

GRADO EN INGENIERIA MECANICA  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO  
PARA SOPORTE DE ELEMENTOS DE  
PARED***

***DOCUMENTO 2- MEMORIA***

**Alumno:** Churruca Maguregui, Ekaitz

**Director:** Lobato Gonzalez, Roberto

**Curso:** 2020-2021

**Fecha:** 14/05/2021

## ÍNDICE

2.1 OBJETO DEL PROYECTO .....	5
2.2 ALCANCE DEL PROYECTO .....	5
2.3 ANTECEDENTES .....	6
2.3.1 CONFORMADO DE CHAPA .....	6
2.3.2 COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES .....	6
2.3.3 TROQUELERIA/ MATRICERÍA .....	8
2.3.4 CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE ESTAMPACIÓN .....	9
2.4 NORMAS Y REFERENCIAS .....	9
2.4.1 NORMATIVA GENERAL .....	9
2.4.2 NORMATIVA DE SEGURIDAD .....	9
2.4.3 NORMATIVA DE PLANOS .....	10
2.4.4 NORMATIVA DE IEZAS NORMALIZADAS .....	10
2.4.5 BIBLIOGRAFÍA .....	10
2.4.6 PROGRAMAS DE CÁLCULO .....	12
2.5 ANALISIS DE SOLUCIONES .....	12
2.5.1 TIPOS DE TROQUELES .....	13
2.5.1.1 En función de los ciclos de producción .....	13
2.5.1.1.1 Troquel simple .....	13
2.5.1.1.2 Troquel transfer .....	13
2.5.1.1.3 Troquel progresivo .....	13
2.5.1.2 En función de la finalidad .....	14
2.5.1.2.1 Troquel de pruebas .....	14
2.5.1.2.2 Troquel de prototipos .....	14
2.5.1.2.3 Troquel de producción .....	14
2.5.1.3 En función de las características constructivas .....	14
2.5.1.3.1 Troquel de guía fija .....	14

2.5.1.3.2 Troquel de guía flotante.....	15
2.5.1.3.3 Troquel de doble efecto .....	15
2.5.1.3.4 Troquel de corte de precisión .....	15
2.5.2 ELECCIÓN DEL TROQUEL .....	15
2.5.3 TIPOS DE ESTAMPACIÓN .....	16
2.5.4 PRENSAS.....	17
2.5.4.1 Prensa hidráulica.....	17
2.5.4.2 Prensa mecánica .....	17
2.5.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN .....	18
2.5.5.1 Avance manual .....	18
2.5.5.2 Avance semiautomático.....	18
2.5.5.1 Avance automático .....	19
2.6 COMPONENTES DEL TROQUEL PROGRESIVO .....	19
2.6.1 COMPONENTES DE DISEÑO.....	20
2.6.1.1 Placa inferior.....	20
2.6.1.2 Placa guía.....	22
2.6.1.3 Placa superior .....	23
2.6.1.4 Matriz .....	24
2.6.1.5 Pisador .....	25
2.6.1.6 Sufridera .....	26
2.6.1.7 Punzones.....	27
2.6.1.8 Porta punzones.....	29
2.6.1.9 Vástago .....	30
2.6.2 COMPONENTES NORMALIZADOS.....	31
2.6.2.1 Casquillos .....	32
2.6.2.2 Columnas .....	32
2.6.2.3 Muelles .....	32

2.6.2.4 Tornillos .....	32
2.7 RESULTADOS FINALES.....	32
2.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA .....	32
2.7.1.1 Elemento de pared .....	32
2.7.1.2 Cómo funciona .....	33
2.7.2 GEOMETRÍA Y REQUISITOS DE DISEÑO .....	33
2.7.3 MATERIAL DE LA PIEZA .....	33
2.7.4 ELEMENTOS DE DISEÑO .....	35
2.7.4.1 Contenedor .....	36
2.7.4.2 Placa inferior.....	37
2.7.4.3 Placa guía.....	38
2.7.4.4 Placa superior .....	39
2.7.4.5 Matriz .....	40
2.7.4.6 Pisador .....	43
2.7.4.7 Porta punzones .....	44
2.7.4.8 Sufridera.....	45
2.7.4.9 Punzón .....	46
2.7.4.9.1 Punzones 1.estación.....	46
2.7.4.9.2 Punzón 2.estación .....	48
2.7.4.9.3 Punzón 3.estación .....	49
2.7.4.9.4 Punzón 4.estación .....	50
2.7.4.9.5 Punzón 3/4.estación .....	51
2.7.4.9.6 Punzón 5.estación .....	52
2.7.4.9.7 Punzón 6.estación .....	53
2.7.4.9.8 Punzón 7.estación .....	54
2.7.5 ELEMENTOS NORMALIZADOS .....	55
2.7.5.1 Disco de amarre .....	55

2.7.5.2 Brida de amarre .....	56
2.7.5.3 Casquillo guía deslizante con valona y lubricante sólido.....	57
2.7.5.4 Elevador de banda con valona por muelle.....	58
2.7.5.5 Muelle a compresión .....	59
2.7.5.6 Columna guía con valona .....	61
2.7.5.7 Tornillo cabeza avellanada “Allen”.....	62
2.7.5.8 Tornillo Allen .....	63
2.7.5.9 Tornillo tope .....	66
2.7.6 MONTAJE .....	67
2.7.7 FUNCIONAMIENTO .....	68
2.8 PLANIFICACIÓN .....	68

## **2.1 OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto del proyecto a realizar es analizar y definir qué tipo de proceso de fabricación se va a utilizar para finalmente lograr la pieza de sujeción de elementos de pared.

Para la selección del método de fabricación se han tenido en cuenta tres parámetros básicos: la geometría de la pieza, la cantidad media que se quiere producir anualmente y la calidad del producto. Con este fin se diseñará un troquel progresivo.

La troquelería o matricería es un proceso mecánico que estudia la fabricación de utillajes para conformado de chapa. La producción de este tipo de proceso es muy variable y para considerarlo rentable se pretende obtener el mayor número de piezas en el menor tiempo posible.

Los elementos principales para el funcionamiento del troquel se basan en un utillaje macho y otro hembra, donde aplicando una fuerza y mediante la interacción de estos elementos se conforma la chapa, obteniendo así la forma requerida.

Dentro de este diseño está incluida la creación de todos los elementos que llegaran a componer el troquel, como son: la matriz, el pisador, el punzón y las bases. Todo esto se detallará mediante planos y cálculos, con el fin de asegurar la realización precisa de la pieza final, siempre teniendo en cuenta los criterios necesarios para una buena rentabilidad (calidad/precio) del proceso.

## **2.2 ALCANCE DEL PROYECTO**

El fin de este proyecto es diseñar el troquel para la realización del soporte de elementos de pared.

Durante la elaboración de los utillajes, se definen y justifican cada uno de los materiales utilizados para cada elemento; además de acabados superficiales, tolerancias y tratamientos térmicos empleados para la mejora.

Para conseguir el óptimo funcionamiento del troquel, por medio de cálculos podremos detallar los esfuerzos que sufrirán los componentes ya que se describirá cada paso que se vaya ejecutando.

El coste económico a su vez se irá analizando y se realizará el presupuesto del conjunto (teniendo en cuenta el coste de fabricación y su montaje).

Otro punto a detallar es que este proyecto consiste solamente tanto en el diseño como en la fabricación del utillaje, no participando para nada en la fabricación de las piezas.

## **2.3 ANTECEDENTES**

En un principio la troquelería parece un proceso bruto, pero en realidad es imprescindible una detallada precisión y una gran habilidad a la hora de diseñar los útiles para que el producto final sea el mismo que el cliente solicita sin derrochar los recursos que posee.

Para ello es fundamental tener siempre en cuenta unos ciertos comportamientos y características del material con el que se trabaja.

### **2.3.1 CONFORMADO DE CHAPA**

Se denomina así al proceso en el que mediante una fuerza se modifica la geometría de la chapa.

En este tipo de proceso no se mecaniza la pieza final, pero se podrían realizar tratamientos posteriores para la mejora de las propiedades del material y su apariencia visual.

### **2.3.2 COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES**

Para entender la conducta que va a tener el material utilizado durante el conformado de chapa, es importante saber cuáles son sus propiedades mecánicas. Ya que, dependiendo de las características, el comportamiento de los materiales será diferente.

La conducta de los materiales se obtiene mediante ensayos, como por ejemplo, la de tracción, compresión o dureza. Mediante el ensayo a tracción se logra una gráfica que relaciona el esfuerzo ejercido y la deformación creada.

El diagrama se podría decir que se divide en dos zonas. En primer lugar, la región lineal, la cual tendría un comportamiento elástico, donde, tras ejercer una fuerza, la pieza volvería a su estado y forma inicial. En segundo lugar, la región donde el comportamiento

del material se podría detallar como plástico. Este, se define como la zona en la que, al dejar de aplicar una fuerza la pieza no volvería a su tamaño inicial.



Imagen 1: Diagrama de tensión y deformación

En el diagrama es importante reconocer los siguientes puntos, los cuales delimitan las zonas de comportamiento.

Región lineal:

En esta zona de la gráfica la relación que hay entre la tensión que sufre la pieza de ensayo y la deformación que alcanza el material es lineal. Por lo tanto, en esta zona se cumple la ley de Hooke, es decir, el alargamiento que sufre la pieza es proporcional a la tensión a la que está sometida.

Mediante esta misma línea, como se ha explicado anteriormente, se obtiene el módulo de Young, que es la que define la dureza que tiene el material.

- **Límite elástico:**

Es el valor límite, en la que a partir de la misma el material no es capaz de recuperar la forma original en su totalidad, tras el cese de la fuerza.

- **Esfuerzo de fluencia:**

En dicho punto, el material empieza a fluir sin la necesidad de aumentar la carga. La deformación que se obtiene en esta zona es muy grande considerando que la tensión aplicada apenas se incrementa. Es una zona en la cual se puede definir como la transición entre la zona elástica y plástica.



- **Endurecimiento por deformación:**

El material que se deforma plásticamente en esta zona, se vuelve más resistente y dura,

- **Esfuerzo último:**

Es el punto donde el material soporta la tensión máxima, también se le conoce como tensión de rotura.

- **Zona de estricción:**

En un ensayo donde la tensión va en aumento de forma constante y tras alcanzar el esfuerzo último, en la probeta utilizada, se localiza una deformación en la que se estrecha drásticamente. Cuando ocurre dicho estrechamiento, la tensión disminuye rápidamente hasta que ocurre la rotura.

### **2.3.3 TROQUELERIA/ MATRICERÍA**

La denominada troquelaría o matricería es una rama de la mecánica en la que se estudia y desarrolla el diseño y la fabricación de los utillajes necesarios para poder obtener una pieza en serie, es decir, un proceso en la que utilizando diferentes pasos se obtiene la misma pieza en un corto periodo de tiempo.

Dentro de esta rama, una de las técnicas utilizadas es la estampación; es decir, mediante una carga a compresión ejercida entre punzones y la matriz, se va logrando la transformación de la chapa, con el fin de conseguir la pieza final. La anteriormente mencionada carga, se obtiene gracias a las prensas hidráulicas o mecánicas. Gracias a ello se alcanza una mayor capacidad y variabilidad, pudiendo hacer que los procesos sean lo más eficientes posibles y al mismo tiempo, con una gran productividad.

A la hora de valorar el rendimiento de diferentes técnicas, el estampado de metales es muy fiable y recomendable a la hora de fabricar grandes series, ya que la precisión y la repetitividad entre piezas son muy elevadas. Al mismo tiempo, hacen falta unos utillajes con una precisión elevada, que conlleva que sean muy costosos, y solo son válidos para una geometría concreta.

A diferencia de otras técnicas de transformación de metales, como por ejemplo el mecanizado por arranque de viruta, la versatilidad para obtener diferentes geometrías con los mismos utillajes es mayor, pero el coste y el tiempo aumentan significativamente.

### **2.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE ESTAMPACIÓN**

El proceso se realiza mediante un troquel donde se colocan distintos utillajes, entre ellos las matrices, que son los elementos que dan nombre al método de fabricación.

Con esta manera de fabricación se logra una elevada producción, y al mismo tiempo las piezas obtenidas tienen una buena calidad, tanto en lo superficial como en la geometría. Otro punto a favor, son los desechos creados, es decir, con un método de optimización del fleje, la chatarra que se pueda generar va a ser la mínima necesaria. Dicha optimización, puede llegar a alcanzar unos valores de hasta el 80% del volumen inicial del mismo.

A lo largo del estudio de esta técnica, el proceso ha brindado unas grandes oportunidades en la variedad de piezas a fabricar mediante el conformado de chapa.

Por la variedad comentada anteriormente, se puede afirmar que es un proceso que ha cogido fuerza durante el transcurso del tiempo, ya que los resultados obtenidos son muy buenos, y se pueden utilizar para series largas, logrando un rendimiento muy elevado.

## **2.4 NORMAS Y REFERENCIAS**

### **2.4.1 NORMATIVA GENERAL**

Esta sección contiene las siguientes disposiciones legales y normas que se requerían para la realización para el proyecto.

- UNE 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- UNE-EN 10020:2001. Definición y clasificación de aceros

### **2.4.2 NORMATIVA DE SEGURIDAD**

- Ley de industria 21/1992-Seguridad y calidad industrial.
- Ley 31/1995 de 8 noviembre. Prevención de riesgos laborales.
- Real decreto 1435/1992- Máquinas, componentes de seguridad. Mercado CE
- Real decreto 39/1997 de 17 de enero: Reglamento de los servicios de prevención.
- Real decreto 485/1997 de 14 de abril: Señalización de seguridad en el trabajo.

- Real decreto 773/1997 de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Real decreto 1215/1997 de 18 de julio: Utilización de equipos de trabajo.
- Real decreto 1644/2008- Normas para la comercialización y puesta en servicio de las maquinas.
- Norma de UNE-EN ISO 12100:2012. Seguridad de máquinas. Bases para la evaluación de riesgos.

#### **2.4.3 NORMATIVA DE PLANOS**

- UNE-EN 1027:2017. Plegado de planos.
- UNE 1035:1995. Cuadro de rotulación.
- UNE 1039:1994. Acotación.
- UNE 1135:1989. Lista de elementos.
- UNE-EN ISO 5455:1996. Escalas.
- UNE-EN ISO 5457:2000. Formatos y presentación.
- ISO 2768-1: 1989. Tolerancias generales.
- UNE-EN ISO 286-1:2011. Base de tolerancias, desviaciones y ajustes.
- UNE-EN ISO 6433:2012. Referencia de los elementos.

#### **2.4.4 NORMATIVA DE PIEZAS NORMALIZADAS**

- DIN 912 / ISO 4762. Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal.
- DIN 7991. Tornillo cabeza avellanada con hueco hexagonal.
- DIN 9825/ ISO 9182. Columna guía con valona.
- DIN 9834 / ISO 9448. Casquillo guía deslizante con valona y lubricante sólido.
- ISO 7379. Tornillo tope.

