

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

**Diseño y estudio técnico de un equipo
automatizado para el crimpado de cables.**

Trabajo Final de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Alejandro Sahuquillo Gascón

Tutor: Miguel Jorge Reig Pérez

Curso académico: [2018-2019]

ÍNDICE

Resumen	2
Memoria	4
1. Objeto y objetivos	5
2. Introducción	6
3. Antecedentes	7
4. Necesidades de la instalación	9
5. Prediseño de la instalación	10
6. Preselección de componentes	15
6.1. Verificación de dimensiones	16
6.2. Nueva selección de componentes neumáticos	16
6.3. Verificación de dimensiones	17
6.4. Nueva selección de componentes neumáticos	18
6.5. Verificación de esfuerzos	18
7. Componentes neumáticos seleccionados	23
8. Diseño del conjunto principal	24
9. Subconjunto productor de aire	43
9.1. Componentes	43
9.2. Esquema del circuito neumático diseñado	46
9.3. Elección de los componentes del conjunto productor de aire	47
10. Presupuesto	49
11. Conclusiones	51
12. Bibliografía	52
Anexos	53
Anexo I: Cálculos y simulaciones.	54
Anexo II: Cálculo de la capacidad del compresor	62
Anexo III: Planos	65
Anexo IV: Catálogos	79

Resumen

Este proyecto consiste en el diseño de una línea automatizada de crimpado de cables. Para realizar esta automatización se ha pensado en realizarla mediante componentes neumáticos.

Para ello se realiza un prediseño de la idea que se tiene de cómo se quiere que sea la línea, con este prediseño se empiezan a colocar algunos de los componentes que se necesitarían para automatizar esta línea.

Después se realizará una preselección de componentes neumáticos, durante esta preselección se realizarán verificaciones para comprobar que cumplen con las dimensiones requeridas y que realizan la fuerza necesaria para poder cumplir con su función en la línea.

Al terminar la preselección de componentes, y una vez estos hayan pasado todas las verificaciones pertinentes se realizará el diseño final del conjunto. Para poder llevar a cabo este diseño será necesario realizar el diseño de nuevas piezas mecánicas para poder llevar a cabo el ensamblaje de todo el equipo.

Estas piezas mecánicas serán sometidas a estudio para comprobar que son capaces de soportar los esfuerzos a los que más tarde estarán sometidas. Por último se realizará un presupuesto de este proyecto y se dará una conclusión de él.

Resum

Aquest projecte consisteix en el disseny d'una línia automatitzada de premsatge de cables. Per a realitzar aquesta automatització s'ha pensat a realitzar-la mitjançant components pneumàtics.

Per a això es realitza un predisseny de la idea que es té de com es vol que siga la línia, amb aquest predisseny es comencen a col·locar alguns dels components que es necessitarien per a automatitzar aquesta línia.

Després es realitzarà una preselecció de components pneumàtics, durant aquesta preselecció es realitzaran verificacions per a comprovar que compleixen amb les dimensions requerides i que realitzen la força necessària per a poder complir amb la seua funció en la línia.

En acabar la preselecció de components, i una vegada aquests hagen passat totes les verificacions pertinents es realitzarà el disseny final del conjunt. Per a poder dur a terme aquest disseny serà necessari realitzar el disseny de noves peces mecàniques per a poder dur a terme l'assemblatge de tot l'equip.

Aquestes peces mecàniques seran sotmeses a estudi per a comprovar que són capaços de suportar els esforços als quals més tard estaran sotmeses. Finalment es realitzarà un pressupost d'aquest projecte i es donarà una conclusió d'ell.

Resume

This project consists in the design of an automated cable crimp line. In order to carry out this automation, it has been thought to carry it out using pneumatic components. To do this, a pre-design of the idea of how the line is wanted is made, with this pre-design some of the components that would be needed to automate this line are started. Then a preselection of pneumatic components will be carried out, during this pre-selection, verifications will be carried out to verify that they comply with the required dimensions and that they perform the necessary force to be able to fulfill their function in the line.

Once the pre-selection of components has been completed, and once all the relevant verifications have been passed, the final design of the assembly will be carried out. To carry out this design, it will be necessary to design new mechanical parts to assemble the entire equipment.

These mechanical parts will undergo a study to verify that they can withstand the efforts to which they will then be subjected. Finally, a budget will be made for this project and a conclusion will be drawn.

Palabras clave: Crimpado, neumática, automatización, componentes, esfuerzos.

Keywords: Crimping, pneumatics, automation, components, torque

MEMORIA

1. Objeto y objetivos

El objeto de este proyecto es el diseño de un equipo automatizado para el crimpado de cables. El proyecto se dividirá en tres partes principales: la elección de la forma adecuada para automatizar la línea, el diseño y los cálculos de la línea y la secuenciación del sistema de automatización.

Este proyecto nace de la necesidad de automatizar una línea de producción en la cual se realizaba un proceso de forma manual, lo cual era más lento y supone mayores costes para la empresa.

Como objetivos más específicos se tendría el diseño de los elementos mecánicos y seleccionar los componentes neumáticos para la automatización del proceso.

2. INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Fin de Grado se centrará en el estudio y el diseño de la automatización para una línea en la que se llevará a cabo el crimpado de cables. Esta automatización será realizada mediante componentes neumáticos y en sí el equipo para realizar el crimpado de cables también será neumático.

La idea para realizar este proyecto surgió durante las prácticas en empresa, dichas prácticas fueron realizadas en la empresa MAHLE Electronics. Esta empresa está ubicada en la localidad conquense de Motilla del Palancar y se dedica principalmente a la fabricación de componentes electrónicos para el automóvil.

Dentro de la fábrica de dicha empresa se encuentra el laboratorio en el cual se llevan a cabo diversos proyectos y mejoras de los productos que ya se fabrican en esta empresa.

En este período de prácticas se observó una de las líneas de fabricación donde se montaba un determinado producto, esta línea era fabricación manual prácticamente en su totalidad.

El proceso que se hacía en esta línea era el siguiente:

Un operario se encontraba en el puesto donde se realizaba el crimpado, por un lado tenía bandejas en las cuales se encontraban los circuitos electrónicos y por otro lado una bandeja donde se encontraban los cables. Estas bandejas tenían que ser preparadas previamente y colocadas a izquierda y derecha del operario para facilitar su colocación después en el puesto donde serían crimpadas. Este operario debía coger primeramente un circuito e introducirlo en un útil diseñado para que fuese sujeto mientras se realizaba el crimpado, después coger los cables introducirlos en el conector del circuito y dejarlos sujetos en otro útil diseñado para que los cables no se moviesen durante el crimpado. Después debía retirar los brazos y apretar una seta de seguridad para que se activase la crimpadora. Una vez terminase la crimpadora tenía que coger el producto ya crimpado y retirarlo de los útiles para dejarlo de nuevo en una bandeja de producto acabado.

Pues bien al ver este proceso el cuál era demasiado monótono y en el que se perdía demasiado tiempo se ha decidido realizar una mejora y hacer un proyecto para poder automatizar la línea. Con este proyecto se pretende prescindir de este operario y que todas las acciones que tenía que realizar esta persona fueran realizadas por un sistema diseñado para ello.

Para ello se ha pensado en realizar un circuito neumático el cual coja el circuito por una parte y los cables por otra y los introduzca en el útil de sujeción para ser crimpado, ya que la crimpadora que se utilizaba en el anterior proceso no puede ser utilizada aquí debido a sus características, se opta por realizar el crimpado mediante un cilindro neumático, así quedaría todo realizado en la misma estación y no sería necesaria la intervención de ningún operario.

De esta forma se intentaría aumentar la producción y reducir los costes de producción de la misma.

3. ANTECEDENTES

Para poder entender un poco mejor la finalidad de este proyecto se explicará primero lo que se conoce como línea de producción manual y línea de producción automática y se podrán ver algunas de las ventajas que nos ofrece el método escogido para el tipo de producción que se pretende realizar.

Las líneas de producción son sistemas de manufactura con múltiples estaciones o un sistema fijo de ruta, pueden ser manuales, automáticas o híbridas. Es decir, las operaciones de manufactura se realizan en forma secuencial de estación de trabajo a estación de trabajo y el tipo de producto es idéntico o muy similar.

Las líneas de producción son usadas ya sea para operaciones de procesamiento o ensamble de materiales o productos semi-terminados. Es inusual que ambas operaciones se realicen en la misma línea.

- Líneas de producción manual:

Son sistemas de manufactura en el que se encuentran múltiples estaciones manuales que requieren de un operador dedicado en cada estación de trabajo.

Factores que promueven el uso de líneas de ensamble manual son:

- La demanda por el producto es alta o media
- Los productos hechos en la línea son idénticos o similares
- El trabajo total requerido para el ensamble del producto puede ser dividido en pequeñas unidades de trabajo.
- Es tecnológicamente imposible o económicamente inviable la automatización de dichas operaciones.

- Línea de producción automática:

La línea automática de producción permite que cada parte del proceso pueda ser planificado, la división en etapas evita cualquier riesgo de pasar por alto algún trabajo sobre el material o la materia prima, en un proceso controlado y bien organizado así el producto final es óptimo, por ello las líneas automáticas se encuentran presentes en casi todas las empresas y fábricas porque permiten solucionar e idear estrategias para el aumento de la producción sin generar contratiempos inesperados, además brindan orden ya que debido a su diseño lineal no hay amontonamientos y cada pieza va en su lugar.

Algunas de las ventajas de este tipo de producción son las siguientes:

- Repetición permanente: en los procesos ya depurados, este se repite continuamente sin alteraciones ni fallos, lo que permite producir de forma ininterrumpida con una disponibilidad de 24 horas.
- Niveles de calidad óptimos: la automatización permite ejecutar los procesos con un nivel de precisión mucho más elevado que en un proceso manual.
- Ahorro de costes: una vez automatizado un proceso, se necesita menos personal de base en la cadena de producción. Además la automatización aumenta la eficiencia energética y el uso de materias primas.
- Tiempo de producción: dada la eficiencia y precisión del proceso automatizado se reduce significativamente el tiempo de producción.
- Seguridad del personal: se incrementa la seguridad del personal, especialmente en procesos que incluyen grandes pesos, temperaturas elevadas o entornos peligrosos.
- Producción más flexible: la automatización permite adaptar el producto a las características y requerimientos específicos de cada empresa. Además, permite realizar tareas imposibles de llevar a cabo de forma manual.
- Ventaja competitiva: todo lo expuesto aumenta la competitividad en el mercado, ya que se puede dar una mejor respuesta a las necesidades de este, ofrecer productos de mejor calidad en menor tiempo, reaccionar de forma más rápida y flexible a los cambios.

4. NECESIDADES DE LA INSTALACIÓN

La empresa anteriormente citada cuenta con el espacio necesario para el montaje de esta línea. Este espacio sería de 1.5x1.5 metros que es el lugar destinado al crimpado del anterior proceso, por ello para no tener que variar la totalidad de la línea de producción se requiere que la estación de crimpado cumpla con estas dimensiones como máximo. Para poder realizar el correcto montaje e instalación de esta línea se requiere la elección de los diversos componentes neumáticos necesarios para la construcción de la línea automatizada además del diseño de los elementos mecánicos necesarios.

5. Prediseño de la instalación

Para poder realizar después una preselección de los componentes neumáticos necesarios primero se realizará un prediseño de la instalación para saber cómo irá colocado cada elemento y como será cada estación. Así se podrán seleccionar los componentes que más se adecuen a la instalación.

Conjunto principal de la secuencia de crimpado

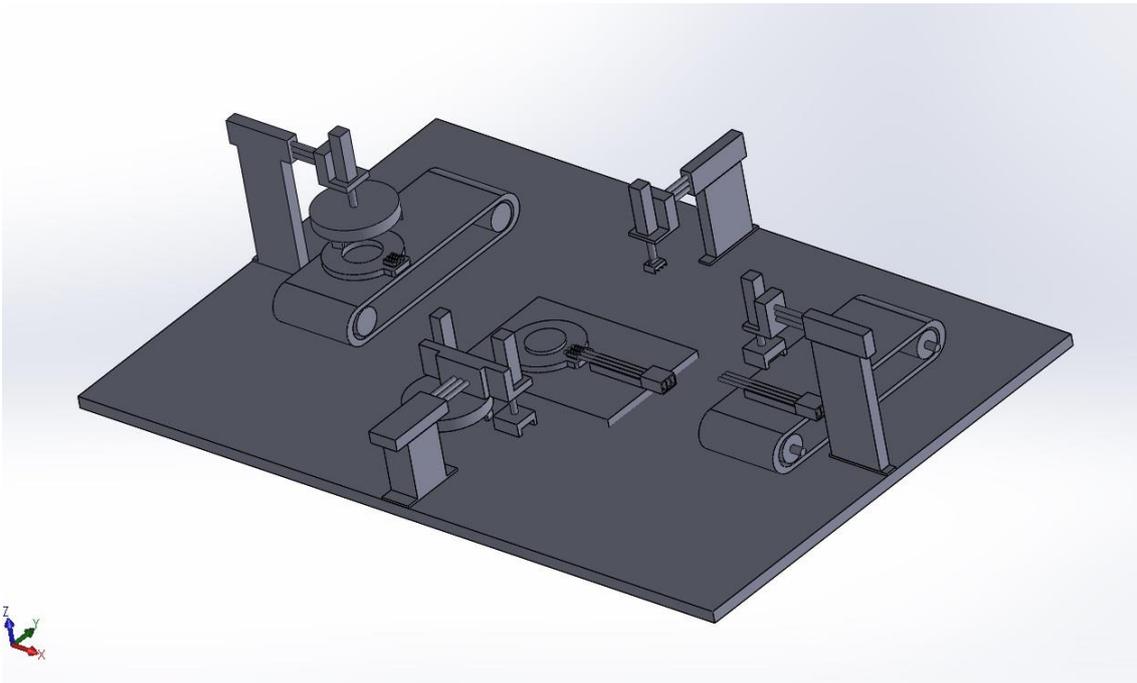


Figura 1. Prediseño de conjunto principal

En esta imagen se puede apreciar el prediseño de lo que sería el conjunto principal de la secuencia, este conjunto estaría dividido en cuatro subconjuntos que serían:

- Subconjunto de la secuencia de alimentación de circuitos.
- Subconjunto de la secuencia de alimentación de cables.
- Subconjunto de la secuencia de crimpado.
- Subconjunto de la secuencia de retirada del producto.

Los subconjuntos actuarían en el orden que están dispuestos anteriormente, por ello posteriormente se procederá a explicar tanto la estructura y sus componentes neumáticos como la secuencia que se realizará dentro de cada subconjunto.

Subconjunto de la secuencia de alimentación de circuitos

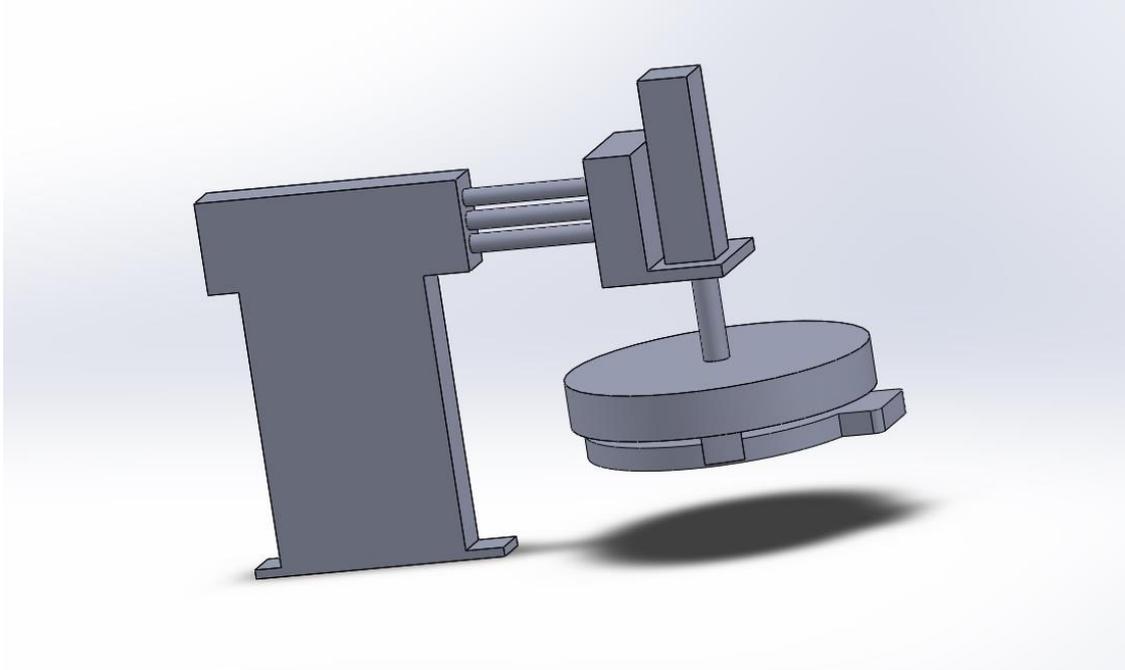


Figura 2. Prediseño del subconjunto de la secuencia de alimentación de circuitos.

Descripción de la estructura:

Esta es la estructura diseñada para coger el circuito y desplazarlo hasta la estructura donde será depositado para que posteriormente se introduzcan los cables y sean crimpados.

En lo que a componentes neumáticos se refiere este subconjunto estaría formado por un cilindro neumático guiado, por un cilindro neumático simple con amortiguación de carrera regulable y por unas pinzas neumáticas de tres dedos.

En la imagen el cilindro guiado sería el que está puesto horizontalmente y estaría fijado sobre una estructura de aluminio a la cual sería atornillado, esta estructura a su vez estaría atornillada a la bancada para que no se cayese por el peso del cilindro puesto en vertical en la punta del cilindro guiado.

El cilindro simple sería el que está puesto en vertical que apoyaría sobre una pieza en forma de "L" de aluminio para ser atornillada al cilindro guiado y así realizar el movimiento horizontal de este. Al final del vástago del cilindro simple se encontraría la pinza neumática para poder agarrar el circuito y moverlo hasta la posición deseada.

Subconjunto de la secuencia de alimentación de cables.

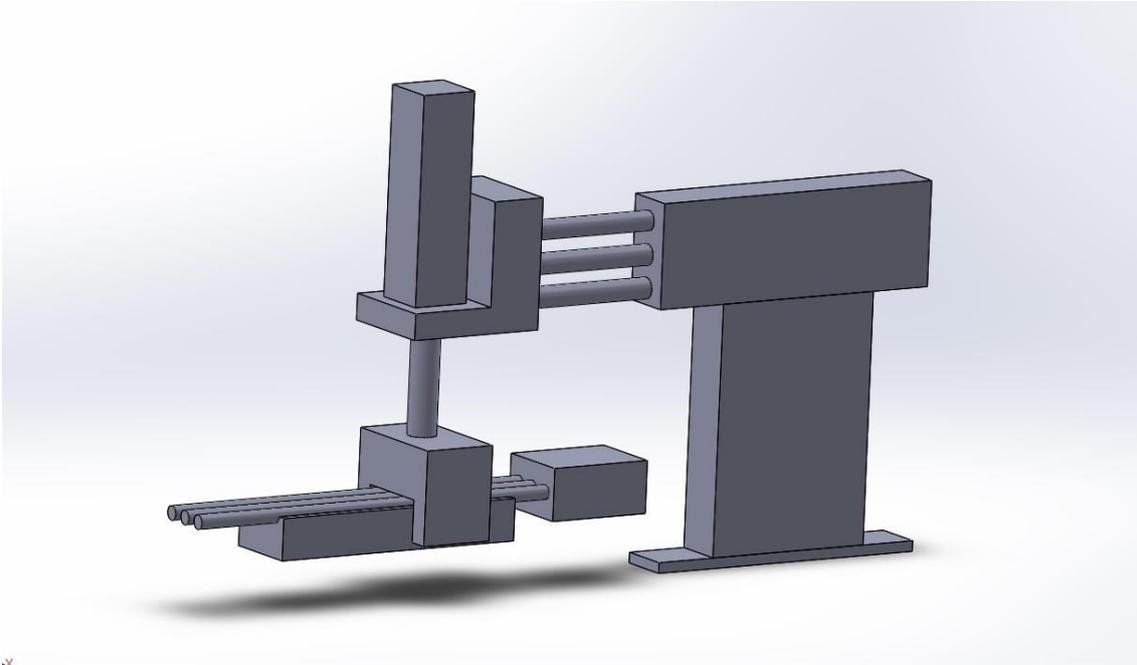


Figura 3. Prediseño del subconjunto de la secuencia de alimentación de cables.

Descripción de la estructura:

Esta es la estructura diseñada para coger el soporte con los cables y moverlo hasta la estructura donde serán crimpados junto con los conectores del circuito.

En lo que a componentes neumáticos se refiere este subconjunto estaría formado por un cilindro neumático guiado, por un cilindro neumático simple con amortiguación de carrera regulable y por unas pinzas neumáticas paralelas de dos dedos.

En la imagen el cilindro guiado sería el que está puesto horizontalmente y estaría fijado sobre una estructura de aluminio a la cual sería atornillado, esta estructura a su vez estaría atornillada a la bancada para que no se cayese por el peso del cilindro puesto en vertical en la punta del cilindro guiado.

El cilindro simple sería el que está puesto en vertical que apoyaría sobre una pieza en forma de "L" de aluminio para ser atornillada al cilindro guiado y así realizar el movimiento horizontal de este. Al final del vástago del cilindro simple se encontraría la pinza neumática para poder agarrar el soporte con los cables y moverlos hasta la posición deseada.

Subconjunto de la secuencia de crimpado

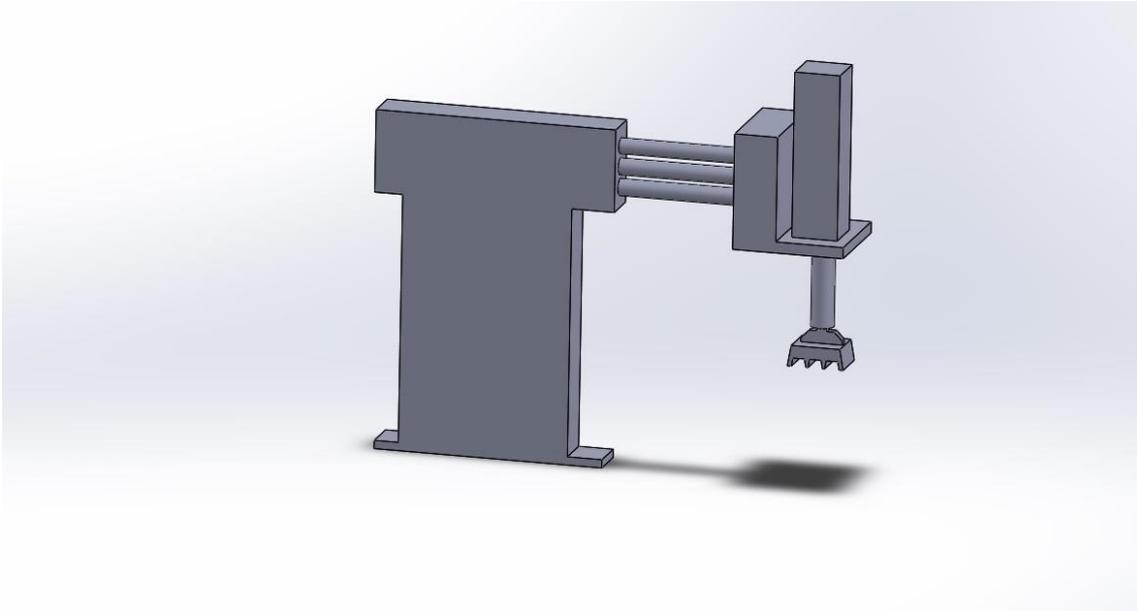


Figura 4. Prediseño del subconjunto de la secuencia de crimpado

Descripción de la estructura:

En la imagen podemos ver la estructura diseñada para crimpar los tres cables al conector del circuito.

En este subconjunto los componentes neumáticos utilizados van a ser un cilindro neumático guiado y un cilindro neumático simple. El útil utilizado para crimpar los cables será un útil de aluminio.

El cilindro guiado es el que está en horizontal y que en su extremo tiene una pieza de aluminio que sujeta el cilindro simple que está puesto en vertical y en el que al final de su vástago tendrá el útil de aluminio para poder crimpar los cables, así con la fuerza que realizará el cilindro simple en su carrera se podrán crimpar los cables.

Subconjunto de la secuencia de retirada del producto

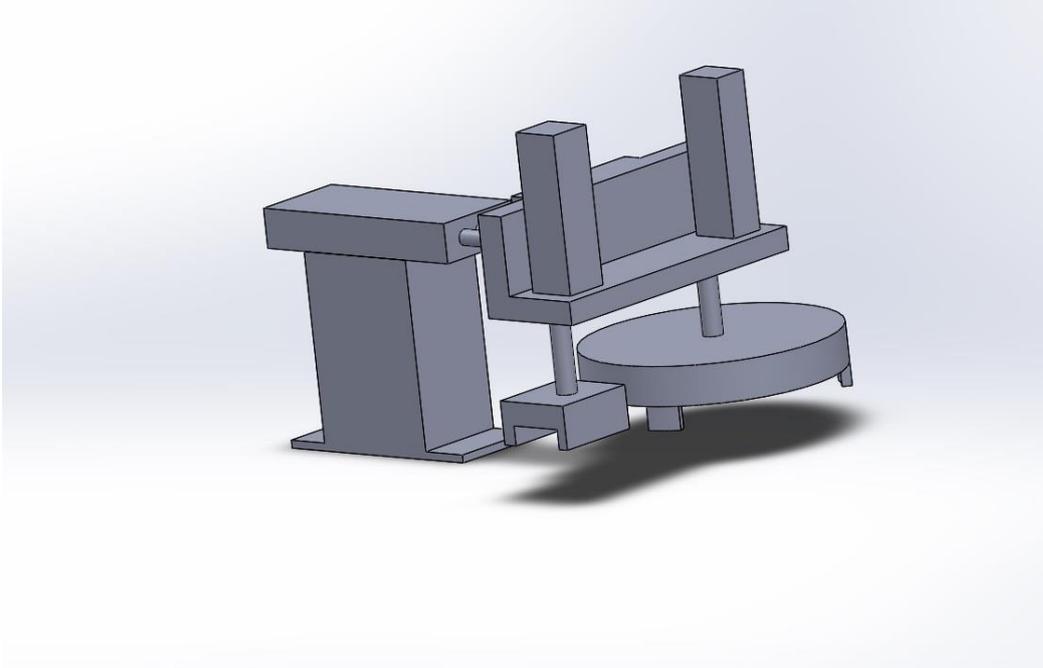


Figura 5. Prediseño del subconjunto de la secuencia de retirada del producto.

