



Mecanización del proceso productivo de floreros de acero inoxidable

**Agustín Manuel Kuriguer
Agustín Gabriel Martín**

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
2024

Mecanización del proceso productivo de floreros de acero inoxidable

Agustín Manuel Kuriguer

Agustín Gabriel Martín

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al
título de:
Ingeniero/a Mecánico/a

Director/a:

Ing. Pedro Sismondi – Ing. Guillermo Rodríguez – Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
2024

Agradecimientos

A nuestras familias, por el apoyo incondicional e ininterrumpido durante toda la trayectoria académica y a la FCEIA por darnos la posibilidad de aprender tantas cosas y por nutrirnos de relaciones humanas excelentes.

Resumen

El proyecto consistió en el diseño y desarrollo de una serie de máquinas específicas (prensa, roladora, cinta transportadora y soldadora) para mejorar el proceso productivo de floreros de acero inoxidable. Estas máquinas fueron diseñadas para automatizar y optimizar diversas etapas del proceso, desde el corte y conformado de la chapa hasta la soldadura.

Se analizó la problemática que es la falta de repetitividad, productividad y seguridad en el proceso productivo de los floreros. Se intentó buscar diferentes conceptos de soluciones, se evaluaron los diferentes conceptos y se realizó una ingeniería más definida de la propuesta conceptual elegida.

En este proceso, la vinculación con la ingeniería mecánica va desde el análisis de las causas de los problemas hasta la parte más técnica de diseño de maquinaria.

El resultado final fue un aumento en la productividad de aproximadamente el 1000%. Por el lado de la seguridad, la intervención de los operarios fue reducida casi totalmente y por el lado de la calidad y repetitividad, se estandarizaron todos los procesos y se redujo al mínimo la variabilidad en el producto.

Palabras clave: Ingeniería de manufactura, Seguridad industrial, Conformado de metales, Elastoformado, Rolado.

Abstract

The project consisted of the design and development of a series of specific machines (press, roller, conveyor belt, and welder) to improve the production process of stainless steel vases. These machines were designed to automate and optimize various stages of the process, from cutting and shaping the sheet metal to welding.

The problem of lack of repeatability, productivity, and safety in the production process of vases was analyzed. Different concepts of solutions were attempted, the different concepts were evaluated, and a more defined engineering of the chosen conceptual proposal was carried out.

In this process, the link with mechanical engineering ranges from the analysis of the causes of the problems to the more technical part of machinery design.

The final result was an increase in productivity of approximately 1000%. On the safety side, the intervention of the operators was almost completely reduced, and on the quality and repeatability side, all processes were standardized, and product variability was minimized.

Keywords: Manufacturing engineering, Industrial safety, Metal forming, Elastoforming, Rolling.

Contenido

Agradecimientos	III
Resumen.....	IV
Abstract	V
Contenido	VI
1. Introducción	1
2. Análisis de la problemática	3
2.1 Variables importantes.....	4
2.2 Descripción de la situación actual	5
3. Objetivos y propósitos	17
3.1 Propuestas de solución	19
3.1.1 Modernización del proceso actual.....	21
3.1.2 Proceso continuo.....	22
3.1.3 Fabricación por embutido	22
3.1.4 Utilización de tubo estándar y colocación de tapa por deformación	22
3.2 Selección de propuesta global	22
3.3 Propuesta de solución.....	23
4. Desarrollo técnico.....	25
4.1 Corte laser	26
4.2 Estampado.....	27
4.2.1 dimensionamiento del circuito hidráulico de la prensa de elastoformado	28
4.2.2 Selección de las mangueras para la conducción	32
4.2.3 Sincronización de movimientos de cilindros.....	34
4.3 Manipulador de piezas	35
4.3.1 Movimiento traslacional en altura (eje Z)	36
4.3.2 Movimiento traslacional transversal (eje Y).....	44
4.3.3 Movimiento traslacional longitudinal (eje X)	50
4.3.4 Toma de piezas	55
4.3.5 Extracción de piezas.....	59
4.3.6 Verificación estructural.....	60
▪ Soporte subconjunto manipulador	61
Estados de carga:	61
Resultados:	62
▪ Soporte conjunto manipulador	62
Estados de carga:	62
Resultados - Estado de carga 1:	63
Resultados - Estado de carga 2:	64
4.4 Cinta transportadora	65
4.4.1 Sistema de tensado.....	66
4.4.2 Encausado de la chapa	67
4.4.3 Cálculos del mando	68
4.5 Roladora	71

4.6	Soldadora.....	77
4.6.1	Depósito de la pieza	78
4.6.2	Avance y posicionamiento	78
4.6.3	Posicionamiento de la tapa.....	79
4.6.4	Contención	79
4.6.5	Soldadura	80
4.6.6	Retirada electrodo interior	80
4.6.7	Caída del florero	81
4.7	Layout general	82
4.8	Nuevo proceso de fabricación	85
4.9	Estudio productivo.....	92
5.	Conclusiones.....	98
6.	Bibliografía	103
7.	Anexo A	104
8.	Anexo B	108

1.Introducción

Importancia del Proyecto:

La mecanización del proceso productivo de floreros de acero inoxidable representa una mejora crucial para la PYME Bronces Del Cerro S.A.. La necesidad de este proyecto surge de las limitaciones inherentes a los métodos artesanales, los cuales, aunque valiosos por su tradición y habilidad, no pueden competir con las demandas de repetibilidad, calidad, productividad y seguridad que impone el mercado moderno. La automatización y mecanización permiten no solo aumentar la producción y mejorar la consistencia de los productos, sino también elevar los estándares de seguridad y condiciones laborales para los operarios, haciéndolos menos propensos a sufrir accidentes laborales y enfermedades ocupacionales.

Además, se presenta una gran dificultad en encontrar personas dispuestas a realizar este tipo de trabajos por lo alientante de los mismos, lo que genera pérdidas por mermas en la producción.

Por último, la diferencia que se pretende conseguir como objetivo, permitirá que la empresa pueda ampliar sus objetivos y comenzar a vender e insertar sus floreros a mayor escala aumentando así sus ingresos.

Origen del Proyecto

Los antecedentes teóricos y prácticos del proyecto se fundamentan en la evolución de la industria manufacturera, que ha transitado de procesos manuales a sistemas automatizados y mecanizados para satisfacer las exigencias del mercado global. En términos teóricos, el proyecto se apoya en principios de ingeniería de manufactura, y ergonomía, aplicados específicamente a la producción de floreros de acero inoxidable. Prácticamente, se observa una creciente tendencia en la industria hacia la adopción de tecnologías de mecanización y automatización para mejorar la eficiencia y calidad de los productos orientada con la demanda y la metodología de consumo de la sociedad. Estudios previos han demostrado que la integración de maquinaria avanzada no solo reduce los costos de producción a largo plazo, sino que también incrementa la competitividad de las empresas en el mercado internacional. Además el aumento en la

productividad y la disminución de la dependencia del personal, permite a la empresa trabajar de una manera mas eficiente y aumentar así su margen.

Objetivos del Proyecto

El proyecto se planteó con varios objetivos clave que son detallados mas adelante en este documento, pero a modo de síntesis podría decirse que lo que se busca es aumentar la productividad, la seguridad y la repetitividad del proceso siendo capaz de adaptarse al entorno de un taller mecánico tradicional.

Por otro lado, el análisis realizado tiene también como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas involucradas en el proceso, evitándoles la realización de trabajos repetitivos y estresantes, permitiéndoles avocarse a otro tipo de trabajos mas entretenidos y setisfactorio

Significado del Estudio

La solución propuesta no solo aborda la problemática específica de la producción de floreros de acero inoxidable, sino que también confronta un gran desafio que es el de la modernización de procesos en pequeñas y medianas empresas (PYMEs). La implementación de tecnologías de mecanización puede ser escalable y aplicable a otros productos y materiales, ampliando así el impacto del estudio. Además, la mejora en las condiciones de trabajo y la reducción de riesgos laborales contribuyen significativamente al bienestar de los operarios, promoviendo un entorno de trabajo más seguro y saludable.

En resumen, la mecanización del proceso productivo de floreros de acero inoxidable representa una solución integral que mejora la eficiencia, calidad, y seguridad en la manufactura, posicionando a las empresas en un nivel competitivo más alto.

2. Análisis de la problemática

La problemática surge, por un lado, a partir del intento de mejora de un producto y del aumento de la productividad general, y por otro, del intento de disminuir los riesgos y accidentes laborales durante la manufactura del producto. El producto en cuestión son floreros fabricados a partir de chapa de acero inoxidable con forma cilíndrica, de un diámetro aproximado de 60mm y un alto 150mm. Dichos floreros pueden ir estampados o ser lisos, y en caso de ser estampados, hay varios tipos de estampas según lo requiera el cliente. La fabricación en sí, se lleva a cabo de manera manual y artesanal, desde el corte de la plancha de chapa hasta el pulido final de los mismos. Esto conlleva a que constantemente los operarios se lastimen sus manos debido a que la chapa de acero inoxidable que se utiliza como materia prima es muy filosa, y además, el proceso es demasiado ineficiente e interrumpido. El proceso consiste en cortar las chapas de acero inoxidable en rectángulos de dimensiones definidas partiendo de una plancha de 2 metros por 1 metro, debiendo, por tanto, hacer dos cortes para obtener cada rectángulo. Con estos rectángulos cortados, se hacen 2 agujeros para poder pasar tornillos, luego se estampa, y después de esto se rola el rectángulo. Una vez rolado, se hacen 5 puntos de soldadura para que se termine de definir la forma cilíndrica, se pone una tapa a presión, y luego se suelda dicha tapa. Ya realizado todo esto, se da un acabado final con una roladora, generando un pequeño detalle estético de sección semicircular todo alrededor del borde superior, para luego pasar al pulido final. Esta descripción vale para el modelo más vendido de florero, aunque bajo pedido se realizan otros modelos de forma idéntica, pero en los cuales varían tanto el largo como el diámetro. De forma resumida, para poder llevar a cabo todo esto, se necesitan las siguientes maquinarias:

- Guillotina
- Agujereadora de banco
- Balancín con matriz de estampa
- Cilindradora
- Soldadura de punto
- Roladora
- Pulidora

2.1 Variables importantes

A continuación se describen las variables que se consideran más relevantes a la hora de abordar la problemática en cuestión. Las mismas fueron consideradas desde un enfoque por un lado ingenieril, y por otro, considerando la calidad y la seguridad, sin dejar de lado la productividad.

- Dimensiones de chapa: Ancho y largo de las chapas de los proveedores para analizar en qué dimensiones debemos cortarlas, priorizando el aprovechamiento de la misma.
- Espesor de chapa: Generalmente se trabaja con un único espesor pero hay veces que no se consigue, y cuando hay demanda de los clientes, se trabaja con un espesor inmediatamente inferior, y en el peor de los casos, superior.
- Calidad de chapa: Hacemos referencia a la calidad general de la chapa, tal como la escuadra de la misma. Si la chapa no viene escuadrada, hay que analizar cómo cortarla para obtener rectángulos de chapa lo más escuadrados posible para luego fabricar los floreros.
- Material de chapa: Hoy en día se trabaja con un único material (AISI 430), y todas las máquinas y herramientas están ajustadas para trabajar con este material. Se podría analizar trabajar con otro material en caso de que no haya stock del mismo y/o se quieran abaratar costos.
- Conformabilidad: Propiedad intrínseca del material a utilizar, muy importante a la hora del rolado y la estampa.
- Desgaste de maquinarias: Afilado de cuchillas de guillotinas, reacondicionado de matrices de estampado y corte.
- Insumos: Paños para pulir, pasta de pulir y mechas para acero.
- Tiempos muertos: Tiempos entre procesos y procesos en los cuales el material se traslada de estación de trabajo a estación de trabajo. Son tiempos ineficientes hoy en día.
- Productividad: Cantidad de floreros producidos por unidad de tiempo.
- Variabilidad de espesor: Diferencia del espesor real de la chapa con respecto al espesor nominal pedido al proveedor.
- Personal necesario: Cantidad de empleados involucrados en la manufactura del producto. Hoy en día es flexible y depende de la demanda general, podrían estar

- trabajando 6 personas a la vez si la demanda es alta o solo 1 si hay poca demanda.
- Espacio ocupado: Dimensiones totales ocupadas en el layout general de la empresa para llevar a cabo las tareas relacionadas a la producción del producto en cuestión.
 - Cantidad de maquinarias: Cantidad total de máquinas y herramientas utilizados para la producción del producto.
 - Variedad de estampas: Cantidad y tipos de estampas a realizar en los floreros.
 - Diámetro del producto: Diámetro final del producto terminado. Medida importante a la hora de definir el rectángulo de chapa para proceder a elaborar el producto.
 - Largo del producto: Longitud final del producto terminado. Medida importante a la hora de definir el rectángulo de chapa para proceder a elaborar el producto.
 - Desperdicios: Porcentaje de materia prima que no se puede emplear en el proceso y que por tanto es desechada o reciclada.
 - Stock de materia prima: Cantidad de chapas almacenadas para producir los floreros ante la demanda.

Todas estas variables serán tenidas en cuenta a la hora de desarrollar las propuestas de mejoras con el fin de cumplir con los objetivos propuestos.

2.2 Descripción de la situación actual

La empresa en la que se basa el actual proyecto, es una empresa del rubro metalúrgico de la ciudad de Rosario que tiene dos unidades de negocio bien diferentes. la primera es la comercialización de abrasivos para la industria del mármol, donde oficia de distribuidor mayorista y que es una actividad que se realiza desde hace 10 años.

Por otro lado, la empresa posee un taller en donde se fabrican artículos que son vendidos a los cementerios y que tiene su origen en los años 60. Entre estos artículos se encuentran cruces, jardineras, placas con dedicatorias y floreros, todo fabricado mayormente de chapas de acero inoxidable o fundición de bronce.

Si bien la oferta de todos ellos existe, aquellos que más se venden son los floreros y al no ser estos personalizables, son los de elaboración más repetitiva.

Existen algunas variables en los floreros, que son el alto del mismo, la estampa, y el diámetro de los mismos.

El método de fabricación que se emplea actualmente es muy artesanal, lo que implica que el resultado final de cada florero es sumamente dependiente de la habilidad de la persona que lo fabrica. Por otro lado, la manera en la que se producen hoy en día los floreros, genera gran cantidad de cortes en las manos y en los antebrazos de las personas que los fabrican, ya que estas están constantemente manipulando chapas.

A continuación se describe el proceso por el cual se fabrican actualmente los floreros:

Se parte de una chapa de material AISI 430 de 2mx1.2m de espesor mayor o igual a 0.5 y menor a 0.8, siendo 0.5 el espesor preferido. Los espesores mayores a 0.5 son solo utilizados cuando no se consigue en el mercado el espesor preferido en la calidad de chapa anteriormente nombrada.

- Paso 1: se corta con la guillotina la chapa transversalmente en tiras cuya longitud será la altura del florero.



Figura 2-1: Guillotina de corte

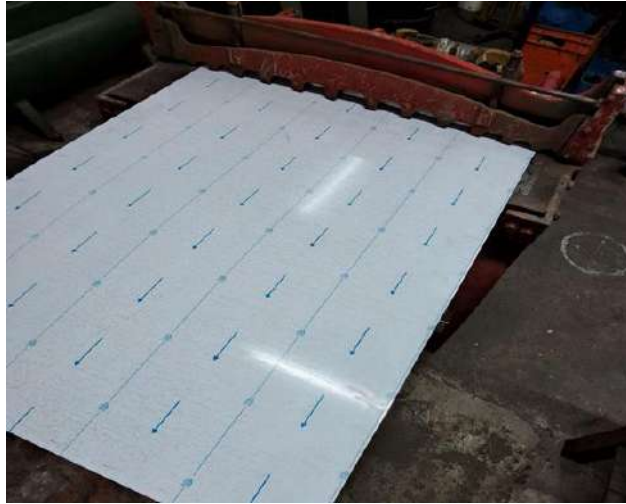


Figura 2-2: :Guillotina de corte con chapa



Figura 2-3: Chapa cortada al diámetro

- Paso 2: se realizan los cortes transversales a estas tiras de chapa siendo la longitud de estos cortes igual al desarrollo del cilindro.



Figura 2-4: Corte al largo

- Paso 3: se utiliza una matriz de perforado para realizar agujeros a un costado de la chapa, mediante un taladro de banco. Estas perforaciones son aquellas donde

pasará el tornillo que sujetará el florero en el lugar a montar. Las perforaciones se realizan de aproximadamente 10 chapas a la vez



Figura 2-5: Matriz de perforado

- Paso 4: Con la ayuda de un balancín se realizan los estampados a las chapas valiéndose de un juego de matrices para cada geometría a estampar.



Figura 2-6: Balancin para estampado de chapas

- Paso 5: se genera un doblé en el extremo de la chapa para facilitar el ingreso a la roladora utilizando una pequeña matriz artesanal.



Figura 2-7: Herramental para doblez

- Paso 6: se realiza el cilindrado de las chapas



Figura 2-8: Cilindradora

- Paso 7 : se sueldan las chapas entre sí.



Figura 2-9: Soldadura

- Paso 8: se ubica y suelda la tapa al resto de florero, dicha tapa es tercerizada con un proveedor externo.



Figura 2-10: Colocación de la tapa

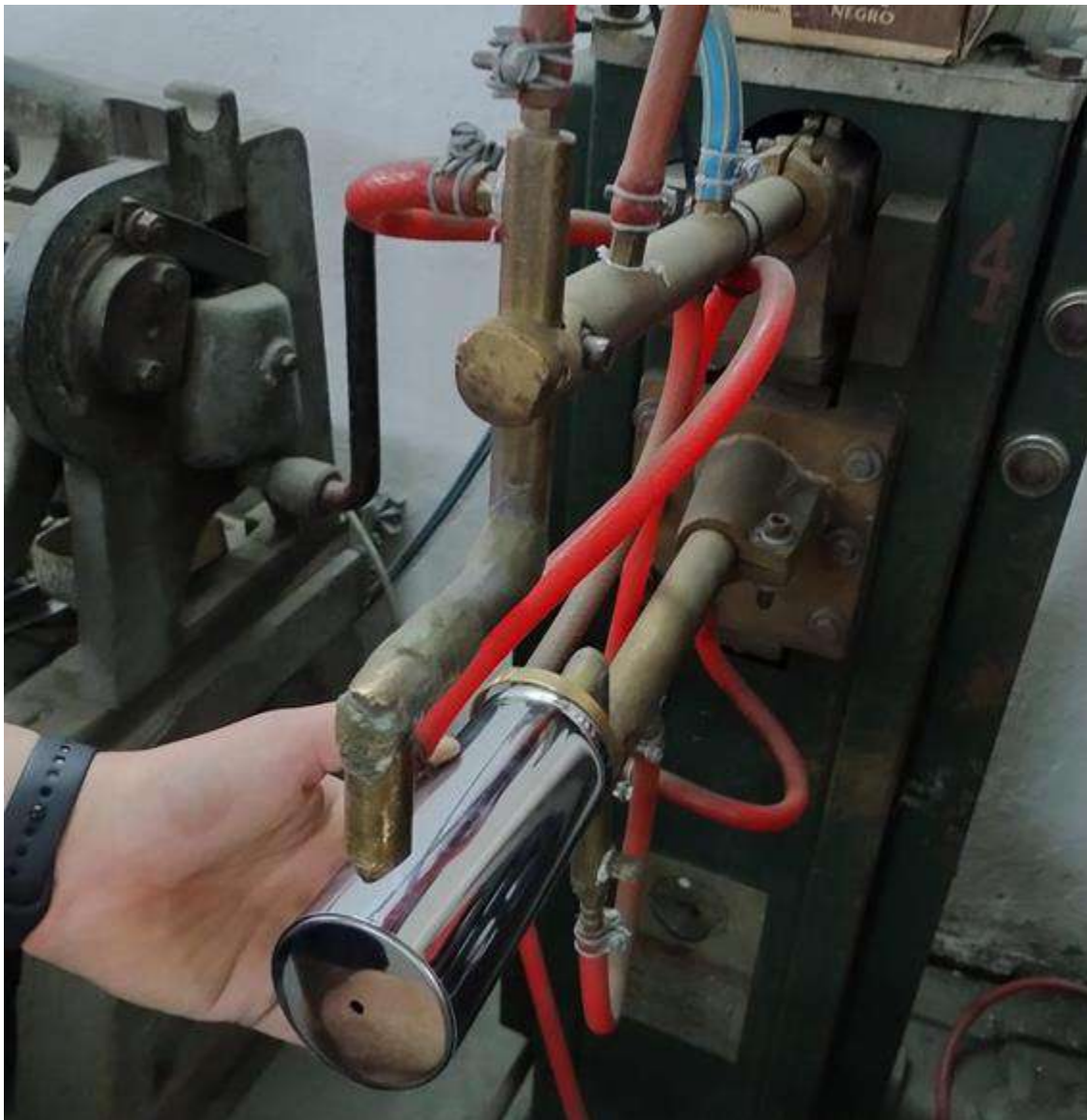


Figura 2-11: Soldado de la tapa

- Paso 9: biselado final en extremo de florero.



Figura 2-12: Biseladora

- Paso 10: pulido para eliminar las imperfecciones generadas sobre la chapa durante el proceso de fabricación. La mayoría de estas imperfecciones son principalmente rayones generados al manipular las chapas.



Figura 2-13: Pulidora

3.Objetivos y propósitos

A continuación se describirán los objetivos que se desea que el equipo diseñado cumpla. La definición de estos, fue acordada con el dueño del taller, intentando entender de mejor manera hacia donde desea que su producción se encause:

- Repetibilidad: Hoy en día, en la producción a mano y artesanal, es muy difícil garantizar que la variabilidad en las dimensiones y el aspecto sean mínimas, siendo los productos aceptados o rechazados en base a la apariencia final.

- **Calidad/Terminación:** Garantizar buena terminación general del producto sin marcas ni rayaduras. Además evitar bordes filosos que puedan ocasionar lesiones y/o averías en los artefactos de los procesos subsiguientes.
- **Productividad:** Garantizar una producción diaria que sea superior a la producción artesanal, pero principalmente que permita amortizar el coste del artefacto a desarrollar.
- **Flexibilidad:** Se deben poder realizar floreros de distintos tamaños y con distintos tipos de estampas, por lo que el equipo debe permitir variar las dimensiones finales del producto y la matriz de estampa. A su vez, se debe analizar la posibilidad de utilizar distintos materiales y espesores de chapa considerando la disponibilidad del mercado.
- **Seguridad:** Hoy en día los operarios terminan con las manos tajeadas y/o con cortes debido a la manipulación de la chapa de acero inoxidable. Además algunas operaciones, como por ejemplo el pulido final, resultan muy tediosas y poco salubres. También se utilizan máquinas antiguas poco seguras como puede llegar a ser el balancín en el cuál se hacen las estampas. Se pretende evitar todo esto, reduciendo al mínimo posible la intervención de los operarios tanto con las chapas, como con las maquinarias.
- **Espacio requerido:** El equipo a desarrollar debe tener dimensiones y pesos coherentes para que pueda ser movilizada en un flete típico y manipularse con un aparejo o puente de grúa de capacidades no muy elevadas. Además no debe ocupar demasiado espacio físico, ya que, sino se vuelve difícil de ubicar en las instalaciones edilicias típicas de una PYME.
- **Durabilidad:** Se requiere que el equipo sea de bajo mantenimiento para evitar tiempos de inactividad, especialmente al trabajar con acero inoxidable, minimizando el desgaste de componentes críticos como cuchillas de corte.
- **Instalación:** El equipo debe ser instalable en cualquier edificio, adaptándose a posibles deficiencias de infraestructura, como suelos desnivelados.
- **Ruidos:** El equipo debe cumplir con los estándares de ruido de una instalación industrial sencilla, permitiendo que los operarios trabajen cerca de él durante períodos prolongados con protección auditiva adecuada.
- **Vibraciones:** El equipo debe ser diseñado para minimizar las vibraciones a niveles típicos de una instalación industrial sencilla, permitiendo que los operarios puedan

trabajar cerca de él durante períodos prolongados sin verse afectados por vibraciones incómodas o perjudiciales.

3.1 Propuestas de solución

En esta sección se llevará a cabo la selección de una propuesta única para dar solución al problema planteado en la primera entrega.

Al ser el caso que estudiamos una sucesión de procesos de conformado que comienzan con una chapa de acero y terminan con un florero, resultó difícil elaborar una propuesta de solución que abarque y sustituya todos los procesos de fabricación, y que a su vez cumpla con los objetivos planteados.

En este sentido, se consideró que el espectro de soluciones debería dividirse en dos ramas conceptuales diferentes.

La primera, generando una idea que cambie el proceso como un todo y la segunda que ataque particularmente a cada uno de los subprocesos que van transformando la materia prima.

El primer paso para dar con la solución fue construir diagramas de espina de pescado para establecer las causas principales de los problemas más prioritarios que se presentan actualmente, analizándolos individualmente. A continuación, se adjuntan dichos diagramas.

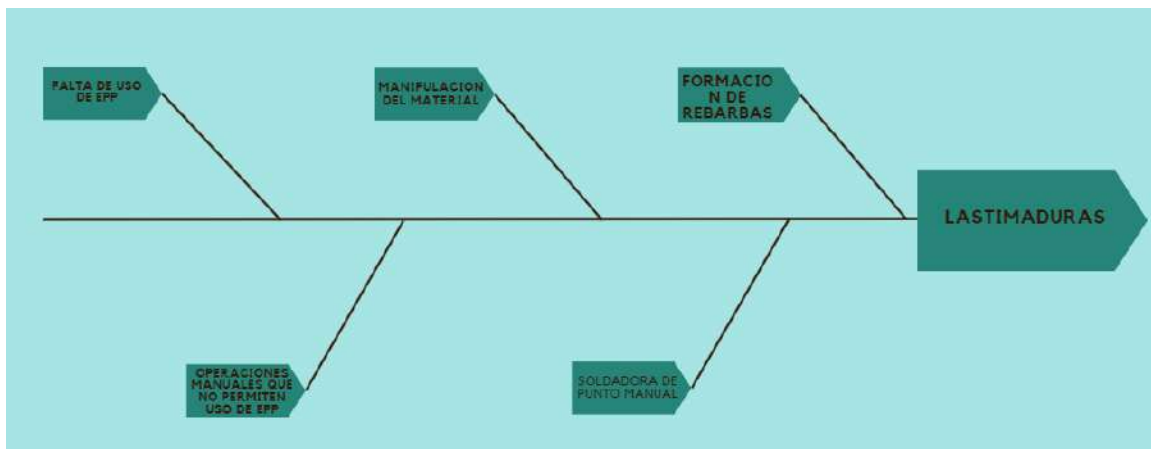


Figura 3-1: Diagrama de Ishikawa de problemática "Lastimaduras".

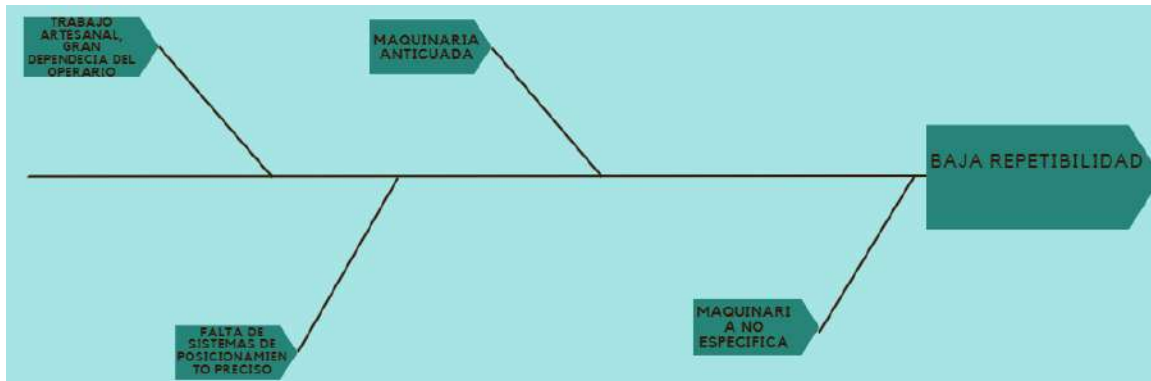


Figura 3-2: Diagrama de Ishikawa de problemática "Baja Repetibilidad"

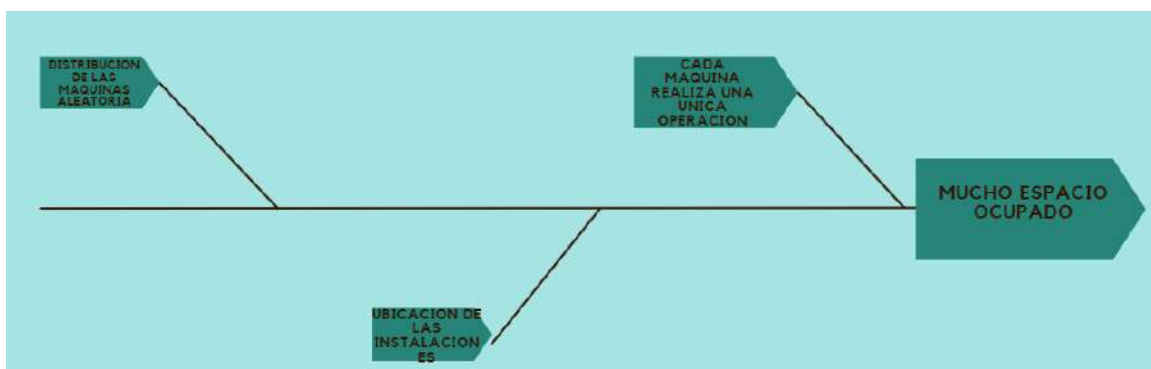


Figura 3-3: Diagrama de Ishikawa de problemática "Mucho espacio ocupado"

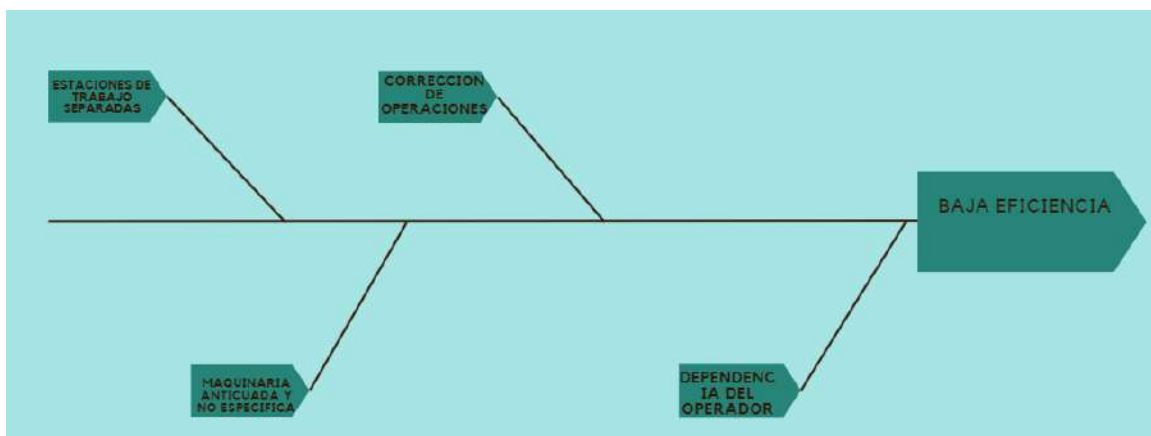


Figura 3-4: Diagrama de Ishikawa de problemática "Baja Eficiencia"

Planteadas las 4 problemáticas más importantes sobre las cuales se debía trabajar con sus probables causas, se procedió a realizar un análisis más profundo de las mismas. Siguiendo estos lineamientos, se realizó la cuantificación de las causas de los diagramas de Ishikawa, planteando soluciones a cada una de las mismas. Se adjuntan a continuación los resultados.

Tabla 3-1: Cuantificación de los diagramas de Ishikawa

	Causa	Orientación de la solución	Soluciones	Criterios						Total	Total ponderado
				Causas			Soluciones				
				Directa	Pesada	Facile	Medida	Rapida	Rapida		
LASTIMADURAS OPERARIOS	Falta uso EPP	Personal	Provision de guantes	2	1	3	3	3	3	15	7%
	Manipulación del Material	Maquinaria	Uso de dispositivos para el agarre de las piezas	3	1	3	3	1	1	12	6%
	Formación de rebabas	Maquinaria	Maquinaria que de mejores terminaciones	2	1	3	3	1	1	11	5%
	Operaciones que no permiten EPP	Proceso	Reformular las operaciones	3	1	3	1	2	3	13	6%
	Soldadura de punto manual	Maquinaria	Reemplazar tipo de soldadura / eliminar necesidad de operario	3	2	3	3	1	2	14	7%
										25%	
BAJA REPETIBILIDAD	Trabajo artesanal / Dep. del operario	Maquinaria	Mecanización del proceso	3	3	3	3	1	1	14	7%
	Maquinaria anticuada	Maquinaria	Compra de nueva maquinaria	3	2	3	2	1	1	12	6%
	Maquinaria no específica	Maquinaria	Diseño de maquinaria especial para cada una de las tareas	3	2	3	3	1	1	13	6%
	Falta sistemas de posicionamiento	Maquinaria	Diseño de sistemas de posicionamiento preciso	2	2	3	3	2	2	14	7%
										24%	
BAJA EFICIENCIA	Estaciones de trabajo separadas	Ambiente	Cambio de Lay out a uno mas compacto	2	1	2	2	3	3	13	6%
	Tiempos para correcciones	Maquinaria	Maquinaria de mayor precision / Disminuir el tiempo de fabricacion	2	1	3	2	1	1	10	5%
	Dependencia del operador	Maquinaria	Mecanización del proceso	3	3	3	3	1	1	14	7%
	Maquinaria anticuada no específica	Maquinaria	Diseño de maquinaria especial para cada una de las tareas	3	3	3	3	1	2	15	7%
										21%	
MUCHO ESPACIO OCUPADO	Distribución aleatoria	Ambiente	Cambio de Lay out a uno mas compacto	3	3	2	2	3	3	16	7%
	Instalación de servicios	Ambiente	Reubicación de los puntos de acceso a las energías	2	2	3	3	2	2	14	7%
	Maquinas de uso unico	Maquinaria	Diseño de maquinas que realicen mas de un proceso	3	3	3	3	1	1	14	7%

Analizando los resultados obtenidos, se puede notar que trabajar sobre las propuestas de solución orientadas a “Maquinaria” y “Ambiente”, resolvieron en 87% el conflicto planteado. A su vez, se destaca que las soluciones orientadas al “Personal”, consisten básicamente en una mayor capacitación y en la utilización de los EPP, por lo que este punto se descarta como temática de trabajo, ya que no tiene relevancia en los fines ingenieriles del proyecto. Por su parte, es posible observar que trabajar en soluciones orientadas al “Proceso” no tienen un impacto significativo en el total, pero de ninguna manera se desprecian soluciones orientadas a este punto, ya que al trabajar sobre “Maquinaria” y “Ambiente”, directa o indirectamente se alterará el proceso de fabricación del producto en cuestión.

Tabla 3-2: Resumen

Orientación de la solución	Puntos	Puntos ponderados
Maquinaria	143	66,82%
Proceso	13	6,07%
Personal	15	7,01%
Ambiente	43	20,09%

En base a este análisis, se realizaron propuestas analizando el problema como un todo, de manera global, con el fin de abordar una solución al problema planteado cumpliendo los objetivos descriptos. A continuación se describen de manera simplificada dichas propuestas.

3.1.1 Modernización del proceso actual

Consiste en mantener la metodología de fabricación actual (de manera esencial) e incorporar utillajes que ayuden a agilizar el proceso, disminuir la influencia del operador

y mejorar la calidad y repetibilidad del producto. También se propone multiplicar algunos de los procesos, como el estampado para evitar así los cambios de utillaje. El transporte del material entre diferentes etapas, se hace de manera automática.

3.1.2 Proceso continuo

Se replantea el proceso como una única línea de producción en la que se van sucediendo las etapas, algunas de ellas similares al uso actual y otras combinadas entre sí. El transporte de la pieza entre las estaciones de trabajo es de manera automática.

3.1.3 Fabricación por embutido

Se realizan modificaciones en el producto a fines de que este pueda ser realizado en una única pieza. Para esto, se necesitaría un herramental que corte los discos de chapa y realice el embutido de las mismas. Además de una perforadora que posteriormente pueda realizar los taladrados. A todo esto proceso, le debemos sumar el estampado que podría hacerse ya con la forma cilíndrica final del producto.

3.1.4 Utilización de tubo estándar y colocación de tapa por deformación

Se utiliza un tubo estándar con dimensiones similares a las finales del florero que se corta en tramos del largo necesario. Luego se incorporan las tapas generándoles una deformación para mantenerlas en posición. Se cambia la forma del producto.

3.2 Selección de propuesta global

Para seleccionar una propuesta global, se destacaron las 10 variables o aspectos que se consideran más importantes y se tomaron coeficientes de 0 a 3 en función de qué tanto satisfacen dichas propuestas a cada variable, siendo 3 el puntaje más positivo. Las variables destacadas son las siguientes:

- Repetibilidad
- Calidad/Terminación
- Productividad
- Espacio requerido

- Flexibilidad
- Seguridad
- Durabilidad/Mantenimiento
- Instalación
- Ruidos
- Vibraciones

En base a esto, se suman los coeficientes obtenidos para cada aspecto considerado. En la siguiente tabla se resumen los valores obtenidos

Tabla 3-3: Selección definitiva de la propuesta

PROPUESTA	PROPÓSITO										TOTAL
	REPETIBILIDAD	CALIDAD / TERMINACION	PRODUCTIVIDAD	ESPACIO REQUERIDO	FLEXIBILIDAD	SEGURIDAD	DURABILIDAD	INSTALACION	RUIDOS	VIBRACIONES	
1	2	3	2	2	3	1	2	3	2	0	20
2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	26
3	3	2	3	2	0	3	3	1	1	0	18
4	2	2	3	2	1	3	3	2	2	3	23

La opción que mejor cumple los objetivos planteados, considerando los aspectos más importantes, es la número 2.

Una vez seleccionada la propuesta para la metodología general de fabricación, se procederá a analizar cada subproceso realizando propuestas para optimizarlos considerando que ahora formarán parte de un proceso conjunto y automatizado.

3.3 Propuesta de solución

En base a estos análisis, se procedió a trabajar sobre las principales causas, planteando propuestas de mejorar para cada subproceso de fabricación del producto.

Para esto, primero se realizó un brain storming para cada subproceso en particular. Se lista cada uno de los procesos necesarios para la fabricación del florero y para cada uno de ellos las diferentes alternativas propuestas.

Tabla 3-4: Propuestas de mejora en los procesos

PROCESO	CORTE LONGITUDINAL	CORTE TRANSVERSAL	AGUJEREO	ESTAMPA/CALADO	ROLADO	SOLDADO	FABRICACION TAPA	COLOCACION TAPA	BISELADO FINAL
1	CORTE CON BULLDOZERA CON REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA CHAPA Y RECURSOS TOPE AUTOMATIZADOS HORIZONTAL Y VERTICAL PARA LA CHAPA.	CORTE CON BULLDOZERA CON REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA CHAPA Y RECURSOS TOPE AUTOMATIZADOS HORIZONTAL Y VERTICAL PARA LA CHAPA.	DESPLAZAMIENTO DE CHAPA ESTACIONARIA DE A TONTO Y UNICIÓN MEDIANTE SOLDADURA Y TOPE EN ESTACIONES AGUJEREO, AGUJEREO MEDIANTE PINCHA Y CON UNA ESPEJE DE TIRADO DE BARRIL AUTOMATIZADO.	ESTAMPA O CALADO MEDIANTE UNO DE LOS DOS MÉTODOS: PINCHA PARA CHAPA Y ORO PARA CHAPA, OPCIONAL A TRAVÉS DE MATRICES Y PUNTO DE BARRIL DE UNA MANERA MANEJO CON LA CHAPA QUE SE COMPLETA EN LA UNICIÓN DE LA MANERA.	ROLADO CONVENCIONAL O ROLADO MEDIANTE TRABAJO DE ROLLO CON SUS PROPIAS REGULACIONES CON LA QUE SE CAMBIA EL DIÁMETRO FINAL.	SOLDADO SEMIAUTOMATIZADO MEDIANTE PUNTO CON MATRICES DE AGARRE Y ELECTRODOS.	DETALLADO ORCIONAL EN EL PROCESO DE LA CHAPA EL CORTE Y ENLACE LOS ORO.	SOLDADO MEDIANTE SOLDADORA DE PUNTO.	BISELADO TRADICIONAL MEDIANTE A PULSA REGULABLES.
2	CORTE CON BULLDOZERA TIPO ROLLO LA BARRILACIÓN ENTRE LAS CHAPAS DE EL ROLLO EN PRODUCTO FINAL CON TIRAS (LAPAS).	CORTE CON BULLDOZERA TIPO ROLLO LA BARRILACIÓN ENTRE LAS CHAPAS DE EL ROLLO EN PRODUCTO FINAL CON TIRAS (LAPAS).	SE FREJA EL ALANCE DE LA MANERA PARA REALIZAR EL PERFORADO, UTILIZANDO TORNOS.	SE REALIZA MEDIANTE ROLLO QUE PUEDE O NO SER LOS MISMOS QUE EN EL ROLLO.	ROLLO QUE SE LLEVA A CABO MEDIANTE MANEJO DE LA MANERA.	ROLLO LA FORMACIÓN DE MANEJO LA FORMA CON ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.
3	CORTE CON BULLDOZERA CON REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA CHAPA Y COSTURA TRANSVERSAL MEDIANTE TOPE AUTOMATIZADO EN LA CHAPA.	CORTE MEDIANTE CILINDRO DE CORTE CON CILINDRO DE REGULACIÓN AUTOMÁTICA.	AGUJEREO MEDIANTE TOPE EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA Y MOVIMIENTO VERTICAL DEL CILINDRO.	ESTAMPADO MEDIANTE ROLLO Y EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA.	ROLLO CONVENCIONAL CON MANEJO DE LA CHAPA.	MANEJO PARA COSTURA MANEJO DE PUNTO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.
4	CORTE CON BULLDOZERA TIPO ROLLO LA BARRILACIÓN ENTRE LAS CHAPAS DE EL ROLLO EN PRODUCTO FINAL CON TIRAS (LAPAS).	CORTE CON BULLDOZERA TIPO ROLLO LA BARRILACIÓN ENTRE LAS CHAPAS DE EL ROLLO EN PRODUCTO FINAL CON TIRAS (LAPAS).	AGUJEREO MEDIANTE TOPE EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA Y MOVIMIENTO VERTICAL DEL CILINDRO.	ESTAMPADO MEDIANTE ROLLO Y EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA.	ROLLO CONVENCIONAL CON MANEJO DE LA CHAPA.	MANEJO PARA COSTURA MANEJO DE PUNTO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.
5	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	AGUJEREO MEDIANTE TOPE EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA Y MOVIMIENTO VERTICAL DEL CILINDRO.	ESTAMPADO MEDIANTE ROLLO Y EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA.	ROLLO CONVENCIONAL CON MANEJO DE LA CHAPA.	MANEJO PARA COSTURA MANEJO DE PUNTO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.
6	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	AGUJEREO MEDIANTE TOPE EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA Y MOVIMIENTO VERTICAL DEL CILINDRO.	ESTAMPADO MEDIANTE ROLLO Y EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA.	ROLLO CONVENCIONAL CON MANEJO DE LA CHAPA.	MANEJO PARA COSTURA MANEJO DE PUNTO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.
7	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	AGUJEREO MEDIANTE TOPE EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA Y MOVIMIENTO VERTICAL DEL CILINDRO.	ESTAMPADO MEDIANTE ROLLO Y EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA.	ROLLO CONVENCIONAL CON MANEJO DE LA CHAPA.	MANEJO PARA COSTURA MANEJO DE PUNTO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.
8	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	AGUJEREO MEDIANTE TOPE EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA Y MOVIMIENTO VERTICAL DEL CILINDRO.	ESTAMPADO MEDIANTE ROLLO Y EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA.	ROLLO CONVENCIONAL CON MANEJO DE LA CHAPA.	MANEJO PARA COSTURA MANEJO DE PUNTO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.
9	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	AGUJEREO MEDIANTE TOPE EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA Y MOVIMIENTO VERTICAL DEL CILINDRO.	ESTAMPADO MEDIANTE ROLLO Y EN EL CILINDRO CONFORMADO MEDIANTE MANEJO DE LA CHAPA.	ROLLO CONVENCIONAL CON MANEJO DE LA CHAPA.	MANEJO PARA COSTURA MANEJO DE PUNTO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.	MANEJO TAPAS CON ORO PARA ROLLO.

Una vez presentadas estas propuestas más orientadas a los conceptos obtenidos del Ishikawa cuantificado, se volvieron a analizar individualmente describiendo las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Analizadas más en profundidad, se procedió a ordenarlas en función de sus ventajas y desventajas, se tomaron las mejores soluciones combinables entre sí, de manera que el resultado sea una máquina o conjunto de maquinas que sea capaz de realizar todas estas operaciones. El resultado es el que se presenta en la tabla 7-5

Tabla 3-5: Propuestas seleccionadas a desarrollar

DESCRIPCION	PROCESO
CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	CORTE LONGITUDINAL
CORTE LASER DE LA CHAPA A DIMENSIONES FINALES	CORTE TRANSVERSAL
AGUJERADO LASER ANTES DE ROLAR	AGUJEREO
CALADO MEDIANTE CORTE LASER (APLICA SOLO PARA CALADO, NO SIRVE PARA ESTAMPADO)	CALADO
ESTAMPADO MEDIANTE ELASTOFORMING (APLICA SOLO PARA ESTAMPADO)	ESTAMPADO
SIMILAR AL PROCESO ACTUAL, SOLO QUE EJECUTADO DE MANERA HIDRAULICA / ELECTRICA / NEUMATICA	ROLADO
SOLDADO SEMIAUTOMATIZADO MEDIANTE PUNTO CON MATRICES DE AGARRE Y ELECTRODOS	SOLDADO
TERCERIZADO	FABRICACION TAPA
SOLDADO MEDIANTE SOLDADORA DE PUNTO CON POSICIONADOR RAPIDO	COLOCACION TAPA

4. Desarrollo técnico

Habiendo definido ya cuál va a ser la combinatoria de soluciones técnicas para cada uno de los procesos de manera conceptual, se avanzó con cada una de ellas de manera particular pero a la vez analizando la interrelación entre las mismas y la congruencia en el dimensionamiento de las principales partes de cada una de ellas.

Así la primera decisión que se tomó fue la de establecer una nueva productividad de 500 floreros por día. Si bien es una productividad mucho mayor a la actual hablando con el jefe del taller se llegó a la conclusión de que es una cantidad para la cual posee capacidad de venta y plaza, y que planificar para esta productividad es aceptable siendo que actualmente los floreros únicamente se venden en Rosario y la productividad es de 500 por semana.

Esta nueva productividad significa que se debe realizar en promedio un florero por cada minuto si asumimos que se trabajará en un único turno de 8 horas diarias.

La manera en la que se planteó el proceso permite realizar los cambios necesarios de manera ágil, aunque se pensó para que los cambios se realicen entre tiradas diarias. Es decir, existe cierta flexibilidad, aunque el sistema no permite que salga un florero de cierto diámetro, el siguiente de un diámetro diferente, y así. Se necesita realizar ciertos ajustes.

A continuación se procede a describir cada uno de los componentes seleccionados o diseñados para los nuevos parámetros de productividad y orientados al cumplimiento de los objetivos planteados con anterioridad.

4.1 Corte laser

Teniendo en cuenta los valores de productividad replanteados, se comenzó con la primera de las máquinas que sería el corte láser. Si bien casi cualquier máquina tiene la capacidad de producir estos 500 cortes por día se decidió utilizar una máquina cuya potencia esté sobredimensionada. De esta manera existe la seguridad de tener una máquina de unas dimensiones más frecuentes en el mercado general y no una específica para este tipo de chapa y para esa productividad baja. En contraposición se justificar el aumento en el costo que esto representa.

Para justificar el aumento en el costo se asume que mientras la máquina no esté realizando cortes para floreros va a estar o bien realizando cortes para los otros productos que vende la empresa o realizando cortes de chapas de mayores espesores en los cuales el producto ofrecido por la empresa es el corte de la chapa. Es decir se va a amortizar en parte vendiendo el servicio de corte de chapa.

Por todo esto la máquina seleccionada es una de 1500 watts para chapas 3Mx1.5M.

También seleccionamos una máquina que sea del tipo de fibra óptica ya que según el proveedor son mucho más eficientes y el resultado final del corte es de mayor calidad adaptándose así mejor al trabajo que se necesita, brindando la posibilidad de generar grabados de alta calidad y personalizados los floreros sin ningún costo extra.

Este equipo permite cortar chapas de acero inoxidable de hasta 3 mm de espesor y de acero al carbono de hasta 9.

Es destacable la cantidad de operaciones utilajes y herramientas que se ahorran con la utilización de esta máquina ya que permite además de cortar los rectángulos de chapa dejarles ya hecho los agujeros realizar calados en caso de ser necesario y grabar las chapas.

4.2 Estampado

Para el caso del estampado se desarrolló una prensa de elastoformado. Este proceso es muy utilizado en la industria aeroespacial ya que es ideal para pequeños lotes donde ni la precisión ni la velocidad de fabricación son tan cruciales.

El proceso consiste en tener solamente matrices positivas montadas sobre una mesa sobre las cuales se apoyará la pieza a deformar de manera libre sin contenciones externas como es el caso de una prensa tradicional de estampado, para que luego se acerque a las matrices una pieza de goma de que será la encargada de ejercer presión y finalmente deformar la pieza contra la matriz positiva.

La gran ventaja que presenta este proceso con respecto al método utilizado anteriormente es la reducción en el costo de fabricación de las matrices ya que este proceso no demanda una tan alta calidad dimensional de las mismas lo que a su vez permite aumentar la cantidad de matrices y dar mayor flexibilidad frente a la demanda por parte de los clientes.

Además de esto por ser un proceso mucho menos exigente desde el punto de vista del posicionamiento de la materia prima a deformar permite una automatización de la carga y la descarga más simple menos precisa lo que a su vez aumenta la productividad ya que se evitan o se disminuyen tiempos muertos de carga y descarga.

Generalmente este tipo de máquinas puede conseguirse con dos formas del bastidor bien distintas y cada una de ellas con sus ventajas y desventajas. Por un lado existen aquellas denominadas C-Shaped que significa con forma de C lo que permite un acceso no solamente frontal sino también desde los laterales hacia el centro de la prensa aumentando las posibilidades de carga y descarga de la misma y por lo tanto la flexibilidad. En contrapartida la estructura debe ser más resistente ya que está sometida a mayor flexión o la fuerza soportada debe ser menor.

Por otro lado tenemos las prensas con forma de H en donde la carga y descarga de piezas se hace desde el frente de la misma eliminando esto cierta flexibilidad pero obteniendo así una máquina más robusta y que permite tener mayores anchos de trabajo ya que los laterales de la misma cumplen una función estructural. Además, mejora en este tipo de

presas el guiado vertical del conjunto que se desplaza ya que al tener contención lateral resulta más fácil generar un guiado confiable.

Por esta simpleza funcional y la capacidad de aumentar la cantidad de chapas que se procesan en simultáneo se decidió desarrollar una prensa con forma de H.

Una vez tomada esta decisión se evidenció la existencia de dos conjuntos principales que son aquellos que compondren y definen la prensa. El primero de ellos es la estructura metálica que será la encargada de soportar la máquina en sí misma y absorber los esfuerzos propios del funcionamiento de la misma. Por otro lado, es necesario un conjunto fundamental que es el circuito hidráulico encargado de generar los movimientos y las fuerzas que desarrollará la prensa y que permitirán deformar a voluntad las chapas.

4.2.1 dimensionamiento del circuito hidráulico de la prensa de elastoformado

Para comenzar con el dimensionamiento Y lograr establecer los parámetros básicos para el funcionamiento correcto de la prensa de elastoformado es necesario primero intentar comprender la naturaleza del fenómeno de conformado metálico.

Al ser este proceso uno no tan difundido cuyas aplicaciones son específicas la teoría que se encuentra disponible no está dedicada como se pretendería.

Por esto para deducir cuál es la fuerza que se necesita para deformar de manera permanente la chapa del florero a modo de generarle los estampados necesarios es necesario utilizar el modelo de embutido estudiado en la materia de elaboración y conformado de metales.

Si bien resulta útil, el proceso de embutido tradicional difiere del elegido para el caso de estudio, por esto existen varios factores que no son utilizados de la misma manera que se lo solicita en el modelo original.

Basandonos en (UMSS) tomamos el siguiente modelo:

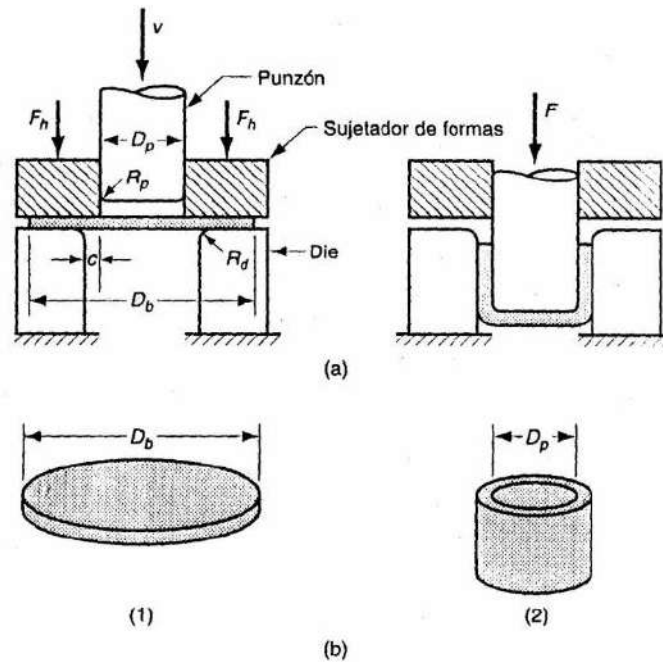


Figura 4-1: Modelo de cálculo de fuerzas de estampado

Donde,

$$F = \pi * D_p * t * (T * S) \left(\frac{D_b}{D_p} - 0.7 \right) \text{Ec. 4-1}$$

Siendo:

F = fuerza de embutido, (N);

t = espesor original de la forma, (mm);

TS = resistencia a la tensión (MPa),

Db y Dp son los diámetros del disco inicial y del punzón, respectivamente, en (mm). La constante 0.7 es un factor de corrección para la fricción.

Siendo que el caso de estudio, no es exactamente el del embutido profundo de un disco cilíndrico se adoptan la siguiente igualdades teniendo en cuenta un criterio conservador sabiendo que el resultado que se obtendría era un resultado de máximo y que siendo la fuente de energía para accionar el sistema una fuente hidráulica resultaría muy fácil disminuir la fuerza máxima en una futura puesta a punto y calibración del equipo.

En este sentido se tomó como diámetro del disco un diámetro que fuese igual al que generase un perímetro igual al de la estampa aunque esta no fuese de sección circular y se tomó una relación entre diámetro del disco y diámetro del punzón de 1,5 siendo esta una relación muy alta ya que este cociente da una idea de cuánto se deforma la chapa.

Con todos estos valores la fuerza necesaria para realizar la deformación de cuatro estampas en simultáneo fue de 48 toneladas aproximadamente.

En este valor también se consideró qué parte de la fuerza ejercida se transmite directamente a la estructura de la prensa y no es utilizada para deformar las chapas.

Contando con este valor de fuerza se comenzó a analizar cuál sería el diámetro necesario de él o los cilindros que se utilizarían.

Con el objetivo de disminuir el tamaño de los elementos actuantes y también para lograr un mejor guiado del movimiento se optó por utilizar dos cilindros hidráulicos en vez de uno único. Otra ventaja que tiene esto es la de distribuir de una manera más pareja la fuerza a lo largo del pad de goma que generará la deformación de las chapas siendo esta última más pareja en todas ellas.

Teniendo en cuenta que se utilizarían dos cilindros se definió una presión de trabajo de 250 bar, que es una presión alta considerando la mayoría de los sistemas hidráulicos que se emplean para las máquinas herramienta pero que al ser este un sistema compacto no generaría tantos inconvenientes ya que no hay grandes tendidos hidráulicos sometidos a esta presión y que permitiría reducir notablemente el diámetro de los actuadores necesarios para obtener aquella fuerza de 48 toneladas.

Así, los cilindros seleccionados son dos cilindros ALECAR CD-250-C-S-250-B-SI-U de 5" de diámetro del émbolo cada uno. Estos cilindros por ser de la serie 250 de Alecar que están preparados para una presión máxima de trabajo de 250 bares generando con esta presión cada uno de ellos 30 toneladas de fuerza.

Seleccionados los cilindros y establecida la productividad diaria se procedió a realizar el cálculo de la potencia necesaria de la bomba tal que pueda brindar el caudal suficiente a la presión nominal y así satisfacer ambas necesidades.

Para calcular el caudal necesario solo basta establecer la cantidad de ciclos por segundo que se desea que el sistema sea capaz de realizar el sistema, o visto desde otro punto, cuánto tiempo se desea que le tome al sistema realizar un ciclo. Esto debe estar en concordancia con la productividad impuesta anteriormente ya que de hacer un cálculo que arroja un caudal mucho mayor del realmente necesario implicaría la instalación de una potencia sobredimensionada forzando la red eléctrica con consumos instantáneos muy altos sin justificación ya que este equipo debería esperar a los otros elementos constitutivos de la cadena productiva finalicen los sub procesos para cumplir la cantidad de ciclos programados.

Cómo esta estación realizará de a cuatro floreros a la vez, para cumplir adecuadamente con la productividad establecida al principio de este apartado, el tiempo que pasa desde que salen las chapas de la estación anterior hasta que ingresan a la siguiente debería ser menor a 4 minutos. Este tiempo contempla tomar las chapas posicionarlas el accionamiento de la prensa retirar las chapas y depositarlas en la siguiente estación.

Se asumió que el tiempo necesario para el accionamiento de la pieza debe ser $\frac{1}{4}$ del tiempo total, quedando así un minuto total para realizar el descenso y ascenso de los cilindros.

Este minuto también contempla un tiempo de mantenimiento de la presión para permitir la deformación de las chapas.

Con todo esto, se calculó el caudal necesario

Tabla 4-1: Calculo de caudal sistema hidráulico

Clindros hidráulicos			
Carrera cilindro	C_cil	1,80	[dm]
Diámetro cilindro	Ø_cil	1,27	[dm]
Presión de trabajo	P_trabajo	245,17	[kg/cm ²]
Cantidad de cilindros	N	2	[-]
Tiempo de apertura	t_apertura	25,00	[s]
Caudal	Q_requerido	0,18	[l/s]
		10,94	[l/min]
Volumen total cilindros	V_cilindros	4,56	[l]

Habiendo ya establecido el caudal necesario para el correcto funcionamiento del ciclo se procedió a calcular finalmente la potencia necesaria del equipo para cumplir las expectativas multiplicando este último caudal por la presión necesaria para deformar las chapas de manera permanente.

Tabla 4-2: Calculo de potencia central hidráulica

Central hidráulica			
Presión	P_central	24026292,50	[Pa]
Caudal	Q_central	0,00018	[m3/s]
Potencia_requerida	Pot_central	4382,75	[W]
		4,38	[kW]

Esta potencia deberá posteriormente ser afectada por coeficientes que contemplen el rendimiento del motor eléctrico, de la bomba, de las tuberías y luego seleccionar un conjunto de central hidráulica adecuada.

Dicho esto, la central seleccionada es la UGH160-M10-B0/11-223-MMC01/1 de la marca PRAYCO. Esta central está especialmente diseñada para ser utilizada en máquinas herramientas. Posee una disposición horizontal, que disminuye la compacidad del conjunto permitiendo montarla directamente sobre el bastidor de la prensa. Además, tanto la bomba como el motor eléctrico están montados en la parte exterior del depósito lo que facilita el mantenimiento.

La potencia del motor es de 7.5 Kw, siendo esta mayor a la calculada desde el punto de vista del usuario. La bomba es del tipo de engranajes a caudal fijo y el conjunto posee ya instalado el manyfold para una válvula.

El caudal máximo que se puede requerir de esta bomba, es de 16l/min, ya que posee 11cm³/rev y es un motor de dos polos, que gira a 1470 RPM.

