

TÍTULO

DISEÑO DE UN OBJETO PARA FABRICAR POR CONFORMACIÓN DE CHAPA METÁLICA



Grupo de Innovación Educativa Ingeniería de Fabricación



Pedro Manuel Hernández Castellano
Claudio Daniel Hernández Rodríguez
Eduardo Alberto Taboada Margalejo
María Dolores Marrero Alemán
Fernando Ortega García
Luis Suárez García
Pedro Socorro Perdomo
Antonio Nizado Benítez Vega



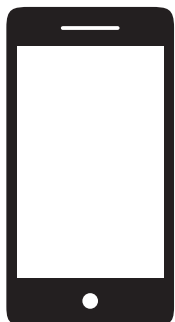
REQUISITOS MÍNIMOS



Para un correcto aprovechamiento de todos los recursos contenidos en esta obra, es necesario utilizar el programa Adobe Reader versión X o superior.

Puede descargar, gratuitamente, la última versión de Adobe Reader en el siguiente URL:

<http://get.adobe.com/es/reader/>



El uso de esta obra en dispositivos electrónicos, móviles y tabletas está supeditado al desarrollo que realice Adobe Reader para este tipo de dispositivos



SUMARIO



INTRODUCCIÓN



CONCEPTOS BÁSICOS



DISEÑO DE PIEZA



DISEÑO DE TROQUEL



ANEXOS



GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

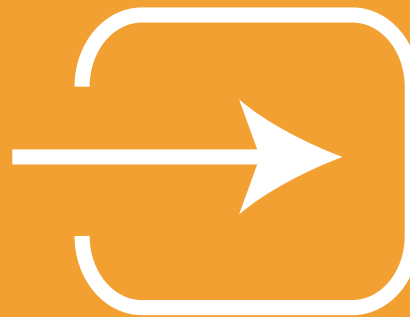
Glosario de Acrónimos

AISI: American Iron and Steel Institute

CNC: Control Numérico Computerizado

GIEIF: Grupo de Innovación Educativa en Ingeniería de Fabricación

ULPGC: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Este material didáctico interactivo se enmarca dentro de un proyecto de Innovación Educativa, que ha estado desarrollando el Grupo de Innovación Educativa Ingeniería de Fabricación (GIEIF) de la ULPGC.



Grupo de Innovación Educativa
Ingeniería de Fabricación



Esta publicación surge para hacer una introducción a los procesos de conformación por deformación y corte en chapa metálica. Estos procesos han adquirido una especial importancia en muchos sectores industriales. Está dirigida a alumnos que cursan asignaturas de introducción a la Ingeniería de los Procesos de Fabricación. También puede ser consultada por cualquier persona interesada en adquirir una visión global de lo que involucra el proceso de desarrollo de un producto en este tipo de materiales.

INTRODUCCIÓN

Se quería aprovechar la experiencia adquirida en estos procesos por el Grupo de Investigación en Procesos de Fabricación, dentro de un proyecto de cooperación empresarial en el que ha participado. Se ha contado con la colaboración de varias empresas, que disponen de las tecnologías descritas en esta publicación, y a las que se les agradece esta cooperación

- IMA - Industrias y Manufacturas Artiles
- Grupo MONPEX
- Marrero Monzón



Centro de
Fabricación Integrada

Los objetivos de este trabajo son:

1. Introducir los procesos de conformación por deformación y corte en chapa metálica.
2. Diseñar un objeto en chapa metálica, que permita identificar las principales operaciones de estos procesos.
3. Diseñar una herramienta, denominada troquel, que permita la fabricación de la pieza diseñada.
4. Disponer de un material didáctico flexible, con diferentes niveles de información y con un seguimiento sencillo.
5. Complementar los conocimientos teóricos con las prácticas de laboratorio, mediante casos reales de aplicación.



CONCEPTOS BÁSICOS

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

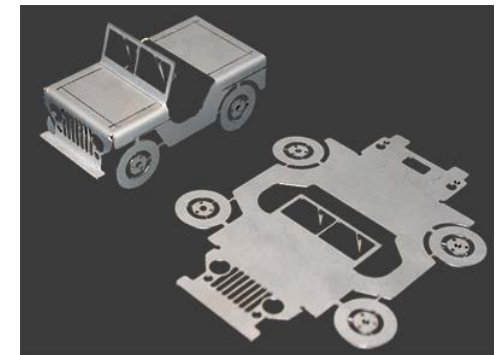
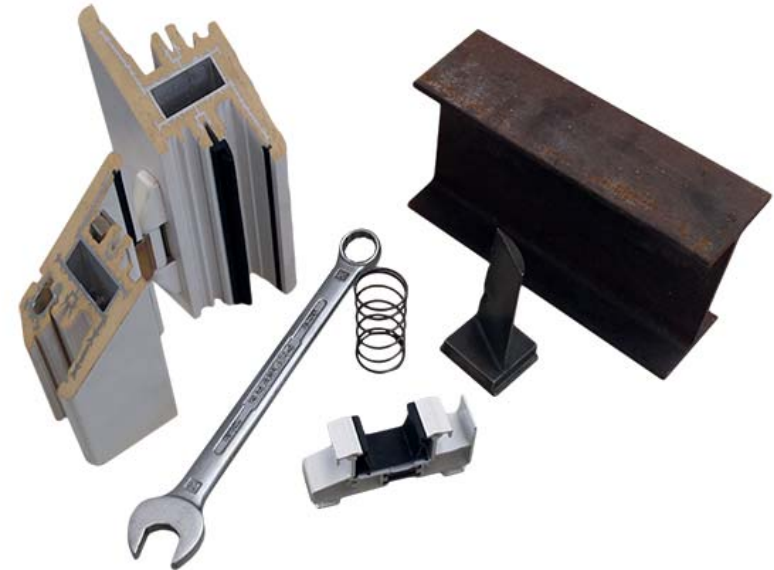
MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

La conformación por deformación y corte está constituida por un conjunto de procesos que aprovechan las características de muchos materiales de soportar un flujo plástico de deformación. Consiste en la obtención de piezas mediante la aplicación de fuerzas de todo tipo, que deforman o fracturan el material. Estos procesos se pueden realizar en frío o en caliente. Se clasifican en dos grandes grupos:

- **Procesos de deformación volumétrica o masiva**, aplica dos a piezas con una relación área superficial-volumen relativamente pequeña.
- **Procesos de conformación de chapa o lámina**, aplicados a piezas con una relación área superficial-volumen relativamente grande.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

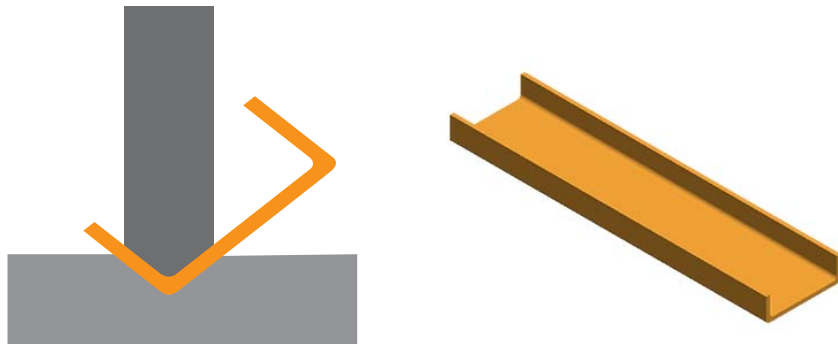
APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

Corte y punzonado: Operaciones generadas por la acción de presionar el metal entre los filos de la herramienta, formada por un punzón y una matriz, hasta el punto de fractura. Esta es producida por los grandes esfuerzos localizados en la zona entre dichos filos. El corte de la chapa se realiza mediante el empleo de útiles especiales denominados estampas, troqueles o matrices de corte.



Doblado y curvado: Operaciones que consisten en transformar una chapa plana en otra curva o quebrada, con deformación pura sin fractura o corte y sin variación de espesor.

Embutido y estirado: Operaciones que tienen como finalidad convertir una chapa plana en un cuerpo hueco, con variaciones en el espesor original. Se produce únicamente una deformación intensa del material sin provocar fracturas en el mismo.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

Desde finales del s. XIX, el trabajo en lámina o chapa de múltiples materiales ha tenido un rápido crecimiento, siendo en la actualidad uno de los más importantes, si no el más, de los métodos de fabricación tanto de piezas metálicas como no metálicas. El enorme desarrollo que han adquirido en estos últimos años las aplicaciones de la chapa fina ha sido excepcional. Las simples latas de refrescos, los fuselajes de los aviones, la carrocería de los coches, las carcasas de los electrodomésticos, equipos de oficina y pequeñas piezas en general, son algunos ejemplos muy representativos.

Ello se ha debido a tres causas principalmente:

- A la economía de las piezas así fabricadas.
- A la uniformidad de las características mecánicas obtenidas, ya que no se produce ninguna transformación térmica en la mayoría de los casos.
- Al excelente acabado superficial, que hace innecesario operaciones posteriores.



Industria automovilística



Recubrimientos de
electrodomésticos y
aparatos electrónicos



Estanterías



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

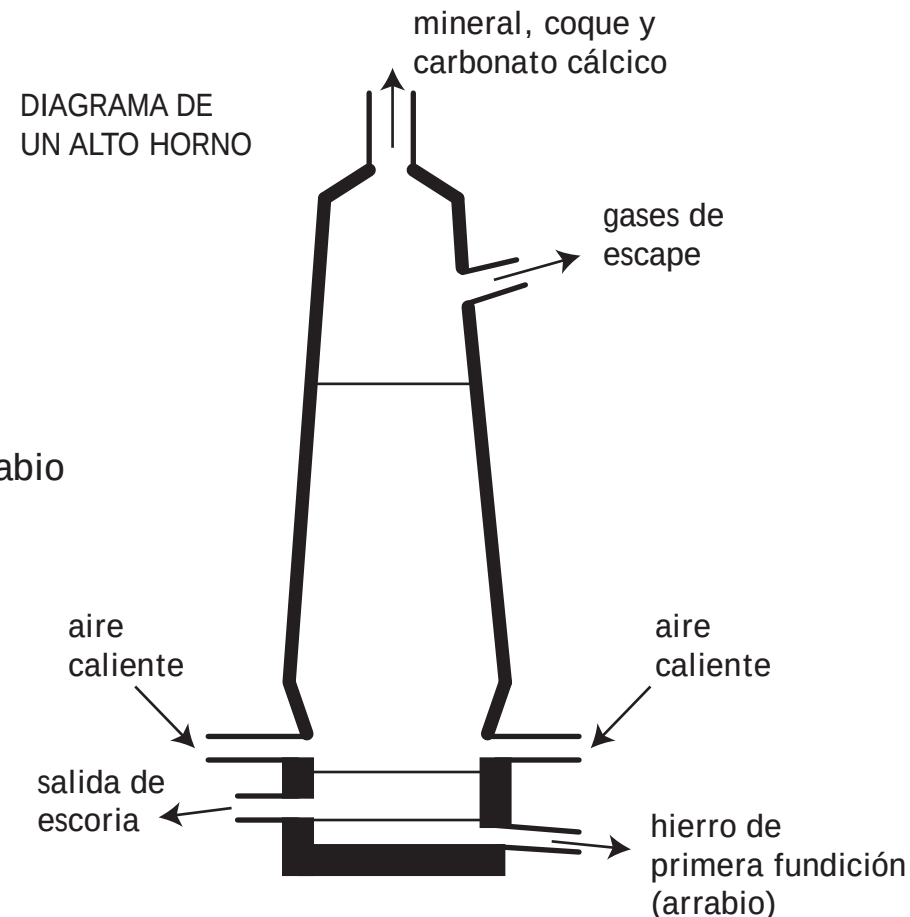
MAQUINARIA

Los metales y aleaciones de uso industrial más empleados para su conformación por estampación en frío son: **aceros, aluminio y sus aleaciones, y latón.**

Acero. El 90% de todos los metales fabricados a escala mundial son de hierro y acero. Para la producción de hierro y acero son necesarios cuatro elementos fundamentales:

1. Mineral de hierro
2. Coque - Reducción del óxido de hierro al generar CO_2
3. Piedra caliza - Elimina impurezas
4. Aire - Necesario para la combustión

La chapa de acero más adecuada para la estampación es la extradulce (F-111), de composición aproximada: 0,15 % de C, 0,40 % de Mn, 0,20 de Si y porcentajes inferiores al 0,04 % de P y S. También son muy utilizados algunos aceros inoxidables, y otros aceros específicos. Por ejemplo, para la fabricación de piezas muy profundas por embutición, se utilizan chapas de acero de composición especial, con un porcentaje de silicio inferior al 0,15 %, pues el silicio reduce la deformabilidad en frío del acero.



Arrabio

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

Aluminio y sus aleaciones. Las chapas de aluminio y sus aleaciones son un material excelente para la estampación en frío. Las aleaciones más empleadas son las de magnesio como la L-331 de 3'5 % de Mg; L-332, de 5 % de Mg, y la L-333, de 7% de Mg

Para obtener buenos resultados debe cuidarse de lubricar abundantemente la chapa y manipularse con mucho cuidado para no provocar defectos en las piezas, debido a su escasa dureza y baja resistencia.

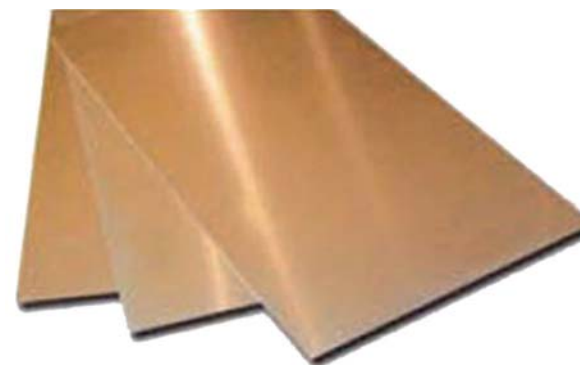
Latón. La chapa de latón más adecuada para el embutido es la Cuzin 67 con un porcentaje de cobre entre 65-68 % y el resto de zinc.

Como la chapa de latón adquiere acritud con la deformación, se debe recocer y decapar cuando la estampación se realiza en varias fases.

Otros tipos de materiales como algunos plásticos, cartón, o madera y sus derivados son también conformados en procesos muy similares.



Planchas de aluminio



Planchas de latón



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

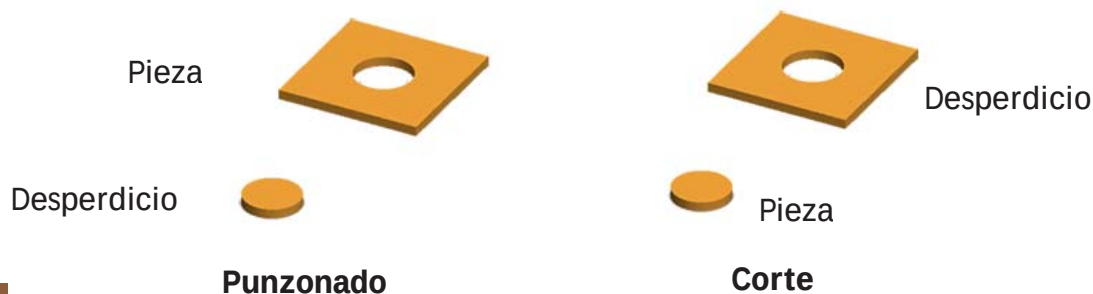
OPERACIONES

MAQUINARIA

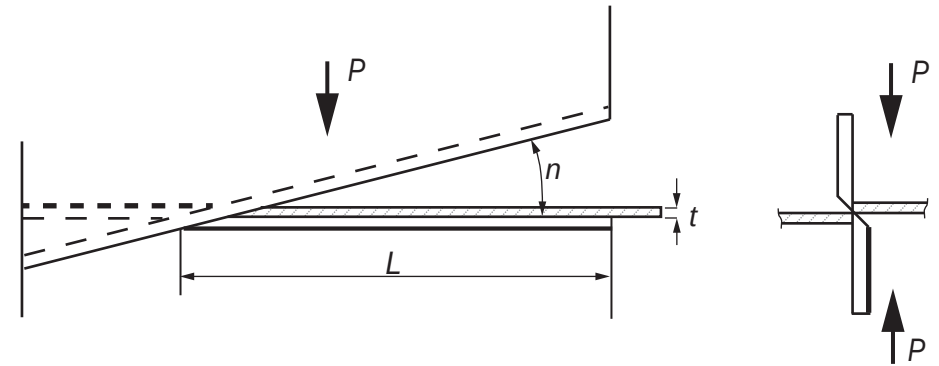
Corte y punzonado

Como en estas operaciones se busca la fractura del material, las herramientas tienen aristas vivas para conseguir una concentración de tensiones. Se denomina **cizallado** a la operación de corte en línea recta. Mientras que **troquelado** es una operación de corte, en que los filos tienen la forma de líneas o curvas, abiertas o cerradas, generadas por los bordes de un punzón y de una matriz. Dentro éste último proceso se engloba el punzonado y corte que son operaciones básicamente iguales.