Descripción de la estructura:

La estructura que se ve en la imagen superior es la diseñada para la extracción del producto de la zona de crimpado.

Los componentes neumáticos utilizados en este subconjunto son: un cilindro neumático guiado, dos cilindros simples con amortiguación de carrera regulable, una pinza neumática de dos dedos paralelos y una pinza neumática de tres dedos.

El cilindro guiado es el que se encuentra puesto en horizontal en la imagen y los dos puestos en vertical son los cilindros simples en cuyo vástago se encuentra la pinza necesaria en cada caso.

6. Preselección de componentes

El conjunto neumático se divide en dos subconjuntos.

- El subconjunto de producción.
- El subconjunto de consumo de aire.

El subconjunto de producción de aire se seleccionará más tarde cuando se sepa cuál es la cantidad de aire necesaria para este sistema.

El subconjunto de consumo de aire se ha dividido en cuatro subconjuntos más dependiendo de la secuencia que realizan en el circuito, ya que cada subconjunto necesita unos componentes diferentes.

Elección de los componentes neumáticos del subconjunto de consumo de aire.

Subconjunto de la secuencia de alimentación de circuitos.

En una primera preselección se selecciona un cilindro de simple efecto, un cilindro de doble guiado y una pinza neumática de tres dedos.

Cilindro simple MCQA 100mm.

Cilindro de doble guía MCGA 80mm.

Pinza neumática MCHG2-63M (Mindman).

Subconjunto de la secuencia de alimentación de cables.

Para este subconjunto dos de los elementos seleccionados en el subconjunto anterior serán los mismo y se seleccionará un pinza neumática plana de dos dedos.

Cilindro simple MCQA 100mm.

Cilindro de doble guía MCGA 80mm.

Pinza de simple efecto paralela de dos dedos. MCHB-20-S (Mindman).

Subconjunto de la secuencia de crimpado.

En este subconjunto se utilizarán el cilindro simple y el cilindro guía seleccionado anteriormente, además se utilizará el útil diseñado para el crimpado poniéndolo al final del cilindro simple para poder realizar el crimpado.

Cilindro simple MCQA 100mm.

Cilindro de doble guía MCGA 80mm.

Subconjunto de la secuencia de retirada de producto.

En este subconjunto se utilizarán los componentes neumáticos seleccionados para el subconjunto de alimentación de circuitos y para el subconjunto de alimentación de cables.

- Cilindro simple MCQA 100mm.
- Cilindro de doble guía MCGA 80mm.
- Pinza de tres dedos DHDS-50-A-6
- Cilindro simple MCQA 100mm.
- Cilindro de doble guía MCGA 80mm.
- Pinza de simple efecto paralela de dos dedos. MCHB-20-S (Mindman).

6.1 Verificación de dimensiones.

Después de una primera preselección de los componentes neumáticos se realizará una verificación para ver si se cumplen con las dimensiones de diseño de la línea de automatización.

Esta primera preselección se realiza teniendo en cuenta el prediseño que se ha mostrado pero no se han tenido en cuenta las distancia a cubrir por la empresa, ya que al tener un espacio de 1.5x1.5 metros los subconjuntos quedarían muy separados entre sí o se desperdiciaría mucho espacio del que dispone la estación.

Por ello al comprobar la distancia que habría desde el puesto donde estarían situados los cilindros hasta donde deberían depositar los circuitos y los cables se ha comprobado que la primera selección de los componentes no es válida ya que las carreras seleccionadas no serían las correctas y se deberían volver a seleccionar los componentes. Por otra parte se opta por cambiar el cilindro simple por un cilindro de doble efecto para poder controlar el retroceso del mismo.

Además se debe valorar si se escoge un cilindro guiado o si se escoge un cilindro de doble efecto y se le adjuntan unas guías dependiendo de la carrera necesaria.

En la primera preselección se había escogido un cilindro simple para realizar el crimpado de los cables pero se opta por cambiar también a un cilindro de doble efecto, además en este caso se deberá tener en cuenta la fuerza requerida para el crimpado y a partir de esta seleccionar uno u otro.

6.2 Nueva preselección de componentes neumáticos

En esta nueva preselección se han seleccionado de nuevo los componentes que no cumplían con los requisitos señalados en la anterior verificación. Por ello en esta preselección se han tenido en cuenta las carreras necesarias en cada subconjunto.

Para el cilindro que se encuentra puesto en vertical en cada uno de los puesto se va a escoger un cilindro de doble efecto y con una carrera de 200mm para que pueda bajar hasta el lugar donde se encuentra el componente y volver a dejarlo después en su sitio correcto, el cilindro que se utilizará en el crimpado se seleccionará después, su carrera también será de 200mm pero se tendrá en cuenta la fuerza que puede realizar dicho cilindro. Una vez explicado esto, este es el cilindro de doble efecto seleccionado:

Cilindro doble efecto carrera 200mm DSBC-50-200-D3-PPSA-N3

Para el cilindro colocado en horizontal se pensó en un seleccionar cilindro guiado pero también se puede escoger un cilindro de doble efecto al que se le podrían acoplar unas guías.

Cilindro guiado (DFM-50-320-B-P-A-GF)

Guías para el cilindro de doble efecto: Tipo H / H-type ISO 15552 (ISO 6431) · VDMA 24562 · ISO 6432

Cilindro de doble efecto: Cilindro Ø50x300 doble efecto - Mindman

Estas dos serían las opciones que se podrían elegir y que se tratarán más adelante ya que por dimensiones las dos cumplirían con la carrera necesaria.

En relación a las pinzas necesarias en cada caso:

La pinza de tres dedos seleccionada cumpliría con las dimensiones necesarias por lo tanto no habría que seleccionar una nueva pinza.

En cuanto a la pinza de dos dedos paralela se decide cambiarla y escoger una con mayor distancia entre dedos para poder coger el soporte con los cables ya que el soporte con los cables tiene un ancho de 20 mm, esta nueva pinza es:

DHPS-35-A-NC-25

6.3 Verificación de dimensiones

Después de realizar los cambios pertinentes a la hora de seleccionar los componentes neumáticos se procede a verificar que cumplen con las dimensiones necesarias para poder ser utilizadas en la secuencia sin producir interferencias con otros componentes y llegando a las distancias necesarias para poder cumplir con su función de traslado de componentes.

En cuanto a los cilindros se ha comprobado que todos cumplen con las dimensiones necesarias para poder transportar los componentes por lo que no se necesita una nueva selección de componentes.

Después de realizar esta verificación se ha comprobado que dos de las carreras elegidas para los cilindros son demasiado grandes, ya que el espacio que tienen que recorrer es más

pequeño debido al ensamblaje de las pinzas y los componentes mecánicos necesarios. Por ello para no desaprovechar la carrera de estos cilindros se decide que en el subconjunto de alimentación de cables y de alimentación de circuitos se reduce la carrera del cilindro de doble efecto a 125 mm por ellos también los cilindros puestos en el subconjunto de recogida de producto también serán de esta misma carrera ya que utilizan las mismas pinzas neumáticas y los mismos componentes mecánicos.

6.4 Nueva selección de componentes neumáticos

En esta preselección sólo tenía que ser sustituido un cilindro neumático debido a su carrera, este cilindro pasaría a tener 125 mm de carrera y el cilindro elegido es el siguiente:

-Cilindro doble efecto carrera 125mm DSBC-50-125-D3-PPSA-N3

Con este cambio se cumplirían todas las verificaciones exigidas en cuanto a la carrera se refiere y ahora se pasará a la verificación de esfuerzos que deben cumplir.

6.5 Verificación de esfuerzos.

Una vez realizada la verificación de dimensiones se procede a comprobar que los componentes neumáticos elegidos anteriormente son capaces de realizar los esfuerzos necesarios para mover los componentes anexos a ellos.

En el caso del cilindro guiado puesto en horizontal se ha calculado los Newton que debería ser capaz de realizar para poder mover los componentes anexos a él. Este componente tendría que mover la pieza de aluminio en forma de "L" que iría atornillada al extremo del vástago y en la cual estaría sujeto el cilindro puesto en vertical, además en el cilindro puesto en vertical estaría sujeta la pinza neumática, la pieza que conecta el circuito con la pinza y el circuito o los cables en cada caso.

El cilindro de doble efecto elegido es el cilindro DSBC-50-125-D3-PPSA-N3, este cilindro tiene un peso de 1.89 kg.

En el caso de las pinzas neumáticas, la pinza neumática paralela de dos dedos tiene un peso de 1.345 kg y la pinza de 3 dedos tiene un peso de 0.92 kg

La pieza que conecta el vástago del cilindro con la pinza pesa 0.07569 kg en el caso de la pinza de dos dedos y 0.4986 kg en el caso de la pinza de tres dedos.

En cuanto al peso del circuito y de los cables tiene un peso estimado de entre unos 0.030 y unos 0.050 kg.

Respecto a la pieza de aluminio en forma de "L" que sustentaría al cilindro puesto en vertical pesa 1,1087 kg.

El peso del conjunto en el caso en el que la pinza es la pinza paralela de dos dedos es de 4.4694kg y pasado a Newton es 43.8001 N. Y en el caso de la pinza de tres dedos el peso del conjunto es 4.4673 kg y en Newton sería de 43.7795 N.

En el caso del subconjunto de crimpado, habría que tener en cuenta el peso de la pletina de aluminio en forma de "L", el peso del cilindro de 200 mm de carrera, el peso de la pieza diseñada para realizar el crimpado y el peso de la pieza que ensamblaría la pieza que realiza el crimpado al vástago del cilindro.

Peso del cilindro: 2.31 kg

Peso de la pletina con forma de "L": 1.1087 kg

Peso de la pieza que realiza el crimpado: 0.0945 kg

Peso de la pieza que ensamblaría el vástago con la pieza de crimpado: 0.0757

Peso total: 3.5889 kg

En este caso los Newton que debería ser capaz de mover el cilindro serían 35.1712 N.

En el subconjunto de recogida de producto el peso de los componentes que habría que tener en cuenta serían los siguientes:

Peso de ambos cilindro: $1.89 + 1.89 = 3.78$ kg.

Peso de la pletina en forma de "L": 2.630 kg.

Peso de la pinza paralela de dos dedos: 1.345 kg.

Peso de la pinza de tres dedos: 0.92kg.

Peso de los componentes necesarios para ensamblar ambas pinzas: $0.07569 + 0.4986 = 0.5743$ kg.

Peso total: 9.2493 kg.

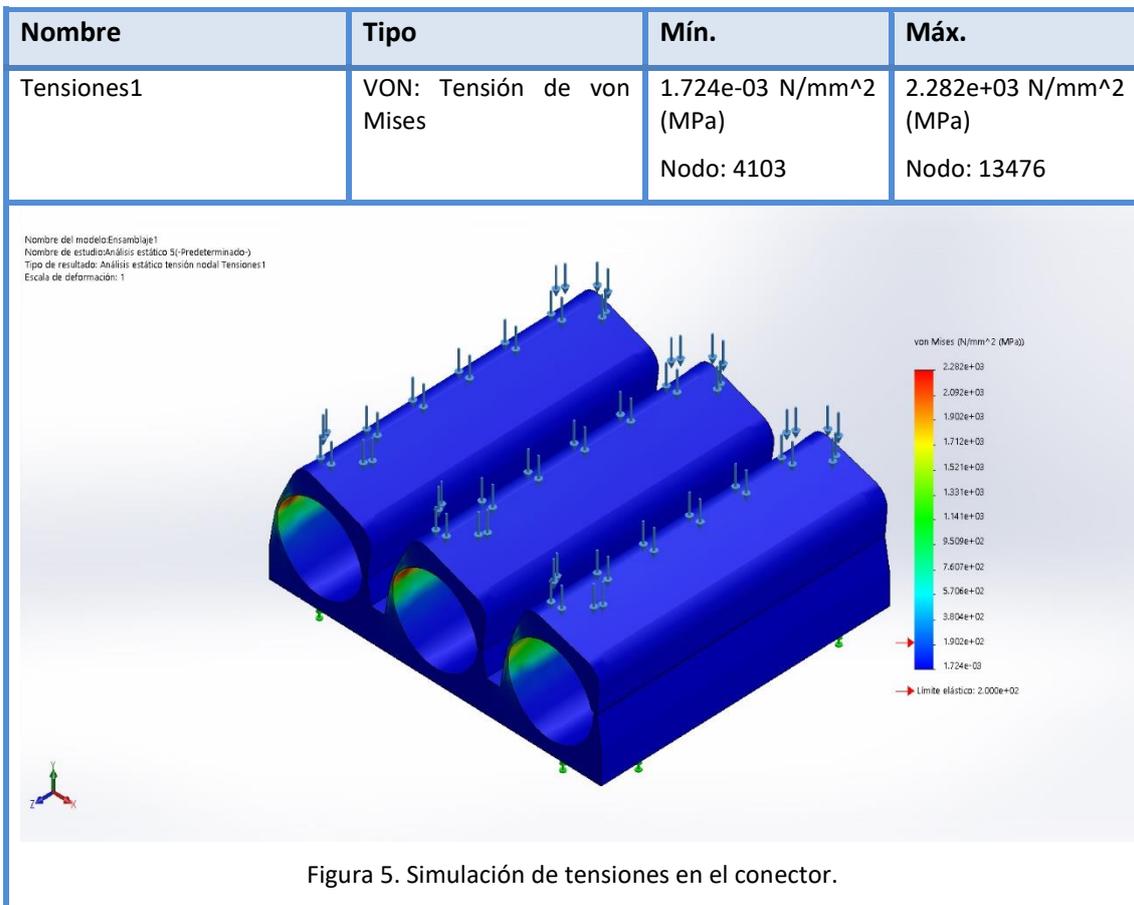
Una vez calculado el peso del subconjunto se pasa a Newton para poder comparar con el catálogo del fabricante, y el cilindro elegido debería ser capaz de realizar una fuerza de 90.6431 N.

Una vez calculados los Newton que es necesario que el cilindro guiado tiene que mover se comparan con la tabla facilitada en el catálogo por el fabricante y que se adjunta en los anexos y se comprueba que este cilindro si supera los Newton necesarios por lo que no hace falta realizar una nueva elección para este componente.

En el caso del cilindro vertical de doble efecto solo tendría que mover el peso de la pinza neumática, el conector que une el vástago con la pinza y el peso del circuito o de los cables, el peso del conjunto se ha estimado en 1.4707 kg y 14.4128 N en el caso de la pinza paralela y en 1.4686 kg y 14.3923 N en el caso de la pinza de tres dedos. Una vez estimados los Newton a mover en estos casos se ha comprobado que el cilindro neumático de doble efecto elegido es capaz de realizar este esfuerzo, y por lo tanto no es necesario reelegir un cilindro distinto.

Para la verificación del cilindro de doble efecto se tiene que comprobar los esfuerzos que puede realizar al empuje y a la tracción ya que deberá subir la pinza con el circuito o los cables amarados. En el caso de los esfuerzos realizados al empuje se va a comprobar el esfuerzo superior ya que si cumple ese cumplirá los demás, en este caso el mayor esfuerzo al empuje que deberá hacer será el del crimpado.

Para ver que fuerza debería hacer se ha realizado una simulación en SolidWorks en la que se ha simulado una fuerza en el conector que crimpará los cables, con esa fuerza es suficiente para crimpar los cables por lo que el cilindro deberá superar esa fuerza para poder realizar el crimpado.



Diseño y estudio técnico de un equipo automatizado para el crimpado de cables.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 833	1.009e+00 mm Nodo: 10795

Nombre del modelo: Ensamblaje1
 Nombre de estudio: Análisis estático S1-(Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 1.20194

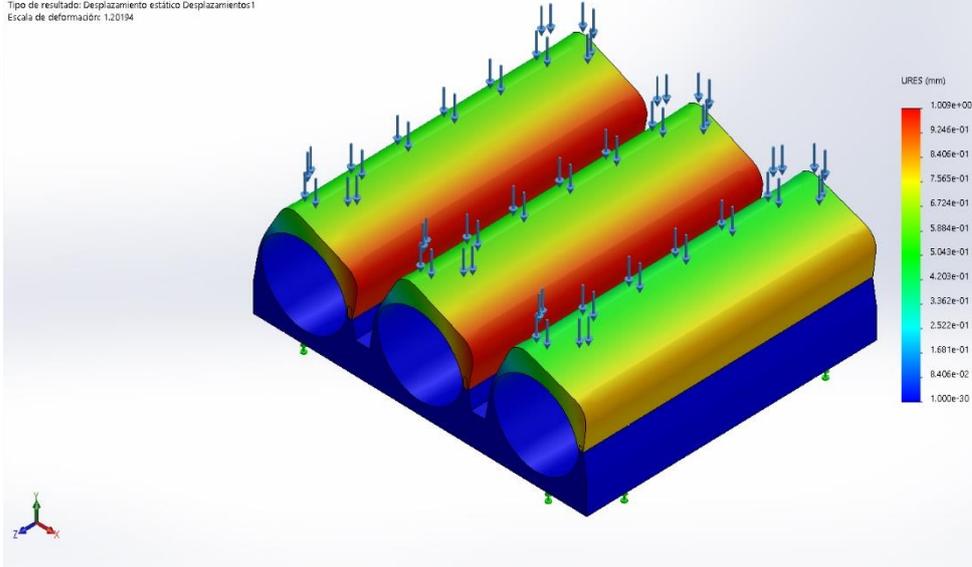


Figura 6. Simulación de desplazamientos en el conector

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.742e-09 Elemento: 874	1.405e-02 Elemento: 1011

Nombre del modelo: Ensamblaje1
 Nombre de estudio: Análisis estático S1-(Predeterminado)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 1.20194

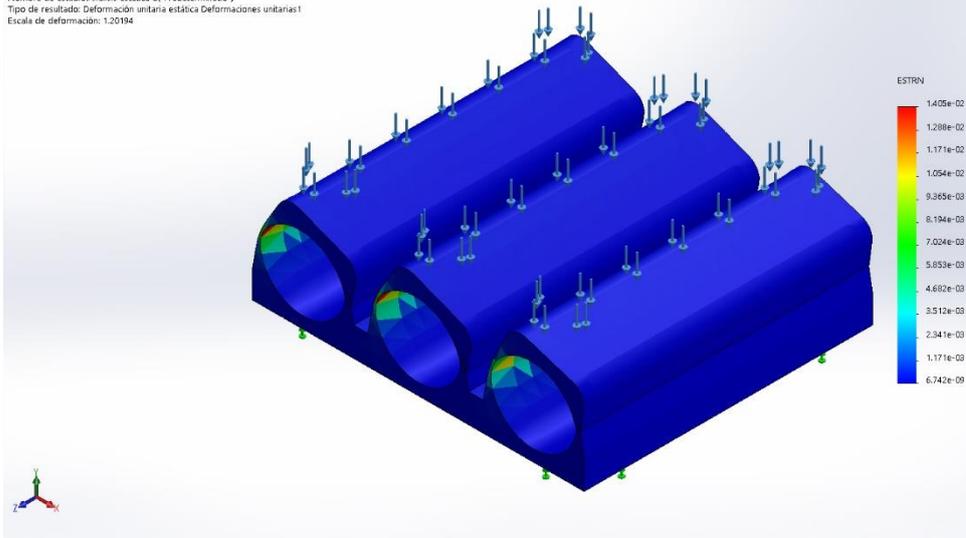


Figura 7. Simulación de deformaciones en el conector.

Como se puede observar en esta tabla esa es la fuerza necesaria para crimpar el conector y ahora veremos las características del cilindro para ver si cumple con esta fuerza.

Fuerza a 7 bar: 990 N (Retroseso) , 1178 N (Avance)

Como podemos observar, este cilindro si cumple con la fuerza necesaria al empuje por lo que no haría falta seleccionar uno nuevo. En el caso de la fuerza a tracción, la pinza de mayor peso es la de dos dedos que en conjunto pesa 1.4707 kg y 14.4128 N por lo que viendo las características del cilindro también cumpliría con la fuerza necesaria a tracción y no haría falta seleccionar uno nuevo.

7. COMPONENTES NEUMÁTICOS SELECCIONADOS

Estos serían los componentes neumáticos seleccionados y la cantidad necesaria de unidades de cada uno de ellos para construir los diferentes subconjuntos.

Componentes	Unidades
Cilindro guiado (DFM-50-320-B-P-A-GF)	4
Cilindro doble efecto carrera 125mm DSBC-50-125-D3-PPSA-N3	3
Cilindro doble efecto carrera 200mm DSBC-50-200-D3-PPSA-N3	2
Pinza paralela de dos dedos DHPS-35-A-NC-25	2
Pinza de tres dedos DHDS-50-A-6	2

Una vez seleccionados los componentes neumáticos que se van a utilizar se puede realizar el diseño de cada subconjunto y del conjunto final, y con ello se pueden diseñar los componentes mecánicos necesarios para ensamblar cada subconjunto.

8. DISEÑO DEL CONJUNTO PRINCIPAL

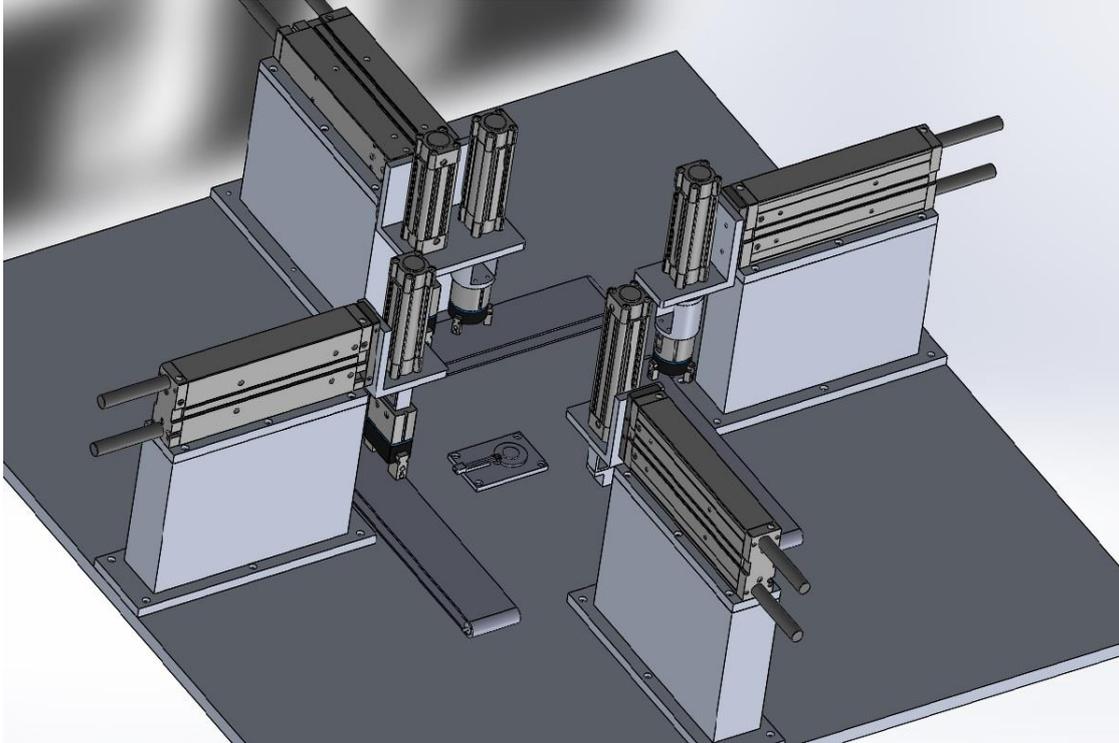


Figura 8. Diseño del conjunto principal

En la imagen anterior se puede ver el diseño del conjunto principal, este conjunto está compuesto por cuatro subconjuntos secundarios, los cuales se explicaran más tarde.

Estos subconjuntos son:

- Subconjunto alimentador de circuitos.
- Subconjunto alimentador de cables.
- Subconjunto de prensado de los componentes.
- Subconjunto de recogida de producto.

Elementos comunes que forman estos subconjuntos:

- Placa inferior

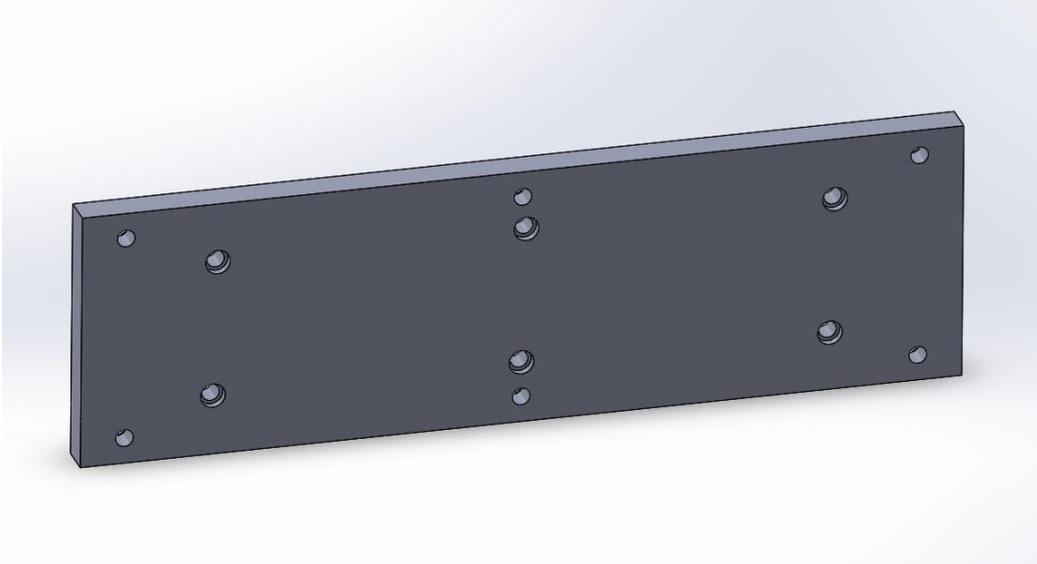


Figura 9. Diseño placa inferior

Función:

Esta placa tiene la función de unir el elemento de aluminio que ejerce de estructura para sostener el cilindro guiado de doble efecto con la bancada del conjunto principal.