4.2.2 Selección de las mangueras para la conducción

Para seleccionar las mangueras que vincularan los componentes del circuito hidráulico, permitiendo así la circulación del aceite hidráulico y la transmisión de la potencia

convertida por el sistema motor bomba, se deben tener en cuenta tres factores: la pérdida de carga, la velocidad lineal del fluido y la presión máxima del circuito.

La primera representa la pérdida de energía del fluido por medio de su calentamiento debido a la fricción con las tuberías y consigo mismo. Sin embargo, no será el factor crucial en el caso de estudio, ya que la carga se aplica al final del recorrido del cilindro, por lo que cuando el caudal movilizado es el máximo, la fuerza es mínima, alternándose así la etapa de mayor pérdida de carga, con la de menor esfuerzo realizado por el sistema y viceversa.

Por otro lado, debe cumplirse que la velocidad este en cierto rango ya que velocidades muy bajas o muy altas son perjudiciales para el aceite. Una velocidad muy alta puede generar cavitación en el sistema, generando elasticidad y disminución de la capacidad de carga del conjunto.

En este sentido, se usa como referencia el libro “oleohidraulica” de Serrano, cap. 15.3, donde se establece que para el rango de presiones utilizadas, la velocidad lineal del aceite debe estar entre 3.5 y 6 m/s.

Tabla 4-3: Calculo diámetro de mangueras

DIAMETROS MANGUERAS HIDRÁULICAS			
Velocidad lineal objetivo	v_req	35,00	[dm/s]
Caudal	Q	0,18	[l/s]
Area requerida	A_req	0,0052	[dm ²]
		52,38	[mm ²]
Diámetro interno requerido	Ø_int_req	8,17	[mm]
Diámetro seleccionado	Ø_int_sel	0,08	[dm]
Area seleccionada	A_sel	0,005	[dm ²]
Velocidad lineal real	v_real	36,473008	[dm/s]

A través del anterior cálculo anterior, se selecciona el diámetro interior de la manguera de 8mm.

Por último, se define el tipo de manguera, de manera que sea capaz de soportar la presión que generará la bomba de la central. Se seleccionan mangueras fabricadas bajo

normativa SAE 100 R2, cuya máxima presión admisible para el diámetro seleccionado es de 350 bar

4.2.3 Sincronización de movimientos de cilindros

El accionamiento del equipo se planteó de manera tal que es realizado por dos cilindros hidráulicos. Esto podría generar inconvenientes con el sistema de guiado del movimiento lineal de descenso y ascenso de las matrices de la prensa debido al posible movimiento dispar de los cilindros. Para evitar el atascamiento del sistema, se debe coordinar perfectamente la apertura de ambos cilindros y asegurar que se desplacen ambos a la misma velocidad.

Para esto, se decidió incorporar al circuito hidráulico una válvula repartidora de caudal por engranajes. La función de esta válvula es la de dividir en dos cañerías de manera exacta el caudal que ingresa a la válvula. de esta manera, se asegura el movimiento síncrono. Si se asegura que la cantidad de fluido que ingresa a ambos cilindros es la misma en la misma porción de tiempo, se asegura que ambos émbolos se desplazarán la misma cantidad y se evitarán trabas en el sistema.

4.3 Manipulador de piezas

Para acelerar el proceso de carga y descarga de la prensa y asegurar la repetitividad del posicionamiento de las chapas se consideró necesario tener algún sistema que tome las chapas siempre de un mismo lugar, las depositen en la prensa, las tome de la prensa luego de la estampa y las deposite en la siguiente estación siempre de la misma manera. Con esto y al hacer un proceso automatizado de estampa se ataca uno de los principales objetivos, que es mejorar la seguridad del proceso de fabricación, además de trabajar sobre la repetitividad. De esta manera se elimina la intervención del operario tanto del proceso de estampa en sí como del traslado de las piezas hacia la prensa.

Para realizar esta tarea se decidió diseñar un manipulador de chapas cuya función es asegurar el posicionamiento exacto de las chapas dentro de la prensa, a la vez que evitar el contacto del operario con las chapas, o disminuirlo, y aumentar la velocidad de producción de todo el conjunto. Como podemos apreciar para asegurar esta repetitividad deberemos tomar las piezas de un lugar exacto cuya posición debe ser bastante definida y luego de realizar la estampa llevarlo a otro lugar exacto cuya posición también debe ser definida. Para poder realizar todo esto, el manipulador deberá tener movimiento traslacional en las tres direcciones, es decir, Movimiento traslacional longitudinal (en X), movimiento traslacional transversal (en Y) y movimiento traslacional en altura (en Z).

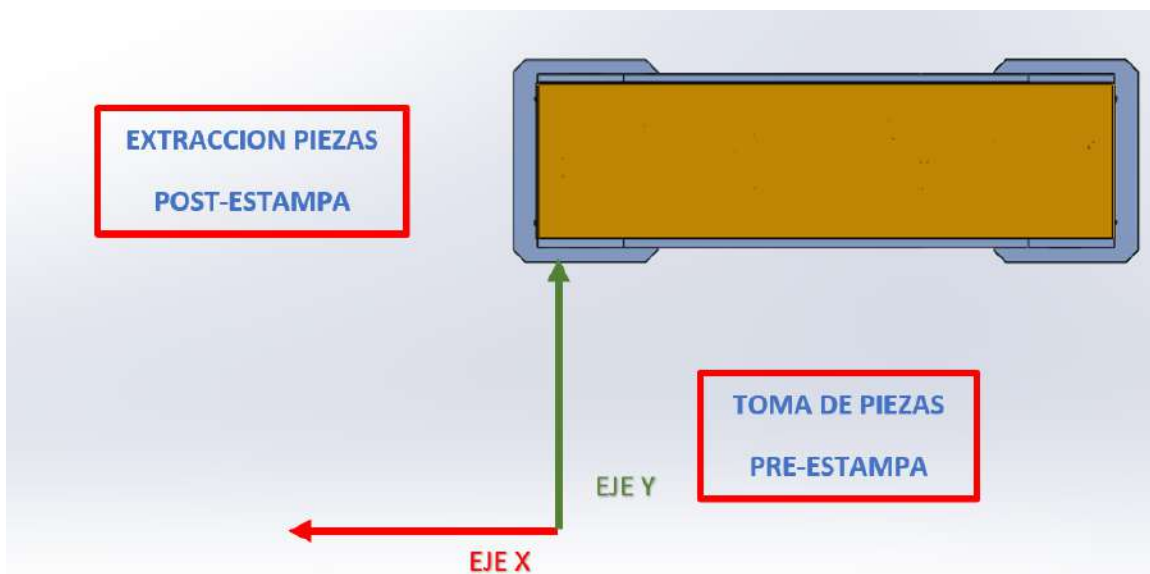


Figura 4-2: Ejes para el manipulador

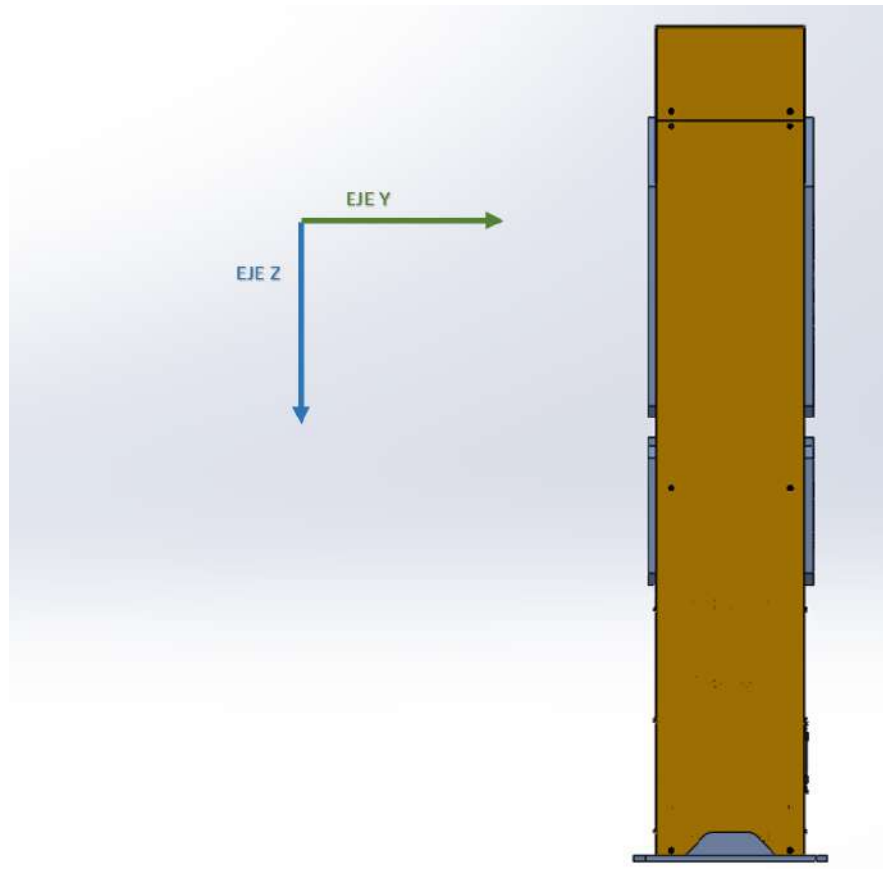


Figura 4-3: Ejes para el movimiento del manipulador

Con el fin de simplificar el diseño del manipulador se decidió abordar cada movimiento traslacional por separado, comenzando por el movimiento traslacional en Z.

4.3.1 Movimiento traslacional en altura (eje Z)

Para resolver este movimiento, luego de analizar varias alternativas, se decidió utilizar un cilindro neumático para generar el movimiento de ascenso y descenso de el manipulador. De esta manera se puede reutilizar la red de aire comprimido existente en el lugar, la cual debe ser adaptada y dimensionada a todo el nuevo sistema de producción de floreros. Se decidió por esta alternativa debido, principalmente al motivo mencionado, y debido a que los cilindros neumáticos son un estándar que se consiguen muy fácilmente en varias dimensiones y para distintos valores de presión máxima, además la mayoría de los proveedores ofrecen la posibilidad de diseñar el cilindro a medida para adecuarse al uso requerido.

Uno de los principales inconvenientes que surge a la hora de desarrollar esta propuesta es el guiado del cilindro, ya que, si existen cargas distanciadas del centro del vástago, el mismo la trabajará a flexión generando problemas de posicionamiento de las piezas y un deterioro prematuro del cilindro. Para resolver este problema se decidió utilizar un sistema de guías lineales y bujes de bronce a ambos laterales del cilindro de manera tal de que estas guías absorban las deflexiones generadas por las cargas aplicadas distanciadas del centro del cilindro. A continuación se adjunta una imagen básica de la idea planteada, la cual evolucionó hasta llegar a resolver la toma de piezas para la estampa y su posterior extracción hacia la siguiente etapa de fabricación.



Figura 4-4: Idea básica minupulador de chapas

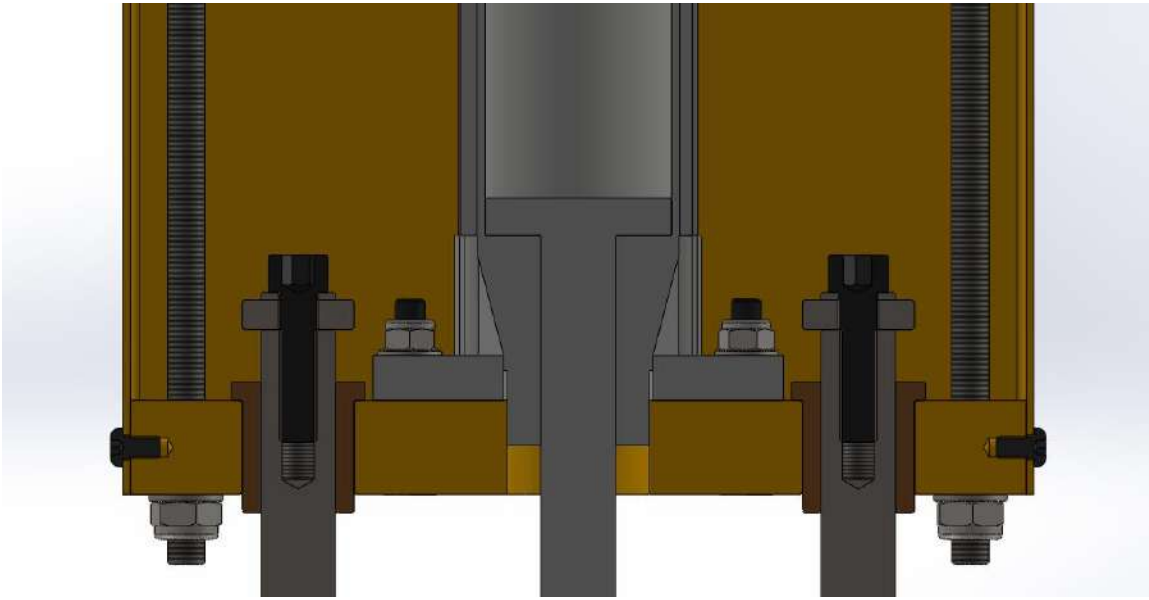


Figura 4-5: Guiado

Como se puede observar este es el diseño básico y faltan anexarse todos los elementos estándares del sistema neumático, los cuales fueron desestimados del alcance del proyecto. Entre ellos se puede mencionar sistema de válvulas, mangueras, accesorios estándares de conexión, filtros y todo sistema estándar neumático necesario para la automatización del movimiento de traslación vertical del manipulador.

En un primer acercamiento, considerando una red de aire comprimido cuya presión de trabajo es 7 bar, se propuso utilizar un cilindro neumático marca SMC de la serie CP96, con una carrera máxima de 250 mm. El mismo puede ser luego extrapolado a cualquier cilindro estándar que cumpla con los requisitos que iremos definiendo a continuación.

Resuelto de forma básica el problema de la traslación vertical, ahora queda por resolver el problema de la toma de piezas para trasladar a la prensa. Como se definió anteriormente en la prensa, el proceso de estampado se realizará de a cuatro chapas en simultáneo, por lo tanto, el manipulador deberá tomar cuatro chapas de una posición definida, llevarlas a la estación de stampa y soltarlas en una posición definida dentro de la prensa. Una vez estampadas estas cuatro chapas, el manipulador las deberá tomar de la prensa y llevarlas a la próxima estación de trabajo. Para esto se decidió utilizar un sistema de cuatro sopapas de vacío con vástagos compensadores de altura, en el cual cada sopapa tiene la posibilidad de regular su posición, con el objetivo de poder hacer una calibración final a la hora de comenzar a fabricar los floreros. Las figuras 8.6 y

8.7 muestra todo el diseño realizado para resolver el problema de la traslación vertical y la toma de piezas.

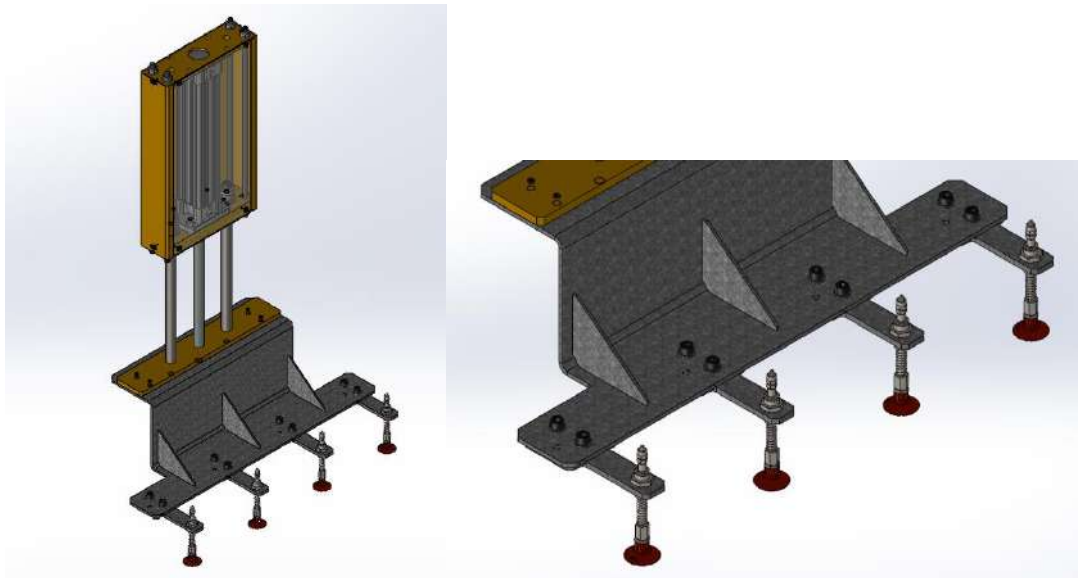


Figura 4-6: Sistema de toma de la pieza

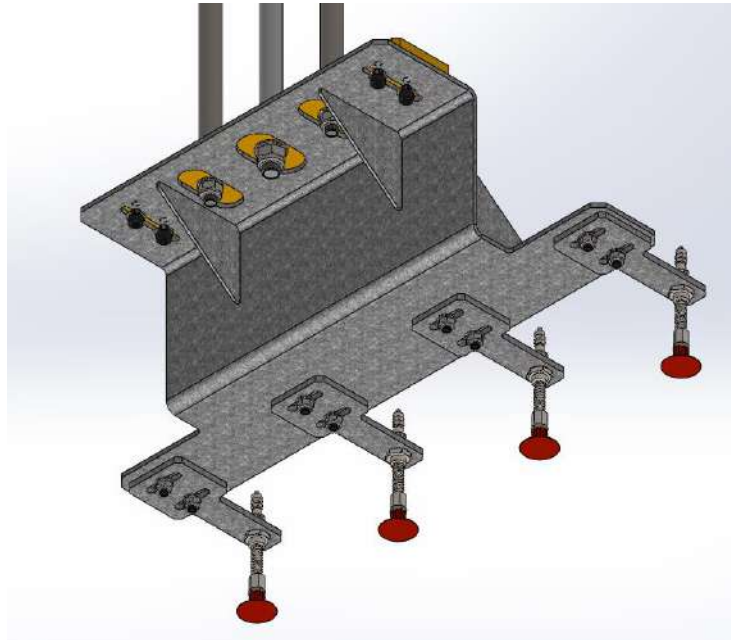


Figura 4-7: Sistema de toma de pieza

Como se puede apreciar en las anteriores figuras, el tren de las cuatro sopapas tiene la posibilidad de regular cada sopapa individualmente en las tres dimensiones, justamente con la posibilidad de hacer las calibraciones finales del dispositivo como se dijo anteriormente. Las regulaciones en la posición longitudinal y transversal, es decir, en el eje x y en el eje y, pueden realizarse mediante oblongos mediante que la regulación en altura de cada sopapa puede regularse variando la posición final de los vástagos compensadores de altura.

La sopapa seleccionada fue la **AR VC35PUR-RAC3R1/8M**, principalmente porque admite grandes deformaciones y gran capacidad de tomar las cargas cuando las mismas presentan ondulaciones o deformaciones superficiales. Recordando lo dicho anteriormente, la sopapa tomará las chapas totalmente lisas pero luego las debe retirar de la prensa cuando ya están estampadas. Por ende estas piezas ya van a presentar deformaciones y la sopapa debe ser capaz de tomar estas piezas sin ningún problema. Otro punto positivo es que estas sopapas al ser de poliuretano también presentan grandes resistencias al desgaste y abrasión, y por lo tanto gran vida útil.

Se muestra en la figura (8-8) una sección del catálogo con las sopapa seleccionada y en la tabla (8-8) la verificación de que la sopapa sea capaz de realizar la fuerza necesaria para levantar las chapas trabajando en las peores condiciones.



CARACTERÍSTICAS - CHARACTERISTICS			
Ø reposo / Ø trabajo Ø unloaded / Ø loaded	[mm]	35 / 37	55 / 57
Mín. radio de curvatura Minimum curve radius	[mm]	17,5	40
Carrera máxima Maximum stroke	[mm]	4	4,5
Volumen Volume	[cm³]	3	11
Peso Weight	[g]	14	27
Fuerza a -0,4 bar Force at -0,4 bar	[Kgf]	2,92	5,72
Fuerza a -0,6 bar Force at -0,6 bar	[Kgf]	3,97	7,82
Fuerza a -0,8 bar Force at -0,8 bar	[Kgf]	4,84	9,48
Fuerza a -0,9 bar Force at -0,9 bar	[Kgf]	5,27	10,02
CÓMO PEDIR - HOW TO ORDER			
 Ventosa de poliuretano sin racor Polyurethane vacuum cup without fitting		VC35PUR	VC55PUR
Racor de montaje estándar Standard fitting part		RAC3R1/8M	RAC7R1/4M
Racor con válvula palpadora Fitting part with sensing valve		—	—
Recambio kit válvula Valve spare kit		—	—

Figura 4-8: Sección del catálogo de sopapas

Tabla 4-4: Verificación fuerzas sopapas

VERIFICACION SOPAPAS			
CONDICIONES DE CONTORNO			
Peso típico a trasladar	m_chapa	0,12	[kg]
Sopapa seleccionada	AR VC35PUR + RAC3R1/8M		
Material	Poliuretano		
Racor de montaje	1/4 NPT		
Fuerza a vacío mínimo (-0,4bar)	F_min	2,92	[kgf]

Hasta aquí se ha discutido el movimiento de traslación vertical en sí, planteando el diseño básico y definiendo los estándares a utilizar para resolver los problemas destacados en este movimiento. Luego, y a medida que se avanzó con la resolución de los demás subprocesos y en concordancia con la resolución de los otros movimientos a resolver del manipulador, se le dieron las dimensiones finales al diseño resolutivo del movimiento de traslación vertical, definiendo el modelo final del cilindro neumático a utilizar. La selección

final de este cilindro se realizó en base a las condiciones de contorno del problema, las cuales adjuntamos a continuación.

Tabla 4-5: Condiciones de contorno traslacion vertical

TRASLACION VERTICAL (en Z)			
CONDICIONES DE CONTORNO			
Peso a trasladar	m_subconj	12,00	[kg]
Presión red de aire	P_aire	7,00	[bar]
Cantidad de cilindros	N	1	[-]
Carrera requerida	c_requerida	220	[mm]
Cilindro seleccionado	SMC CP96SF50-250C		
Tipo	DOBLE EFECTO		
Tipo vástago	SIMPLE		
Presión máxima	P_máx	10,00	[bar]
Carga soportada	C_soportada	12,00	[kg]
Momento soportado vástago	M_subconj	10,00	[Nm]
Diámetro cilindro	Ø_cilindro	50,00	[mm]
Area cilindro	A_cilindro	1963,50	[mm ²]
Fuerza máxima extensión	F_max_ext	1374,45	[Nm]
Diámetro vástago	Ø_cilindro	20,00	[mm]
Area cilindro con vástago	A_cilindro_vast	1649,34	[mm ²]
Fuerza máxima extensión	F_max_ext	1154,54	[Nm]
Velocidad lineal máxima	v_max	1,00	[m/s]
Velocidad lineal seteada	v_media_set	0,50	[m/s]
Carrera	l_cilindro	250,00	[mm]
Tiempo de recorrido	t_c	0,44	[s]

Como se detalló en la tabla (8-5), el cilindro seleccionado fue el **SMC CP96SF50-250C** el cual verifica perfectamente con las condiciones de contorno planteadas. Además se

calculó el tiempo total para realizar la carrera definida en ascenso y en descenso sin considerar la toma de las piezas realizadas por las sopapas. Recordamos nuevamente que el cilindro se seleccionó del catálogo de SMC pero bien podría seleccionarse de cualquier otra marca debido a la simpleza de este cilindro. Debajo se agregan las características más importantes de este cilindro con las cuales se realizaron los cálculos pertinentes.

Características técnicas

Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100	125
Funcionamiento	Doble efecto						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Presión mín. de trabajo.	0.05 MPa						
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -20 a 70 °C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60 °C (sin congelación)						
Lubricación	No necesaria (sin lubricación)						
Velocidad del émbolo	50 a 1000 mm/s					50 a 700 mm/s	
Tolerancia de carrera admisible	Carrera hasta 500: $^{+2}_0$, carrera 501 a 1000: $^{+2.4}_0$, Carrera de 1001 a 1500: $^{+2.8}_0$, carrera 1501 a 2000: $^{+3.2}_0$						
Amortiguación	Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica					Amortiguación neumática en ambos extremos	
Tamaño de conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
Montaje	Básico, escuadra, brida anterior, brida posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra						

Figura 4-9: Aspectos técnicos relevantes del cilindro

Esfuerzo teórico



[N]

Diámetro [mm]	Tamaño de vástago [mm]	Dirección de funcionamiento	Área del émbolo [mm ²]	Presión de trabajo [MPa]								
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
32	12	OUT	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804
		IN	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40	16	OUT	1257	251	377	503	629	754	880	1006	1131	1257
		IN	1056	211	317	422	528	634	739	845	950	1056
50	20	OUT	1963	393	589	785	982	1178	1374	1570	1767	1963
		IN	1649	330	495	660	825	989	1154	1319	1484	1649
63	20	OUT	3117	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2805	3117
		IN	2803	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803
80	25	OUT	5027	1005	1508	2011	2514	3016	3519	4022	4524	5027
		IN	4536	907	1361	1814	2268	2722	3175	3629	4082	4536
100	25	OUT	7854	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7068	7854
		IN	7363	1473	2209	2945	3682	4418	5154	5890	6627	7363
125	32	OUT	12272	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272
		IN	11468	2294	3440	4587	5734	6881	8027	9174	10321	11468

Nota) Esfuerzo teórico [N] = Presión [MPa] x Área del émbolo [mm²]

Figura 4-10: Esfuerzos obtenidos por el cilindro

4.3.2 Movimiento traslacional transversal (eje Y)

Para resolver este movimiento, la situación es bastante similar al problema anterior, solo que ahora se debe trasladar todo el sistema desarrollado para resolver el movimiento traslacional vertical. Es decir se debe diseñar un sistema que accione todo el mecanismo para poder trasladarlo en la dirección Y, y por otro lado el diseño debe contemplar el guiado de este accionamiento.

La primera alternativa pensada fue la de un sistema conformado por patines con guías lineales estándares accionado por un cilindro neumático similar al del caso anterior. El principal inconveniente aquí radicaba en que al instalar un cilindro, se debían aumentar demasiado las dimensiones del dispositivo ya que la carrera requerida era mucho más elevada que en el sistema anterior. Solo para mencionar se necesita una carrera de aproximadamente 600 mm, por lo cual el cilindro extendido debería tener aproximadamente una longitud total de 1200 mm en su posición extrema.

La alternativa que se eligió para solucionar estos inconvenientes fue la de utilizar un sistema de cilindros sin vástagos que a su vez conforman una guía lineal. Este tipo de dispositivo funcionan por un lado como un cilindro es decir al ingresar aire a presión a

una cámara comienza a desplazar el resto del dispositivo y por otro lado funcionan como una guía lineal. Además tienen un precio similar que un cilindro estandar. En base a esto se decidió utilizar dos guías, una a cada lado del dispositivo, para solucionar este movimiento transversal, con la particularidad que una de las guías tiene un guiado extra formado por un prisma rectangular para darle más rigidez al movimiento. Estas guías podrán alimentarse de la misma red de aire comprimido de la instalación.

Se destaca que el procedimiento fue idéntico al utilizado para resolver el movimiento vertical, es decir, primero se hizo la ingeniería básica para definir el movimiento general en sí y luego una vez definido los otros subprocesos y el manipulador en sí se le dieron las dimensiones finales a todas las piezas que componen este mecanismo. A continuación se adjunta una imagen fig(8-11) de cuál fue la resolución para este movimiento transversal.

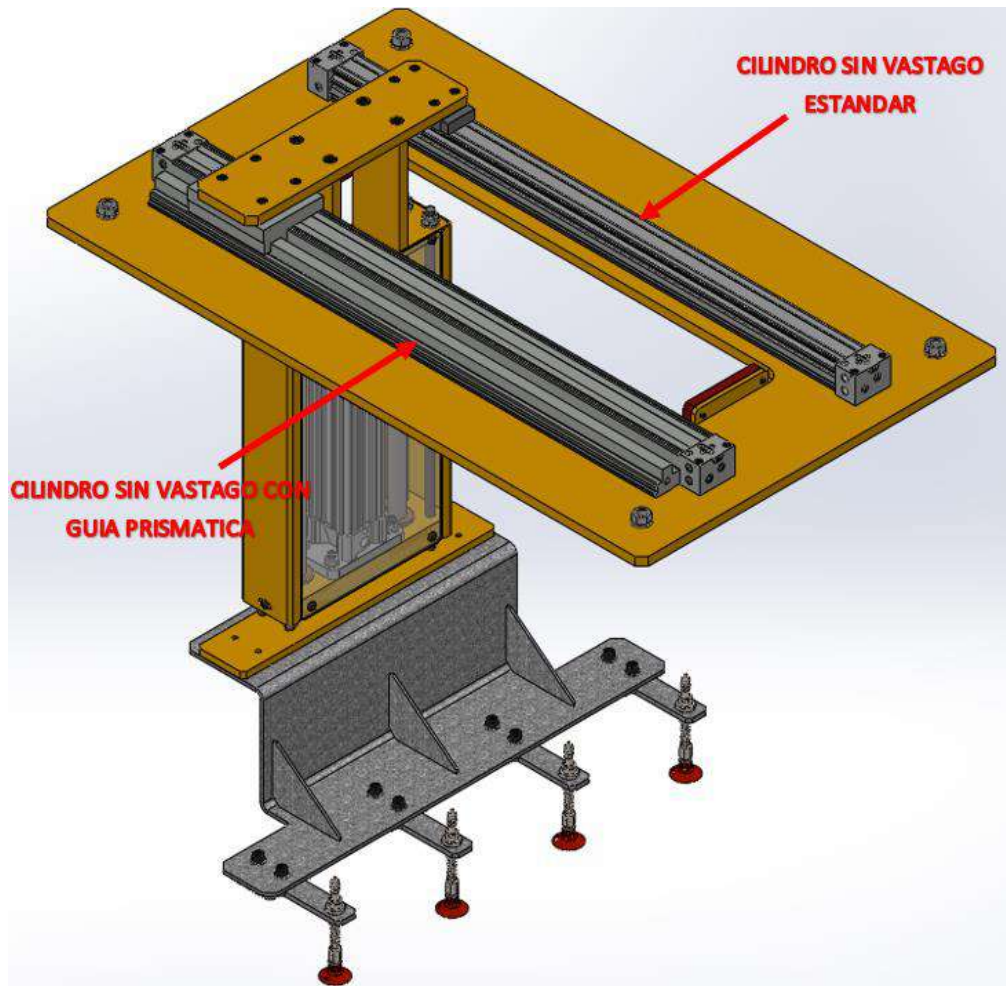


Figura 4-11: Guiado en el eje Y

Como puede apreciarse en dicha imagen (8-11) se han vuelto a omitir todos los elementos que conforman el circuito neumático dejando solo los actuadores, es decir, los cilindros sin vástagos que funcionan de guía y el cilindro estándar que le da movimiento al sistema de movimiento vertical.

Un punto para destacar en este diseño es que todo este mecanismo se propone realizar de manera automatizada sin la intervención del operario, con la ayuda de sensores y de lógica cableada o la implementación de un PLC.

Destacamos a su vez la implementación de tacos de elastómero rojo en ambos finales de carrera del dispositivo para evitar golpes entre las piezas de acero del manipulador. Idealmente no deberían existir golpes bruscos entre los elementos de este dispositivo

pero en caso de que los haya por algún motivo estos tacos amortiguarán los golpes y evitarán que el manipulador se dañe.

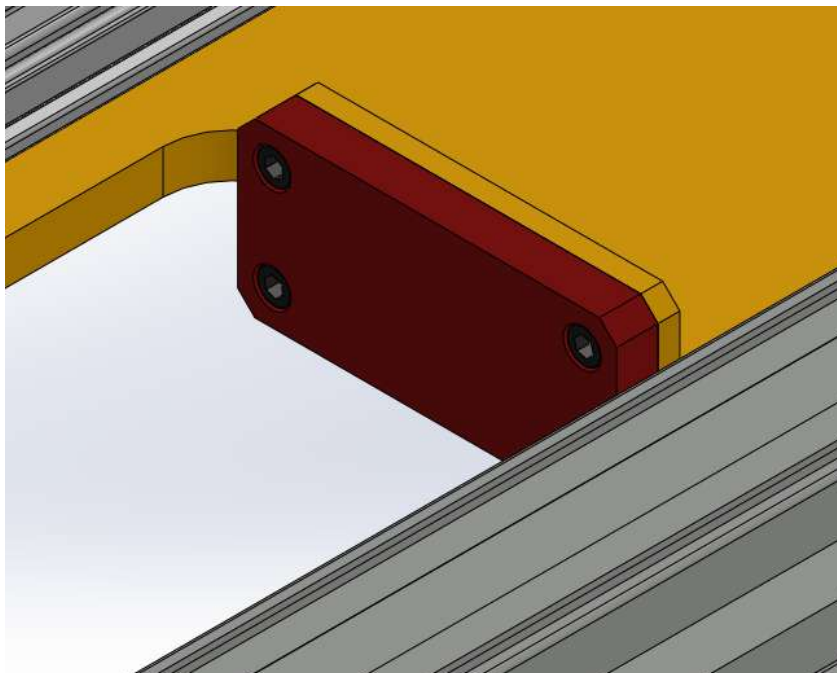


Figura 4-12: Tacos protectores

A modo de resumen y para clarificar la situación, se adjuntan dos imágenes con las posiciones extremas del manipulador, definidos ya sus movimientos en el eje Y, y en el eje Z.

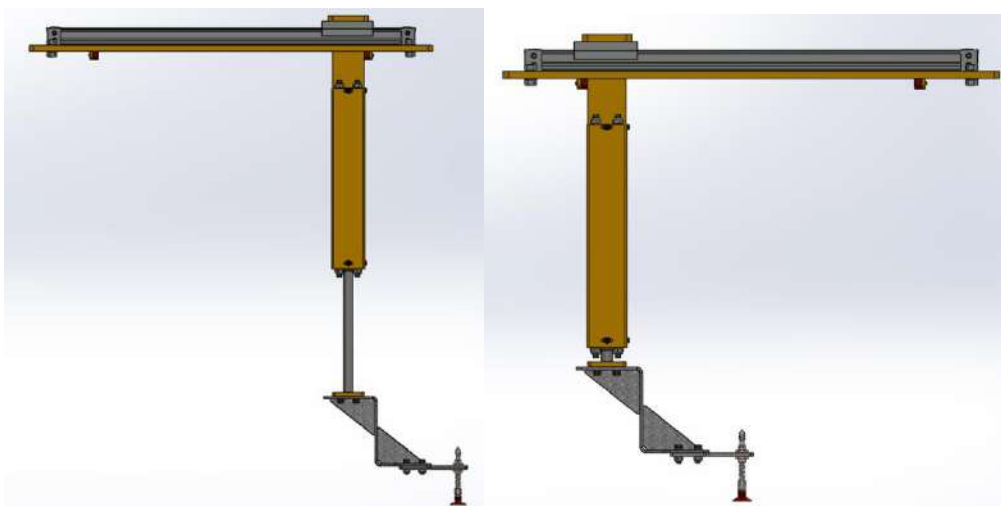


Figura 4-13: Posiciones extremas

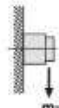
Las guías a utilizar fueron las SMC MY1B25G-600 y SMC MY1H25TNG-600 (con guía prismática), las cuales fueron seleccionadas considerando el peso del subconjunto inferior del manipulador de 30 kg. A continuación, a modo de resumen, se adjuntan las verificaciones realizadas y las velocidades de desplazamiento obtenidas con el estado de carga presentado.

Momento máximo admisible/Peso de carga máximo

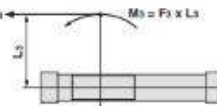
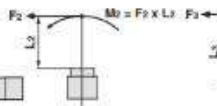
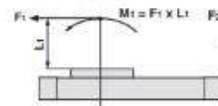
Modelo	Diámetro [mm]	Momento máximo admisible [N·m]			Peso máximo de carga [kg]		
		M ₁	M ₂	M ₃	m ₁	m ₂	m ₃
MY1B	25	10	1.2	3.0	29	5.8	5.4
	32	20	2.4	6.0	40	8.0	8.8
	40	40	4.8	12	53	10.6	14

Los valores superiores son los valores máximos admisibles para el momento y el peso de la carga. Véase cada gráfico en lo relativo al momento admisible máximo y carga máxima para una velocidad de embolo determinada.

Peso de carga [kg]



Momento [N·m]



Precauciones de diseño.

1. Recomendamos la instalación de un amortiguador externo cuando el cilindro se combine con otra guía (conexión con acoplamiento flotante, etc.) y se supere el peso máximo de carga.

2. Factor de carga de 0.5 o inferior

Si el factor de carga contra la salida del cilindro es elevado, puede afectar negativamente al cilindro (condensación, etc.) y provocar fallos de funcionamiento. Seleccione un cilindro adecuado para que el factor de carga sea 0.5 o inferior. (Principalmente cuando use una guía externa). Si lo va a utilizar como un equilibrador de carga, póngase en contacto con el representante de ventas de SMC.

3. Cuando seleccione un momento de carga, tenga en cuenta las cargas no calculadas como el conexonado, el portacables, etc.

El cálculo no incluye la fuerza de actuación externa del conexonado, el portacables, etc. Seleccione los factores de carga teniendo en cuenta dichas fuerzas de actuación externas.

4. Precisión

Los cilindros Serie MY1B son cilindros de arrastre mecánico básicos. Si requiere precisión en el paralelismo de la carrera ha de aplicar guías exteriores, o bien usar una serie de cilindros que ya incorpore guiado interno (consultar con SMC).

Cálculo del factor de carga de la guía

1) Para los cálculos de selección deben examinarse el peso máximo admisible (1), el momento estático (2) y el momento dinámico (3) (en el momento del impacto con el tope).

* Para evaluarlo, utilice V_a (velocidad media) para (1) y (2) y V (velocidad de impacto $V = 1.4V_a$) para (3). Calcule $m_{\text{máx}}$ para (1) a partir del gráfico de peso de carga máximo (m_1 , m_2 , m_3) y $M_{\text{máx}}$ para (2) y (3) a partir del gráfico de momento máximo admisible (M_1 , M_2 , M_3).

$$\text{Suma de los factores de carga de la guía } \Sigma \alpha = \frac{\text{Peso de carga [m]}}{\text{Peso máximo de carga [m máx.]}} + \frac{\text{Momento estático [M] }^{Nota 1}}{\text{Momento estático admisible [M máx.]}} + \frac{\text{Momento dinámico [Me] }^{Nota 2}}{\text{Momento dinámico admisible [Me máx.]}} \leq 1$$

Nota 1) Momento causado por la carga, etc., con el cilindro en estado de reposo.

Nota 2) Momento causado por la carga equivalente al impacto en el final de carrera (en el momento del impacto con el tope).

Nota 3) Dependiendo de la forma de la pieza, se pueden producir múltiples momentos. En estos casos, la suma de los factores de carga ($\Sigma \alpha$) es el total de dichos momentos.

Figura 4-14: Valores destacables catálogo

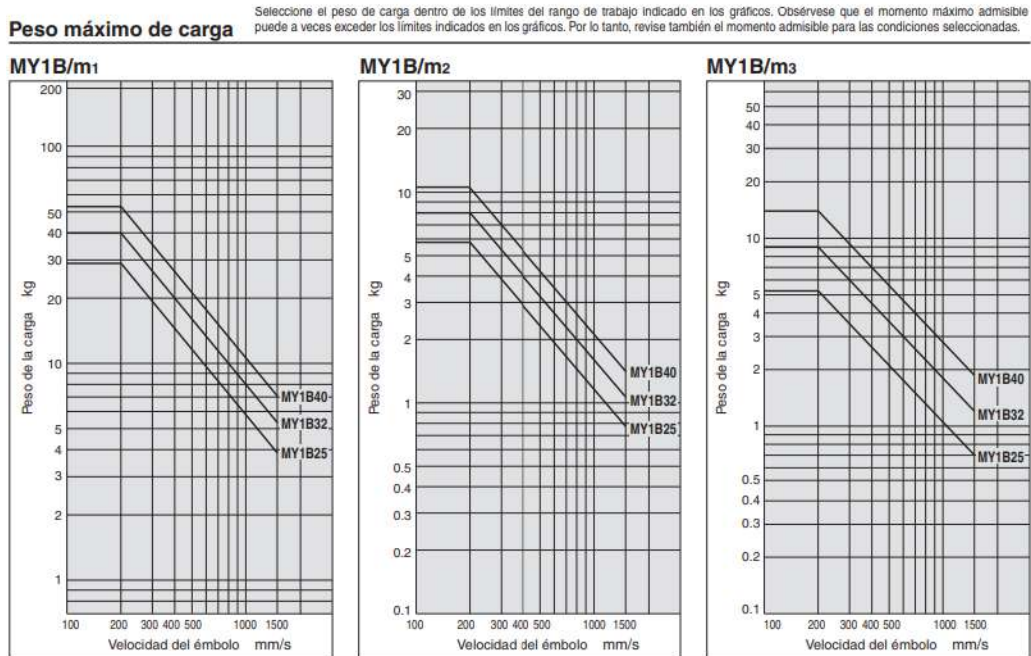


Figura 4-15: Pesos máximos decatálogo

Tabla 4-6: Verificación de traslación en Y

TRASLACION TRANSVERSAL (en Y)			
VERIFICACION GUIA LINEAL			
Peso subconjunto soportado	m_subconj	30,00	[kg]
Presión red de aire	P_aire	7,00	[bar]
Cantidad de guías	N_guías	2	[-]
Guía 1 seleccionada	SMC MY1B25G-600		
Presión máxima guía	P_máx_g1	8,00	[bar]
Carga soportada	C_soportada_g1	15,00	[kg]
Momento soportado	M_subconj_g1	0,00	[Nm]
Velocidad lineal máxima	v_max_g1	0,40	[m/s]
Velocidad lineal media	v_media_g1	0,30	[m/s]
Carrera	l_g1	600,00	[mm]
Tiempo de recorrido	t_g1	2,00	[s]
Guía 2 seleccionada	SMC MY1H25TNG-600		

Presión máxima guía	P_máx_g2	8,00	[bar]
Carga soportada	C_soportada_g2	15,00	[kg]
Momento soportado	M_subconj_g2	0,00	[Nm]
Velocidad lineal máxima	v_max_g2	0,40	[m/s]
Velocidad lineal media	v_media_g2	0,30	[m/s]
Carrera	l_g2	600,00	[mm]
Tiempo de recorrido	t_g2	2,00	[s]

4.3.3 Movimiento traslacional longitudinal (eje X)

Ya con los otros dos movimientos resueltos, se desarrolló una solución para el movimiento de traslacional longitudinal. A diferencia de los otros dos la distancia entre los puntos de interés y por lo tanto, el recorrido son mucho mayores. Por esto, se decidió optar por un sistema más tradicional cómo lo es el de un sistema piñón-cremallera. Aquí una salvedad importante es que al plantear la solución como bloques modulares que realizan los procesos, la carrera en esta dirección podría variar bastante en función de cómo se ubiquen las maquinarias desarrolladas, entonces al utilizar este sistema se le da más flexibilidad al conjunto. Se planteó una carrera estándar de 1,5 m la cual deberá calibrarse con la disposición final de los dispositivos y mediante finales de carrera. Al igual que los otros sistemas se pretende que todo este proceso de traslación sea automatizado.

Para comandar todo este mecanismo se decidió utilizar un motorreductor estándar con una velocidad nominal de trabajo baja. El motorreductor seleccionado es un SEW R07DRN63MS1 el cuál gira a una velocidad nominal de 19 RPM con un índice de reducción de $i = 72,5$ y con una potencia de 0,12 kW. Ahora bien con todo esto definido nada impide que el piñón se desengrane de la cremallera al aparecer cargas laterales, es por eso que a este sistema se decidió sumarle guías laterales conformadas por un sistema de ruedas que deslizan dentro de rieles roma estándares. De esta manera se asegura un correcto engrane entre el piñón y la cremallera, a lo largo de toda la guía, frente a la aparición de cualquier tipo de carga.

En las siguientes imágenes se muestra cómo quedó todo el sistema desarrollado ya con los tres movimientos totalmente resueltos.

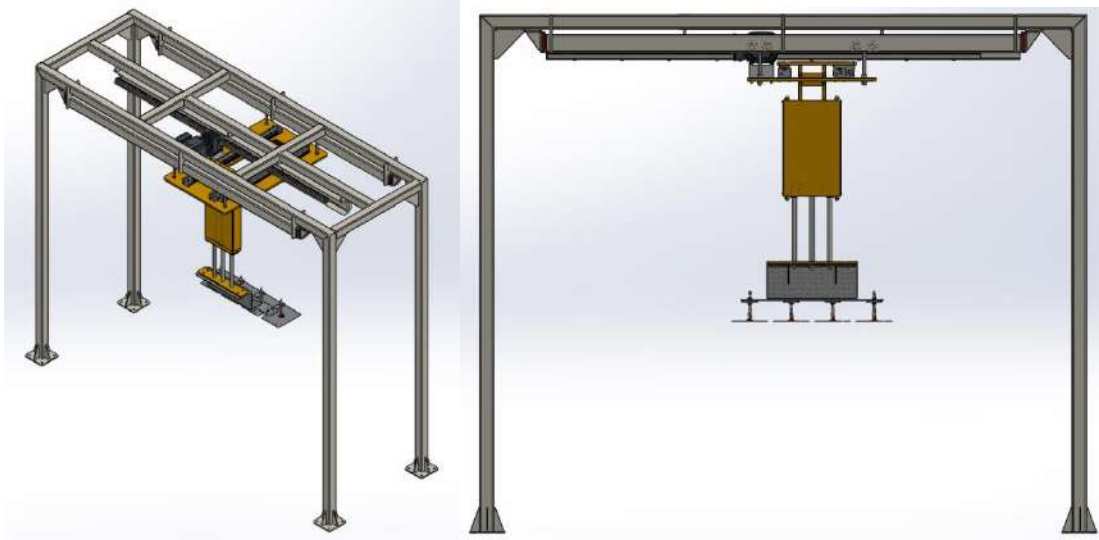


Tabla 4-7: Vistas del resultado final

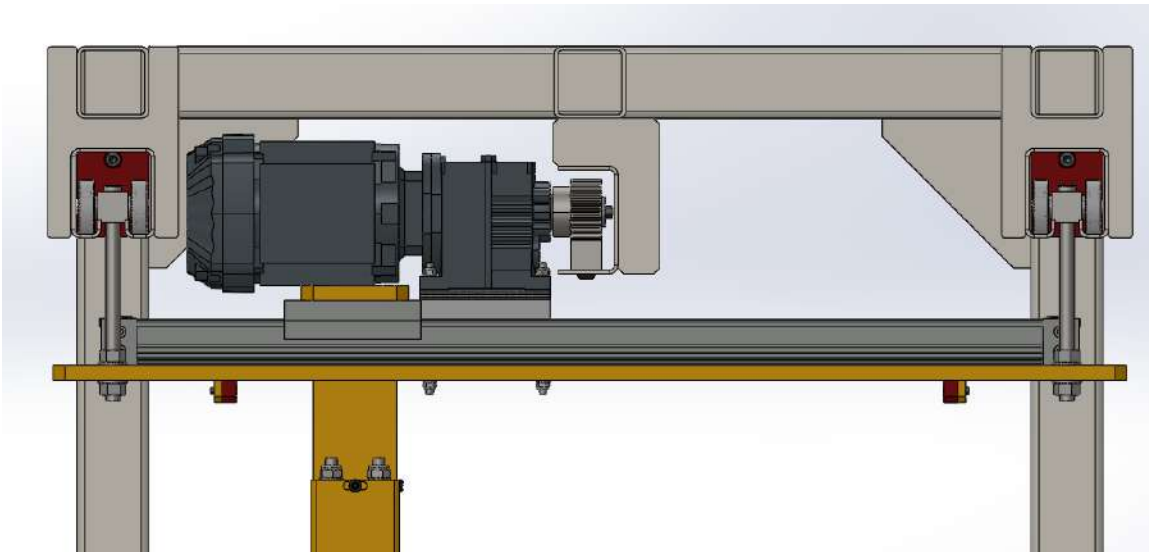


Figura 4-16: Sistema de traslacion por motorreductor

Como se puede observar todo el sistema del manipulador va montado sobre una estructura tubular realizada en caño 60x60x3,2. En esta misma estructura se aprecian los dos rieles roma soldados en los dos laterales por donde se deslizan los conjuntos de ruedas que terminan de guiar el sistema.

Se destaca, nuevamente para asegurar un correcto engrane, que tanto el motorreductor como las ruedas guías tienen la posibilidad de regularse en altura. Por un lado el conjunto motorreductor-piñón tiene separadores en la base del motor que permiten regular la altura del eje del piñón. Y por otro lado los sistemas de ruedas guía están realizados con una varilla roscada que trabaja a la tracción y que por tanto permite regular la altura de la placa base de todo el manipulador. En las siguientes imágenes se detalla lo descrito en este párrafo.

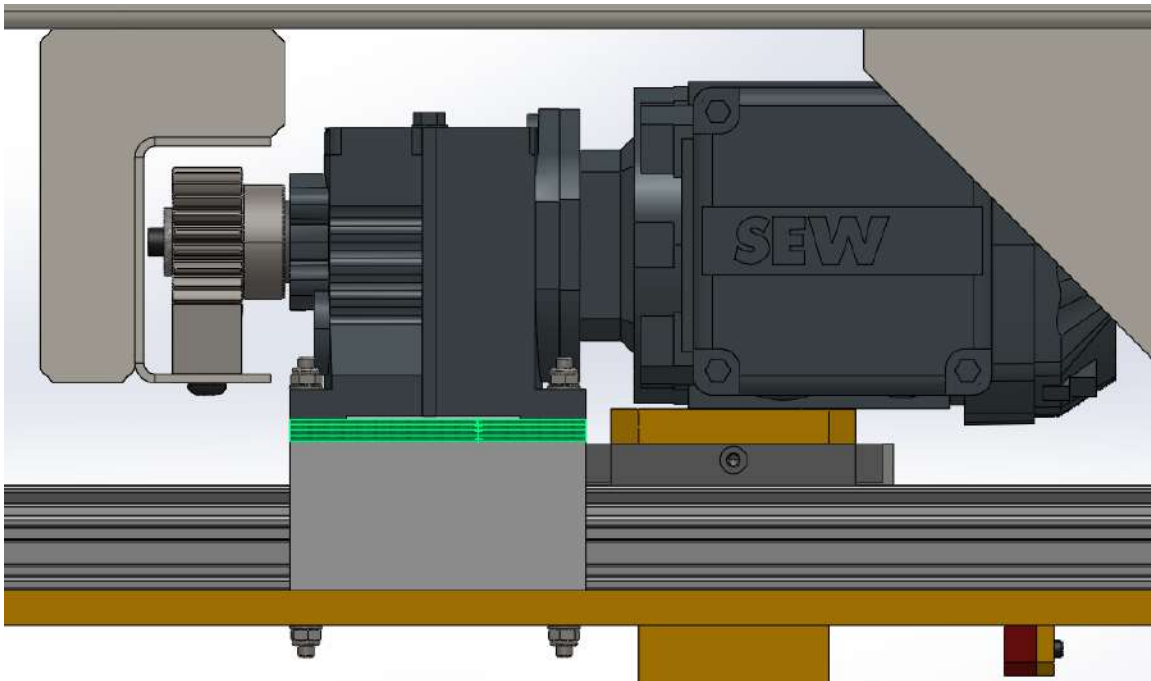


Figura 4-17: Regulación en altura del motorreductor

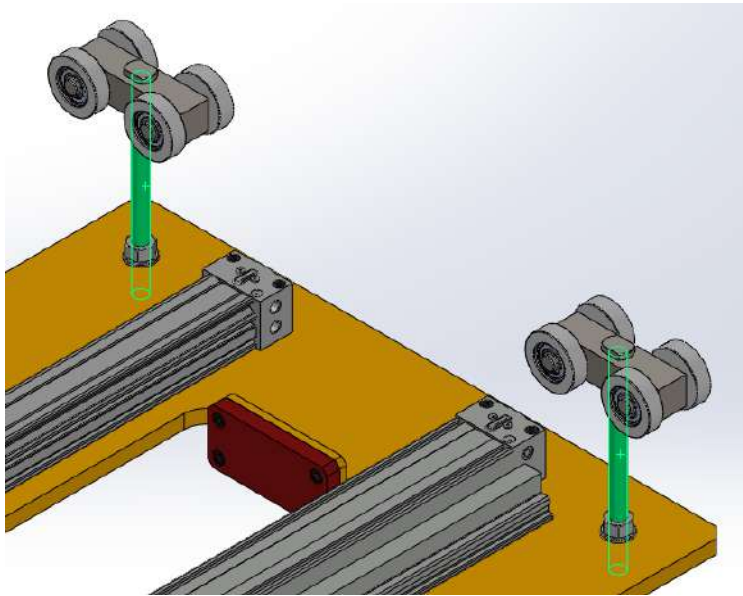


Figura 4-18: Regulación en altura carros guías

En los extremos de cada día lateral de la estructura se encuentran posicionados unos toques de las elástomero rojo para marcar el final de carrera ante la posibilidad de que ocurra un imprevisto y el manipulador llegue a alguna de estas posiciones extremas. Estos toques además tienen la función de amortiguar golpes en caso de que ocurra un tipo de impacto.

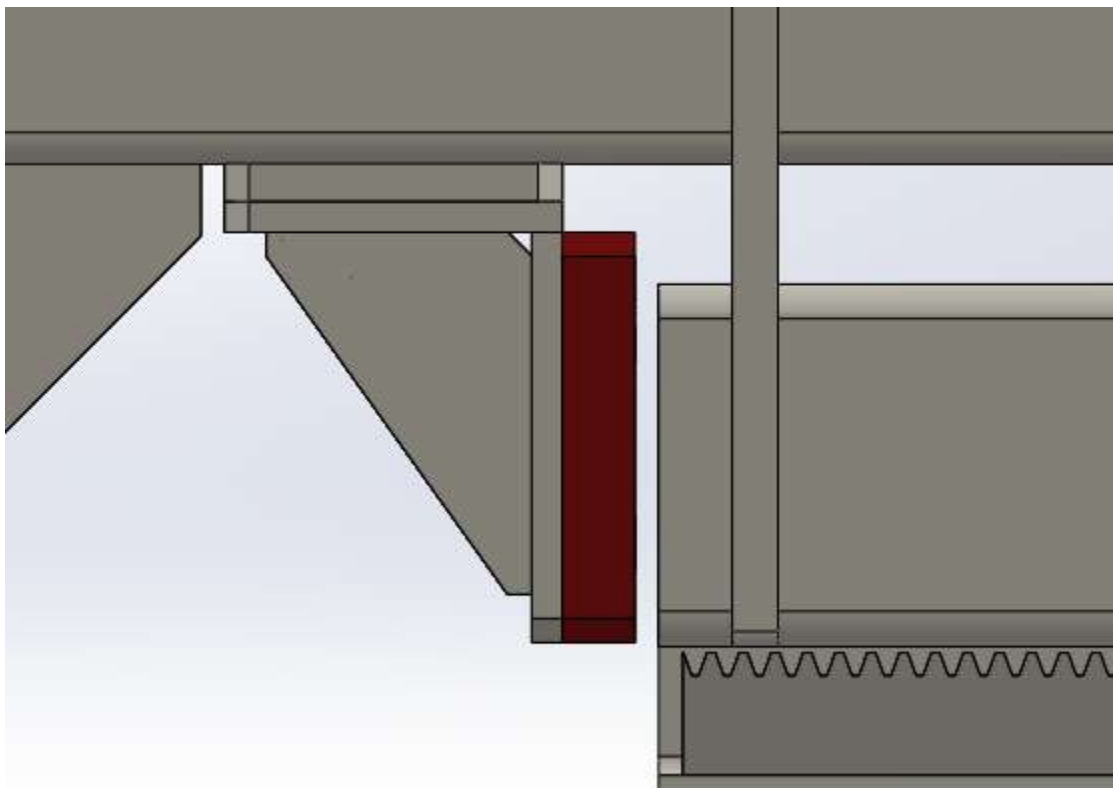


Figura 4-19: Topes protectores

A modo de resumen, se adjunta la tabla () con todos los cálculos realizados para la verificación del motorreductor. En donde además se adjuntan todos los cálculos pertinentes como el tiempo total de recorrido de toda la carrera.

Tabla 4-8: Cálculos verificación motorreductor

TRASLACION LONGITUDINAL (en X)			
VERIFICACION POTENCIA MOTORREDUCTOR			
Peso subconjunto manipulador	m_subconj	90,00	[kg]
Area de apoyo rodamiento	A_rod	8,00	[mm ²]
Cantidad rodamientos	N_rodamientos	16,00	[-]
Area de apoyo rodamiento	A_apoyo	128,00	[mm ²]
Coef. de roce acero-acero lubricado	C_roce	0,20	[-]
F roce resultante	F_roce	18,00	[kg]

Tabla 4-9: Continuación

Diametro primitivo piñon	$\emptyset_{\text{prim}}$	48,00	[mm]
Diametro primitivo piñon	$\emptyset_{\text{ruedas}}$	45,00	[mm]
Torque requerido	T_{req}	3,97	[Nm]
Velocidad de giro motorreductor	n_{motorred}	19,00	[RPM]
		1,99	[rad/s]
Potencia requerida	P_{req}	7,90	[W]
Motorreductor seleccionado	SEW R07DRN63MS1		
Potencia motor seleccionado	P_{motor}	120,00	[W]
FOS Potencia motor	FOS_P	15,20	[-]
VELOCIDAD RESULTANTE TRASLACION LONGITUDINAL			
Piñon seleccionado	Z = 24 // 20° // MODULO 2		
Cantidad dientes	Z	24,00	[-]
Diametro primitivo piñon	$\emptyset_{\text{prim}}$	48,00	[mm]
Velocidad de giro motorreductor	n_{motorred}	19,00	[RPM]
		1,99	[rad/s]
Densidad dientes cremallera	$z_{\text{cremallera}}$	6,28	[mm/diente]
Desplazamiento por revolución	$z_{\text{cremallera}}$	150,80	[mm/rev]
Velocidad lineal desplazamiento	v_{lineal}	0,30	[m/s]

4.3.4 Toma de piezas

Uno de los puntos principales para cumplir con los objetivos del proyecto es que la posición donde se toman las chapas que provienen del corte láser debe ser lo suficientemente exacta para garantizar la repetibilidad buscada en los objetivos. El manipulador puede generar que la sopapas sean posicionadas siempre en la misma ubicación pero no puede garantizar que las chapas estén ubicadas siempre la misma posición en el momento de la toma de las mismas. Al ser el movimiento del manipulador automatizado, sería en vano el desarrollo del mismo si no podemos garantizar la posición exacta de las chapas antes de ser tomadas por el manipulador.

El subproceso anterior consiste en el corte láser de la chapa en los rectángulos de chapa base que luego se utilizarán para desarrollar la producción del florero. Luego de ser cortadas, son trasladadas por un operario desde el corte láser hacia la zona de estampado. Allí las chapas se acumularán en cuatro tomos para asegurar un buffer de producción, el manipulador tomará las chapas de estas cuatro pilas de a cuatro a la vez y las llevará a la prensa de estampado. Una vez estampadas las tomará y las llevará al punto de extracción ya estampadas.

Para asegurar este posicionamiento por parte del operario, se diseñó una mesa en donde se acumularán las chapas en estas cuatro pilas con un posicionamiento preciso. Se debe recordar también que el diseño de esta mesa estuvo muy influenciado por la variedad de floreros a fabricar. Uno de los objetivos de este proyecto era permitir la fabricación de floreros de distintos diámetros y alturas, estos valores son predefinidos para una producción estándar de distintas dimensiones por lo que la mesa debe adaptarse a las longitudes y diámetros de los floreros a producir. En la Figura (8-20) se muestra el modelo final de la mesa buffer desarrollada.

