

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

**Diseño y estudio técnico de un troquel
progresivo para la fabricación de hebillas de
cinturones de seguridad de automóvil**

Trabajo Final de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Carlos Moreno Valero

Tutor: Miguel Jorge Reig

Curso académico: 2017-2018

Índice general de documentos

- DOCUMENTO 1: Memoria
- DOCUMENTO 2: Cálculos justificativos
- DOCUMENTO 3: Pliego de condiciones
- DOCUMENTO 4: Presupuesto
- DOCUMENTO 5: Planos
- DOCUMENTO 6: Anexos
 - Anexo 1: Calidad superficial
 - Anexo 2: Tolerancias de ajuste
 - Anexo 3: Tratamientos térmicos
 - Anexo 4: Resortes helicoidales
 - Anexo 5: Aceros
 - Anexo 6: Elementos comerciales

DOCUMENTO 1:

Memoria

Contenido

Resumen.....	4
Resum.....	5
Abstract	6
1. Introducción	7
1.1. Definición del proyecto	7
1.2. Alcance del proyecto	7
1.3. Antecedentes	7
2. Estudio teórico de la pieza a diseñar.....	8
2.1. Descripción de la pieza a fabricar.....	8
3. Alternativas a la hora de fabricar la pieza.....	9
3.1. Corte por agua.....	9
3.2. Corte por oxicorte	10
3.3. Corte por láser.....	11
3.4. Corte por plasma.....	11
3.5. Proceso elegido: Estampación.	12
4. Resistencia al corte del material	13
4.1. Tratamientos térmicos en los metales.....	14
4.2. Material empleado.....	15
5. Descripción de los posibles tipos de Troqueles	15
5.1. Según su finalidad.....	16
5.1.1. Troquel de pruebas	16
5.1.2. Troquel de prototipos	16
5.1.3. Troquel definitivo	16
5.2. Según sus características.....	16
5.2.1. Troquel de guía fija.....	16
5.2.2. Troquel de guía flotante.....	16
5.2.3. Troquel coaxial	17
5.2.4. Troquel de corte fino.....	17
5.2.5. Troquel de correderas.....	17
5.3. Según sus ciclos de producción.....	18
5.3.1. Troqueles de tipo simple.....	18
5.3.2. Troquel progresivo	18
5.3.3. Matrices transferizadas.....	18
6. Factores para elegir el tipo de matriz	19
6.1. Partes de un troquel.....	19

MEMORIA

7.	Porta matriz.....	21
7.1.	Tipos de porta matrices.....	21
7.2.	Elección del porta matriz.....	22
8.	Formas de alimentar el troquel.....	23
8.1.	Alimentación manual	23
8.2.	Alimentador semiautomático	24
8.3.	Alimentador automático	24
8.4.	Forma de alimentación elegida.....	25
9.	Anidamiento y aprovechamiento de la chapa	26
9.1.	Distancia de separación entre piezas.....	26
9.2.	Determinación del paso	26
9.3.	Aprovechamiento del chapón	27
9.4.	Disposición de las piezas	27
10.	Etapas en el proceso de troquelado.....	28
11.	Elección de la prensa.....	29
11.1.	Prensas de accionamiento mecánico	29
11.2.	Prensas de accionamiento hidráulico	30
11.3.	Prensa elegida	31
12.	Elementos del troquel.....	33
12.1.	Separador de piezas	33
12.2.	Placa base inferior	34
12.3.	Placa matriz	35
12.4.	Placa pisadora	36
12.5.	Placa guía punzones	37
12.6.	Placa porta punzones	38
12.7.	Placa sufridera.....	39
12.8.	Placa superior	40
12.9.	Punzones	41
12.9.1.	Punzón A.....	41
12.9.2.	Punzón B.....	41
12.10.	Perno roscado	42
12.11.	Columnas guía	43
12.12.	Casquillos guía	44
12.13.	Elevadores de banda	45
12.14.	Muelles.....	46
12.15.	Tornillo limitador.....	47

MEMORIA

12.16.	Tornillos.....	48
12.17.	Pasadores	49
12.18.	Troquel completo.....	50
13.	Aspectos medioambientales	51
14.	Normativa.....	52
15.	Bibliografía.....	53

Resumen

El siguiente proyecto se realiza como Trabajo Final de Grado para obtener el título de Grado en Ingeniería Mecánica, en el cual se va a describir el proceso del diseño y estudio técnico de un troquel progresivo utilizado para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad en el sector de la automoción.

En primer lugar, se procede a describir la pieza a fabricar, tras barajar distintas opciones se escoge el troquelado con un matriz progresiva como el método más eficiente. Dicho esto, se describen los diferentes tipos de avance de chapa, optimización de esta, así como las distintas opciones en cuanto a elementos de montaje y elementos del troquel.

Para el montaje del troquel se utilizarán tanto elementos normalizados como pueden ser tornillos, columnas guía estándar, etcétera... como elementos característicos de este, como bien pueden ser las matrices o los punzones de corte. El diseño se ha hecho acorde a unos cálculos justificativos previos y para realizar dicho diseño se ha utilizado el programa Solidworks.

Las piezas que más sufren en cuanto a tensiones y demás se han sometido a ensayos mediante el método de elementos finitos, que nos da un valor aproximado de las tensiones a las cuales se someten durante los ciclos de trabajo.

Este proyecto incluye un presupuesto en el cual se contemplan los costes de oficina técnica en cuanto al diseño del mismo, los costes de los elementos a fabricar, los costes de los elementos normalizados, los costes de montaje, manos de obra, pruebas y mantenimiento.

Palabras clave: Estampación, troquel, matriz, punzón, chapa.

Resum

El següent projecte es realitza com a Treball Final de Grau per a obtindre el títol de Grau en Enginyeria Mecànica, en el qual es va a descriure el procés del disseny i estudi tècnic d'un encuny progressiu utilitzat per a la fabricació de sivelles de cinturó de seguretat en el secto de l'automoció.

En primer lloc, es procedix a descriure la peça a fabricar, després de remenar distintes opcions es tria l'encunyat amb un matriu progressiva com el mètode més eficient. Dita açò, es descriuen els diferents tipus d'avanç de xapa, optimització d'esta, així com les distintes opcions quant a elements de muntatge i elements d'encuny.

Per al muntatge de l'encuny s'utilitzaran tant elements normalitzats com poden ser caragols, columnas guies estàndard, etcétera... com a lements característics d'este, com bé poden ser les matrius o els punxons de tall. El disseny s'ha fet d'acord amb uns càlculs justificatius previs i per ralitzar el disseny s'ha utilitzat el programa Solidworks.

Les peces que més patixen quant a tensions i la resta s'han sotmés a assajos per mitjà del mètode de'elements finits, que ens dóna un valor aproximat de les tensions a les quals se sotmeten dirant els cicles de treball.

Aquest projecte inclou un pressupost en el qual es contemplen els costos d'oficina tècnica quant al disseny del mateix, els costos dels elements a fabricar, els costos d'elements normalitzats, els costos de muntatge, mans d'obra, proves i manteniment.

Paraules clau: estampació, encuny, matriu, punxó, xapa.

Abstract

The following project is made as "Final Project Degree" in order to obtain the Mechanical Engineer Degree, in which is going to be described the design process and technical studio of a progressive die used for manufacturing seat belt buckle in the automotive vertical.

Firstly, we proceed to describe the piece to be manufactured, after taking different options under consideration, we choose the die with a progressive matrix as the most effective method. Then, we describe the different types of advance sheet, and also the optimization of it, including the alternative assembly elements and the die element.

For the assembly process of the die, we will use normalized elements as screws, standards columns guides, etc... and other features of it, like they could be matrix or burin edge. In the design process, this has been made accordingly a previous justify calculations and for the design, has been implemented using SolidWorks program.

The pieces who more suffer in terms of tensions, they have been subjected to tests using the finite element method, which is going to proportionate an approximate value of the tensions whose is being subjected during the work cycles.

This project includes a budget, which takes into account the costs of technical office for the design of it; the costs of the element to be manufactured, the costs of the normalized elements, for the assembly process, tests, and maintenance.

Keywords: stamping, die, matrix, punch, sheet.

1. Introducción

1.1. Definición del proyecto

El siguiente proyecto se idea una vez se obtienen los suficientes conocimientos dentro del mundo de la matricería y la estampación obtenidos a lo largo de la formación en las prácticas de empresa realizadas por el alumno. Eso, unido a la importancia que puede tener el cinturón de seguridad en un accidente y el gusto por diseñar troqueles suponía una oportunidad única para realizar un proyecto de este tipo. Dicho proyecto es una especie de reto para poner a prueba los conocimientos adquiridos para saber si el proyecto es viable desde el punto de vista técnico y económico.

El proyecto se fija para una producción moderada de unas 25.000 unidades y podría acogerse en distintos tipos de empresa:

-Una empresa que se dedica a la matricería, como podría ser una troquelería, que vieran fabricar hebillas de cinturón como algo con futuro a nivel económico.

-Una empresa que se dedica al sector de la automoción como producto homologado para alguna determinada marca de coches.

Dicho esto el objetivo del proyecto podría definirse como:

-Realizar un diseño de un utillaje que fuera capaz de fabricar componentes homologados de automoción de calidad y seguridad.

-Estudiar si el proyecto es viable desde el punto de vista económico y llegar a justificar la viabilidad de la utilización de los troqueles progresivos para tiradas medias.

Este proyecto consta de los siguientes documentos:

-Memoria descriptiva

-Cálculos justificativos

-Planos del conjunto y de las piezas por separado

-Pliego de condiciones

-Anexos

-Presupuesto

1.2. Alcance del proyecto

En el siguiente proyecto se calcula y se estudia todos los elementos necesarios para la fabricación, el cálculo y el diseño del troquel progresivo. Queda fuera de este proyecto el diseño de la prensa encargada de accionar el troquel y/o el sistema de alimentación de la chapa en la cual se va a formar la pieza a fabricar.

1.3. Antecedentes

Este proyecto ha estado motivado por el hecho de realizar prácticas en una empresa dedicada a los componentes de matricería, en las cuales se han adquirido grandes conocimientos acerca de todos los componentes de matricería, así como sus variantes o distintas opciones. Esto unido al interés por los programas de diseño de ordenador (como

MEMORIA

pueden ser AutoCAD o Solidworks) y el gusto, el interés y la formación en el diseño de elementos y de piezas han sido los causantes de que nazca este proyecto.

2. Estudio teórico de la pieza a diseñar

2.1. Descripción de la pieza a fabricar

La pieza la cual se va a fabricar y diseñar no es más que una simple hebilla de cinturón de seguridad de cualquier coche estándar.

Todos conocemos la importancia del cinturón de seguridad, dado que cada año se registran menos muertes gracias a la concienciación de las personas en usarlo. Esto se ha hecho posible a través de campañas publicitarias, a partir de concienciar a las personas, a partir de multar si no se usa, etcétera... todo esto unido ha hecho que cada vez salve más vidas.

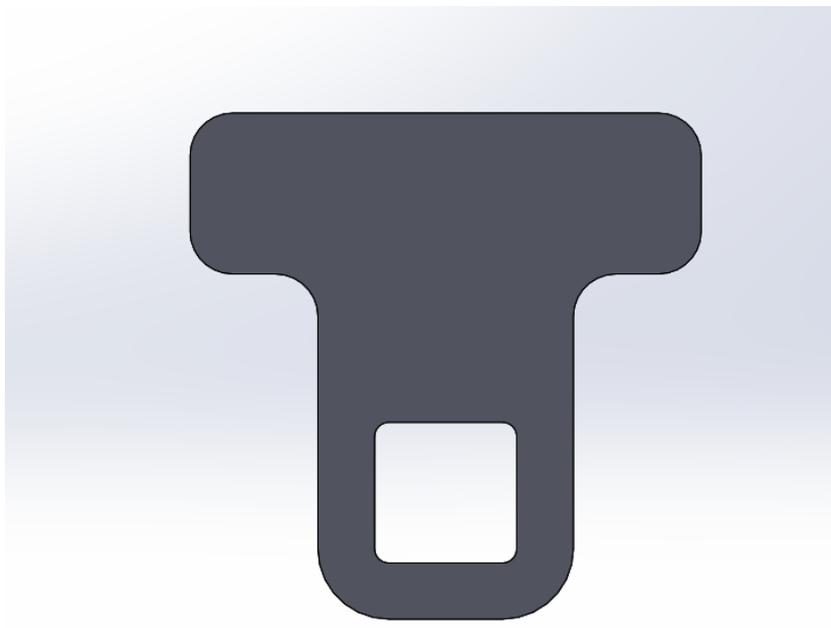


Figura 1. Diseño de la pieza en Solidworks

Dentro del cinturón de seguridad se pueden diferenciar dos piezas, el propio cinturón y la hebilla. En esta última recae la mayor parte de la importancia, dado que esta última se encarga de encajar con otra pieza de modo que nos mantenga sujetos. Es ahí donde recae la importancia de realizar una pieza con medidas muy exactas. Un método de fabricación de los más exactos a la hora de tolerancias no es otro que la estampación donde se pueden conseguir piezas muy exactas con tolerancias de $\pm 0,1$ mm.

La hebilla de cinturón a fabricar tiene como medidas unos 3 mm de espesor, una longitud máxima de 90 de largo y una longitud máxima de 90 de ancho. Tiene un agujero que es donde se aloja el enganche para hacer el tope de este. Esta pieza fabricada tendría un peso aproximado de unos 200 gramos.

La información completa de la geometría de este se encuentra en el plano número 1 (Véase documento de planos).

MEMORIA

3. Alternativas a la hora de fabricar la pieza

Dicha pieza puede, como todas las metálicas puede fabricarse por distintos métodos de fabricación. Estos bien pueden ser los siguientes.

3.1. Corte por agua

El corte por chorro de agua es un proceso mecánico mediante el cual se utiliza un chorro de agua que impacta a una gran velocidad que consigue cortar cualquier material consiguiendo el acabado deseado. Este es un proceso innovador al cual se le saca una máxima utilidad hoy en día y que gana cada vez más fuerza. Dicho proceso es un procedimiento de corte en frío el cual se puede utilizar en todas las aplicaciones en las cuales buscamos que el material a cortar no se vea afectado por el calor.

Este proceso se consigue gracias a una boquilla con un diámetro muy pequeño (de 0,45 mm como máximo) que emplea una mezcla de agua y abrasivo que lanzado a una presión muy elevada es capaz de cortar cualquier tipo de material.

Respecto a las ventajas del proceso:

1. Proceso que no aporta calor.
2. No existen tensiones residuales provocadas por el proceso, dado que este no genera esfuerzos de corte.
3. Ambientalmente viable, dado que no genera ningún tipo de contaminación.
4. El mecanizado puede ser realizado por la misma persona que ha diseñado la pieza, dado que no requiere trabajo manual. Tan sólo se necesita programar la máquina, colocar la pieza y retirarla una vez realizada.
5. Posibilidad de reutilizar las piezas procedentes de otros trabajos.
6. Posibilidad de un trabajo que no afecta a ninguna zona del material sobre el que trabaja.
7. Permite cortar espesores mayores en comparación con el corte por laser



Figura 2. Máquina de corte por agua

En cuanto a las desventajas se pueden destacar:

1. La profundidad del corte se encuentra limitada.
2. Es un proceso más lento comparado con otros como el corte por plasma.
3. Maquinaria muy cara comparada con otros procesos de corte.
4. Requiere de un espacio de trabajo muy grande.

MEMORIA

3.2. Corte por oxicorte

El corte por oxicorte es una técnica auxiliar a la soldadura, desarrollada a principios del siglo XX y que a día de hoy se sigue usando en innumerables aplicaciones industriales. Este se utiliza para cortar los bordes de piezas de gran espesor y/o realizar cortes de chapas, elementos de hierro o barras de acero. Dicho proceso emplea un gas combustible como bien podría ser acetileno, propano, hidrógeno, etcétera... que tiene como efecto producir una llama para calentar el material, mientras que como gas comburente siempre se utiliza el oxígeno, dado que este es el causante de la oxidación que se necesita para el corte. Como se ha explicado anteriormente los dos tipos de gases, el proceso consta de dos etapas diferenciadas en cuanto a estos, la primera calienta el material a una temperatura elevada de unos 900 °C y en la segunda la corriente de oxígeno corta el metal y elimina los óxidos de hierro producidos.

Las ventajas de este proceso son:

1. Gran variedad de aplicaciones industriales.
2. Excelente para el rango medio y alto de espesores.
3. El oxicorte es una buena inversión dado que la maquinaria y el utillaje no tienen un coste excesivo.
4. No depende de energía eléctrica.



Figura 3. Máquina de oxicorte

Desventajas del oxicorte:

1. Acabados no demasiado finos.
2. Tolerancias de corte no son demasiado precisas.
3. Requiere rectificado posterior para quitar rebabas.
4. En ranuras interiores depende mucho del espesor, dado que a espesores grandes no se puede asegurar una perpendicularidad exacta en el corte por las características del mismo.

MEMORIA

3.3. Corte por láser

El corte por láser es una técnica que se emplea para cortar piezas de chapa. Esta se caracteriza por que su fuente de energía es un láser que concentra luz en la superficie de trabajo. El material cortado para poder ser desalojado de la pieza metálica necesita el aporte de un gas a presión, entre los que se encuentran el oxígeno, el nitrógeno o el argón como los más usados. Este puede ser sólido, líquido y gaseoso. Los más comunes son el láser de Nd-YAG (sólido) y el de CO₂ (gaseoso).



Figura 4. Máquina de corte por láser

Entre sus ventajas se encuentran:

1. No se producen problemas de rotura ni desgaste en la herramienta.
2. Se consiguen mecanizados de agujeros de gran precisión.
3. Se pueden taladrar orificios en superficies inclinadas.
4. Proceso que puede ser automatizado de forma sencilla.
5. Se consiguen buenas relaciones de espesor respecto al diámetro en caso de que este último sea muy pequeño.
6. Se pueden mecanizar una gran cantidad de materiales con baja mecanizabilidad.

Respecto a las desventajas se observan:

1. El equipo de corte tiene un coste muy elevado, llegando a alcanzar los 350.000€ en caso de que sea de CO₂.
2. Existe espesor máximo a cortar, de unos 35 mm.
3. En la pieza se genera una zona afectada por el calor que puede ser perjudicial para la misma.
4. La exposición prolongada a estos aparatos puede provocar daños en la retina ocular.

3.4. Corte por plasma

El corte por plasma es una técnica de corte que se generó a mediados del siglo XX en la cual se emplea un electrodo no consumible de wolframio que con un gran flujo de gas y con una boquilla con un diámetro reducido se obtiene un chorro de plasma capaz de realizar recortes en piezas metálicas. Este aplicado en una zona localizada a cortar con una alta temperatura, por encima de los 30000°C, provocando que el gas se ionice y se convierta en plasma es capaz de cortar cualquier pieza metálica.

MEMORIA

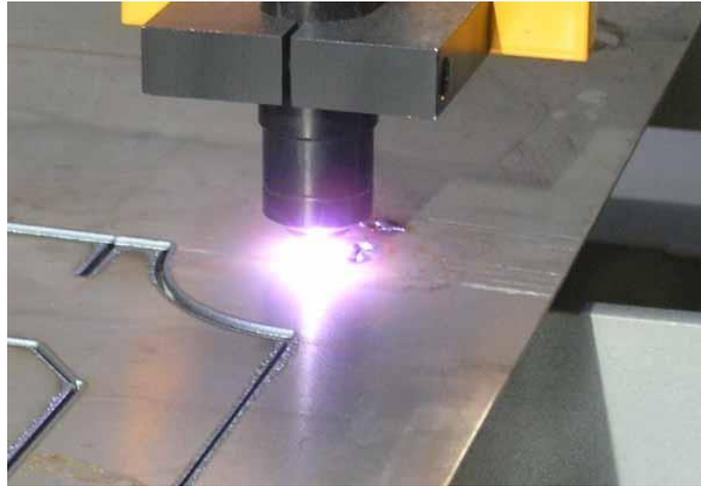


Figura 5. Máquina de corte por plasma

Por una parte las ventajas del corte por plasma son:

1. Se pueden cortar aceros estructurales, inoxidable y metales no férricos.
2. Las deformaciones que sufren las piezas suelen ser pequeñas, gracias a la concentración calorífica.
3. Permite usar altas velocidades de corte.
4. Proceso automatizable con facilidad.
5. En caso de querer reducir los ruidos y deformaciones el proceso se puede realizar bajo el agua.
6. Mayores espesores de corte que en el corte por láser.
7. Se consigue alta calidad de corte y acabado.

Por otra parte las desventajas son:

1. El coste del equipo suele ser elevado, unos 150000€.
2. No sale rentable para lotes pequeños de piezas.
3. No se recomienda cortar piezas muy pequeñas porque pueden sufrir deformaciones.
4. La vía de corte es más ancha que en corte por láser.

3.5. Proceso elegido: Estampación.

La estampación o más comúnmente llamada matricería es una rama de la mecánica que se encarga de estudiar, diseñar y desarrollar la fabricación de utillajes para la obtención de piezas en serie, ya sean lotes de tiradas de piezas grandes o pequeñas, generalmente de chapa metálica, sin arranque de viruta.

Estos procesos que se dan dentro de la matricería de corte o conformado de chapa sin arranque de viruta se llevan a cabo mediante un utillaje llamado troquel, en el que se alojan las distintas matrices que le dan el nombre al método.

MEMORIA



Figura 6. Troquel abierto

Una matriz es un utillaje mecánico no autónomo capaz de cortar y conformar una chapa según una geometría definida por los distintos elementos dentro del troquel. El troquel aunque sea el elemento principal de la matricería, no es un elemento mecánico autónomo, dado que para su funcionamiento depende de una máquina llamada prensa. Esto actuaría de la siguiente manera, después de colocar manual o de forma automática mediante un alimentador la banda de chapa, la prensa realiza un movimiento vertical hacia abajo durante el cual le ejerce una fuerza determinada al troquel que hace que los componentes de la parte superior bajen hasta encontrarse con la banda de chapa y esto unido al utillaje del troquel es lo que hace que la banda de chapa se corte, doble o se deforme hasta conseguir la pieza deseada. Cuando se realiza este proceso la pieza terminada cae por un lado a un contenedor apropiado mientras que la chatarra propia de los recortes u operaciones cae a un contenedor distinto. La cantidad de veces que se repita dicho proceso determinará la tirada de trabajo.

Por lo que se ha podido ver el troquel se puede descomponer en dos subgrupos. Una parte móvil que es la parte superior que va unida al cabezal de la prensa, en la cual se le imprime el movimiento y otra parte fija que esta va unida a la mesa de la prensa. En esta última es donde se alojan las matrices que son una especie de orificios o de formas en los que se apoya la chapa y que al bajar la parte móvil a través de sus distintos elementos conforman la pieza final.

4. Resistencia al corte del material

Como todos los metales, el que se va a elegir tiene un comportamiento determinado cuando se somete a un esfuerzo. Al igual que todos los materiales estos poseen una zona plástica y una zona elástica. Dentro de la zona elástica toda deformación a la que se puede ver sometida el material no es permanente, es decir, el material puede deformarse durante un determinado esfuerzo y una vez se deje de realizar ese esfuerzo sobre el material este vuelve a su estado original. Es por eso mismo que para conformar una pieza se necesita superar esa zona elástica y alcanzar la zona plástica, donde las deformaciones sufridas son permanentes. Para alcanzar dicha zona es necesario superar el límite de fluencia, en el cual el material es sometido a esfuerzos mayores de su límite elástico.

MEMORIA

Todo esto se puede observar en un diagrama común de tensión deformación donde se ha sometido a una pieza metálica a un esfuerzo determinado para observar así su comportamiento a lo largo del esfuerzo. En cualquier punto de la curva el esfuerzo se puede calcular como fuerza/tensión aplicado al material dividido entre el área original de la pieza antes de la pieza antes de ser deformada.



Figura 7. Diagrama de tensión deformación.

Atendiendo a la gráfica se pueden observar dos zonas, claramente identificadas:

-Zona elástica: aquella en la que el material se comporta elásticamente y el material vuelve a su forma inicial una vez es interrumpido el esfuerzo causante de esa deformación. En esta el esfuerzo y la deformación unitaria tienen una relación lineal.

-Zona plástica: cuando el esfuerzo continúa se alcanza el límite elástico. Este punto significa la máxima deformación elástica admisible, en la que a partir de este punto toda deformación en el material será permanente. Dentro de esta la relación ya no es lineal y en caso de continuar aplicando el esfuerzo a dicho material se alcanzaría la fractura.

4.1. Tratamientos térmicos en los metales

Se denomina así al conjunto de operaciones que se realizan a un metal para realizar cambios en su estructura y así modificar sus propiedades mecánicas, como bien son la dureza, resistencia y elasticidad, mejorándolas así a través de procesos de calentamiento y enfriamiento controlando factores como la temperatura, el tiempo, la velocidad, etcétera... Existen distintos tratamientos térmicos entre los que destacan:

-Temple: este tipo de tratamiento térmico se emplea para incrementar la dureza del acero. Este consiste en elevar la temperatura del acero hasta una temperatura de austenización, esta es un proceso que ocurre dentro de la estructura del acero, en el cual a una temperatura determinada se forma una estructura llamada austenita, que si se enfría rápidamente genera martensita, dotando así al acero de la mayor resistencia posible. Según el material que se está tratando tendrá una temperatura, tiempo de calentamiento y rapidez de enfriamiento determinados. Gracias a este proceso se consigue una mejor dureza y resistencia al desgaste.

MEMORIA

-Revenido: este es el proceso posterior al temple el cual consiste en someter a al material a una temperatura de calentamiento y enfriamiento adecuado en un tiempo determinado. Este es el proceso posterior al temple dado que durante este se generan tensiones en la estructura del acero que con el revenido se consiguen disipar, obteniendo así una mayor resistencia al impacto aun teniendo la dureza deseada.

Para más información véase el anexo de tratamientos térmicos.

4.2. Material empleado

Cuando se decide fabricar hebillas de cinturones de seguridad siempre se eligen materiales ligeros, que sean resistentes y buenos ante la corrosión. Por ello siempre suelen estar fabricadas en acero inoxidable.

En este caso se va a emplear un acero inoxidable como es el 11SMn30 o 1.0715 (F211). Dicho acero es un acero inoxidable austenítico al cromo y níquel, que está laminado en frío y es un acero de fácil mecanización. Es un acero inoxidable habitualmente utilizado en operaciones de corte de chapa y estampación. Este posee una alta resistencia y su resistencia a la corrosión es muy superior que a la de otros aceros inoxidables.

Las propiedades mecánicas y la composición química de dicho material se puede observar en las siguientes tablas, obtenidas de la página web www.matweb.com.

	SI
Densidad	7,86 g/cm ³
Dureza Rockwell C	30
Coefficiente de Poisson	0,25
Resistencia a la fatiga	485-500 MPa
Módulo de elasticidad	188 Gpa
Módulo de elasticidad transversal	77,2 Gpa
Resistencia a la tracción	1050 Mpa

Tabla 1. Características mecánicas del material

	%
Carbono ©	<0,14
Cromo (Cr)	18
Hierro (Fe)	70
Níquel (Ni)	9
Fósforo (P)	<0,11
Azufre (S)	0,27/0,33
Silicio (Si)	<0,05
Manganeso (Mn)	0,90/1.30

Tabla 2. Composición química del material

5. Descripción de los posibles tipos de Troqueles

Una vez que se ha decidido el proceso de fabricación como la estampación, se encuentra la problemática de qué tipo de troquel escoger para realizar nuestra pieza conforme a unos objetivos determinados. Para ello se estudia los distintos tipos de troqueles que existen hoy en día en la rama de la estampación y según sus características se escogerá uno u otro. Se pueden clasificar los troqueles según distintos criterios.

MEMORIA

5.1. Según su finalidad

5.1.1. Troquel de pruebas

El troquel de pruebas se trata de un utillaje que es montado de forma fácil y de forma provisional para simular un proceso de trabajo real. Esta se utiliza para estudiar el comportamiento que tendría un troquel final y la propia chapa, además de para comprobar que todas las herramientas del troquel funcionan correctamente. Esta es más útil en procesos de embutición o doblado dado que se necesita comprobar las deformaciones que sufre la pieza dependiendo del material con el que se trabaje. Es menos usual en operaciones de corte simple como es nuestro caso.

5.1.2. Troquel de prototipos

El troquel de prototipos es una matriz provisional que se utiliza una vez que se acepta el proyecto de la pieza y se ha de empezar a fabricar, se realiza este tipo de matriz de forma rápida por así decirlo para sacar al mercado las primeras piezas de la forma más rápida posible. Mientras se venden las primeras piezas en el taller se está generando el troquel definitivo que se utilizará para el resto de la producción.

5.1.3. Troquel definitivo

El troquel definitivo es aquella que se utiliza en la fabricación de la pieza de forma oficial y con la que supuestamente tienen que salir las piezas perfectas sin ningún tipo de defecto.

5.2. Según sus características

5.2.1. Troquel de guía fija

Este tipo de troquel es una tipología de troquel que se emplea en la producción de piezas pequeñas o medianas que poseen una geometría plana. Se denominan así porque la placa guía punzones es solidaria a la parte fija del conjunto y los punzones realizan su propio guiado por medio del ajuste del perímetro de su sección de corte. Esta opción resulta ser más barata y simple que otros tipos de matrices desde el punto de vista económico.

Estos troqueles no utilizan ningún tipo de sistema que fije la chapa o que la pise, esto provoca que la chapa no esté fijada del todo y tenga cierta libertad al movimiento, lo que provoca que el corte no sea del todo preciso, por lo que estas piezas resultantes de esta matriz poseen menor precisión respecto a otros tipos de matrices.

Debido a la expansión que ha tenido la matricería en las últimas décadas ha hecho que este tipo de troqueles casi no se utilicen por el competitivo precio de las demás, que hacen que aunque esta sea la más barata no existan tantas diferencias.

5.2.2. Troquel de guía flotante

Este tipo de troquel es aquel en el que se monta la placa guía en la parte móvil del utillaje con un sistema elástico, permitiendo así el pisado de la chapa durante el proceso.

El hecho de pisar la chapa durante el proceso es fundamental por el simple hecho de que proporciona mayor seguridad al guiado de los punzones disminuyendo así el riesgo de rotura de estos, además de que proporciona mayor precisión al proceso de corte, lo que hace que las piezas realizadas sean más precisas, con acabados más finos y tolerancias más estrechas.

MEMORIA

Este tipo de troqueles no se usan en procesos de corte, se utilizan sobre todo en procesos de doblado y embutición de chapa y dado que la realización de este tipo de matrices es más compleja, su uso se centra en series medianas o grandes de piezas dado que si no resultaría rentable esta tipología.

5.2.3. Troquel coaxial

Este es un tipo de matriz particular que permite realizar multitud de operaciones en tan sólo un golpe de prensa y con un único eje de trabajo, es decir que de un golpe saldría una pieza ya terminada con distintas operaciones. Esta tipología de matriz está destinada a piezas que requieren una precisión de medida superior entre cortes.

Dentro de esta el punzón y la matriz se intercambian los papeles, es decir cumplen su función como matriz y punzón, pero hay momentos en los cuales el punzón hace la función de matriz y la matriz hace función de punzón.

Este tipo de matriz tiene el inconveniente que no permite una automatización del proceso, debido a la complejidad de las operaciones que suelen darse en su interior.

5.2.4. Troquel de corte fino

Este tipo de troquel es un proceso de trabajo de la técnica de troquelado que hace posible reducir a una sola operación componentes de acabado muy preciso, así eliminando operaciones de fresado, mandrinado, rectificando, etcétera... Además de esto, las piezas resultantes están libres de desgarros o de áreas funcionales.

Dentro de este tipo de troqueles coexisten tres fuerzas distintas, una que sujeta el material, que es la gran causante de la exactitud de este método, otra de contrapresión que sujeta la pieza para que no se deforme contra el punzón y la propia fuerza de corte.

Debido a su complejidad este tipo de troqueles sólo es capaz de cortar chapas que tienen entre 2 y 15 mm de espesor. Resulta ser un utillaje muy caro, por lo que no es recomendable para piezas cuyas tolerancias no sean demasiado estrechas o para tiradas muy pequeñas.

5.2.5. Troquel de correderas

Este tipo de troquel se utiliza cuando una pieza tiene una geometría que necesita un orden determinado de las operaciones a realizar en ella para conseguir su forma final, por lo que algunas operaciones ya sean de corte o de conformado deben efectuarse sobre la pieza en unas condiciones determinadas, es decir, cortadas o dobladas anteriormente. Este tipo de troqueles encuentra una gran utilidad en el mundo del automóvil.

Estos utillajes poseen unas unidades de punzonado que se mueven mediante la acción de unas garras o unos prismas autolubricantes. Estos se desplazan por la matriz y en el extremo de estos va montado una herramienta de matrizado, que trabaja junto con los punzones según se mueva el troquel. Estos son accionados mediante cilindros de gas nitrógeno que son capaces de ejercer una gran fuerza o mediante muelles helicoidales, aunque estos sean menos eficientes.

Las unidades de punzonado y carros son elementos homologados que hoy en día los principales proveedores de elementos de matricería se pelean por tener el monopolio, pero ha sido GSB oilles con un diseño innovador quien se ha llevado el monopolio. Estos han creado unos carros donde en vez de tener una pieza de acero y otra de bronce/grafito han hecho las

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

MEMORIA

dos de acero y poniendo placas intercambiables de bronce/grafito encima para cuando se desgasten puedan ser cambiadas sin necesidad de desmontar el troquel entero, además de que comprar un recambio siempre es más barato que comprar el prisma entero como se hacía anteriormente.

Este tipo de troquel posee un coste elevado, dado que ya solo la unidad de punzonado es muy cara, es un proceso que no es automatizable y además tiene utilidades muy específicas.

5.3. Según sus ciclos de producción

5.3.1. Troqueles de tipo simple

Este tipo de troqueles son aquellas que sólo son capaces de ejecutar una operación de toda la fase del proceso de estampación, es decir para obtener una pieza ya acabada, necesitaríamos varias matrices que realizaran una operación cada una. En estas tanto la colocación de la chapa como la retirada de la pieza suele hacerse de forma manual aunque pueda hacerse de forma mecánica.

Dado que nuestra pieza necesita como mínimo varios golpes de punzón, este tipo de matrices no es lo más apropiado, debido a que se busca automatizar el proceso y que no sea automático se refleja en los costes de este.

5.3.2. Troquel progresivo

Este tipo de troquel está pensado para realizar a la vez varias dos o más operaciones, es decir mientras en un punto de la chapa se está ejecutando una operación, en el siguiente punto se está ejecutando la siguiente operación, pudiendo así realizarse todo el proceso de estampación de forma progresiva. Esto es gracias a que la banda de chapa entra de forma continua por un lateral de la matriz, que es alimentada automáticamente por un alimentador.

El proceso es bastante simple, la banda de chapa entra en el troquel y de forma simultánea, golpe a golpe se va conformando la pieza final. Entre golpe y golpe la distancia se llama paso y el alimentador de chapa está programado para que el paso coincida con el avance de la chapa en cada golpe de prensa.

Dichos troqueles suelen utilizarse en grandes producciones porque aunque su coste sea un tanto elevado, para tiradas grandes de piezas sí que sale rentable dado que permite optimizar mucho los tiempos de trabajo y al final acaba amortizándose la inversión, dado que la mano de obra del proceso es mínima.

De todos los troqueles comentados hasta ahora esta es el que mejor se adapta a nuestras necesidades.

5.3.3. Matrices transferizadas

Las matrices transferizadas como su propio nombre lo indica, son matrices donde se transfiere la chapa de una matriz a otra, normalmente por medio de robots, para que matriz a matriz se vaya conformando la pieza, hasta que se tiene la pieza acabada. Para ello el proceso ha sido previamente calculado, así como la cantidad de chapa a transferir de una fase a otra, para que esta después de pasar por las distintas operaciones pueda adoptar la forma final.

Dado que se debería de fabricar distintas matrices, además de implementar robots y elementos demasiado caros, este no es el tipo de matriz que se busca para realizar la pieza final que se desea.

6. Factores para elegir el tipo de matriz

Dado que se tiene que hacer una elección del tipo de matriz, se ha de estudiar cuáles son los factores determinantes que afectan al proceso de producción, para así poder ver qué factores son los más importantes a la hora de optimizar tiempos y costes, es decir conseguir nuestros objetivos de la manera más eficiente y eficaz posible. Dichos factores son:

- La forma, el tamaño y el espesor de la pieza. Dicha pieza tiene unas medidas que permiten generarse en un perfil de 70x80x3 mm.
- Las tolerancias dimensionales y geométricas de la pieza. Esto determinará el utillaje a elegir dado que se necesitará una determinada precisión y una determinada calidad en la pieza a producir.
- Las propiedades mecánicas del material utilizado, dado que según el material, este se comportará de una manera u otra a los esfuerzos sometidos para obtener la pieza final.
- El tipo de prensa. Después de realizar los correspondientes cálculos de las fuerzas necesarias de corte para realizar la pieza, se obtiene de forma indirecta la fuerza que se necesita que ejerza la prensa al troquel y así las características funcionales de esta.
- El tipo de producción que va a tener dicha pieza, dado que este es uno de los factores más importantes a optimizar, dado que en el repercuten gran parte de los costes.
- La tirada a realizar, es decir la cantidad de piezas a producir, dado que hay que ver con qué tipo de tirada se amortizan los costes.
- El presupuesto del utillaje, dado que se busca optimizar el coste, el coste de los elementos que se necesitan para montar el troquel suponen una variable fundamental dado que se escogerán los útiles necesarios y de los proveedores con mejor calidad/precio.

Teniendo en cuenta todos estos factores, el tipo de troquel que más se asemeja a nuestras necesidades sería un troquel progresivo, dado que aunque su coste sea elevado, nos permite automatizar todo el proceso de producción, dado que requiere una mano de obra mínimo y además nos permite realizar todo el proceso de fabricación de la pieza con una sola matriz, gracias a los dos golpes de punzón simultáneos que se dan. Gracias a esta tipología se reducirán mucho los plazos de entrega y se le sacará el máximo rendimiento a este, con lo que el coste estará amortizado en unas cuantas tiradas de piezas.

6.1. Partes de un troquel

En cuanto a las partes de un troquel existen:

- Espiga o perno roscado: dicho elemento es el encargado de unir el troquel con la prensa, permitiendo así un montaje centrado y repetitivo de la parte móvil, además permite el amarre íntegro de la parte superior del troquel.
- Base superior: es el subensamblaje de los conjuntos de herramientas de la parte superior del troquel.
- Base inferior: es el subensamblaje de los conjuntos de herramientas de la parte inferior del troquel.
- Punzón de corte: es el elemento que ejerciendo presión sobre la chapa en torno a una matriz tiene como misión producir el corte en la chapa, para así obtener la geometría deseada.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

MEMORIA

-Matriz: es el elemento que permite la entrada del punzón para efectuar el corte de la lámina. Esta determina la forma exacta de la pieza. Ésta a medida del tiempo se va desgastando y hay que ir rectificándola.

-Columnas guía: como su propio nombre lo indica son unas columnas cuya misión es guiar al resto de placas en su movimiento. Estas permiten que dichas placas tengan un movimiento totalmente perpendicular y que no se produzcan desviaciones en sus movimientos.

-Casquillos guía: dichos elementos tienen como función guiar a la columna a través de la placa, es decir, el casquillo se aloja en la placa y por dentro de este circula la columna según el movimiento del troquel. Este permite que las placas se muevan de forma libre por toda la longitud de la columna gracias a su lubricación. Los hay de distintos materiales de acero, de acero con recubrimiento de bronce, de bronce con insertos de grafito, de acero con insertos de grafito, de acero con recubrimiento de bronce e insertos de grafito, de jaula de bolas, etcétera...

-Porta punzón: herramienta que porta el punzón de corte en su interior centrando a este y guiándolo. Actualmente existe un sistema llamado "ball lock" el cual el punzón lleva una ranura con forma de bola y el porta punzón aloja una bola en su interior, cuando introduces el punzón dentro del porta, la bola se encaja en la ranura de forma que está fijo. Este es un sistema innovador, ya que permite una mayor sujeción que los porta punzones antiguos, además de que para cambiar el punzón solo es necesario introducir un gancho por una ranura que desbloquea la bola y se saca fácilmente, permitiendo así cambiar el punzón sin la necesidad de desmontar el troquel como anteriormente.

-Regletas: herramienta que se utiliza para guiar a la chapa de una operación a otra asegurándose que esta está centrada en todo momento. Suelen ser de bronce con insertos de grafito para una mejor autolubricación.

-Elevadores de banda: Tienen como misión pisar la chapa en el momento de corte para así fijarla y asegurarse que se efectúa el corte con total precisión. Una vez que se produce el corte se elevan dejando avanzar la chapa.

-Muelles: los muelles utilizados en los troqueles son de tipo helicoidal que trabajan a compresión y sus fibras a torsión. Estos se utilizan para una vez efectuado el corte gracias a la fuerza de la prensa, efectúan una fuerza en sentido contrario para posicionar la parte superior del troquel en la posición inicial. Estos deben ser calculados de forma correcta para que cumplan tanto con su función y cumplan los ciclos de trabajo estimados. (véase ...)

-Cilindros de gas: estos resortes tienen la misma función que los muelles y utilizan el nitrógeno como gas de trabajo. Siempre que se pueda utilizar se recomienda utilizar cilindros, dado que dan más seguridad en el trabajo, mayor fuerza y con lo consiguiente menor número necesario de resortes y tienen mayor durabilidad.

-Tornillos limitadores o topes guías: estos son tornillos que se utilizan como guía de los resortes de los resortes helicoidales o muelles para evitar que estos flexionen demasiado. Además, estos son los responsables de que la parte móvil permanezca unida.

-Pasadores: dichos elementos como su propio nombre lo indica son elementos pasantes cilíndricos dentro de un agujero escañado y con un ajuste forzado cuya misión es posicionar en el plano perpendicular al movimiento de corte de los distintos elementos que van montados.

MEMORIA

-Porta matriz: este elemento es fundamental en su elección por lo que se va a dedicar un apartado a parte solo para explicar tanto el funcionamiento del porta matriz como sus variables.



Figura 8. Elementos normalizados de matricería

7. Porta matriz

7.1. Tipos de porta matrices

El porta matriz constituye una de las partes más importantes dentro del mundo de la estampación, dado que la elección de este determinará todo. Es el conjunto de placas y de columnas guía y casquillos sobre el cual giran los demás componentes. La elección de este es el punto base dado que sobre él se alojan el resto de componentes del troquel. Una correcta elección del porta matriz nos asegurará que la pieza se pueda llevar a cabo con total seguridad. Dentro de este actúan muchos factores entre los que pueden ser espacio útil, fuerza permisible, correcto guiado, etcétera...

Entre estos se encuentran:

Porta matriz de tres placas con dos columnas guía centradas: dicho porta matriz se utiliza en troqueles que no son muy grandes y para piezas no muy complejas dado que suelen ser porta matrices pequeños y con poco guiado. Este solo permite por sus características la disposición vertical de la chapa.