Descripción:

Este elemento está colocado en la parte inferior del subconjunto, ya que deja fijado el subconjunto a la bancada. Este elemento está formado por 12 agujeros que serán los que hagan posible poder atornillar el elemento del subconjunto a la bancada y así dejar fijado el subconjunto.

Los 6 agujeros dispuestos más cerca del borde tienen una separación de 120 mm entre ellos a lo ancho y de 225 mm a lo largo, estos agujeros tienen un diámetro de 8 mm. Además por la cara contraria de la imagen tiene un avellanado de 14 mm de diámetro y 8 mm de profundidad para que la cabeza del tornillo elegido no sobresalga. Todos los agujeros son roscados.

Los otros 6 agujeros tienen una separación de 80 mm entre ellos a lo ancho y 175 mm a lo largo, estos tienen un diámetro de 8 mm como los anteriores y como se puede apreciar en la imagen tienen un avellanado para que se introduzca la cabeza del tornillo y así que esta no interfiera en la operación de atornillado de la placa a la bancada, ya que si la cabeza del tornillo sobresaliese no podría atornillarse bien esta placa a la bancada y por consiguiente no quedaría bien fijado el subconjunto.

- Placa intermedia

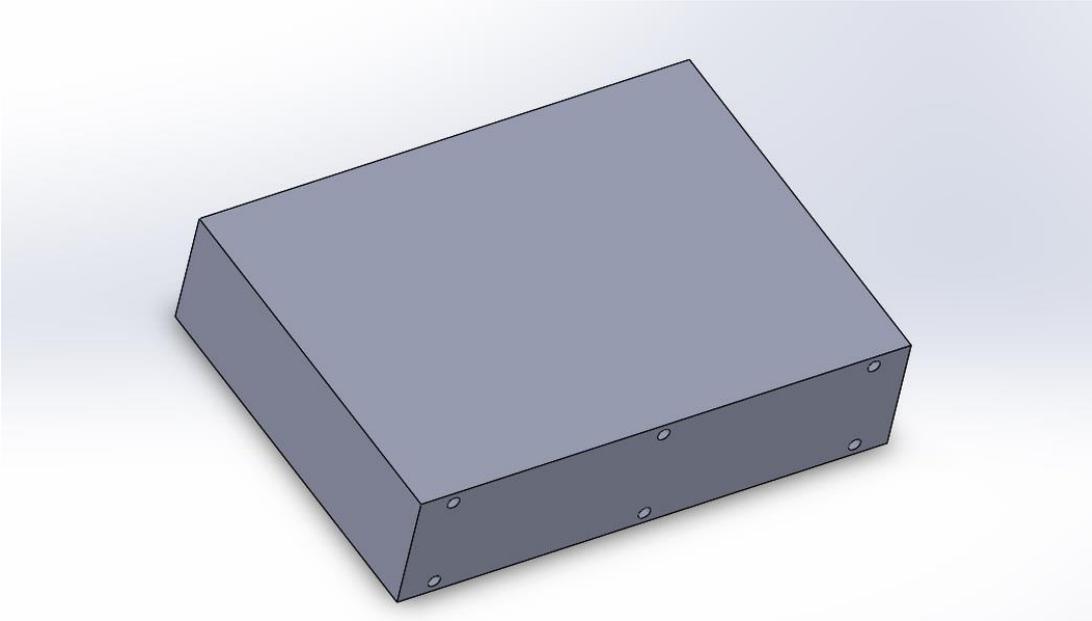


Figura 10. Diseño placa intermedia

Función:

Esta placa tiene la función de elevar el sistema formado por los cilindros y dar consistencia al subconjunto fijando las placas de unión entre el cilindro y la bancada.

Descripción:

Esta placa está situada entre la placa que sujetará el subconjunto a la bancada y la placa que sujeta el cilindro guiado a dicha placa.

Está compuesta por 12 agujeros, de los cuales 6 están en la parte superior de la placa y 6 en la parte inferior. Tienen una separación de 80mm de ancho entre ellos y de 175 mm de largo, estos agujeros tienen una profundidad de 20 mm. Todos los agujeros de este componente serán roscados para un tornillo de métrica M8.

- Placa superior

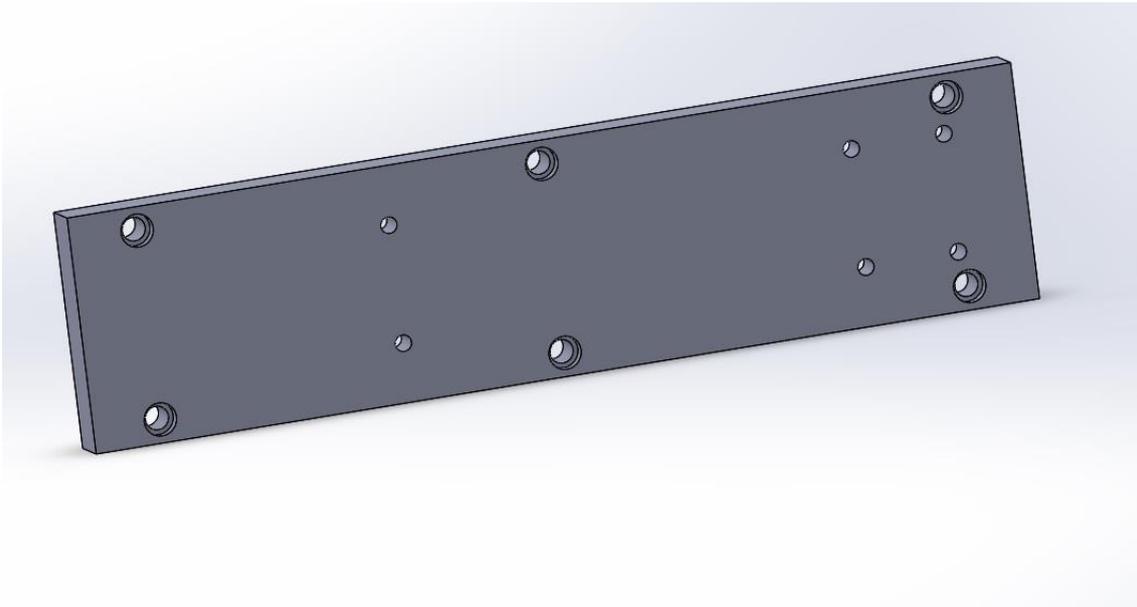


Figura 11. Diseño placa superior

Función:

La función que tiene esta placa es la de fijar el cilindro guiado a la placa intermedia, y así, quedar fijado el subconjunto.

Descripción:

El lugar donde va colocada esta placa es en la zona superior de la placa intermedia a la que irá atornillada, y sobre ella irá el cilindro guiado al que también irá atornillada.

Esta placa está compuesta por 12 agujeros, 6 más centrados que son los que se atornillarán al cilindro guiado y 6 más alejados del centro que son en los que se atornillará esta pieza a la placa intermedia.

Los 6 agujeros por los que se atornillará la placa al cilindro guiado tienen un diámetro de 7 mm, y tienen una separación de 50 mm entre ellos a lo ancho y de izquierda a derecha tienen una separación de 200 mm de largo entre el primero y el segundo, y de 40 mm entre el segundo y el tercero. Estos agujeros por la parte contraria a la mostrada en la imagen tienen un avellanado de 12 mm de diámetro y 5 mm de profundidad para albergar la cabeza del tornillo que sujetará la placa al cilindro y que así no toque la cabeza del tornillo cuando la placa sea atornillada a la placa intermedia.

Los otros 6 agujeros sirven para fijar la placa superior a la placa intermedia mediante tornillos, estos agujeros tienen un diámetro de 8 mm y un avellanado de 14 mm de diámetro y 8 mm de profundidad. La distancia entre los agujeros es de 80 mm de ancho y 175 mm de largo.

Todos los agujeros son pasantes ya que el tornillo pasara la placa entera para fijar esta placa a la placa intermedia.

- Cilindro guiado DFM-50-320-B-P-A-GF

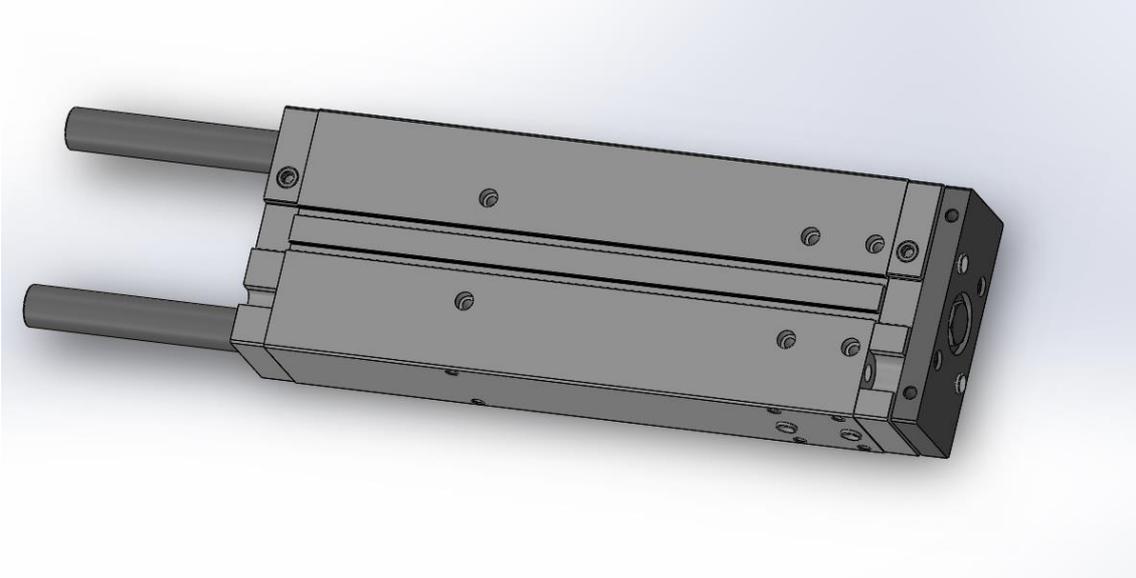


Figura 12. Cilindro guiado DFM-50-320-B-P-A-GF

Función:

Este cilindro guiado realiza la función de desplazar la pletina que irá atornillada al final de la placa de su vástago y moverla junto con el cilindro que irá puesto en vertical en la pletina, así el cilindro vertical será centrado para poder coger o dejar los circuitos/cables en el sitio correcto.

Descripción:

Este cilindro irá atornillado a la placa superior para ser fijado al subconjunto, como se ve en la parte inferior de la imagen se pueden encontrar los 6 agujeros que también llevaba la placa superior y por los cuales será atornillado este cilindro.

En la parte que se ve de frente a la imagen se pueden ver las conexiones para aire comprimido, empezando por la izquierda de la imagen sería el primer agujero y el quinto. Con lo cual quedarían libres entre las placas para poder realizar una correcta conexión.

- Pletina de unión entre el cilindro guiado y el cilindro puesto en vertical.

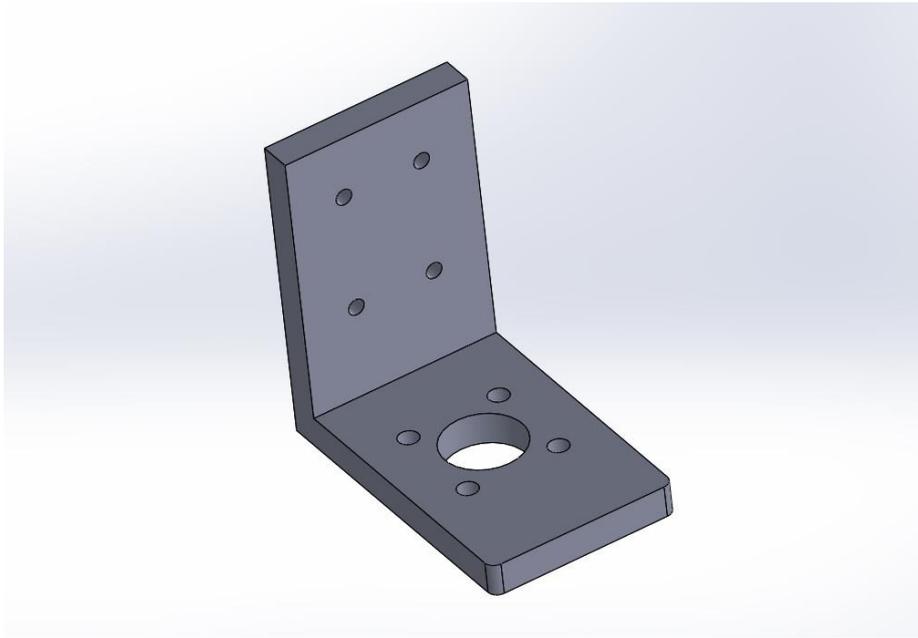


Figura 13. Diseño pletina en forma de "L"

Función:

Esta pletina cumple la función de hacer de nexo de unión entre el cilindro de doble efecto puesto en vertical y el cilindro guiado puesto en horizontal y así poder transmitir el movimiento horizontal de la carrera de cilindro guiado al cilindro puesto en vertical y poder desplazarlo de su posición.

Descripción:

La parte situada en horizontal en la imagen está compuesta por cinco agujeros y será la parte donde irá fijado el cilindro de doble efecto puesto en vertical. El agujero de mayor diámetro está centrado en la pieza y es de 40 mm de diámetro, los otros cuatro agujeros dependen de donde esté situado el agujero principal ya que tienen que estar a la distancia marcada por los agujeros que lleva el cilindro respecto del vástago. El cilindro se ha puesto de forma paralela a la cara vertical de la pletina para que después la pinza esté paralela y pueda coger correctamente el circuito.

En la cara vertical de la pletina se sitúan cuatro agujeros los cuales servirán para fijar la pletina al cilindro guiado, estos tienen las distancias marcadas por la placa que va fijada al vástago del cilindro guiado.

Subconjunto de alimentación de cables.

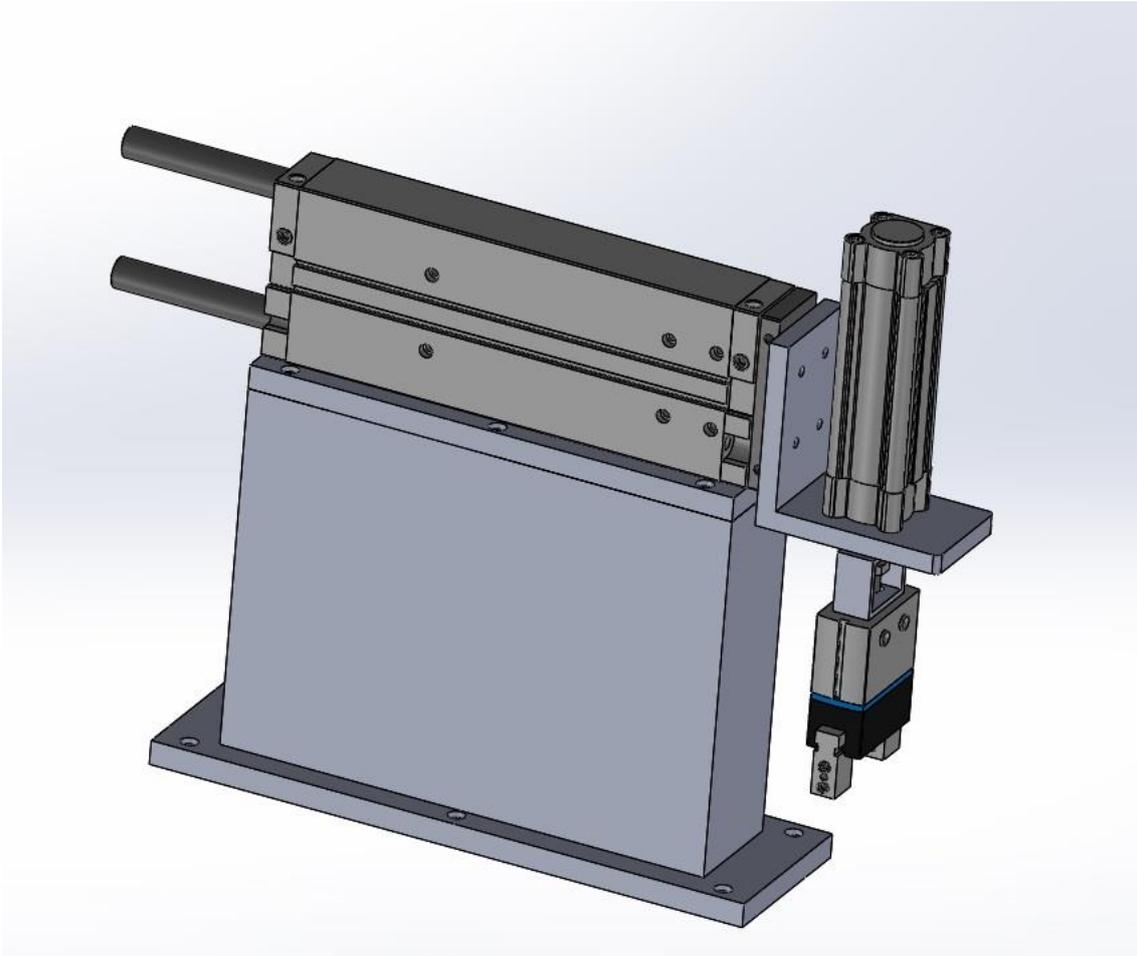


Figura 14. Diseño del subconjunto de alimentación de cables

Descripción de la función que realiza:

Este subconjunto tiene como función principal alimentar la secuencia de prensado con los cables que llegan por la cinta transportadora para poder ser crimpados con los circuitos.

Pasos a realizar por el subconjunto:

Este subconjunto en su posición inicial se encontraría centrado junto con los cables por lo que el primer paso que realizaría sería bajar el cilindro hasta la altura especificada donde se encontrarían los cables, una vez a esta altura actuaría la pinza neumática para agarrar los cables.

El cilindro comenzaría a subir y con él la pinza y los cables agarrados, al llegar a su posición de inicio empezaría a actuar el cilindro guiado puesto en horizontal, el cual se movería hasta la posición especificada y una vez ahí mantendría su posición. Aquí empezaría a bajar de nuevo el cilindro puesto en vertical hasta llegar a la altura donde se encuentra el soporte para dejar los cables introducidos en el conector del circuito.

Una vez introducidos los cables en el conector la pinza los soltaría y el cilindro subiría hasta su posición de inicio igual que el cilindro guiado que retrocedería hasta volver a su posición inicial.

Estos son los componentes que varían con respecto a los distintos subconjuntos.

- Cilindro normalizado de doble efecto DSBC-50-125-D3-PPSA-N3

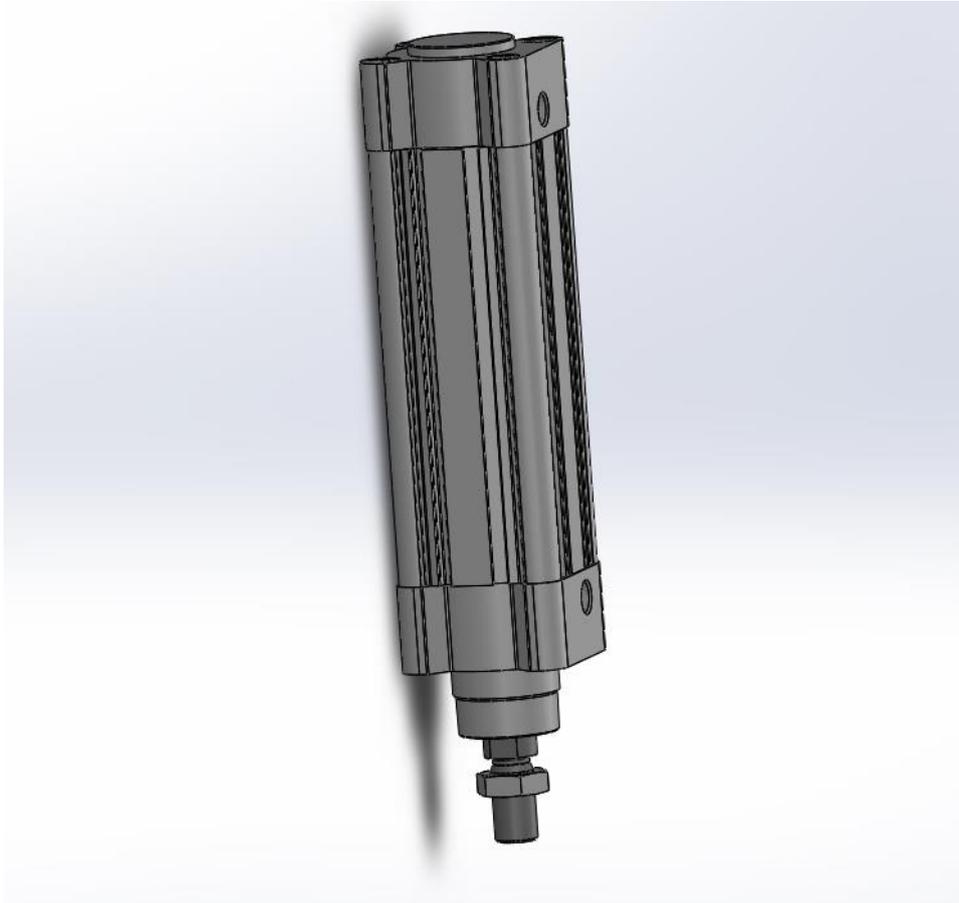


Figura 15. Cilindro normalizado de doble efecto DSBC-50-125-D3-PPSA-N3

Función:

Este cilindro realiza la función de mover la pinza verticalmente para poder llegar al lugar donde se encuentran los circuitos o las plataformas con los cables y así poder levantarlos y trasladarlos a lugar requerido para su crimpado sin producir interferencias con otros elementos.

Descripción:

Este cilindro se coloca de manera vertical y encima de la pletina descrita anteriormente, sería atornillado por la parte de abajo a la pletina para así poder quedar fijado al subconjunto. En la parte del vástago se colocaría la pieza diseñada para sujetar la pinza y con la tuerca que se ve en la imagen se apretaría para dejar fijada la pieza al vástago.

- Unión del vástago del cilindro con la pinza neumática de 2 dedos paralelos.

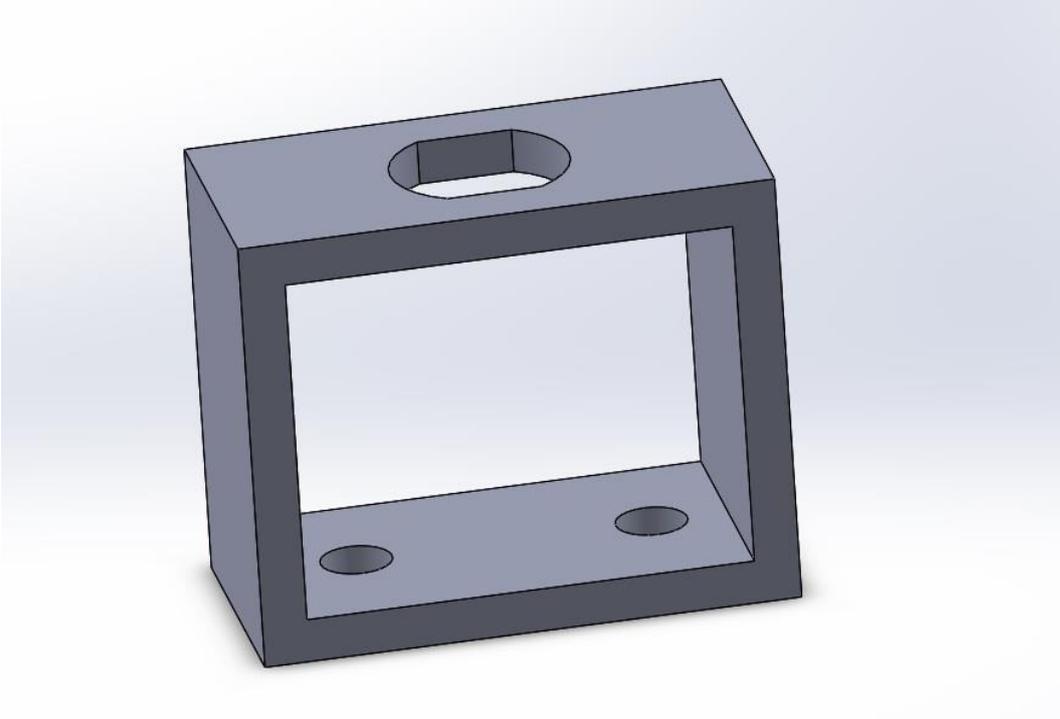


Figura 16. Diseño pieza de unión entre el vástago y la pinza paralela

Función:

La función de esta pieza es realizar la unión entre el cilindro y la pinza neumática.

Descripción:

La parte de arriba de esta pieza está formada por un agujero de 20 mm de diámetro con dos partes planas para ser introducido en el vástago del cilindro de esta manera e impedir que gire la pieza y así conseguir una posición fija para las pinzas neumáticas.

En la parte inferior de la pieza se encuentran dos agujeros de 8 mm de diámetro para poder atornillar la pinza a esta pieza y así quedar sujeta al subconjunto.