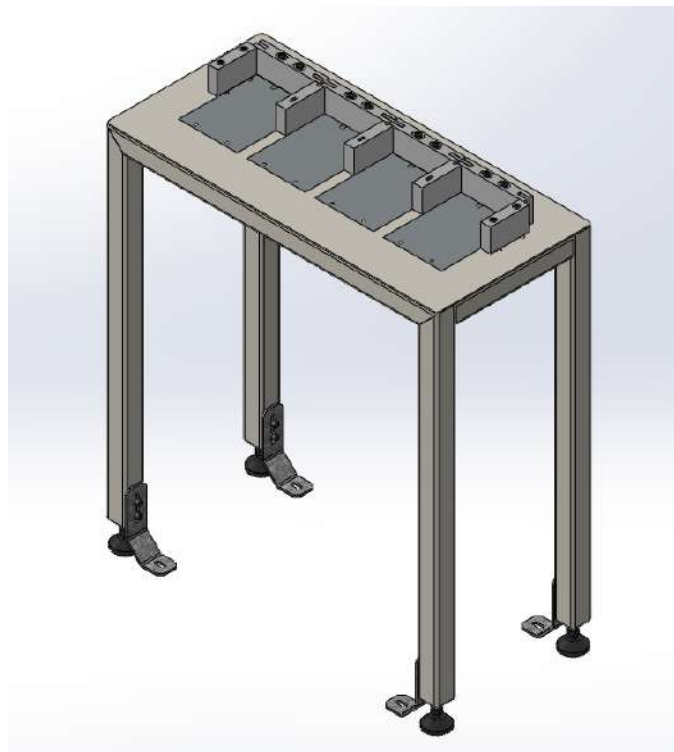


Figura 4-20: Mesa buffer

Como es posible observar, para asegurar el posicionamiento longitudinal de la chapa se encuentran dispuestos unos tacos de apm mecanizados a lo largo de toda la mesa, el operario al apoyar la chapa deberá ser tope contra estos tacos definiendo de esta manera el centro de la pieza por donde será tomada con la sopapa. A su vez como la dimensión longitudinal de la chapa define el diámetro, y se tienen varios diámetros ya predefinidos, estos tacos tienen oblongos de regulación para calibrar toda la mesa para realizar tandas de floreros de un diámetro estándar. Si se requiere realizar floreros de otro diámetro simplemente se debe regular la posición final de los tacos definiendo nuevamente la posición longitudinal de la chapa.

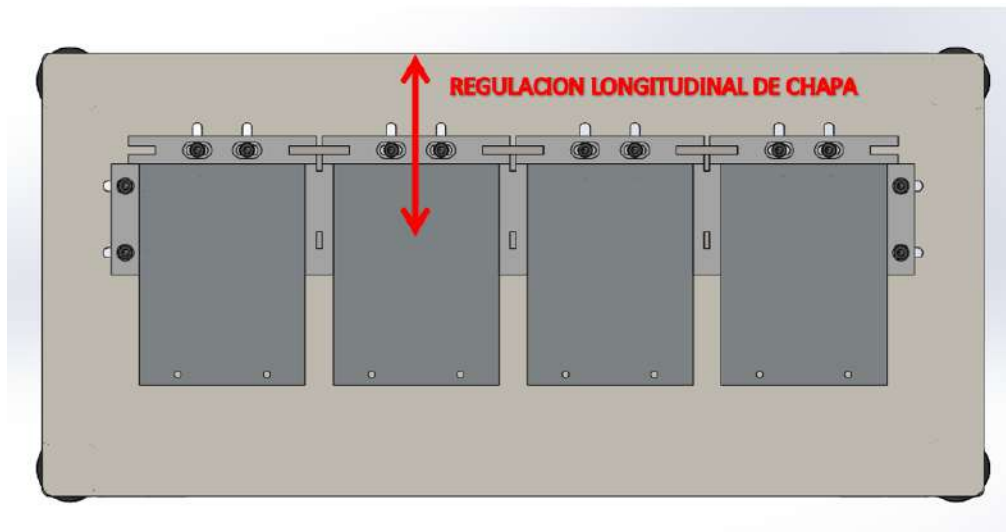


Figura 4-21: Regulacion de la posición

Por el contrario y siguiendo los mismos lineamientos, para regular la altura final de cada florero debemos variar el ancho de los cortes rectangulares de chapa. Como estos valores de altura ya están predefinidos, se diseñaron unos tacos intercambiables de APM con las dimensiones definidas por las alturas de los floreros estándares. Estos tacos son encastrables en unas piezas de acero, por lo que si se desea cambiar y hacer floreros todos de una misma altura simplemente se debe retirar los tacos utilizados por otros tacos encastrables de otra dimensión.

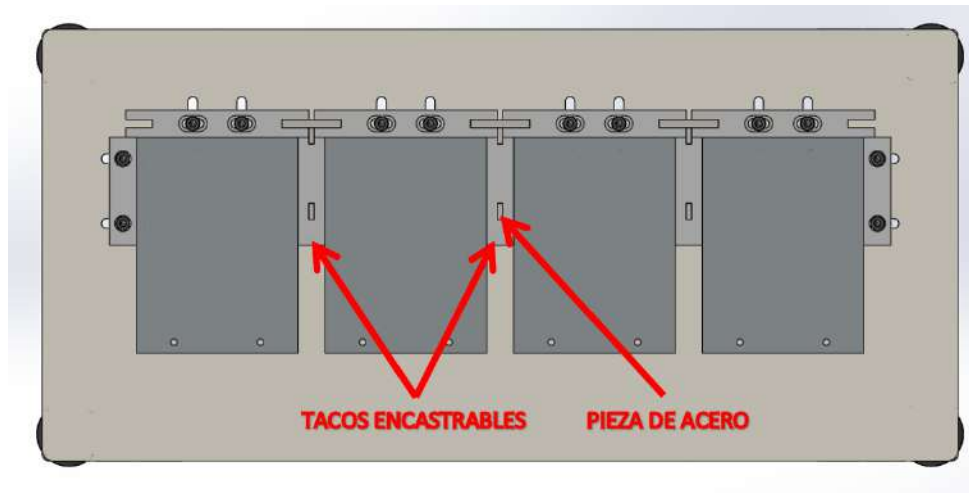


Figura 4-22: Regulaciones

Estos tacos tienen las mismas dimensiones cambiando solo el ancho de los mismos. Mientras más largos sean los floreros a fabricar menos anchos deben ser los tacos.

Se destaca que para producir el florero con la mayor longitud, 170 mm, se deben retirar todos los tacos de la mesa quedando sólo las piezas de acero en donde se encastran estos tacos. En la figura (8-23) se muestra la situación descrita.

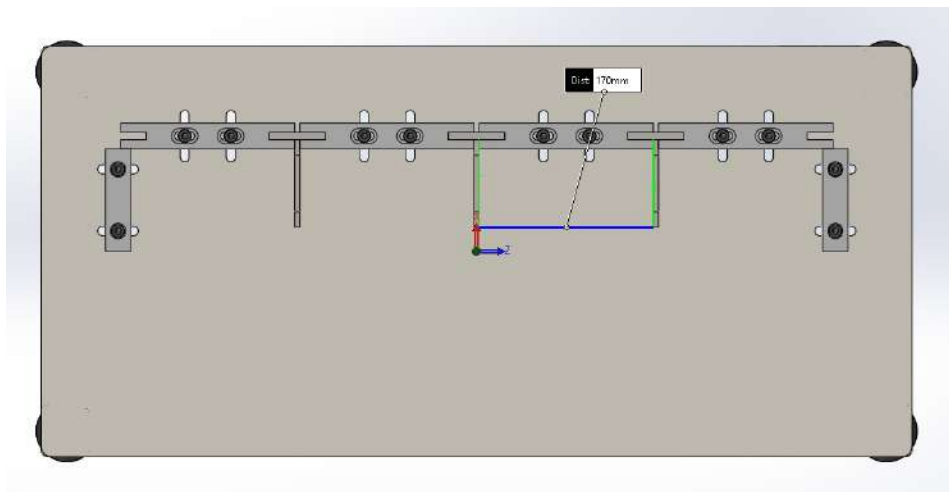


Figura 4-23: Disposición producción floreros largos

De esta manera el operario tomará las piezas cortadas del láser, las filtrará por las dimensiones de los floreros a fabricar y las colocará en cuatro pilas iguales en la mesa buffer haciendo tope contra los tacos. Así aseguramos un posicionamiento bastante

preciso de las chapas para luego ser tomadas por el manipulador y realizarle los procesos subsiguientes como es el estampado.

Como es de notarse la fabricación deberá realizarse en tandas de florero con las mismas dimensiones generando en la mesa un buffer de materia prima para la fabricación.

4.3.5 Extracción de piezas

Una vez estampadas las piezas, el siguiente proceso a realizar es el rolado. Por tanto, el manipulador deberá extraer las piezas estampadas de la prensa y trasladarla a un punto de extracción. luego estas piezas serán llevadas a la estación de rolado por una cinta transportadora, la cual se expondrá más adelante.

El manipulador tomará las cuatro chapas estampadas, las trasladará al extremo de la cinta transportadora, y las ira dejando una por una en la misma. Por ende, realizará una acción repetitiva de soltar cada chapa estampada de a una por vez, es decir, primero soltará la chapa de la sopapa izquierda, se trasladará levemente a la izquierda, y soltara la chapa de la sopapa subsiguiente, asi hasta dejar las 4 chapas.

Todo este movimiento será automatizado y comandado neumáticamente, simplemente para extraer la chapa del manipulador lo único que se debe hacer es eliminar el vacío de esa sopapa, por ende todo esto irá comandado por el plc o el mecanismo de lógica cableada en cuestión.

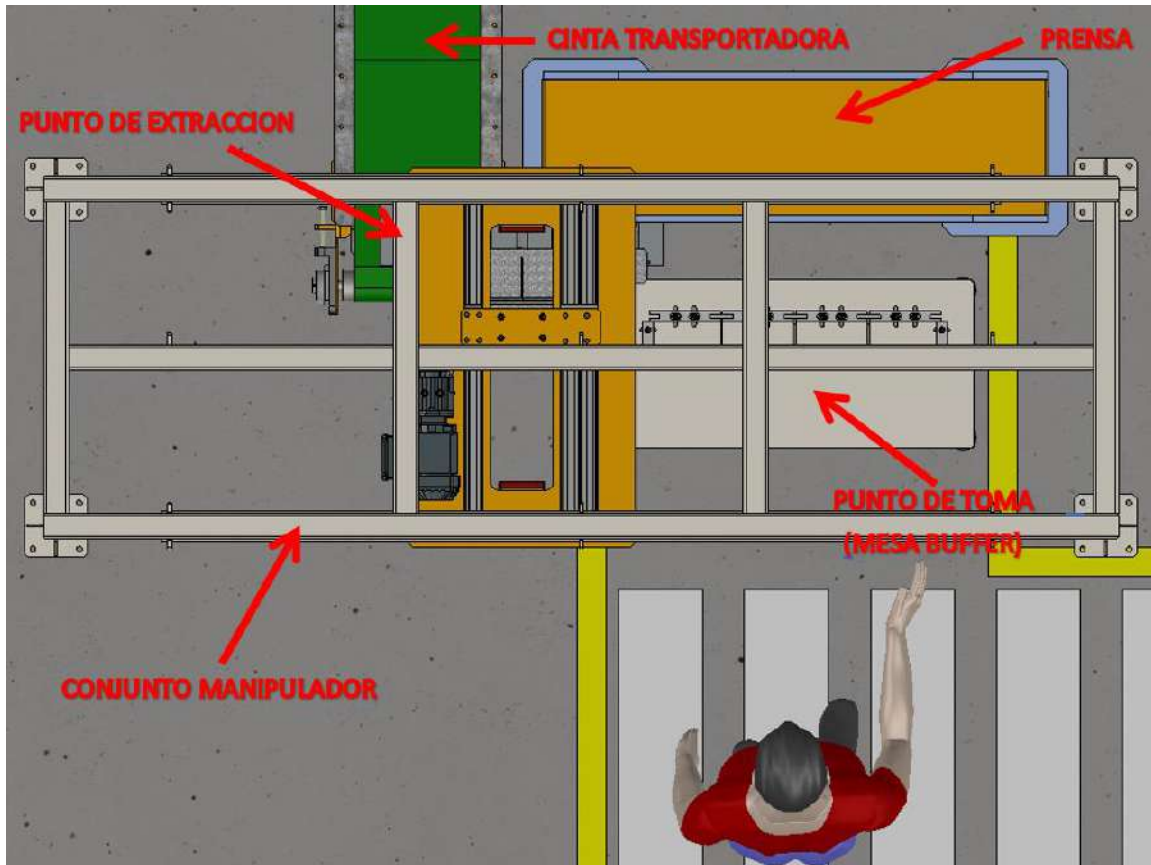


Figura 4-24: Lay out zona prensa

4.3.6 Verificación estructural

Finalmente, al ser el manipulador un dispositivo de izaje y por ende desplazarse en altura, se realizaron los cálculos pertinentes de las piezas que se consideran más comprometidas y de las cuales depende la seguridad del conjunto. En la imagen (8-25) se destaca en color verde las piezas a calcular. Como se puede ver, una de las dos piezas soporta todo el dispositivo, la placa más grande, y la otra pieza soporta el subconjunto del manipulador.

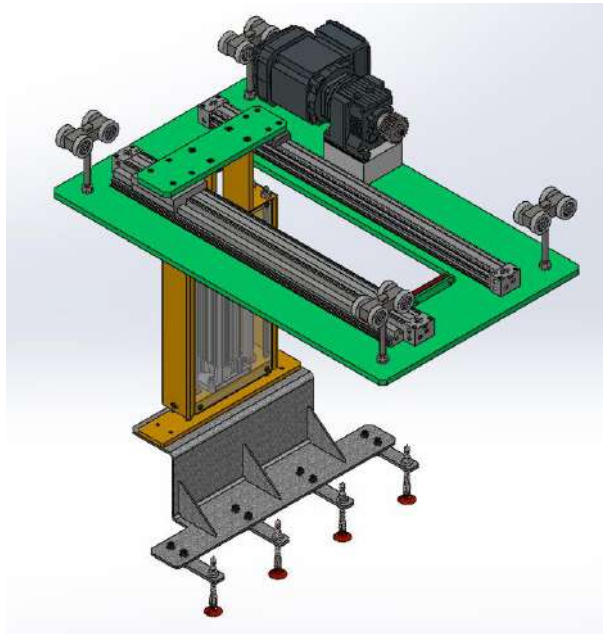


Figura 4-25: Componentes a verificar

▪ Soporte subconjunto manipulador

Estados de carga:

En las siguientes imágenes se muestra el estado de carga de la pieza simular. Para llevar a cabo la simulación se buscó el centro de gravedad de todo el subconjunto y luego se aplicó una carga remota a las fijaciones del subconjunto a esta placa. A su vez esta placa fue sujeta con una geometría fija en las zonas en donde apoya sobre los patines.

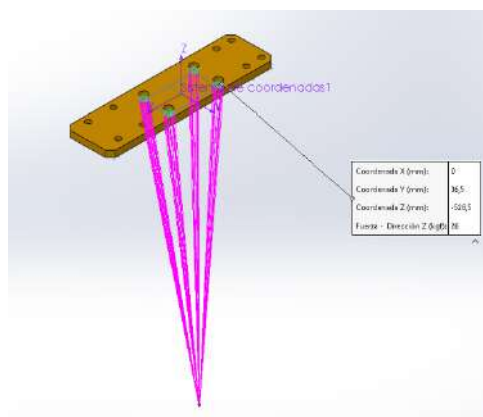


Figura 4-26: Exposición estado de carga

Resultados:

La imagen (8-27) los resultados obtenidos, Como apreciamos la placa está sobredimensionada por lo que no habría ningún problema estructural. Tal vez se le podría bajar el espesor de chapa pero se mantiene este espesor para buscar mayor rigidez en el movimiento del manipulador.

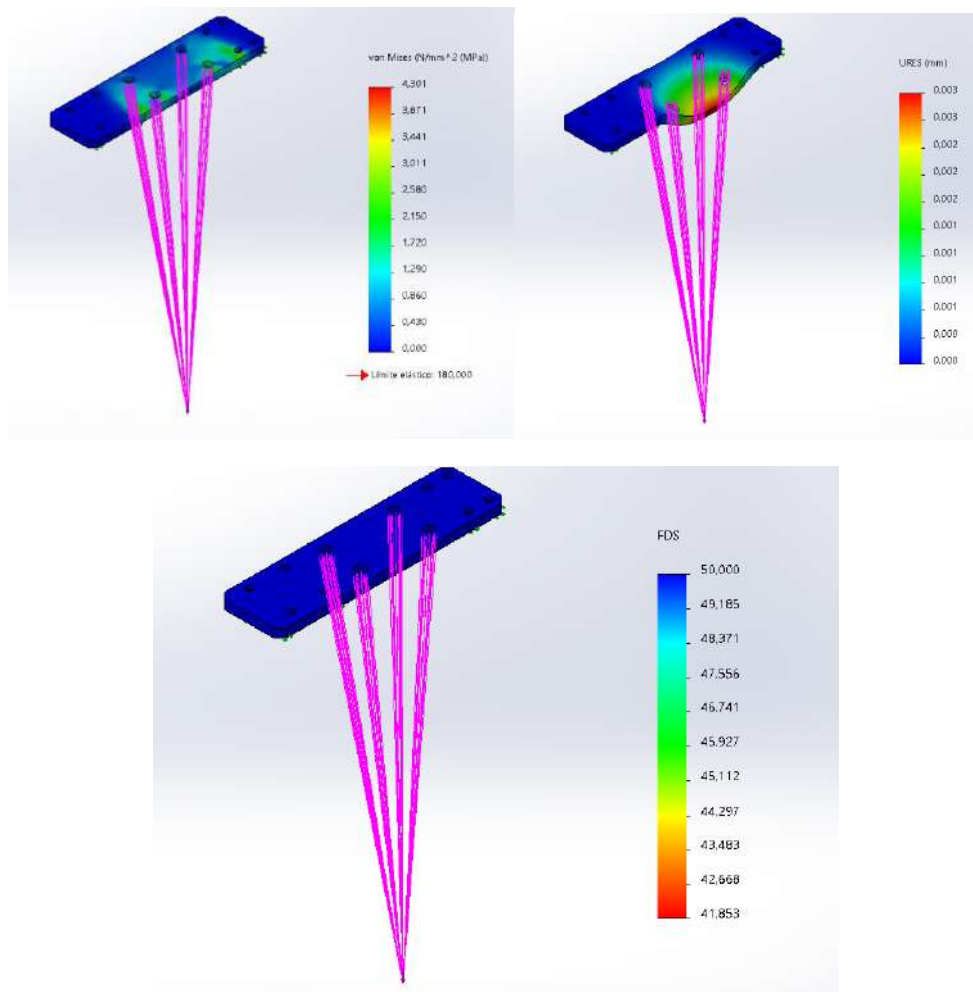


Figura 4-27: Tensiones obtenidas

▪ Soporte conjunto manipulador

Estados de carga:

Procediendo de la misma manera que para el otro soporte se muestra el estado de carga a simular. La diferencia aquí radica que se han simulado dos estados de carga distintos, en el primer caso se analiza cuando el manipulador se encuentra centrado en este placón

y en el segundo caso se analiza el estado en el que el manipulador se encuentra en el extremo de la guía.

Nuevamente se buscó el centro de gravedad pero ahora de todo el conjunto y luego se aplicó una carga remota a las fijaciones de las guías. Por su parte, el placón fue sujetado con una condición de geometría fija en los agujeros en donde se fija a las ruedas. Este estado se ilustra en la figura (8-28)

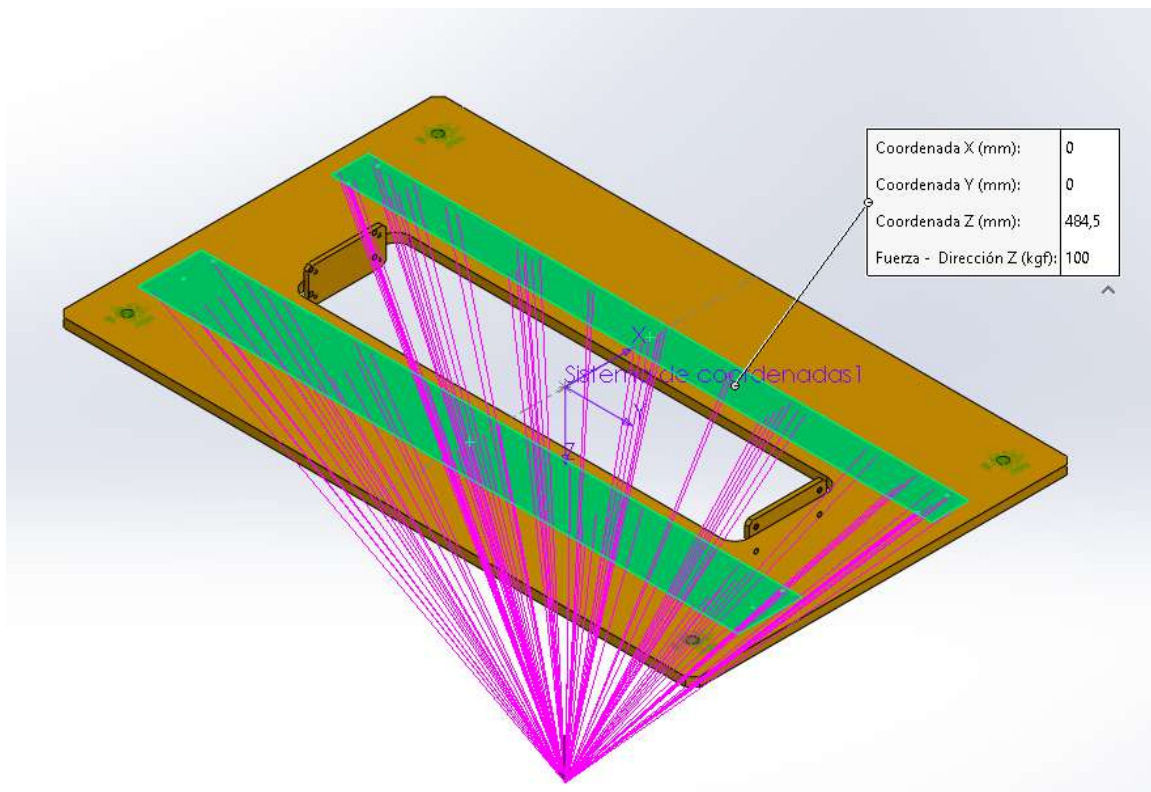


Figura 4-28: Carca en guías

Resultados - Estado de carga 1:

Se adjuntan los resultados obtenidos para el estado de carga 1. Nuevamente se puede ver que la placa está sobredimensionada por lo que no habría ningún problema estructural. En este caso se obtiene un FOS mínimo de 6,4, mucho más pequeño que el obtenido en el otro soporte pero igualmente sigue siendo elevado.

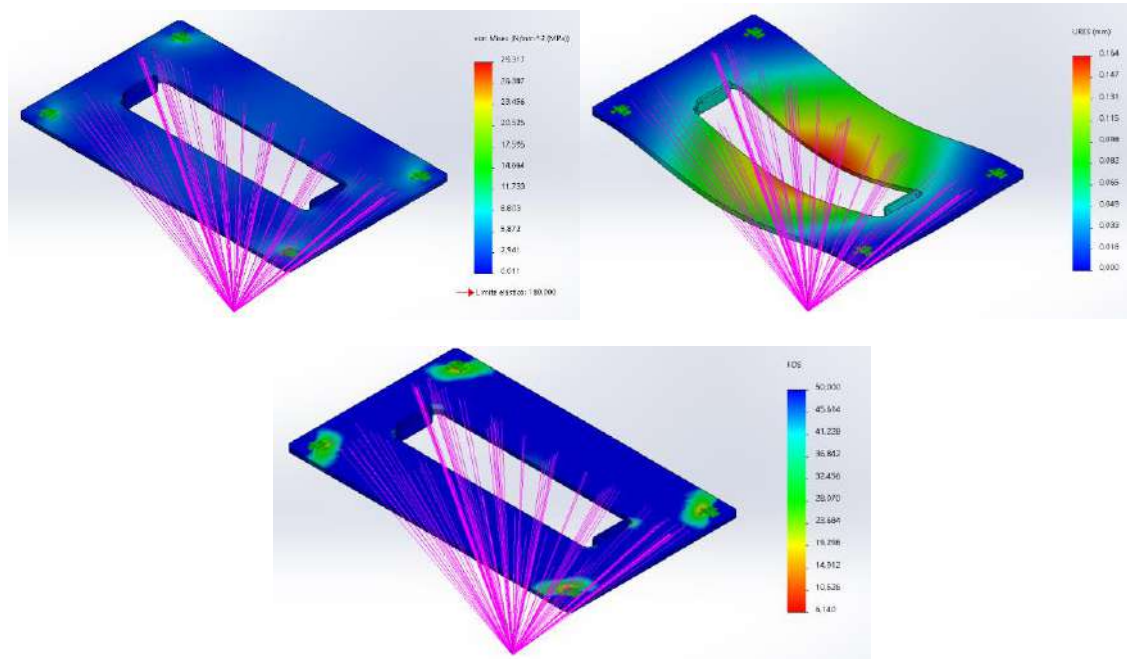


Figura 4-29: Tensiones obtenidas

Resultados - Estado de carga 2:

Adjuntamos los resultados obtenidos para el estado de carga 2, aquí apreciamos que la placa está mucho más comprometida que en el estado de carga 1. Igualmente se obtuvo un FOS mínimo de 4,3, por lo que la placa soporte de todo el conjunto soportará el estado de cargas sin inconvenientes.

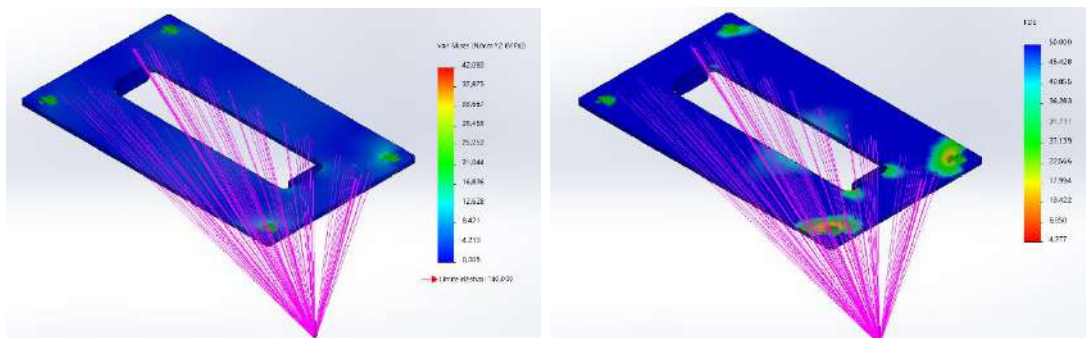


Figura 4-30: Tensiones estado de carga 2

4.4 Cinta transportadora

Luego de la estación de estampado continúa la estación de rolado de las chapas para conformar el cilindro.

El manipulador Toma las piezas de la prensa y las deposita una una en una cinta transportadora que es la encargada de alimentar la roladora. La razón de la existencia de la cinta transportadora es la necesidad de girar 90 grados la pieza de hacer un encauzamiento hacia La roladora más rápido que con el manipulador y la de evitar la vinculación directa entre la prensa y la roladora para poder así amortiguar problemas y que no haya que parar todo el proceso en caso de tener problemas o con la prensa o con la roladora.

Para el diseño de la cinta transportadora hay dos parámetros principales que son la velocidad de traslación de la la banda y la carga que puede trasladar la cinta.

La velocidad de traslación de la Banda debe estar en sintonía con el objetivo de productividad del conjunto, es decir la banda debe ser capaz de alimentar en promedio una chapa por minuto a la roladora o más.

Para el caso de la carga a trasladar se sobreestimó la carga máxima previendo la posibilidad de que se use la cinta para trasladar algún objeto indebido o de que sin darse cuenta haya algún atascamiento o algo que genere un esfuerzo mayor que la carga de las chapas siendo esta una carga muy baja ya que el máximo de chapas que deberían estar en simultáneo sobre la cinta es de cuatro sumando entre todas menos de un kilogramo.

Además hay algunos componentes claves a seleccionar como lo son las bandas el motoreductor y los rodillos además de ser necesario el diseño de algunos sistemas como el de tensado por ejemplo el encausamiento de las chapas hacia la roladora y la transmisión.

4.4.1 Sistema de tensado.

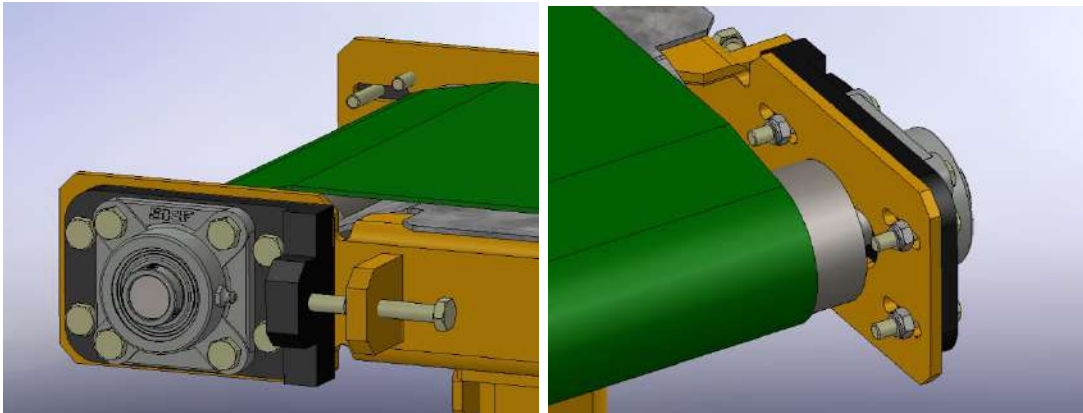


Figura 4-31: sistema de tensado

Para permitir el montaje y tensar la cinta, se decidió diseñar una chapa con corredera que puede ser desplazada aflojando los tornillos que la vinculan al lateral de la estructura de la cinta y enroscando o desenroscando el tornillo lateral. El desplazamiento está dado por la longitud de las ranuras.

Cabe destacar que el eje del rolo de la cinta está montado a través de una ranura también, que da lugar al movimiento.

Los rodamientos están vinculados a la chapa corredera mediante tornillos enroscados a agujeros roscados en la misma chapa.

4.4.2 Encausado de la chapa

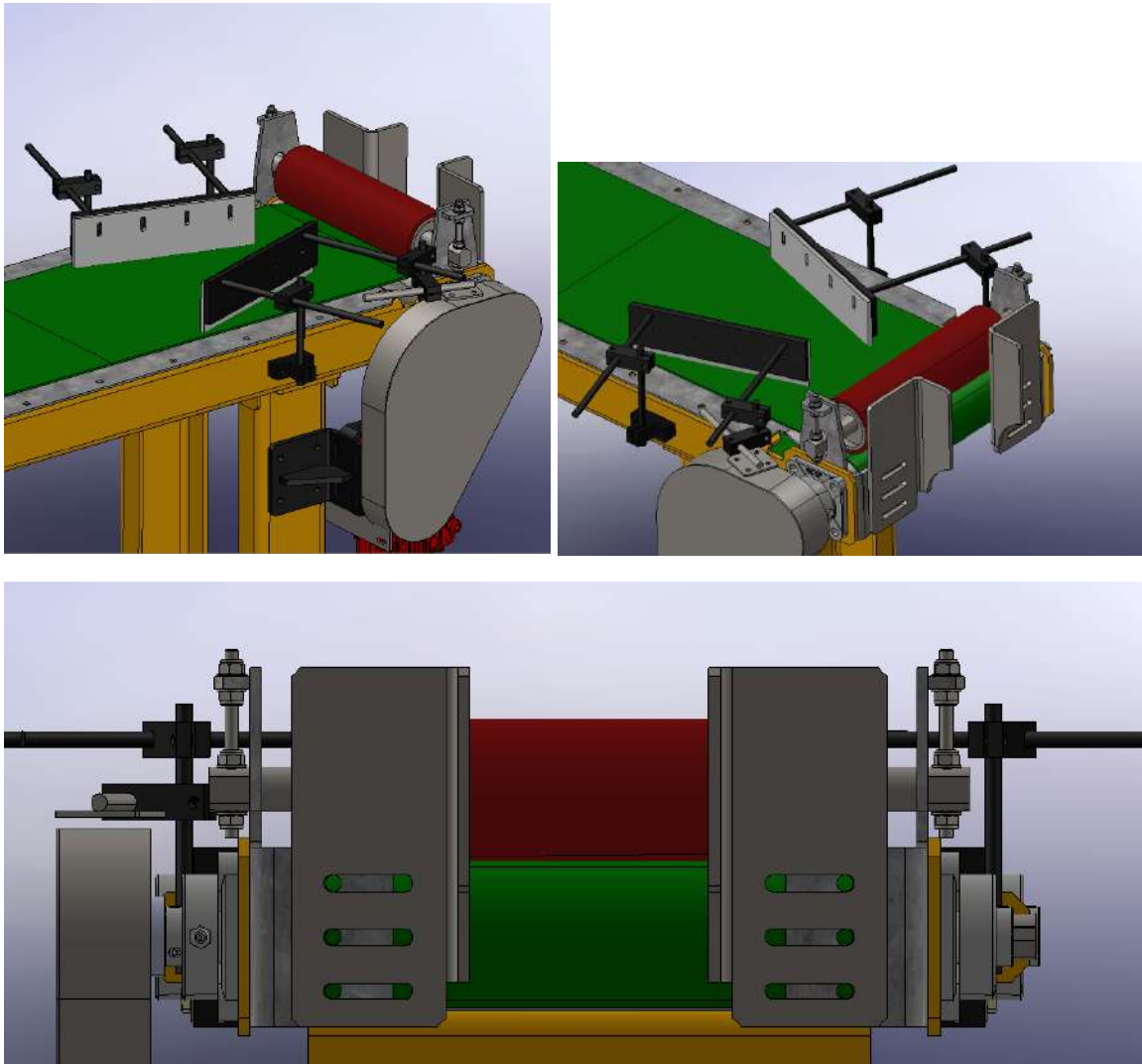


Figura 4-32: Sistema de encausado

Se diseñaron además encausadores laterales y verticales.

La función de los encausadores laterales es la de permitir que el manipulador no tenga la necesidad de ser preciso al momento de depositar las piezas en la cinta. por otro lado, los encausadores que se encuentran después del rolo tractor, tiene la función de evitar el desalineamiento una vez introducidas las piezas en la roladora.

Por otro lado, el rolo rojo está diseñado para traccionar la chapa hacia la roladora. Esta montado sobre chapas con correderas y resortes de manera que al pasar la chapa entre

el rolo de la cinta y este, se genera una fuerza de apriete de la chapa y que combinada con la traslación de la cinta, generan una tracción en la chapa en sentido hacia la roladora.

Cabe destacar que los encausados están diseñados para poder ajustarse y adaptarse al cambio de medida de la pieza, según la demanda del cliente. Como ya fue indicado anteriormente, el ajuste debe realizarse al comienzo de la producción de una tirada de floreros.

4.4.3 Cálculos del mando

Como se comentó anteriormente, el cálculo del sistema motriz de la cinta está dado tomando como variables predominantes la carga que se quiere transportar y a qué velocidad se desea hacerlo.

En primer lugar, se explicará el cálculo de la velocidad de giro del motor. El parámetro de entrada principal es la velocidad lineal de transporte deseada. En este caso, se consideró que 0.2m/s era una velocidad apropiada, ya que al tener 1.2m aproximadamente la cinta transportadora, el tiempo que tardaría una chapa en recorrerla completamente sería menor a 6 segundos (considerando que la chapa fue puesta en el punto más lejano de la cinta).

Este tiempo es mucho menor al necesario para cumplir con la productividad, pero permite así tener el tiempo necesario para posicionar las chapas sobre la cinta de manera lenta.

La obtención de esa velocidad lineal, dependerá de la velocidad de giro del sistema motriz que alimente al rolo de la cinta y del diámetro del rolo.

$$V_t = \omega * r \text{--- Ec. 4-2}$$

Teniendo en cuenta esto, se procedió a determinar el diámetro del rolo. El rolo tiene que soportar los esfuerzos que se le generen y ser pequeño para evitar así que su tamaño aleje las piezas de la roladora y dificulte la transición entre ambas máquinas.

La fuerza que debe soportar el rolo debe ser igual a la tensión de la cinta y puede considerarse además un eventual golpe con los equipos que lo circundan aunque son estos últimos siempre equipos livianos.

Se determinó un diámetro de 40mm para el rolo.

Luego se plantea en forma inversa la ecuación para obtener el dato necesario para dimensionar el sistema motriz, que es la velocidad de giro del rodillo.

Tabla 4-10: Cálculo velocidad de giro

CALCULOS CINTA TRANSPORTADORA			
Velocidad lineal	v_lineal	0,20	[m/s]
RPM Motor	n_motor	1450,00	[RPM]
		151,84	[rad/seg]
Radio rodillo+cinta	R_rc	0,04	[m]
RPM en el rodillo	n_rodillo	5,33	[rad/seg]
		50,93	[RPM]
Indice de reducción	i	28,47	[-]
Reduccion polea	i_polea	2,00	[-]

Se decidió elegir un motor de 4 polos, obteniendo así una velocidad de giro de 1450 rpm. La reducción de la velocidad de giro del motor se planteó por un reductor y un conjunto de poleas.

Se optó por agregar un conjunto de poleas para proteger el motoreductor en caso de existir atascamiento. Además, de este modo, cambiando las poleas, se puede realizar un ajuste en la velocidad de la cinta de manera económica, simple y robusta.

De esta manera, se puede optar por seleccionar un motorreductor con la relación final y poleas del mismo diámetro o cualquier otra combinación que mantenga las rpm finales del rolo. Por esta razón se agregó un cobertor para evitar los riesgos por atrapamiento.

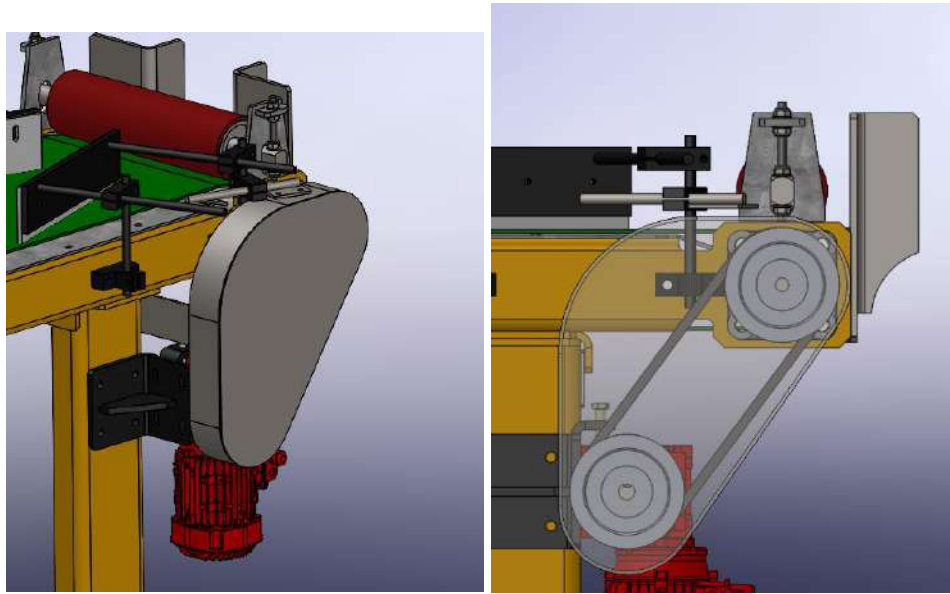


Figura 4-33: Sistema motriz

A continuación se detalla el cálculo realizado para determinar la potencia del motorreductor y el modelo de cálculo utilizado.

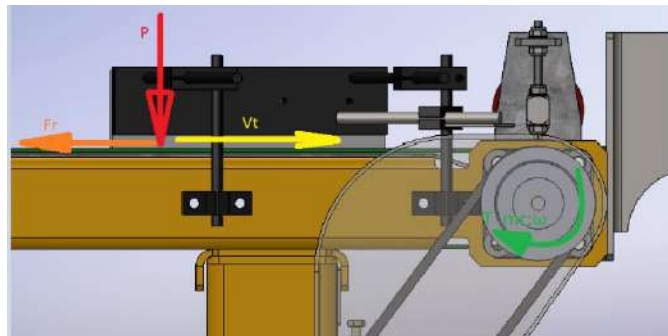


Figura 4-34: Esquema de cálculo

Masa a transportar	m	20,00	[kg]
Peso	F_{peso}	196,00	[N]
Coeficiente de roce cinta	u_{roce}	0,80	[-]
Fuerza de roce	F_{roce}	156,80	[N]
Potencia de transporte	$P_{\text{transporte}}$	31,36	[W]
Eficiencia	e	0,60	[-]
Potencia minima motor	$P_{\text{min_motor}}$	0,05	[kW]
Potencia seleccionada	$P_{\text{seleccionada}}$	0,25	[kW]

Figura 4-35: Cláculo de potencia

4.5 Roladora

Para este proceso y siguiendo los lineamientos planteados desde un principio se contempló diseñar una roladora bastante estándar con algunas modificaciones para adaptarla a este proyecto en particular, con el objetivo de que la misma esté accionada automáticamente a través de sensores de posición.

Al ser las longitudes a rolar demasiado pequeñas, se diseñó una roladora compacta con el fin de reducir los espacios y principalmente para que los rodillos de la misma estén en voladizo. Este último punto es principalmente para facilitar la extracción de los floreros ya rolados de manera automatizada, de lo contrario si se tuviese un soporte en ese extremo de los rolos tendríamos que quitar el mismo para permitir la extracción del florero ya rolado.

Como se menciona anteriormente en la cinta transportadora, como las chapas estampadas a rolar serán encausadas por el sistema explicado en el apartado anterior y luego mediante el rolo traccionador serán empujadas dentro de la roladora. Aquí, mediante un sensor, la roladora comenzará a accionarse y rolará la placa plana de chapa.

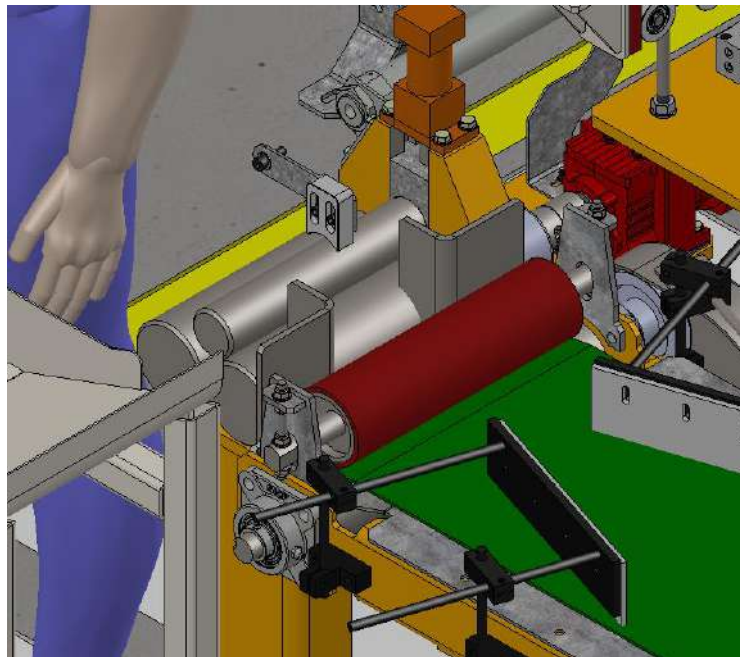


Figura 4-36: Roladora montada en el conjunto

Tendremos tres accionamientos distintos como vemos en la siguiente imagen. Por un lado tenemos el accionamiento eléctrico de los rolos motrices generado por un motorreductor

estándar. Por otro lado, tenemos el accionamiento hidráulico del tercer rolo el cual sube y baja, y por último, tenemos el accionamiento neumático del dispositivo pateador de los floreros ya rolados.

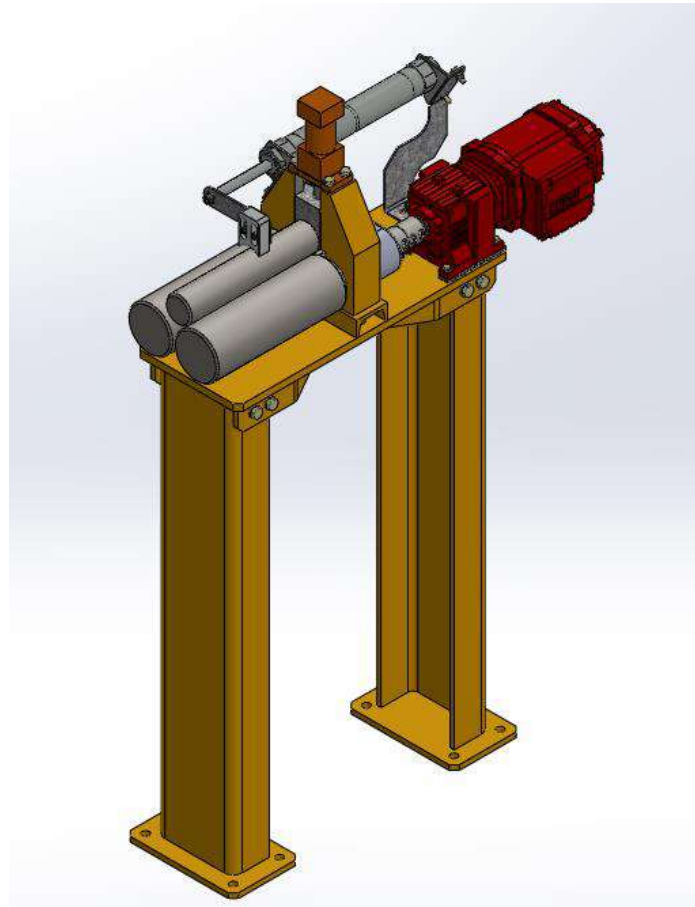


Figura 4-37: Vista isométrica de la roladora

El motorreductor seleccionado es un **SEW R07DRN63M2** en cuyo eje se tiene un piñón motriz. La conexión de este eje con el motorreductor se da mediante una acople estándar. Luego este piñón motriz está conectado al piñón conducido del segundo rolo motriz a través de una cadena estándar. Se destaca que estos dos piñones se encuentran ocultos debido a la presencia de una protección de chapa, esta protección se diseñó con el objetivo de impedir que el operario pueda llegar a tener interferencias con los piñones y la cadena. Todo lo descrito se puede ver en la figura 8-38, a su vez en la sección anexo se adjunta la planimetría correspondiente para ver más en detalle el funcionamiento de esta roladora.

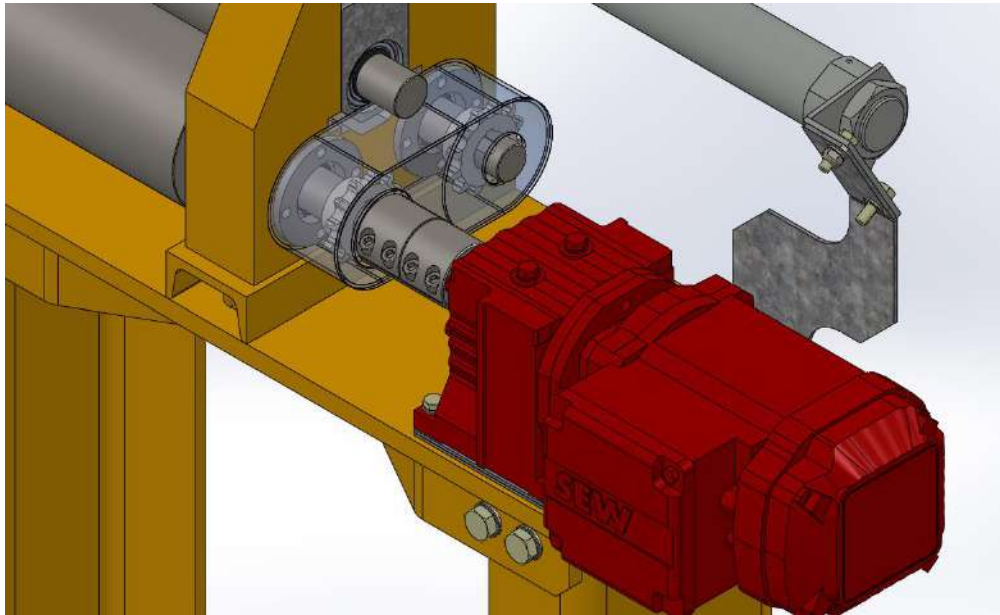


Figura 4-38: Accionamiento roladora

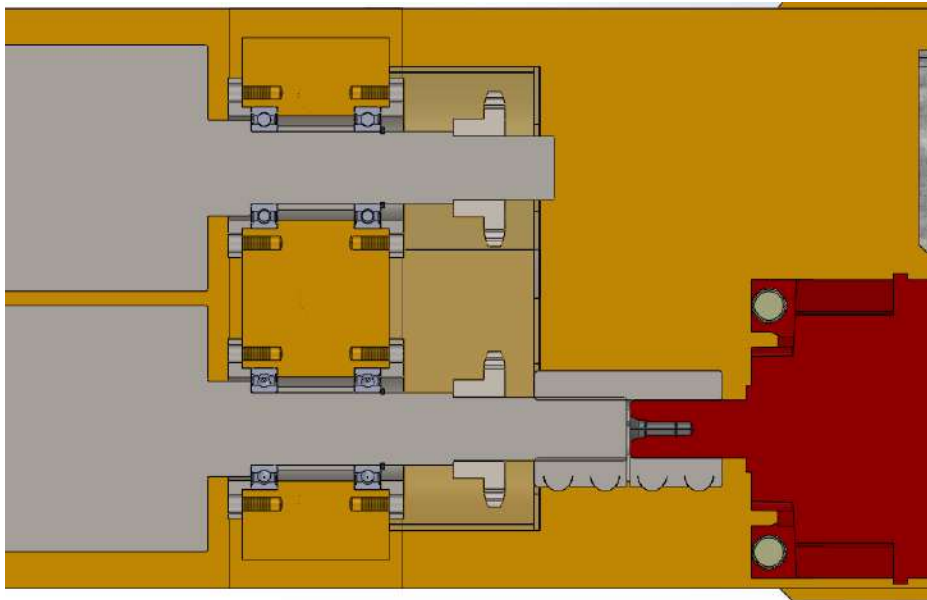


Figura 4-39: Corte en la transmisión

Por su parte, como dijimos anteriormente, el tercer rolo es accionado por un cilindro hidráulico estándar **ALECAR LINEA 70 CH-12**. Este cilindro junto con una guía prismática tiene el objetivo o la función de bajar el rolo para comenzar a rolar la chapa. Una vez rodada la chapa nuevamente el cilindro es accionado para elevar este rolo permitiendo que el pateador expulse la chapa ya rodada.

Destacamos aquí, que al variar la altura del cilindro se regula el diámetro final del florero, por lo que se tiene esta flexibilidad en una de las variables más importantes del producto a fabricar.

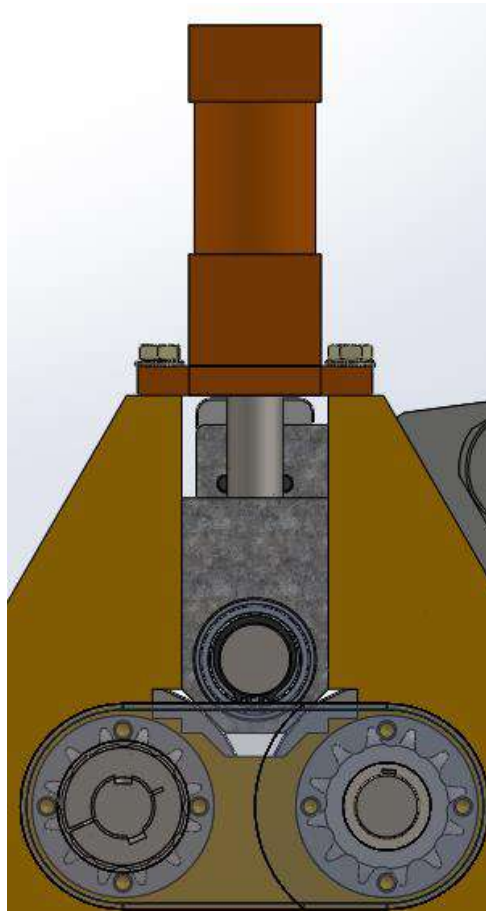


Figura 4-40: Cilindro montado

Por último, el sistema pateador conformado básicamente por un cilindro neumático estándar, **SMC CM2L40TN-200AFZ1**, agarrado a la base de la roladora y con un taco en el extremo del vástago, es el encargado de expulsar la chapa ya rolada hacia la mesa buffer de soldadura.

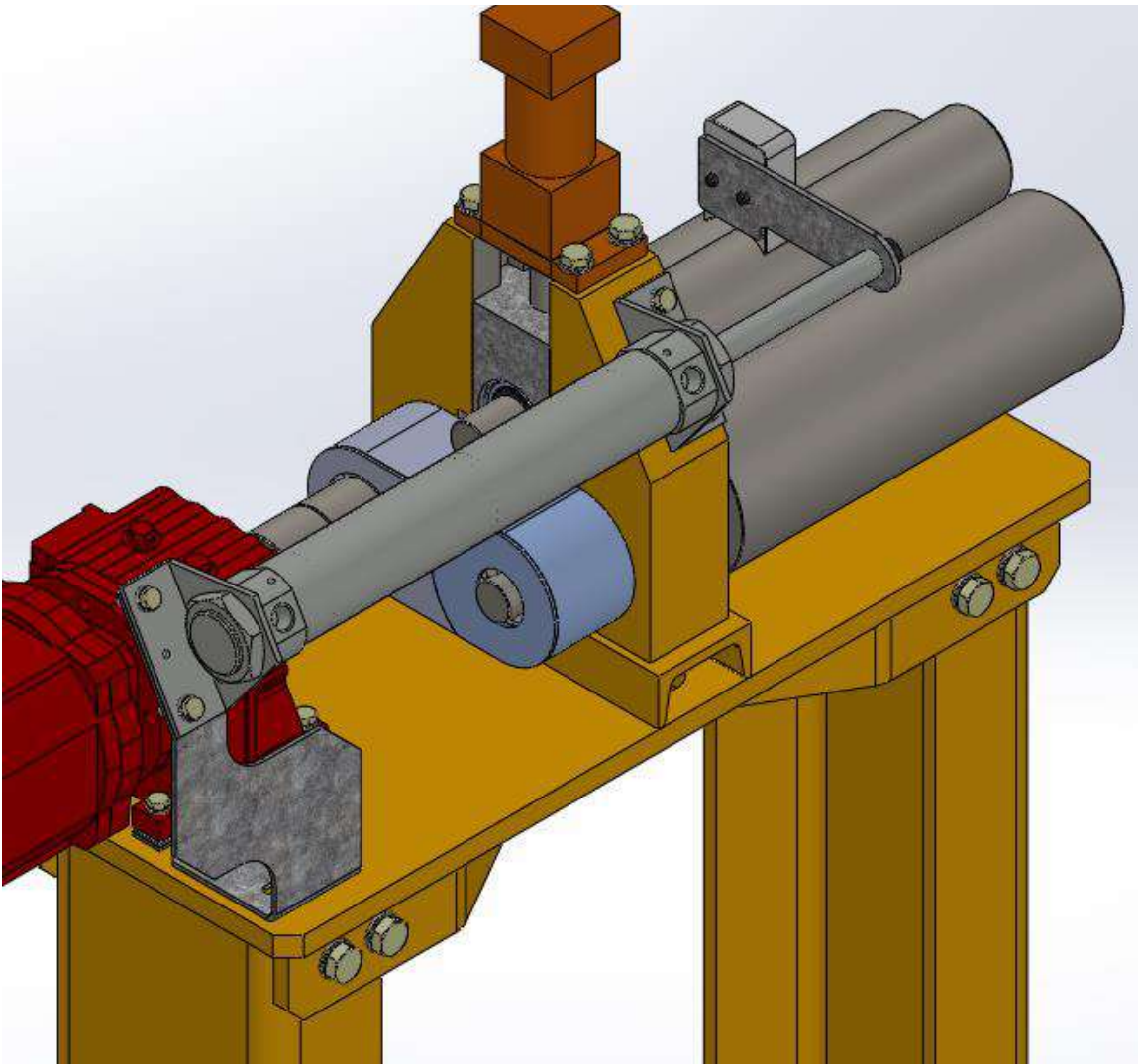


Figura 4-41: Pateador floreros

Con el objetivo de calibrar este dispositivo, la chapa soporte del cilindro tiene regulación longitudinal gracias a la presencia de unos oblongos.

Mientras tanto, en el extremo roscado del vástago se encuentra anexado el taco pateador fabricado en material APM. El mismo tiene la posibilidad de regularse en la altura para poder calibrar y asegurar el pateado del florero.

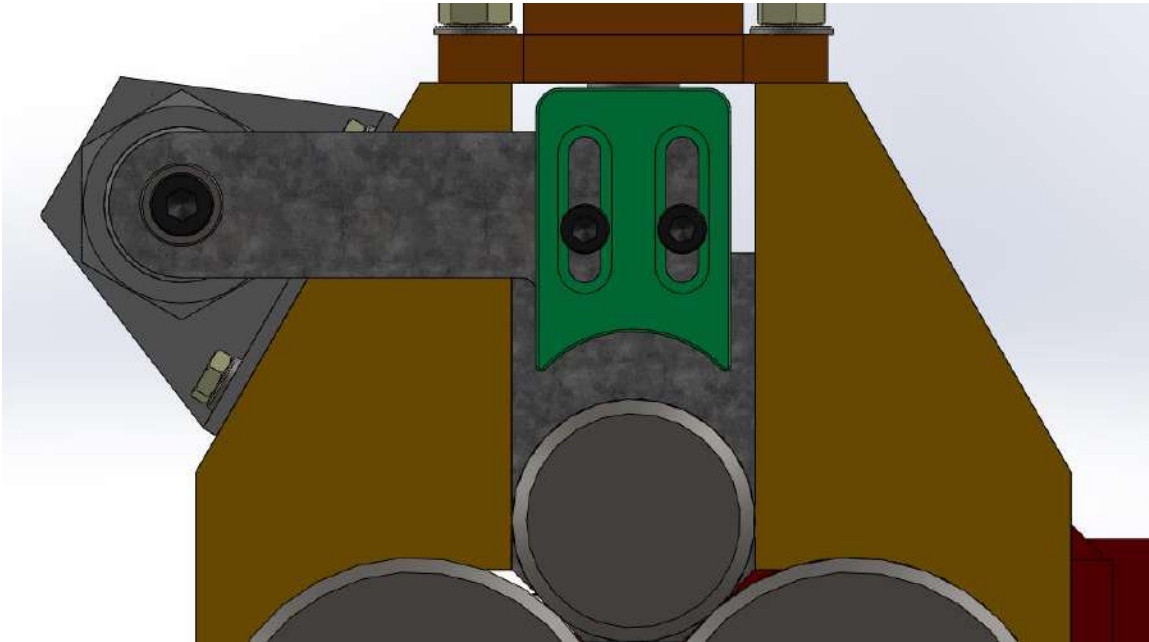


Figura 4-42: Pateador

Una vez expulsado, el florero caerá en una mesa buffer para seguir al siguiente proceso que es el proceso de soldadura.

4.6 Soldadora

Es la última etapa del proceso. Esta etapa es alimentada por un operario, que deberá tomar los floreros que quedan estacionados en el buffer a la salida de la roladora y deberá posicionarlos en la soldadora. Anteriormente el proceso se realizaba con el operario sosteniendo el florero mientras soldaba.

El nuevo diseño propuesto requiere que el operario posicione la pieza, pero al momento de soldar, no es necesaria la presencia ni la manipulación por parte del mismo.

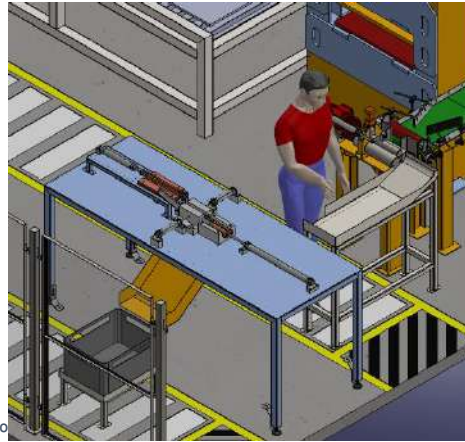


Figura 4-43: Soldadora montada en conjunto

El proceso seleccionado para realizar la soldadura es el que se realiza actualmente en el proceso, que es el de soldadura por punto.

Este proceso consta de dos piezas de material conductor de la electricidad denominadas electrodos entre las que se interpone el material a soldar.

Una vez interpuesto el material, se procede a cerrar el circuito a través del mismo. Esto genera el paso de corriente eléctrica entre los electrodos y por el material a soldar, aumentando su temperatura.

La acción conjunta de la temperatura y la presión generada por los electrodos tiene como consecuencia la unión entre las piezas a soldar.