Porta matriz de tres placas con dos columnas guía en esquinas opuestas: este porta matriz está pensado para piezas pequeñas pero que requieran de una correcta distribución de las cargas. Además este permite tanto la disposición horizontal como vertical de la banda de chapa.

Porta matriz de dos placas con dos columnas en un lateral de la placa: esta tipología de porta matriz no es muy común dado que no asegura un correcto reparto de las cargas y su guiado no es muy fino. Este es utilizado para troqueles muy sencillos de baja complejidad.

MEMORIA

Porta matriz de tres placas y una columna en cada esquina: este porta matriz es el más empleado tanto en grandes como en troqueles medianos, ya que permite un perfecto guiado y se pueden conseguir trabajos muy finos.

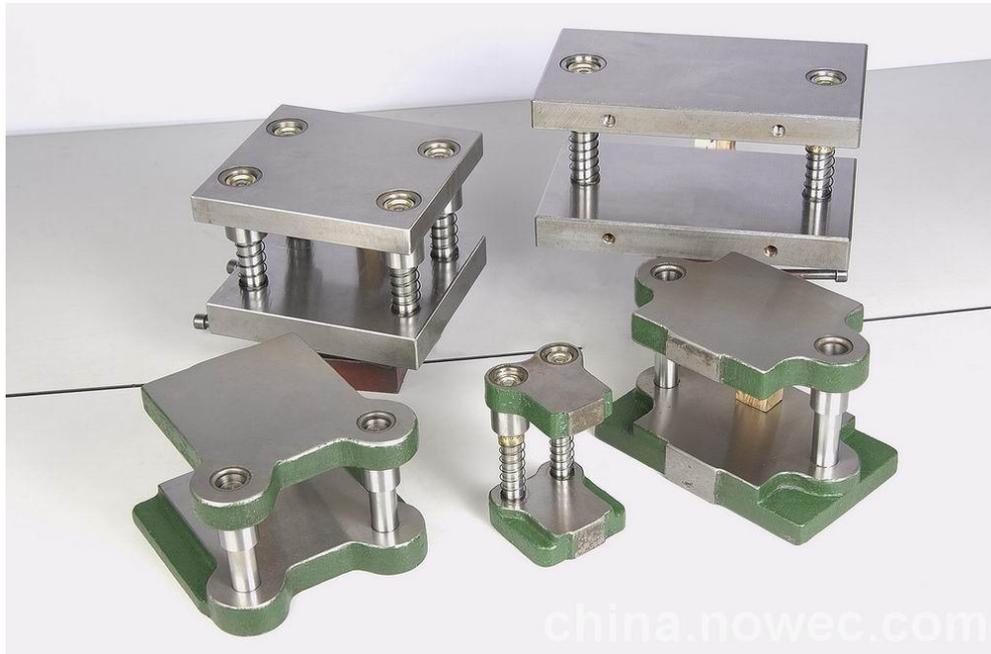


Figura 9. Distintos tipos de porta matriz

7.2. Elección del porta matriz

Teniendo en cuenta tanto los requerimientos de la pieza, como los elementos que se van a utilizar en el troquel se ha elegido un porta matriz de la segunda tipología comentada, el de tres placas con dos columnas guía en esquinas opuestas. La elección de este viene dada por el tamaño de la pieza y de la banda de chapa a utilizar, dado que se ha elegido el SDS300 296x346 del catálogo BR Stamp de Bru y Rubio. Según la tipología de este se ha de utilizar una placa de 46 mm de espesor y dos placas de 36 mm de espesor que poseen un espacio útil de 196x296 mm. Este es un espacio idóneo para la fabricación de la pieza dado que la banda de chapa ocupa unos 12 mm de ancho y si a esto se le une los componentes de dentro se obtiene cierta holgura en cuanto a espacio. En cuanto a la disposición de las columnas se ha elegido esta dado que esta permite un espacio de trabajo holgado y dado que tanto la pieza como el troquel son pequeños con dos columnas se obtiene un guiado lo suficientemente preciso.



Figura 10. Porta matriz elegido

8. Formas de alimentar el troquel

Una de las principales cosas que hay que ver a la hora de diseñar un troquel es conocer bien las formas de alimentación que podría tener la chapa dentro del mismo, para ello hay que estudiar los distintos sistemas de alimentación que existen hoy en día. Una correcta elección del sistema de alimentación nos va a suponer grandes beneficios a la hora de producir piezas de manera rápida y eficaz, lo que se verá reflejado directamente en los costes económicos. Este se asegura que la banda de chapa avance de forma continua dentro del troquel, produciendo así una gran automatización del trabajo en el proceso. Dentro de estos sistemas se puede encontrar una gran variedad de sistemas de alimentación, entre los cuales destacan:

8.1. Alimentación manual

En dichos sistemas de alimentación el encargado de suministrar la chapa al troquel es el propio operario de producción de manera manual cada vez la prensa realiza un ciclo de trabajo y produce una pieza ya acabada. Dentro de este se necesitarían una especie de topes que sirvan al trabajador como referencia para posicionar la banda de chapa dentro del troquel, dado que sin estos se producirían piezas sin ningún tipo de control, dado que cada pieza se haría en una posición diferente de la banda de chapa, y así sería imposible un correcto aprovechamiento de ésta. Dentro de este tipo no se puede conseguir una gran productividad, ya que la velocidad del operario es la que determina la velocidad del proceso, y por tanto la velocidad de la producción de piezas.

MEMORIA



Figura 11. Alimentación manual

Este sistema solamente está pensado para producir pequeñas tiradas de piezas o en casos en los cuales el presupuesto es muy reducido.

8.2. Alimentador semiautomático

En los sistemas de alimentación semiautomática el troquel es alimentado de banda de chapa gracias a la acción de un elemento denominado alimentador, que hace que la banda de chapa avance de forma continua a través del troquel. Para la optimización del uso de dichos sistemas se suele comprar la chapa en chapones, para así cortarlas a la medida deseada de ancho de banda. Para cortarlas se suele utilizar una cizalla. Ésta ofrece una alimentación mucho más automatizable, lo que se traduce en una alimentación más rápida y segura que la alimentación manual. La única mano obra necesaria aquí es la de aquel operario encargado de cortar las bandas de chapa en la cizalladora y proveer del alimentado de banda de chapa cuando esta se acaba. Este puede ser un inconveniente si se quiere una producción demasiado elevada que necesite un proceso de alimentación de chapa continua, en la que una parada del troquel para recambiar la banda de chapa puede frenar la producción. Este tipo de alimentación es ideal cuando se tiene una tirada media de producción de piezas y dentro del proceso no existe una cadena o línea de fabricación.

8.3. Alimentador automático

Este tipo de sistemas de alimentación se componen de tres elementos principales: el propio alimentador, una devanadora y una aplanadora. En este sistema de avance de chapa no se parte de una banda de chapa plana, si no que se utiliza una bobina de gran longitud que se enrolla en la devanadora y así esta se encarga de desenrollar esta para que en la aplanadora se produzca su posterior aplanamiento así reduciendo su curvatura y como el propio nombre lo indica dejándola plana para que entre en el alimentador. Este proceso es totalmente automático y continuo, donde la única mano de obra es la de poner la bobina de chapa en la devanadora, pero esto no se puede considerar manual dado que de una bobina puede salir una enorme tirada de piezas. Este es ideal para producción en cadenas de grandes tiradas de piezas, gracias a que se obtiene un mínimo número, por no decir ninguno, de arranques y paradas de la maquinaria.

MEMORIA



Figura 12. Maquinaria que compone el alimentador automático

8.4. Forma de alimentación elegida

De todas las formas estudiadas la que mejor se adapta a las necesidades del proyecto es la de avance semiautomático. Los motivos son:

- El proyecto se piensa para una tirada mediana, de unas 25.000 piezas.
- Se necesita un alimentador que sea capaz de proporcionar distintos pasos de chapa.
- La pieza a fabricar necesita una gran calidad, dado que es un dispositivo de seguridad, por lo que se descarta el avance manual.
- Al ser una pieza que va montada en otro dispositivo, como es el automóvil, se necesita cierta flexibilidad a la hora de producir piezas, según los pedidos que se tengan.
- Esta pieza no se va a vender directamente, si no que se someterá a un tratamiento térmico llamado recocido para aliviar las tensiones producidas durante el proceso de corte.

Debido a estas variables queda demostrado que el método que mejor se adapta es el de avance semiautomático.

Ahora hay que elegir el dispositivo necesario para hacer posible este tipo de avance, que es el alimentador elegido. El tipo de alimentador más apropiado para el proceso es el alimentador neumático con mordaza fija y mordaza móvil, debido a que estos son elementos autónomos de sencilla construcción y con una precisión muy elevada, más/menos 0,2mm, tanto a altas como a bajas velocidades.

MEMORIA

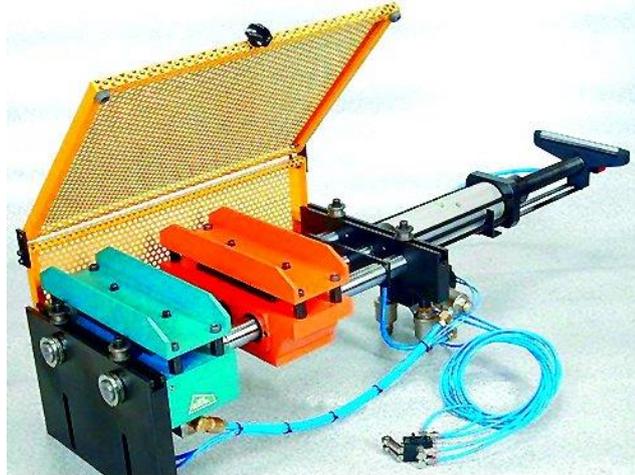


Figura 13. Alimentador semi automático neumático elegido

Por otra parte, su funcionamiento viene dado por una válvula neumática que se sitúa en el cigüeñal de la prensa, de tal forma que el avance horizontal de la chapa y el movimiento rectilíneo vertical de la cabeza de la prensa, quedando así sincronizados estos. El sistema de regulación posee un husillo de rosca fina que se ajusta al paso del troquel, por lo que este es ideal dado que nos permite con un mismo alimentador tener varios pasos distintos de chapa, y este se dimensiona a partir de este.

9. Anidamiento y aprovechamiento de la chapa

9.1. Distancia de separación entre piezas

Dado que la banda de chapa se puede resentir si no se deja el suficiente espacio, es fundamental una correcta separación entre piezas, para que pueda garantizarse el correcto avance del fleje y que las piezas posean una rigidez adecuada.

Dicha distancia es necesaria entre el perfil de la pieza y el borde de la banda de chapa, para que se disponga del suficiente material, se produzca un corte correcto y no aparezcan desgarros en la operación de corte.

La separación mínima entre piezas o entre pieza y ancho de banda se puede calcular como:

$$\text{Separación} = 1,5 \times \text{espesor} = 4,5 \text{ mm}$$

Se ha adoptado una separación entre piezas de 10 mm y entre perfil de pieza y ancho de chapa de 5 mm.

9.2. Determinación del paso

El paso es la distancia existente entre dos puntos homólogos de dos piezas consecutivas situadas sobre la banda de chapa. Esto dicho de otra manera es la distancia que avanza la chapa dentro del troquel entre las dos operaciones de corte que se realizan.

Atendiendo a nuestras características se ha determinado un primer paso de 80 para la primera operación de corte y un segundo paso de 170 para la segunda operación dado que la elección de nuestro alimentador nos lo permite.

MEMORIA

9.3. Aprovechamiento del chapón

Respecto al aprovechamiento, este se refiere al rendimiento que se le va a dar a la chapa, es decir, al porcentaje de la chapa que serán piezas acabadas y al porcentaje que será chatarra. Este es un factor fundamental, ya que un mayor rendimiento proporciona beneficios tanto a niveles económicos como medioambientales, cuestión que concierne a todo el mundo.

Tal y como se ha especificado anteriormente, se comprarán chapones y estos luego se cortarán en una cizalla a la anchura de banda de chapa que se requiera y se introducirán en el alimentador. La medida elegida será 1250x2500 mm de acero inoxidable. De este se sacarán 12 bandas de chapa de 2500x100 de las cuales se sacarán unas 200 piezas, haciendo así un total de 2400 piezas por cada chapón. Necesitando así 10 chapones para realizar una tirada de 24000 piezas.

9.4. Disposición de las piezas

Dado que nuestra pieza tiene forma de T, lo más normal y para abaratar el troquel será cortar en 12 trozos de 2500 mm de largo por 100 mm de ancho y tendría un aprovechamiento de un 52.96%. Otra opción sería poner las piezas de forma alternadas, cosa que aumentaría considerablemente el tamaño del troquel. Con este método se podría conseguir como máximo un aprovechamiento de 67,78%.

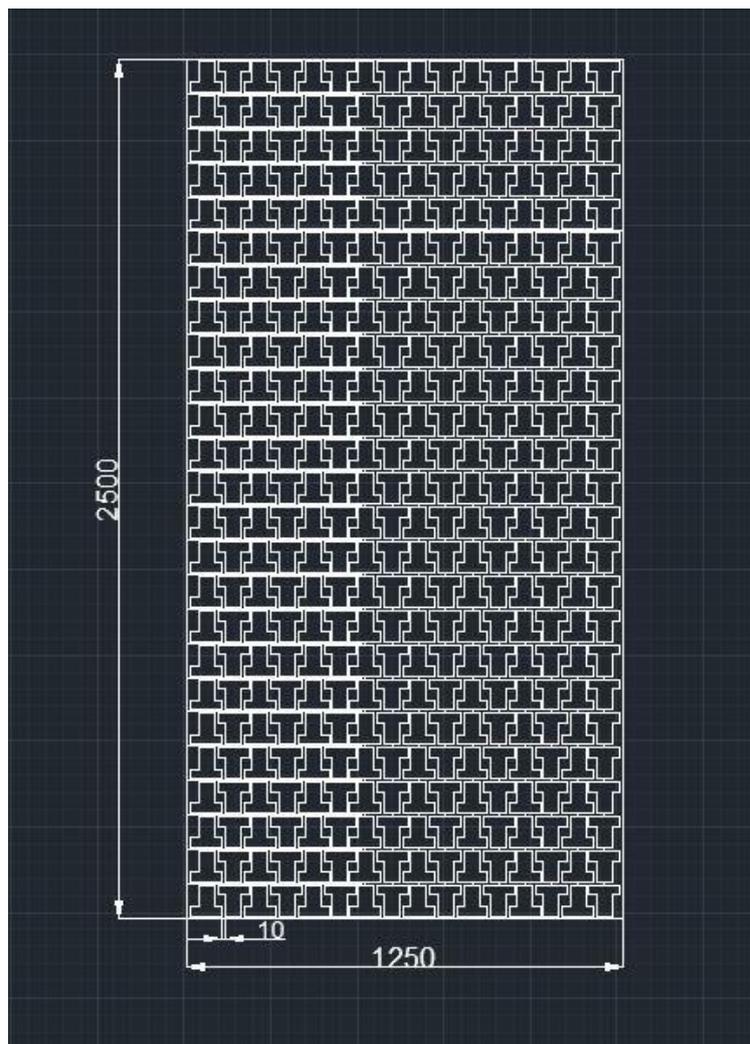


Figura 14. Anidamiento de las piezas

MEMORIA

Dado que sólo sería un 15% por ciento más no merecería la pena el coste de aumentar el troquel, dado que la materia de chapa que no se va a utilizar va a ser separada correspondientemente y podrá venderse y recuperar así un poco de coste económico.

10. Etapas en el proceso de troquelado

Debido a la tipología de la pieza, se ha de determinar el número de pasos que se necesitan para confeccionar la pieza final de modo que esta esté acabada correctamente. Dicho número de pasos afecta directamente al tamaño del troquel.

En este caso, no se necesita gran número de pasos dada la forma de la pieza que no es de gran complejidad. Dicha pieza se realiza en dos pasos:

-PASO 1: La banda de chapa avanza hasta posicionarse en el punzón A y este baja y realiza el recorte interior. Dicho punzón tiene una longitud de 2 mm más que el punzón B para que no se produzcan los cortes de manera simultánea para así aliviar las tensiones en la banda de la chapa. Este recorte cae por la matriz y gracias al contenedor es convenientemente separado.

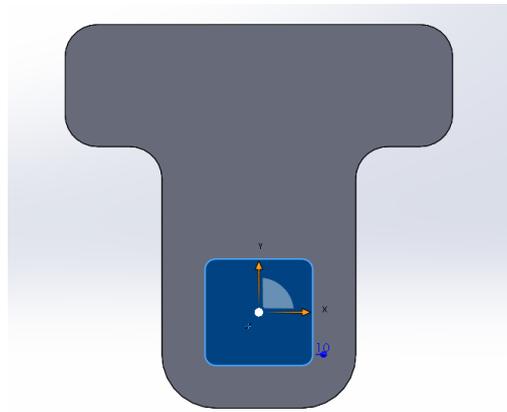


Figura 15. Paso 1

-PASO 2: La banda de chapa avanza el paso de la pieza que es 110 mm y se produce el recorte de la pieza ya acabada. Esta baja por la rampa del cajón correspondiente y se acumulan en un cajón de piezas ya acabadas.



Figura 16. Paso 2

11. Elección de la prensa

En el mundo de la estampación el troquel no es un elemento que actúa por sí solo, sino que necesita ser accionado por un elemento llamado prensa que le transmite la suficiente fuerza como para realizar la operación de corte.

La prensa es una máquina que sirve para comprimir una cosa, está compuesta básicamente de dos plataformas rígidas que se aproximan por accionamiento mecánico, hidráulico o manual de una de ellas. Este movimiento es el que permite que la parte móvil del troquel baje produciendo así el corte.

Ambos elementos van unidos mediante un elemento llamado perno roscado, que es el encargado de transmitir los esfuerzos. Para una mayor duración de este y de los elementos del troquel, se ha de posicionar en el centro de gravedad del conjunto de los punzones (Véase el apartado 4 del documento de cálculos).

Dado que el proceso es un proceso repetitivo la frecuencia de la prensa debe coincidir con la frecuencia de avance del fleje de chapa para que el proceso pueda ser automatizado, que es lo que se busca.

Existen diferentes tipos de prensa:

11.1. Prensas de accionamiento mecánico

Este tipo de prensas son aquellas que acumulan energía mecánica a través de un volante de inercia accionado por un motor eléctrico que lo hace girar y la transmiten a un troquel o matriz mediante un sistema mecánico. La energía se entrega a la parte móvil de la prensa a través de un embrague o acoplamiento. Este volante de inercia acumula la energía y va proporcionando una parte del total de la capacidad de trabajo acumulada en cada golpe de manera rápida. Estas son idóneas para trabajos de matricería, forja o pequeñas embuticiones.

Existen distintos tipos de prensa de accionamiento mecánico:

- De manivela.
- Excéntrica. Que a su vez pueden tener volante frontal o lateral.
- De husillo.
- De palanca articulada.

Dentro de las excéntricas nos encontramos la forma del bastidor el cual puede ser de distintos tipos, como bien pueden ser:

- De cuatro montantes.
- De doble montante.
- De cuello de cisne.



Figura 17. Prensa de accionamiento mecánico

11.2. Prensas de accionamiento hidráulico

Este tipo de prensa se basa en el principio de Pascal, por el cual gracias a un circuito hidráulico circula un fluido a alta presión y bajo caudal que consigue fuerzas resultantes muy altas. Este fluido es impulsado por una bomba accionada por un motor, el cual posee una serie de válvulas que permiten controlar los distintos parámetros dentro del circuito. La entrega de energía se produce de forma controlada en todo momento por lo que permiten controlar todo el proceso. Estas son utilizadas en matricería pesada.

MEMORIA



Figura 18. Prensa de accionamiento hidráulico

Estas suelen dividirse en prensas de simple y doble efecto, dependiendo de cuántas correderas tengan. Al igual que en las prensas de accionamiento mecánico pueden tener distintos tipos de bastidor, cuyas formas coinciden con las citadas anteriormente.

11.3. Prensa elegida

Por lo comentado anteriormente, se puede ver cómo la elección de la prensa es un momento crítico a la hora de diseñar el troquel y el proceso de fabricación. Por lo que para hacer una correcta elección se han de hacer una serie de cálculos (véase el apartado 6 del documento de cálculos), además de tener en cuenta factores como tipología de la pieza, piezas a fabricar, etcétera...

Dicho todo esto al ser nuestra pieza una pieza pequeña, alojada en un troquel pequeño/mediano, con pocas operaciones de corte sin embuticiones ni nada, la prensa mecánica excéntrica es la mejor opción, dado que son utilizadas en troqueles progresivos.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

MEMORIA

En consecuencia a que se debe aplicar una fuerza de 69.09 toneladas (véase apartado 6 del documento de cálculos) lo más recomendable es usar una prensa excéntrica de volante lateral, con dos apoyos en el árbol de transmisión, que es capaz de proporcionar fuerzas de entre 20 y 350 toneladas. Además el bastidor que mejor se adapta al proceso de fabricación es el bastidor de cuello de cisne que no presenta gran rigidez y es accesible por ambos laterales y por el frente.



Figura 19. Tipo de prensa elegida

12. Elementos del troquel

12.1. Separador de piezas

En el proyecto se ha diseñado un separador de piezas que se situará en la parte inferior del troquel, cuya misión será separar por un lado las piezas ya acabadas y por otro los recortes de la pieza. Las medidas del contenedor son 366x316x100 y se ha fabricado en acero al carbono 1.1730 o C45W3 (F-1140).

Dado que va a soportar todo el troquel encima de él, además de los esfuerzos de la prensa, se necesita que sea un elemento robusto capaz de aguantar todo eso.

Las dos rampas se realizan con el fin de separar por un lado la chatarra y por otro la pieza ya acabada, automatizando el proceso. Todas las aristas se han achaflanado para evitar accidentes o cortes no deseados.

Para unir el contenedor a la placa base inferior se ha mecanizado un rebaje de 20 milímetros. Además, se le han realizado 4 agujeros roscados donde van a ir alojados 4 tornillos Ta 12.9 M12x95 de la norma DIN 6912 utilizados para unir la placa base inferior y el contenedor.

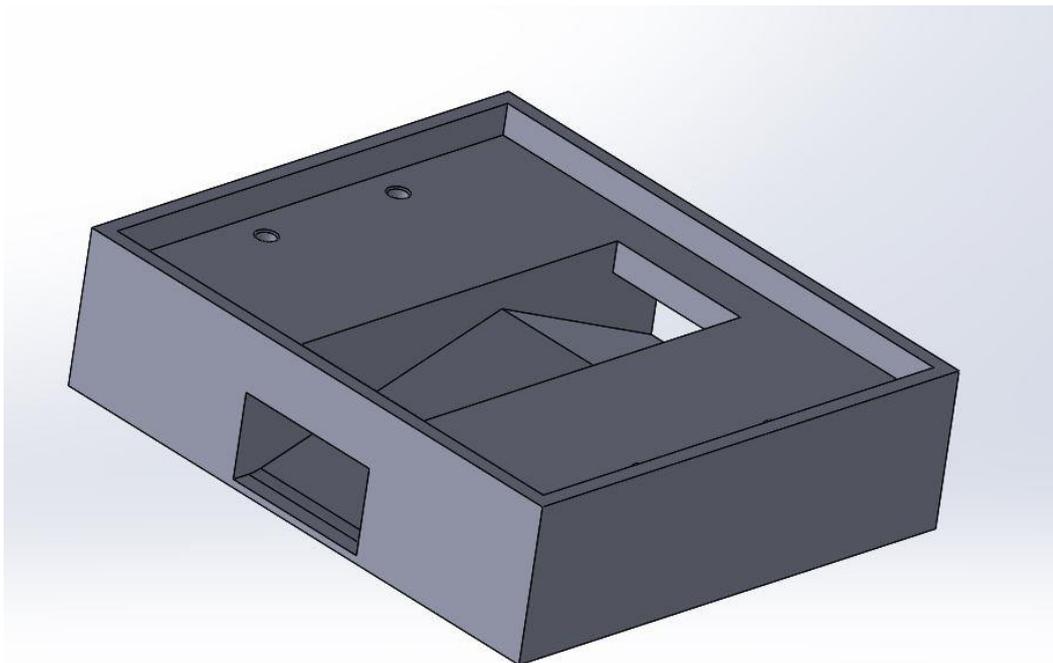


Figura 20. Separador de piezas

MEMORIA

12.2. Placa base inferior

La placa base inferior es la plaza sobre la que se apoya la placa matriz y constituye la base del troquel. Esta está hecha del material 1.1730 o C45W3 (F-1140), que es un acero al carbono, cuyas medidas son 296x346x46 milímetros. Esta placa junto la placa guía punzones y la placa superior constituyen el porta matriz SDS300 del catálogo de Bru y Rubio “BR Stamp”.

A esta se le realizan dos agujeros de tolerancia H5 uno de diámetro $\varnothing 30$ y otro de diámetro $\varnothing 32$ donde irán clavadas las columnas guía, una de cada diámetro para que no se monten de forma invertida. Además se le realizaran tres agujeros roscados a cada uno de M6 para alojar los tornillos DIN 6912 M6x20 que se utilizarán para fijar la columna guía.

Se le deben de hacer los orificios por donde deben caer las piezas, que corresponderán con los orificios de la placa matriz, con cierta holgura con respecto a la placa matriz para que las piezas no se atasquen y caigan de manera fácil. Todas las aristas y agujeros serán chaflanados con un chaflán de $1 \times 45^\circ$ para evitar cortes no deseados y asegurar la salud del operario. La placa estará rectificada, cuadrada y careada por todas las caras con un acabado superficial de 1,6 la cara superior e inferior y 6,3 los laterales.

Para unir la placa al contenedor se le realizan 4 agujeros roscados de M12 donde se alojará la cabeza del tornillo Ta 12.9 ISO 7379. Además se le añaden 6 agujeros roscados donde se alojarán los tornillos que unen la placa matriz con la placa base, que serán 10 tornillos Ta 12.9 M10x50. A su vez se mecanizarán 4 agujeros pasantes H7 para ajustas 4 pasadores PAS ISO 8735 de 8x80.

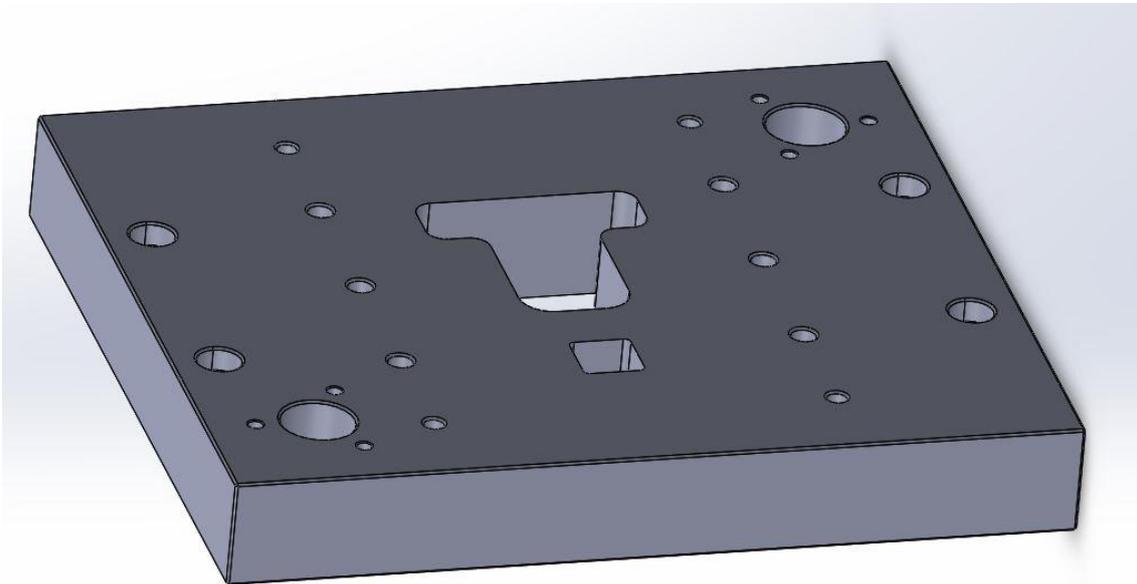


Figura 21. Placa base inferior

MEMORIA

12.3. Placa matriz

La placa matriz junto con los punzones es la parte que se encarga de darle forma a la pieza, por lo que los orificios de ambos tienen que coincidir a la perfección para asegurar que la pieza es la correcta y evitar así desgastes prematuros. A estos orificios se le realiza un ángulo de salida para asegurar así la extracción tanto de los recortes como de la pieza ya acabada. Este ángulo tiene un valor de 2° y comienza después de una parte recta, llamada vida de la matriz, que es igual a 2 veces el espesor de la chapa, también se le conoce como ángulo de escape. Se le aplica también a dicha placa un factor de tolerancia de 0.27 mm calculado anteriormente (véase apartado 3 del documento de cálculos).

Esta placa está fabricada en acero al carbono 1.2311 o 40CrMnMo7 (F-5303) el cual posee una mayor resistencia y dureza que las placas anteriores, ya que esta trabaja a impacto. Se le someterá a un tratamiento de temple y revenido para conseguir aumentar su dureza hasta los 62 HRC. Dado que se recomienda que la placa matriz tenga como espesor sobre unas 15 veces el espesor de la chapa se ha decidido que la placa matriz tenga 44 mm de espesor, haciendo así unas medidas de 210x296x44 milímetros. Todos los bordes a excepción de los orificios de la figura serán achaflanados $1 \times 45^\circ$ para evitar cortes no deseados y asegurar la seguridad de los operarios que manipulen la placa. Al igual que la placa base inferior la placa estará rectificada, cuadrada y careada por todas las caras con un acabado superficial de 1,6 la cara superior e inferior y 6,3 los laterales.

Se mecanizarán 4 agujeros pasantes H7 para los 4 pasadores PAS ISO 8735 8x80, 6 agujeros donde se colocará la cabeza de los tornillos Ta 12.9 ISO 7379 de M10x50, que se encargarán de mantener unida la placa matriz a la placa base inferior. Además se le mecanizarán 8 agujeros H7 pasantes con distintos diámetros para alojar el elevador de banda con su correspondiente muelle y su tapón.

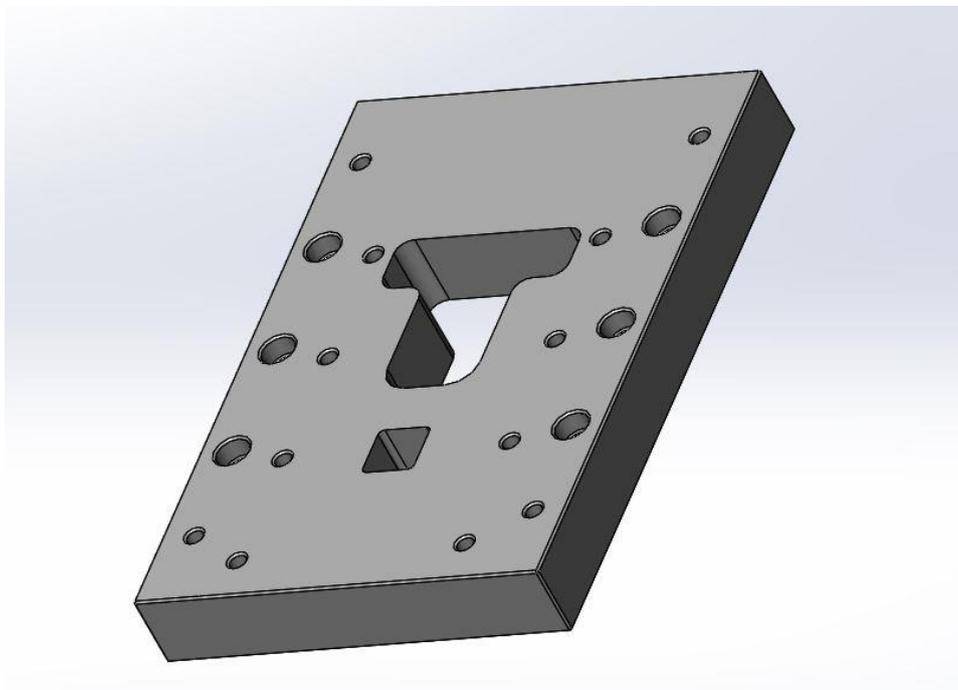


Figura 22. Placa matriz

MEMORIA

12.4. Placa pisadora

Esta placa tiene como función pisar la chapa aunque en el troquel su función es pisar los elevadores de banda para así hacer que bajen y mantengan la placa fija y unida en todo momento, así como guiar a los punzones en su recorrido, sobre todo al final para que el corte sea preciso y eficaz, y además facilita la extracción de estos. Esto se produce gracias a la función de los muelles que al bajar la parte móvil del troquel cuando estos llegan a su máximo recorrido y hacen tope con la superficie, los muelles se comprimen y permiten a los punzones bajar hasta la superficie de la chapa y así efectuar el corte.

Esta placa al igual que las demás se fabricará en acero al carbono 1.1730 o C45W3 (F-1140) y tendrá unas dimensiones de 190x110x15 milímetros. . Todas las aristas y agujeros serán chaflanados con un chaflán de $1 \times 45^\circ$ para evitar cortes no deseados y asegurar la salud del operario. La placa estará rectificada, cuadrada y careada por todas las caras con un acabado superficial de 1,6 la cara superior e inferior y 6,3 los laterales.

Se mecanizarán 4 agujeros pasantes H7 para los 4 pasadores PAS ISO 8735 6x40, 6 agujeros roscados donde se alojaran los tornillos Ta 12.9 ISO 7379 de M8x40, que se encargarán de mantener unida la placa pisadora con la placa guía punzones.

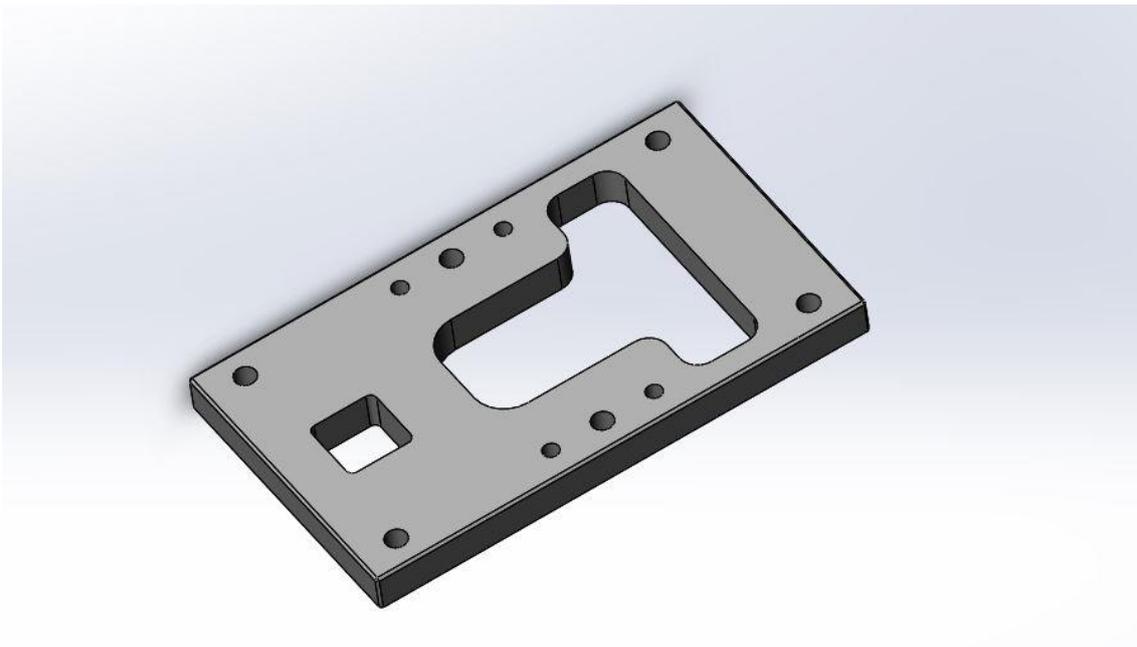


Figura 23. Placa pisadora

MEMORIA

12.5. Placa guía punzones

Esta placa guía punzones, recibe este nombre porque su función es acompañar a los punzones a lo largo del recorrido, para así mantener alineado los punzones con su zona de corte en todo momento. Esta va guiada mediante los casquillos cortos SB500-30/32-42 los cuales se unen con la misma disposición que las columnas guía a la placa base inferior, mediante 3 bridas SS10-M6 y 3 tornillos DIN 6912 M6x20 por cada casquillo aunque estos agujeros roscados no se vean en la imagen, dado que se encuentran en la parte inferior de la placa. (Véase anexo catálogos para ver más información sobre la disposición de las bridas y tornillos) Esta placa además sirve para alojar los tornillos topes y así mantener unidas de manera solidaria toda la parte móvil del troquel. Esta placa junto la placa base inferior y la placa superior constituyen el porta matriz SDS300 del catálogo de Bru y Rubio “BR Stamp”.

Al igual que las placas anteriores esta se fabrica en acero al carbono 1.1730 o C45W3 (F-1140) y tiene unas medidas de 296x346x36 milímetros. Todas las aristas y agujeros serán chaflanados con un chaflán de 1x45° para evitar cortes no deseados y asegurar la salud del operario. La placa estará rectificada, cuadrada y careada por todas las caras con un acabado superficial de 1,6 la cara superior e inferior y 6,3 los laterales.

A esta se le mecanizarán dos agujeros pasantes H5 uno de diámetro $\varnothing 30$ mm y otro de diámetro $\varnothing 32$ mm donde se alojarán los casquillos SB 500-30/32-42 ISO 9448-6. Además se mecanizaran 12 agujeros con una parte de rosca donde se atornillarán los tornillos limitadores TPM ISO 7379 M16x70 encargados de mantener unida la parte móvil. Por otra parte tendrá 4 agujeros pasantes H7 para alojar los pasadores PAS ISO 8735 6x40 entre la placa guía punzones y la placa pisadora y 6 agujeros los cuales una parte será para alojar la cabeza y la otra para la rosca de los tornillos Ta 12.9 M8x40 que unirá la placa guía punzones con la placa pisadora.

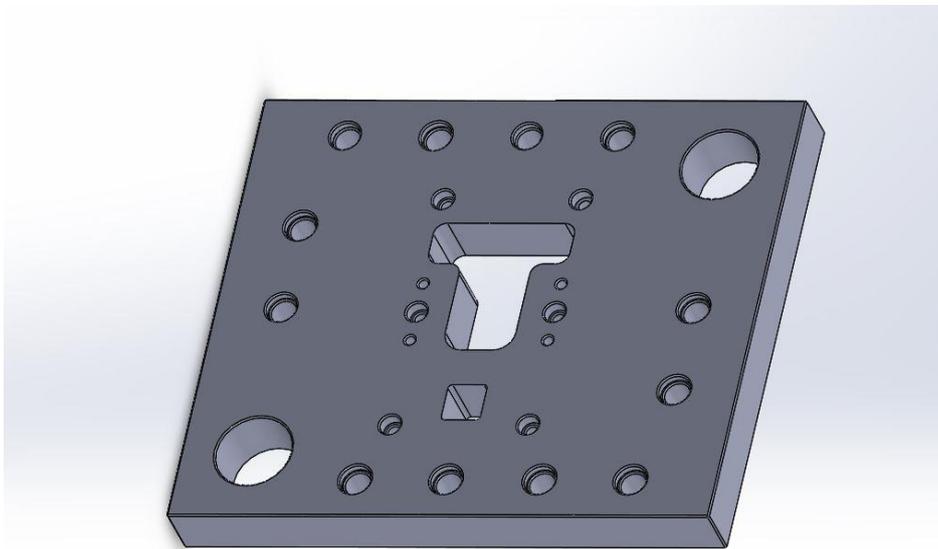


Figura 24. Placa guía punzones

MEMORIA

12.6. Placa porta punzones

Dicha placa se encarga de alojar los punzones del troquel, de forma que al ir atornillados los punzones estos realizan el movimiento solidario junto con ella. Al igual que las placas anteriores esta se fabrica en acero al carbono 1.1730 o C45W3 (F-1140) y tiene unas medidas de 190x150x30 milímetros. Esta última medida viene dada dado se recomienda que esta sea sobre 1/3 de la longitud de los punzones, al tomarse el punzón de 99 mm de referencia se escoge esta medida que se aproxima a la recomendada. Todas las aristas y agujeros serán chaflanados con un chaflán de 1x45° para evitar cortes no deseados y asegurar la salud del operario. La placa estará rectificada, cuadrada y careada por todas las caras con un acabado superficial de 1,6 la cara superior e inferior y 6,3 los laterales.

A esta se le mecanizarán 6 agujeros roscados donde se atornillarán los tornillos Ta 12.9 ISO 7379 M12x45 encargados de mantener unida la placa porta punzones a la placa sufridera ya la placa superior. Por otra parte tendrá 4 agujeros pasantes H7 para alojar los pasadores PAS ISO 8735 10x60 entre la placa porta punzones, la placa sufridera y la placa superior.

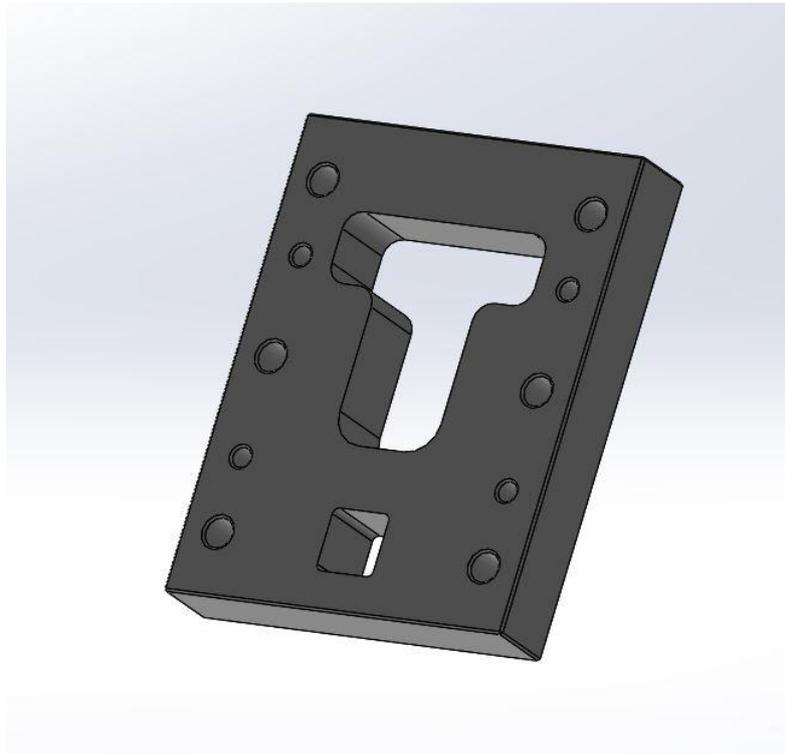


Figura 25. Placa porta punzones

MEMORIA

12.7. Placa sufridera

Esta placa se coloca entre la placa porta punzones y la placa superior, cuya utilidad es evitar que los punzones se clave en la placa superior del troquel y así absorber los golpes producidos por los punzones.