#### **2.4.5 BIBLIOGRAFÍA**

- ROSSI, M.: “Estampado en frío de la chapa”. Dossat. Madrid, 1979.
- MEUSBURGER (2021). Matricería:  
<https://www.meusburger.com/ES/ES/clientes/matriceria/productos>
- MEUSBURGER (2021). Componentes:  
<https://www.meusburger.com/ES/ES/clientes/matriceria/productos/piezas-e>

- METALMECANICA. Placas:  
<https://www.metalmecanica.com/documenta/contenido/7099345/1PortaTroqueleSMDLMexicoCatalogo.pdf>
- Bibliografía de Catedra (2014). Materiales más utilizados en la fabricación de matrices: <https://bibliografiadecatedra.wordpress.com/2014/08/31/materiales-mas-utilizados-en-la-fabricacion-de-matrices/>
- Acerinox (2020). Bobina negra:  
<https://www.acerinox.com/opencms901/export/sites/acerinox/.content/galerias/galeria-descargas/galeria-documentos-producto/ACX120.pdf>
- BIRT<sub>LH</sub>. Introducción a los procesos de corte y conformado:  
[https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE01/es\\_DFM\\_DUPCE01\\_Contentidos/website\\_1\\_introduccion\\_a\\_los\\_procesos\\_de\\_corte\\_y\\_conformado.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE01/es_DFM_DUPCE01_Contentidos/website_1_introduccion_a_los_procesos_de_corte_y_conformado.html)
- BIRT<sub>LH</sub>. Punzonado: [https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE01/es\\_DFM\\_DUPCE01\\_Contentidos/website\\_2\\_punzonado.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE01/es_DFM_DUPCE01_Contentidos/website_2_punzonado.html)
- BIRT<sub>LH</sub>. Punzonado en prensa con troquel de corte:  
[https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE01/es\\_DFM\\_DUPCE01\\_Contentidos/website\\_3\\_punzonado\\_en\\_prensa\\_con\\_troquel\\_de\\_corte.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE01/es_DFM_DUPCE01_Contentidos/website_3_punzonado_en_prensa_con_troquel_de_corte.html)
- BIRT<sub>LH</sub>. Etapas para la realización de un diseño:  
[https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE01/es\\_DFM\\_DUPCE01\\_Contentidos/website\\_4\\_etapas\\_para\\_la\\_realizacion\\_de\\_un\\_diseo.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE01/es_DFM_DUPCE01_Contentidos/website_4_etapas_para_la_realizacion_de_un_diseo.html)
- Calixto Martínez (2020). Embutición, estampación y troquelado:  
<http://www.calixtomartinez.com/embuticion.html>
- Casiopea (2010). Cizallado: <https://wiki.ead.pucv.cl/Cizallado>
- Operaciones de corte. Cizallado:  
<http://conformadodemetal.blogspot.com/p/operacionesdecorte.html>
- Procesos industriales (2019). Procesos de conformado:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/procesos-industriales/procesos-de-conformado/>

- Control estadístico de procesos. Conformado de metales:  
<https://sites.google.com/site/hectorestadistica/procesos-de-manufactura/conformado-de-metales>
- Inge mecánica (2020). Clasificación de los aceros:  
<https://www.ingemecanica.com/aceros/aceros01.html>
- Mecasinc (2019). Doblado y curvado de chapa:  
<https://www.mecanizadossinc.com/doblado-y-curvado-chapa/>
- ESTAMPA pres. Prensas hidráulicas y mecánicas:  
<http://www.estamapres.com/guillem-160/>
- AGME - Automated assembly solutions -. Prensas: <https://www.agme.net/es>

#### **2.4.6 PROGRAMAS DE CÁLCULO**

Para el desarrollo del programa se han utilizado los siguientes programas:

- Diseño 3D: Fusion360
- Planos: Inventor 2019
- Cálculos y redacción: Excel y Word

### **2.5 ANALISIS DE SOLUCIONES**

Para la correcta selección del troquel, en primera instancia se tendrá en cuenta la geometría de la pieza a fabricar. Una vez tenido en cuenta este aspecto, se realizara el estudio del trabajo que se tendrá que hacer, el material con el que está diseñado y el número de piezas que se quiere obtener.

Antes de nada, se estudiará el proceso y los pasos necesarios para su realización, es decir, el trabajo que se realizará para poder lograr el producto. En el caso de este proyecto el troquel principalmente hará dos operaciones básicas, que son el corte y el doblado del material.

Con la intención de simplificar el método de fabricación y abaratar el coste del objeto final, se decide no utilizar ningún proceso que se requiera el arranque de viruta. Con este fin se decide que la mejor opción para la elaboración es un troquel, ya que no se desecha tanto material.

Finalmente, una vez seleccionado, la manera con la que vamos a fabricar, es necesario seleccionar si se hará mediante estampación en caliente o en frío. Como se ha

dicho anteriormente, con la intención de abaratar costes y ya que respeta todas las especificaciones del cliente, se decide producir en estampación fría.

A continuación, se decide qué tipo de troquel se utilizará y para ello es necesario conocer qué tipos existen y cuáles son las características de cada una.

## **2.5.1 TIPOS DE TROQUELES**

### **2.5.1.1 En función de los ciclos de producción**

#### **2.5.1.1.1 Troquel simple**

Es un tipo de troquel en el que solo se realiza una operación, tanto corte como doblado y la alimentación para este tipo de maquina es manual.

#### **2.5.1.1.2 Troquel transfer**

En el caso de estos troqueles, el primer paso que siempre se realizará es el de corte, separando la porción necesaria de material de la banda. Para así poder hacer cada paso en una maquina diferente. En este proceso, la alimentación de las máquinas se hace mediante brazos automatizados.

Los denominados transferes son las barras y pinzas con los que se mueven las piezas de estación en estación. Dentro de estos transferes se pueden encontrar los que son totalmente automáticos.

Este sistema es muy utilizado, ya que tiene unas amplias ventajas, como:

- Ahorro de material. Gracias al primer paso, solo se cortará la porción necesaria para la realización de la pieza final. Sin necesidad de uniones para poder transferir de una estación a otra, como es en el caso de los troqueles progresivos.
- Gracias al transfer, permite la colocación correcta o la rotación necesaria para la ejecución del siguiente paso.
- Las estaciones son independientes y a la hora de cualquier modificación o reparación se simplifican mucho.
- En el caso de ser necesario, la realización de nuevos moldes, son más sencillos.

#### **2.5.1.1.3 Troquel progresivo**

Este tipo de troqueles mayoritariamente se utilizan cuando se quieren producir objetos de pequeño o mediano tamaño.

Las características más significativas son que todos los útiles necesarios se colocan en un solo bloque y durante todo el proceso de fabricación, la pieza está unida a la tira de chapa. Hasta que en la última estación es separada de la tira. Por último, cada vez que se accione la prensa la tira de chapa mencionada anteriormente, avanza una distancia predeterminada hasta llegar a la siguiente estación, para poder seguir con el conformado de chapa.

### **2.5.1.2 En función de la finalidad**

#### **2.5.1.2.1 Troquel de pruebas**

Es un utillaje provisional que se utiliza para la simulación del proceso que se va realizar posteriormente. Gracias a estos troqueles se llevan a cabo los estudios necesarios del comportamiento de la chapa y los útiles necesarios para su realización. Comúnmente se utiliza en el caso de que haga falta estudiar una embutición.

#### **2.5.1.2.2 Troquel de prototipos**

Es utilizado cuando se quiere sacar al mercado en un periodo corto de tiempo una pieza. Mientras que se está fabricando la matriz u los utillajes definitivos.

#### **2.5.1.2.3 Troquel de producción**

Como se ha citado anteriormente, mediante los útiles definitivos se empieza a fabricar la serie completa deseada.

### **2.5.1.3 En función de las características constructivas**

#### **2.5.1.3.1 Troquel de guía fija**

Mayoritariamente es utilizada en producciones de series cortas o medianas, en la que la geometría de la pieza es plana. Una de las características más significativas de este tipo de troqueles es que la placa guía, es decir, la placa que direcciona los punzones, se une a la parte fija.

Otras de las propiedades es que no tienen pisador. Al carecer de dicho pisador, la chapa no se inmovilizara, de manera que el posicionamiento de la misma puede que no sea la correcta u óptima para el corte.

Es utilizada en caso de que no se precise un corte de precisión, aunque hoy en día este tipo de troqueles son poco empleados.

En conclusión, se puede decir que es rentable dependiendo de la necesidad que se necesite y por el poco mantenimiento necesario.

### **2.5.1.3.2 Troquel de guía flotante**

En este caso, la placa guía está unida a la parte móvil del troquel. Gracias a esto, se asegura que la chapa está totalmente colocada y sin poder moverse a la hora de hacer alguna operación, en este caso, el de corte o doblado; por lo que el resultado será más preciso y con unos acabados mejores que en el caso anterior.

### **2.5.1.3.3 Troquel de doble efecto**

La capacidad de este tipo de troqueles es mayor, ya que los punzones y la matriz actúan simultáneamente. Como los elementos esenciales trabajan a la vez, se consigue un objeto mucho más preciso, con la posibilidad de hacer piezas más complejas.

Estila utilizarse en caso de embuticiones que necesitan una exactitud elevada.

### **2.5.1.3.4 Troquel de corte de precisión**

Como el nombre bien indica, se utiliza cuando las tolerancias han de ser muy exactas. Los cortes realizados en estas máquinas tienen una exactitud menor a una micra, por lo que son usados cuando se quieren adquirir chaflanes, recalcados, etc.

Es muy similar al troquel de guía flotante, pero se diferencian en el acabado del pisador. En este caso, el pisador posee un resalte que produce un grabado alrededor de donde se quiere hacer el corte. Gracias a este estampado, el material próximo al corte no tiene posibilidad de expandirse, por lo que es muy difícil que se produzcan estrías o roturas en la superficie.

## **2.5.2 ELECCIÓN DEL TROQUEL**

Una vez conocido los tipos de troqueles que existen, se selecciona el que más se asemeja a los requerimientos necesarios para la fabricación.

En el caso de este proyecto, la producción del lote puede considerarse mediano tirando a grande. Con la intención de lograr una rentabilidad mayor, se decide que el troquel más apropiado es el troquel progresivo.

Dentro de dicha elección también se decide que el de guía flotante es el más adecuado, ya que hay cortes pequeños que necesitan exactitud y un doblado que necesita un posicionamiento lo más preciso posible.



Como la característica de dicha elección es la de una producción continua, es decir, que hasta la última estación la pieza está unida a todo el proceso, el diseño ha de ser muy exacto.

Una de las complejidades de este trabajo, es lo meticuloso que hay que ser para poder lograr una pieza de gran calidad, sin generar ningún daño a la pieza a producir.

Como se ha dicho al principio de este apartado, la serie que se quiere hacer es mediana, y esto exige que los elementos que componen el troquel, principalmente los que interactúan con el fleje, deben de tener un acabado bueno, con la intención de aumentar la vida útil.

### **2.5.3 TIPOS DE ESTAMPACIÓN**

Dentro de la estampación se utilizan dos tipos diferentes. Una de ellas es la estampación en caliente, en la que la temperatura de los metales es alta. El segundo tipo es la estampación en frío. La temperatura de ambas depende del material que se vaya a utilizar.

La diferencia para determinar cuál se utiliza, depende de la temperatura de recristalización del material. Dicho valor se considera cuando comienza a aparecer una microestructura granulada, la cual tiene insignificantes dislocaciones. En el caso de que el valor de dicho parámetro sea mayor que el punto de recristalización, se denomina como estampación en caliente. Pero por el contrario, si el valor del parámetro es menor, se considera como estampación en frío.

La energía que se emplea en el proceso de deformación se transforma de dos maneras. En mayor parte se disipa como calor, pero la otra parte se almacena como energía de deformación; es decir, la energía almacenada se considera como las dislocaciones y defectos puntuales creados en el transcurso de la operación.

La pieza fabricada mediante la estampación en caliente tiene una precisión menor que la procesada por estampación en frío, pero al mismo tiempo se pueden realizar operaciones en las que la deformación puede ser mayor.

Cuando un metal se somete a un tratamiento de recocido a la temperatura de recristalización, anteriormente deformado en frío, aparecen nuevos cristales en el metal, con la misma composición y estructura reticular que los granos que no se han deformado.

Dichos cristales se formarán en las zonas en las que haya mayor densidad de dislocaciones.

En la mayoría de los casos, cuando se trabaja con chapas o flejes con espesores pequeños y uniformes, se utiliza el método en frío. Las operaciones más comunes son la de doblado, troquelado y embutición.

#### **2.5.4 PRENSAS**

Para que los útiles del troquel se activen hace falta una máquina llamada prensa. Gracias a dicha máquina, se consigue transferir una fuerza con la que se logra el transformado de chapa. Una de las propiedades es la capacidad de adaptación que tienen para producciones en masa; ejemplo de ello es la utilización comercial que tiene para la fabricación de artículos de ferretería, menaje, piezas automovilísticas, etc.

##### **2.5.4.1 Prensa hidráulica**

Las prensas hidráulicas están muy bien valoradas en la industria por las cualidades de modificación y adaptación que tienen, dependiendo de las necesidades que hagan falta. Dentro de las propiedades se encuentra las altas velocidades que es capaz de alcanzar, junto con la autonomía, la presión que es capaz de ejercer y la regulación de carrera de los pistones.

El gran abanico de posibilidades que ofrece, es gracias al fluido hidráulico con el que trabaja, cumpliendo la ley de Pascal, que es el encargado del movimiento del pistón con el que se consigue la presión en el cabezal. Se puede decir que la presión y la velocidad dependen de la bomba, que es capaz de variar la alimentación del fluido. Consiguiendo así la máxima velocidad de la prensa, cuando la presión es muy pequeña y al contrario, es decir, cuando la presión es máxima la velocidad es muy pequeña.

Para resumir el funcionamiento de este tipo de prensa, el pistón desciende sin ejercer ninguna presión, seguidamente, para comenzar el estampado de la chapa, la velocidad se reduce mientras se consigue la máxima presión que se pretende obtener para el trabajo. A medida que la presión disminuye la velocidad de trabajo aumenta. Al terminar esta fase, el pistón vuelve hacia la parte superior a una gran velocidad.

##### **2.5.4.2 Prensa mecánica**

Dentro de las prensas mecánicas se pueden encontrar dos tipos diferentes. Una de ellas es el de simple efecto. Estas funcionan con un simple carro accionado por un eje

excéntrico. La manera de poder ejercer la fuerza necesaria es por la acumulación de energía de un volante. Tienen un amplio uso actualmente, gracias a que alcanzan una alta velocidad para el mecanismo tan simple que tienen.