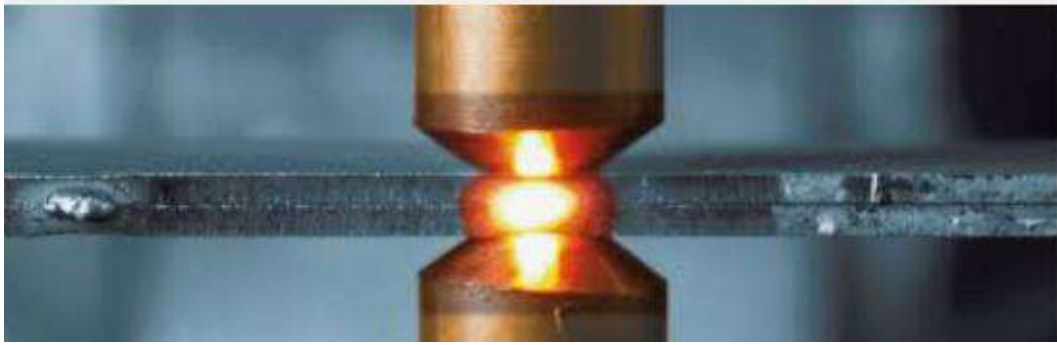


Figura 4-44: Soldadura por punto

Aunque se haya decidido mantener la tecnología empleada, se diseñaron mejoras que disminuyen la exposición del operario a las proyecciones de la soldadura.

El funcionamiento del dispositivo de soldadura se detalla a continuación:

4.6.1 Depósito de la pieza

El operario coloca la pieza en una pequeña matriz para luego dar comienzo al proceso. Aquí lo más importante es que la chapa solapada del cilindro rolado quede alineado con los electrodos.

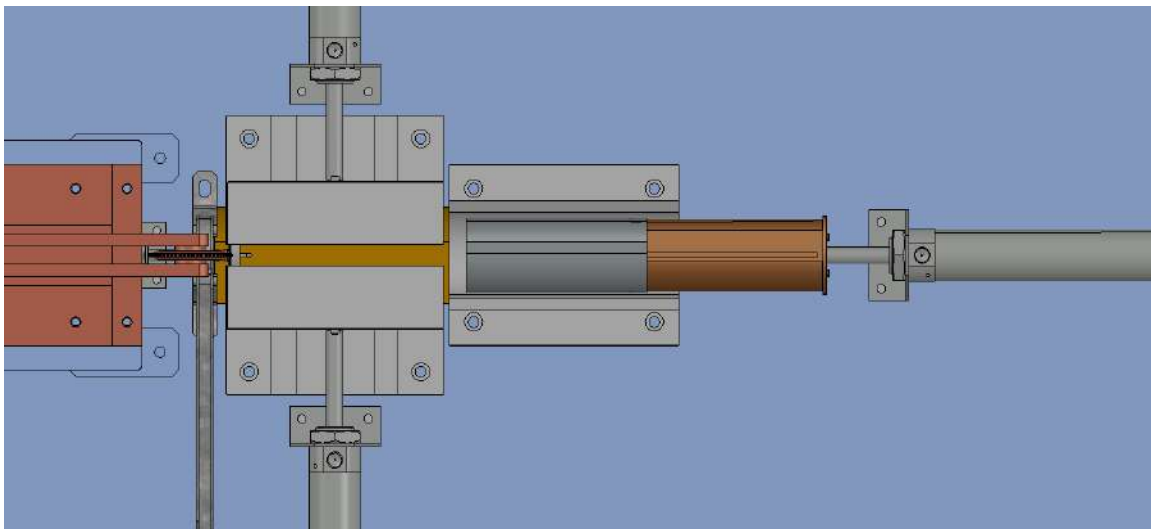


Figura 4-45: posicionado de la pieza

4.6.2 Avance y posicionamiento

El cilindro avanza y deposita la pieza en la posición de soldadura, quedando así el electrodo ya posicionado dentro de la pieza.

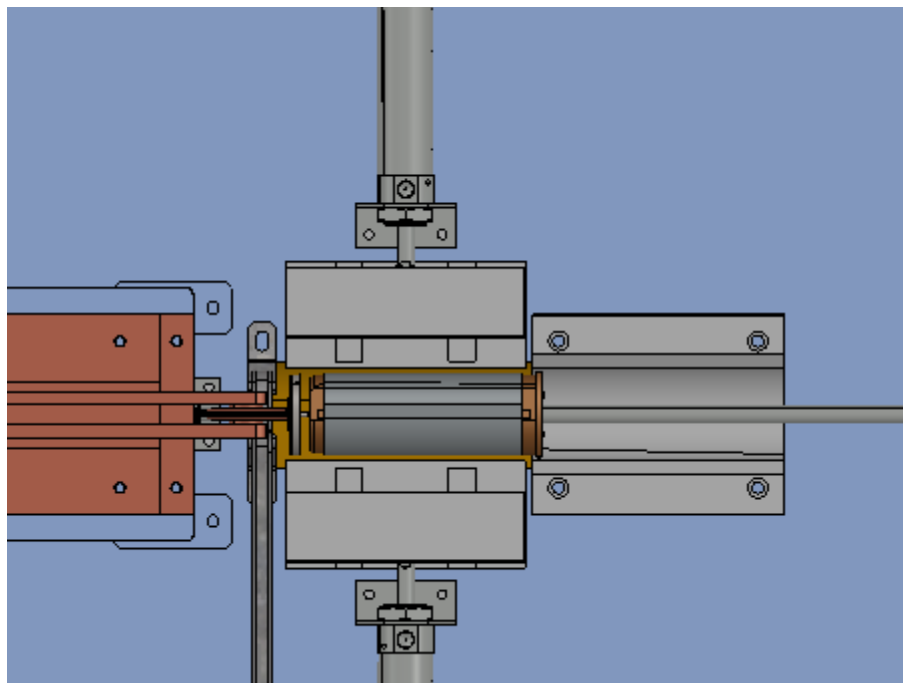


Figura 4-46: Introducción del electrodo

4.6.3 Posicionamiento de la tapa

El cilindro introduce la tapa en el florero.

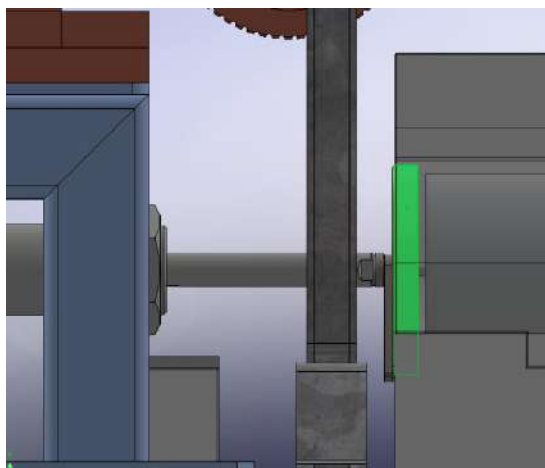


Figura 4-47: Introducción de la tapa

4.6.4 Contención

Los cilindros laterales se expanden y presionan el florero en su posición.

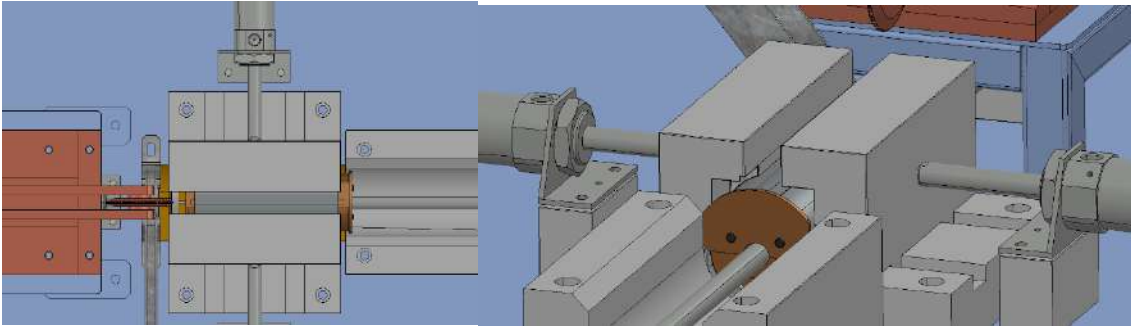


Figura 4-48: Fijación del florero

4.6.5 Soldadura

Se acciona el cilindro trasero y se desplaza la rueda de cobre que es el electrodo restante a lo largo del florero, generando el cordón necesario para mantener unidas las piezas.

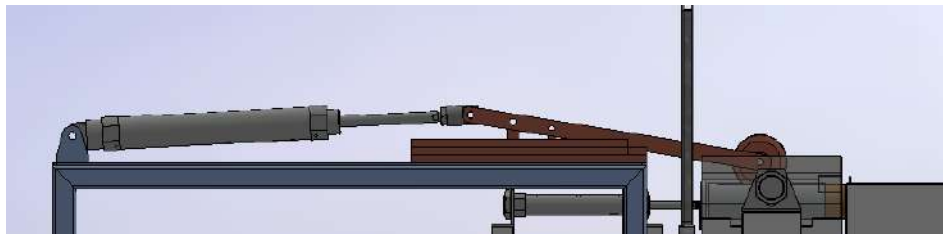


Figura 4-49: Vista lateral soldadora

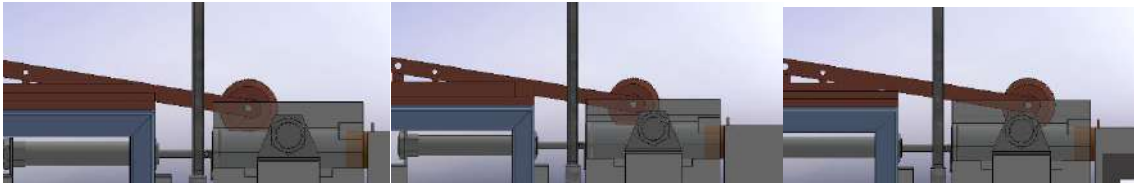


Figura 4-50: Movimiento electrodo rueda

El sistema está pensado para que quede un ángulo entre el eje del cilindro y el brazo que sostiene la rueda, de manera tal que se genere el esfuerzo de compresión necesario para la soldadura.

4.6.6 Retirada electrodo interior

Una vez realizado el cordón, se retira el cilindro interior, quedando el florero sostenido por los presionadores laterales

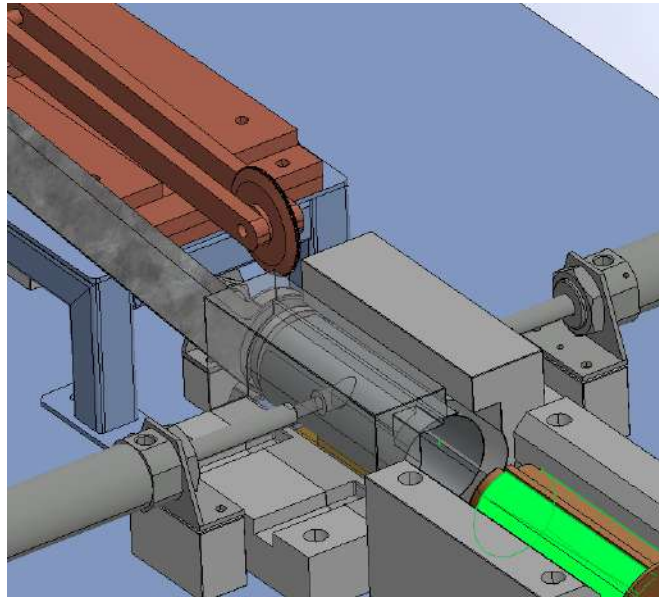


Figura 4-51: liberación electrodo interior

4.6.7 Caída del florero

Por último, se abren los cilindros laterales permitiendo la caída del florero a través de una rampa al capacho, dejándolo listo para su empaquetado

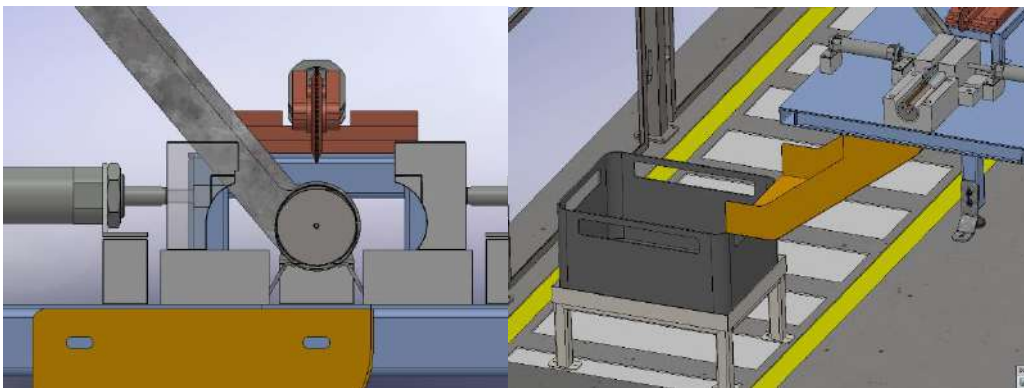


Figura 4-52: Expulsión del florero

4.7 Layout general

Una vez ya definidas las máquinas para cada subproceso, con base principalmente en cumplir los objetivos planteados, se explicará detalladamente cómo quedó el proceso general de fabricación de floreros. Primero se debe comenzar explicando que se tienen tres tipos de floreros distintos, por un lado los floreros estampados que requieren de la utilización de la prensa de elastoforming, por otro lado los floreros calados en el cual el calado se hará mediante corte láser y no se utilizará la prensa. Por último, se tienen los floreros lisos para los cuales mediante el láser se recortará el rectángulo de chapas a las dimensiones finales y luego pasará mediante el manipulador directo a la cinta transportadora para hacer rolado y soldado.

Al ser los floreros estampados los que conllevan a utilizar todas las maquinarias desarrolladas, se explicará detalladamente cómo es el proceso de fabricación general para este tipo de florero explicando principalmente cómo es el flujo de materia prima para la fabricación. Para el caso de los otros dos tipos de floreros, calados y lisos, básicamente se cambiará el programa del manipulador y simplemente este tomará las piezas de la mesa buffer ubicadas por el operario y las trasladará a la cinta transportadora. En la siguiente imagen se puede apreciar cómo quedó la disposición final del layout y sobre la cual se hará base para comentar todo lo detallado en este párrafo.

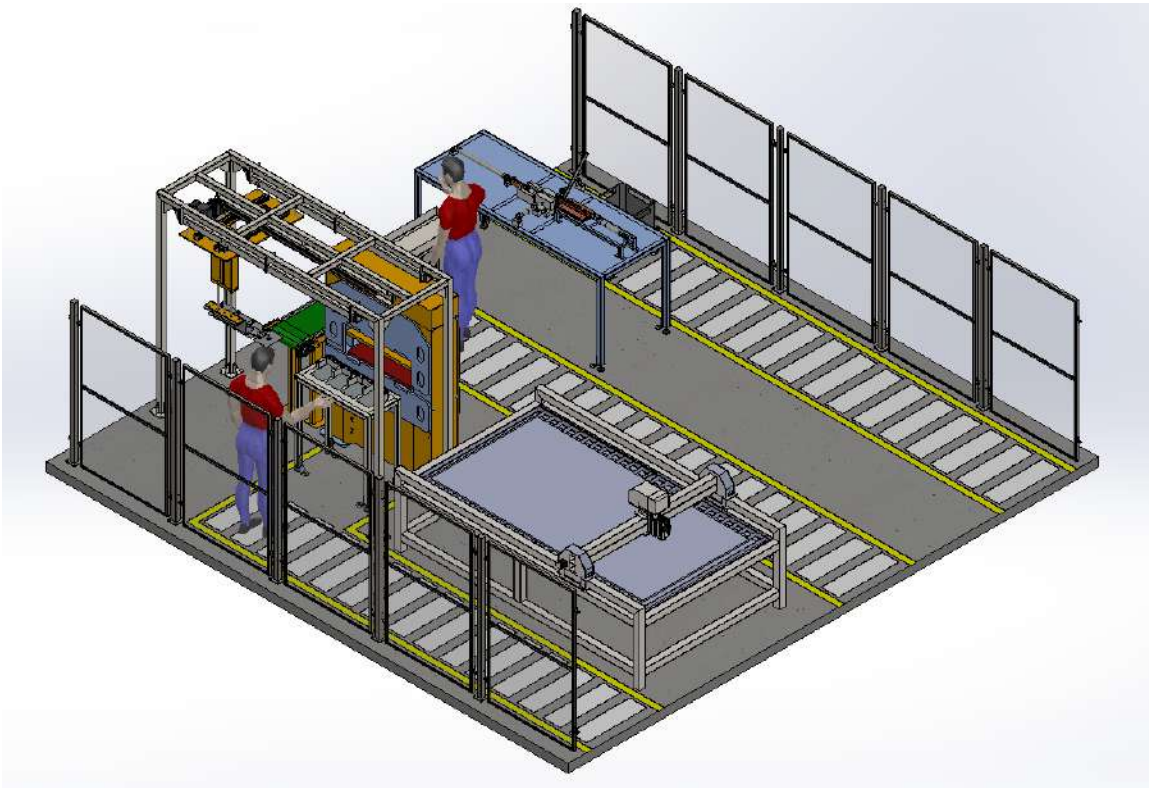


Figura 4-53: Disposición final de la maquinaria

Primero se destaca y en base principalmente en el objetivo de seguridad, que a diferencia de la situación actual están marcadas las zonas por las que debe circular el operario. Fuera de estas sendas peatonales detalladas, los operarios no tendrían la necesidad de caminar ni de movilizarse, de esta manera se alejan de las zonas más peligrosas y por ende se disminuye el riesgo de accidentes. Como bien se señaló al arrancar este informe, en el proceso actual de fabricación no hay zonas delimitadas por las que los cuales los operarios deban caminar y a su vez, las máquinas utilizadas no tienen las protecciones de seguridad necesarias con lo que se aumenta explícitamente el riesgo de accidentes laborales, este es uno de los puntos sobre los cuales más se trabajó con la importancia que conlleva.

Además en el layout general se aprecia la existencia de un cerramiento justamente haciendo hincapié en este último punto detallado y se destaca que las maquinarias fueron ubicadas de una manera tal de que se mejore el flujo de materia prima y se minimice el acercamiento de los operarios a las maquinarias. Otro otro punto planteado en los objetivos era la posibilidad de plantear módulos de fabricación para cada subproceso por

lo que tranquilamente las maquinarias podrían ubicarse de una manera distinta en función de la disposición de planta en caso de que haya cambios en la infraestructura del lugar.

4.8 Nuevo proceso de fabricación

Definido entonces el layout general, se pasará a explicar detalladamente el proceso de fabricación de los floreros estampados tal cual se comentó en los párrafos anteriores. Una vez explicado se hará un estudio de tiempo para intentar estimar la nueva productividad, la cuál estará detallada en la siguiente sección.

Como primer paso los operarios deberán manipular la plancha de chapa completa sin cortar y ubicarla en el corte láser. Una vez ubicada ahí y calibrada la posición de la misma, en base a la producción de los tipos de floreros requeridos se cargará la plantilla de corte de la chapa. En este apartado el láser de 500 watts será el encargado de cortar todos los rectángulos de chapas sobre los cuales luego se le realizarán los subprocesos para fabricar cada florero. Aquí, como ya se comentó, el láser también hará los agujeros por lo tanto aquí ya se elimina el proceso de agujereado que estaba en el proceso tradicional. El láser recortará rectángulos lisos para el caso de los floreros estampados o lisos, rectángulos con los recortes en su interior en caso de que sean calados, o rectángulos con los grabados pertinentes en caso de que el cliente requiera floreros grabados.

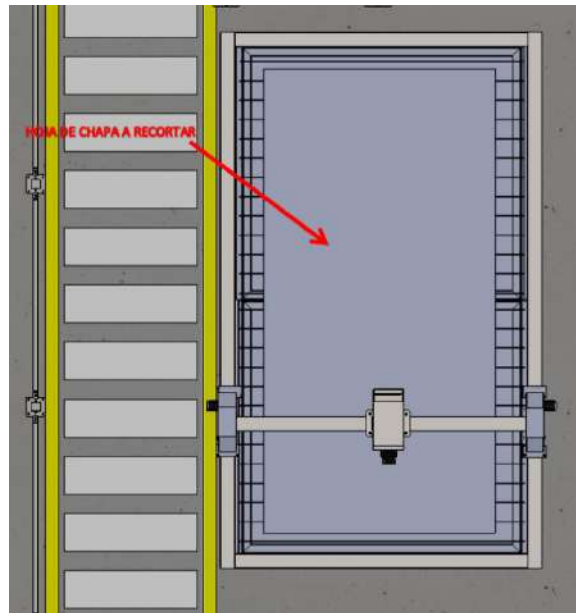


Figura 4-54: Máquina de corte laser

Una vez cortada toda la hoja de chapa, los operarios tomarán y clasificarán los rectángulos en función de los subprocesos siguientes que necesiten. Con esto ya clasificado deberán llevarlos por la senda peatonal para cargar la mesa buffer en cuatro

tomos iguales o similares. En base a los floreros a fabricar en esa tanda, se aplicará el programa correspondiente al manipulador para ver qué recorrido debería hacer el mismo. Recordemos que aquí el manipulador tendrá dos programas distintos, uno para los floreros estampados y el otro para el resto de los tipos de floreros.

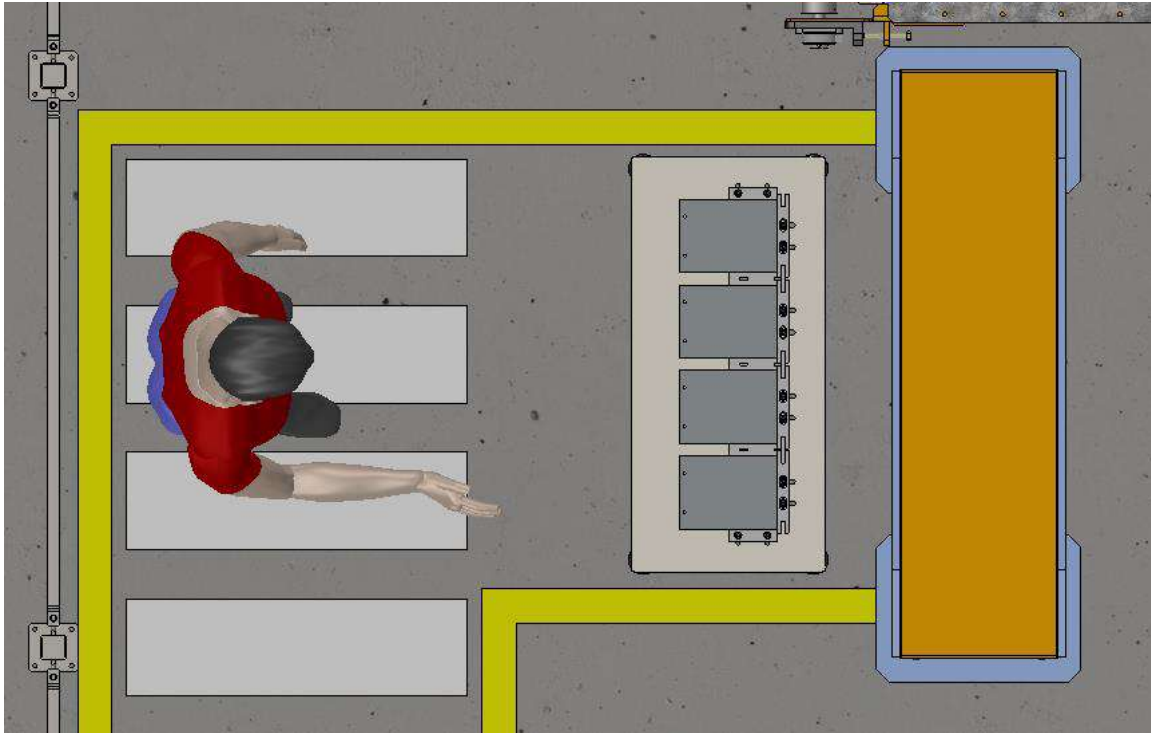


Figura 4-55: Estación estampado – vista superior

Una vez cargada la mesa buffer con la tanda de floreros a fabricar, el operario deberá retirarse de esa zona para que el manipulador comience el proceso automatizado de fabricación de floreros. Aquí, considerando la fabricación de flores estampados, el manipulador se posicionará encima de la mesa buffer, bajará mediante el accionamiento del cilindro neumático, y tomará mediante las sopapas de vacío cuatro chapas para llevarlas a la prensa. El mismo se elevará levemente y desplazará las chapas en su dirección transversal hacia el interior de la prensa. Posicionado ya ahí, bajará levemente hasta apoyar las chapas en el elastómero rojo de la prensa y desactivará el vacío de las sopapas para poder soltar los rectángulos de chapa.

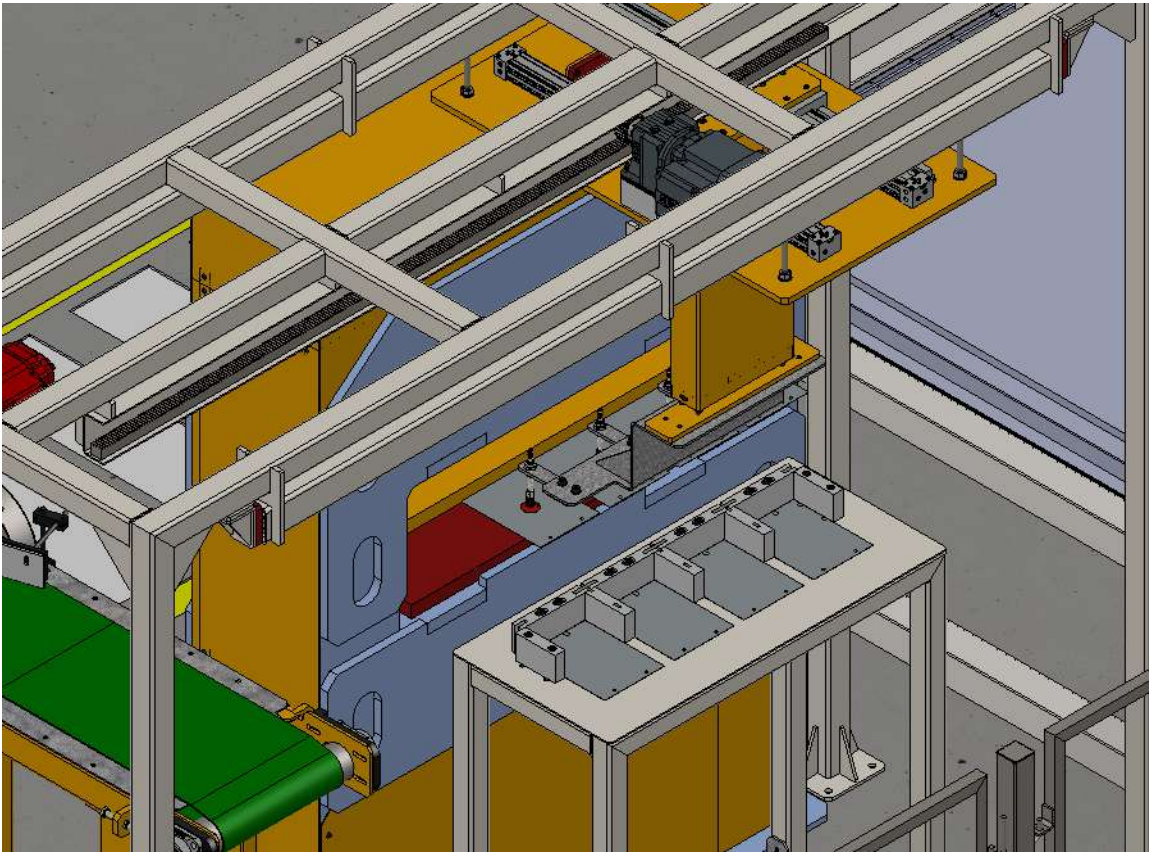


Figura 4-56: Estación estampado – vista isométrica

Con las piezas ya soltadas, el manipulador se retirará para dar comienzo al proceso de elastoforming. Aquí y nuevamente siguiendo la lógica de un proceso automatizado mediante lógica cableada o un PLC, la central de la prensa comenzará a actuar bajando los cilindros para dar lugar al proceso de estampado.

Una vez estampadas las piezas, nuevamente el manipulador ingresará a la prensa para succionar las chapas y luego mediante traslaciones en sus tres ejes se moverá hacia la cinta transportadora. Allí irá depositando una a una las chapas ya estampadas para que la cinta transportadora la lleve a el proceso de rolado.

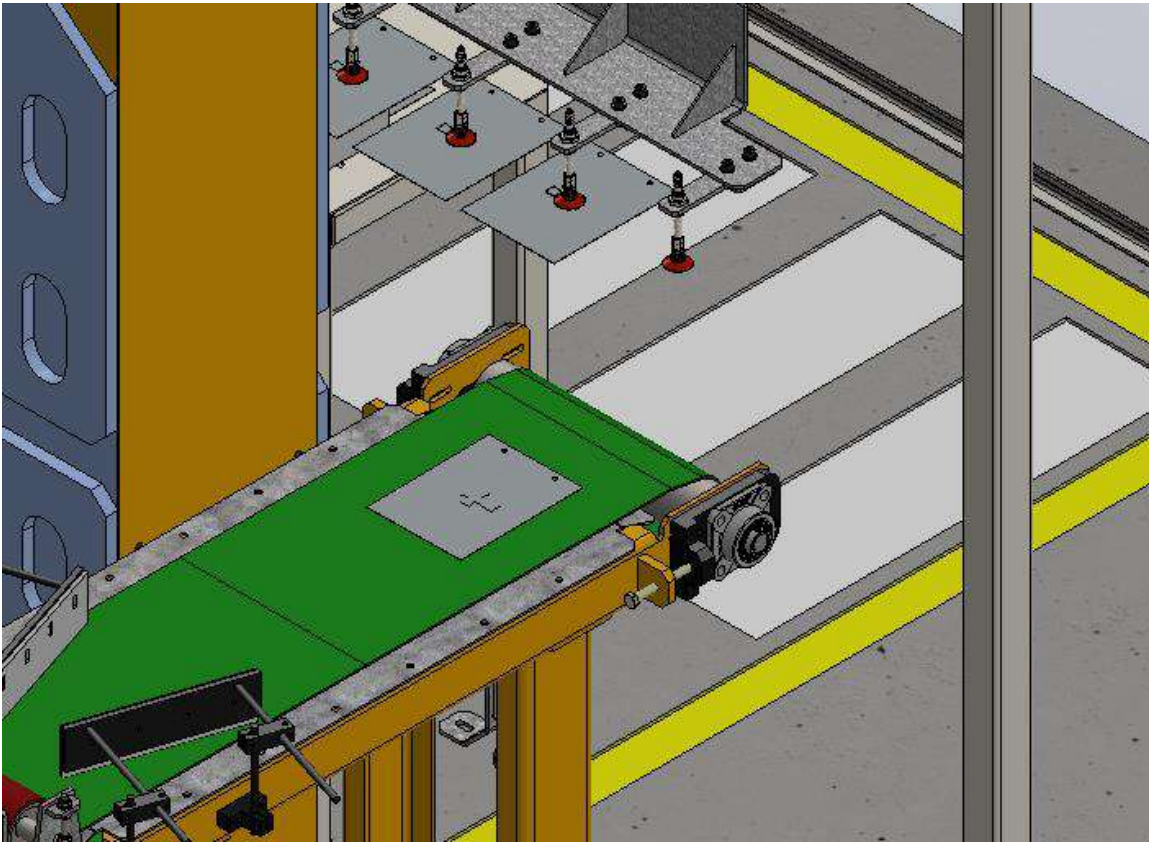


Figura 4-57: Traslado a la roladora

Aquí se recuerda que en el extremo de la cinta hay una especie de dispositivo encauzador y un rolo loco encargado de impulsar la chapa rectangular a la roladora.

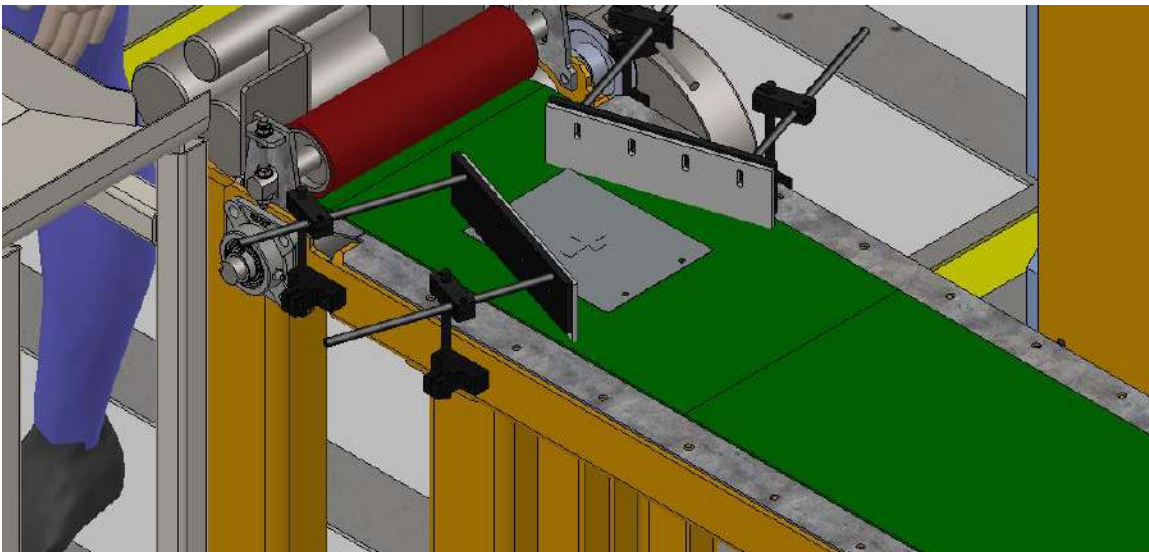


Figura 4-58: Vinculación con la roladora

La roladora accionará su programa automáticamente y comenzará a mover los rolos motrices para iniciar el proceso de rolado. Al mismo tiempo, el tercer rolo se ubicará en la posición para el diámetro prefijado en la roladora, manteniendo y ejerciendo fuerza hacia abajo en la chapa, para empezar a darle el diámetro definitivo. Completado el rolado del florero, el cilindro neumático eyector pateará la pieza hacia la mesa buffer de soldadura.

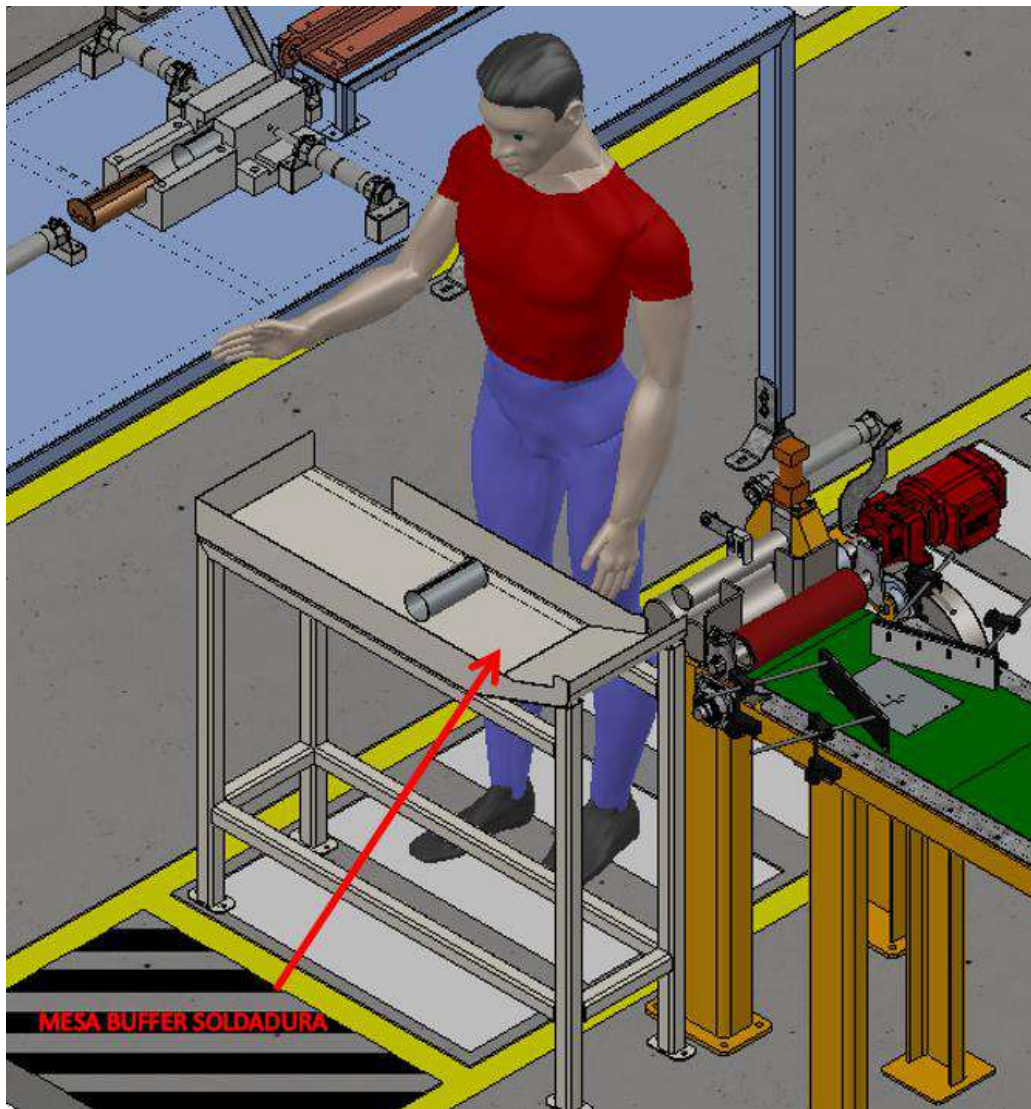


Figura 4-59: Buffer soldadura

Aquí nuevamente se requerirá la presencia de un operario, pero esta vez deberá estar permanentemente en este puesto de trabajo. El operario tomará el cilindro ya rolado y lo posicionará en la soldadora de manera tal de que la junta solapada de la chapa quede hacia arriba como se aprecia en la imagen adjunta a continuación.

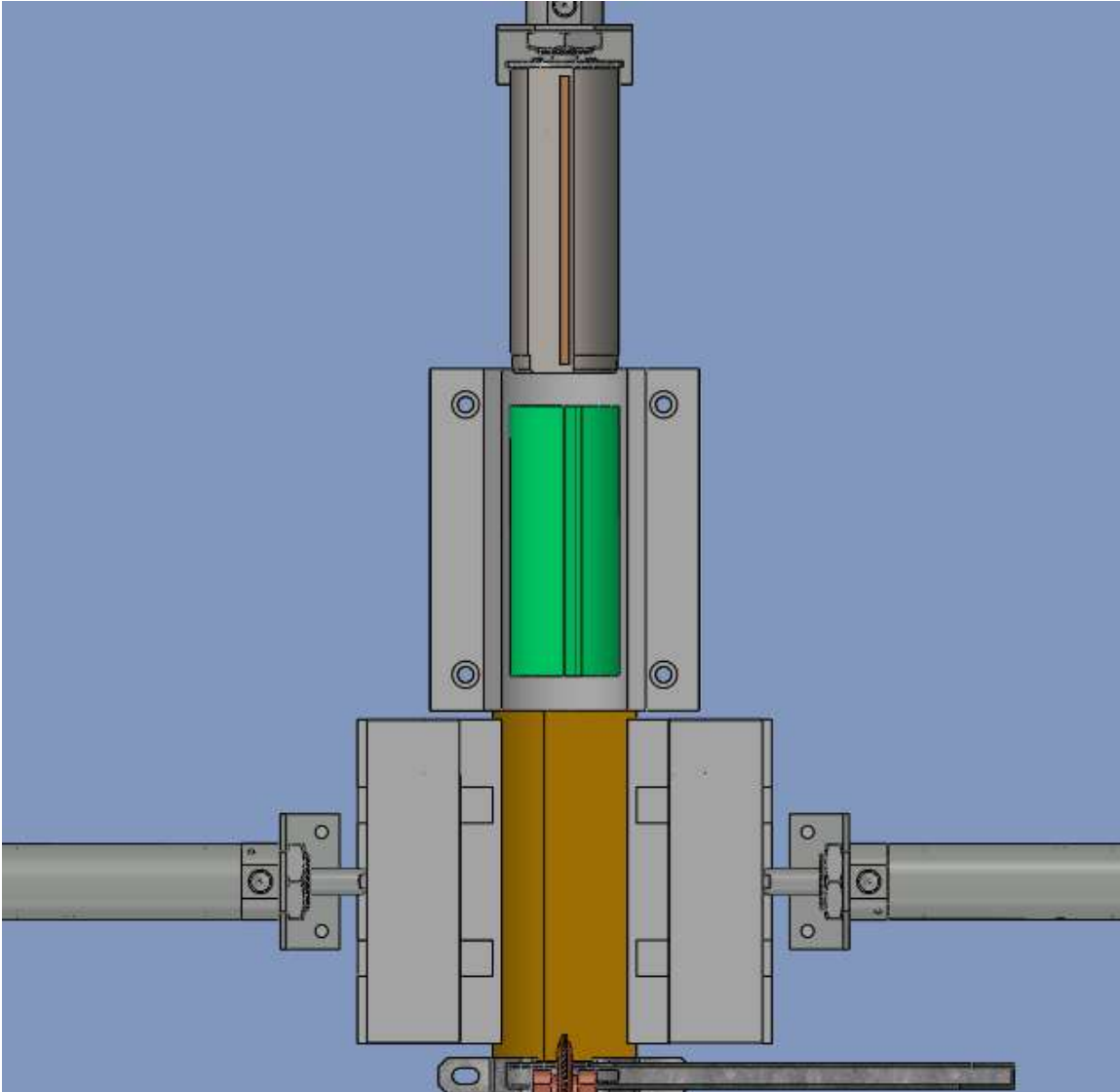


Figura 4-60: Proceso de soldadura

Una vez que el operario haya posicionado el florero, la máquina soldará automáticamente el mismo y a su vez su tapa tal cuál se explicó cuando se desarrolló esta estación de producción. Luego el florero será eyectado por la rampa de extracción y caerá automáticamente en el capacho de floreros terminados. Aquí uno de los operarios estará encargado de controlar este capacho y acomodar los floreros para luego llevarlo a la estación de embalaje o almacén.

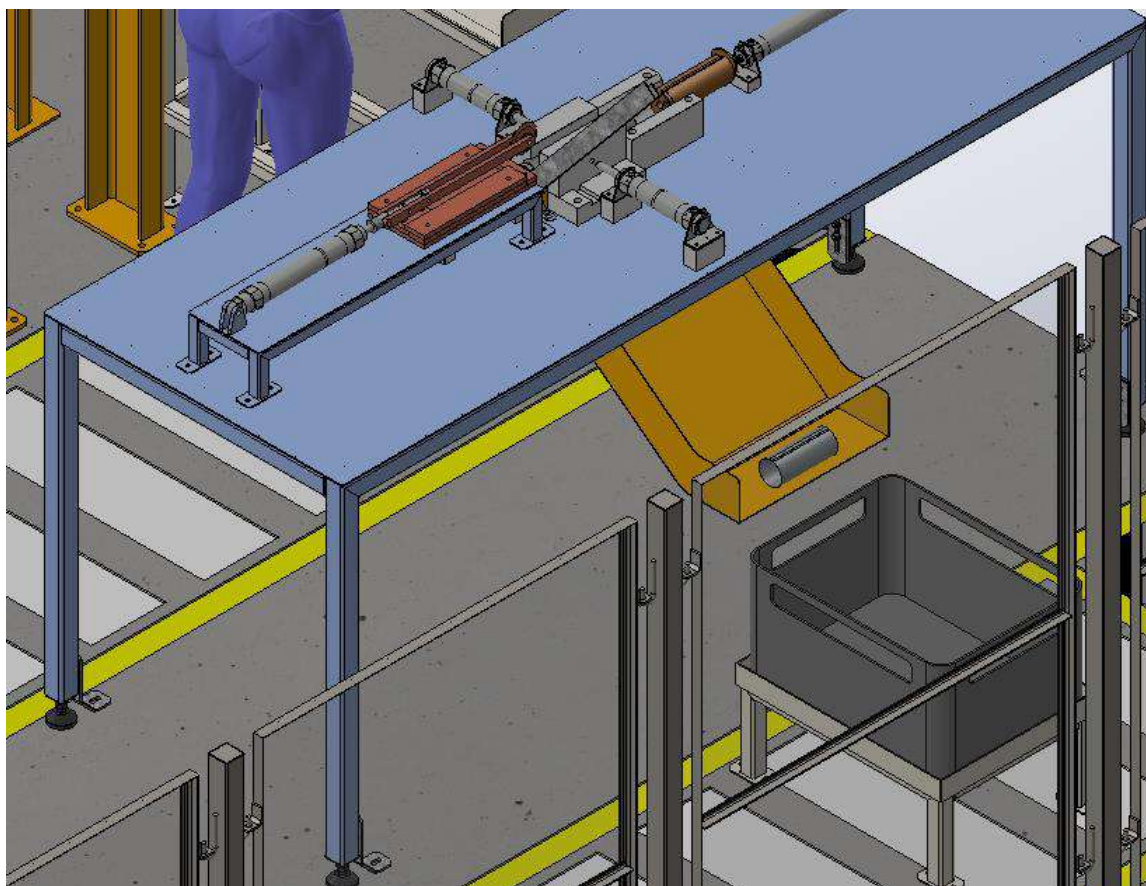


Figura 4-61: Evacuación de floreros

4.9 Estudio productivo

Para concluir con el desarrollo de este proyecto se hará un estudio productivo y se compararán los resultados obtenidos con la productividad actual que se tiene hoy en día la empresa. Se recuerda y destaca nuevamente que hoy la empresa tiene una capacidad limitada de producción de este producto y no se puede enfocar de lleno en producirlos ya que debe satisfacer la demanda de otros productos que también comercializa y produce.

Cómo se ha mencionado al inicio de este informe, la demanda de los clientes no puede ser cubierta y a su vez gran parte de los clientes hacen compras de grandes volúmenes a la competencia que se ubica principalmente en la provincia de Buenos Aires y Córdoba. Hoy en día estos productos de las competencias no son de calidad mejores a los de la empresa ni tampoco compiten en precio pero ofrecen gran disponibilidad. Este fue uno de los principales puntos para los cuales se decidió desarrollar el proyecto de mejora de producción de la empresa.

A continuación, se resumen los estudios de productividad y costos realizados por la empresa para cada tipo de florero. Los mismos serán adjuntados en la sección Anexo para que se puedan apreciar con mayor detalle. En ellos se destacan también los costos de producción de cada tipo de producto, estos precios están desactualizados por lo que se han despreciado y tampoco se consideran relevantes para el desarrollo del proceso en sí.

Se considera que se trabajan 8 horas diarias, los 5 días de la semana sin considerar feriados y cualquier día no laborable.

Tabla 4-11: Tiempos por unidad - estampados

TIEMPOS POR UNIDAD FABRICADA - FLOREROS ESTAMPADOS			
OPERACIÓN			TIEMPO
			[min]
TIEMPO TOTAL DE PROCESO			6,92
ESTAMPAR Y EMBUTIR FONDOS			0,36
CORTAR			0,96
PASAR BOMBO, COLOCAR FONDO, SOLDA			3,00
AGUJEREAR			0,20
PULIDO			0,85
ARMADO FINAL			1,05
ESTAMPAR CRUZ 1/2 ' POR GOLPE			0,5

Tabla 4-12: Tiempos por unidad - calados

TIEMPOS POR UNIDAD FABRICADA - FLOREROS CALADOS			
OPERACIÓN			TIEMPO
			[min]
TIEMPO TOTAL DE PROCESO			6,42
ESTAMPAR Y EMBUTIR FONDOS			0,36
CORTAR			0,96
PASAR BOMBO, COLOCAR FONDO, SOLDA			3,00
AGUJEREAR			0,20
PULIDO			0,85
ARMADO FINAL			1,05

Tabla 4-13: Tiempos por unidad - floreros lisos

TIEMPOS POR UNIDAD FABRICADA - FLOREROS LISOS				
OPERACIÓN				TIEMPO
				[min]
TIEMPO TOTAL DE PROCESO				7,42
ESTAMPAR Y EMBUTIR FONDOS				0,36
CORTAR				0,96
PASAR BOMBO, COLOCAR FONDO, SOLDA				3,00
AGUJEREAR				0,20
PULIDO				0,85
ARMADO FINAL				1,05
CALAR 1/2 MIN. POR GOLPE				1

A partir de estos valores se hará una estimación, considerando que se produce equitativamente la misma cantidad de floreros de cada tipo durante todo el año. Los valores obtenidos son los siguientes:

Tabla 4-14: Productividad actual

PRODUCCION PROMEDIO VARIADA ACTUAL		
Mensual	1387	[unidades]
Diaria	69	[unidades]
Horaria	8,63	[unidades]
Por minuto	0,14	[unidades]

Con los valores de producción actual aproximados, se procede a hacer una estimación de los tiempos productivos de cada subproceso para cada tipo de florero de la nueva propuesta. Se recuerda que se tienen tres tipos de floreros con naturalezas diferentes, los floreros estampados, los floreros calados y grabados, y los floreros lisos. A diferencia de la producción actual se agregan estos floreros grabados que tienen un tiempo muy similar a los floreros calados. Se resumen a continuación los tiempos estimados para cada subproceso, algunos de estos tiempos fueron calculados cuando se desarrolló la propuesta de solución para cada uno de ellos.

Tabla 4-15: Tiempos por unidad – Estampados – Nuevo proceso

ESTIMACION TIEMPOS POR UNIDAD FABRICADA - FLOREROS ESTAMPADOS			
Proceso	Descripción	Tiempo	Unidad
1	Corte laser	5,03	[s]
2	Transporte manual (corte láser - mesa buffer)	2,00	[s]
3	Transporte manipulador (mesa buffer - prensa)	5,00	[s]
4	Estampado	25,00	[s]
5	Transporte manipulador (prensa - cinta transportadora)	10,00	[s]
6	Transporte cinta transportadora	5,50	[s]
7	Rolado	3,00	[s]
8	Transporte manual (buffer soldadura - soldadora)	5,00	[s]
9	Soldado	5,00	[s]
Tiempo total de fabricación florero estampado		65,53	[s]

Tabla 4-16: Tiempos por unidad – Calados – Nuevo proceso

ESTIMACION TIEMPOS POR UNIDAD FABRICADA - FLOREROS CALADOS			
Proceso	Descripción	Tiempo	Unidad
1	Corte laser	6,53	[s]
2	Transporte manual (corte láser - mesa buffer)	2,00	[s]
3	Transporte manipulador (mesa buffer - cinta transport.)	10,00	[s]
4	Transporte cinta transportadora	5,50	[s]
5	Rolado	3,00	[s]
6	Transporte manual (buffer soldadura - soldadora)	5,00	[s]
7	Soldado	5,00	[s]
Tiempo total de fabricación florero calado		37,03	[s]

Tabla 4-17: Tiempos por unidadTabla 4-18d - Floreros lisos - Nuevo proceso

ESTIMACION TIEMPOS POR UNIDAD FABRICADA - FLOREROS LISOS			
Proceso	Descripción	Tiempo	Unidad
1	Corte laser	5,03	[s]
2	Transporte manual (corte láser - mesa buffer)	2,00	[s]
3	Transporte manipulador (mesa buffer - cinta transport.)	10,00	[s]
4	Transporte cinta transportadora	5,50	[s]
5	Rolado	3,00	[s]
6	Transporte manual (buffer soldadura - soldadora)	5,00	[s]
7	Soldado	5,00	[s]
Tiempo total de fabricación florero liso		35,53	[s]

Considerando nuevamente una jornada diaria de 8 horas por 5 días a la semana y teniendo en cuenta los tiempos calculados para cada tipo de florero, se obtuvieron los siguientes valores de producción para cada uno de ellos.

Tabla 4-19: Nueva productividad

PRODUCCION MAXIMA ESTAMPADOS		
Mensual	8789	[unidades]
Diaria	439	[unidades]
Horaria	54,88	[unidades]
Por minuto	0,91	[unidades]
PRODUCCION MAXIMA CALADOS		
Mensual	15554	[unidades]
Diaria	777	[unidades]
Horaria	97,13	[unidades]
Por minuto	1,62	[unidades]
PRODUCCION MAXIMA LISOS		
Mensual	16211	[unidades]
Diaria	810	[unidades]
Horaria	101,25	[unidades]
Por minuto	1,69	[unidades]

Nuevamente considerando que se van a producir los distintos tipos de floreros en cantidades equitativas a lo largo del año, se obtiene la siguiente producción promedio para la nueva propuesta de producción.

Tabla 4-20: Producción promedio

PRODUCCION PROMEDIO VARIADA		
Mensual	13518	[unidades]
Diaria	675	[unidades]
Horaria	84,38	[unidades]
Por minuto	1,41	[unidades]

Con los valores productivos para la situación actual y para la nueva propuesta de producción ya estimados se puede hacer una comparación más certera entre ambos sistemas de producción. Redondeando los valores, se obtiene que con el nuevo sistema de fabricación la producción aumentaría aproximadamente en un 1000%, es decir, se

pasaría de producir unos 70 floreros diarios a producir casi 700 floreros por día con una calidad superior y ahorrando procesos y necesidad de intervención de los operarios.

Tabla 4-21: Comparativa

PRODUCTIVIDAD - COMPARACION			
	ACTUAL [unidades]	NUEVA PROPUESTA [unidades]	INCREMENTO PRODUCTIVO
Mensual	1387	13518	974,42%
Diaria	69	675	
Horaria	8,63	84,38	
Por minuto	0,14	1,41	

5. Conclusiones

Para finalizar haremos un repaso sobre los objetivos planteados desde el principio y veremos o analizaremos si la propuesta técnica de solución a la problemática planteada satisface estos objetivos teniendo en cuenta las variables de trabajo y las condiciones de contorno.

Uno de los primeros puntos a solucionar que se planteó en la sección objetivos fue la **repetibilidad** haciendo hincapié en que hoy el proceso se realiza de manera manual y que los estándares de calidad los define el mismo operario en base a la apariencia del producto final. Con esta propuesta de solución, en la que se calibran casi todas las maquinarias diseñadas para asegurar ciertos estándares de calidad del producto final y en la que se elimina casi por completo la intervención del operario en el proceso, es de prever una repetibilidad muchísimo más elevada que la que se tiene actualmente ya que las dimensiones y terminaciones finales del producto van a depender pura exclusivamente de procesos mecánicos automatizados que son demasiado sencillos y no presentan complejidad alguna.

Esto que escribimos en el párrafo anterior también es válido para la **calidad o terminación** final del producto, además al eliminar esta intervención del operario y al manipular las chapas con sumo cuidado por parte de las maquinarias propuestas, se eliminan casi por completo los desperfectos de fabricación como los golpes y rayaduras. Es de esperarse obviamente que sigan existiendo desperfectos generados por exceso de fuerza de alguno de los componentes en los que se puede abollar o rayar el florero, justamente con esta posibilidad de calibración de cada máquina se puede regular la fuerza ejercida para asegurar estándares de calidad más elevados.

Al hablar de **flexibilidad** ya quedó demasiado claro a lo largo de todo el informe que con la nueva propuesta de fabricación se pueden hacer nuevos tipos de floreros ya sea que los mismos sean estampados, calados, lisos o grabados. Como se destacó anteriormente, se suma un nuevo tipo de florero que son los floreros grabados en el cual el grabado del mismo prácticamente puede definirlo el cliente en base a sus requisitos y gustos. Además también destacamos que las matrices de stampa ahora son mucho más sencillas de fabricar y cambiar, y por lo tanto menos costosa, lo que permite crear matrices

de forma más rápida para satisfacer las necesidades del mercado. Por otro lado, al poder calibrarse todas las maquinarias es mucho más factible hacer tandas de producción de floreros de distintos diámetros y longitudes, si bien estos están acotados, no habría problema en hacer tandas de floreros con dimensiones que se escapen de las dimensiones planteadas.

Otro punto importante a destacar cuando se habla de flexibilidad es que no habría ningún problema en trabajar con chapas de espesores distintos al pactado, ya sea una chapa de menor espesor o una chapa de mayor espesor. Obviamente lo lógico sería usar la chapa del espesor requerido pero pueden surgir situaciones en la que no se pueda conseguir chapas de este espesor. Aquí recordamos que tanto el corte láser instalado como el resto de los componentes, podrían trabajar con estos espesores sin ningún tipo de problema siempre y cuando la diferencia con respecto al espesor nominal planteado no sea considerable.

Al tratar el tema de **seguridad** no hay dudas en que se ha hecho una mejora superlativa, principalmente y nuevamente destacamos, por la casi nula intervención del operario en el proceso. Recordemos que en el proceso actual los operarios están constantemente en contacto con máquinas con riesgos inherentes y las medidas de seguridad son casi nulas. Un ejemplo de esto es la utilización del balancín para hacer las estampas y los calados de los rectángulos de chapa en el cual los operarios actualmente introducen y sacan las chapas de la matriz de estampa y de calado manualmente. Además y como se destacó al definir la problemática, al estar menos en contacto el operario con los recortes de chapa y utilizando ahora elementos de seguridad apropiados, se evitarán infinidad de cortes y lastimaduras en las manos. En este tema también influyen los **ruidos** y las **vibraciones**, con esta nueva propuesta los ruidos se disminuirán en forma considerable ya que la mayoría de las maquinarias a utilizar en la nueva propuesta son demasiado silenciosas. Lo que más ruido genera probablemente sean los cilindros neumáticos y las válvulas de los mismos al abrirse y cerrarse para permitir el paso de aire. Para el tema de las vibraciones la situación es bastante similar ya que ahora no hay máquinas presentes con movimientos bruscos o elementos rotativos que puedan generar vibraciones. Un ejemplo de esto es la presencia actual del balancín en el que el ruido que hace este al hacer las estampa es considerable y a su vez al ser un balancín de gran tonelaje para hacer cada estampa o calado induce gran cantidad de vibraciones en el suelo. Obviamente para

contrastar todo esto y mejorar las condiciones laborales del operario es necesario realizar capacitaciones y exigir el uso de elementos de protección personal como lo son los protectores auditivos, cascos, lentes, zapatos de seguridad y guantes.

Por otro lado cuando se habla del **espacio requerido** y la **instalación** en sí de las maquinarias, no deberían generarse demasiados inconvenientes ya que al plantearse el proceso como estructuras modulares de pesos manipulables, la manipulación y ubicación de todos los componentes debería ser lo suficientemente sencilla para que pueda ser realizada por los operarios del lugar con algún puente grúa o cualquier elemento de izaje de capacidades coherentes. A su vez, esto presenta una gran ventaja si por algún motivo se quieren desplazar las máquinas del lugar para alterar algún proceso, realizar el mantenimiento o adicionar procesos para la fabricación de los productos. Ya que se menciona el tema de mantenimiento, con esta nueva propuesta la **durabilidad** de las maquinarias será bastante prolongada siempre y cuando se realice el mantenimiento correspondiente a cada uno de los equipos. Es de notarse que los equipos no son demasiado complejos por lo que el mantenimiento de los mismos debería ser sencillo y económico. Además todos los componentes estándares son bastante comunes y fáciles de conseguir, por lo que si por algún motivo se debe reemplazar algunos de ellos no deberían surgir grandes dificultades.

Por último y para cerrar, al hablar de **productividad** sin duda se debe hablar de rentabilidad y amortización de la inversión. Como se destacó con anterioridad, la productividad trabajando a producción máxima aumenta casi en un 1000% con respecto a la situación actual, esto considerando que se debe cumplir la gran demanda destacada cuando definimos la problemática. Ahora bien, hacer esta inversión para aumentar la productividad en estos niveles tan superlativos con el fin de cumplir la demanda existente requiere de una inversión inicial bastante considerable. En la siguiente tabla se resume una aproximación de la inversión a realizar para llevar a cabo esta propuesta de solución.

Cómo es de apreciarse, el corte láser juega un rol fundamental en el presupuesto, ya que aproximadamente 20% del mismo será destinado a esta maquinaria. Este corte láser está destinado no solo para realizar los cortes para la producción de floreros sino para realizar la producción de varios de los artículos que comercializa hoy en día la empresa. Además con el objetivo de amortizar esta inversión es factible que la empresa ofrezca el servicio de corte y grabado láser de acero inoxidable además de la venta de productos

terminados. Con esto se reduce un poco el impacto de la inversión en la producción de floreros.