Al igual que la placa matriz esta se fabrica en acero al carbono 1.2311 o 40CrMnMo7 (F-5303) el cual posee una mayor resistencia y dureza que las placas anteriores, ya que esta trabaja a impacto y tiene unas medidas de 190x150x10 milímetros. Se le someterá a un tratamiento de temple y revenido para conseguir aumentar su dureza hasta los 62 HRC. Todas las aristas y agujeros serán chaflanados con un chaflán de $1 \times 45^\circ$ para evitar cortes no deseados y asegurar la salud del operario. La placa estará rectificada, cuadrada y careada por todas las caras con un acabado superficial de 1,6 la cara superior e inferior y 6,3 los laterales.

A esta se le mecanizarán 6 agujeros roscados donde se atornillarán los tornillos Ta 12.9 ISO 7379 M12x45 encargados de mantenerla unida a la placa porta punzones y a la placa superior y dos agujeros roscados para unir los punzones a ambas placas, un tornillo Ta 12.9 ISO 7379 M10x100 y otro tornillo Ta 12.9 ISO 7379 M16x100. Por otra parte tendrá 4 agujeros pasantes H7 para alojar los pasadores PAS ISO 8735 10x60 entre la porta punzones, la placa sufridera y la placa superior.

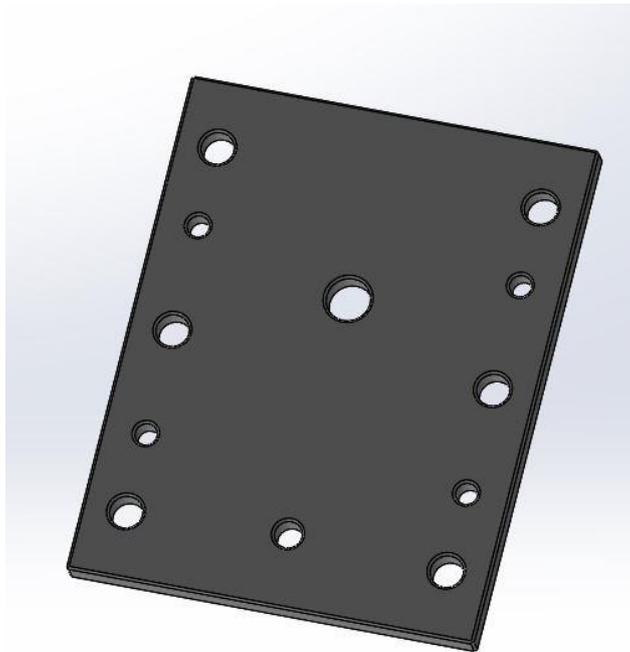


Figura 26. Placa sufridera

MEMORIA

12.8. Placa superior

Esta placa sirve como elemento de unión entre el troquel y la prensa ya que en ella es donde se aloja el perno roscado encargado de la unión entre estos. Es la parte superior de la parte móvil. Esta va guiada mediante los casquillos medios SB500-30/32-75 los cuales se unen con la misma disposición que las columnas guía a la placa base inferior, mediante 3 bridas SS10-M6 y 3 tornillos DIN 6912 M6x20 por cada casquillo aunque estos agujeros roscados no se vean en la imagen, dado que se encuentran en la parte inferior de la placa. (Véase anexo catálogos para ver más información sobre la disposición de las bridas y tornillos) Esta placa además sirve para alojar los tornillos topes y así mantener unidas de manera solidaria toda la parte móvil del troquel. Esta placa junto la placa base inferior y la placa intermedia constituyen el porta matriz SDS300 del catálogo de Bru y Rubio "BR Stamp".

Al igual que las placas anteriores esta se fabrica en acero al carbono 1.1730 o C45W3 (F-1140) y tiene unas medidas de 296x346x36 milímetros. Todas las aristas y agujeros serán chaflanados con un chaflán de 1x45° para evitar cortes no deseados y asegurar la salud del operario. La placa estará rectificada, cuadrada y careada por todas las caras con un acabado superficial de 1,6 la cara superior e inferior y 6,3 los laterales.

A esta se le mecanizarán dos agujeros pasantes H5 uno de diámetro $\varnothing 30$ mm y otro de diámetro $\varnothing 32$ mm donde se alojarán los casquillos SB 500-30/32-75 ISO 9448-6. Además se mecanizaran 12 agujeros alojará la cabeza y una parte del cuerpo de los tornillos limitadores TPM ISO 7379 M16x70 encargados de mantener unida la parte móvil. Por otra parte tendrá 4 agujeros pasantes H7 para alojar los pasadores PAS ISO 8735 10x60 entre la placa superior, la placa sufridera y la placa porta punzones y 6 agujeros los cuales una parte será para alojar la cabeza y la otra para la rosca de los tornillos Ta 12.9 M12x45 que mantendrá unidas las tres placas. Por otra parte se realizan los agujeros para los punzones los cuales se unen con un tornillo Ta 12.9 ISO 7379 M10x100 en el caso del punzón A y de M16x100 en el caso del punzón B. Por otra parte se mecaniza un agujero roscado donde irá alojado el perno roscado para unir el troquel a la prensa el cuál es de M30 y se aloja en el centro de gravedad del troquel.

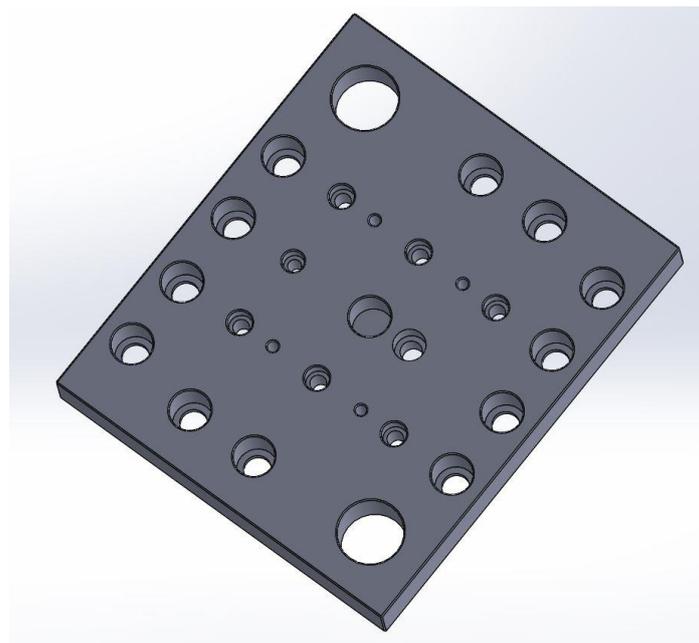


Figura 27. Placa superior

MEMORIA

12.9. Punzones

Los punzones son los encargados realizar el corte de las piezas por lo que son la parte activa del troquel y trabajan a compresión. Estos a través de su sección transmiten la fuerza de corte que les ejerce el troquel a la banda de chapa, produciendo así el corte de las piezas. Dado que trabajan de esta manera, los punzones sufren sobre todo esfuerzos de fatiga y desgaste superficial, por lo que se ha de hacer un estudio para ver como lo soportan. (véase apartado 2 y 7 del documento cálculos).

Dado que estos son los que propician el corte de las piezas fabricadas, estos poseen la forma de la pieza que se desea obtener. Para que esta cumpla con las especificaciones de diseño se necesita que los punzones estén completamente afilados, con una superficie regular sin ningún tipo de melladura.

En dicho troquel hay dos tipos de punzones, el punzón A que se encarga de realizar el recorte interior de la pieza y el punzón B que se encarga de realizar el perfil de la pieza. Ambos son de acero HWS (12% Cr) que poseen una dureza de 62 ± 2 HRC. Este es un acero especialmente tratado para trabajar en frío, que posee una elevada resistencia a compresión, así como una gran resistencia al desgaste.

12.9.1. Punzón A

Este punzón es el encargado de realizar el recorte interior de la piza. Tiene forma cuadrada de 25x25 mm con las esquinas redondeadas con un radio de 2.5 milímetros. Este tiene una longitud de 105 mm. En la parte superior tiene un agujero roscado, donde irá el tornillo Ta 12.9 ISO 7379 M10x100, que mantendrá unido el punzón a la sufridera y demás conjuntos de la parte móvil.

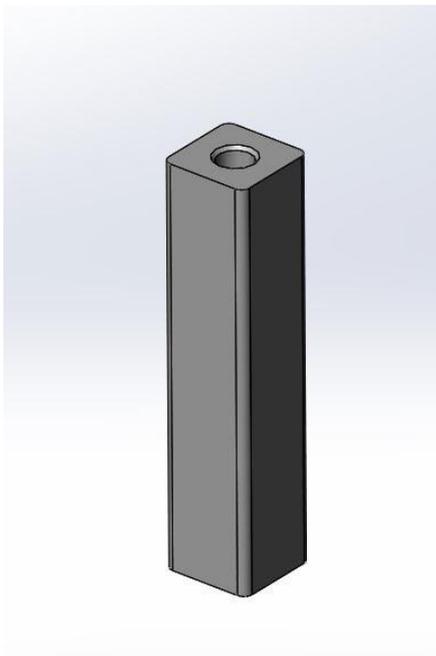


Figura 28. Punzón tipo A

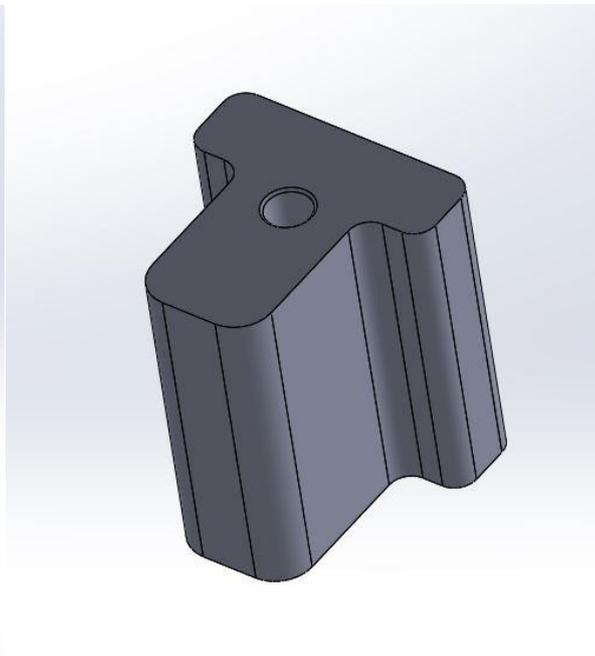


Figura 29. Punzón tipo B

12.9.2. Punzón B

Dicho punzón se encarga de realizar el recorte exterior de la pieza, dándole así su forma final, con una longitud de 100 mm. Este posee un agujero roscado en la parte superior,

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

MEMORIA

donde irá alojado el tornillo Ta 12.9 ISO 7379 M16x100, que mantendrá unido el punzón a la sufridera y demás conjuntos de la parte móvil.

12.10. Perno roscado

El perno roscado es la pieza que hace de unión entre la placa superior y la prensa. El diámetro de este se determina según cual se la fuerza de la prensa, siguiendo así la siguiente tabla:

Fuerza de la prensa (Tn)	5	8	10	15	20	30	40	60
Diámetro del vástago (mm)	25	25	30	35	35	40	40	45

Tabla 3. Correspondencia entre fuerza y diámetro

La fuerza necesaria de nuestra prensa es de 65.80 Tn (véase apartado 6 del documento cálculos), pero al aplicar un coeficiente de seguridad de un 5% nos resulta una fuerza de prensa de 69.09 Tn, por los que se ha de extrapolar la tabla y realizar una recta de regresión lineal:

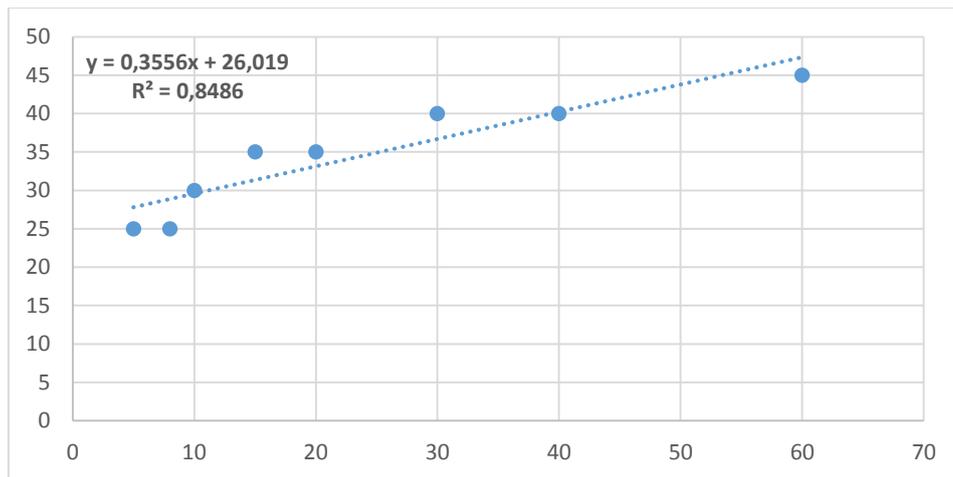


Figura 30. Recta de regresión lineal del diámetro del vástago

Quedando así de este modo un valor de diámetro del perno roscado de $\varnothing 49.045$ milímetros. Observando los diámetros del perno roscado comerciales no existe uno de 49 mm de diámetro por lo que se escogerá el de 50 mm dado que uno inferior no soportaría dicha fuerza. Se escoge el perno roscado C101-01-050-030 de la norma ISO 10242-1 del catálogo de GSB Oilless, el cual tiene un diámetro de $\varnothing 50$ mm y es de M30. Este está hecho en acero al carbono 1.0503 (C45). Para una mayor seguridad y una mayor duración de los componentes, este se ha de colocar en el centro de gravedad del troquel, por lo que se ha de calcular su posición. (Véase el apartado 4 del documento cálculos).

MEMORIA

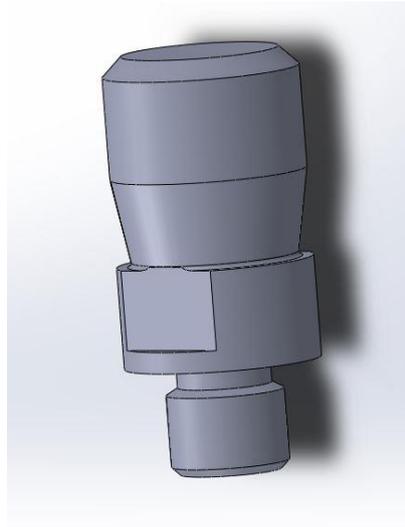


Figura 31. Perno roscado

12.11. Columnas guía

Las columnas guía son piezas cilíndricas que forman parte sistema de guiado de la parte móvil del troquel. Estos sirven para guiar al movimiento, de forma que se produzca un corte preciso y en la posición estimada. Existen distintas alternativas, entre las que destacan las columnas guía lisas y las columnas guía desmontables. Las primeras tienen la desventaja respecto a las segundas que se clavan enteras de forma que se quedan fijas mientras que las segundas solo se clava una parte y se fijan a la placa mediante bridas y tornillos, asegurando así un montaje mucho más fácil, dado que una columna lisa muy grande a parte de montarse con un prensa, debería congelarse antes de meterla en el agujero para así se contraiga y una vez se descongele se expanda dentro del agujero quedando así fijada totalmente. Es por este motivo que se ha escogido la columna guía desmontable SP104 que corresponde a la norma ISO 9182-5/DIN9825 del catálogo de Bru y Rubio “BR Stamp”.

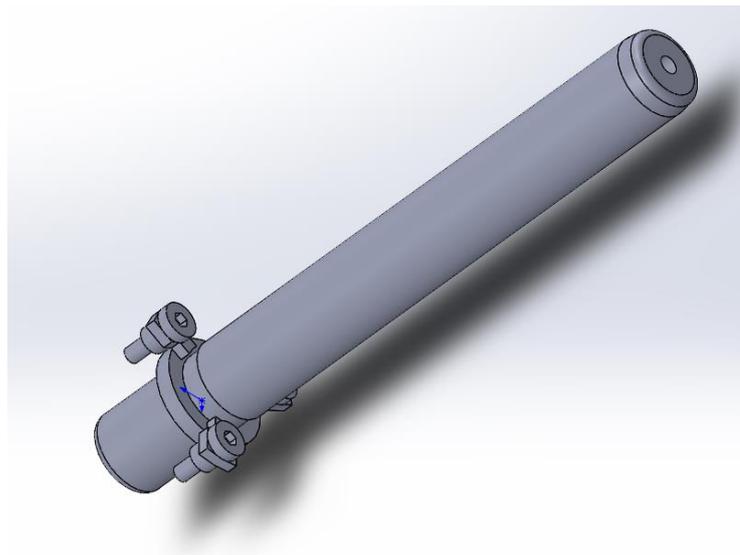


Figura 32. Columna guía desmontable

Se ha escogido la columna de la serie de diámetro $\varnothing 30-32$ para así colocarse cada una en su posición, con una longitud de 200 milímetros. Ésta está hecha en acero 1.1731

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

MEMORIA

(16MnCr5) que es un acero cementado con una dureza de 60+4 HRC cuya tolerancia de ajuste en la zona de clavado es H5 para el agujero y j6 para el eje y el cuerpo de la guía tiene una tolerancia h4. Los códigos de los productos serían: SP104-30-200 y SP104-32-200. (Véase anexo de catálogos y de tolerancias de ajuste para más información)

Respecto a su fijación, ésta se fija con 3 bridas SS10-M6 junto con tornillos DIN 6912 M6x20. (Para su disposición véase el anexo de catálogos)

12.12. Casquillos guía

Los casquillos guía son piezas cilíndricas huecas que forman parte del sistema de guiado y alineado del troquel, dado que por el interior de ella se deslizan libremente las columnas guía. Existen casquillos de diferentes materiales desde acero, bronce, bronce con grafito, etcétera... entre los que se han elegido los de acero, dado que para la pieza a fabricar lo que te ofrecen los casquillos de este material es suficiente. Los casquillos disponen de una gran lubricación, dado que poseen un lapeado interior que hace que las micro fracturas de su superficie agarre el lubricante.

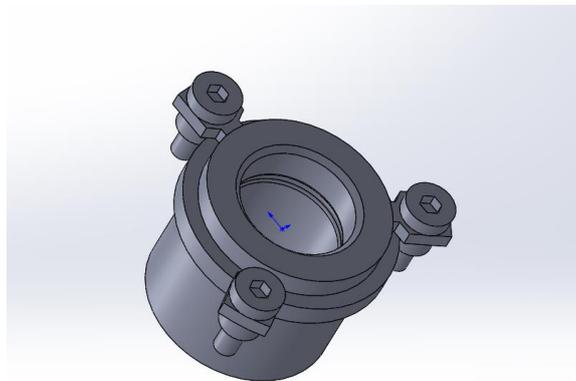


Figura 33. Casquillo guía corto

Se han escogido los casquillos SB 500 que cumplen con la norma ISO 9448-6 del catálogo de Bru y Rubio "BR Stamp". Se han escogido los de la serie de diámetro interior $\varnothing 30-32$ dado que debe coincidir con el \varnothing de la columna y de longitud 42 milímetros para la placa guía punzones y de 75 milímetros de longitud para la placa superior. El material empleado en dichos casquillos es el acero cementado 1.1713 (16MnCr5), cuya dureza es 60 +/- 2HRC. Los códigos serían: SB500-30-42, SB500-32-42, SB500-30-75 y SB500-32-75. Estos se fijan con el mismo sistema que las columnas y poseen las mismas tolerancias. (Véase anexo de catálogos y de tolerancias de ajuste para más información)

MEMORIA

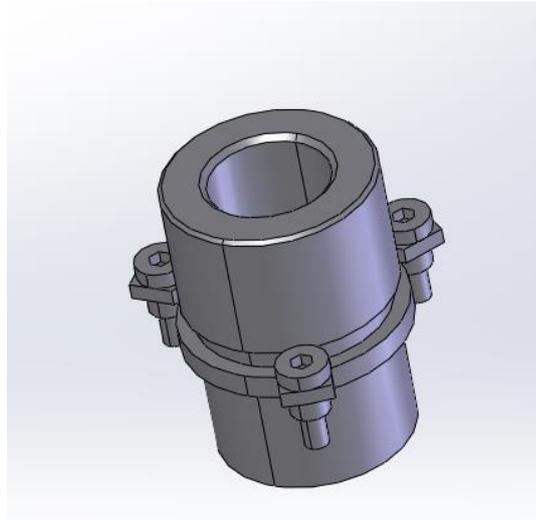


Figura 34. Casquillo guía medio

12.13. Elevadores de banda

Los elevadores de banda son piezas cilíndricas que forman parte del sistema de pisado de la chapa. Estos poseen una ranura por la que circula la chapa de forma que la banda de chapa va guiada en todo momento. En el alojamiento de estos se ubica un muelle (del que hablaremos a continuación) que hace que el elevador este levantado y la chapa pueda circular libremente, pero en el momento que la prensa hace que baje el troquel la placa pisadora pisa directamente la cabeza del elevador de banda haciendo que este baje y presione a la chapa contra la chapa matriz, de forma que la banda de chapa se encuentra totalmente fijada y preparada para que se realice el corte. Los elevadores de banda elegidos pertenecen al catálogo de Bru y Rubio de “BR Stamp” cuyo código es SE10-0820-M12. (Véase anexo de catálogos)

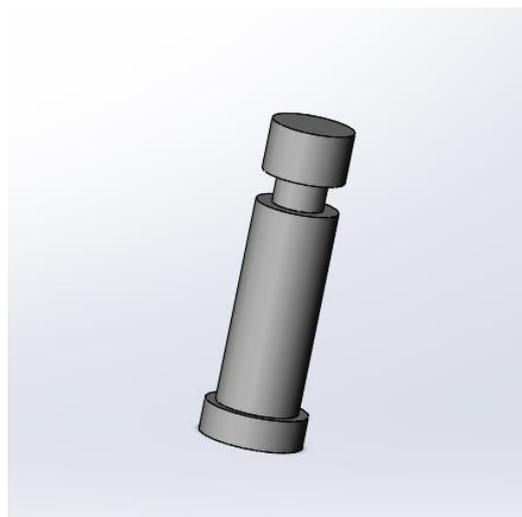


Figura 35. Elevador de banda

Por otra parte a este se le pone un tapón para fijarlo también correspondiente al catálogo de “BR Stamp” con código SE15-M12. Este último se fija a la placa mediante Loctite tipo 281.243.

MEMORIA

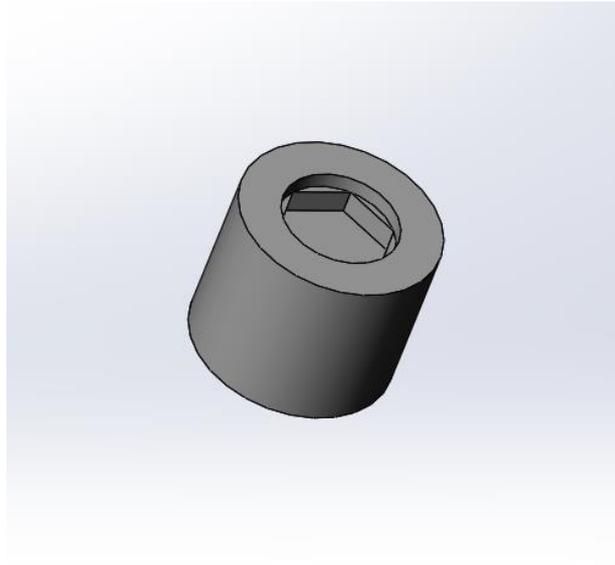


Figura 36. Tapón para elevador de banda

12.14. Muelles

Los muelles utilizados en estampación son resortes helicoidales que trabajan a compresión y a torsión. Estos se utilizan como medio para realizar el movimiento relativo entre ambas placas de la parte móvil del troquel. Existen muchas limitaciones en cuanto a los muelles. (Véase anexo de muelles para más información)

Una vez realizados los correspondientes cálculos se han elegido los muelles adecuado (Véase el apartado 5 del documento de cálculos) Se han escogidos dos tipos de muelles. Ambos son del catálogo de Bru y Rubio “BR Stamp” y cumplen con la normativa ISO10243:2010. Se han escogido los de carga extrafuerte para la parte móvil y de carga ligera para los elevadores de banda. Los primeros son de color amarillo cuyo diámetro exterior es de $\varnothing 40$ milímetros y su interior de $\varnothing 20$ milímetros, con una longitud de 64, a los que se le aplican una longitud de 60, debido a su pre carga para aumentar la duración, cuyo código es A-40x64. Los segundos son de color verde cuyo diámetro exterior es de $\varnothing 10$ milímetros y el interior de $\varnothing 5$ milímetros y una longitud de 25, pero que irán cortados a 17 milímetros, cuyo código sería V-10x25. Aunque no se recomienda cortarlos, debido al poco trabajo que realizan estos muelles no existiría problema al ser cortados. (Véase el anexo de catálogos y de muelles para más información)

MEMORIA

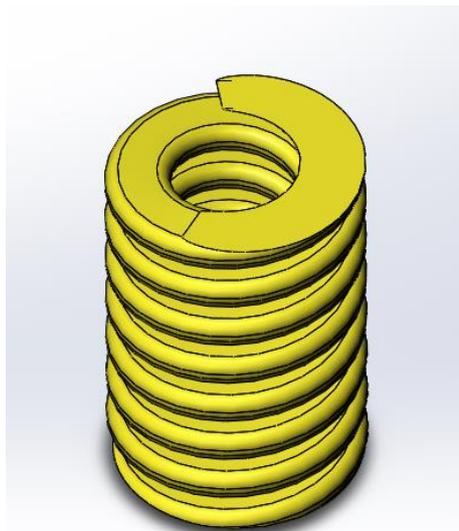


Figura 37. Muelle A-40x64

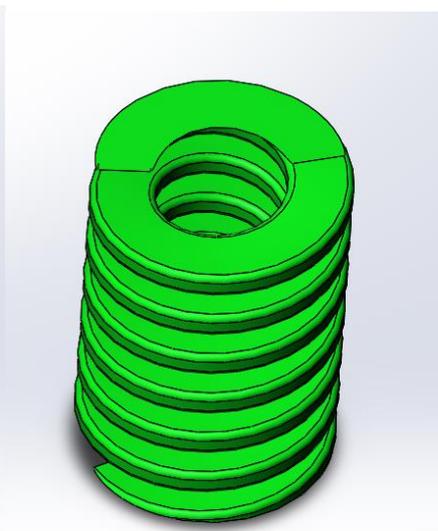


Figura 38. Muelle V-10x25

Código	Ø externo (mm)	Ø interno (mm)	Longitud (mm)	Constante (N/mm)	%L máximo
V-10x25	10	5	25	10	13.5
A-40x64	40	20	64	487	19.5

Tabla 4. Características de los muelles

12.15. Tornillo limitador

Los tornillos limitadores son unos tornillos que se utilizan para guiar a los resortes helicoidales, o muelles, de los troqueles con pisador para evitar que estos se tuerzan demasiado durante los ciclos de trabajo. La cabeza de estos va alojada en la placa superior mientras que la rosca de estos va roscada en la placa guía punzones de manera que estos dos quedan conjuntos en un solo bloque, conformando así la parte móvil del troquel. Estos tornillos trabajan bajo esfuerzos de tracción.

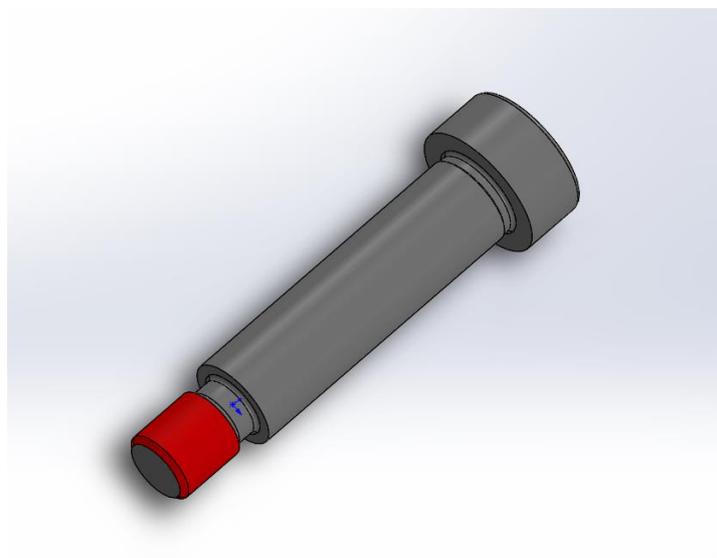


Figura 39. Tornillo limitador

MEMORIA

Como tornillos limitadores se han escogido los TPM que cumplen con la normativa ISO 7379 del catálogo de Bru y Rubio "BR Stamp". Estos están hechos de acero aleado con una dureza que está entre 38-42 HRC. Debido a las características del troquel se han escogido 12 TPM, uno por muelle, cuya longitud sin roscar es de 60 mm, debido a la distancia entre la placa superior y la placa guía punzones, al igual que la longitud de los muelles con la precarga inicial. Dado que los muelles poseen un diámetro interior de 20 se han de escoger de M16, por lo que el código es TPM M16x60. (Véase el anexo de catálogos para más información)

12.16. Tornillos

Son elementos roscados que se utilizan para unir dos o más cosas, en este caso se han empleado para la unión de los distintos elementos o placas entre sí. Se han empleado dos tipos de tornillos.

Por un lado están los tornillos que se utilizan para fijar las columnas y los casquillos que según las normas ISO correspondientes se han de montar con un tornillo DIN 6912 de M6x20. Se han de utilizar 3 tornillos por cada componente por lo que se necesitan un total de 18 tornillos de este tipo, estos son de acero aleado con una dureza entre 38-42 HRC.

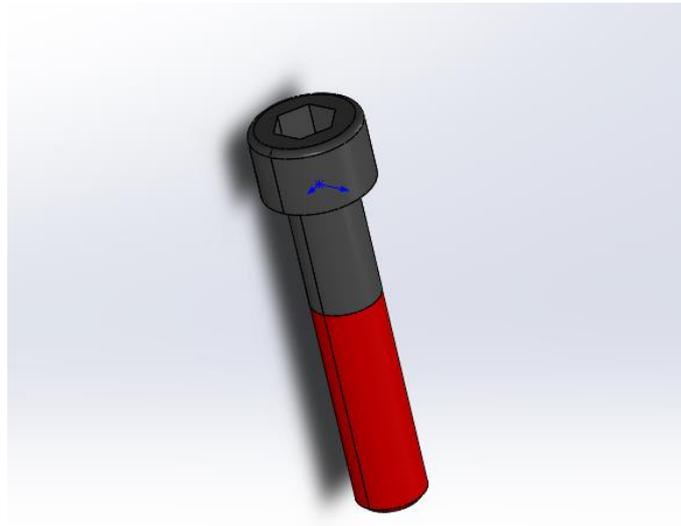


Figura 40. Tornillo DIN 7379

Por otro lado se encuentran los tornillos que se utilizan para unir las placas entre sí que son tornillos de cabeza hexagonal con extremo roscado Ta 12.9 del catálogo de Bru y Rubio según la norma ISO 7379. Se utilizan un total de 24 tornillos, descompuestos de la siguiente forma:

- 6 de M8x40
- 6 de M10x50
- 4 de M12x95
- 6 de M12x45
- 1 de M10x100
- 1 de M16x100

MEMORIA

12.17. Pasadores

Los pasadores son elementos mecánicos cilíndricos cuya misión es posicionar en el plano perpendicular al movimiento de corte de los distintos elementos sobre los que van montados, en el interior de un agujero escañado y que poseen un ajuste a precisión.

Se van a utilizar distintos pasadores pero todos son los correspondientes al PAS del catálogo de Bru y Rubio "BR Stamp" que cumple con la norma ISO 8734 / DIN 6325 y que poseen una dureza de 58 +/- 2 HRC. Se utilizarán un total de 12, con diferentes medidas:

- 4 PAS $\varnothing 6 \times 40$
- 4 PAS $\varnothing 8 \times 80$
- 4 PAS $\varnothing 10 \times 60$

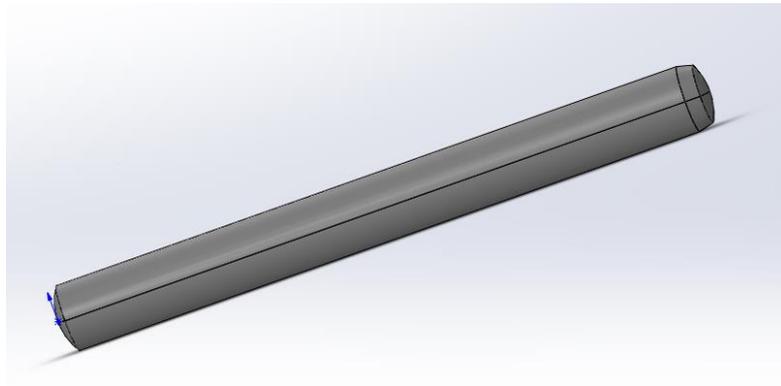


Figura 41. Pasador cilíndrico

12.18. Troquel completo

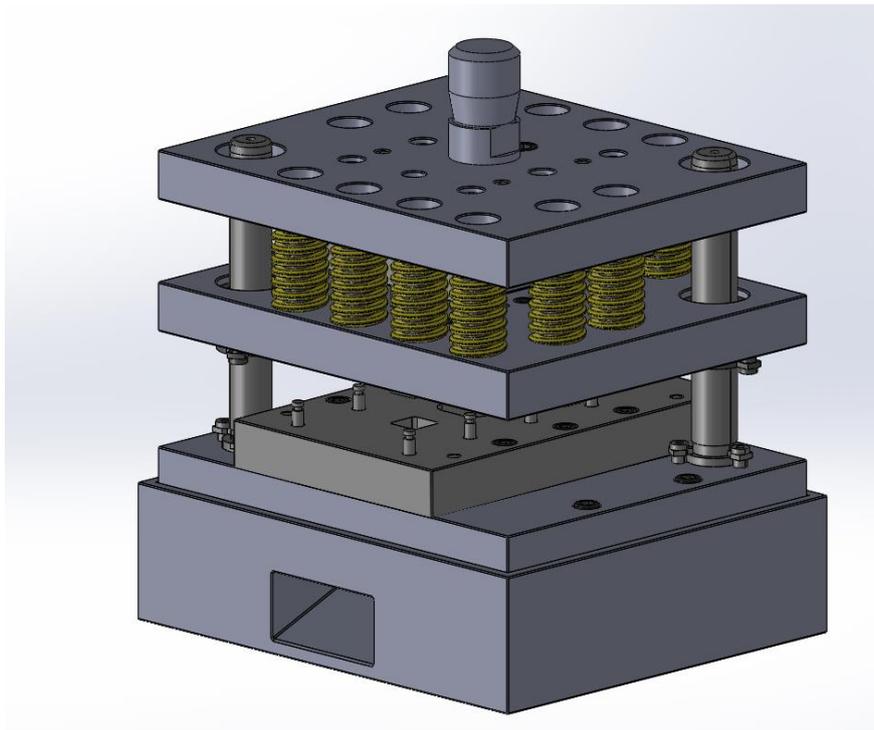


Figura 42. Ensamblaje final del troquel

13. Aspectos medioambientales

Hoy en día el aspecto medioambiental es uno de los factores más determinantes en prácticamente todos los proyectos, por lo que hay que tener en cuenta el impacto medioambiental que tendría el proyecto, tanto el troquel como la pieza. Dado que de una materia prima se pasa a un producto final ya acabado, se producen una serie de desperdicios, los cuales se intentan reducir, y con los que son inevitables, se recortarán y así, serán vendidos a la chatarra y podrán reutilizarse y/o reciclarse.

El factor más determinante en cuanto a contaminación en el mundo de la troquelería es la contaminación acústica, dado que las piezas se producen por golpes de los punzones sobre una chapa de metal, cosa que provoca un gran ruido al exterior. Una forma de disminuir el ruido es encerrar la prensa y el troquel en un apartado y a su vez dotar a los trabajadores de orejeras, para no dañar así su sistema auditorio.

Por otra parte se encuentra el tema de los lubricantes, los cuales suelen ser aceites sintéticos, que tendrá que almacenarse de manera correcta sin derramarse y llevarse a su punto limpio correspondiente para no causar un gran impacto medioambiental. Los componentes se han escogido para que la lubricación pueda ser mínima y así gastar la menor cantidad de lubricante.

MEMORIA

14. Normativa

Respecto a los elementos normalizados se encuentran:

- ISO 9448-6 para casquillos guía autolubricados.
- ISO 8734 / DIN 6325 para pasadores cilíndricos.
- ISO 7379 para tornillos de cabeza cilíndrica hexagonal.
- DIN 6912 para tornillos de cabeza cilíndrica.
- ISO10243:2010 para resortes helicoidales.
- ISO 9182-5/DIN9825 para columnas guía desmontables.
- ISO 10242-1 para pernos roscados o vástagos.

En cuanto a las normativas técnicas se ha realizado en torno a:

- Norma UNE-1-039-94 en la cual se establecen los principios generales de acotación a los dibujos técnicos de los distintos sectores.
- Norma ISO 1302:2002 en la cual se establece la calidad superficial en la documentación técnica.
- Norma ISO 286-2:2010, en la cual se establece la relación de las distintas tolerancias para agujeros y ejes.

En cuanto a las normativas que deberá cumplir la matriz se encuentran:

- La directiva “maquinas” 2006/42/CE.
- El R.D. 1435/1992.
- El R.D. 56/1995.
- El R.D. 1215/1997.

15. Bibliografía

- Florit, Antonio. 2005. Fundamentos de matriceria: corte y punzonado. Barcelona: CEAC.
- Florit, Antonio. 2008. Tratado de matriceria. Barcelona: Tecnofisis.
- Rossi, Mario. 1979. Estampado en frío de la chapa. Madrid: Editorial DOSSAT.
- Manuel Antonio Martínez Baena y José M^a Palacios (Junio 2006). Tratamientos térmicos. Aceros aleados de herramientas para trabajos en frío.
- Ávila Rodríguez Adolfo. (2009). Diseño y fabricación de un troquel para placas de apagador. (Tesis curricular para el grado de Ingeniero Mecánico). Instituto Politécnico Nacional, México.
- Daniel Camilo Velázquez (2016). Diseño de un troquel coaxial doble para la producción de la pieza tapa de betún 30g-36g y uso exclusivo de la prensa (Alfons Haar P15) en la empresa Incoltapas S.A. (Proyecto curricular de ingeniería mecánica). Universidad distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Marcos Ferreiro López (2011). Diseño de una matriz progresiva para chapa. (Proyecto Final de Carrera) Universidad politécnica de Barcelona, Barcelona.
- Javier Múgica Soto (2014). Diseño de un troquel progresivo. (Proyecto Final de Carrera) Universidad de Cantabria
- Normativa de Fabricación y montaje de porta matrices de Bru y Rubio.
- Catálogo de BR Stamp dedicado a la matricería de la empresa Bru y Rubio.

DOCUMENTO 2:

Cálculos justificativos

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

Contenido

1.	Fuerzas producidas en el proceso	2
1.1.	Fuerza de corte.....	2
1.2.	Fuerza de extracción	3
1.3.	Fuerza de expulsión.....	4
2.	Cálculo de la longitud de los punzones	4
3.	Holgura en el corte entre punzón y matriz	6
4.	Centro de gravedad del troquel y posición del perno roscado	8
5.	Elección de los muelles	8
6.	Elección de la prensa.....	10

CÁLCULOS

1. Fuerzas producidas en el proceso

1.1. Fuerza de corte

En primer lugar se calcula dicha fuerza que es la necesaria para cizallar la banda de chapa, es decir para recortar la forma de la pieza deseada. Esta depende de varios factores entre los que se encuentran el espesor de la chapa, el perímetro a cortar o la resistencia al corte de la chapa a cortar.

Dicho esto se puede decir que la fuerza de corte se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Fuerza de corte} = \tau \times P \times e$$

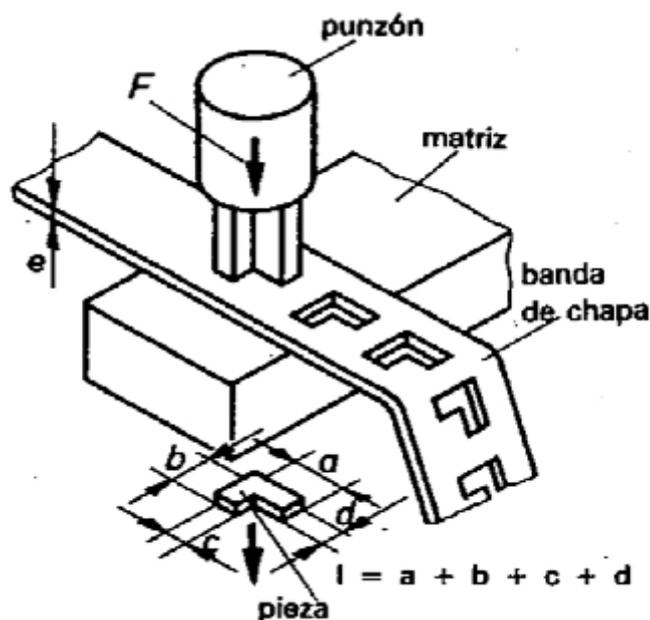


Figura 42. Fuerzas de corte

Siendo así σ es la resistencia al corte, P el perímetro a recortar y e el espesor de la banda de chapa. Determinando primero los valores teóricos como es el de la resistencia al corte del acero inoxidable, siendo esta de $\tau = 588 \text{ N/mm}^2$ y el espesor de la chapa que es de 3 mm, se pasa a calcular el perímetro de los punzones. Este se calcula con la herramienta Solidworks.

De esta forma se calculan por separado ambos punzones de modo que:

-Punzón A:

Es un punzón con forma rectangular con esquinas redondeadas, para realizar el recorte interior, cuyo perímetro es de 95,71 mm, resultando así:

$$\text{Fuerza de corte}_A = 588 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 95,71 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} = 168,8324 \text{ KN}$$

-Punzón B:

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

Dicho punzón se encarga de darle la forma a la pieza por lo que este tiene su forma y posee un perímetro de 329.96 mm, obteniéndose así:

$$Fuerza\ de\ corte_B = 588 \frac{N}{mm^2} \times 329,96mm \times 3mm = 582,049\ KN$$

Para calcular la fuerza de corte resultante, tan sólo hay que sumar ambas fuerzas de corte, dado que sólo se tiene un punzón de cada tipo. De esta forma se obtiene un resultado total de 750,88144 KN. Para que ambas fuerzan no sean simultáneas se han dimensionado los punzones en dos medidas diferentes. En el apartado del cálculo de las longitudes de los punzones se explicará más detalladamente.

