el código del fabricante es la que indica que el elemento es resistente a la corrosión.

Para la configuración del producto en la interfaz del vendedor hay que escoger las siguientes características:

- Designación guía: SS L (indica las dimensiones de la guía, en este caso es el larga)
- Tipo de carro: Corto (indica las dimensiones del carro)
- Lubricador: Lubricador (nos indica si deseamos que el carro lleve incorporado un elemento lubricante para la guía)
- Tipo de rodamiento: Doble

Con esta configuración se obtiene un carro que podrá desempeñar la función requerida sin problemas y la referencia para el proveedor de la guía es: AUSSL76200LBNS

3.2. MODELADO: CAMBIOS EN DISEÑO DEL ELEVADOR

A continuación, se muestra una captura del área de trabajo de SolidWorks donde aparece la primera versión del elevador y la última, tras realizar las modificaciones que se expondrán posteriormente.

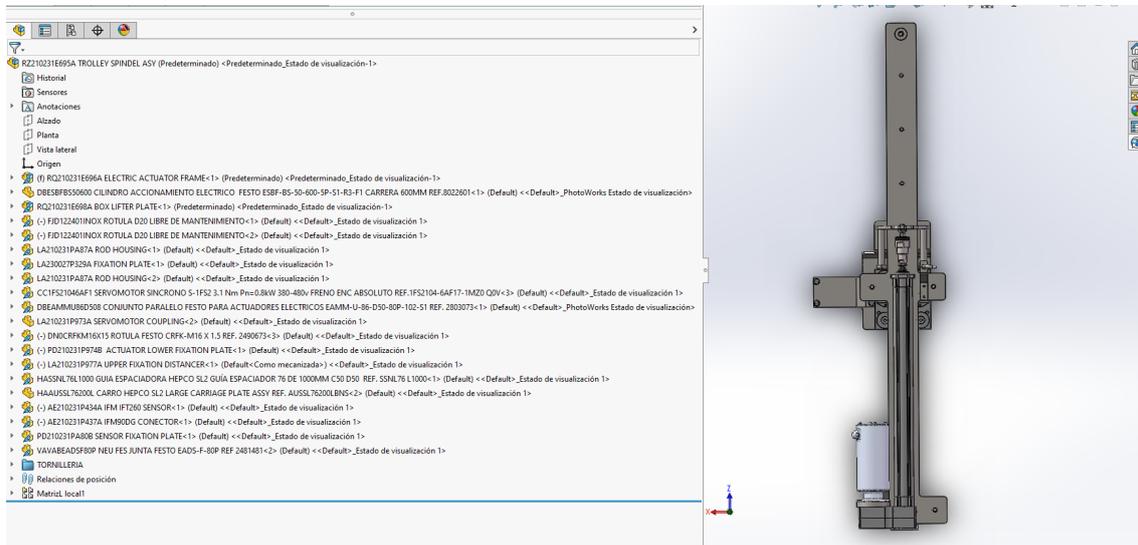


Figura 23. Primera versión Lifter Asy

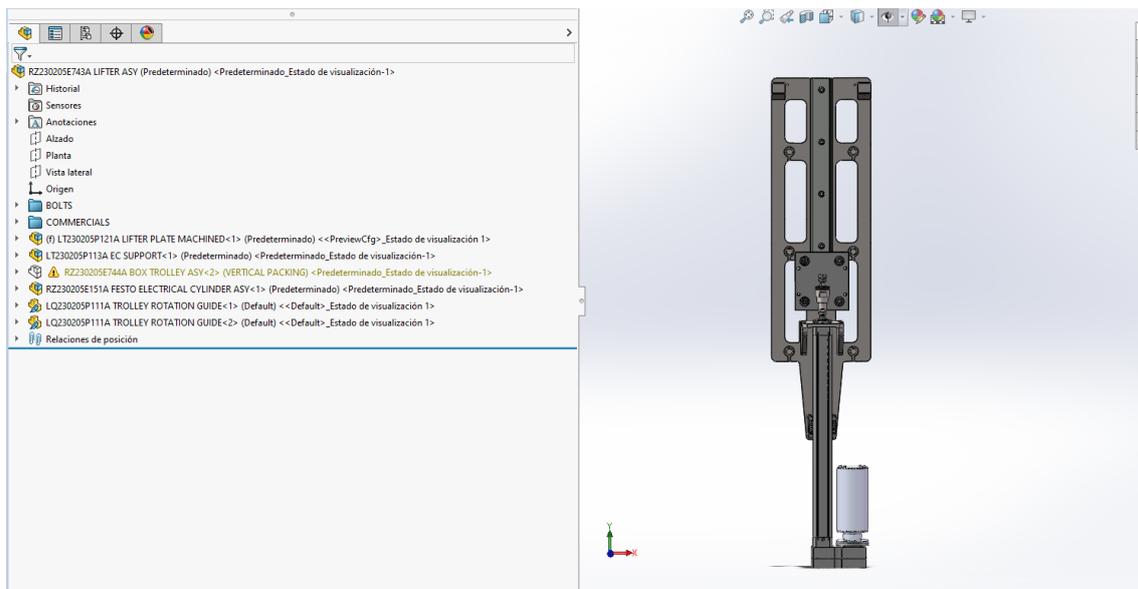


Figura 24. Segunda versión Lifter Asy

Las tareas realizadas sobre el elevador son las siguientes:

1) Ordenar el PropertyManager:

El PropertyManager en SolidWorks es una interfaz de usuario que permite configurar las propiedades y parámetros de las herramientas y comandos dentro del software. Aparece en el panel del lado izquierdo de la pantalla cuando se selecciona una herramienta o comando específico y se puede observar en las figuras 23 y 24.

Se observa en la (figura 23) que existe un único ensamblaje que alberga todas las piezas de forma desordenada sin lógica de procedimiento. Para conseguir un orden lógico en los planos de mecanizado y ensamblaje de las piezas, el PropertyManager se ordena de la forma que se observa en la (figura 24) creando subensamblajes de piezas dentro del ensamblaje principal. Además, se eliminan ciertos elementos y piezas que se sustituyen por otras nuevas que se expondrán a lo largo de este punto.

Para mejorar la eficiencia del diseño, se empieza realizando los siguientes conjuntos de piezas:

RZ230205E151A FESTO ELECTRICAL CYLINDER ASY

Tras las modificaciones que se enumerarán a continuación, el ensamblaje del cilindro queda de la siguiente forma en el PropertyManager:

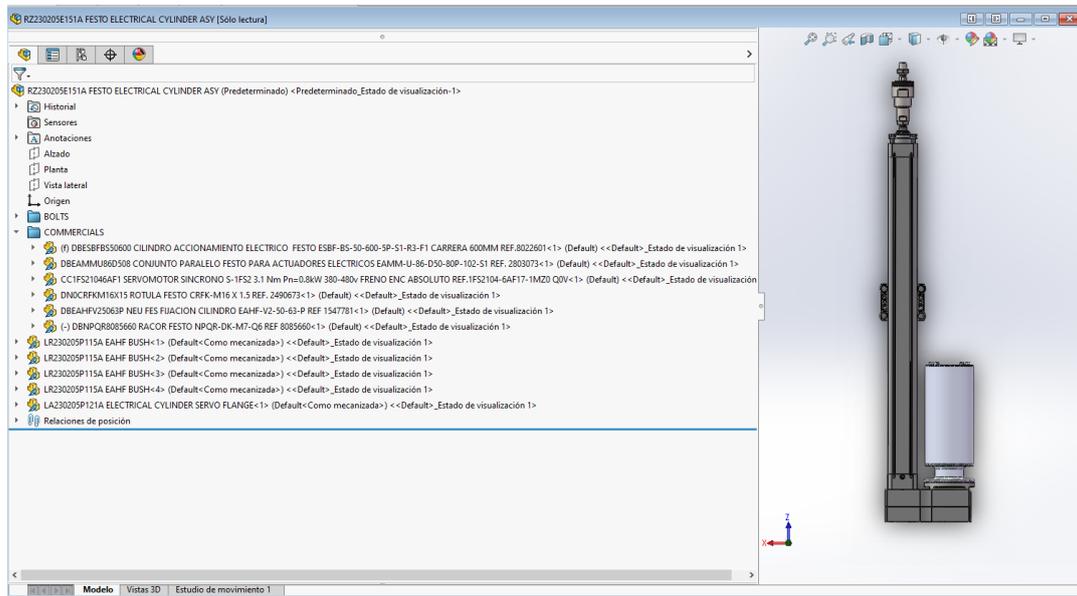


Figura 25. Ensamblaje del cilindro

El ensamblaje del cilindro eléctrico incluye al cilindro junto a la rótula, el servomotor y el conjunto paralelo para actuadores eléctricos. Estos componentes se encuentran codificados de la siguiente forma:

| |
|---|
| DBESBFB50600 CILINDRO ACCIONAMIENTO ELECTRICO FESTO ESBF-BS-50-600-5P-S1-R3-F1 CARRERA 600MM REF.8022601 |
| DBEAMMU86D508 CONJUNTO PARALELO FESTO PARA ACTUADORES ELECTRICOS EAMM-U-86-D50-80P-102-S1 REF. 2803073 |
| CC1FS21046AF1 SERVOMOTOR SINCRONO S-1FS2 3.1 Nm Pn=0.8kW 380-480v FRENO ENC ABSOLUTO REF.1FS2104-6AF17-1MZ0 Q0V |
| DNOCRFKM16X15 ROTULA FESTO CRFK-M16 X 1.5 REF. 2490673 |

Tabla 1. Componentes del ensamblaje RZ230205E151A FESTO ELECTRICAL CYLINDER ASY

Además, se añade a este conjunto un sistema de anclaje al nuevo soporte mecanizado, compuesto por las siguientes piezas:

| | | |
|--|-----------|----|
| DBEAHFV25063P NEU FES FIJACION CILINDRO EAHF-V2-50-63-P REF 1547781 | PROVEEDOR | X1 |
| DBNPQR8085660 RACOR FESTO NPQR-DK-M7-Q6 REF 8085660 | PROVEEDOR | X1 |
| LR230205P115A EAHF BUSH | DCM | X4 |

Tabla 2. Componentes del nuevo sistema de anclaje del cilindro

CARPETA COMERCIALES

Se crea una carpeta de comerciales dentro del conjunto principal que incluye las siguientes piezas:

| |
|---|
| HASSNL76L0800 GUIA ESPACIADORA HEPKO SL2 GUIA ESPACIADOR 76 DE 800 MM C40 D40 REF SSNL76L800 |
| HAAUSSL76200L CARRO HEPKO SL2 LARGE CARRIAGE PLATE ASSY REF. AUSSL76200LBNS |

Tabla 3. Piezas incluidas en la carpeta de comerciales

2) Cambios en el diseño y nuevas piezas:

La configuración de la primera versión del elevador resultaba molesta para el buen funcionamiento del conjunto de la máquina debido a que el vástago del cilindro realizaba su movimiento en la parte trasera al soporte, quedando este entre el cilindro y la caja del elevador. Al efecto, se ha decidido que todos los elementos mecánicos y piezas del elevador se sitúen en la parte delantera, yendo todo apoyado ahora sobre el nuevo soporte mecanizado.

ANTES



Figura 26. Perfil de la primera versión Lifter Asy

AHORA

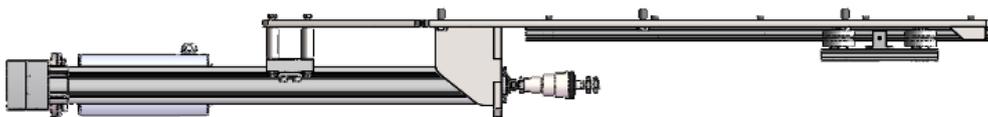


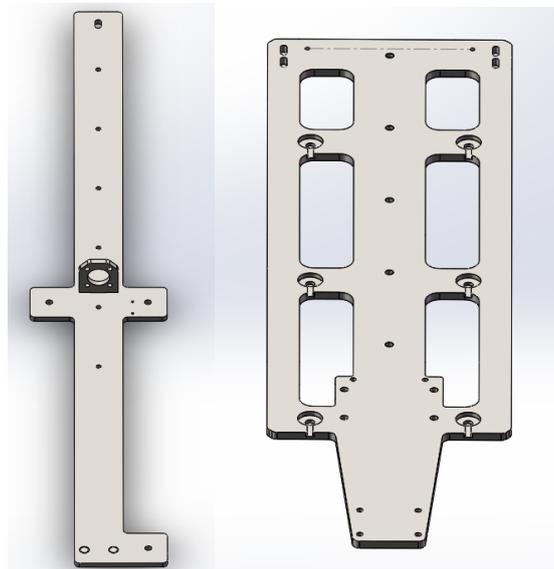
Figura 27. Perfil de la segunda versión Lifter Asy

Para poder realizar estos cambios y mejorar la resistencia mecánica del conjunto, se han modificado las siguientes piezas:

SOPORTE MECANIZADO: LT230205P121A LIFTER PLATE MACHINED

En el caso del soporte principal del elevador se pueden observar cambios significativos en el diseño. El diseño pasa de tener un plato principal rectangular a tener tres guías verticales que además de rigidizar la estructura, las dos guías laterales servirán como carril para las ruedas (que transmiten parte de los esfuerzos que recaen sobre la caja del elevador al soporte principal y además forman parte del mecanismo que realiza el volteo de la caja para hacer la carga horizontal).

Además, se ha acortado el eje central del soporte y se ha ensanchado en su parte inferior para mejorar la resistencia a esfuerzos mecánicos del soporte mecanizado en la zona dónde dicho plato sujeta el cilindro a través de una nueva fijación mecánica.

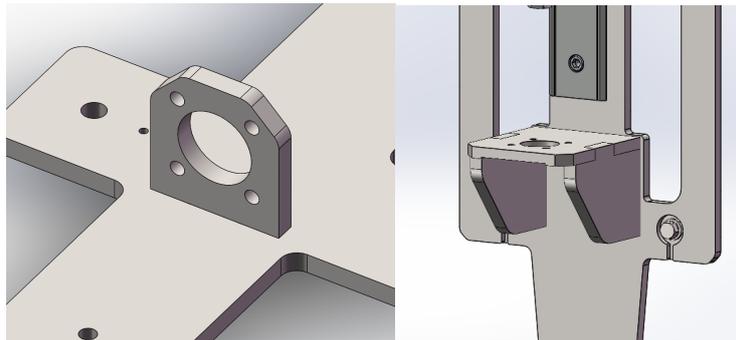


Figuras 28 y 29. Primera (izquierda) y segunda versión (derecha) del soporte principal del elevador

PLATO SUJECIÓN CILINDRO: LT230205P113A EC SUPPORT

La primera versión de esta pieza resultó diferir bastante de la realidad al diseño planteado ya que se mecanizó previamente a la soldadura. De esta forma, tras ser sometido a una elevada temperatura, el soporte experimentó una deformación que le hizo perder su forma inicial llegando a variar varios milímetros en forma con la pieza inicial.

Para resolver este problema modificamos la pieza para ser soldada y mecanizada posteriormente, además se le añade un refuerzo que ayudará a repartir mejor las cargas verticales sobre el soporte principal evitando que el plato de sujeción sufra deformaciones elevadas que le puedan hacer alcanzar la rotura.



Figuras 30 y 31. Plato sujeción cilindro antes (izquierda) y tras los cambios (derecha)

GUÍAS DE ROTACIÓN: LQ230205P111A TROLLEY ROTATION GUIDE

Estas nuevas piezas sirven para rotar el carro para realizar la carga horizontal. Su diseño es sencillo y van atornilladas al soporte principal del elevador por su parte trasera.

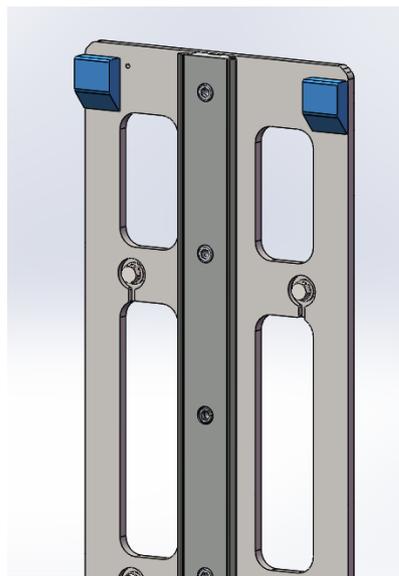


Figura 32. Guías de rotación unidas mecánicamente al soporte principal

FIJACIÓN CILINDRO: DBEAHFV25063P NEU FES FIJACION CILINDRO EAHF-V2-50-63-P REF 1547781

Este nuevo soporte se ha añadido para tener una mejor accesibilidad al soporte principal ya que por temas de mantenimiento, según la configuración del primer elevador que estaba sujeto por su parte inferior a la placa y resultaba muy complicado acceder a ella.

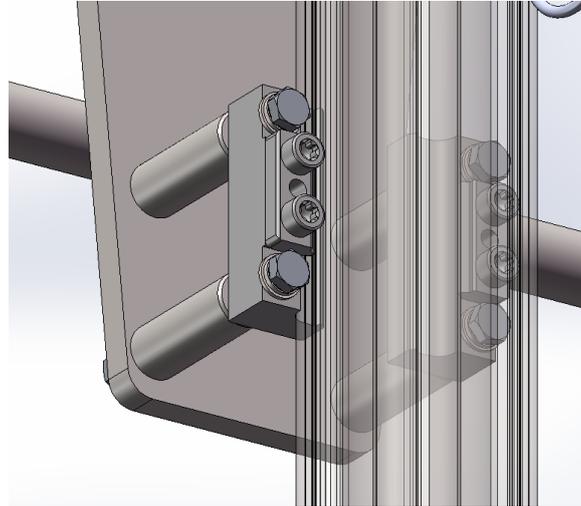
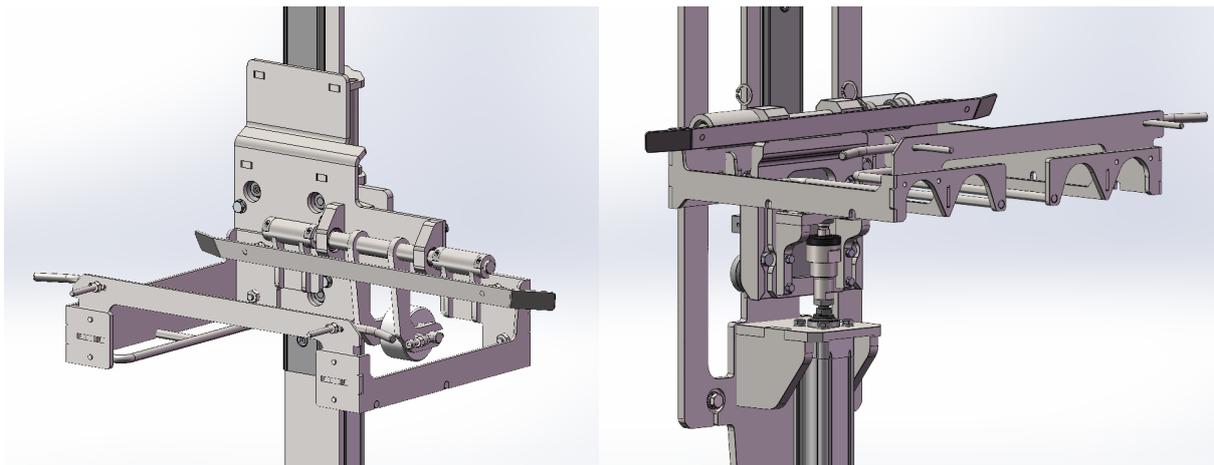


Figura 33. Fijación del cilindro al soporte principal

CARRETILLA: RZ230205E744A BOX TROLLEY ASY

El siguiente ensamblaje que forma parte del elevador y debía ser modificado es la caja elevadora. Se ha centrado la caja al eje del cilindro para obtener una mejor repartición de las fuerzas resultantes sobre el cilindro (mejor repartición de las cargas) como se observa en las siguientes figuras.



Figuras 34 y 35. Vista del carro del elevador antiguo (izquierda) frente a la nueva versión (derecha)

Para ello se han modificado las siguientes piezas y ensamblajes:

SOPORTE DE LA CAJA: LT230205P117A TROLLEY SUPPORT

Esta nueva pieza va atornillada al carro del elevador al igual que el soporte de la primera versión, pero presenta notables diferencias:

En primer lugar, el soporte pasa a ser una chapa mecanizada. Este cambio supone dotar de mayor rigidez y resistencia a la pieza para soportar los distintos esfuerzos a los que se verá sometida. También se aumenta el espesor de la chapa en 7mm.

La primera versión de este conjunto es una chapa plegada que no resulta nada resolutiva en términos mecánicos.

Además, existe un cambio en la forma del diseño de la pieza dado que se quiere centrar el carro al soporte principal del elevador, por tanto, se elimina la pestaña lateral del soporte antiguo.

Por último, también se modifica la posición del conjunto plato-refuerzos que soportan la rótula del cilindro para que de esta manera quede todo el mecanismo por delante del soporte principal del elevador.

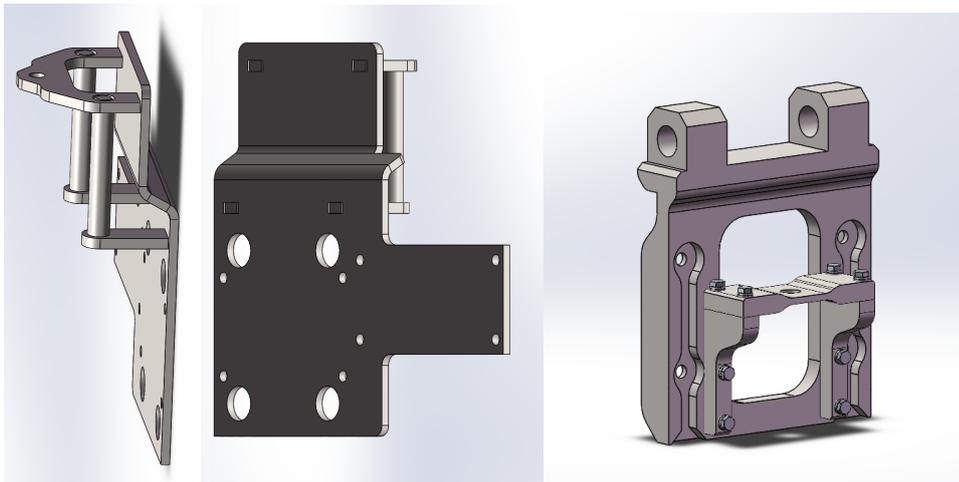


Figura 36. Soporte de la caja de la versión 1

Figura 37. Soporte de la caja de la versión 2

EJE CAJA: LD230205P122A FORKLIFT SHAFT

El cambio principal en esta pieza es que se ha eliminado la pieza central soldada al cilindro eje de la caja. Esta pieza se ha eliminado ya que el movimiento vertical de la caja pasa a estar compuesto por dos ruedas soldadas a la parte trasera de los laterales de la caja.

Además, el efecto de la soldadura sobre el eje producía la pérdida de propiedades mecánicas y de forma en el eje, lo que resultaba ser muy desfavorable.

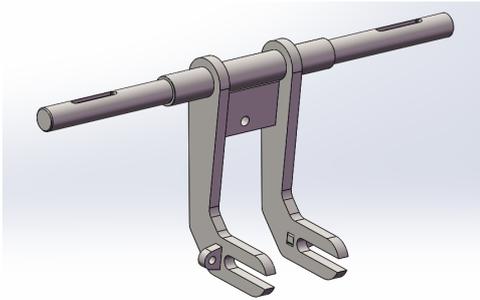


Figura 38. Eje de la caja versión 1



Figura 39. Eje de la caja versión 2

LATERAL DERECHO CAJA: RK230205E701A FORKLIFT RH ASY

Los cambios de esta pieza son cambios de diseño para poder adaptarla a los cambios que se ha ido exponiendo anteriormente y, además, estas nuevas modificaciones han servido para admitir otros formatos de cajas en el elevador por el juego que se ha conseguido entre los acoples y el eje.

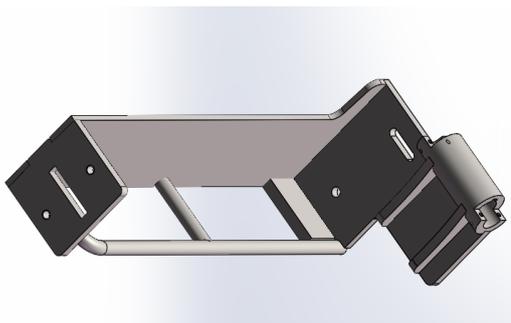


Figura 40. Lateral derecho de la caja versión 1

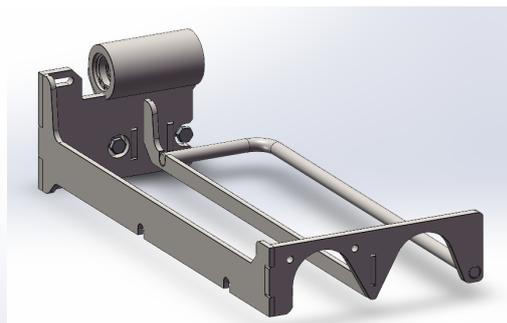


Figura 41. Lateral derecho de la caja versión 2

LATERAL IZQUIERDO CAJA: RK230205E703A FORKLIFT LH WITH STOPPER ASY

Como sucede con la pieza anterior, sobre su versión simétrica se realizan cambios de diseño para poder adaptarla a los cambios que se ha ido exponiendo anteriormente. Además, estas nuevas modificaciones servirán para admitir otros formatos de cajas en el elevador.

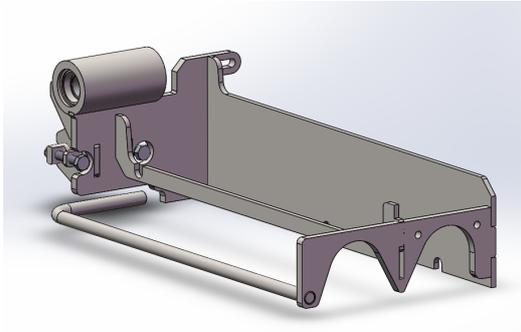


Figura 42. Lateral izquierdo de la caja versión 1

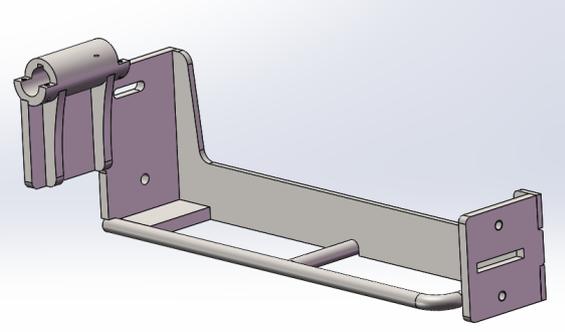


Figura 43. Lateral izquierdo de la caja versión 2

RQ230205E106A WELDED BOX GUIDE

Las modificaciones en esta pieza son fruto de los cambios en el diseño de las otras piezas del elevador.

En el ensamblaje antiguo, los cilindros roscados son distintos entre sí, mientras que para el nuevo diseño se han podido utilizar los mismos. Además, se ha alargado la distancia entre ejes de estos cilindros de 442mm a 507,9mm.

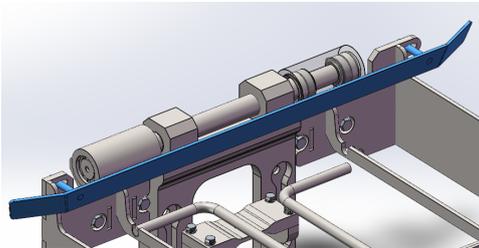


Figura 44. Guía de unión trasera de la caja versión 1

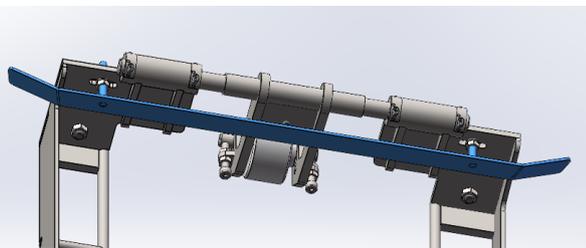


Figura 45. Guía de unión trasera de la caja versión 2

PB230205P701A FRONTAL PLATE VERTICAL TROLLEY

Las modificaciones en esta pieza son fruto de los cambios en el diseño de las otras piezas del elevador.

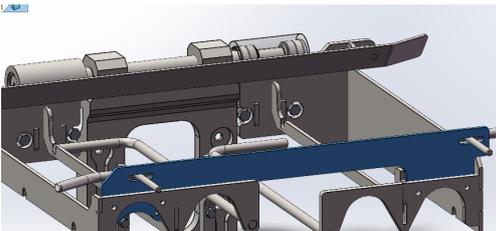


Figura 46. Guía de unión delantera de la caja versión 1

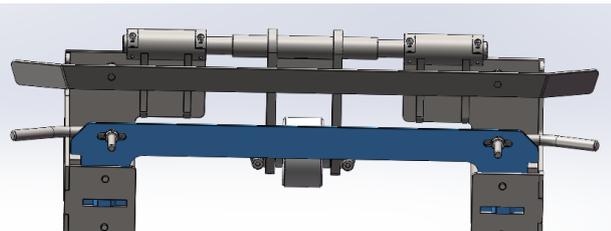
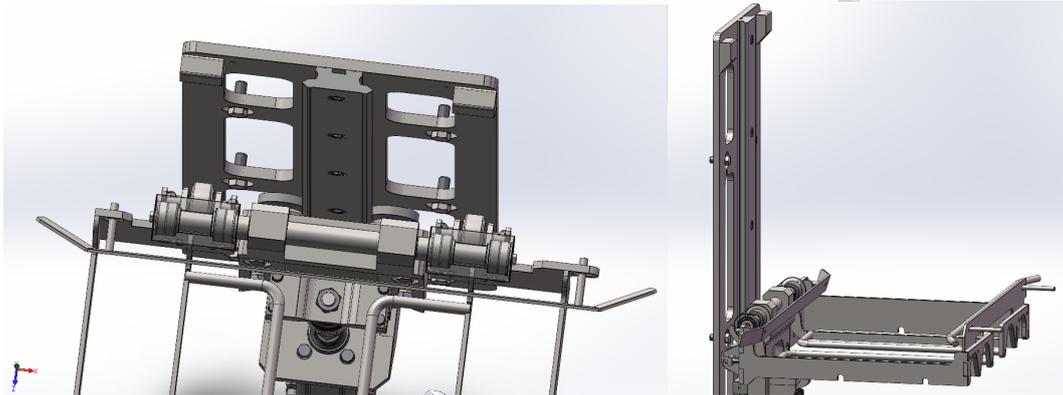


Figura 47. Guía de unión delantera de la caja versión 2

SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL Y ROTACIÓN DEL CARRO.

Para poder realizar la carga horizontal se ha diseñado un mecanismo formado por las piezas descritas anteriormente que funciona de la siguiente forma.

Las ruedas se desplazan por la superficie de la plataforma principal y al contactar con las guías de rotación, el cambio de cota hasta la superficie hace voltear el carro por medio de la rotación del eje del cajón a través de unos rodamientos dado que no existe ningún otro elemento (sólo las ruedas) que restrinja la perpendicularidad del cajón con la plataforma.



Figuras 48 y 49. Vistas en distintos ángulos de la unión carro-soporte

3.3. ENSAMBLAJE

Para unificar todas las piezas y subensamblajes expuestos en el apartado 3.2 en un único conjunto que será el elevador, se ha creado un ensamblaje llamado LIFTER ASY en el que dichos componentes interactúan entre ellos a través de relaciones de posición como: contacto entre planos, concetricidad, distancia y tangencialidad.

En este ensamblaje se fija el soporte principal haciendo coincidentes los planos principales (alzado, planta y vista lateral) con el origen del espacio de trabajo ya que es la pieza que se relacionará directamente con la RPS26 a través de uniones roscadas.

A dicho plato se le añade la guía espaciadora haciendo concéntricos los taladros y coincidentes los planos de las caras que se juntan. A esta guía se une el carro de forma que las ruedas son tangentes con las caras en ángulo de la guía. De esta forma se consigue el movimiento vertical del carro y se restringen las otras direcciones. La variación de altura del carro queda restringida por el movimiento del vástago dentro del cilindro, que también ha sido también definido. En la imagen inferior se observa dicha interacción.

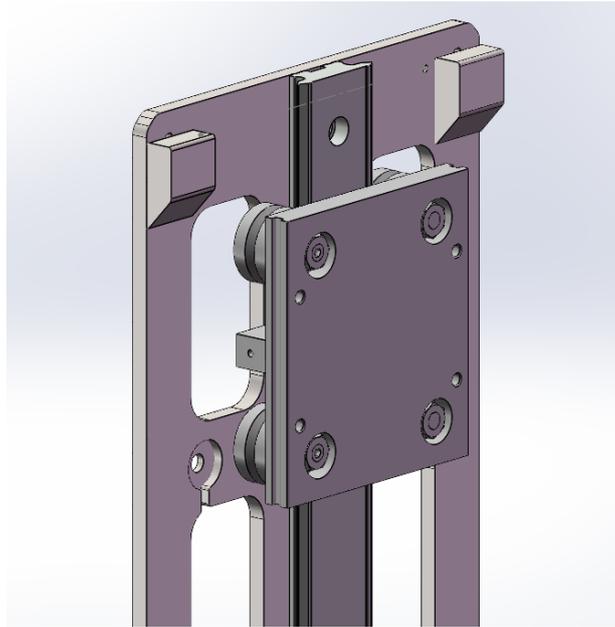


Figura 50. Interacción carro-guía

En la figura superior (figura 50) también se observa la unión simple entre las guías de rotación y el soporte principal por medio de una relación de ranura y coincidencia entre caras.

En la parte inferior del soporte principal se une el cilindro eléctrico a través del soporte del cilindro mediante la concentricidad de los taladros del subensamblaje y haciendo coincidentes sus caras. Lo mismo ocurre con el sistema de fijación a través de unos casquillos y la tornillería adecuada, como se puede ver en la (figura 51).

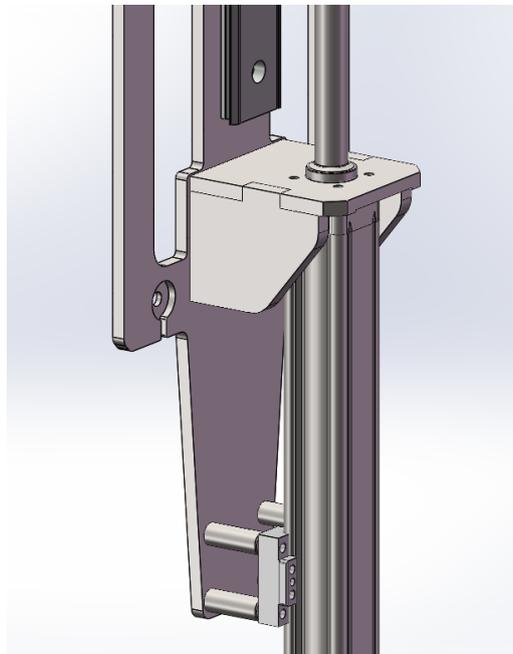


Figura 51. Unión soporte principal-subensamblaje del cilindro

La carretilla se une al carro del elevador a través del soporte de la caja haciendo coincidentes sus caras frontales y agujeros concéntricos de la forma que se muestra en la (figura 52).

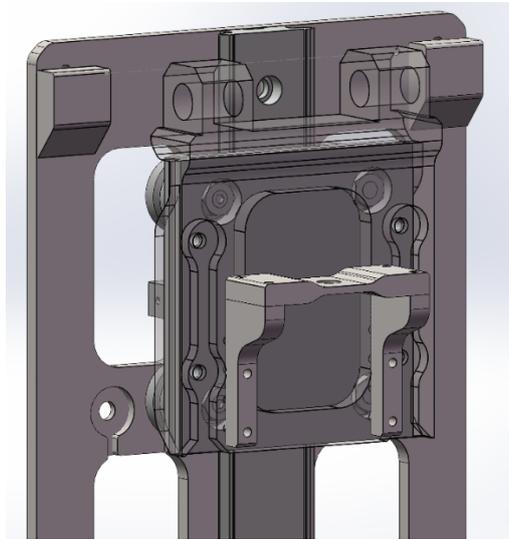


Figura 52. Unión carro-soporte caja

De la misma forma se relacionan los componentes de la carretilla del elevador.

3.4. MODELO OBTENIDO

Tras realizar los cambios en las piezas expuestas y ensamblarlas en un único conjunto, se obtiene el elevador deseado para el proyecto. Dicho elevador consigue realizar las tareas deseadas en las especificaciones técnicas de la siguiente forma:

- 1) Cuando los sensores ópticos detectan la caja sobre la carretilla, esta asciende verticalmente impulsada por el vástago del cilindro, recogiendo la caja de cartón de la rodillada a su paso.

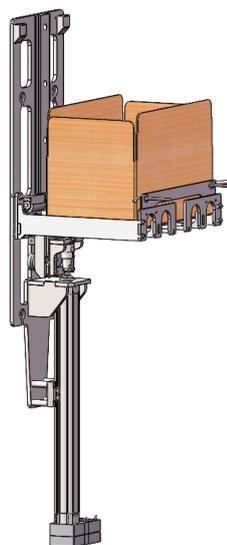


Figura 53. Elevador recogiendo la caja en su punto inferior

- 2) Antes de alcanzar el final de carrera del cilindro, la carretilla rota sobre su eje consiguiendo una inclinación de 20° para que la pinza del robot pueda realizar la carga horizontal.

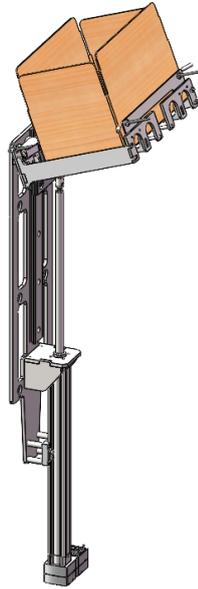


Figura 54. Elevador realizando la caga horizontal

- 3) Una vez completada la carga de hamburguesas, el servomotor cambia el sentido de giro para que el vástago del cilindro se contraiga, llevando el pistón a su posición inicial. En este proceso, la caja rota y desciende verticalmente, depositándola en la rodillada antes de volver a su estado de reposo, esperando la siguiente señal de inicio.

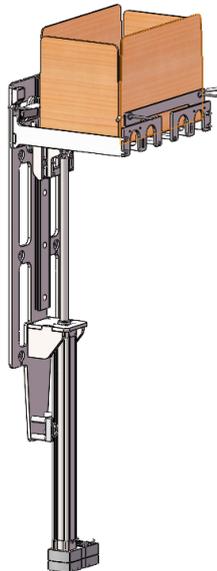


Figura 55. Elevador bajando la caja a la rodillada

En la RPS26, dos elevadores iguales se unen a la estructura principal a través de la tornillería adecuada, el resultado que se obtendrá es el mostrado en la (figura 56).