Tabla 5-1: Costos

INVERSION NUEVA PROPUESTA		
	Observaciones	Costo
Corte laser	Laser 500 W	\$20.000,00
Estructuras acero	U\$10/kg - Peso aproximado total: 2000kg	\$20.000,00
Mecanizados	U\$50/kg - Peso aproximado total: 100kg	\$5.000,00
Estándares mecánicos	Tornillería//Rodamientos//Banda cinta//Etc	\$20.000,00
Estándares hidráulicos	Central//Mangueras//Cilindros//Accesorios	\$5.000,00
Estándares neumáticos	Cilindros//Guías//Filtros//Accesorios	\$3.000,00
Estándares eléctricos	PLC//Cableado//Motorreductores	\$15.000,00
Capacitación	Higiene y seguridad operarios	\$2.000,00
Inversión total estimada		\$90.000,00

En base a esta estimación de inversión inicial y considerando un precio de venta de producto terminado promedio de U\$3,5 por florero, se hará un cálculo estimativo y aproximado de la viabilidad de la inversión. Este valor de venta al público fue obtenido del promedio de los valores actuales de cada tipo de florero por lo que es un valor bastante cercano al valor de venta del producto a fabricar con la nueva alternativa. Ya con los cálculos de productividad realizados en la sección correspondiente, el valor de venta del producto y la estimación de inversión inicial, se podrá hacer un cálculo rápido del tiempo de amortización de la inversión a realizar. Considerando una rentabilidad del 40% por cada producto producido y que la producción a lo largo de todo el año no va a ser máxima sino un 70% aproximadamente de valor de productividad máxima, se obtiene un ingreso anual sólo por la producción de floreros de aproximadamente:

$$\begin{aligned} \text{Ganancias netas floreros} &= (\text{U\$ } 3,5/\text{florero}) * (0,4) * (0,7) * \\ & (162216 \text{ floreros/año}) = \text{U\$ } 160000 \text{ (Ec. 5-1)} \end{aligned}$$

Como se puede apreciar la inversión inicial es demasiado elevada pero a su vez la ganancias obtenidas también lo son durante el primer año de fabricación. Obviamente estos valores son estimativos y no están considerados varios costos extras por lo que la situación podría ser un poco más desfavorable. Lo importante a rescatar en todo esto es que los órdenes de magnitud entre la inversión a realizar y las ganancias anuales son

lógicos, lo que asegura de alguna manera la viabilidad económica de llevar a cabo la propuesta detallada en este informe.

6. Bibliografía

- Amiolemhen, P. E. (2019). Design and Fabrication of a Three - Rolls Plate Bending Machine. *Innovative Systems Design and Engineering*.
- Bhatt, P. K. (2020). DESIGN AND DEVLOPMENT OF THREE ROLLER SHEET METAL BENDING MACHINE. *Jetir*.
- Cáterdra de elaboracion y conformado de materiales, E. (s.f.). Embutido. En EIM, *Elaboracion y conformado de metales*.
- Cooper, D. (s.f.). Sheet Metal Forming. *M.I.T*.
- Hosford, W. S., & Cadell, R. M. (2007). Cupping, Redrawing, and Ironing. En W. S. Hosford, *Metal Forming Mechanics and Metallurgy* (pág. 309). New York: Cambridge University Press.
- Schmid, K. (2002). Conformado de Chapa . En K. Schmid, *INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN* (pág. 1176). México: Prentice-Hall Inc.
- UMSS, F. d. (s.f.). Embutido de chapas. En C. d. metales, *Embutido de chapas* (pág. 218).

7. Anexo A

En esta sección se adjuntan los estudios productivos realizados por la empresa Del Cerro Bronces y Abrasivos S.A..

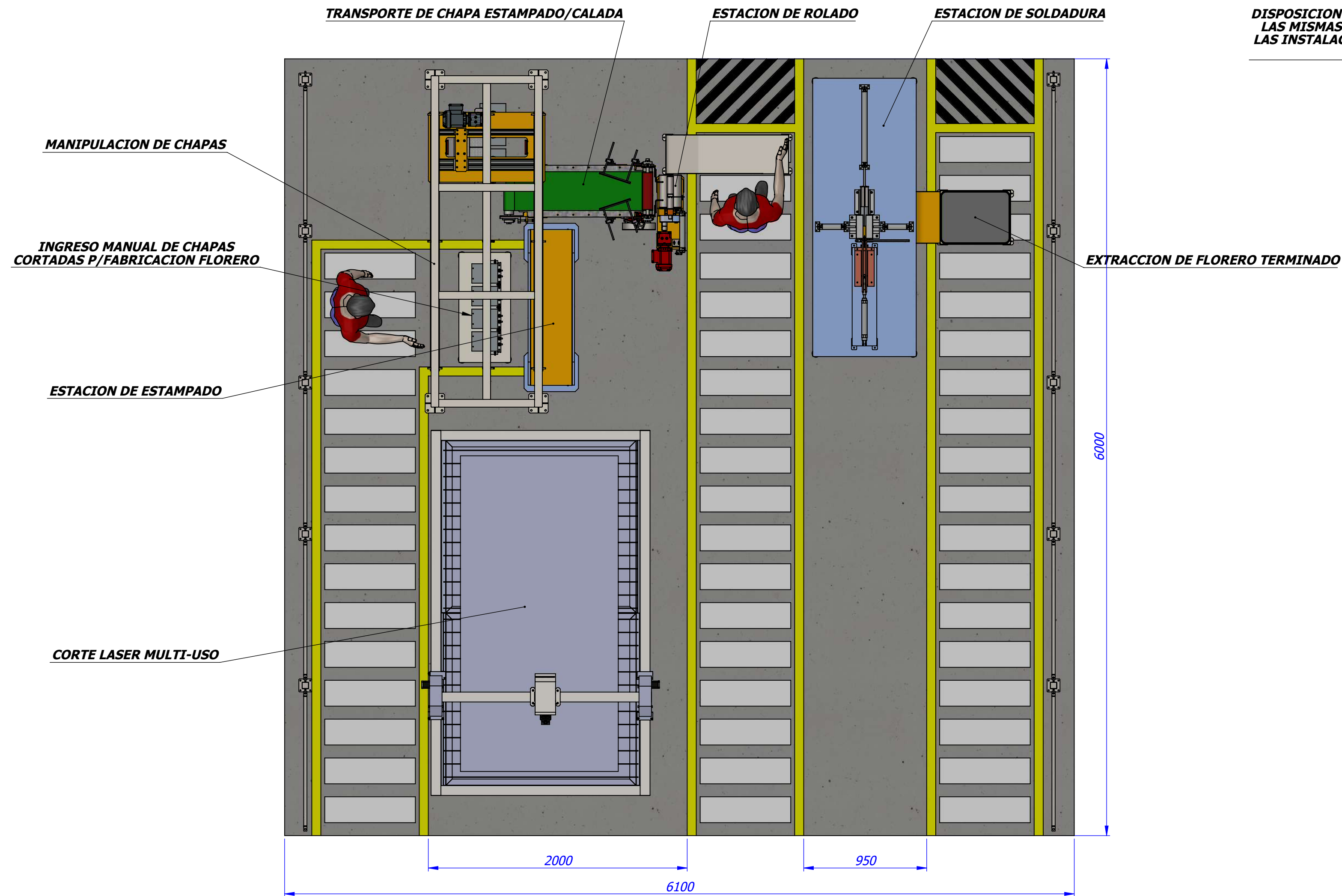
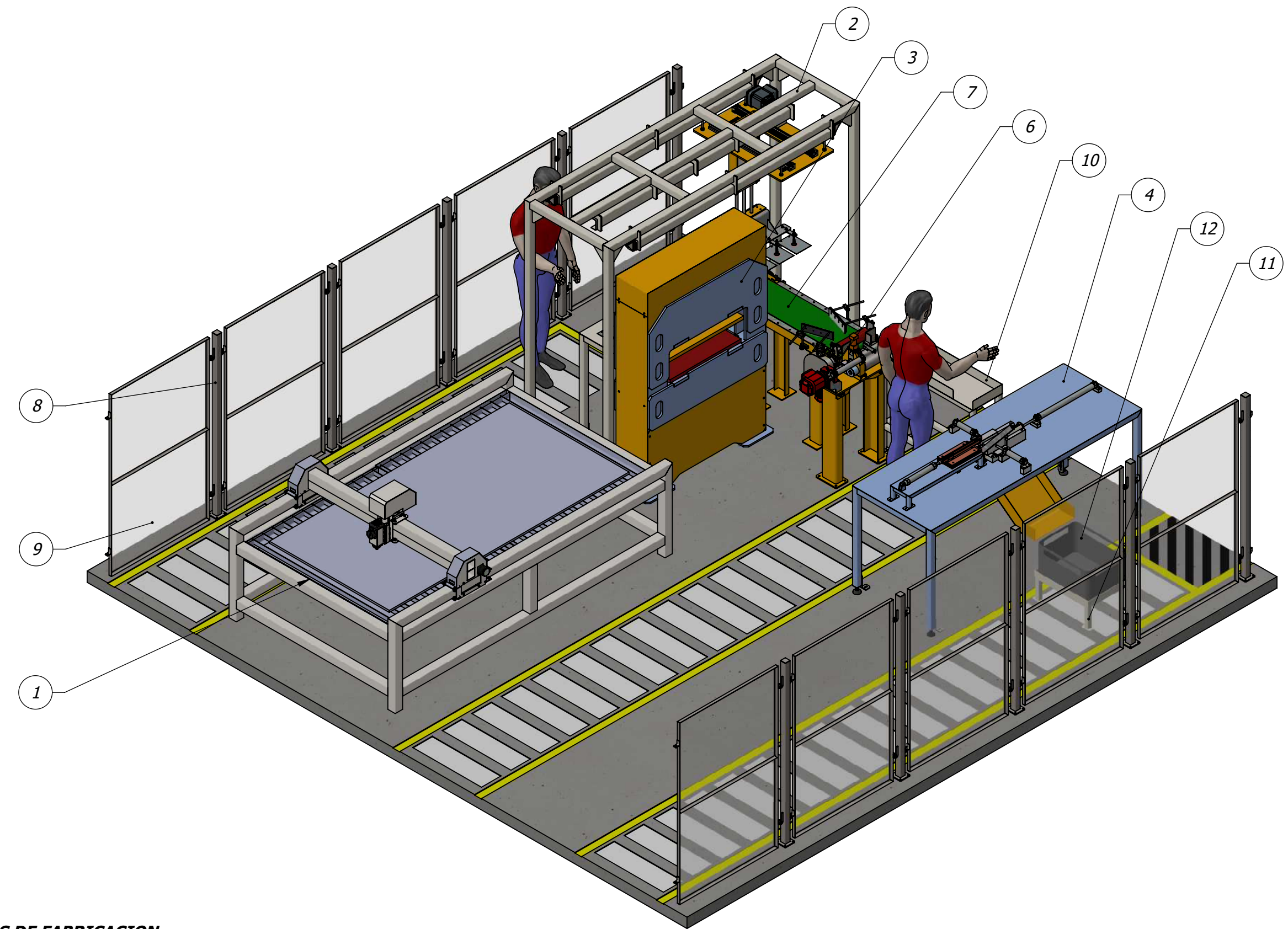
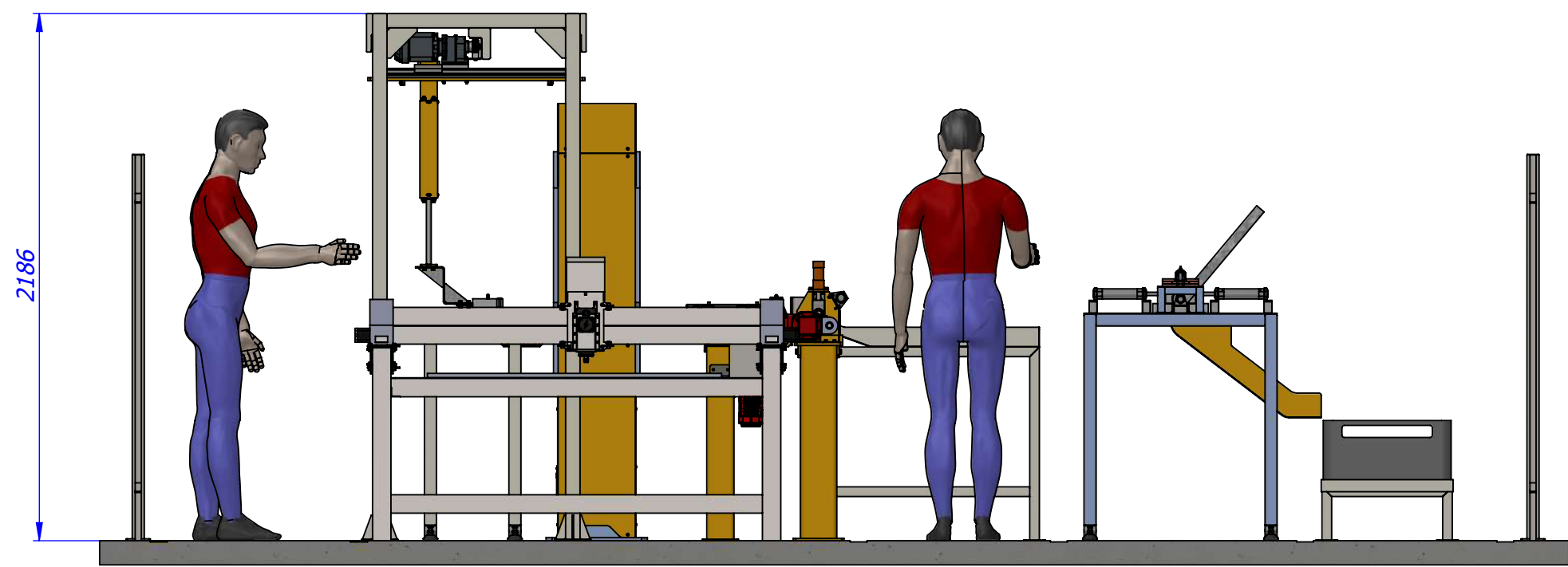
DESIGNACION O TIPO	UNIDAD	CANT. X	COSTO	TOTALES
	Kg-m-1	PIEZA	UNITARIO	
CHAPA ACERO 0,5	Kg	0,26	2500,00	650,00
CAÑO plastico		6,00	2,00	12,00
fondos		2	10	20,00
				682,00
b) TRABAJOS DE TERCEROS O ADQUIRIDOS AL COMERCIO				
PROVEEDOR Y DESIGNACION	UNIDAD	Cant. X	Costo	
		Pieza	Unitario	
TORNILLO HIERRO 5/32" x 2"	U	4	20,00	80,00
TUERCA HIERRO 5/32"	U	4	2,00	8,00
CORTE CAÑO ALUMINIO	U	4		
RECIPIENTE PLASTICO	U	2	80,00	160,00
				248,00
c) MANO DE OBRA DIRECTA				
OPERACIÓN		TIEMPO (MINUTO)	COSTO MINUTO	COSTO TOTAL
ESTAMPAR Y EMBUTIR FONDOS		0,72	\$25,00	\$321,00
CORTAR		1,92		
PASAR BOMBO, COLOCAR FONDO, SOLDA		6,00		
AGUJEREAR		0,40		
PULIDO		1,70		
ARMADO FINAL		2,10		
TIEMPO TOTAL DE PROCESO		12,84		
d) CARGAS SOCIALES				
	50%			0,00
e) GASTOS GENERALES				
	50%			0,00
f) SCRAP:				
	2%			
COSTO DE FABRICACION				930,00
UTIL S/COST FABRIC.	 %	IMPUESTOS	2,6	
	 %			
	 %			
COSTO FINAL				930,00

NOMBRE DE LA PIEZA		FLOREROS TUBOS C/CRUZ POR PAR		
a) MATERIAS PRIMAS				
DESIGNACION O TIPO	UNIDAD	CANT. X PIEZA	COSTO UNITARIO	TOTALES
CHAPA ACERO 0,5	Kg	0,26	1246,00	323,96
CAÑO ALUMINIO		4,00	1,00	4,00
fondos		2	7,5	15,00
				342,96
b) TRABAJOS DE TERCEROS O ADQUIRIDOS AL COMERCIO				
PROVEEDOR Y DESIGNACION	UNIDAD	Cant. X Pieza	Costo Unitario	
TORNILLO HIERRO 5/32" x 2"	U	4	15,00	60,00
TUERCA HIERRO 5/32"	U	4	1,50	6,00
CORTE CAÑO ALUMINIO	U	4		0,00
RECIPIENTE PLASTICO	U	2	35,00	70,00
				136,00
c) MANO DE OBRA DIRECTA				
OPERACIÓN		TIEMPO	COSTO MINUTO	
TIEMPO TOTAL DE PROCESO		13,84	8,33	115,29
ESTAMPAR Y EMBUTIR FONDOS		0,72		
CORTAR		1,92		
PASAR BOMBO, COLOCAR FONDO, SOLDA		6,00		
AGUJEREAR		0,40		
PULIDO		1,70		
ARMADO FINAL		2,10		
ESTAMPAR CRUZ 1/2 ' POR GOLPE		1		
				115,29
d) CARGAS SOCIALES		50%		
e) GASTOS GENERALES		50%		57,64
f) SCRAP:		2%		11,88
COSTO DE FABRICACION				663,78
UTIL S/COST FABRIC.	 %	IMPUESTOS	3 %	19,91
	 %			
	 %			
COSTO FINAL				683,69

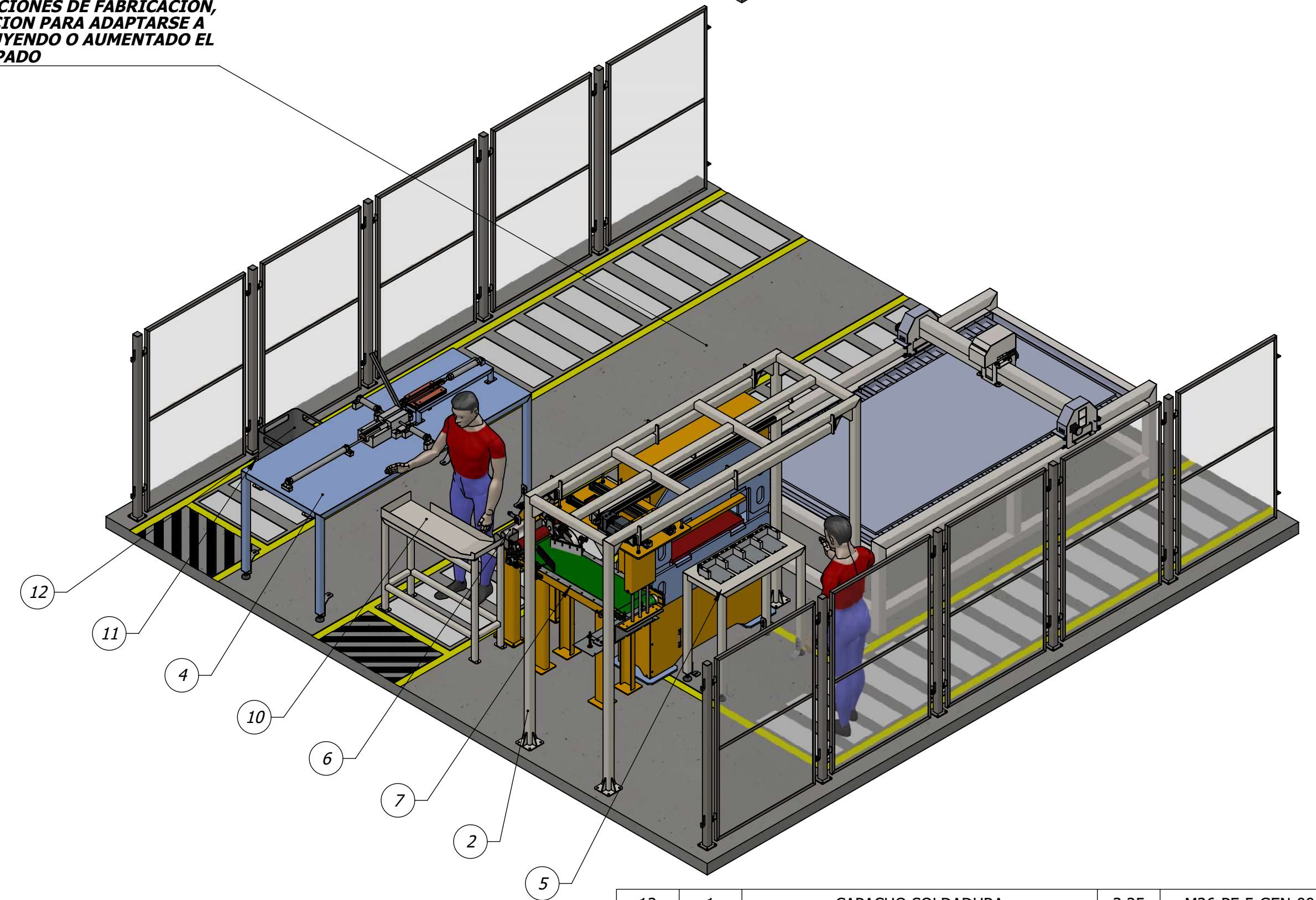
8. Anexo B

En esta sección se adjuntan los planos de la propuesta técnica desarrollada para resolver la problemática planteada.

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

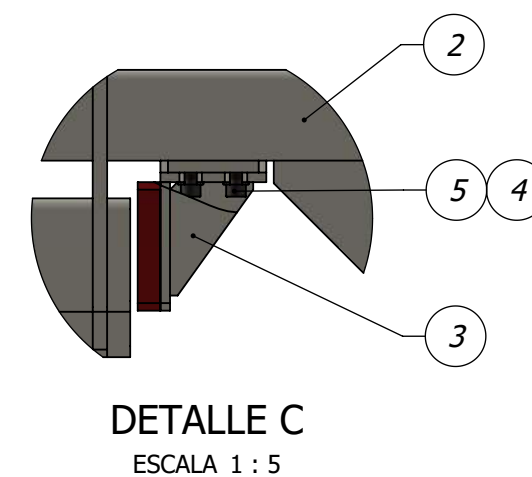
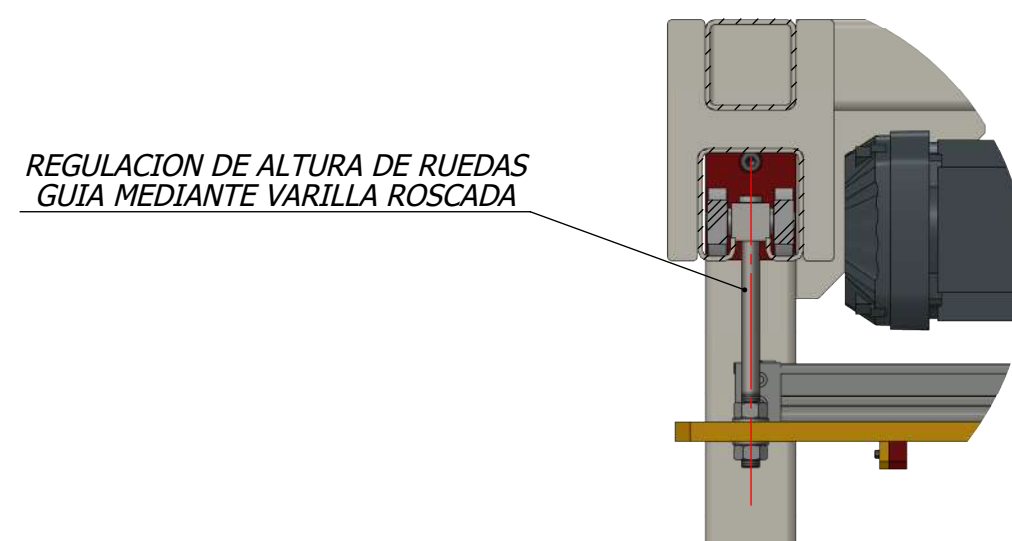
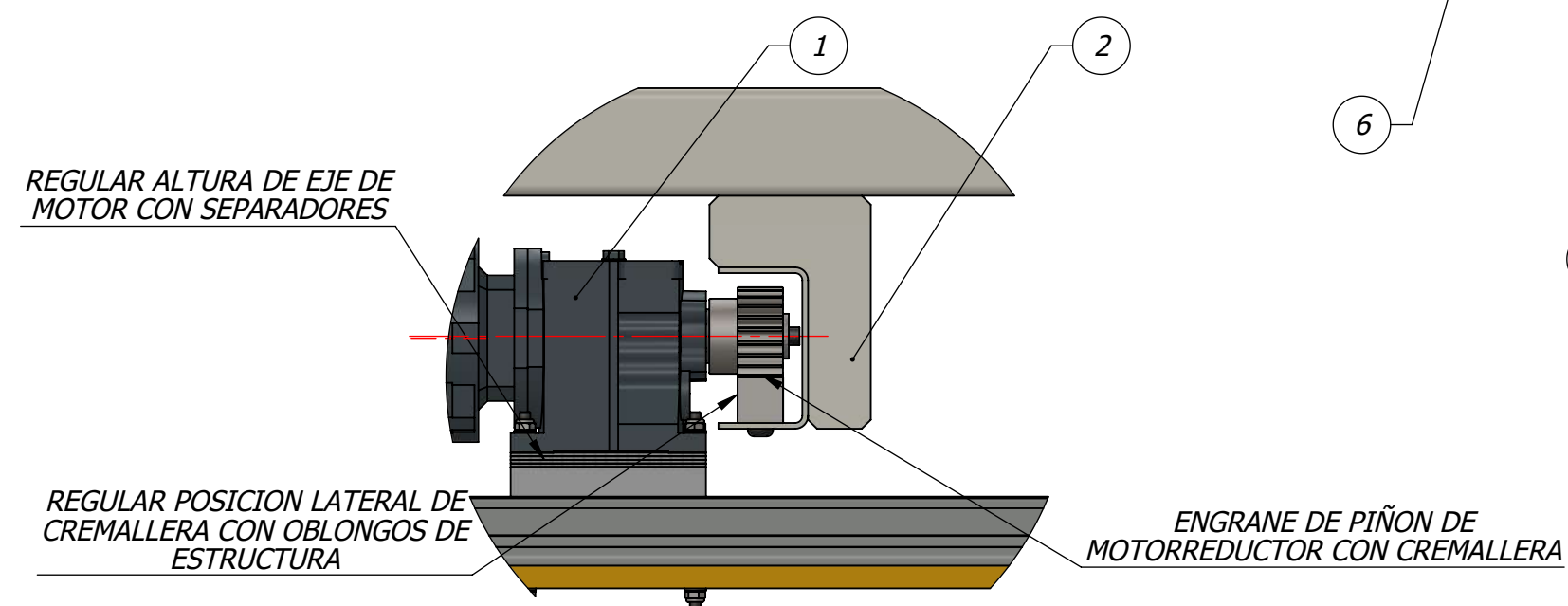
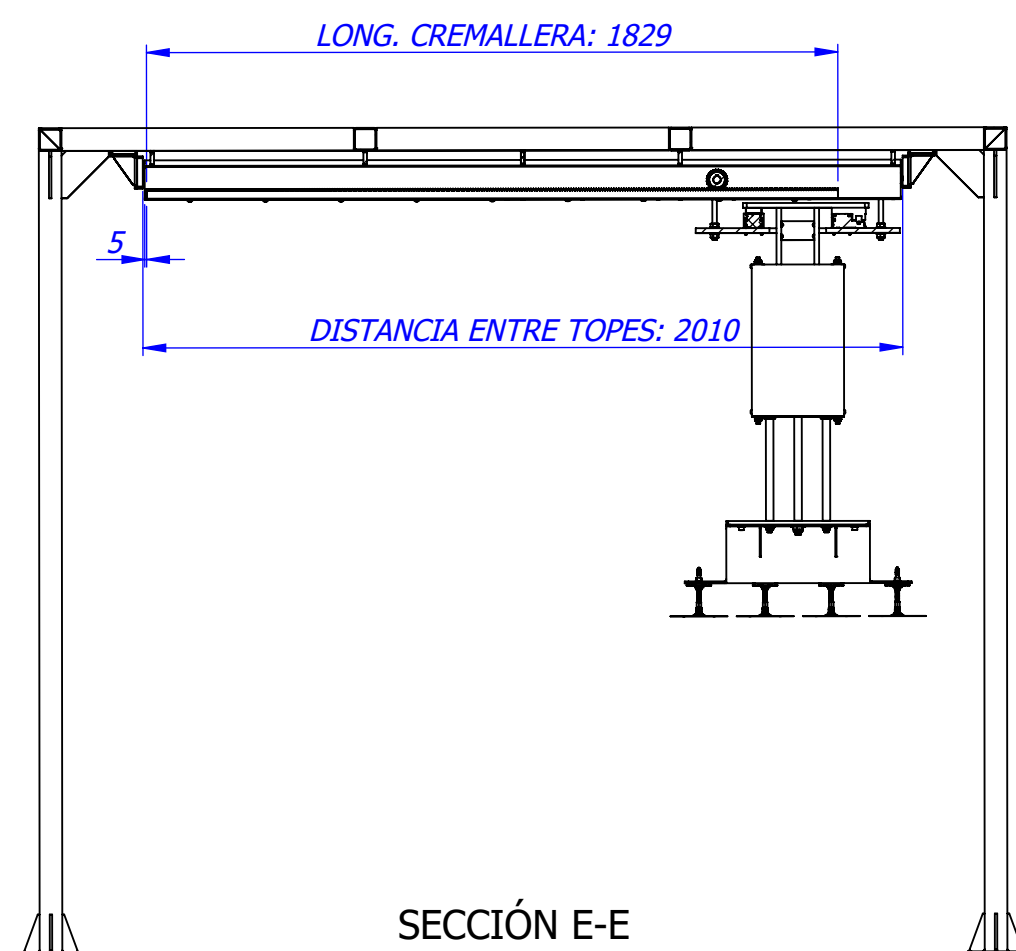
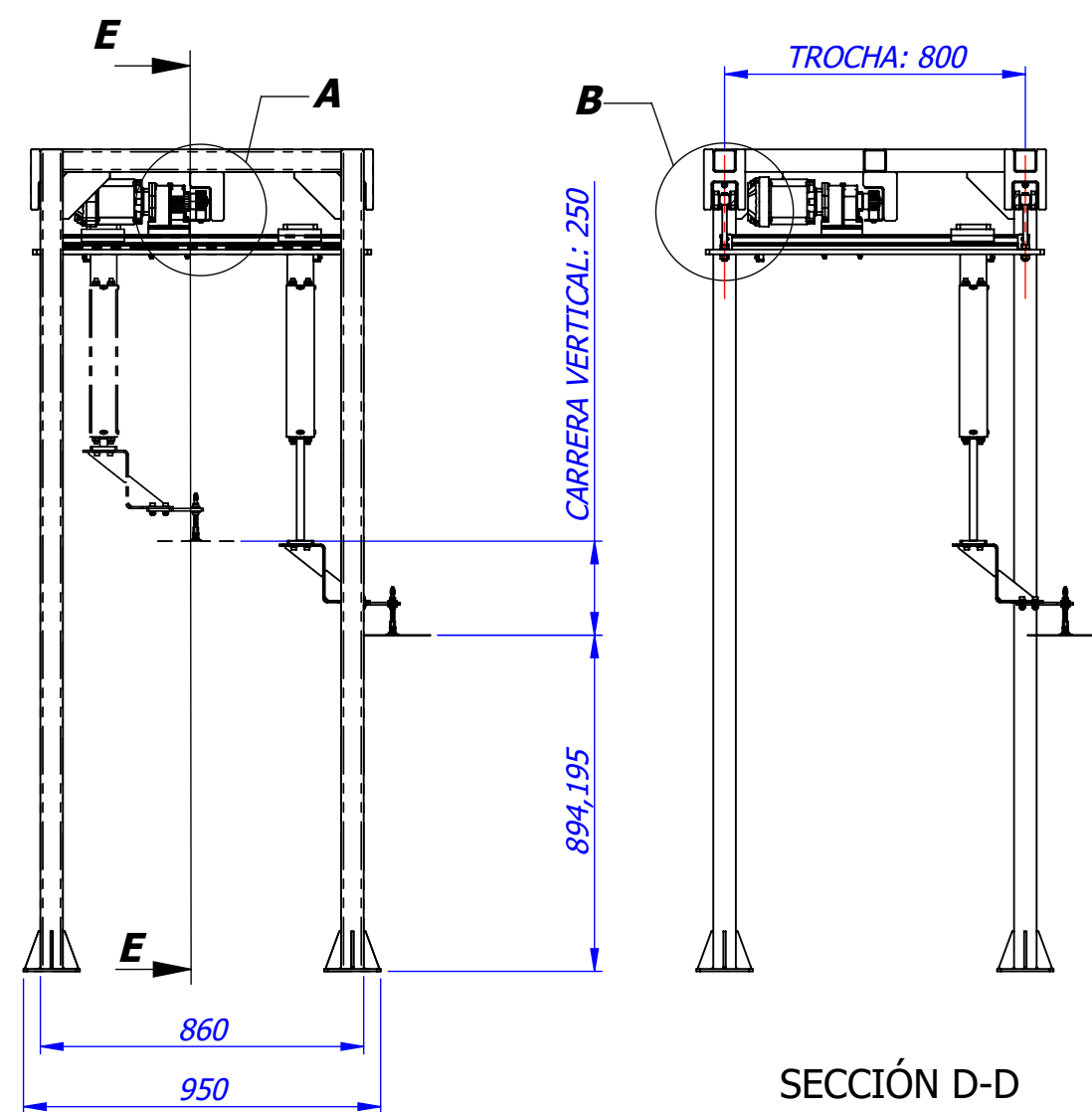
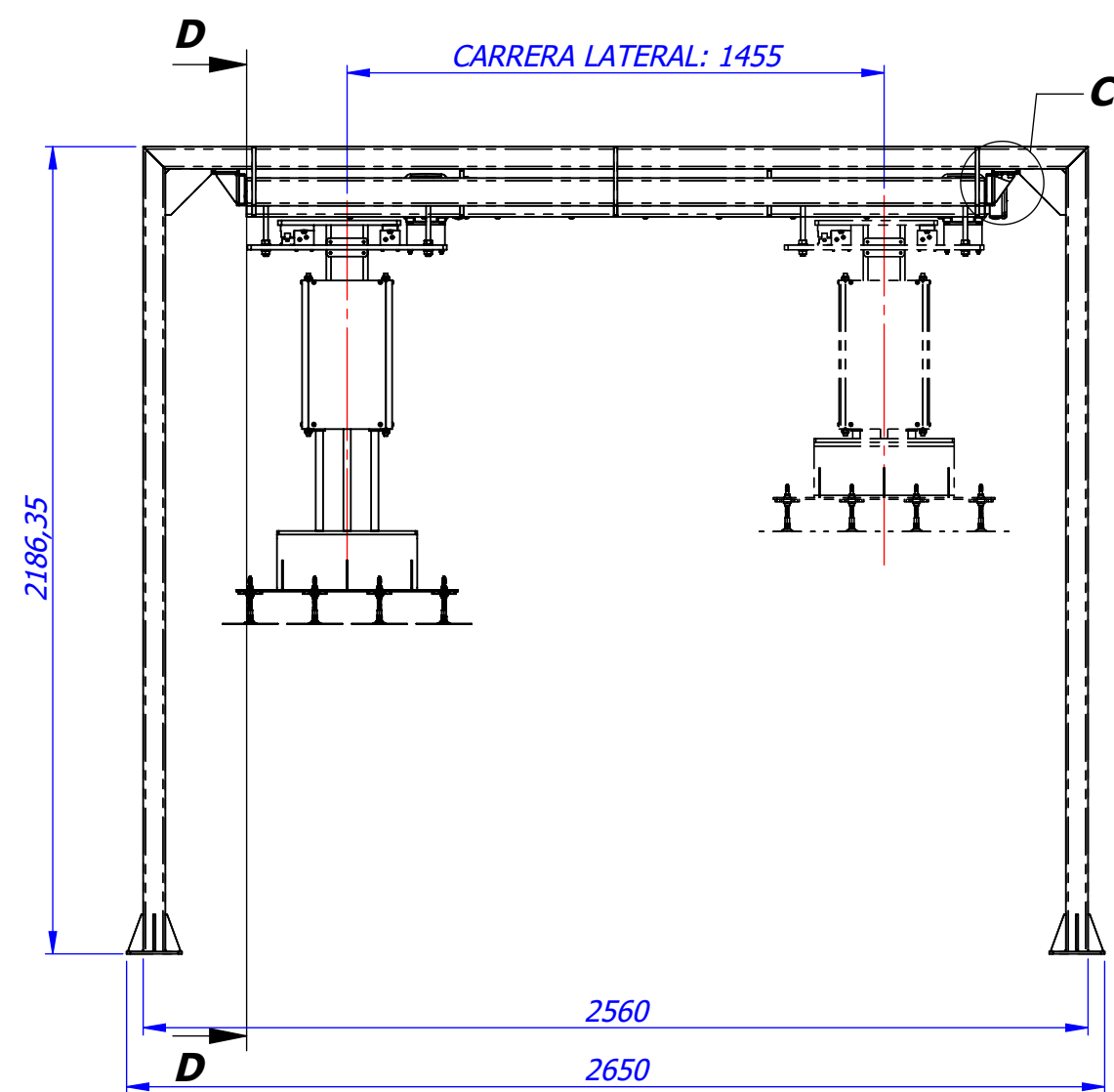


DISPOSICION PREDETERMINADA DE ESTACIONES DE FABRICACION,
LAS MISMAS PUEDEN VARIAR SU UBICACION PARA ADAPTARSE A
LAS INSTALACIONES DEL LUGAR DISMINUYENDO O AUMENTADO EL
ESPACIO TOTAL OCUPADO

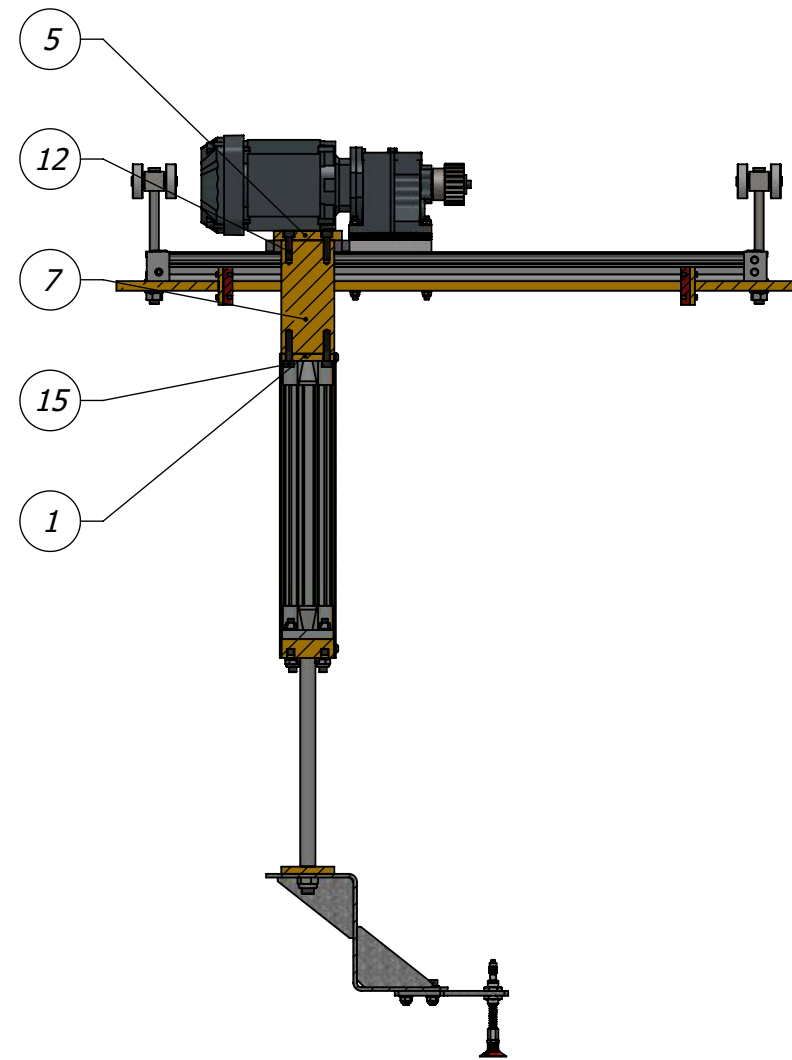
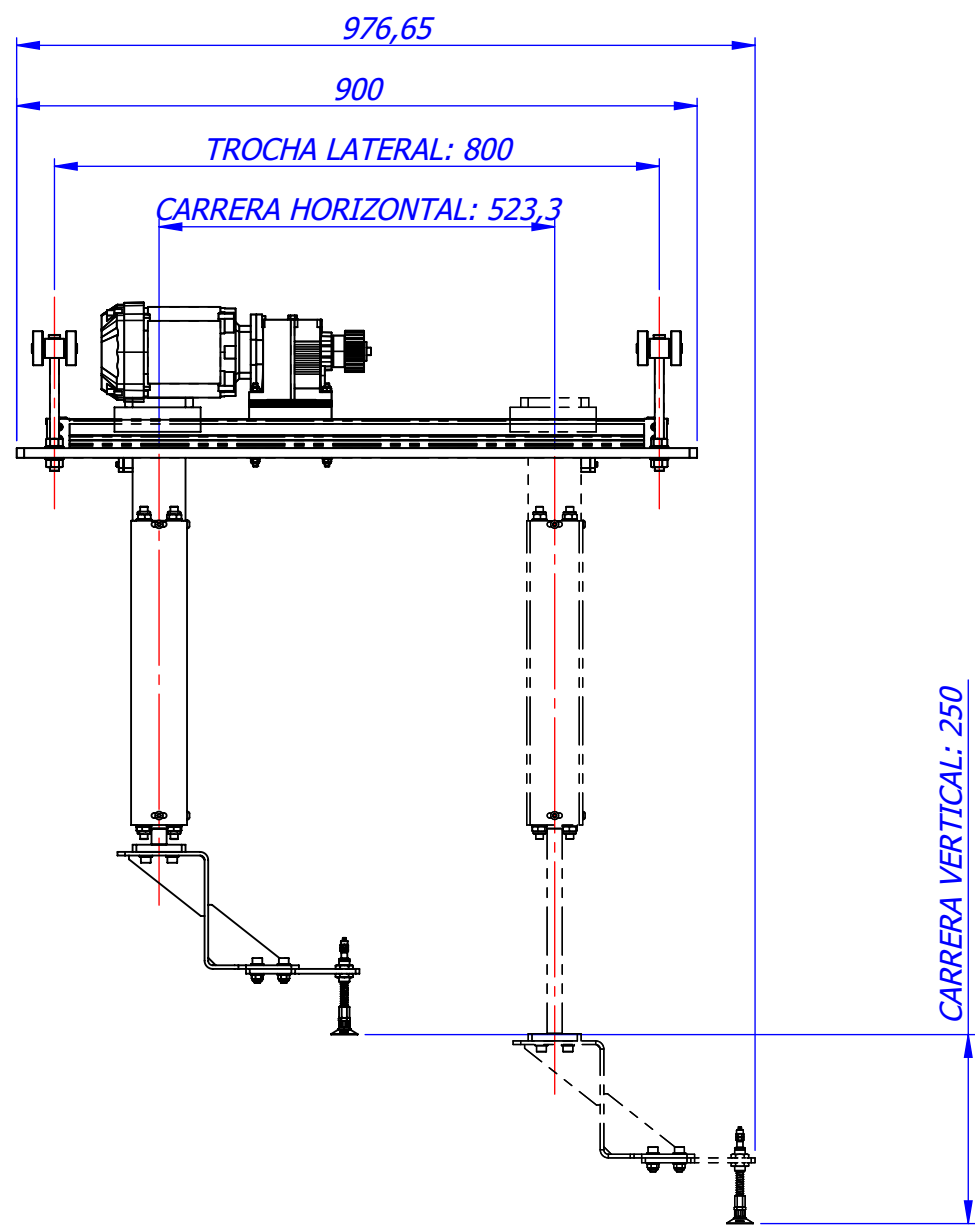
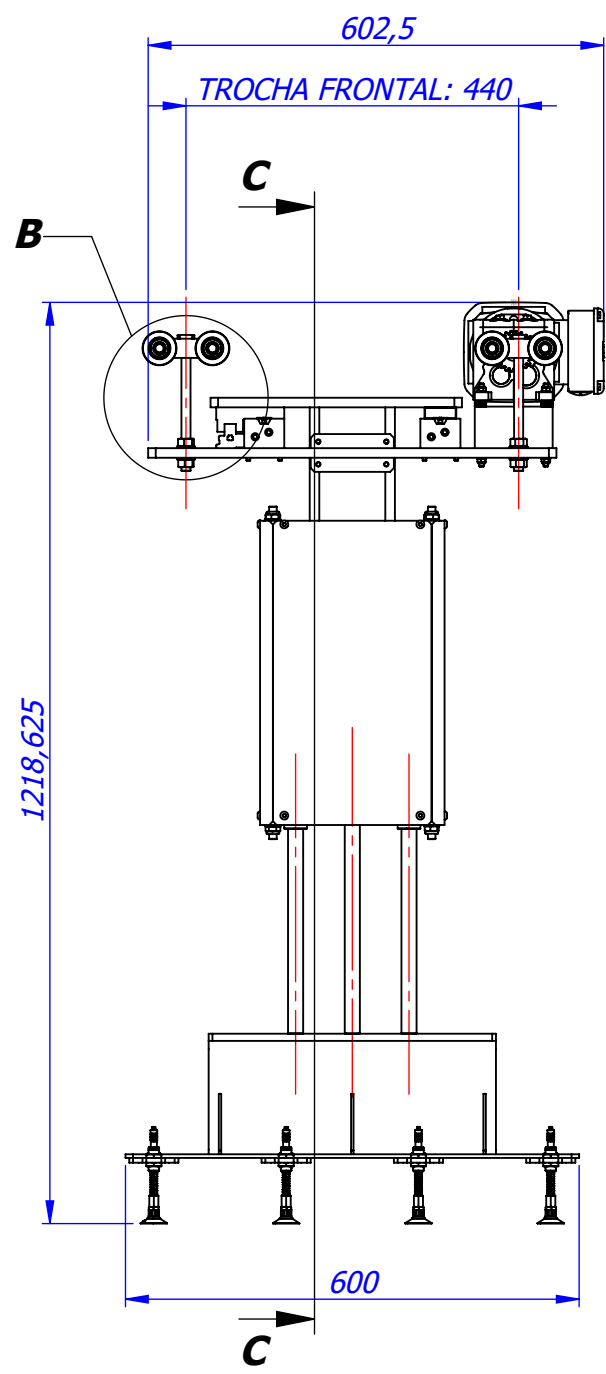


12	1	CAPACHO SOLDADURA	3.25	M26-PF-5-GEN-004																																					
11	1	SOPORTE CAPACHO FLORERO	11.48	M26-PF-5-GEN-003																																					
10	1	MESA BUFFER SOLDADURA	32.93	M26-PF-5-GEN-002																																					
9	10	REJA CERRAMIENTO	31.23	M26-PF-5-CER-002																																					
8	10	POSTE CERRAMIENTO	5.70	M26-PF-5-CER-001																																					
7	1	CINTA TRANSPORTADORA	109.37	M26-PF-4-TRA-002																																					
6	1	ROLADORA	88.70	M26-PF-4-ROL-050																																					
5	1	MESA BUFFER	40.78	M26-PF-4-MES-001																																					
4	1	EQUIPO DE SOLDADURA	127.23	M26-PF-3-SOL-001																																					
3	1	PRENSA ELASTOFORMING 60TON	0.00	M26-PF-3-PRE-002																																					
2	1	MANIPULADOR DE CHAPAS	250.17	M26-PF-2-MAN-001																																					
1	1	CORTE LASER 500 W		ESTANDAR																																					
POS.	CANT	PARTE	P[Kg.]	OBSERVACIONES																																					
0 - 6 ±0,1	30 ±0,15	120 ±0,2	315 ±0,25	1000 ±0,35	2000 ±0,7	4000 ±1,5	8000 ±2	12000 ±3	15000 ±4	-	-	-	-																												
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										1/2	3/4	0,8	0,8	0,8	0,8	0	REVISION PARA CONSTRUCCION	AK	AM	JS	19/04/2021																				
										√	√	√	√	√	√	√	REV	DESCRIPCION				DIBUJO	REVISIO	APROBO	FECHA																
										CLIENTE: EIM										OT: P.F.C.		PARTE: LAYOUT GENERAL				HOJA 01															
										NOTA MONTAJE																				REV. 0											
										T.S.										MATERIAL: Material «en especificación»										M26-PF-1-GEN-001											
ESC: 1:25										FORM.: A1																															

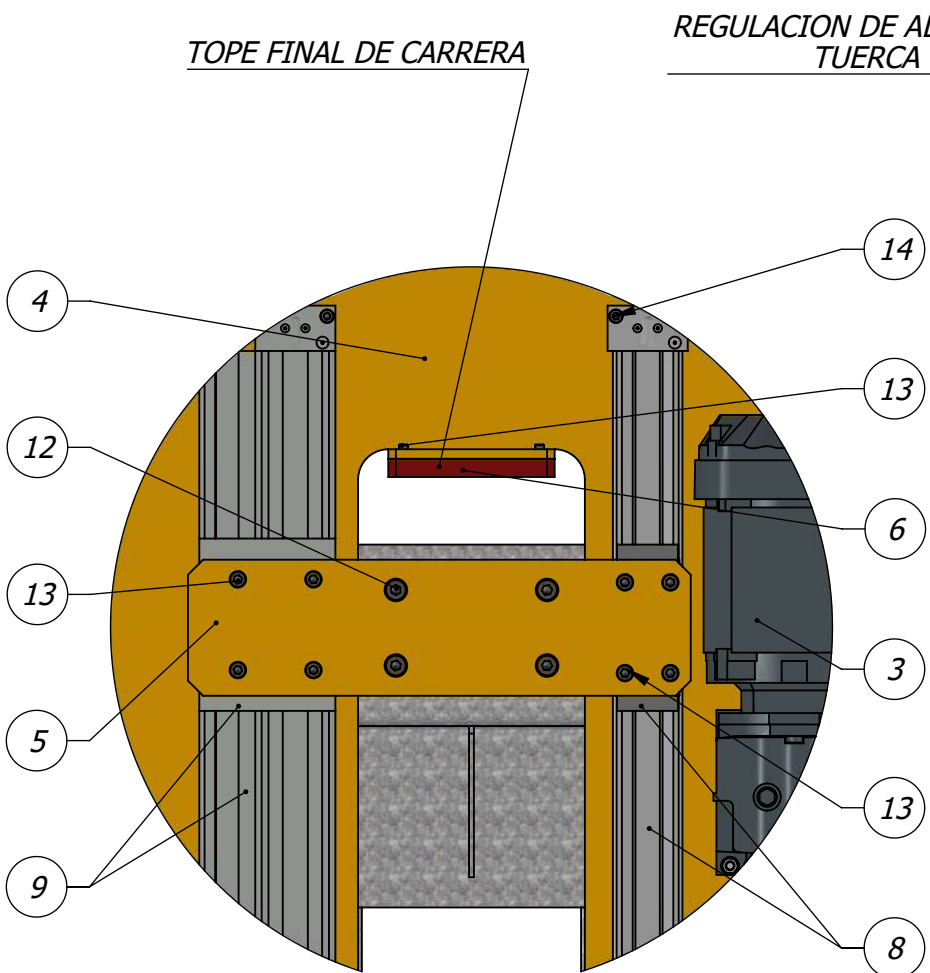
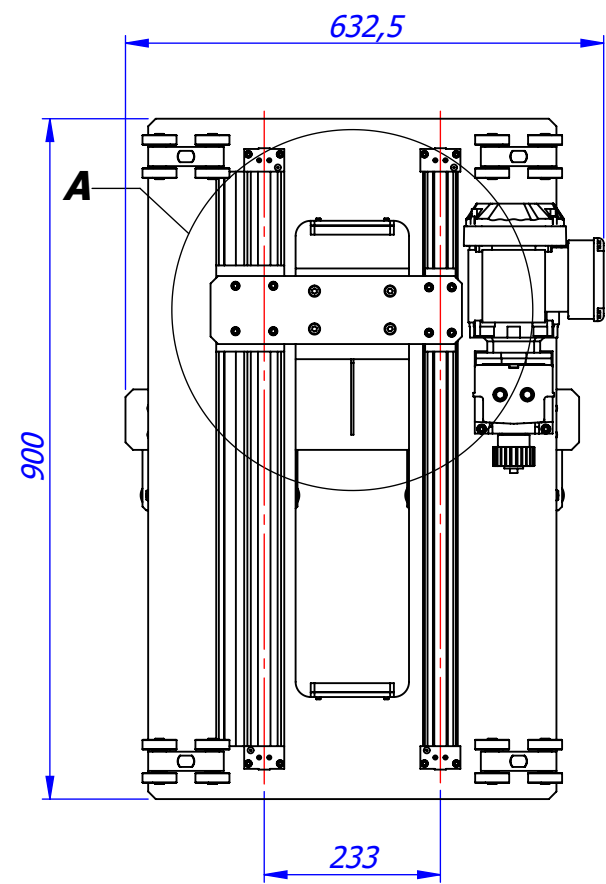
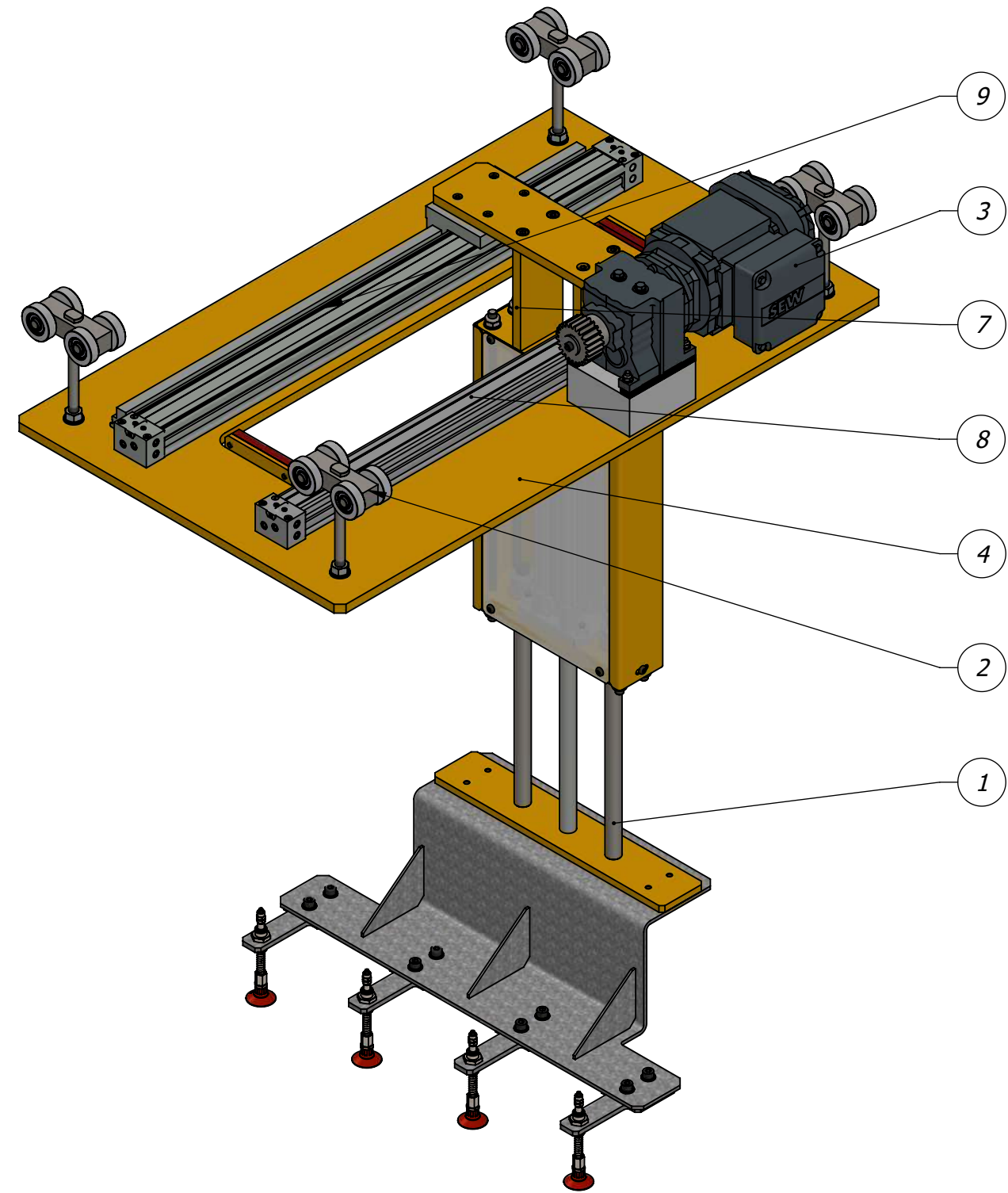
PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL CLIENTE.-



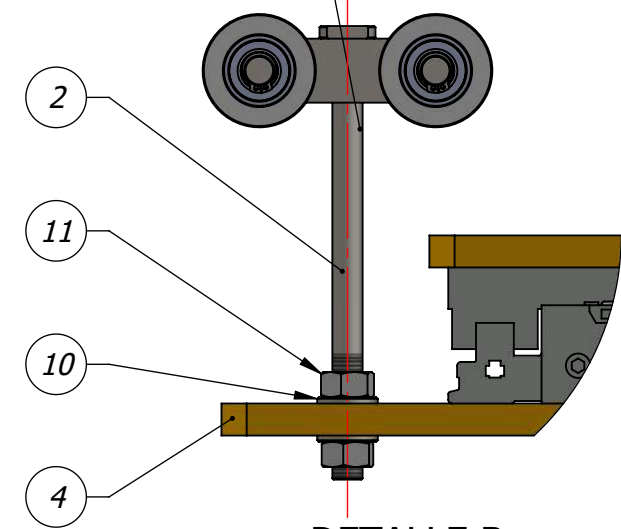
6	4	CHAPA PRE-ESTAMPA										0.01	CHAPA AISI 430 0,5mm				
5	8	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x15										ESTANDAR					
4	8	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M08										ESTANDAR					
3	4	TOPE DE SEGURIDAD										0.73	M26-PF-4-MAN-005				
2	1	ESTRUCTURA GUIA MAN.										174.82	M26-PF-4-MAN-004				
1	1	SUBCONJUNTO MANIPULADOR										80.71	M26-PF-3-M-001				
POS.	CANT	PARTE										P[kg.]	OBSERVACIONES				
0 6	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 15000	-	-	-	-	-	-			
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-	-	-	-	-			
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										0	REVISION PARA CONSTRUCCION		A.K.	A.M.	J.S.	16/4/2024	
										REV.	DESCRIPCION		DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA	
										ESTABLECIMIENTO:		INFORME:		PARTE:		M26-PF-2-MAN-001	
										EIM		P.F.C.		MANIPULADOR DE CHAPAS			
NOTA: MONTAJE										M26-PF-2-MAN-001				HOJA			
T.S.:														MATERIAL: Material <sin especificar>		01	
N/A PLICA										PESO[kg.] 258.62				REV.			
ESC: 1:20										FORM.: A2				0			