En el caso de los de doble efecto, poseen dos correderas, una de ellas actúa dentro de la otra. La denominada cruceta es la parte interior que va unida a la biela del árbol. El sujetador, es decir, la parte exterior va unido a un brazo fijado en el árbol. Por ello, los movimientos que se crean por las correderas se producen con un cierto desfase entre ambas.

### **2.5.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**

Es muy importante saber qué tipo de sistema de suministro se utilizará en la fabricación de la pieza, debido a su relación con la rentabilidad; es decir, la cantidad de piezas que se producirán en un tiempo determinado. Lo ideal sería que la chapa no dejara avanzar en ningún momento, aumentando así su productividad.

Se pueden distinguir tres tipos de sistemas de alimentación, que son los siguientes:

#### **2.5.5.1 Avance manual**

Como bien indica el nombre, se tendrá que colocar manualmente la lámina en el troquel. El responsable de esta tarea será el que defina el ritmo y la productividad de la máquina. De la misma manera que en otros procesos manuales, el ritmo de productividad será inferior al resto de los sistemas. Por estos motivos, el avance manual suele utilizarse en lotes pequeños.

Para asegurar la correcta colocación de la chapa, será imprescindible la colocación de unas guías en el sistema de alimentación; logrando así, el mayor aprovechamiento del material estudiado al diseñar.

Otro punto a tener en cuenta es el riesgo que corre el operario, en el momento de introducir la lámina; ya que cualquier despiste puede acarrear un accidente.

#### **2.5.5.2 Avance semiautomático**

En este sistema se pueden diferenciar dos procesos diferentes. Una de ellas es la alimentación de la máquina, que en este caso también se encarga un operario. El segundo proceso es automático y es el encargado de avanzar la banda a través de las estaciones del troquel progresivo. Uno de los inconvenientes de este método, es el parón que se puede causar si el peón no recarga la máquina al acabarse el proceso.

Esta es la causa por la que no se recomienda en casos de lotes grandes, proceso continuo o en troqueles en los que sólo se realiza una etapa del proceso, ya que la productividad depende mucho de la velocidad del trabajador.

Como conclusión, se puede afirmar que es un sistema más rápido y seguro que el sistema de avance manual. Pero es necesario una inversión inicial mayor, por lo que suele utilizarse en lotes medianos y en caso de que no formen parte de una línea de producción.

#### **2.5.5.1 Avance automático**

En este sistema todo el proceso es automático, como bien indica el nombre. En el caso de este tipo de alimentación, lo normal es utilizar bobinas de chapa, en vez de láminas; asegurándonos así la continuidad del proceso.

Al utilizarse bobinas de acero, el material viene con una curvatura que nos perjudicaría en el resultado, por lo que necesita un procesamiento previo para aplanar el fleje. Dicho proceso consta de dos etapas: la primera de ellas es la devanadora, que es la encargada de desenrollar la bobina. La segunda etapa, se hace mediante una aplanadora, que aplanar la chapa, para que entre en el alimentador.

Este tipo de avance tiene muchas ventajas: la seguridad del trabajador encargado de esta tarea es mayor, en un largo periodo de tiempo no hay un parón de fabricación, permite una línea de producción, etc. Por otra parte, la inversión inicial, el gasto energético y el coste de mantenimiento suponen la necesidad de que los lotes sean grandes para rentabilizar los gastos.

## **2.6 COMPONENTES DEL TROQUEL PROGRESIVO**

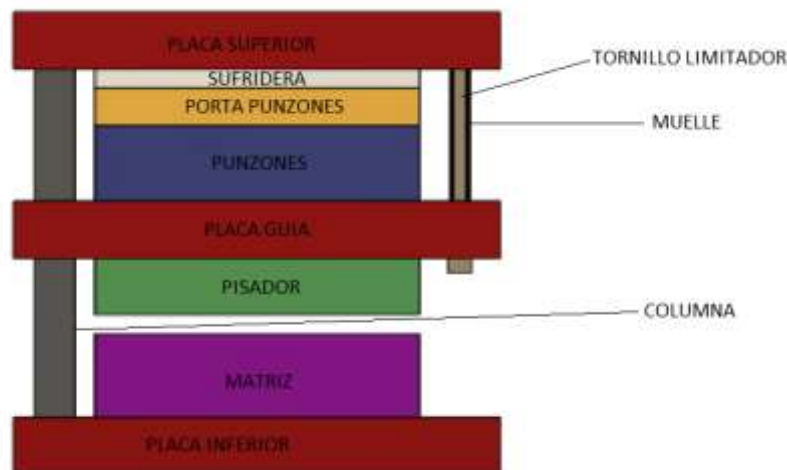
Para que el conjunto del troquel trabaje de una manera óptima, son necesarios varios elementos esenciales, cada uno con sus funciones específicas. Cada uno de esos elementos debe de ser seleccionado o diseñado, teniendo en cuenta la rentabilidad, pero sin olvidar de la calidad y la durabilidad.

Todo lo mencionado anteriormente, dependerá del material empleado en los útiles y sus tratamientos y acabados superficiales.

Dentro de los elementos de fabricación se diferencian dos grupos. En uno de ellos se meten los diseñados y desarrollados por un ingeniero, y en el otro grupo entran los comerciales o normalizados. Los útiles que necesitan un diseño dependiendo del

proyecto, se desarrollarán en función al producto final que se quiera obtener. Sin embargo, en el mercado existen varios elementos que se producen en masa por normas ya establecidas; estas se utilizarán en la mayor cantidad posible, por el hecho de abaratar costes.

En la siguiente imagen, se explican los componentes básicos necesarios para la elaboración de los troqueles progresivos, sin tener en cuenta tornillos para sujeción.



*Imagen 2: Componentes del troquel progresivo*

## 2.6.1 COMPONENTES DE DISEÑO

### 2.6.1.1 Placa inferior

Es el elemento que está directamente sujeto a la bancada de la prensa, por lo que sirve de apoyo y base para el resto de los utillajes. Al ser el componente inferior, es el que absorbe los esfuerzos producidos, mientras se realiza el trabajo. En dicha placa, es donde se coloca la matriz, mediante tornillos.

- Dimensiones:

En líneas generales, el espesor varía entre los 30mm y los 60mm, dependiendo de las necesidades. Para elegir correctamente el espesor, primero es necesario conocer las dimensiones de longitud y anchura de la matriz, ya que, cuanto mayor sea dicho elemento, más grande será la placa, por lo que el espesor también cambiara.

Se recomiendan usar las diferentes tablas de distintos fabricantes, cuyos valores dependen de los esfuerzos de corte, dimensiones de la zona de trabajo y la disposición de las columnas.

- Material:

El material que se utilizará para la fabricación de la placa inferior mayormente es de acero suave o semiduro, aunque dependerá del fabricante. En caso de troqueles de grandes dimensiones, por el simple hecho de abaratar costes, es más común utilizar fundición.

- Tratamientos térmicos:

Con la intención de conseguir más resistencia y dureza de la placa, en caso de utilización de aceros suaves y fundición, se aplica un tratamiento posterior de temple convencional. Logrando una dureza de hasta 58HR.

- Mecanizado:

Después de haber seleccionado la placa en bruto o normalizada, es decir, sin ningún tipo de orificio, primero de todo se hace un mecanizado, donde se dejara con las medidas especificadas en el plano.

En el segundo mecanizado, se harán: la cajera, los orificios y los agujeros roscados indicados en el plano. La cajera, es donde irá colocada la matriz, o los diferentes módulos de la matriz. Los orificios, servirán para que los desechos y las piezas creadas puedan ser extruidos. Por último, los agujeros roscados serán para obtener la sujeción óptima entre la placa inferior y la anteriormente mencionada matriz.

- Acabado y tolerancias superficiales:

En este tipo de piezas no son necesarios acabados superficiales de gran precisión, ya que su función principal es soportar los esfuerzos ejercidos al conformar la chapa.

Por otra parte, es imprescindible asegurar la planitud, el paralelismo entre las caras y la perpendicularidad para la correcta colocación de las columnas. Este proceso se realiza mediante el rectificado. La planitud óptima en este caso es de 0,015mm por cada 100mm. En el caso de perpendicularidad y paralelismo es de 0.015mm.

### **2.6.1.2 Placa guía**

El troquel consta de una placa llamada, placa guía, encargada de evitar el pandeo de los punzones y colocar el pisador. En este elemento se colocan los denominados tornillos topes, con sus correspondientes muelles, pudiendo desplazarse una distancia entre el punzón más largo y el más corto; por lo que, la base superior puede seguir bajando hasta que el pisador haga contacto con la chapa.

- Dimensiones:

Una vez dimensionada la placa inferior, se utilizan los mismos valores para definir la placa guía.

- Material:

En este aspecto también, el material empleado para la fabricación de dicho elemento es el mismo que en el caso anterior.

- Tratamientos térmicos:

Aunque este útil no sufra tantos esfuerzos como la placa inferior, al partir de la misma pieza en bruto, se utiliza un templado convencional. Consiguiendo una dureza de 55HR.

- Mecanizado:

Antes de nada, se mecaniza hasta conseguir los valores indicados en los planos. En el posterior mecanizado, se producen los orificios por donde pasaran los punzones, las columnas y finalmente se hacen los agujeros roscados donde irán los tornillos tope y los tornillos para la colocación del pisador.

- Acabado y tolerancias superficiales:

Son necesarias las tolerancias de paralelismo entre la cara superior e inferior, perpendicularidad para la correcta colocación de las columnas y planitud para que el pisador pueda ejercer la misma presión en toda la banda.

### **2.6.1.3 Placa superior**

Es un elemento con el que se transfiere la presión y el movimiento a los punzones. Por otra parte se utiliza como base para la sujeción de los componentes de la parte móvil, como la porta punzones y la sufridera, las cuales se atan mediante tornillos y pasadores.

En los troqueles de mediano y gran tamaño, para la colocación del vástago se hace un agujero roscado en la parte superior de dicho componente.

- Dimensiones:

Como en el caso de todas las placas base, las dimensiones deben de ser iguales, con las medidas dependientes de la pieza a fabricar. Ya que facilita en gran medida la colocación de las columnas.

- Material:

En este aspecto también, el material empleado para la fabricación de dicho elemento es el mismo que en las placas base.

- Tratamientos térmicos:

Como este elemento es el encargado de transmitir las fuerzas del proceso, es necesario realizar un post procesamiento. Como en los casos anteriores, se utiliza un templado convencional, consiguiendo una dureza de 55HR.

- Mecanizado:

En la base superior se hace un mecanizado partiendo del material en bruto. Primero de todo, se mecaniza de tal manera que se obtenga las dimensiones requeridas. En segundo lugar, se procesan los orificios para la fijación de los elementos de unión.

- Acabado y tolerancias superficiales:

Son necesarios aplicar los mismos acabados y tolerancias que se aplican en las placas; la planitud, el paralelismo y la perpendicularidad.



#### **2.6.1.4 Matriz**

Se podría afirmar que es uno de los componentes más importantes de los troqueles, ya que está directamente relacionado con la calidad y la geometría de la pieza a fabricar.

En la matriz o en los diferentes módulos de la matriz existen diferentes cavidades, las cuales representan el proceso que va a llevar la chapa. Es imprescindible, que estén mecanizados con gran precisión, para que la calidad y el detallado sea la mejor posible. En cada uno de los orificios se penetrara un punzón, para realizar un corte o un doblado.

En el caso de que sea una sola pieza, la colocación de ésta se hará en la cajera de la placa inferior y en la dirección correspondiente. Por otro lado, si se trabaja con módulos, se colocarán dependiendo de la estación en la que tiene que estar. Finalmente para la fijación se utilizaran tornillos.

- Dimensiones:

A la hora de dimensionar la matriz es indispensable tener en cuenta el espesor mínimo que debe tener para que no se produzca ninguna deformación o rotura de esta durante el proceso de conformado. Habitualmente dicho espesor suele ser de entre 15 y 40mm, pero si únicamente se mira en la dimensión necesaria para que soporten los esfuerzos, es necesario calcularlo.

En líneas generales, cada matriz dependerá de la pieza que se quiera fabricar y sus propiedades, ya que dependiendo de su forma y geometría las cavidades de dicha matriz cambiarán.

Para prevenir cualquier tipo de atascos a la hora de hacer un corte y poder desechar el material sobrante sin ningún tipo de problema, los orificios de la matriz deben de tener un cierto ángulo de salida, la cual oscila entre 2 y 3 grados, dependiendo del coeficiente de cizalladura y el espesor del material. Al mismo tiempo tiene que existir el llamado “vida de la matriz”; este parámetro se utiliza para lograr el corte de la chapa, en vez de desgarrarlo. Dicho parámetro varía entre los 4 y 8mm, y depende mucho de la cantidad de piezas que se van a fabricar.

- Material:

Los materiales más utilizados en este tipo de componente son el F112, F114 y F514. Cada uno de ellos corresponde a un tamaño diferente de matriz, yendo desde el más grande al as pequeño.

Sin embargo, en caso de que se trabaje con módulos, en las estaciones donde solo se realicen cortes, se pueden utilizar: F522, F521 y F5602. Dependiendo de la producción, desde la más baja a la más alta.

- Tratamientos térmicos:

Es necesario someter un tratamiento de temple y bonificado, para poder conseguir una dureza de hasta 60HR.

Para que el rendimiento sea óptimo, la superficie se tiene que pulir el utillaje y revenirlo a una temperatura de 25 grados.

- Mecanizado:

El primer paso de todos es la de conseguir las medidas explicadas en los planos, quitando el material excedente, ya que se empezará a mecanizar una placa en bruto. El segundo paso es conseguir los agujeros y orificios, utilizando los procesos de taladrado y mandrilado, respectivamente.

- Acabado y tolerancias superficiales:

Lo más importante en este componente, es conseguir la exactitud del posicionamiento de los orificios. Segundo, para que el proceso de conformado sea correcto, es necesario obtener una planitud y una perpendicularidad óptimas.

En caso de dicha plenitud se exige una tolerancia de 0,015mm por cada 100mm de superficie y una perpendicularidad de 0,015mm entre la cara superior y la pared de la cavidad.

#### **2.6.1.5 Pisador**

Gracias a este componente se consigue presionar la banda de chapa, consiguiendo una completa inmovilización antes de que los punzones hagan el corte o el doblado. Con dicha inmovilización se logra que los orificios se realicen donde les corresponde, minimizando la probabilidad de que una pieza salga con defecto y se tenga que desechar.

- Dimensiones:

Las dimensiones generales, es decir la longitud y la anchura, concuerdan con las de la matriz. Para decidir cuál sería el espesor óptimo para el pisador, se debe de tener en cuenta el espesor de la chapa y la longitud de los punzones. En un

principio, se podría decir que el valor del espesor sería el treinta por ciento de la longitud del punzón, pero tras los cálculos se podría ajustar más a las necesidades propias.

En caso de que en un doblado el punzón ejerciera como pisador, en esa sección no sería necesario añadir el pisador como tal.