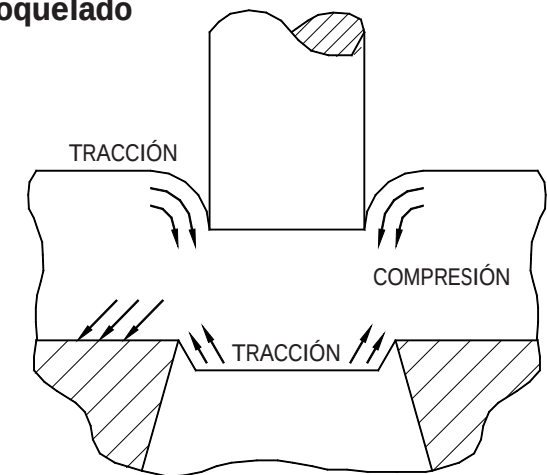
- En el **corte**, el trozo de material que se extrae de la banda o chapa, es la pieza a producir con la forma externa de la pieza terminada, o como materia prima para otro proceso.
- En el **punzonado**, el trozo recortado es el desperdicio, mientras que el resto de la chapa o banda constituye la pieza a producir. El propósito es abrir huecos o agujeros de forma determinada



Cizallado



Troquelado



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

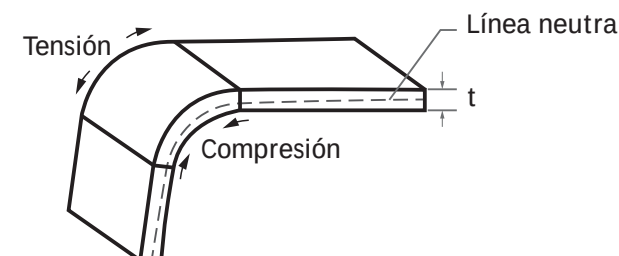
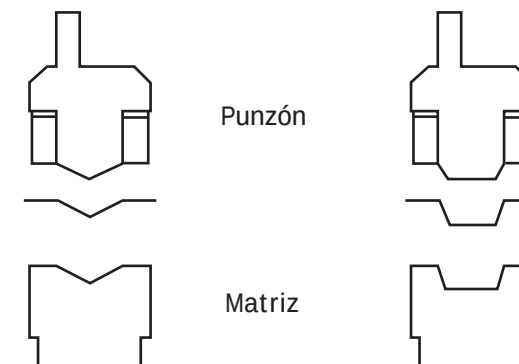
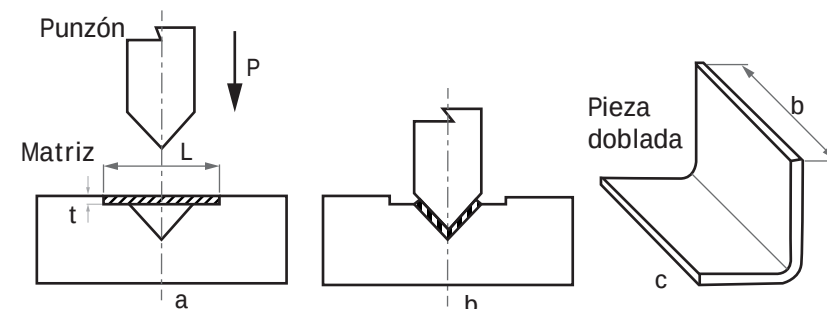
Doblado y curvado

Se define como la operación que causa el flujo plástico del material, localizado en las líneas de pliegue y sin provocar fracturas. Por este motivo las herramientas no deben tener aristas vivas, sino un radio de redondeo adecuado al material a conformar.

Las líneas de pliegue deben ser rectas y pueden ser múltiples con la condición de que no se crucen. Se realiza aplicando a un material una carga de flexión, que genera en él unas tensiones que superan su límite de fluencia, y le causan unas deformaciones permanentes. Sólo es posible realizar el doblado en materiales con suficiente ductilidad, siendo mayor la capacidad de doblado admisible, cuanto mayor sea esta propiedad, que se evalúa por medio de ensayos normalizados de tracción o flexión.

Esta operación se realiza sin alterar el espesor del material, al menos de forma significativa con un diseño adecuado de herramientas, y con nulo o mínimo cambio en el área superficial de la pieza.

Otras operaciones de doblado: curvado, arrollado, bordonado, cerca-do, perfilado y engrapado.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

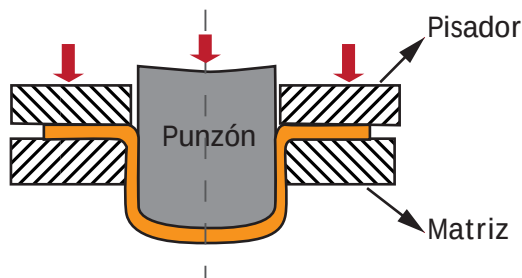
MATERIA PRIMA

OPERACIONES

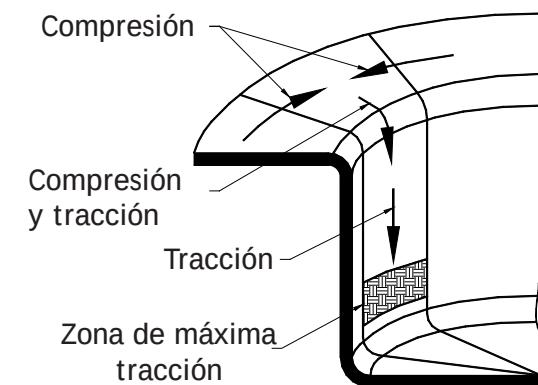
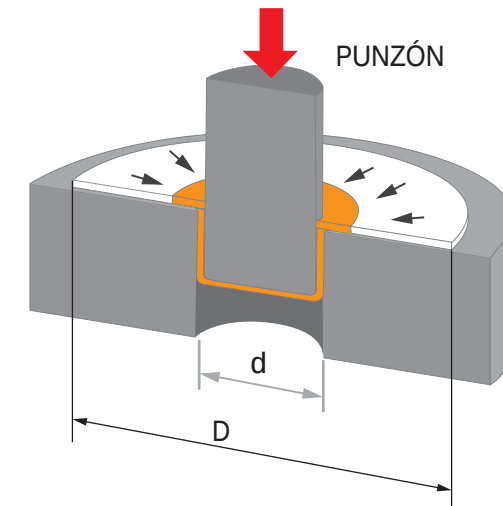
MAQUINARIA

Embutido y estirado

Se denomina embutido o embutición, a la operación que transforma una chapa plana en un cuerpo hueco. Para una sencilla pieza con geometría de revolución, el diámetro “D” de la chapa o disco primitivo se convierte en el diámetro “d” de la pieza hueca.



El proceso de embutido es con mucha diferencia, el más difícil de realizar de cuantos procesos con una prensa se puede llevar a cabo. En la embutición, a diferencia del doblado y curvado, existe estiramiento y compresión en grandes áreas de la superficie de la chapa. Se genera lo que se denomina flujo plástico del material, que se produce entre las paredes de la matriz, el punzón y pisador. Tampoco se debe alcanzar la fractura del material, por lo que las aristas de las herramientas deben de tener un radio de redondeo adecuado al material a conformar.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

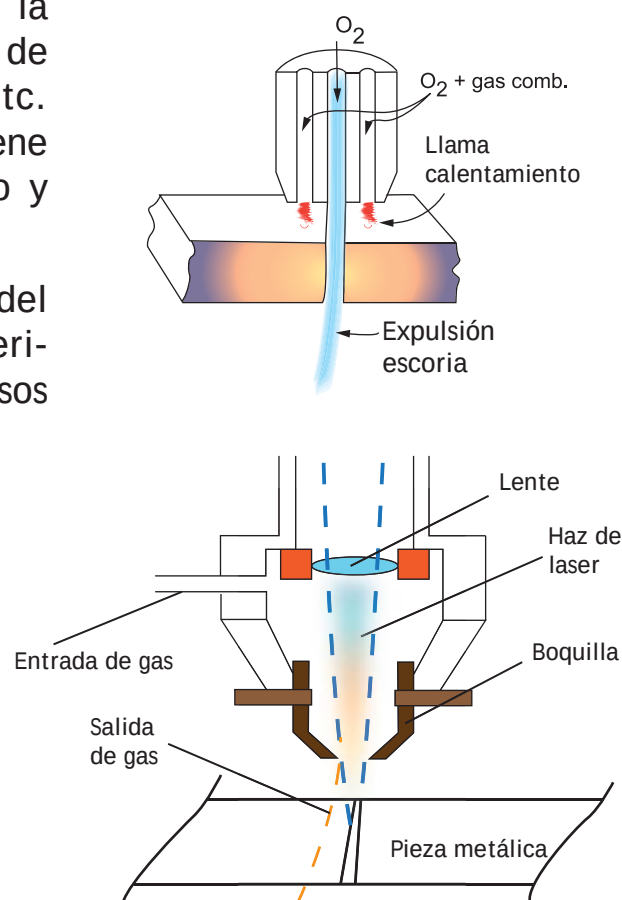
Procesos alternativos de corte

Las operaciones de corte, constituyen por lo general la primera fase en la obtención de productos a partir de elementos en láminas, chapas, bobinas, cintas, etc. Adquiere por tanto una especial importancia y conviene conocer algunos procesos alternativos al troquelado y cizallado.

El proceso más adecuado depende del material base, del tipo de producto, de las dimensiones y precisión requerida, y las características de la producción. Estos procesos son:

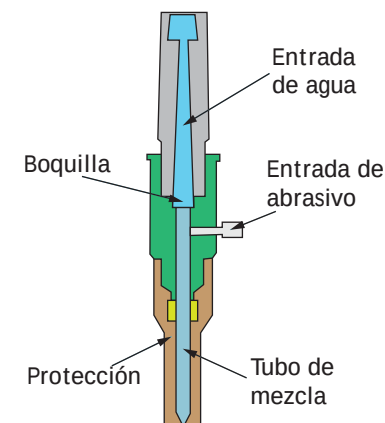
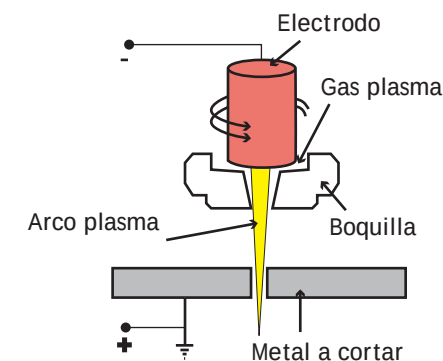
1. Oxicorte.
2. Corte con plasma.
3. Corte con láser
4. Corte por chorro de agua

Oxicorte



Corte con láser

Corte con plasma



Corte por chorro de agua

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

Prensas

Las prensas son las máquinas que se emplean básicamente para la conformación de chapa metálica. Existen muchos de tipos de prensas, unas con una tipología específica para el proceso al que se destina y otras de uso más general. Algunas son muy sencillas, mientras que otras pueden tener múltiples efectos o movimientos para adaptarse a operaciones complejas.

Aunque existen varios criterios de clasificación, el más habitual se refiere al tipo de accionamiento. Este puede ser; **mecánico, hidráulico, y manual**; siendo este último usado en máquinas de pequeña capacidad y bajas prestaciones.

Máquinas habituales

- Cizalla
- Punzonadora
- Plegadora



Otras máquinas específicas

- Entalladoras o repulsadoras
- Aplanadoras
- Tijeras circulares
- Curvadoras
- Dobladoras
- Arrolladoras
- Bordonadoras
- Cercadoras
- Perfiladoras
- Engrapadoras



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

Prensas mecánicas

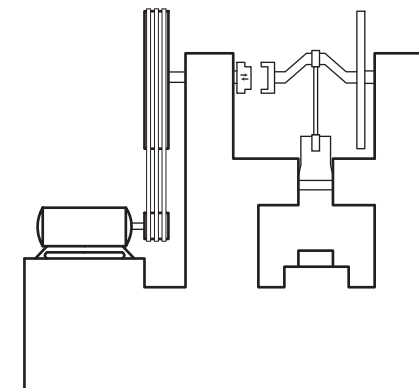
Existe una amplia tipología de modelos de prensas de accionamiento mecánico, que comprenden muchos sistemas como: el de palanca acodada, husillo o fricción. Sin embargo el **de excéntrica** ha sido sin duda el más generalizado, hasta el punto de que al hablar de prensas mecánicas sin otra aclaración, se refiere a la prensa excéntrica

Su fundamento es el de un motor que transmite velocidad a un volante de inercia, que almacena una determinada cantidad de energía cinética. Mediante piñones dentados u otro sistema de transmisión, acciona una biela que genera el movimiento vertical.

El esfuerzo deformador se obtiene de la energía cinética producida por el giro de un volante. El movimiento de giro del volante es transformado en movimiento lineal vertical de la maza por medio de un husillo. Como el volante puede girar en ambos sentidos, la maza puede bajar y subir. A igualdad de peso, las prensas de fricción son las más potentes.



prensa excéntrica



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

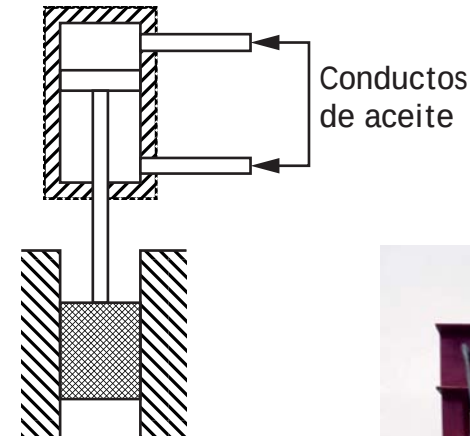
MAQUINARIA

Prensas hidráulicas

Su fundamento consiste en la alimentación hidráulica del aceite a presión, en las cámaras de un pistón. Según se haga el suministro a través de sus cámaras anterior y posterior, se producirá el avance o retroceso del émbolo de este pistón, que acciona directamente el charrión, o corredera.

En comparación con las prensas mecánicas podemos mencionar que son más lentas. Permiten mantener el tonelaje pleno y una velocidad constante durante toda la carrera, pudiendo ser esta a su vez más larga y fácilmente ajustable. Por regla general pueden dar mayores fuerzas y mayor flexibilidad por métodos más sencillos.

Desde un principio, este modelo de prensas se ha empleado para operaciones de embutición profunda y para grandes requerimientos de presión. Se debe por una parte, a que al ser más lenta su maniobra, permite que las fibras del material sufran un alargamiento más compensado, con un flujo más controlado y con menor peligro de rotura. Por otra parte, su mayor capacidad de potencia



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

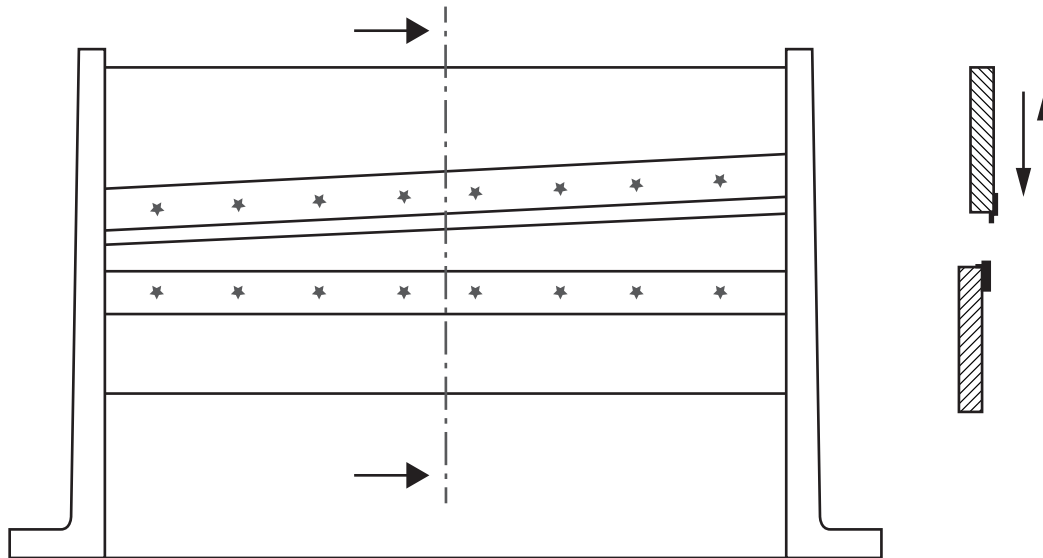
MATERIA PRIMA

OPERACIONES

MAQUINARIA

Cizalla

Las cizallas, son una variedad de prensa de tipología lineal con la función básica de cortar. Disponen de sistema de cambio y separación de cuchillas, para ajustarse al tipo de material y espesor a cortar. También dispone de topes variables para ajustar las dimensiones y orientación del corte. Se fabrican tanto de tipo mecánica como hidráulica.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

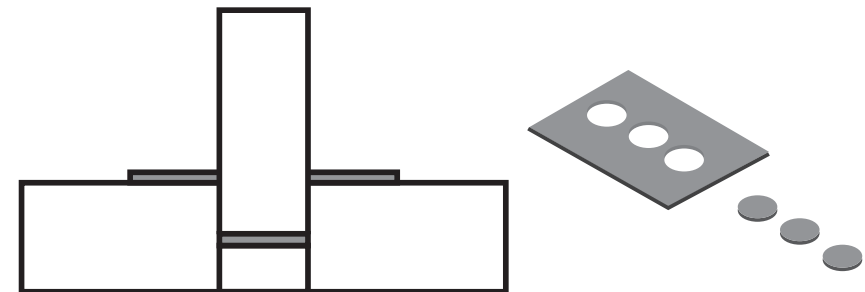
MAQUINARIA

Punzonadora

Una punzonadora es un tipo de prensa que se usa para perforar y conformar planchas de diferentes materiales usando juegos punzón y una matriz de geometrías básicas. Estas pueden ser convencionales, comandadas manualmente y con un solo juego de herramientas. También existen máquinas programables de gran versatilidad que pueden usar múltiples herramientas, y con sistemas de posicionamiento preciso de chapa, como la Punzonadora CNC.

La punzonadora generalmente trabaja partiendo de formatos de chapa metálica, pero también puede partir de bobinas. El punzonado chapa otorga gran flexibilidad, y se puede adaptar fácilmente a la fabricación de series cortas. Trabajar partiendo desde bobina brinda gran eficiencia y es recomendado para series muy grandes de producción, donde se utiliza siempre el mismo material y el ancho de la bobina coincide generalmente con el ancho de la pieza.