- Pinza neumática paralela de dos dedos DHPS-35-A-NC-25

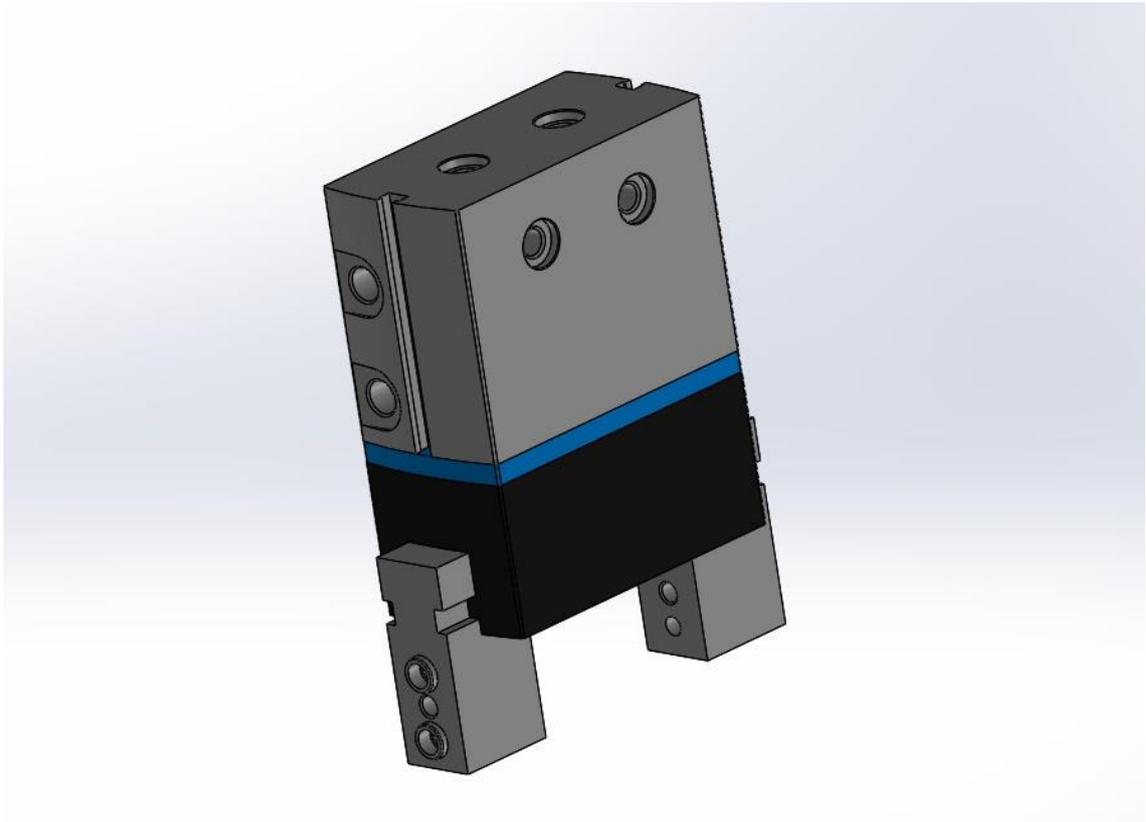


Figura 17. Pinza neumática paralela de dos dedos DHPS-35-A-NC-25

Función:

Esta pinza tiene la función de agarrar el soporte donde van sujetos los cables para trasladarlo hasta la posición de crimpado.

Descripción:

La pinza se atornillaría al subconjunto por los agujeros que aparecen en la parte superior y así se trasladaría el movimiento vertical del cilindro para poder bajar y coger los componentes necesarios.

La conexión de aire comprimido se hace por los dos agujeros que aparecen en la parte superior izquierda de la imagen.

Subconjunto alimentador de circuitos.

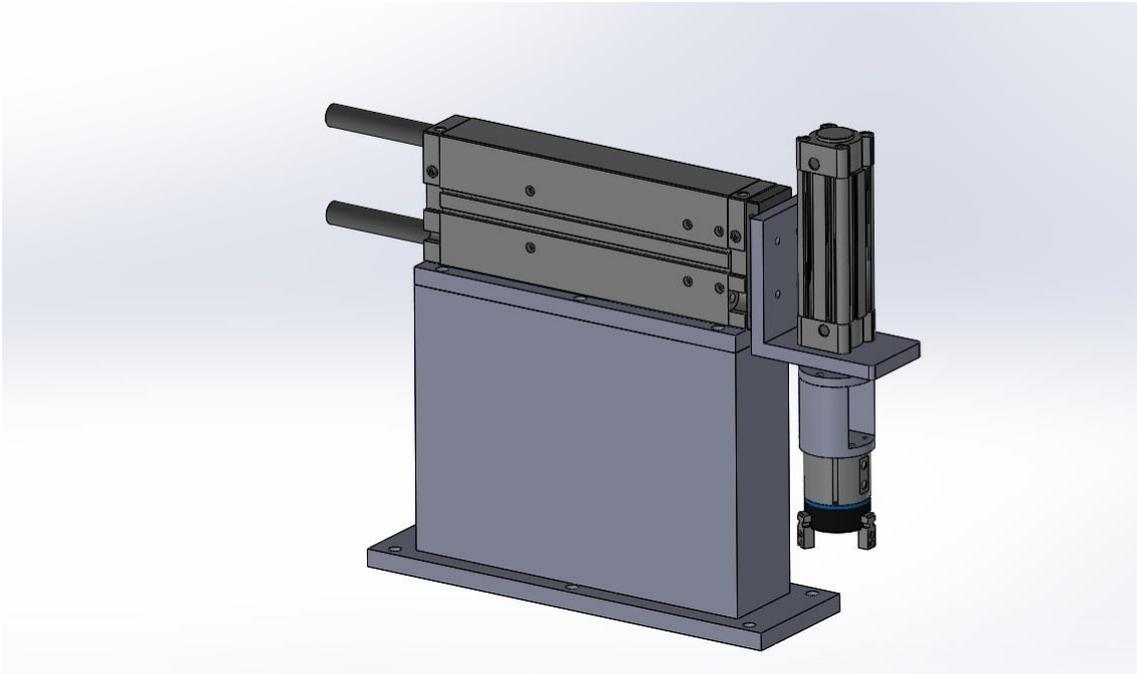


Figura 18. Subconjunto alimentador de circuitos

Descripción de la función que realiza:

Este subconjunto se encarga de alimentar de circuitos la secuencia para poder ser crimpados junto a los cables. Su función es coger los circuitos que van llegando hasta su posición por la cinta transportadora y ponerlos en la posición diseñada para realizar el crimpado.

Pasos a realizar por el subconjunto:

El primer paso que realiza este subconjunto es bajar el cilindro de doble efecto colocado en vertical, este baja hasta la posición donde se encuentra el circuito. Una vez ahí actúa la pinza neumática y agarra el circuito.

Cuando la pinza neumática llega hasta su posición y ha agarrado correctamente el circuito el cilindro comienza a subir hasta su posición inicial.

Después el cilindro guiado que es el que está colocado de forma horizontal comienza a desplazarse hacia la derecha para centrarse con el lugar elegido para realizar el crimpado. Una vez llegado a la posición deseada baja de nuevo el cilindro de doble efecto y la pinza empieza a volver a su posición original para soltar el circuito.

Una vez se ha soltado el circuito el cilindro vuelve a subir y el cilindro guiado vuelve hacia su posición original donde volvería a empezar la secuencia.

Estos son los componentes que varían con respecto a los distintos subconjuntos.

- Cilindro normalizado de doble efecto, DSBC-50-125-D3-PPSA-N3

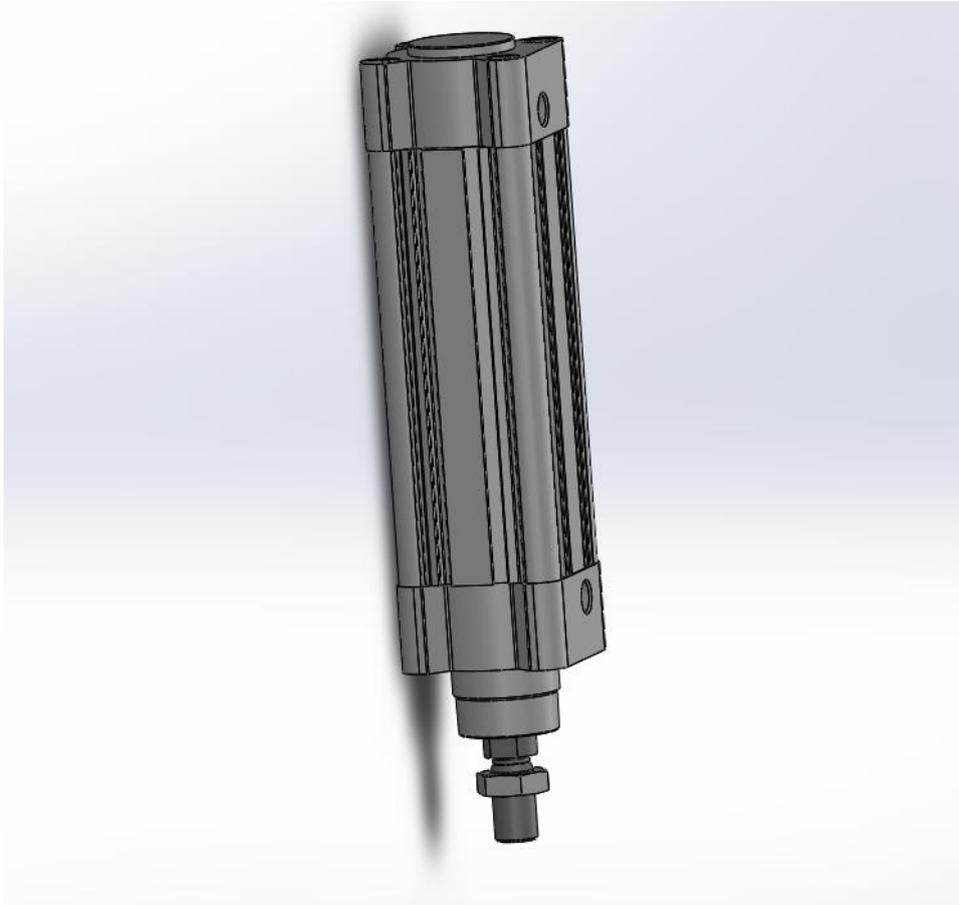


Figura 19. Cilindro normalizado de doble efecto, DSBC-50-125-D3-PPSA-N3

Función:

Este cilindro realiza la función de mover la pinza verticalmente para poder llegar al lugar donde se encuentran los circuitos o las plataformas con los cables y así poder levantarlos y trasladarlos a lugar requerido para su crimpado sin producir interferencias con otros elementos.

Descripción:

Este cilindro se coloca de manera vertical y encima de la pletina descrita anteriormente, sería atornillado por la parte de abajo a la pletina para así poder quedar fijado al subconjunto. En la parte del vástago se colocaría la pieza diseñada para sujetar la pinza y con la tuerca que se ve en la imagen se apretaría para dejar fijada la pieza al vástago.

- Pieza de unión entre el cilindro y la pinza neumática de 3 dedos.

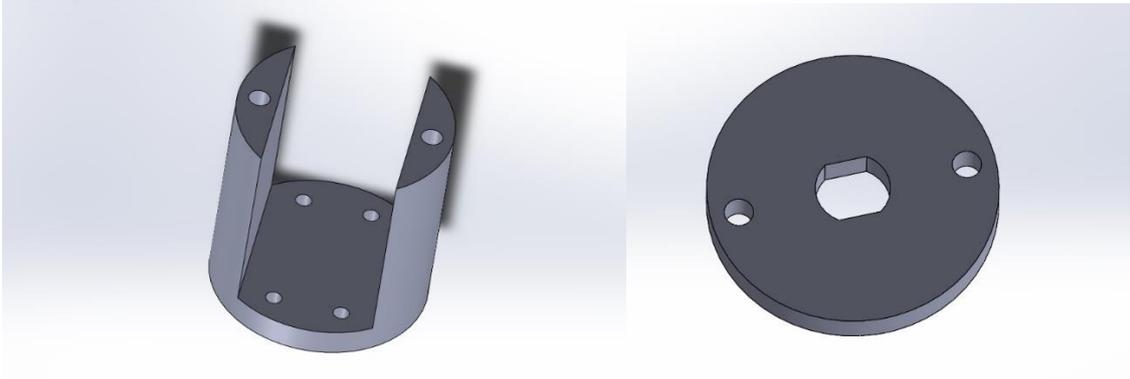


Figura 20 y 21. Diseño pieza de unión entre el vástago y la pinza de 3 dedos

Función:

La función que tienen estas dos piezas es poder conectar y fijar la pinza neumática con el cilindro para poder transmitirle su movimiento.

Descripción:

Esta pieza está dividida en dos partes para que sea más fácil su construcción.

La imagen de la izquierda sería la que va sujeta a la pinza neumática, en esos cuatro agujeros se atornillaría la pinza.

La imagen de la derecha iría atornillada a la pieza de la izquierda y posteriormente introducida en su posición con el vástago y quedaría sujeta con la tuerca del vástago.

Los diámetros de los agujeros son de 8 mm todos menos el agujero central que sería de 20 para poder ser introducido en el vástago del cilindro.

- Pinza neumática de 3 dedos DHDS-50-A-6

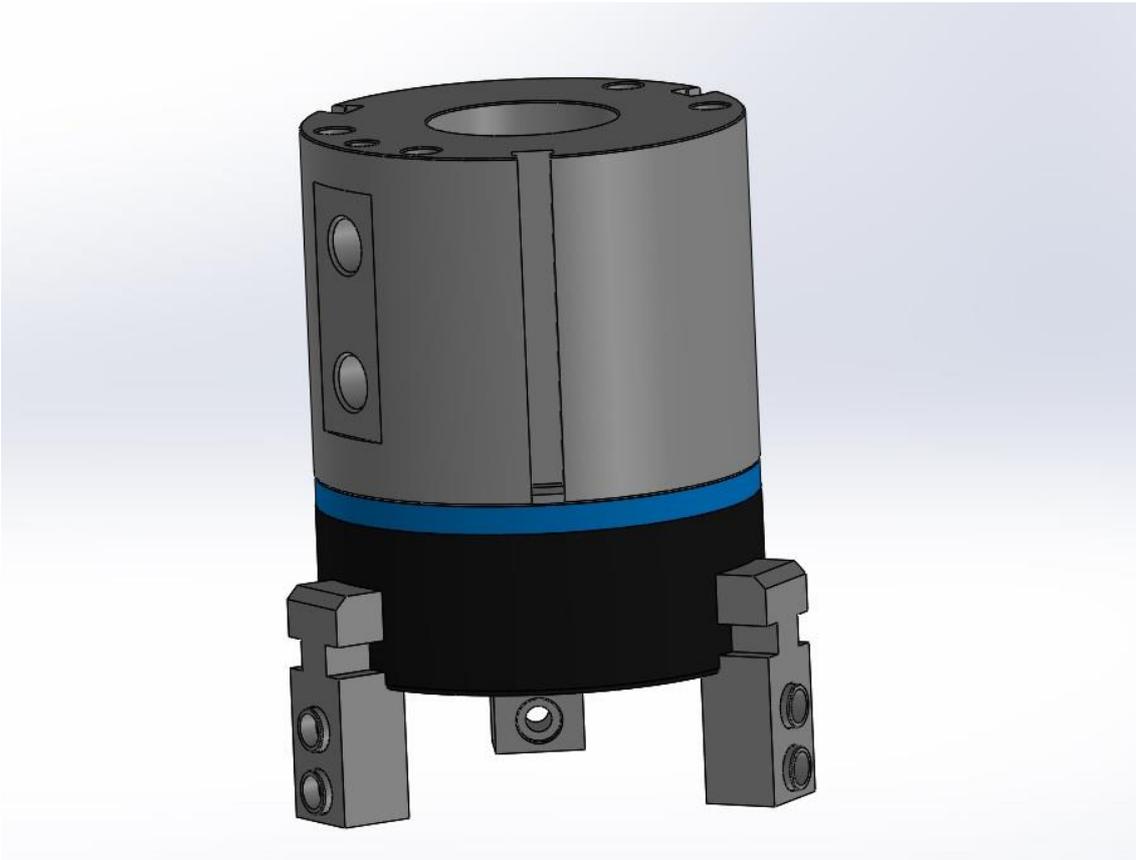


Figura 22. Pinza neumática de 3 dedos DHDS-50-A-6

Función:

Esta pinza tiene la función de coger los circuitos para mediante los movimientos de los cilindros desplazarlo hasta el lugar de crimpado.

Descripción:

Esta pinza tiene 3 dedos para poder sujetar de mejor forma y de forma más segura el cilindro ya que este tiene forma circular.

Esta pinza se sujeta por la parte de arriba en la que vemos 4 agujeros por los que será atornillada para sujetarse a la pieza diseñada para conectarla con el cilindro.

La conexión de aire comprimido se realiza por los dos agujeros situados en la parte de la izquierda de la imagen y por encima de la línea azul.

Subconjunto de prensado de los componentes.

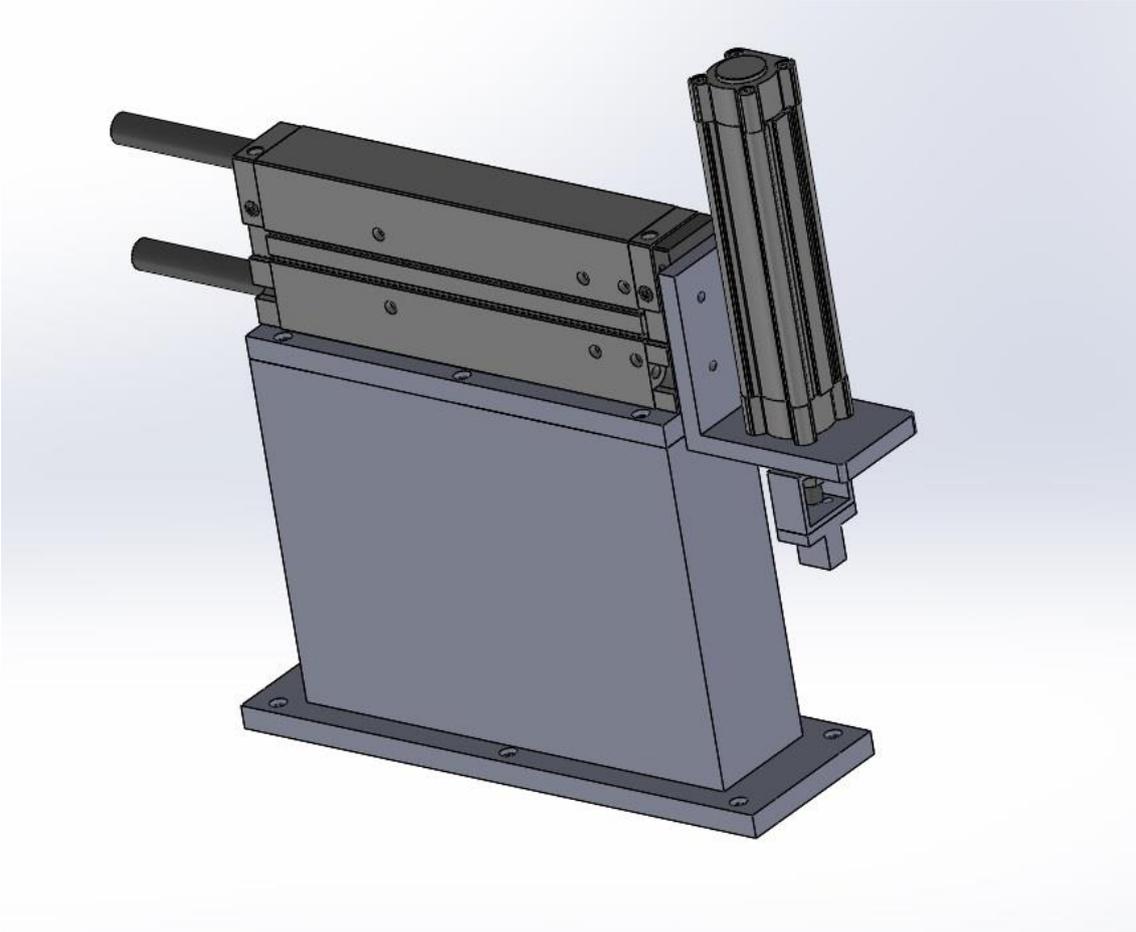


Figura 23. Subconjunto de prensado de los componentes

Descripción de la función que realiza:

Este subconjunto se encarga de crimpar los cables con el conector del circuito.

Pasos a realizar por el subconjunto:

El primer paso a realizar por este subconjunto es desplazar el cilindro puesto en vertical hasta situarse encima del conector del circuito. Para ello se dispone de un cilindro guiado puesto en horizontal, este empezara a moverse hasta centrar el cilindro vertical con el conector.

Una vez centrado el cilindro vertical bajará el vástago del cilindro para ejercer la fuerza sobre el conector y crimpar los cables. Al terminar este paso el vástago volverá a su posición de inicio y el cilindro guiado retrocederá hasta su posición de origen.

Estos son los componentes que varían con respecto a los distintos subconjuntos.

- Cilindro normalizado de doble efecto DSBS-50-200-D3-PPSA-N3.



Figura 24. Cilindro normalizado de doble efecto DSBS-50-200-D3-PPSA-N3.

Función:

Este cilindro tiene la función de bajar la pieza diseñada para crimpar los cables con el conector del circuito. Este cilindro es de mayor carrera que el de los otros subconjuntos debido a la carrera que debe cubrir para desplazar la pieza.

Descripción:

Este cilindro se coloca de manera vertical y encima de la pletina descrita anteriormente, sería atornillado por la parte de abajo a la pletina para así poder quedar fijado al subconjunto. En la parte del vástago se colocaría la pieza diseñada para crimpar los cables y con la tuerca que se ve en la imagen se apretaría para dejar fijada la pieza al vástago.

- Unión del vástago del cilindro con la pieza que ejercerá la fuerza al conector

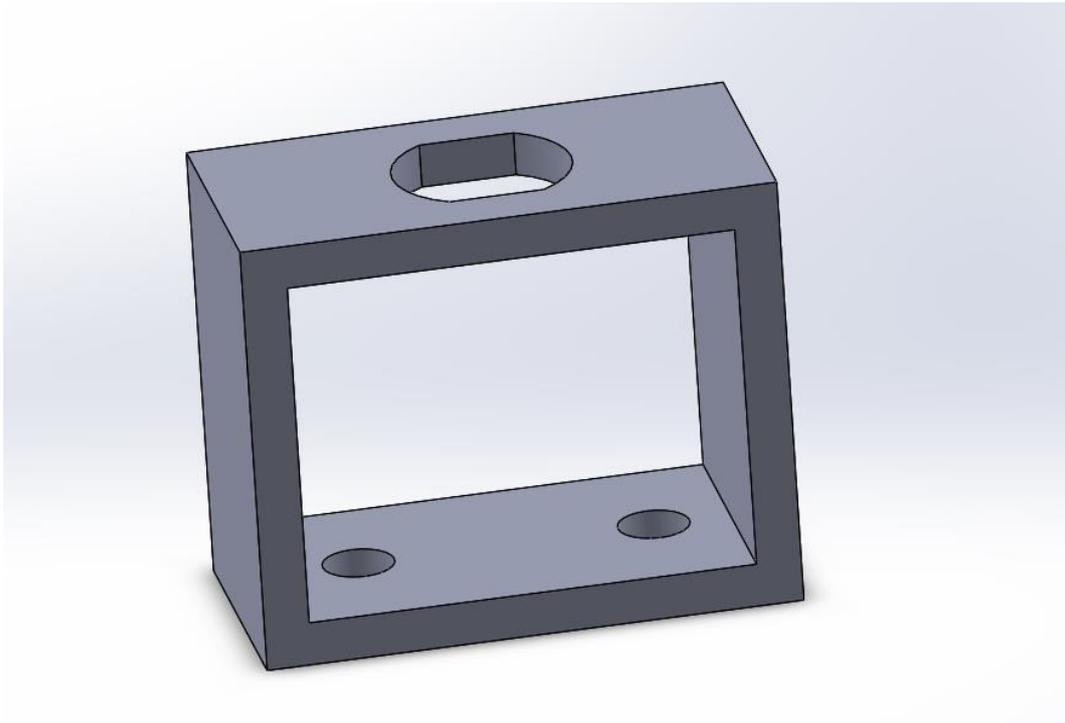


Figura 25. Pieza de unión entre el vástago y la prensa

Función:

La función de esta pieza es realizar la unión entre el cilindro y la pieza que ejercerá la fuerza al conector del circuito para crimpar los cables.

Descripción:

La parte de arriba de esta pieza está formada por un agujero de 20 mm de diámetro con dos partes planas para ser introducido en el vástago del cilindro de esta manera e impedir que gire la pieza y así conseguir una posición fija para la prensa.

En la parte inferior de la pieza se encuentran dos agujeros de 8 mm de diámetro para poder atornillar la prensa a esta pieza y así quedar sujeta al subconjunto.

- Pieza que realizará la función de prensa para crimpar los cables al conector.