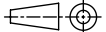
SECCIÓN C-C

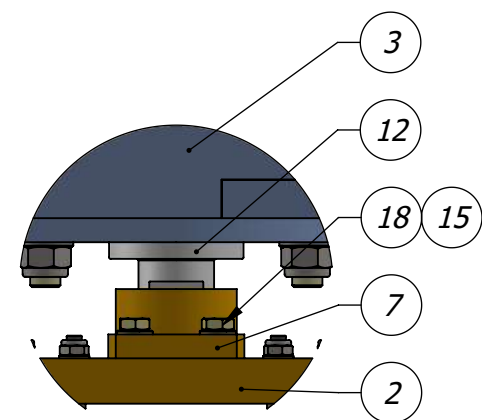
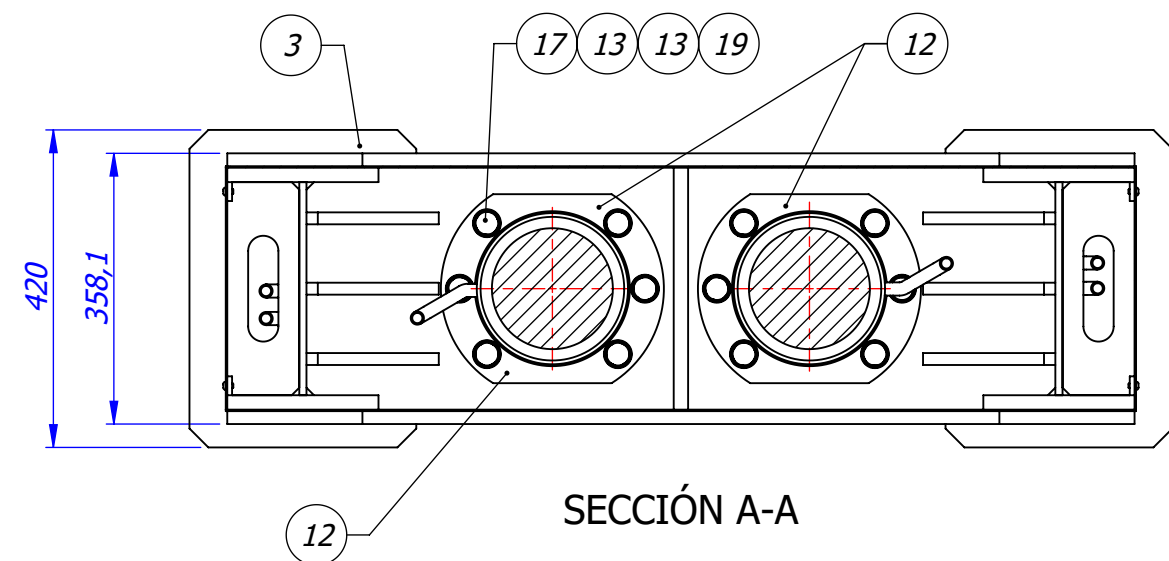


DETALLE A
ESCALA 1 : 5



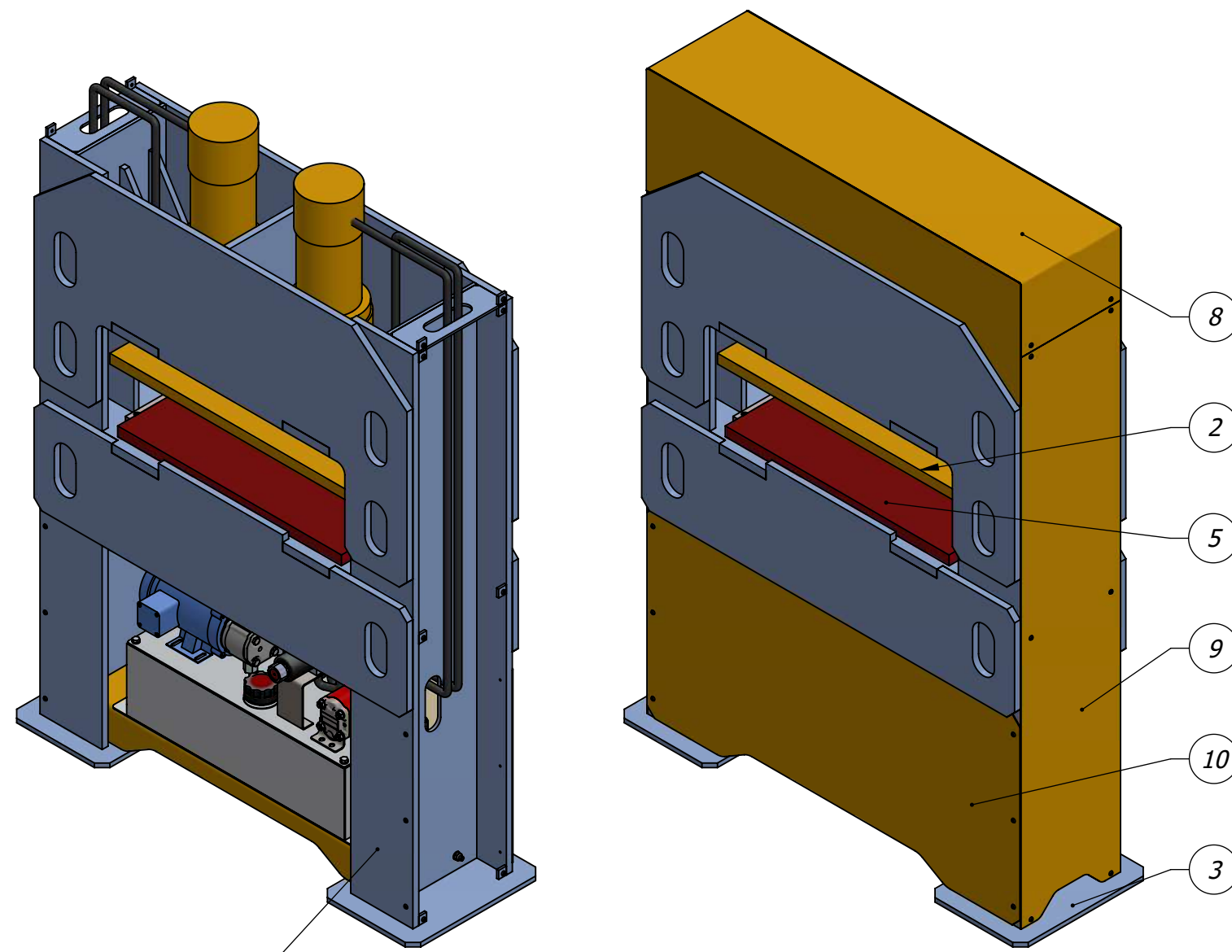
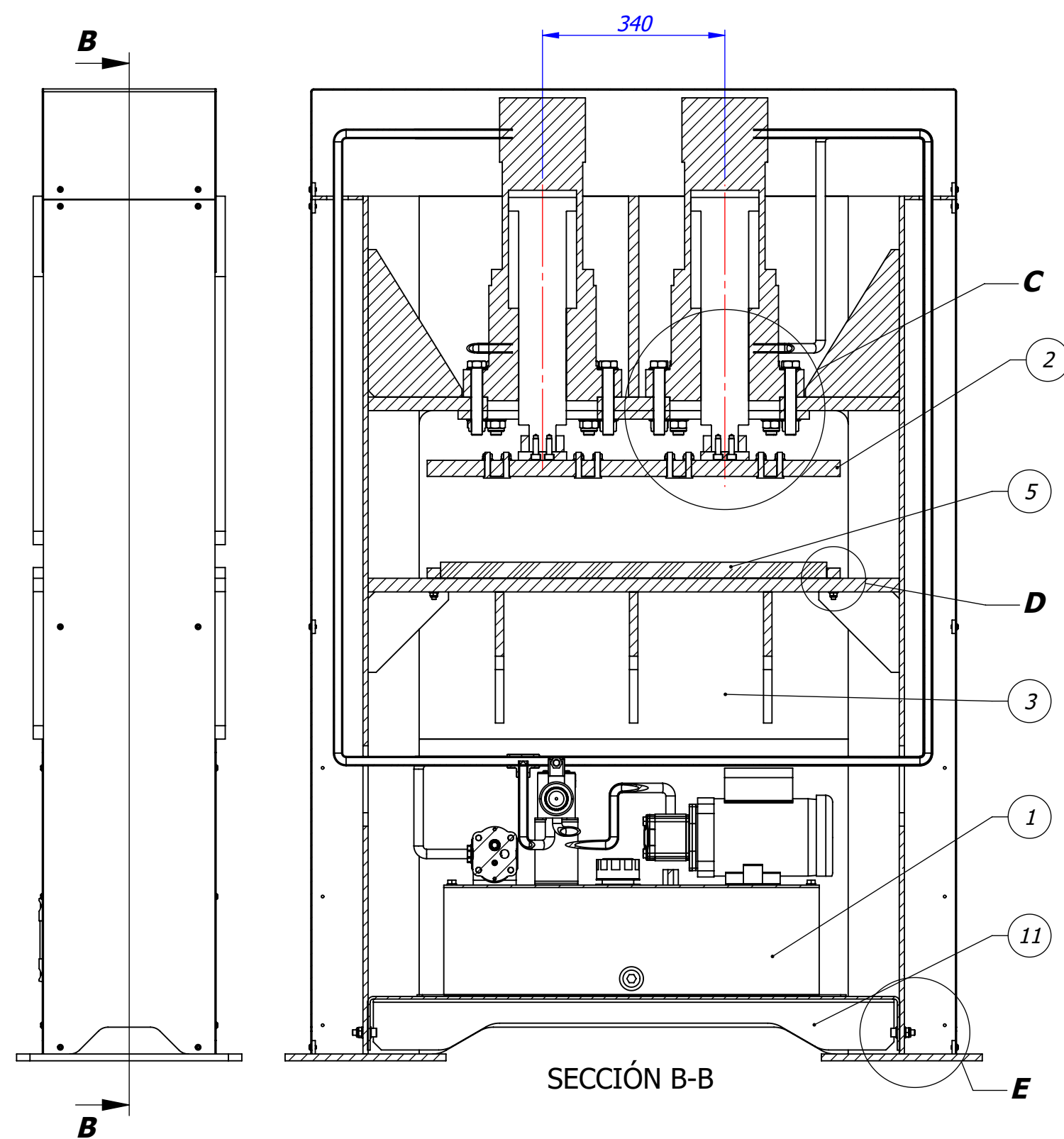
DETALLE B
ESCALA 1 : 3

15	4	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x40												ESTANDAR													
14	8	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M05x50												ESTANDAR													
13	16	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M06x15												ESTANDAR													
12	4	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x30												ESTANDAR													
11	8	TUERCA HEXAGONAL M12												ESTANDAR													
10	8	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M12												ESTANDAR													
9	1	SEW MY1H25TNG-600Z										2.25		ESTANDAR													
8	1	SEW MY1B25G_600Z										3.96		ESTANDAR													
7	2	PLACA DE TRACCION										1.01		M26-PF-5-MAN-018													
6	2	TACO AMORTIGUADOR										0.07		M26-PF-5-MAN-017													
5	1	PLACA UNION PATINES										2.86		M26-PF-5-MAN-016													
4	1	PLACA BASE MANIPULADOR										39.61		M26-PF-5-MAN-015													
3	1	CONJUNTO MOTRIZ MANIPULADOR										5.43		M26-PF-4-M-003													
2	4	RUEDAS GUIAS										0.79		M26-PF-4-MAN-002													
1	1	SUBCONJUNTO NEUMATICO MANIPULADOR										20.89		M26-PF-4-MAN-001													
POS.		CANT		PARTE										P[Kg.]		OBSERVACIONES											
0 -6		6 30		30 120		120 315		315 1000		1000 2000		2000 4000		4000 8000		8000 12000		12000 15000		-		-		-		-	
±0,1		±0,15		±0,2		±0,25		±0,35		±0,7		±1,5		±2		±3		±4		-		-		-		-	
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)																0		REVISION PARA CONSTRUCCION		A.K.		A.M.		J.S.		16/4/2024	
																											
																		DESCRIPCION		DIBUJO		REVISO		APROBO		FECHA	
		ESTABLECIMIENTO: EIM										INFORME: P.F.C.				PARTE: SUBCONJUNTO MANIPULADOR											
		NOTA: MONTAJE																									
		MATERIAL: Material <sin especificar>																									
ESC: 1:10		FORM.: A2				NAPLICA										M26-PF-3-MAN-001										HOJA 01	
																										REV. 0	

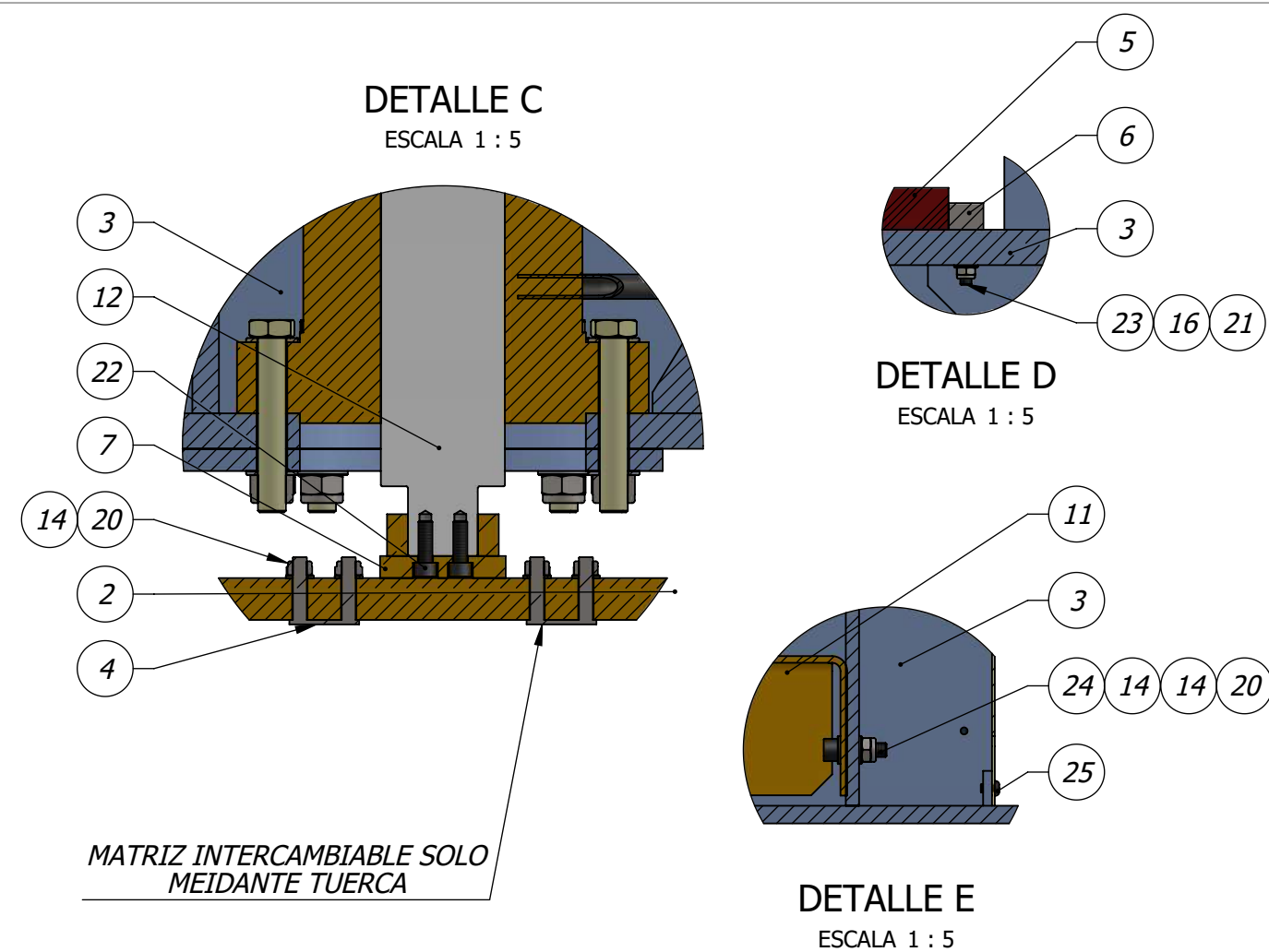


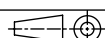
DETALLE F

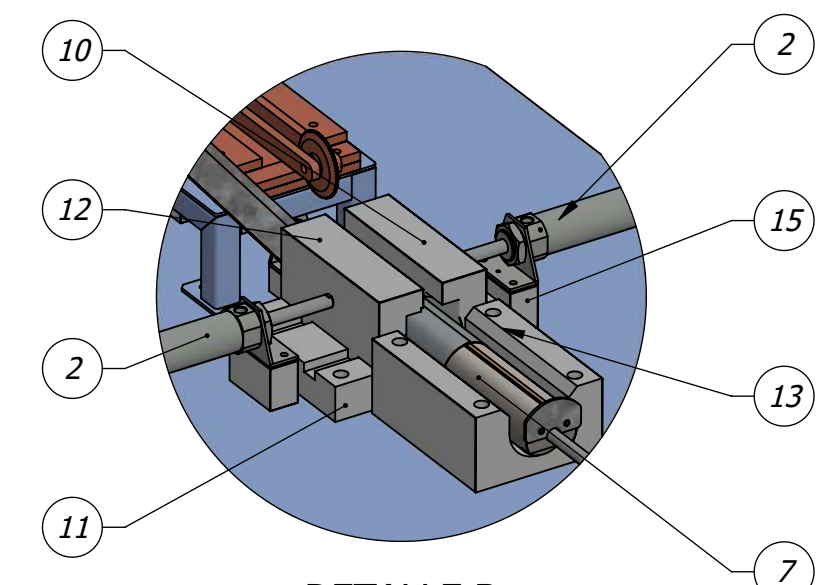
ESCALA 1 : 5



PROTECCIONES OCULTAS



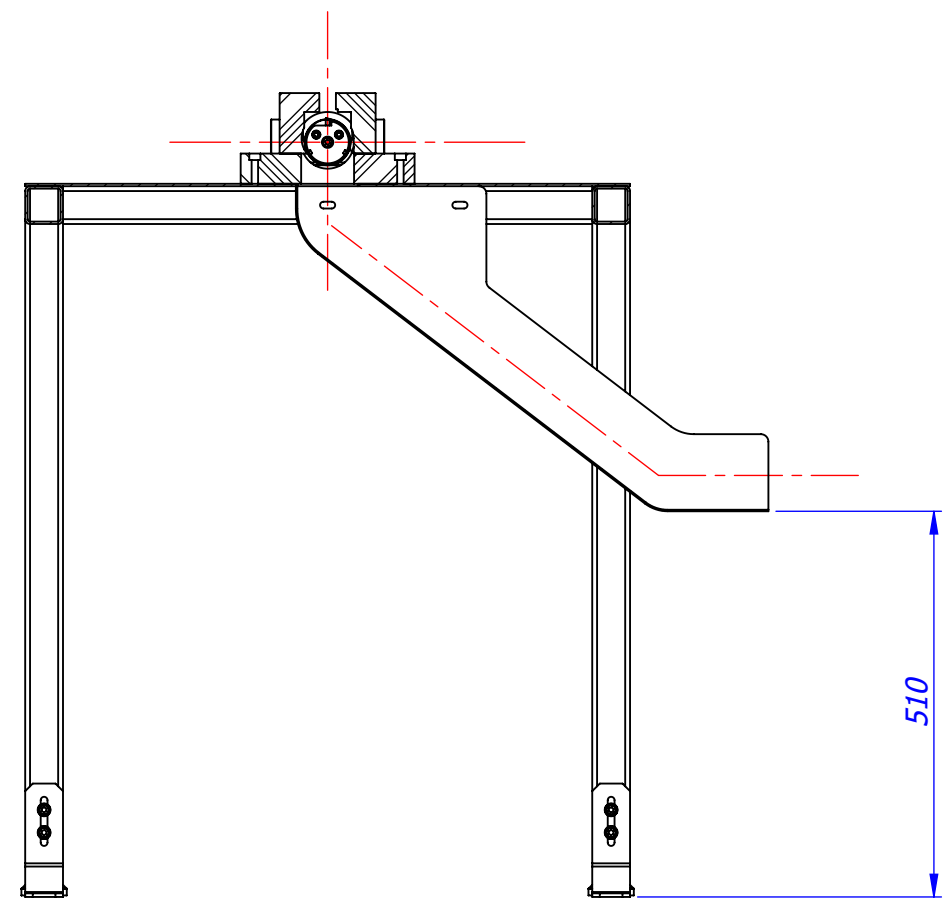
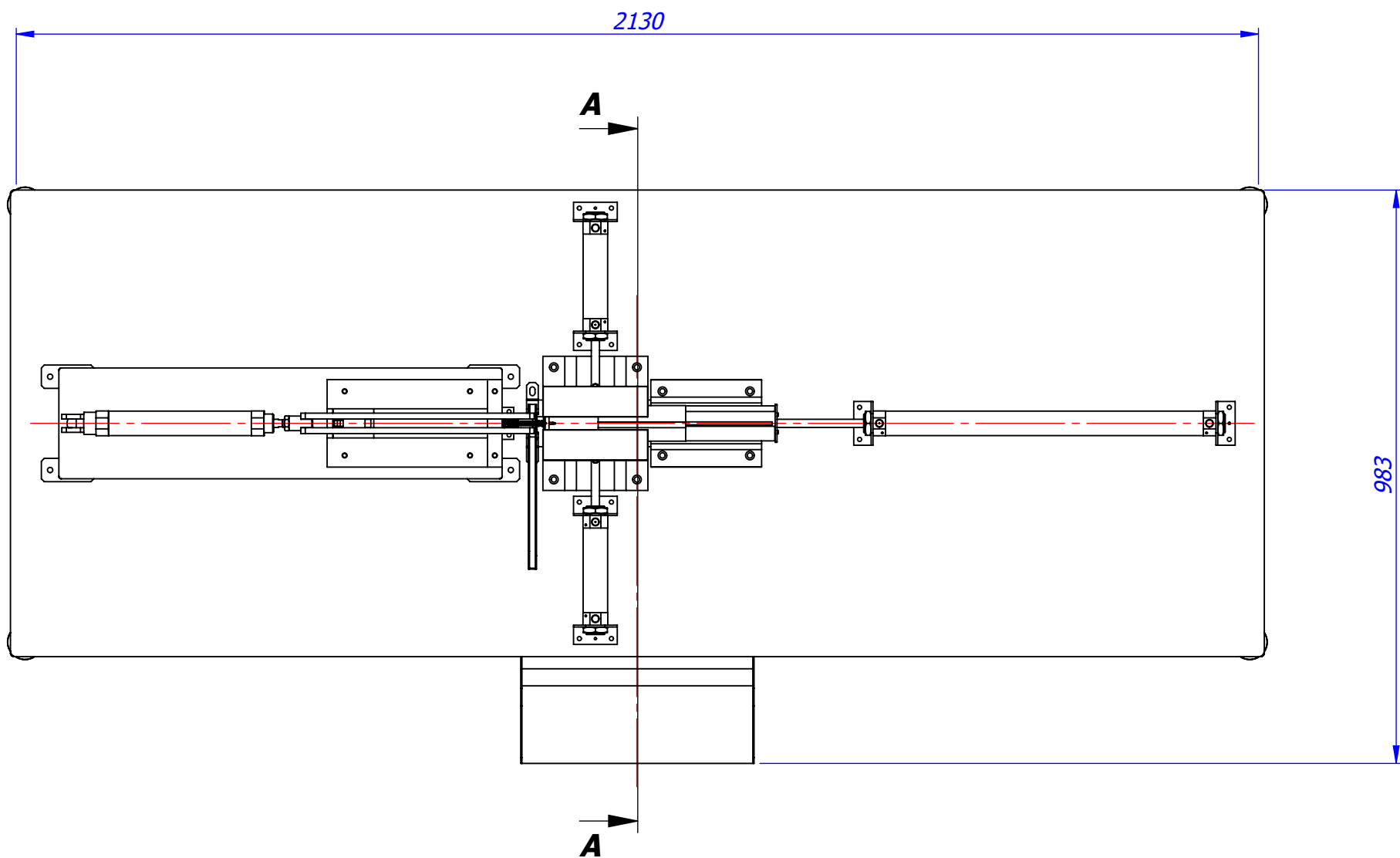
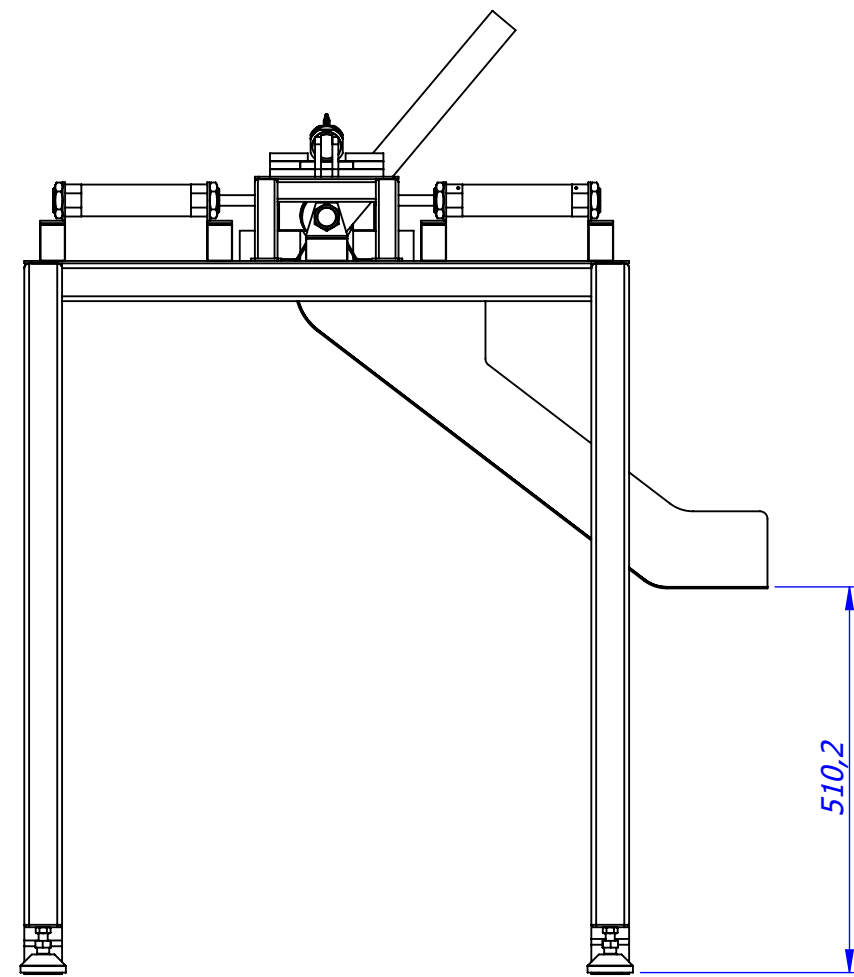
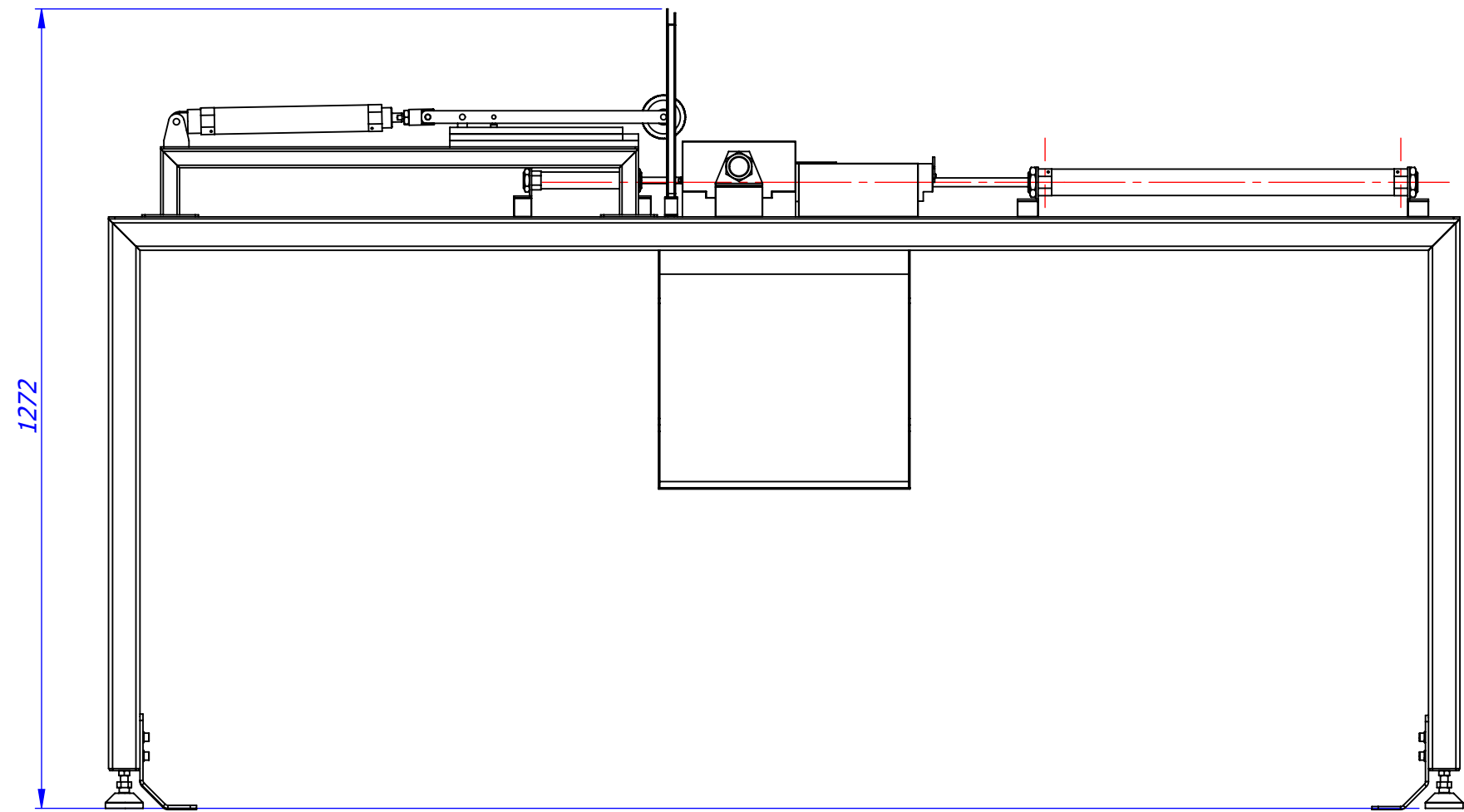
25	28	TORN.ALLEN CAB.BOTON ISO 7380 M06x10											ESTANDAR					
24	4	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M10x35											ESTANDAR					
23	4	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x50											ESTANDAR					
22	4	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M10x30											ESTANDAR					
21	4	TUERCA HEX.AUTOF.M8 - DIN 985											ESTANDAR					
20	12	TUERCA HEX.AUTOF.M10 - DIN 985											ESTANDAR					
19	12	TUERCA HEX.AUTOF.M20 - DIN 985											ESTANDAR					
18	8	TORN.CAB.HEXAGONAL DIN 931 M12x35											ESTANDAR					
17	12	TORN.CAB.HEXAGONAL DIN 931 M20x80											ESTANDAR					
16	4	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M08											ESTANDAR					
15	8	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M12											ESTANDAR					
14	16	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M10											ESTANDAR					
13	24	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M20											ESTANDAR					
12	2	CILINDRO ALECAR CD-250-C-S-250-B-SI-U										111.13	ESTANDAR					
11	1	SOPORTE CENTRAL HIDRAULICA										16.20	M26-PF-5-PRE-010					
10	2	PROTECCION INFERIOR										10.57	M26-PF-5-PRE-009					
9	2	PROTECCION LATERAL										7.91	M26-PF-5-PRE-008					
8	1	PROTECCION SUPERIOR										16.53	M26-PF-5-PRE-007					
7	2	PATIN DE AGARRE										0.29	M26-PF-5-PRE-006					
6	2	TOPE LATERAL DE PLACA DE ELASTOMERO										0.72	M26-PF-5-PRE-005					
5	1	PLACA DE ELASTOMERO										7.45	M26-PF-5-PRE-004					
4	4	MATRIZ DE ESTAMPA N°1										0.07	M26-PF-5-PRE-003					
3	1	BASTIDOR DE PRENSA										751.73	M26-PF-5-PRE-002					
2	1	PLACA DE PRESION										54.25	M26-PF-5-PRE-001					
1	1	CONJUNTO HIDRAULICO										0.00	M26-PF-4-PRE-001					
POS.	CANTIDAD	PARTE										P[Kg.]	OBSERVACIONES					
0 -6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 15000	-		-	-	-				
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-		-	-	-				
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										0	REVISION PARA CONSTRUCCION				A.K.	A.M.	J.S.	17/4/2024
										REV.	DESCRIPCION				DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA
										ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.		PARTE: PRENSA ELASTOFORMING 60TON				
										NOTA: MONTAJE								
										T.S.: -		MATERIAL: Material <sin especificar>		M26-PF-3-PRE-002				
										N/APLICA		PESO[Kg]: 0.00						
ESC: 1:10		FORM.: A2														HOJA 01		
																REV: 0		



DETALLE A

ESCALA 1 : 5

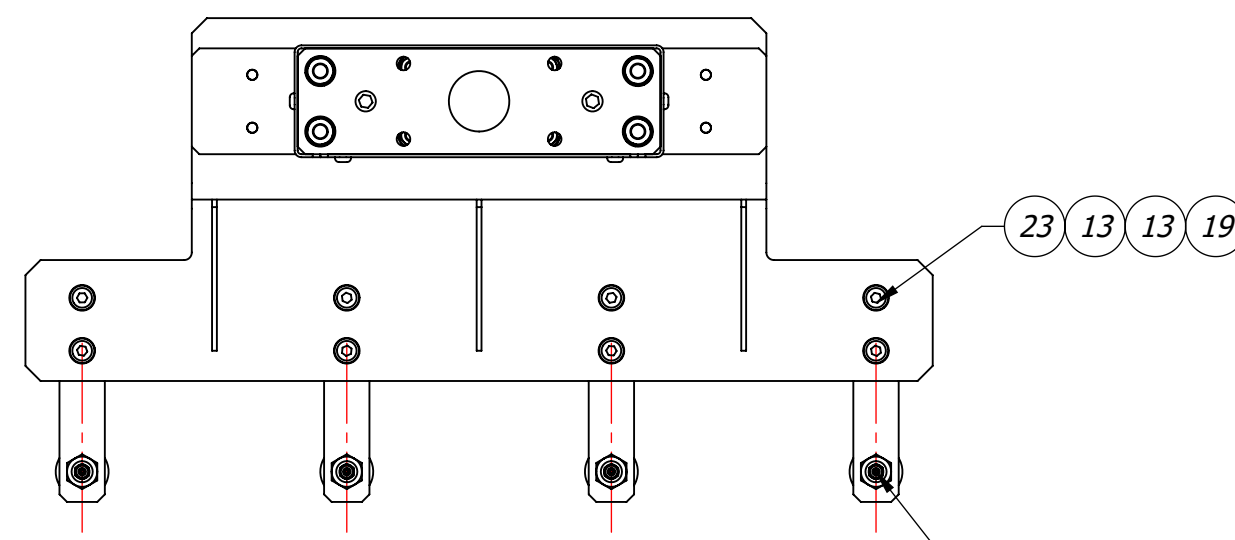
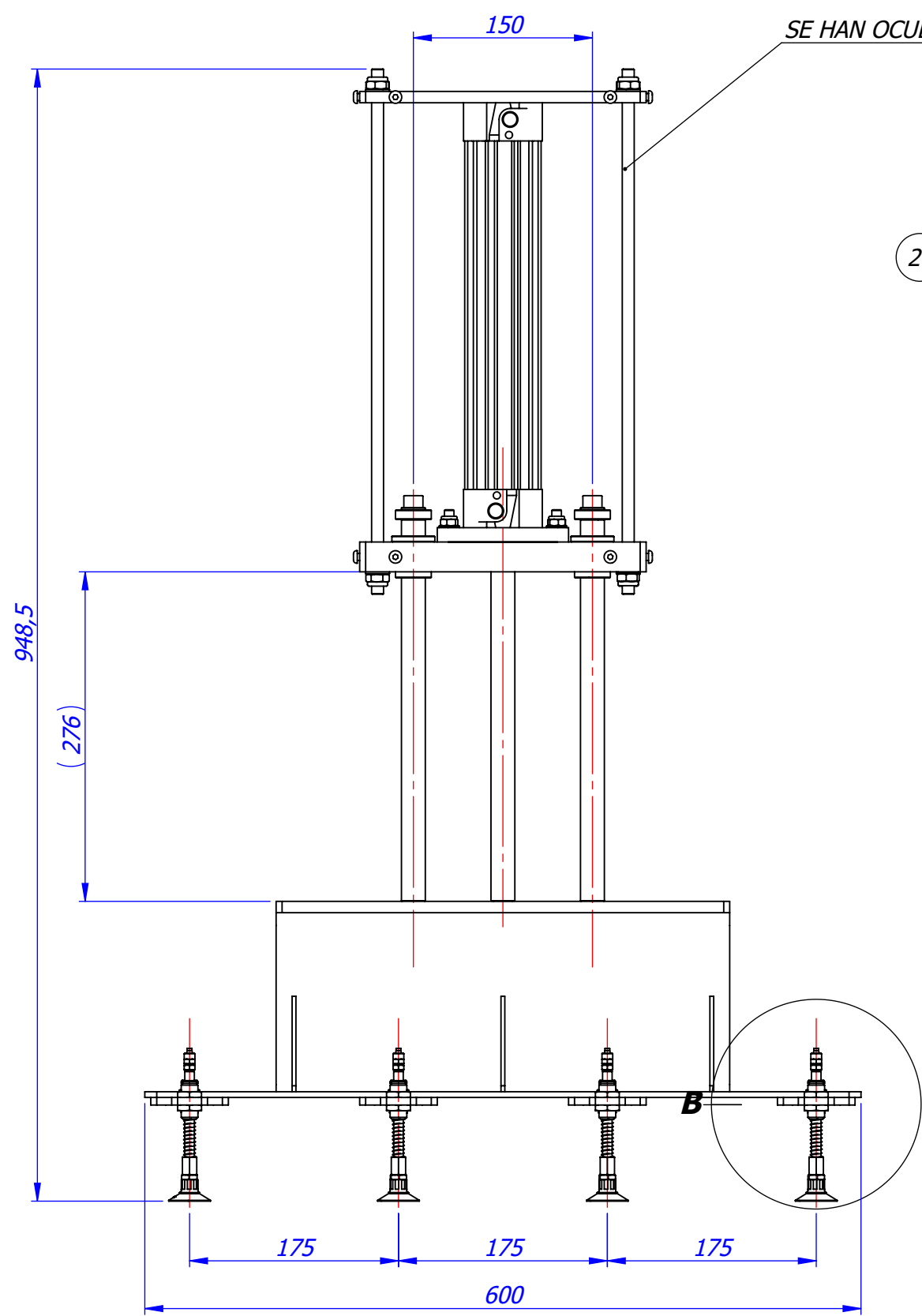
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



SECCIÓN A-A
 $\angle 90^\circ$

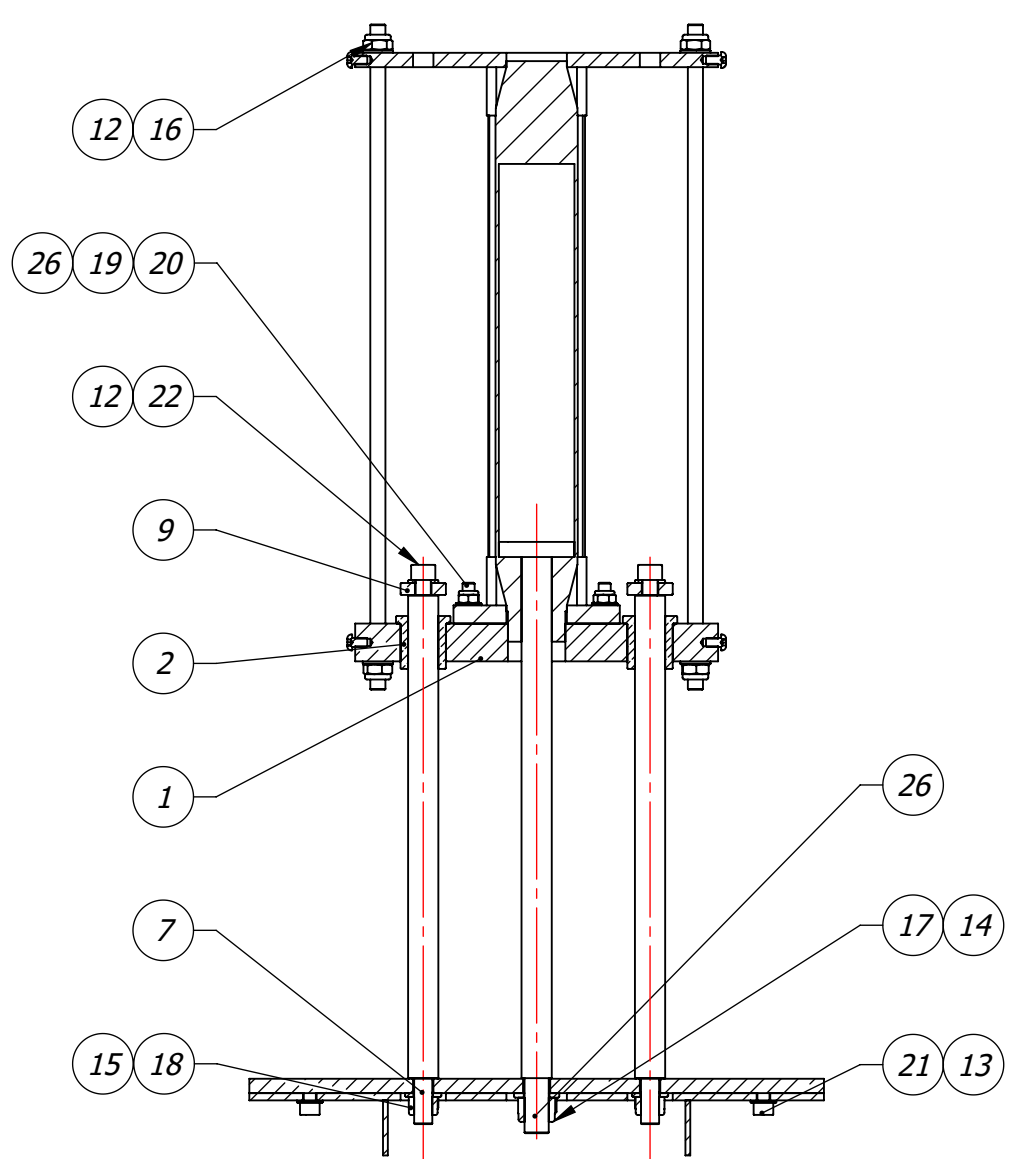
0 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 15000	-	-	-	-	-		
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-	-	-	-	-		
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										0	REVISION PARA CONSTRUCCION		A.M.	A.K.	J.S.	20/4/2024
										REV.	DESCRIPCION		DIBUJO	REVISOR	APROBO	FECHA
										ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.		PARTE: EQUIPO DE SOLDADURA		
NOTA: MONTAJE										T.S.		MATERIAL: Material <sin especificar>		M26-PF-3-SOL-001		
ESC: 1:10 FORM.: A2										PESO [Kg]: 129.71					HOJA 02	
															REV. 0	

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

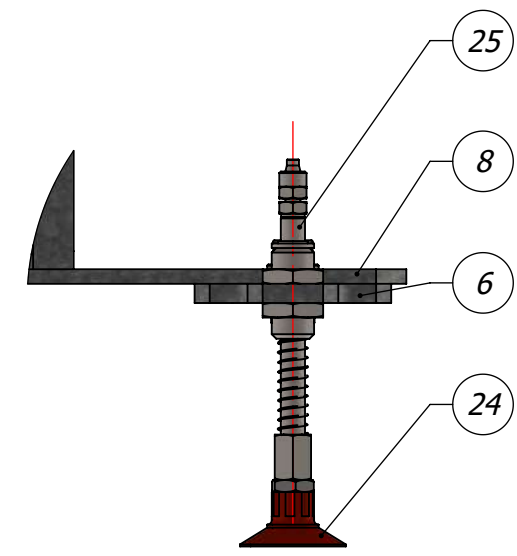
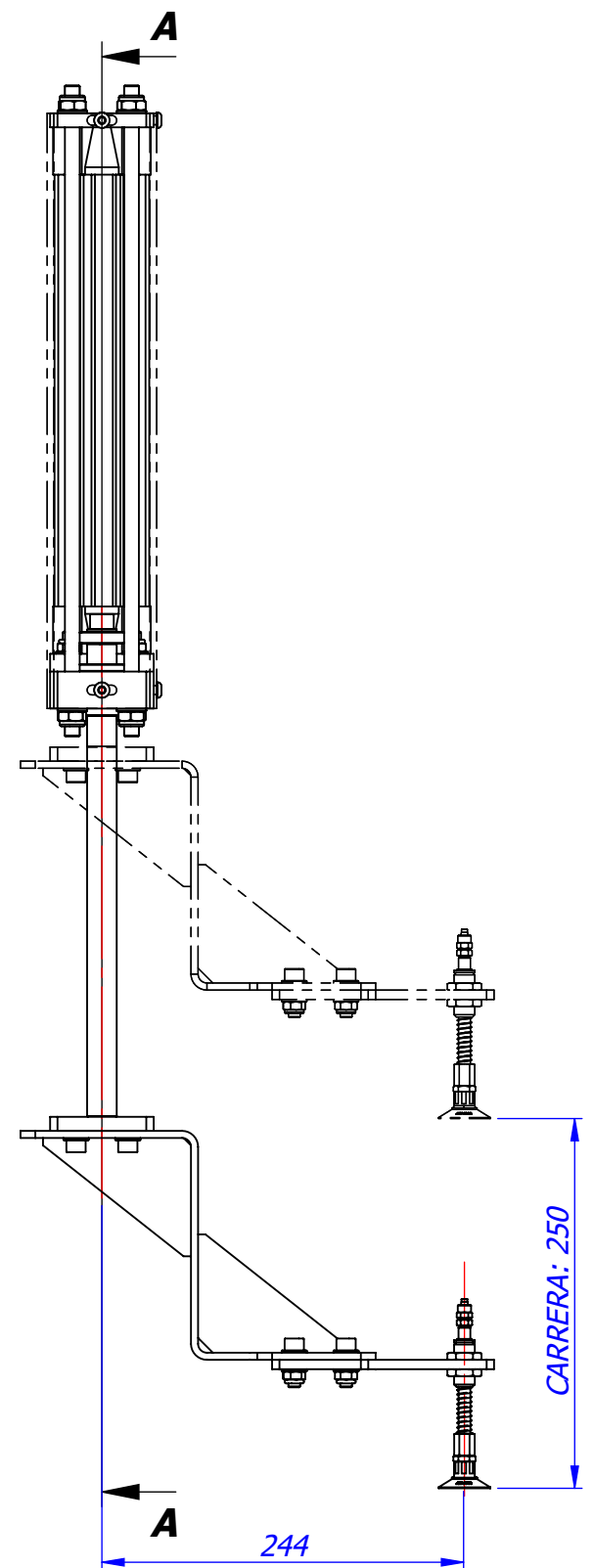


REGULACION DE POSICION DE SOPAPAS
MEDIANTE OBLONGOS EN SOPORTE DE SOPAPA

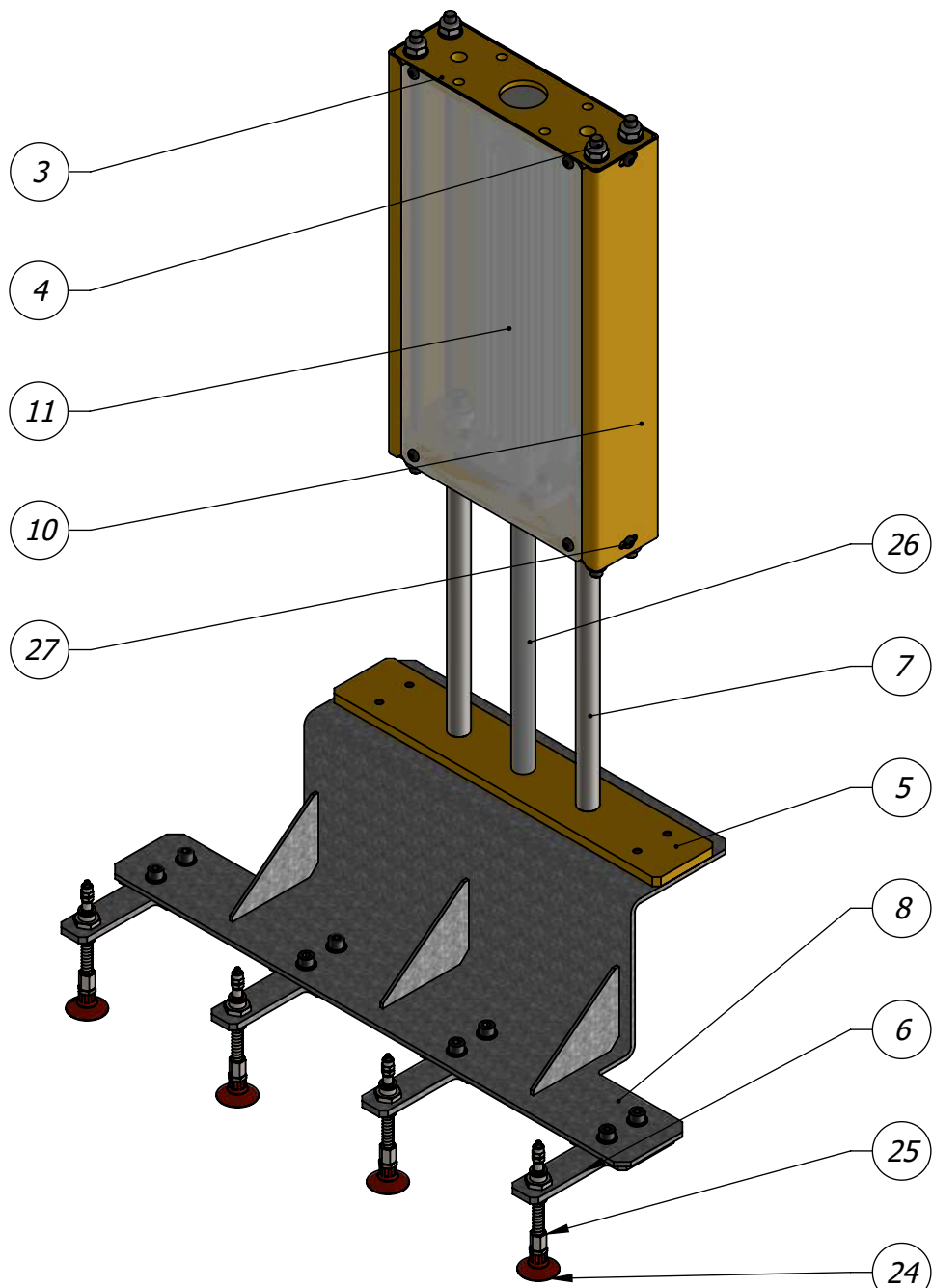
SE HAN OCULTADO LAS PROTECCIONES



SECCIÓN A-A



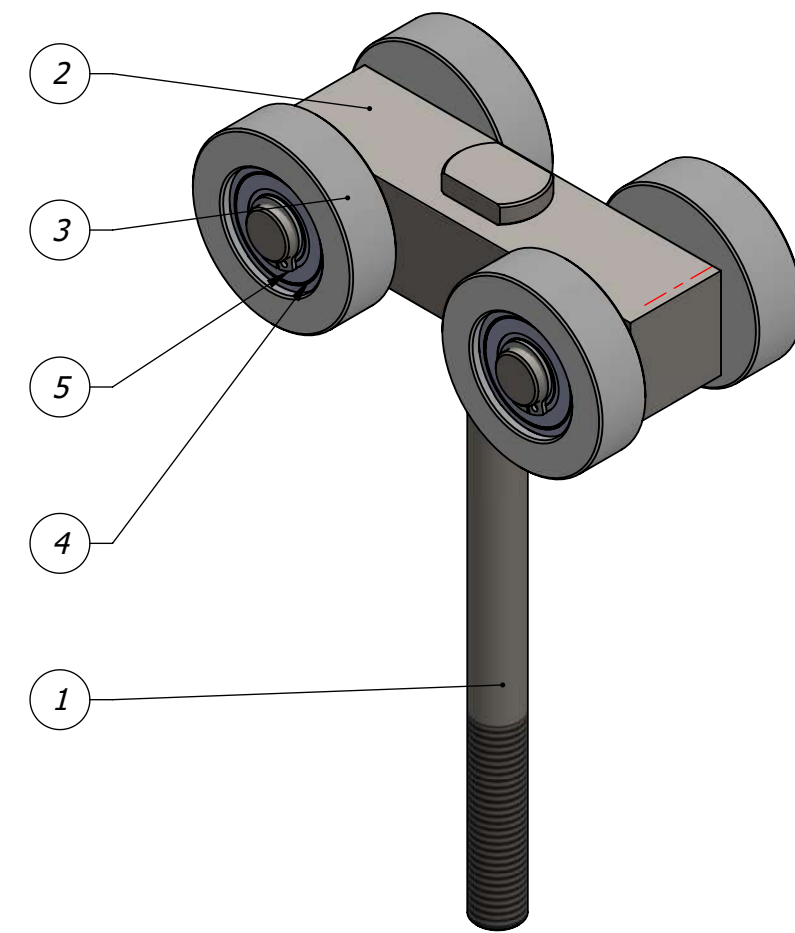
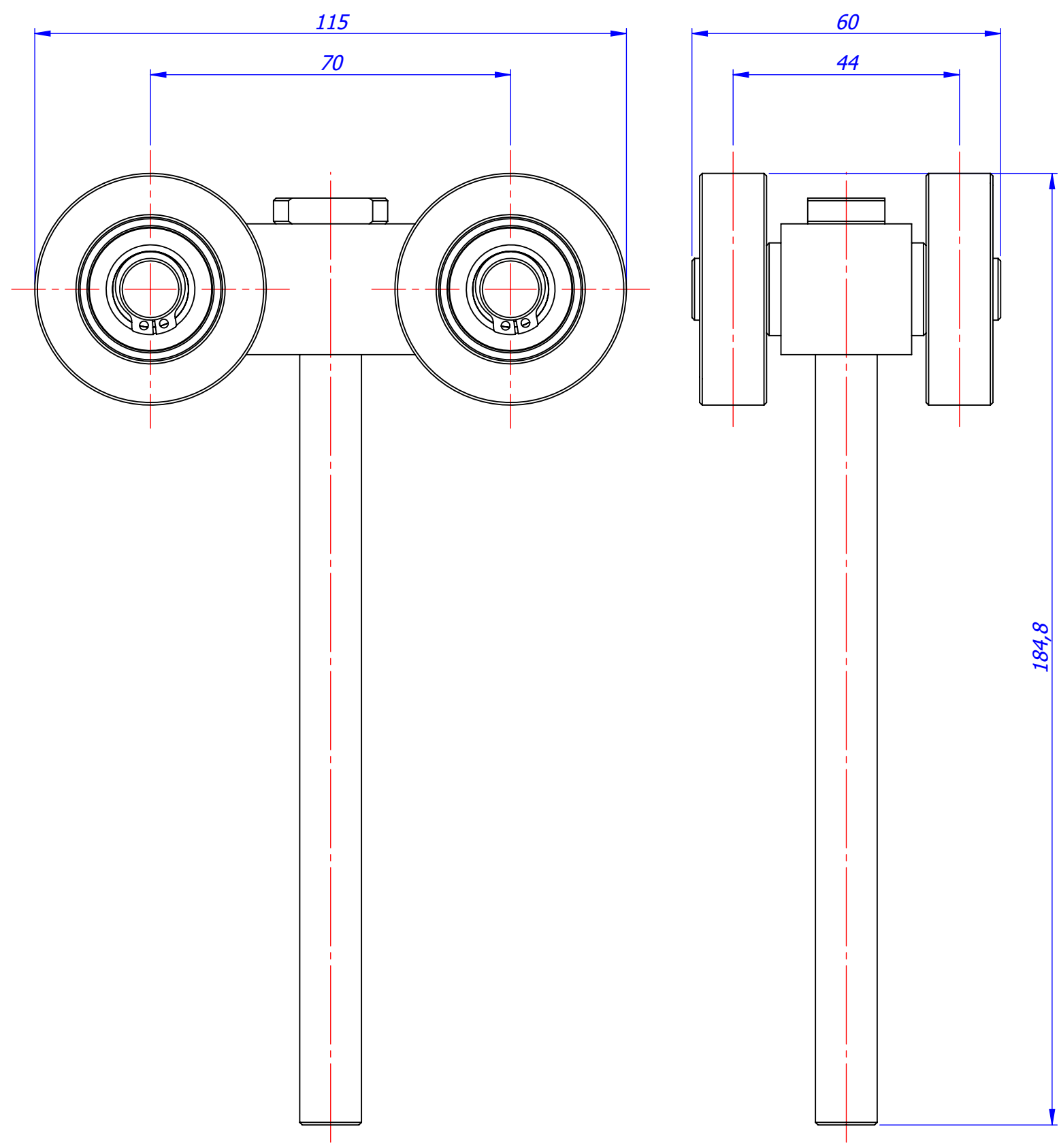
DETALLE B
ESCALA 2 : 5



27	8	TORN.ALLEN CAB.BOTON ISO 7380 M06x10		ESTANDAR													
26	1	ACTUADOR LINEAL SMC CP96SF50-250C-XA24	887.85	ESTANDAR													
25	4	PERNO SOPAPA TLC8-24AGH	0.08	ESTANDAR													
24	4	SOPAPA VC35PUR	0.01	ESTANDAR													
23	8	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x25		ESTANDAR													
22	2	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M10x40		ESTANDAR													
21	4	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x15		ESTANDAR													
20	4	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x40		ESTANDAR													
19	12	TUERCA HEX.AUTOF.M8 - DIN 985		ESTANDAR													
18	2	TUERCA HEX.AUTOF.M12 - DIN 985		ESTANDAR													
17	1	TUERCA HEX.AUTOF.M16 - DIN 985		ESTANDAR													
16	8	TUERCA HEX.AUTOF.M10 - DIN 985		ESTANDAR													
15	2	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M12		ESTANDAR													
14	1	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M16		ESTANDAR													
13	25	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M08		ESTANDAR													
12	9	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M10		ESTANDAR													
11	1	PROTECCION FRONTAL	0.20	M26-PF-5-MAN-030													
10	1	PROTECCION	2.60	M26-PF-5-MAN-029													
9	2	TAPA GUIA CILINDRICA	0.04	M26-PF-5-MAN-011													
8	1	BASTIDOR SISTEMA SOPAPAS	6.40	M26-PF-5-MAN-007													
7	2	GUIA CILINDRICA	0.80	M26-PF-5-MAN-006													
6	4	SOPORTE SOPAPA	0.29	M26-PF-5-MAN-008													
5	1	PLACA INFERIOR	1.9	M26-PF-5-MAN-005													
4	4	VARILLA ROSCADA M10x440	0.27	M26-PF-5-MAN-004													
3	1	PLACA SUPERIOR	1.1	M26-PF-5-MAN-003													
2	2	BUJE GUIA	0.13	M26-PF-5-MAN-002													
1	1	PLACA BASTIDOR	2.6	M26-PF-5-MAN-001													
POS.	CANT	PARTE		P[Kg.]	OBSERVACIONES												
0 6 ±0,1	6 30 ±0,15	30 120 ±0,2	120 315 ±0,25	315 1000 ±0,35	1000 2000 ±0,7	2000 4000 ±1,5	4000 8000 ±2	8000 12000 ±3	12000 15000 ±4	-	-	-	-	-	-		
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										0	REVISION PARA CONSTRUCCION		A.K.	A.M.	J.S.	16/4/2024	
										REV.	DESCRIPCION		DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA	
						ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.		PARTE: SUBCONJUNTO NEUMATICO MANIPULADOR				HOJA 01			
						NOTA: MONTAJE						M26-PF-4-MAN-001				REV. 0	
						T.S.- N/APLICA		MATERIAL: Material <sin especificar> PESO[Kg.]: 20.89									