1.2. Fuerza de extracción

Dicha fuerza es la que se utiliza para separar los punzones una vez se ha realizado el proceso de corte de chapa. Esta es en cada punzón más o menos un 10% de la fuerza de corte, por lo que la total será la suma de las dos.

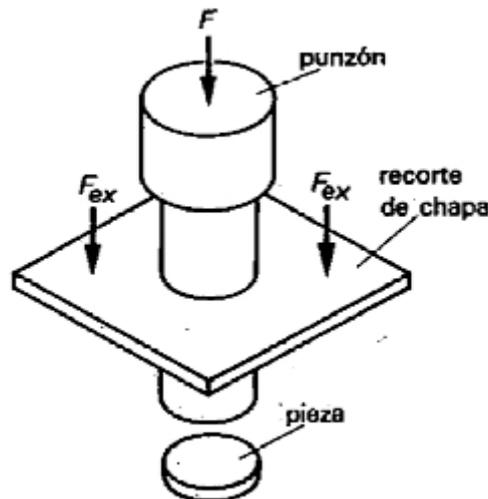


Figura 43. Fuerza de extracción

De esta forma se obtiene dos fuerzas de extracción distintas:

-Punzón A:

$$Fuerza\ de\ extracción_A = 588 \frac{N}{mm^2} \times 95,71mm \times 3mm \times 0.1 = 16,88324\ KN$$

-Punzón B:

$$Fuerza\ de\ extracción_B = 588 \frac{N}{mm^2} \times 329,96mm \times 3mm \times 0.1 = 58,2049KN$$

Para calcular la fuerza de extracción resultante, tan sólo hay que sumar ambas fuerzas de extracción, dado que sólo se tiene un punzón de cada tipo. De esta forma se obtiene un

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

resultado total de 75,088144 KN. Para que ambas fuerzan no sean simultáneas se han dimensionado los punzones en dos medidas diferentes. En el apartado del cálculo de las longitudes de los punzones se explicará más detalladamente.

1.3. Fuerza de expulsión

Dicha fuerza es la fuerza necesaria para sacar la pieza de la matriz y su valor es aproximadamente un 1,5 % del valor de la fuerza de corte.

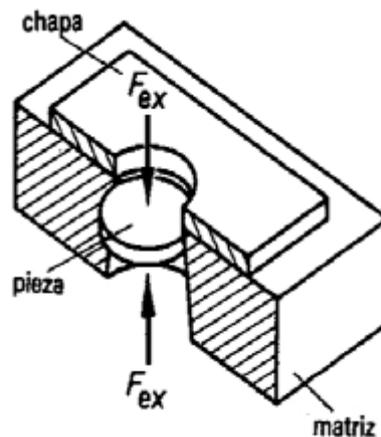


Figura 44. Fuerza de expulsión

Dicho esto se obtiene:

-Punzón A:

$$Fuerza\ de\ expulsión_A = 588 \frac{N}{mm^2} \times 95,71mm \times 3mm \times 0.015 = 8,731\ KN$$

-Punzón B:

$$Fuerza\ de\ extracción_B = 588 \frac{N}{mm^2} \times 329,96mm \times 3mm \times 0.015 = 2,5324KN$$

Para calcular la fuerza de expulsión resultante, tan sólo hay que sumar ambas fuerzas de expulsión, dado que sólo se tiene un punzón de cada tipo. De esta forma se obtiene un resultado total de 11,263 KN. Para que ambas fuerzan no sean simultáneas se han dimensionado los punzones en dos medidas diferentes. En el apartado del cálculo de las longitudes de los punzones se explicará más detalladamente.

2. Cálculo de la longitud de los punzones

Dado que el troquel es un elemento que trabaja a compresión y la parte más activa de estos son los punzones podría producirse el fenómeno de pandeo en estos. Este se produce cuando existe un desplazamiento en el cuerpo de estos en el sentido perpendicular a las

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

fuerzas. Para que dicho fenómeno no ocurra, se debe de dimensionar los punzones de manera correcta.

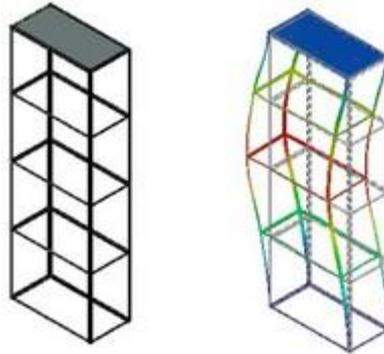


Figura 45. Pandeo de los elementos

El factor más importante a calcular en este sentido para que no se produzca el fenómeno de pandeo en los punzones es la longitud máxima que pueden tener estos. Para ello se aplican cálculos de ecuaciones de la estática teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad, ya que el troquel forma parte de la dinámica, por lo que no se debe escoger un valor cerca del límite de la longitud calculada.

Para obtener la longitud máxima se ha escogido la ecuación que pertenece al apartado 6.18 del Documento Básico SE-A del Acero que pertenece al Código Técnico de la Edificación:

$$N = \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 \times E \times I$$

Si se despeja la ecuación y se sustituye el axil por la fuerza de corte:

$$Longitud_{m\acute{a}xima} = \sqrt{\pi^2 \times E \times \frac{I}{Fuerza\ de\ corte}}$$

Siendo así E el módulo de elasticidad del acero, que es 210000 MPa, I el momento de inercia mínimo de la sección, en mm⁴ y la fuerza de corte de cada punzón en N. Dado que ambos punzones son secciones no básicas, el momento de inercia no se puede calcular con una fórmula, si no que se calculará con el software Solidworks.

De esta forma se obtiene:

-Punzón A:

$$Longitud_{m\acute{a}xima} = \sqrt{\pi^2 \times 210000\ MPa \times \frac{31785,84mm^4}{168832,4N}} = 624.667\ mm$$

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

-Punzón B

$$Longitud_{m\acute{a}xima} = \sqrt{\pi^2 \times 210000 \text{ MPa} \times \frac{2102101,24 \text{ mm}^4}{582049 \text{ N}}} = 2735.94 \text{ mm}$$

Teniendo en cuenta estos valores como longitudes máximas se ha escogido unas longitudes de 100 y 105 mm para que no se realicen ambos cortes de manera simultánea. Estos valores son demasiado seguros, ya que no se acercan ni a la mitad de la longitud máxima. Se ha elegido una diferencia de 5 mm entre los punzones dado que se recomienda que la diferencia sea como mínimo superior al espesor de la chapa.

3. Holgura en el corte entre punzón y matriz

Para que el proceso de corte se produzca de manera satisfactoria, debe de existir un juego entre la superficie exterior del punzón y el agujero de la matriz. El objetivo de dicho juego es aliviar y facilitar la expansión del material que se produce por la presión ejercida.

Es muy importante que se aplique un buen valor de juego entre matriz y punzón de corte, ya que esto aportará beneficios tanto a la durabilidad de las piezas, como a la precisión de las piezas fabricadas, estos beneficios se verán reflejados en los costes del proyecto, dado que si el juego es excesivo o demasiado holgado pueden producirse problemas en las piezas troqueladas, generando así pérdidas. Esto se produce ya que si la tolerancia es demasiado pequeña el material no se puede expandir y presenta una gran laminación en la pared de corte. Además, el hecho que haya falta de fluencia en la banda de la chapa hace que aumente la presión en los elementos encargados de producir el corte y genera fuerzas de sentido radial que son perjudiciales para los punzones.

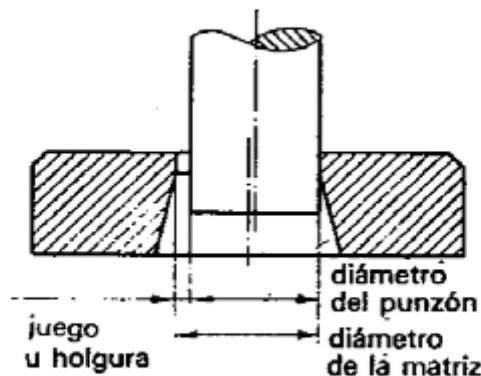


Figura 46. Holgura entre punzón y matriz

Por otra parte si el juego entre punzón y matriz es demasiado grande la fluencia de la chapa entre el punzón de corte y la matriz, la compactación de las fibras para producir la rotura es insuficiente.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

El hecho de escoger una holgura entre punzón de corte y matriz resulta fundamental a la hora de realizar piezas con buen acabado, precisión y sin ningún tipo de rebabas, que al final será lo que determinará la calidad del producto.

El factor de tolerancia óptimo es función de la resistencia al corte del material y del espesor de la chapa a cortar, como bien se puede observar en la siguiente tabla:

Resistencia al corte (N/mm ²)	Factor de tolerancia
<100	0.01e
110-250	0.03e
260-390	0.05e
400-590	0.07e
600-990	0.09e
>1000	0.10e

Tabla 5. Relación entre la resistencia al corte y la tolerancia

De esta forma para calcular el factor de tolerancia se debe pasar primero la resistencia al corte del material de 588 N/mm² a Kg/mm², obteniendo así una resistencia al corte de 60 Kg/mm². Una vez obtenido dicho valor se multiplica por el espesor y se obtiene el factor de tolerancia.

$$\text{Factor de tolerancia} = 0.09 \times \text{espesor} = 0,09 \times 3\text{mm} = 0,27 \text{ mm}$$

Una vez obtenido dicho factor se considera que lo más oportuno es aplicarlo de la siguiente manera:

-Punzón A: este punzón tendrá la medida exacta y a la matriz se le sumará el factor de tolerancia, ya que se necesita que las medida de este recorte sean lo más exactas posible.

-Punzón B: a este punzón se le restará el factor de tolerancia y la matriz tendrá la medida exacta, dado que la pieza tiene unas tolerancias de medida determinadas y es de +/- 1 mm y estaría dentro de tolerancia.

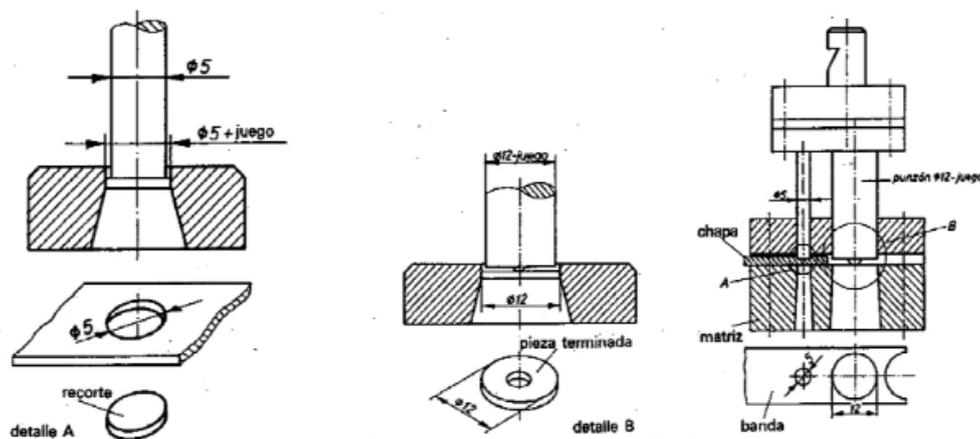


Figura 47. Disposiciones de la holgura

CÁLCULOS

4. Centro de gravedad del troquel y posición del perno roscado

A continuación se va a explicar cómo se ha calculado la posición del perno roscado que se encuentra en la parte superior del troquel y que se encarga de mantener unida la prensa al troquel. Dado que el nexa entre el utillaje y la máquina que ejerce la fuerza necesaria para el corte este se debe encontrar en la posición, la cual coincida con centro de gravedad si sólo tuviéramos un solo punzón, o bien, como en nuestro caso en el centro de fuerzas que resulta de ambas fuerzas de corte de los dos punzones que se tienen.

Una correcta situación en el troquel del perno evita excentricidades, esfuerzos y empujes laterales que actúan sobre los elementos de guía o en los elementos cortantes, provocando así su fallo, rotura o prematuro desgaste, evitando esto se consigue una gran eficiencia de la vida útil de los elementos del troquel.

Dado que el perno ejerce la fuerza en la placa superior del troquel y esta coincide con la placa guía punzones en cuanto a dimensiones y las tres placas, placa superior, placa guía punzones y placa base inferior, se encuentran perfectamente alineadas, se escoge esta última como referencia para la vista en planta en cuanto a los cálculos a realizar.

Dado que las fuerzas actúan en el centro de gravedad de cada punzón se toma este punto como referencia en cuanto al posicionamiento en los ejes cartesianos. Dado que el diseño es simétrico en cuanto al eje Y, el centro de gravedad de los punzones se encuentran sobre dicho eje., o lo que es lo mismo $X_{CF} = 173 \text{ mm}$.

Una vez establecido esto se pasa a calcular la posición del centro de gravedad en cuanto al eje Y, para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$\sum F_c \times Cg_y = F_{CT} \times Y_{CF}$$

Siendo así F_c la fuerza de corte de cada punzón expresada en KN, Cg_y el centro de gravedad de cada punzón en el eje Y expresado en mm, F_{CT} la fuerza de corte total del proceso expresada en KN y Y_{CF} la posición del centro de gravedad en el eje Y expresado en mm.

De esta forma el cálculo queda así:

$$(582,049 \times 170) + (168,832 \times 80) = 750,88144 \times Y_{CF}$$

Donde resulta que el Y_{CF} es igual a 149,76 mm. De esta forma se obtiene que el perno debe posicionarse a 173 mm respecto del eje X y 149,76 mm respecto al eje Y, cosa que tiene lógica dado que se encuentra más o menos centrado y más cerca del punzón que tiene mayor fuerza.

5. Elección de los muelles

En este apartado se va a calcular como y cuantos muelles serán necesarios para realizar el proceso de extracción de los punzones, una vez se haya producido el corte. Estos pueden posicionarse en distintas placas pero la más habitual y la elegida va a ser entre los dos

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

elementos de la parte móvil, es decir entre la placa guía punzones y la placa superior. Se ha escogido colocarse un total de 12 muelles, repartidos de manera simétrica por la parte móvil del troquel.

Estos deben de soportar la fuerza de expulsión por lo que atendiendo a lo que se ha calculado en el apartado anterior, la fuerza de extracción es de 75088N repartida en 12 muelles cada muelle va a tener una fuerza de 6257.33N cada muelle.

Se ha elegido como longitud idónea muelles de 64 mm de longitud, los cuales tienen en reposo una longitud de 60,8 dado que se les ha aplicado una precarga de un 5% de distancia, cosa que asegurará una mayor durabilidad de estos.

Una vez establecida la precarga idónea se procede a calcular la deflexión de estos. Para ello hay que apoyarse en la vista de alzado del conjunto del troquel para poder observar bien tanto la carrera como el desplazamiento de la parte móvil del troquel, para así calcular el desplazamiento relativo del subconjunto superior respecto del central.

La carrera de la prensa es la distancia que existe entre el punzón de corte más corto y la superficie de la chapa, a la cual se le suma la vida de la matriz, que en este caso tiene un valor de 6 mm. Si atendemos a la vista anterior se deduce que:

$$\begin{aligned} \text{Carrera} &= 270 (\text{Longitud total del troquel}) - 46 (\text{espesor placa base inferior}) \\ &\quad - 44 (\text{espesor placa matriz} + \text{elevadores de banda}) \\ &\quad - 100 (\text{longitud del punzón más corto}) - 10 (\text{espesor placa sufridera}) \\ &\quad - 36 (\text{espesor placa base superior}) - 8 (\text{saliente de la columna guía}) \\ &\quad + 6 (\text{vida de la matriz}) = 32 \text{mm} \end{aligned}$$

Por otra parte se encuentra el desplazamiento de la parte móvil, la cual se calcula de la siguiente manera:

Desplazamiento

$$\begin{aligned} &= 270 (\text{longitud total}) - 46 (\text{espesor placa base inferior}) \\ &\quad - 44 (\text{espesor placa matriz} + \text{elevadores de banda}) \\ &\quad - 15 (\text{espesor placa pisadora}) - 36 (\text{espesor placa guía punzones}) \\ &\quad - 60,8 (\text{distancia entre placa superior y placa guía punzones}) \\ &\quad - 36 (\text{espesor placa superior}) - 8 (\text{saliente de la columna guía}) \\ &\quad - 3 (\text{espesor de la banda de chapa}) = 21,2 \end{aligned}$$

De estos dos cálculos se puede sacar como conclusiones que el conjunto móvil bajará de manera solidaria los primeros 21,2 mm y una vez haya llegado a esa distancia, sólo de moverá la parte superior del troquel efectuando así el corte y completando el recorrido completo de la carrera. Gracias a este desplazamiento se puede calcular la compresión de los muelles. Este no es más que la suma entre la precarga de los muelles y la diferencia entre la carrera y el desplazamiento del conjunto móvil. Dicho esto se deduce que:

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

$$\Delta_x = 32 - 21,2 + 3,2 = 14 \text{ mm}$$

Una vez que se sabe el desplazamiento de los muelles se puede pasar a calcular el siguiente paso que es el de la constante elástica para así poder determinar que muelles nos hacen falta. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$Fuerza_{muelles} = k \times \Delta x$$

Donde se conoce la fuerza de los muelles y la compresión de estos por lo que:

$$6257,33 = k \times 14$$

Resultando así una k de 446,952 N/mm. Teniendo en cuenta este valor y el valor de la longitud podemos buscar cuales son los muelles que mejor se adaptan al troquel. Teniendo en cuenta estos factores, se deduce que los que mejor se adaptan son los muelles A40x64 de color amarillo y carga extrafuerte del catálogo de Bru y Rubio "BR Stamp".

Código	Ø externo (mm)	Ø interno (mm)	Longitud (mm)	Constante (N/mm)	%L máximo
V-10x25	10	5	25	10	13.5
A-40x64	40	20	64	487	19.5

Tabla 6. Características de los muelles

6. Elección de la prensa

El cálculo de la fuerza que debe de ejercer la prensa es de los cálculos más fundamentales a la hora de diseñar el troquel, ya que una correcta elección de esta es la que va a suponer que consigamos realizar las piezas de manera adecuada. Además se necesita conocer el valor de la fuerza que proporciona la prensa para la correcta elección del perno roscado, dado que este debe soportar la fuerza ejercida por la prensa y transmitirla de manera correcta al troquel.

La fuerza de la prensa se puede calcular como la fuerza máxima instantánea, es decir en un momento determinado, y la fuerza ejercida que deben soportar los muelles, calculada en el apartado anterior. Al valor obtenido se le aplica un coeficiente de seguridad de un 5%.

Dado que los punzones se han diseñado con dos longitudes distintas para que el proceso de corte no sea instantáneo, se debe de tener en cuenta solo la fuerza del punzón que produzca más fuerza de corte, en nuestro caso el punzón B que ejerce una fuerza de 582,049 KN. Los muelles como máximo ejercen una fuerza de:

$$Fuerza_{máxima} = n_{muelles} \times K_{muelle} \times \Delta x = 12 \times 486 \times 14 = 81,816KN$$

Por lo que la fuerza de la prensa será:

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

CÁLCULOS

$$Fuerza_{prensa} = 1,05 \times (Fuerza_{muelles} + Fuerza_{corte}) = 690,9KN$$

De esta forma la fuerza de la prensa en toneladas es de 69,09 Tn, por lo que se escogerá una prensa que como mínimo pueda ejercer dicha fuerza.

DOCUMENTO 3: Pliego de condiciones

Contenido

1.	Pliego de condiciones de fabricación	2
1.1.	Separador de piezas	2
1.2.	Placa base inferior	2
1.3.	Placa matriz	3
1.4.	Placa pisadora	4
1.5.	Placa guía punzones	4
1.6.	Placa porta punzones	5
1.7.	Placa sufridera	6
1.8.	Placa superior	7
1.9.	Punzón tipo A	7
1.10.	Punzón tipo B	8
2.	Pliego de condiciones de seguridad	9
2.1.	Riesgos laborales-Seguridad y salud laboral	9
2.2.	Riesgos presentes en el proceso de troquelado	9
2.3.	Medidas de prevención	10
2.4.	Medidas de protección	11
3.	Pliego de condiciones de montaje	11
3.1.	Montaje del conjunto inferior	11
3.2.	Montaje del conjunto intermedio	13
3.3.	Montaje del conjunto superior	14
3.4.	Montaje de la parte móvil	16
3.5.	Montaje final	17
4.	Pliego de condiciones de mantenimiento	18
4.1.	Pruebas del troquel	18
4.2.	Mantenimiento general del troquel	19
4.3.	Mantenimiento correctivo	19
4.4.	Mantenimiento preventivo	19
4.4.1.	Componentes a revisar	20
4.4.2.	Causas del fallo	20
4.4.3.	Limpieza y engrase	20

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Pliego de condiciones de fabricación

En dicho apartado se va a explicar las condiciones de fabricación de las piezas que no son comerciales, es decir que son características de este troquel, especificando cosas como el material de partida, las especificaciones de este, el proceso de mecanizado que sigue hasta estar completamente operativo, especificando las tolerancias y acabados especificados.

1.1. Separador de piezas

Esta pieza está fabricada en acero 1.1730 o C45W3 (F-1140) con unas dimensiones de 366x316x100 partiendo de un planchón de acero que se corta en la sierra cuyo proveedor de acero es ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.. Una vez cortada se cuadrean los laterales para tener una rugosidad de 6.3 y a continuación con una fresadora de la marca DMG Mori se mecanizan tanto la cajera como las rampas. Una vez mecanizadas estas se realizara el taladrado de agujeros, sin necesidad de punteado debido a que a ese diámetro existen brocas de metal duro que impiden que flexen. Una vez realizados los agujeros se procederá con el mandrinado y el roscado de estos. Una vez todas las operaciones realizadas se procederá al achaflanado de todos los cantos a 1x45º para evitar cortes no deseados en los operarios o cualquier problema de funcionalidad (Véase anexo para más información sobre el mecanizado de este tipo de acero)

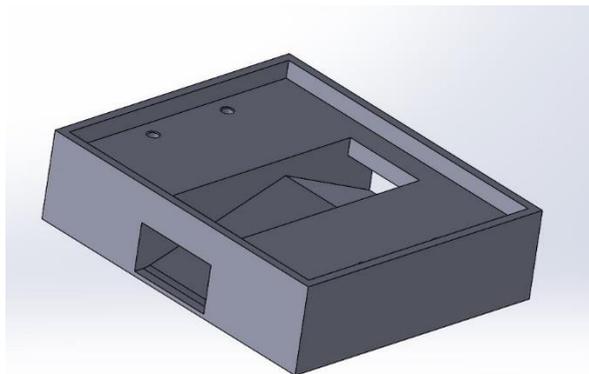


Figura 49. Separador de piezas

1.2. Placa base inferior

Esta pieza está fabricada en acero 1.1730 o C45W3 (F-1140) con unas dimensiones de 296x346x46 partiendo de un planchón de acero que se corta en la sierra cuyo proveedor de acero es ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.. Una vez cortada se cuadrean los laterales para tener una rugosidad de 6.3 y a continuación con corte por agua se realiza el mecanizado pasante de la forma de las piezas. Una vez mecanizadas estas se realizara el taladrado de agujeros, sin necesidad de punteado debido a que a ese diámetro existen brocas de metal duro que impiden que flexen. Una vez realizados los agujeros se procederá con el mandrinado y el roscado de estos o solo con el mandrinado en caso de los agujeros pasantes. Una vez todas las operaciones realizadas se procederá al achaflanado de todos los cantos a 1x45º para evitar cortes no deseados en los operarios o cualquier problema de funcionalidad (Véase anexo para más información sobre el mecanizado de este tipo de acero)

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

Respecto a las tolerancias esta tiene una tolerancia de planitud de 0,01 mm por cada 100 mm de longitud, una tolerancia de paralelismo entre la cara inferior y la superior de 0,01 mm por cada 100 mm, respecto a la tolerancia de medida en largura y anchura es de h5. En cuanto a las tolerancias entre placas, la tolerancia de paralelismo entre placas es de 0,01 mm cada 100 mm y por último una tolerancia de posicionamiento de los agujeros de +/- 0,015 mm. En cuanto a los componentes estos tienen una tolerancia de perpendicularidad de 0,015 mm cada 100 mm y una tolerancia de concentricidad de 0,015 mm cada 100 mm entre agujero y eje. Las tolerancias para los agujeros pasantes es de H5 en el caso del agujero de las columnas y de H7 en el caso de los pasadores.

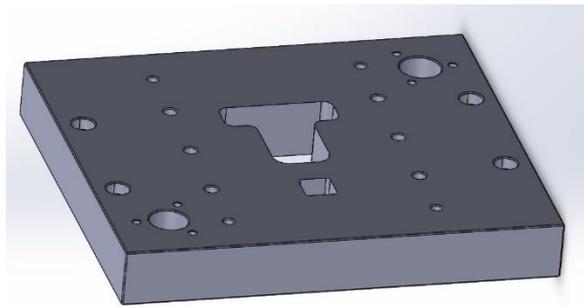
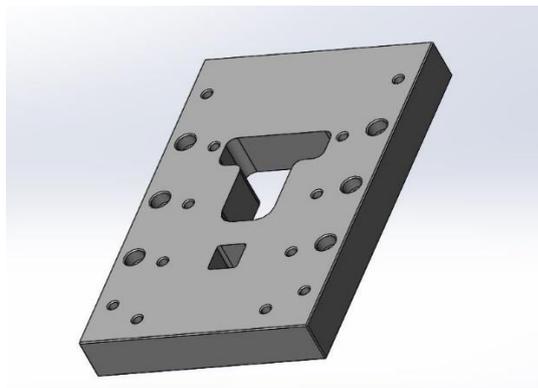


Figura 50. Placa base inferior

1.3. Placa matriz

Esta pieza está fabricada en acero 1.2311 o 40CrMnMo7 (F-5303) con unas dimensiones de 210x296x44 partiendo de un planchón de acero que se corta en la sierra cuyo proveedor de acero es ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.. Una vez cortada se cuadrean los laterales para tener una rugosidad de 6.3 y a continuación con corte por agua se realiza el mecanizado pasante de la forma de las piezas con su ángulo determinado de salida. Una vez mecanizadas estas se realizara el taladrado de agujeros, sin necesidad de punteado debido a que a esos diámetros existen brocas de metal duro que impiden que flexen. Una vez realizados los agujeros se procederá con el mandrinado y el roscado de estos o solo con el mandrinado en caso de los agujeros pasantes o en este caso de los elevadores de banda. Una vez todas las operaciones realizadas se procederá al achaflanado de todos los cantos a 1x45° para evitar cortes no deseados en los operarios o cualquier problema de funcionalidad. Una vez acabada se le realizará un tratamiento térmico de temple y revenido para así conseguir una dureza de 62 HRC (Véase anexo para más información sobre el mecanizado de este tipo de acero)



Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

Figura 51. Placa matriz

Respecto a las tolerancias esta tiene una tolerancia de planitud de 0,01 mm por cada 100 mm de longitud, una tolerancia de paralelismo entre la cara inferior y la superior de 0,01 mm por cada 100 mm, respecto a la tolerancia de medida en largura y anchura es de h5. En cuanto a las tolerancias entre placas, la tolerancia de paralelismo entre placas es de 0,01 mm cada 100 mm y por último una tolerancia de posicionamiento de los agujeros de +/- 0,015 mm. Las tolerancias para los agujeros pasantes es de H7 en el caso de los pasadores. Además se agrega una tolerancia entre punzón y matriz de 0,27 mm calculada en el apartado 3 del documento de cálculos.

1.4. Placa pisadora

Esta pieza está fabricada en acero 1.1730 o C45W3 (F-1140) con unas dimensiones de 190x110x15 partiendo de un planchón de acero que se corta en la sierra cuyo proveedor de acero es ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.. Una vez cortada se cuadrean los laterales para tener una rugosidad de 6.3 y a continuación con corte por agua se realiza el mecanizado pasante de la forma de las piezas. Una vez mecanizadas estas se realizara el taladrado de agujeros, sin necesidad de punteado debido a que a ese diámetro existen brocas de metal duro que impiden que flexen. Una vez realizados los agujeros se procederá con el mandrinado y el roscado de estos o solo con el mandrinado en caso de los agujeros pasantes. Una vez todas las operaciones realizadas se procederá al achaflanado de todos los cantos a 1x45º para evitar cortes no deseados en los operarios o cualquier problema de funcionalidad (Véase anexo para más información sobre el mecanizado de este tipo de acero)

Respecto a las tolerancias esta tiene una tolerancia de planitud de 0,01 mm por cada 100 mm de longitud, una tolerancia de paralelismo entre la cara inferior y la superior de 0,01 mm por cada 100 mm, respecto a la tolerancia de medida en largura y anchura es de h5. En cuanto a las tolerancias entre placas, la tolerancia de paralelismo entre placas es de 0,01 mm cada 100 mm y por último una tolerancia de posicionamiento de los agujeros de +/- 0,015 mm. Las tolerancias para los agujeros pasantes es de H7 en el caso de los pasadores.

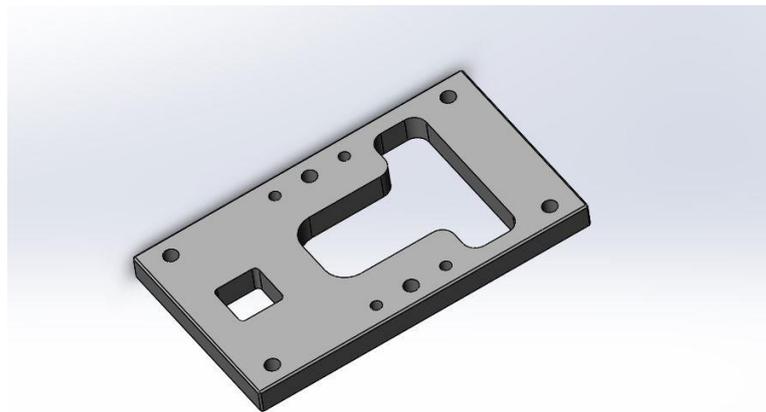


Figura 52. Placa pisadora

1.5. Placa guía punzones

Esta pieza está fabricada en acero 1.1730 o C45W3 (F-1140) con unas dimensiones de 296x346x36 partiendo de un planchón de acero que se corta en la sierra cuyo proveedor de

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

acero es ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.. Una vez cortada se cuadrean los laterales para tener una rugosidad de 6.3 y a continuación con corte por agua se realiza el mecanizado pasante de la forma de las piezas. Una vez mecanizadas estas se realizara el taladrado de agujeros, sin necesidad de punteado debido a que a ese diámetro existen brocas de metal duro que impiden que flexen. Una vez realizados los agujeros se procederá con el mandrinado y el roscado de estos o solo con el mandrinado en caso de los agujeros pasantes. Una vez todas las operaciones realizadas se procederá al achaflanado de todos los cantos a $1 \times 45^\circ$ para evitar cortes no deseados en los operarios o cualquier problema de funcionalidad (Véase anexo para más información sobre el mecanizado de este tipo de acero)

Respecto a las tolerancias esta tiene una tolerancia de planitud de 0,01 mm por cada 100 mm de longitud, una tolerancia de paralelismo entre la cara inferior y la superior de 0,01 mm por cada 100 mm, respecto a la tolerancia de medida en largura y anchura es de h5. En cuanto a las tolerancias entre placas, la tolerancia de paralelismo entre placas es de 0,01 mm cada 100 mm y por último una tolerancia de posicionamiento de los agujeros de $\pm 0,015$ mm. En cuanto a los componentes estos tienen una tolerancia de perpendicularidad de 0,015 mm cada 100 mm y una tolerancia de concentricidad de 0,015 mm cada 100 mm entre agujero y eje. Las tolerancias para los agujeros pasantes es de H5 en el caso del agujero de las columnas y de H7 en el caso de los pasadores.

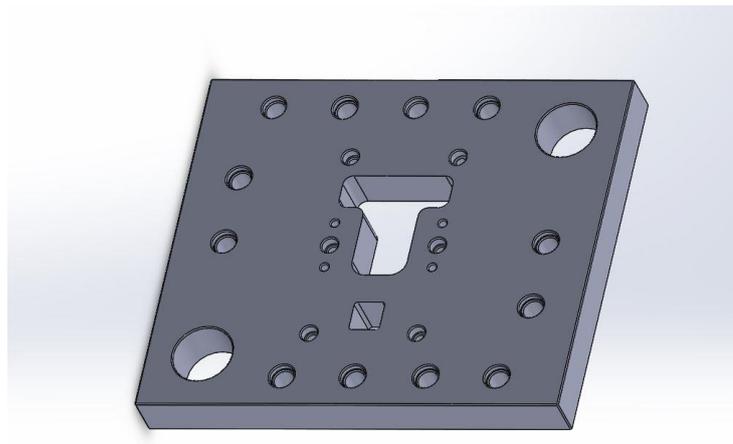


Figura 53. Placa guía punzones

1.6. Placa porta punzones

Esta pieza está fabricada en acero 1.1730 o C45W3 (F-1140) con unas dimensiones de 190x150x30 partiendo de un planchón de acero que se corta en la sierra cuyo proveedor de acero es ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.. Una vez cortada se cuadrean los laterales para tener una rugosidad de 6.3 y a continuación con corte por agua se realiza el mecanizado pasante de la forma de las piezas. Una vez mecanizadas estas se realizara el taladrado de agujeros, sin necesidad de punteado debido a que a ese diámetro existen brocas de metal duro que impiden que flexen. Una vez realizados los agujeros se procederá con el mandrinado y el roscado de estos o solo con el mandrinado en caso de los agujeros pasantes. Una vez todas las operaciones realizadas se procederá al achaflanado de todos los cantos a $1 \times 45^\circ$ para evitar cortes no deseados en los operarios o cualquier problema de funcionalidad (Véase anexo para más información sobre el mecanizado de este tipo de acero)

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

Respecto a las tolerancias esta tiene una tolerancia de planitud de 0,01 mm por cada 100 mm de longitud, una tolerancia de paralelismo entre la cara inferior y la superior de 0,01 mm por cada 100 mm, respecto a la tolerancia de medida en largura y anchura es de h5. En cuanto a las tolerancias entre placas, la tolerancia de paralelismo entre placas es de 0,01 mm cada 100 mm y por último una tolerancia de posicionamiento de los agujeros de +/- 0,015 mm. En cuanto a los componentes estos tienen una tolerancia de perpendicularidad de 0,015 mm cada 100 mm y una tolerancia de concentricidad de 0,015 mm cada 100 mm entre agujero y eje. Las tolerancias para los agujeros pasantes es H7 en el caso de los pasadores.

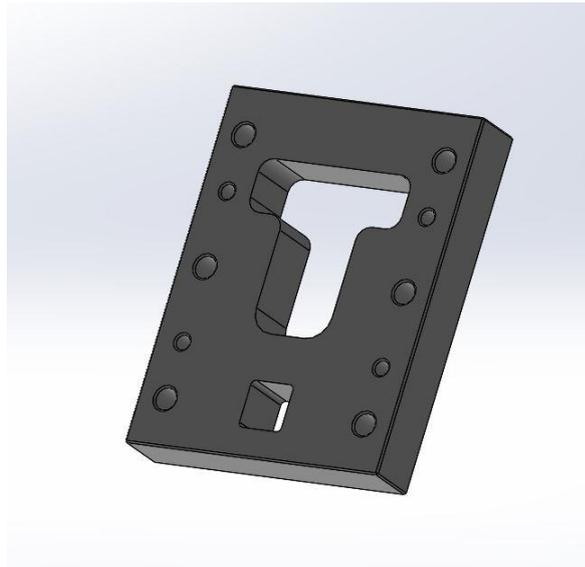


Figura 54. Placa porta punzones

1.7. Placa sufridera

Esta pieza está fabricada en acero 1.2311 o 40CrMnMo7 (F-5303) con unas dimensiones de 190x150x10 partiendo de un planchón de acero que se corta en la sierra cuyo proveedor de acero es ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.. Una vez cortada se cuadrean los laterales para tener una rugosidad de 6.3 y a continuación con corte por agua se realiza el mecanizado pasante de la forma de las piezas. Una vez mecanizadas estas se realiza el taladrado de agujeros, sin necesidad de punteado debido a que a ese diámetro existen brocas de metal duro que impiden que flexen. Una vez realizados los agujeros se procederá con el mandrinado y el roscado de estos o solo con el mandrinado en caso de los agujeros pasantes. Una vez todas las operaciones realizadas se procederá al achaflanado de todos los cantos a 1x45° para evitar cortes no deseados en los operarios o cualquier problema de funcionalidad. Una vez acabadas las operaciones se realizará un temple y revenido de esta para alcanzar una dureza de 62 HRC (Véase anexo para más información sobre el mecanizado de este tipo de acero)

Respecto a las tolerancias esta tiene una tolerancia de planitud de 0,01 mm por cada 100 mm de longitud, una tolerancia de paralelismo entre la cara inferior y la superior de 0,01 mm por cada 100 mm, respecto a la tolerancia de medida en largura y anchura es de h5. En cuanto a las tolerancias entre placas, la tolerancia de paralelismo entre placas es de 0,01 mm cada 100 mm y por último una tolerancia de posicionamiento de los agujeros de +/- 0,015 mm. Las tolerancias para los agujeros pasantes es H7 en el caso de los pasadores.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

1.8. Placa superior

Esta pieza está fabricada en acero 1.1730 o C45W3 (F-1140) con unas dimensiones de 296x346x36 partiendo de un planchón de acero que se corta en la sierra cuyo proveedor de acero es ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.. Una vez cortada se cuadrean los laterales para tener una rugosidad de 6.3 y a continuación con corte por agua se realiza el mecanizado pasante de la forma de las piezas. Una vez mecanizadas estas se realizara el taladrado de agujeros, sin necesidad de punteado debido a que a ese diámetro existen brocas de metal duro que impiden que flexen. Una vez realizados los agujeros se procederá con el mandrinado y el roscado de estos o solo con el mandrinado en caso de los agujeros pasantes. Una vez todas las operaciones realizadas se procederá al achaflanado de todos los cantos a $1 \times 45^\circ$ para evitar cortes no deseados en los operarios o cualquier problema de funcionalidad (Véase anexo para más información sobre el mecanizado de este tipo de acero)

Respecto a las tolerancias esta tiene una tolerancia de planitud de 0,01 mm por cada 100 mm de longitud, una tolerancia de paralelismo entre la cara inferior y la superior de 0,01 mm por cada 100 mm, respecto a la tolerancia de medida en largura y anchura es de h5. En cuanto a las tolerancias entre placas, la tolerancia de paralelismo entre placas es de 0,01 mm cada 100 mm y por último una tolerancia de posicionamiento de los agujeros de $\pm 0,015$ mm. En cuanto a los componentes estos tienen una tolerancia de perpendicularidad de 0,015 mm cada 100 mm y una tolerancia de concentricidad de 0,015 mm cada 100 mm entre agujero y eje. Las tolerancias para los agujeros pasantes es de H5 en el caso del agujero de las columnas y de H7 en el caso de los pasadores.

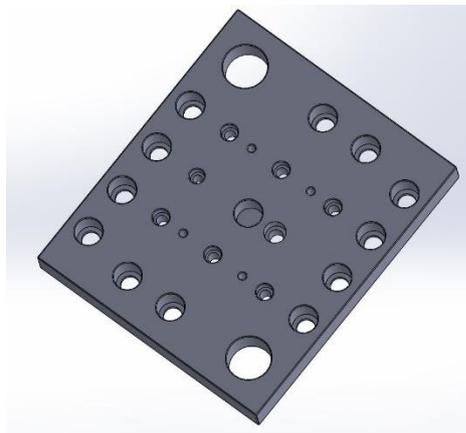


Figura 56. Placa superior

1.9. Punzón tipo A

Este punzón está fabricado en acero HWS con una dureza de 62 ± 2 HRC con unas dimensiones de 25x25x105 mm con las esquinas redondeadas por un radio de 2,5 mm. Este acero es especial para trabajar en frío debido a su elevada resistencia a compresión y elevada resistencia al desgaste. Esta pieza se consigue utilizando un tocho de 30x30 mm el cual se desbasta y se limpia en el torno en primer lugar y luego se realiza un torneado posterior con acabado de precisión. Se le realiza el posterior agujero roscado para alojar el tornillo M10 que

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

lo mantendrá unido al troquel. Una vez mecanizado este se le aplica un tratamiento térmico de recocido para eliminar las tensiones producidas mediante el proceso de mecanizado.

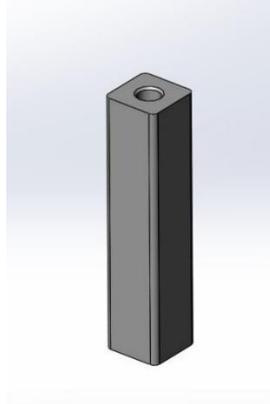


Figura 57. Punzón tipo A

En cuanto a las tolerancias tiene una tolerancia de ajuste j5 en la cabeza del alojamiento, una precisión de corte de $\pm 0,01$ mm, al igual que su precisión de longitud total de este. En cuanto a la rugosidad posee 1.6 Ra la cara superior e inferior y 6.3 Ra los laterales.

1.10. Punzón tipo B

Este punzón está fabricado en acero HWS con una dureza de 62 ± 2 HRC con unas dimensiones de la pieza. Este acero es especial para trabajar en frío debido a su elevada resistencia a compresión y elevada resistencia al desgaste. Esta pieza se consigue utilizando un tocho de 95x95 mm el cual se desbasta y se limpia en el torno en primer lugar y luego se realiza un torneado posterior con acabado de precisión. Se le realiza el posterior agujero roscado para alojar el tornillo M16 que lo mantendrá unido al troquel. Una vez mecanizado este se le aplica un tratamiento térmico de recocido para eliminar las tensiones producidas mediante el proceso de mecanizado.

En cuanto a las tolerancias tiene una tolerancia de ajuste j5 en la cabeza del alojamiento, una precisión de corte de $\pm 0,01$ mm, al igual que su precisión de longitud total de este. En cuanto a la rugosidad posee 1.6 Ra la cara superior e inferior y 6.3 Ra los laterales.

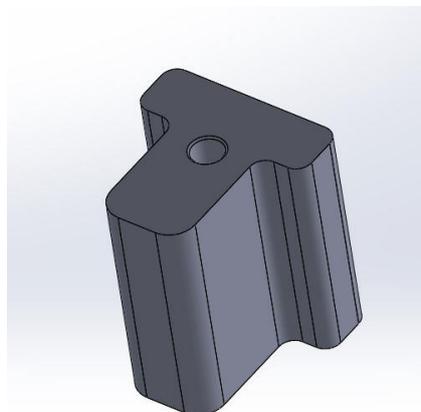


Figura 58. Punzón tipo B

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

2. Pliego de condiciones de seguridad

2.1. Riesgos laborales-Seguridad y salud laboral

La seguridad y salud laboral o llamada anteriormente “Seguridad e higiene en el trabajo” se centra en tomar y aplicar las medidas necesarias para prevenir riesgos en el trabajo. Esta ocupa el convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo sobre seguridad.