Existen también en el mercado, máquinas punzonadora que lleva incorporado un generador láser, para aprovechar las ventajas de ambos procesos sobre un mismo producto.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONFORMACIÓN CHAPA

APLICACIONES

MATERIA PRIMA

OPERACIONES

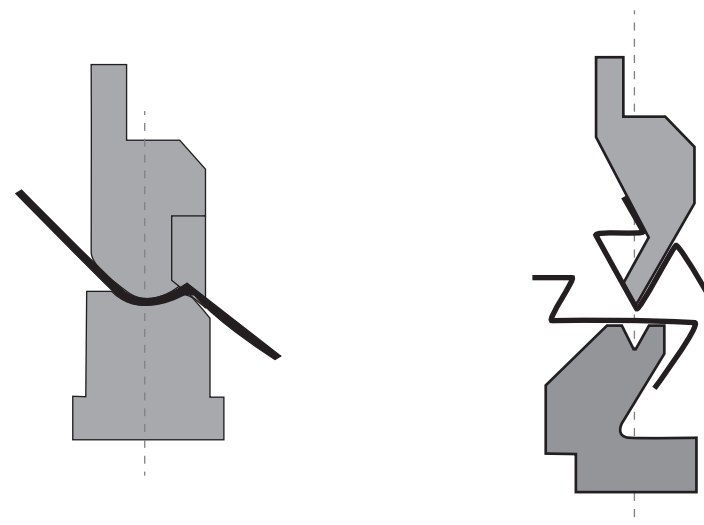
MAQUINARIA

Plegadora

Es una máquina de tipología parecida a la cizalla, que está diseñada especialmente para el plegado de chapa. Las plegadoras también son máquinas de concepción longitudinal, ya que se utilizan básicamente para piezas largas superiores a las dimensiones de la prensa normal.

Pueden ser desde máquinas convencionales muy básicas, hasta máquinas flexibles y programables con múltiples ejes de control. Con ellos se controlan topes, accionamientos laterales y sistemas de compensación de la deformación, e incluso alimentación, acompañamiento y orientación de pieza. Se fabrican también con accionamiento mecánico e hidráulico.

En la máquina se montan las herramientas con la forma adecuada al tipo de operación y dimensión de la línea de pliegue. Para ello se han de tener en cuenta las interferencias geométricas que se puede producir entre la pieza y la herramienta.





DISEÑO DE PIEZA

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PROPUESTAS

EVOLUCIÓN

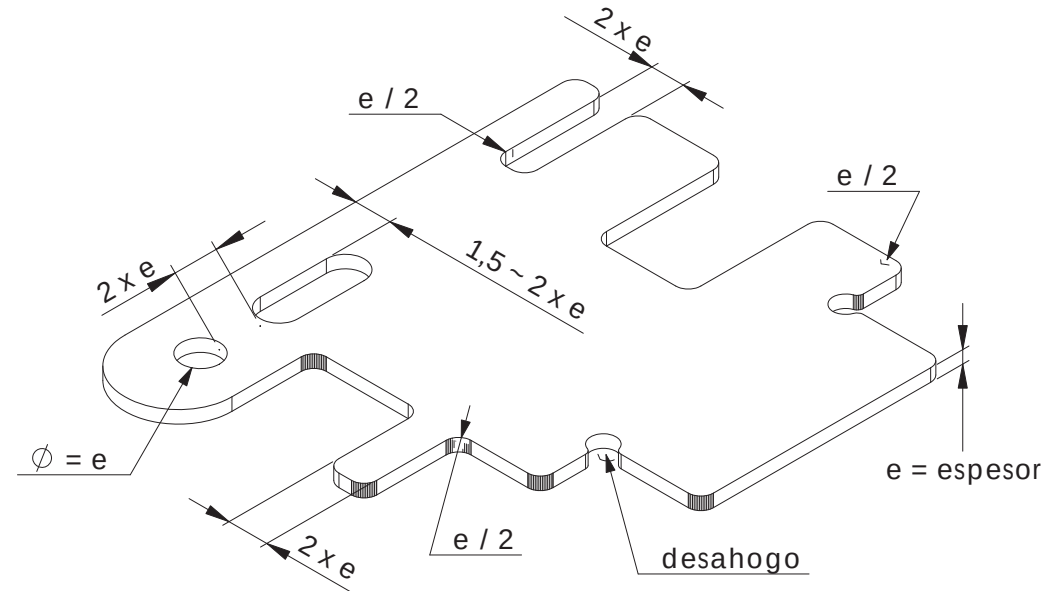
DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

Todos los procesos de conformación tienen unas capacidades y limitaciones, y a partir de ellas se establecen unas recomendaciones de diseño propias, para hacer viable y facilitar la fabricación con dichos procesos. Existen algunas de carácter general, y otras más específicas del proceso, material, máquina y herramienta empleada. Se van a mencionar algunas de las primeras, tomando como referencia una variable muy importante, el espesor de chapa "e".

Consideraciones de diseño:

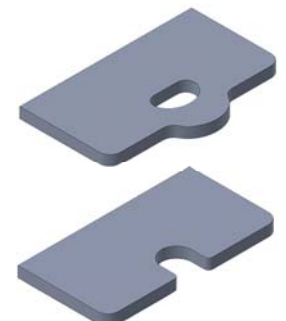
- Diámetro mínimo agujero igual al espesor de la chapa.
- Separación mínima entre agujeros 2 veces el espesor.
- Separación a bordes de cortes mayor a 1,5 ~ 2 veces el espesor.
- Anchos mínimos de corte igual a 2 veces el espesor.
- Anchos mínimos de elementos salientes igual a 2 veces el espesor.
- Radios de redondeo mínimo la mitad del espesor.
- Desahogos para pliegues mayor a la mitad del espesor.
- Separación a zonas deformadas posteriormente mayor al espesor.



Problema



Solución



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PROPUESTAS

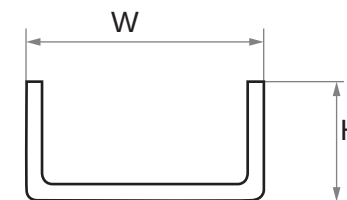
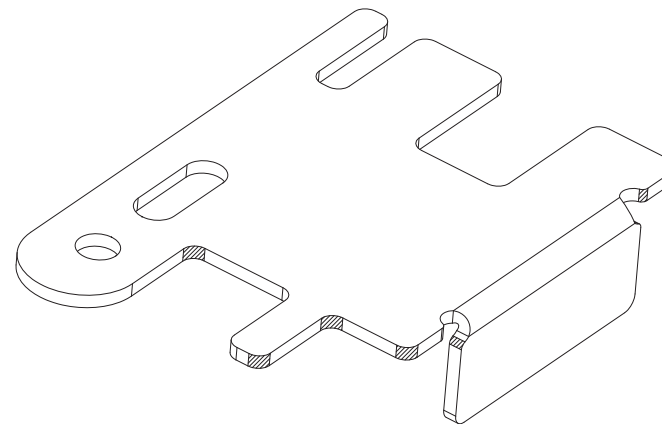
EVOLUCIÓN

DISEÑO FINAL

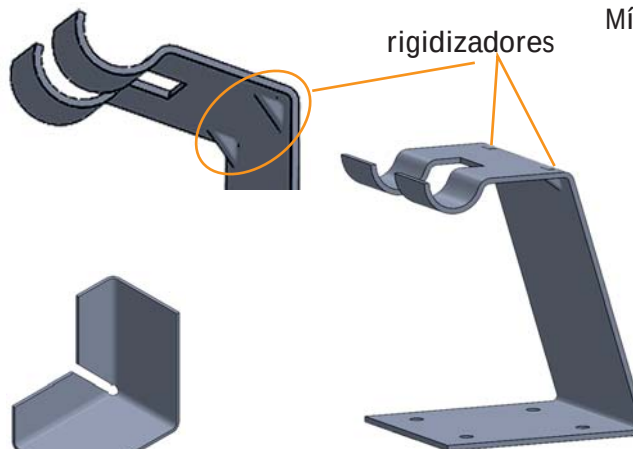
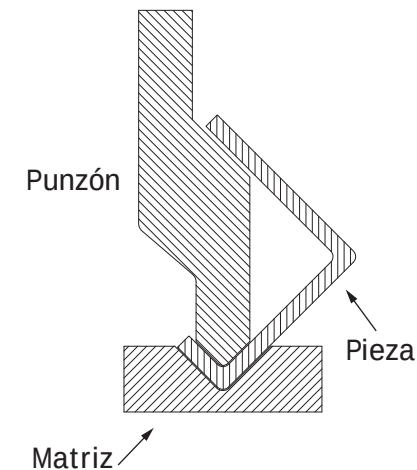
PROTOTIPO

Consideraciones de diseño:

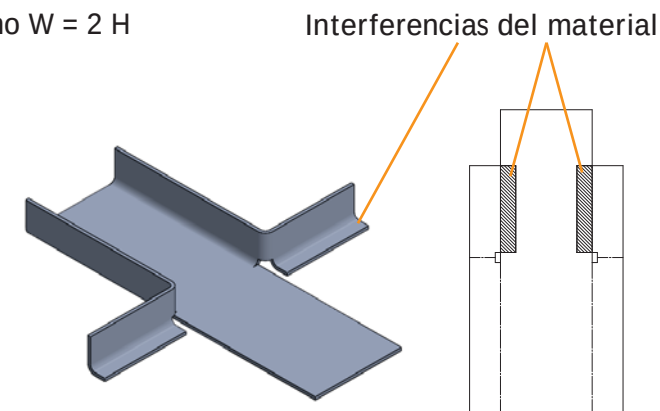
- Acotado magnitudes exteriores de la pieza.
- Acotados desde una misma referencia.
- Acotación de radios interiores en los pliegues.
- Radio de pliegue mínimo igual al espesor de pieza.
- Mantener el mismo radio de pliegue.
- Evaluar alternativas de desarrollo plano.
- Desahogos para evitar desgarros, y distorsiones.
- Limitaciones en la altura de pliegues.
- Interferencias con las herramientas.
- Interferencias del material.
- Longitud de las líneas de plegado.
- Proximidad de cortes.
- Necesidad de rigidizadores.



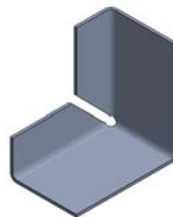
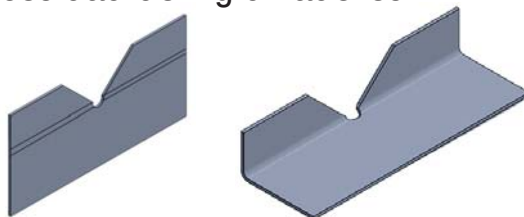
Mínimo $W = 2 H$



rigidizadores



Interferencias del material



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PROPUESTAS

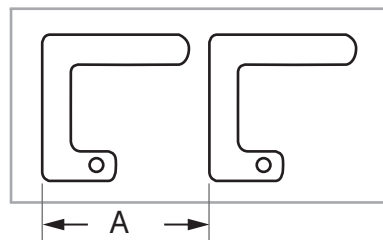
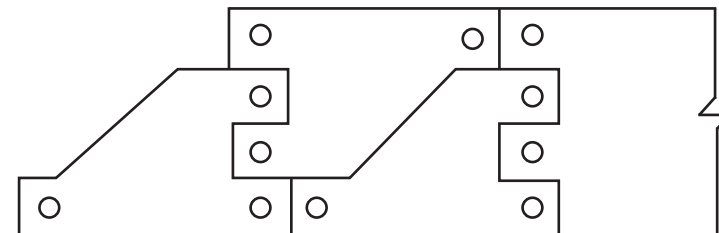
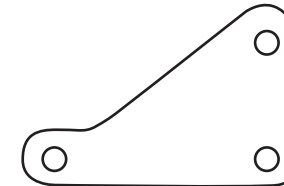
EVOLUCIÓN

DISEÑO FINAL

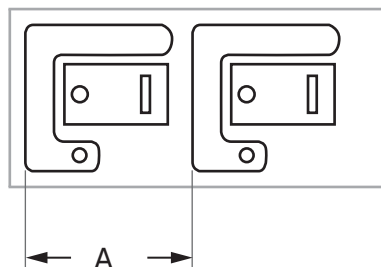
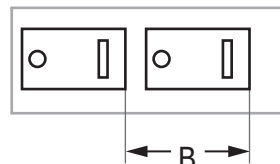
PROTOTIPO

Diseño de las piezas que permita útiles con mínimo gasto de material:

- Máximo aprovechamiento del material.
- Minimización de los desechos o recortes.
- Geometrías sencillas que se puedan anidar.

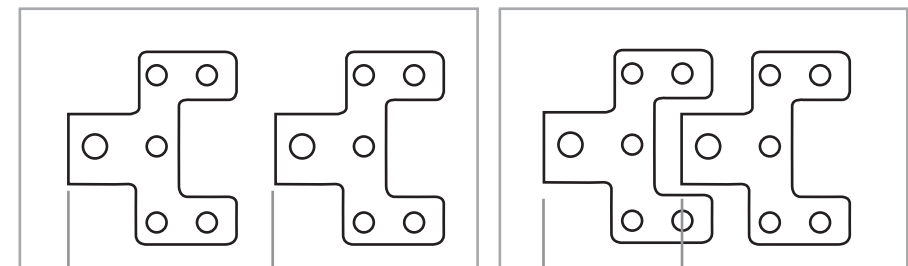


Diseño 1: Dos formatos de chapa
Longitud de chapa requerida $A + B$



Diseño 2: Mejora

Único formato de chapa
Longitud de chapa requerida A



Longitud de chapa
requerida por pieza



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PROPUESTAS

EVOLUCIÓN

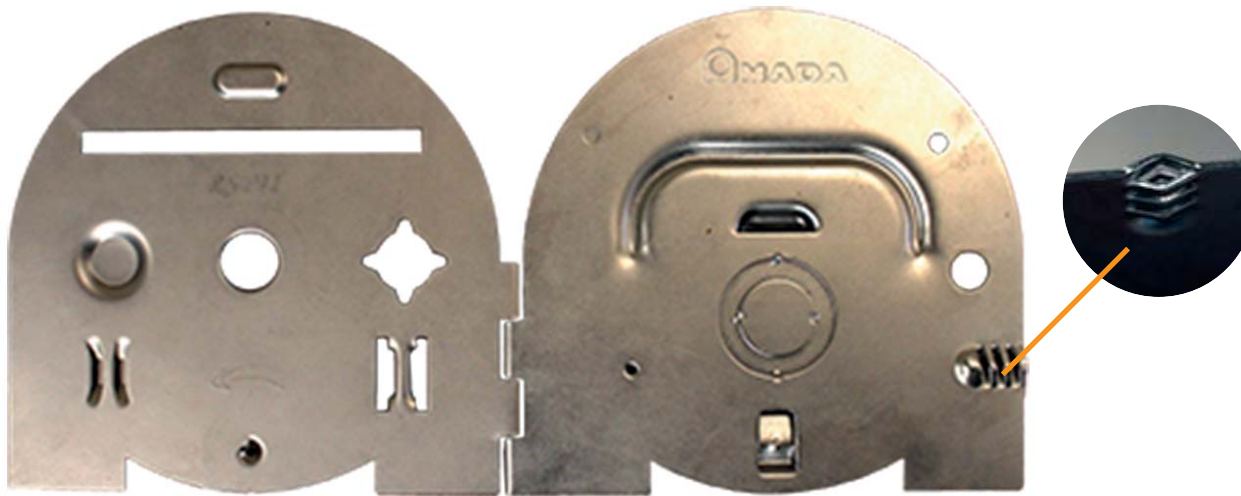
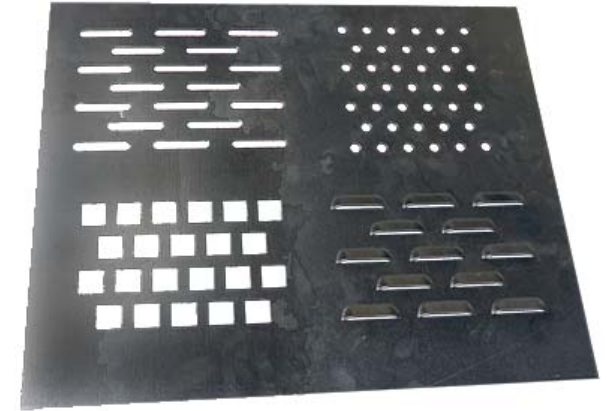
DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

Para diseñar la pieza se debieron tener en cuenta las siguientes premisas:

- Que se pueda fabricar por conformación de chapa metálica.
- Que presente las principales operaciones de este proceso: corte, embutición y doblado.
- Que sea una pieza simple y fácil de reconocer, una pieza única, de tamaño reducido y que sea de fácil fabricación.