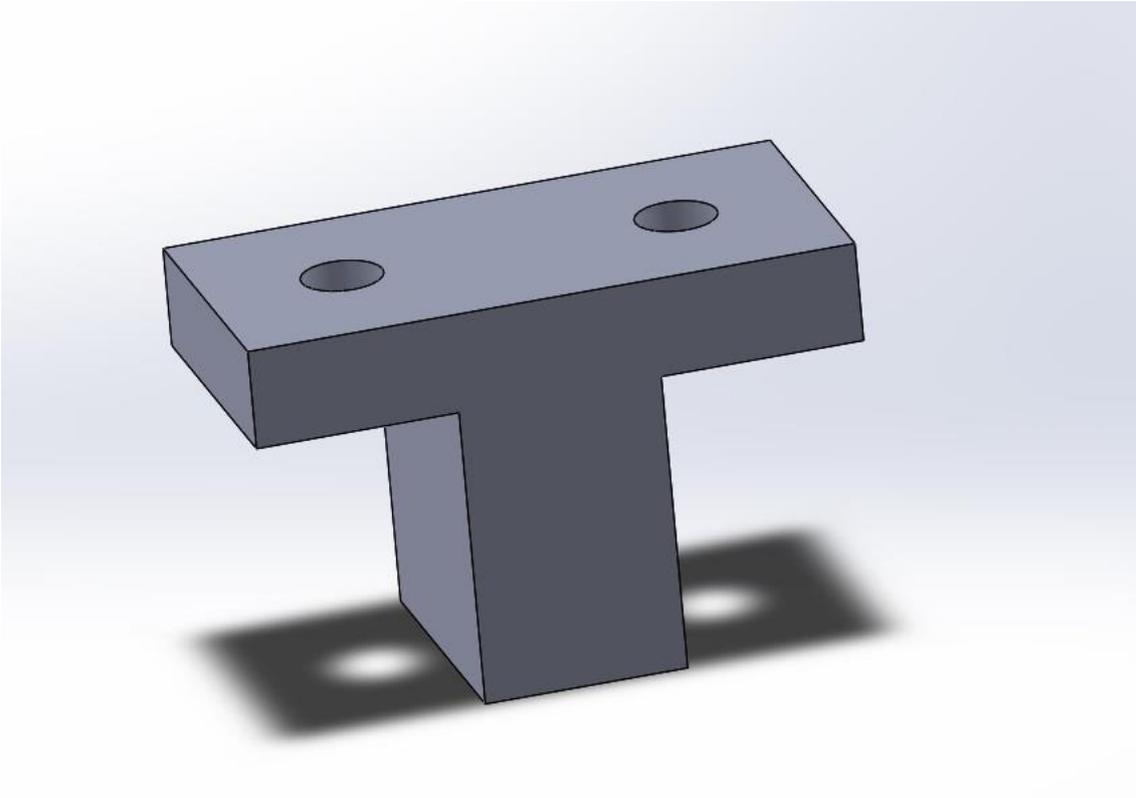


Figura 26. Pieza que ejercerá de prensa

Función:

Esta pieza cumplirá la función de prensa ya que la parte de abajo de la pieza estará centrada con el conector del circuito por lo tanto cuando el cilindro puesto en vertical baje esta pieza se irá aproximando hasta el conector hasta entrar en contacto con él y ejercer la fuerza suficiente para crimparlo.

Descripción:

Esta pieza está diseñada en forma de "T" para tener una mejor conexión con la pieza anterior y poder ser fijada bien y para ejercer una fuerza sobre el conector que esté centrada y poder así crimpar correctamente el conector.

Los agujeros que se ven en la parte superior de la pieza son agujeros pasantes de 8 mm de diámetro. Esta pieza sería atornillada por debajo.

Subconjunto de recogida de producto.

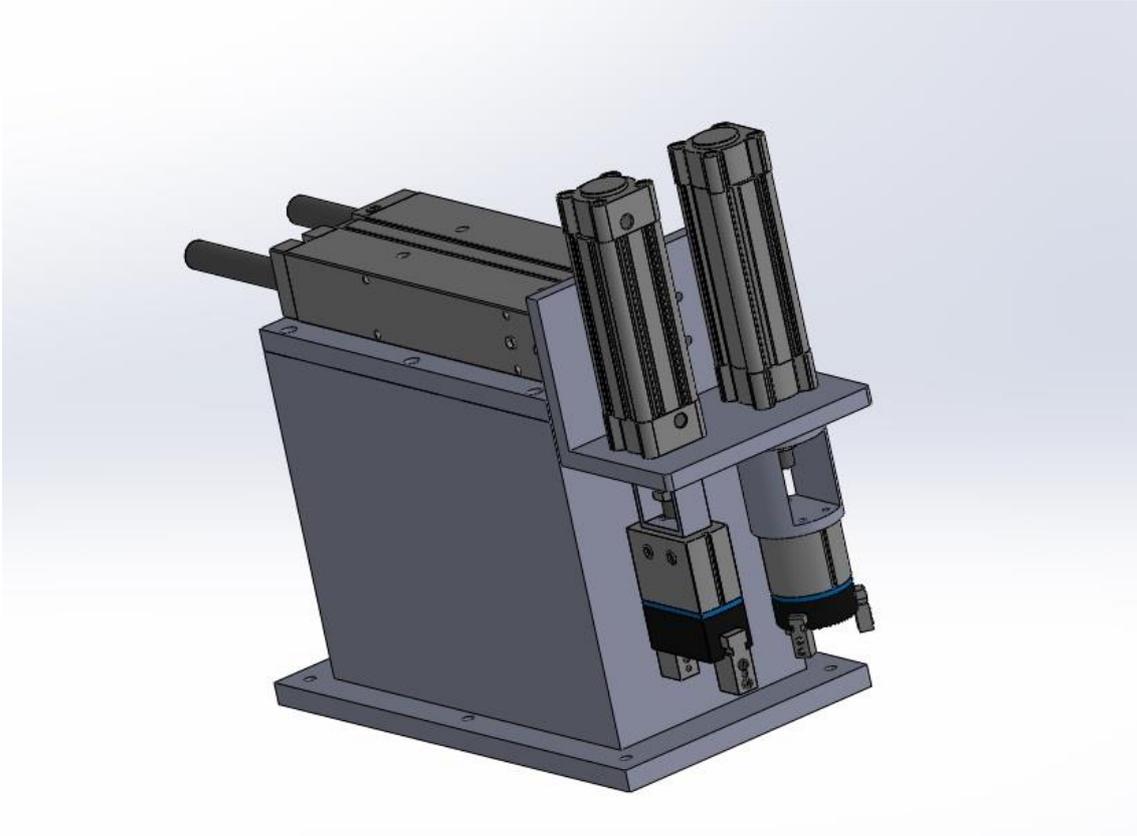


Figura 27. Diseño del subconjunto de recogida de producto

Este subconjunto estaría formado por los elementos puestos en común para todos los subconjuntos aunque con alguna variación en las dimensiones como se puede apreciar en los planos, además otra de las variaciones que sufre este subconjunto es que el cilindro guiado irá colocado de forma horizontal para soportar mejor las cargas de los cilindros que serán puestos en vertical para recoger las piezas una vez realizado el crimpado.

Los componentes neumáticos y las conexiones para las pinzas que utilizará este subconjunto serán las mismas que los del subconjunto de alimentación de circuitos y los del subconjunto de alimentación de cables.

9. Subconjunto productor de aire.

Puesto que la empresa no dispone de aire comprimido en la zona donde se insertaría la línea automática se tiene que elegir un compresor acorde con las necesidades del circuito.

ESQUEMA BÁSICO DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO

Este sería el esquema genérico del conjunto total de un circuito neumático:



Figura 28. Esquema básico de un circuito neumático.

1. El compresor aspira aire atmosférico, aumentando su presión y generando aire comprimido.
2. Este aire alimenta el resto de la instalación a través de un conjunto de conducciones diseñadas para tal fin.
3. La circulación del aire comprimido se controla a través de un conjunto de válvulas.
4. Las válvulas regulan el funcionamiento de los actuadores, en los que se transforma la energía acumulada por el aire comprimido en energía mecánica.

9.1. COMPONENTES.

- COMPRESOR

El aire comprimido se obtiene por medio de compresores.

Los compresores son máquinas capaces de elevar la presión del aire que aspiran de la atmósfera hasta un valor conveniente.

Para instalar dichas máquinas se debe elegir un lugar exento de polvo y lo más fresco posible. En cualquier caso, éstas toman de aire del exterior a través de un conducto en cuyo interior se encuentra un filtro en el que quedan atrapadas las impurezas que lleva el aire en suspensión.

Generalmente todos los compresores disponen de una serie de dispositivos de seguridad y de control del aire comprimido, tales como:

El regulador de presión: Se encarga de controlar la presión de trabajo del circuito neumático, para lo cual dispone de una llave de paso y de un manómetro que indica la presión de salida.

El presostato: Se encarga de mantenerla presión en el interior del depósito dentro de unos márgenes, conectando y desconectando el dispositivo de compresión del aire según proceda. Se trata de un sistema que actúa entre dos márgenes de presión a las órdenes del manómetro y de un sistema de control.

Válvula de seguridad: Cuando la presión del depósito supera una determinada presión de calibración, se abre esta válvula y se deja escapar el aire al exterior. Dicho dispositivo es de vital importancia, pues evita que el depósito pueda romperse por exceso de presión.

- CONDUCCIONES.

El aire comprimido producido en el compresor se distribuye hacia el resto de los elementos que configuran el sistema a través de un conjunto de tuberías. Este conjunto de tuberías constituye una red o circuito de aire comprimido que comunica los distintos dispositivos del sistema neumático. Sus componentes se suelen fabricar de cobre, acero o plástico, y deben tener un diámetro adecuado para mantener el caudal y la presión idóneos en el circuito.

- Red abierta: Se caracteriza por alimentar a los diferentes actuadores o consumos de forma simultánea desde la alimentación, estando en contacto las tuberías con la presión atmosférica. Suele usarse para la expulsión de aire a presión para limpieza y otros trabajos similares. Ejemplo de aplicación: equipos de pintura a base de pistolas automáticas en talleres automovilísticos.

- Red cerrada: Los circuitos de esta red están estancos, es decir, cerrados, manteniendo en su interior aire a presión sin estar en contacto con el ambiente. Estas redes se destinan a los procesos de control en actuadores como cilindros y motores neumáticos.

- VÁLVULAS:

Las válvulas neumáticas son dispositivos que permiten controlar o regular el flujo del aire comprimido. Su función es análoga a la que realizan los interruptores y conmutadores en los circuitos eléctricos, de forma que permiten gobernar el estado de los actuadores neumáticos y controlar el funcionamiento del circuito.

Existen varios tipos de válvulas, que se pueden clasificar en función de la labor que realizan de la siguiente forma:

1. Válvulas distribuidoras.

Todas las válvulas distribuidoras se caracterizan por dos características fundamentales:

- Número de vías y número de posiciones.

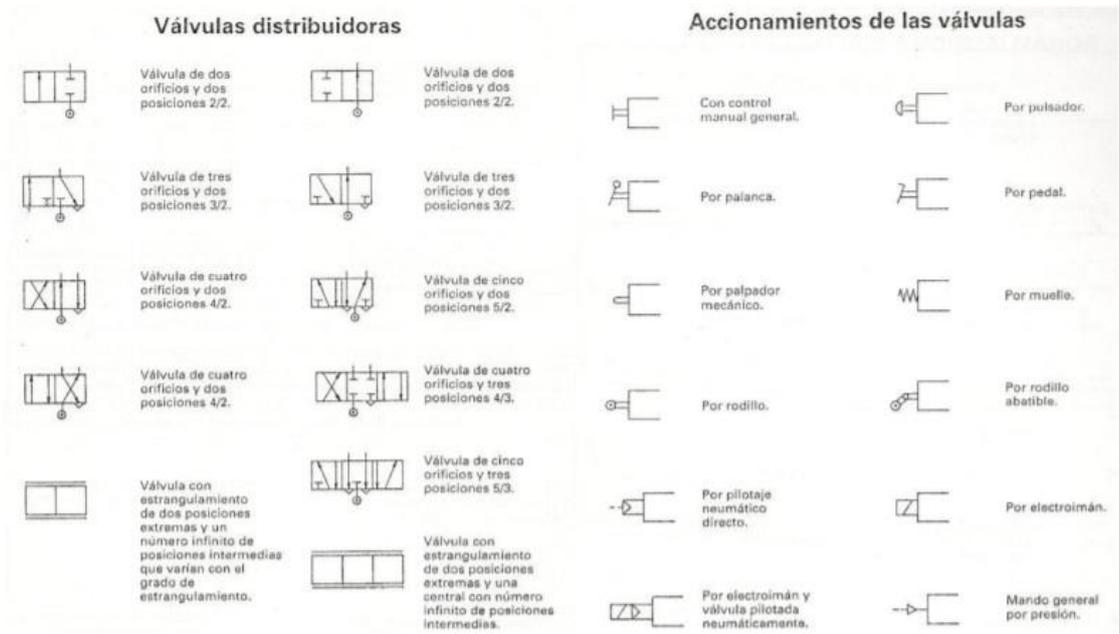


Figura 29. Símbolos de las válvulas

2. Otros tipos de válvulas: anti retorno, reguladoras...

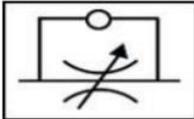
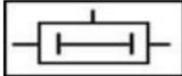
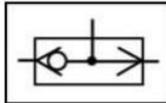
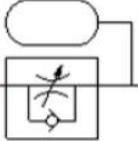
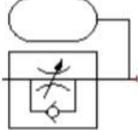
Nombre	Símbolo	Descripción
Antirretorno		Permite la circulación del aire en un único sentido.
Reguladora bidireccional		Regula la cantidad de aire en ambos sentidos.
Reguladora unidireccional		Regula la cantidad de aire en un solo sentido.
De simultaneidad (Y) "AND"		Para que deje pasar el aire es necesario que este entre simultáneamente por ambos lados.
Selectora de circuito (O) "OR"		Permite la circulación del aire usando una de las dos entradas que dispone de presión.
Temporizador a la conexión		La temporización se logra colocando una válvula reguladora unidireccional y un depósito.
Temporizador a la desconexión		Cuanto mayor sea el depósito, mayor será el retardo.

Figura 30. Símbolos y explicación de las válvulas.

9.2. Esquema del circuito neumático diseñado.

En este apartado se puede ver el esquema neumático que tendrá el circuito. Se ha simplificado el esquema neumático para poder verlo bien ya que todos los subconjuntos tendrían el mismo esquema, lo único que cambiaría serían las pinzas neumáticas ya que todos los subconjuntos cuentan con un cilindro de doble efecto guiado y un cilindro de doble efecto. Para realizar este esquema se ha utilizado el programa FluidSim 5.0.

El esquema neumático de estos subconjuntos es el siguiente:

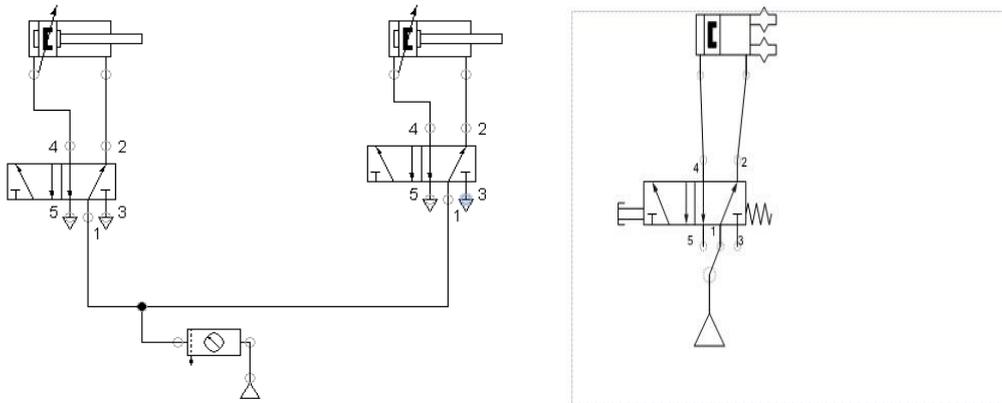


Figura 31. Esquema del circuito neumático del subconjunto de alimentación de cables

En este esquema podemos ver una fuente productora de aire comprimido la cual a su salida tiene una unidad de mantenimiento, después se puede apreciar cómo se divide en dos caminos para suministrar aire a los dos cilindros por separado y que puedan activarse independientemente. Las válvulas elegidas han sido válvulas 5/2 vías.

En la otra imagen se puede ver el esquema del circuito neumático que seguirían los subconjuntos que tuviesen pinza neumática. Se ha escogido una válvula 5/2 vías para este esquema también.

La conexiones de este circuito serán de G ¼ y G 1/8 que son las conexiones de los cilindros neumáticos y de las pinzas neumáticas.

9.3. Elección de los componentes del conjunto productor de aire.

Una vez realizados los cálculos del consumo de aire que tendrá el conjunto se dispone a elegir un compresor que cumpla con las características necesarias para poder abastecer de aire a todo el conjunto.

Como se puede comprobar en el ANEXO II el consumo total del conjunto es de 209.908 L. Por ello se tiene que elegir un compresor que pueda cumplir con esta producción de aire comprimido para abastecer al circuito. El compresor seleccionado además debe cumplir con las presiones necesarias de trabajo en el circuito diseñado. Por ello el compresor elegido es el siguiente:

- Compresor NB 5/ 5.5 FT/ 270 Nuair

Además del compresor se ha seleccionado un secador y un filtro para poder disponer de aire comprimido en óptimas condiciones y así alargar la vida útil de los componentes del circuito.

El secador elegido para el circuito de producción de aire será el secador frigorífico FX-1.

Se ha elegido este secador ya que su capacidad nominal es de 6 L/s por lo que cumpliría con la capacidad necesaria para abastecer a nuestro circuito neumático, además trabaja a presiones a las que normalmente se encontrará el circuito.

Una vez elegido el secador que más se ajusta a las necesidades del circuito neumático se elige el filtro necesario para filtrar el aire que se producirá en el compresor y que pasará a los componentes del circuito, por ello se pretende poner un filtro antes de que llegue a dichos componentes para mejorar la calidad del aire, el filtro elegido para ello es el filtro regulador Festo, MS4-LFR-1/4-D6-CRM-AS.

Este filtro se ha escogido por razones de que el tamaño de filtración es suficiente y puede trabajar en las presiones en las que normalmente estará nuestro circuito, además la conexión de puerto que tiene serviría ya que sería la misma conexión que se utilizará en el resto del circuito.

10. PRESUPUESTO

1. Instalación conjunto principal.

1.1. Subsistema productor de aire comprimido.

Componentes	Unidades	Precio por unidad (€)	Precio total
Compresor NB 5/ 5.5 FT/ 270 Nuair	1	1209.00	1209.00
Secador frigorífico FX-1	1	836.11	836.11
Filtro regulador festo, MS4-LFR-1/4-D6-CRM-AS	1	70.45	70.45
Total capítulo 1.1			2115.56 € iva incluido

1.2. Subsistema consumidor de aire comprimido.

Componentes	Unidades	Precio por unidad (€)	Precio total (€)
Cilindro guiado DFM-50-320-B-P-A-GF	4	640.89	2563.56
Cilindro doble efecto carrera 125mm DSBC-50-125-D3-PPSA-N3	4	166.88	667.52
Cilindro doble efecto carrera 200mm DSBC-50-200-D3-PPSA-N3	1	174.66	174.66
Pinza paralela de dos dedos DHPS-35-A-NC-25	2	827.36	1654.72
Pinza de tres dedos DHDS-50-A-6	2	948.07	1896.14
Piezas de aluminio	120.94 (Kg)	1.53 (Por kg)	185.04
Tornillos allen M8x16	76	0.14	10.64
Tornillos allen M5x16	8	0.23	1.84
Válvula 5/2 vías	13	53.75	698.75
Total capítulo 1.2.			7852.87 € iva incluido

1.3. Montaje y puesta en marcha.

Componentes	Unidades	Precio por unidad (€)	Precio total (€)
Mano de obra de un tornero	8 (horas)	45	360
Montaje del conjunto	6 (horas)	18	108
Puesta en marcha del conjunto	3 (horas)	18	54
Total capítulo 1.3.			522 € + IVA= 631.62 €

El presupuesto total de este proyecto para automatizar la línea de producción asciende a la cantidad de 10600.05 €.

11. Conclusiones

En primer lugar, es necesario comentar que se ha elegido un proceso neumático porque es el que más se ajusta a las necesidades de la empresa solicitante, por presupuesto para esta línea y por el espacio que se tiene para el montaje.

Primero se ha realizado un prediseño en el que se han tenido en cuenta las pretensiones de la empresa en cuanto a las dimensiones que debería tener la línea. Después se ha realizado una preselección de los componentes neumáticos seleccionados y cabe destacar la gran cantidad de componentes neumáticos que se pueden encontrar en el mercado, por ellos se realiza su elección dependiendo de la carrera que se necesita y de los esfuerzos a los que va a estar expuesto dicho componente.

Teniendo en cuenta estos dos parámetros de selección se puede decir que los componentes seleccionados finalmente son los correctos ya que cubren la carrera necesaria y además con los cálculos realizados se puede ver que soportarían los esfuerzos a los que serían sometidos.

En este proyecto también habría que diseñar diferentes componentes mecánicos para poder realizar un correcto ensamblaje de todos los componentes neumáticos, estos componentes han de ser sometidos a estudios para comprobar que soportarían los esfuerzos que se realizarán sobre ellos.

Una vez realizados los cálculos y las simulaciones de esfuerzos sobre los componentes mecánicos más críticos se puede confirmar que estos cumplirían debidamente su función ya que serían capaces de soportar los esfuerzos a los que estarían expuestos dichos componentes.

Por lo tanto, una vez terminado este proyecto se puede decir que se han cumplido los objetivos que se marcaron al empezar.

12. BIBLIOGRAFÍA

https://www.parker.com/literature/Brazil/M1001_BR_Neumatica.pdf

file:///C:/Users/aleja_000/Downloads/PFC-NEUMATICA_Alejandro_Buenache.pdf

<http://e->

[ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4915/html/3 clculo de fuerza potencia y consumo de aire.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4915/html/3_clculo_de_fuerza_potencia_y_consumo_de_aire.html)

- Búsqueda de componentes neumáticos y de precios.

<https://adajusa.es/cilindros-neumaticos-o50/cilindro-o-50x300-doble-efecto.html>

<http://aircontrol-metals.com/docs/Catalogo-ISO-17-ES-EN.pdf>

https://www.festo.com/cat/es_es/products_DFM_INCH

http://www.gmsystem.net/es/productos/cilindro_serie_vip

<https://rodavigo.net/catalogos/SMC/Automatizaci%C3%B3n%20industrial/11%20Pinzas.pdf>

<https://es.scribd.com/document/164967763/Partes-que-componen-a-un-sistema-neumatico>

<https://adajusa.es/cilindros-neumaticos-o50/cilindro-o-50x200-doble-efecto.html>

http://www.fms.pt/es/aluminio/chapas/chapa_de_aluminio.html

<https://adajusa.es/cilindros-neumaticos-o80/cilindro-o-80x200-doble-efecto.html>

<https://adajusa.es/cilindros-neumaticos-o50/cilindro-o-50x300-doble-efecto.html>

<https://adajusa.es/electrovalvulas-sobre-placa-base/electrovalvula-52-vias-biestable-24vcc-mindman.html>

<https://www.compresoresonline.es/tratamiento-del-aire/secadores-frigorificos/10-secador-frigorifico-fx-1.html>

- Búsqueda de tornillos y de precios.

<https://www.indexfix.com/producto/11071-DIN-912->

<https://neumaticabasicaepp.wordpress.com/44-2/produccion-del-aire-comprimido/>

https://www.edu.xunta.gal/centros/iesmos/aulavirtual2/pluginfile.php/3328/mod_resource/content/0/Tema_5/Apuntes_neumatica.pdf

<https://www.tornilleriamalaguena.com/tienda/din-912-inox/1794-tornillo-din-912-m16x16-a2.html>