Esta seguridad se debe ver incrementada dado el sector en el que nos encontramos y las altas fuerzas con las que se trabaja. Se debe poner especiales atenciones a las posibles distracciones o excesos de confianza producidas por la monotonía del proceso que es un proceso repetitivo.

En cuanto a la normativa de estos destacan:

- LEY 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- REAL DECRETO 2200/1995, de 28 de diciembre de 1995, que aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, que complementa al Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre de 1981.
- REGLAMENTO (CE) nº 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008, por el que se establecen los requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) nº 339/93.
- REAL DECRETO 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial.
- REAL DECRETO 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio.
- REGLAMENTO (UE) nº 1025/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, sobre la normalización europea, por el que se modifican las Directivas 89/686/CEE y 93/15/CEE del Consejo y las Directivas 94/9/CE, 94/25/CE, 95/16/CE, 97/23/CE, 98/34/CE, 2004/22/CE, 2007/23/CE, 2009/23/CE..

Si nos centramos más en el ámbito de la maquinaria destacan:

- REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- NORMA UNE-EN 692:2006+A1:2009. Maquinaria-herramientas. Prensas mecánicas. Seguridad.

Como principio básico de estos documentos se destaca que el diseño de la maquinaria deberá garantizar la zona de peligro de esta, poniendo el utillaje en una zona inaccesible para el operario en condiciones normales y que cuente con los medios suficientes de protección de este. Además se establece tanto las disposiciones mínimas como los puntos clave que deben tener en cuenta los diseñadores y fabricantes con el fin de reducir el peligro de estos.

2.2. Riesgos presentes en el proceso de troquelado

En cuanto a los riesgos principales que se producen en el proceso de troquelado y se pretenden evitar destacan:

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

-Riesgo de aplastamiento de manos o corte de manos, debido a la introducción del operario de estas en el troquel en pleno proceso de producción, cosa por lo que se pretende que la mano de obra sea mínima en el proyecto.

-Riesgo de cortes en las manos del operario debido a las aristas vivas de este.

-Riesgo de impacto en caso de que se rompa algún componente de la matriz, pudiendo salir proyectado hacia alguna persona de la zona.

-Riesgo de quedar alguna mano atrapada en el alimentador al introducir las manos entre el alimentador y la banda de chapa mientras estos están en pleno funcionamiento.

-Riesgo auditivo a causa del proceso, el cual produce vibraciones molestas y nocivas para los oídos.

-Riesgo de lesiones a causa de las vibraciones producidas por la prensa y transmitidas por el suelo.

Esto se traduce en una serie de medidas de seguridad y prevención que se deben tomar.

2.3. Medidas de prevención

Este tipo de medidas como su propio nombre lo indica son aquellas que están enfocadas a la prevención de los riesgos laborales, es decir a qué medidas tomar para eliminar el máximo peligro posible del proceso de fabricación. Dentro de estas medidas destacan:

-Se pintará de colores llamativos cada parte del troquel para que queden bien diferenciadas, así como de un color diferente del de la prensa.

-Se colocarán protecciones en las partes de transmisión de la prensa.

-Se matarán todas las aristas vivas mediante chaflanes mínimo de 1x45º para evitar cortes al manipular los elementos del troquel.

-Se encerrará el troquel en una especie de caja para evitar así tanto la contaminación acústica como para proteger los elementos móviles de la máquina.

-Se protegerá todo el sistema de cableado, tanto del troquel como de la prensa.

-Se dispondrá tanto de accionamientos como de pedales de seguridad para dar paro a la máquina en caso de presiones accidentales.

-Se deberán pasar todas y cada una de las correspondientes revisiones periódicas, tanto del troquel como de los elementos que lo componen.

-Se programará los componentes activos del troquel cuando estén llegando al final de su vida útil, así como se afilarán las placas de manera periódica.

-Se limpiará la maquinaria de manera periódica de modo que no se quede suciedad en esta.

-Se realizarán talleres docentes para los empleados, para que entiendan mejor el mundo de la estampación, así como para que entiendan los riesgos existentes.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

2.4. Medidas de protección

Las medidas de protección se refieren a la formación y equipamiento de los trabajadores que se encuentran a posiciones cercanas al troquel. Dentro de estas destacan:

- Utilización de dispositivos de protección, tales como orejeras para evitar daños auditivos y/o molestias o como gafas de protección para evitar que el material en caso de salir proyectado impacte en el ojo de algún trabajador.
- Utilización de calzado y de ropa de trabajo adecuada, que sea ajustada en el caso de la ropa para que no entre ningún residuo en contacto con la piel y grueso en el caso del calzado.
- La maquinaria sólo será manipulada por operarios cualificados.
- En caso de quedarse algún tipo de recorte atrapado en la matriz, se parará la máquina y se extraerá mediante pinzas, sin utilizar las manos de manera directa.
- Se prohibirá manejar las máquinas bajo efectos del alcohol, drogas o fármacos que puedan causar algún tipo de alteración en el sistema cognitivo del operario.

3. Pliego de condiciones de montaje

En este apartado se va a explicar cuál y cómo es el proceso de montaje del troquel proyectado. Se especificarán cuáles son las secuencias de este para llegar al montaje final, aunque este no es el único camino posible de montaje, puede haber más opciones.

3.1. Montaje del conjunto inferior

-Paso 1: se posiciona el separador de piezas dado que es el elemento más robusto.

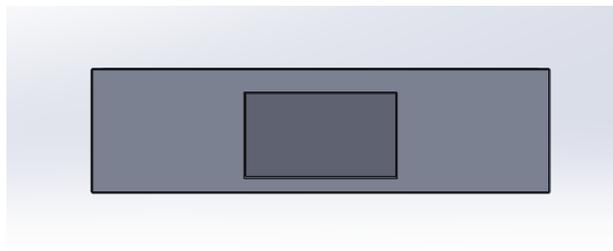


Figura 59. Paso 1 del montaje del conjunto inferior

-Paso 2: se añaden a la placa matriz sus muelles y elevadores de banda determinado, así como el tapón para estos.

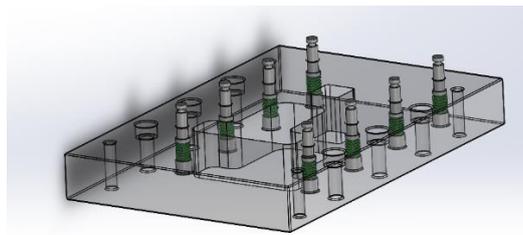


Figura 60. Paso 2 del montaje del conjunto inferior

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

-Paso 3: se alinea la placa base inferior y la placa matriz mediante el uso de reglas y escuadras.

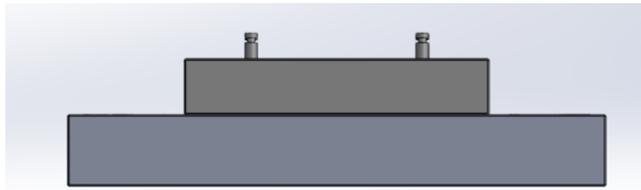


Figura 61. Paso 3 del montaje del conjunto inferior

-Paso 4: Se une la placa matriz a la placa base mediante el uso de 6 tornillos allen Ta 12.9 ISO 7379 M10x50. Una vez colocados los tornillos se colocarán los pasadores PAS ISO 8735 8x80 con un ajuste de apriete H7/m6, que es un ajuste indeterminado de gran precisión.

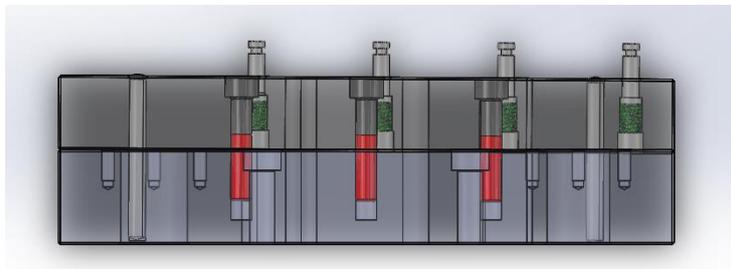


Figura 62. Paso 4 del montaje del conjunto inferior

-Paso 5: se posicionan las columnas guía desmontables SP104-30-200 y SP104-32-200 con un ajuste de apriete de gran precisión del culo de la columna de H5/j6. Además la valona de estas se fijarán mediante el uso de 3 conjuntos brida+tornillo por guía DIN 6912 M6x20 que se encargarán de terminar de fijar la columna, pudiendo así controlar la perpendicularidad y el paralelismo mediante el apriete de estos.

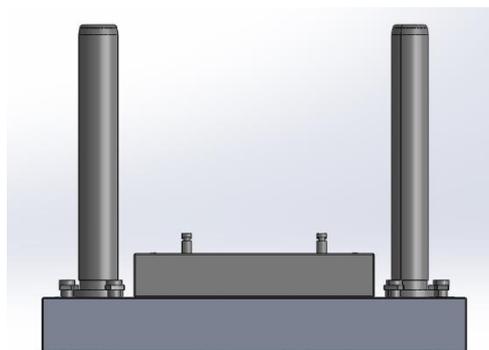


Figura 63. Paso 5 del montaje del conjunto inferior

-Paso 6: se coloca el conjunto de la placa base + la placa matriz en el alojamiento del separador de piezas mediante un ajuste H7/h6, que es el idóneo para piezas que necesitan una gran precisión y que no se mueven entre sí.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

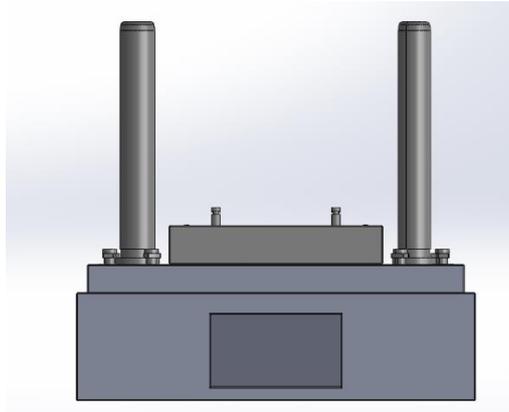


Figura 64. Paso 6 del montaje del conjunto inferior

-Paso 7: se une el conjunto con el separador de piezas mediante el uso de 4 tornillos allen Ta 12.9 ISO 7379 M12x95.

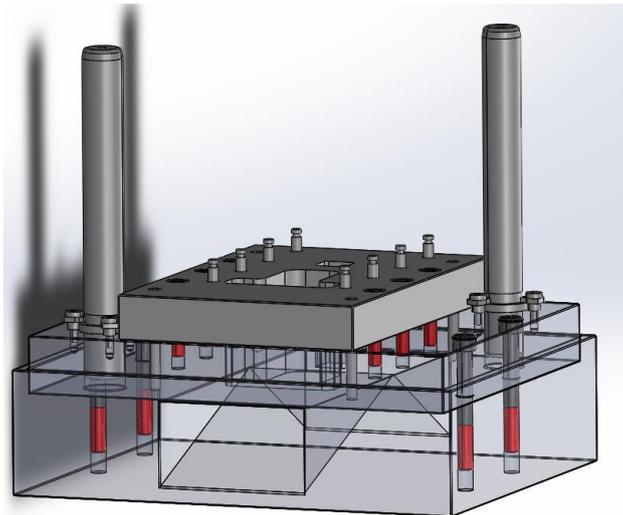


Figura 65. Paso 7 del montaje del conjunto inferior

3.2. Montaje del conjunto intermedio

-Paso 1: se alinea la placa pisadora a la placa guía punzones mediante el uso de reglas y escuadras.

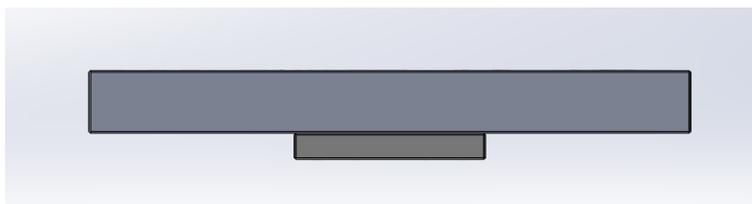


Figura 66. Paso 1 del montaje del conjunto intermedio

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

-Paso 2: se une la placa pisadora a la placa guía punzones mediante el uso de 6 tornillos allen Ta 12.9 ISO 7379 M8x40. Una vez colocados los tornillos se colocarán los pasadores PAS ISO 8735 6x40 con un ajuste de apriete H7/m6, que es un ajuste indeterminado de gran precisión.

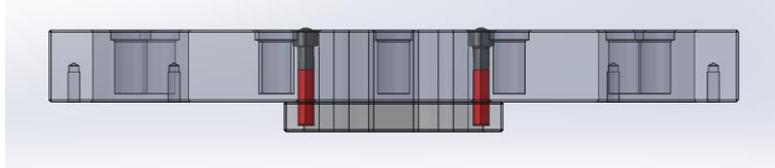


Figura 67. Paso 2 del montaje del conjunto intermedio

-Paso 3: se posicionan las casquillos guía SB500-30-42 y SB500-32-42 con un ajuste de apriete de gran precisión del culo del casquillo de H5/j6. Además la valona de estas se fijarán mediante el uso de 3 conjuntos brida+tornillo por guía DIN 6912 M6x20 que se encargarán de terminar de fijar la columna, pudiendo así controlar la perpendicularidad y el paralelismo mediante el apriete de estos.

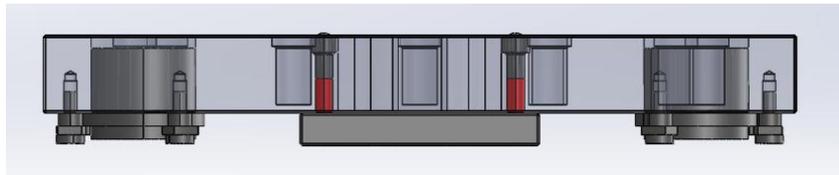


Figura 68. Paso 3 del montaje del conjunto intermedio

3.3. Montaje del conjunto superior

-Paso 1: alojamiento y enrasado de los punzones en la placa porta punzones, con un ajuste indeterminado con tendencia al juego H7/k6, recomendado por ASCAMM.



Figura 69. Paso 1 del montaje del conjunto superior

-Paso 2: alineamiento entre la placa sufridera, la placa porta punzones y al placa superior mediante el uso de reglas y escuadras.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

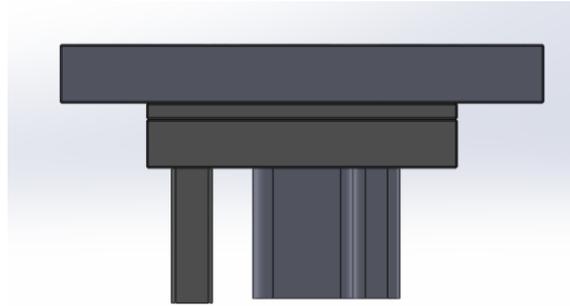


Figura 70. Paso 2 del montaje del conjunto superior

-Paso 3: se atornillan ambos punzones. Primero el punzón A mediante un tornillo allen Ta 12.9 ISO 7379 M10x100 y luego el punzón B mediante un tornillo allen Ta 12.9 ISO 7379 M16x100.

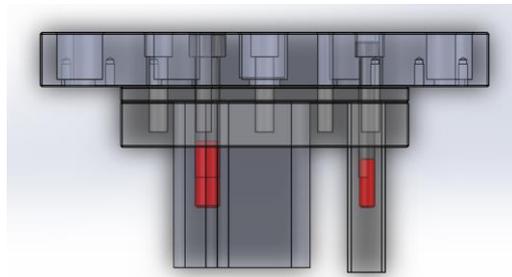


Figura 71. Paso 3 del montaje del conjunto superior

-Paso 4: se posicionan las casquillos guía SB500-30-75 y SB500-32-75 con un ajuste de apriete de gran precisión del culo del casquillo de H5/j6. Además la valona de estas se fijarán mediante el uso de 3 conjuntos brida+tornillo por guía DIN 6912 M6x20 que se encargarán de terminar de fijar la columna, pudiendo así controlar la perpendicularidad y el paralelismo mediante el apriete de estos.

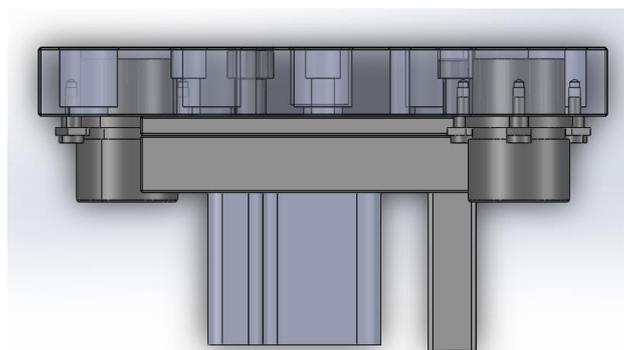


Figura 72. Paso 4 del montaje del conjunto superior

-Paso 5: unión de las tres placas, la placa porta punzones, placa sufridera y placa superior, mediante el uso de 6 tornillos allen Ta 12.9 M12x45 ISO 7379. Una vez colocados los tornillos se colocarán los pasadores PAS ISO 8735 10x60 con un ajuste de apriete H7/m6, que es un ajuste indeterminado de gran precisión.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

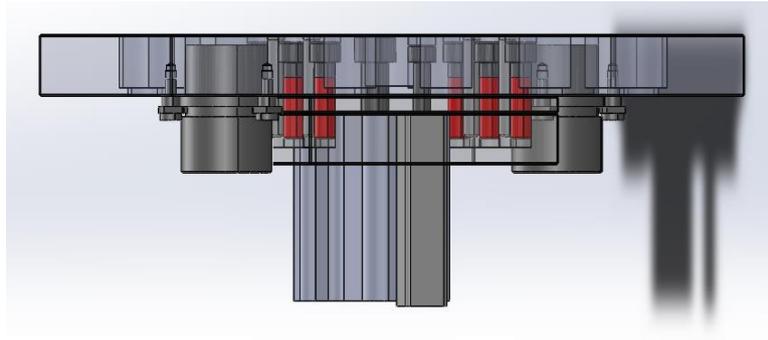


Figura 73. Paso 5 del montaje del conjunto superior

-Paso 6: se rosca el perno de M30 que se encargará de unir el troquel con la prensa.

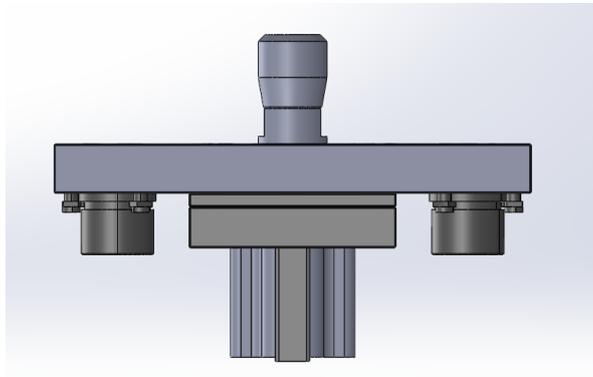


Figura 74. Paso 6 del montaje del conjunto superior

3.4. Montaje de la parte móvil

-Paso 1: posicionamiento de los muelles sobre la placa guía punzones en su posición de trabajo.

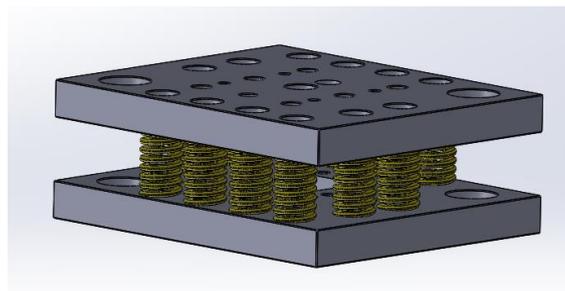


Figura 75. Paso 1 del montaje de la parte móvil

-Paso 2: alineación del conjunto superior y conjunto central mediante reglas y escuadras.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

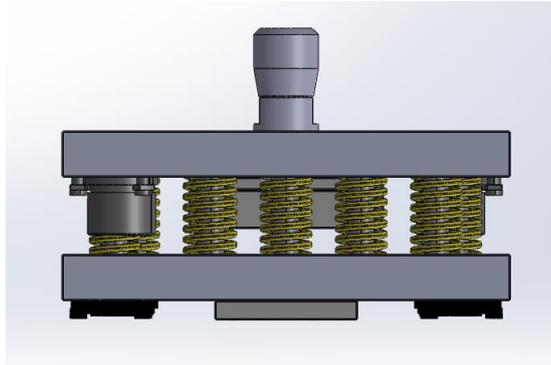


Figura 76. Paso 2 del montaje de la parte móvil

-Paso 3: se roscan los 12 topes guía correspondiente a los 12 resortes helicoidales. Estos topes guía serán los TPM ISO 7379 M16x70. Estos se introducen mediante un ajuste de E9/h9 que es un ajuste de poca precisión que permite funcionar sin demasiada lubricación. Una vez colocados se realiza el apriete de estos, comprimiendo así los muelles 3,2 mm (5% de su longitud total) que es la precarga idónea de trabajo de estos.

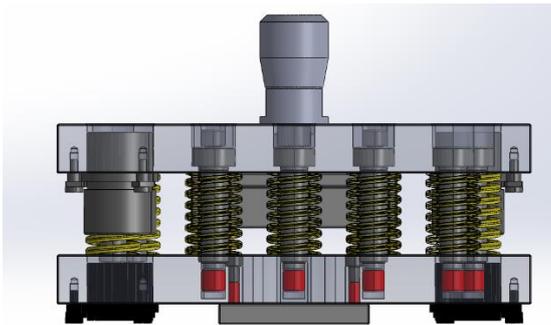


Figura 77. Paso 3 del montaje de la parte móvil

3.5. Montaje final

-Paso 1: se lleva la parte fija a la mesa de la prensa e introducir los casquillos de la parte móvil por las columnas guía. El ajuste de estos es un ajuste ISO H5/h4 y viene determinado por el fabricante Bru y Rubio.

-Paso 2: se une el vástago a la prensa de manera que ambos queden unidos y se deja el punto muerto superior a 8 mm por seguridad.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

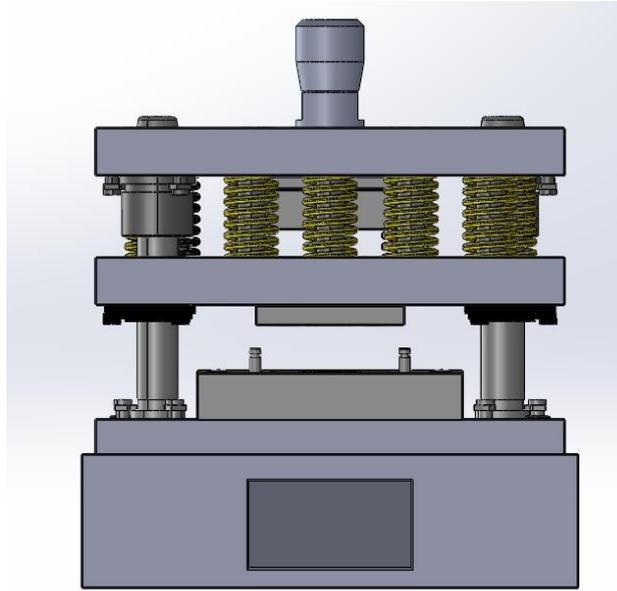


Figura 78. Montaje del ensamble final

4. Pliego de condiciones de mantenimiento

Este apartado es fundamental para evitar problemas en el mantenimiento y así poder programar y alargar a la perfección la vida tanto del utillaje, como del troquel en sí. Dentro de este se pueden distinguir varios tipos, pero solo se va a centrar el estudio en dos: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo.

Gracias a un correcto mantenimiento se consiguen cosas tales como reparar los fallos y averías en el menos tiempo posible y/o en su defecto prevenir las averías gracias a un sistema de revisiones periódicas, programadas de manera correcta. Además se va poner énfasis a las normas de manipulación y cómo actuar frente a una avería, para así reducir los accidentes laborales.

4.1. Pruebas del troquel

Como primer paso antes de explicar los distintos tipos de mantenimiento, se debe explicar las pruebas del troquel. Estas son necesarias para la validación del diseño hecho, antes de llevar a cabo la fabricación del troquel en sí. Dado que una matriz puede estar bien diseñada y producir fallos este proceso resulta fundamental a la hora de que un proyecto sea tenga viabilidad. Esta fase de pruebas deberá realizarse por una persona cualificada y especializada en este tipo de operaciones para así poder estudiar de manera correcta, extrayendo la mayor cantidad de datos posibles, dado que realizar pruebas se refleja en los gastos económicos del proyecto.

Para realizarse se tienen una serie de pautas que deben seguirse y otras cosas que no deben hacerse bajo ningún concepto. Dentro de las que sí deben hacerse se encuentran cosas tales como disponer del plano de la pieza final, tener la posibilidad de cambiar los parámetros tanto del troquel como de la prensa, verificar la materia prima con la que se va a realizar la prueba, tener las fichas para las pruebas de matrices para poder anotar todos los datos obtenidos de forma lógica.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

En cuanto a las cosas que no deben hacerse se encuentran: no iniciar la prueba hasta que todo esté preparado, no realizar una buena muestra de piezas, no tomar decisiones sobre el troquel si no está trabajando en sus condiciones establecidas de trabajo.

Como ya se ha comentado antes existen una serie de fichas para realizar las pruebas de la matriz. Dentro de esta ficha se encuentran distintos huecos para anotar todos los datos que hay que revisar a la hora de realizar la prueba de una matriz.

4.2. Mantenimiento general del troquel

Existen una serie de pautas a seguir para el mantenimiento que es común para todos los troqueles. Entre estas destacan cosas tales como afilar los punzones mediante rectificado a medida que se vayan desgastando, comprobar que los muelles se encuentran en las mismas condiciones de trabajo y cambiarlos según su número de ciclos de manera periódica, repetir las pruebas del troquel cada vez que se produzca un fallo o una avería, prever el cambio de los elementos que más rápido se desgastan y tener disponibilidad para cambiarlos perdiendo así el menor tiempo posible.

Al igual que existen pautas comunes que hay que hacer, existen otras tanta que no son nada recomendables, entre las que se encuentran rectificar sólo uno de los elementos de corte, no tener en cuenta los datos obtenidos en las pruebas del troquel, aplicar soluciones temporales que a la larga darán problemas, no tener provistos los componentes de mayor facilidad de rotura o fallo, alargando así el tiempo de paro del troquel.

4.3. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento, aunque se debería de llamar reparaciones, es aquel en el cual se produce una avería y se realizan una serie de intervenciones para arreglar dicha avería. Esta avería se traduce como un paro de la máquina, por lo cual tiene un gran impacto negativo en los costes económicos.

Con el mantenimiento preventivo, el cual se explicará en el siguiente punto, se busca reducir el mantenimiento preventivo al máximo, para así tener el menor tiempo posible parada la producción. Esto al final es imposible, dado que aunque no se deseen y se realice un correcto mantenimiento preventivo se van a producir averías por lo que el mantenimiento correctivo es algo que hay que tener en cuenta. Este mantenimiento cuanto más rápido y eficaz sea, mejor, por lo que el encargado de hacerlo será un operario cualificado y especializado. Para ello existen una serie de factores los cuales destacan: realizar un diseño sencillo que permita una fácil accesibilidad a las partes del troquel, utilización de componentes de fácil montaje y cambio, disponibilidad de las herramientas adecuadas para realizar los cambios y disponer de un sistema o un programa de gestión que reponga de manera automática los recambios antes de que se produzca el fallo.

4.4. Mantenimiento preventivo

Este procedimiento consiste en minimizar los costes que provienen de la reparación de la maquinaria o del utillaje, reduciendo así las pérdidas económicas que se reflejarían al tener parado el proceso de fabricación. Este tipo de mantenimiento se hace a través de revisiones periódicas de los elementos para así asegurarse que el troquel entero está operando en sus condiciones óptimas de trabajo antes de que algún elemento falle. Estas se programarán de forma que se produzcan cuando los componentes estén llegando al final de su vida útil.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

Este mantenimiento está pensado para que si se realiza de manera correcta se eviten grandes averías en el troquel, revisando y sustituyendo de manera precisa cada uno de los componentes de este.

4.4.1. Componentes a revisar

Dentro de los componentes que se deben revisar, existen unos aspectos que son más críticos que otros y que dan muchos más problemas que otros como por ejemplo:

- Afilado de los elementos de corte, tanto de los punzones como de la matriz.
- Revisar las tolerancias y las holguras de ajuste entre punzón y matriz.
- Revisar las tolerancias entre los componentes, como bien pueden ser paralelismo y perpendicularidad.
- Comprobar el ajuste entre la columna guía y el casquillo guía.
- Comprobar que los componentes cambiados funcionan de manera correcta.
- Comprobar que los muelles trabajan de manera precisa con su precarga predeterminada y no superan la máxima deflexión admitida.

Aunque estos sean los puntos críticos, se deben revisar el resto de factores que afectan al funcionamiento del troquel.

4.4.2. Causas del fallo

Entre estas destacan cuatro bien diferenciadas:

- Deformaciones plásticas: estas se producen a medida que se somete a un determinado componente a unas tensiones que superan su límite elástico, sufriendo así una serie de deformaciones permanentes que hacen que los componentes ya no vuelvan a su forma original, haciendo así que no funcionen de manera correcta. Este se puede evitar conociendo el límite elástico y sometiendo a los elementos a tensiones inferiores a este.
- Desgaste adhesivo: este es el fenómeno por el cual se produce una micro soldadura entre el material a cortar y los elementos de corte, que produce que se desprendan fragmentos de la herramienta de corte. Esto se puede evitar empleando materiales de corte con una elevada dureza y disminuyendo el coeficiente de fricción.
- Desgaste abrasivo: este se produce cuando el material posee una gran dureza conteniendo así carburos u óxidos que erosionan con la placa matriz provocando un desgaste prematuro de la superficie de trabajo. Este se puede evitar tratando térmicamente los materiales de corte.
- Fatiga superficial: dicho proceso ocurre debido a la repetitividad de los esfuerzos durante un gran número de ciclos, provocando desgaste y micro roturas en los componentes.

4.4.3. Limpieza y engrase

Este punto es fundamental porque una correcta limpieza y un correcto engrase de este permitirán un correcto deslizamiento de las piezas entre sí y un correcto funcionamiento de todos los componentes. Esto además ayuda a que las piezas estén libres de oxidaciones que degradarían las características del material. Esta limpieza se realizará mediante pistolas de aire a presión, que evacuarán además posibles partículas metálicas que se han podido alojar en el troquel.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PLIEGO DE CONDICIONES

Desde el punto de vista del deslizamiento, un correcto deslizamiento disminuye así la fricción y el rozamiento, cosa que cuanto menor sea mejor, dado que un mayor rozamiento lo que produce es más calor y más ruido. Dado que es un troquel relativamente pequeño la lubricación se puede realizar perfectamente de manera manual.

DOCUMENTO 4:

Presupuesto

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PRESUPUESTO

Contenido

Presupuesto	2
1. Elementos del troquel	2
1.1. Elementos personalizados	2
1.2. Elementos comerciales	4
2. Presupuesto de diseño	5
3. Presupuesto montaje y pruebas	5
4. Coste materia prima	5
5. Coste de mano de obra	6
6. Beneficios de la chatarra	6
7. Coste unitario de la pieza	6
8. Amortización del troquel	6

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PRESUPUESTO

Presupuesto

1. Elementos del troquel

En dicha parte se pueden distinguir elementos comerciales de elementos personalizados del troquel. Para los elementos personalizados se obtiene un total de 48 horas de mecanizado, que se van a desglosar a continuación en cada placa de manera detallada.

1.1. Elementos personalizados

1.1.1. Separador de piezas:

Operación	Tiempo (h)	Coste por hora (€/h)	Coste total (€)
Sierra	0.5	15	7.5
Careado	1	20	20
Rectificado	1	40	40
Cajera desbaste	2.1595	31	66.94
Cajera acabado	0.9225	46.80	43.73
Rampas	2.065	31	64.01
Agujeros roscados $\varnothing 12$	0.6	35	21
Total	8.25		263.18

Tabla 6. Coste mecanizado separador de piezas

1.1.2. Placa base

Operación	Tiempo (h)	Coste por hora (€/h)	Coste total (€)
Sierra	0.5	15	7.5
Careado	1	20	20
Rectificado	1	40	40
Cajera desbaste	0.6727	31	20.85
Cajera acabado	0.2883	46.80	13.49
Agujeros mandrinados H5+agujeros roscados para fijar componentes	1	46.80	46.80
Agujeros pasantes $\varnothing 8$	0.4	46.80	18.72
Agujeros pasantes $\varnothing 12$	0.2	46.80	9.36
Agujeros roscados $\varnothing 10$	0.9	46.80	42.12
Total	5.961		218.84

Tabla 7. Coste mecanizado placa base

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PRESUPUESTO

1.1.3. Placa matriz

Operación	Tiempo (h)	Coste por hora (€/h)	Coste total (€)
Sierra	0.5	15	7.5
Careado	1	20	20
Rectificado	1	40	40
Cajera desbaste	0.6727	31	20.85
Cajera acabado	0.2883	46.80	13.49
Agujeros elevadores de banda	0.8	46.80	37.44
Agujeros pasantes ø8	0.4	46.80	18.72
Agujeros pasantes ø10	0.3	46.80	14.04
Total	4.561		172,04

Tabla 8. Coste mecanizado placa matriz

1.1.4. Placa pisadora

Operación	Tiempo (h)	Coste por hora (€/h)	Coste total (€)
Sierra	0.5	15	7.5
Careado	1	20	20
Rectificado	1	40	40
Cajera desbaste	0.6727	31	20.85
Cajera acabado	0.2883	46.80	13.49
Agujeros pasantes ø6	0.2	46.80	9.36
Agujeros roscados ø8	0.9	46.80	42.12
Total	4,561		153.32

Tabla 9. Coste mecanizado placa pisadora

1.1.5. Placa guía punzones

Operación	Tiempo (h)	Coste por hora (€/h)	Coste total (€)
Sierra	0.5	15	7.5
Careado	1	20	20
Rectificado	1	40	40
Cajera desbaste	0.6727	31	20.85
Cajera acabado	0.2883	46.80	13.49
Agujeros mandrinados H5+agujeros roscados para fijar componentes	1	46.80	46.80
Agujeros pasantes ø6	0.2	46.80	9.36
Agujeros pasantes ø8	0.3	46.80	14.04
Agujeros roscados ø16	1.4	46.80	65.52
Total	10.361		237.56

Tabla 10. Coste mecanizado placa guía punzones

1.1.6. Placa porta punzones

Operación	Tiempo (h)	Coste por hora (€/h)	Coste total (€)
Sierra	0.5	15	7.5
Careado	1	20	20
Rectificado	1	40	40
Cajera desbaste	0.6727	31	20.85
Cajera acabado	0.2883	46.80	13.49
Agujeros pasantes ø10	0.2	46.80	9.36

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PRESUPUESTO

Agujeros roscados $\varnothing 12$	0.9	46.80	42.12
Total	4,761		153.32

Tabla 11. Coste mecanizado placa porta punzones

1.1.7. Placa sufridera

Operación	Tiempo (h)	Coste por hora (€/h)	Coste total (€)
Sierra	0.5	15	7.5
Careado	1	20	20
Rectificado	1	40	40
Cajera desbaste	0.6727	31	20.85
Cajera acabado	0.2883	46.80	13.49
Agujeros pasantes $\varnothing 10$	0.2	46.80	9.36
Agujeros pasantes $\varnothing 12$	0.3	46.80	14.04
Agujeros pasantes punzones $\varnothing 10$	0.3	46.80	14.04
Total	4,261		139.28

Tabla 12. Coste mecanizado placa sufridera

1.1.8. Placa superior

Operación	Tiempo (h)	Coste por hora (€/h)	Coste total (€)
Sierra	0.5	15	7.5
Careado	1	20	20
Rectificado	1	40	40
Agujero perno $\varnothing 30$	1	46.80	46.80
Agujeros pasantes $\varnothing 16$	1.2	46.80	56.16
Agujeros mandrinados H5+agujeros roscados para fijar componentes	1	46.80	46.80
Agujeros pasantes $\varnothing 8$	0.4	46.80	18.72
Agujeros pasantes $\varnothing 12$	0.2	46.80	9.36
Agujeros pasantes $\varnothing 10$	0.1	46.80	4.68
Total	6.6		250.02

Tabla 13. Coste mecanizado placa superior

1.2. Elementos comerciales

Elemento	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
Planchón del que se sacan las placas	300	1	300
SP 104-30-200	16.4	1	16.4
SP 104-32-200	16.4	1	16.4
SB 500-30-42	13	1	13
SB 500-32-42	13	1	13
SB 500-30-75	17.19	1	17.19
SB 500-32-75	17.19	1	17.19
SE10-0820-M12	4.73	8	37.84
SE15-M12	4.13	8	33.04
V-10x25	1.02	8	8.16
A-40x64	6.09	12	73.08
TPM M16x60	10.01	12	120.12
PAS $\varnothing 6 \times 40$	21.09	4	84.36
PAS $\varnothing 8 \times 80$	41.47	4	165.88
PAS $\varnothing 10 \times 60$	44.53	4	178.12
Ta 12.9 $\varnothing 8 \times 48$	16.04	6	96.24

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PRESUPUESTO

Ta 12.9 ø10x50	28.98	6	173.88
Ta 12.9 ø12x95	92.39	4	369.56
Ta 12.9 ø12x45	36.84	6	147.36
Ta 12.9 ø10x100	65.17	1	65.17
Ta 12.9 ø16x100	138.71	1	138.71
TOTAL			2084.70

Tabla 14. Coste de elementos estándar

2. Presupuesto de diseño

Este coste del proyecto se refiere a los costes por oficina técnica, en la cual se produce unos distintos costes por cálculo, diseño, estudio de las piezas, etc... los cuales se recogen en la siguiente tabla:

Operación	Horas de mano de obra (horas)	Coste de mano de obra (€/hora)	Total (€)
Estudio de la pieza	20	30	600
Cálculos	50	30	1500
Diseño	30	30	900
Redacción de documentación técnica	60	30	1800
TOTAL			4800

Tabla 15. Coste de oficina técnica

3. Presupuesto montaje y pruebas

Para asegurarse del correcto diseño y funcionamiento se realizan una serie de pruebas y un montaje que repercuten directamente en el coste del proyecto.

Operación	Horas de mano de obra (horas)	Coste de mano de obra (€/hora)	Coste material empleado (€)	Total (€)
Montaje	8	20	30	190
Ajustes	5	20	-	100
Pruebas	15	25	50	425
TOTAL				715

Tabla 16. Coste de mano de obra

4. Coste materia prima

Para una tirada de 24000 piezas que es lo que vamos a realizar habrá que calcular la cantidad de chapones que serán necesarios. Se comprarán chapones de 1250x2500 mm a 2,5 €/kg de los cuales por cada chapón se conseguirán realizar 12 bandas de chapa de 2500x100 mm de las cuales se obtendrán 200 piezas por cada banda de chapa. Esto hace un total de 2400 piezas, por lo que se necesitarán 10 chapones para realizar la tirada. El peso de este será de unos 75 kg, por lo que el coste de la materia prima se puede calcular como el número de chapones por el peso por el precio unitario. De esta forma se obtiene: 10x75x2,5 obteniendo así un coste de 1875 € de materia prima.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

PRESUPUESTO

5. Coste de mano de obra

En este apartado se calcula el coste de mano de obra directa, es decir, el empleado en la producción de las piezas. Este tiene un coste de unos 15 €/h aproximadamente. Para calcular el coste primero hay que calcular el número de bandas para alcanzar el número de piezas de 31.250. Para ello se necesitan 250 bandas de chapa, por lo que suponiendo que la prensa produce cerca de 30 golpes por minuto y que el tiempo de cambio entre banda y banda es de 1 minuto más 2 minutos que tarda el operario en cizallar los chapones el tiempo sería:

$$t(\text{minutos}) = \frac{31250}{30} + (250 \times (1 + 2)) = 1791,66 \text{ minutos} = 29,86 \text{ horas} \sim 30 \text{ horas}$$

Por lo que el coste de mano de obra asciende a 450€.

A esto hay que sumarle el coste de mantener las condiciones de trabajo operativas (limpieza, aclimatación del local, recursos eléctricos, etc...) que se encuentran alrededor de unos 25€/hora por lo que el coste sería de unos 750€.

6. Beneficios de la chatarra

Los recortes sobrantes como ya se ha comentado anteriormente se venderán a la chatarra, por lo que para ello habrá que restar la superficie de las piezas a la banda de chapa y multiplicarlo por el valor de la chatarra.

$$\text{Superficie de chatarra (mm}^2\text{)} = (2500 \times 1250) - 4627,33 \times 250 = 1968167,5 \text{ mm}^2$$

Si el chapón es de 75 kg el peso de la chatarra asciende a 47.23 kg por chapón y teniendo en cuenta que este tipo de chatarra se está vendiendo a unos 0,17€/kg se obtiene un beneficio de 80,30€.

7. Coste unitario de la pieza

Teniendo en cuenta todos los costes el precio unitario de la pieza se podrá calcular como la suma de todos los costes e igualando este valor a la multiplicación del número de piezas por el precio unitario y sumándole los beneficios de vender la chatarra.

$$\begin{aligned} & \text{Coste elementos comerciales y personalizados} + \text{Coste materia prima} \\ & + \text{Coste mano de obra} \\ & = \text{Número de piezas} \times \text{PRECIO UNITARIO} + \text{Beneficio de chatarra} \end{aligned}$$

$$9187,26 = 24000 \times \text{PRECIO UNITARIO} + 80,30$$

Obteniendo así un precio unitario de 0,37€.

8. Amortización del troquel

Teniendo en cuenta que el precio unitario de las piezas es de 0,37€ y teniendo en cuenta que las piezas se venderán a los distribuidores de estas por 2,5€ para su posterior venta en tienda o a las casa de automóviles por 10€ queda bastante claro que el troquel es un proyecto económicamente viable y de fácil amortización.