Después de estudiar varias alternativas, se tomó la decisión de diseñar un tarjetero.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PROPUESTAS

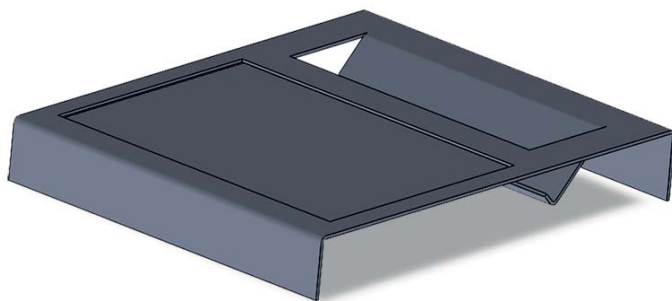
EVOLUCIÓN

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

Propuesta 1

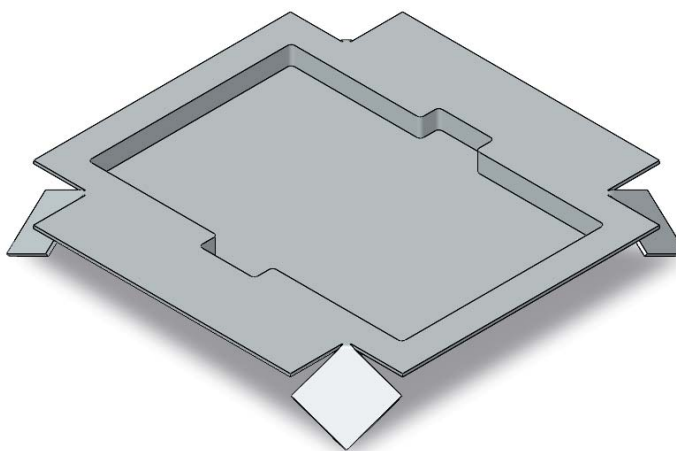
Presenta un espacio para apoyar todas las tarjetas, y un abatimiento interior para colocar una de vista al cliente.



Esta propuesta fue descartada por sus dimensiones, pues se requeriría elevada cantidad de material

Propuesta 2

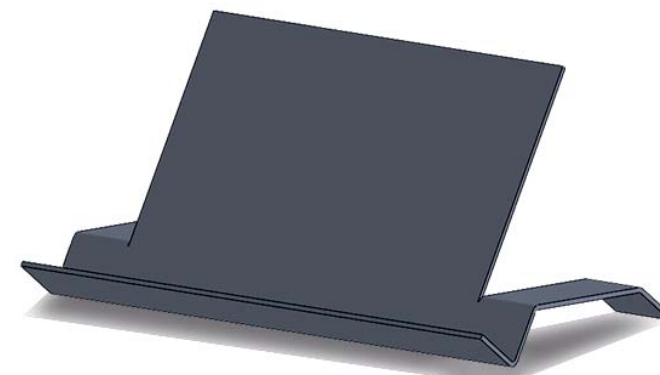
Propuesta alternativa que parte de una estructura origámica



Esta propuesta fue descartada por la complejidad de fabricación de la embutición central y los cortes incompletos de las esquina.

Propuesta 3

Partiendo de un diseño más clásico, intenta ahorrar material plegando parte de los extremos.



Se descartó por la escasa rigidez de los apoyos laterales.

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PROPUESTAS

EVOLUCIÓN

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

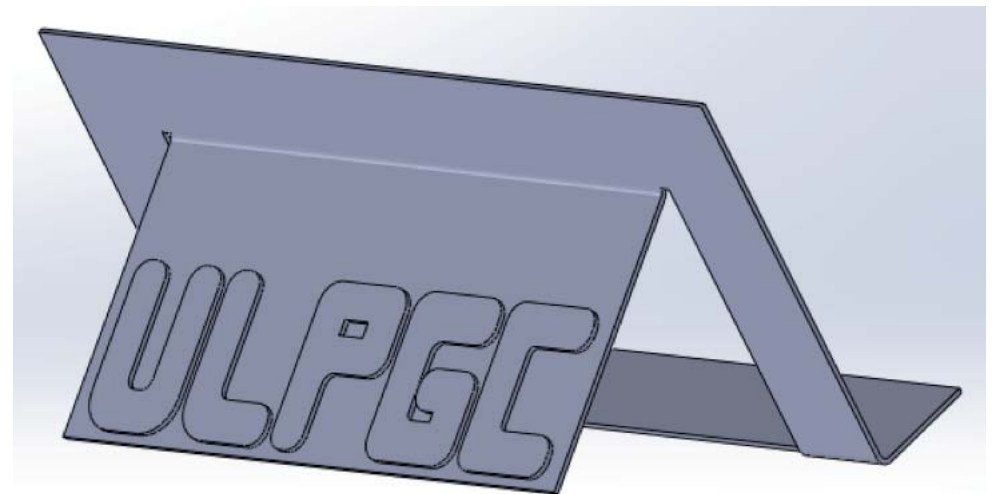
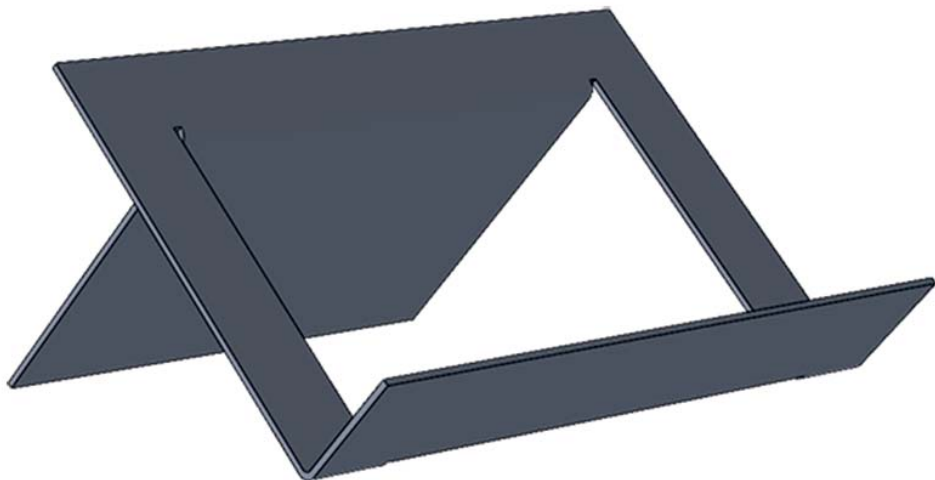
Propuesta 4

Mismo principio que la propuesta 3, pero plegando la parte interior, permitiendo una mayor superficie libre para aplicar una operación de embutición.

Esta propuesta es la que más se ajusta a lo que se busca en las consideraciones de diseño: elemento pequeño, simple, en una única pieza, fácil de reconocer. Podría integrar las 3 operaciones principales de la conformación de chapa metálica, como son el corte, el plegado y la embutición.

Sin embargo, esta propuesta inicial debería sufrir varios cambios para ser factible, atendiendo a criterios de seguridad de uso, y de simplificación del proceso de fabricación, tanto de pieza como de herramienta.

El desarrollo en paralelo del diseño del troquel es muy imprescindible, ya que el diseño de esta herramienta



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PROPUESTAS

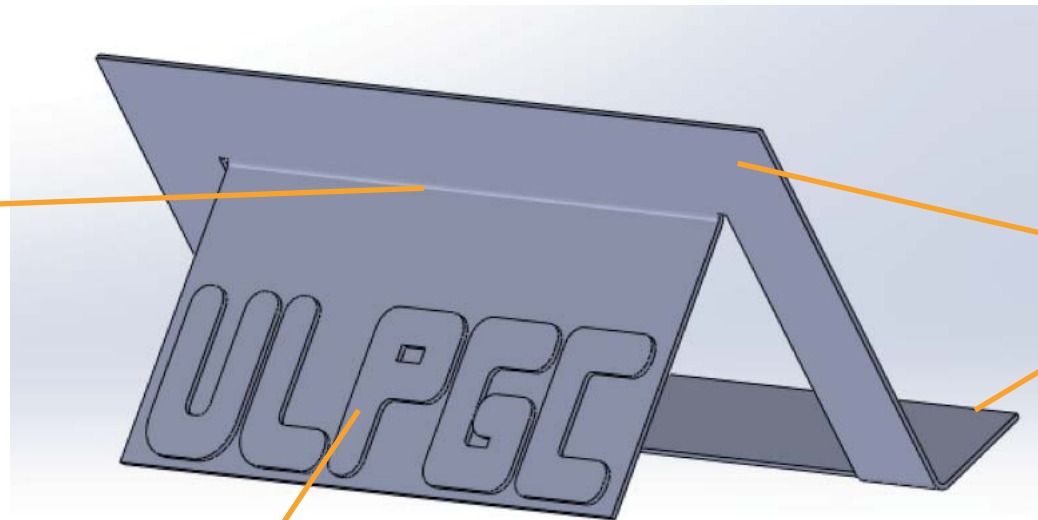
EVOLUCIÓN

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

Se aplican dos cortes que dan lugar a unas microuniones en lugar del pliegue interior. Esto se debe a al ser bastante complejo realizar los 2 pliegues en distinta dirección dentro del mismo troquel. De esta forma se obliga al usuario a interactuar con la pieza, para lograr su forma final y adaptarla a sus preferencias.

Se aplican redondeos en las esquinas para aportar seguridad en la manipulación al usuario, y facilitar la fabricación del troquel.



Se adopta la tipografía correspondiente a la identidad visual de la ULPGC.

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

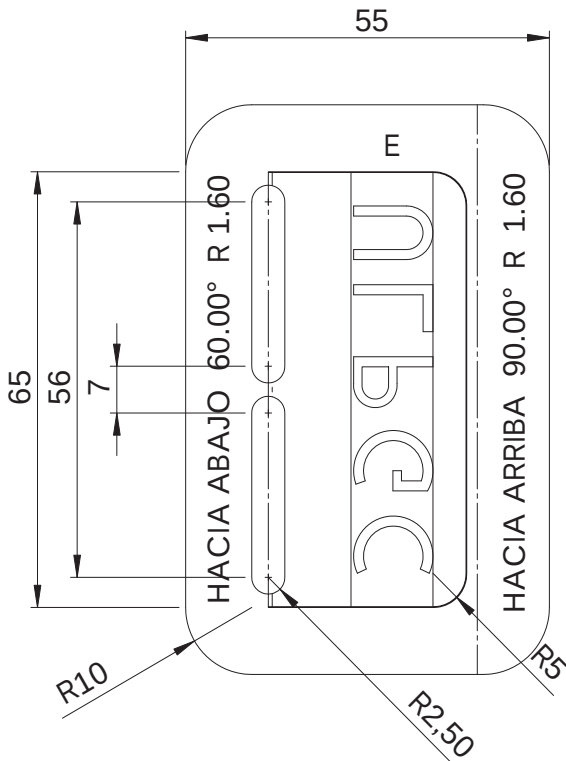
PROPUESTAS

EVOLUCIÓN

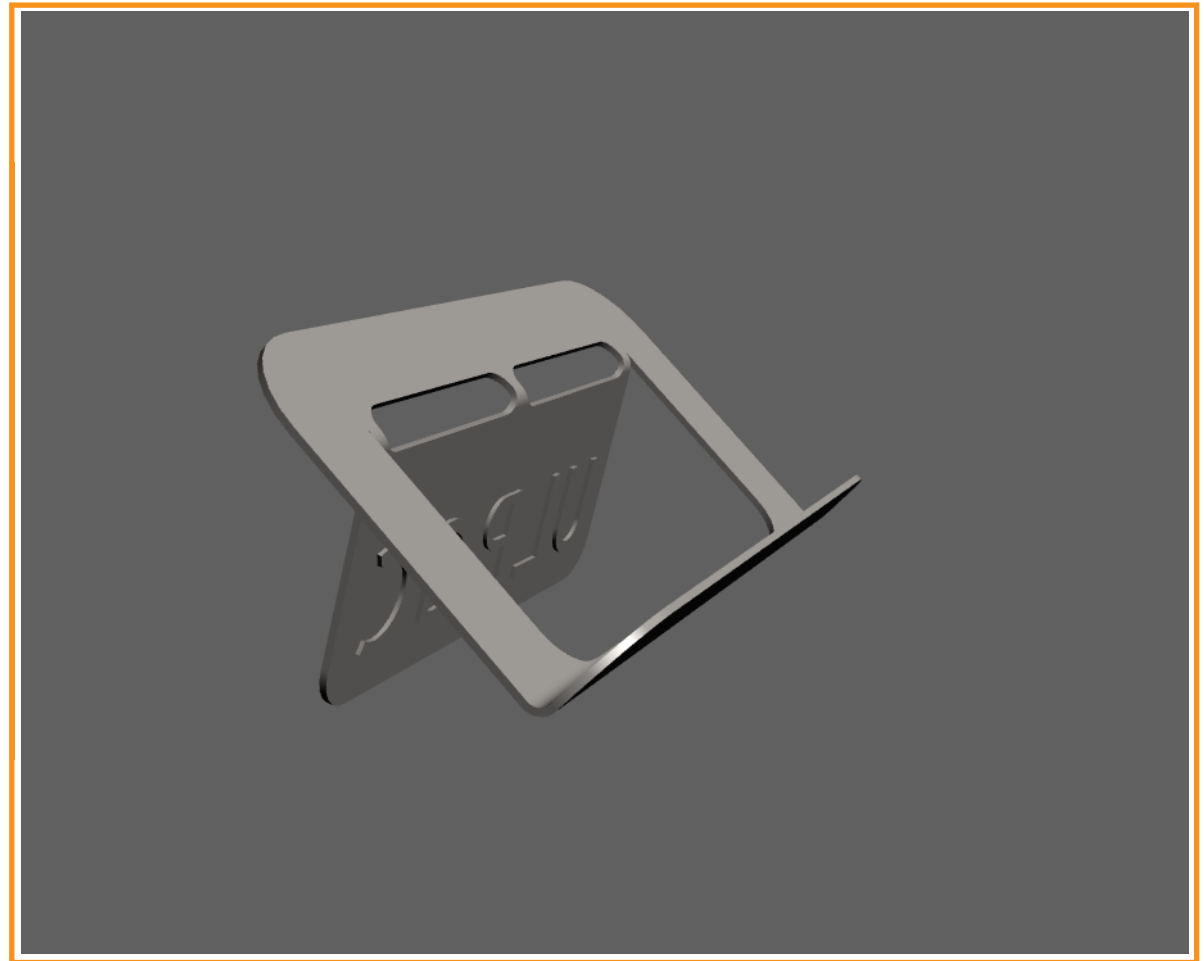
DISEÑO FINAL

PROTOTIPO

Tras aplicar las modificaciones anteriores, el diseño final de la pieza se puede analizar este croquis, y en el módulo 3D.



El material utilizado es acero inoxidable ferrítico AISI 430, de 0,8 mm de espesor.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PROPUESTAS

EVOLUCIÓN

DISEÑO FINAL

PROTOTIPO



Para fabricar el prototipo de la pieza, se utilizó la tecnología de corte por láser, y de plegado convencional. De esta manera se puede obtener a un costo reducido la pieza diseñada, y comprobar si cumple con las especificaciones de diseño o se debe modificar algún aspecto.

Este prototipo se ha desarrollado en colaboración con la empresa IMA, Instalaciones y Manufacturas Artiles.





DISEÑO DE TROQUEL

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

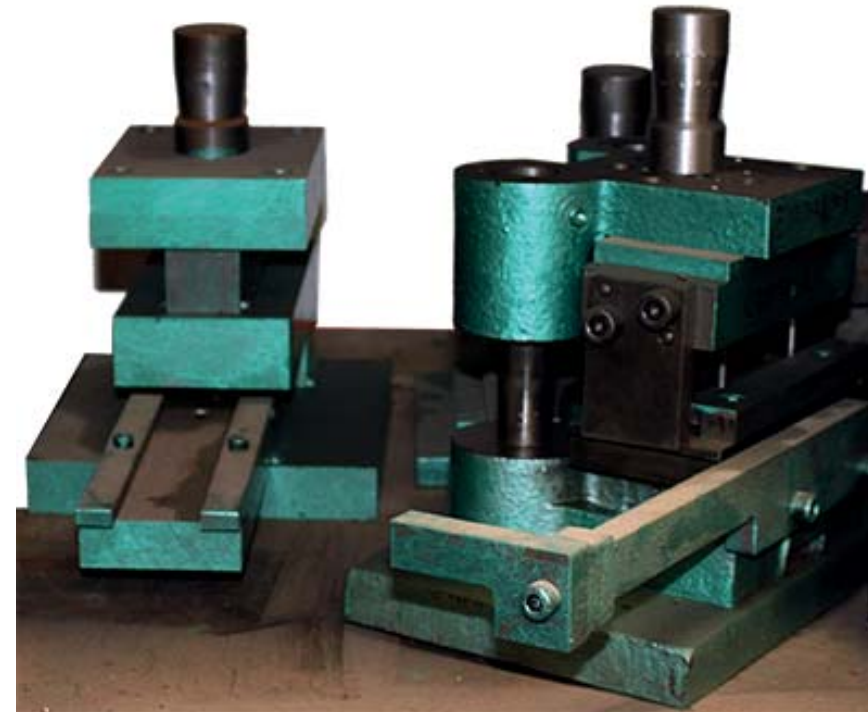
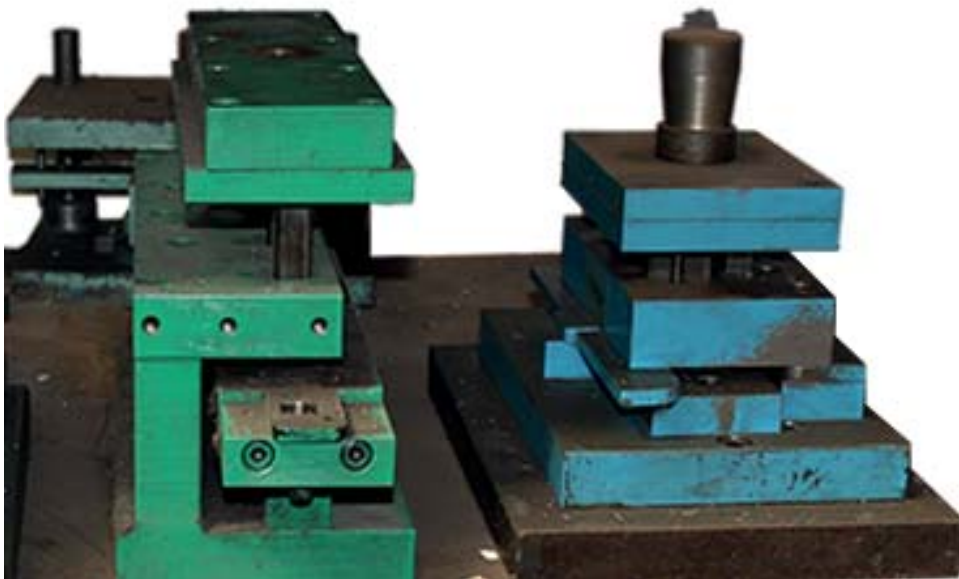
CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