- **Material:**

Los materiales utilizados, dependen de cierta manera del tamaño del pisador. En todo momento son aceros indeformables, con un post procesamiento de temple. Cuando el dicho componente sea pequeño se emplea el F114 o F522, si es de tamaño medio, el F114 o F112. Por último, F112 o fundición en caso de que sea de grandes dimensiones.

- **Tratamientos térmicos:**

Como se ha mencionado en el apartado de material, es necesario hacer el tratamiento térmico de temple, para que se consiga una mayor dureza.

- **Mecanizado:**

Para la obtención de las dimensiones necesarias se parte de una placa sobredimensionada, en la cual se hace un preciso mecanizado, obteniendo el resultado requerido. Se continúa con el taladrado y posterior mandrilado de los orificios, por donde pasarán los punzones. Dichos orificios tendrán que ser mayores que los punzones, para que no haya ninguna obstrucción.

- **Acabados y tolerancias superficiales:**

Planitud: 0,0015mm por cada 100mm de superficie.

Paralelismo: <0,015mm.

Perpendicularidad: 0,015mm entre la cara superior del pisador y la pared del orificio donde pasarán los punzones.

#### **2.6.1.6 Sufridera**

Se utiliza para absorber el continuo esfuerzo que ejercen los punzones a la hora de realizar el corte o el doblado, manteniendo la integridad de la base superior, ya que es mucho más costoso.

- Dimensiones:

En cierta medida depende del material utilizado y el esfuerzo realizado en el proceso de conformado, pero en líneas generales son espesores que tienen un valor entre 8 y 16mm.

- Material:

Los materiales más utilizados son los siguientes:

- Grande: F114, F115
- Medio: F524
- Pequeño: F522

En sus propiedades están la tenacidad y la dureza.

- Tratamientos térmicos:

Si se utiliza el acero F114 o F115 se debe de aplicar el bonificado. En caso de emplear los aceros F524 o F522 es necesario hacer dos tratamientos: templado y revenido, pudiendo así conseguir una dureza de hasta 58HR.

- Mecanizado:

Como se ha hecho en todos los casos, primero de todo se mecaniza para obtener las dimensiones especificadas en los planos. En segundo lugar se taladrarán los agujeros necesarios para poder unirlo a la placa superior.

- Acabados y tolerancias superficiales:

Hay dos principales tolerancias que deben asegurarse. Una de ellas es el paralelismo entre las cara superior e inferior, con un valor de 0,015mm. En el caso planitud se debe de asegurar una tolerancia de 0,015mm por cada 100mm.

### **2.6.1.7 Punzones**

Junto con la matriz, es otro de los elementos principales. Este componente se inserta en la matriz, realizando la transformación (corte o doblado) de la banda. Los punzones se pueden dividir en tres partes importantes: La cabeza, el cuerpo y la cara que estará en contacto con la chapa. El trabajo que realiza la cabeza, es la de sujetar, posicionar e inmovilizar el punzón. El cuerpo, se puede definir como la parte que transmite la fuerza a la chapa.

La forma de los punzones depende de la operación que se quiera realizar y los esfuerzos que vaya a soportar. Al ser uno de los útiles más importantes se debe de trabajar para lograr la mayor calidad posible; utilizando materiales apropiados con un post procesamiento adecuado y finalmente unos buenos acabados superficiales.



*Imagen 3: Componentes del troquel progresivo*

- Dimensionado:

Con la intención de abaratar costes, es recomendable utilizar punzones comerciales en la mayor medida posible. Si no hay posibilidad de utilizarlos, se diseñarán en base a la geometría que se quiera quitar a la banda. Una vez diseñado el útil, teniendo en cuenta la forma y la fuerza que tendrá que soportar, se le dará la longitud necesaria para que no sufra deformaciones o la rotura por pandeo.

Finalmente hay que tener en cuenta la holgura que tiene que haber entre matriz y punzón, para poder aplicar las tolerancias de manera correcta.

- Material:

Tienen que ser resistentes al desgaste y ser capaces de obtener buenos acabados superficiales. Suele utilizarse acero F514 o acero rápido HSS.

- Tratamientos térmicos:

Para mayor resistencia y dureza es recomendable aplicar un proceso de temple y bonificado, logrando una dureza de hasta 64HR.

- Acabados y tolerancias superficiales:

Debe de asegurarse una perpendicularidad de 0,005mm, entre la cara superior de la cabeza y las paredes del cuerpo.

### **2.6.1.8 Porta punzones**

Gracias a este elemento se colocan los punzones en el lugar que les corresponde y se muevan simultáneamente, asegurando que el proceso se lleve a cabo correctamente. Otro de los beneficios de este componente es el de simplificar y agilizar el montado o en caso de necesitar una puesta a punto.

A la hora de colocarlos en la porta punzones, hay tres maneras de hacerlo:

- Atornillado: Se suele utilizar en caso de que los punzones sean grandes. En estas ocasiones es más habitual sujetarlo en la placa superior.
- Ajuste fijo: Son situados a base de golpe de maza. Se evitan holguras y movimientos indeseados.
- Ajuste deslizante: Se colocan manualmente, sin ejercer grandes esfuerzos. Corren el riesgo de moverse y no son tan precisas al cumplir su función.

- Dimensiones:

La placa porta punzones varia en su tamaño dependiendo del proceso que debe de llevar a cabo, es decir, el tamaño de sus punzones y la colocación de los mismos. Siempre coinciden con el largo y el ancho de la placa pisadora y la matriz en su totalidad.

Al referirse sobre el espesor de dicha placa, se cogen unos valores aproximados de un 25% de la longitud de los punzones. Después del estudio del proceso en conjunto, se le aplica un factor de seguridad con la intención de asegurarse su vida útil.

- Material:

Se utilizan materiales resistentes y tenaces, pero varían entre el acero suave al carbono y algunos más duros, dependiendo un poco del ajuste que va a llevar y el tamaño. En caso de que sea pequeño lo más normal son los materiales F114 y F522. En tamaños medianos sin embargo, F112 y F314. Finalmente, en caso de que sea de un tamaño grande se utiliza el F1511.

- Tratamientos térmicos:

Es un elemento que no necesita ningún tipo de tratamiento, ya que no soporta el desgaste por rozamiento o desgaste.

- Mecanizado:

Se parte de un material en bruto, por lo que necesitara un mecanizado para adecuarse a las medidas indicadas en los planos. Una vez conseguido las dimensiones correctas, se comenzara con el taladrado donde se depositarán los punzones y a continuación, como último paso, se realizará el mandrinado para lograr los agujeros donde se colocarán los tornillos para la sujeción del elemento en cuestión.

- Acabados y tolerancias superficiales:

Al igual que en los casos anteriores, las tolerancias principales a tener en cuenta son: la planitud el paralelismo y la perpendicularidad.

- Planitud: 0,015mm por cada 100mm de superficie.
- Paralelismo: 0,005mm entre la cara superior y la cara de apoyo de los punzones.
- Perpendicularidad: 0,005mm entre la pared y la cara de apoyo donde iran colocados las cabe de los punzones.

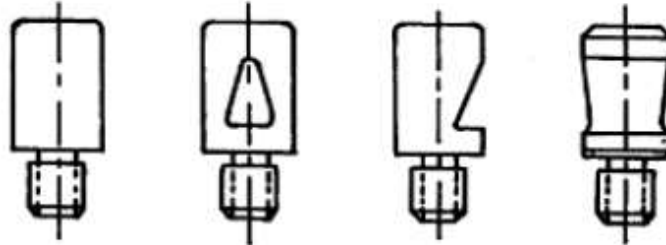
#### **2.6.1.9 Vástago**

Mediante este elemento se consigue que la prensa y el troquel estén unidos; el vástago se coloca en la parte móvil.

En el caso de que los troqueles sean pequeños, puede eliminarse dicho componente e integrarse en la placa porta punzones, ya que su función es transmitir la fuerza que ejerce la prensa. Por otra parte, cuando el troquel tiene unas dimensiones considerables, es un útil independiente que se puede colocar mediante el roscado.

- Dimensiones:

La dimensión de la misma depende del tamaño troquel, y la fuerza que se tiene que aplicar en la parte móvil. No tiene una forma definida, aunque principalmente pueden ser tanto cónicas como cilíndricas.



*Imagen 4: Tipos de vástagos*

- Posicionamiento:

Para obtener la posición del vástago, hay que calcular el centro de gravedad de las fuerzas.

- Material:

Como dicho componente principalmente sufre más a tracción, el material que se tiene que utilizar debe de tener buenas propiedades de tenacidad y resistencia.

Los materiales más utilizados son aceros al carbono. Dentro de esta categoría mayoritariamente se emplean la 1020 o la 1045.

- Tratamientos térmicos:

Con la intención de que la durabilidad del elemento aumente, se recomienda someterle a un tratamiento de bonificado.

### **2.6.2 COMPONENTES NORMALIZADOS**

Los componentes normalizados o comerciales que forman la totalidad de un troquel se pueden diferenciar en tres grupos, dependiendo de su función: elementos guía (casquillos y columnas), elementos elásticos (muelles) y elementos de fijación (tornillos).



### **2.6.2.1 Casquillos**

Los casquillos son utilizados para que los elementos con más relevancia de un sistema no sufran tanto desgaste, ya que es más rentable cambiar un pequeño elemento que uno grande y más costoso. Este tipo de componente compone el sistema de guiado y alineación, en este caso trabaja junto con las columnas.

Los casquillos que están en contacto con las columnas, son de dos tipos. Una de ellas trabaja por rozamiento, por lo que es indispensable la correcta lubricación para que la vida útil sea la mayor posible. El segundo tipo integra rodamientos, logrando un desplazamiento más fluido y con menos desgaste.

### **2.6.2.2 Columnas**

Mediante las columnas se asegura la alineación correcta de la parte fija respecto de la móvil, garantizando una concentricidad entre las dos partes. Este componente se asegura en la placa inferior con un disco de amarre y un tornillo.

### **2.6.2.3 Muelles**

Su función es la extraer la parte móvil, tras el pisado o activación de la prensa. Los más utilizados son los muelles de compresión y hechos de alambre rectangular. En su mayoría llevan un código de colores para facilitar la identificación de la fuerza que es capaz de ejercer cada uno de ellos.

### **2.6.2.4 Tornillos**

Son elementos de fijación y gracias a ellos se unen dos o más elementos del troquel de una manera segura y fácil. Generalmente en la matricera los más comunes son los tornillos Allen.

## **2.7 RESULTADOS FINALES**

### **2.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA**

La pieza que se quiere fabricar es un soporte de elementos de pared. Para entender la utilidad y la función de la pieza de estudio es indispensable definir en qué consiste dicho objeto.

#### **2.7.1.1 Elemento de pared**

Es cualquier tipo de objeto que ira empotrado en la pared. Para su correcta colocación y sujeción a la pared, es necesario un componente que asegure el hueco de la pared y a la vez tenga un mecanismo de enganche.

### 2.7.1.2 Cómo funciona

Como bien se ha explicado en el apartado anterior, es indispensable un objeto que sea capaz de sujetarse en la pared, con gran facilidad y fiabilidad. Su propósito es la de albergar una pieza que necesita algún tipo de anclaje para su colocación.



Imagen 5: Soporte de elementos de pared

### 2.7.2 GEOMETRÍA Y REQUISITOS DE DISEÑO

El dimensionado y las características que tiene la pieza a construir se explican en el primer plano, que se encuentra en el *DOCUMENTO 4.PLANOS*.

Por petición del cliente, las condiciones impuestas son las siguientes:

DIMENSIONES (L x W x H)	51x68x30mm
ESPESOR (e)	3mm
MATERIAL	Aleación de acero
TOLERANCIAS	Según DIN 7168
PRODUCCIÓN	27.000un/año

Tabla 1: Requisitos de diseño

### 2.7.3 MATERIAL DE LA PIEZA

El material escogido para producir el soporte es el AISI 304, acero inoxidable austenítico. Es un acero fabricado por ACERINOX EUROPA S.A.U. Se ha seleccionado este material en base a las propiedades de resistencia ante la corrosión y la facilidad que muestra a la transformación.

Dentro del AISI 304 se encuentran distintas variaciones, que dependen de la composición química. Tras varias comparaciones y de acuerdo a las exigencias del cliente se decide que el más adecuado para este proyecto es el ACX 120.

Tipo	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Otros
ACX 120	≤0.070	≤0.75	≤2.00	≤0.040	≤0.015	17.50-19.00	8.00-10.00	-	-	-	-

*Imagen 6: Acero seleccionado*

Cuando ya está decidido el material, otro aspecto a tener en cuenta es en qué manera se suministrara el acero y de qué manera se ha llevado a esa transformación, como el laminado en frío o en caliente. Acerinox trabaja en formatos diferentes: bobina, chapa, disco...

- Acero laminado en frío:

Se trata de un laminado a temperatura ambiente, en la que se obtienen las diferentes dimensiones de espesor, con una mayor calidad superficial.

Las características más significativas son las de un buen acabado, con mejores tolerancias y mejores propiedades mecánicas, ya que se consigue una gran concentración de granos en una menor sección.

Este tipo de acero se utiliza en aplicaciones que necesitan más precisión, como puede ser un conformado de chapa.

A la hora del coste de la misma, se puede concluir que es más cara, por el tiempo de procesamiento que tiene para llegar a los diferentes espesores.

- Acero laminado en frío:

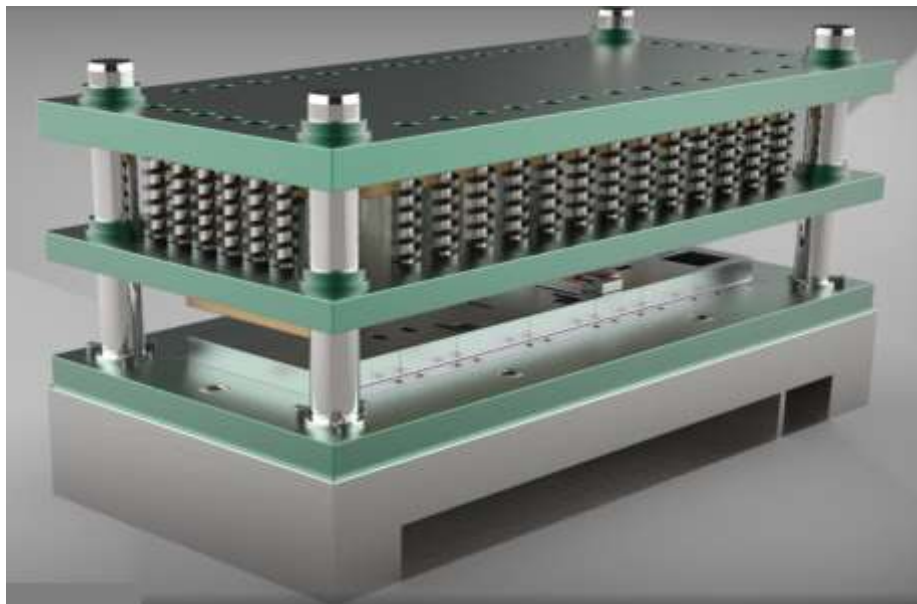
Es un acero que está laminado a una temperatura mayor que la cristalización del material utilizado. Comparando con el laminado en frío, se puede afirmar que es más fácil trabajar con ella y darle forma. Como consecuencia de la facilidad de transformación, dificulta la precisión de los resultados.