Documento 5: Planos

4 3 2 1

F

F

E

E

D

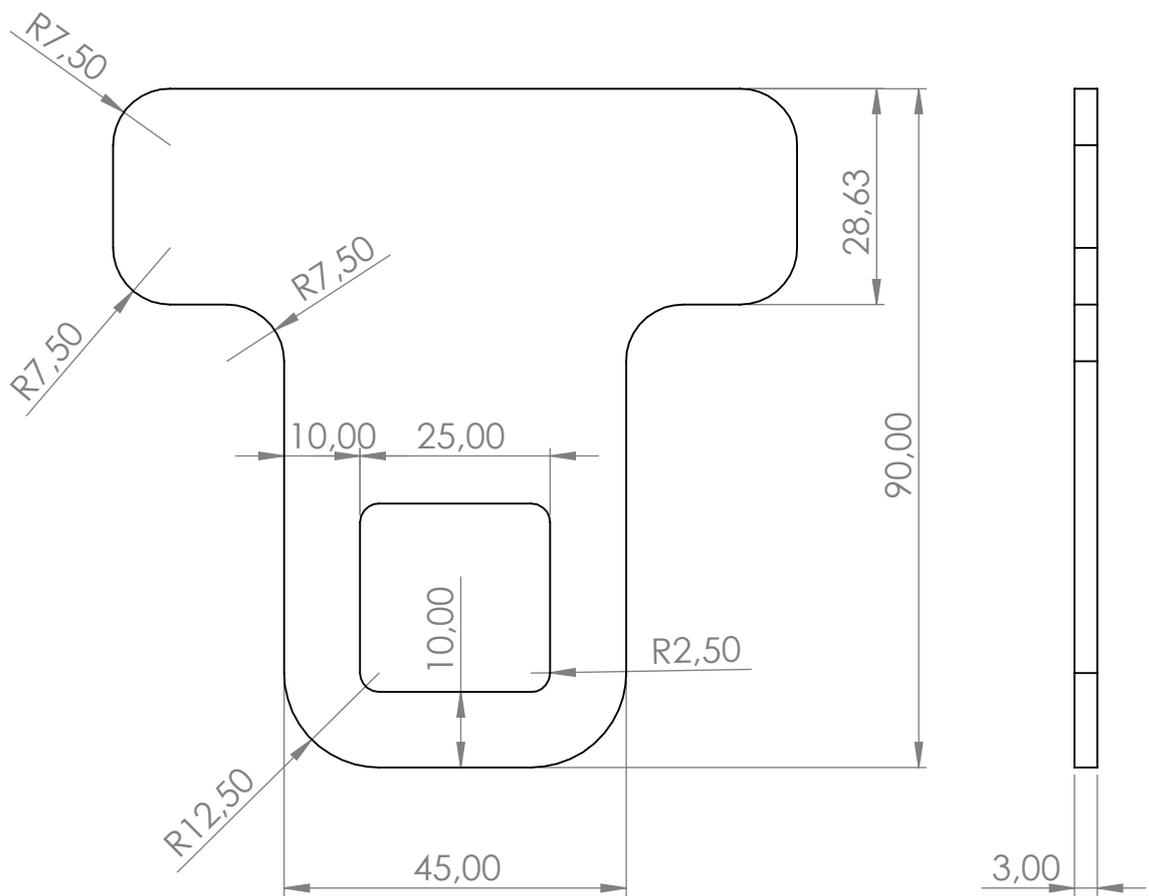
D

C

C

B

B



	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	
VERIF.	Miguel Jorge Reig	
APROB.		
FABR.		

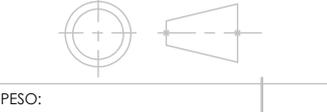
Tolerancias generales	
\varnothing 0.015	
\square 0.01	

TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad

N.º DE DIBUJO

CALID.

Rugosidades por defecto:
 -Ra 1.6 para cara superior e inferior
 -Ra 6.3 para los laterales



Diseño pieza

A4

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

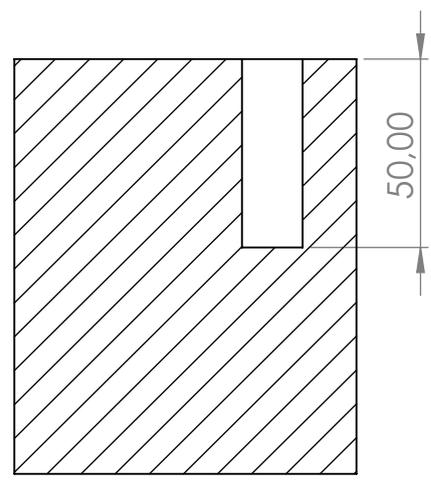
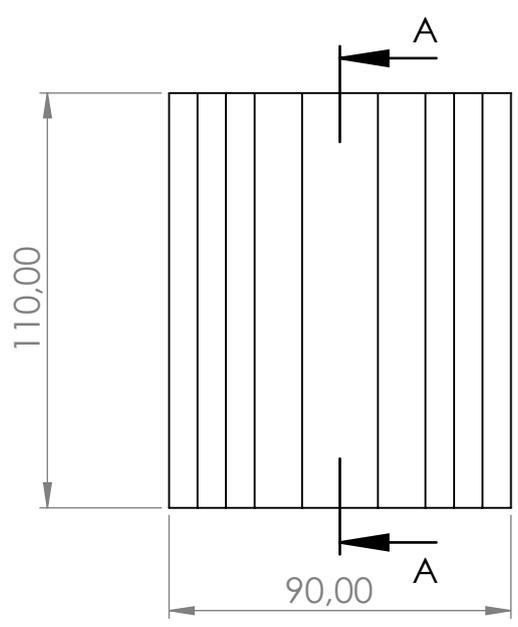
D

C

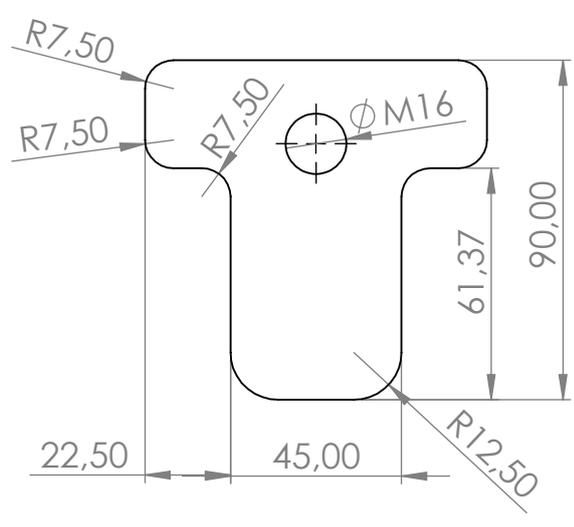
C

B

B



SECCIÓN A-A



A

A

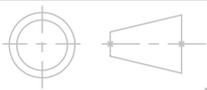
	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	
VERIF.	Miguel Jorge Reig	
APROB.		
FABR.		

Tolerancias generales

	0.01
	0.015

TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad

Rugosidades por defecto:
 -Ra 1.6 para las caras superior e inferior
 -Ra 6.3 para los laterales

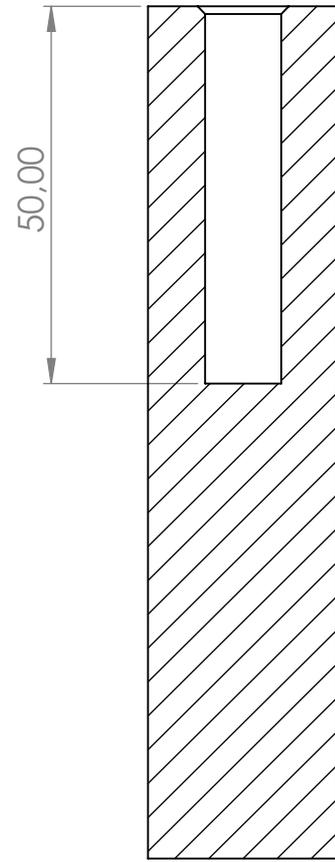
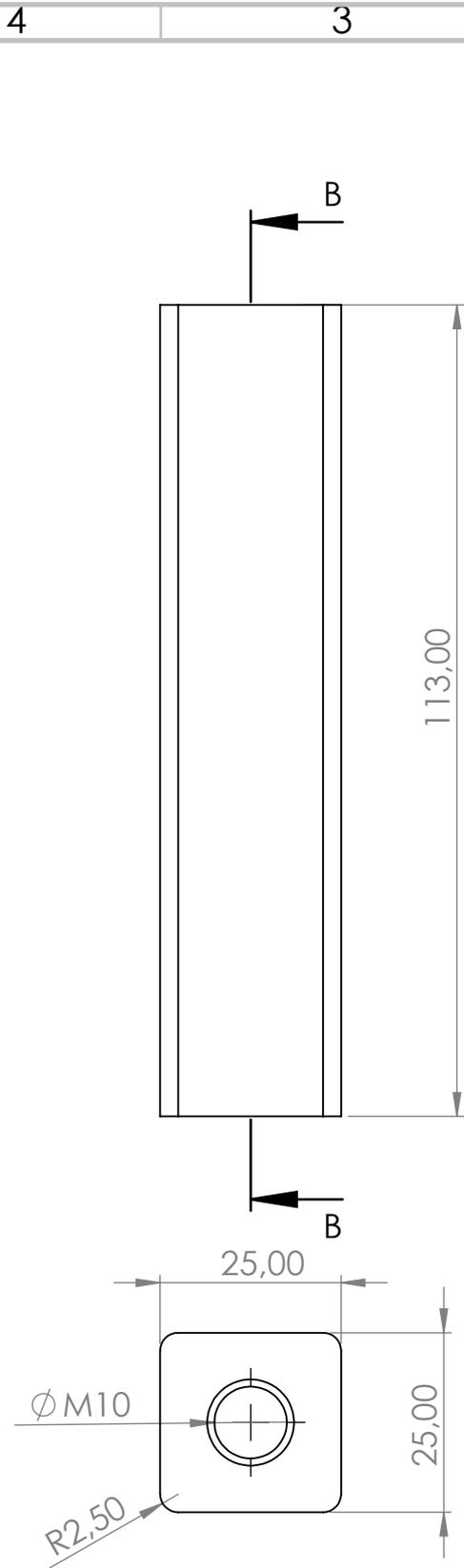


N.º DE DIBUJO
 Punzon principal

A4

PESO: ESCALA:1:2 Plano N° 2

4 3 2 1



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	
VERIF.	Miguel Jorge Reig	
APROB.		
FABR.		
CALID.		

Rugosidades por defecto:
-Ra 1.6 para la cara superior e inferior
-Ra 6.3 para los laterales

Tolerancias generales

\varnothing	0.015
\square	0.01

PESO: 3

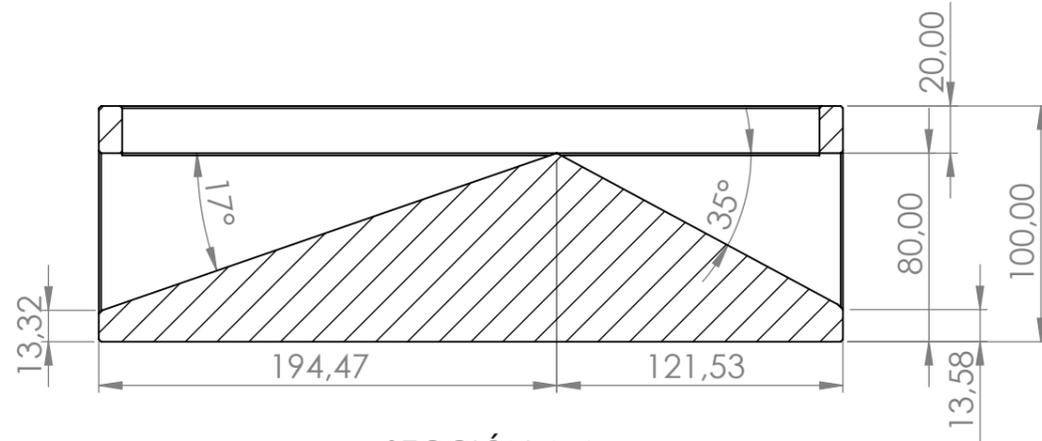
TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad

N.º DE DIBUJO: Punzon secundario

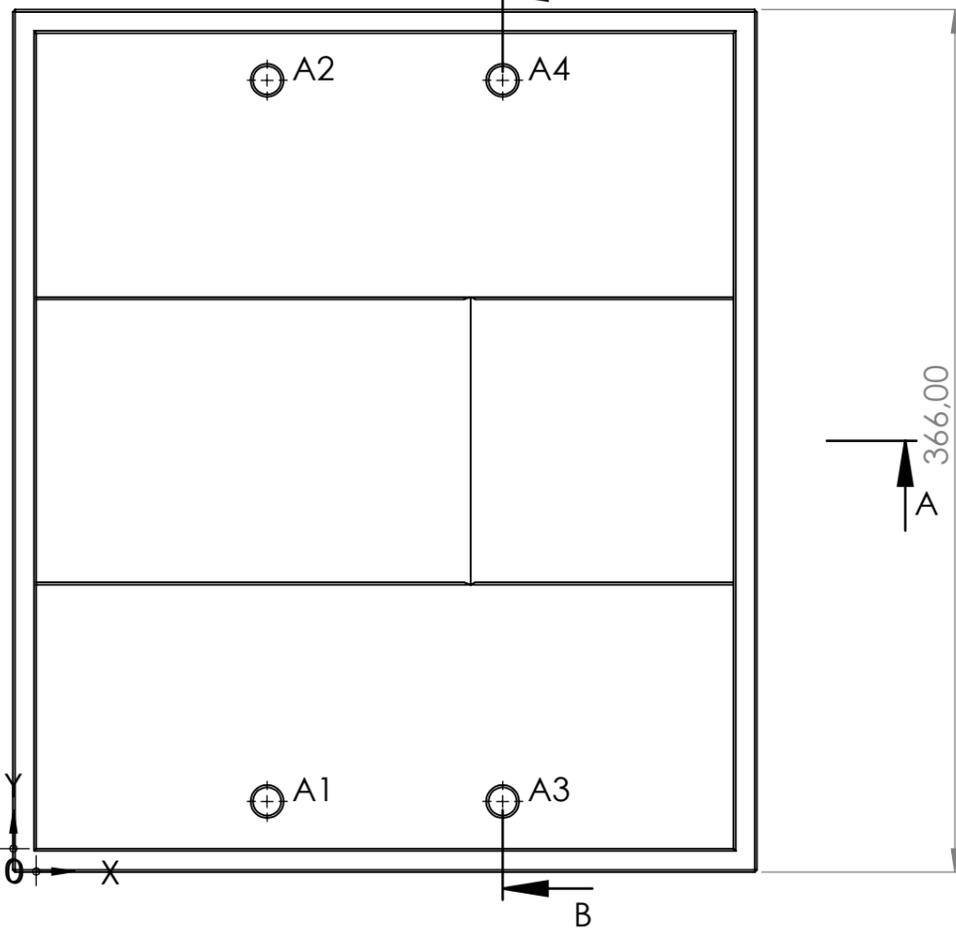
ESCALA: 1:2

Plano N.º 3

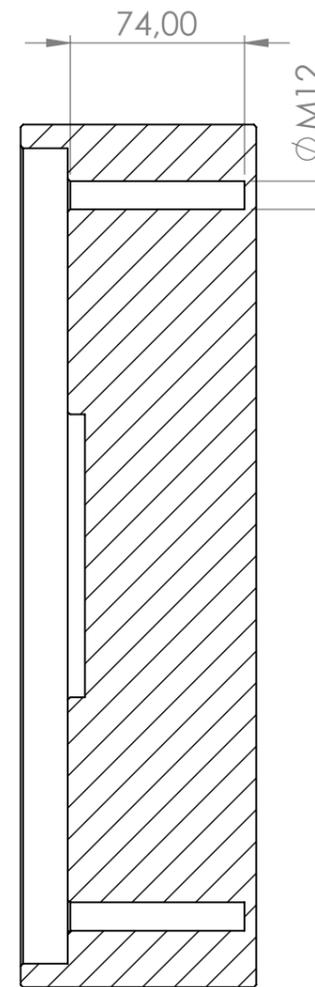
A4



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	98	20	Ø M12 ∇ 75,00
A2	98	326	Ø M12 ∇ 75,00
A3	198	20	Ø M12 ∇ 75,00
A4	198	326	Ø M12 ∇ 75,00



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 3

NOTA: TODOS LOS LADOS ACHAFLANADOS 1X45°

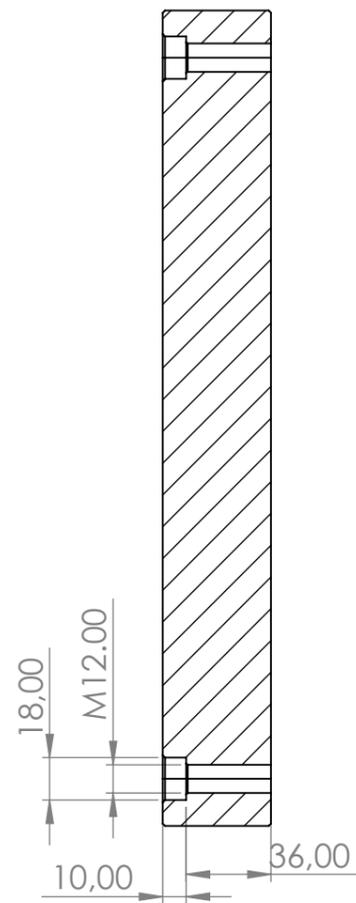


NOMBRE		FECHA	Tolerancias generales	TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	01/07/2018		
VERIF.				N.º DE DIBUJO
APROB.				A3
FABR.				ESCALA: 1:5
CALID.				Plano N° 4
Rugosidades por defecto: -Ra 1.6 para las caras superior e inferior -Ra 6.3 para los laterales			PESO:	

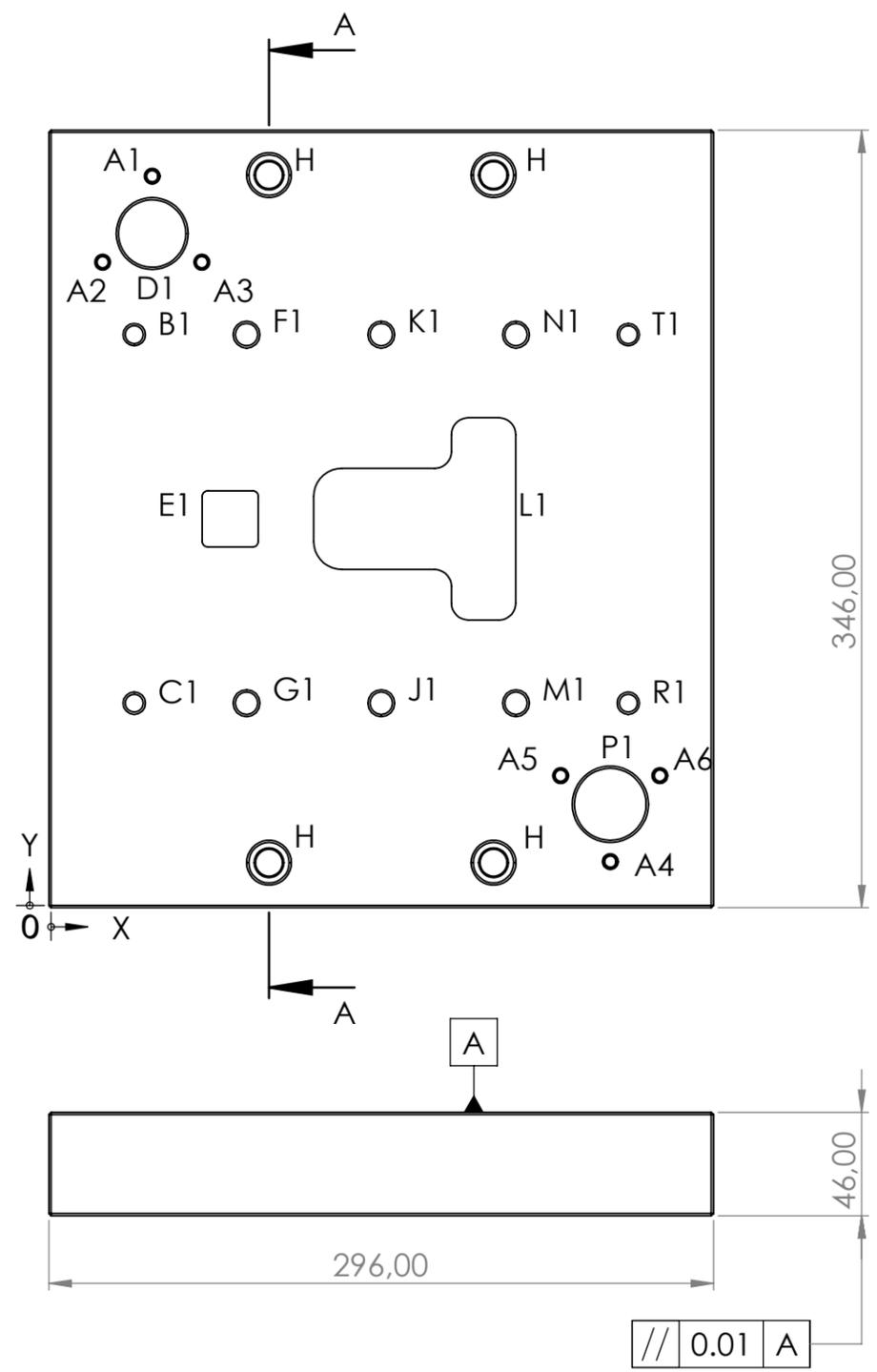
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	22,92	286,25	M6,00X15
A2	45	324,50	M6,00X15
A3	67,08	286,25	M6,00X15
A4	226,92	57,75	M6,00X15
A5	249	19,50	M6,00X15
A6	271,08	57,75	M6,00X15
C1	37,01	90	∅8,00 ∇ 44,00 H7
B1	37,01	254	∅8,00 ∇ 44,00 H7
D1	45	299	∅30,00 ∇ POR TODO H5
E1	79,76	172	
F1	87	254	∅M10,00 ∇ 34,00
G1	87	90	∅M10,00 ∇ 34,00
J1	147	90	∅M10,00 ∇ 34,00
K1	147	254	∅M10,00 ∇ 34,00
L1	161,90	172	
M1	207	90	∅M10,00 ∇ 34,00
N1	207	254	∅M10,00 ∇ 34,00
P1	249	45	∅32,00 ∇ POR TODO H5
R1	257	90	∅8,00 ∇ 44,00 H7
T1	257	254	∅8,00 ∇ 44,00 H7

NOTA: TODAS LAS MEDIDAS ACHAFLANADAS 1X45°

ACOTACIÓN DEL TALADO H

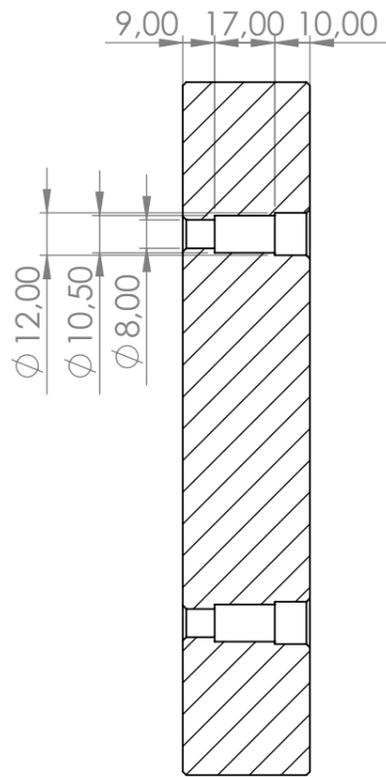


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3



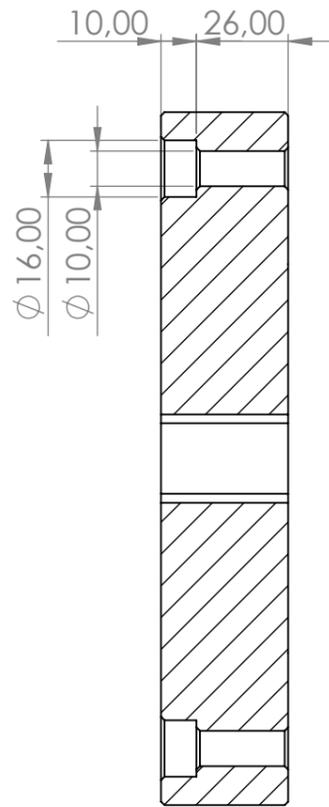
NOMBRE		FECHA	Tolerancias generales		TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad	
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	01/07/2018	∇ 0.01	∅ 0.015	N.º DE DIBUJO	
VERIF.					A3	
APROB.					Placa base inferior	
FABR.					ESCALA:1:5	
CALID.					Plano N° 5	
Rugosidades por defecto: -Ra 1.6 para las caras superior e inferior -Ra 6.3 para los laterales			PESO:		ESCALA:1:5	

ACOTACIÓN DEL TALADRO A



SECCIÓN A-A

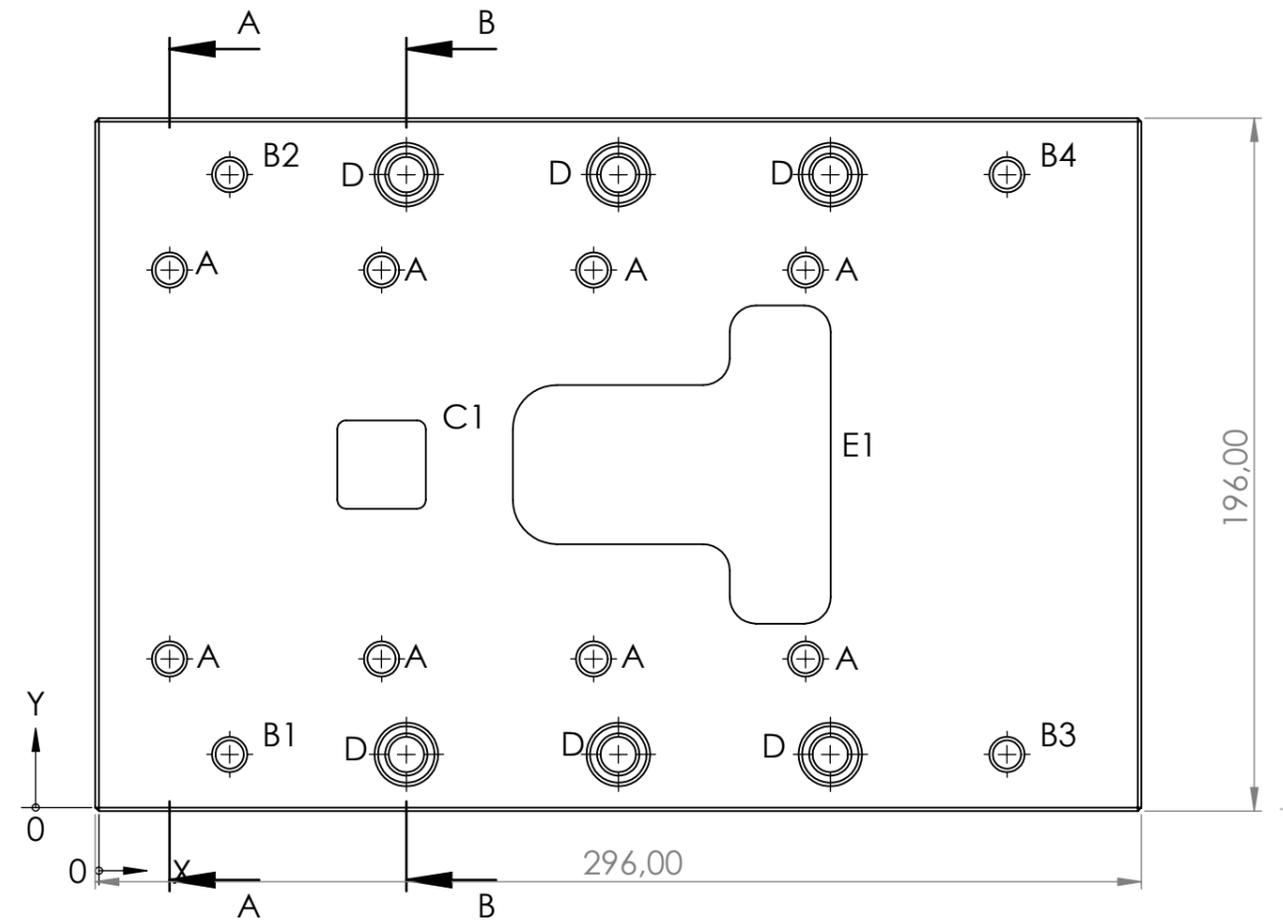
ACOTACIÓN DEL TALADRO D



SECCIÓN B-B

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
B1	37	15	Ø 8,00 ∇ POR TODO H7
B2	37	179	Ø 8,00 ∇ POR TODO H7
B3	257	15	Ø 8,00 ∇ POR TODO H7
B4	257	179	Ø 8,00 ∇ POR TODO H7
C1	80	97	
E1	162.14	97	

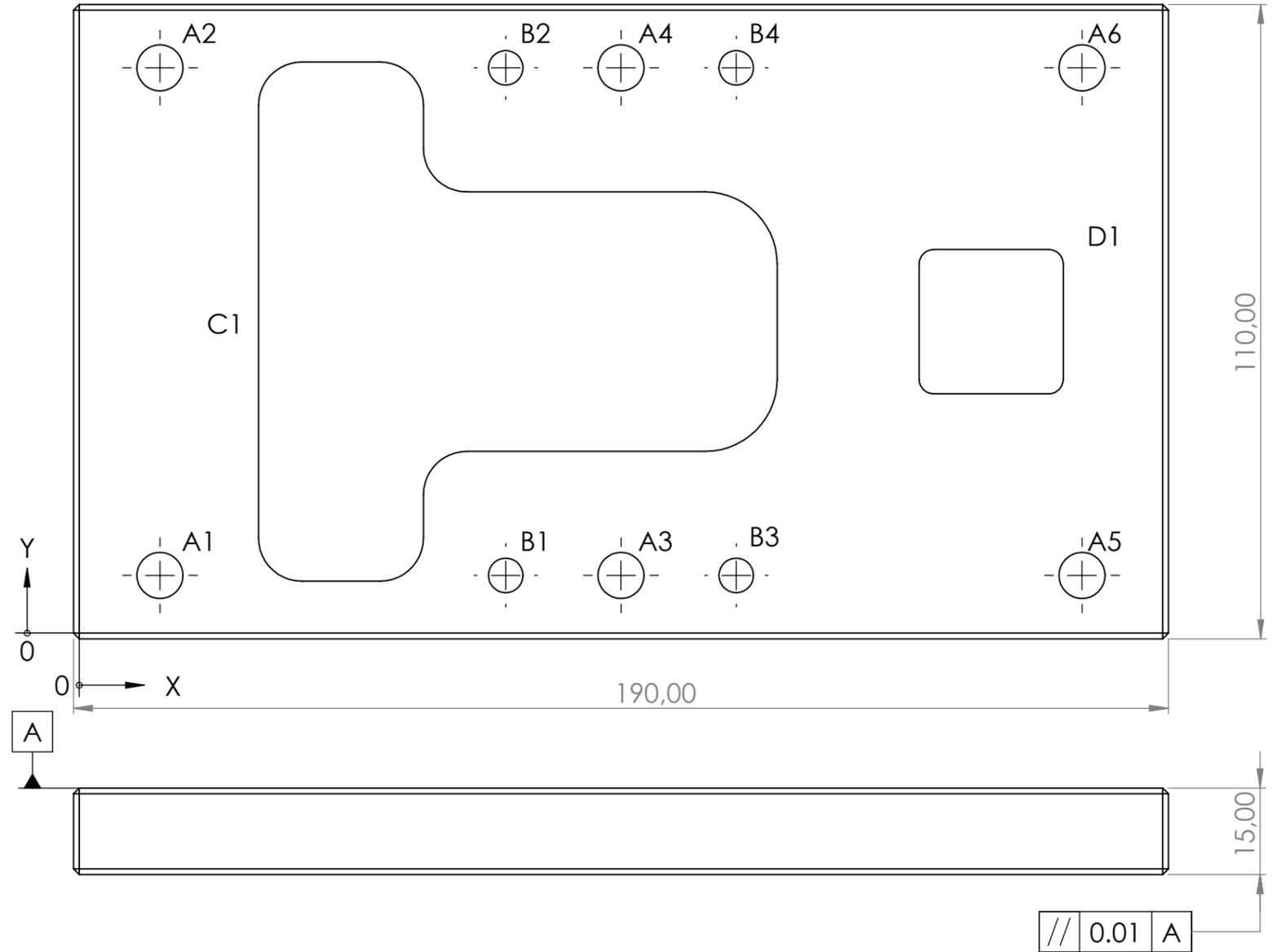
NOTA: TODOS LOS LADOS Y TALADROS CHAFLANADOS A 1X45°



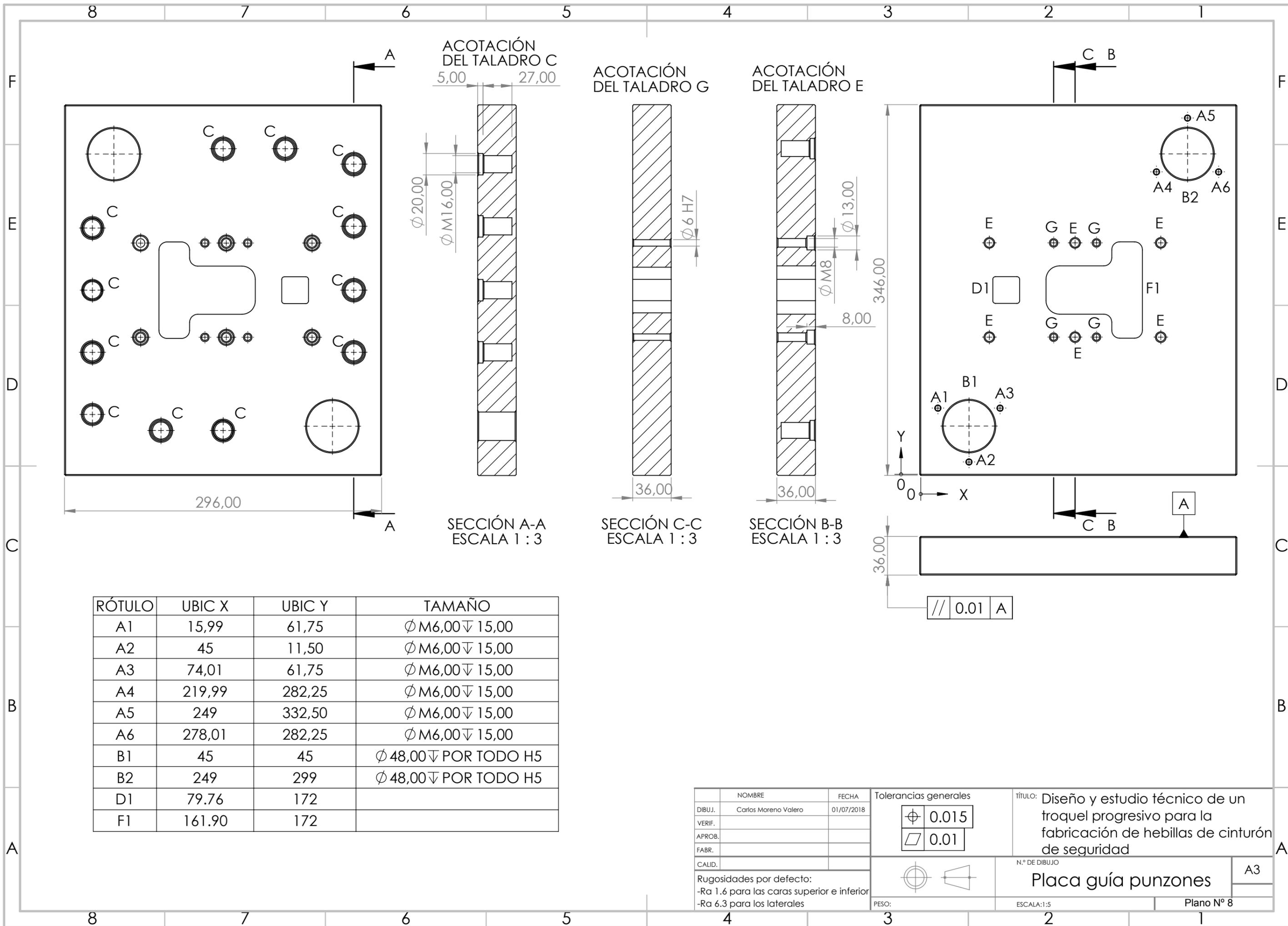
NOMBRE		FECHA	Tolerancias generales	TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	01/07/2018		
VERIF.			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">∇ 0.01</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-left: 10px;">⊕ 0.015</div> </div>	N.º DE DIBUJO
APROB.				
FABR.			Rugosidades por defecto:	Placa matriz 196x296
CALID.			-Ra 1.6 para las caras superior e inferior -Ra 6.3 para los laterales	
			PESO:	Plano N.º 6

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	14	10	M8,00∇ 12,00
A2	14	98	M8,00∇ 12,00
A3	94	10	M8,00∇ 12,00
A4	94	98	M8,00∇ 12,00
A5	174	10	M8,00∇ 12,00
A6	174	98	M8,00∇ 12,00
B1	74	10	∅ 6,00∇ 12,00 H7
B2	74	98	∅ 6,00∇ 12,00 H7
B3	114	10	∅ 6,00∇ 12,00 H7
B4	114	98	∅ 6,00∇ 12,00 H7
C1	76.10	54	
D1	158.24	54	

NOTA: TODOS LOS LADOS CHAFLANADOS 1X45°



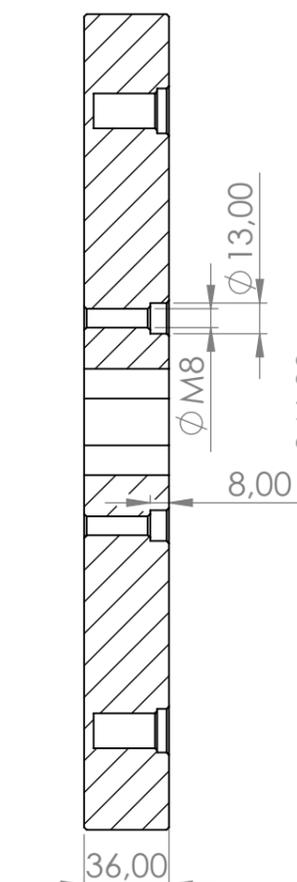
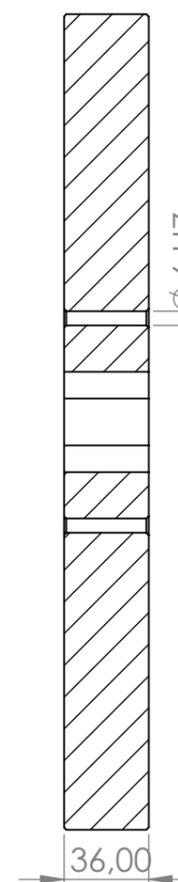
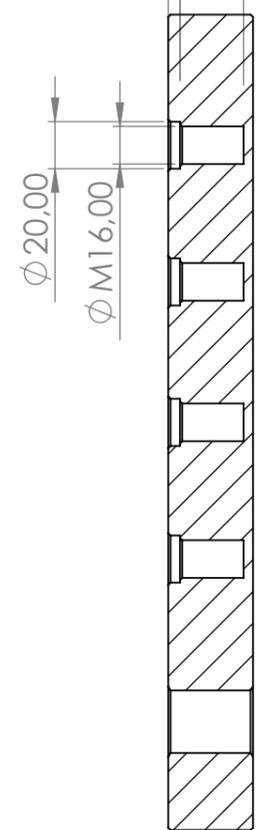
	NOMBRE	FECHA	Tolerancias generales	TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	01/07/2018	ϕ 0.015	N.º DE DIBUJO Placa pisadora A3
VERIF.			\square 0.01	
APROB.				
FABR.				
CALID.			Rugosidades por defecto: -Ra 1.6 para las caras superior e inferior -Ra 6.3 para los laterales	ESCALA: 1:1
			PESO:	Plano N.º 7



ACOTACIÓN DEL TALADRO C
5,00 27,00

ACOTACIÓN DEL TALADRO G

ACOTACIÓN DEL TALADRO E



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3

SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 3

SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 3

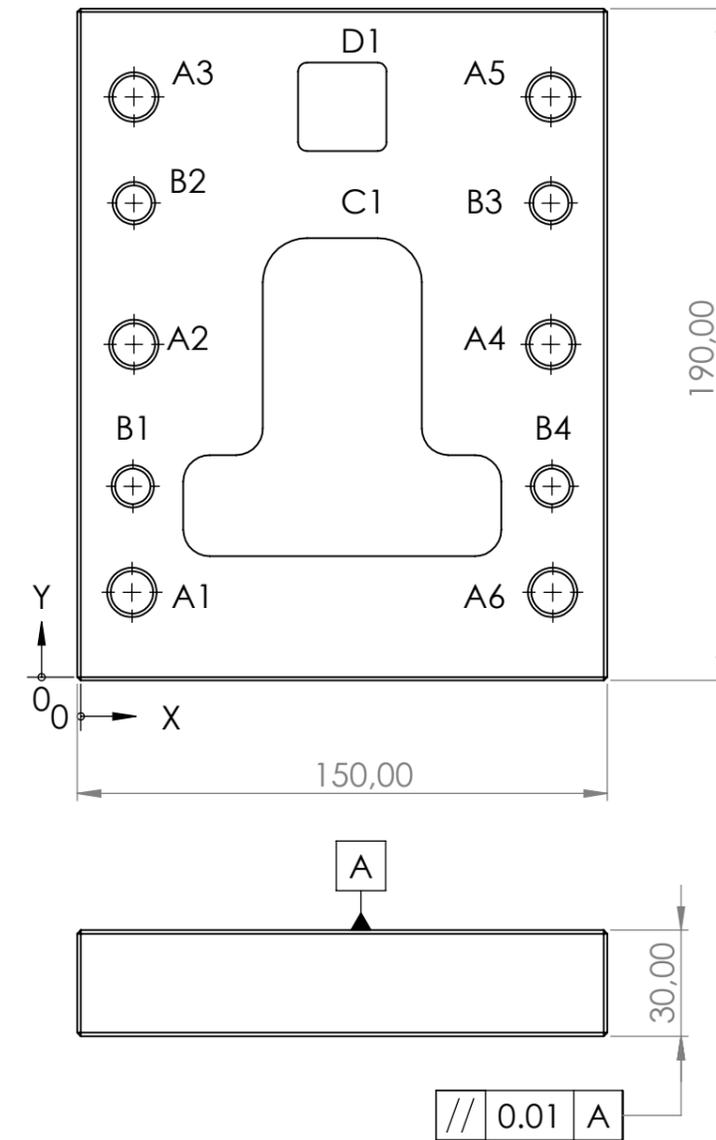
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	15,99	61,75	Ø M6,00 ∇ 15,00
A2	45	11,50	Ø M6,00 ∇ 15,00
A3	74,01	61,75	Ø M6,00 ∇ 15,00
A4	219,99	282,25	Ø M6,00 ∇ 15,00
A5	249	332,50	Ø M6,00 ∇ 15,00
A6	278,01	282,25	Ø M6,00 ∇ 15,00
B1	45	45	Ø 48,00 ∇ POR TODO H5
B2	249	299	Ø 48,00 ∇ POR TODO H5
D1	79,76	172	
F1	161,90	172	

/// 0.01 A

NOMBRE	FECHA	Tolerancias generales	TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad			
DIBUJ. Carlos Moreno Valero	01/07/2018	<table border="1"> <tr> <td>⊕</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>∇</td> <td>0.01</td> </tr> </table>		⊕	0.015	∇
⊕	0.015					
∇	0.01					
VERIF.			N.º DE DIBUJO			
APROB.			Placa guía punzones			
FABR.		PESO:	A3			
CALID.		ESCALA: 1:5	Plano N° 8			
Rugosidades por defecto: -Ra 1.6 para las caras superior e inferior -Ra 6.3 para los laterales						