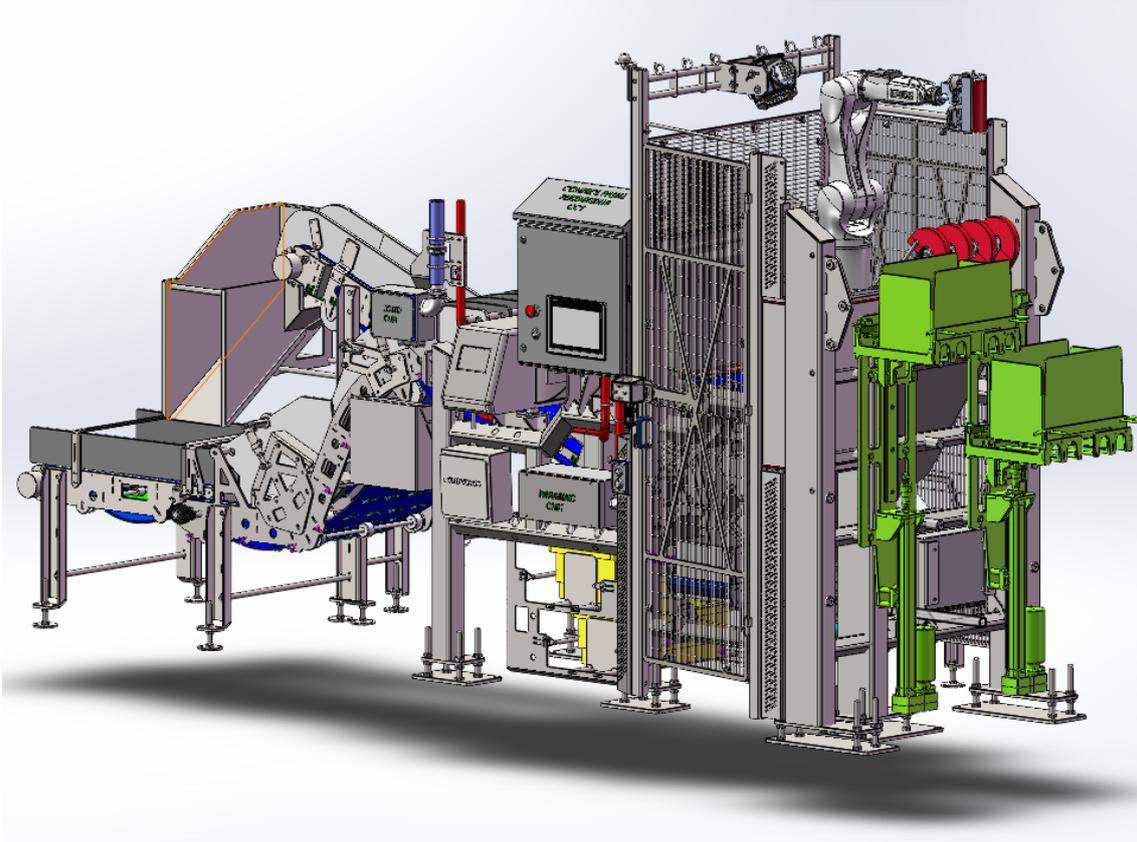


Figura 56. Elevadores (en color verde) unidos a la estructura principal de la RPS26

3.5. LISTADO DE PIEZAS

Finalmente, tras realizar todas las modificaciones en el elevador e insertar todos los elementos de unión necesarios, se obtiene el siguiente listado de piezas donde se puede observar cantidades necesarias de cada pieza, el material del que deben estar hechas y su peso. Estos datos serán de gran utilidad para la realización de los cálculos posteriores.

| Código | Descripción | Cant. | Material | Peso |
|---------------|--|-------|----------------------------|--------|
| BF04391608NA2 | Tuerca normal Din 439 hexagonal A2 altura 8 M16 | 1 | AISI 304 | 0,021 |
| BCGR1272612A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2.6 M12 | 6 | AISI-304 | 0,004 |
| BCPL1252512A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN125 E2.5 M12 | 6 | AISI-304 | 0,01 |
| BE093312030A2 | TORNILLO DIN933 HEXAGONAL A2 M12X30 | 6 | AISI-304 | 0,0429 |
| BE091212030A2 | Tornillo Din912 Allen A2 M12x30 | 5 | | |
| HASSNL76L0800 | GUIA ESPACIADORA HEPCO SL2 GUIA ESPACIADOR 76 DE 800 MM C40 D40 REF SSNL76L800 | 1 | | |
| HAAUSSL76200L | CARRO HEPCO SL2 LARGE CARRIAGE PLATE ASSY REF. AUSSL76200LBNS | 1 | AISI 304 | 8,31 |
| BLA4DIN7M8X24 | PASADOR INOX DIN 7 A1 8X24 | 2 | AISI 304 | 0,01 |
| LT230205P121A | LIFTER PLATE MACHINED | 1 | Material <sin especificar> | 24,8 |
| PA230205P104A | LIFTER PLATE | 1 | AISI 304 | 25,12 |
| LT230205P113A | EC SUPPORT | 1 | Material <sin especificar> | 4,49 |
| RN230205E123A | WELDED EC SUPPORT | 1 | Material <sin especificar> | 5,47 |
| PA230205P105A | EC PLATE | 1 | AISI 304 | 2,52 |
| PE230205P102A | EC REINFORCEMENT | 2 | AISI 304 | 1,48 |
| RZ230205E151A | FESTO ELECTRICAL CYLINDER ASY | 1 | Material <sin especificar> | 39,75 |
| LR230205P115A | EAHF BUSH | 4 | AISI 304 | 0,13 |

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| | | | | |
|---------------|--|----|--|--------|
| KFB00H9304020 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D20 | 1 | AISI 304 | |
| LA230205PA59A | ELECTRICAL CYLINDER SERVO FLANGE | 1 | AISI 304 | 0,77 |
| KFB00H9304130 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D130 | 1 | AISI 304 | |
| AE230205P852A | junta servomotor suministrada | 1 | CAUCHO SINTÉTICO ALIMENTAR IO | 0 |
| DBEAMMU86D508 | EAMM-U-86-D50-80P-102-S1 | 1 | AISI 304 | 5,39 |
| LA230205PE56A | LIFTER SCREW DISTANCER | 1 | AISI 304 | 0,03 |
| KFB00H9304025 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D25 | 1 | AISI 304 | |
| BCGR1272008A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2 M8 | 12 | AISI-304 | 0,002 |
| BCPL1252008A2 | Arandela plana A2 Din 125 e2 M8 | 12 | AISI-304 | 0,002 |
| BE093308040A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x40 | 4 | AISI 304 | 0,0222 |
| BE093308030A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x30 | 8 | AISI 304 | 0,0182 |
| BE093306020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x20 | 4 | AISI-304 | 0,0071 |
| BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 4 | AISI-304 | 0,001 |
| BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 4 | AISI 304 | 0,001 |
| BE091205015A2 | Tornillo Din912 Allen A2 M5x15 | 4 | AISI 304 | 0,004 |
| DBESBFBS50600 | CILINDRO ACCIONAMIENTO ELECTRICO FESTO ESBF-BS-50- 600-5P-S1- R3-F1 CARRERA 600MM REF.8022601 | 1 | AISI 304 | 14,54 |
| CC1FS21046AF1 | SERVOMOTOR SINCRONO S-1FS2 3.1 Nm Pn=0.8kW 380-480v FRENO ENC ABSOLUTO REF.1FS2104- 6AF17-1MZ0 Q0V | 1 | AISI-304 | 17,04 |
| DN0CRFKM16X15 | ROTULA FESTO CRFK-M16 X 1.5 REF. 2490673 | 1 | AISI-304 | 0,8 |
| DBEAHFV25063P | NEU FES FIJACION CILINDRO EAHF-V2-50-63-P REF 1547781 | 1 | AISI 304 | 0,34 |
| DBNPQR8085660 | RACOR FESTO NPQR-DK-M7-Q6 REF 8085660 | 1 | AISI 304 | 0,01 |

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| | | | | |
|---------------|--|---|----------------------------------|--------|
| LQ230205P111A | TROLLEY ROTATION GUIDE | 2 | AISI 304 | 0,38 |
| LA230205PE56A | LIFTER SCREW DISTANCER | 1 | AISI 304 | 0,03 |
| KFB00H9304025 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D25 | 1 | AISI 304 | |
| RZ230205EA57A | BOX TROLLEY ASSY RH | 1 | Material <sin especificar> | 24,25 |
| BCPL2402008A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D24 E2.0 M8 | 8 | Material <sin especificar> | 0,794 |
| BF09340806NA2 | TUERCA NORMAL DIN934 HEXAGONAL A2 ALTURA 6 M8 | 8 | AISI-304 | 0,01 |
| BCGR1272210A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2.2 M10 | 4 | AISI-304 | 0,002 |
| BCPL1252010A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN125 e2 M10 | 4 | AISI-304 | 0,004 |
| BE093310020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M10x20 | 4 | AISI 304 | 0,0237 |
| BBE0471A22510 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN471 EXTERIOR A2 D25 E1 | 2 | AISI-304 | 0 |
| BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 4 | AISI-304 | 0,001 |
| BCPL1801606A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D18 E1.6 M6 | 4 | AISI-304 | 0 |
| BE093306016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x16 | 4 | AISI-304 | 0,0062 |
| LT230205P117A | TROLLEY SUPPORT | 1 | AISI 304 | 5,56 |
| LD230205P122A | FORKLIFT SHAFT | 1 | AISI 304 | 1,27 |
| KFB00H9304025 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D25 | 1 | AISI 304 | |
| RB230205E101A | CARRIER JOINT | 1 | Material <sin especificar> | 1,2 |
| BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 8 | AISI-304 | 0,001 |
| BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 8 | AISI 304 | 0,001 |
| BE093306025A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x25 | 8 | AISI 304 | 0,0084 |
| BLA4DIN7M6X18 | PASADOR INOX DIN 7 A4 6X18 | 8 | AISI 304 | 0 |
| LT230205P119A | PLATE SUPPORT | 1 | AISI 304 | 0,55 |
| LT230205P120A | REINFORCEMENT PLATE | 2 | AISI 304 | 0,27 |
| PB230205P701A | FRONTAL PLATE VERTICAL TROLLEY | 1 | AISI 304 | 0,79 |

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| | | | | |
|---------------|---|---|----------------------------------|-------|
| RQ230205E711A | OUTTER BOX GUIDE | 1 | Material <sin especificar> | 0,66 |
| LA230205P727A | INNER GUIDE BAR | 1 | AISI 304 | 0,58 |
| KFB00H9304012 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D12 | 1 | AISI 304 | |
| LA230205P729A | THREADED BAR M8 | 2 | AISI 304 | 0,04 |
| BG000975A2M08 | VARILLA INOX ROSCADA DIN 975 A2 M8 | 1 | AISI 304 | |
| RQ230205E712A | WELDED BOX GUIDE | 1 | Material <sin especificar> | 0,57 |
| PH230205P701B | LATERAL BOX PLATE GUIDE | 1 | AISI 304 | 0,47 |
| LA230205P728A | THREADED BAR M8 | 2 | AISI 304 | 0,05 |
| BG000975A2M08 | VARILLA INOX ROSCADA DIN 975 A2 M8 | 1 | AISI 304 | |
| RZ230205EA59A | INNER SIDE LIFTER TROLLEY | 1 | | |
| RK230205EA63A | RH INNER LIFTER TROLLEY SIDE | 1 | AISI 304 | |
| PA230205PE51A | TROLLEY PLATE ADJUSTABLE | 1 | AISI 304 | 0,85 |
| PA230205PE52A | FIXATION PLATE ADJUSTABLE | 1 | AISI 304 | |
| PB230205P702A | WHEEL SUPPORT | 2 | AISI 304 | 0,12 |
| PG230205P102A | BOLT ATTACHMENT | 2 | AISI 304 | 0,01 |
| LC230205P126A | TURNING BUSH | 1 | AISI 304 | 0,88 |
| KFB00H9304050 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D50 | 1 | AISI 304 | |
| PE230205P105A | TROLEY REINFORCEMENT | 2 | AISI 304 | 0,03 |
| LR230205P702A | LIFTER BAR | 1 | AISI 304 | 0,46 |
| KFB00H9304012 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D12 | 1 | AISI 304 | |
| PA230205PE55A | KEY TROLLEY | 1 | | |
| PA230205PA59C | REAR REFERENCE FIXATION PLATE SYMETRIC | 1 | | |
| RK230205EA61A | REAR SIDE LIFTER TROLLEY RH | 1 | AISI 304 | |
| PA230205PA53C | LOW LATERAL LIFTER PLATE SYMETRIC | 1 | | |
| PA230205PA54A | FIXATION ADJUSTABLE PLATE | 1 | | |
| BCPL1801606A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D18 E1.6 M6 | 2 | AISI-304 | 0 |
| BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 3 | AISI-304 | 0,001 |
| RZ230205E149A | WHEEL ASY | 1 | Material <sin especificar> | 0,36 |
| LD230205P605A | WHEEL SHAFT | 1 | AISI 304 | 0,11 |

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| | | | | |
|---------------|---|---|----------------------------|--------|
| BF09850606AA2 | Tuerca autoblocante Din985 hexagonal A2 altura 6 M6 | 2 | AISI-304 | 0,003 |
| LA230205P113A | MACHINED BOLT | 2 | Material <sin especificar> | 0,02 |
| BE093308050A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x50 | 1 | AISI 304 | 0,0262 |
| LA230205P604A | WHEEL | 1 | PE 500 BLANCO | 0,17 |
| KGBH9PE500050 | REDONDO PLASTICO PE500 D50 | 1 | AISI 304 | |
| FJXSKF60032RS | RODAMIENTO INOX SKF W 6003-2RS1-PV311 | 1 | | |
| BBE0471A21710 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN471 EXTERIOR A2 D17 E1 | 4 | | |
| PS230205P602A | BALL COVER | 2 | AISI 304 | 0,01 |
| BBI04723212A2 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN 472 INTERIOR A2 D35 E1.5 | 1 | 0,413 | 0,413 |
| LA230205PA60A | REAR STOPPER PLATE | 1 | AISI 304 | |
| BBI0472A23515 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN472 INTERIOR A2 D35 E1.50 | 2 | | |
| PD230205P114A | END CAP | 1 | AISI 304 | 0,01 |
| FJD122401INOX | ROD END FREE MANTINANACE | 2 | AISI 304 | 0,07 |
| LC230205P127A | TURNING SPACER | 2 | AISI 304 | 0,02 |
| KFB00H9304035 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D35 | 1 | AISI 304 | |
| BE093306020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x20 | 2 | AISI-304 | 0,0071 |
| BF09340806NA2 | TUERCA NORMAL DIN934 HEXAGONAL A2 ALTURA 6 M8 | 2 | AISI-304 | 0,01 |
| BE093308020A2 | TORNILLO DIN933 HEXAGONAL A2 M8X20 | 2 | AISI-304 | 0,0139 |
| BCPL2402008A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D24 E2.0 M8 | 2 | Material <sin especificar> | 0,794 |
| BCGR1272008A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2 M8 | 2 | AISI-304 | 0,002 |
| BE799106010A2 | TORNILLO DIN 7991 AVELLANADO ALLEN A2 M6 X 10 | 3 | AISI-304 | 0 |
| BE093306016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x16 | 1 | AISI-304 | 0,0062 |
| BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 1 | AISI 304 | 0,001 |
| RZ230205EA58A | OUTTER BOX TROLLEY SIDE RH | 1 | | |

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| | | | | |
|---------------|--|---|------------------|--------|
| RK230205EA62A | RH OUTER LIFTER TROLLEY SIDE | 1 | AISI 304 | |
| PA230205PE51A | TROLLEY PLATE ADJUSTABLE | 1 | AISI 304 | 0,85 |
| PA230205PE52A | FIXATION PLATE ADJUSTABLE | 1 | AISI 304 | |
| PB230205P702A | WHEEL SUPPORT | 2 | AISI 304 | 0,12 |
| PG230205P102A | BOLT ATTACHMENT | 2 | AISI 304 | 0,01 |
| LC230205P126A | TURNING BUSH | 1 | AISI 304 | 0,88 |
| KFB00H9304050 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D50 | 1 | AISI 304 | |
| PE230205P105A | TROLEY REINFORCEMENT | 2 | AISI 304 | 0,03 |
| LR230205P702A | LIFTER BAR | 1 | AISI 304 | 0,46 |
| KFB00H9304012 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D12 | 1 | AISI 304 | |
| PA230205PE55A | KEY TROLLEY | 1 | | |
| PA230205P750A | LATERAL LIFTER PLATE | 1 | AISI 304 | 0,68 |
| RK230205EA60A | FRONTAL STOPPER ADJUSTABLE RH | 1 | | |
| PA230205PE50C | HIGH LATERAL POSITIONER SYMETRIC | 1 | | |
| PA230205PA54A | FIXATION ADJUSTABLE PLATE | 1 | | |
| BE093306020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x20 | 2 | AISI-304 | 0,0071 |
| BCPL1801606A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D18 E1.6 M6 | 2 | AISI-304 | 0 |
| BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 3 | AISI-304 | 0,001 |
| RZ230205E149A | WHEEL ASY | 1 | | 0,36 |
| LD230205P605A | WHEEL SHAFT | 1 | AISI 304 | 0,11 |
| | | 1 | | |
| BF09850606AA2 | Tuerca autoblocante Din985 hexagonal A2 altura 6 M6 | 2 | AISI-304 | 0,003 |
| LA230205P113A | MACHINED BOLT | 2 | AISI-304 | 0,02 |
| BE093308050A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x50 | 1 | AISI 304 | 0,0262 |
| LA230205P604A | WHEEL | 1 | PE 500 BLANCO | 0,17 |
| KGBH9PE500050 | REDONDO PLASTICO PE500 D50 | 1 | AISI 304 | |
| FJXSKF60032RS | RODAMIENTO INOX SKF W 6003- 2RS1-PV311 | 1 | | |
| BBE0471A21710 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN471 EXTERIOR A2 D17 E1 | 4 | | |
| PS230205P602A | BALL COVER | 2 | AISI 304 | 0,01 |

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
 Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| | | | | |
|---------------|---|---|----------|--------|
| BBI04723212A2 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN 472 INTERIOR A2 D35 E1.5 | 1 | 0,413 | 0,413 |
| BF09340806NA2 | TUERCA NORMAL DIN934 HEXAGONAL A2 ALTURA 6 M8 | 2 | AISI-304 | 0,01 |
| BE093308020A2 | TORNILLO DIN933 HEXAGONAL A2 M8X20 | 2 | AISI-304 | 0,0139 |
| BCPL2402008A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D24 E2.0 M8 | 2 | AISI-304 | 0,794 |
| BCGR1272008A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2 M8 | 2 | AISI-304 | 0,002 |
| PD230205P114A | END CAP | 1 | AISI 304 | 0,01 |
| BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 1 | AISI 304 | 0,001 |
| BE093306016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x16 | 1 | AISI-304 | 0,0062 |
| BBI0472A23515 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN472 INTERIOR A2 D35 E1.50 | 2 | | |
| FJD122401INOX | ROD END FREE MANTINANACE | 2 | AISI 304 | 0,07 |
| LC230205P127A | TURNING SPACER | 2 | AISI 304 | 0,02 |
| KFB00H9304035 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D35 | 1 | AISI 304 | |

Tabla 4. Tabla descriptiva de las piezas del elevador

4. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL ELEVADOR

Los cálculos realizados para el diseño del elevador se han llevado a cabo empleando el módulo de simulación de SolidWorks, utilizando el método de elementos finitos.

El método de elementos finitos se basa en la idea de dividir un problema complejo en partes más pequeñas y manejables, llamadas elementos finitos. Estos elementos se conectan en puntos llamados nodos. La solución aproximada del problema se obtiene al resolver las ecuaciones que describen cada elemento y luego combinar estas soluciones.

Este método permite realizar un análisis preciso y detallado de las estructuras y componentes, lo que es fundamental para garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo del elevador.

4.1. CARGA ESTÁTICA

En este proyecto, uno de los factores principales a determinar es si la estructura del elevador puede soportar la carga asumida.

El caso más crítico al que se enfrentará el elevador es tras el llenado de una caja, con el vástago totalmente expandido. El peso de estas cajas puede variar dependiendo de si el robot ha finalizado correctamente la operación de llenado, pero basándonos en el supuesto más frecuente y desfavorable, en términos mecánicos, cuando la caja está completamente llena pesará 38 libras (17,24 Kg) más el peso de la caja de cartón 0,9 lb (0,41 Kg).

Por lo tanto, si se considera que la fuerza se distribuye uniformemente a lo largo de la carretilla que sostiene la caja, la fuerza total aplicada sobre esta será la siguiente:

$$m = 17,24 + 0,41 = 17,65 \text{ Kg} \quad (1)$$

$$F = m \cdot g = 17,65 \cdot 9.81 = 173,15 \text{ N} \quad (2)$$

Donde:

m es la suma de la masa de hamburguesas y la de la caja de cartón

g es la gravedad

Por otro lado, el estudio también tiene en cuenta el peso de todas las piezas que componen el elevador. El peso de los componentes de proveedores se puede encontrar en el correspondiente catálogo adjunto en los anexos. Es importante mencionar que este cálculo lo realiza automáticamente el programa de simulación de SolidWorks, ya que cada pieza del conjunto tiene asignada su masa correspondiente.

Además, cabe destacar que en el estudio también se considera el peso del servomotor. Dicho peso se puede encontrar en el catálogo adjunto en los anexos, y aunque para la simulación, como consecuencia que el diseño de la pieza descargado del proveedor resultaba incompatible con el estudio en el momento de aplicar el mallado a la figura, se tiene en cuenta aplicando una fuerza correspondiente a dicho peso en la zona donde apoya el servomotor.

$$F = m \cdot g = 8,7 \cdot 9.81 = 85,35 \text{ N} \quad (3)$$

Donde:

m es la masa del servomotor

g es la gravedad

A continuación, se explicará el proceso llevado a cabo para analizar los resultados.

4.2. ANÁLISIS ELEMENTOS FINITOS

4.2.1. SIMULACIÓN DINÁMICA

Para realizar la simulación en el programa, se ha simplificado la estructura para acelerar el proceso del software en la creación de la malla y la ejecución del estudio. De este modo, se han solucionado numerosas interferencias causadas por la tornillería y elementos de fijación que, a pesar de estar bien definidos, diseñados y ensamblados, el programa no es capaz de realizar el mallado correctamente cuando estos elementos se unen con las restricciones correspondientes a los elementos del conjunto.

Además, para poder realizar el estudio se ha eliminado también la carretilla elevadora y se ha sustituido por una chapa plegada más simple que transmita, de la misma forma que hace la carretilla, los esfuerzos al carro de Hepco. Esta chapa ha sido diseñada con un espesor de 5mm y tiene un pliegue de 90° para poder aplicar en su superficie la fuerza resultante de una caja llena de hamburguesas.

Tras solucionar las interferencias entre elementos, se establecen las conexiones entre ellos. Primeramente, se establece una interacción global de tipo “*unión rígida*” entre todos los elementos del elevador y tras esto, se establece la interacción local de tipo “*contacto*” entre la guía espaciadora y el carro de Hepco para que de esta forma quede libre el movimiento vertical del carro siendo éste restringido por los límites de expansión del cilindro. De esta forma, la unión rígida sustituye las soldaduras entre piezas y desde la empresa, se conoce y aseguran que la máquina no sufrirá ningún fallo por soldadura, basándose en su voluminoso historial de fabricación.

Seguidamente, se indican las sujeciones de la máquina. En este caso, el elevador va sujeto a través de unos tornillos a unos casquillos soldados a la estructura principal y dado que se han eliminado los elementos de sujeción para poder realizar el estudio correctamente, se restringe el movimiento en los tres ejes de coordenadas de los agujeros dónde se encuentran dichas sujeciones. Esto se consigue aplicando sujeción de tipo “*fijo*” sobre las superficies que se observan en la figura 57.

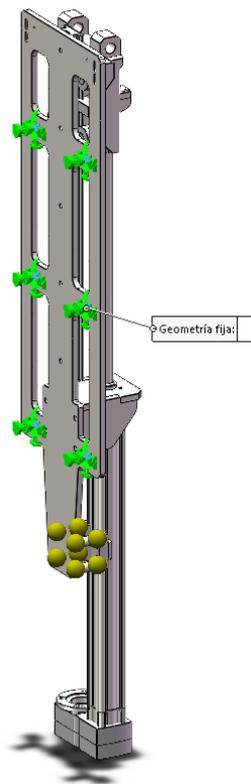
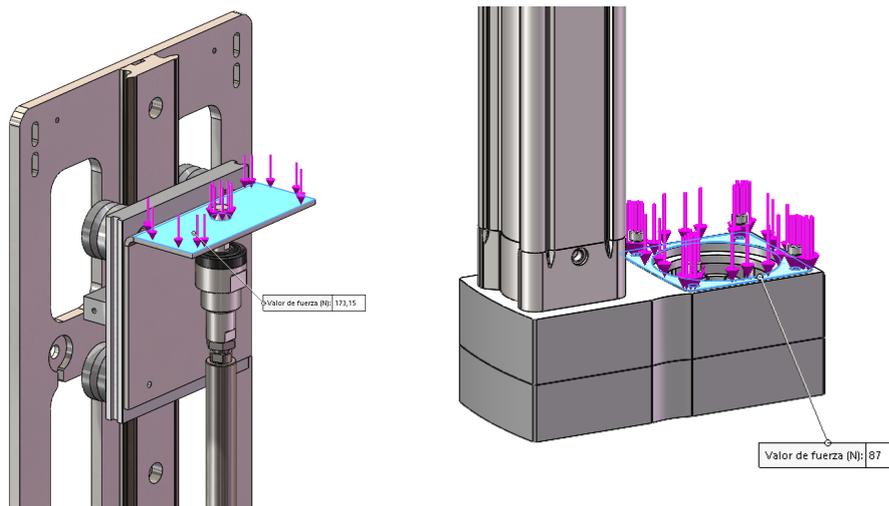


Figura 57. Sujeción tipo fija del elevador

El siguiente parámetro por definir son las cargas externas que soporta el elevador. Se aplica la carga externa calculada en el apartado 7.1 resultante del peso de una caja llena de hamburguesas como se puede observar en la siguiente imagen. Además, se añade la carga calculada anteriormente proveniente del peso del servomotor.



Figuras 58 y 59. Cargas externas

Tras finalizar la inserción de datos para el análisis, se realiza el mallado del conjunto obtenido, mostrado a continuación (figura 60).

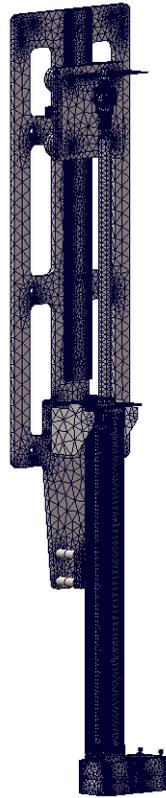


Figura 60. Malla

4.2.2. RESULTADOS

Finalmente se ejecuta el estudio con la información introducida en el apartado anterior. A continuación se detallarán dichos resultados acompañados de las imágenes que servirán de soporte para comprender la información que se expone.

4.2.2.1. TENSIONES

Las tensiones de Von Mises son un criterio de fallo utilizado para predecir la resistencia de los materiales dúctiles. Según la teoría de Von Mises-Hencky, el fallo de un material ocurre cuando la energía de distorsión (o energía de cambio de forma) alcanza un valor crítico, similar al que se produce en el punto de fluencia del material en una prueba de tracción uniaxial.

En términos matemáticos, la tensión de Von Mises (σ_v) se calcula a partir de las tensiones principales ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) usando la siguiente fórmula:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad (4)$$

En el análisis de tensiones utilizando el simulador de SolidWorks, las tensiones de Von Mises son fundamentales porque proporcionan una medida escalar de la tensión que puede compararse directamente con el límite de fluencia del material. Dado que prácticamente el 100% de las piezas son de acero AISI 304, se puede observar en la siguiente tabla que su límite de fluencia es de 210 MPa teniendo en cuenta el valor inferior, en el que entrarían todas las piezas.

| Tipo Acero | Rango de dimensiones | Límite Elástico 0,2% ($R_{p0,2}$) min. N/mm ² | Resistencia a la tracción (R_m) N/mm ² | Elongación (A_5) min. % |
|------------|-------------------------------------|--|---|-----------------------------|
| 304 | Laminado en frío e ≤ 6 mm. | ≥ 230 | 540 - 750 | ≥ 45 |
| | Laminado en caliente e ≤ 6 mm. | ≥ 210 | 520 - 720 | ≥ 45 |

Tabla 5. Tabla de propiedades mecánicas del acero AISI 304

Estas tensiones se muestran en una escala de colores sobre el modelo, indicando las áreas de alta y baja tensión como se observa a continuación. Cabe destacar que la escala del gráfico de tensiones mostrado la elige SolidWorks a partir de la máxima tensión encontrada (20.635) pero que el límite elástico es muy superior como se ha comentado anteriormente.

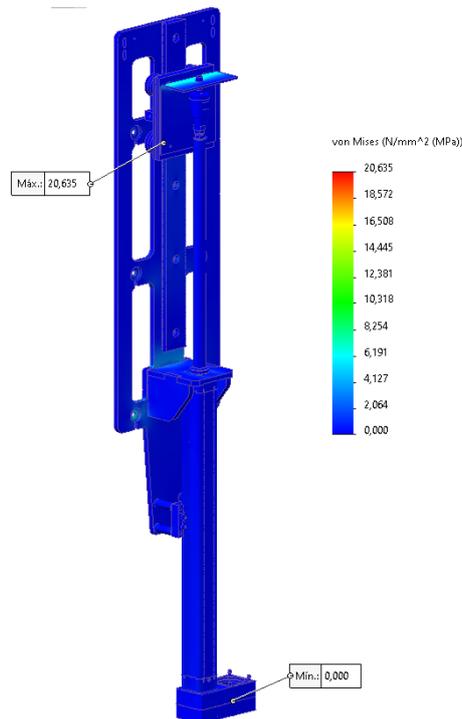


Figura 61. Tensiones obtenidas tras la simulación

En la figura 61 se puede observar que la carga resultante aplicada sobre el cilindro del elevador en la situación más desfavorable, es soportada correctamente y sin inconvenientes por casi la totalidad del elevador.

Se indica un valor máximo de tensión (σ_v) de 20,635 MPa que es muy inferior al límite elástico del material y este se da en la unión entre el carro y la guía espaciadora de Hepco debido a al momento que se genera por la distancia de las fuerzas al carro, como se observa en la figura 62, que es un detalle de la figura 61.

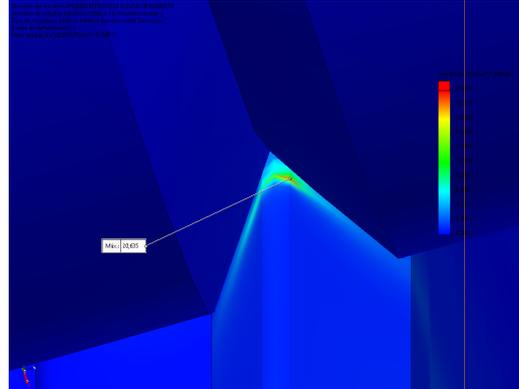


Figura 62. Vista ampliada de la unión libre entre carro y guía

Se puede observar también un gradiente de tensiones sobre el pliegue de la chapa que sustituye el efecto del carro pero en este caso se despreciarán ya que no es el objeto real que contiene el elevador.

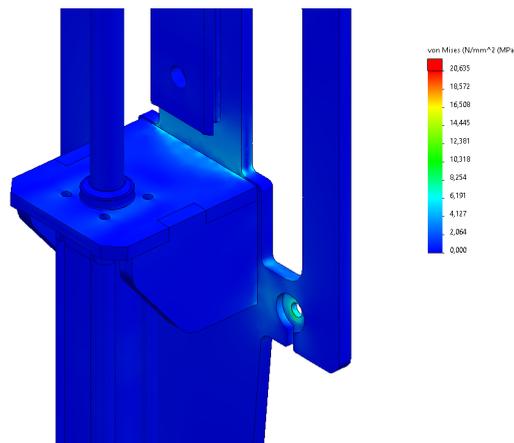


Figura 63. Tensión en la conexión del soporte del cilindro al soporte principal

También cabe destacar la tensión generada por la unión del soporte soldado del cilindro al soporte principal del elevador. En la figura se observan unas tensiones de entre 6 y 8 MPa, que como sucedía con las anteriores son perfectamente asumibles por la estructura sin sufrir cambios en ella debido a estas tensiones.

Además, se puede apreciar en la unión entre el cilindro y el conjunto paralelo una ligera transmisión de tensiones del orden de 4 a 6 MPa debido al peso del servomotor.

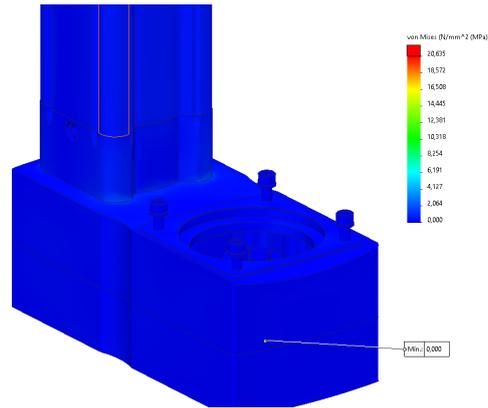


Figura 64. Tensión en la conexión cilindro con el conjunto paralelo

Finalmente se observa una tensión sobre los puntos de sujeción del soporte del elevador de entre 6 y 12 MPa, creciente según la posición de los taladros y siendo la más crítica la de los agujeros inferiores que son los más cercanos a la unión del soporte con el cilindro. Esta tensión la puede soportar los tornillos con facilidad.

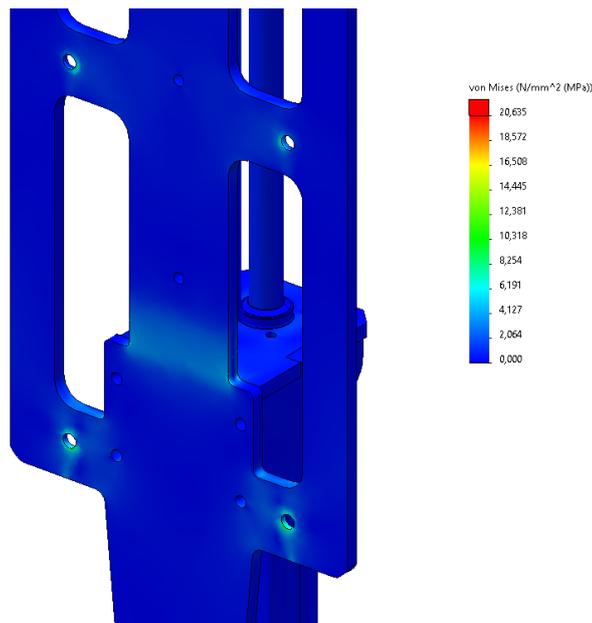


Figura 65. Tensión sobre los puntos de sujeción del soporte

A partir de estos resultados se puede obtener el factor de seguridad (FDS) dividiendo el límite de fluencia del material por la máxima tensión de von Mises encontrada.

$$FDS = \frac{\text{Límite elástico}}{\sigma_v} = \frac{210}{20,635} = 10,177 \quad (5)$$

Este valor alto de factor de seguridad refleja que el ensamblaje es seguro bajo las condiciones de carga aplicadas en el ensayo y se puede asegurar, debido al elevado valor obtenido que se dispone de una estructura sobredimensionada.

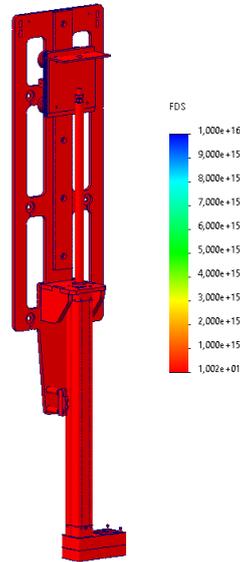


Figura 66. Factor de seguridad (FOS)

4.2.2.2. DESPLAZAMIENTOS

Los desplazamientos informan sobre cómo se mueve cada punto de la estructura bajo las cargas aplicadas y las condiciones de contorno establecidas. Estos representan el movimiento de los nodos de la malla del modelo respecto a su posición original y pueden ser en cualquier dirección del espacio (x, y, z) proporcionando información crucial sobre la deformación del modelo.

Tras realizar el análisis sobre el elevador se obtienen los siguientes desplazamientos en el programa:

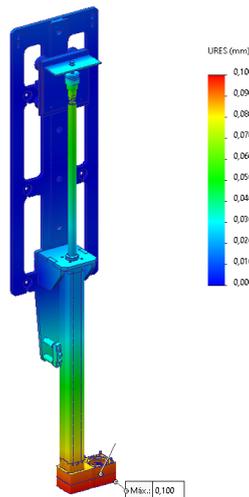


Figura 67. Desplazamientos

En la figura 67 se aprecia cómo se comporta el elevador en el momento más crítico estando en funcionamiento. Despreciando el desplazamiento que se pueda ocasionar en la chapa plegada que

sustituye a la carretilla, dado que esto no ocurrirá con el elemento real, se observa como existe un leve desplazamiento en la parte inferior del elevador y en el vástago. La máxima es del orden de 0,1 mm, un desvío muy asumible por el conjunto y sus materiales. Este desplazamiento aparece sobre el conjunto paralelo y es provocado principalmente por el peso del servomotor, además de por movimiento y fuerza que ejerce el vástago contra el cilindro para amortiguar la bajada.

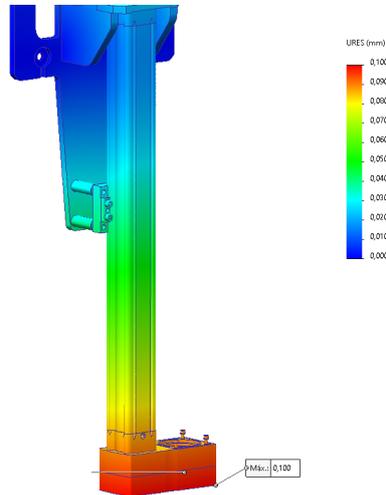


Figura 68. Vista ampliada de los desplazamientos

4.2.2.3. DEFORMACIONES UNITARIAS

El último resultado obtenido tras el ensayo son las deformaciones unitarias.

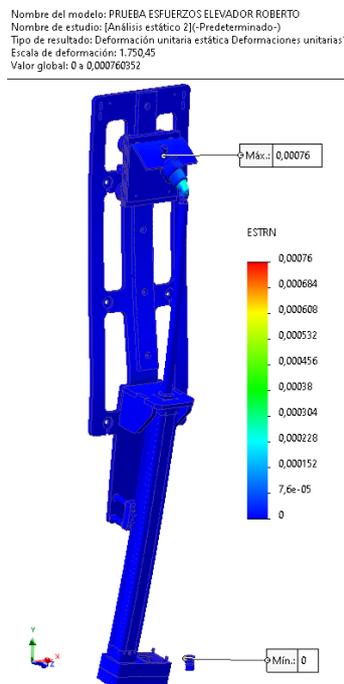


Figura 69. Deformaciones unitarias

Se aprecia que la máxima deformación resulta de 0,00076 y por tanto, prácticamente nula. Esta medida es adimensional dado que la deformación es una medida relativa del cambio de forma respecto a la forma original. En el dibujo, el programa exagera la deformación que se obtendría en la realidad y se puede comprobar fácilmente dado que no es proporcional tal movimiento con los resultados obtenidos, esto también se observa en el cuadro de diálogo mostrado por el programa que muestra que la escala de deformación es de 1750,45.

5. CONCLUSIONES

Como se ha expuesto a lo largo del proyecto, la primera versión del elevador de la RPS26 no cumplía con las especificaciones mecánicas de forma eficiente y correcta. El objetivo del presente proyecto es el rediseño y análisis de un elevador utilizando la plataforma de modelado y simulación SolidWorks. A lo largo del desarrollo del proyecto, se ha logrado cumplir con todos los parámetros de diseño establecidos inicialmente, demostrando la viabilidad y robustez del diseño propuesto.

El diseño del elevador se ha llevado a cabo en SolidWorks, seguido de un análisis de esfuerzos mediante el módulo de simulación del mismo software. Se han evaluado los componentes críticos del elevador bajo las cargas previstas para asegurar su integridad y funcionalidad.

Como se ha observado en el punto 7.2.2, los resultados del análisis de esfuerzos han sido satisfactorios. La estructura del elevador muestra una deformación mínima, con un desplazamiento máximo del orden de 0,1 mm en la parte superior, lo cual está dentro de los límites aceptables. El factor de seguridad obtenido es de 10,177, indicando que el diseño es significativamente robusto y excede los requisitos de seguridad establecidos.

Además, queda demostrado que el elevador cumple con las especificaciones técnicas que se pedían, realizando de manera ordenada, precisa y efectiva las acciones detalladas en el apartado 3.1.

Los resultados obtenidos confirman que el nuevo diseño del elevador es seguro y eficiente para su implementación en aplicaciones industriales, concretamente para el sector de la alimentación, al que se destina esta máquina, a causa de los materiales que lo componen. Tanto es así que el elevador diseñado se encuentra actualmente en periodo de fabricación pronto estará en funcionamiento junto a la nueva versión de la RPS26.

En resumen, el proyecto ha demostrado que el diseño del elevador no solo es viable, sino también altamente seguro y eficiente, cumpliendo con creces todos los parámetros de diseño y requisitos de seguridad, así como los objetivos de este trabajo.