La ventaja de este acero, es la rapidez con la que se puede llegar a un material mucho más fino. Como desventajas se puede decir: primero, el resultado de este es una superficie más rugosa, por la contracción que tendrá al enfriarse. Segundo,

los bordes y las esquinas no estarán bien definidas, por la misma razón explicada en el primer caso. Por último, podría haber distorsiones de forma.

#### **2.7.4 ELEMENTOS DE DISEÑO**

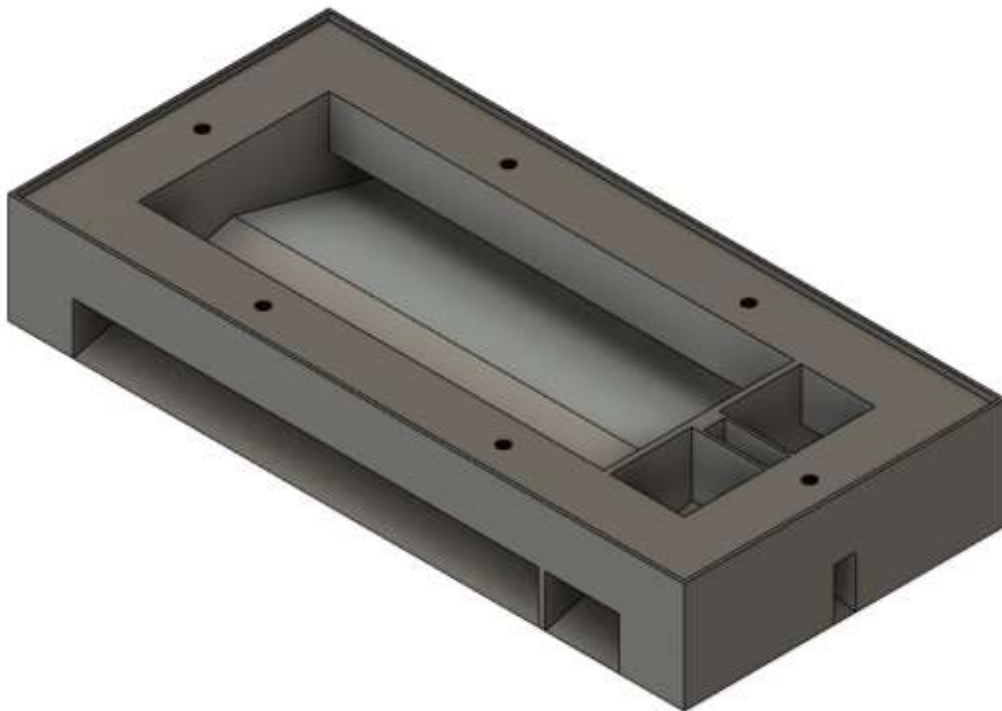
En este apartado se resumen las características de cada componente diseñado por el ingeniero. Se define la geometría, el material que se empleará para la fabricación, el proceso con el que se elabora y los tratamientos térmicos aplicados. Las especificaciones técnicas y la acotación de cada elemento se encuentran mejor definidas en el *DOCUMENTO 4. Planos*.



*Imagen 7: Troquel progresivo*

#### 2.7.4.1 Contenedor

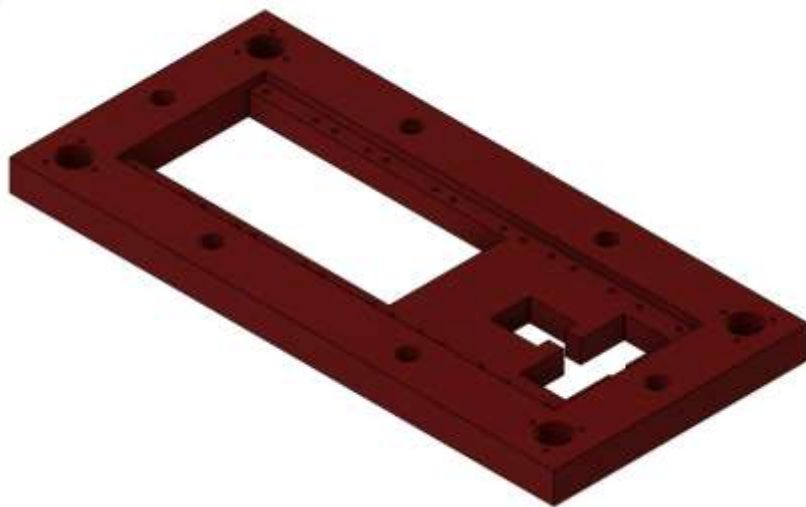
- **Dimensiones exteriores:** 984,8mm x 497,4mm x 160mm
- **Material:** Fundición
- **Fabricación:**
  - Fresado de cajera: 974,8mm x 457,4mm x 10mm y rampas de extracción de chatarra y piezas.
  - Taladrado: 6 orificios de M20 para la fijación de la placa inferior.
- **Tratamientos térmicos:** No
- **Acabados y tolerancias superficiales:** Planitud de 0,015mm x 100mm de superficie.



*Imagen 8: Contenedor*

### 2.7.4.2 Placa inferior

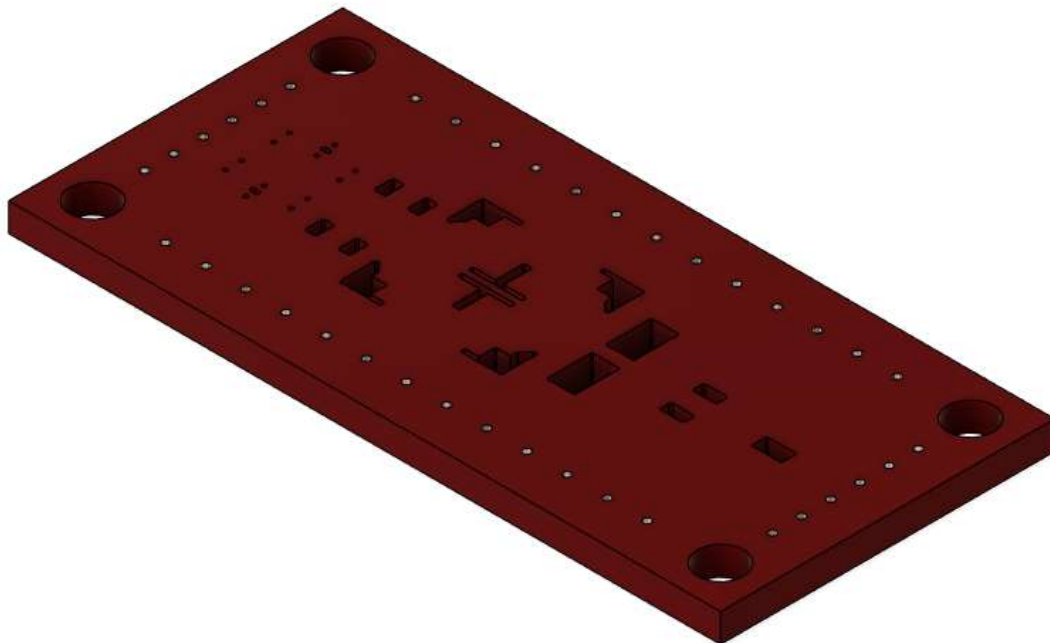
- **Dimensiones exteriores:** 974,8mm x 457,4mm x 39mm
- **Material:** F314
- **Fabricación:**
  - Fresado de todas las caras para obtener las dimensiones especificadas
  - Fresado de los orificios rectangulares para la extracción de chatarra y piezas.
  - Fresado de la cajera para la colocación de los módulos de la matriz: 782,8mm x 265,4mm x 15mm.
  - Taladrado de 4 orificios de  $\varnothing 50$  para la colocación de las columnas.
  - Taladrado de 4 orificios colineales de 10mm de profundidad a las anteriores desde la cara opuesta.
  - Taladrado de 12 orificios de M8. 3 por cada columna a  $120^\circ$ .
  - Taladrado de 6 orificios donde se colocaran tornillos de M20.
  - Taladrado de 28 orificios de M10, para fijar los módulos de la matriz.
- **Tratamientos térmicos:** Temple (conseguir una dureza de 58HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Planitud: 0,015mm x 100mm de superficie.
  - Perpendicularidad: 0,015mm.
  - Paralelismo: 0,015mm.



*Imagen 9: Placa inferior*

### 2.7.4.3 Placa guía

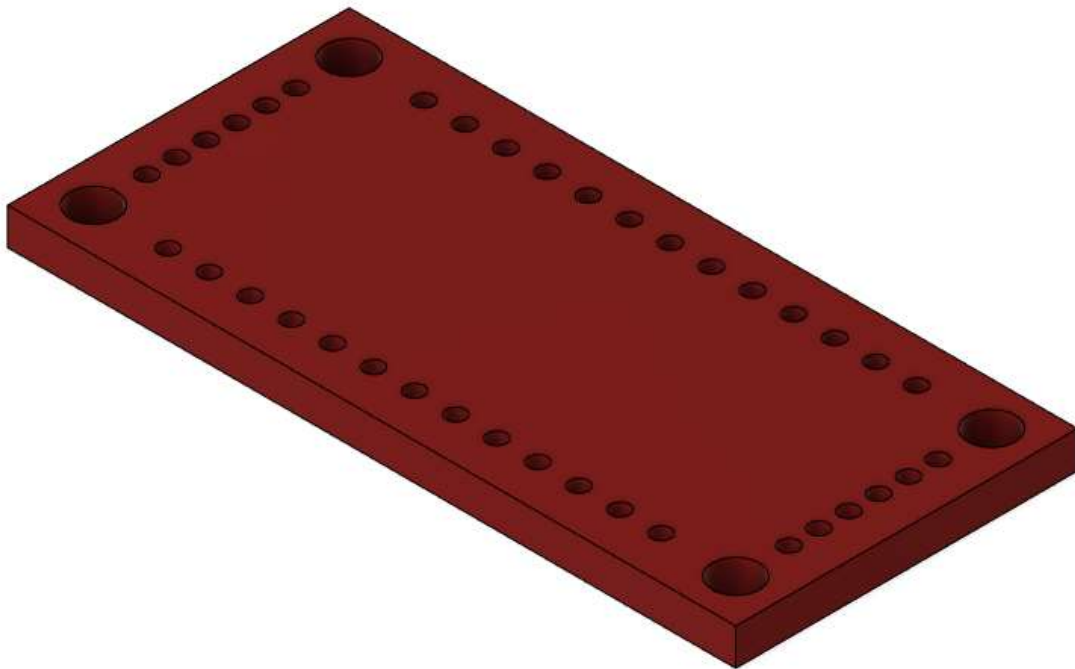
- **Dimensiones exteriores:** 974,8mm x 457,4mm x 39mm
- **Material:** F314
- **Fabricación:**
  - Fresado de todas las caras para obtener las dimensiones especificadas
  - Taladrado de los orificios para la guía de los punzones.
  - Taladrado de 4 orificios de  $\varnothing 50$  para la colocación de las columnas.
  - Taladrado de 38 orificios de M10, para fijar los tornillos tope.
- **Tratamientos térmicos:** Temple (conseguir una dureza de 58HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Planitud: 0,015mm x 100mm de superficie.
  - Perpendicularidad: 0,015mm.
  - Paralelismo: 0,015mm.



*Imagen 10: Placa guía*

#### 2.7.4.4 Placa superior

- **Dimensiones exteriores:** 974,8mm x 457,4mm x 39mm
- **Material:** F314
- **Fabricación:**
  - Fresado de todas las caras para obtener las dimensiones especificadas
  - Taladrado de 4 orificios de  $\varnothing 50$  para la colocación de las columnas.
  - Taladrado de 38 orificios para encajar la cabeza del tornillo de M10.
- **Tratamientos térmicos:** Temple (conseguir una dureza de 58HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Planitud: 0,015mm x 100mm de superficie.
  - Perpendicularidad: 0,015mm.
  - Paralelismo: 0,015mm.

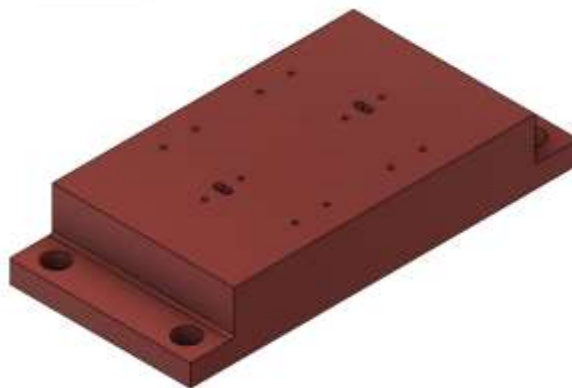


*Imagen 11: Placa superior*



### 2.7.4.5 Matriz

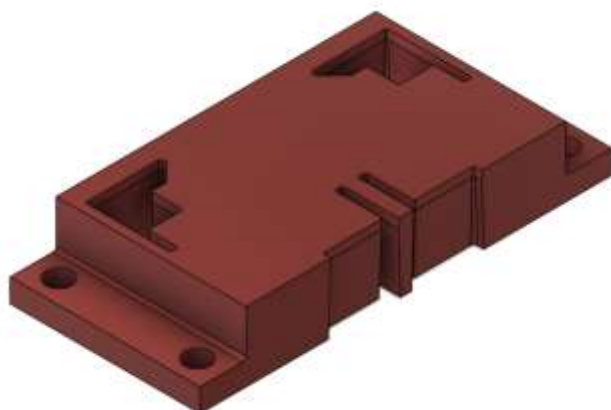
- **Dimensiones exteriores:** 974,8mm x 457,4mm x 39mm
- **Material:** F314
- **Fabricación:**
  - Fresado de todas las caras para obtener las dimensiones especificadas
  - Taladrado de los orificios para los punzones.
  - Taladrado de 4 orificios por cada módulo para la colocación de los tornillos de M10.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (conseguir una dureza de 60HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Planitud: 0,015mm x 100mm de superficie.
  - Perpendicularidad: 0,015mm.
  - Paralelismo: 0,015mm.