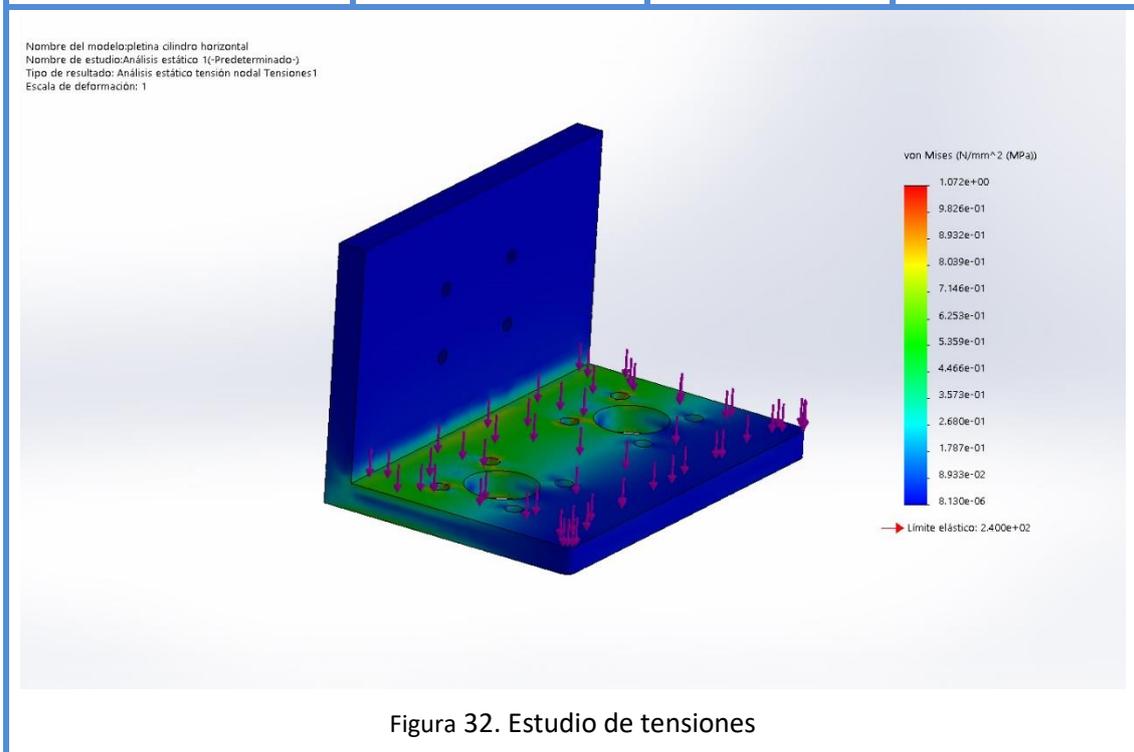
ANEXOS

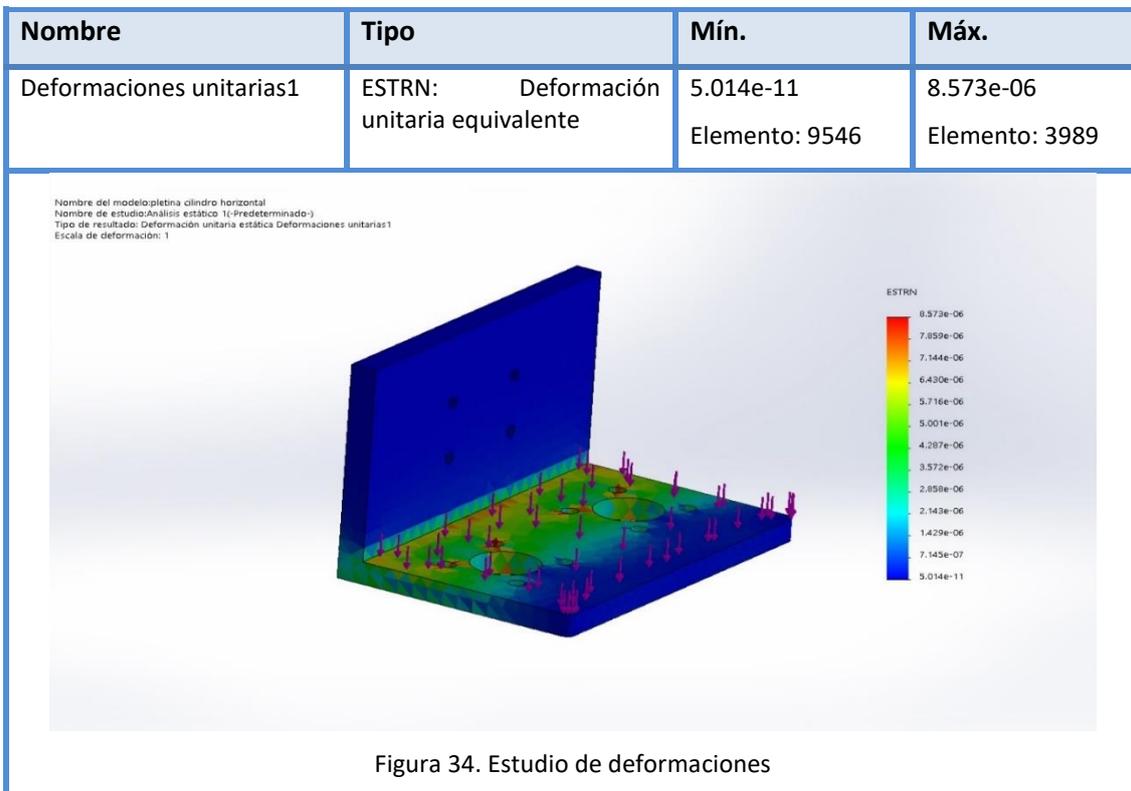
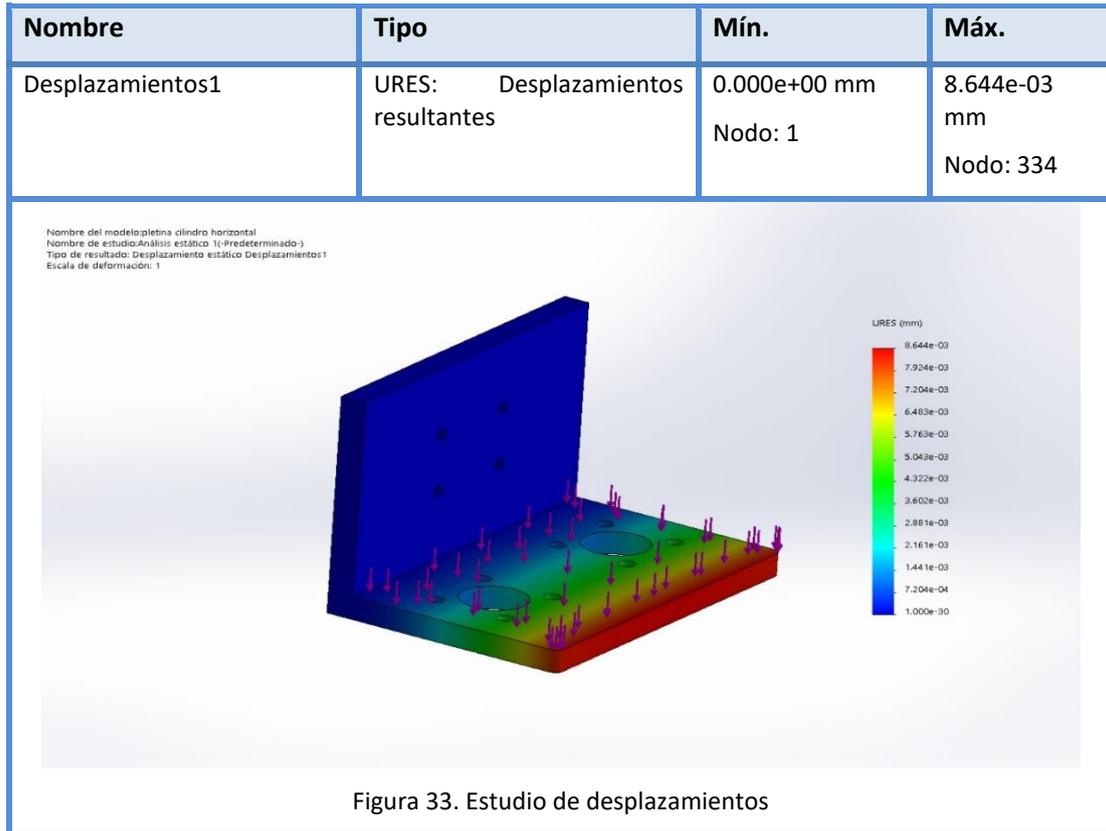
ANEXO I: Cálculos justificativos y simulaciones

Para realizar tanto los cálculos como las simulaciones se ha utilizado el programa SolidWorks, en él se han diseñado los componentes mecánicos que harían falta para hacer un correcto ensamblaje de la estructura y después se ha sometido a una simulación de esfuerzos a los componentes críticos de cada subconjunto para ver que soportarían los esfuerzos a los que estarían expuestos.

Cálculo justificativo y simulación de la pletina en "L" del subconjunto de recogida de producto.

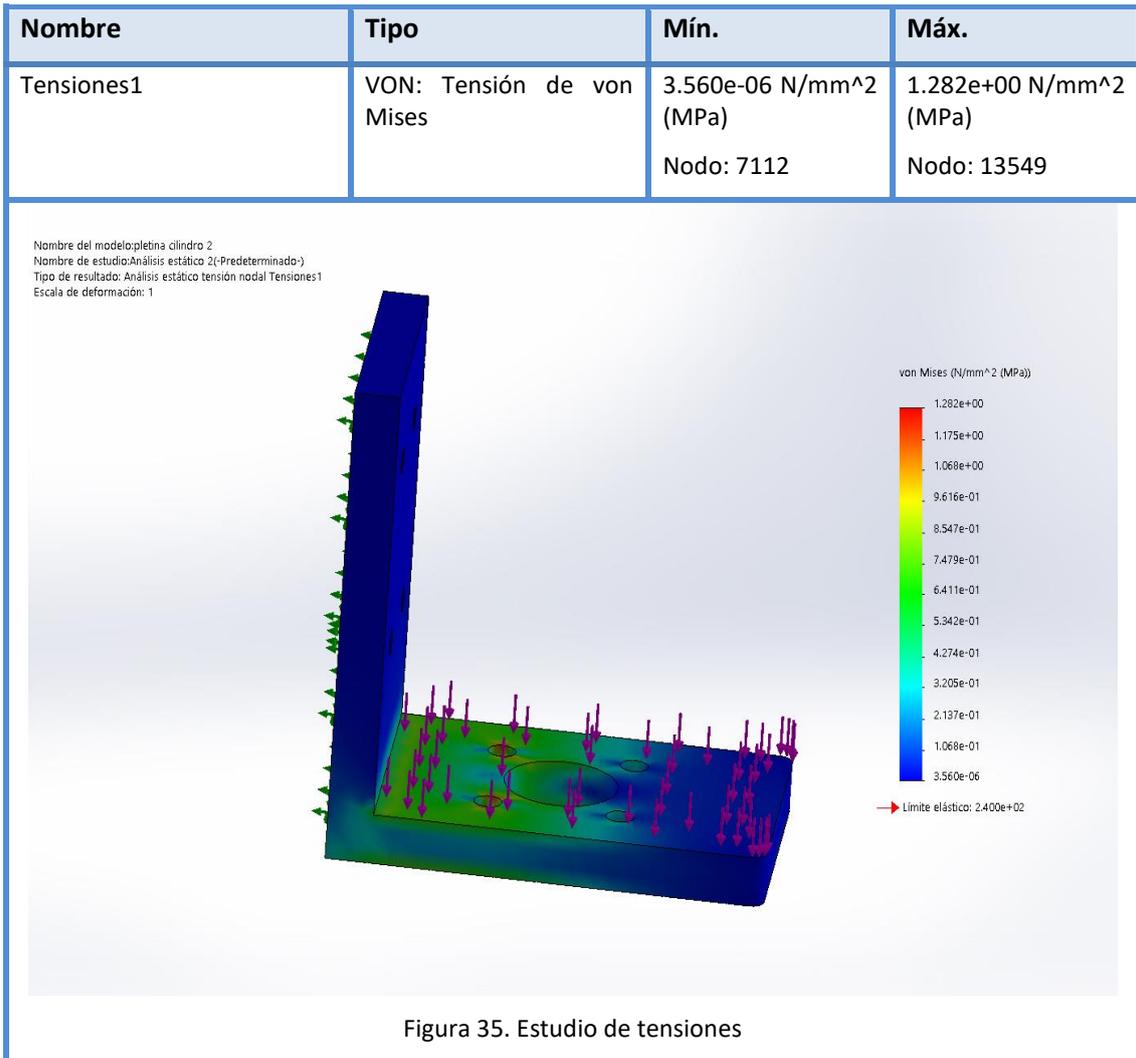
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	8.130e-06 N/mm ² (MPa) Nodo: 15220	1.072e+00 N/mm ² (MPa) Nodo: 17366





Cálculo justificativo y simulación de la pletina en “L” del subconjunto de cables, circuitos y prensa.

La carga a la que está sometida esta pieza es de 50 N, que es superior a lo que estaría expuesta en el subconjunto, por tanto, si supera este esfuerzo debe superar al que será sometido en su lugar del ensamblaje.



Diseño y estudio técnico de un equipo automatizado para el crimpado de cables.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1	1.093e-02 mm Nodo: 256

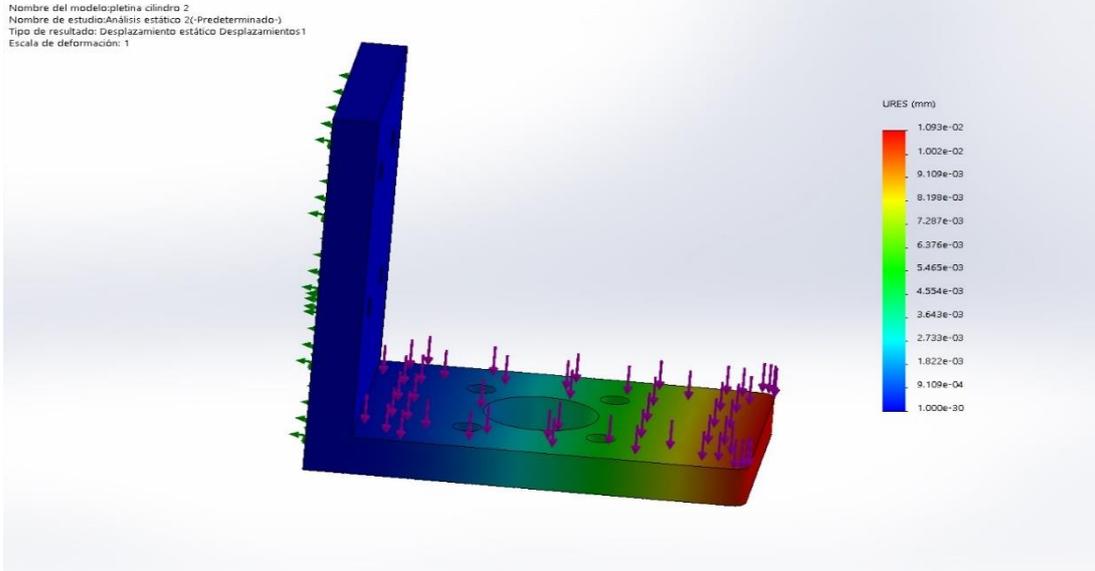


Figura 36. Estudio de desplazamientos

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.689e-11 Elemento: 1784	1.145e-05 Elemento: 1040

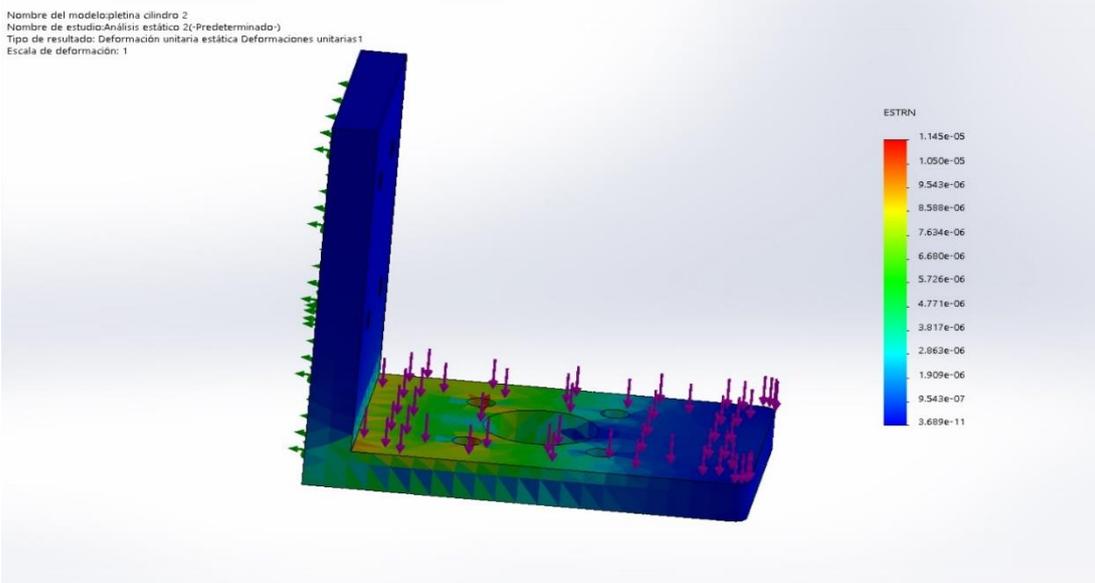


Figura 37. Estudio de deformaciones

Cálculo justificativo y simulación de la pieza que unirá el vástago del cilindro con la pinza neumática plana de dos dedos.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.394e-04 N/mm ² (MPa) Nodo: 10059	3.116e+00 N/mm ² (MPa) Nodo: 8143

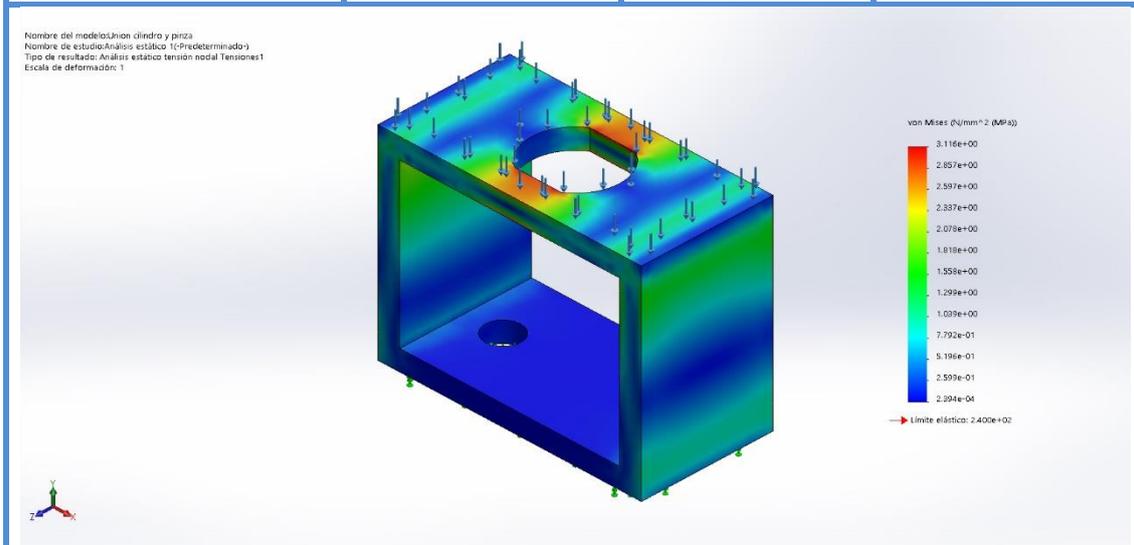


Figura 38. Estudio de tensiones

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 6	3.649e-03 mm Nodo: 176

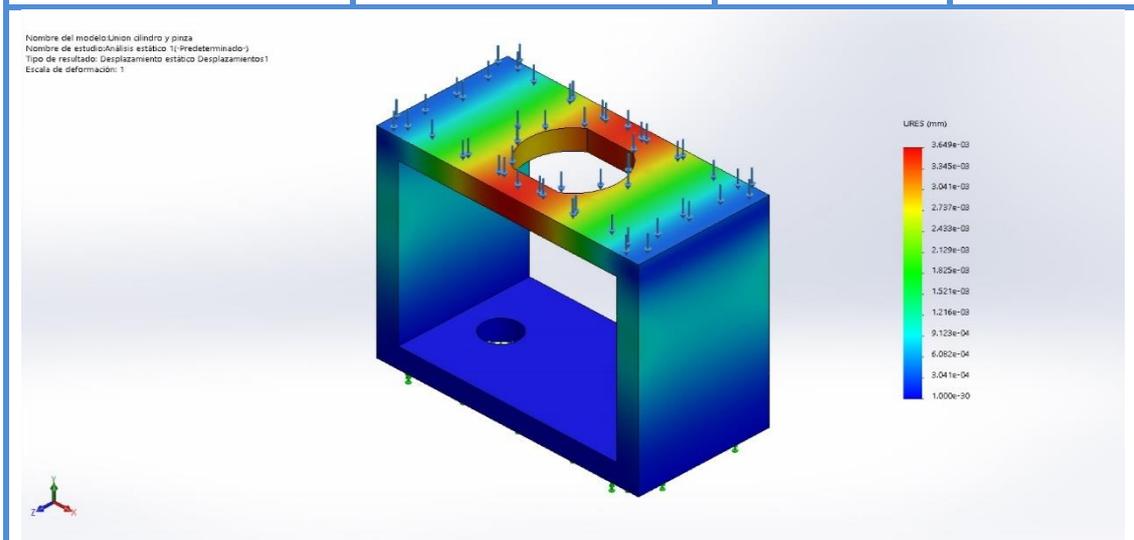
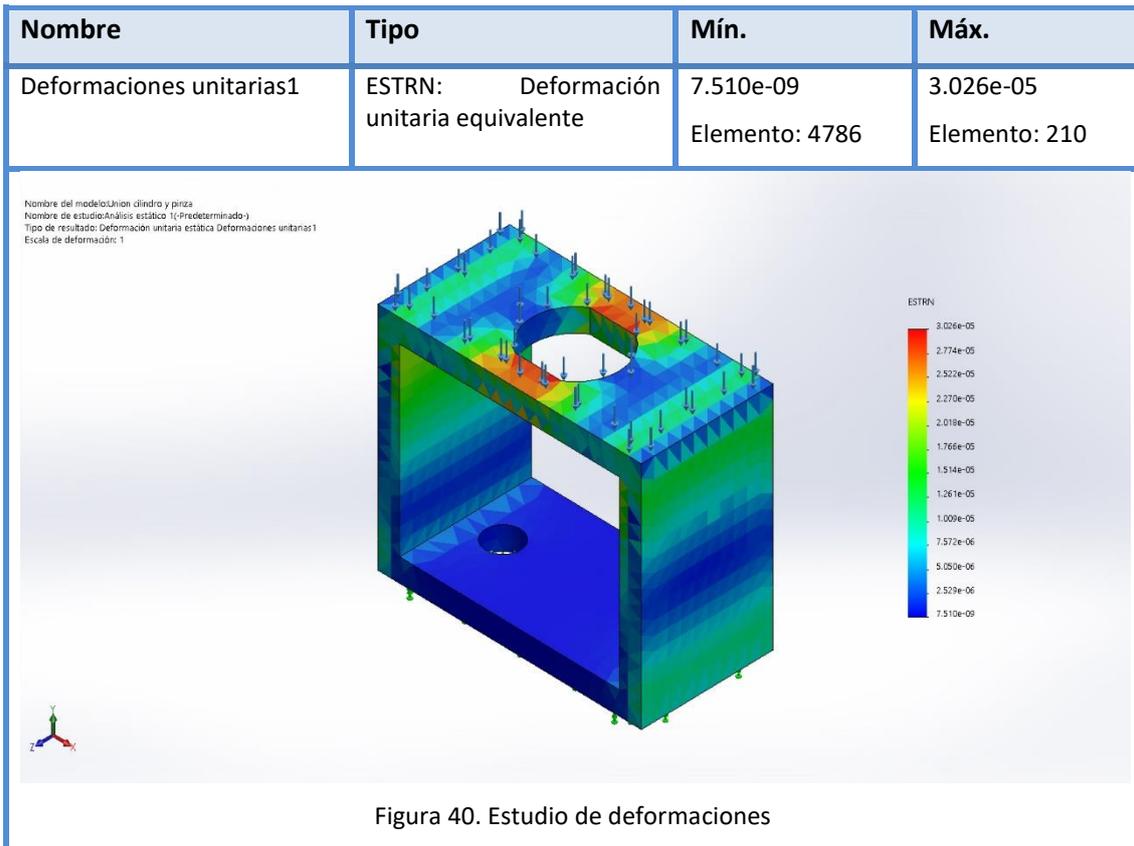
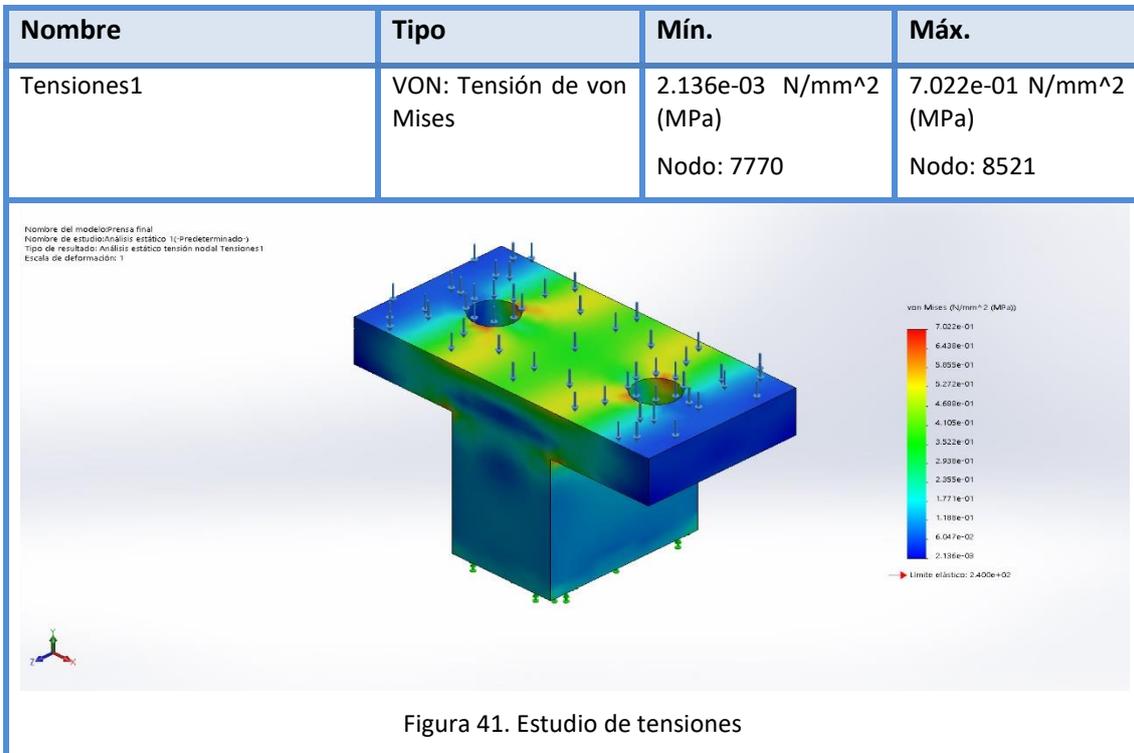


Figura 39. Estudio de desplazamientos



Cálculo justificativo y simulación de la pieza que crimpará el conjunto.