PLANOS

ROBERTO TABERNER MONCHOLÍ

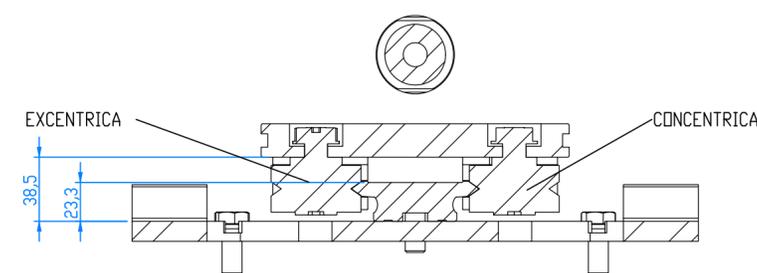
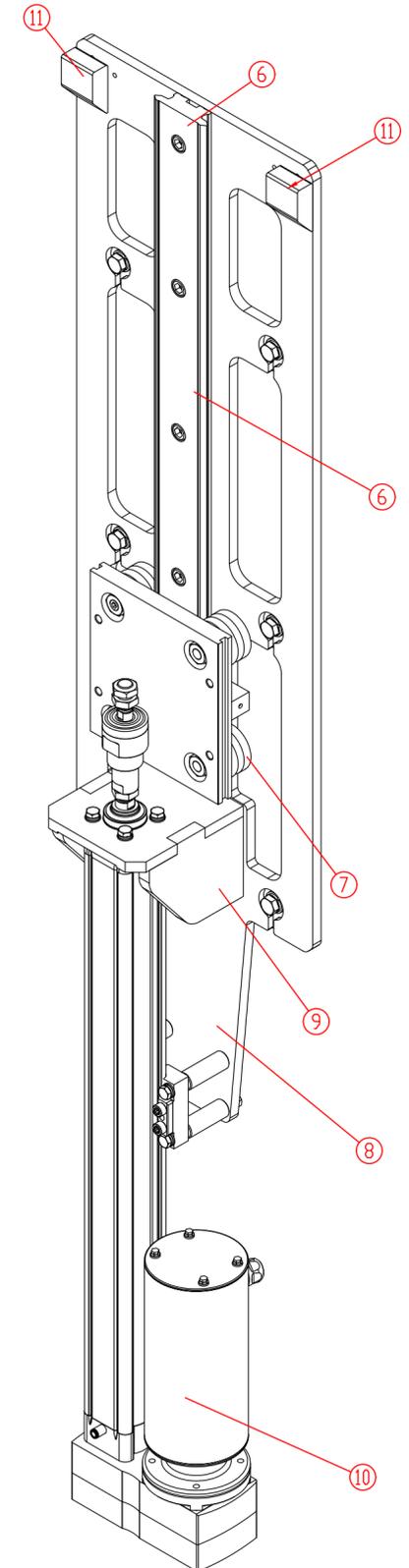
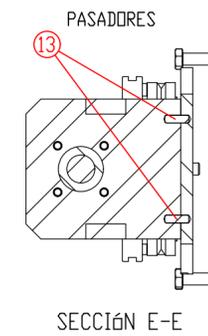
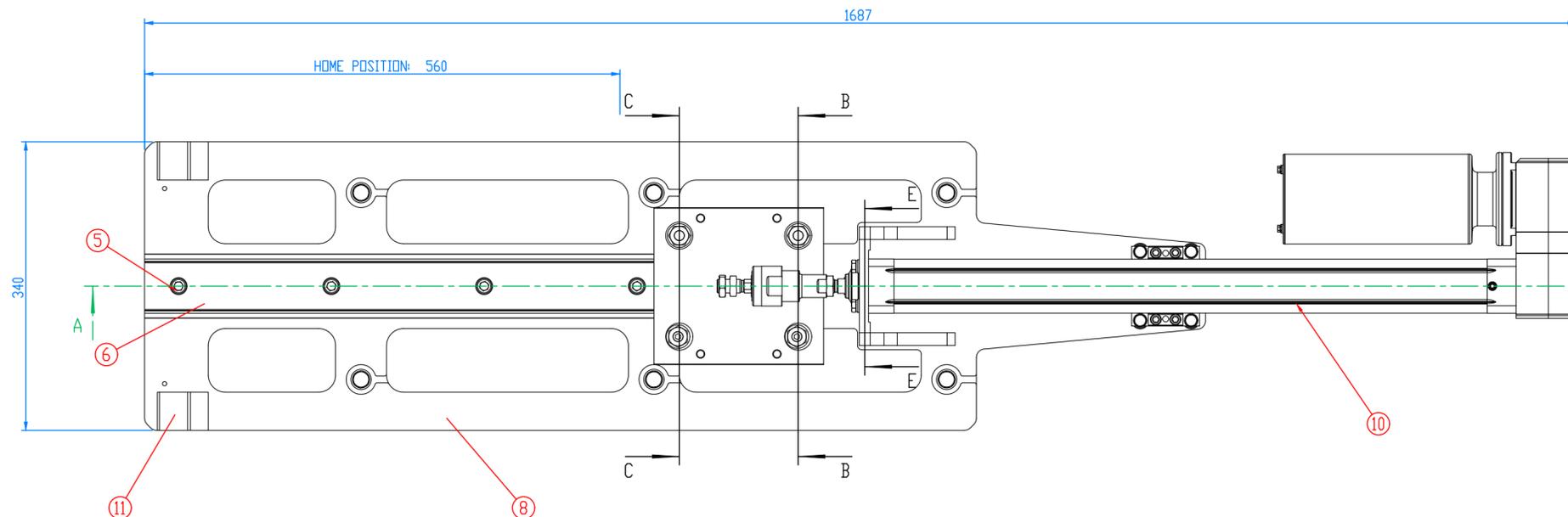
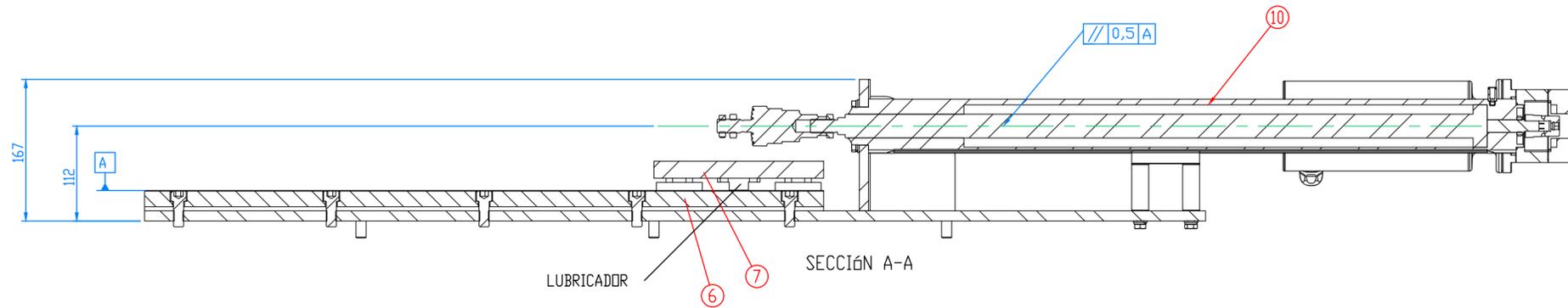
GRADO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

6. PLANOS

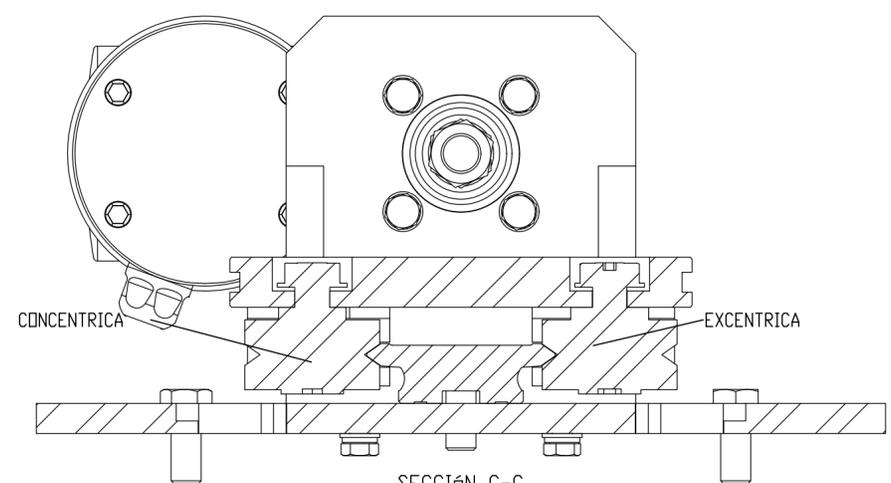
A continuación se adjuntan los planos de las piezas que componen la nueva versión del elevador.

Estos planos presentan algunas peculiaridades, debido a la forma de trabajar en DCM, que cabe destacar previamente:

- Muchas de las chapas de acero son enviadas a una empresa externa para ser cortadas mediante corte láser. A esta empresa se le proporciona el plano de la pieza en formato DWG. Por esta razón, a los planos de dichas piezas no se les exige que presenten la totalidad de sus cotas, simplemente deben presentar las cotas exteriores de la pieza para conocer las dimensiones de la chapa a fabricar.
- De las piezas que son cortadas a láser, algunas pueden necesitar un posterior mecanizado, por tanto en algunos planos se aprovecha para incluir el plano de mecanizado junto al de corte láser. Por esta razón en algunos planos existen vistas repetidas, aunque con indicaciones de cota distintas.
- Los planos reales de todas las piezas del elevador han sido realizados a través de la herramienta de SolidWorks con el formato de DCM y empleando los cajetines propios de la empresa. Por este motivo algunas de las propiedades de los dibujos, como por ejemplo el rayado, no coinciden con las aplicadas en la asignatura de Ingeniería gráfica (GITI UPV).



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 3



SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 2

| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|--------|--|-------|
| | 1 | Tuerca normal Din 439 hexagonal A2 altura 8 M16 | 1 |
| | 2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2.6 M12 | 6 |
| | 3 | ARANDELA PLANA A2 DIN125 E2.5 M12 | 6 |
| | 4 | TORNILLO DIN933 HEXAGONAL A2 M12X30 | 6 |
| | 5 | Tornillo Din912 Allen A2 M12x30 | 5 |
| | 6 | GUIA ESPACIADORA HEPCC SL2 GUIA ESPACIADOR 76 DE 800 MM C40 D40 REF SSSL76L800 | 1 |
| | 7 | CARRO HEPCC SL2 LARGE CARRIAGE PLATE ASSY REF. AUSSL76200LBN5 | 1 |

| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|--------|---------------|-------|
| | 8 | LT230205P121A | 1 |
| | 9 | LT230205P113A | 1 |
| | 10 | RZ230205E151A | 1 |
| | 11 | LQ230205P111A | 2 |
| | 12 | AE210255P007A | 1 |
| | 13 | BLA4DIN7M8X24 | 2 |

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALÈNCIA

Roberto Taberner Moncholí
Autor proyecto

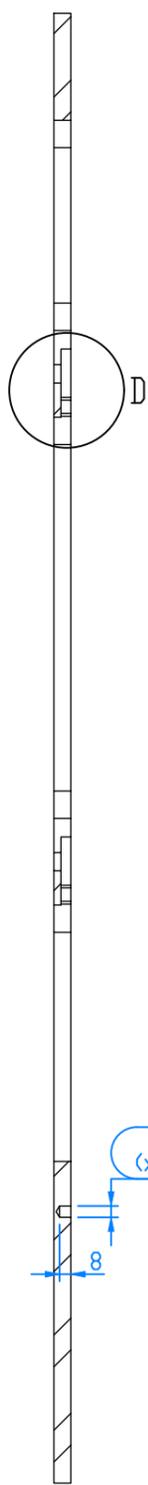
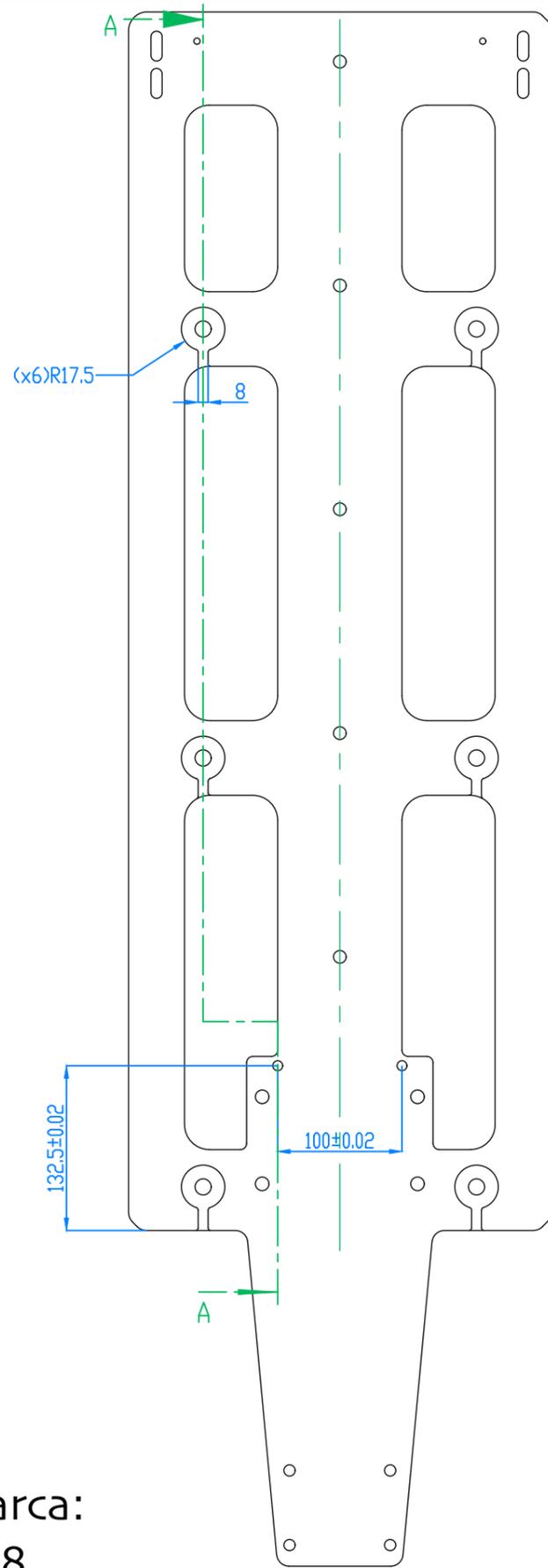
Proyecto: **DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR**

Fecha: **Junio 2024**

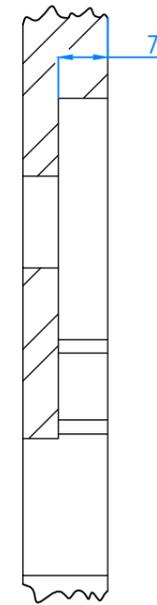
Plano: **LIFTER ASY CONJUNTO ELEVADOR**

Escala: **1/5**

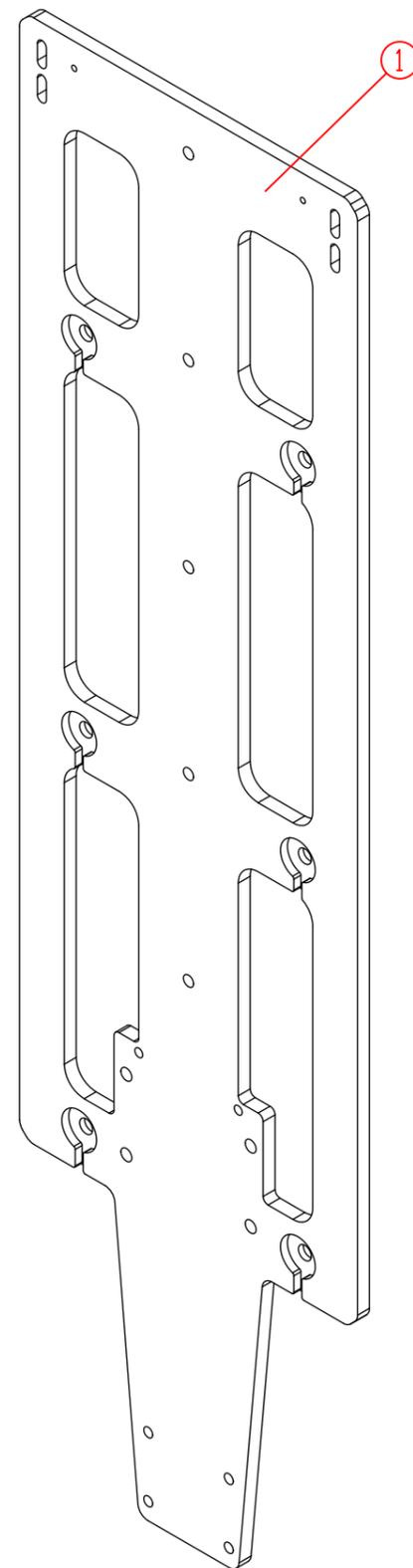
Nº Plano: **1**



SECCIÓN A-A



DETALLE D
ESCALA 1 : 1

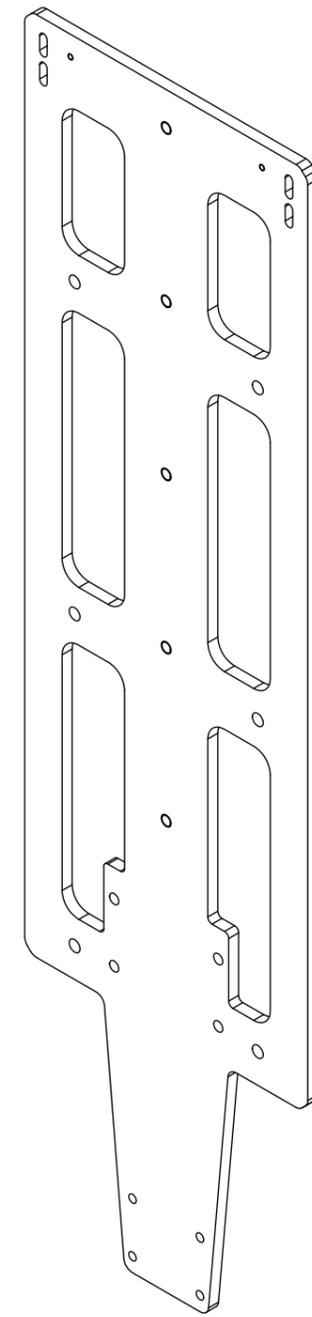
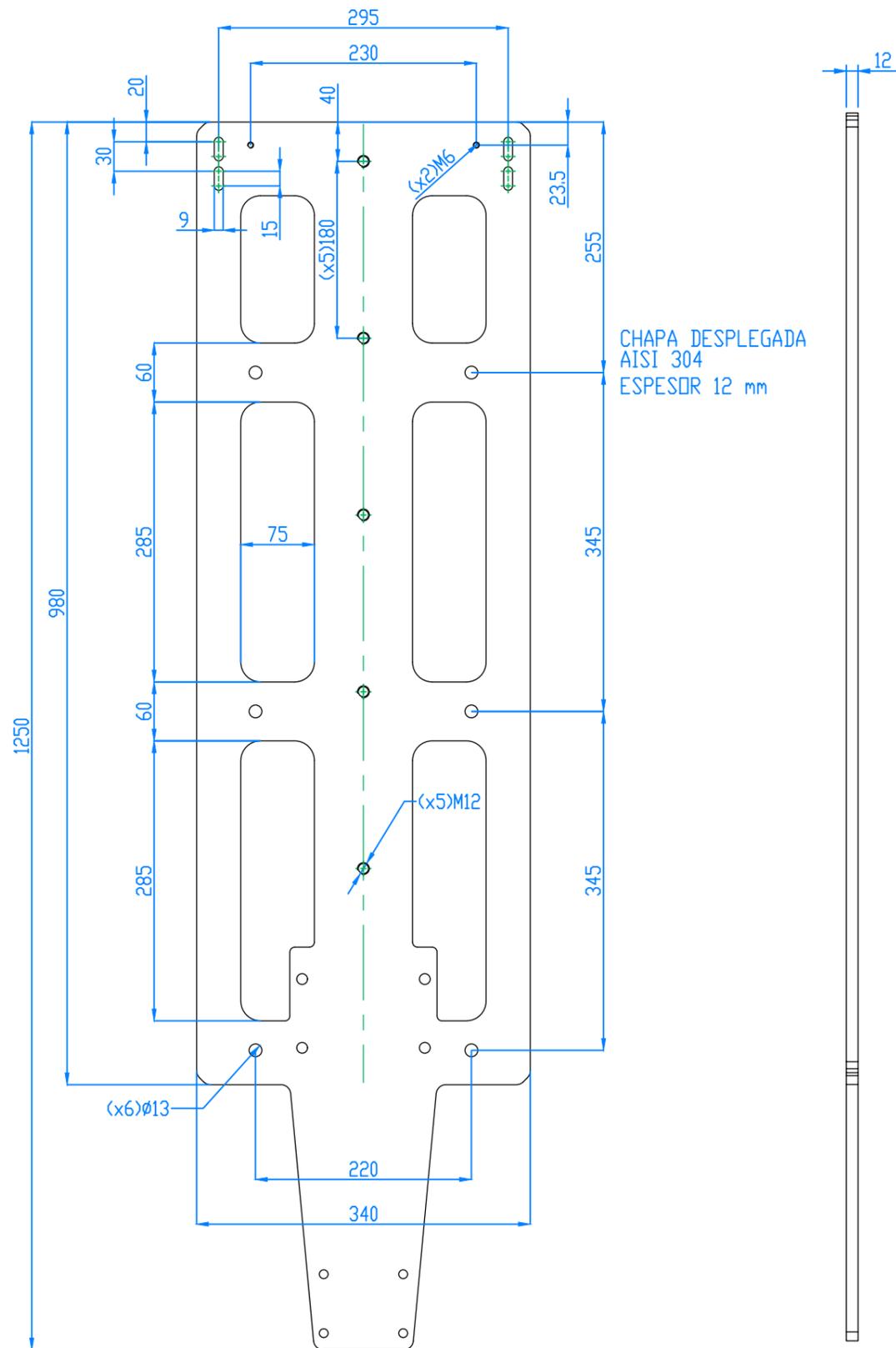


OTHERWISE SPECIFIED:
-DIMENSIONS FROM STEP FILE
-MACHINING TOLERANCE: ISO 2768-m

SALVO ESPECIFICACIÓN:
-DIMENSIONES DEL FICHERO STEP
-TOLERANCIA DE MECANIZADO: ISO 2768-m

Marca:
8

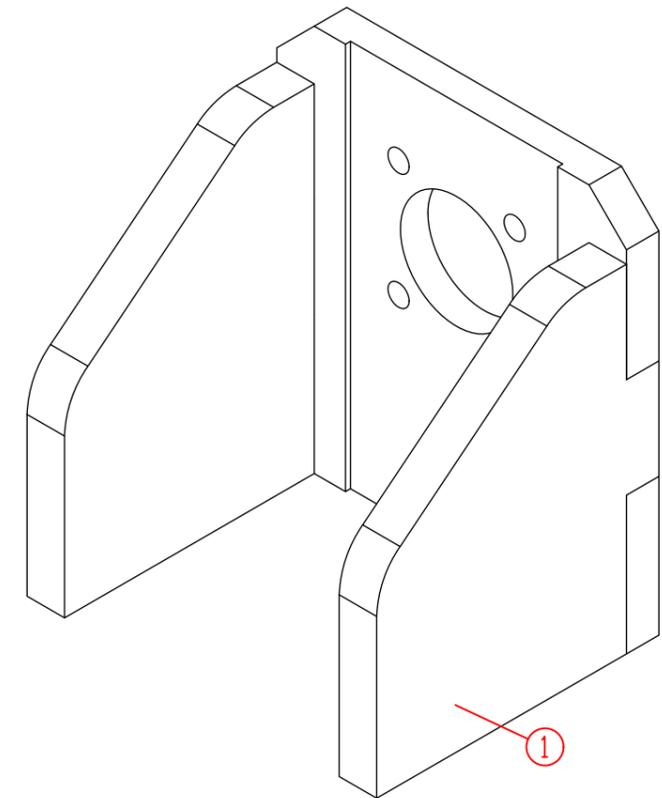
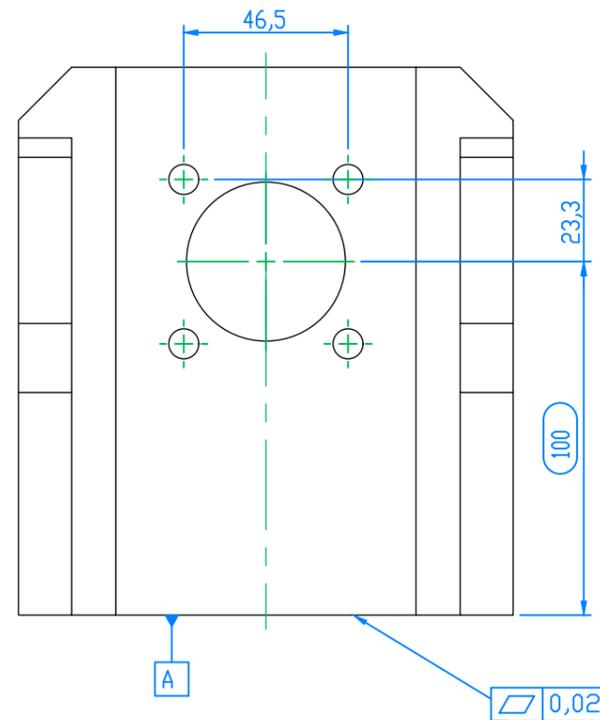
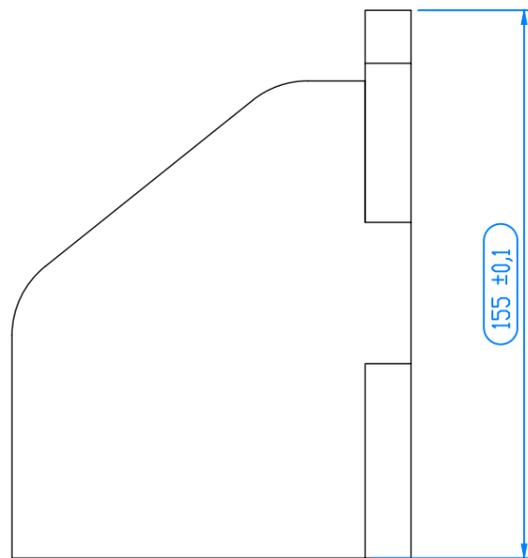
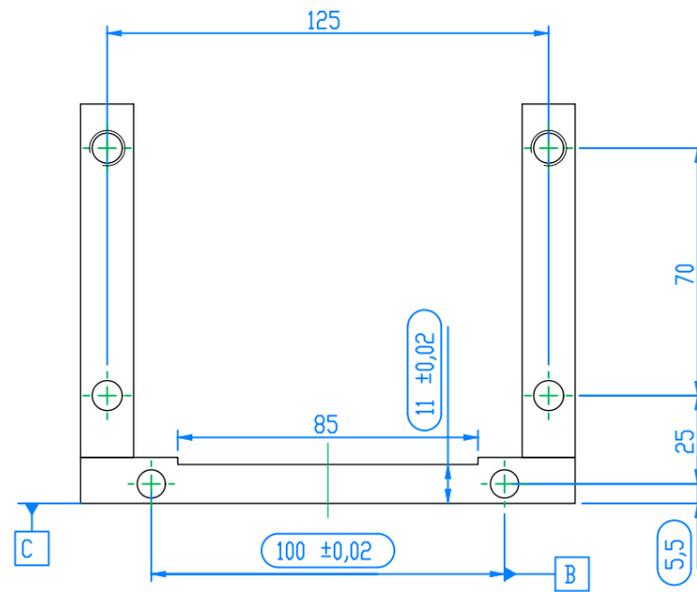
| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|--------------|-------|
| 1 | PA230205P104A | LIFTER PLATE | 1 |



OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS FROM DWG.

SALVO ESPECIFICACIÓN: DIMENSIONES DEL ARCHIVO DWG.

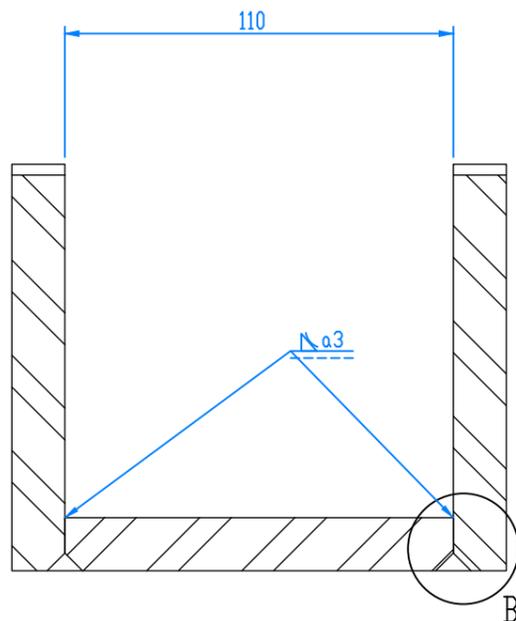
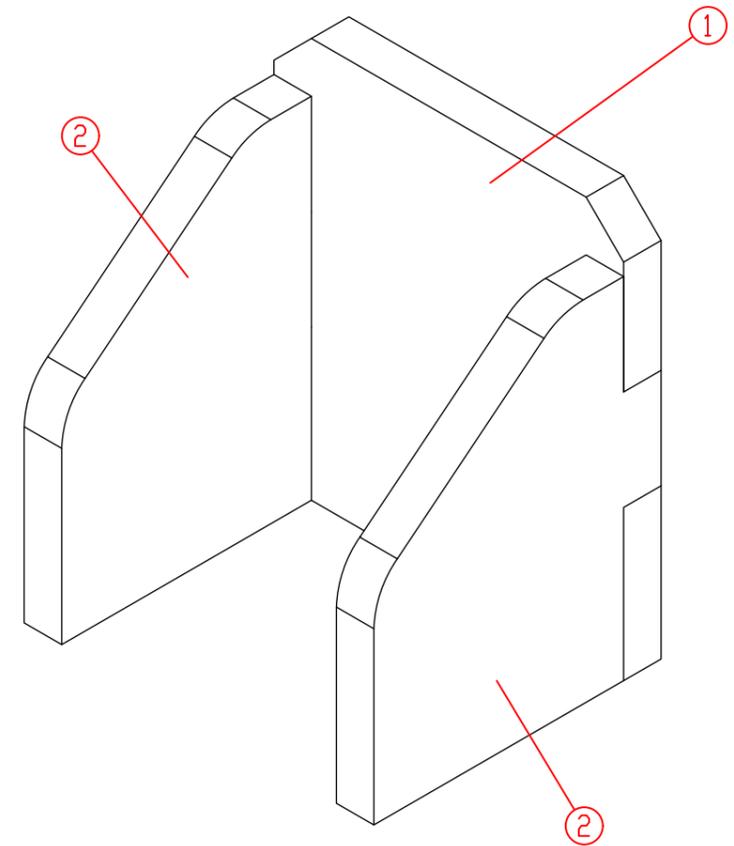
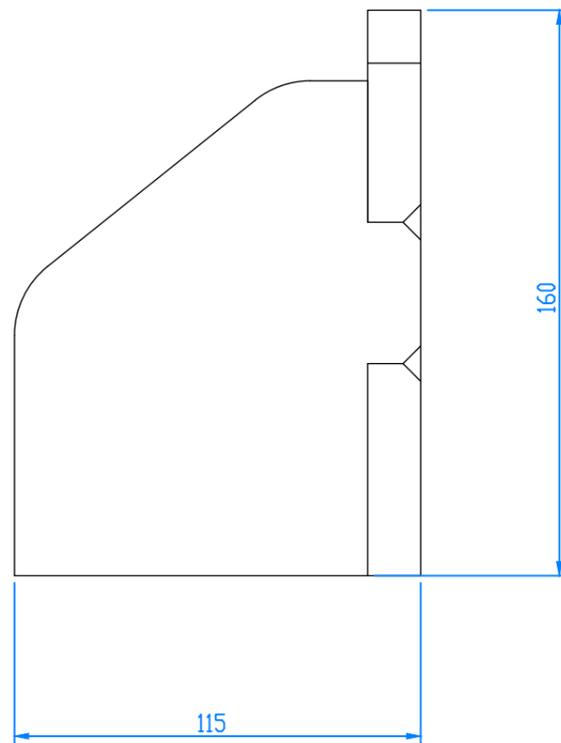
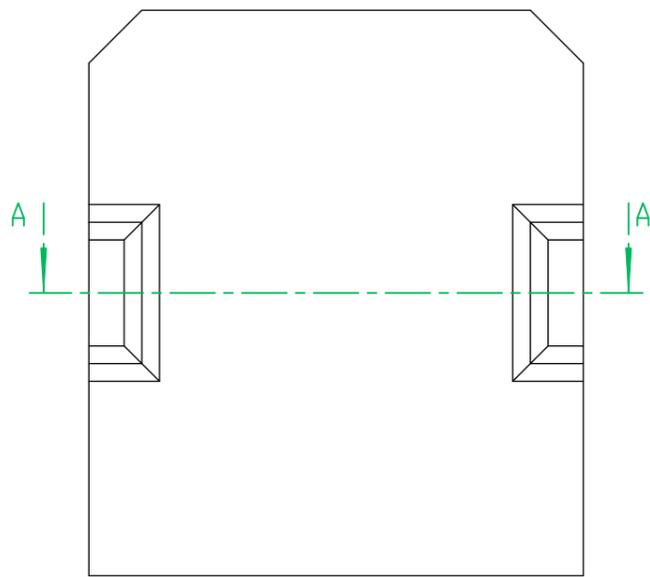
Marca:
8



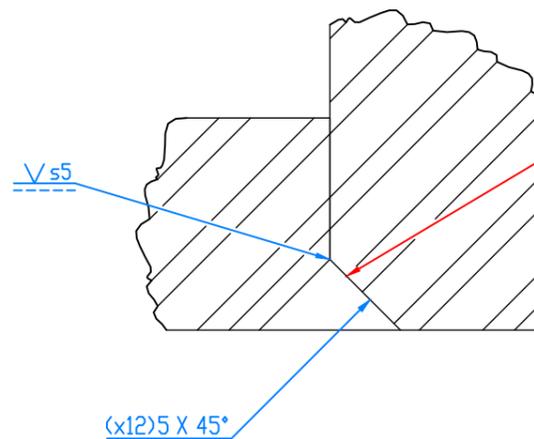
Marca:

9

| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|---|---------------|-------------------|-------------|
| 1 | RN230205E123A | WELDED EC SUPPORT | 1 |
| Plano: MECANIZADO PLATO SUJECIÓN CILINDRO SOLDADO | | Fecha: Junio 2024 | Nº Plano: 4 |
| Autor: Roberto Taberner Moncholí | | Escala: 1:2 | |



DETALLE B
ESCALA 2 : 1



Machining 5x45° Chanfer with manual grinding to ensure welding feeding.

Mecanizar chaflan de 5x45° con amoladora manual para asegurar aporte de soldadura.

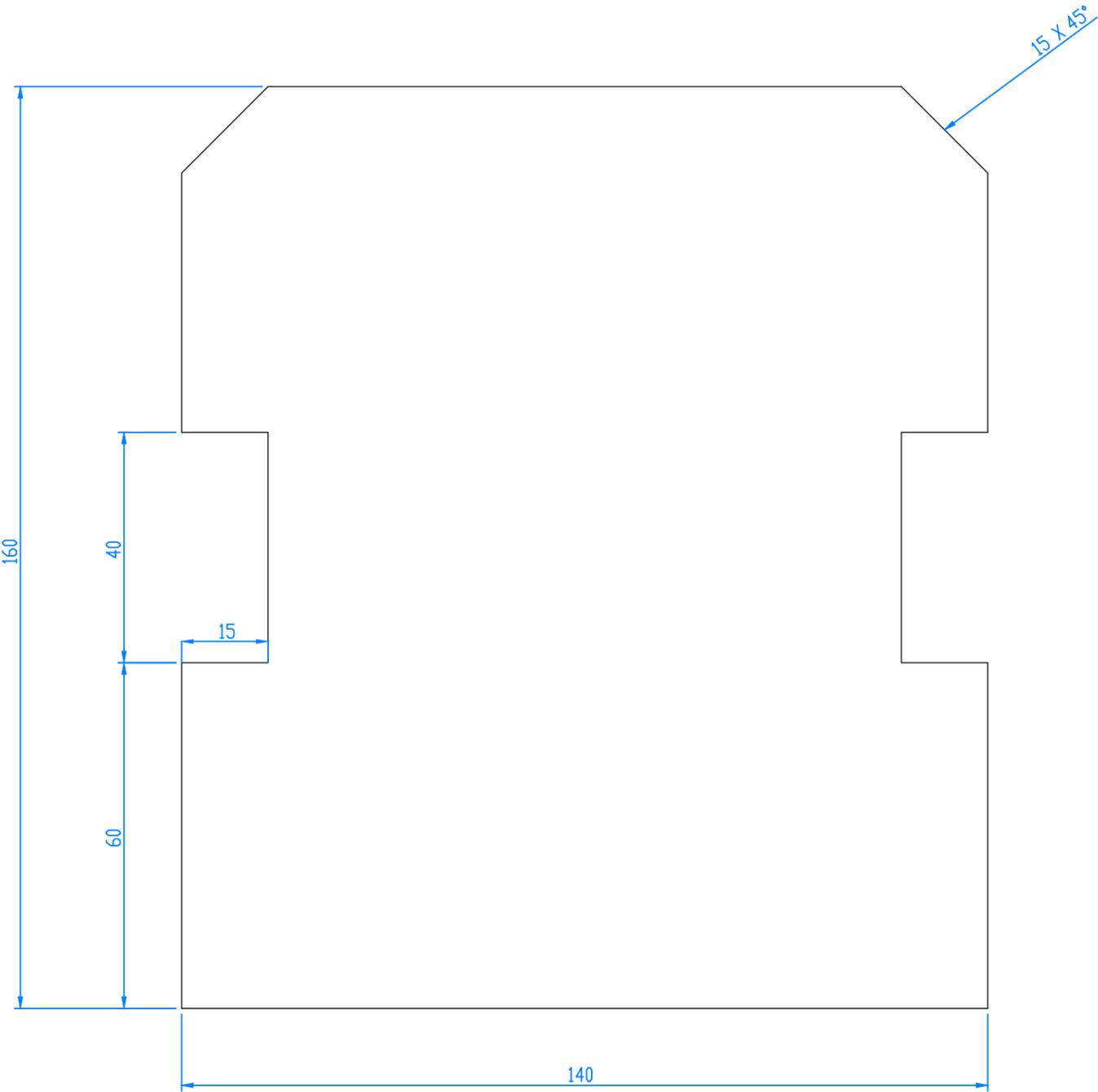
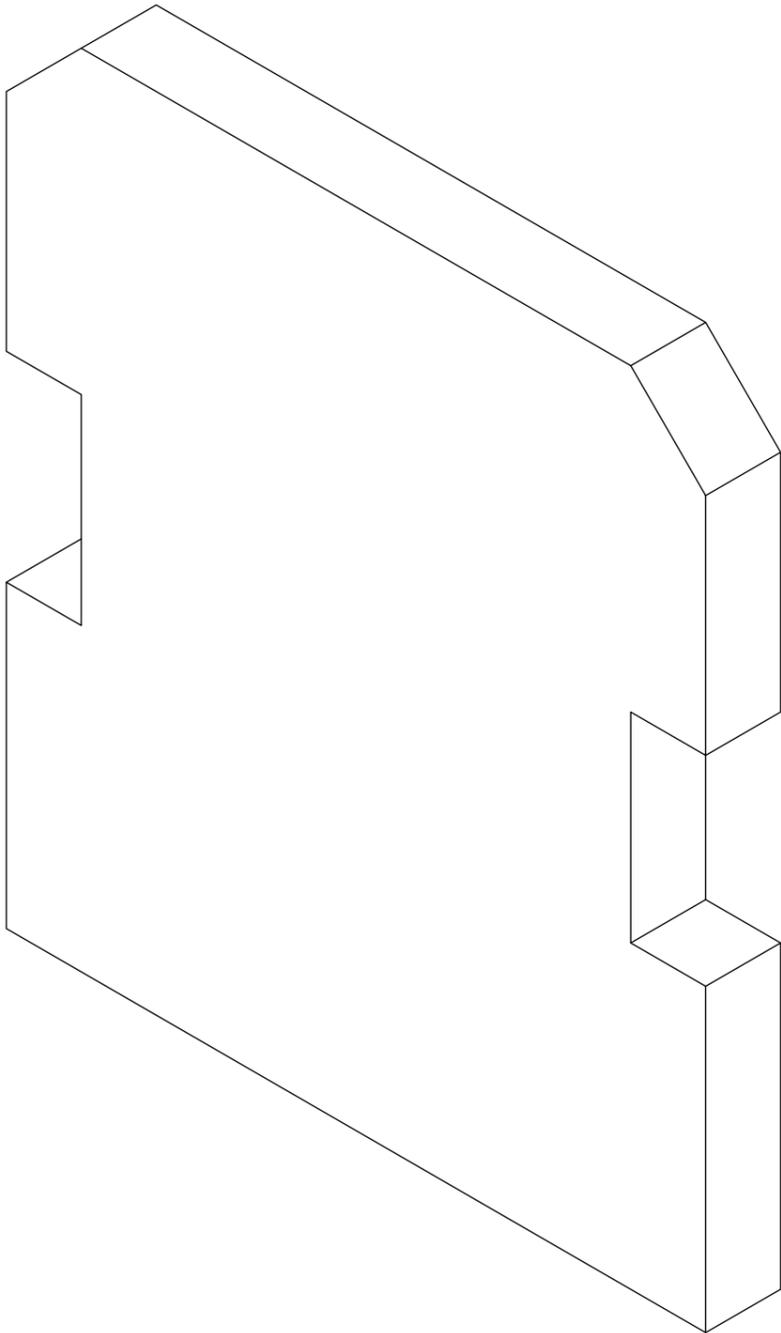
ALL ELEMENTS ARE WELDED WITH CONTINUOUS WELDING ON BOTH SIDES:
-NO IMPERFECTIONS OR PORES ALLOWED
-POLISHING AFTER WELDING