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	14,46	23,98	M12,00∇ 20,00
A2	15	94,09	M12,00∇ 20,00
A3	15	164,09	M12,00∇ 20,00
A4	133	94,09	M12,00∇ 20,00
A5	133	164,09	M12,00∇ 20,00
A6	133,54	23,98	M12,00∇ 20,00
B1	14,69	53,98	∅ 10,00∇ 20,00 H7
B2	15	134,09	∅ 10,00∇ 20,00 H7
B3	133	134,09	∅ 10,00∇ 20,00 H7
B4	133,31	53,98	∅ 10,00∇ 20,00 H7
C1	74	79.20	
D1	74	161.33	

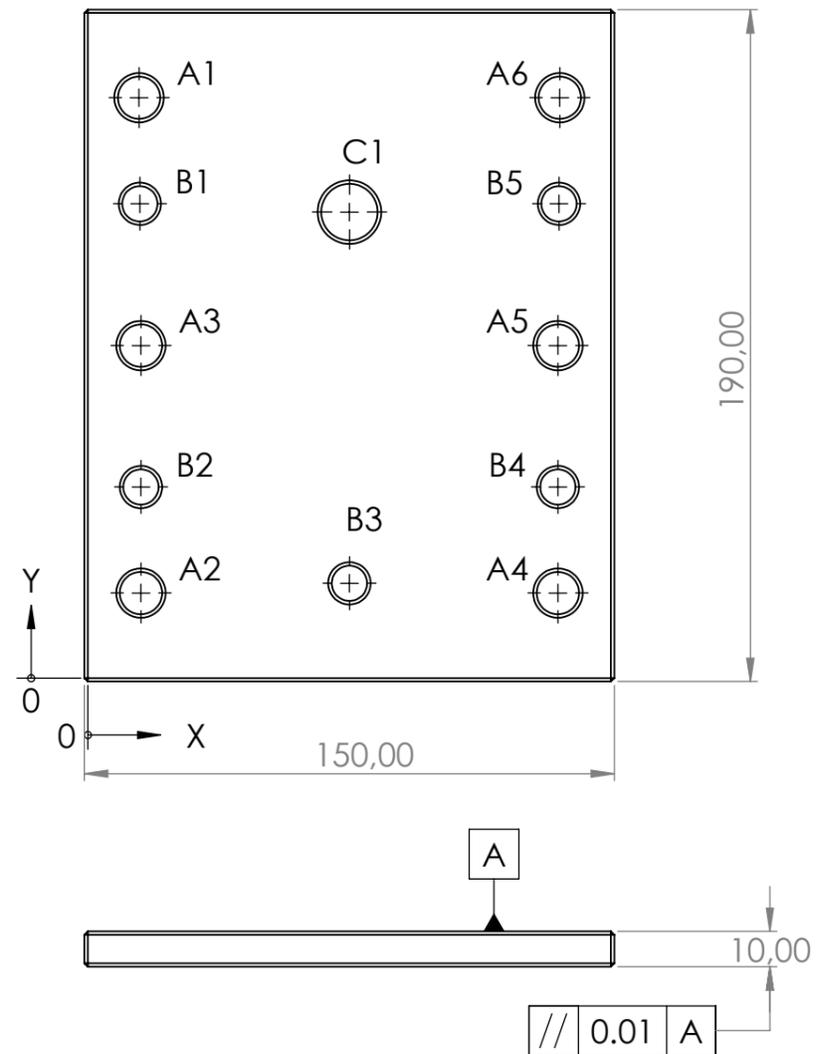
NOTA: TODOS LAS MEDIDAS CON CHAFLÁN 1X45°



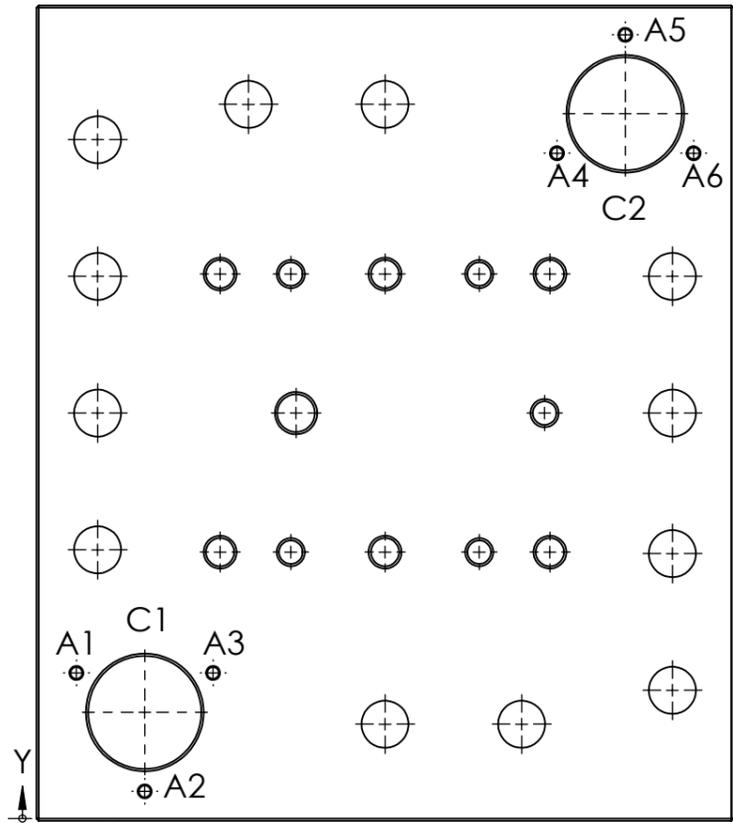
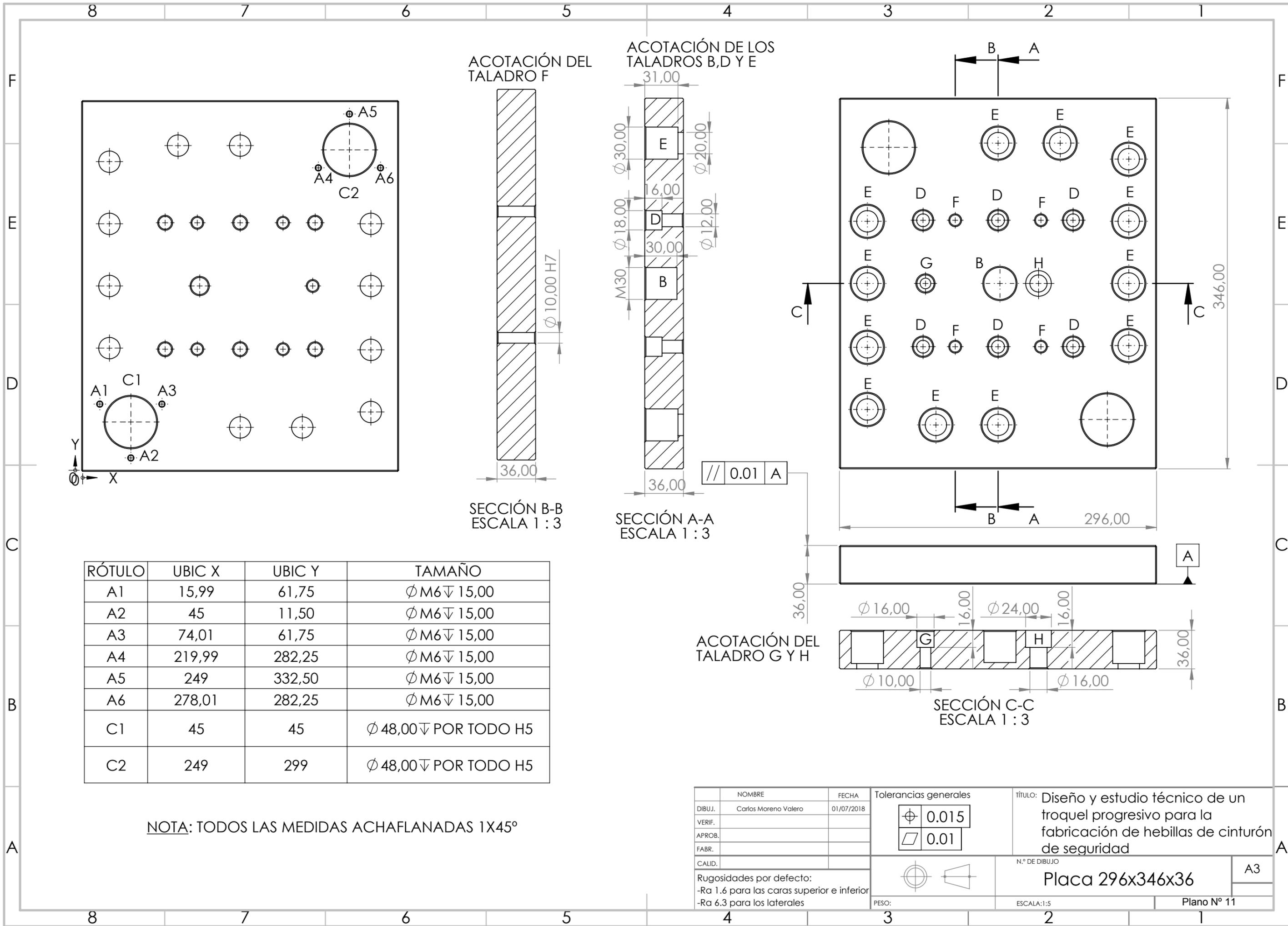
NOMBRE		FECHA	Tolerancias generales		TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	01/07/2018	∅ 0.015	∇ 0.01	
VERIF.					N.º DE DIBUJO
APROB.			Rugosidades por defecto:		Placa porta punzones
FABR.			-Ra 1.6 para las caras superior e inferior		
CALID.			-Ra 6.3 para los laterales		A3
PESO:			ESCALA:1:2		Plano N° 9

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	14,46	164,20	Ø 10,00 ∇ POR TODO
A2	15	24,09	Ø 10,00 ∇ POR TODO
A3	15	94,09	Ø 10,00 ∇ POR TODO
A4	133	24,09	Ø 10,00 ∇ POR TODO
A5	133	94,09	Ø 10,00 ∇ POR TODO
A6	133,54	164,20	Ø 10,00 ∇ POR TODO
B1	14,69	134,20	Ø 8,00 ∇ POR TODO H7
B2	15	54,09	Ø 8,00 ∇ POR TODO H7
B3	74	26,84	Ø 10,00 ∇ POR TODO
B4	133	54,09	Ø 8,00 ∇ POR TODO H7
B5	133,31	134,20	Ø 8,00 ∇ POR TODO H7
C1	74	131,84	Ø 16,00 ∇ POR TODO

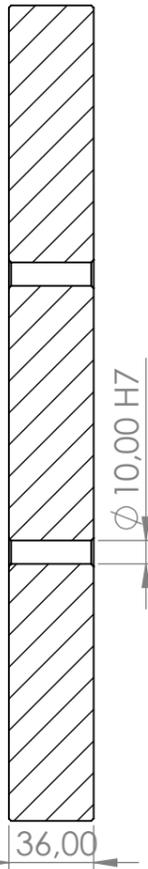
NOTA: TODAS LAS MEDIDAS CON CHAFLÁN 1X45°



	NOMBRE	FECHA	Tolerancias generales	TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad
DIBUJ.	Carlos Moreno Valero	01/07/2018	∇ 0.01 ⊕ 0.015	
VERIF.				N.º DE DIBUJO
APROB.				
FABR.				Placa sufridera
CALID.				
Rugosidades por defecto: -Ra 1.6 para las caras superior e inferior -Ra 6.3 para los laterales			PESO:	ESCALA:1:2

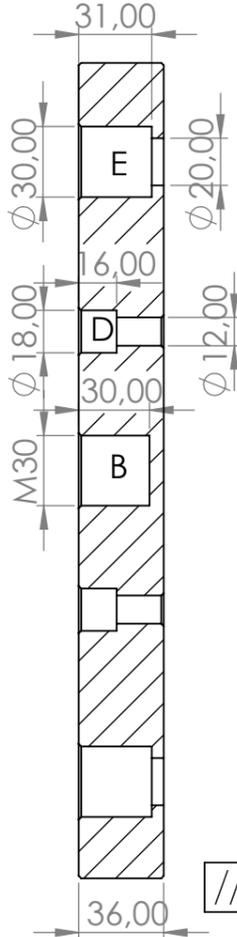


ACOTACIÓN DEL TALADRO F

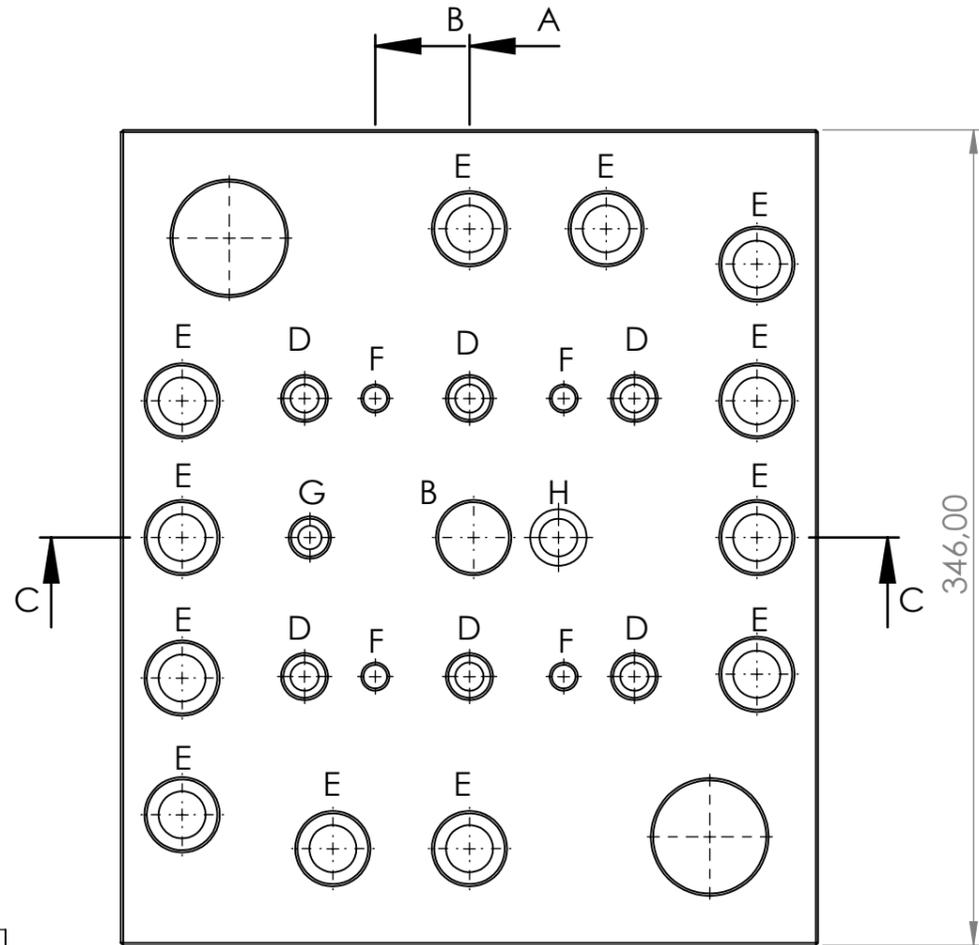


SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 3

ACOTACIÓN DE LOS TALADROS B, D Y E



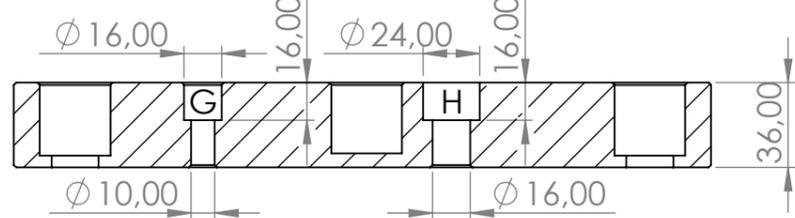
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	15,99	61,75	Ø M6 ∇ 15,00
A2	45	11,50	Ø M6 ∇ 15,00
A3	74,01	61,75	Ø M6 ∇ 15,00
A4	219,99	282,25	Ø M6 ∇ 15,00
A5	249	332,50	Ø M6 ∇ 15,00
A6	278,01	282,25	Ø M6 ∇ 15,00
C1	45	45	Ø 48,00 ∇ POR TODO H5
C2	249	299	Ø 48,00 ∇ POR TODO H5

NOTA: TODOS LAS MEDIDAS ACHAFLANADAS 1X45°

ACOTACIÓN DEL TALADRO G Y H



SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 3

NOMBRE	FECHA	Tolerancias generales	TÍTULO: Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturón de seguridad			
DIBUJ. Carlos Moreno Valero	01/07/2018	<table border="1"> <tr> <td>Ø</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>∇</td> <td>0.01</td> </tr> </table>		Ø	0.015	∇
Ø	0.015					
∇	0.01					
VERIF.			N.º DE DIBUJO			
APROB.			Placa 296x346x36			
FABR.		PESO:	A3			
CALID.		ESCALA: 1:5	Plano N° 11			
Rugosidades por defecto: -Ra 1.6 para las caras superior e inferior -Ra 6.3 para los laterales						

Anexo 1: Calidad superficial

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

ANEXO 1: CALIDAD SUPERFICIAL

En el proyecto de un cuerpo o pieza que ha de servir para un conjunto mecánico, además de su forma y dimensiones se debe medir también la clase de superficie o estado superficial que es conveniente para cada componente y la tolerancia de medida para su fabricación. (Véase anexo de tolerancias de ajuste para más información)

El estado superficial de las piezas varía según la función que deben realizar o de sus situaciones externas. Teniendo en cuenta esto se distinguen las piezas en bruto por un lado y las piezas mecanizadas por otro, en las cuales se consigue un correcto grado de calidad de acabado superficial, gracias a las máquinas de arranque de viruta aunque esta crea una superficie un tanto ondulada, con falta de paralelismo y un tanto rugosa.

La expresión de las calidades superficiales se manifiesta mediante símbolos, como queda reflejado en la siguiente tabla.

<i>APLICACIÓN DE LOS ESTADOS SUPERFICIALES</i>				
<i>CLASE DE SUPERFICIE</i>	<i>SIMBOLO</i>	<i>RUGOSIDAD μ</i>	<i>CALIDAD DE SUPERFICIE</i>	<i>APLICACIONES</i>
Superefino		0.04 0.06	Especial	Superficies de medición, de los calibres de deslizamiento altamente fatigados, ajustes de precisión no desmontables.
		0.1 0.16	Máxima	
Refinado.- Las estrías no son visibles a simple vista		0.25 .4	Muy buena	Superficies de deslizamiento muy fatigadas, ajustes de precisión desmontables
		0.6 1 .6	Buena	Piezas fatigadas por flexión y torsión; ajustes de deslizamiento y presión
Afinado. – Las estrías son visibles pero no perceptibles al tacto		2.5 4	Media	Ajustes de reposo sin transmisión de fuerzas, ajustes ligeros de presión de acero; superficies de deslizamiento poco fatigados, superficies sin mecanizar de piezas prensadas de precisión
		6 10		
Desbastado. – estrías visibles y perceptibles al tacto		25	Regular	Superficies desbastadas, superficies sin mecanizar de piezas prensadas y forja de precisión, fundición a presión.
Limpio. – También preparado para desbastado		63	Baja	Cáscara de fundición colada en arena; piezas estampadas y de forja libre
Sin rebabas			Muy Baja	Piezas fundidas o forjadas

Tabla 17. Aplicación de los estados superficiales

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

ANEXO 1: CALIDAD SUPERFICIAL

La rugosidad superficial se puede medir de distintas maneras:

-Rt: esta es la mayor distancia entre la cresta más alta y la depresión más profunda.

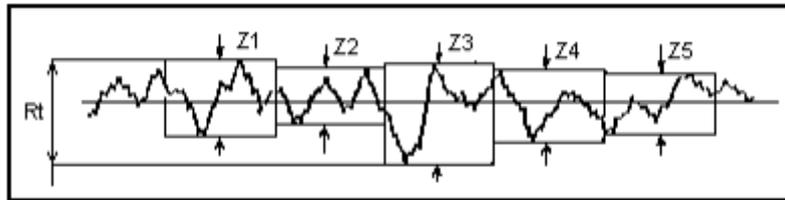


Figura 79. Rugosidad Rt

-Rz: esta es la media de los valores absolutos de las cinco crestas del perfil más altas y de las cinco depresiones más profundas.

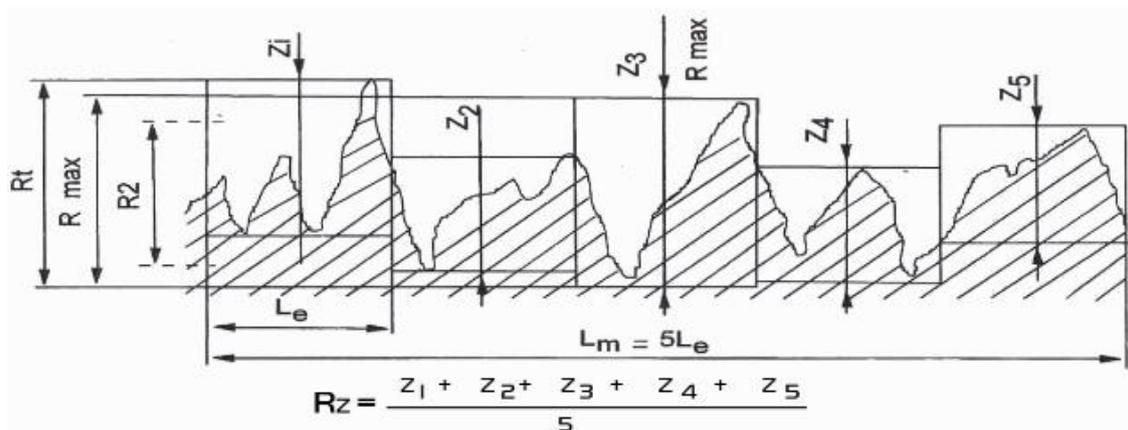


Figura 80. Rugosidad Rz

-Ra: es la media aritmética de los valores absolutos de las separaciones y del perfil rugoso de la línea media dentro del tramo de medida.

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

ANEXO 1: CALIDAD SUPERFICIAL

Ra [μm]	Aplicaciones típicas de rugosidad superficial
0,01	Bloques patrón – Reglas de alta precisión – Guías de aparatos de medida de alta precisión
0,02	Aparatos de precisión- Superficies de medida en micrómetros y calibres de precisión
0,03	Calibradores. Elementos de válvulas de alta presión hidráulica
0,04	Agujas de rodamientos. Superacabado de camisas de block de motores
0,05	Pistas de rodamientos. Piezas de aparatos control de alta precisión
0,06	Válvulas giratorias de alta presión. Camisas block de motor.
0,08	Rodamientos de agujas de grandes rodamientos
0,1	Asientos cónicos de válvulas. Ejes montados sobre bronce, teflón, etc. a velocidades medias. Superficies de levas de baja velocidad.
0,15	Rodamientos de dimensiones medias. Protectores de rotores de turbinas y reductores.
0,2	Anillos de sincronizados de cajas de velocidades
0,3	Flancos de engranaje. Guías de mesa de máquinas-herramientas
0,4	Pistas de asientos de agujas en crucetas.
0,6	Válvulas de esfera. Tambores de freno.
1,5	Asientos de rodamiento en ejes c/carga pequeña. Ejes-agujeros de engranajes. Cabezas de pistón
2	Superficies mecanizadas en general, ejes, chavetas, alojamientos, etc.
3	Superficies mecanizadas en general. Superficies de referencia. Superficies de apoyo
4	Superficies desbastadas
5 a 15	Superficies fundidas y estampadas
>15	Piezas fundidas, forjadas y laminadas.

Tabla 18. Aplicaciones típicas de rugosidad superficial

RELACION ENTRE INDICACIONES EN DISEÑO Y RUGOSIDAD SUPERFICIAL			
Indicación en Diseño	Ra (CLA) [μm]	Exigencias de calidad superficial	Ejemplos de aplicación
	0,1	Fines especiales	Superficies de medición de calibres. Ajustes de presión no desmontables, superficies de presión alta, fatigadas.
	0,10-0,25-0,4	Exigencia máxima	
	0,6-1-1,6	Alta exigencia	Superficies de deslizamiento muy fatigadas, ajustes de presión desmontables
	2,5 – 4 – 6	Exigencia media	Piezas fatigadas por flexión o torsión, ajustes normales de deslizamiento y presión.
	10 – 16 - 20	Poca exigencia	Ajustes fijos sin transmisión de fuerza, ajustes leves, superficies sin mecanizado, prensados con precisión.
	40 – 60 – 100	Sin exigencia particular	Superficies desbastadas, fundidas a presión
	160 – 250 – 400 800 - 1000	Superficies en bruto	Piezas fundidas, estampadas o forjadas.

Tabla 19. Relación entre indicaciones en diseño y rugosidad superficial

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

ANEXO 1: CALIDAD SUPERFICIAL

Existe una correlación Ra-Rz según la norma DIN 47 la cual se puede observar a continuación:

Umrechnungsbeziehungen zwischen Ra und Rz nach DIN 47 Conversion-relations between Ra and Rz according to DIN 47

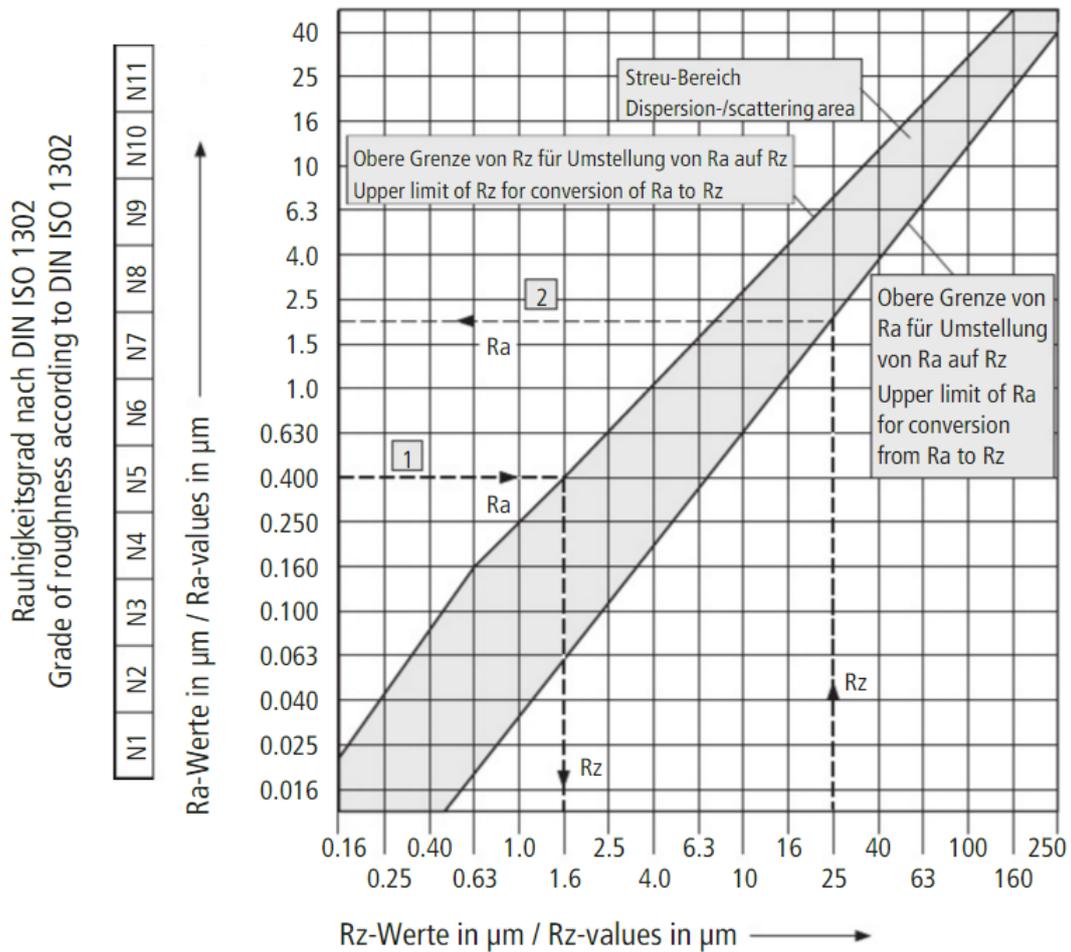


Figura 81. Conversión de rugosidad Ra y Rz

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles.

ANEXO 1: CALIDAD SUPERFICIAL

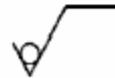
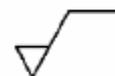
Según el proceso de fabricación se obtiene un acabado distinto.

A la hora de indicar la rugosidad en el dibujo se puede utilizar distintas formas:

Símbolo básico



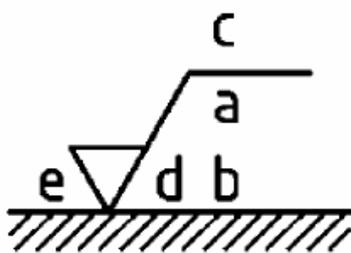
Símbolo completo



Cualquier proceso

Con retirada de material

Sin retirada de material



a: Requisito individual de la calidad superficial

a y b: Dos o más requisitos de la calidad superficial

c: Método de fabricación

d: Surcos superficiales y orientación

e: Tolerancias de mecanizado

Anexo 2: Tolerancias de ajuste

ANEXO 2: TOLERANCIAS DE AJUSTE

La tolerancia de una medida de una pieza es la diferencia permitida entre la medida máxima y la medida mínima, teniendo así una medida nominal común entre las dos piezas a ensamblar.

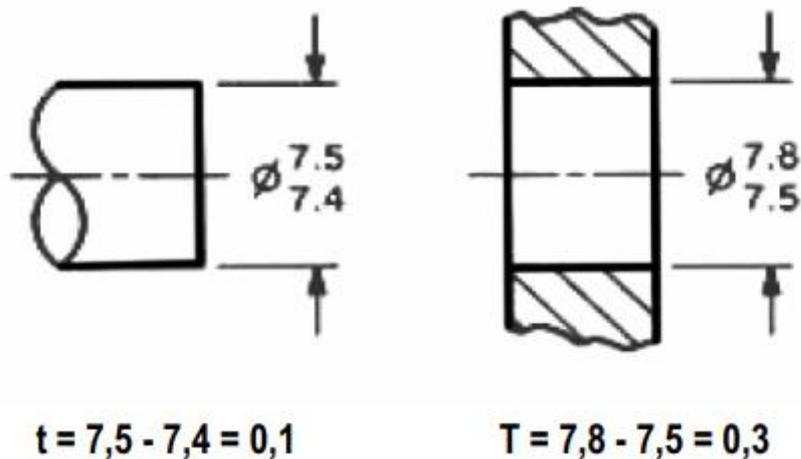


Figura 82. Relación entre agujero y eje

Dentro de estas tolerancias existen distintos grados de tolerancia, 20 para ser exactos según el sistema ISO. Estos grados de tolerancias normalizadas están designados por las letras IT seguidas de un número. Cuando se quiere dar una clase de tolerancia se le asocia al grado una letra y se suprime el IT de modo que se quedan cosas comentadas anteriormente como H7 o h4. Dentro de estos grados de tolerancia se pueden distinguir los de uso general que son del IT1 al IT18 y los no generales que son el IT0 y el IT01.

El valor de la tolerancia para estos intervalos se puede calcular con una fórmula para las medidas inferiores a 500 mm y con otra para los mayores de 500 mm. Del IT5 al IT18 se puede utilizar la siguiente fórmula para las medidas inferiores a 500 mm:

$$i = 0,45VD + 0,001D$$

Por otra parte para las medidas superiores a 500 mm en los intervalos IT1 al IT18 se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = 0,004D + 2,1$$

Medida nominal en mm		Grados de tolerancia normalizados																	
		IT1 ¹⁾	IT2 ¹⁾	IT3 ¹⁾	IT4 ¹⁾	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Por encima	Hasta e inclusive	Fórmulas para las tolerancias normalizadas (Resultados en micrómetros)																	
—	500	—	—	—	—	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i	2500i
500	3 150	2i	2,7i	3,7i	5i	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i	2500i

Tabla 20. Intervalos de tolerancia

ANEXO 2: TOLERANCIAS DE AJUSTE

Respecto a la línea cero el sistema ISO establece 28 posiciones diferentes de tolerancia, las cuales se definen letra mayúscula para los agujeros y con letra minúscula para los ejes.

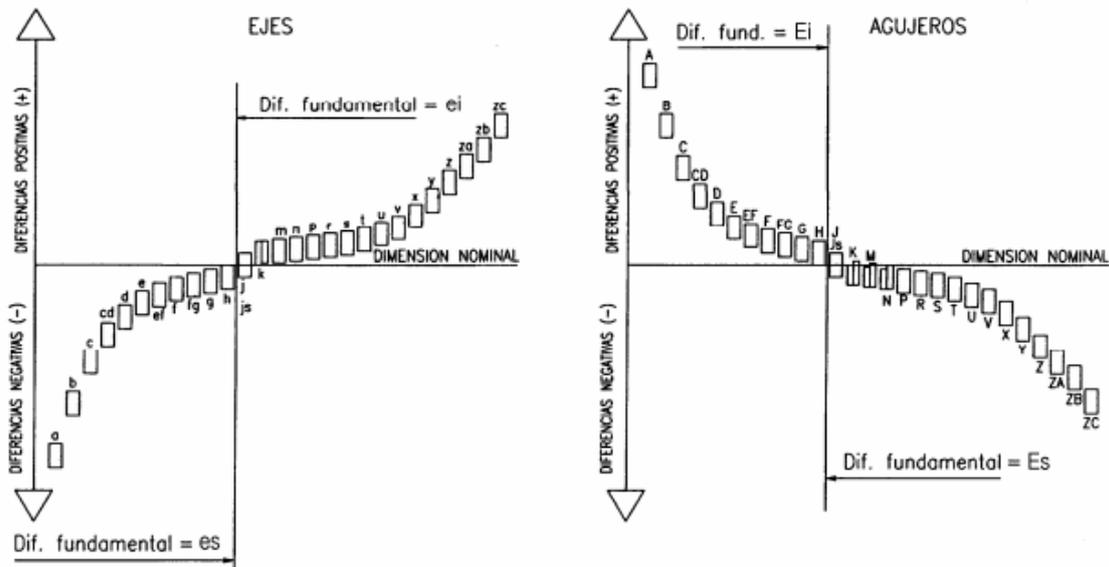


Figura 83. Posiciones de tolerancias

El hecho de determinar una medida u otra nos determinará el tipo de ajuste que se tendrá entre eje y agujero. El ajuste es la relación resultante de la diferencia de las medidas del agujero y del eje antes de ensamblar. Existen diferentes tipos de ajuste:

-Ajuste con juego: este asegura un juego después del ensamble, donde la medida nominal es común para ambas piezas.

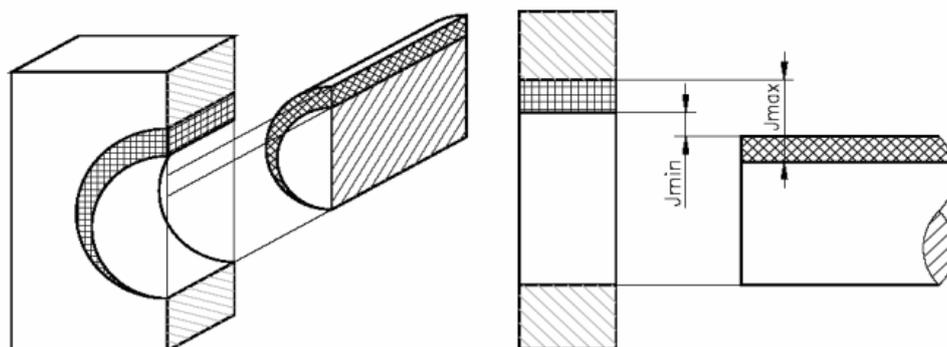


Figura 84. Ajuste con juego

-Ajuste con aprieto: este tipo de ajuste asegura un aprieto una vez las piezas están ensambladas, donde la medida nominal es común para ambas piezas a ensamblar.

ANEXO 2: TOLERANCIAS DE AJUSTE

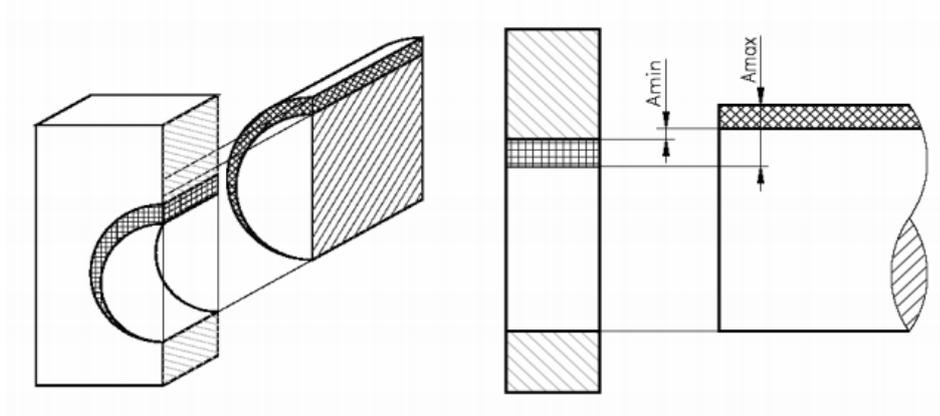


Figura 85. Ajuste con apriete

-Ajuste indeterminado: en este tipo de ajuste las piezas ensambladas pueden quedar con juego o con apriete según las medidas de ambas piezas. En este la medida nominal también es común para ambas piezas a ensamblar.

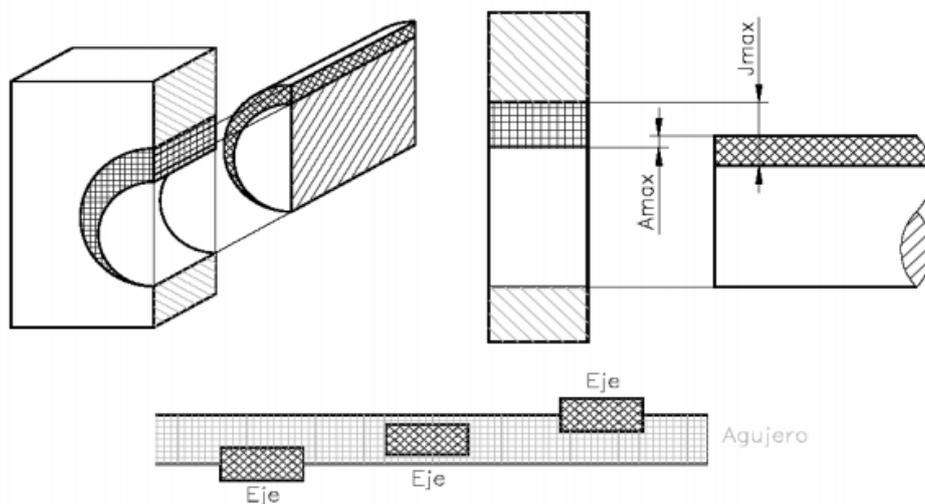


Figura 86. Ajuste indeterminado

Los sistemas de ajuste se utilizan para reducir y simplificar la gran variedad de posibilidades. Para elegir un buen sistema de ajuste se deben tener en cuenta una gran serie de factores:

- Rugosidad superficial: una tolerancia muy pequeña pierde toda su precisión si la superficie presenta unas irregularidades mayores que la tolerancia.
- Material de las piezas ensambladas.
- Velocidad de funcionamiento.
- Naturaleza, intensidad, dirección, sentido de los esfuerzos.

ANEXO 2: TOLERANCIAS DE AJUSTE

- Lubricación
- Temperatura de funcionamiento.
- Geometría del ensamblaje.

Teniendo en cuenta estos factores para determinar un buen ajuste se deben tener las siguientes consideraciones:

-Se evitará todo ajuste que tenga un exceso de precisión o precisión inútil, dado que este exceso de precisión solo acarrea un exceso de costes, dado que con menos precisión se aseguraría la misma funcionalidad.

-Se buscará que el agujero tenga una mayor tolerancia que le eje.

-Se deben elegir tolerancias de forma que las calidades del eje y agujero no varíen en más de dos índices.

-Se usarán los sistemas de ajustes que resultan satisfactorios según la experiencia.