Un troquel es una herramienta que, montada en una prensa, permite realizar el conjunto de operaciones propias de la conformación en chapa por deformación y corte, tales como cortar, doblar o embutir.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

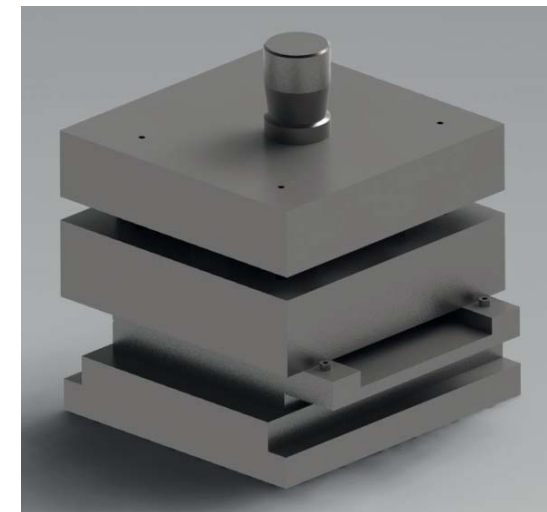
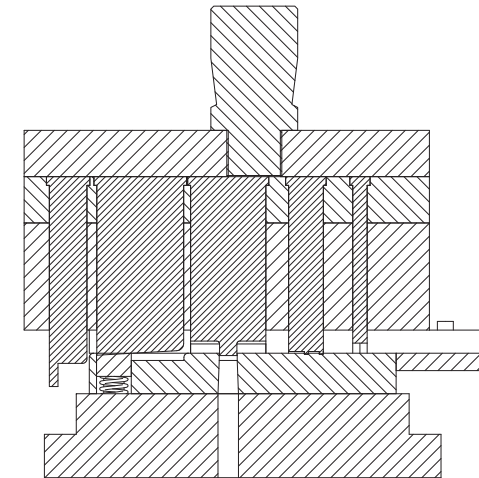
DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

Para diseñar el troquel se tuvieron en cuenta las siguientes premisas:

- Que sea factible y fácil de fabricar.
- Especificar el uso de acero para herramientas con tratamientos térmico de endurecido para la placa matriz y los punzones.
- Que permita realizar las operaciones que se han definido en el diseño de la pieza.
- Las operaciones deben estar distribuidas de tal forma que sigan un orden lógico y puedan ser realizadas sin que se generen interferencias entre ellas.
- Las fuerzas que realizan los punzones en su acción de plegado, corte o embutición deben estar equilibradas durante el ciclo de trabajo del troquel.
- Las piezas serán fabricadas en serie a partir de una tira de material, que debe ser guiada y posicionada para conseguir la geometría final deseada.

Se ha decidido optar por una configuración de diseño clásica para este troquel, basándose en la experiencia de diseños similares de los que se conocía su robustez y fiabilidad. Este es un aspecto importante en el diseño de herramientas de producción, como es el caso de un troquel.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

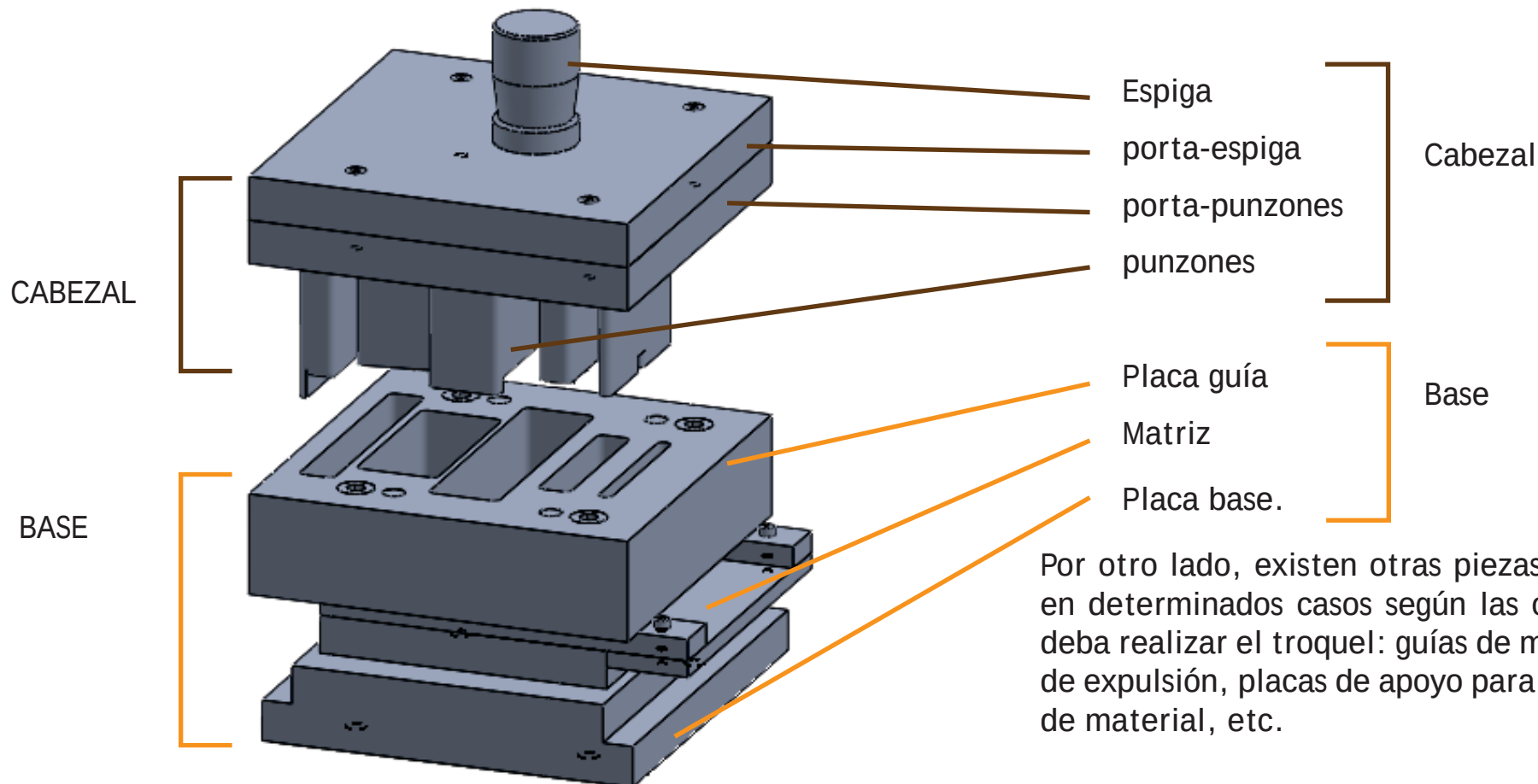
PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

En su conjunto, podemos dividir un troquel en 2 partes: una móvil normalmente al cabezal de la máquina, y otra fija unida a la mesa o base de la máquina.

Dentro de cada una de estas 2 partes, podemos encontrarnos diferentes piezas, las más generales son:



Por otro lado, existen otras piezas que se utilizan en determinados casos según las operaciones que deba realizar el troquel: guías de material, sistema de expulsión, placas de apoyo para entrada y salida de material, etc.

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

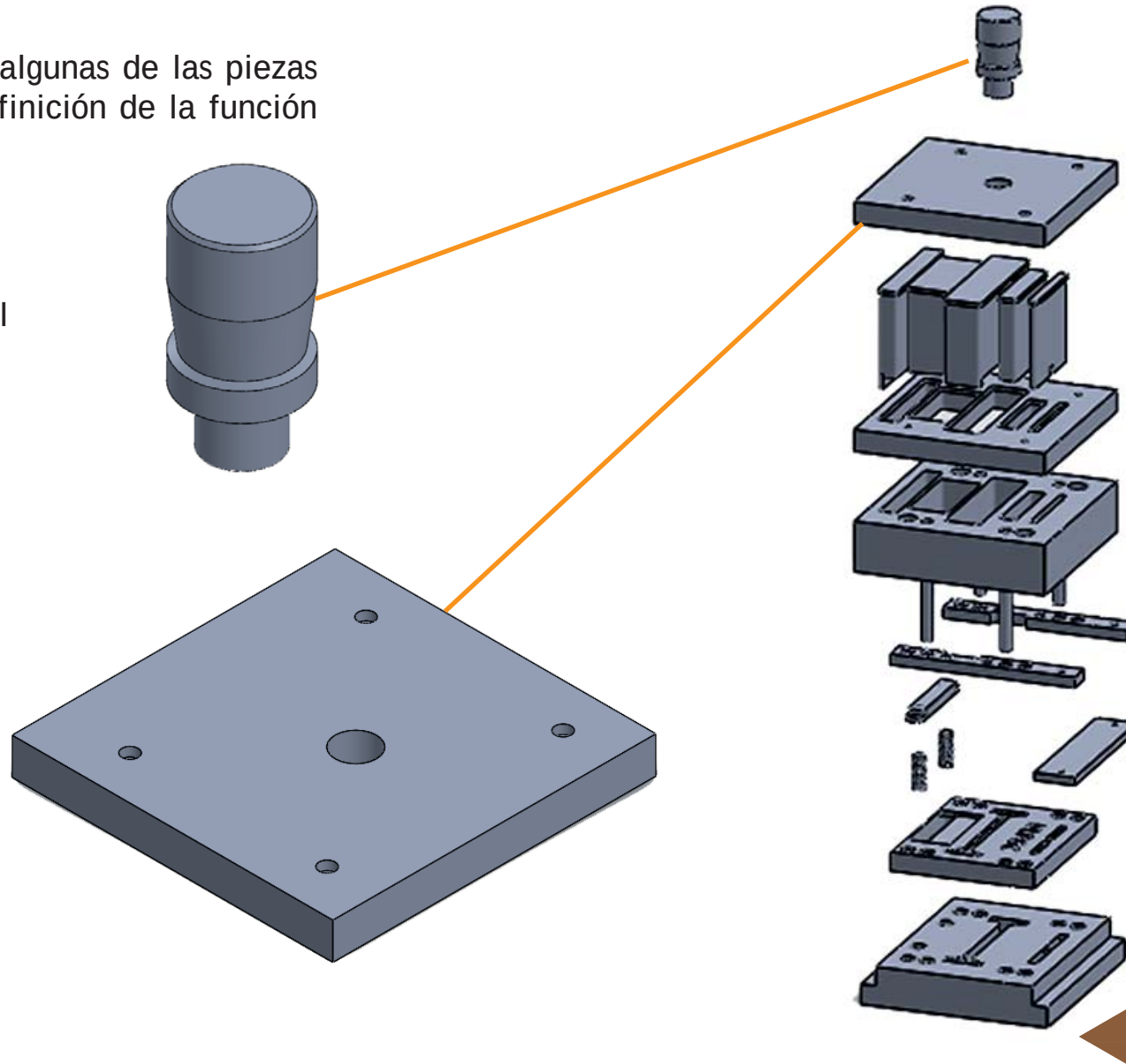
Se describen a continuación algunas de las piezas principales, así como una definición de la función que cumplen en el troquel.

Espiga

Es el medio de unión entre el troquel y la prensa

Porta-espiga

Es el soporte donde se aloja la espiga, y que a su vez sujeta los punzones junto al portapunzones.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

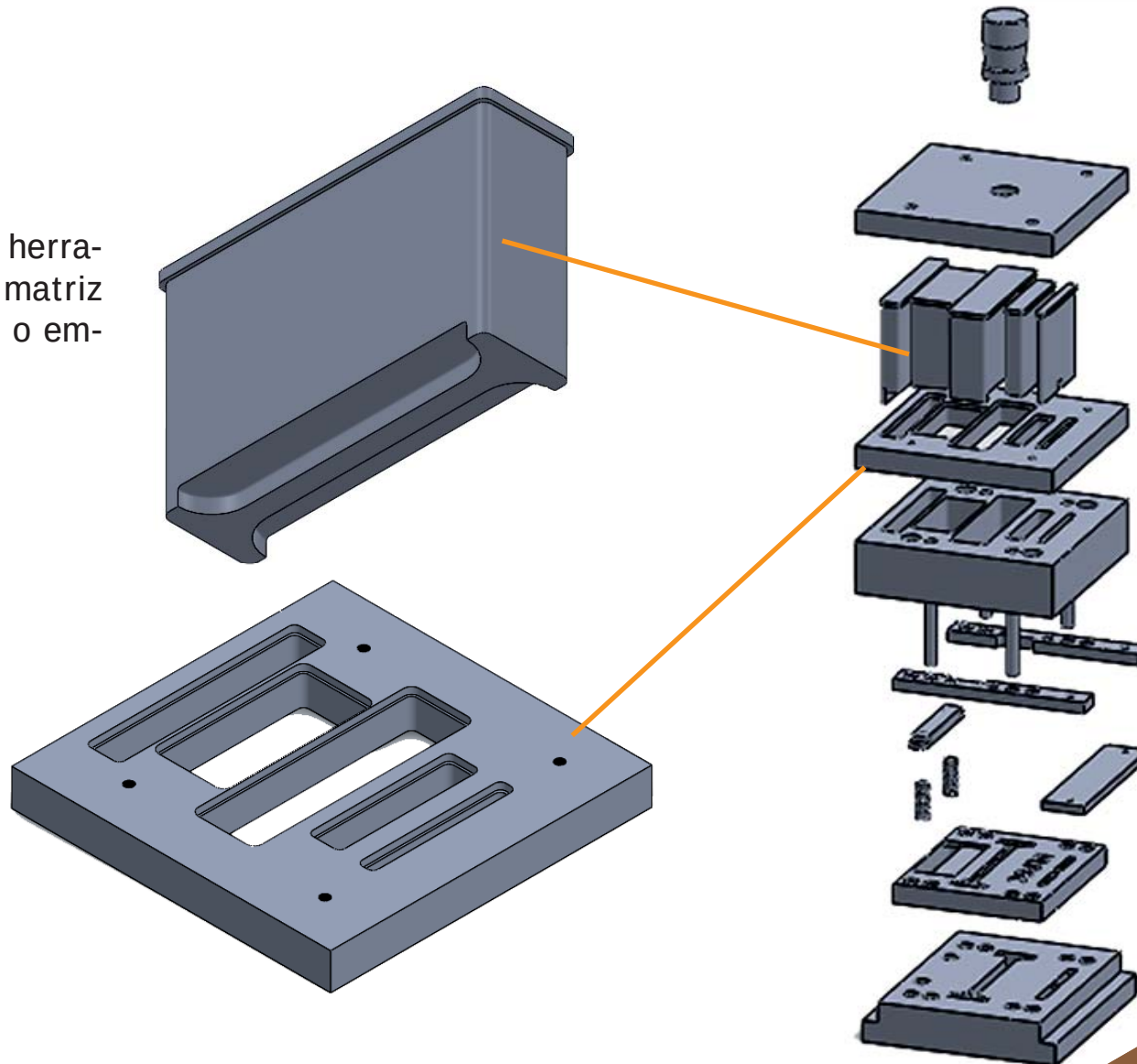
FUNCIONAMIENTO

Punzones

Elemento fundamental de la herramienta que realiza junto con la matriz la operación de corte, plegado o embutición según el caso.