TODOS LOS ELEMENTOS SERÁN SOLDADOS CON APORTE CONTINUO EN AMBOS LADOS:
-NO SE PERMITIRÁN NI POROS NI IMPERFECCIONES
-PULIR DESPUÉS DE SOLDAR

Marca: SECCIÓN A-A
9

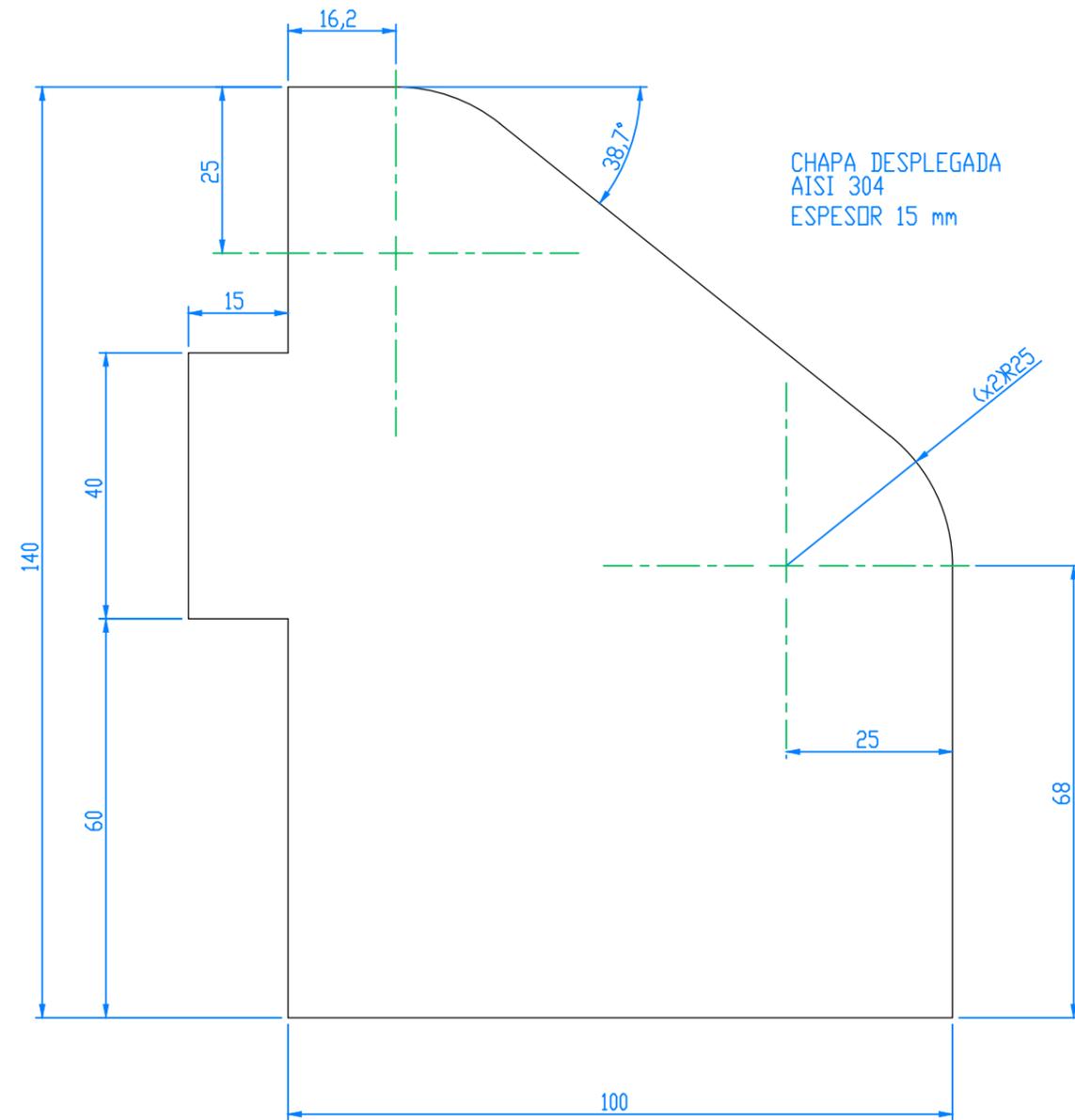
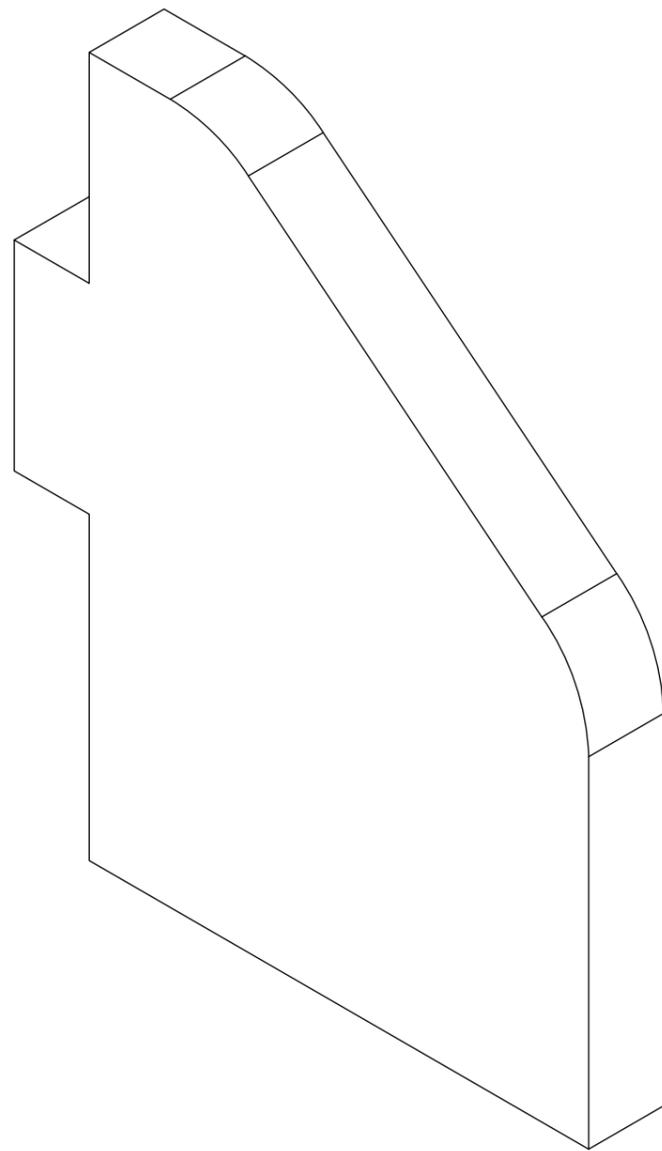
| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|------------------|-------|
| 1 | PA230205P105A | EC PLATE | 1 |
| 2 | PE230205P102A | EC REINFORCEMENT | 2 |

CHAPA DESPLEGADA
AISI 304
ESPESOR 15 mm



Marca:

1



Marca:

2

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL
PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR

Plano: REFUERZO VERTICAL SOPORTE

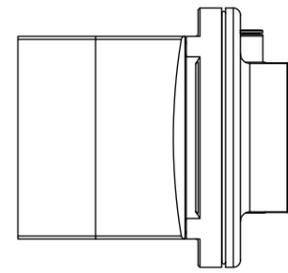
Autor:
Roberto Taberner Moncholí

Fecha:
Junio 2024

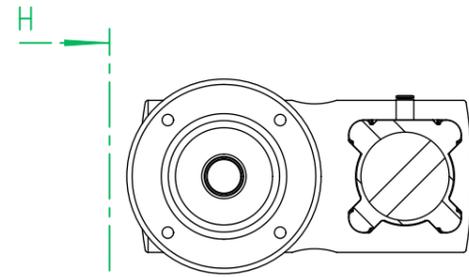
Escala:
1:1

Nº Plano:

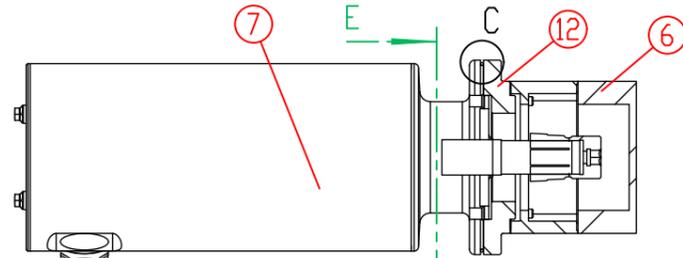
7



SECCIÓN H-H
ESCALA 1 : 3

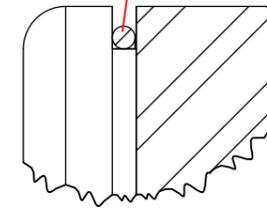


SECCIÓN E-E

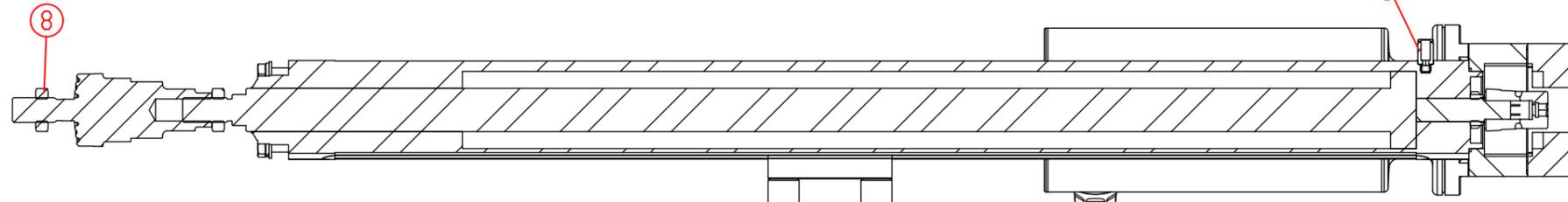


SECCIÓN B-B

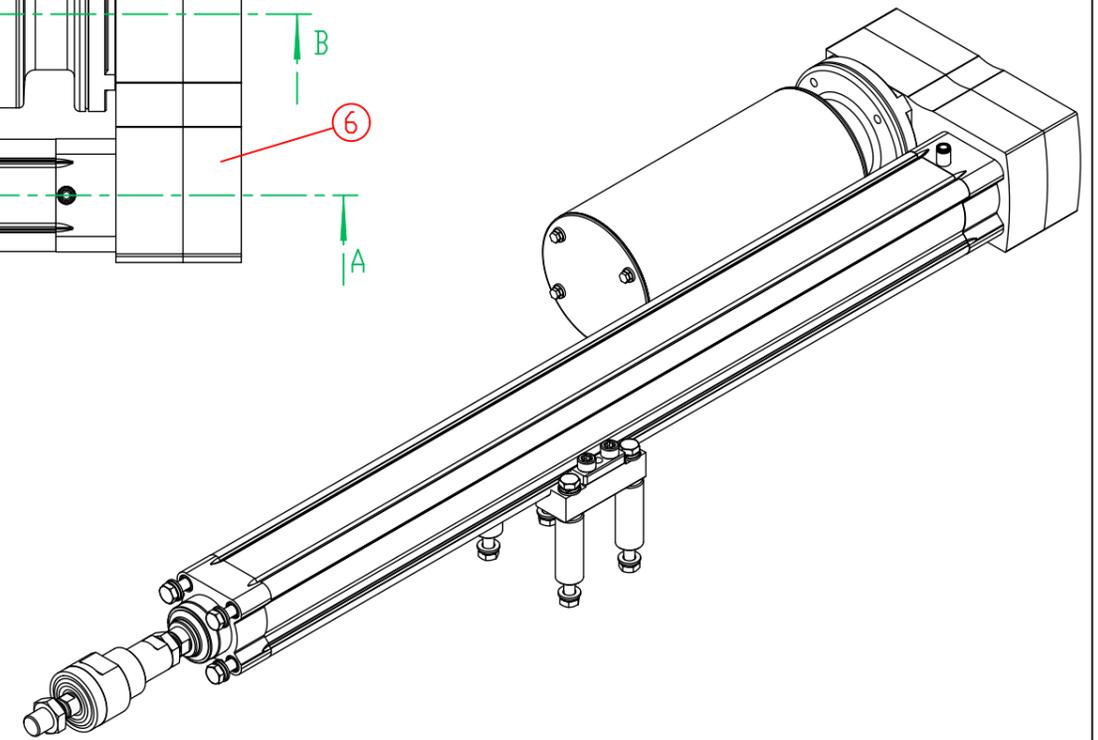
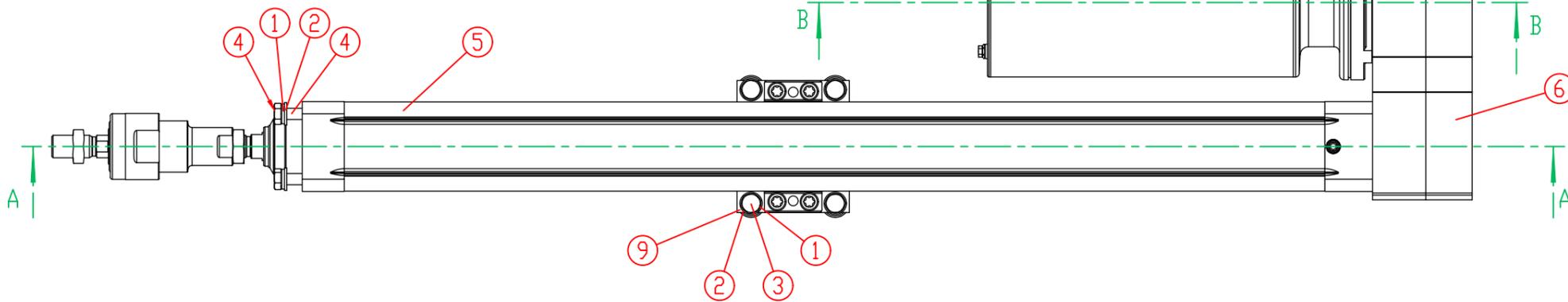
Assembly the seal supplied
by Siemens with the servomotor
Montar junta suministrada
por Siemens junto al servomotor



DETALLE C
ESCALA 2 : 1

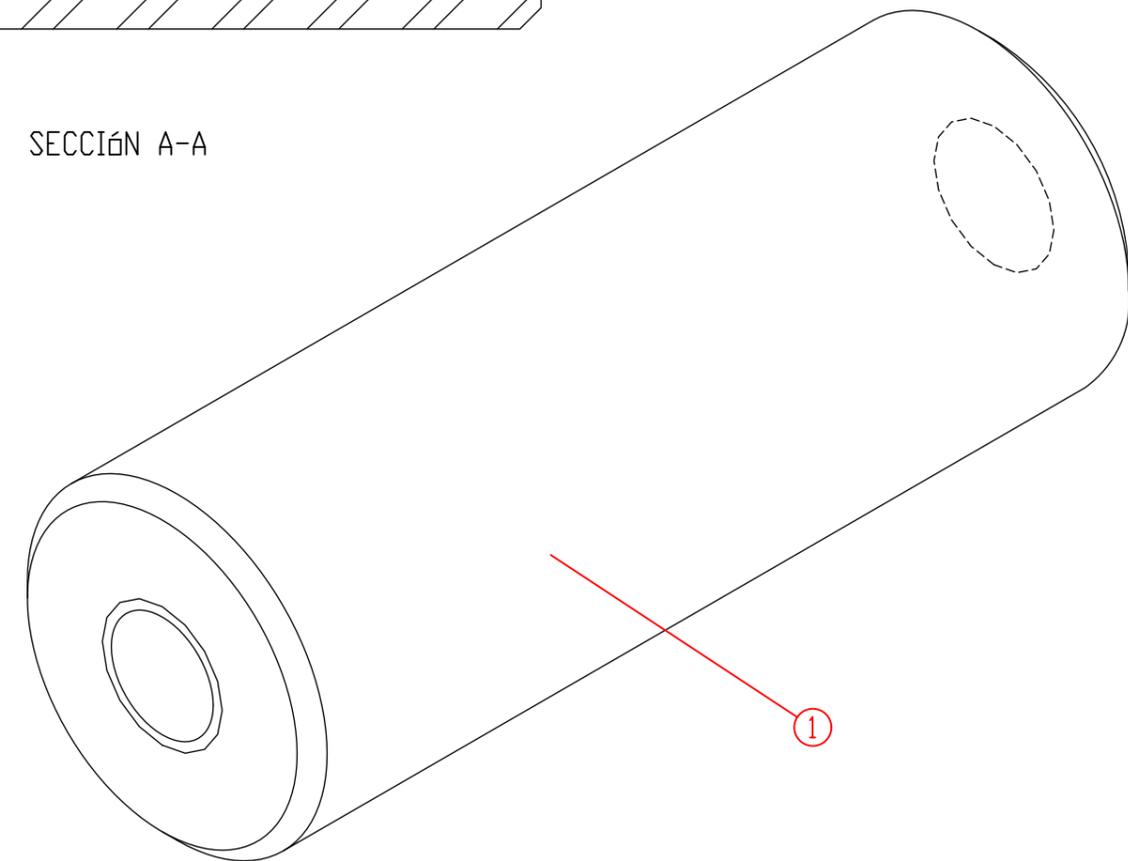
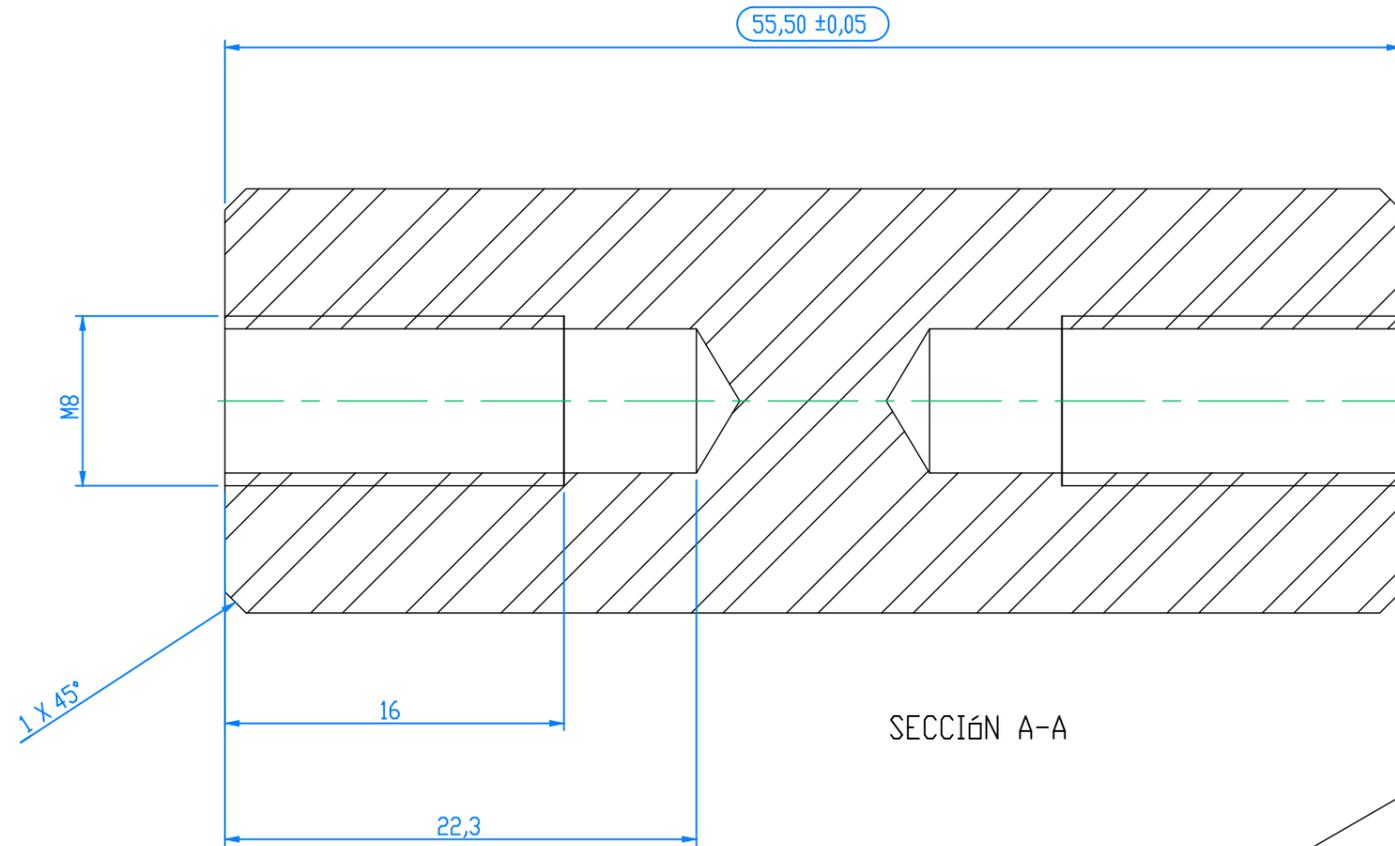
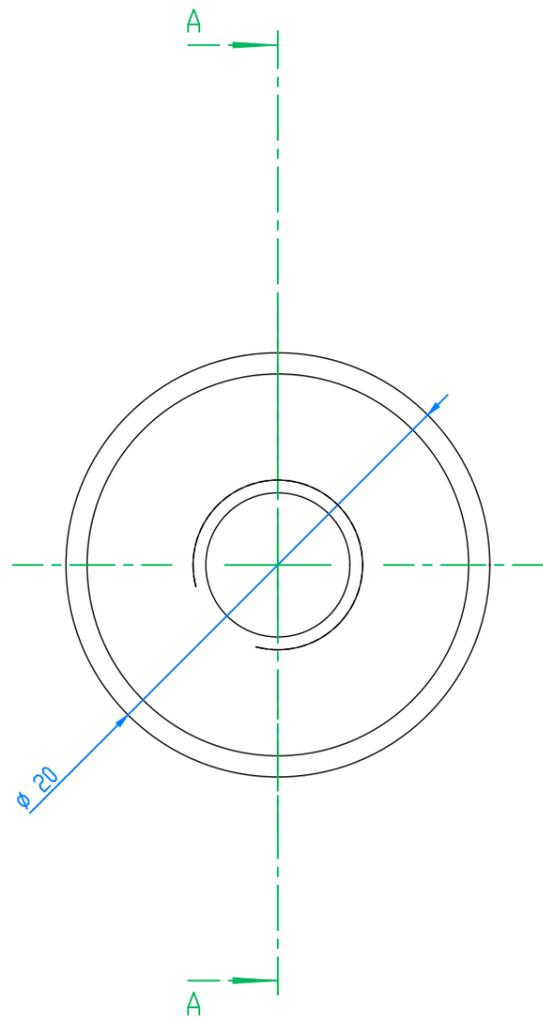


SECCIÓN A-A



| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|--|-------|
| 1 | BCGR1272008A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2 M8 | 12 |
| 2 | BCPL1252008A2 | Arandela plana A2 Din 125 e2 M8 | 12 |
| 3 | BE093308040A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x40 | 4 |
| 4 | BE093308030A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x30 | 8 |
| 5 | DBESBFBS50600 | CILINDRO ACCIONAMIENTO ELECTRICO FESTO ESBF-BS-50-600-5P-S1-R3-F1 CARRERA 600MM REF.8022601 | 1 |
| 6 | DBEAMMU86D508 | CONJUNTO PARALELO FESTO PARA ACTUADORES ELECTRICOS EAMM-U-86-D50-80P-102-S1 REF. 2803073 | 1 |
| 7 | CC1FS21046AF1 | SERVOMOTOR SINCRONO S-IFS2 3.1 Nm Pn=0.8kW 380-480v FRENO ENC ABSOLUTO REF.1FS2104-6AF17-1MZO QOV | 1 |
| 8 | DNOCRFKM16X15 | ROTULA FESTO CRFK-M16 X 1.5 REF. 2490673 | 1 |
| 9 | DBEAHFV25063P | NEU FES FIJACION CILINDRO EAHF-V2-50-63-P REF 1547781 | 1 |
| 10 | DBNPQR8085660 | RACOR FESTO NPQR-DK-M7-Q6 REF 8085660 | 1 |
| 11 | LR230205P115A | EAHF BUSH | 4 |
| 12 | LA230205P121A | ELECTRICAL CYLINDER SERVO FLANGE | 1 |
| 13 | AE230205P852A | junta servomotor suministrada | 1 |

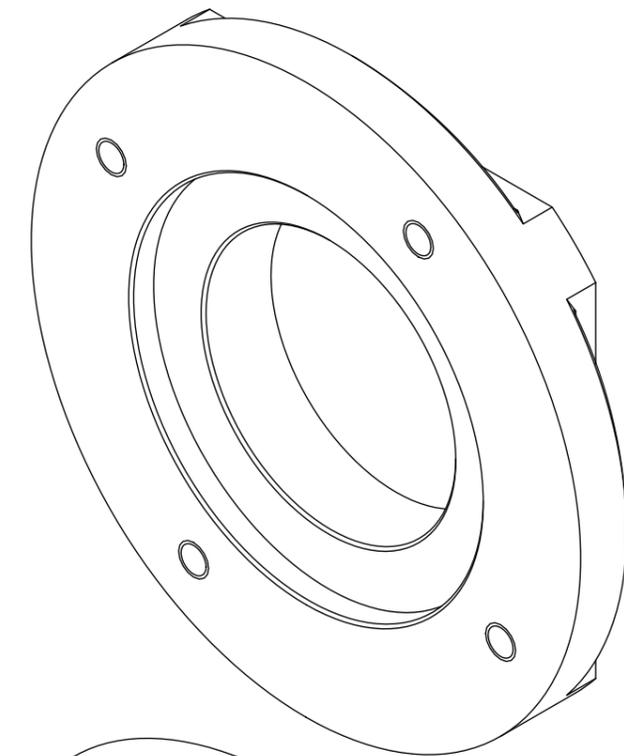
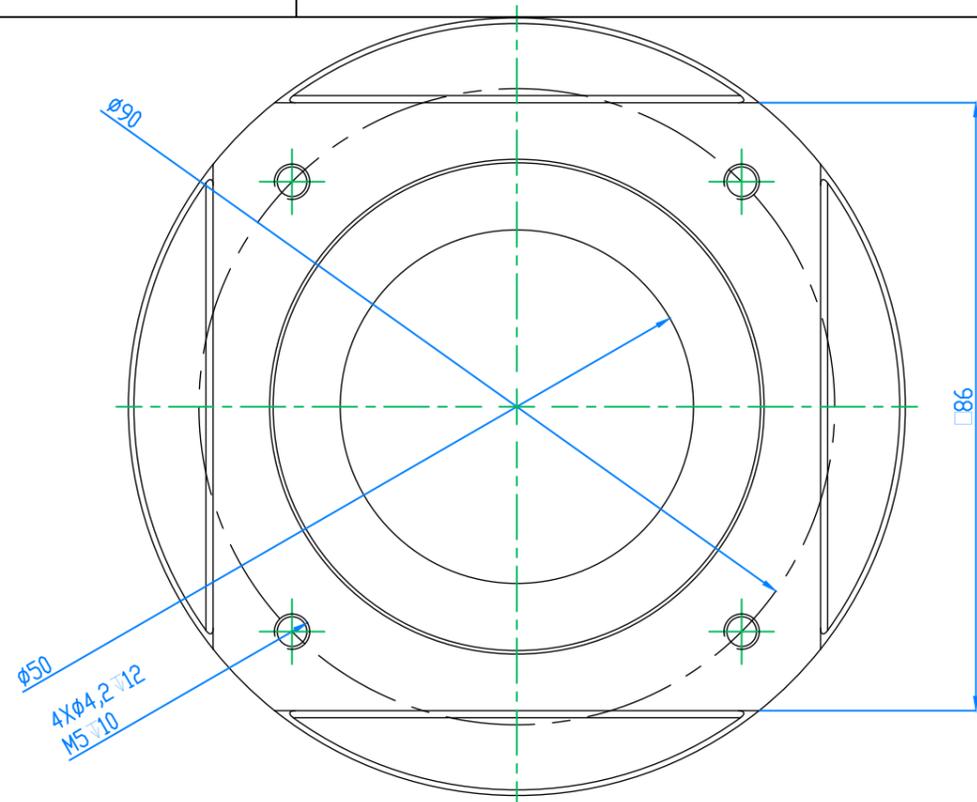
Marca:
10



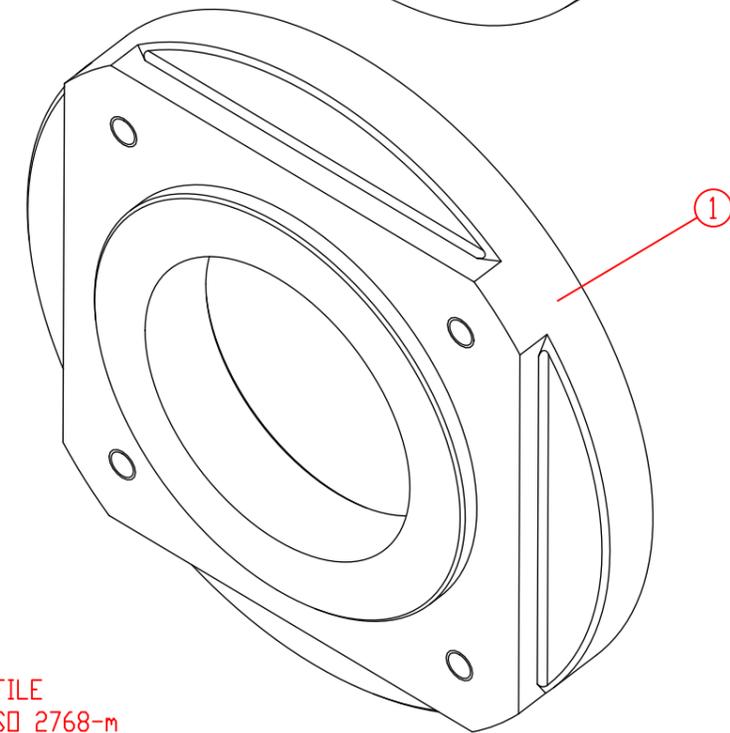
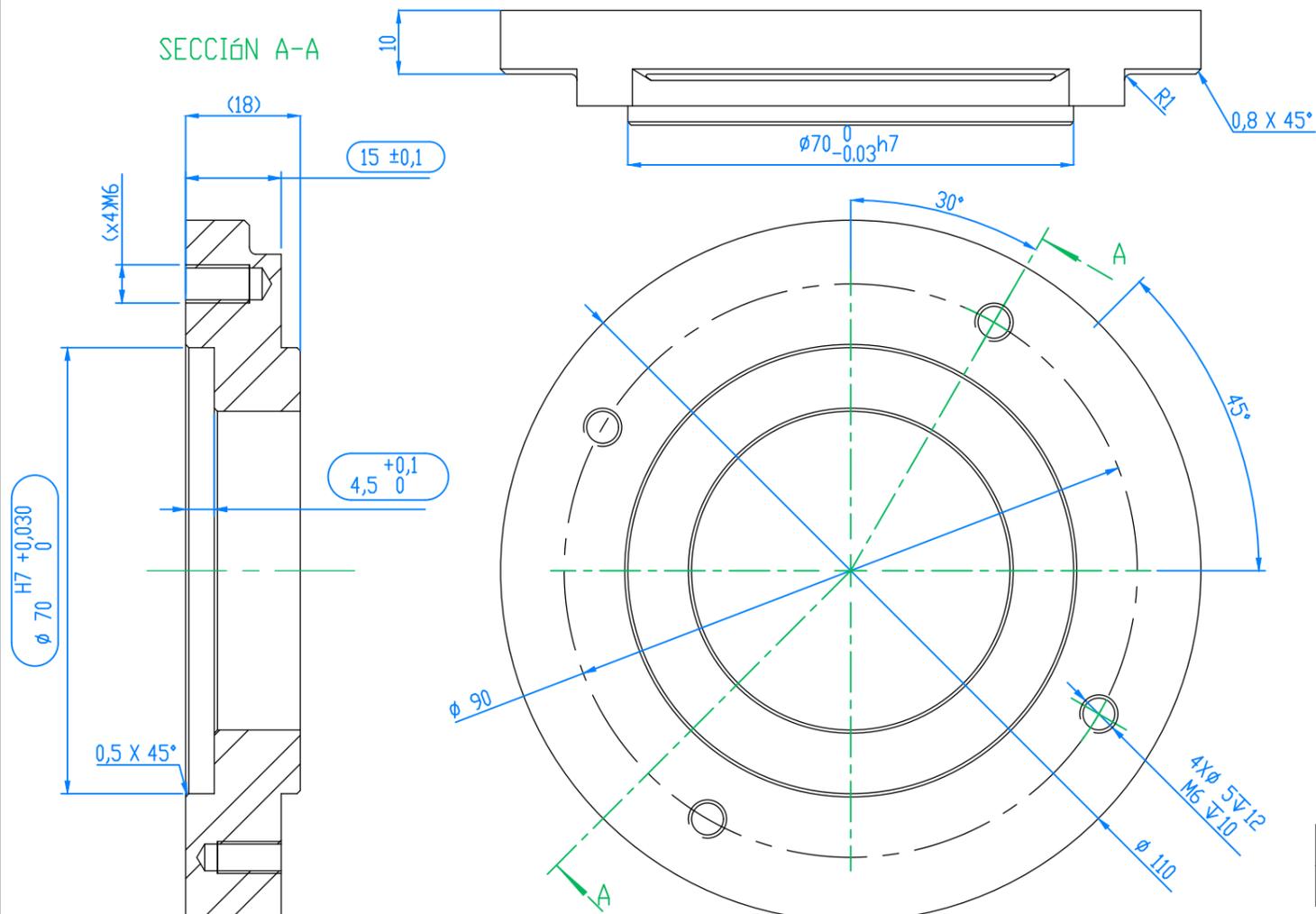
Marca:
11

| | | | | | | |
|-------|---------------|------------------------------|----------|-------|-----------|-----------|
| 1 | KFB00H9304020 | REDONDO INDX H9 AISI 304 D20 | 55.5 | 1 | 0° | 0° |
| Marca | Código | Descripción | Longitud | Cant. | $\beta 1$ | $\beta 2$ |

| | | | | |
|--|--|--|--------------------------|-----------------------|
| TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA | Proyecto: DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR | Plano: CASQUILLOS FIJACIÓN CILINDRO | Fecha: Junio 2024 | Nº Plano: 9 |
| | | Autor: Roberto Taberner Moncholí | Escala: 3:1 | |



SECCIÓN A-A



OTHERWISE SPECIFIED:
 -DIMENSIONS FROM STEP FILE
 -MACHINING TOLERANCE: ISO 2768-m

SALVO ESPECIFICACIÓN:
 -DIMENSIONES DEL FICHERO STEP
 -TOLERANCIA DE MECANIZADO: ISO 2768-m

Marca:
12

| | | | | | | |
|-------|---------------|-------------------------------|----------|-------|-----------|-----------|
| 1 | KFB00H9304130 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D130 | 18 | 1 | 0° | 0° |
| Marca | Código | Descripción | Longitud | Cant. | $\beta 1$ | $\beta 2$ |

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL
PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR**

Plano: **BRIDA SERVOMOTOR**

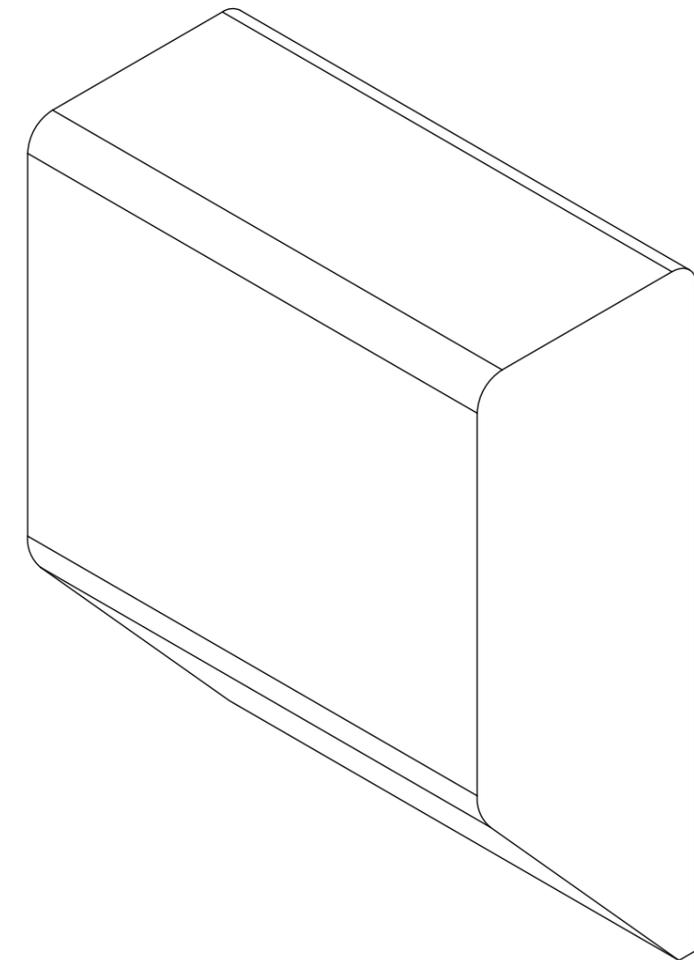
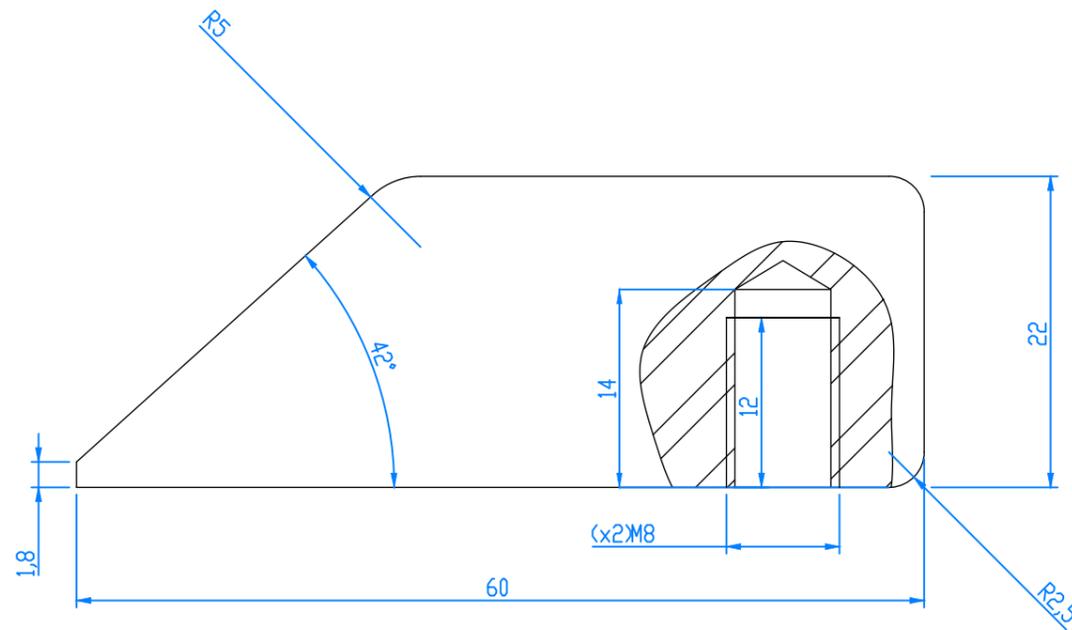
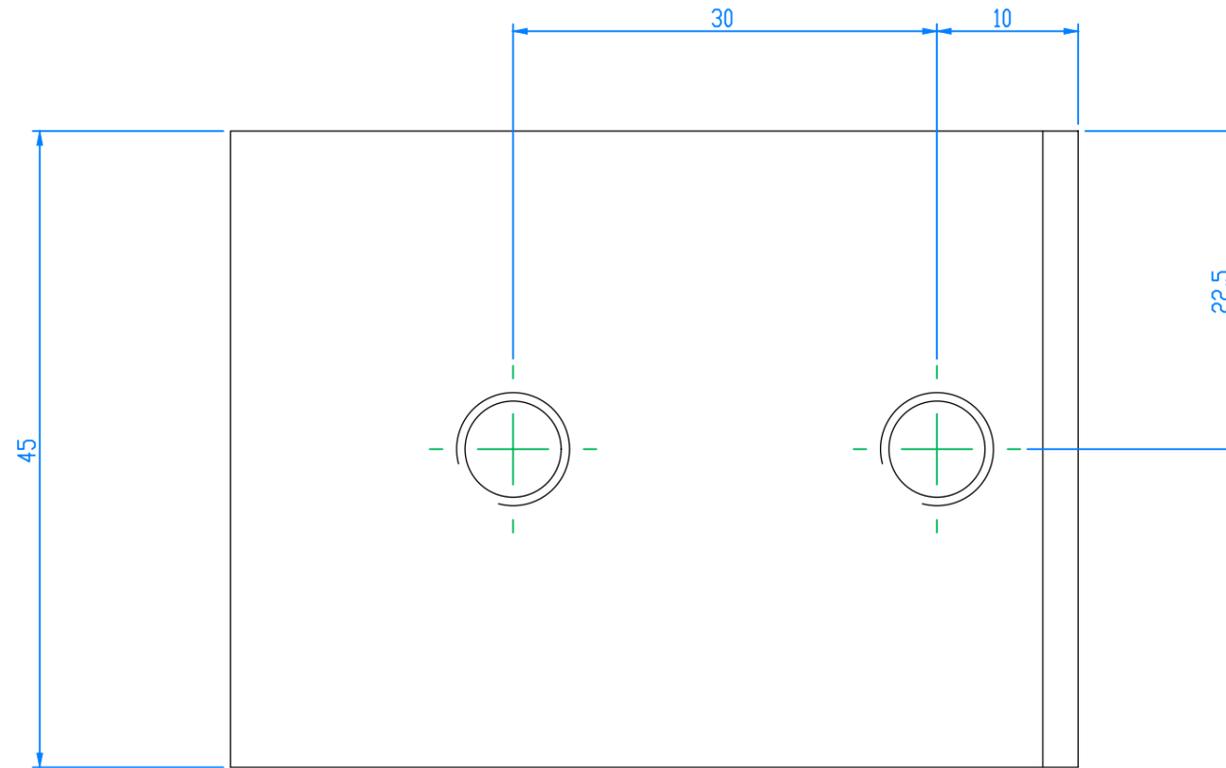
Fecha:
Junio 2024