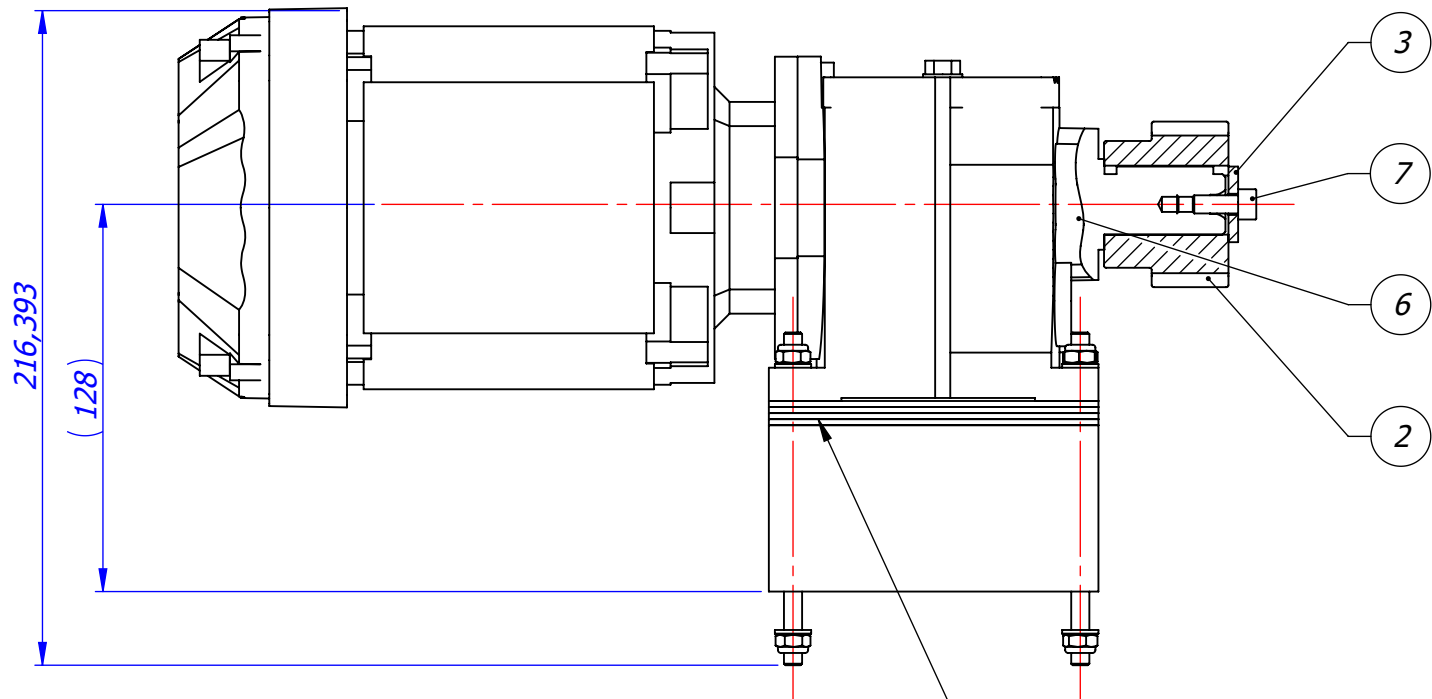
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



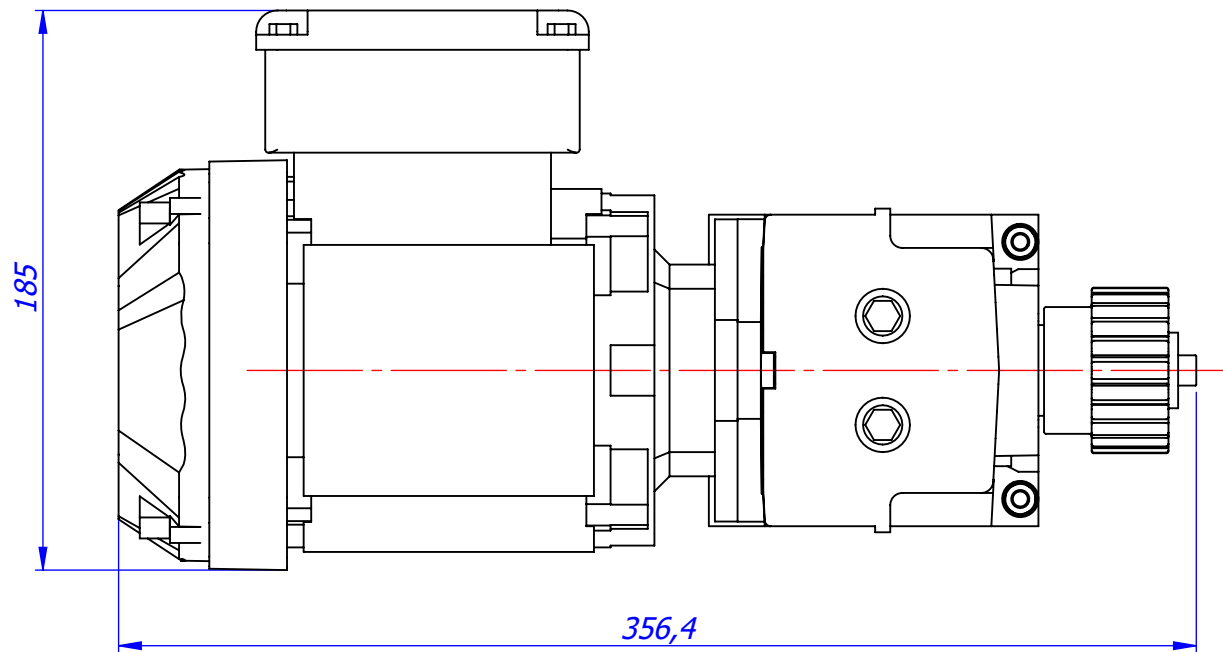
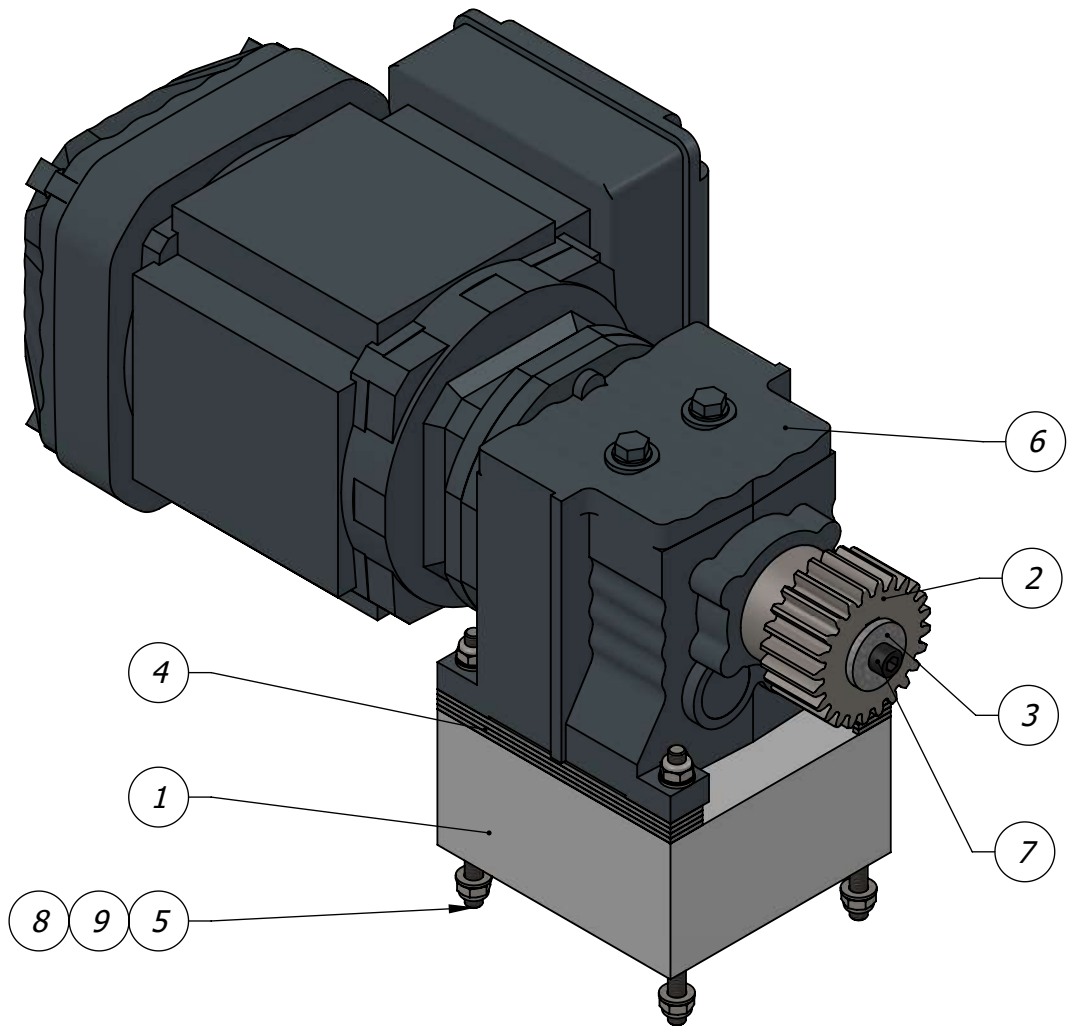
5		4		SEEGER DIN471 Ø12										0.066		ESTANDAR													
4		4		SKF 6001-2RSH										0.00		SKF 6001-2RSH													
3		4		RUEDAS GUIA										0.01		M26-PF-5-MAN-014													
2		1		BASTIDOR RUEDAS GUIA										0.56		M26-PF-5-MAN-013													
1		1		VARILLA RUEDAS GUIA										0.17		M26-PF-5-MAN-012													
POS.		CANT		PARTE										P[Kg.]		OBSERVACIONES													
0 6		6 30		30 120		120 315		315 1000		1000 2000		2000 4000		4000 8000		8000 12000		12000 15000		-		-		-		-			
±0,1		±0,15		±0,2		±0,25		±0,35		±0,7		±1,5		±2		±3		±4		-		-		-		-			
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)				~		▽		▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽		0		REVISION PARA CONSTRUCCION						A.K.		A.M.		J.S.		16/4/2024	
				12/9		12/▽		3/▽		0,8/▽		0,2/▽		REV.		DESCRIPCION						DIBUJO		REVISO		APROBO		FECHA	
										ESTABLECIMIENTO: EIM				INFORME: P.F.C.				PARTE: RUEDAS GUIAS											
										NOTA: MONTAJE								M26-PF-4-MAN-002								HOJA 01			
										T.S: -				MATERIAL: Material <sin especificar>															
ESC: 1:1		FORM.: A3				N/APLICA				PESO[Kg.]: 0.79												REV. 0							



0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

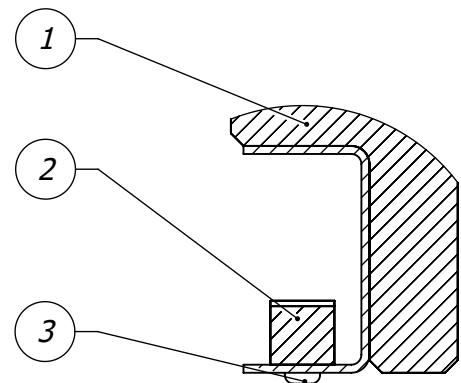
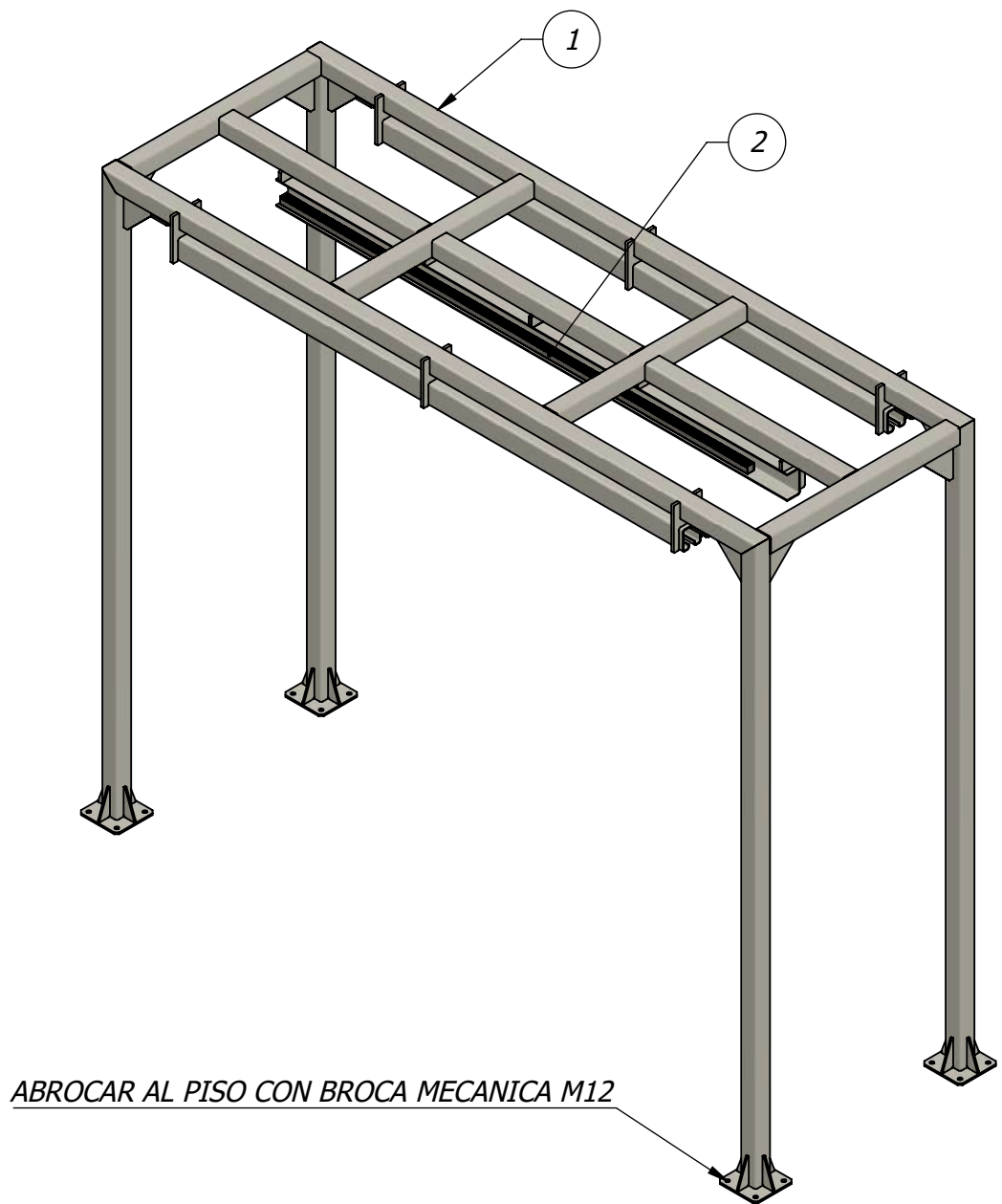
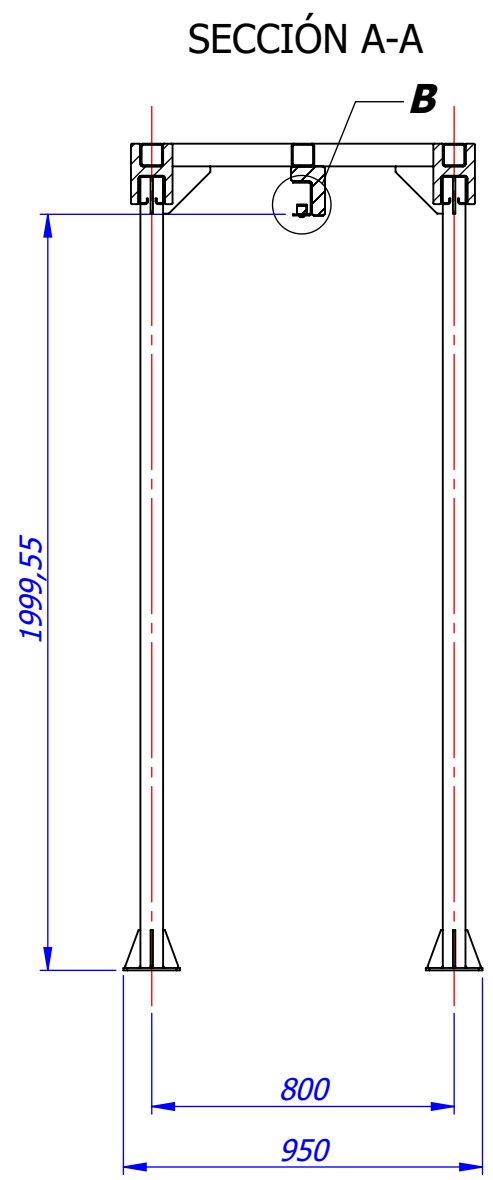
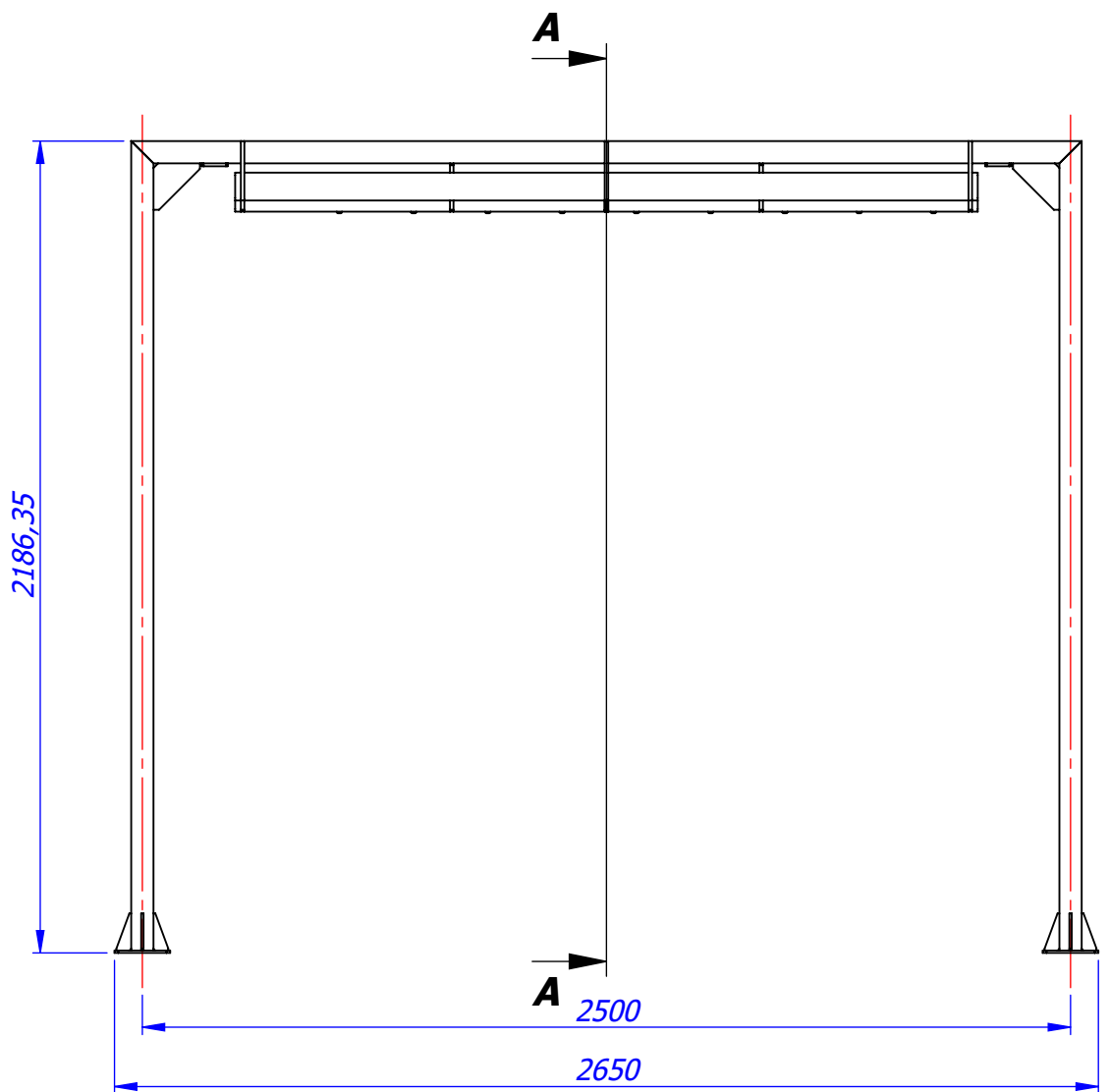


AGREGAR SEPARADORES NECESARIOS PARA ASEGURAR ENGRANE CON CREMALLERA



9	8	TUERCA HEX.AUTOF.M6 - DIN 985										ESTANDAR																			
8	8	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M06										ESTANDAR																			
7	1	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M06x15										ESTANDAR																			
6	1	MOTORREDUCTOR SEW R07DRN63MS1										4.06	ESTANDAR																		
5	4	VARILLA ROSCADA M6x110										0.02	M26-PF-5-MAN-023																		
4	8	SEPARADOR 2mm MOTORREDUCTOR										0.02	M26-PF-5-MAN-022																		
3	1	TAPA DE PIÑON										0.01	M26-PF-5-MAN-021																		
2	1	PIÑON RECTO Z = 24 - MODULO 2										0.46	M26-PF-5-MAN-020																		
1	1	TACO BASE MOTORREDUCTOR										0.58	M26-PF-5-MAN-019																		
POS.		CANT		PARTE										P[Kg.]		OBSERVACIONES															
0/6		6/30		30/120		120/315		315/1000		1000/2000		2000/4000		4000/8000		8000/12000		12000/15000		-		-		-		-					
±0,1		±0,15		±0,2		±0,25		±0,35		±0,7		±1,5		±2		±3		±4		-		-		-		-					
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)				~		▽		▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽		0		REVISION PARA CONSTRUCCION				A.K.		A.M.		J.S.		16/4/2024					
				12/▽		12/▽		3/▽		0,8/▽		0,2/▽		REV.		DESCRIPCION				DIBUJO		REVISO		APROBO		FECHA					
										ESTABLECIMIENTO: EIM					INFORME: P.F.C.					PARTE: CONJUNTO MOTRIZ MANIPULADOR					M26-PF-4-MAN-003					HOJA 01	
										NOTA: MONTAJE																				REV. 0	
ESC: 1:2.5					FORM.: A3										N/APLICA					MATERIAL: Material <sin especificar>										PESO[Kg.]: 5.43	

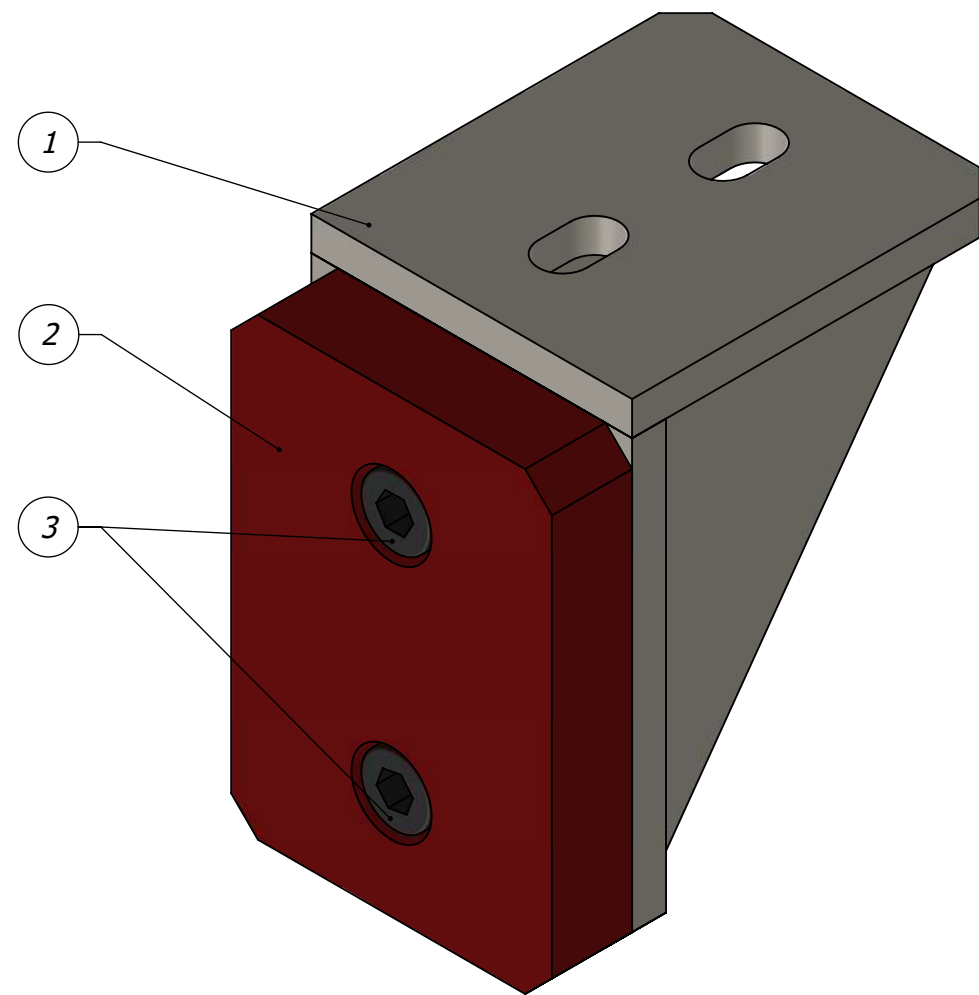
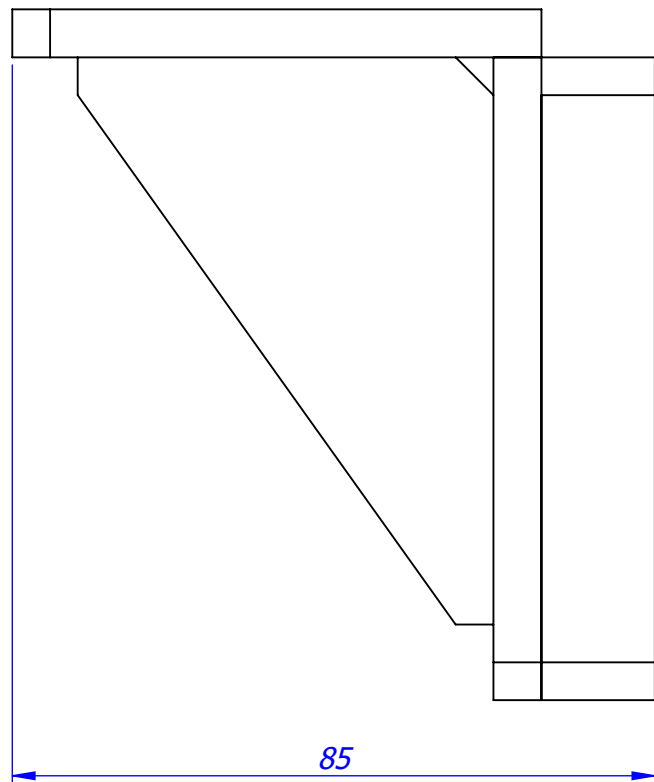
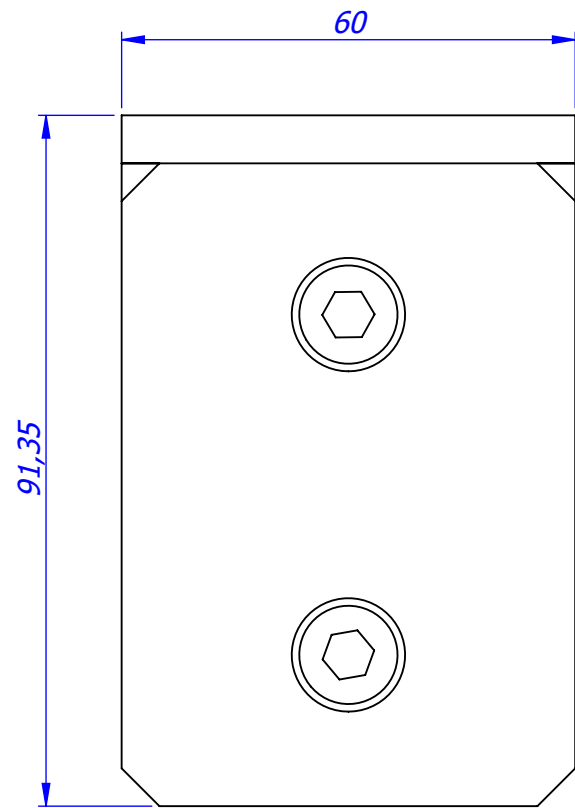
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



DETALLE B
ESCALA 1 : 3

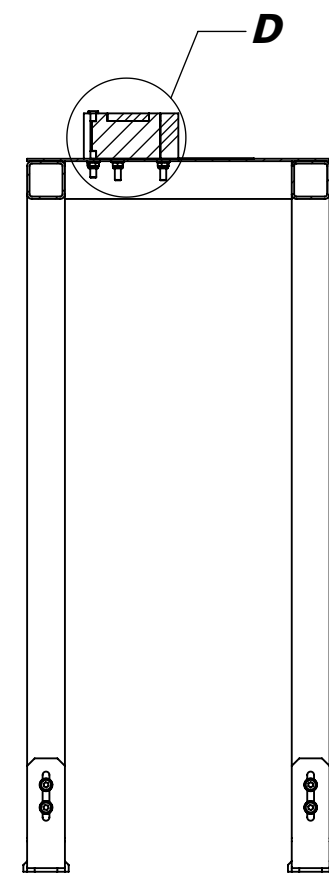
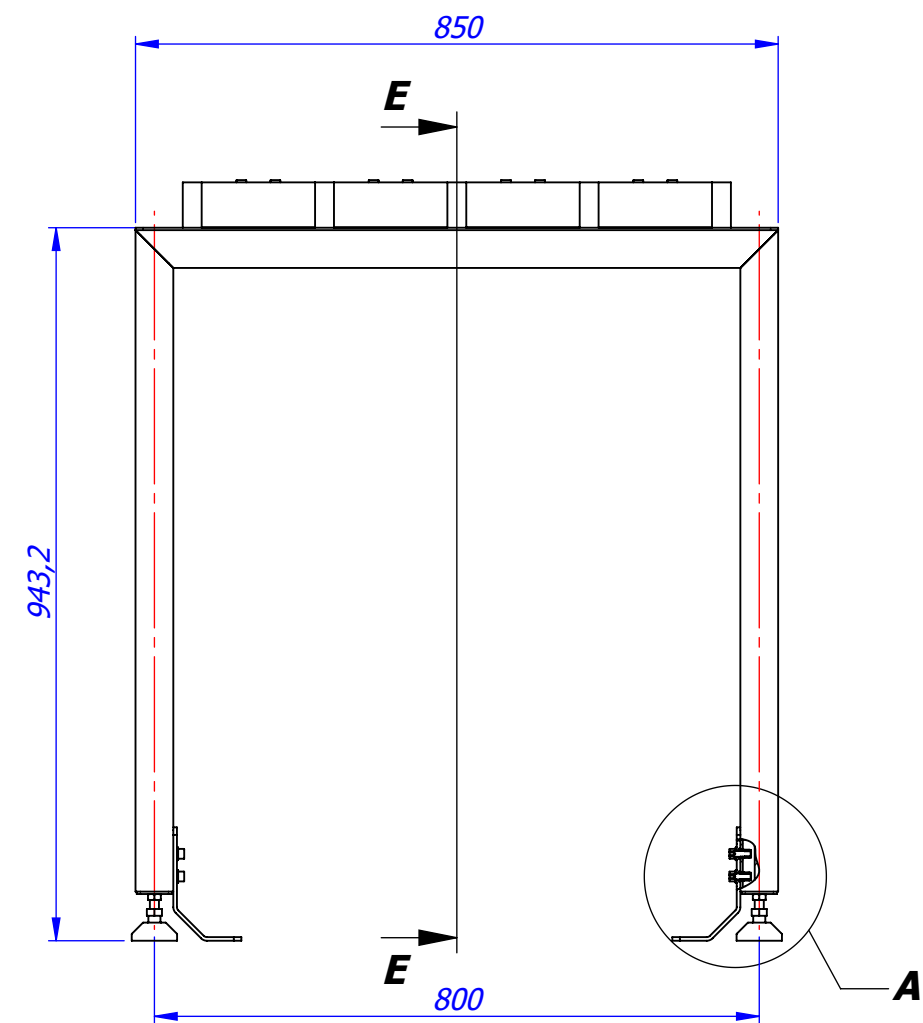
3		9		TORN.ALLEN CAB.BOTON ISO 7380 M08x12													ESTANDAR												
2		1		CREMALLERA RECANGUNLAR RECTA 20° - MODULO 2										16.87			M26-PF-5-MAN-025												
1		1		ESTRUCTURA MANIPULADOR										157.87			M26-PF-5-MAN-026												
POS.		CANT		PARTE										P[Kg.]			OBSERVACIONES												
0/6		6/30		30/120		120/315		315/1000		1000/2000		2000/4000		4000/8000		8000/12000		12000/15000		-		-		-					
±0,1		±0,15		±0,2		±0,25		±0,35		±0,7		±1,5		±2		±3		±4		-		-		-					
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)				~		▽		▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽		0		REVISION PARA CONSTRUCCION		A.K.		A.M.		J.S.		15/4/2024					
				12/9		12/9		3/3		0,8/0,2		REV.		DESCRIPCION		DIBUJO		REVISO		APROBO		FECHA							
										ESTABLECIMIENTO: EIM				INFORME: P.F.C.				PARTE: ESTRUCTURA GUIA MAN.											
										NOTA: MONTAJE																			
										T.S.:				MATERIAL: Material <sin especificar>						M26-PF-4-MAN-004									
N/APLICA				PESO[Kg.]: 174.82																									
ESC: 1:20		FORM.: A3														HOJA 01 REV. 0													

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

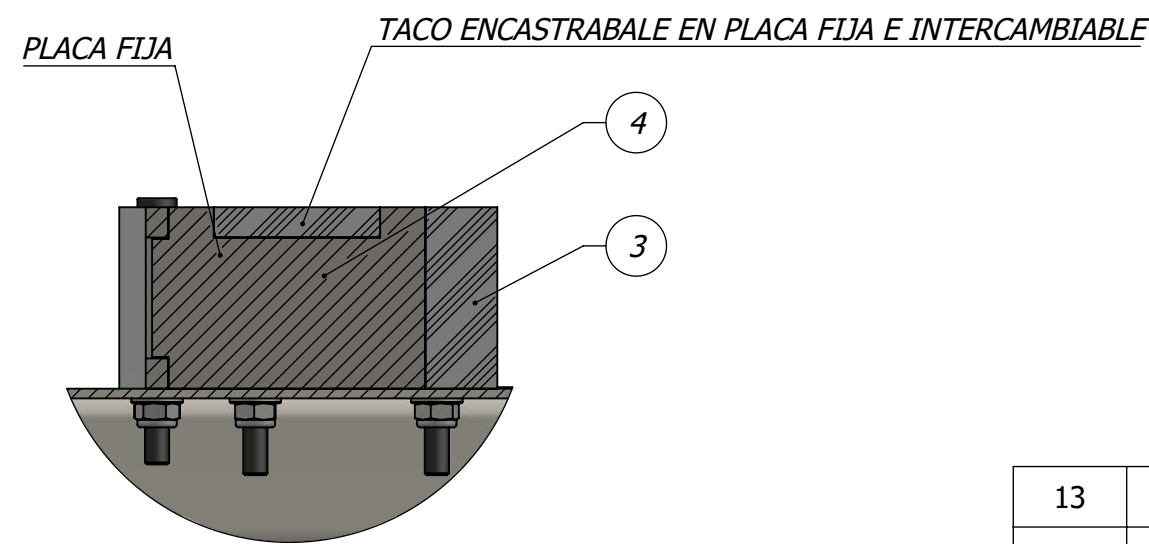
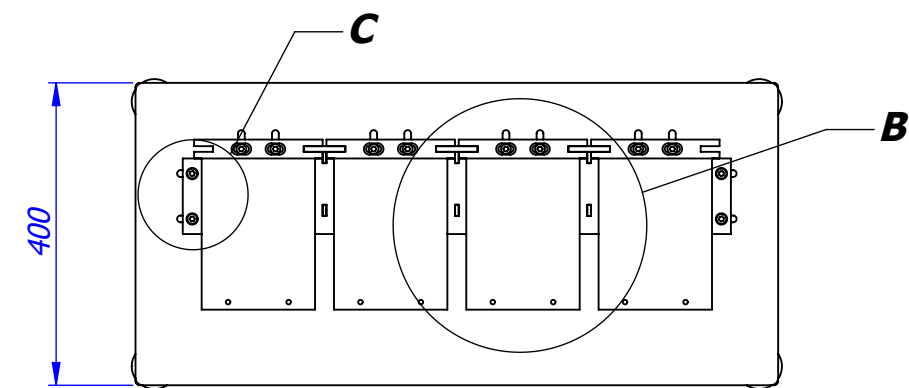
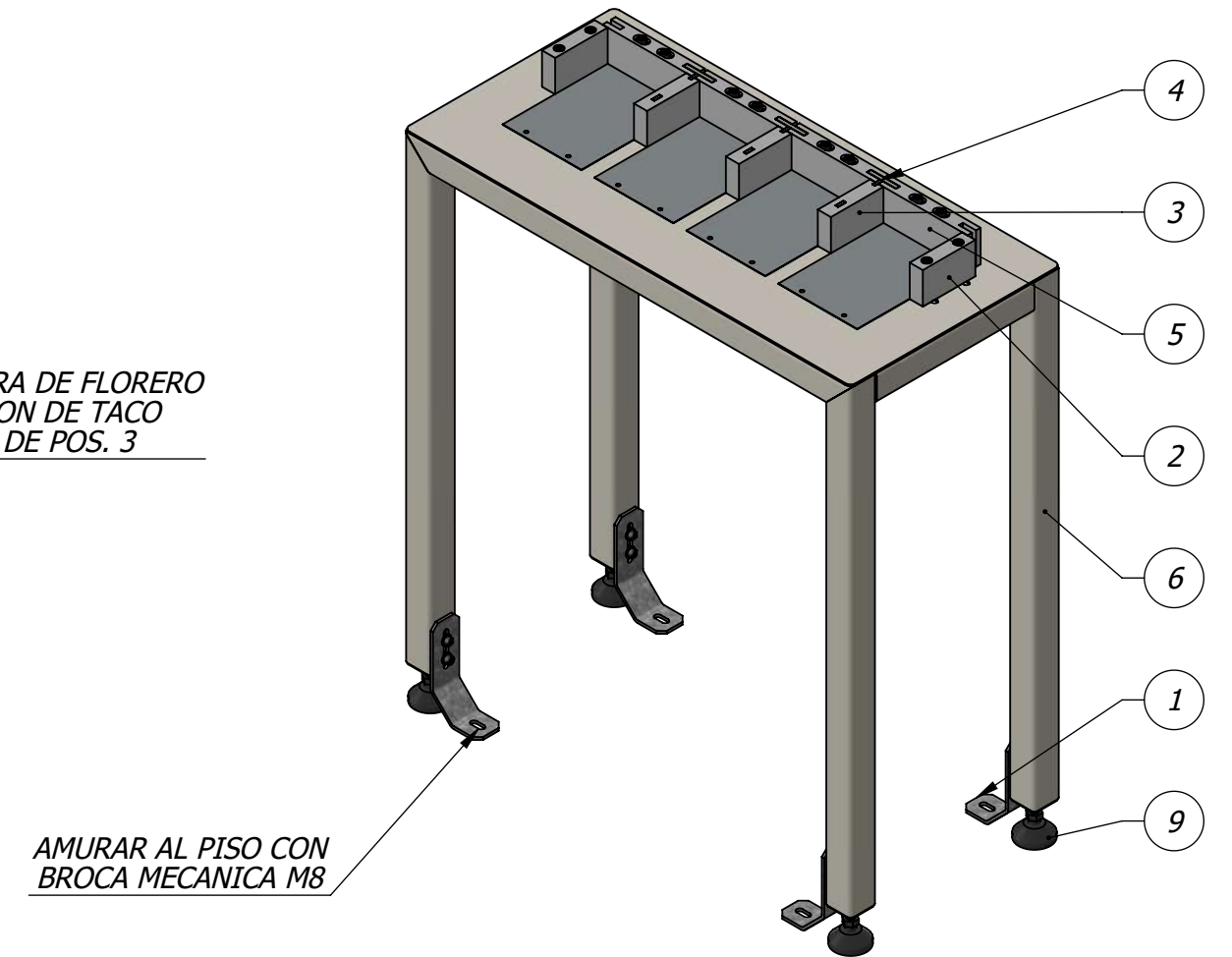
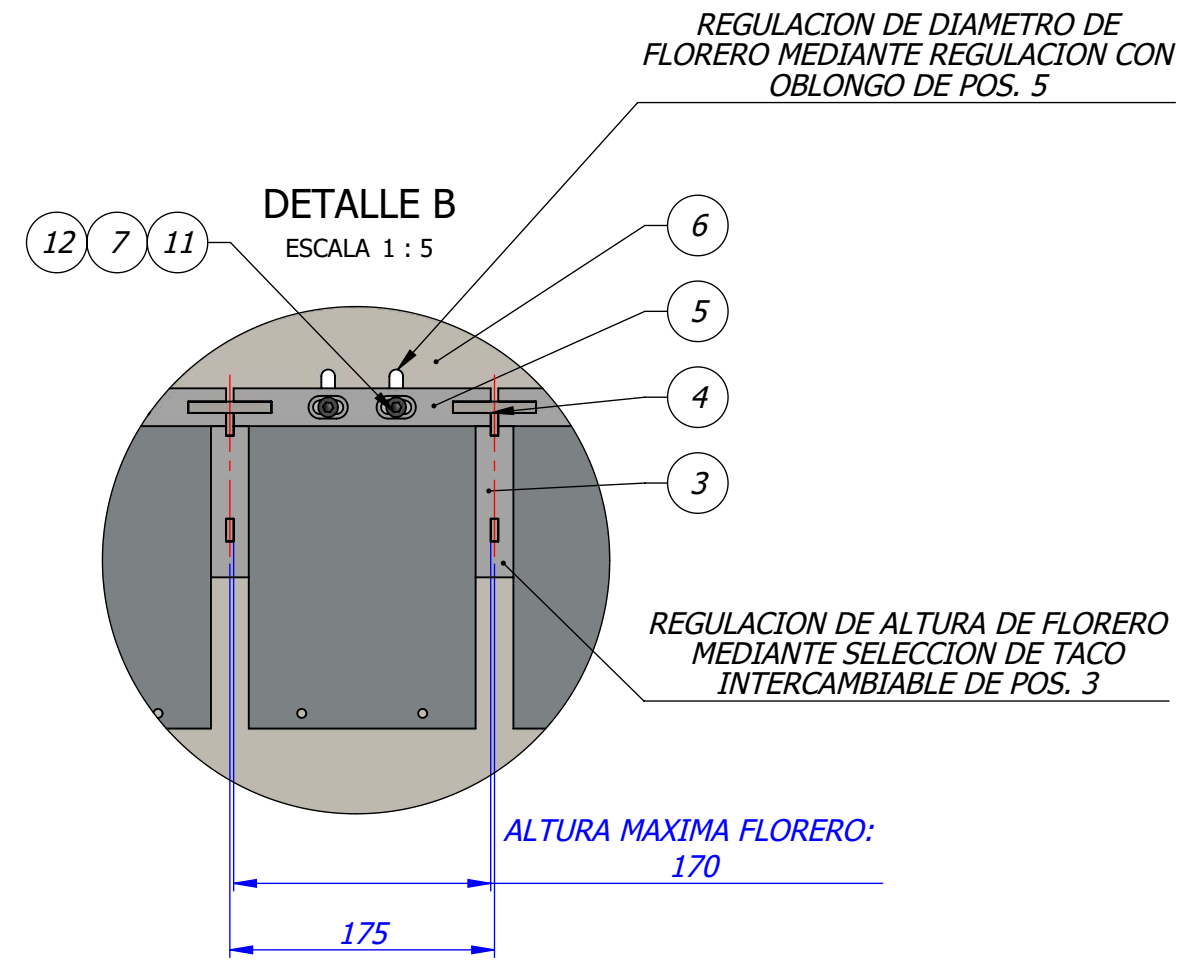


3	2	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x15											ESTANDAR														
2	1	TACO ELASTOMERO										0.08	M26-PF-5-MAN-028														
1	1	SOPORTE DE TOPE										0.63	M26-PF-5-MAN-027														
POS.		CANT		PARTE										P[Kg.]		OBSERVACIONES											
0 6		6 30		30 120		120 315		315 1000		1000 2000		2000 4000		4000 8000		8000 12000		12000 15000		-				-	-	-	-
±0,1		±0,15		±0,2		±0,25		±0,35		±0,7		±1,5		±2		±3		±4		-				-	-	-	-
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)		~		▽		▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽		▽▽▽▽▽		0		REVISION PARA CONSTRUCCION			A.K.		A.M.		J.S.		16/4/2024		
		12/9		12/9		3/3		0,8/3		0,2/3		REV.		DESCRIPCION			DIBUJO		REVISO		APROBO		FECHA				
												ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.		PARTE: TOPE DE SEGURIDAD											
												NOTA: MONTAJE															
ESC: 1:1		FORM.: A3				N/APLICA		MATERIAL: Material <sin especificar>		PESO[Kg.]: 0.73		M26-PF-4-MAN-005										HOJA 01					
																						REV. 0					

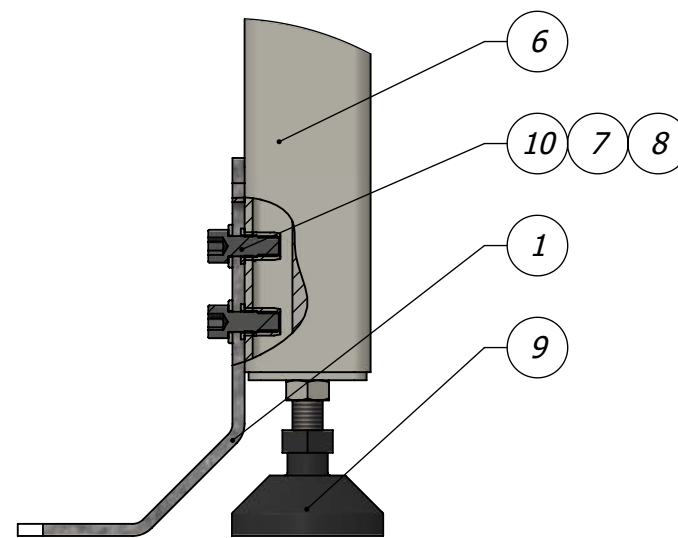
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



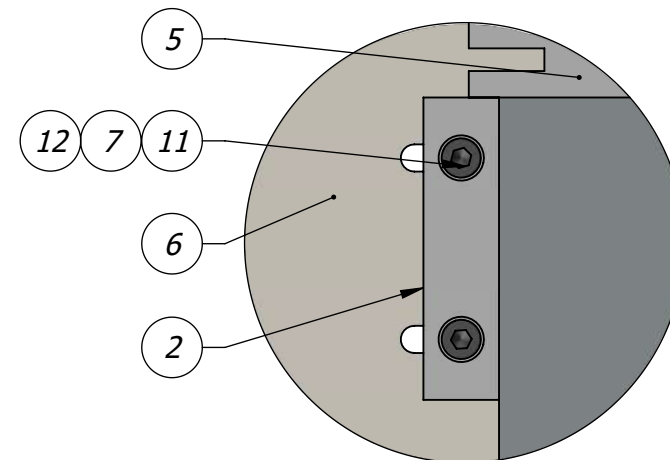
SECCIÓN E-E



DETALLE D
ESCALA 1 : 2.5



DETALLE A
ESCALA 1 : 3

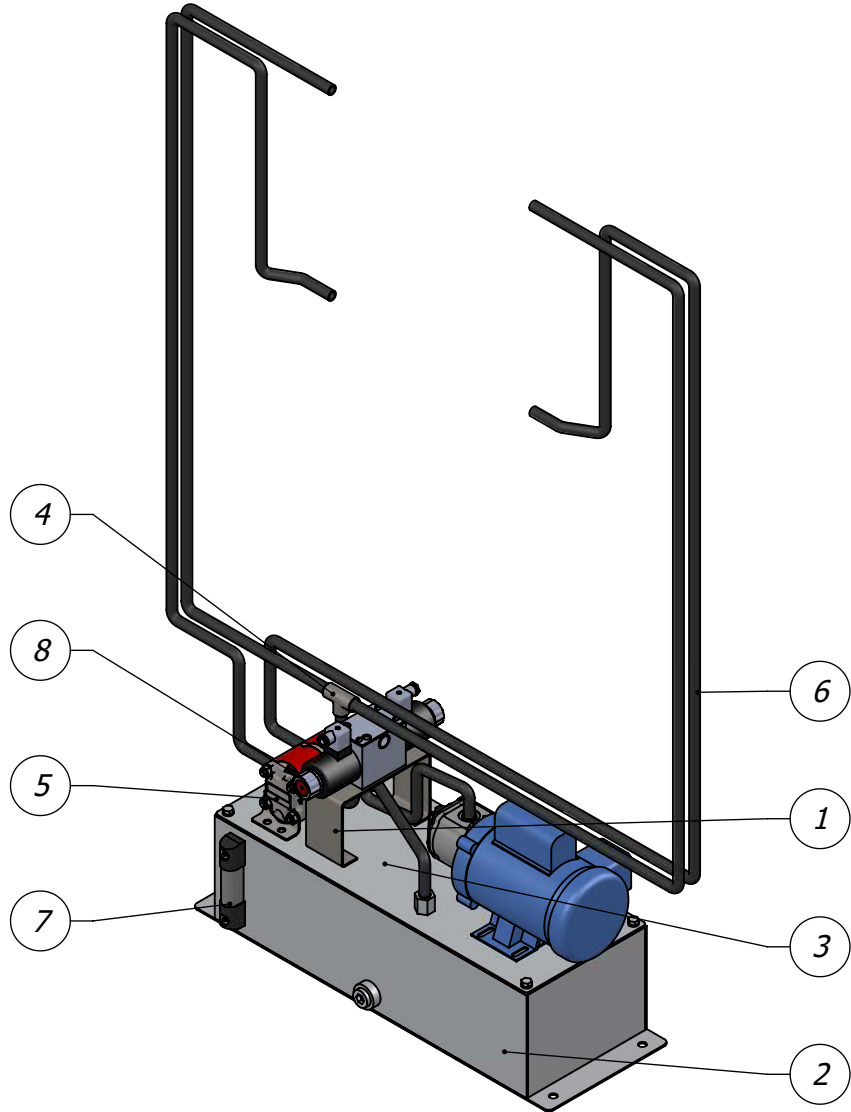
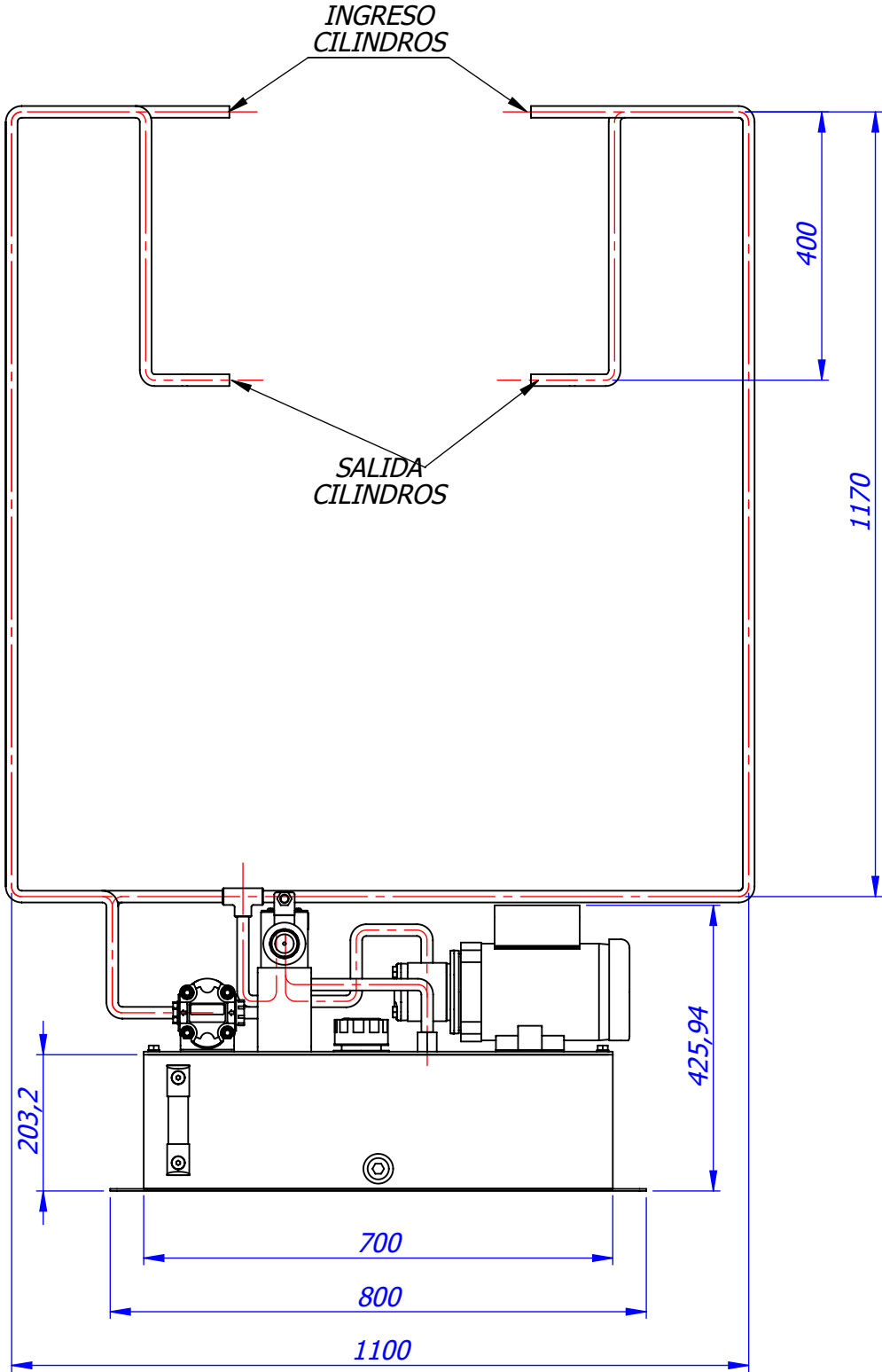


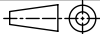
DETALLE C
ESCALA 1 : 2.5

13	4	CHAPA PRE-ESTAMPA			0.01	CHAPA AISI 430 0,5mm										
12	12	TUERCA HEX.AUTOF.M8 - DIN 985				ESTANDAR										
11	12	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x80				ESTANDAR										
10	8	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x20				ESTANDAR										
9	4	TAZOLETA C/ROTULA PIAZ 1813			0.52	ESTANDAR										
8	8	INSERTO M8			6.89	ESTANDAR										
7	20	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M08				ESTANDAR										
6	1	MESA			33.92	M26-PF-5-MES-001										
5	4	TACO REGULACION DIAMETRO			0.20	M26-PF-5-MES-002										
4	3	SOPORTE DE TACOS			0.37	M26-PF-5-MES-003										
3	3	TACO REGULACION ALTURA			0.12	M26-PF-5-MES-004										
2	2	TACO DE REGULACION EXTREMO			0.13	M26-PF-5-MES-005										
1	4	PATA DE FIJACION			0.36	M26-PF-5-MES-006										
POS.	CANT	PARTE			P[Kg.]	OBSERVACIONES										
0 -6 ±0,1	6 30 ±0,15	30 120 ±0,2	120 315 ±0,25	315 1000 ±0,35	1000 2000 ±0,7	2000 4000 ±1,5	4000 8000 ±2	8000 12000 ±3	12000 15000 ±4	-	-	-	-	-		
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)			12/√	12/√	12/√	12/√	12/√	12/√	12/√	0	REVISION PARA CONSTRUCCION		A.K	A.M.	J.S.	17/4/2024
			12/√	12/√	12/√	12/√	12/√	12/√	12/√	12/√	REV.	DESCRIPCION		DIBUJO	REVISO	APROBO
 escuela de ingeniería mecánica						ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.		PARTE: MESA BUFFER						
						NOTA: MONTAJE						T.S.-		MATERIAL: Material <sin especificar>		M26-PF-4-MES-001
ESC: 1:10		FORM.: A2				N/ÁPICA		PESO[kg.]: 40.78				REV. 0				

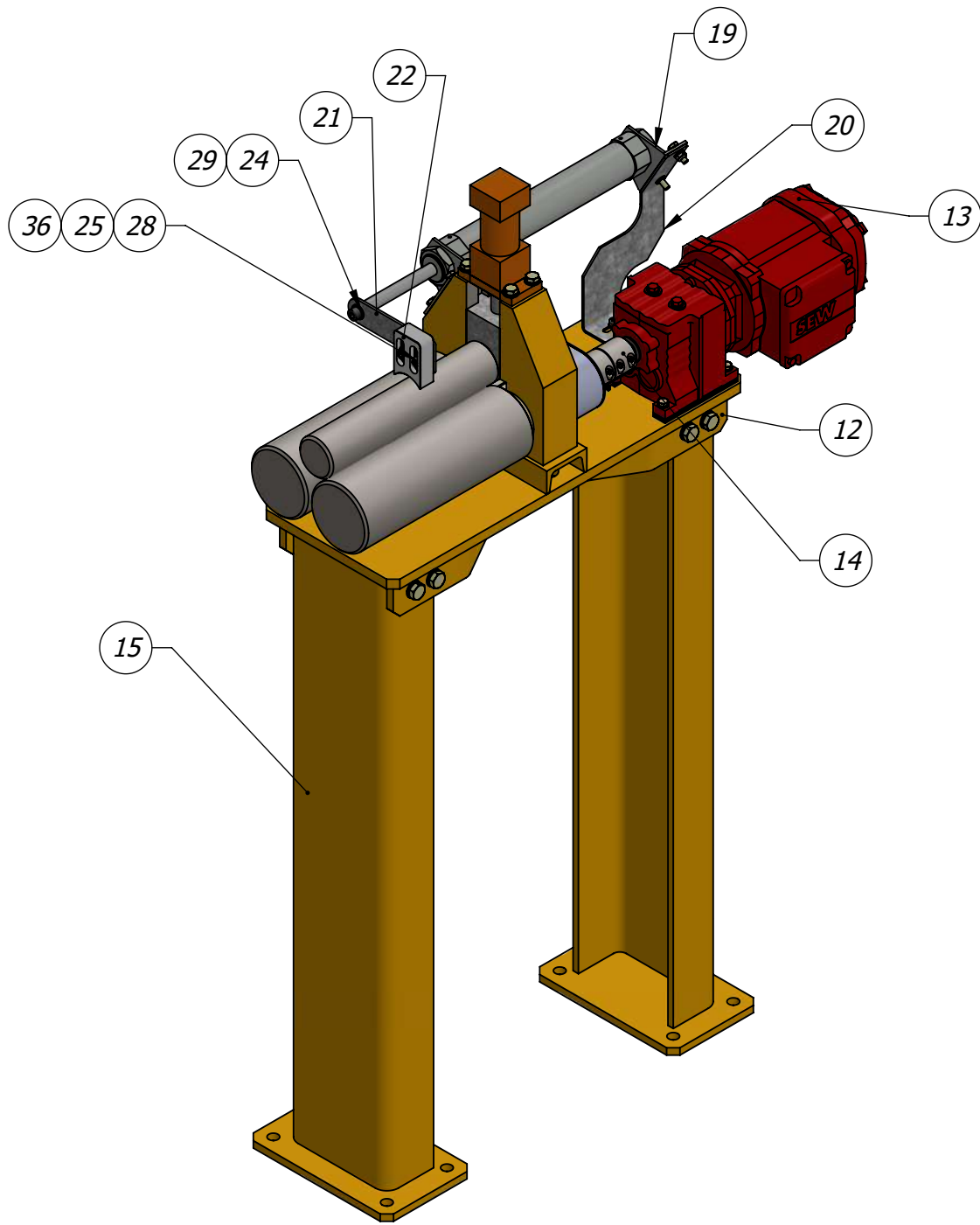
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

NOTA:
CENTRAL HIDRAULICA ESTANDAR CON DEPOSITO FABRICADO A MEDIDA CON CHAPA DE 3,2mm



8	1	VALVULA DIRECCIONAL 4-3 350bar								1.17	ESTANDAR																
7	1	NIVEL HIDRAULICO JMG-127								0.15	ESTANDAR																
6	1	MANGUERAS HIDRAULICAS SAE 100 R2 300 BAR 1"								1.02	ESTANDAR																
5	1	DIVISOR DE CAUDAL A ENGRANAJES 18cm3								1.16	ESTANDAR																
4	1	ACCESORIO T MANGUERA HIDRAULICA SAE 100								0.19	ESTANDAR																
3	1	CENTRAL HIDRAULICA UGH160-M10-B0/11-223-MMC01/1								1097.8 0189	ESTANDAR (DEPOSITO FABRICADO A MEDIDA)																
2	1	DEPOSITO A MEDIDA								15.36	M26-PF-5-PRE-013																
1	1	SOPORTE VALVULA DIRECCIONAL								0.95	M26-PF-5-PRE-014																
POS.		CANT		PARTE								P[Kg.]		OBSERVACIONES													
0 6		6 30		30 120		120 315		315 1000		1000 2000		2000 4000		4000 8000		8000 12000		12000 15000		-				-	-	-	
±0,1		±0,15		±0,2		±0,25		±0,35		±0,7		±1,5		±2		±3		±4		-				-	-	-	
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)				~		▽		▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽		0		REVISION PARA CONSTRUCCION				A.K.		A.M.		J.S.		17/4/2024	
				12 9		12 9		3 9		0,8 9		0,2 9		REV.		DESCRIPCION				DIBUJO		REVISO		APROBO		FECHA	
				ESTABLECIMIENTO: EIM								INFORME: P.F.C.				PARTE: CONJUNTO HIDRAULICO											
				NOTA: MONTAJE								M26-PF-4-PRE-001								HOJA 01							
				T.S.: -																MATERIAL: Material <sin especificar>		REV. 0					
ESC: 1:10		FORM.: A3						N/APLICA		PESO[Kg.]: 0.00																	