Porta-punzones

Es el soporte donde se alojan los machos o punzones.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

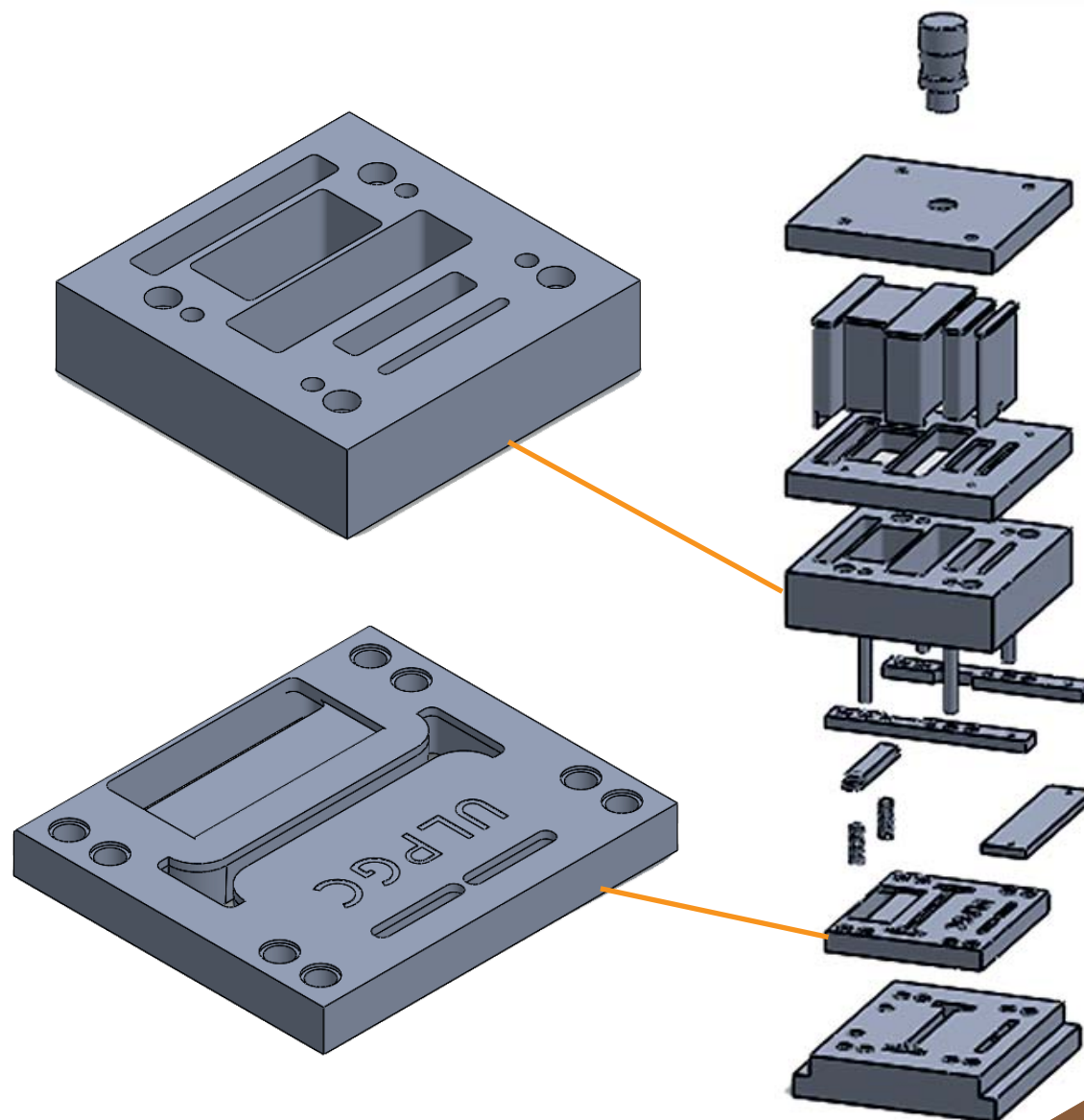
FUNCIONAMIENTO

Bloque guía

El bloque guía tiene la función de guiar y posicionar los punzones durante su recorrido.

Matriz

Es el otro elemento fundamental junto a los punzones que ejecutan la operación de troquelado. Los punzones penetran por sus huecos correspondientes, lo suficiente para completar la operación.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

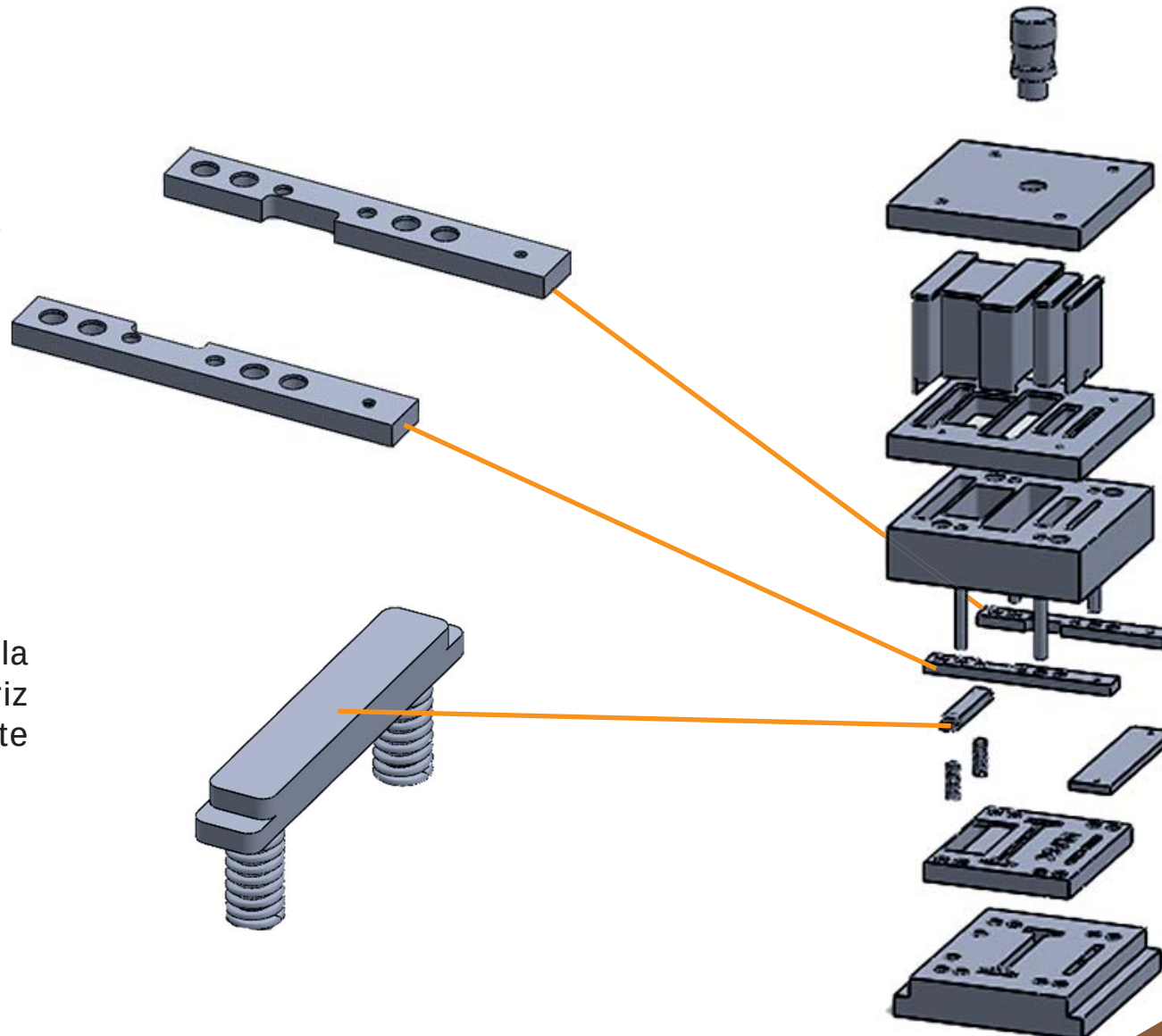
PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

Sistema de guiado

Formado por unas guías laterales y topes, tienen la función de posicionar y mantener la chapa durante el troquelado.



Sistema de expulsión

Permite la expulsión de la pieza del hueco de la matriz en la operación de corte abierto en forma de "U".

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

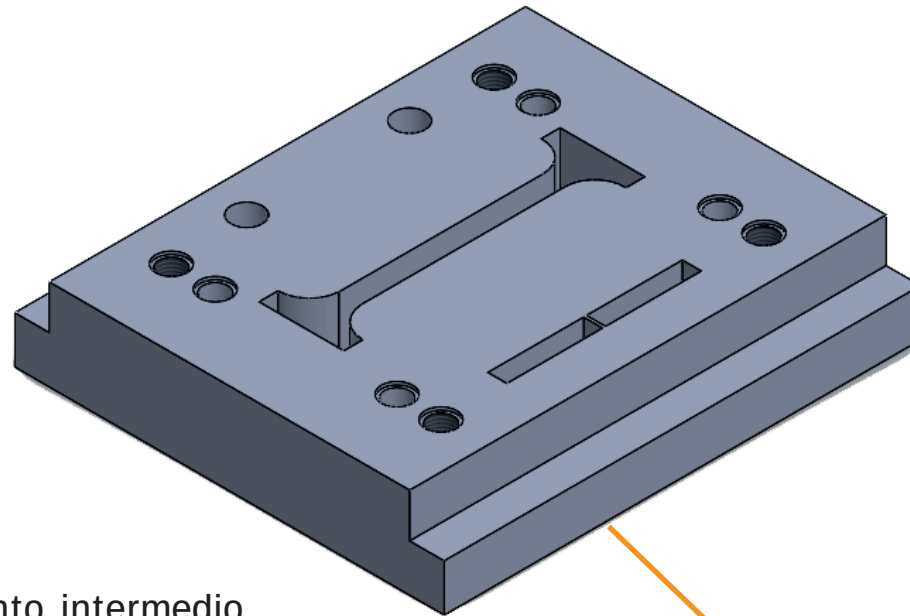
DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

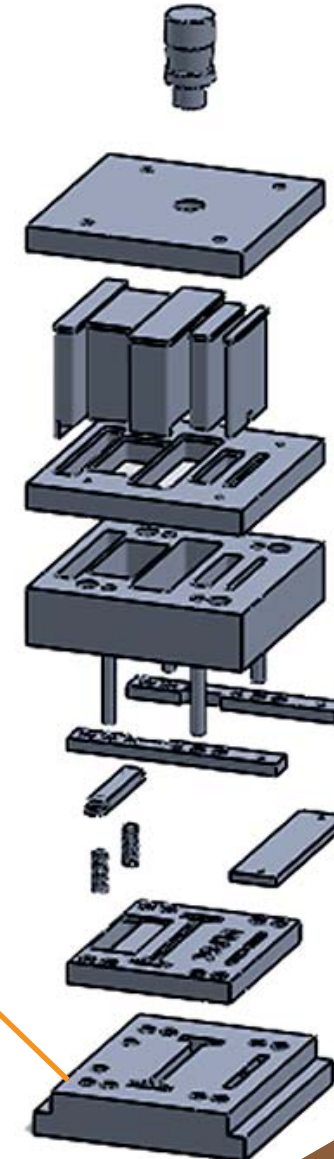
DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO



Base

La placa base es el elemento intermedio entre la matriz y el armazón del troquel, que sirve para absorber los esfuerzos derivados del troquelado. También facilita el posicionado y sujeción correcta de la herramienta en la máquina.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

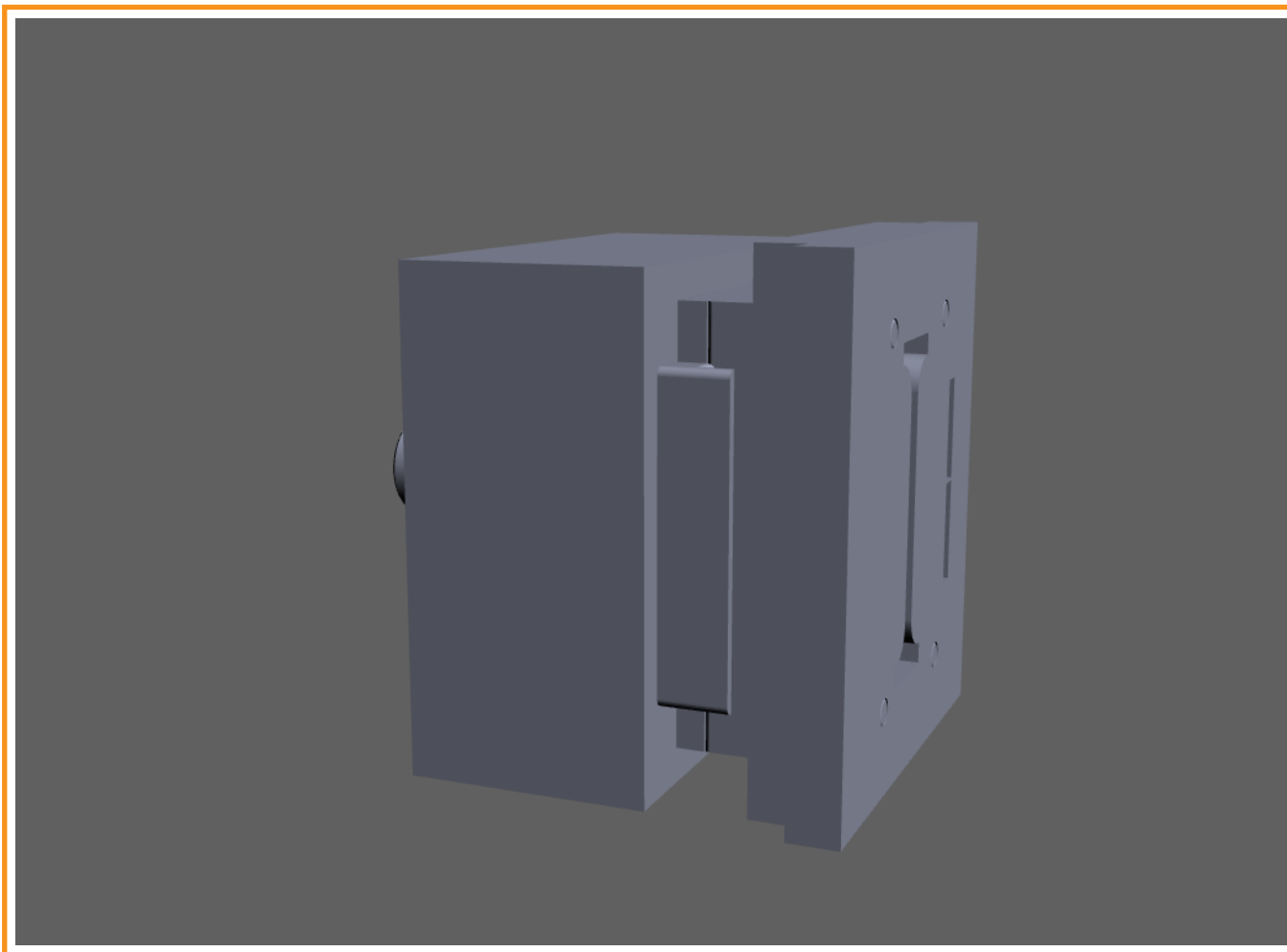
DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO



En este módulo 3D interactivo se puede analizar con detalle las soluciones adoptadas para esta herramienta.



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

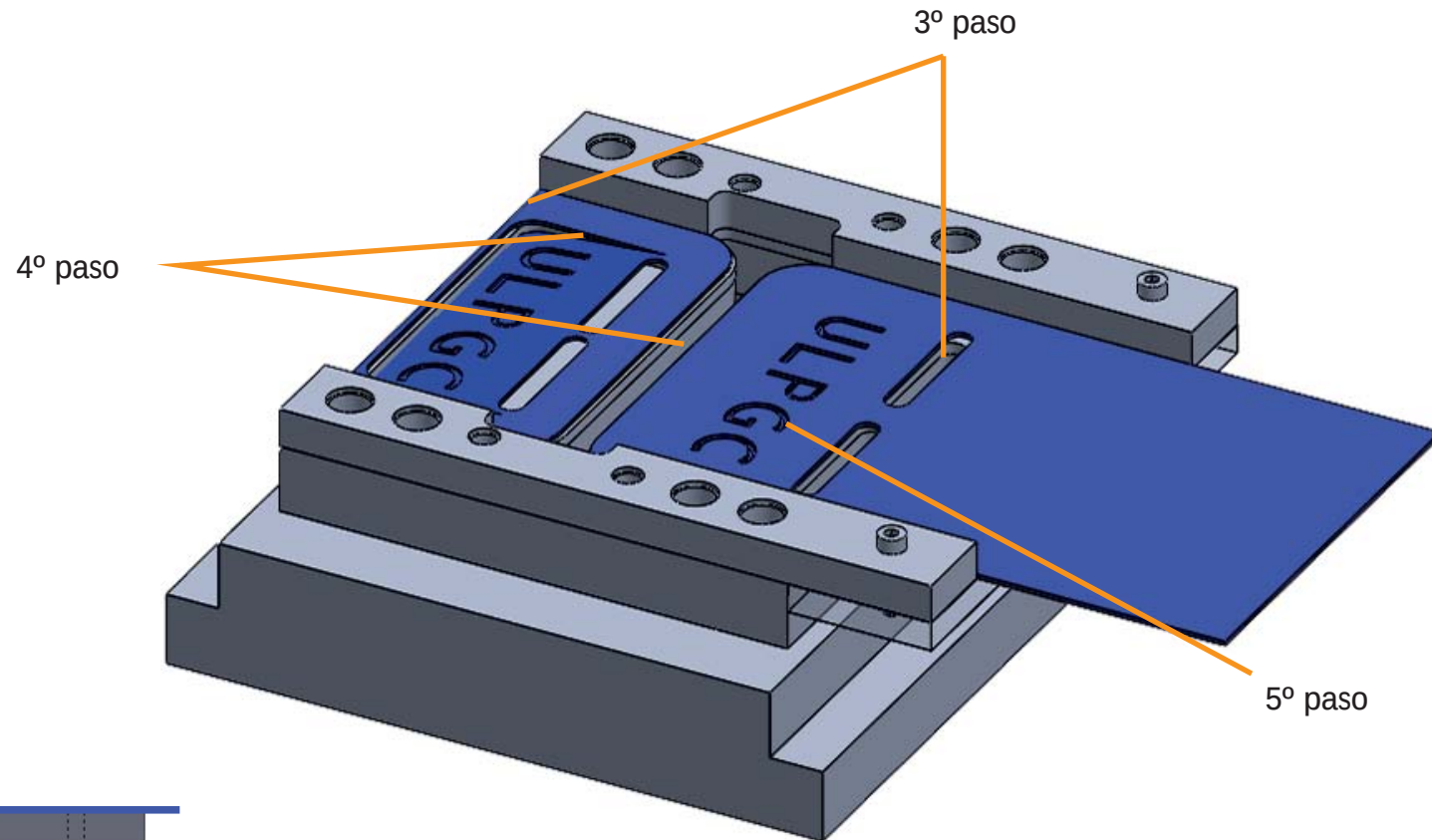
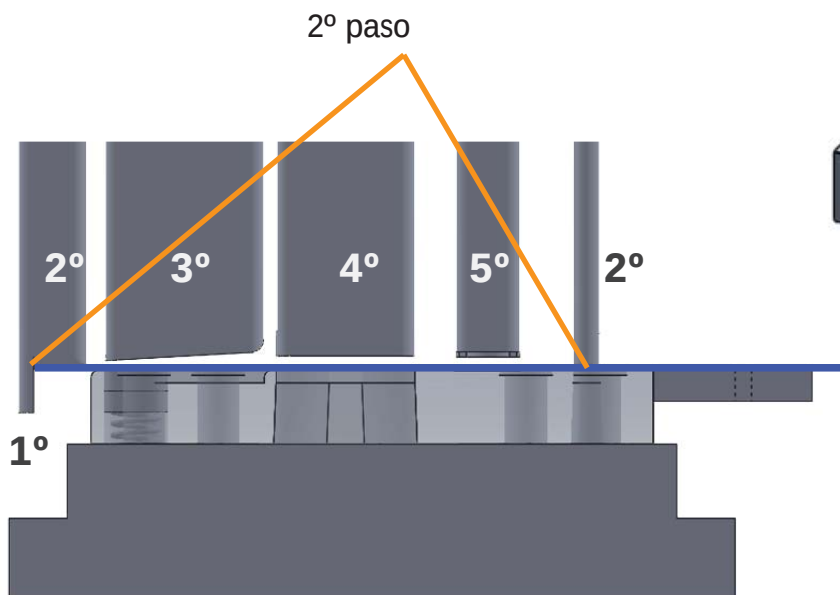
PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