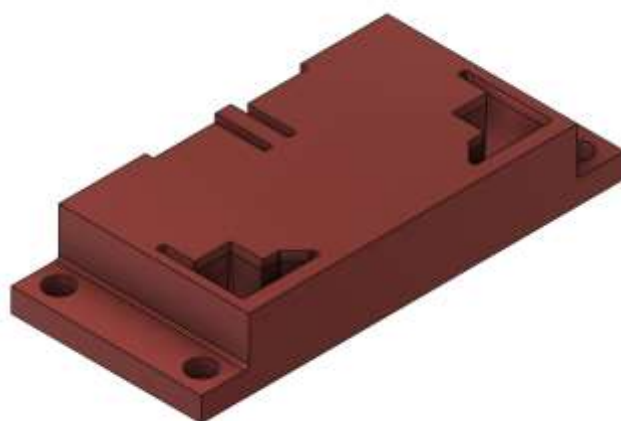
*Imagen 12: Matriz 1.estación*



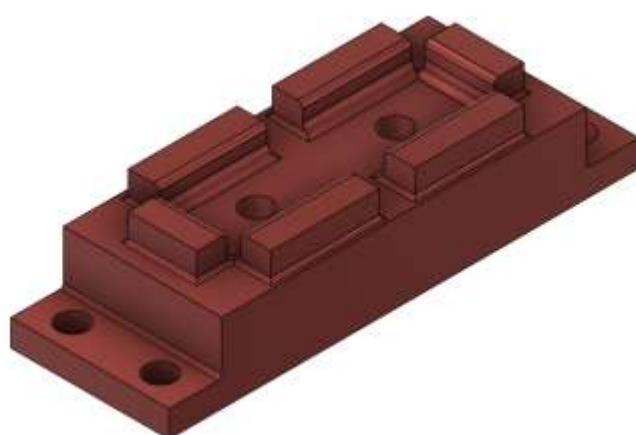
*Imagen 13: Matriz 2.estación*



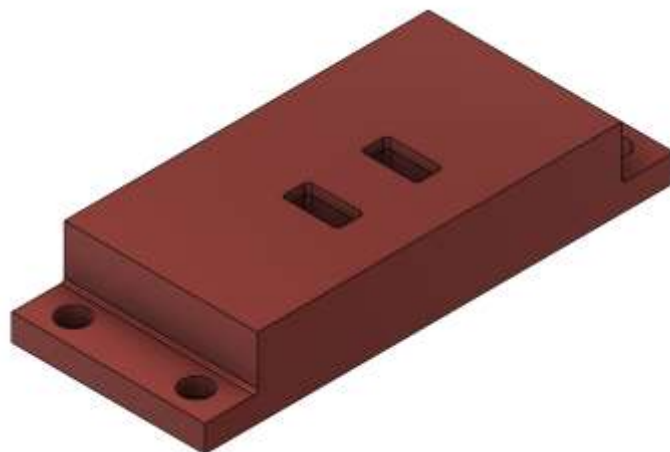
*Imagen 14: Matriz 3.estación*



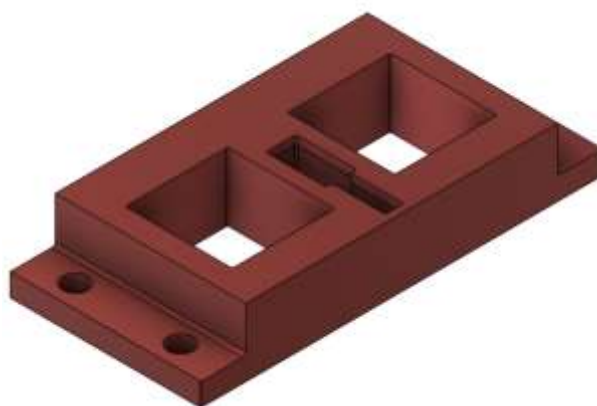
*Imagen 15: Matriz 4.estación*



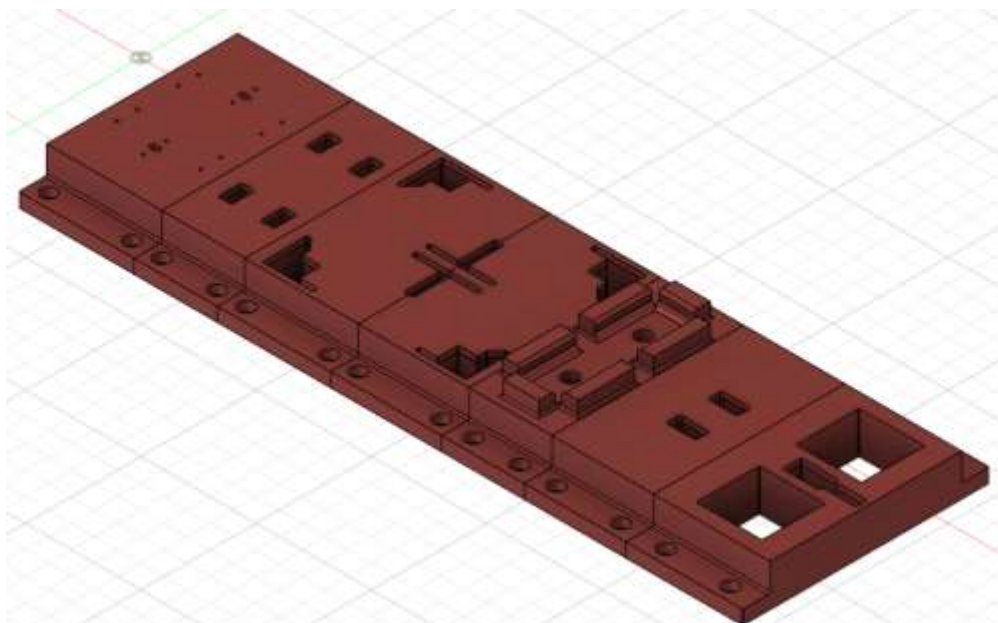
*Imagen 16: Matriz 5.estación*



*Imagen 17: Matriz 6.estación*



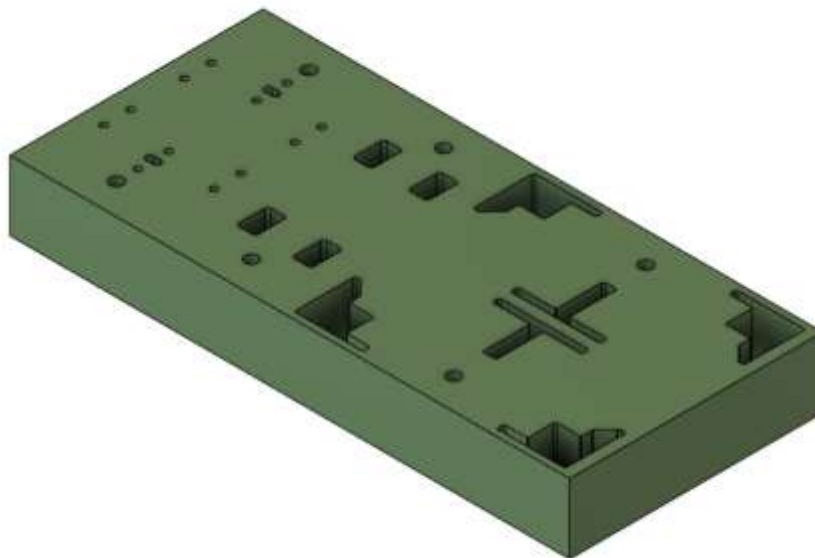
*Imagen 18: Matriz 7.estación*



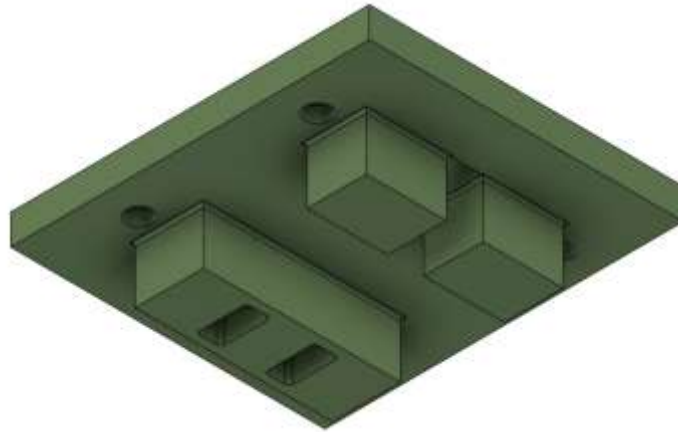
*Imagen 19: Placa matriz*

#### 2.7.4.6 Pisador

- **Dimensiones exteriores:**
  - Primer módulo: 458,2mm x 207,4mm x 57mm
  - Segundo módulo: 236,6mm x 207,4mm x 20mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado de todas las caras para obtener las dimensiones especificadas
  - Taladrado de los orificios para la guía de los punzones.
  - Taladrado de 6 orificios para la colocación de los tornillos de M10, en el primer módulo.
  - Taladrado de 4 orificios para la colocación de los tornillos de M10, en el segundo módulo.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (conseguir una dureza de 60HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Planitud: 0,015mm x 100mm de superficie.
  - Perpendicularidad: 0,015mm.
  - Paralelismo: 0,015mm.



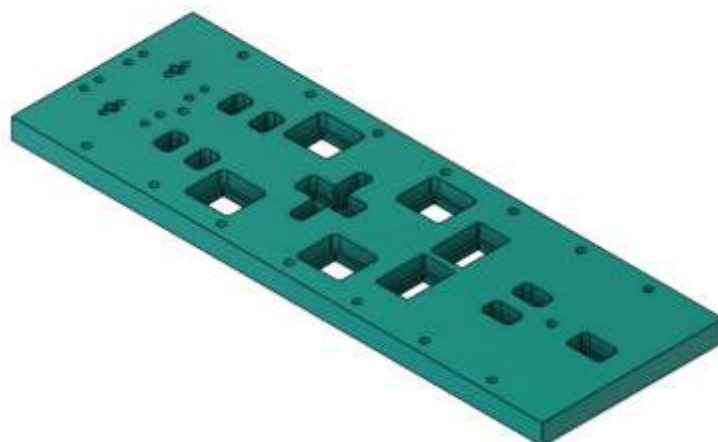
*Imagen 20: Primer módulo del pisador*



*Imagen 21: Segundo módulo del pisador*

#### **2.7.4.7 Porta punzones**

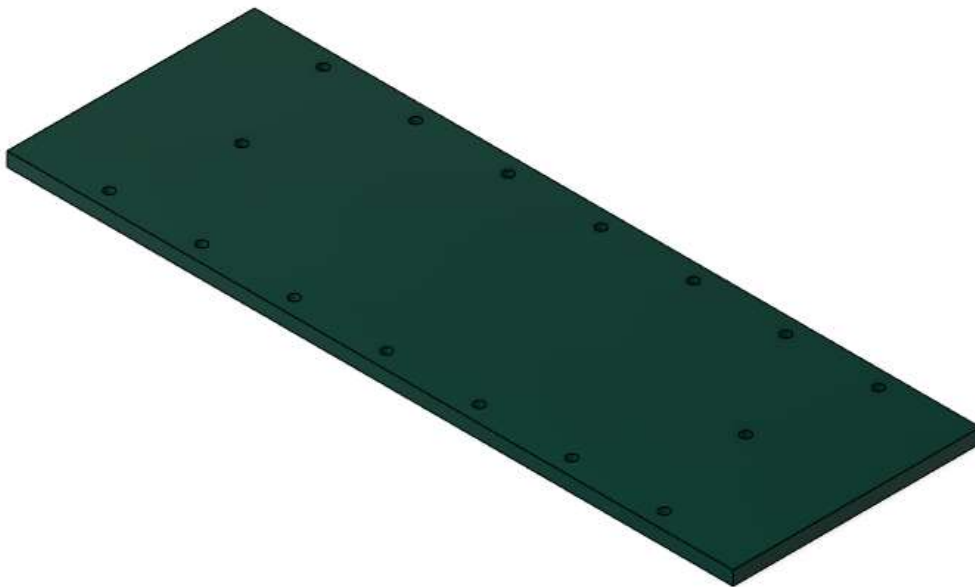
- **Dimensiones exteriores:** 784,8mm x 267,4mm x 30mm
- **Material:** F314
- **Fabricación:**
  - Fresado de todas las caras para obtener las dimensiones especificadas
  - Taladrado de los orificios para las cabezas de los punzones.
  - Taladrado de 16 orificios para la colocación de los tornillos de M10.
- **Tratamientos térmicos:** No
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Planitud: 0,005mm x 100mm de superficie.
  - Perpendicularidad: 0,005mm.
  - Paralelismo: 0,015mm.



*Imagen 22: Porta punzones*

#### 2.7.4.8 Sufridera

- **Dimensiones exteriores:** 784,8mm x 267,4mm x 15mm
- **Material:** F115
- **Fabricación:**
  - Fresado de todas las caras para obtener las dimensiones especificadas
  - Taladrado de 16 orificios para la colocación de los tornillos de M10.
- **Tratamientos térmicos:** No
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Planitud: 0,015mm x 100mm de superficie.
  - Perpendicularidad: 0,015mm.
  - Paralelismo: 0,015mm.



*Imagen 23: Sufridera*

### 2.7.4.9 Punzón

#### 2.7.4.9.1 Punzones 1.estación

- **Dimensiones exteriores:**  $\varnothing 3\text{mm}$  x 130mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Torneado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.



*Imagen 24: Punzón 1.estación*

- **Dimensiones exteriores:** 11mm x 5mm x 132mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.

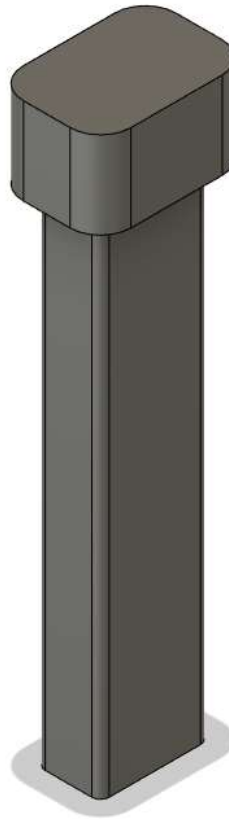


*Imagen 25: Punzón 1.estación*



#### **2.7.4.9.2 Punzón 2.estación**

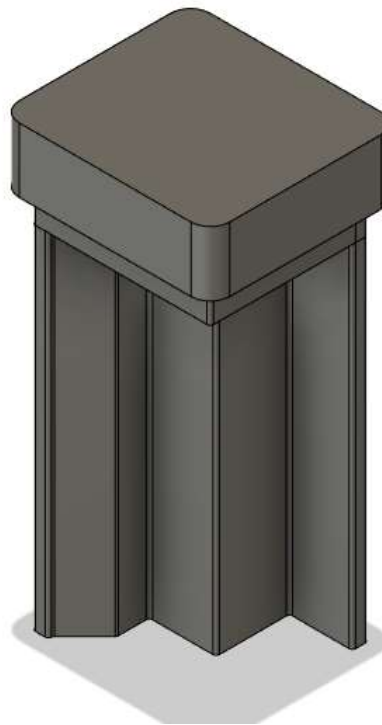
- **Dimensiones exteriores:** 25mm x 14,7mm x 134mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.