Diseño y estudio técnico de un equipo automatizado para el crimpado de cables.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 356	5.190e-04 mm Nodo: 99

Nombre del modelo: Prensa final
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 1

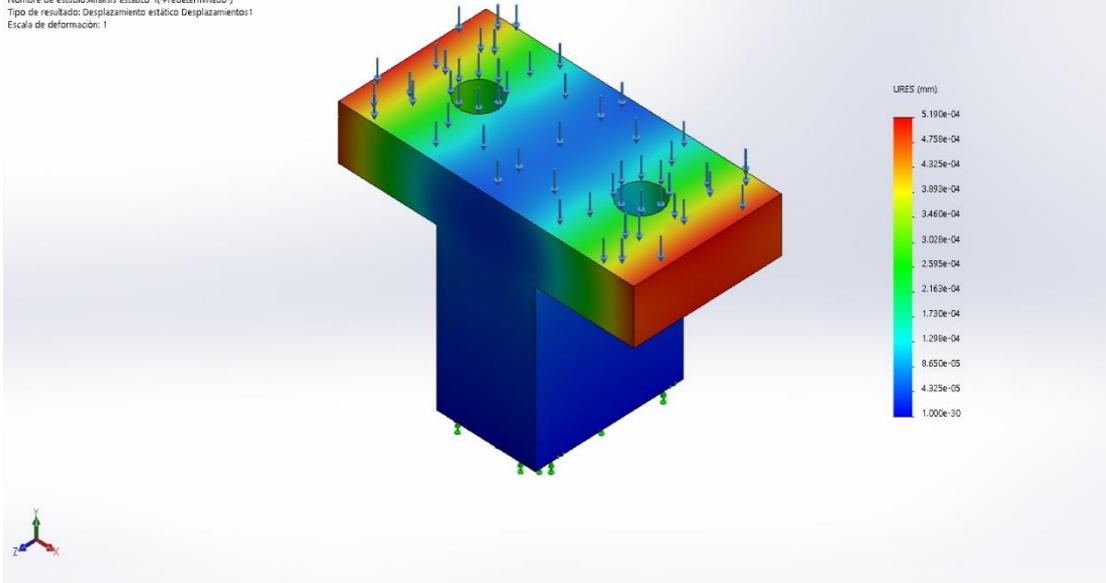


Figura 42. Estudio de desplazamientos

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.098e-08 Elemento: 4239	8.842e-06 Elemento: 3239

Nombre del modelo: Prensa final
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 1

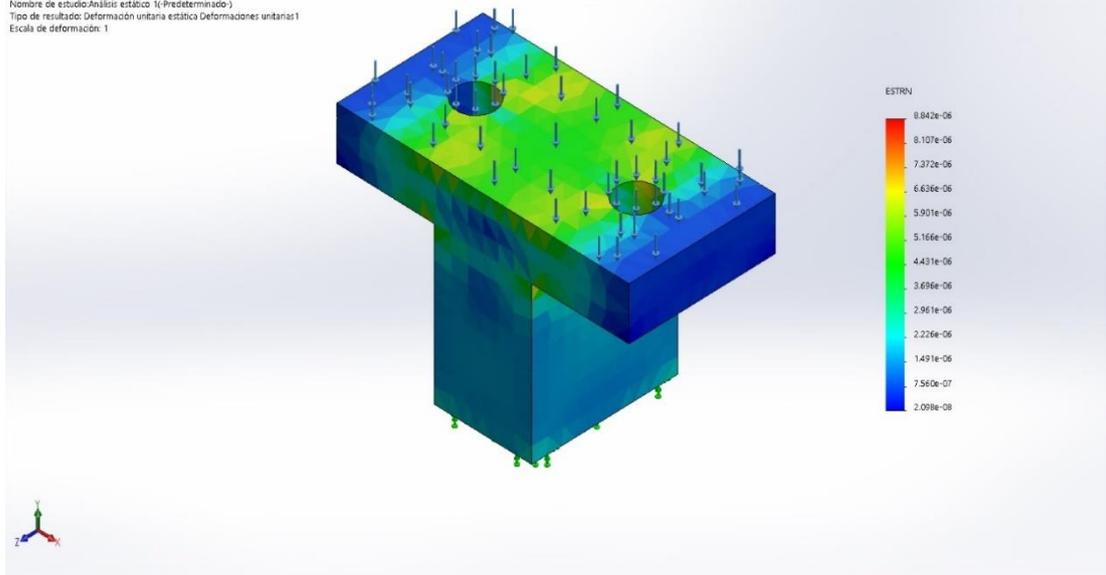


Figura 43. Estudio de deformaciones

Resultados.

Después de los cálculos y las simulaciones a las que han sido sometidos los componentes que se creen que serán los más críticos del subconjunto los resultados obtenidos han sido satisfactorios, ya que no será necesario rediseñar ninguno de estos elementos, pues todos son capaces de soportar los esfuerzos a los que estarán sometidos en su correspondiente subconjunto.

ANEXO II: Cálculo de la capacidad del compresor.

Para realizar este apartado se necesitan los consumos de los componentes neumáticos seleccionados para este circuito. Para ello se ha cogido esta tabla del catálogo del fabricante.

¿Cuánto aire consumen los cilindros normalizados?

Consumo teórico de aire (litro normalizado) a 6 bar por 10 mm de carrera

Diámetro del émbolo mm	Avance NI	Retroceso NI
8	0,0035	0,0026
10	0,0055	0,0046
12	0,008	0,006
16	0,014	0,012
20	0,022	0,018
25	0,034	0,029
32	0,056	0,048
40	0,088	0,074
50	0,137	0,115
63	0,218	0,196
80	0,352	0,317
100	0,550	0,515
125	0,859	0,803
160	1,407	1,319
200	2,199	2,111
250	3,436	3,299
320	5,630	5,412

Figura 44. Consumo de aire de los cilindros

- Consumo del cilindro DSBC-50-125-D3-PPSA-N3

Consumo en el avance: 0.137 L cada 10 mm de carrera

Consumo en el retroceso: 0.115 L cada 10 mm de carrera

Carrera del cilindro: 125 mm.

Consumo en el avance: 1,7125 L

Consumo en el retroceso: 1.4375 L

Consumo total del cilindro en un ciclo: 3.15 L

- **Consumo del cilindro DSBS-50-200-D3-PPSA-N3.**

Consumo en el avance: 0.137 L cada 10 mm de carrera

Consumo en el retroceso: 0.115 L cada 10 mm de carrera

Carrera del cilindro: 200 mm.

Consumo en el avance: 2.74 L

Consumo en el retroceso: 2.3 L

Consumo total del cilindro en un ciclo: 5.04 L

- **Consumo del cilindro DFM-50-320-B-P-A-GF.**

Consumo en el avance: 0.137 L cada 10 mm de carrera

Consumo en el retroceso: 0.115 L cada 10 mm de carrera

Carrera del cilindro: 320 mm.

Consumo en el avance: 4.384 L

Consumo en el retroceso: 3.68 L

Consumo total del cilindro en un ciclo: 8.064 L

- **Consumo de la pinza paralela.**

Consumo total de la pinza: 0.014 L.

Cómo en el conjunto hay dos pinzas el consumo total de las pinzas sería de 0.028 L.

- **Consumo de la pinza de tres dedos.**

Consumo total de la pinza: 0.027 L.

Cómo en el conjunto hay dos pinzas el consumo total de las pinzas sería de 0.054 L.

- **Consumo total de aire en un ciclo.**

Una vez calculados los consumos de cada cilindro hay que tener en cuenta el número de cilindros que tenemos en el conjunto de cada tipo y calcular el consumo total del conjunto en un ciclo.

Consumo total: $(3.15 \text{ L} \times 4 \text{ cilindro}) + (5.04 \text{ L} \times 1 \text{ cilindro}) + (8.064 \text{ L} \times 4 \text{ cilindros}) + 0.028 \text{ L} + 0.054 \text{ L} = 49.978 \text{ L}$ en un ciclo.

Se prevé que en cada minuto se cumplan 4 ciclos completos por lo que el consumo de aire total en un minuto es de 199.912 L.

- **Fugas admisibles**

Es difícil determinar un valor esperado de fugas en la instalación, ya que dependen del número y tipo de conexiones, de la presión de trabajo, la calidad y los años de la instalación. Como

regla general, muchos puntos de consumo con necesidades de caudal bajas tendrán muchas más fugas que pocos con necesidades altas. Instalaciones bien conservadas presentan normalmente fugas del 2 al 5%. Con varios años de servicio pueden llegar a fugas del 10% y con mal mantenimiento, se puede alcanzar un 25%.

- **Consumo total del conjunto.**

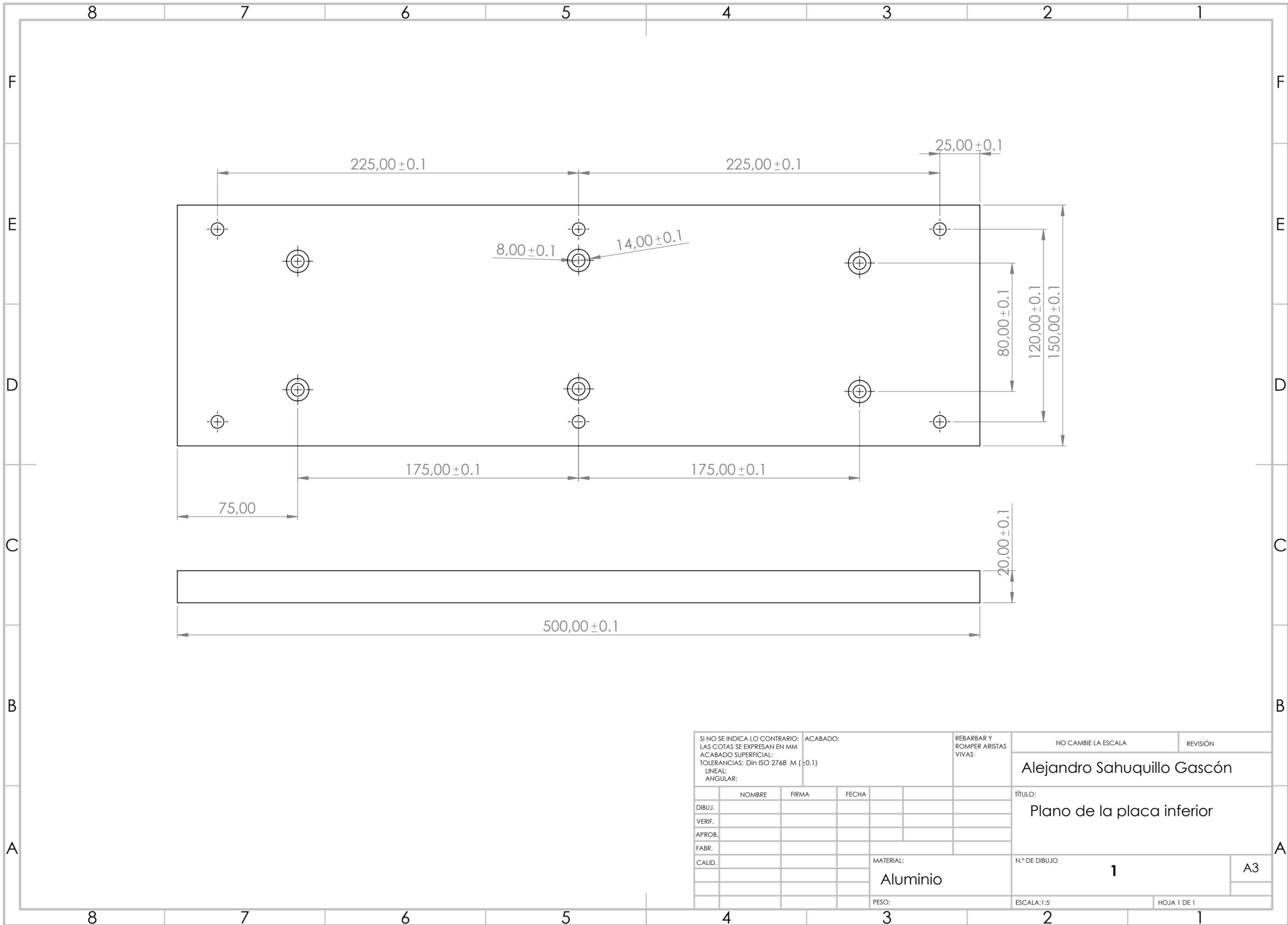
Consumo del conjunto en un minuto: 199.912 L

Fugas admisibles: $199.912 \times 0.05 = 9.996$ L

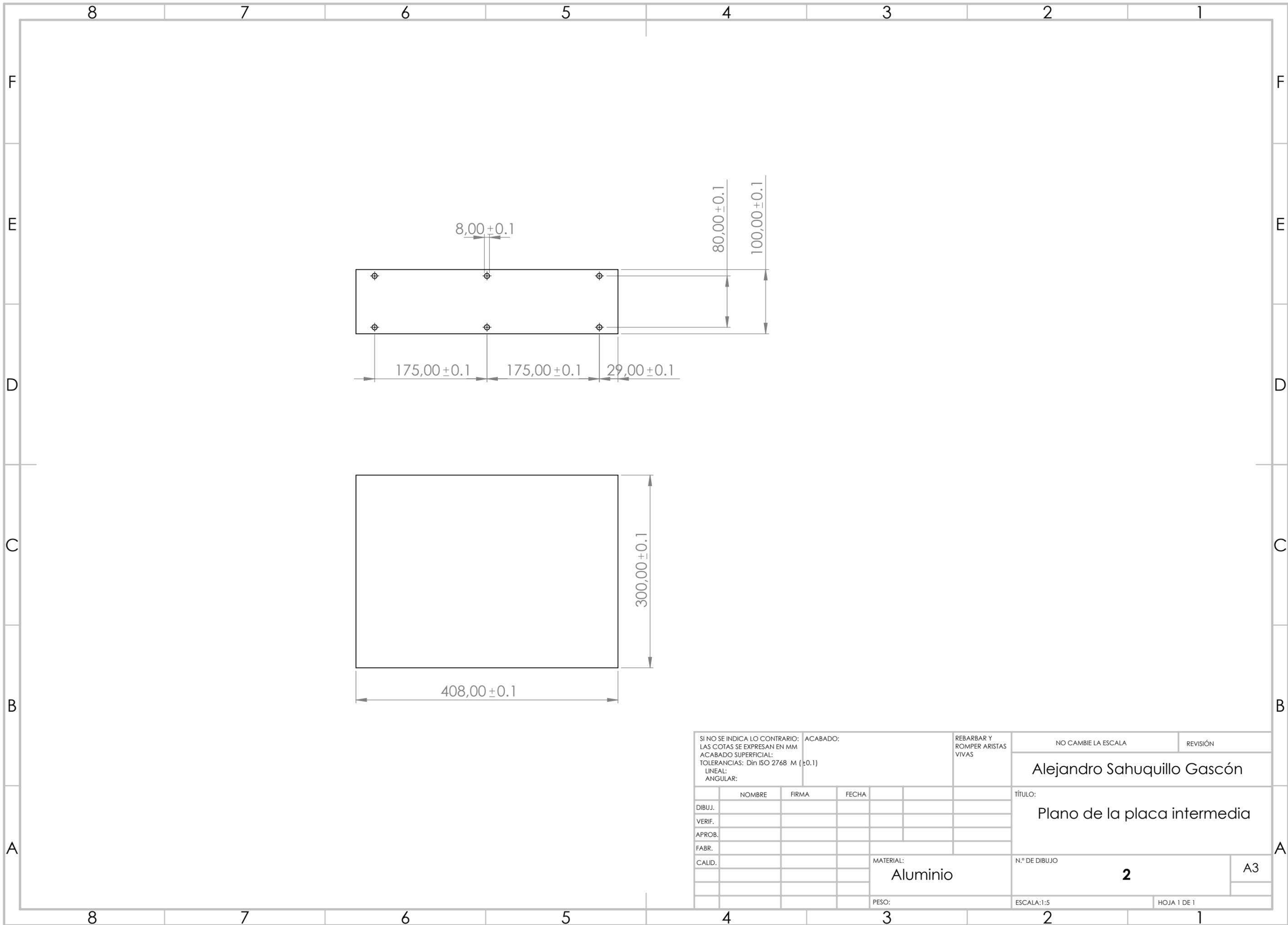
Consumo total: 209.908 L

ANEXO III: PLANOS.

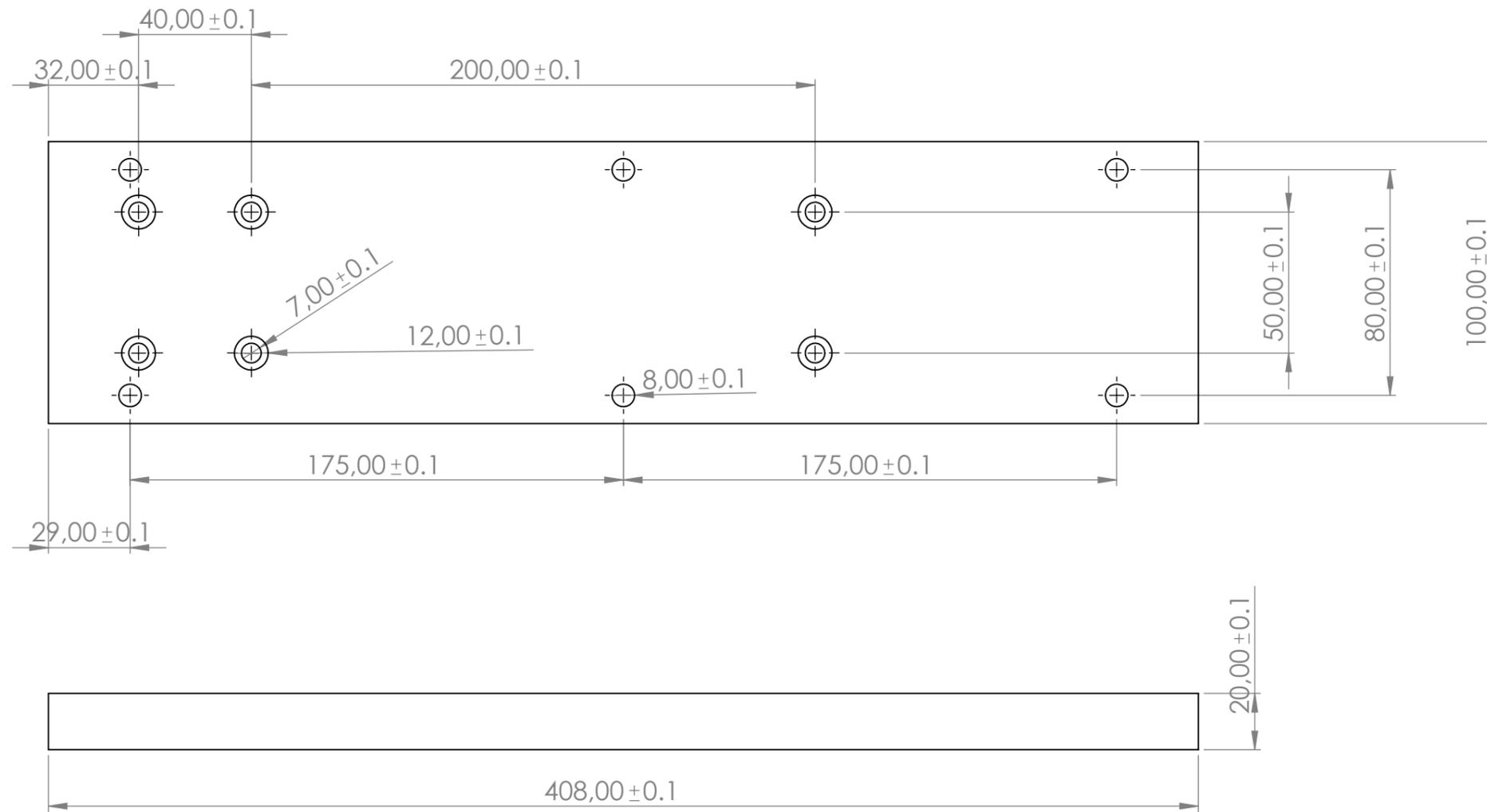
- **Plano placa inferior.**
- **Plano placa intermedia.**
- **Plano placa superior.**
- **Plano placa inferior del subconjunto de recogida de producto.**
- **Plano placa intermedia del subconjunto de recogida de producto.**
- **Plano placa superior del subconjunto de recogida de producto.**
- **Plano de la pletina en “L”.**
- **Plano de la pletina en “L” del subconjunto de recogida.**
- **Plano de la pieza de unión entre el vástago y la pinza de 2 dedos.**
- **Plano de la pieza de unión entre el vástago y la pinza de 3 dedos.**
- **Plano de la tapa de la pieza de unión entre el vástago y la pinza de 3 dedos.**
- **Plano de la prensa.**



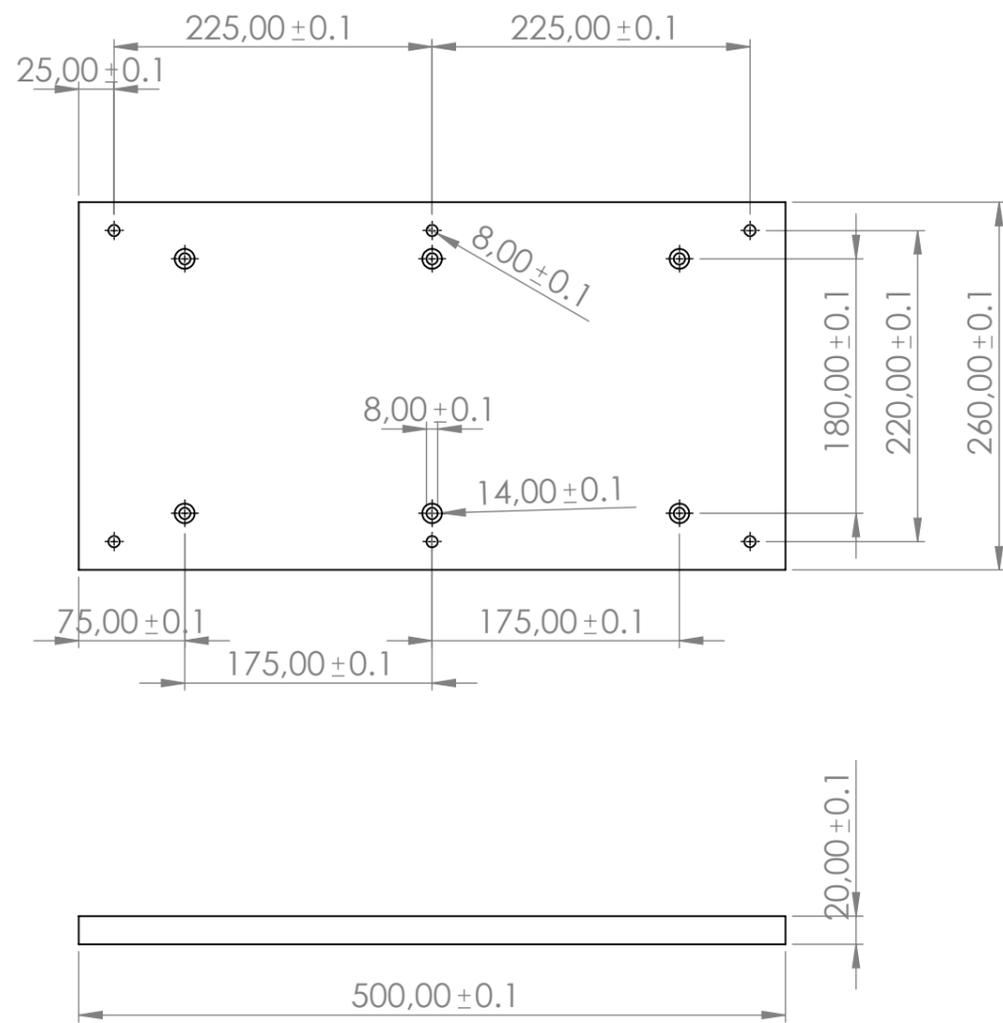
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M (± 0.1) LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
							Alejandro Sahuquillo Gascón					
							TÍTULO: Plano de la placa inferior					
							N.º DE DIBUJO		1		A3	
							MATERIAL:		Aluminio		ESCALA: 1:5	
							PESO:				HOJA 1 DE 1	
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA						
VERIF.												
APROB.												
FABR.												
CALID.												