Secuencia de operaciones

1º paso posicionamiento de la chapa que hace tope con el punzón de plegado



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

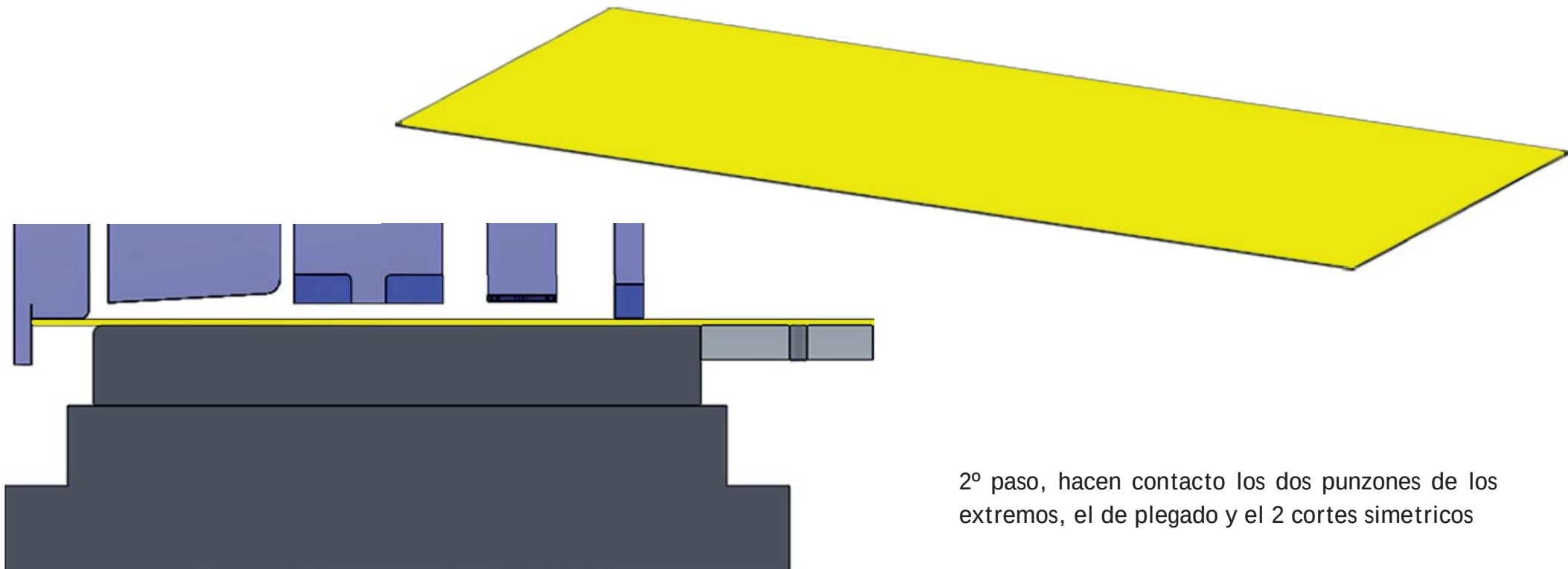
CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

Secuencia de operaciones



2º paso, hacen contacto los dos punzones de los extremos, el de plegado y el 2 cortes simetricos

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

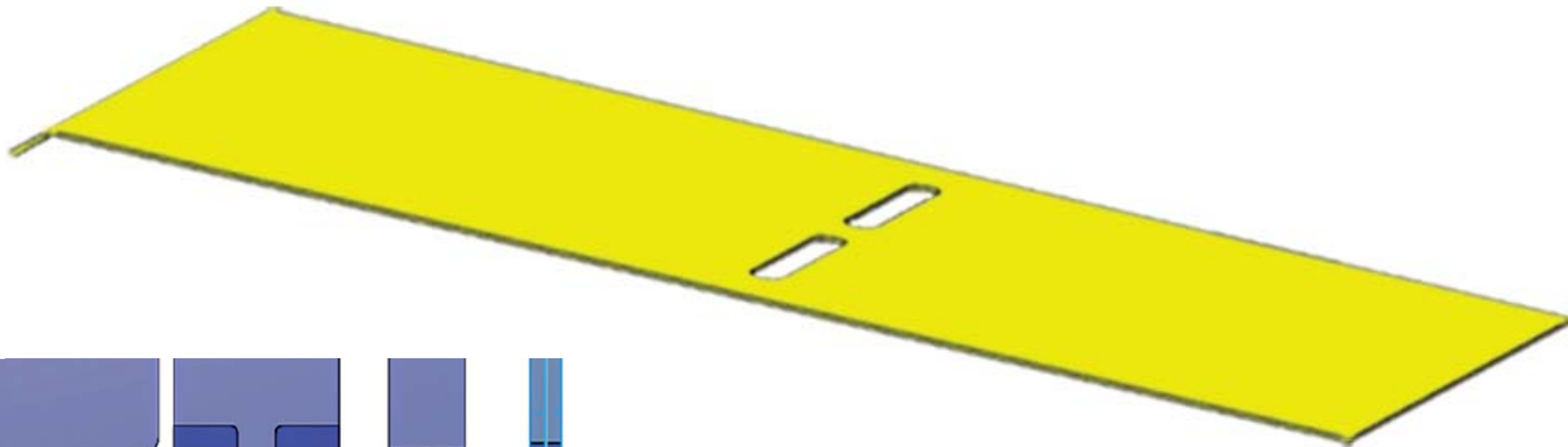
CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

Secuencia de operaciones



3º paso realiza el punzonado parte trasera y dobla parcialmente la pestaña delantera



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

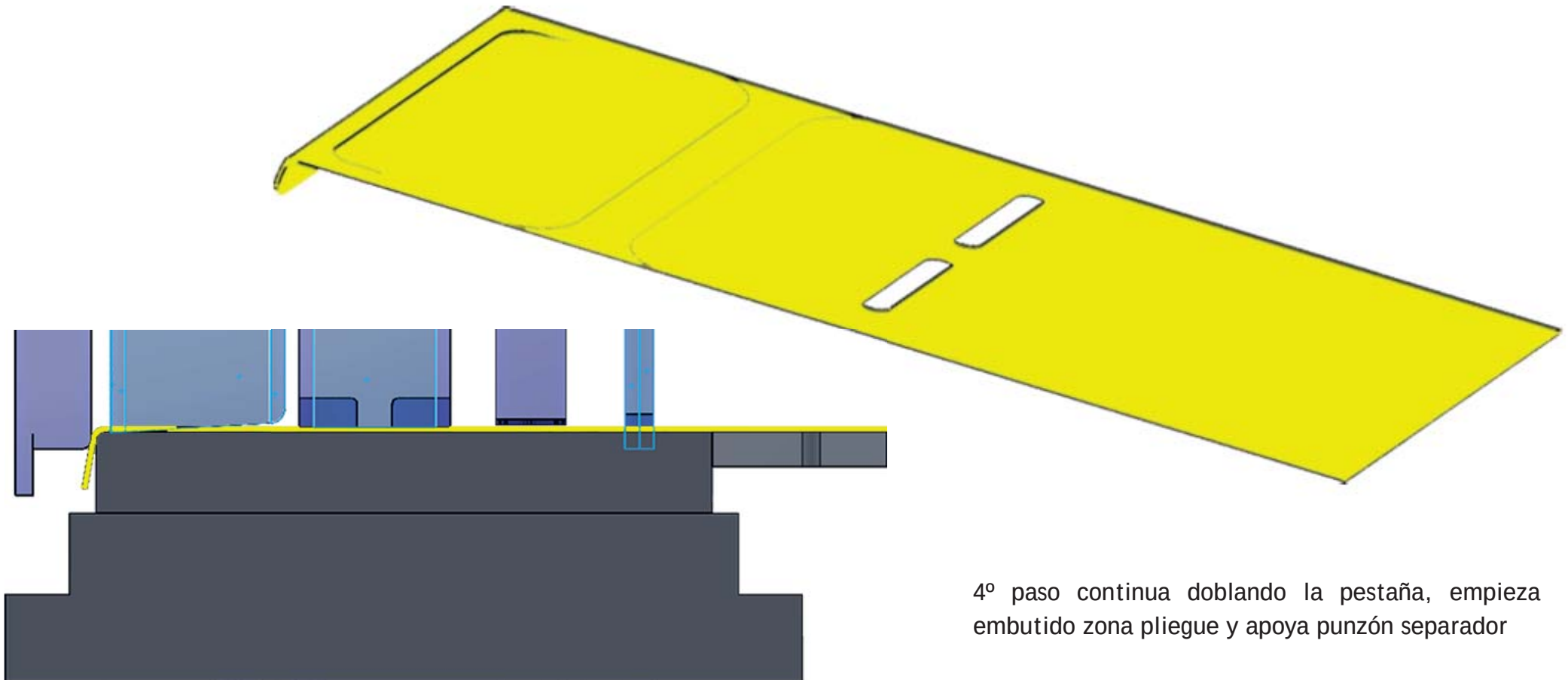
CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

Secuencia de operaciones



CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

DEFINICIÓN

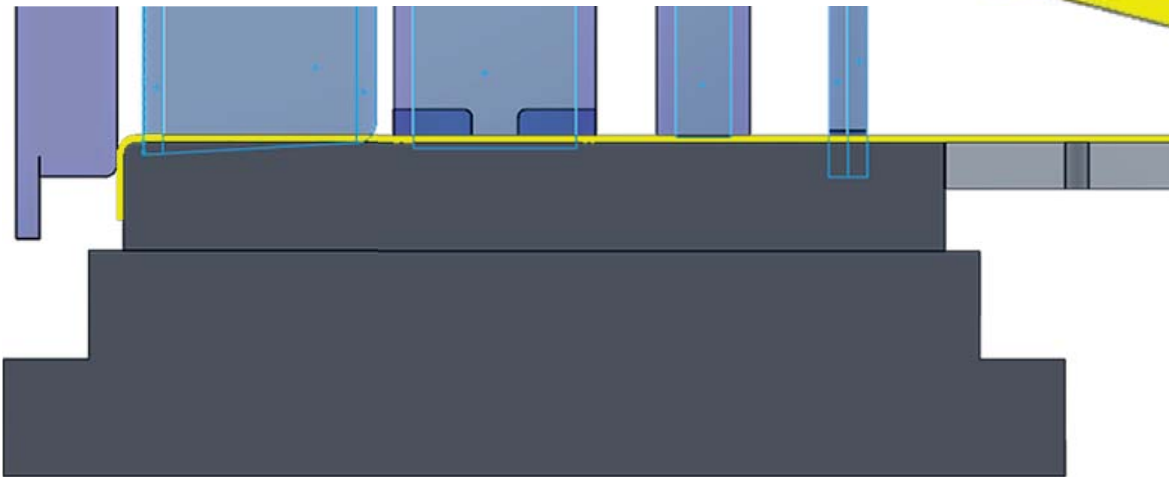
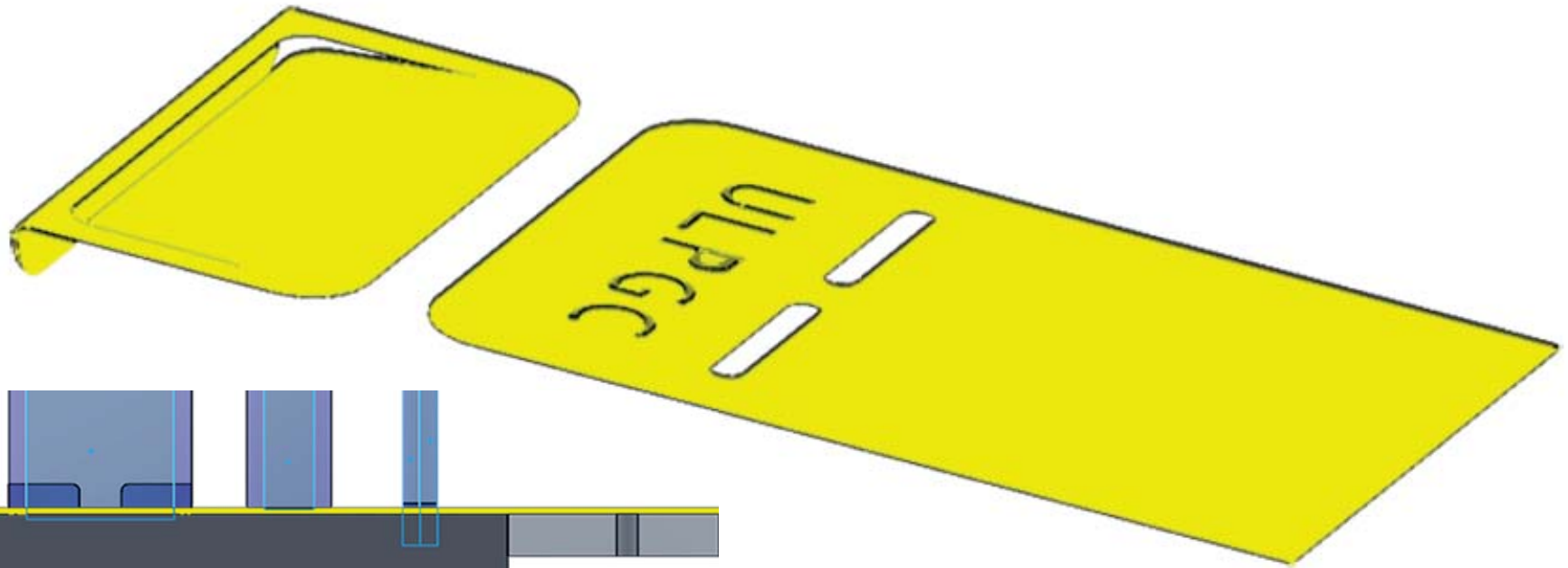
CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO

Secuencia de operaciones



5º paso termina doblado pestaña, troquelado zona pliegue, troquelado separación y embutido nombre

CONCEPTOS BÁSICOS

DISEÑO DE PIEZA

DISEÑO DE TROQUEL

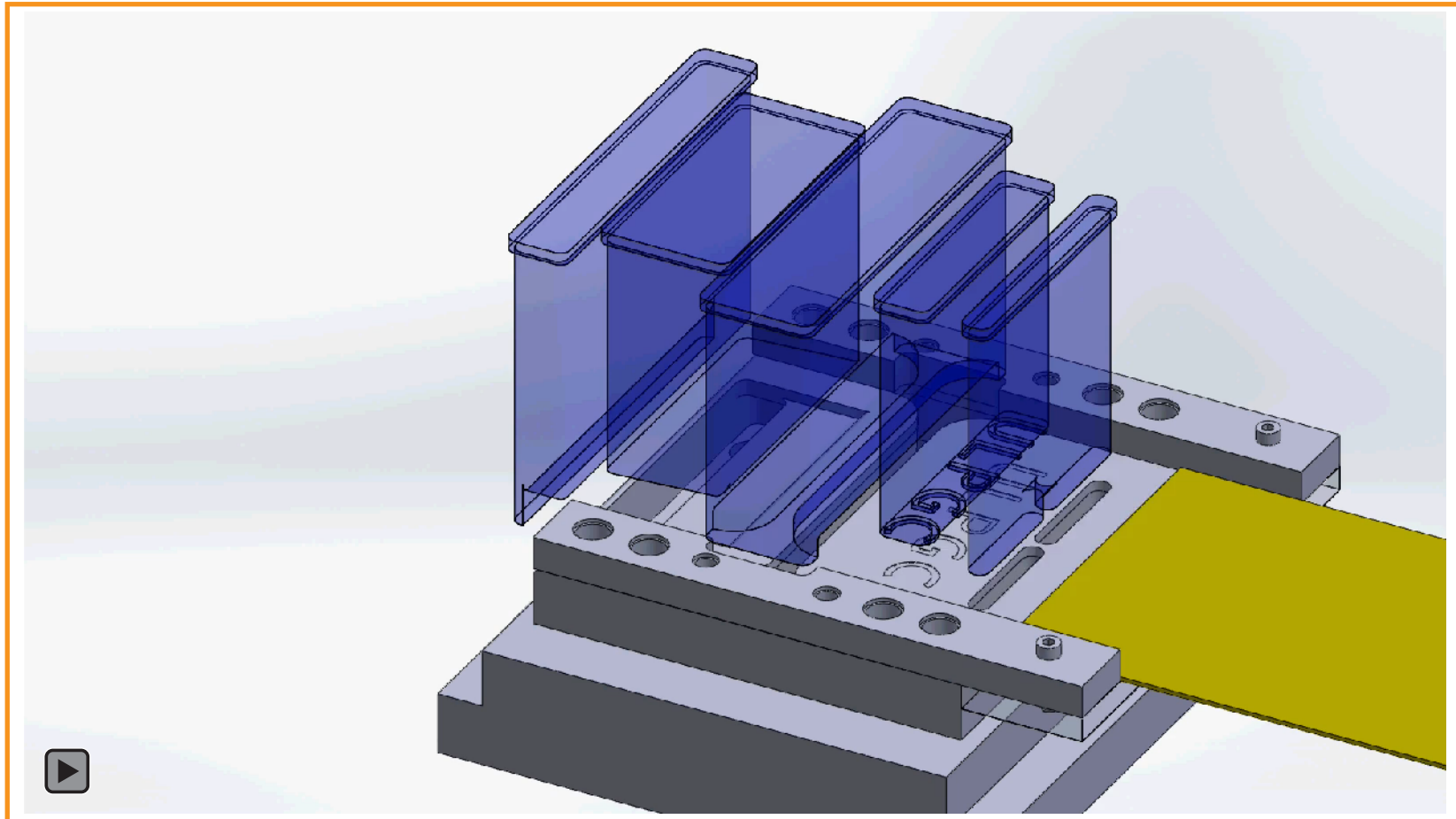
DEFINICIÓN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

PARTES

DISEÑO FINAL

FUNCIONAMIENTO





ANEXOS

ANEXO I: BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA:

Hernández, P.; Monzón, M. (1998): "Conformación de la Chapa". ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria.