*Imagen 26: Punzón 2.estación*

### 2.7.4.9.3 Punzón 3.estación

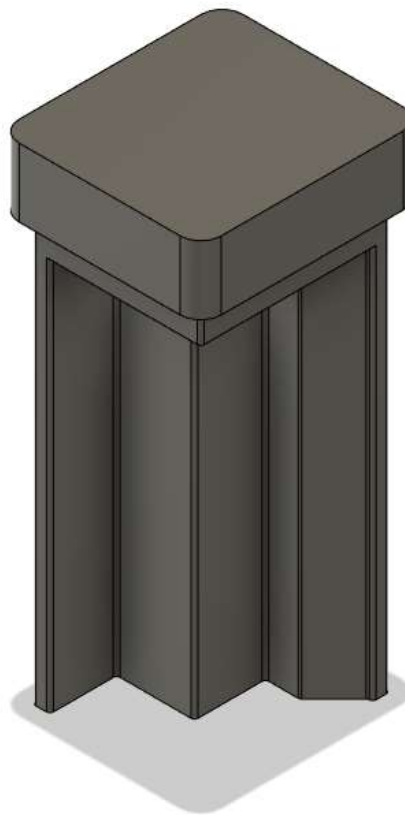
- **Dimensiones exteriores:** 55,2mm x 49mm x 136mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.



*Imagen 27: Punzón 3.estación*

#### **2.7.4.9.4 Punzón 4.estación**

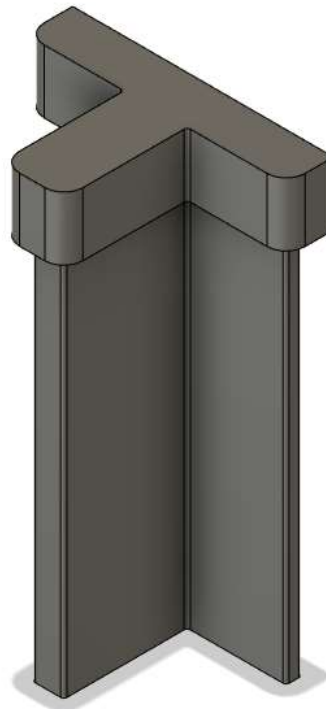
- **Dimensiones exteriores:** 55,2mm x 49mm x 140mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.



*Imagen 28: Punzón 4.estación*

#### 2.7.4.9.5 Punzón 3/4.estación

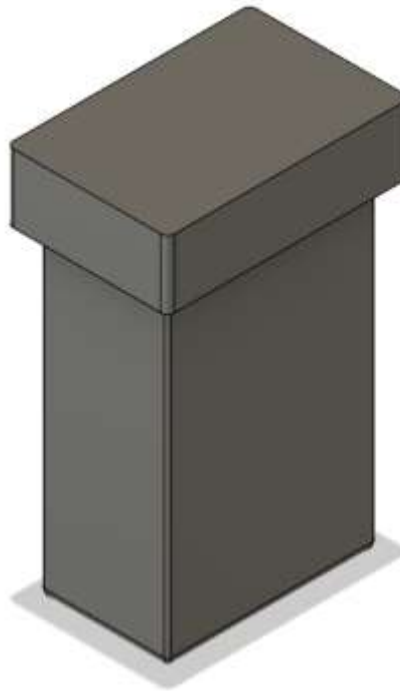
- **Dimensiones exteriores:** 52,4mm x 44mm x 138mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.



*Imagen 29: Punzón 3/4.estación*

#### **2.7.4.9.6 Punzón 5.estación**

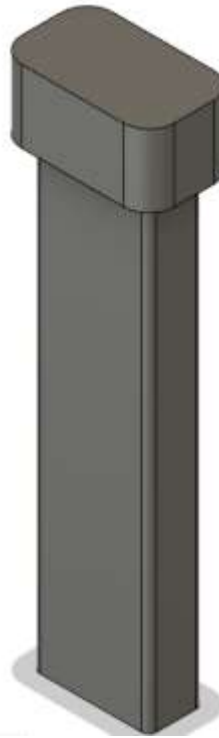
- **Dimensiones exteriores:** 61,1mm x 37,1mm x 142mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.



*Imagen 30: Punzón 5.estación*

#### **2.7.4.9.7 Punzón 6.estación**

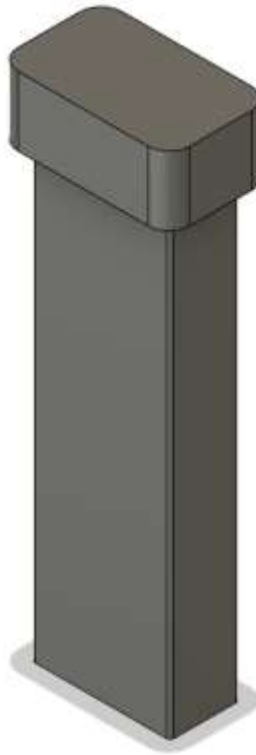
- **Dimensiones exteriores:** 55,2mm x 49mm x 144mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.



*Imagen 31: Punzón 6.estación*

#### **2.7.4.9.8 Punzón 7.estación**

- **Dimensiones exteriores:** 40mm x 15mm x 146mm
- **Material:** F514
- **Fabricación:**
  - Fresado hasta conseguir las dimensiones requeridas.
- **Tratamientos térmicos:** Temple y revenido (Conseguir una dureza de 64HR).
- **Acabados y tolerancias superficiales:**
  - Paralelismo: 0,005mm entre caras.

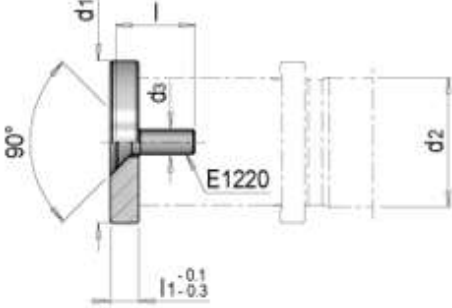


*Imagen 32: Punzón 7.estación*

### 2.7.5 ELEMENTOS NORMALIZADOS

#### 2.7.5.1 Disco de amarre

**E 5290**  
Disco de amarre



Mat.: 1.1730 3.2

Haga clic sobre el precio para hacer el pedido  unidades

S	d2	d3	l1	d1	l	Nr. /No.	EUR/1
36	20	M 8	6	25	25	E 5290/25/25	3,60
46					35	E 5290/25/35	3,81
-	25			32	25	E 5290/32/25	3,91
46					30	E 5290/32/30	3,91
56					40	E 5290/32/40	4,01
46	32		7	40	25	E 5290/40/25	4,12
56					35	E 5290/40/35	4,22
66					45	E 5290/40/45	4,22
46	40			50	25	E 5290/50/25	4,63
56					35	E 5290/50/35	4,73
66					45	E 5290/50/45	4,73
56	50		8	60	25	E 5290/60/25	5,25
66					35	E 5290/60/35	5,40
76					45	E 5290/60/45	5,40
56	63	M12		70	30	E 5290/70/30	8,85
66					40	E 5290/70/40	9,00
76					50	E 5290/70/50	9,00
56	80		9	95	30	E 5290/95/30	16,40
66					40	E 5290/95/40	16,60
76					50	E 5290/95/50	16,60

Imagen 33: Catalogo de disco de amarre



Imagen 34: Disco de amarre Ø50/35



2.7.5.2 Brida de amarre

**E 5270**  
 Brida de amarre,  
 excéntrica

Mat.: 1.2312

Haga clic sobre el precio para hacer el pedido 4 unidades

d2	d3	l	l1	s1	d1	l2	Nr. /No.	EUR/1
9.4	12.6	11	9	7.75	M 5	5	E 5270/ 5/ 5	2.78
10.8	14.6	12	10	9	M 6	6	E 5270/ 6/ 6	2.26
13.6	19	15	12	11.9	M 8		E 5270/ 8/ 6	4.42

Imagen 35: Catalogo de brida de amarre

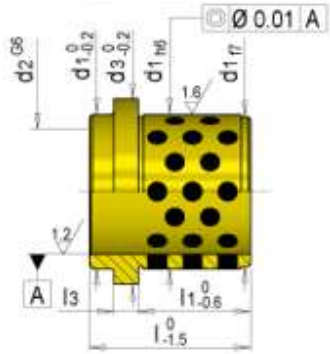


Imagen 36: Brida de amarre 8/6

### 2.7.5.3 Casquillo guía deslizante con valona y lubricante sólido

La fabricación de este componente está fabricado según la norma DIN9834/ISO9448.

**E 5130**  
 Casquillo guía deslizante con lubricante sólido y valona



Mat.: 2.0598 ≈ 200 HB / Graphit t max. = 200°C = DIN 9834 / ISO 9448

Haga clic sobre el precio para hacer el pedido 4 unidades

d1	d3	Tk	E 5276/...	l	l1	l3	d2	Nr./No.	EUR/1
28	34	54	E 5276/ 6/ 6,3	32	20	6,3	20	E 5130/ 20	22,40
32	40	58		40	30		25	E 5130/ 25	19,20
40	50	66		50	38		32	E 5130/ 32	23,70
50	63	79		63	48		40	E 5130/ 40	32,20
63	71	89		71	54		50	E 5130/ 50	41,40
80	90	123	E 5276/10/10	80	61	10	63	E 5130/ 63	60,50
100	112	143		100	78		80	E 5130/ 80	104,00
125	140	168		125	104		100	E 5130/100	202,00

Imagen 37: Catalogo de casquillo guía deslizante con valona y lubricante solido



Imagen 38: Casquillo guía deslizante con valona y lubricante sólido Ø50

2.7.5.4 Elevador de banda con valona por muelle

**E 5640**  
 Elevador de banda con valona, por muelle

Mat.: 1.2842 ≈ 60 HRC

Haga clic sobre el precio para hacer el pedido  unidades

d3	d5	l	l5	R	d1	l1	Nr. /No.	EUR/1
16	8.5	28	18	2	12	25	E 5640/ 12 x 25	6,40
		35	24			32	E 5640/ 12 x 32	6,80
		43	30			40	E 5640/ 12 x 40	7,25
		53	40			50	E 5640/ 12 x 50	7,75

Imagen 39: Catalogo de elevador de banda con valona por muelle



Imagen 40: Elevador de banda con valona por muelle Ø12x25

2.7.5.5 Muelle a compresión

**E 1546**  
 Muelle de compresión, carga extrema

Haga clic sobre el precio para hacer el pedido  unidades

c(N/mm)	F1(N)	S1	F2(N)	S2	Fn(N)	Sn	d1	d2	Lo	Nr. /No.	EUR/1
1300	5720	4,4	6890	5,3	8580	6,6	16	32	44	E 1546/32 x 44	13,70
1150	5865	5,1	7015	6,1	8855	7,7			51	E 1546/32 x 51	15,30
1077	6892	6,4	8293	7,7	10339	9,6			64	E 1546/32 x 64	17,30
874	6642	7,6	7953	9,1	9964	11,4			76	E 1546/32 x 76	18,60
721	6417	8,9	7715	10,7	9661	13,35			89	E 1546/32 x 89	21,00
620	6324	10	7564	12,2	9496	15,3			102	E 1546/32 x 102	23,70
560	6440	11,5	7728	13,8	9688	17,25			115	E 1546/32 x 115	26,30
496	6299	12,7	7539	15,2	9474	19,05			127	E 1546/32 x 127	29,00
408	6202	15,2	7426	18,2	9302	22,8			152	E 1546/32 x 152	34,50
353	6283	17,8	7554	21,4	9425	26,7			178	E 1546/32 x 178	39,50
304	6171	20,3	7418	24,4	9272	30,45			203	E 1546/32 x 203	43,90
243	6172	25,4	7412	30,5	9258	38,1			254	E 1546/32 x 254	49,20

Imagen 41: Catalogo de muelles a compresión



Imagen 42: Muelle a compresión Ø32x127

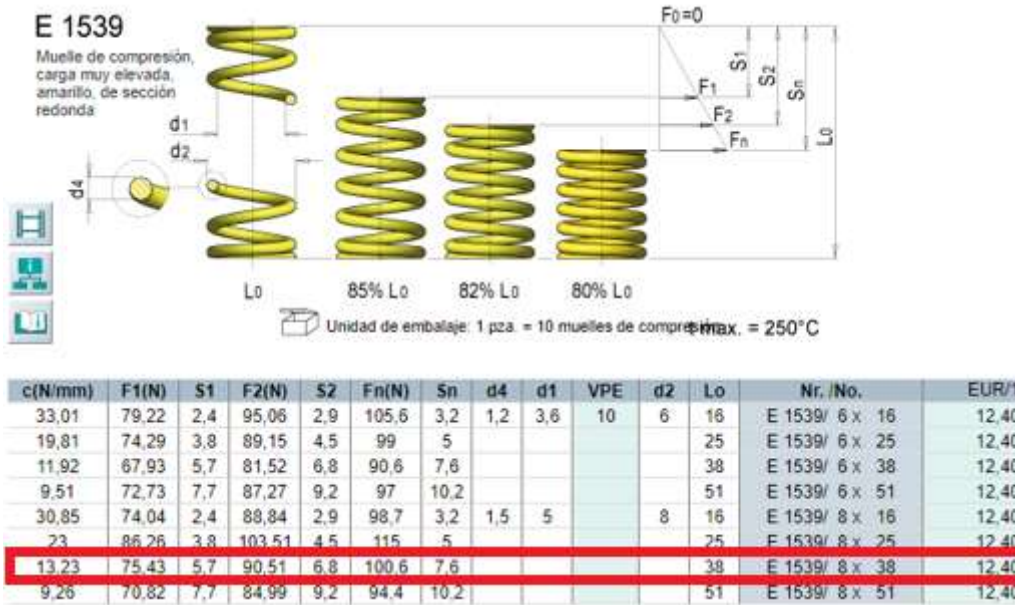


Imagen 43: Catalogo de muelles a compresión



Imagen 44: Muelle a compresión  $\varnothing 8 \times 35$

2.7.5.6 Columna guía con valona

La fabricación de este elemento está fabricado siguiendo la norma DIN9825/ISO9182.

**E 5000**  
 Columna guía con valona

Mat.: 1.1213 ≈ 62 HRC inductive ≈ ISO 9182 (DIN 9825)

Haga clic sobre el precio para hacer el pedido 4 unidades

d1	d3	d4	d5	Tk	E5270	l	l1	l3	d2	l2	Nr. /No.	EUR/1
50	63	M 8	M 8	74	E 5270/6/6	170	45	5	50	125	E 5000/50x125	88,00
						185				140	E 5000/50x140	93,00
						205				160	E 5000/50x160	98,50
						225				180	E 5000/50x180	105,00
						245				200	E 5000/50x200	110,00
						269				224	E 5000/50x224	117,00
						295				250	E 5000/50x250	125,00
						325				280	E 5000/50x280	134,00
						360				315	E 5000/50x315	143,00
						400				355	E 5000/50x355	175,00
						445				400	E 5000/50x400	191,00
						495				450	E 5000/50x450	210,00

Imagen 45: Catalogo de columna guía con valona



Imagen 46: Columna guía con valona Ø50x450



**2.7.5.7 Tornillo cabeza avellanada “Allen”**

La fabricación de este componente está fabricado siguiendo la norma DIN7991.