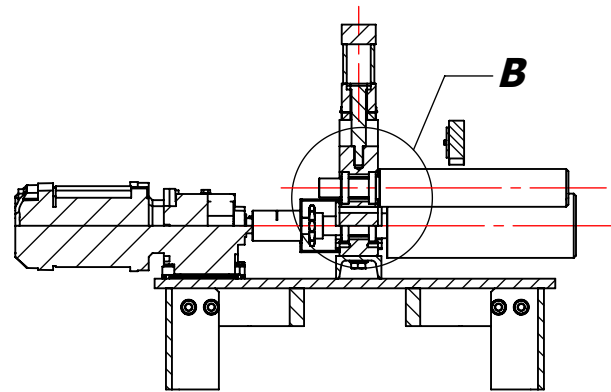
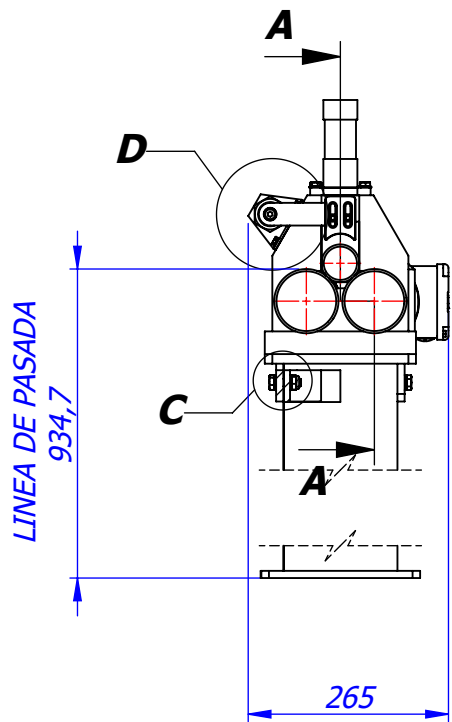
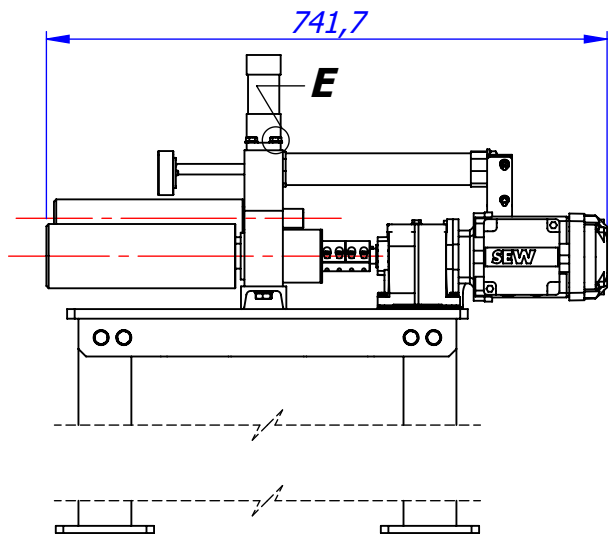
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



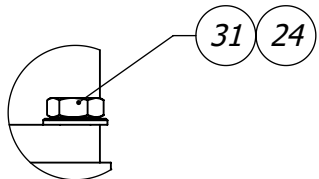
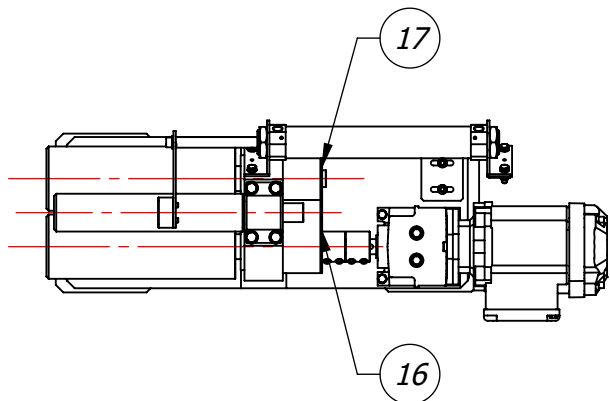
36	2	TUERCA HEX.AUTOF.M6 - DIN 985		ESTANDAR
35	8	TUERCA HEX.AUTOF.M10 - DIN 985		ESTANDAR
34	2	TORN.CAB.HEXAGONAL DIN 931 M6x20		ESTANDAR
33	3	TORN.CAB.HEXAGONAL DIN 931 M12x35		ESTANDAR
32	6	TORN.CAB.HEXAGONAL DIN 931 M6x30		ESTANDAR
31	4	TORN.CAB.HEXAGONAL DIN 931 M8x25		ESTANDAR
30	8	TORN.CAB.HEXAGONAL DIN 931 M10x35		ESTANDAR
29	1	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x25		ESTANDAR
28	2	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M06x20		ESTANDAR
POS.	CANT	PARTE	P[Kg.]	OBSERVACIONES

27	2	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M06x15		ESTANDAR																																																												
26	3	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M12		ESTANDAR																																																												
25	12	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M06		ESTANDAR																																																												
24	5	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M08		ESTANDAR																																																												
23	16	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M10		ESTANDAR																																																												
22	1	PATEADOR	0.03	M26-PF-5-ROL-027																																																												
21	1	AGARRE PATEADOR	0.10	M26-PF-5-ROL-026																																																												
20	1	SOP. TRASERO COLINDRO	0.30	M26-PF-5-ROL-025																																																												
19	1	CIL. NEUM. SMC CM2L40TN-200AFZ		ESTANDAR																																																												
18	4	SUPLEMENTO MOTORREDUCTOR	0.03	M26-PF-5-ROL-024																																																												
17	1	PROTECCION CATARINA CONDUCTIDA	0.02	M26-PF-5-ROL-062																																																												
16	1	PROTECCION CATARINA CONDUCTORA	0.03	M26-PF-5-ROL-061																																																												
15	2	PATA SOLDADORA	15.02	M26-PF-5-ROL-060																																																												
14	1	ACOPLAMIENTO	451.34	5lm020020k																																																												
13	1	MR 0.25KW 50RPM SALIDA - R07DRN63M2		ESTANDAR																																																												
12	1	PLACA BASE	15.29	M26-PF-5-ROL-057																																																												
11	2	Rueda ASA 40 Z12	0.0320	M26-PF-5-ROL-063																																																												
10	1	RODILLO INFERIOR CONDUCTIDO	11.60	M26-PF-5-ROL-056																																																												
9	3	ARO SEEGUER - DIN 471 25a		ESTANDAR																																																												
8	4	TRABA AXIAL RODAMIENTO	0.08	M26-PF-5-ROL-055																																																												
7	3	SEPARADOR	0.03	M26-PF-5-ROL-054																																																												
6	6	SKF619052RS1		ESTANDAR																																																												
5	1	CILINDRO ALECAR LINEA 70 CH12 MONT. D	1.73	ESTANDAR																																																												
4	1	RODILLO INFERIOR CONDUCTOR	11.67	M26-PF-5-ROL-053																																																												
3	1	ROLO SUPERIRO	4.16	M26-PF-5-ROL-052																																																												
2	1	ALOJAMIENTO RODAMIENTOS ROLO SUPERIOR	1.14	M26-PF-5-ROL-051																																																												
1	1	CUERPO PRINCIPAL	7.70	M26-PF-5-ROL-050																																																												
POS.	CANT	PARTE	P[Kg.]	OBSERVACIONES																																																												
<table><tr><td>0/6</td><td>6/30</td><td>30/120</td><td>120/315</td><td>315/1000</td><td>1000/2000</td><td>2000/4000</td><td>4000/8000</td><td>8000/12000</td><td>12000/15000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>±0,1</td><td>±0,15</td><td>±0,2</td><td>±0,25</td><td>±0,35</td><td>±0,7</td><td>±1,5</td><td>±2</td><td>±3</td><td>±4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td colspan="10">COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)</td><td>0</td><td>REVISION PARA CONSTRUCCION</td><td>A.M.</td><td>A.K.</td><td>J.S.</td><td>20/4/2024</td></tr><tr><td colspan="10"></td><td>REV.</td><td>DESCRIPCION</td><td>DIBUJO</td><td>REVISO</td><td>APROBO</td><td>FECHA</td></tr></table>					0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	-	-	-	-	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-	-	-	-	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										0	REVISION PARA CONSTRUCCION	A.M.	A.K.	J.S.	20/4/2024											REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA
0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	-	-	-	-																																																			
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-	-	-	-																																																			
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										0	REVISION PARA CONSTRUCCION	A.M.	A.K.	J.S.	20/4/2024																																																	
										REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA																																																	
<table><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ESTABLECIMIENTO: EIM</td><td>INFORME: P.F.C.</td><td>PARTE: ROLADORA</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">NOTA: MONTAJE</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">ESC: 1:7</td><td>FORM.: A3</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">M26-PF-4-ROL-050</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td>HOJA 01</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">REV. 0</td></tr></table>							ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.	PARTE: ROLADORA			NOTA: MONTAJE				ESC: 1:7		FORM.: A3			M26-PF-4-ROL-050					HOJA 01					REV. 0																																
		ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.	PARTE: ROLADORA																																																											
		NOTA: MONTAJE																																																														
ESC: 1:7		FORM.: A3			M26-PF-4-ROL-050																																																											
				HOJA 01																																																												
				REV. 0																																																												

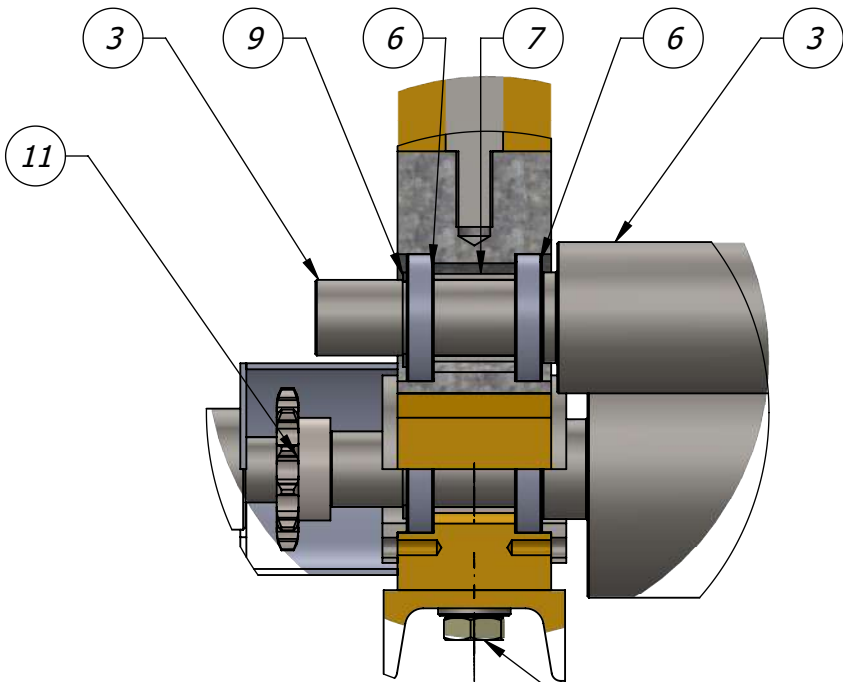
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



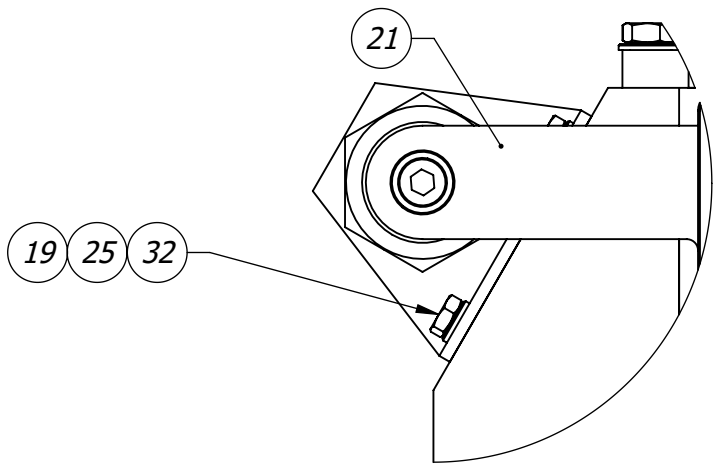
SECCIÓN A-A



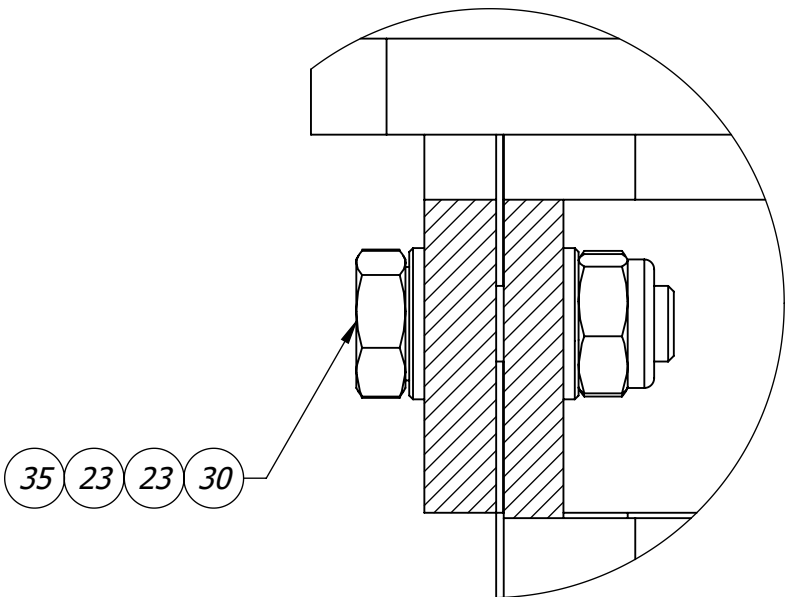
DETALLE E
ESCALA 1 : 2



DETALLE B
ESCALA 1 : 2.5



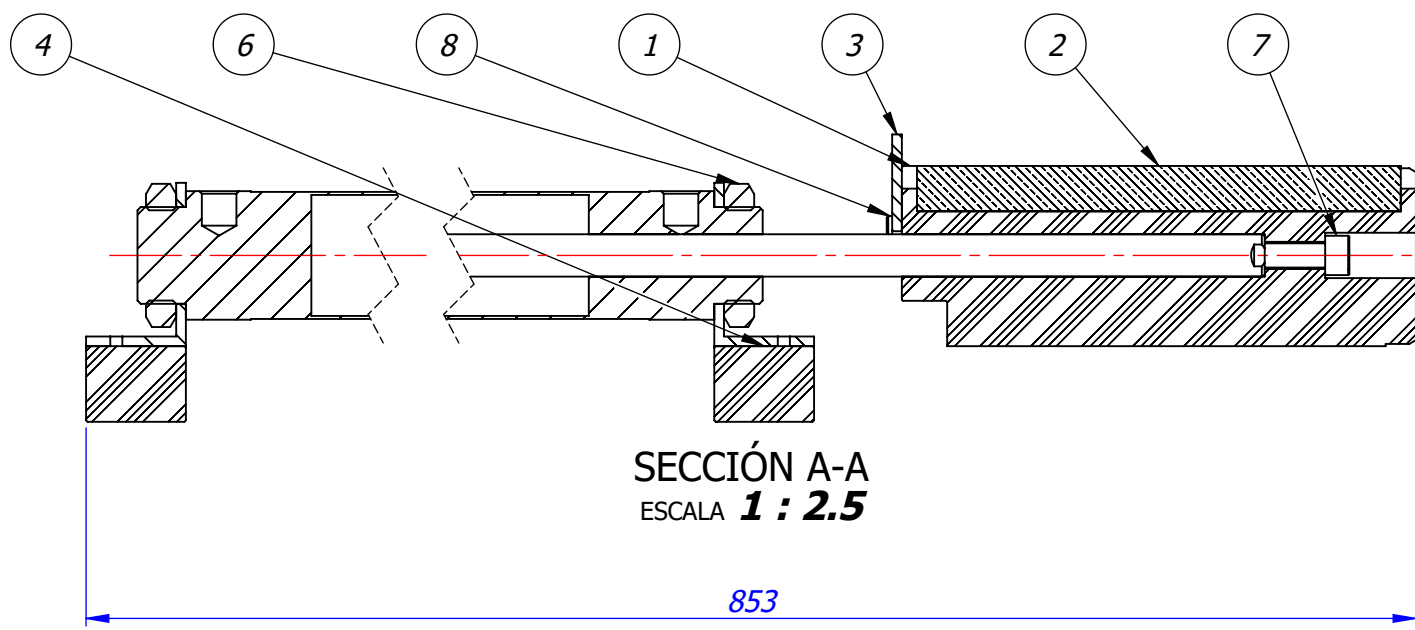
DETALLE D
ESCALA 1 : 2



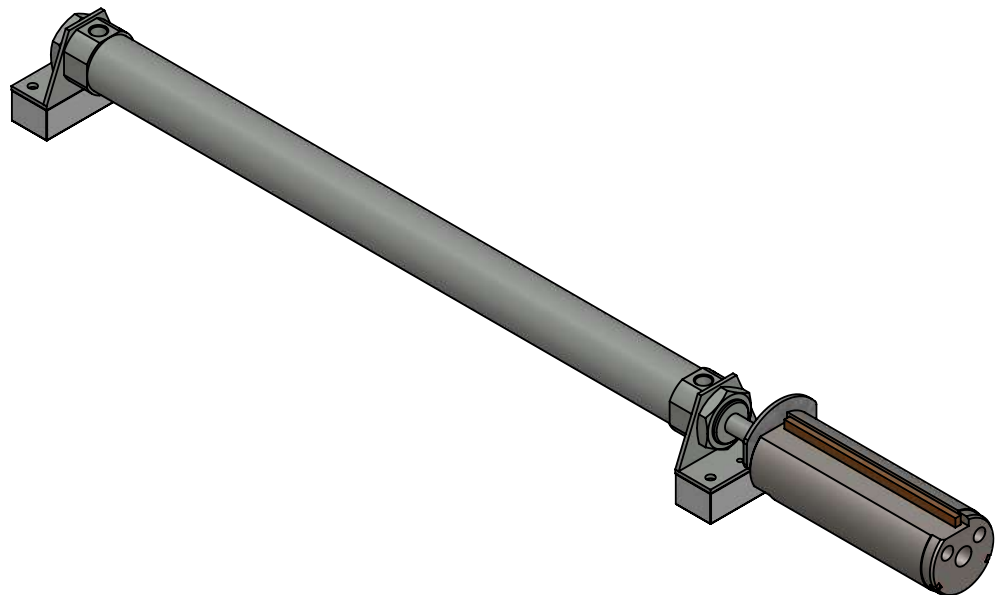
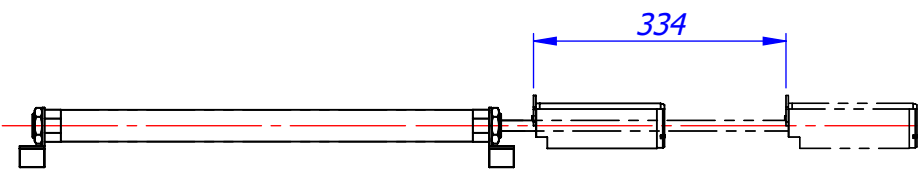
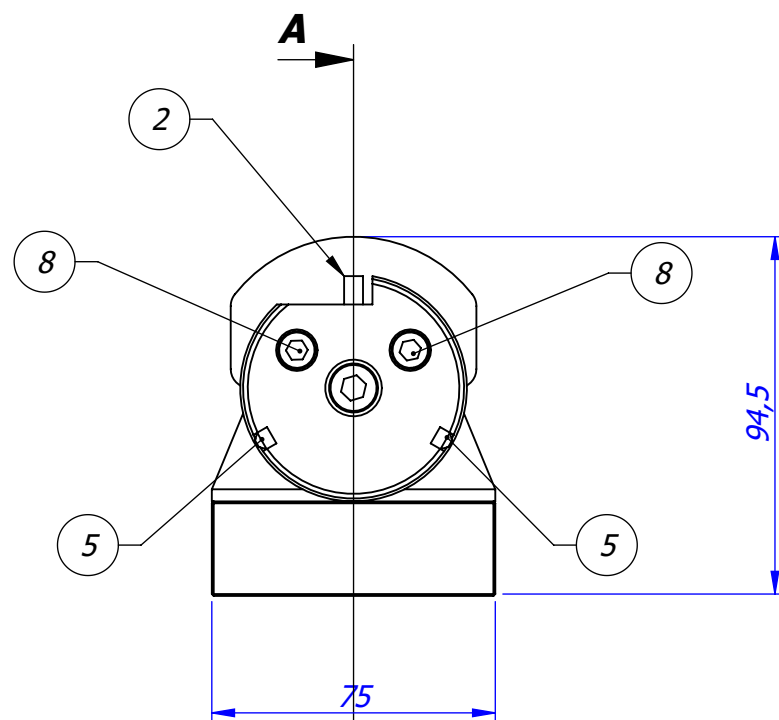
DETALLE C
ESCALA 1 : 1

0 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 15000	-	-	-	-	-
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-	-	-	-	-
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)			~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽							
			12/ ▽	12/ ▽	3/ ▽	0,8/ ▽	0,2/ ▽	0	REVISION PARA CONSTRUCCION		A.M.	A.K.	J.S.	20/4/2024
			REV.	DESCRIPCION				DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA			
						ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.		PARTE: ROLADORA				
						NOTA: MONTAJE				M26-PF-4-ROL-050				HOJA 02
						T.S:		MATERIAL: Material <sin especificar>						REV. 0
						PESO[Kg.]: 88.75								
ESC: 1:10		FORM.: A3												

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

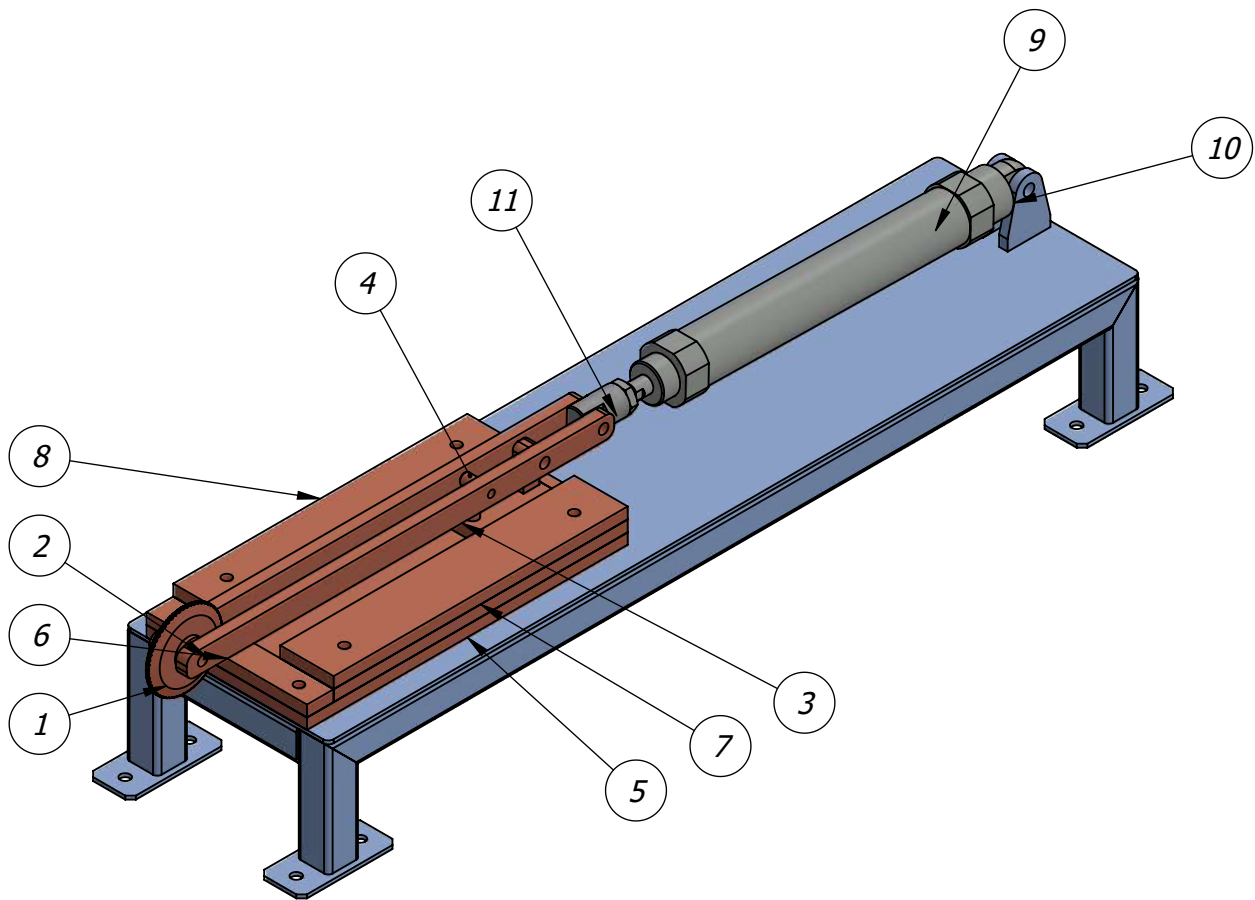
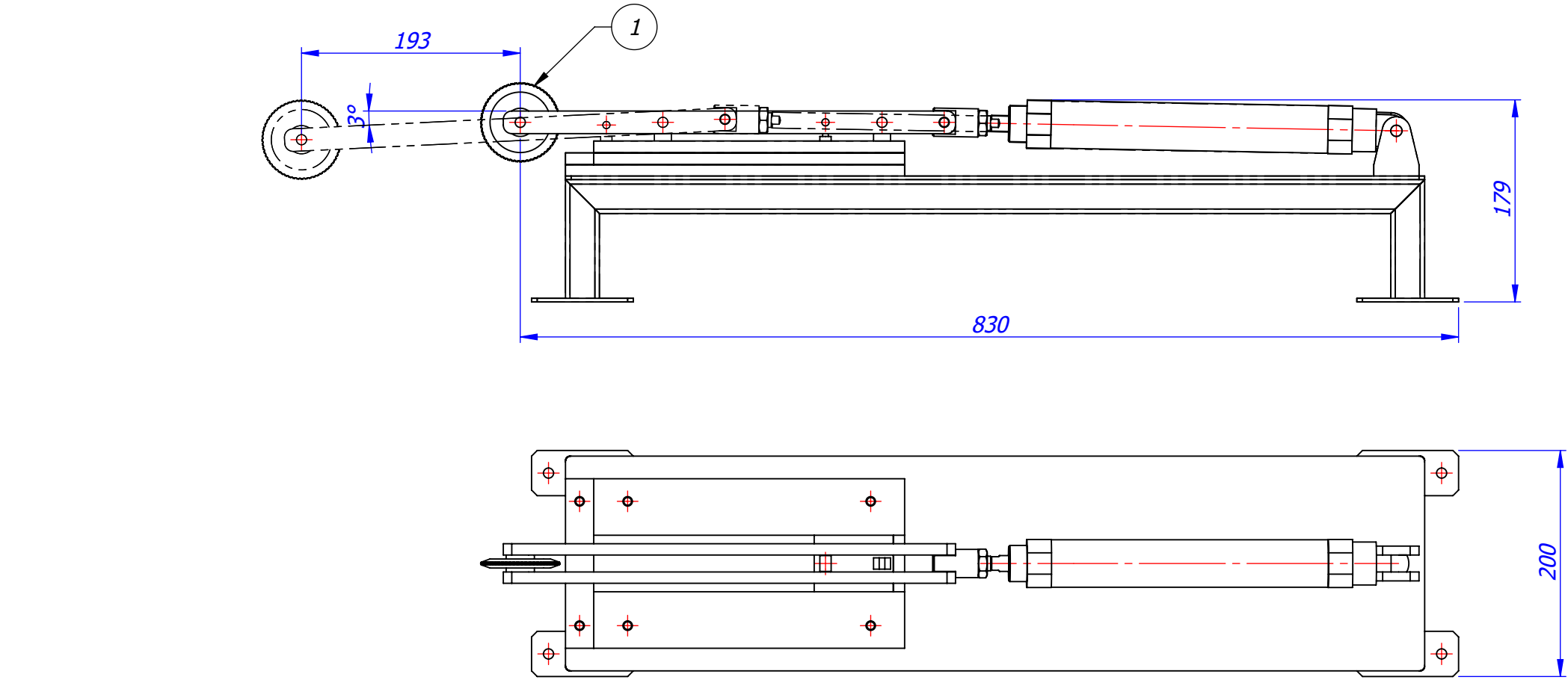


SECCIÓN A-A
ESCALA **1 : 2.5**



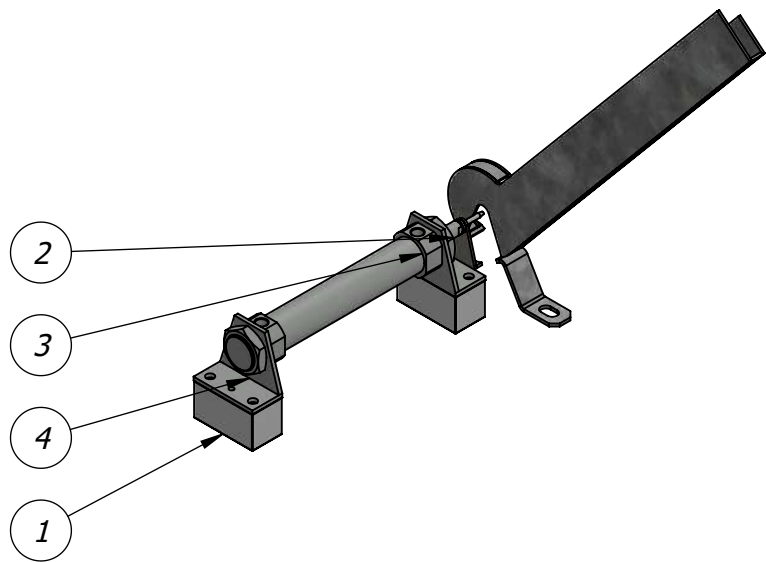
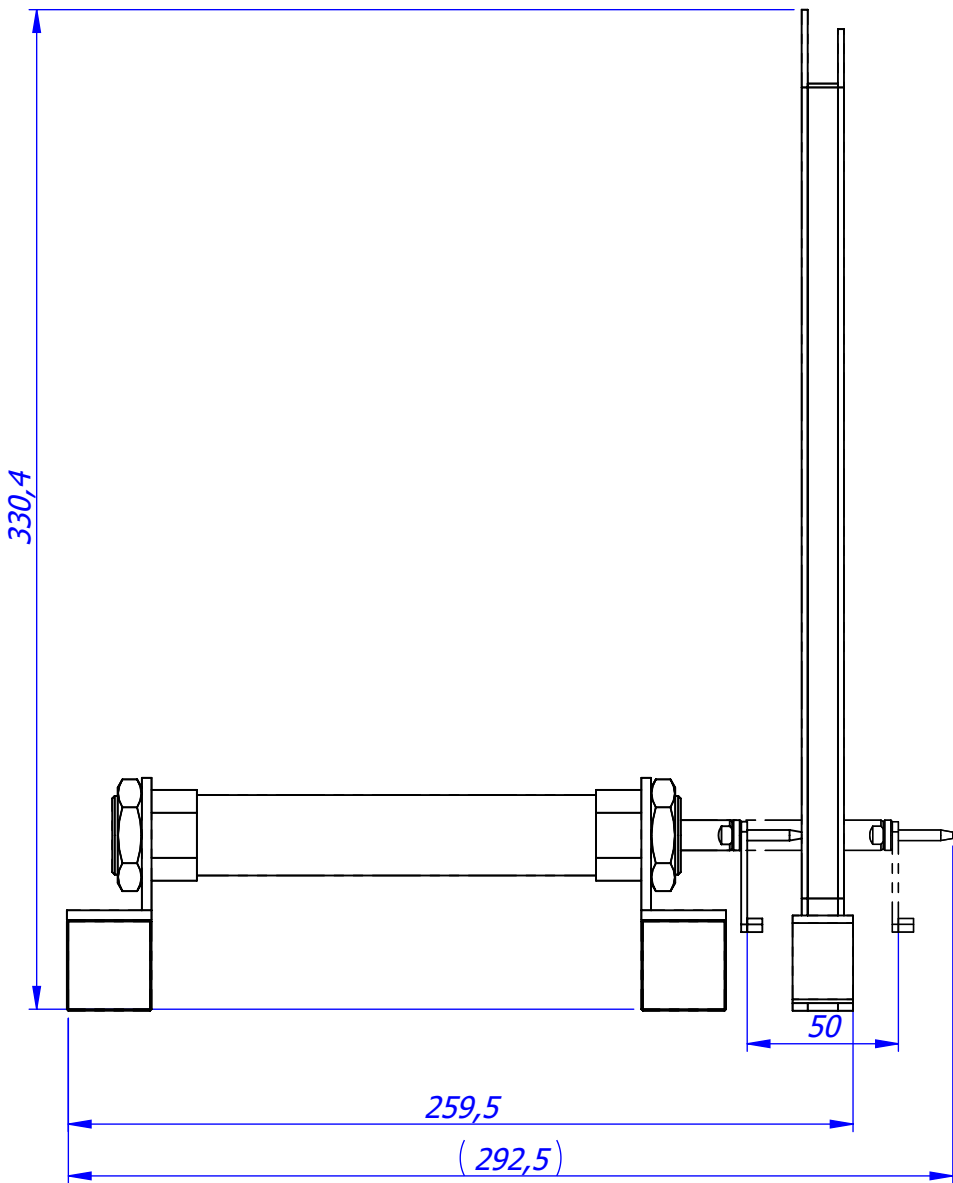
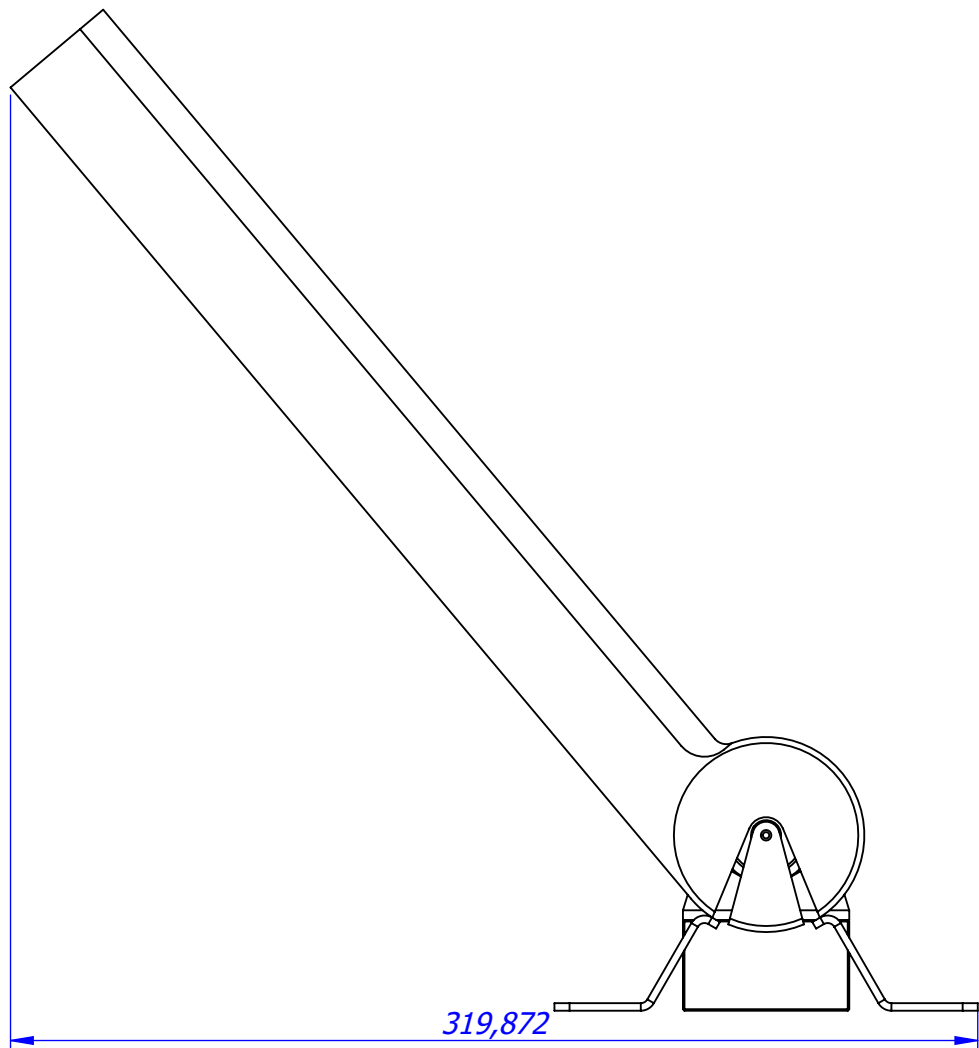
8	2	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M06x35									ESTANDAR																
7	1	TORN.ALLEN CAB.CIL. DIN 912 M08x50									ESTANDAR																
6	1	CIL. NEUM. SMC CM240L40TN - 500FZ1								337.76	ESTANDAR																
5	2	ELECTRODO COLAS								0.00	M26-PF-5-SOL-028																
4	2	SOPORTE								0.06	M26-PF-5-SOL-017																
3	1	EMPUJADOR								0.05	M26-PF-5-SOL-018																
2	1	ELECTRODO COSTURA								0.10	M26-PF-5-SOL-016																
1	1	CILINDRO CALIBRE								3.03	M26-PF-5-SOL-015																
POS.		CANT		PARTE								P[Kg.]		OBSERVACIONES													
0/6		6/30		30/120		120/315		315/1000		1000/2000		2000/4000		4000/8000		8000/12000		12000/15000		-		-	-	-			
±0,1		±0,15		±0,2		±0,25		±0,35		±0,7		±1,5		±2		±3		±4		-		-	-	-			
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)				~		▽		▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽		0		REVISION PARA CONSTRUCCION				A.M.		A.K.		J.S.		18/4/2024	
				12/√		12/√		3/√		0,8/√		0,2/√		REV.		DESCRIPCION				DIBUJO		REVISO		APROBO		FECHA	
										ESTABLECIMIENTO: EIM				INFORME: P.F.C.				PARTE: EMPUJADOR PARA SOLDADURA									
										NOTA: MONTAJE																	
T.S.:-						MATERIAL:-						M26-PF-4-SOL-002								HOJA 01							
-						PESO[Kg.]: 3.69														REV. 0							
ESC: 1:2		FORM.: A3																									

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



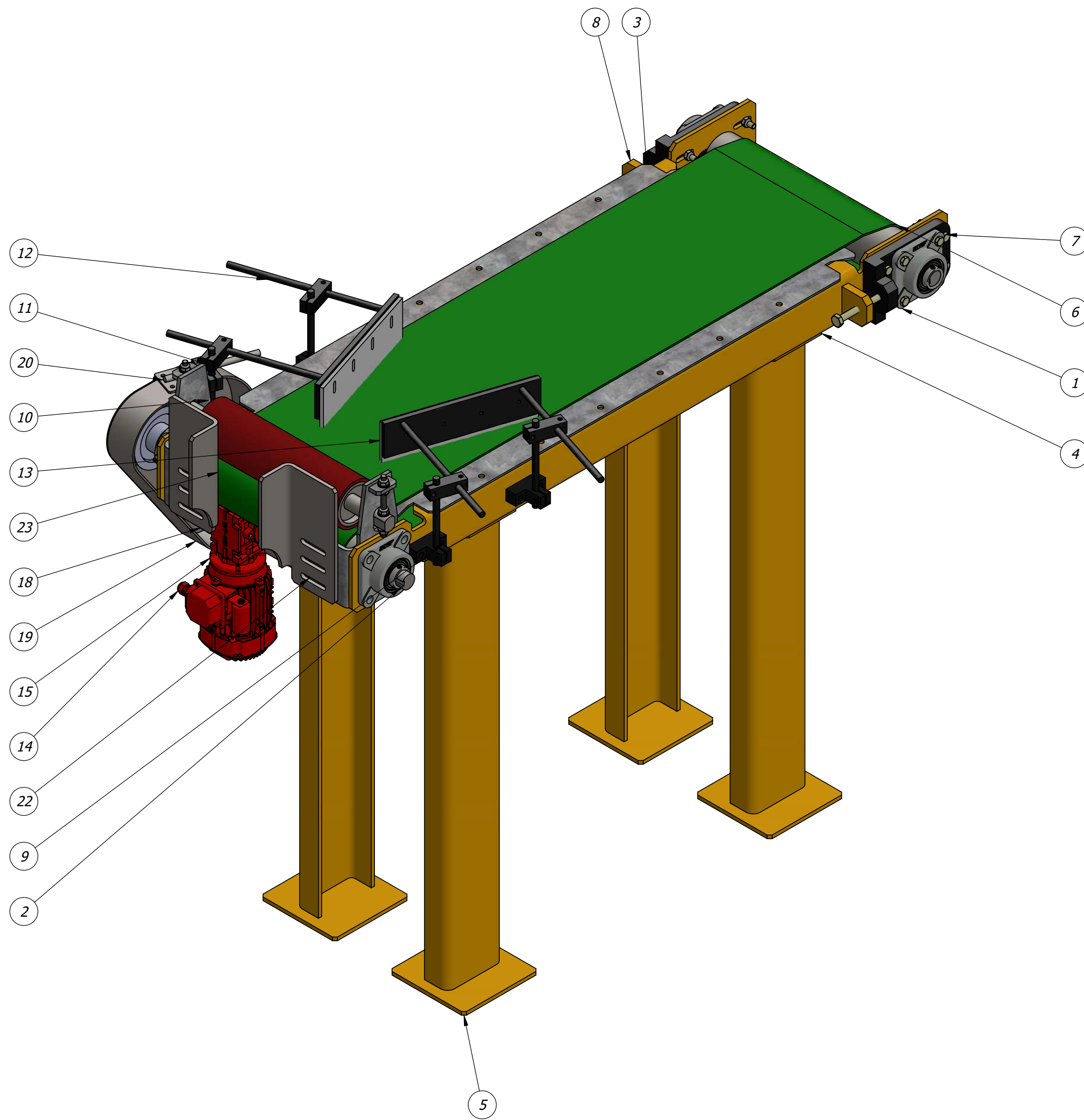
11	1	EXTREMO CILINDRO										0.10	M26-PF-5-SOL-032								
10	1	CIL. NEUM. SMC CM2C40TN-200AZ1										0.241	ESTANDAR								
9	1	ESTRUCTURA SOPORTE										7.89	M26-PF-5-SOL-031								
8	2	TAPA CORREDERA										1.27	M26-PF-5-SOL-026								
7	2	LATERAL CORREDERA										1.02	M26-PF-5-SOL-024								
6	1	TOPE CORREDERA										0.34	M26-PF-5-SOL-025								
5	1	PLACA BASE										4.05	M26-PF-5-SOL-023								
4	1	PIVOT										0.01	M26-PF-5-SOL-022								
3	1	CHAPA DESLICANTE										0.48	M26-PF-5-SOL-021								
2	2	BRAZO										0.66	M26-PF-5-SOL-020								
1	1	RUEDA										0.22	M26-PF-5-SOL-019								
POS.	CANT	PARTE										P[Kg.]	OBSERVACIONES								
0 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 15000	-				-	-	-					
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-				-	-	-					
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)			~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽				-				-	-	-				
			12/ 9	12/ 9	3/ 9	0,8/ 9	0,2/ 9	0	REVISION PARA CONSTRUCCION			A.M.	A.K.	J.S.	20/4/2024						
						REV.	DESCRIPCION			DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA								
										ESTABLECIMIENTO: EIM			INFORME: P.F.C.		PARTE: SOLDADORA CORDON						
										NOTA:							M26-PF-4-SOL-003				HOJA 01
										T.S:			MATERIAL: Material <sin especificar> PESO[Kg.]: 19.24		REV. 0						
ESC: 1:5		FORM.: A3																			

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



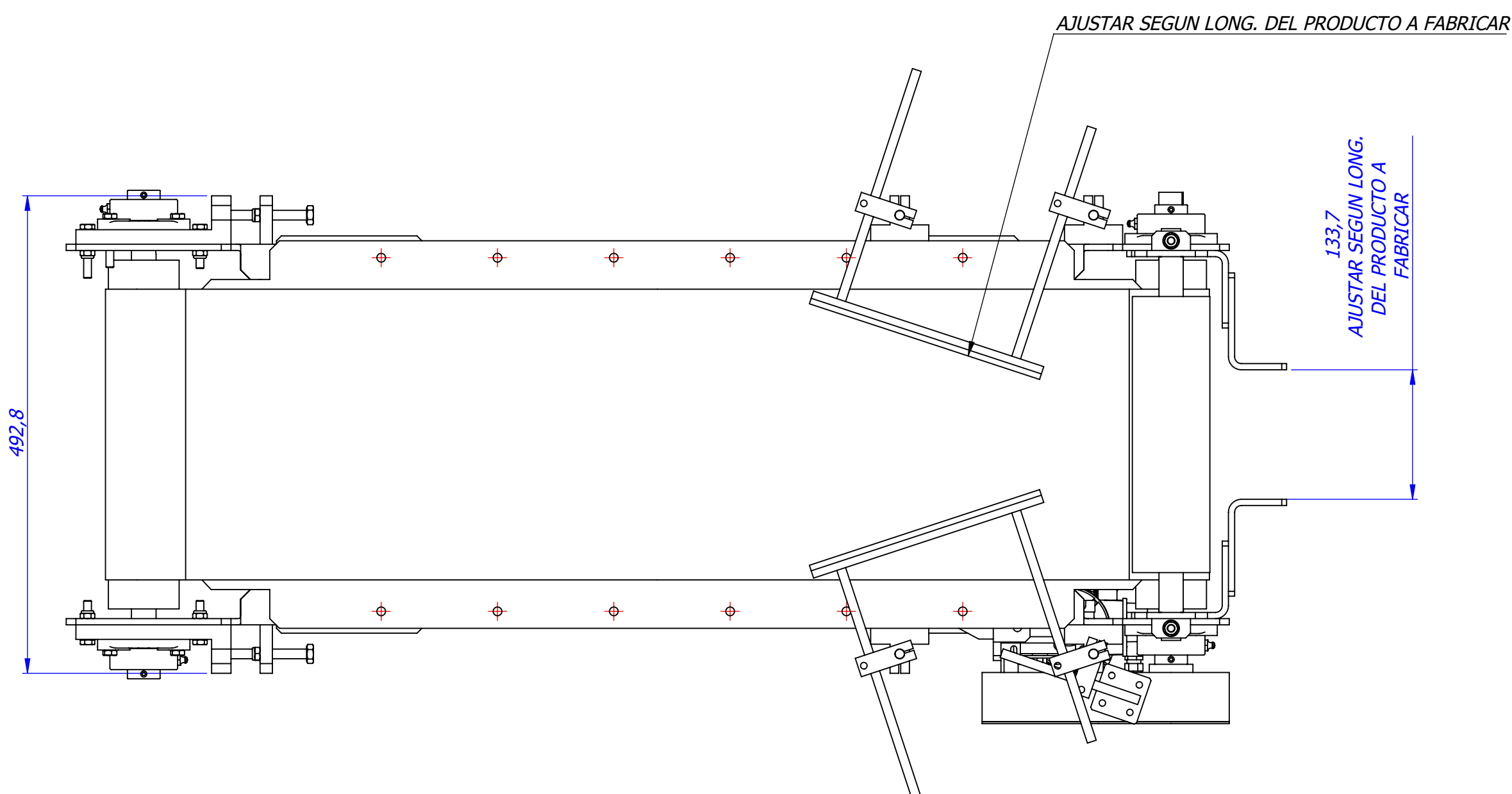
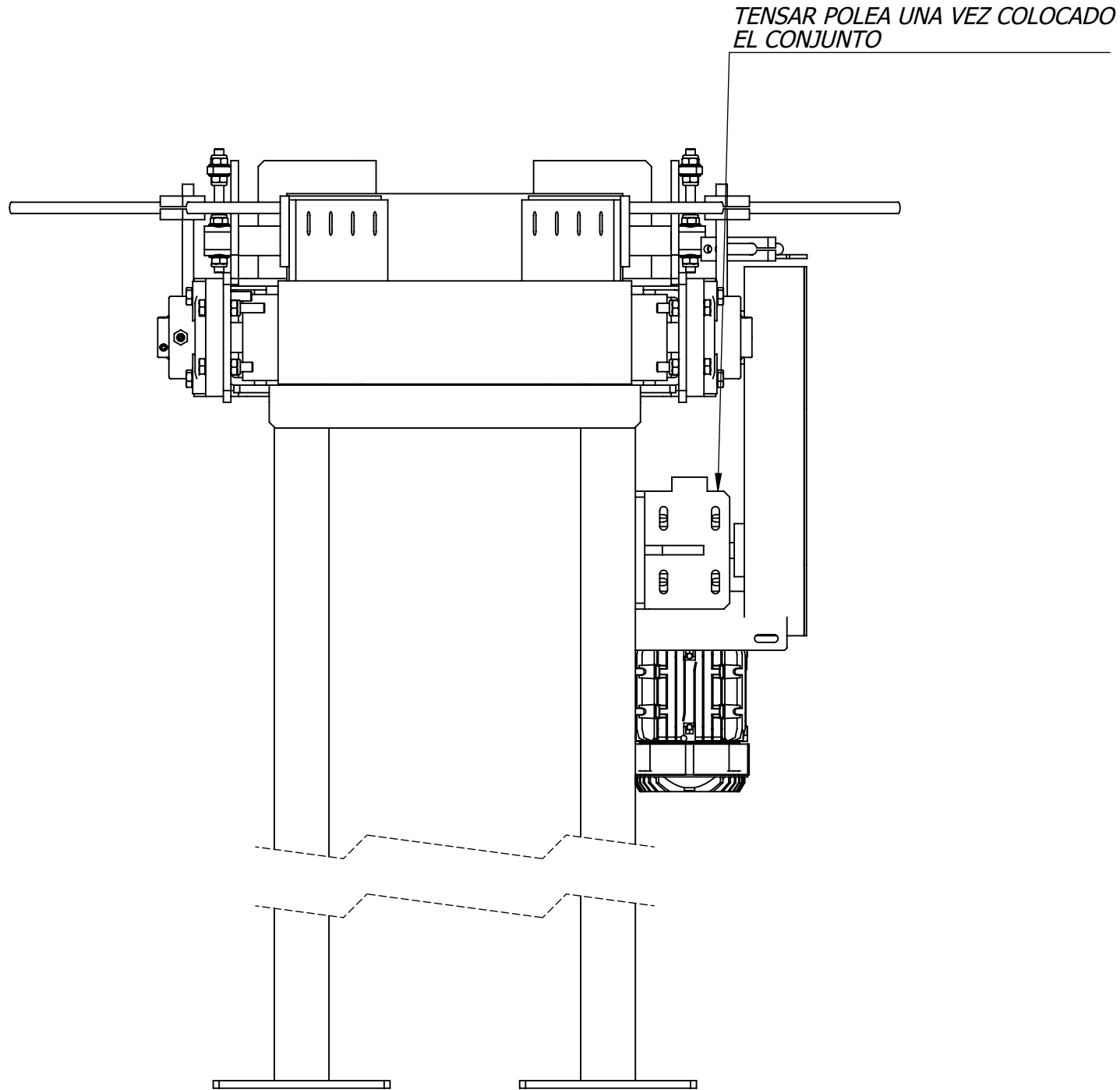
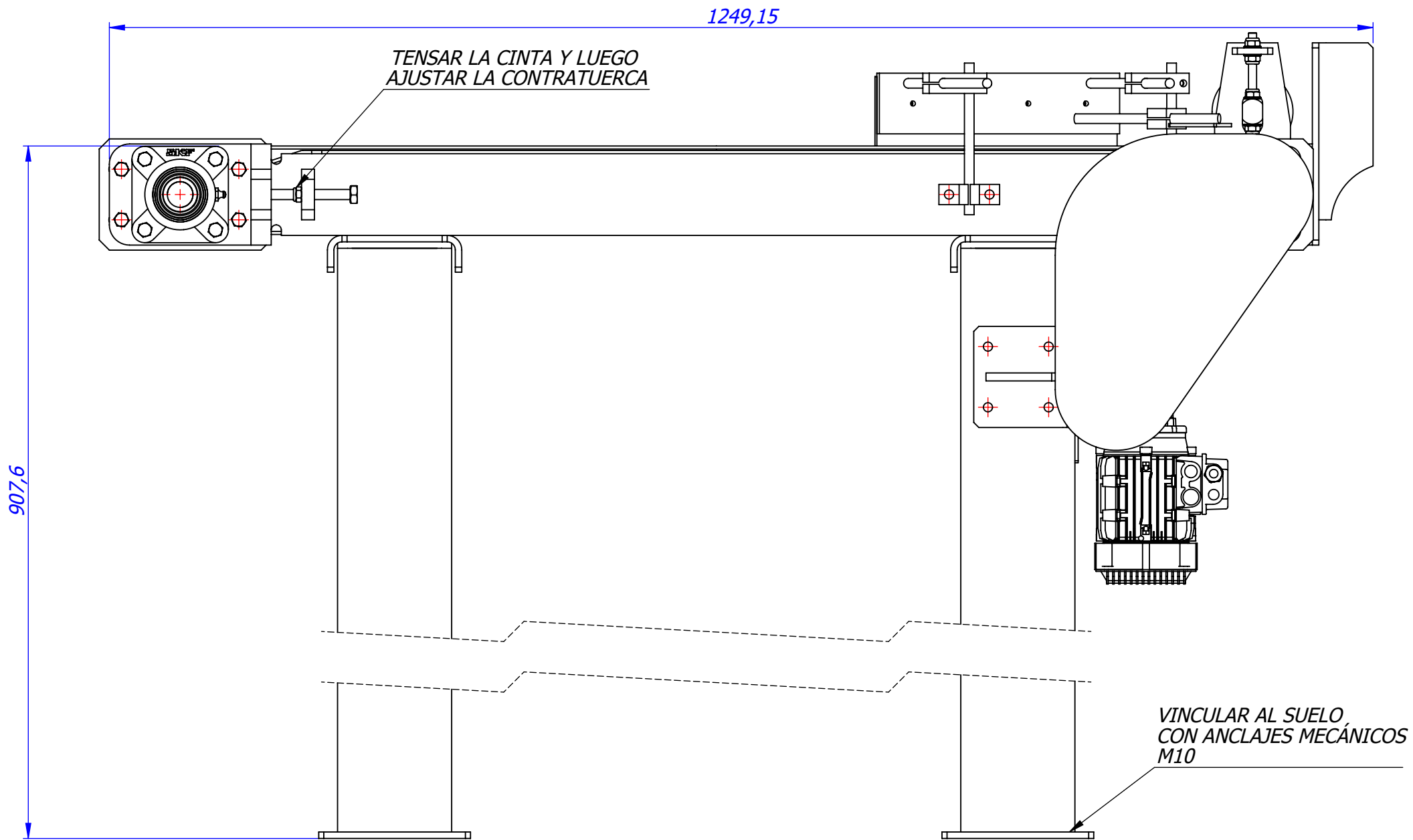
4	1	CILINDRO NEUM. SMC CM2L25TN-100FZ1										0.094	ESTANDAR						
3	1	ENCAUSADOR TAPAS										0.52	M26-PF-5-SOL-030						
2	1	COLOCADOR TAPAS										0.02	M26-PF-5-SOL-029						
1	2	SUPLEMENTOS SOPORTE CILINDRO										0.04	M26-PF-5-SOL-027						
POS.		CANT	PARTE										P[Kg.]		OBSERVACIONES				
0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	-				-	-	-			
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-				-	-	-			
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)			~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽	▽▽▽▽▽		0	REVISION PARA CONSTRUCCION			A.M.	A.K.	J.S.	18/4/2024		
			12/9	12/▽	3/▽	0,8/▽	0,2/▽	REV.	DESCRIPCION			DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA				
						ESTABLECIMIENTO:				INFORME:		PARTE: POSICIONADOR DE TAPAS							
						EIM				P.F.C.									
												NOTA: MONTAJE							
						T.S: -				MATERIAL: Material <sin especificar>		M26-PF-4-SOL-004							
						-				PESO[Kg.]: 0.72									
ESC: 1:2.5		FORM.: A3												HOJA 01					
										REV. 0									

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



28	18	TORN.CAB.HEXAGONAL DIN 931 M8x40		ESTANDAR												
27	18	TUERCA HEX.AUTOF.M8 - DIN 985		ESTANDAR												
26	8	ARANDELA PLANA BISELADA.DIN 125B M08		ESTANDAR												
25	2	VARILLA TENSORA	0.04	M26-PF-5-TRA-039												
24	1	RODILLO EMPUJADOR	9.14	M26-PF-5-TRA-038												
23	2	CONTENEDOR SALIDA CINTA	1.28	M26-PF-5-TRA-037												
22	2	SOPORTE ENCAUSADORES A ROLADORA	0.85	M26-PF-5-TRA-036												
21	1	SOPORTE PROTECCION	0.21	M26-PF-5-TRA-035												
20	1	BRAZO SOPORTE PROTECCION	0.14	M26-PF-5-TRA-034												
19	1	PROTECCION MOTOR	2.03	M26-PF-5-TRA-033												
18	2	POLEA TIPO A D100	0.09	ESTANDAR												
17	1	EJE SALIDA REDUCTOR	0.13	M26-PF-5-TRA-032												
16	1	SOPORTE CONJUNTO MOTOR	1.24	M26-PF-5-TRA-031												
15	1	REDICTOR SIN FIN CORONA 0.25KW-1:30 EJE HUECO	365.56	COMERCIAL												
14	1	MOTOR 0.25KW	0.84	COMERCIAL												
13	2	PLASTICO ENCAUSADOR	0.10	M26-PF-5-TRA-030												
12	2	SOPORTE PLASTICO ENCAUSADOR	1.21	M26-PF-5-TRA-029												
11	5	CUERPO GIRO SOPORTES	0.15	M26-PF-5-TRA-028												
10	4	BARRA SOPORTE	0.08	M26-PF-5-TRA-027												
9	4	MORDAZA EN T PIAZ		ESTANDAR												
8	2	LATERAL	7.59	M26-PF-5-TRA-022												
7	2	SOPORTE TENSOR RODAMIENTOS	2.07	M26-PF-5-TRA-021												
6	1	BANDA MAFDEL SOLDABLE DELFLEX VERDE A=300mm e=3mm L=3000mm		ESTANDAR												
5	4	PATAS	8.76	M26-PF-5-TRA-014												
4	2	CHAPA FRONTAL	3.16	M26-PF-5-TRA-013												
3	1	CHAPA APOYO BANDA	9.50	M26-PF-5-TRA-011												
2	2	RODILLO	6.61	M26-PF-5-TRA-007												
1	4	SKF F4B 100_TF	117.55	ESTANDAR												
POS.	CANT	PARTE		P[Kg.]	OBSERVACIONES											
0 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 15000	-		-	-	-		
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-		-	-	-		
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										0	REVISION PARA CONSTRUCCION		18/4/2024			
										REV.	DESCRIPCION		DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA
						ESTABLECIMIENTO: EIM		INFORME: P.F.C.		PARTE: CINTA TRANSPORTADORA						
NOTA:						T.S. -		MATERIAL: Material <sin especificar>		M26-PF-4-TRA-002						
ESC: 1:5						FORM.: A2		PESO[Kg]: 109.44								
										HOJA 01						
										REV. 0						

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



0 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 15000	-	-	-	-	-			
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	-	-	-	-	-			
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)										0	REVISION PARA CONSTRUCCION			18/4/2024			
										REV.	DESCRIPCION			DIBUJO	REVISO	APROBO	FECHA
										ESTABLECIMIENTO:		INFORME:		PARTE:			
										EIM		P.F.C.		CINTA TRANSPORTADORA			
										NOTA:							
										T.S.:		MATERIAL:					
										-		PESO[Kg]: 109.44					