Camarero de la Torre, J.; Martínez Peña, A. (2003): "Matrices, moldes y utillajes". Cie Dossat. Madrid.

Suchy, I. (2006): "Handbook of Die Design". McGraw Hill. New York.

Hernández C.; Hernández, P. (2015): "Elaboración de un material didáctico a partir del desarrollo de un objeto mediante conformación de chapa metálica". TFG. EIIC. ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria.

WEBGRAFÍA:

Onlinemetals, proveedor de chapas metálicas en muchos materiales, (Consultado abril 2015).

<http://www.onlinemetals.com>

Fibro, proveedor de componentes normalizados para troqueles, (Consultado abril 2015).

<http://www.fibro.de/cn/elementos-normalizados/grupos-de-productos.html>

Schuler, proveedor de maquinaria para conformación de chapa, (Consultado abril 2015).

<https://www.schulergroup.com/technologien/index.html>

Waukesha, proveedor de servicios de productos conformados por chapa metálica, (Consultado abril 2015).

<http://www.waukeshametal.com/>

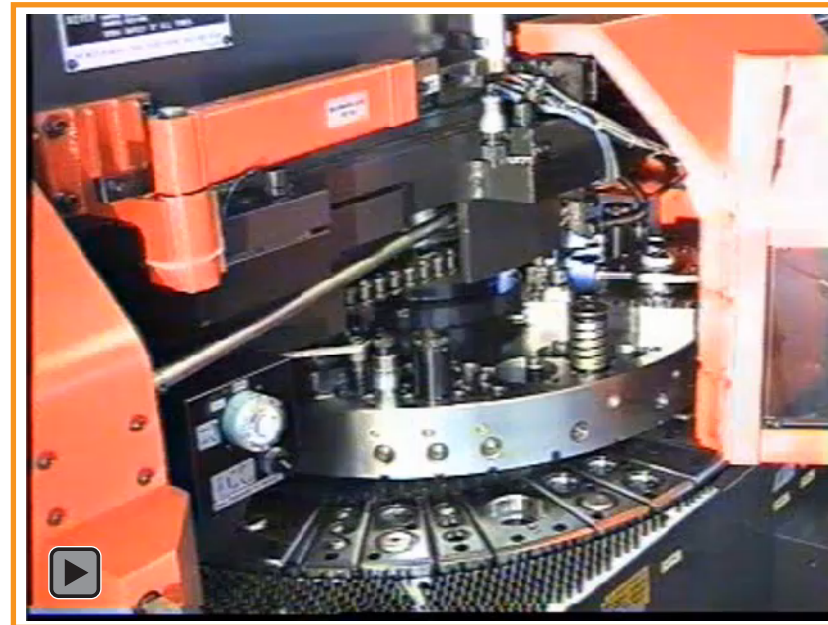


ANEXO II :PROCESOS DE CORTE

PUNZONADO

Es un procedimiento de corte puramente mecánico, que emplea principalmente conjuntos de punzones y matrices de corte fino o de precisión. Estas herramientas son generalmente de geometrías sencillas: circulares, cuadrados, rectangulares, y otras. Suelen montarse varias de estas herramientas en un sistema de cambio automático de herramientas, que permite combinar esas geometrías básicas en otras más complejas, mediante el reposicionamiento de la chapa bajo la posición del martillo de la prensa. La adaptación a diferentes espesores de chapa se realiza normalmente cambiando la matriz, para conseguir el juego adecuado al material a cortar.

Para geometrías sencillas, regulares y repetitivas, es un proceso mucho más rápido que otras alternativas de corte. Además puede realizar algunas operaciones de deformación con herramientas especiales, que permiten obtener piezas completamente terminadas.



ANEXO II : PROCESOS DE CORTE

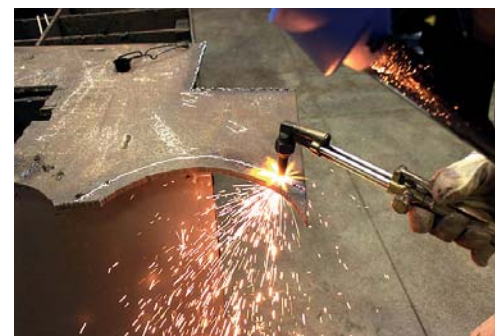
OXICORTE

Es un procedimiento de seccionamiento de los metales y aleaciones por la combustión del metal producida por la acción de un chorro de oxígeno sobre una delgada franja del material llamada línea de corte que previamente ha sido calentada mediante una llama.

Deben cumplirse tres condiciones.

- La oxidación del metal debe ser suficientemente exotérmica para mantener la temperatura de corte.
- La temperatura de inflamación del metal debe ser inferior a la temperatura de fusión, para que se queme antes de fundirse.
- La temperatura de fusión del óxido debe ser superior a la temperatura de fusión del metal.

El corte se realiza calentando previamente la zona inicial de corte con el soplete oxiacetilénico, y cuando adquiere la temperatura adecuada se abre la válvula del oxígeno y se inicia el corte, desplazando el soplete por la línea de sección



ANEXO II :PROCESOS DE CORTE

CORTE CON PLASMA

Es un procedimiento de corte térmico usado fundamentalmente para grandes espesores de materiales eléctricamente conductores. Es la combinación de un arco eléctrico producido entre un electrodo y la pieza a cortar; y de un gas o mezcla de gases. Su funcionamiento en general es muy similar al oxicorte.

En estado normal, un gas no contiene partículas libres sino átomos o moléculas neutras. Por tanto, es eléctricamente neutro. Pero si se eleva la temperatura se produce una agitación de los mismos, aumentando el número de colisiones, y los electrones son expulsados de sus órbitas, transformándolos en electrones libres. Cuando aumenta mucho la temperatura (miles de grados), no hay prácticamente moléculas ni átomos neutros. Estamos ante un gas ionizado, conductor de la electricidad. Este nuevo estado es el plasma.

Se aplica fundamentalmente al corte de materiales que son difíciles de cortar por oxicorte como son el aluminio y aceros inoxidables; y en espesores de hasta 150 mm, e incluso al corte de apilamientos de chapas



ANEXO II : PROCESOS DE CORTE

CORTE CON LASER

Las aplicaciones industriales del láser van desde los tratamientos térmicos y soldadura, aplicaciones en la metrología, así como a las operaciones de conformado que trataremos aquí: grabado, perforado y corte.

El láser consiste en un transductor óptico que convierte la energía eléctrica en un haz luminoso de alta coherencia tanto espacial como temporal.

En el corte se produce la vaporización y fusión del material debida a la alta densidad de energía que se logra mediante la concentración tanto óptica como temporal mediante impulsos en intervalos muy cortos de tiempo. El punto de focalización habitualmente de tamaño de unas pocas décimas de milímetro, consigue alcanzar unas altas densidades de potencia. Calienta un cilindro de material, fundiendo y evaporando parte del mismo que es eliminado del canal mediante un flujo de gas coaxial al haz láser.

Los materiales que se pueden conformar mediante láser son: metales y aleaciones, cerámicos, plásticos, textiles, vidrio, madera y sus derivados, entre otros. Aunque el espesor máximo y la velocidad de corte es variable para todos ellos y siendo los que más problemas presenta el aluminio, níquel, cobre, bronce y sus correspondientes aleaciones



ANEXO II :PROCESOS DE CORTE

CORTE POR CHORRO DE AGUA

La acción erosiva de un chorro de agua, permite el corte de grandes secciones de materiales muy variados. Una bomba intensificadora de alta presión presuriza el agua hasta 4.000 bar o incluso superior, y lo impulsa a través de un orificio de entre 0,1 – 0,5 mm de diámetro, generando un chorro de agua con una velocidad de hasta 800 ó 1.000 m/seg., más del doble de la velocidad del sonido.

Este chorro de agua de alta energía es capaz de cortar materiales blandos como: goma, cuero, papel y muchos plásticos incluso reforzados; como si de un delgado cuchillo invisible se tratara. Para cortar piedra, vidrio, metal y otros materiales duros, se desarrolló un dispositivo que arrastra un abrasivo con el chorro de agua, incrementando así su capacidad de corte.

Permite cortar prácticamente cualquier material, independientemente de cuales sean sus propiedades físicas; produciendo unos bordes calidad aceptable y haciendo innecesario, en la mayoría de los casos, un proceso posterior de acabado final. No provoca ningún alteramiento térmico, aunque puede ser algo ruidoso dependiendo del material.



ANEXO III: INSTRUCCIONES DE USO

PANTALLA COMPLETA

ATAJO DE TECLADO

Pulsando

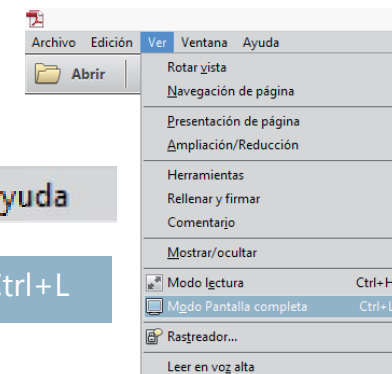


BARRA DE MENÚ

Ver > Modo pantalla completa

Archivo Edición Ver Ventana Ayuda

Modo Pantalla completa Ctrl+L



MENÚ

PRESENTACIÓN CLÁSICA

Puede seguir la presentación utilizando las flechas de anterior y siguiente que harán que pase las páginas de una en una.

PRESENTACIÓN INTERACTIVA



Puede pulsar  sobre el menú y submenú deseado, que se le marcará, **MENÚ** y **SUBMENÚ** para indicarle en que punto de la presentación se encuentra en cada momento.



ANEXO III: INSTRUCCIONES DE USO

BOTÓN INSTRUCCIONES

IR AL MENÚ INSTRUCCIONES

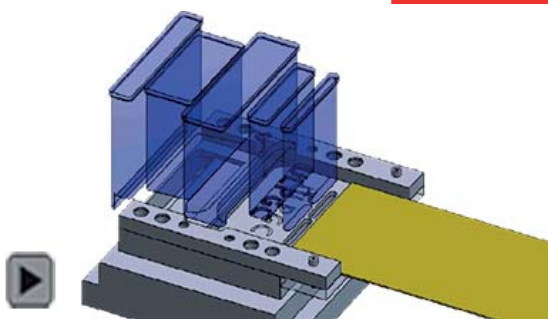
En el transcurso de la presentación, se podrá volver a este menú pinchando sobre  situado en la parte inferior derecha.

VOLVER A LA PRESENTACIÓN

Para volver a la presentación, debemos pinchar  y nos llevara al mismo punto desde donde salimos hasta este menú.

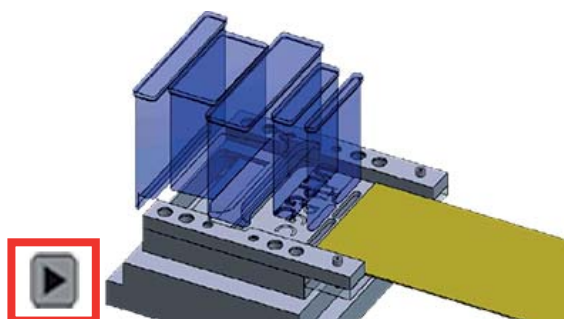
VÍDEO

IDENTIFICAR VÍDEO



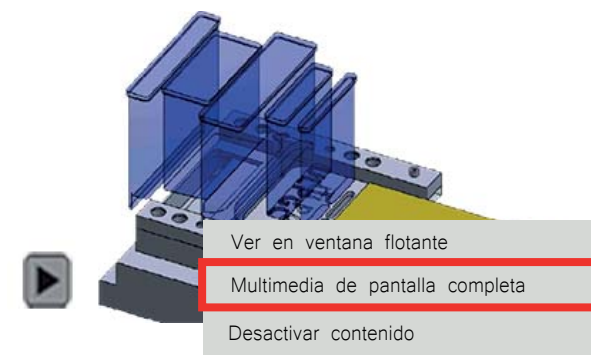
Aparecerá  en la parte superior derecha de la imagen.

INICIAR VÍDEO



Para iniciar el vídeo picar  sobre 

PANTALLA COMPLETA



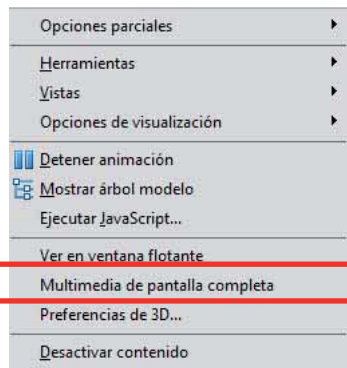
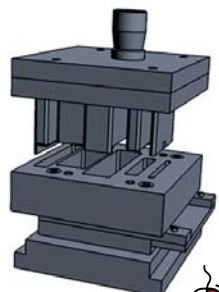
Hacemos click  sobre él una vez iniciado y seleccionamos multimedia de pantalla completa.

ANEXO III: INSTRUCCIONES DE USO

3D INTERACTIVO

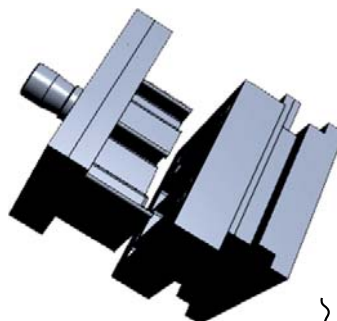


PANTALLA COMPLETA



Hacemos click y seleccionamos multimedia de pantalla completa.

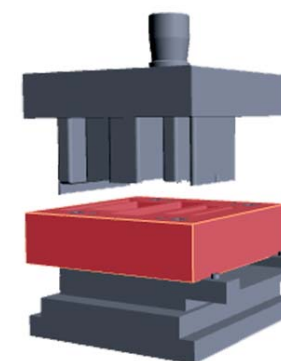
GIRAR Y ZOOM



Manteniendo pulsado podemos hacer girar el modelo.

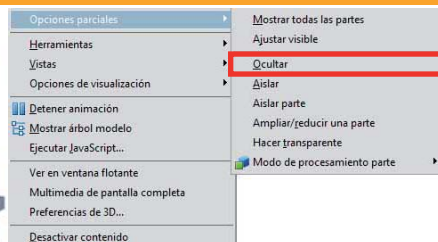
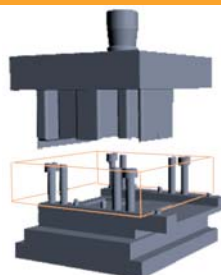
Y si hacemos rodar podemos hacer zoom.

SELECCIONAR PIEZA



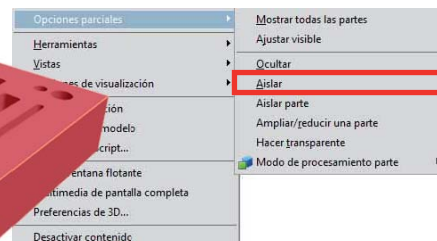
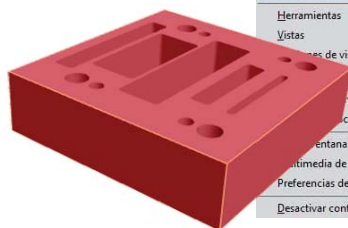
Podemos seleccionar cualquier pieza del modelo haciendo click sobre ellas.

OCULTAR PIEZA



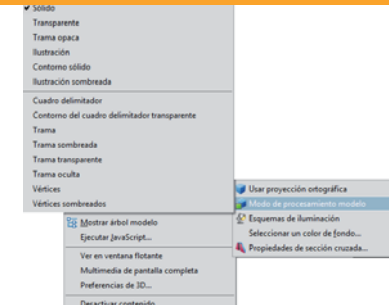
Con una pieza seleccionada, abrimos menú y dentro de opciones parciales podemos ocultar la pieza.

AISLAR PIEZA



Con una pieza seleccionada, abrimos menú y dentro de opciones parciales podemos aislar la pieza.

VISTA TRANSPARENTE



Abrimos menú, opciones de visualización, modo de procesamiento de modelo, aquí podemos hacerlo transparente y volver a ponerlo opaco.