**E 1220**  
 Tornillo de cabeza avellanada con hueco hexagonal

10.9 DIN 7991

d1 **M 8**

Haga clic sobre el precio para hacer el pedido **4** unidades

SW	l2	l3	d3	d1	l	Nr. /No.	EUR/1
5	7,6	4,4	16	M 8	12	E 1220/ 8 x 12	0,31
	11,6				16	E 1220/ 8 x 16	0,31
	15,6				20	E 1220/ 8 x 20	0,31
	20,6				25	E 1220/ 8 x 25	0,31
	25,6				30	E 1220/ 8 x 30	0,31
	30,6				35	E 1220/ 8 x 35	0,41
	35,6				40	E 1220/ 8 x 40	0,41
	22				45	E 1220/ 8 x 45	0,41
					50	E 1220/ 8 x 50	0,41
					60	E 1220/ 8 x 60	0,48
					70	E 1220/ 8 x 70	0,48
					80	E 1220/ 8 x 80	0,72
					100	E 1220/ 8 x100	0,93

Imagen 47: Catalogo de Tornillo cabeza avellanada “Allen”



Imagen 48: Tornillo cabeza avellanada “Allen”M8x35

2.7.5.8 Tornillo Allen

La fabricación de este elemento está fabricado según la norma DIN7912/ISO4762.

**E 1200**  
 Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal

12.9 ISO 4762 (DIN 912)

d1 **M10** Haga clic sobre el precio para hacer el pedido 4 unidades

SW	l2	l3	d3	d1	l1	Nr./No.	EUR/1
8	16	10	16	M10	16	E 1200/10 x 16	0.36
	20				20	E 1200/10 x 20	0.21
	25				25	E 1200/10 x 25	0.36
	30				30	E 1200/10 x 30	0.36
	35				35	E 1200/10 x 35	0.36
	40				40	E 1200/10 x 40	0.36
	32				45	E 1200/10 x 45	0.48
					50	E 1200/10 x 50	0.48
					55	E 1200/10 x 55	0.48
					60	E 1200/10 x 60	0.48
					65	E 1200/10 x 65	0.60
					70	E 1200/10 x 70	0.60
					75	E 1200/10 x 75	0.72
					80	E 1200/10 x 80	0.72
					85	E 1200/10 x 85	0.72
					90	E 1200/10 x 90	0.72
					95	E 1200/10 x 95	0.82
					100	E 1200/10 x100	0.82
					105	E 1200/10 x105	2.26
					110	E 1200/10 x110	2.26
					120	E 1200/10 x120	2.37
					130	E 1200/10 x130	2.37
					140	E 1200/10 x140	3.81
					150	E 1200/10 x150	3.81
					160	E 1200/10 x160	5.05
					170	E 1200/10 x170	5.05
					180	E 1200/10 x180	5.80
					190	E 1200/10 x190	6.50
					200	E 1200/10 x200	6.60
					210	E 1200/10 x210	7.55
					220	E 1200/10 x220	8.15

Imagen 49: Catalogo de Tornillo Allen



**E 1200**  
 Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal

12.9 ISO 4762 (DIN 912)

d1 **M20** Haga clic sobre el precio para hacer el pedido **4** unidades

SW	l2	l3	d3	d1	l1	Nr./No.	EUR/1
17	45	20	30	M20	45	E 1200/20 x 45	2,78
	50				50	E 1200/20 x 50	3,09
	60				60	E 1200/20 x 60	3,09
	70				70	E 1200/20 x 70	3,19
	52				80	E 1200/20 x 80	3,29
					90	E 1200/20 x 90	3,60
					100	E 1200/20 x100	3,60
					110	E 1200/20 x110	4,01
					120	E 1200/20 x120	4,42
					130	E 1200/20 x130	5,80
					140	E 1200/20 x140	6,60
					150	E 1200/20 x150	10,90
					160	E 1200/20 x160	10,90
					170	E 1200/20 x170	12,00
					180	E 1200/20 x180	12,00
					190	E 1200/20 x190	12,90
					200	E 1200/20 x200	12,90
					210	E 1200/20 x210	14,30
					220	E 1200/20 x220	16,80
					230	E 1200/20 x230	16,80
					240	E 1200/20 x240	16,80
					250	E 1200/20 x250	17,20
					260	E 1200/20 x260	18,60
					270	E 1200/20 x270	18,70
					280	E 1200/20 x280	18,90
					290	E 1200/20 x290	19,50
					300	E 1200/20 x300	19,40
					320	E 1200/20 x320	21,10
					330	E 1200/20 x330	21,40
					340	E 1200/20 x340	21,60
					360	E 1200/20 x360	21,80

Imagen 50: Catalogo de Tornillo Allen



*Imagen 51: Tornillo Allen*

- M8x22
- M10x20
- M10x25
- M10x50
- M20x80

**2.7.5.9 Tornillo tope**

La fabricación de este componente está fabricado siguiendo la norma ISO7379.

**E 1240**  
 Tornillo Tope

> modelo estándar

12.9 ISO 7379

Haga clic sobre el precio para hacer el pedido 1 unidades

SW	l3	l2	d3	d2	d1	l1	Nr. /No.	EUR/1
8	11	18	24	M12	16	20	E 1240/16 x 20	5,70
						25	E 1240/16 x 25	5,80
						30	E 1240/16 x 30	5,90
						35	E 1240/16 x 35	6,50
						40	E 1240/16 x 40	6,80
						45	E 1240/16 x 45	6,80
						55	E 1240/16 x 55	6,80
						50	E 1240/16 x 50	6,80
						60	E 1240/16 x 60	6,80
						65	E 1240/16 x 65	7,25
						70	E 1240/16 x 70	7,75
						80	E 1240/16 x 80	8,15
						90	E 1240/16 x 90	9,70
						100	E 1240/16 x 100	10,00
						110	E 1240/16 x 110	10,40
						120	E 1240/16 x 120	10,60
						140	E 1240/16 x 140	12,40

Imagen 52: Catalogo de Tornillo tope



Imagen 53: Tornillo tope Ø 16x140

### **2.7.6 MONTAJE**

Es muy importante el correcto montaje y su puesta a punto una vez realizado el diseño, ya que el óptimo funcionamiento dependerá de esas dos actividades. Un montaje imperfecto puede causar desde inexactitudes hasta una falla en la pieza, con consecuencias económicas desastrosas.

Los componentes deben de colocarse en su posición correcta; respetando las tolerancias que aseguren la correcta concentricidad, planitud y perpendicularidad de los elementos. Donde más cuidado hay que tener es en los lugares donde se posicionarán los punzones, para que no haya ninguna interacción entre útiles o desviación entre las mismas.

El montaje se realizará en tres subconjuntos, para simplificar el ensamblaje final. Primero de todo se trabajara con el subconjunto inferior, que es la parte fija del troquel.

Se construirá a partir del contenedor, ya que se utilizará como base, pero antes de nada se fijarán las columnas en la placa inferior utilizando el disco de amarre por la cara inferior y los tres clips de amarre a 120° por cada columna. Una vez hecho este ensamble, la placa se fijará con 6 tornillos, dos por cada arista de los elementos. En este punto, se comenzará con la colocación de los módulos de la matriz, hasta constituir con la placa entera.

Una vez acabado este montaje, se empezará con el subconjunto central, que consta de 3 piezas. En la placa guía se posicionarán los pisadores en los lugares correspondientes y se atornillaran los tornillos para su fijación. En segundo lugar, se colocarán los casquillos con valona en los orificios por donde pasarán las columnas.

En tercer lugar, se ensamblará el subconjunto superior, donde es necesario maximizar la precisión con la que se trabajara, ya que se hará con los punzones. Se iniciará con la colocación de cada punzón en la posición pertinente de la porta punzones. Ya realizado dicho proceso, se unirá mediante 16 tornillos la porta punzones, la sufridera y la placa superior. En este punto, se ajustarán los casquillos en los orificios donde irán las columnas.

Finalmente, se harán las uniones entre los subconjuntos. Se deslizará el subconjunto central por las columnas hasta alcanzar la altura correcta y seguidamente el

superior; pero en este caso, la altura será la que les dará la colocación de los 38 tornillos tope con sus correspondientes muelles. Logrando la finalización del montaje del conjunto.

### **2.7.7 FUNCIONAMIENTO**

La posición de reposo o inicial de un troquel, se considera cuando la parte móvil de la máquina en cuestión está separada de la parte fija. Cuando se activa la prensa, comienza el todo el proceso, es decir, el conjunto móvil empieza a descender por las columnas. En el momento en que la carga aplicada por la prensa supera la carga nominal de los muelles, el pisador baja hasta hacer contacto con la banda. En ese instante, el subconjunto superior sigue descendiendo, hasta que los punzones consigan hacer la operación para la que están diseñados es decir, el corte o el doblado; mientras que el pisador presiona la banda.

Una vez realizado todo el proceso de corte y doblado y haber recorrido toda la carrera, la prensa deja de ejercer presión. Mediante los muelles extractores, el subconjunto superior comienza a elevarse hasta haber llegado a su posición inicial.

Finalmente, cuando la parte móvil esté en la posición de reposo se considerará que el ciclo de trabajo ha llegado a su fin.

## **2.8 PLANIFICACIÓN**

Para llevar a cabo el proyecto es imprescindible tener una planificación previa, cumplir los plazos de la misma y respetar el tiempo si se quiere tener una buena organización. Al inicio del proyecto es necesario, dividir el proyecto en varias partes, establecer las condiciones entre los miembros del grupo y realizar las cosas en un orden cronológico desde distintos puntos de vista.

En el grupo de trabajo es muy importante fijar plazos para poder entregar el trabajo a tiempo y no retrasar el trabajo de los demás. Para ello se establecen una serie de reuniones, objetivos y acciones.

El método más utilizado para llevar a cabo esta acción es el diagrama Gantt, cuyo objetivo es dividir varias acciones en un intervalo de tiempo y poder terminar el proyecto a tiempo.

TAREA	PROGRESO	INICIO	FIN	06/09/2021							13/09/2021						
				6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
				L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
<b>PROYECTO</b>																	
Documentación técnica	5%	06/09/2021	16/09/2021														
Diseño de banda	10%	10/09/2021	11/09/2021														
Diseño útiles	45%	12/09/2021	28/09/2021														
Planos	50%	16/09/2021	30/09/2021														
<b>ACOPIO DE MATERIAL</b>																	
Aceros	53%	28/09/2021	05/10/2021														
Elementos comerciales	56%	28/09/2021	05/10/2021														
<b>MECANIZADOS</b>																	
Bases	58%	06/10/2021	09/10/2021														
Punzones	60%	06/10/2021	11/10/2021														
Matrices	65%	09/10/2021	13/10/2021														
Otros	70%	12/10/2021	16/10/2021														
Tratamientos termicos	72%	16/10/2021	19/10/2021														
<b>MONTAJE</b>																	
Premontaje (Pruebas)	80%	20/10/2021	23/10/2021														
Montaje subconjunto	90%	23/10/2021	28/10/2021														
Puesta a punto y ajustes	100%	28/10/2021	30/10/2021														

Tabla 2: Planificación

TAREA	PROGRESO	INICIO	FIN	20/09/2021							27/09/2021						
				20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3
				L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
<b>PROYECTO</b>																	
Documentación técnica	5%	06/09/2021	16/09/2021														
Diseño de banda	10%	10/09/2021	11/09/2021														
Diseño útiles	45%	12/09/2021	28/09/2021														
Planos	50%	16/09/2021	30/09/2021														
<b>ACOPIO DE MATERIAL</b>																	
Aceros	53%	28/09/2021	05/10/2021														
Elementos comerciales	56%	28/09/2021	05/10/2021														
<b>MECANIZADOS</b>																	
Bases	58%	06/10/2021	09/10/2021														
Punzones	60%	06/10/2021	11/10/2021														
Matrices	65%	09/10/2021	13/10/2021														
Otros	70%	12/10/2021	16/10/2021														
Tratamientos termicos	72%	16/10/2021	19/10/2021														
<b>MONTAJE</b>																	
Premontaje (Pruebas)	80%	20/10/2021	23/10/2021														
Montaje subconjunto	90%	23/10/2021	28/10/2021														
Puesta a punto y ajustes	100%	28/10/2021	30/10/2021														

Tabla 3: Planificación

TAREA	PROGRESO	INICIO	FIN	04/10/2021							11/10/2021						
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
<b>PROYECTO</b>																	
Documentación técnica	5%	06/09/2021	16/09/2021														
Diseño de banda	10%	10/09/2021	11/09/2021														
Diseño útiles	45%	12/09/2021	28/09/2021														
Planos	50%	16/09/2021	30/09/2021														
<b>ACOPIO DE MATERIAL</b>																	
Aceros	53%	28/09/2021	05/10/2021														
Elementos comerciales	56%	28/09/2021	05/10/2021														
<b>MECANIZADOS</b>																	
Bases	58%	06/10/2021	09/10/2021														
Punzones	60%	06/10/2021	11/10/2021														
Matrices	65%	09/10/2021	13/10/2021														
Otros	70%	12/10/2021	16/10/2021														
Tratamientos termicos	72%	16/10/2021	19/10/2021														
<b>MONTAJE</b>																	
Premontaje (Pruebas)	80%	20/10/2021	23/10/2021														
Montaje subconjunto	90%	23/10/2021	28/10/2021														
Puesta a punto y ajustes	100%	28/10/2021	30/10/2021														

Tabla 4: Planificación

TAREA	PROGRESO	INICIO	FIN	18/10/2021							25/10/2021						
				18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
				L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
<b>PROYECTO</b>																	
Documentación técnica	5%	06/09/2021	16/09/2021														
Diseño de banda	10%	10/09/2021	11/09/2021														
Diseño útiles	45%	12/09/2021	28/09/2021														
Planos	50%	16/09/2021	30/09/2021														
<b>ACOPIO DE MATERIAL</b>																	
Aceros	53%	28/09/2021	05/10/2021														
Elementos comerciales	56%	28/09/2021	05/10/2021														
<b>MECANIZADOS</b>																	
Bases	58%	06/10/2021	09/10/2021														
Punzones	60%	06/10/2021	11/10/2021														
Matrices	65%	09/10/2021	13/10/2021														
Otros	70%	12/10/2021	16/10/2021														
Tratamientos térmicos	72%	16/10/2021	19/10/2021														
<b>MONTAJE</b>																	
Pre montaje (Pruebas)	80%	20/10/2021	23/10/2021														
Montaje subconjunto	90%	23/10/2021	28/10/2021														
Puesta a punto y ajustes	100%	28/10/2021	30/10/2021														

Tabla 5: Planificación