Nº Plano:

Autor:
Roberto Taberner Moncholí

Escala:
1:1

10

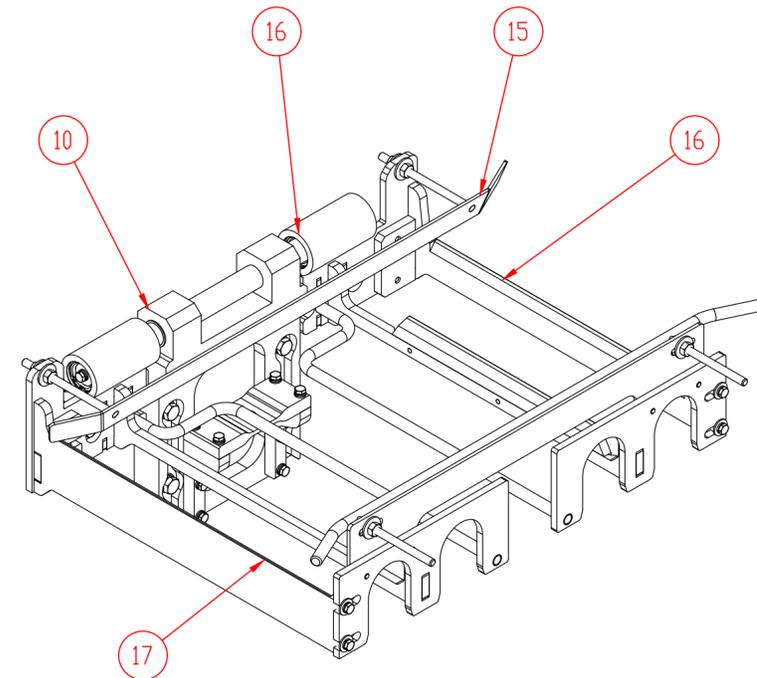
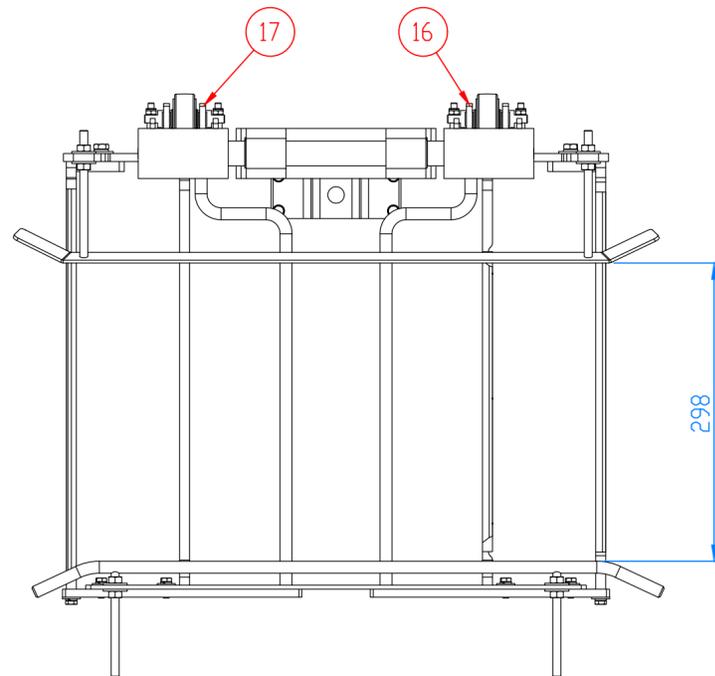
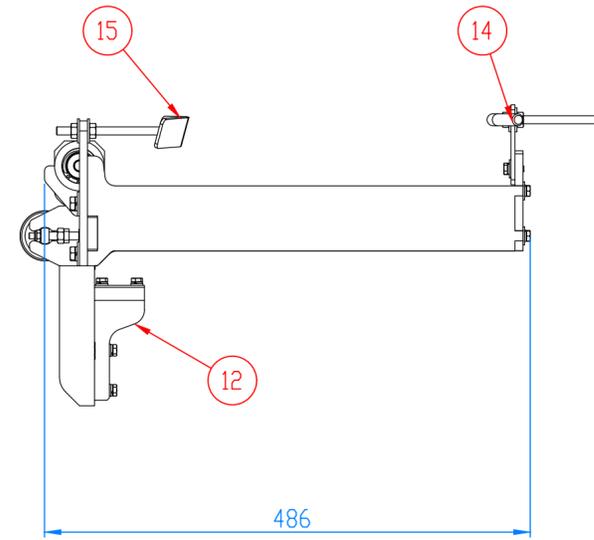
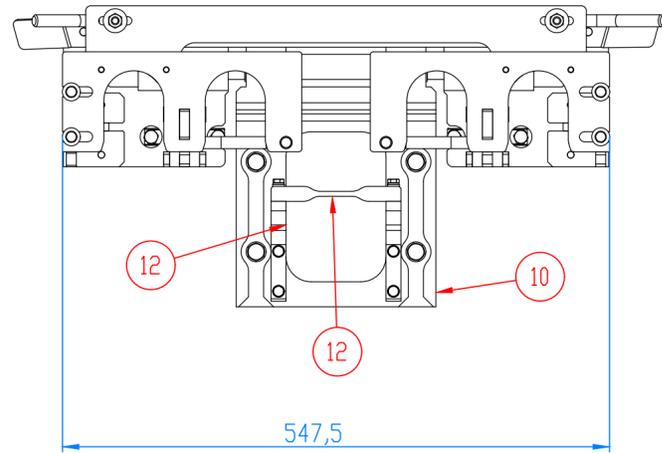


OTHERWISE SPECIFIED:
 -DIMENSIONS FROM STEP FILE
 -MACHINING TOLERANCE: ISO 2768-m

SALVO ESPECIFICACIÓN:
 -DIMENSIONES DEL FICHERO STEP
 -TOLERANCIA DE MECANIZADO: ISO 2768-m

Marca:

11



| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|---|-------|
| 1 | BCPL2402008A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D24 E2.0 M8 | 8 |
| 2 | BF09340806NA2 | TUERCA NORMAL DIN934 HEXAGONAL A2 ALTURA 6 M8 | 8 |
| 3 | BCGR1272210A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2.2 M10 | 4 |
| 4 | BCPL1252010A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN125 e2 M10 | 4 |
| 5 | BE093310020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M10x20 | 4 |
| 6 | BBE0471A22510 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN471 EXTERIOR A2 D25 E1 | 2 |
| 7 | BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 4 |
| 8 | BCPL1801606A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D18 E1.6 M6 | 4 |
| 9 | BE093306016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x16 | 4 |
| 10 | LT230205P117A | TROLLEY SUPPORT | 1 |
| 11 | LD230205P122A | FORKLIFT SHAFT | 1 |
| 12 | RB230205E101A | CARRIER JOINT | 1 |
| 13 | PB230205P701A | FRONTAL PLATE VERTICAL TROLLEY | 1 |
| 14 | RQ230205E711A | OUTTER BOX GUIDE | 1 |
| 15 | RQ230205E712A | WELDED BOX GUIDE | 1 |
| 16 | RZ230205EA59A | INNER SIDE LIFTER TROLLEY | 1 |
| 17 | RZ230205EA58A | OUTTER BOX TROLLEY SIDE RH | 1 |

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

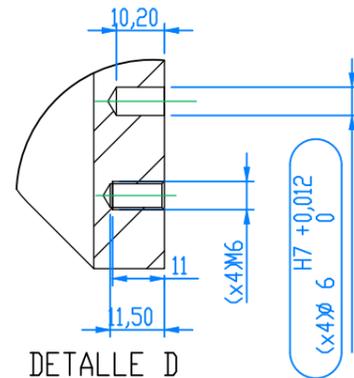
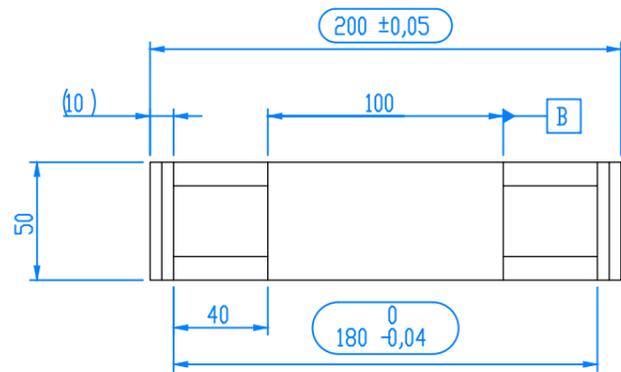



Roberto Taberner Moncholí
Autor proyecto

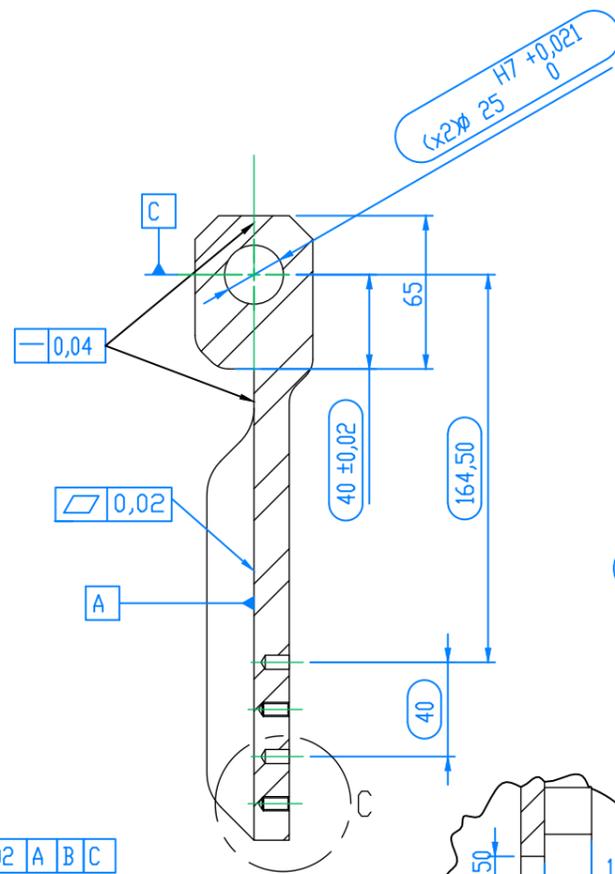
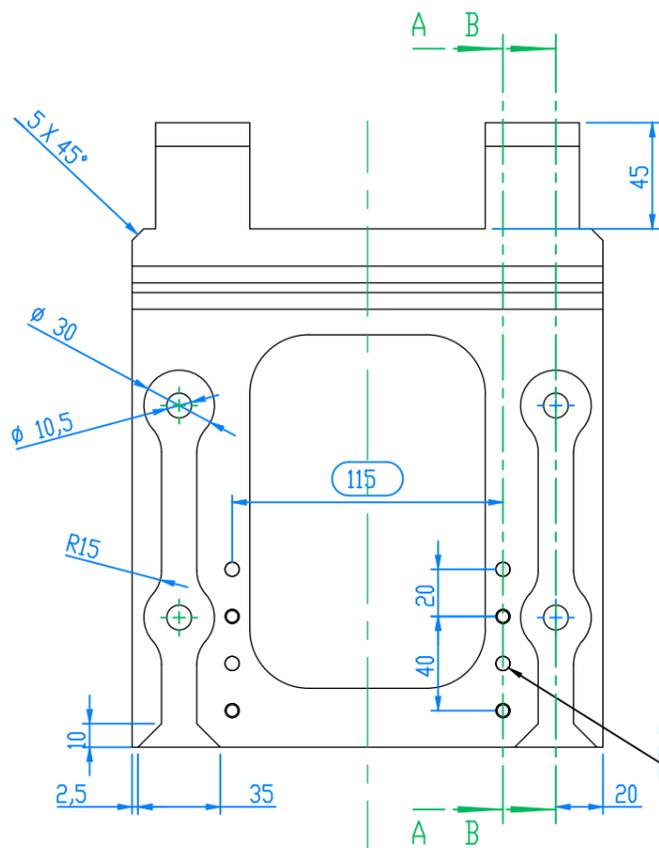
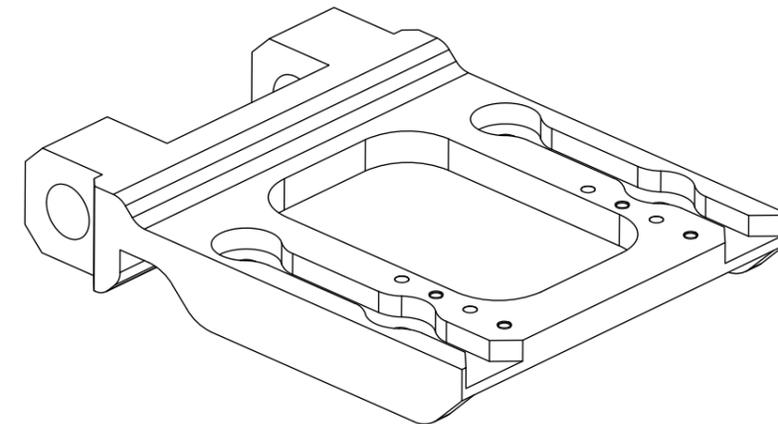
Proyecto: **DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL
PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR**

Fecha: **Junio 2024** Escala: **1/5**

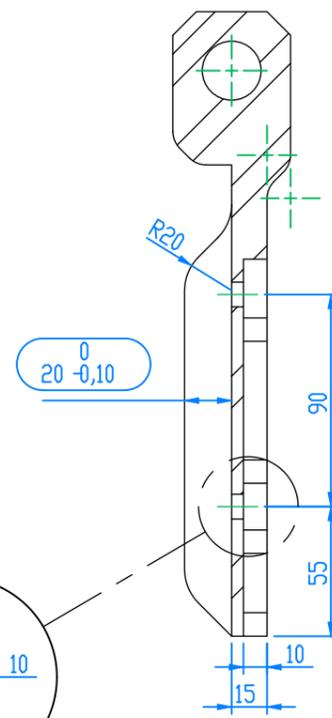
Plano: **BOX TROLLEY ASSY
CONJUNTO CARRETILLA** Nº Plano:



DETALLE D
ESCALA 2 : 3

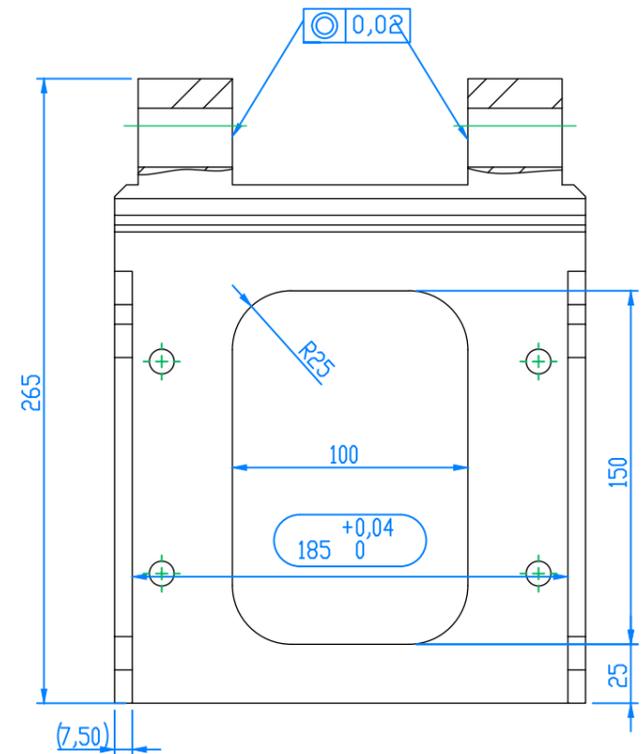


SECCIÓN A-A



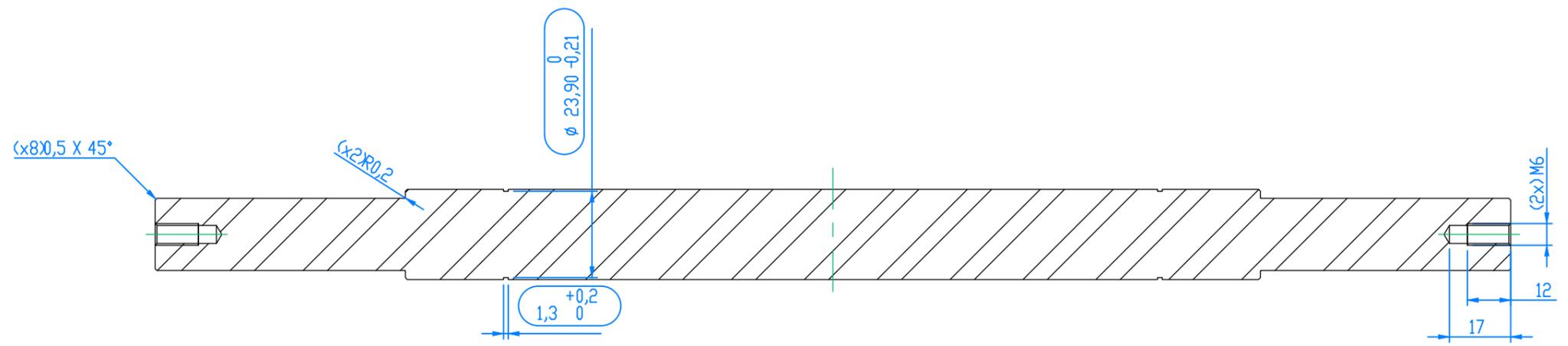
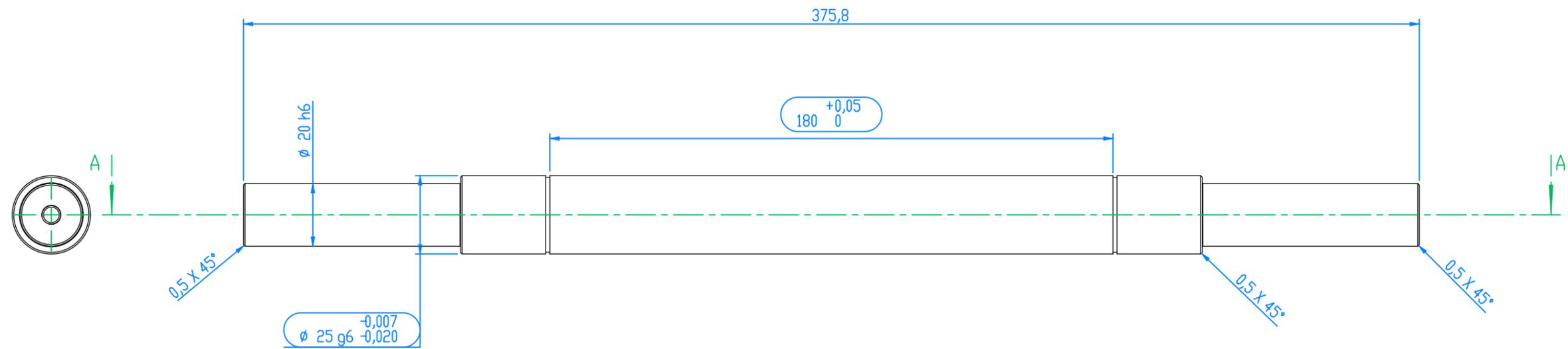
SECCIÓN B-B

DETALLE D
ESCALA 2 : 3

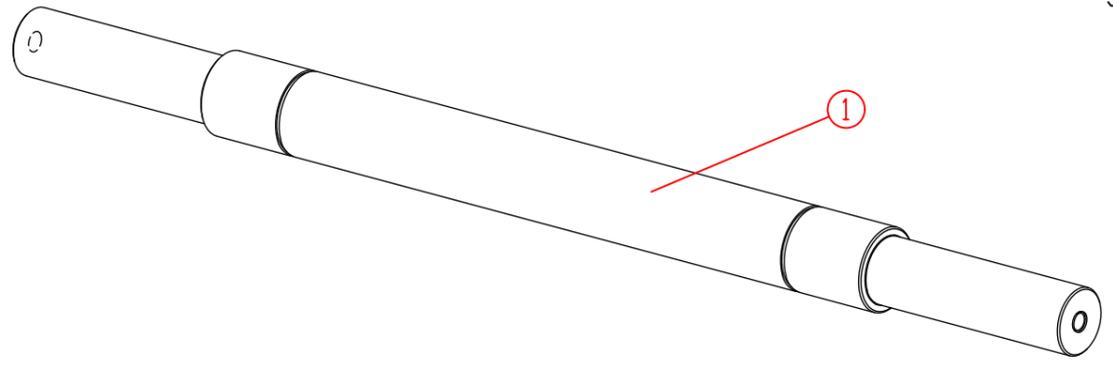


OTHERWISE SPECIFIED:
-DIMENSIONS FROM STEP FILE
-MACHINING TOLERANCE: ISO 2768-f

SALVO ESPECIFICACIÓN:
-DIMENSIONES DEL FICHERO STEP
-TOLERANCIA DE MECANIZADO: ISO 2768-f



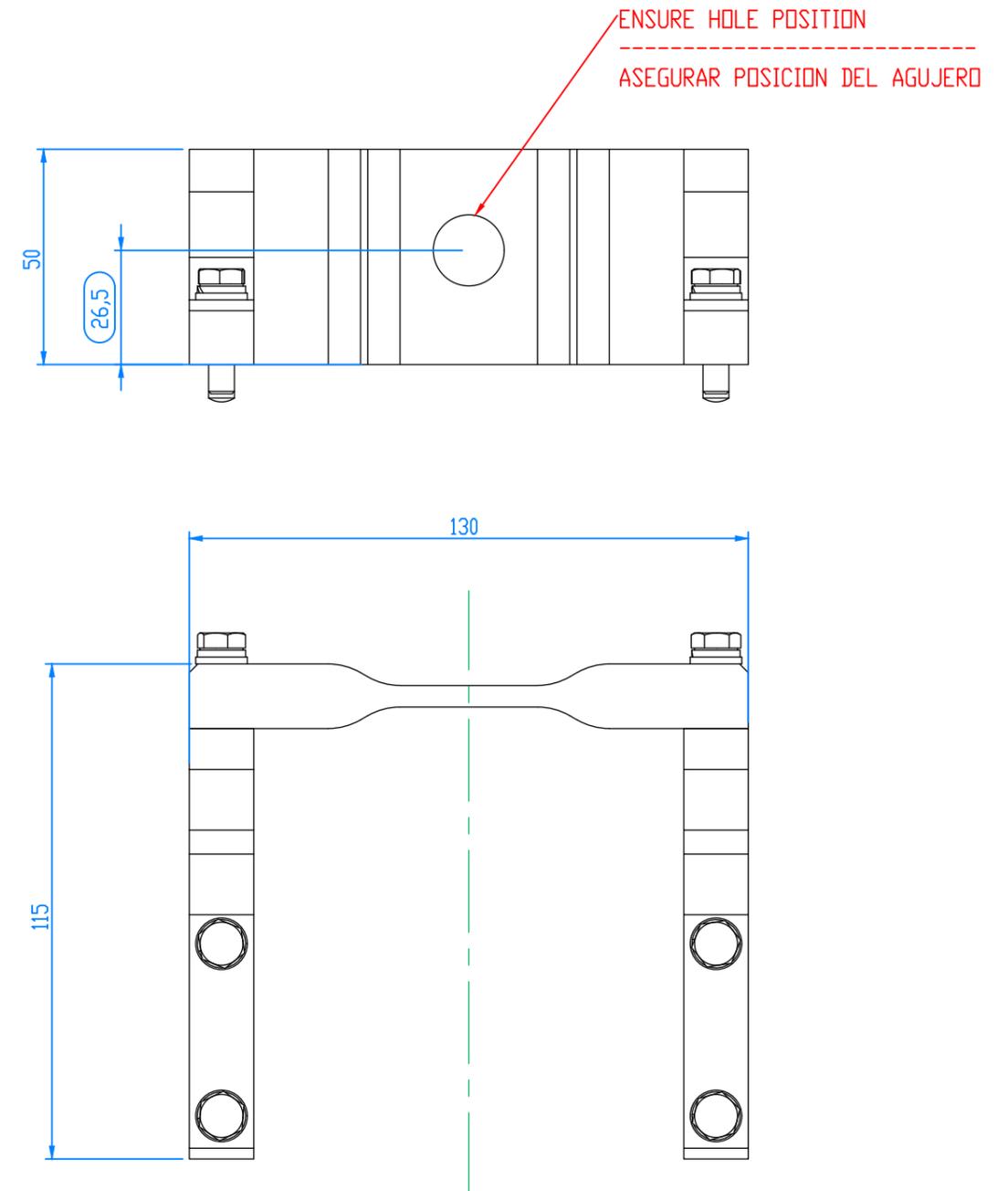
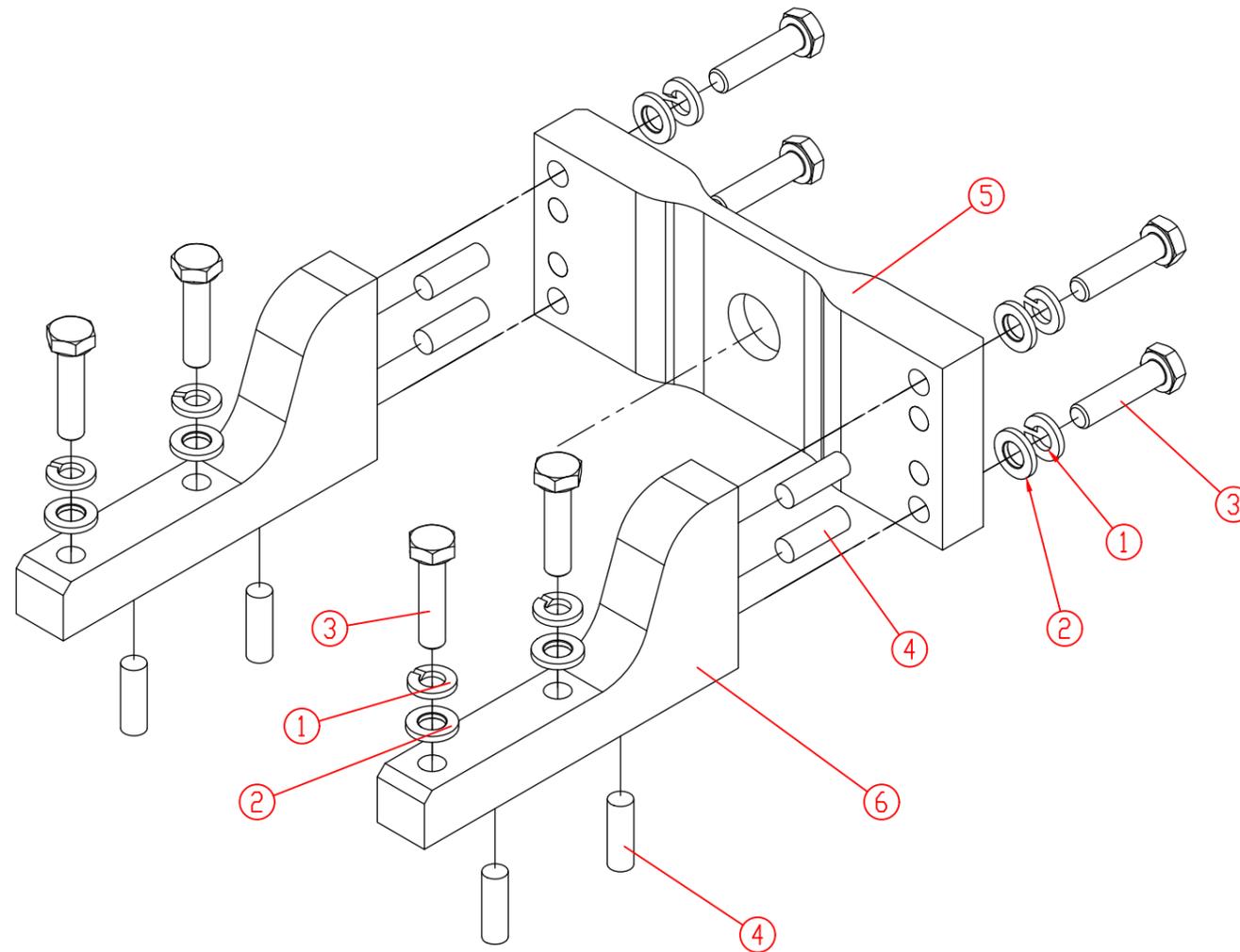
SECCIÓN A-A



OTHERWISE SPECIFIED:
 -DIMENSIONS FROM STEP FILE
 -MACHINING TOLERANCE: ISO 2768-m

SALVO ESPECIFICACIÓN:
 -DIMENSIONES DEL FICHERO STEP
 -TOLERANCIA DE MECANIZADO: ISO 2768-m

| | | | | | | |
|-------|---------------|------------------------------|----------|-------|-----|-----|
| 1 | KFB00H9304025 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D25 | 375.8 | 1 | 0° | 0° |
| Marca | Código | Descripción | Longitud | Cant. | β 1 | β 2 |



BOLTED JOINTS.

- USE LOCTITE 243. FOLLOW MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS.
- CHECK TIGHTNESS WITH A TORQUE WRENCH.
- MARK BOLTS WITH MARKER PEN.

UNIONES ATORNILLADAS.

- UTILIZAR LOCTITE 243. MODO DE EMPLEO SEGUN MANUAL DE FABRICANTE
- VERIFICAR APRIETE CON LLAVE DINAMOMETRICA.
- MARCAR TORNILLOS CON ROTULADOR.

| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|------------------------------------|-------|
| 1 | BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 8 |
| 2 | BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 8 |
| 3 | BE093306025A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x25 | 8 |
| 4 | BLA4DIN7M6X18 | PASADOR INOX DIN 7 A4 6X18 | 8 |
| 5 | LT230205P119A | PLATE SUPPORT | 1 |
| 6 | LT230205P120A | REINFORCEMENT PLATE | 2 |

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR**

Plano: **CONJUNTO ARTICULACIÓN**

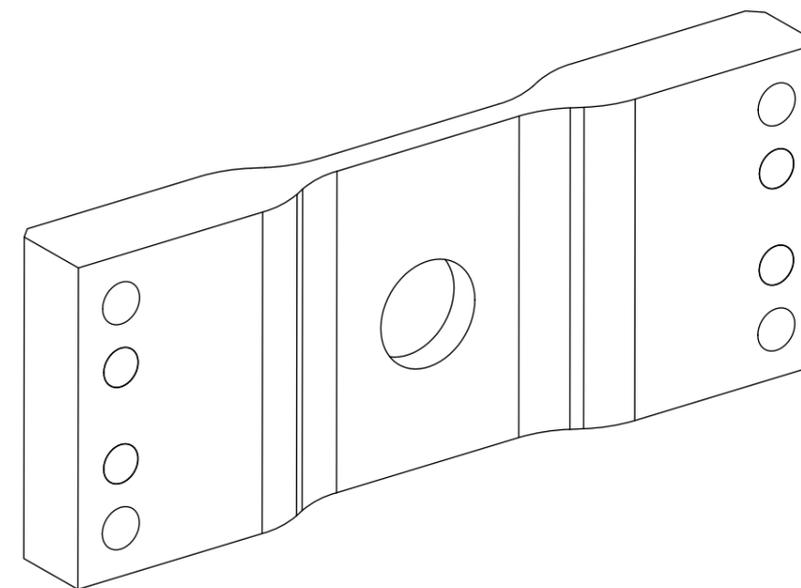
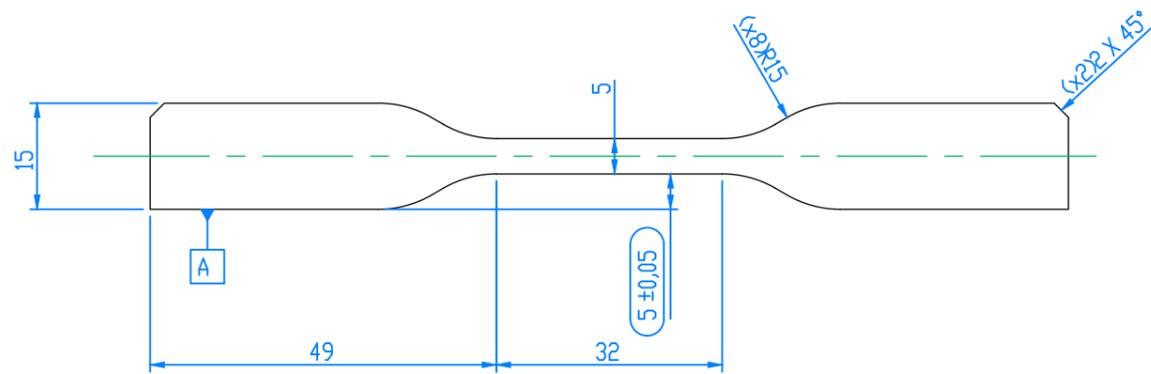
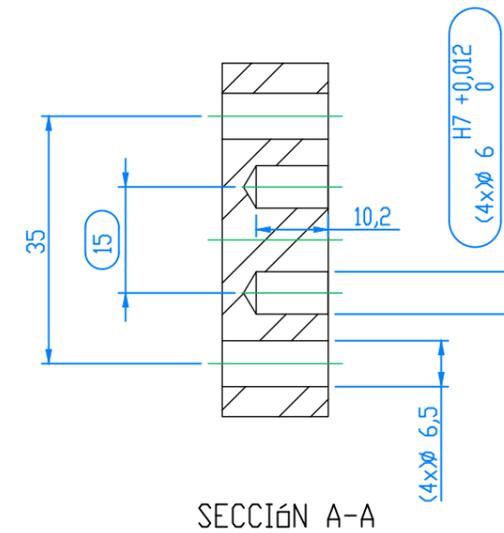
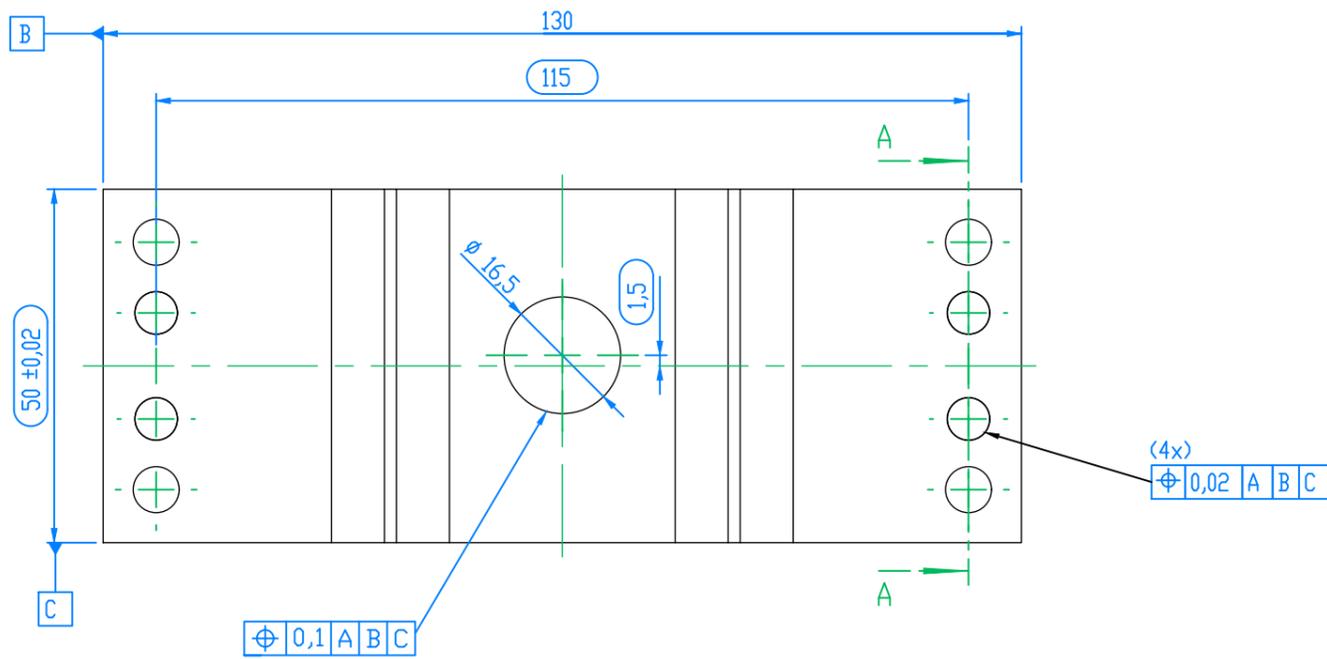
Autor: **Roberto Taberner Moncholí**

Fecha: **Junio 2024**

Escala: **2:3**

Nº Plano:

15

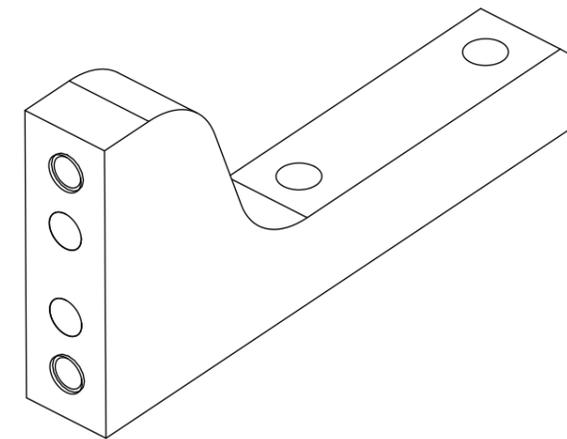
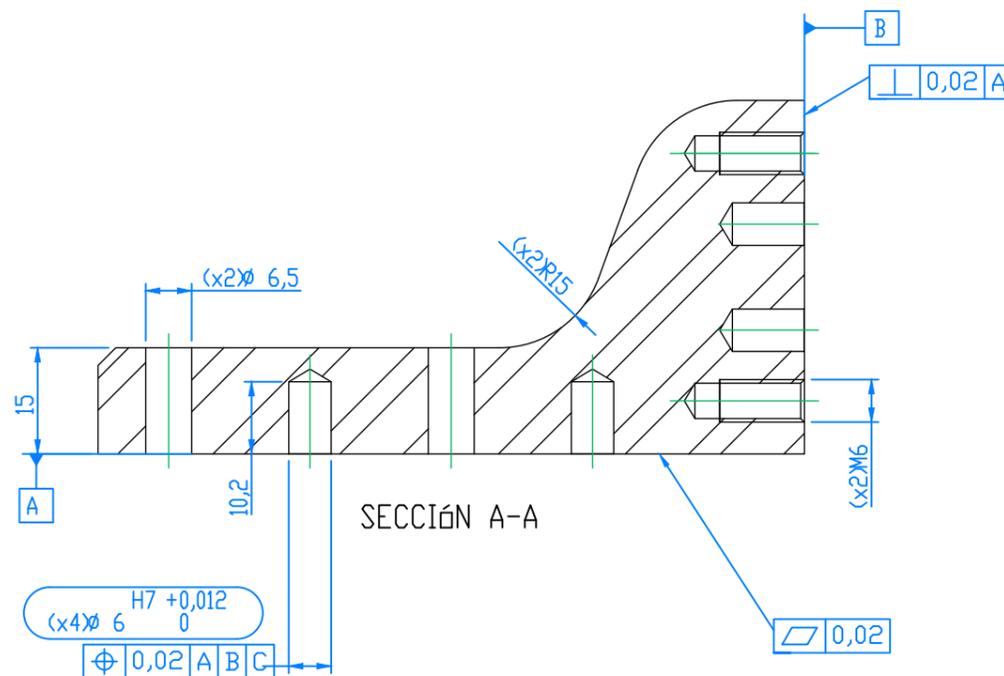
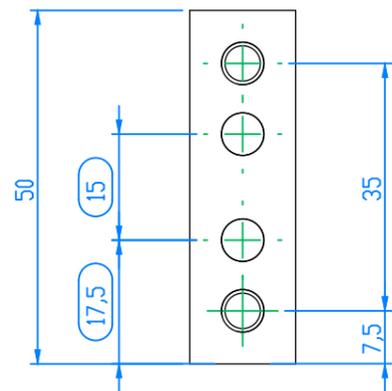
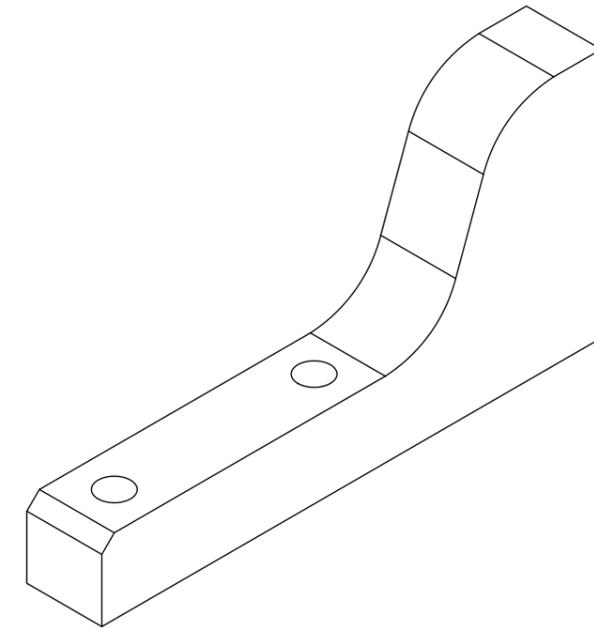
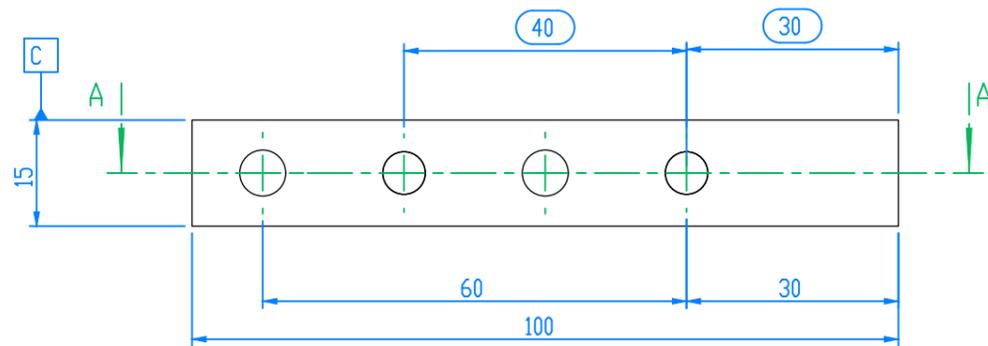


OTHERWISE SPECIFIED:
 -DIMENSIONS FROM STEP FILE
 -MACHINING TOLERANCE: ISO 2768-f

SALVO ESPECIFICACIÓN:
 -DIMENSIONES DEL FICHERO STEP
 -TOLERANCIA DE MECANIZADO: ISO 2768-f

Marca:
5

| | | | | |
|--|--|---|--------------------------|------------------------|
| TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES | Proyecto: DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR | Plano: PLATO SOPORTE | Fecha: Junio 2024 | Nº Plano: 16 |
| | | Autor: Roberto Taberner Moncholí | Escala: 1:1 | |

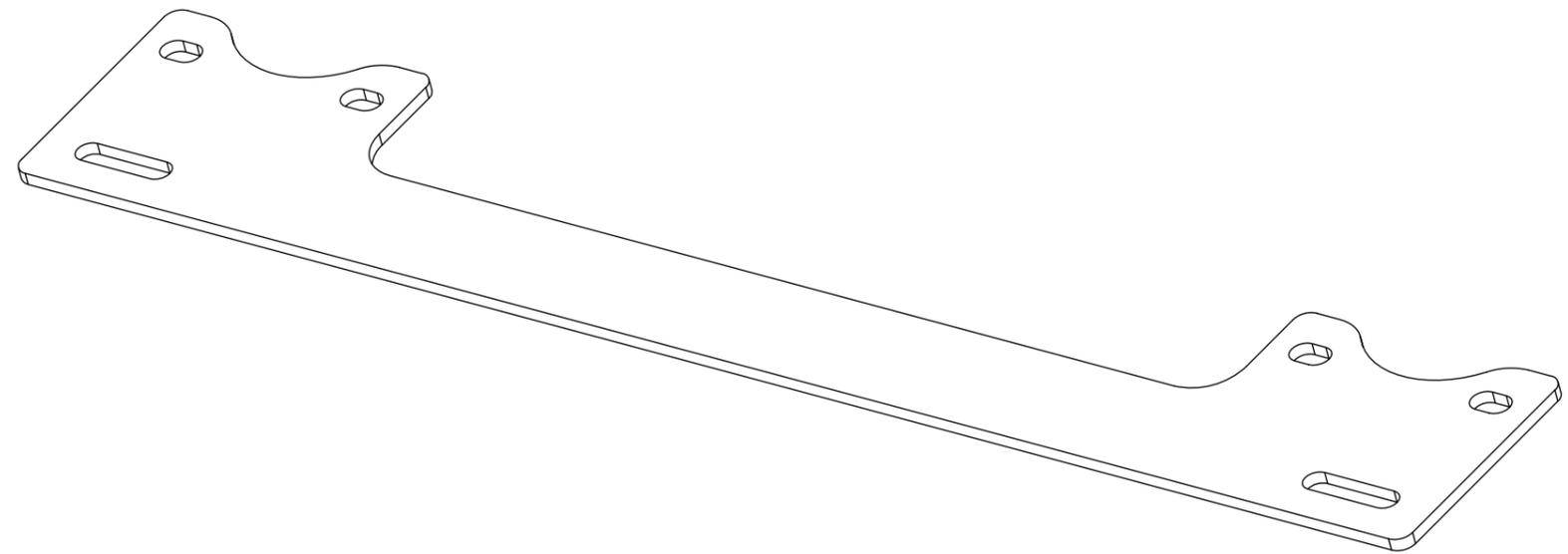
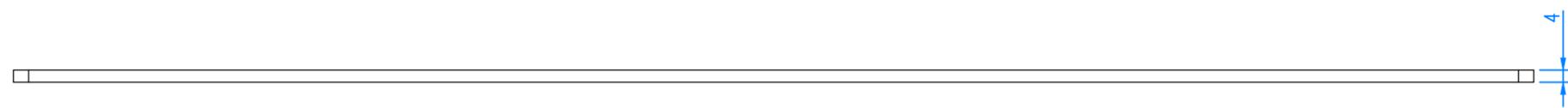
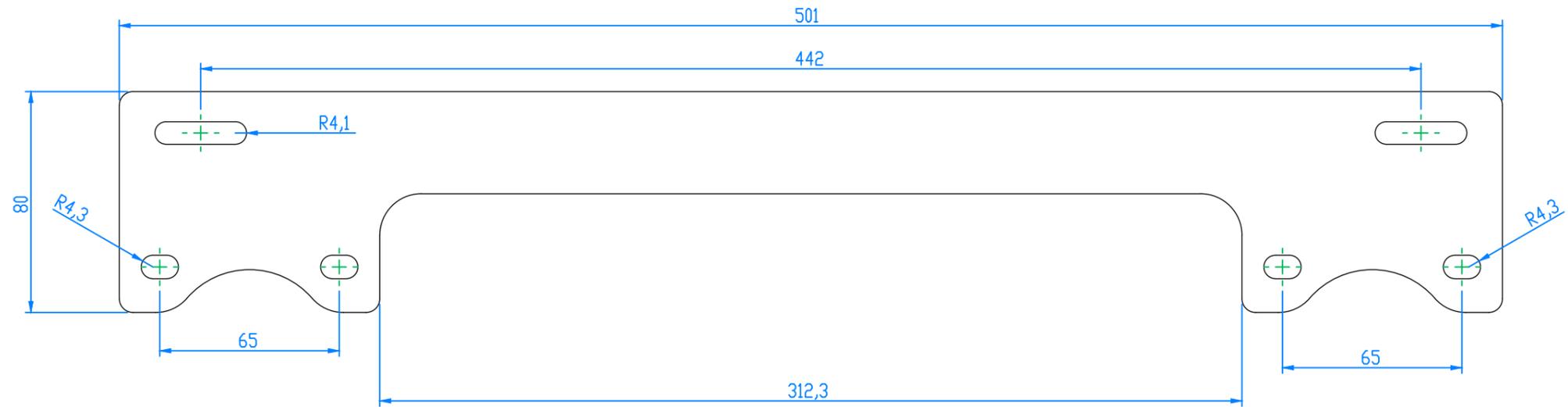


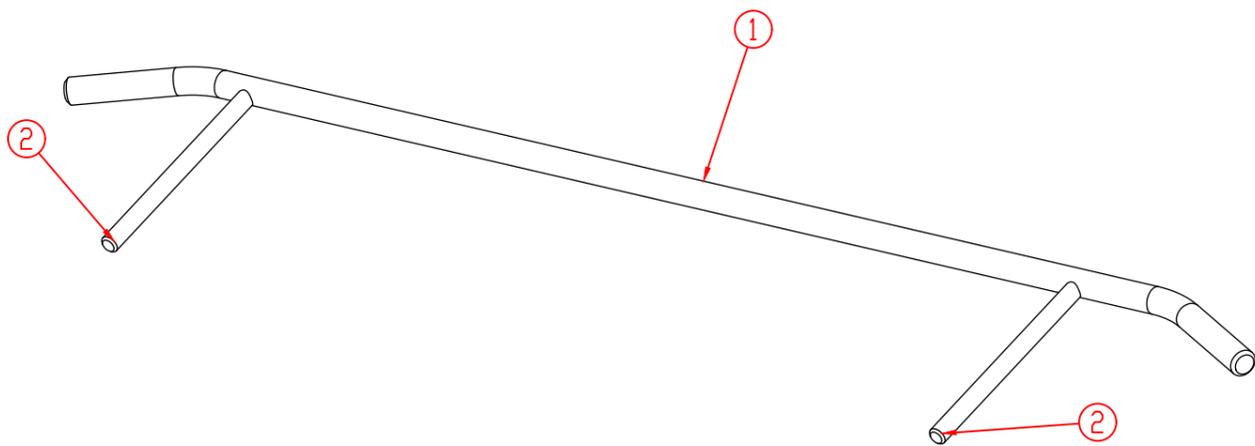
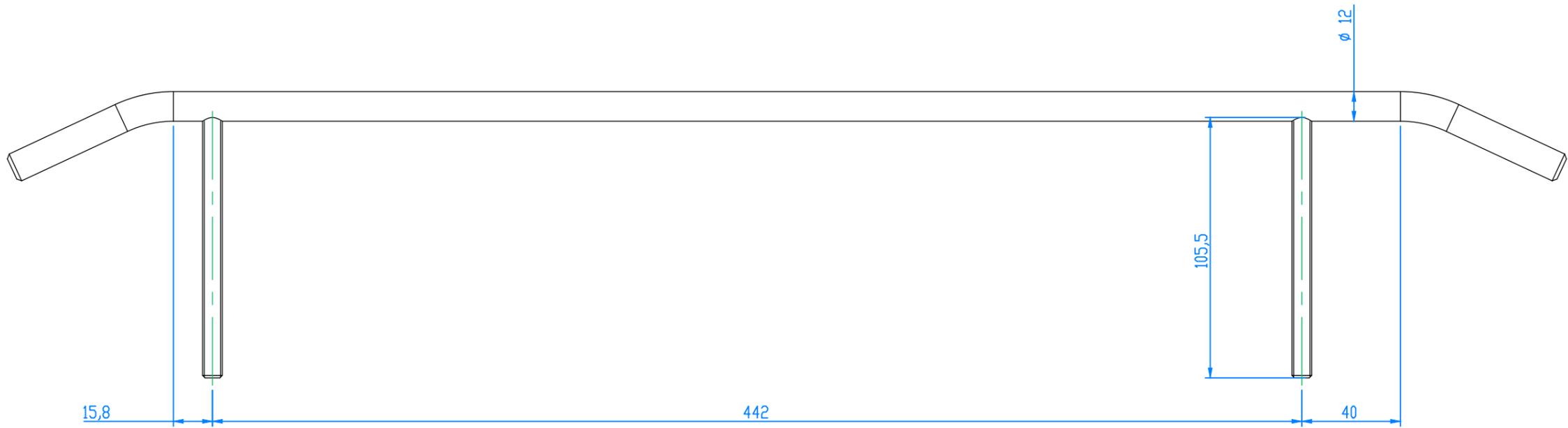
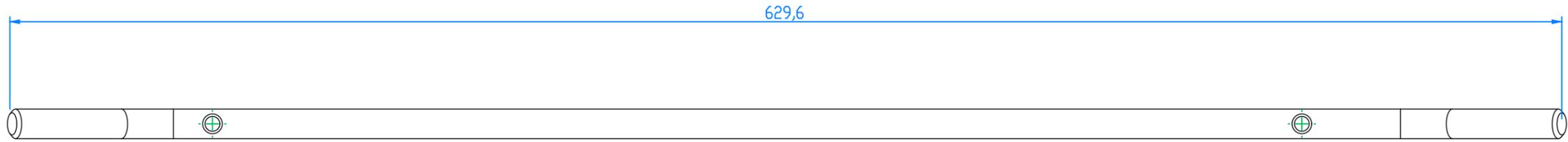
OTHERWISE SPECIFIED:
 -DIMENSIONS FROM STEP FILE
 -MACHINING TOLERANCE: ISO 2768-f

SALVO ESPECIFICACIÓN:
 -DIMENSIONES DEL FICHERO STEP
 -TOLERANCIA DE MECANIZADO: ISO 2768-f

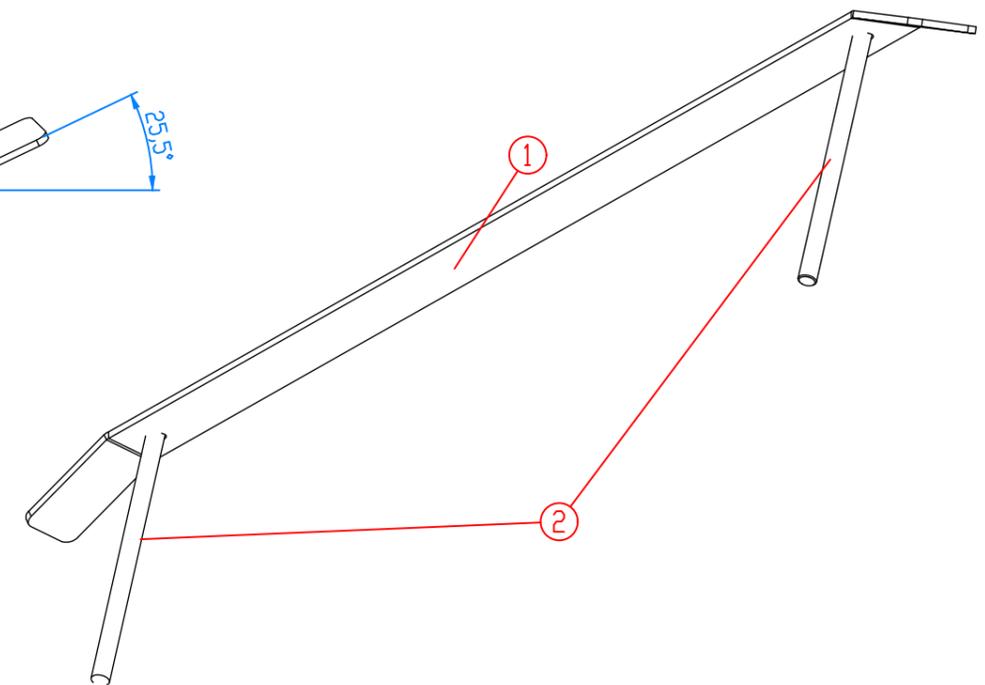
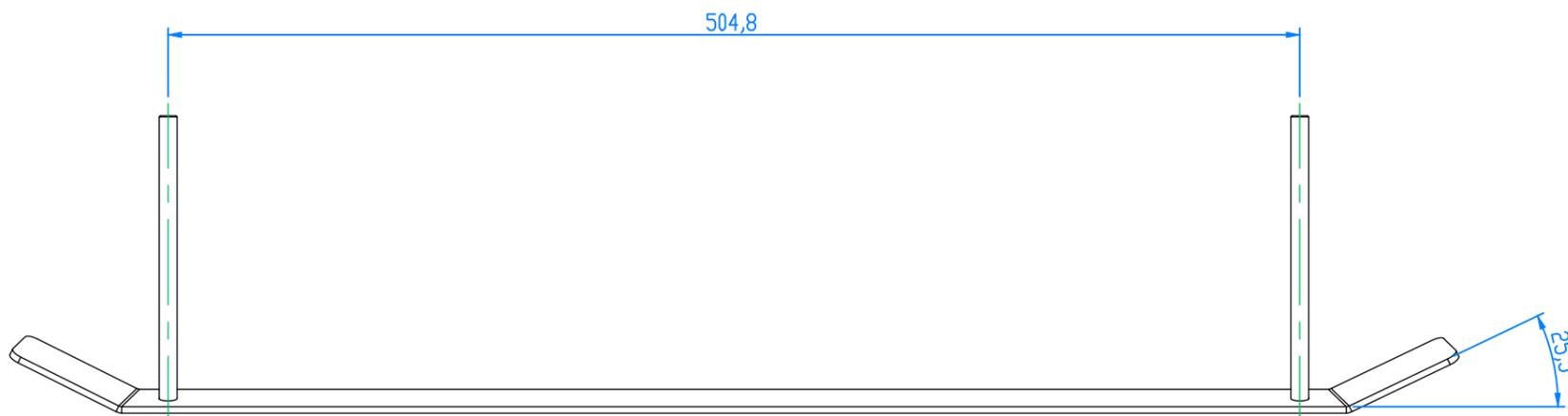
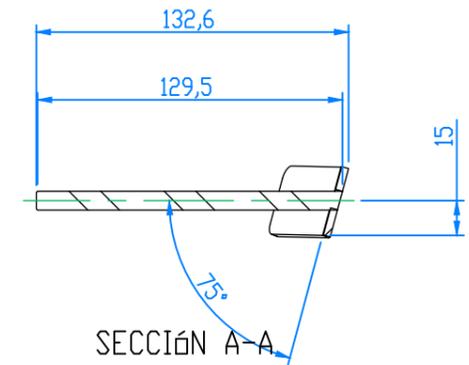
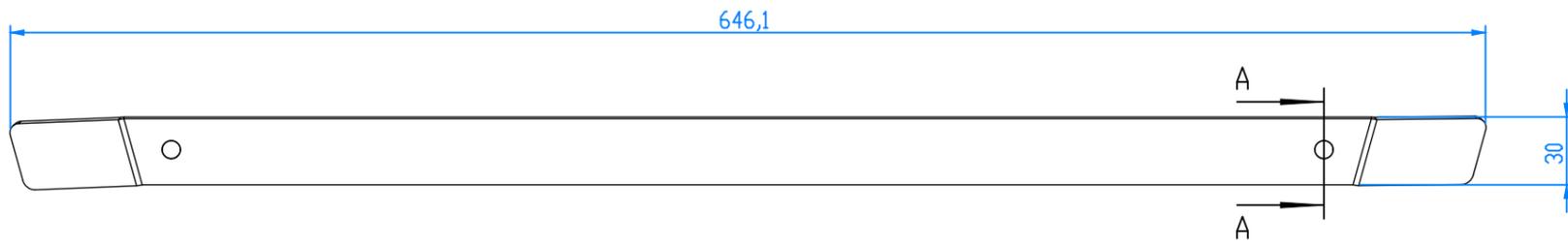
Marca:
6

CHAPA DESPLEGADA
 AISI 304
 ESPESOR 4 mm





| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|-----------------|-------|
| 1 | LA230205P727A | INNER GUIDE BAR | 1 |
| 2 | LA230205P729A | THREADED BAR M8 | 2 |



ALL ELEMENTS ARE WELDED WITH CONTINUOUS WELDING ON BOTH SIDES:
 -NO IMPERFECTIONS OR PORES ALLOWED
 -POLISHING AFTER WELDING

TODOS LOS ELEMENTOS SERÁN SOLDADOS CON APORTE CONTINUO EN AMBOS LADOS:
 -NO SE PERMITIRÁN NI POROS NI IMPERFECCIONES
 -PULIR DESPUÉS DE SOLDAR

| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|-------------------------|-------|
| 1 | PH230205P701B | LATERAL BOX PLATE GUIDE | 1 |
| 2 | LA230205P728A | THREADED BAR M8 | 2 |

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL
PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR**

Plano: **GUÍA SOLDADA**

Autor:
Roberto Taberner Moncholí

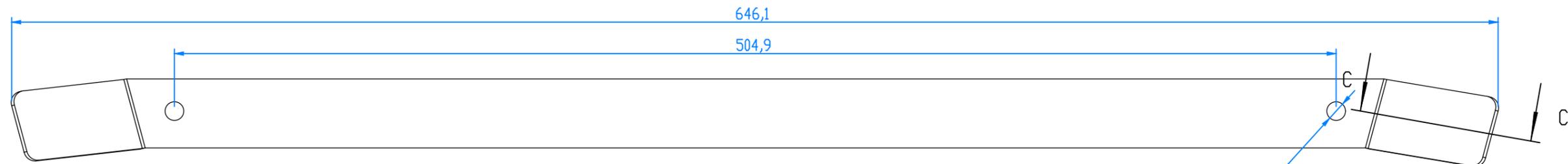
Fecha:
Junio 2024

Escala:
1:3

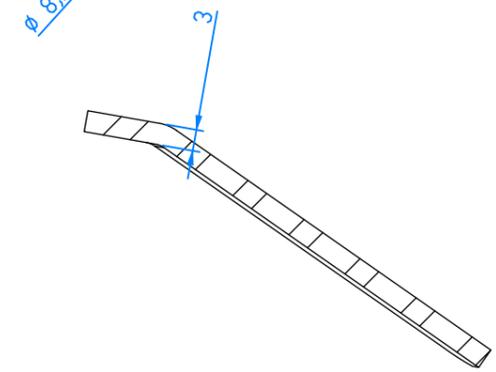
Nº Plano:

20

CHAPA DESPLEGADA
 AISI 304
 ESPESOR 3 mm

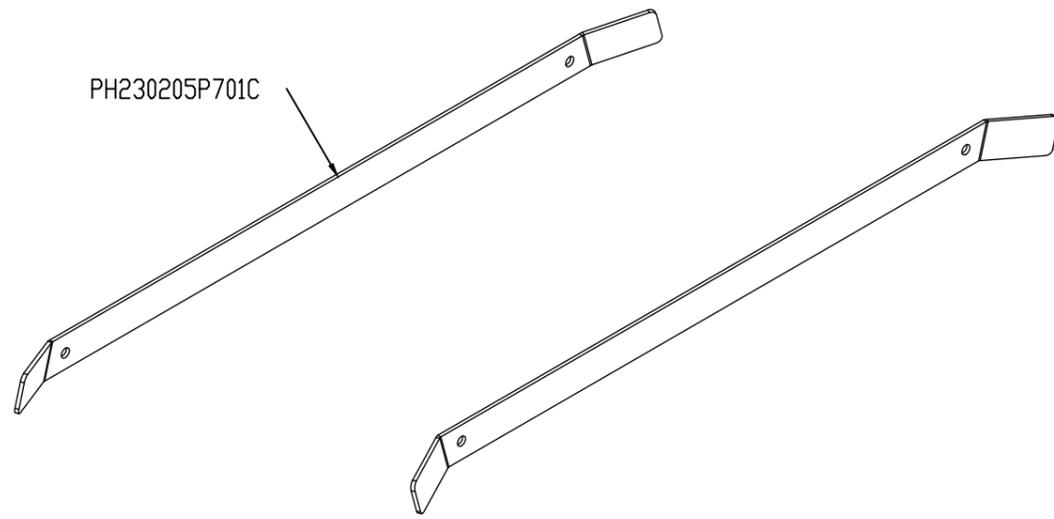


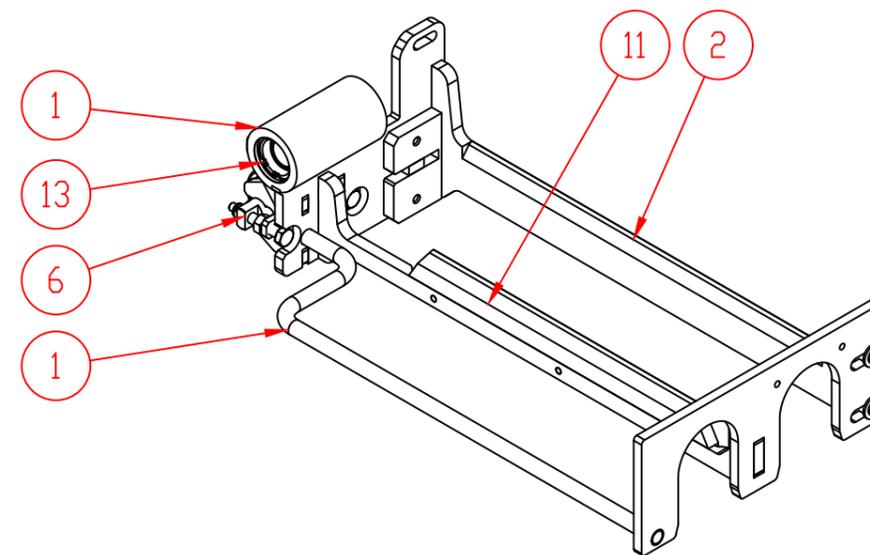
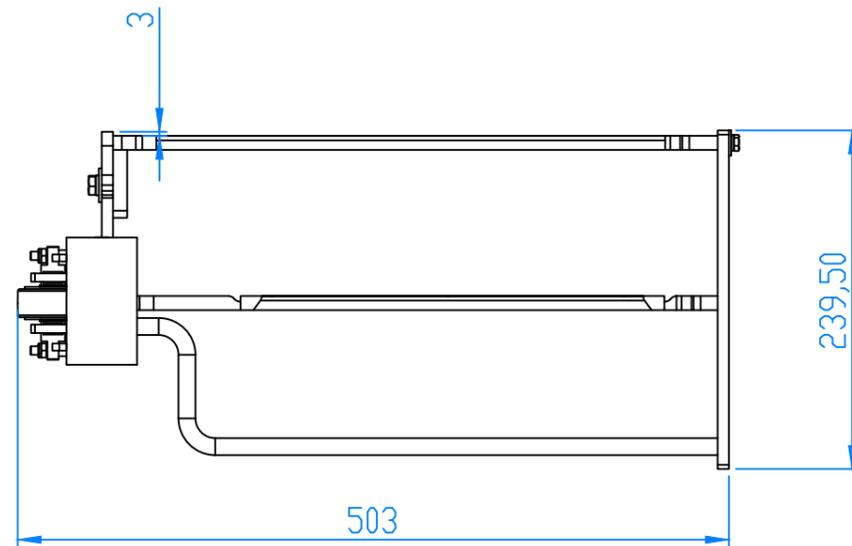
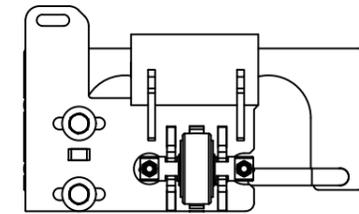
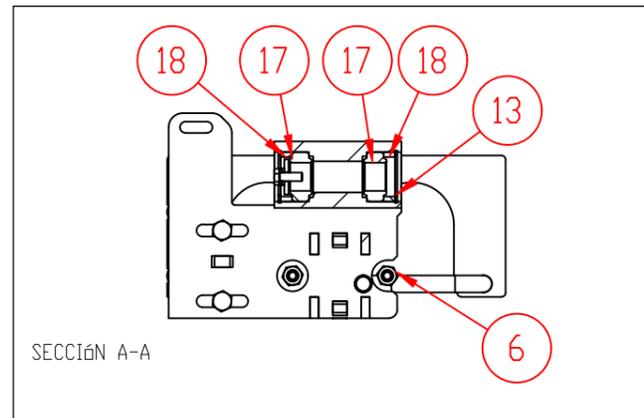
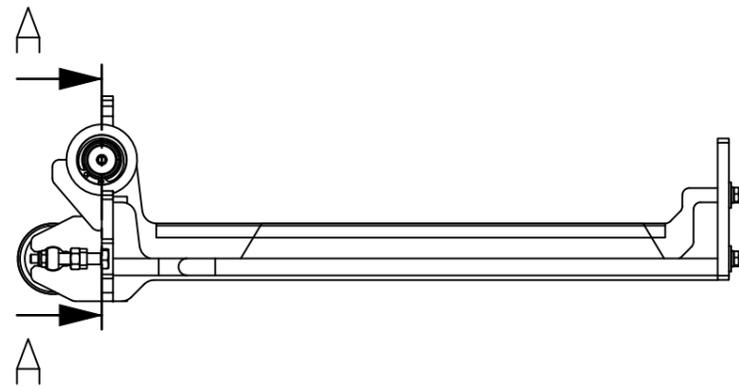
VERIFICAR LA CONFIGURACION REQUERIDA
 EN EL PLANO DE NIVEL SUPERIOR



SECCIÓN C-C
 ESCALA 1 : 1

PH230205P701C





| MARCA | Código | Descripción | CANT. | MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|---|-------|-------|---------------|--|-------|
| 1 | RK230205EA63A | RH INNER LIFTER TROLLEY SIDE | 1 | 10 | BCGR1272008A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2 M8 | 2 |
| 2 | RK230205EA61A | REAR SIDE LIFTER TROLLEY RH | 1 | 11 | LA230205PA60A | REAR STOPPER PLATE | 1 |
| 3 | BE093306020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x20 | 2 | 12 | BE799106010A2 | TORNILLO DIN 7991 AVELLANADO ALLEN A2 M6 X 10 | 3 |
| 4 | BCPL1801606A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D18 E1.6 M6 | 2 | 13 | BB10472A23515 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN472 INTERIOR A2 D35 E1.50 | 2 |
| 5 | BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 3 | 14 | BE093306016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x16 | 1 |
| 6 | RZ230205E149A | WHEEL ASY | 1 | 15 | BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 1 |
| 7 | BF09340806NA2 | TUERCA NORMAL DIN934 HEXAGONAL A2 ALTURA 6 M8 | 2 | 16 | PD230205P114A | END CAP | 1 |
| 8 | BE093308020A2 | TORNILLO DIN933 HEXAGONAL A2 M8X20 | 2 | 17 | FJD122401INDX | ROD END FREE MANTINANACE | 2 |
| 9 | BCPL2402008A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D24 E2.0 M8 | 2 | 18 | LC230205P127A | TURNING SPACER | 2 |

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR**

Plano: **LATERAL IZQUIERDO CAJA**

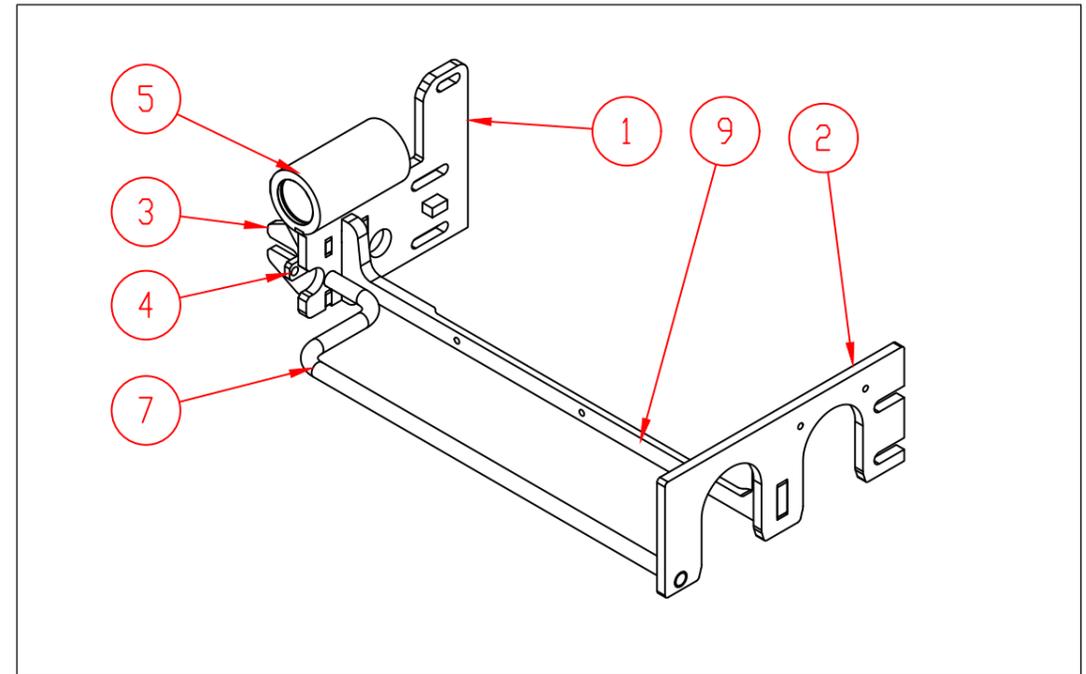
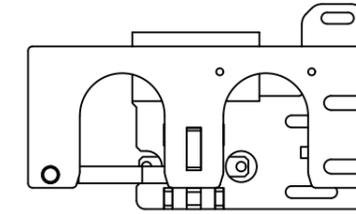
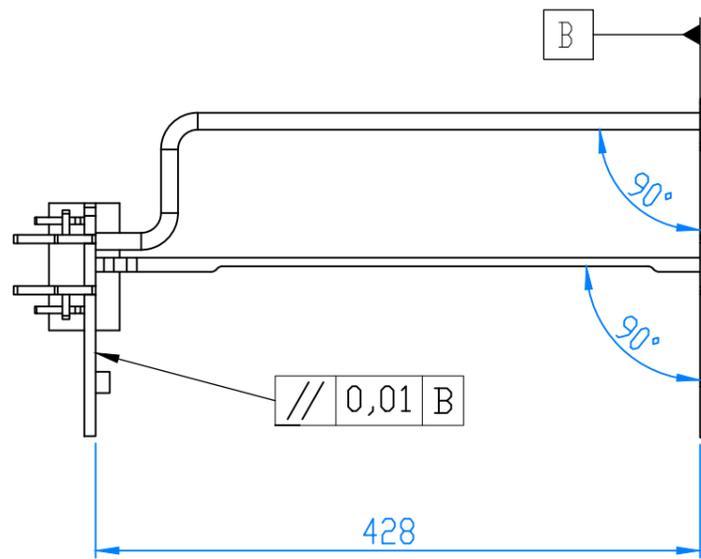
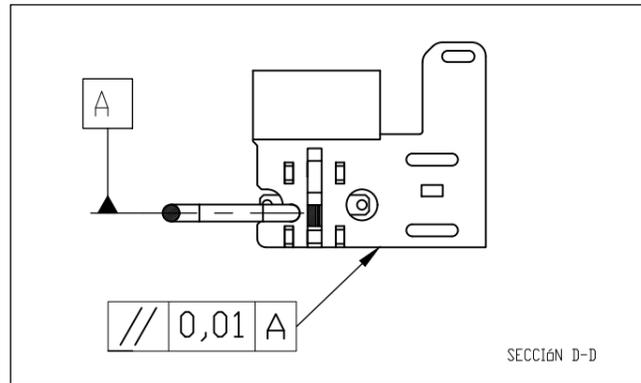
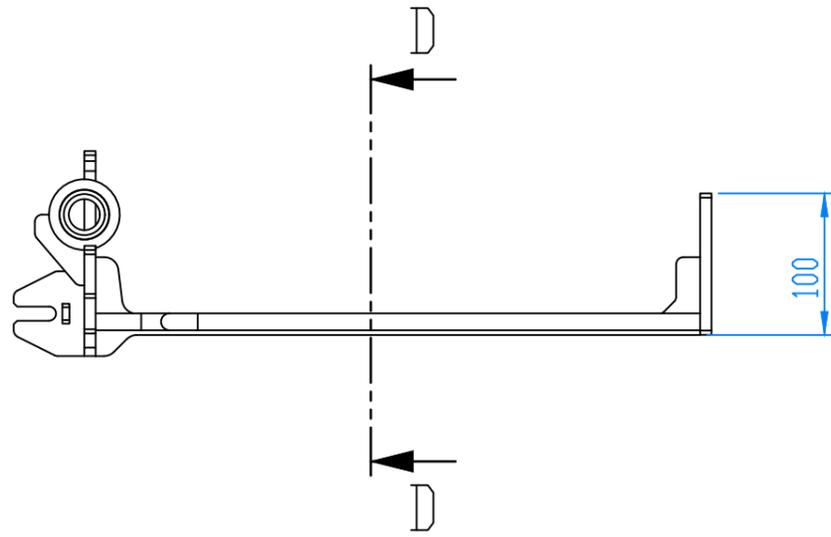
Autor: **Roberto Taberner Moncholí**