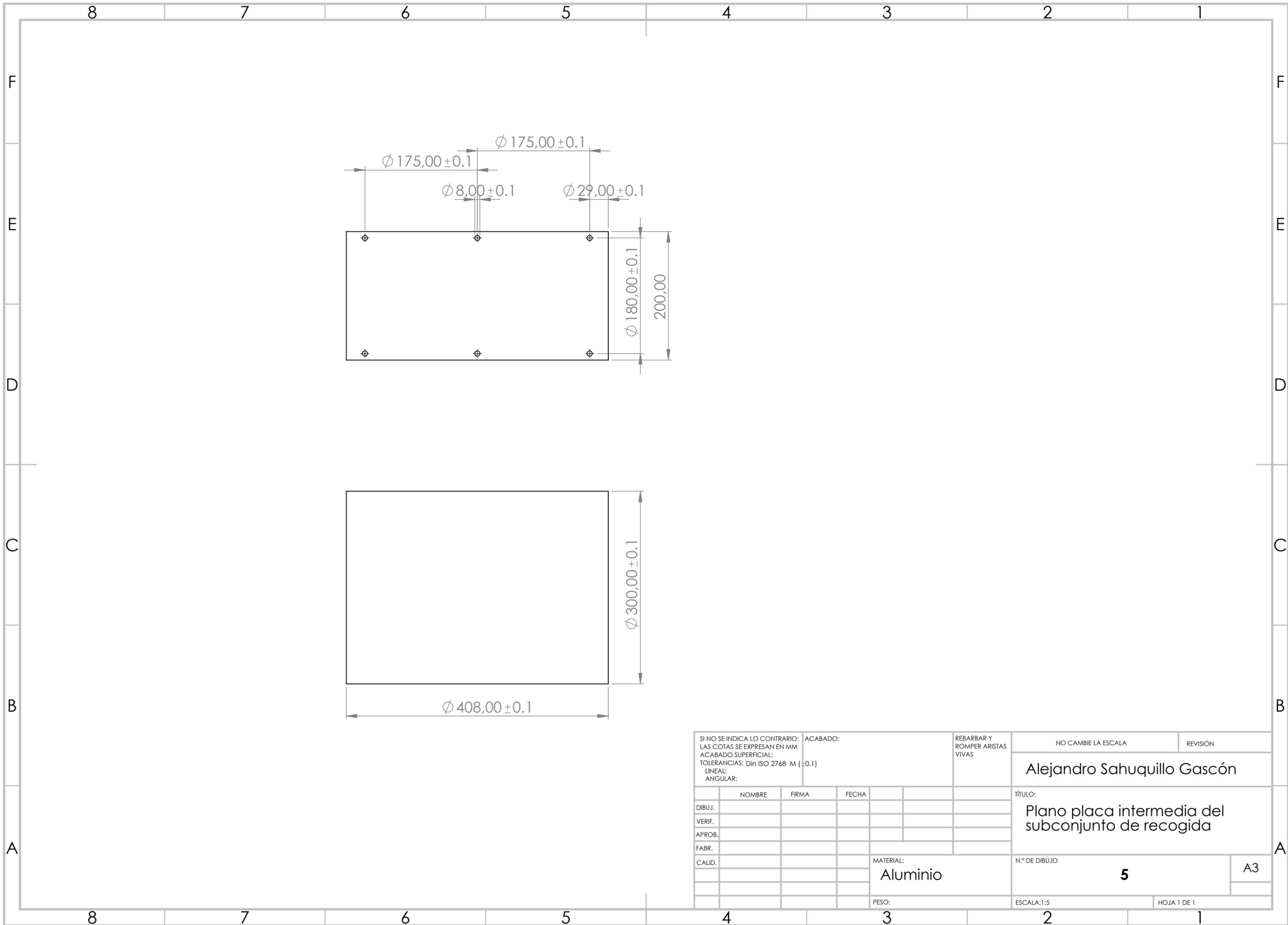
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M (±0.1) LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						Alejandro Sahuquillo Gascón			
						TÍTULO: Plano de la placa intermedia			
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA		MATERIAL: Aluminio	
VERIF.								N.º DE DIBUJO 2	
APROB.								A3	
FABR.								ESCALA:1:5	
CALID.								HOJA 1 DE 1	
								PESO:	



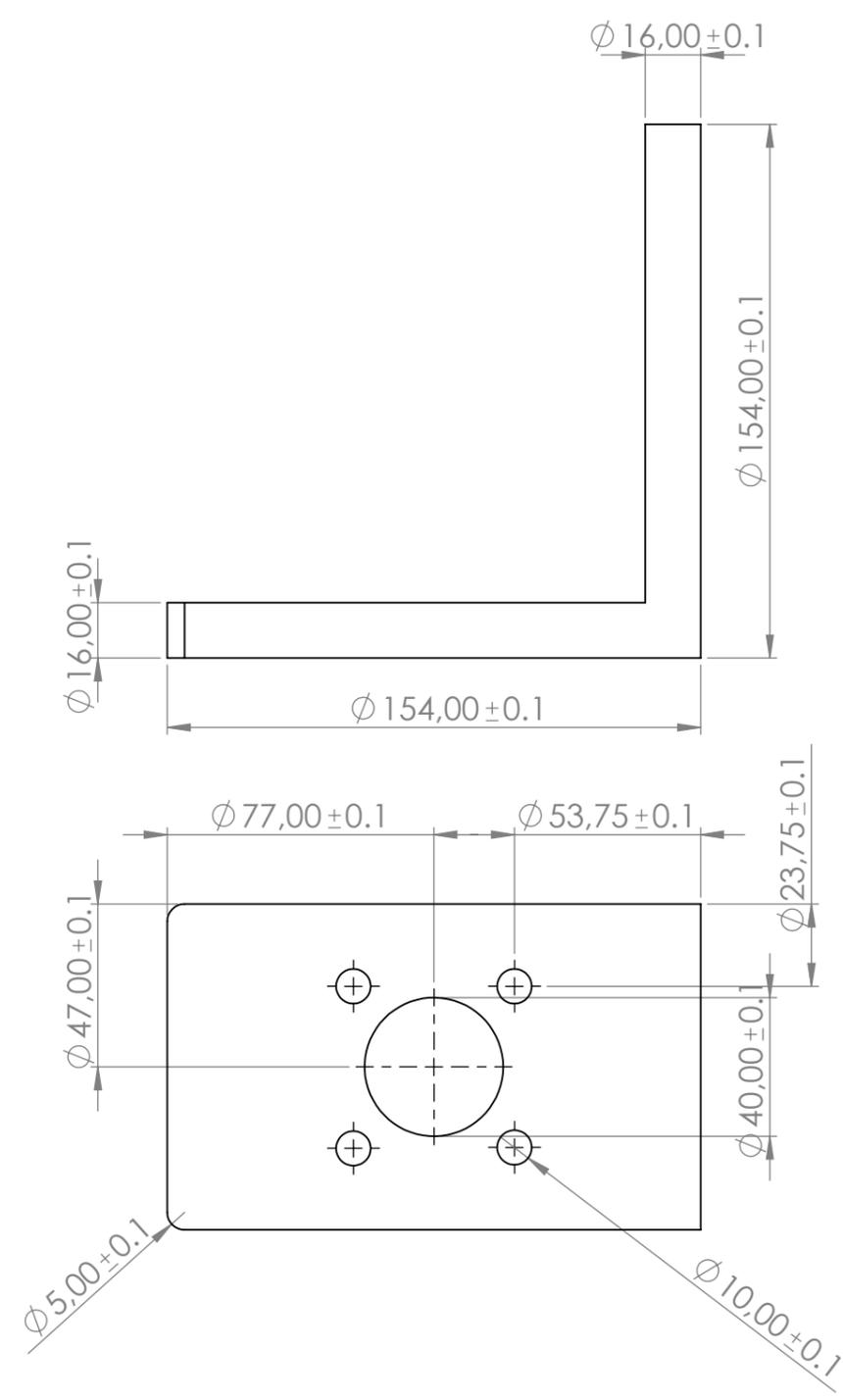
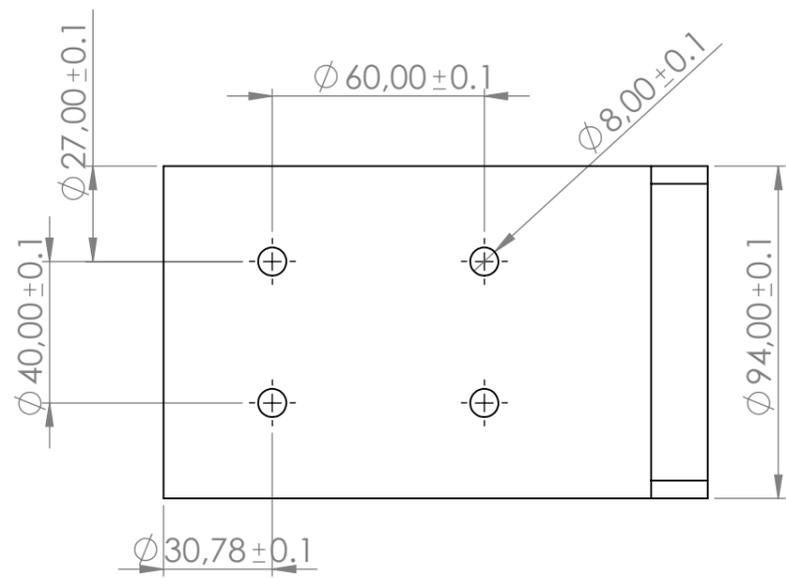
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M (±0.1) LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						Alejandro Sahuquillo Gascón			
						TÍTULO: Plano placa superior			
						N.º DE DIBUJO		A3	
						MATERIAL: Aluminio		ESCALA:1:2	
						PESO:		HOJA 1 DE 1	
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA			
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.									



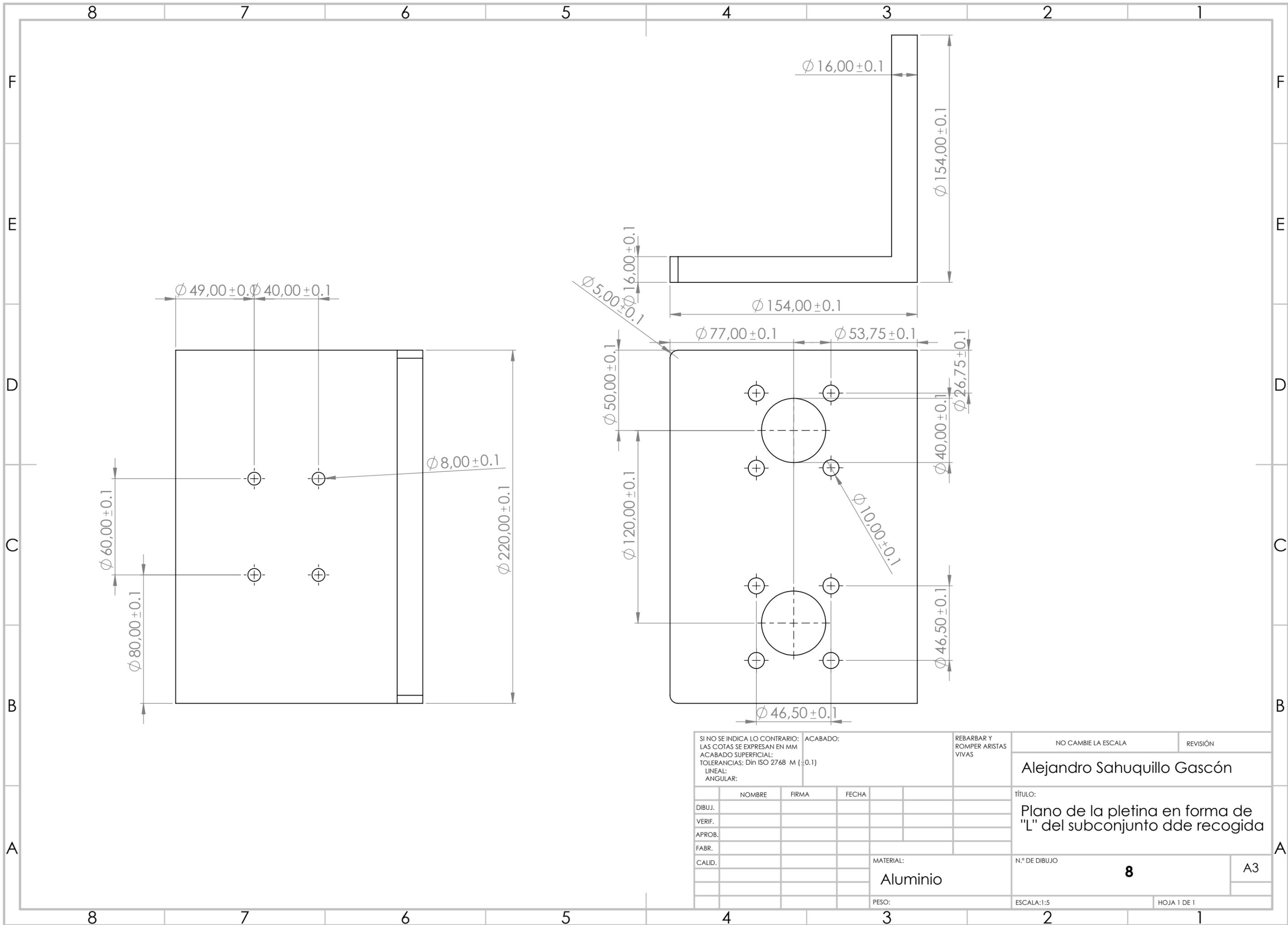
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO: Din ISO 2768 M (±0.1)		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Alejandro Sahuquillo Gascón	
					TÍTULO: Plano de la placa inferior del subconjunto de recogida	
					N.º DE DIBUJO	A3
					ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1



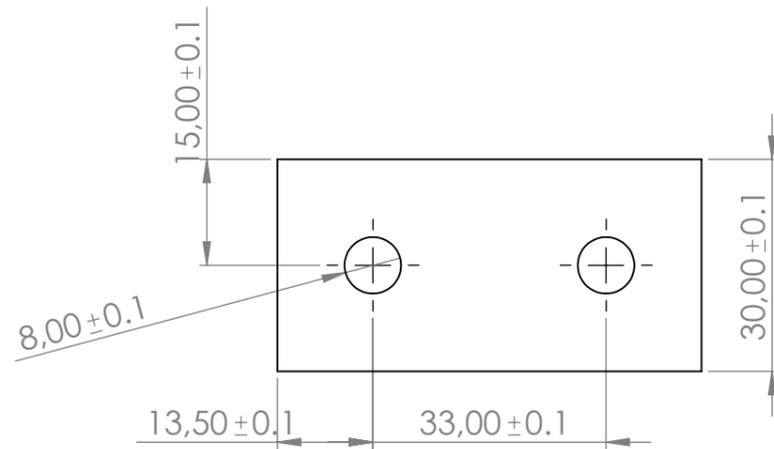
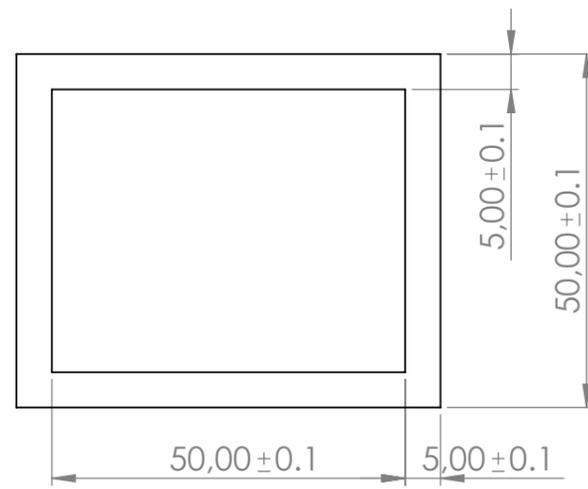
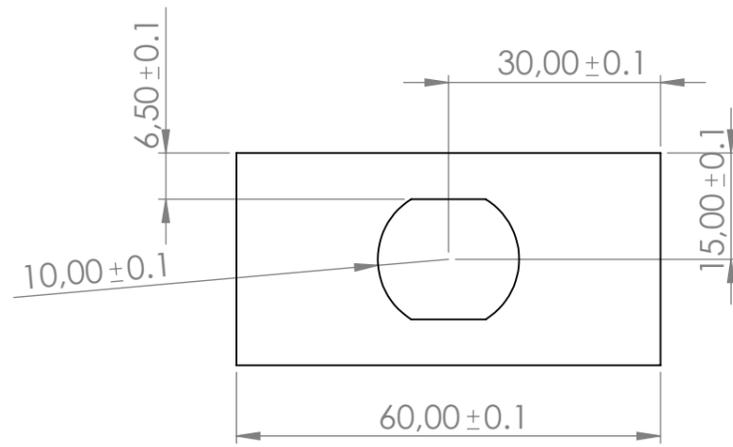
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M (± 0.1) LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						Alejandro Sahuquillo Gascón			
						TÍTULO: Plano placa intermedia del subconjunto de recogida			
						N.º DE DIBUJO		A3	
						MATERIAL: Aluminio		5	
						PESO:		ESCALA:1:5	
						HOJA 1 DE 1			
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA			
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.									



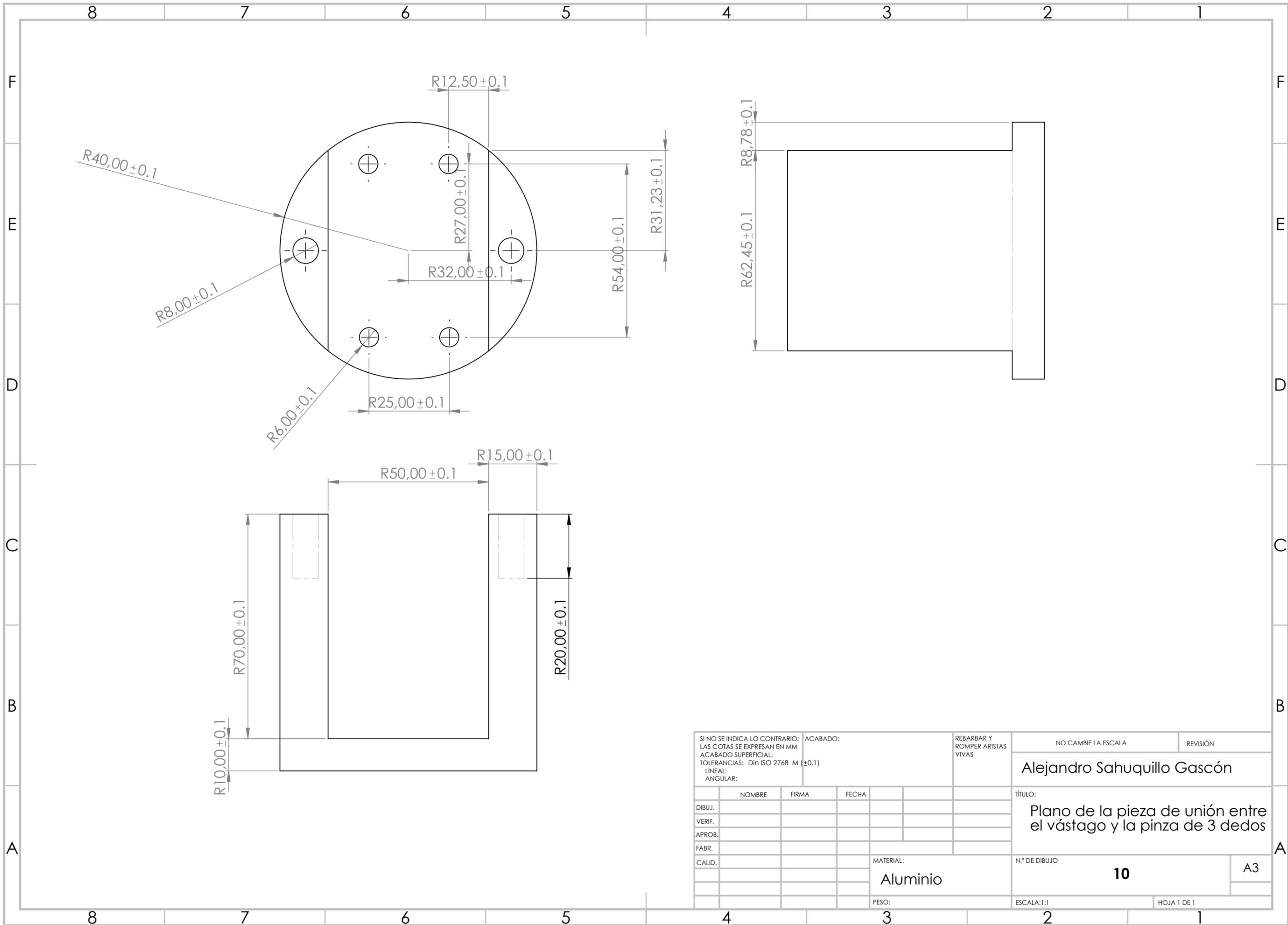
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M ($\pm 0,1$) LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
							Alejandro Sahuquillo Gascón					
							TÍTULO: Plano de la pletina en forma de "L"					
							N.º DE DIBUJO		7		A3	
							MATERIAL:		Aluminio		ESCALA:1:2	
							PESO:				HOJA 1 DE 1	
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA						
VERIF.												
APROB.												
FABR.												
CALID.												



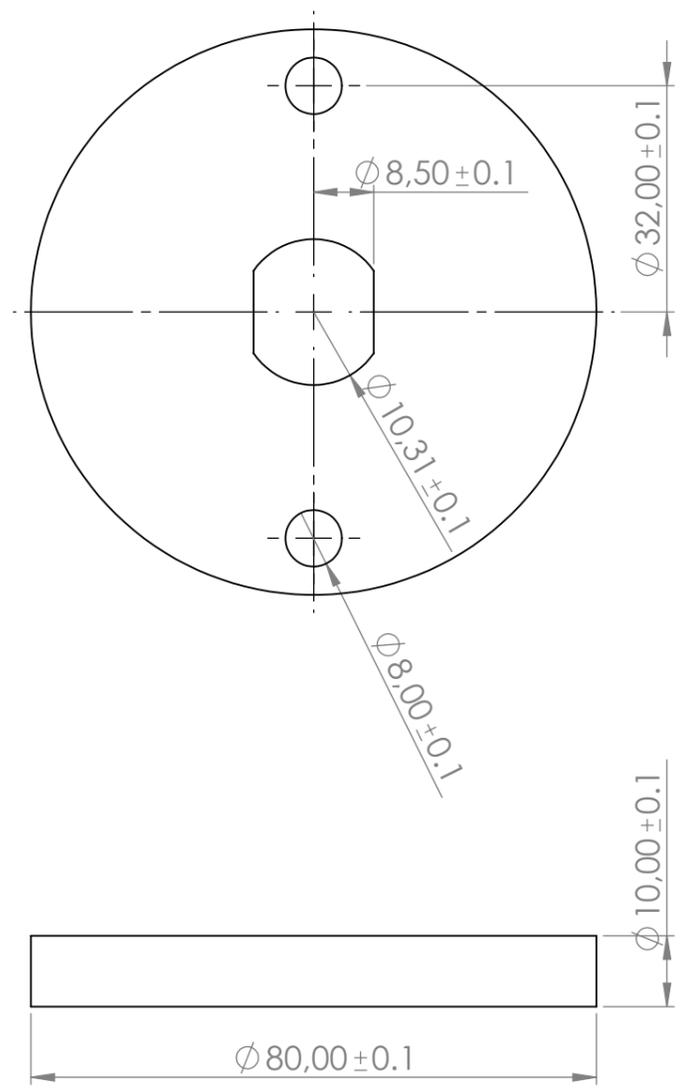
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM					Alejandro Sahuquillo Gascón			
ACABADO SUPERFICIAL:					TÍTULO:			
TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M ($\pm 0,1$)					Plano de la pletina en forma de "L" del subconjunto dde recogida			
LINEAL:					N.º DE DIBUJO		A3	
ANGULAR:					8			
NOMBRE			FIRMA		FECHA			
DIBUJ.								
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.					MATERIAL:		ESCALA:1:5	
					Aluminio		HOJA 1 DE 1	
					PESO:			



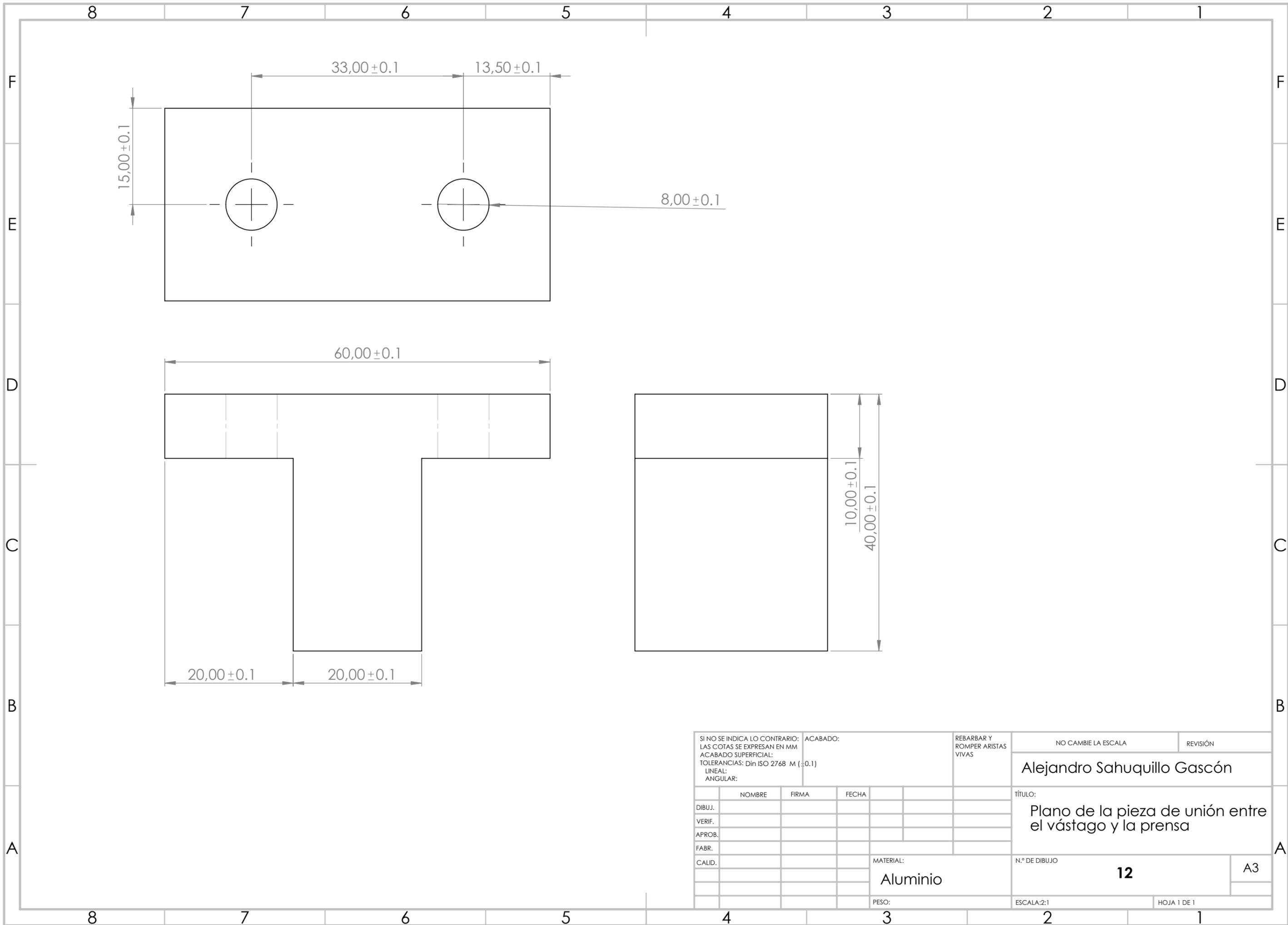
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M (±0.1) LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				Alejandro Sahuquillo Gascón	
				TÍTULO: Plano de la pieza de unión entre el vástago y la pinza paralela	
NOMBRE		FIRMA	FECHA	N.º DE DIBUJO 9	
DIBUJ.				A3	
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					
MATERIAL: Aluminio			ESCALA:2:1		
PESO:			HOJA 1 DE 1		



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M ($\pm 0,1$) LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Alejandro Sahuquillo Gascón	
					TÍTULO: Plano de la pieza de unión entre el vástago y la pinza de 3 dedos	
					N.º DE DIBUJO	A3
					ESCALA:1:1	HOJA 1 DE 1
MATERIAL: Aluminio		PESO:				



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M ($\pm 0,1$) LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
						Alejandro Sahuquillo Gascón				
						TÍTULO: Plano de la pieza de unión entre el vástago y la pinza neumática de tres dedos				
						MATERIAL: Aluminio		N.º DE DIBUJO 11		A3
						PESO:		ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA				
VERIF.										
APROB.										
FABR.										
CALID.										



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Din ISO 2768 M ($\pm 0,1$) LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
						Alejandro Sahuquillo Gascón				
						TÍTULO: Plano de la pieza de unión entre el vástago y la prensa				
						MATERIAL: Aluminio		N.º DE DIBUJO 12		A3
						PESO:		ESCALA:2:1		HOJA 1 DE 1

ANEXO IV: Catálogos.

- **DFM (Festo)**
- **DHPS (Festo)**
- **DSBC (Festo)**
- **DHDS (Festo)**
- **COMPRESOR NB5 (Nuair)**
- **FILTRO REGULADOR (Festo)**
- **SECADOR (Atlas copco)**