Fecha: **Junio 2024**

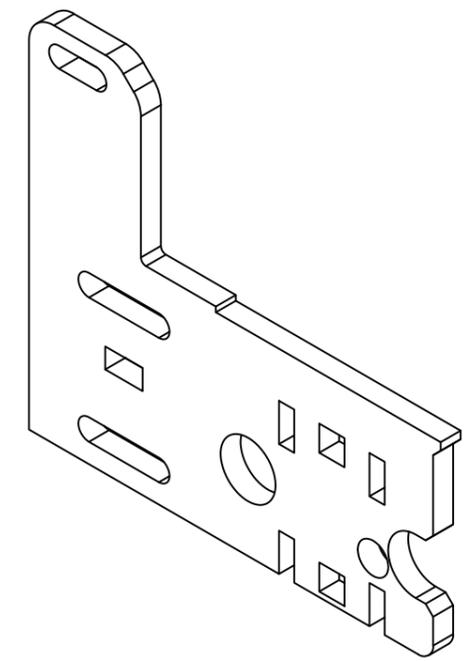
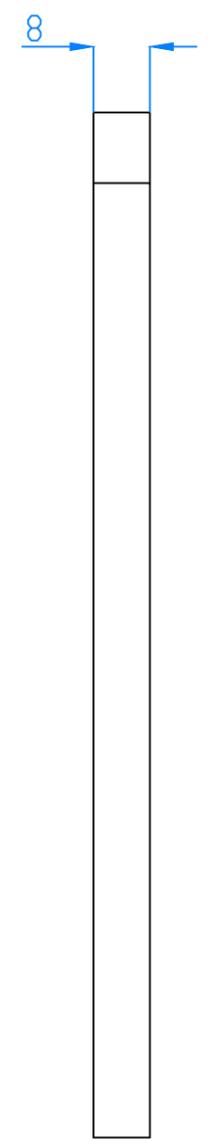
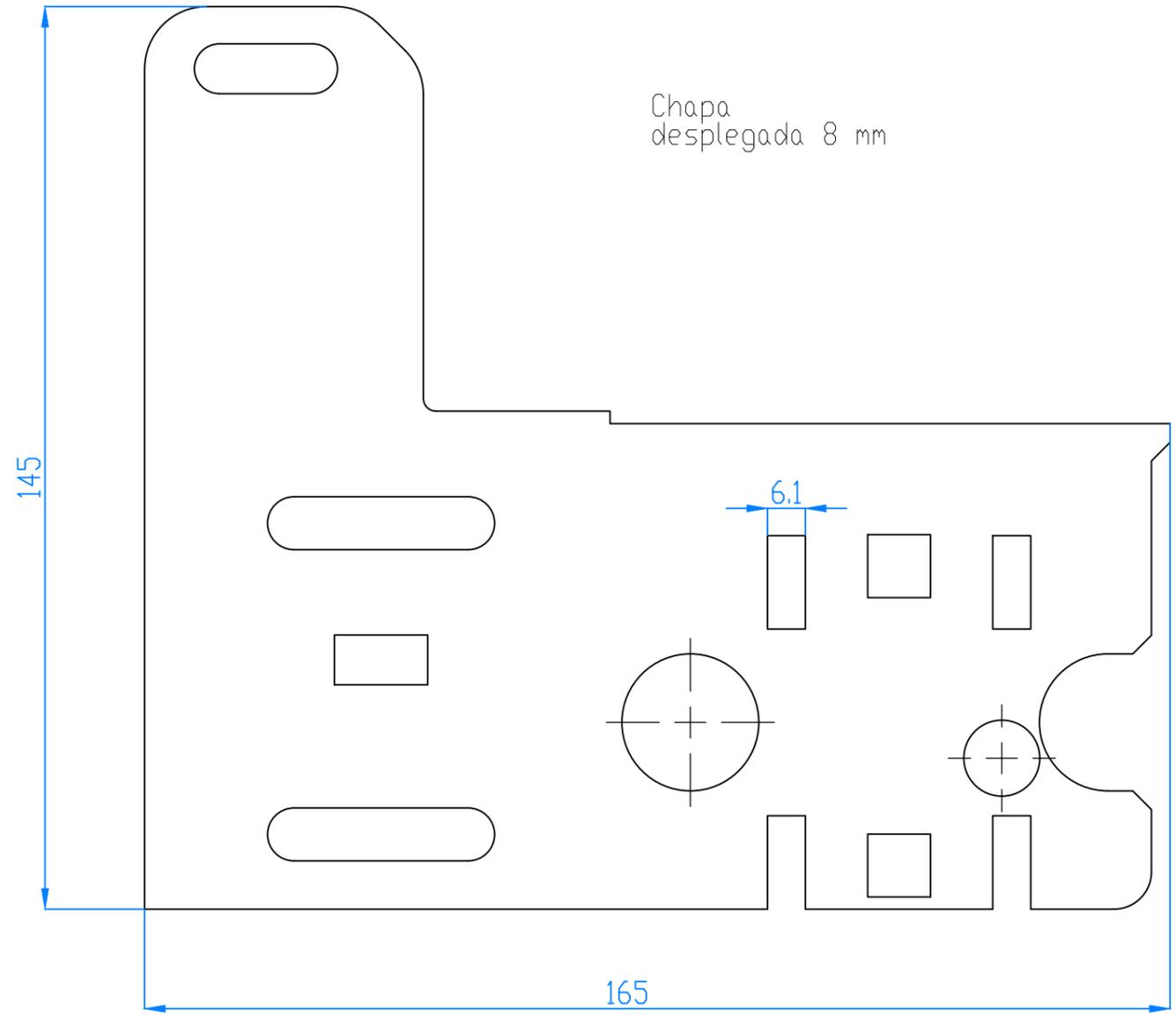
Escala: **1:5**

Nº Plano:

22

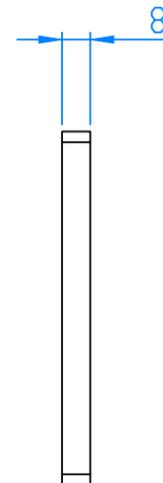
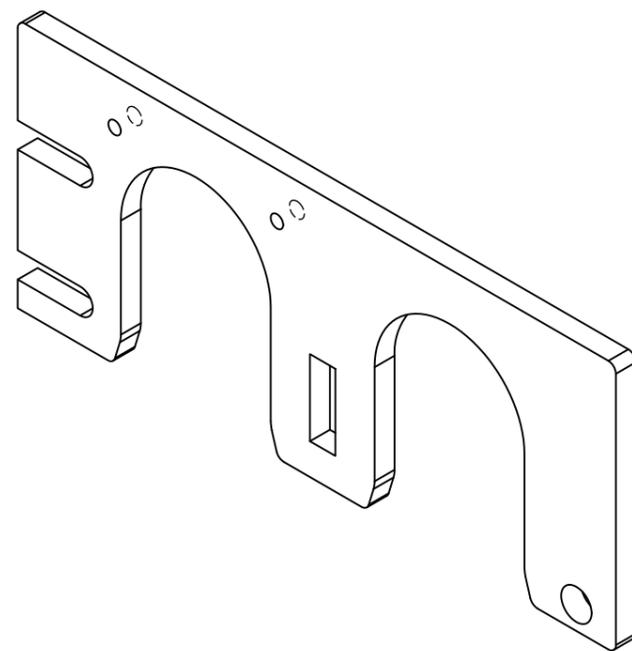
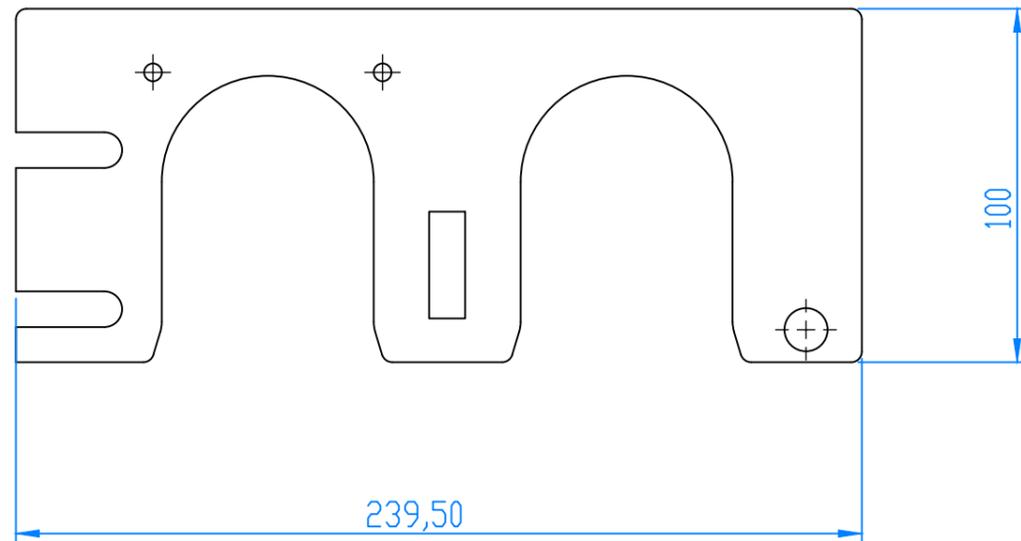


| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-----------------|--|--|----------|
| 1 | PA230205PE51A TROLLEY PLATE ADJUSTABLE | TROLLEY PLATE ADJUSTABLE | 1 |
| 2 | PA230205PE52A FRONTAL FIXATION PLATE ADJUSTABLE | FIXATION PLATE ADJUSTABLE | 1 |
| 3 | PB230205P702A WHEEL SUPPORT | WHEEL SUPPORT | 2 |
| 4 | PG230205P102A BOLT ATTACHMENT | BOLT ATTACHMENT | 2 |
| 5 | LC230205P126A TURNING BUSH | TURNING BUSH | 1 |
| 6 | PE230205P105A TROLLEY REINFORCEMENT | TROLLEY REINFORCEMENT | 2 |
| 7 | LR230205P702A LIFTER BAR | LIFTER BAR | 1 |
| 8 | PA230205PE55A KEY TROLLEY | KEY TROLLEY | 1 |
| 9 | PA230205PA59C REAR REFERENCE FIXATION PLATE SYMETRIC | REAR REFERENCE FIXATION PLATE SYMETRIC | 1 |

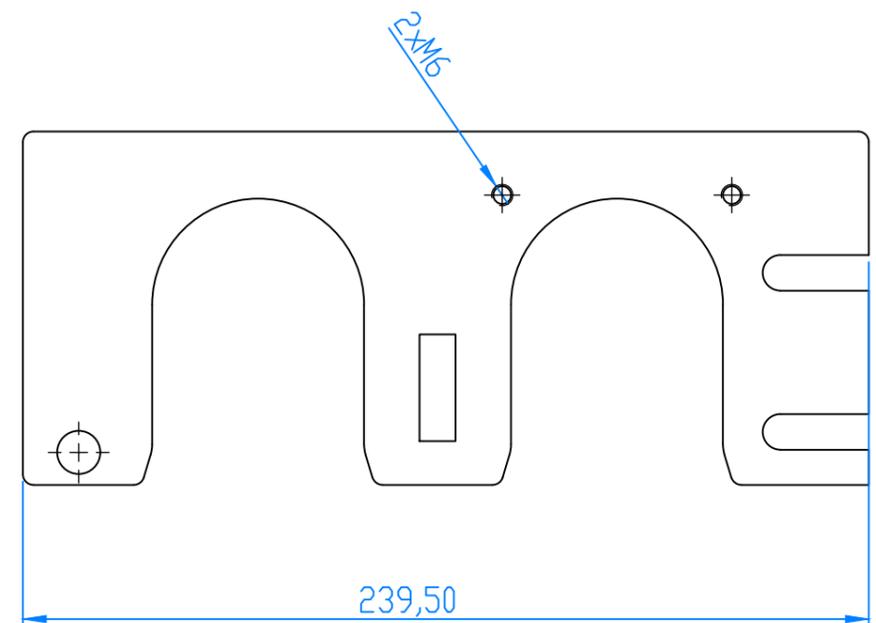


Marca:

1

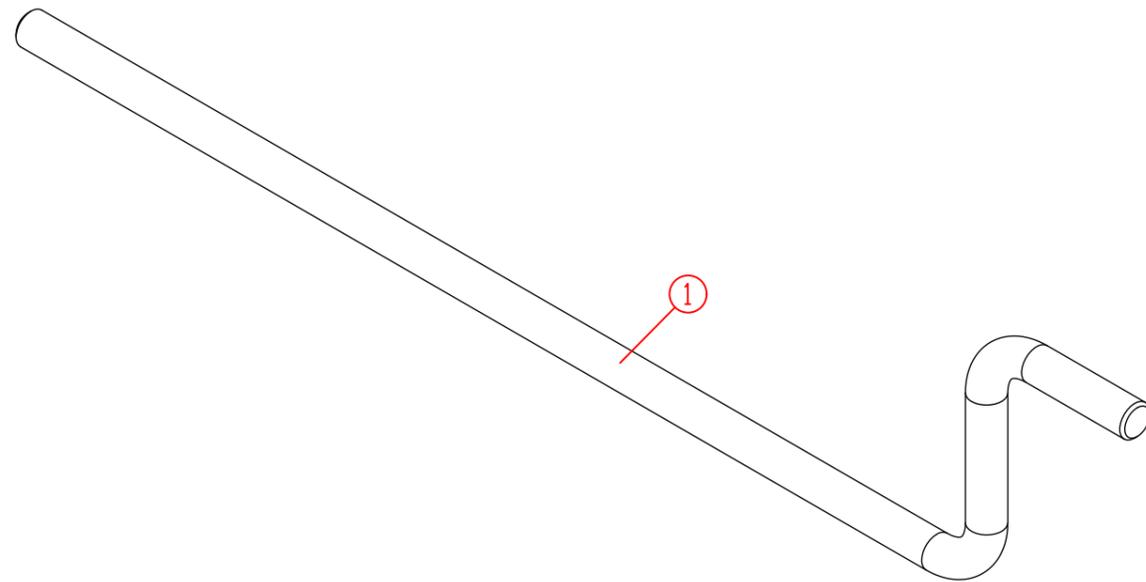
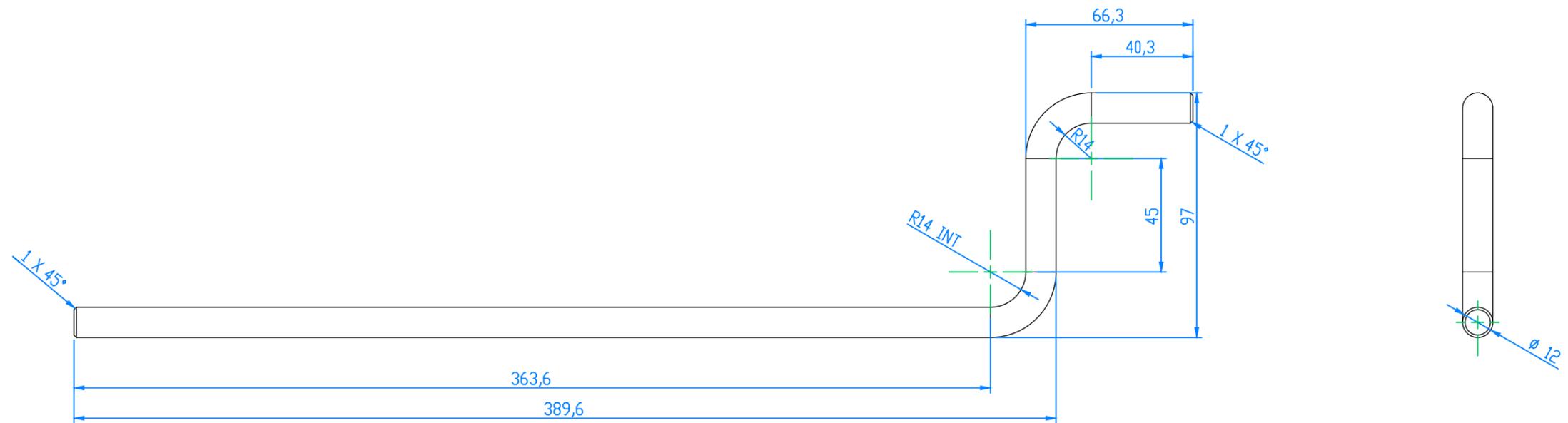


ROSCADO TALADROS



Marca:

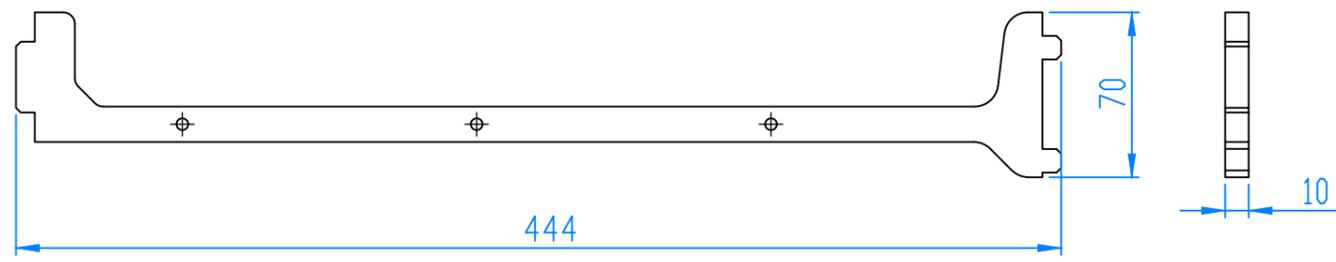
2



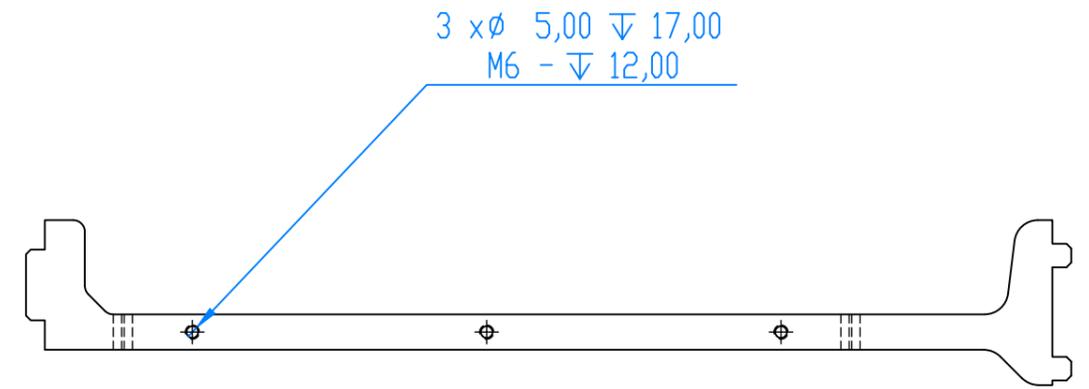
Marca:

7

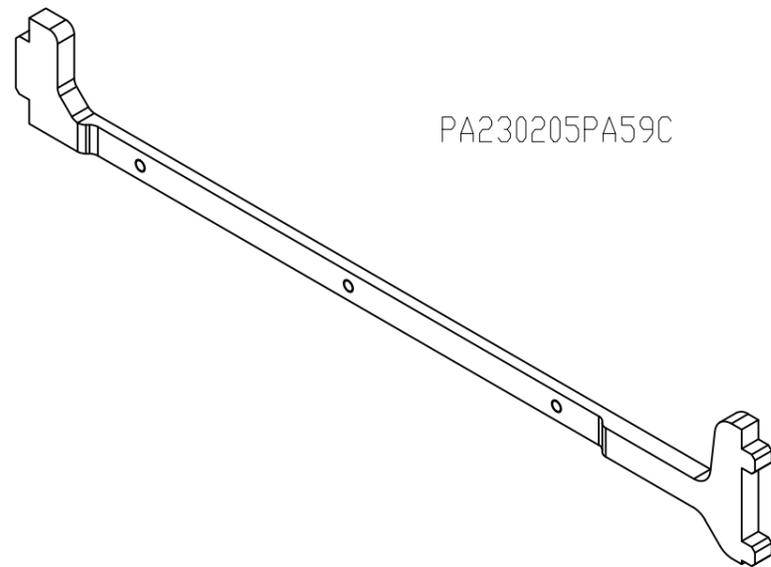
| 1 | KFB00H9304012 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D12 | 511.73 | 1 | 90° | 0° |
|----------------------------------|---------------|------------------------------|-------------------|-------|-----------|-----------|
| Marca | Código | Descripción | Longitud | Cant. | $\beta 1$ | $\beta 2$ |
| Plano: LIFTER BAR | | | Fecha: Junio 2024 | | Nº Plano: | |
| Autor: Roberto Taberner Moncholí | | | Escala: 1:3 | | 26 | |



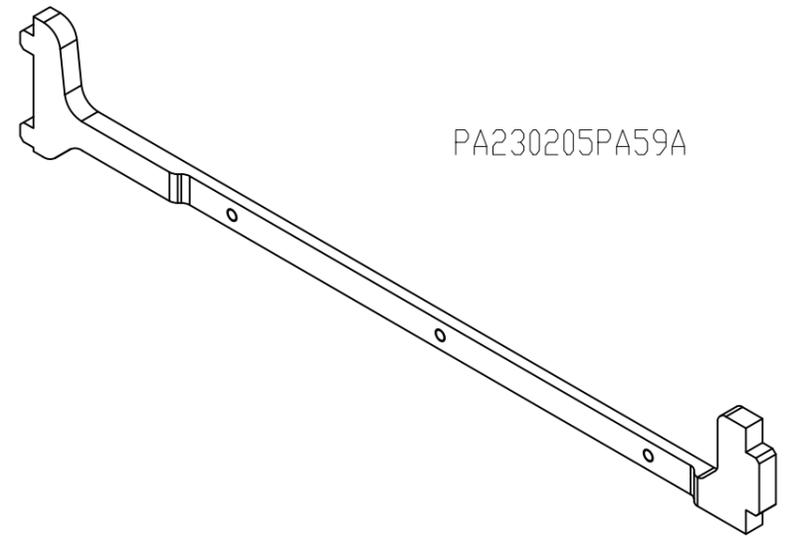
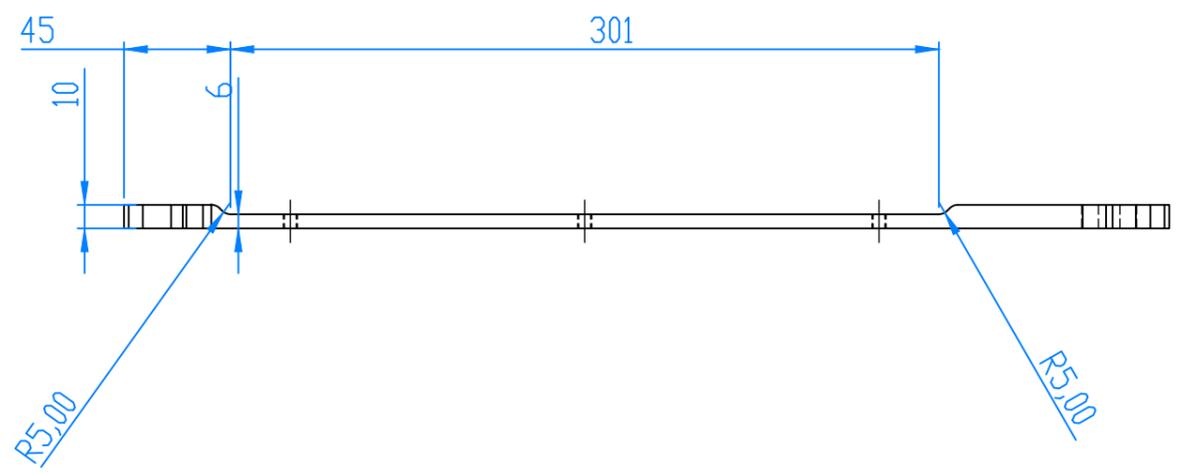
Chapa
desplegada 10 mm



MECANIZADO



PA230205PA59C

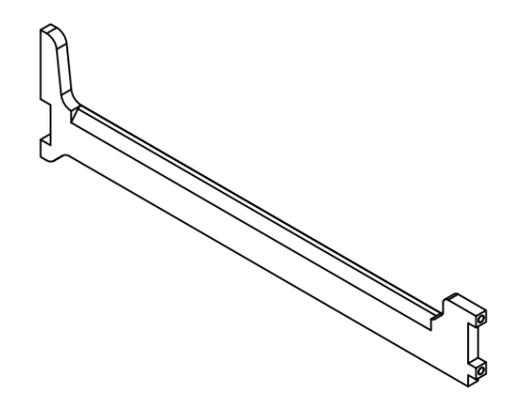
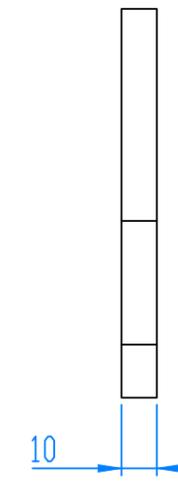
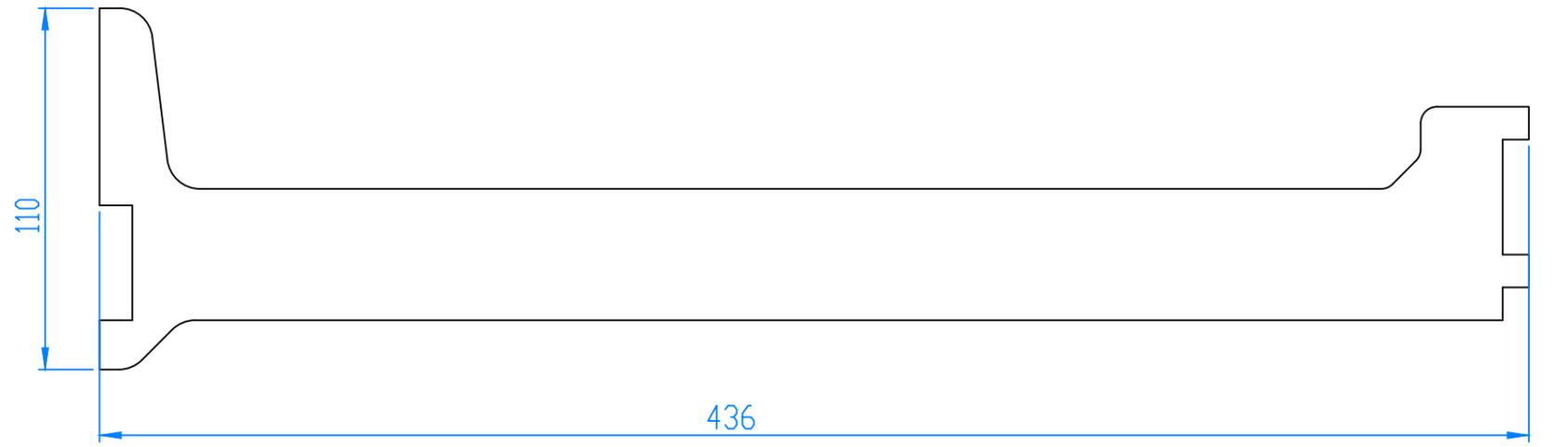


PA230205PA59A

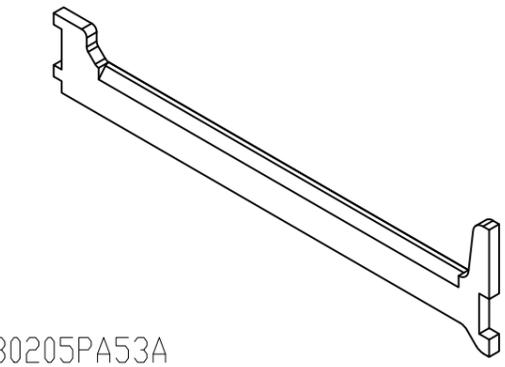
Marca:

9

Chapa AISI 304
desplegada 10 mm

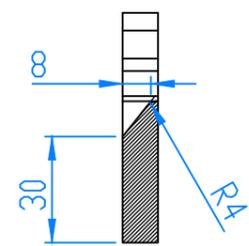


PA230205PA53C

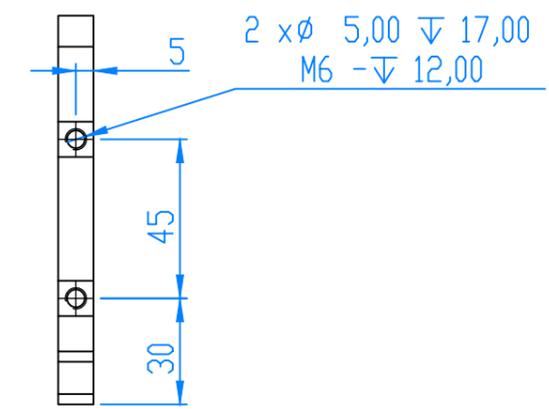
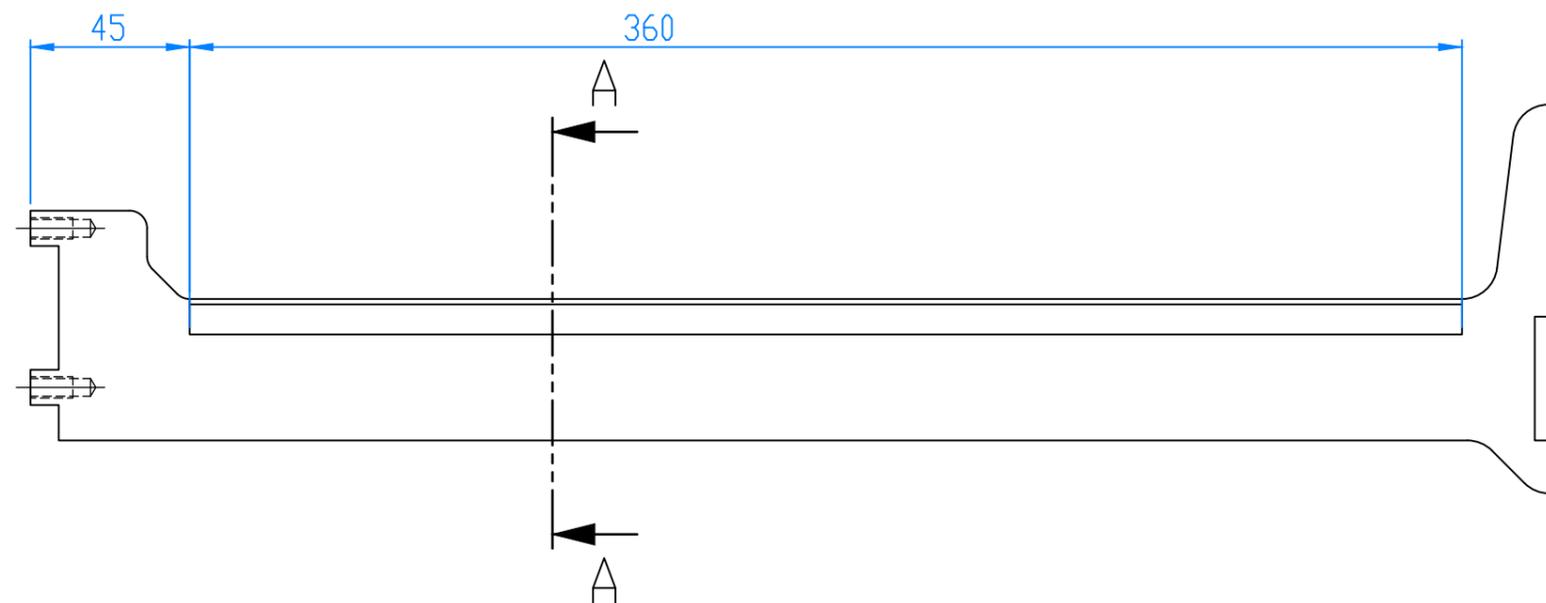


PA230205PA53A

MECANIZADO



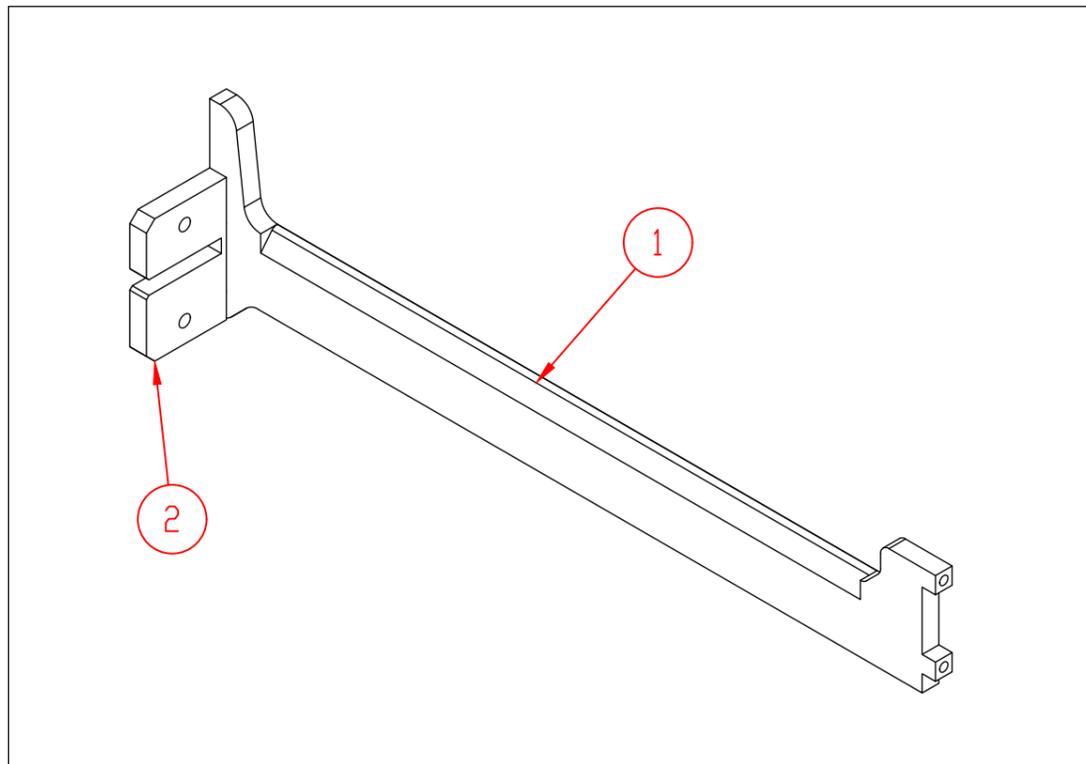
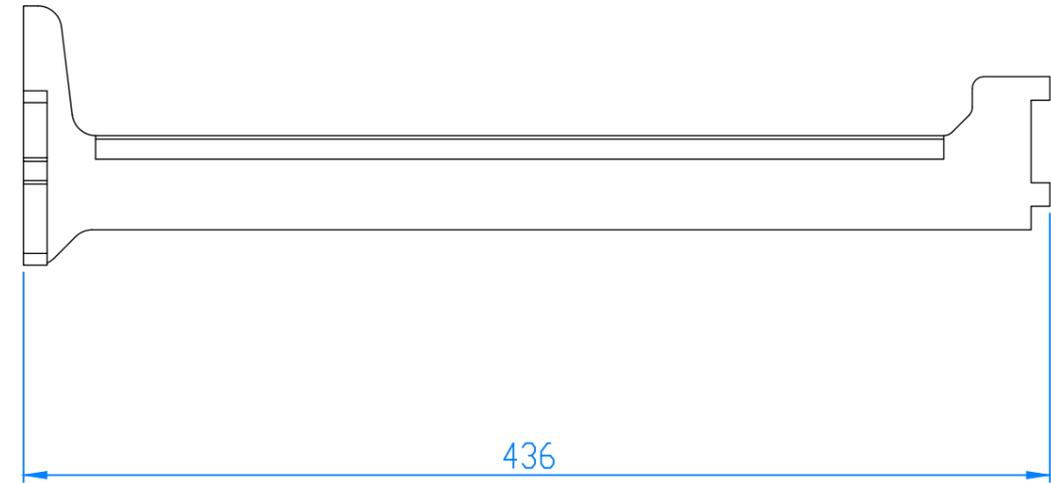
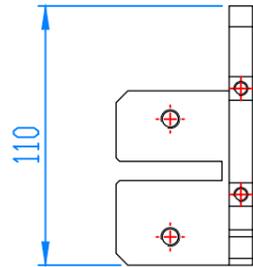
SECCIÓN A-A



1+ SIMETRICA

Marca:

1



Marca:

2

| MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|-----------------------------------|-------|
| 1 | PA230205PA53C | LOW LATERAL LIFTER PLATE SYMETRIC | 1 |
| 2 | PA230205PA54A | FIXATION ADJUSTABLE PLATE | 1 |

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR**

Plano: **REAR SIDE LIFTER TROLLEY RH**

Fecha: **Junio 2024**

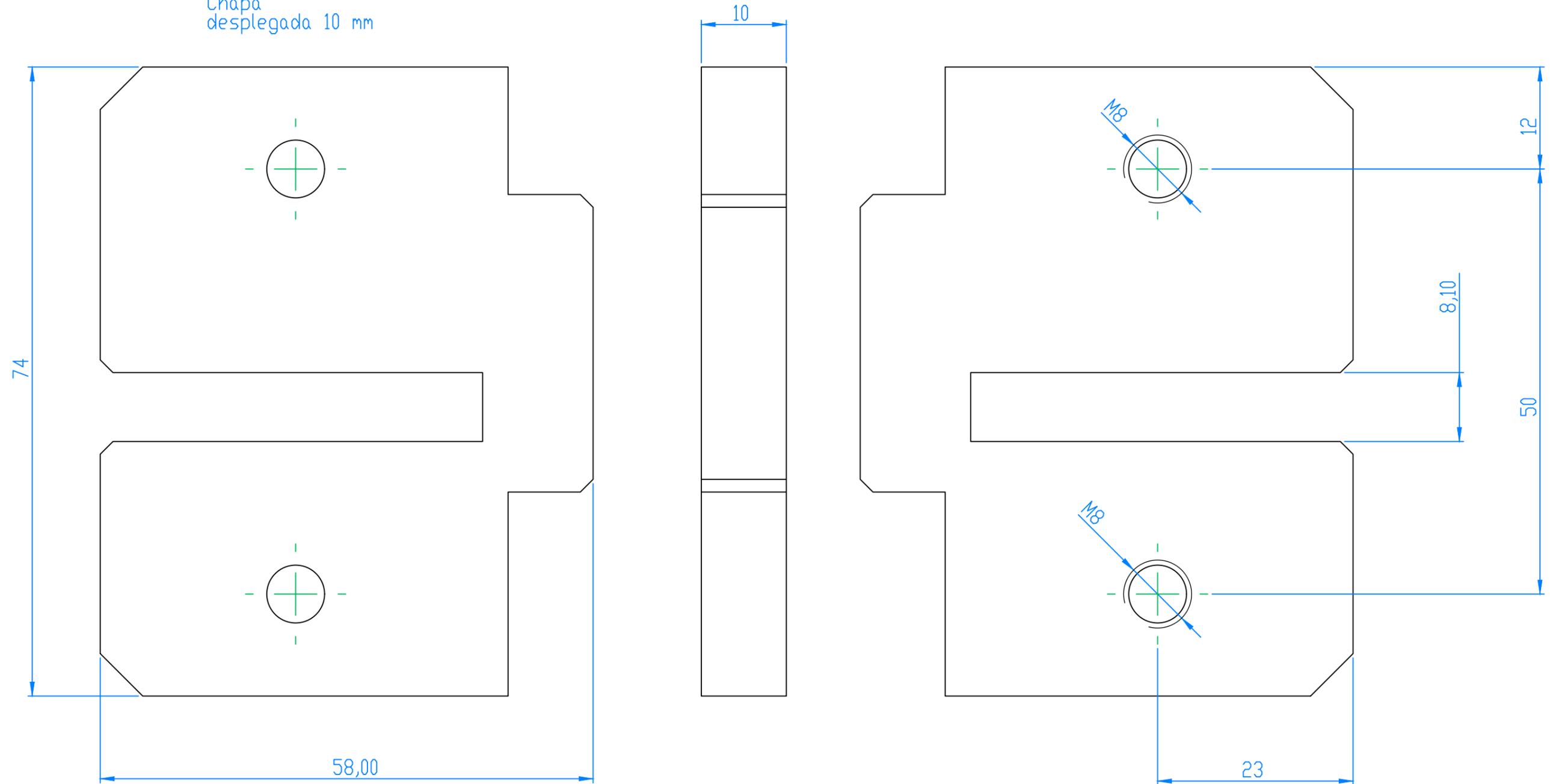
Nº Plano:

Autor: **Roberto Taberner Moncholí**

Escala: **1:3**

29

Chapa
desplegada 10 mm



Marca:

2

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL
PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR

Plano: FIXATION ADJUSTABLE PLATE

Autor:
Roberto Taberner Moncholí

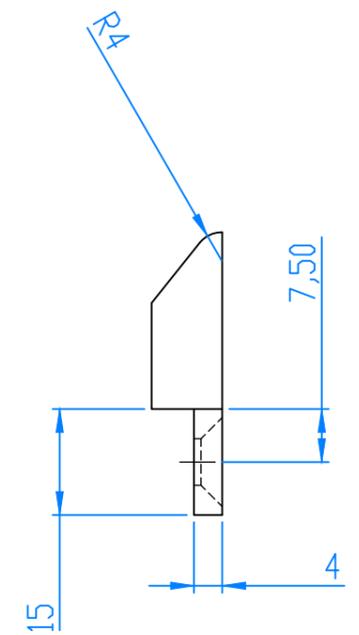
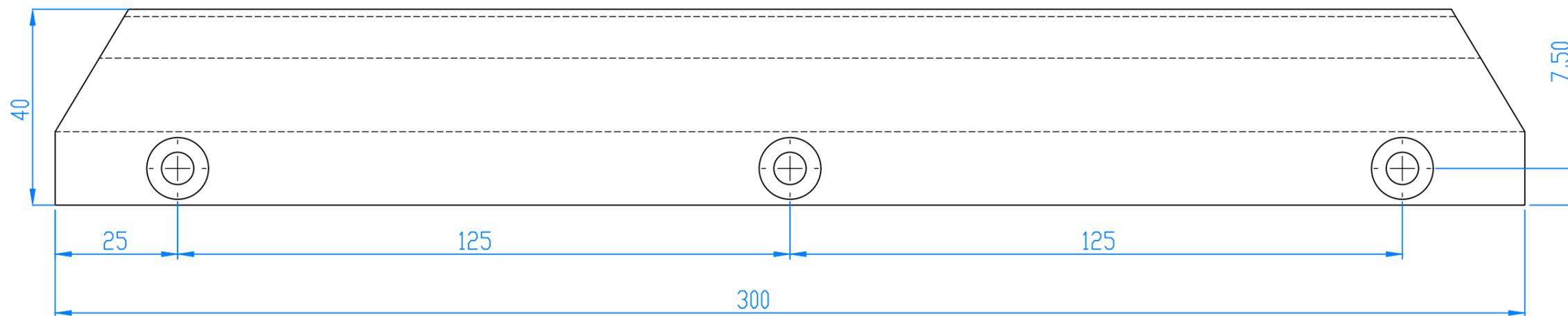
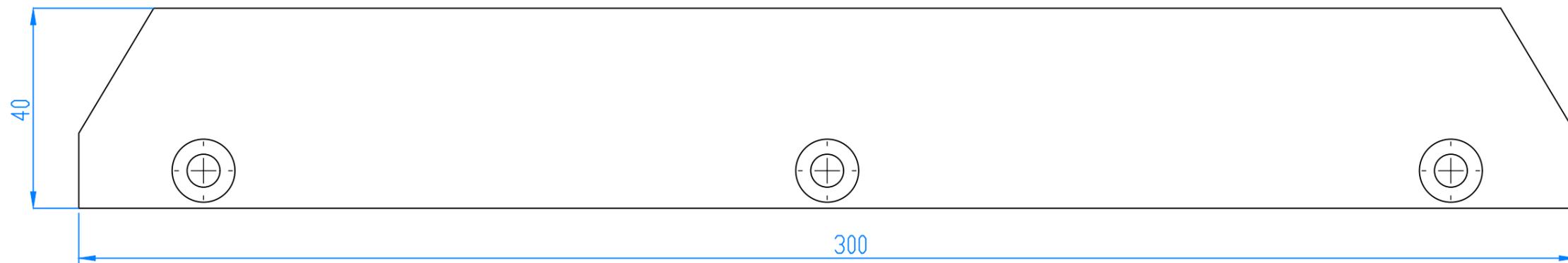
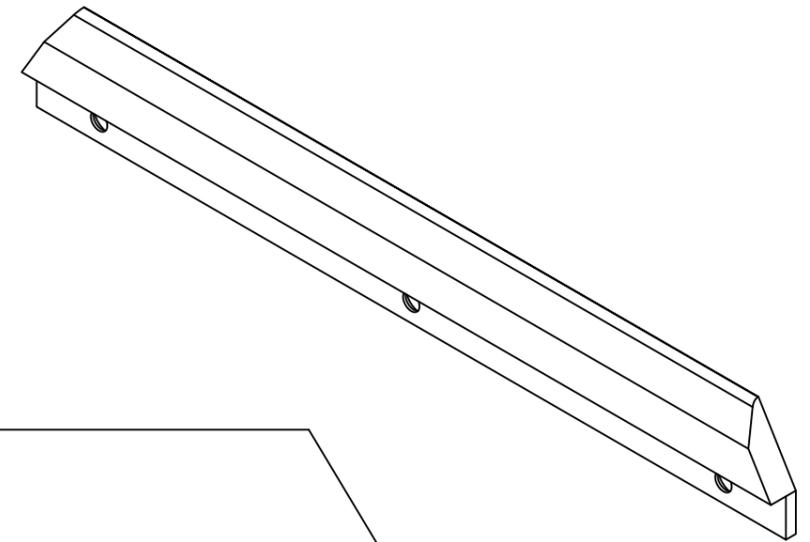
Fecha:
Junio 2024

Escala:
2:1

Nº Plano:

30

Chapa
desplegada 10 mm



Marca:

11

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL
PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR

Plano: REAR STOPPER PLATE

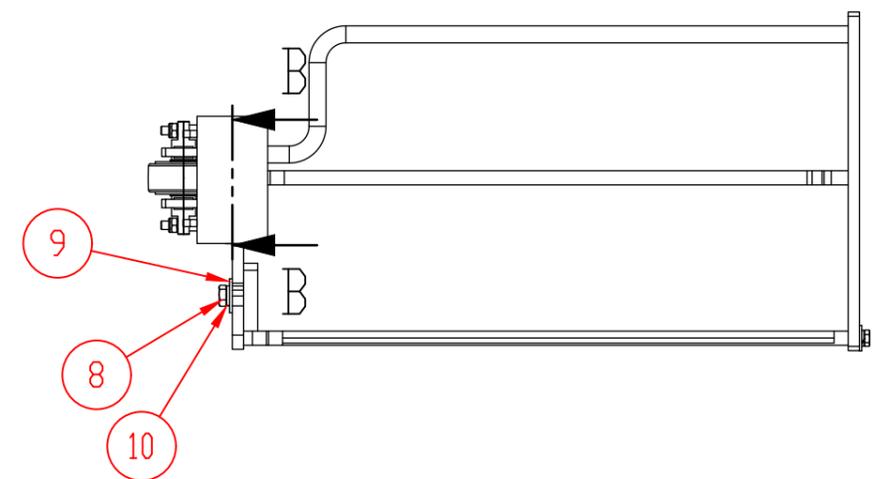
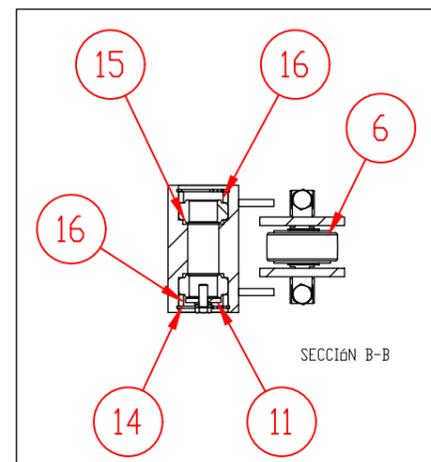
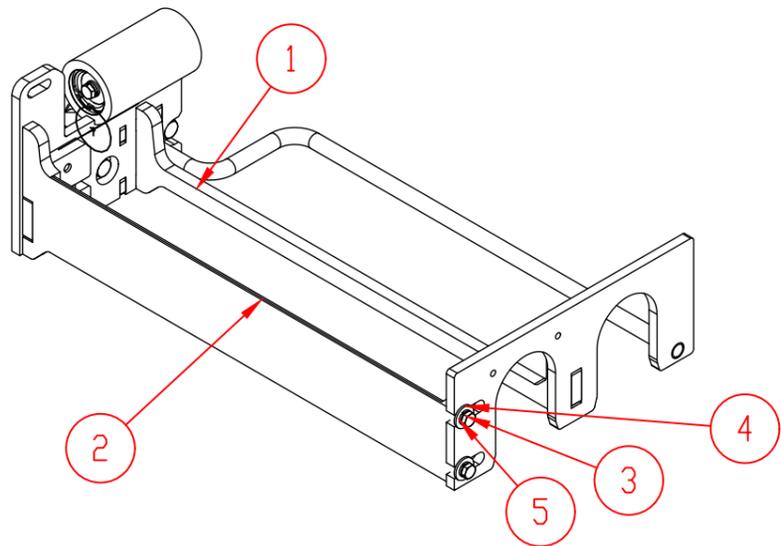
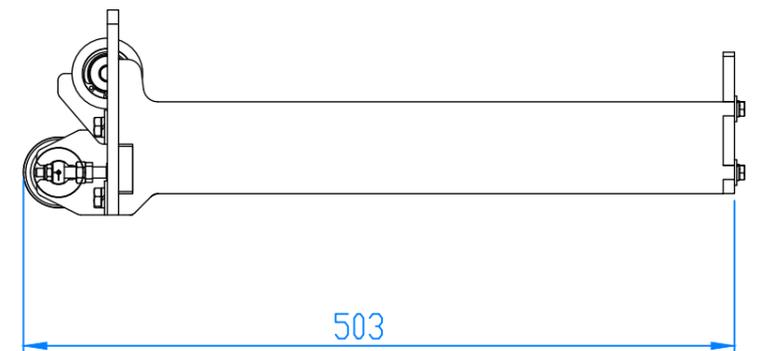
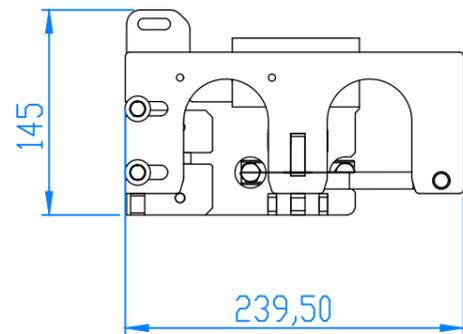
Autor:
Roberto Taberner Moncholí

Fecha:
Junio 2024

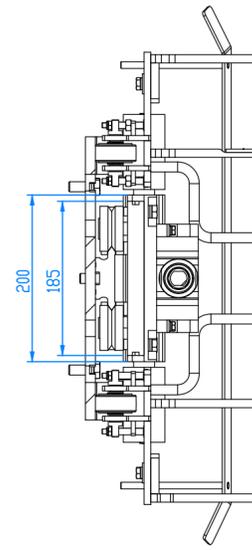
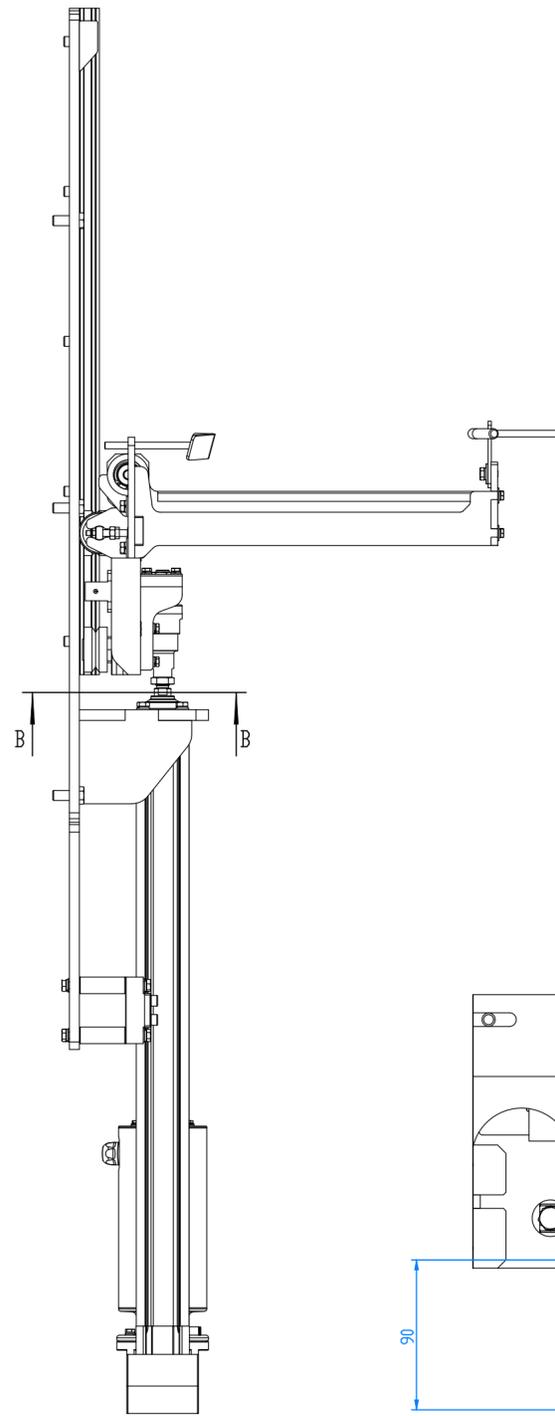
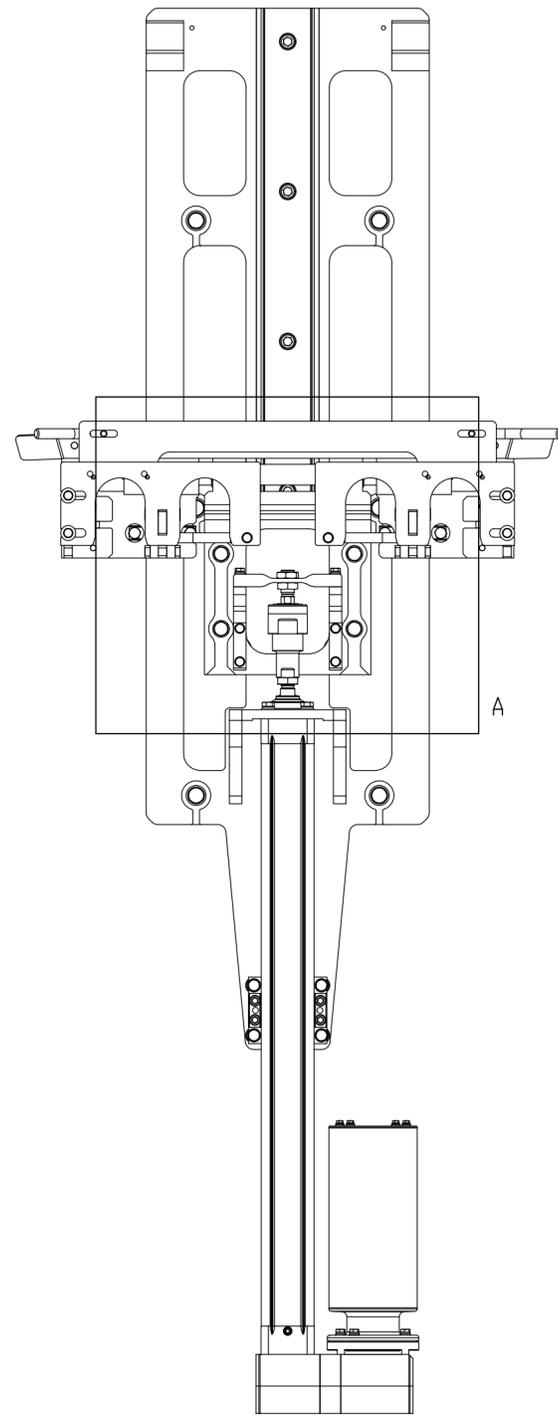
Escala:
1:1

Nº Plano:

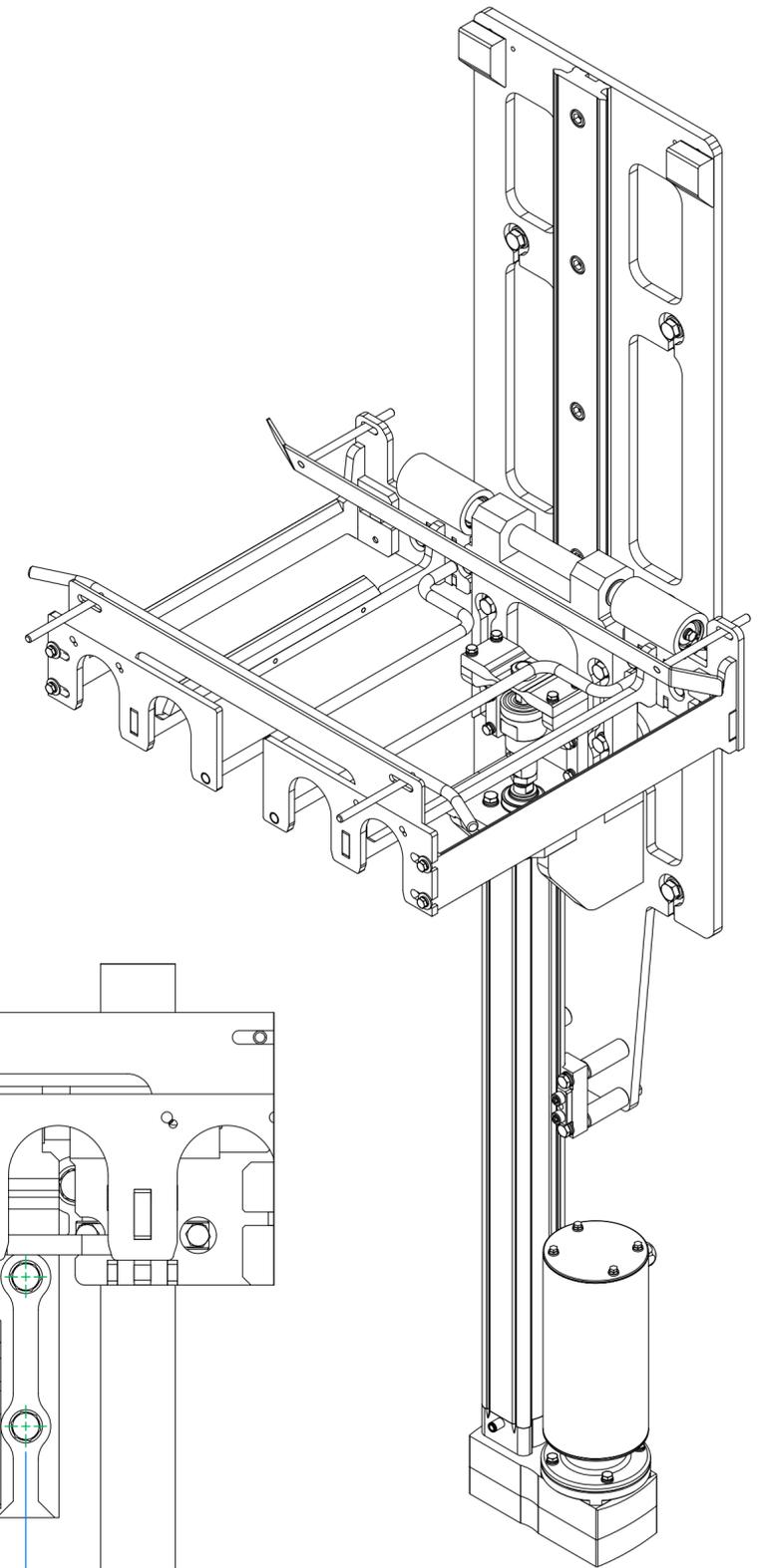
31



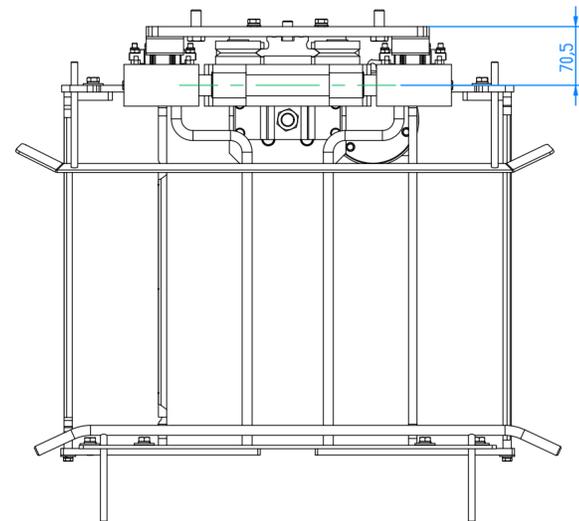
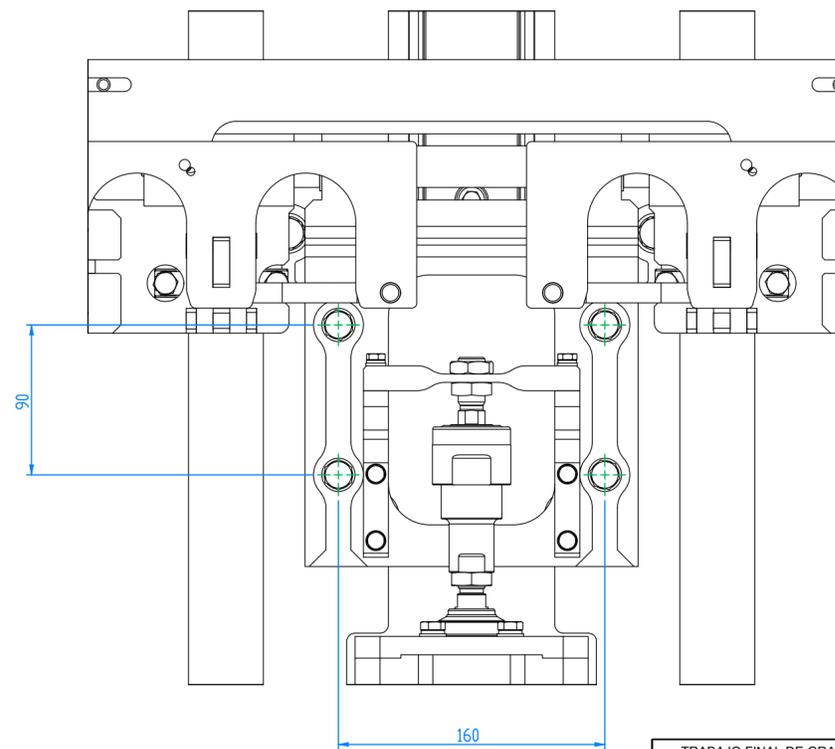
| MARCA | Código | Descripción | CANT. | MARCA | Código | Descripción | CANT. |
|-------|---------------|---|-------|-------|---------------|--|-------|
| 1 | RK230205EA62A | RH OUTER LIFTER TROLLEY SIDE | 1 | 9 | BCPL2402008A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D24 E2.0 M8 | 2 |
| 2 | RK230205EA60A | FRONTAL STOPPER ADJUSTABLE RH | 1 | 10 | BCGR1272008A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2 M8 | 2 |
| 3 | BE093306020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x20 | 2 | 11 | PD230205P114A | END CAP | 1 |
| 4 | BCPL1801606A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D18 E1.6 M6 | 2 | 12 | BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 1 |
| 5 | BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 3 | 13 | BE093306016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x16 | 1 |
| 6 | RZ230205E149A | WHEEL ASY | 1 | 14 | BBI0472A23515 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN472 INTERIOR A2 D35 E1.50 | 2 |
| 7 | BF09340806NA2 | TUERCA NORMAL DIN934 HEXAGONAL A2 ALTURA 6 M8 | 2 | 15 | FJD122401INDX | ROD END FREE MANTINANACE | 2 |
| 8 | BE093308020A2 | TORNILLO DIN933 HEXAGONAL A2 M8X20 | 2 | 16 | LC230205P127A | TURNING SPACER | 2 |



SECCIÓN B-B



DETALLE A
ESCALA 1 : 3



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto:
**DESARROLLO DEL PROTOTIPO VIRTUAL
PARAMETRIZADO DE UN ELEVADOR**

Fecha:
Junio 2024

Escala:
1/6

Plano:
**ENSAMBLAJE ELEVADOR CON
CARRETILLA ELEVADORA**

Nº Plano:

Roberto Taberner Moncholí
Autor proyecto

PRESUPUESTO Y BIBLIOGRAFÍA

ROBERTO TABERNER MONCHOLÍ

GRADO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 7. PRESUPUESTO | 71 |
| 7.1 PRECIOS DESCOMPUESTOS | 71 |
| 7.1.1 COMPONENTES NORMALIZADOS | 72 |
| 7.1.2 COMPONENTES MECANIZADOS..... | 74 |
| 7.1.3 COMPONENTES COMERCIALES | 76 |
| 7.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | 77 |
| 7.3 PRESUPUESTO CONTRATA | 77 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 78 |

7. PRESUPUESTO

A continuación, se detallará el coste total de fabricación del elevador diseñado en este proyecto. Para mayor detalle, se ha diferenciado entre los elementos que componen la estructura principal del elevador y los que forma parte de la carretilla elevadora.

Dentro de estos dos grandes bloques, también se pueden distinguir los componentes según si son normalizados, piezas diseñadas y fabricadas en DCM y elementos comerciales.

Al final del documento se muestran dos cuadros descompuestos que resumen el presupuesto de ejecución del material y el coste total de dicho proyecto.

7.1 PRECIOS DESCOMPUESTOS

En este apartado se encuentra el resumen de precios por unidad y el total dependiendo de las cantidades necesarias de cada elemento. Se pueden distinguir tres grandes grupos:

7.1.1 COMPONENTES NORMALIZADOS

| ESTRUCTURA ELEVADOR | | | | | |
|---------------------|---|-------|----|-----------|--------|
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT. | UD | PRECIO/UD | COSTE |
| BF04391608NA2 | Tuerca normal Din 439 hexagonal A2 altura 8 M16 | 1 | UD | 0,40 € | 0,40 € |
| BCGR1272612A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2.6 M12 | 6 | UD | 0,01 € | 0,08 € |
| BCPL1252512A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN125 E2.5 M12 | 6 | UD | 0,02 € | 0,13 € |
| BE093312030A2 | TORNILLO DIN933 HEXAGONAL A2 M12X30 | 6 | UD | 0,16 € | 0,93 € |
| BE091212030A2 | Tornillo Din912 Allen A2 M12x30 | 5 | UD | 0,37 € | 1,85 € |
| BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 14 | UD | 0,00 € | 0,05 € |
| BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 14 | UD | 0,01 € | 0,10 € |
| BE093306016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x16 | 2 | UD | 0,10 € | 0,20 € |
| BCGR1272210A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2.2 M10 | 4 | UD | 0,06 € | 0,24 € |
| BCPL1252010A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN125 e2 M10 | 4 | UD | 0,01 € | 0,05 € |
| BE093310020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M10x20 | 4 | UD | 0,12 € | 0,48 € |
| BBE0471A22510 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN471 EXTERIOR A2 D25 E1 | 2 | UD | 0,16 € | 0,32 € |
| BE093306025A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x25 | 8 | UD | 0,27 € | 2,16 € |
| BLA4DIN7M6X18 | PASADOR INOX DIN 7 A4 6X18 | 8 | UD | 0,08 € | 0,60 € |
| BCGR1272008A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2 M8 | 12 | UD | 0,05 € | 0,60 € |
| BCPL1252008A2 | Arandela plana A2 Din 125 e2 M8 | 12 | UD | 0,02 € | 0,24 € |
| BE093308040A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x40 | 4 | UD | 0,38 € | 1,52 € |
| BE093308030A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x30 | 8 | UD | 0,31 € | 2,48 € |
| BE093306020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x20 | 4 | UD | 0,24 € | 0,96 € |
| BE091205012A2 | Tornillo Din912 Allen A2 M5x12 | 4 | UD | 0,37 € | 1,48 € |

TOTAL: 14,88 €

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| CARRETILLA ELEVADORA | | | | | |
|----------------------|---|---------|----|-----------|----------|
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT. | UD | PRECIO/UD | COSTE |
| KFB00H9304050 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D50 | 180 | mm | 0,21 € | 37,80 € |
| KFB00H9304012 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D12 | 1683,09 | mm | 0,09 € | 151,48 € |
| KFB00H9304035 | REDONDO INOX H9 AISI 304 D35 | 24 | mm | 0,18 € | 4,32 € |
| BG000975A2M08 | VARILLA INOX ROSCADA DIN 975 A2 M8 | 471,06 | mm | 0,10 € | 47,11 € |
| BCGR1271606A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e1.6 M6 | 2 | UD | 0,00 € | 0,01 € |
| BCPL1252006A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN 125 e2 M6 | 2 | UD | 0,01 € | 0,01 € |
| BE093306016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M6x16 | 2 | UD | 0,10 € | 0,20 € |
| BCGR1272210A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2.2 M10 | 4 | UD | 0,06 € | 0,24 € |
| BCPL1252010A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN125 e2 M10 | 4 | UD | 0,01 € | 0,05 € |
| BE093310020A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M10x20 | 4 | UD | 0,16 € | 0,64 € |
| BBE0471A22510 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN471 EXTERIOR A2 D25 E1 | 2 | UD | 0,02 € | 0,04 € |
| BCPL2402008A2 | ARANDELA PLANA A2 DIN9021 D24 E2.0 M8 | 4 | UD | 0,02 € | 0,08 € |
| BCGR1272008A2 | ARANDELA GROVER A2 DIN 127 e2 M8 | 4 | UD | 0,05 € | 0,20 € |
| BE093308016A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x16 | 4 | UD | 0,20 € | 0,80 € |
| BBI0472A23515 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN472 INTERIOR A2 D35 E1.50 | 4 | UD | 0,13 € | 0,52 € |
| BF09850606AA2 | Tuerca autoblocante Din985 hexagonal A2 altura 6 M6 | 4 | UD | 0,60 € | 2,40 € |
| BE093308050A2 | Tornillo Din933 hexagonal A2 M8x50 | 4 | UD | 0,42 € | 1,68 € |
| BBE0471A21710 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN471 EXTERIOR A2 D17 E1 | 8 | UD | 0,28 € | 2,24 € |
| BBI04723212A2 | ANILLO ELASTICO SEGER DIN 472 INTERIOR A2 D35 E1.5 | 2 | UD | 0,36 € | 0,72 € |

TOTAL: 250,54 €

7.1.2 COMPONENTES MECANIZADOS

| ESTRUCTRA ELEVADOR | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|-------|----|-----------|----------|
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT. | UD | PRECIO/UD | COSTE |
| LT230205P121A | LIFTER PLATE MACHINED | 1 | UD | 67,40 € | 67,40 € |
| PA230205P104A | LIFTER PLATE | 1 | UD | 160,84 € | 160,84 € |
| LT230205P113A | EC SUPPORT | 1 | UD | 38,60 € | 38,60 € |
| PA230205P105A | EC PLATE | 1 | UD | 15,19 € | 15,19 € |
| PE230205P102A | EC REINFORCEMENT | 2 | UD | 9,18 € | 18,36 € |
| PB230205P110A | FORKLIFT SPACER | 8 | UD | 0,19 € | 1,52 € |
| PB230205P109A | FORKLIFT SPACER | 4 | UD | 0,18 € | 0,72 € |
| LT230205P117A | TROLLEY SUPPORT | 1 | UD | 325,00 € | 325,00 € |
| LD230205P122A | FORKLIFT SHAFT | 1 | UD | 68,70 € | 68,70 € |
| PD230205P114A | END CAP | 2 | UD | 0,32 € | 0,64 € |
| LT230205P119A | PLATE SUPPORT | 1 | UD | 48,60 € | 48,60 € |
| LT230205P120A | REINFORCEMENT PLATE | 2 | UD | 34,50 € | 69,00 € |
| LA230205P121A | ELECTRICAL CYLINDER SERVO FLANGE | 1 | UD | 57,20 € | 57,20 € |
| LQ230205P111A | TROLLEY ROTATION GUIDE | 2 | UD | 14,60 € | 29,20 € |
| LR230205P115A | EAHF BUSH | 4 | UD | 4,87 € | 19,48 € |

TOTAL: 920,45 €

Desarrollo del prototipo virtual parametrizado de un elevador RZ230205E141A LIFTER ASY.
Simulación dinámica y análisis mediante elementos finitos

| CARRETILLA ELEVADORA | | | | | |
|----------------------|---------------------------------------|-------|----|-----------|----------|
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT. | UD | PRECIO/UD | COSTE |
| FJD122401INOX | ROD END FREE MANTINANACE | 4 | UD | 18,76 € | 75,04 € |
| FJXSKF60032RS | RODAMIENTO INOX SKF W 6003-2RS1-PV311 | 2 | UD | 14,80 € | 29,60 € |
| KGBH9PE500050 | REDONDO PLASTICO PE500 D50 | 40 | UD | 0,50 € | 20,00 € |
| PB230205P110A | FORKLIFT SPACER | 8 | UD | 0,19 € | 1,52 € |
| PB230205P109A | FORKLIFT SPACER | 4 | UD | 0,20 € | 0,80 € |
| PA230205P749A | TROLLEY PLATE | 1 | UD | 0,15 € | 0,15 € |
| PA230205PC01A | FIXATION PLATE | 2 | UD | 24,20 € | 48,40 € |
| PB230205P702A | WHEEL SUPPORT | 4 | UD | 39,60 € | 158,40 € |
| PG230205P102A | BOLT ATTACHMENT | 4 | UD | 7,89 € | 31,56 € |
| PE230205P105A | TROLEY REINFORCEMENT | 4 | UD | 5,67 € | 22,68 € |
| PA230205PC03A | LATERAL LIFTER PLATE | 1 | UD | 8,88 € | 8,88 € |
| PA230205P750A | LATERAL LIFTER PLATE | 2 | UD | 8,88 € | 17,76 € |
| PS230205P602A | BALL COVER | 4 | UD | 3,75 € | 15,00 € |
| PA230205PC06A | TROLLEY PLATE | 1 | UD | 7,13 € | 7,13 € |
| PA230205PC04A | HIGH LATERAL LIFTER PLATE | 1 | UD | 6,12 € | 6,12 € |
| PB230205P701A | FRONTAL PLATE VERTICAL TROLLEY | 1 | UD | 5,50 € | 5,50 € |
| PH230205P701A | LATERAL BOX PLATE GUIDE | 1 | UD | 8,96 € | 8,96 € |
| LA230205P113A | MACHINED BOLT | 4 | UD | 0,95 € | 3,80 € |
| LA230205P604A | WHEEL | 2 | UD | 3,72 € | 7,44 € |
| LC230205P126A | TURNING BUSH | 2 | UD | 2,80 € | 5,60 € |
| LR230205P702A | LIFTER BAR | 2 | UD | 12,65 € | 25,30 € |
| LD230205P605A | WHEEL SHAFT | 2 | UD | 3,33 € | 6,66 € |
| LC230205P127A | TURNING SPACER | 4 | UD | 2,80 € | 11,20 € |
| LA230205P727A | INNER GUIDE BAR | 1 | UD | 1,88 € | 1,88 € |
| LA230205P729A | THREADED BAR M8 | 2 | UD | 3,16 € | 6,32 € |
| LA230205P728A | THREADED BAR M8 | 2 | UD | 3,16 € | 6,32 € |

TOTAL: 532,02 €

7.1.3 COMPONENTES COMERCIALES

| ESTRUCTRA ELEVADOR | | | | | |
|--------------------|--|-------|----|------------|------------|
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT. | UD | PRECIO/UD | COSTE |
| HASSNL76L0800 | GUIA ESPACIADORA HEPKO SL2 GUIA ESPACIADOR 76 DE 800 MM C40 D40 REF SSNL76L800 | 1 | UD | 614,29 € | 614,29 € |
| HAAUSSL76200L | CARRO HEPKO SL2 LARGE CARRIAGE PLATE ASSY REF. AUSSL76200LBNS | 1 | UD | 500,29 € | 500,29 € |
| DBESBFBS50600 | CILINDRO ACCIONAMIENTO ELECTRICO FESTO ESBF-BS-50-600-5P-S1-R3-F1 CARRERA 600MM REF.8022601 | 1 | UD | 897,29 € | 897,29 € |
| DBEAMMU86D508 | CONJUNTO PARALELO FESTO PARA ACTUADORES ELECTRICOS EAMM-U-86-D50-80P-102-S1 REF. 2803073 | 1 | UD | 499,05 € | 499,05 € |
| DN0CRFKM16X15 | ROTULA FESTO CRFK-M16 X 1.5 REF. 2490673 | 1 | UD | 56,74 € | 56,74 € |
| DBEAHFV25063P | NEU FES FIJACION CILINDRO EAHF-V2-50/63-P REF.1547781 | 1 | UD | 127,07 € | 127,07 € |
| DBNPQR8085660 | RACOR FESTO NPQR-DK-M7-Q6 REF. 8085660 | 1 | UD | 8,83 € | 8,83 € |
| CC1FS21046AFC | SERVOMOTOR SINCRONO S-1FS2 3,1Nm Pn=0.8kW 380-480v FRENO ENC ABS L1.5M REF.1FS2104-6AF17-1MZ0 Q1C | 1 | UD | 1.583,74 € | 1.583,74 € |
| CC6FX50028QN0 | CABLE CONFECCIONADO 4G 0,75 + 2 x 0,5 + 4 x 0,2 C Conector SPEED-CONNECT M17 L15M 6FX5002-8QN08-1BC0 | 15 | m | 14,16 € | 212,45 € |
| CCS6SL32105HE | MODULO DE POTENCIA SINAMICS S210, 0.75KW 3AC 200-480 TAM A REF. 6SL3210-5HE10-8UF0 | 1 | UD | 668,23 € | 668,23 € |
| CCHT55CLG200M | MAQ SENSOR FOTOCELULA LEUZE HT55C/LG-200-M12 REF. 50148203 | 2 | UD | 78,43 € | 156,86 € |
| CCJ0000EVT001 | CAM CAB IFM M12 RECTO HEMBRA 4P 5MTRS REF. EVT001 | 2 | UD | 6,30 € | 12,60 € |
| | MATERIAL ELÉCTRICO variado | 1 | UD | 400,00 € | 400,00 € |

TOTAL: 5.737,44 €

7.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

| ELEMENTOS | CANT. | UD | PRECIO/UD | COSTE |
|---|-------|----|-----------|------------|
| COMPONENTES NORMALIZADOS CARRETLA | - | - | - | 250,54 € |
| COMPONENTES MECANIZADOS CARRETLA | - | - | - | 532,02 € |
| COMPONENTES NORMALIZADOS ELEVADOR | - | - | - | 14,88 € |
| COMPONENTES MECANIZADOS ELEVADOR | - | - | - | 920,45 € |
| COMPONENTES COMERCIALES | - | - | - | 5.737,44 € |
| INGENIERIA (100 HORAS) | 100 | h | 31,00 € | 3.100,00 € |
| LIFTER ASY (FABRICAR: MECANIZAR Y MONTAR) | 50 | h | 27,00 € | 1.350,00 € |
| PROGRAMACIÓN | 20 | UD | 32,00 € | 640,00 € |
| CONECTAR | 10 | UD | 32,00 € | 320,00 € |

TOTAL: 12.865,33 €

7.3 PRESUPUESTO CONTRATA

| - | COSTE |
|-----------------------------------|-------------|
| Presupuesto de Ejecución Material | 12.865,33 € |
| Gastos generales (10%) | 1.286,53 € |
| Beneficio industrial(30%) | 3.859,60 € |
| Presupuesto de contrata | 18.011,46 € |

| - | COSTE |
|-------------------------|-------------|
| Presupuesto de contrata | 18.011,46 € |
| IVA (21%) | 3.782,41 € |
| Precio de venta | 21.793,86 € |

Por tanto, se observa que el precio final de venta del conjunto del elevador LIFTER ASY es de VEINTIÚN MIL SETECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

8. BIBLIOGRAFÍA

DCM Automatizada. (s.f.). *Empresa*. Recuperado de <http://dcmautomatizada.com/es/empresa>

Golden State Foods. (s.f.). *Our History*. Recuperado de <https://www.goldenstatefoods.com/our-history>

Interroll. (s.f.). *De una sola mano Interroll*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/6178643/de-una-sola-mano-interroll>

Intralox. (s.f.). *Food-Safe Belting*. Recuperado de <https://www.intralox.com/es/products/modular-plastic-belting/food-safe-belting#cards>

HepcoMotion. (s.f.). *Guías Lineales en V*. Recuperado de <https://www.hepcotion.com/es/producto/guias-lineales/gv3-guias-lineales-en-v/>

Festo. (s.f.). *Conjunto Paralelo Festo para Actuadores Eléctricos EAMM-U-86-D50-80P-102-S1 Ref. 2803073*. Recuperado de <https://www.festo.com/es/es/a/2803073/?q=CONJUNTO+PARALELO+FESTO+PARA+ACTUADORES+ELECTRICOS+EAMM-U-86-D50-80P-102-S1+REF.+2803073%7E%3AfestoSortOrderScored>

Festo. (s.f.). *Rótula Festo CRFK-M16X1.5 Ref. 2490673*. Recuperado de <https://www.festo.com/es/es/a/2490673/?q=ROTULA+FESTO+CRFK-M16+X+1.5+REF.+2490673%7E%3AfestoSortOrderScored>

Europe S.A. (2021). *Ficha Técnica Acero Inox 304/304L*. Recuperado de <https://europer.cl/wp-content/uploads/2021/11/FICHAS-TECNICA-ACERO-INOX.304-304L.pdf>

Apuntes de Tecnología de materiales (GITI UPV)

Apuntes de Métodos Matemáticos (GITI UPV)

Legislación y normativa:

Reglamento (CE) n° 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE (DOUE núm. 338, de 13 de noviembre de 2004).

Reglamento (CE) n° 2023/2006 de la Comisión, de 22 de diciembre de 2006, sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos (DOUE núm. 384, de 29 de diciembre de 2006).

Reglamento (UE) n° 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos (DOUE núm. 12, de 15 de enero de 2011).

Real Decreto 1801/2008, de 3 de noviembre, por el que se establecen normas relativas a las cantidades nominales para productos envasados y al control de su contenido efectivo (BOE núm. 266, de 4 de noviembre de 2008).

Real Decreto 847/2011, de 17 de junio, por el que se establece la lista positiva de sustancias permitidas para la fabricación de materiales poliméricos destinados a entrar en contacto con los alimentos (BOE núm. 164, de 11 de julio de 2011).

Normativa UNE-EN 10088-1:2014.