De esta forma en dicho proyecto con los componentes utilizados las tolerancias son las siguientes:

Columnas guía

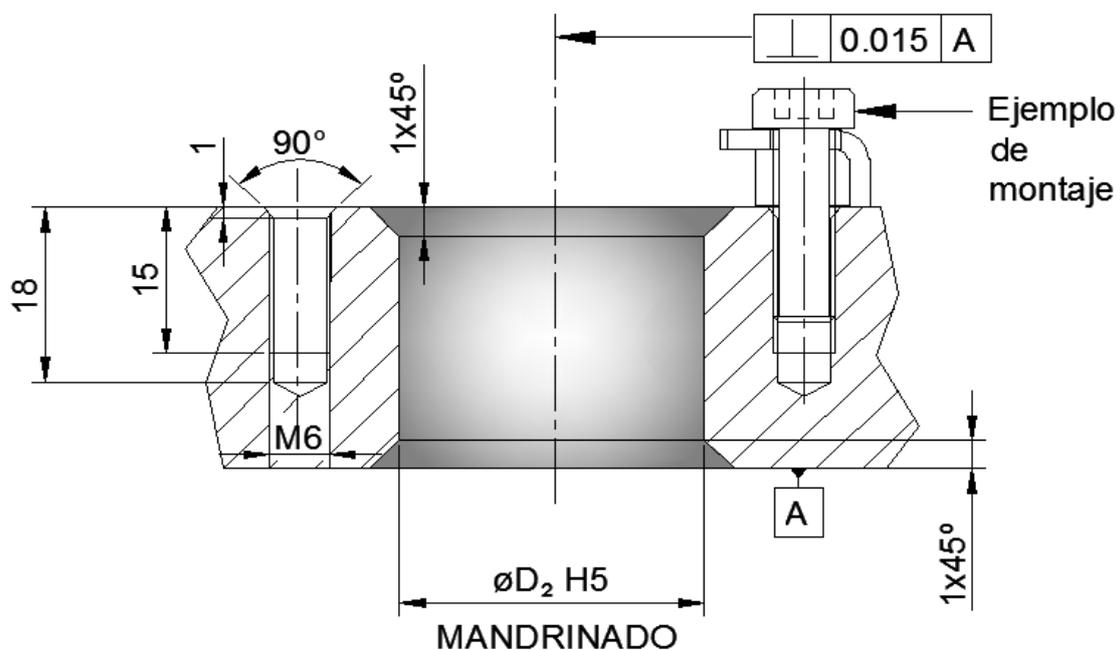


Figura 87. Ejemplo de montaje de las columnas guía

Grupo	ϕD_2	Tolerancia H5	Tolerancia H5	D_2 mín.	D_2 máx.
-------	------------	---------------	---------------	------------	------------

ANEXO 2: TOLERANCIAS DE AJUSTE

		mín. (μm)	máx. (μm)	(mm)	(mm)
15/16	15	0	8	15,000	15,008
	16	0	8	16,000	16,008
19/20	19	0	9	19,000	19,009
	20	0	9	20,000	20,009
24/25	24	0	9	24,000	24,009
	25	0	9	25,000	25,009
30/32	30	0	11	30,000	30,011
	32	0	11	32,000	32,011
38/40	38	0	11	38,000	38,011
	40	0	11	40,000	40,011
48/50	48	0	11	48,000	48,011
	50	0	11	50,000	50,011
60/63	60	0	13	60,000	60,013
	63	0	13	63,000	63,013
80	80	0	15	80,000	80,015

Tabla 21. Dimensión de los agujeros de columnas según la tolerancia H5

Pasadores

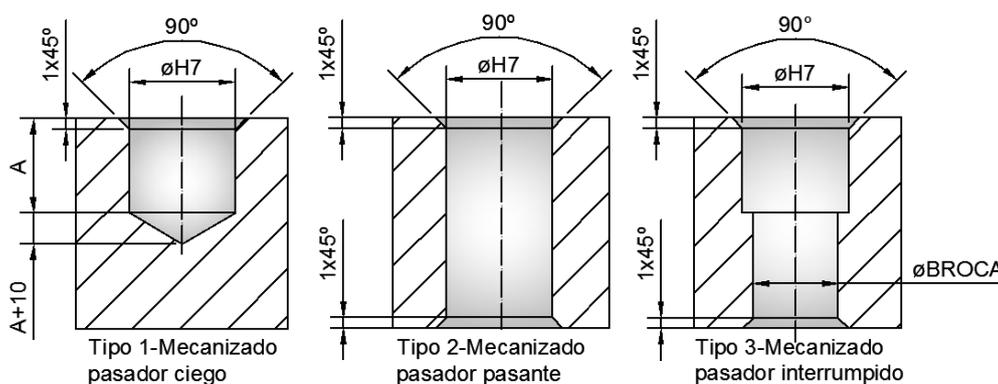


Figura 88. Tipos de mecanizado de pasadores

ϕH7	ϕBroca	Escarriado
6	5,7	6H7
8	7,7	8H7
10	9,7	10H7
12	11,7	12H7
16	15,7	16H7
20	19,7	20H7

Tabla 22. Mecanizado de pasadores según tolerancia H7

Anexo 3: Tratamientos térmicos

Tratamientos térmicos

En dicho anexo se van a comentar los distintos tratamientos térmicos que existen, dado que son una serie de operaciones fundamentales para el correcto funcionamiento de las parte y sobre todo para obtener unas correctas propiedades de los materiales utilizados. Estos procesos suelen ser una de las últimas operaciones dado que se busca que tenga unas características determinadas el componente final y las propiedades a medida que se le realizan operaciones a los componentes las propiedades de estos van cambiando. Con dichos tratamientos se busca obtener unas propiedades y características determinadas en la microestructura de estos en cuanto a resistencia a fatiga, a desgaste, a fractura, etcétera...

En cuanto a tratamientos térmicos utilizados destacan el temple, el revenido y el recocido para eliminar tensiones.

Temple

El temple es uno de los tratamientos térmicos más utilizados, el cual consiste en calentar el material hasta temperaturas muy elevadas para luego enfriarlo de manera brusca, el cual se consigue sumergiéndolo normalmente en agua, aceite o aplicándole aire comprimido. Existen distintos tipos de temple entre los que destacan: temple normal, temple interrumpido, martempering, austempering.

Gracias al temple las piezas resultan tener una microestructura llamada martensita, la cual posee una elevada dureza. Dado que aumenta mucho su dureza, aumenta también su fragilidad, por lo que después de este se suele utilizar el revenido.

A la hora de aplicar este tratamiento térmico existen multitud de factores, que son de vital importancia, dado que cada factor definirá cómo será la microestructura del material tratado, por lo que cada proceso se hará cuidadosamente. Entre estos factores destacan: buen diseño de la pieza, buen acero inicial, tratamiento térmico correcto.

Este último depende del tipo de acero que se esté tratando, dado que según qué tipo de acero se deberá realizar el tratamiento térmico de una forma u otra, dado que cada uno necesitará unos medios distintos debido a su diferente composición. Dado que cada acero tiene unas características determinadas, tiene también unos factores distintos a tener en cuenta, entre los que se encuentran: forma y modo de calentamiento, temperatura de austenización, tiempo de sometimiento, tipo de enfriamiento.

Revenido

Este proceso suele ser el siguiente tratamiento térmico al que se somete la pieza después del temple, dado que con este se consiguen piezas de elevada dureza, pero a medida que aumenta la dureza aumenta la fragilidad. Mediante el revenido se consigue eliminar dicha fragilidad, dado que se consigue aumentar su resistencia al impacto aliviando las tensiones residuales que se producen durante el enfriamiento del temple que son las que le dan la fragilidad al material tratado.

Este proceso consiste en lo mismo que el anterior, en calentar a temperaturas inferiores que la de austenización una pieza para luego enfriarla, pero con la particularidad de hacerlo en periodos de una a tres horas. Primero se calienta a una temperatura levemente superior a la de austenización y se enfría rápidamente de modo que la temperatura no corte la

Diseño y estudio técnico de un troquel progresivo para la fabricación de hebillas de cinturones de seguridad de automóviles

ANEXO 3: TRATEMIENTOS TÉRMICOS

cresta de las curvas TTT. El siguiente paso es recalentar el material a una temperatura inferior a la de austenización, obteniendo así la dureza que se desea.

Gracias a este proceso se modifica la microestructura del acero, aliviando así las tensiones que habían aparecido a causa del temple, mejorando así su tenacidad y la vida útil del material.

Recocido

El recocido es el tratamiento por el cual se eliminan las tensiones residuales que se producen cuando se quieren producir cambios de forma en los componentes, es decir, operaciones de mecanizado, fresado, etcétera...Este consiste en calentar de manera progresiva el material a una temperatura de unos 600º C más o menos y dejar que permanezca el material a esa temperatura durante horas, para luego enfriarlo muy lentamente. Gracias a este se consigue que no se produzcan fisuras, deformaciones no deseadas, grietas, etcétera...

Anexo 4: Resortes helicoidales

1. Los muelles

Los muelles son elementos mecánicos que en condiciones de trabajo experimentan deformaciones elásticas no permanentes, es decir que una vez que se les aplica una fuerza estos sufren una deformación elástica y cuando esta fuerza desaparece estos vuelven a su posición original. Estos cumplen con la norma ISO 10243-2010 y los hay de distintos colores y distintas cargas, entre los que destacan la carga ligera (verde), la carga media (azul), la carga fuerte (rojo) y la carga extrafuerte (amarillo). Existen tres parámetros fundamentales dentro de estos como son el diámetro, la longitud y la relación de compresión. Existen dos relaciones entre estas:

-Para una misma longitud a medida que aumenta el diámetro exterior, aumenta la relación de compresión.

-Para un mismo diámetro exterior a medida que aumenta la longitud, disminuye la relación de compresión.

Para que estos tengan una buena duración y unas prestaciones más elevadas se debe asegurar que el uso es el correcto y sigue una serie de especificaciones.

2. Recomendaciones de uso de los fabricantes.

Las recomendaciones de uso son las siguientes:

-No se deben utilizar los muelles por encima de su máxima deflexión, de esa manera se evitarán aflojamientos repentinos y/o daños al troquel. Estos no se deben almacenar en posición comprimida durante mucho tiempo.

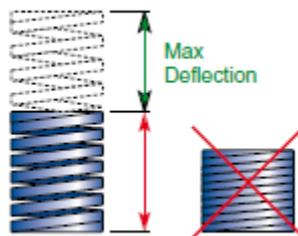


Figura 89. Deflexión de los muelles

-Si se utilizan muelles distintos simultáneamente se debe comprobar que las deflexiones y las fuerzas están equilibradas.

-Se debe asegurar la máxima perpendicularidad a los planos de contacto para evitar así repentinos y prematuros aflojamientos de los muelles.

ANEXO 4: RESORTES HELICOIDALES

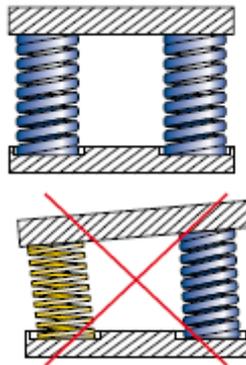


Figura 90. Perpendicularidad de los muelles

-Se debe evitar el uso de muelles superpuestos que no están completamente guiados o insertados los unos en los otros.

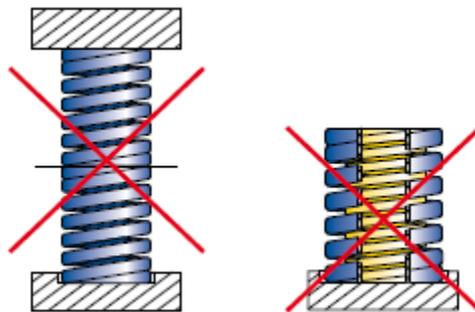


Figura 91. Superposición de muelles

-Cuanto mayor sea el conjunto de dispositivos de guía, mayor será la duración de los muelles. Es necesario guiar todos los muelles con una relación longitud/diámetro mayor de 3,5.

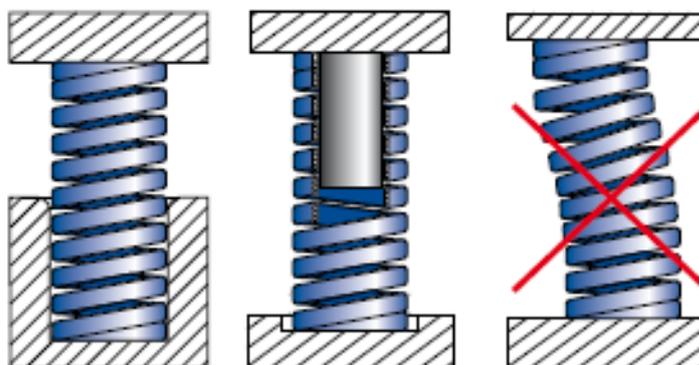


Figura 92. Guiado de muelles

-La temperatura de utilización está entre -30°C y 120°C . Más allá de los 120°C y hasta un máximo de 250°C , hay que tener en cuenta una pérdida de carga del 1% por cada 40°C que aumenta la temperatura.

ANEXO 4: RESORTES HELICOIDALES

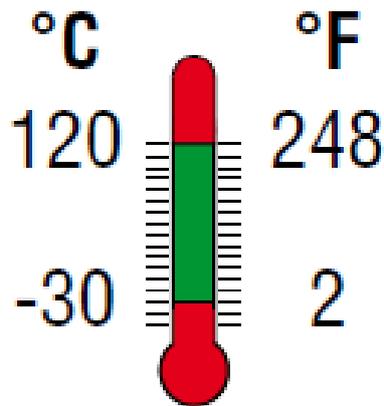


Figura 93. Temperatura de los muelles

-Cualquier daño sobre la superficie de los muelles (cortes, abrasiones o amoladuras) puede reducir significativamente la duración esperada.

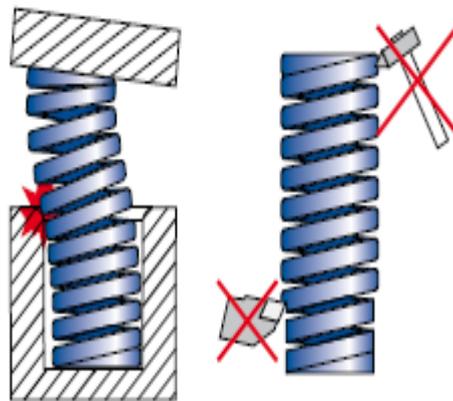


Figura 94. Cuidado sobre la superficie de los muelles

-A paridad de deflexión total, cuanto mayor es la precarga, mayor será la duración de los muelles, por lo tanto los muelles de mayor longitud a paridad de fuerza total garantizan una mayor duración. Se aconseja una precarga mínima del 5% de la longitud libre.

ANEXO 4: RESORTES HELICOIDALES

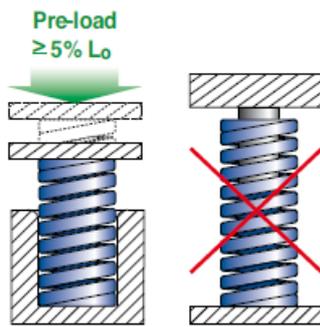


Figura 95. Precarga de los muelles

-Un muelle colapsado crea un desequilibrio de las cargas con daños a los demás muelles o al troquel. Una vez que se haya de cambiar un muelle, se han de cambiar todos. Un recambio programado de los muelles en función de la duración indicada en las tablas previene daños y reduce costes.

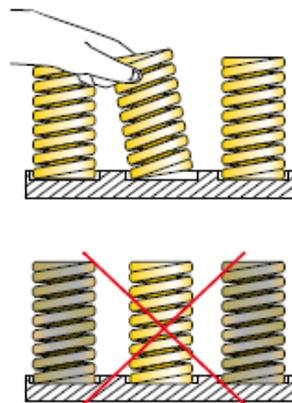


Figura 96. Cambio de los muelles

-Las mantenencias del troquel pueden modificar la deflexión de trabajo original de los muelles, se ha de tener cuidado con estas para evitar daños al muelle y al troquel.

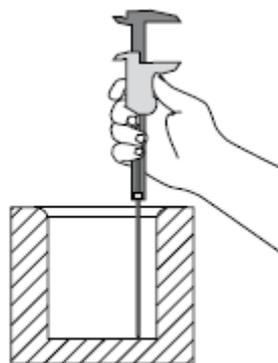


Figura 97. Mantenimiento del troquel

ANEXO 4: RESORTES HELICOIDALES

-La presencia de cuerpos extraños entre las espiras de los muelles provoca reducciones de carrera, sobrecargas y rupturas de los muelles, con los correspondientes daños al troquel. Se debe evitar esto.

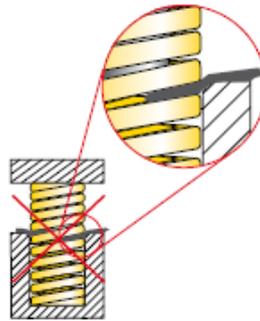


Figura 98. Cuerpos extraños en los muelles

Anexo 5: Aceros



Catálogo Comercial

Aceros para Maquinarias	Normas		
	AISI/SAE	W. Nr.	DIN
	1020	≈ 1.0044	Ck20
Barras			

Aplicaciones

Ejes, eslabones, cadenas, pasadores, bujes cementados, tornillería corriente, grapas, herramientas para la agricultura. Acero se puede cementar.



Composición Química (Análisis Típico, %)

C	Si	P	S
0,18 - 0,23	≤ 0,4	≤ 0,04	≤ 0,05



Propiedades del Acero



Acero de bajo contenido de carbono utilizado en la fabricación de maquinaria y construcción mecánica de estructuras. Fácil mecanizado y buena soldabilidad. Apto para tratamiento térmico de cementación.



Catálogo Comercial

Propiedades mecánicas.

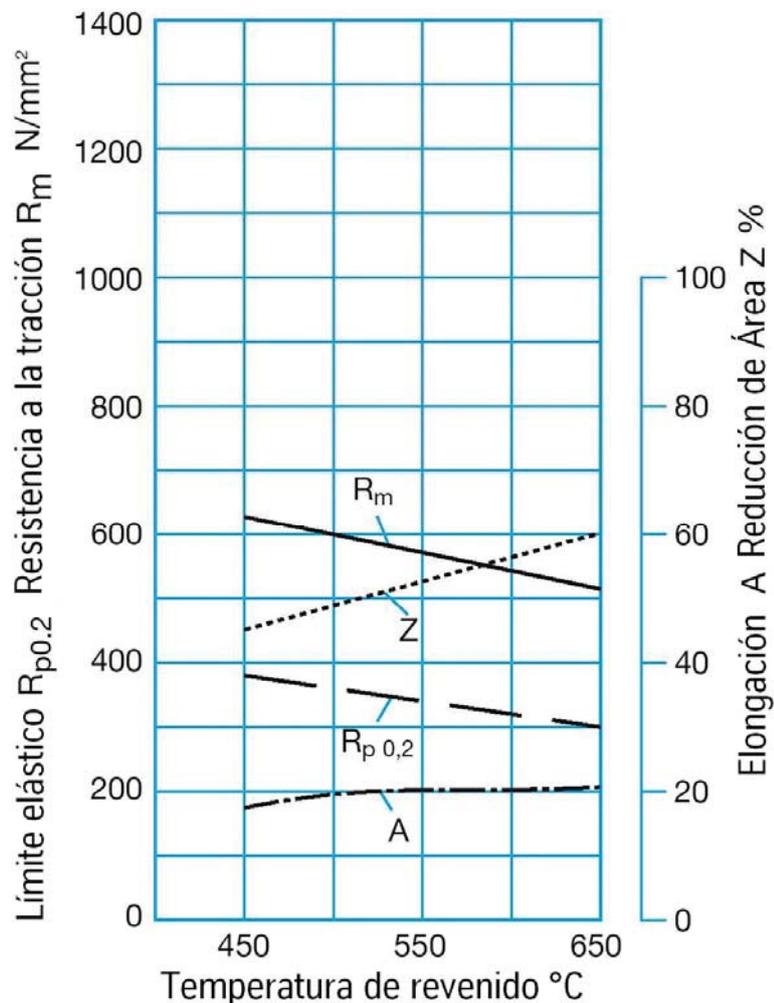
Material Recocido a 870° C

Resistencia a la tracción (Mpa)	394.7
Límite elástico (Mpa)	294.8
Elongación (%)	36.5
Reducción de área (%)	66.0
Dureza (HB)	111
Tenacidad (J)	123.4

Propiedades físicas.

Temperatura ambiente

Gravedad específica	7,83
Módulo de elasticidad Gpa	190 -200
Coefficiente de Poisson's	0,27 – 0,30
Expansión térmica (10 ⁻⁶ /°C) 20 – 700°C	14.8



Los datos técnicos y/o aplicaciones expresados en este catálogo son solo referencias promedios y típicas para aleaciones estándar, además no son una obligación ni constituyen una exigencia contractual entre **ThyssenKrupp Aceros y Servicios S. A.** y nuestros clientes, al momento de adquirir nuestros aceros.



Catálogo Comercial

Aceros para Herramientas Maquinaria	Norma		
	SAE/AISI	W. Nr.	DIN
	1045	1.1730	Ck45
Barras y planchas			

Aplicaciones

Placas de respaldo, bases, paralelas, etc. para moldes, piezas y partes de máquinas que requieren dureza y tenacidad como ejes, manivelas, chavetas, pernos, engranajes de baja velocidad, acoplamientos, bielas, pasadores, cigüeñales. También se utiliza en la fabricación de herramientas agrícolas, mecánicas y de mano forjadas.



Composición Química (Valores promedio, %)

C	Si	Mn	P	S
0,43 – 0,5	≤ 0,4	0,6 – 0,9	≤ 0,035	≤ 0,035

Características del Acero

Acero no aleado y de medio contenido de carbono. Puede ser tratado térmicamente para endurecer su superficie, mediante tratamientos térmicos convencionales. Acero típico para el endurecimiento por inducción, pudiendo alcanzar durezas de hasta 58 HRC. Presenta una buena maquinabilidad pero baja soldabilidad.





Catálogo Comercial

Propiedades del Acero

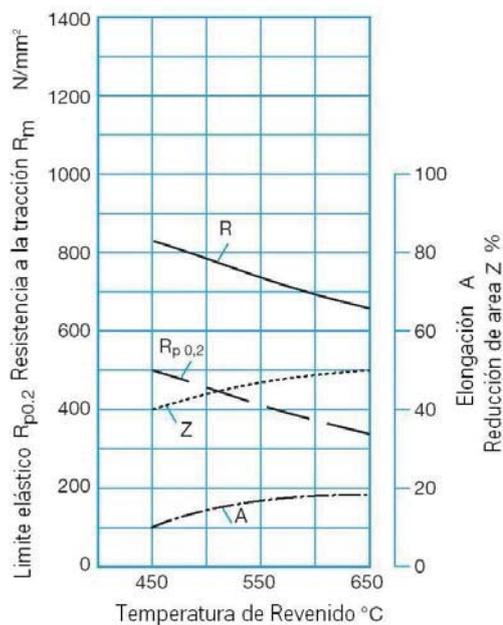
Propiedades Mecánicas.

Resistencia a la tracción, R_m	640 Mpa
Límite Elástico $R_{p0,2}$	340 Mpa
Reducción de área, Z	40%
Elongación, A_5	20%

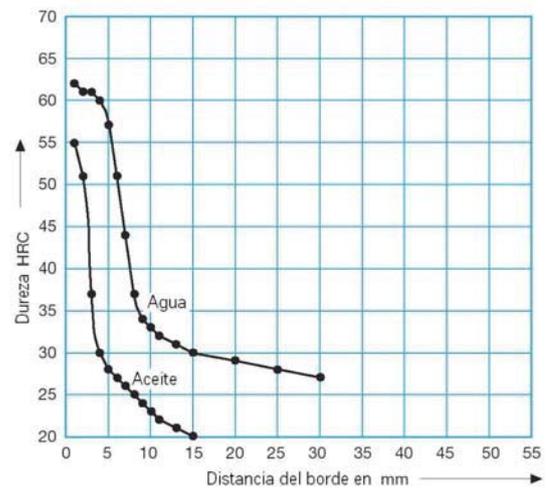
Propiedades Físicas.

Temperatura	20° C	200° C	400° C
Densidad kg/m^3	7870	7820	7750
Expansión térmica ($10^{-6}/^{\circ}C$)	-	12	13,5
Modulo de elasticidad Gpa	195	193	177
Conductividad Termica $W/m \cdot ^{\circ}C$	-	40	41

Propiedades mecánicas en función de la temperatura



Curva de Templabilidad Jominy





Catálogo Comercial

Tratamiento Térmico

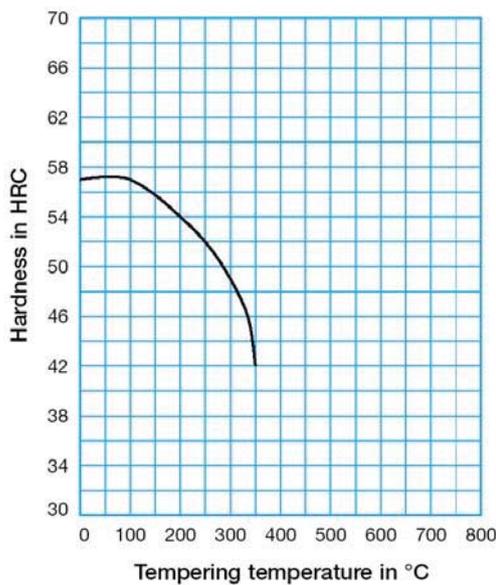
Normalizado

Calentar la pieza hasta una temperatura de 900° C, luego enfriar al aire.

Recocido

Para un estructura predominantemente perlítica, calentar a 840° C y luego enfriar en el horno a 650° C a una razón que no exceda 28° C por hora.

Curva de revenido.
Probeta enfriada en agua



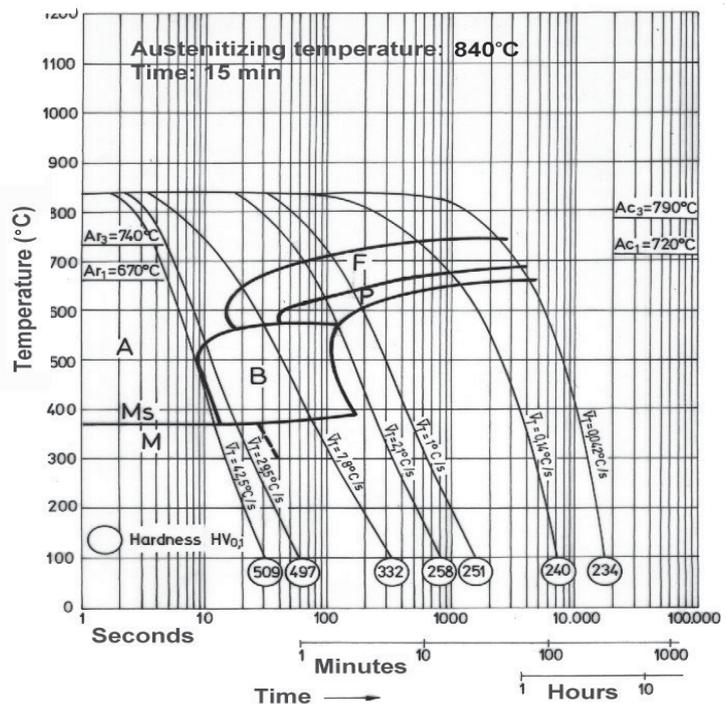
Temple

Austenizar a 840° C y enfriar en agua o salmuera. Para secciones bajo 1/4" de espesor enfriar en aceite. Para temple en agua favor consultar con nuestros asesores técnicos o con su proveedor de tratamiento térmico.

Revenido

Calentar después del temple para obtener la dureza requerida.

Diagrama TTT
Temperatura tiempo
transformación





Catálogo Comercial

Recomendaciones sobre mecanizado

Los parámetros de corte que se encuentran a continuación deben ser considerados como valores guía. Estos valores deberán adaptarse a las condiciones locales existentes.

TORNEADO

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte (vc) m/min.	150 – 220	220 - 300	50
Avance (f) mm/r	0,3 - 0,6	0,3	0,3
Profundidad de corte (ap) mm.	2 – 6	2	2
Mecanizado grupo ISO	P20 - P30 recubierto con Carburo	P10 recubierto con carburo o Cermet	-

FRESADO

Fresado de acabado

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro integral	Insertado metal duro	Acero rápido
Velocidad de corte (Vc) m/min.	75	140 - 190	40 ¹⁾
Avance (fz) mm/diente	0,03 - 0,2 ²⁾	0,08 - 0,2 ²⁾	0,05 - 0,35 ²⁾
Mecanizado Grupo ISO	K10	P10 – P20	–

1) Para fresas de acabado de acero rápido recubierto Vc = 50 m/min.

2) Dependiendo del tipo de fresado y diámetro de corte.



Catálogo Comercial

Fresado frontal y axial

Parámetros de corte	Fresado con metal duro		Fresado con HSS
	Fresado de desbaste	Fresado en fino	Fresado fino
Velocidad de corte(vc) m/min.	160 - 200	200 - 300	35
Avance (fz) mm/diente	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	0,1
Profundidad de corte (ap) mm.	2 - 5	2	2
Mecanizado grupo ISO	P20, P40 Carburo revestido	P10, P20 Carburo revestido	-

TALADRADO

Taladrado con brocas de acero rápido

Diámetro de la broca Ø mm	Velocidad de corte(vc) m/min.	Avance (f) Mm/r
5	25*	0,08 - 0,2
5-10	25*	0,2 - 0,3
10-15	25*	0,3 - 0,35
15-20	25*	0,35 - 0,40

*Para brocas de acero rápido recubiertos vc = 35 m/min.

Taladrado con brocas de carburo

Parámetros de corte	Tipo de broca		
	Metal duro insertado	Metal duro sólido	Taladro con canales de refrigeración ¹⁾
Velocidad de corte (vc) m/min.	175 - 225	85	75
Avance (f) mm/r	0,05-0,25 ²⁾	0,10-0,25 ²⁾	0,15-0,25 ²⁾

¹⁾ Brocas con canales de refrigeración interna y plaquita de metal duro.

²⁾ Dependiendo del diámetro de la broca.

RECTIFICADO

A continuación ofrecemos unas recomendaciones generales sobre muelas de rectificado.

Tipo de rectificado	Muelas recomendadas	
	Estado de Recocido	Estado Templado
Rectificado frontal muela recta	A 46 H V	A 46 G V
Rectificado frontal por segmentos	A 24 G V	A 36 G V
Rectificado cilíndrico	A 46 LV	A 60 J V
Rectificado interno	A 46 J V	A 60 L V
Rectificado de perfil	A 100 L V	A 120 J V

Los datos técnicos y/o aplicaciones expresados en este catálogo son sólo referencias promedios y típicos para aleaciones Standard, además no son una obligación ni constituyen una exigencia contractual entre **ThyssenKrupp Aceros y Servicios S. A.** y nuestros clientes, al momento de comprar nuestros aceros.



Catálogo Comercial

Aceros para Herramientas	Normas			
	Nombre	AISI	W. Nr.	DIN
Trabajo en frío	THYRODUR® 2510	01	1.2510	100MnCrW4

Aplicaciones

Herramientas de corte para papel y cartón de bajas producciones, materiales plásticos, matrices cortantes y troqueles, cuchillas industriales, calibres. Herramientas para cortar y estampar, doblar, repujado y conformado por estirado, troqueles de acuñar en frío, puntos de torno, manguitos guía, expulsores, machos de roscar de tamaño pequeño y mediano (para aleaciones de aluminio), levas, boquillas, pistones, columnas para moldes.



Composición Química (Valores promedio, %)

C	Si	Mn	Cr	V	W
0,95	0,2	1,1	0,6	0,1	0,6

Características del Acero

Acero de temple al aceite, moderada resistencia al desgaste, buena dureza y tenacidad. Penetración de dureza hasta aprox. 30 mm.



Propiedades del Acero

Características físicas

Templado y revenido a 62 HRc.

Temperatura	20°C	200°C
Densidad, kg/m ³	7800	7750
Coefficiente de dilatación térmica por °C	-	11,7 x 10 ⁻⁶
Conductibilidad térmica W/m °C	33,5	32
Módulo de elasticidad N/mm ²	190000	185000
Calor específico J/kg °C	460	-



Catálogo Comercial

Tratamiento térmico

Recocido

Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 780°C. Luego enfriarlo en el horno 15°C por hora hasta 650°C y por último libremente en el aire.

Alivio de tensiones

Después del desbastado en máquina, debe calentarse la herramienta en toda su masa a 650°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y después libremente al aire.

Temple

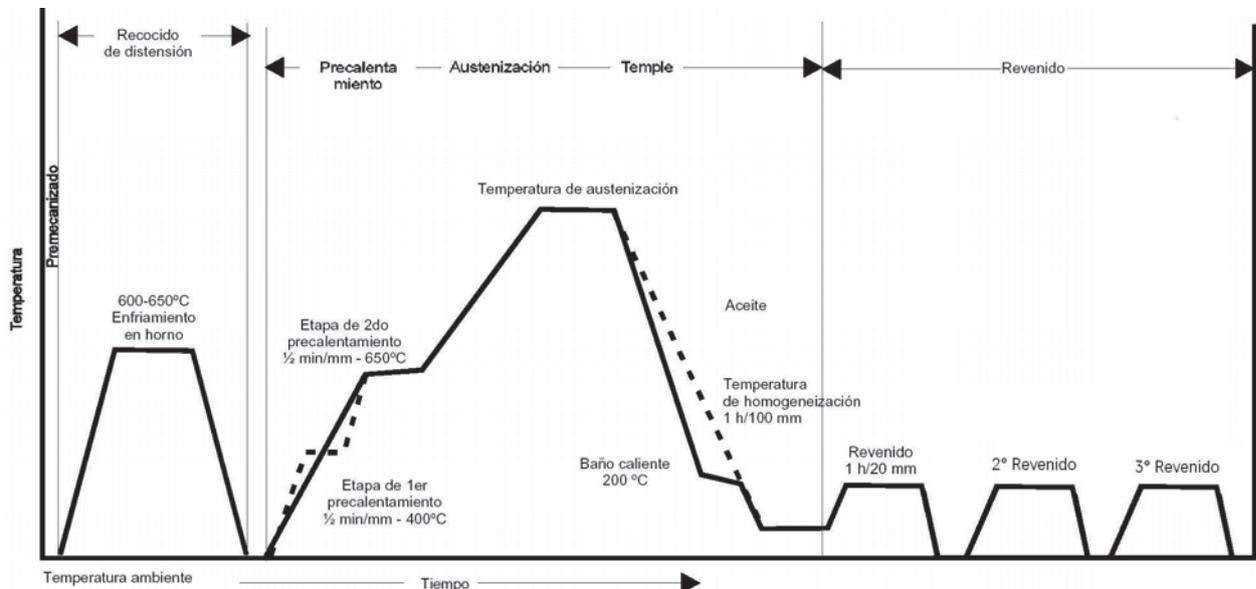
Temperatura de precalentamiento: 600–700°C

Temperatura de austenización: 790–850°C

* Tiempo de mantenimiento = tiempo a la temperatura de temple después de que la herramienta está plenamente calentada en toda su masa.

Proteger la herramienta contra decarburación y oxidación durante el proceso de temple.

Diagrama Tiempo – Temperatura para el Tratamiento Térmico





Catálogo Comercial

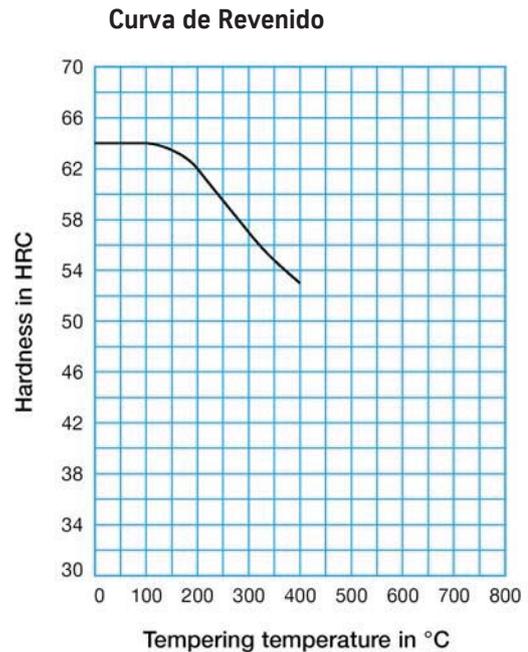
Agentes de enfriamiento

- Aceite
- Temple escalonado martensítico a 180–225°C, después, enfriar al aire.

Nota: Revenir inmediatamente que la herramienta alcance 50–70°C.

Revenido

Elegir la temperatura de acuerdo con la dureza requerida según el gráfico de revenido. Revenir dos veces con enfriamiento intermedio a la temperatura ambiental. Mínima temperatura de revenido 180°C. Tiempo mínimo de mantenimiento de temperatura, 2 horas. (Dependiendo del tamaño y espesor de la pieza).



Cambios dimensionales durante el temple

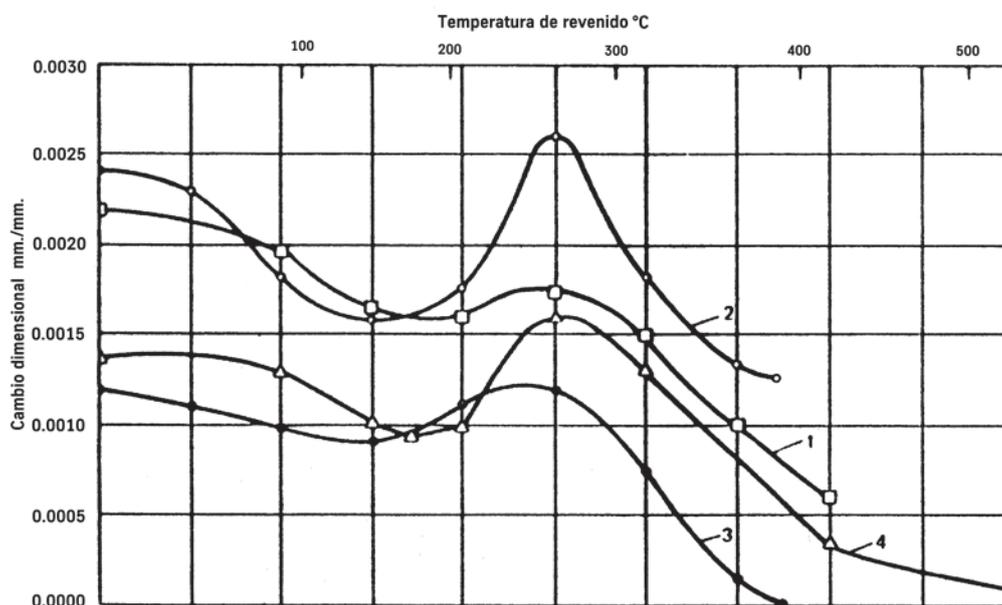
Plancha de muestra, 100 x 100 x 25 mm.

		Ancho %	Longitud %	Espesor %
Temple en aceite desde 830°C	mín.	+0,03	+0,04	–
	máx.	+0,10	+0,10	+0,02
Temple escalonado Martensítico desde 830°C	mín.	+0,04	+0,06	–
	máx.	+0,12	+0,12	+0,02



Catálogo Comercial

Cambios dimensionales durante el revenido



Curva	Temperatura austenización °C	Medio de enfriamiento	Tamaño probeta mm.
1	815	Aceite	25x50x150
2	800	Aceite	Ø 50x50
3	800	Aceite	Ø 10x50
4	785	Aceite	Ø 25x125

Nota: Hay que sumar los cambios dimensionales experimentados en el temple y revenido. Tolerancia recomendada 0,25%.

Tratamiento sub-cero

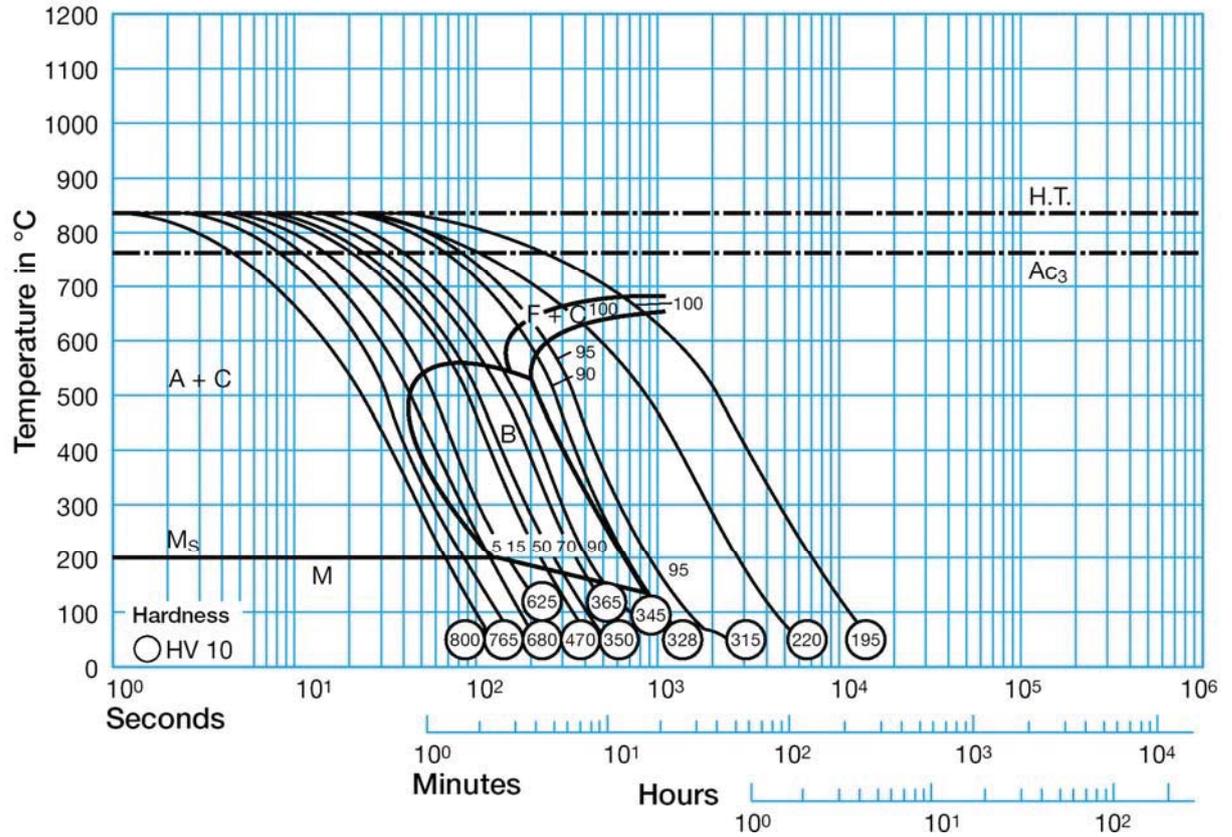
Las piezas que requieran una estabilidad dimensional máxima deberán someterse a tratamiento sub-cero para que con el tiempo no experimenten cambios en el volumen. Esto se aplica, por ejemplo, a las herramientas de medición y ciertas piezas de construcción.

Inmediatamente después del temple la pieza se enfriará entre -70 y -80°C durante un tiempo de 3-4 horas, seguido de revenido o envejecimiento. El tratamiento sub-cero confiere un aumento de dureza de 1-3 HRC. Evitar las formas complicadas debido al riesgo de formación de grietas.



Catálogo Comercial

Diagrama TTT (Temperatura-tiempo-transformación)





Catálogo Comercial

Recomendaciones sobre mecanizado

Los parámetros de corte que se encuentran a continuación deben ser considerados como valores guía. Estos valores deberán adaptarse a las condiciones locales existentes.

TORNEADO

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte (vc) m/min.	125–195	250–370	25 - 50
Avance (f) mm/r	0,4–1	0,1 – 0,4	0,1 - 0,2
Mecanizado grupo ISO	P25 - P30 Recubierto con TiAlN	P10/P15	-

FRESADO

Parámetros de corte	Fresado con metal duro		Fresado con acero rápido	
	Fresado de desbaste	Fresado fino	Fresado de desbaste	Fresado fino
Velocidad de corte (vc) m/min.	140 – 190	120 – 180	12 – 20	20 – 35
Avance (f) mm/r	0,3 – 0,6	0,1 - 0,2	0,2 – 0,4	0,05 - 0,1
Mecanizado grupo ISO	P40 Recubierto con TiAlN	P25	-	-



Catálogo Comercial

TALADRADO

Taladrado con brocas de acero rápido

Diámetro de la broca Ø mm	Velocidad de corte (vc) m/min.	Avance (f) mm/r
5	16	0,08–0,20
5–10	16	0,20–0,30
10–15	16	0,30–0,35
15–20	16	0,35–0,40

Taladrado con brocas de metal duro

Parámetros de corte	Tipo de broca		
	Metal duro insertado	Metal duro sólido	Taladro con canales de refrigeración ¹⁾
Velocidad de corte (vc) m/min.	120–160	60	55
Avance (f) mm/r	0,05-0,25 ²⁾	0,10–0,25 ²⁾	0,15–0,25 ²⁾

*Para brocas de acero rápido recubiertos vc = 22 m/min.

¹⁾ Brocas con canales de refrigeración interna y plaqueta de metal duro.

²⁾ Dependiendo del diámetro de la broca.

RECTIFICADO

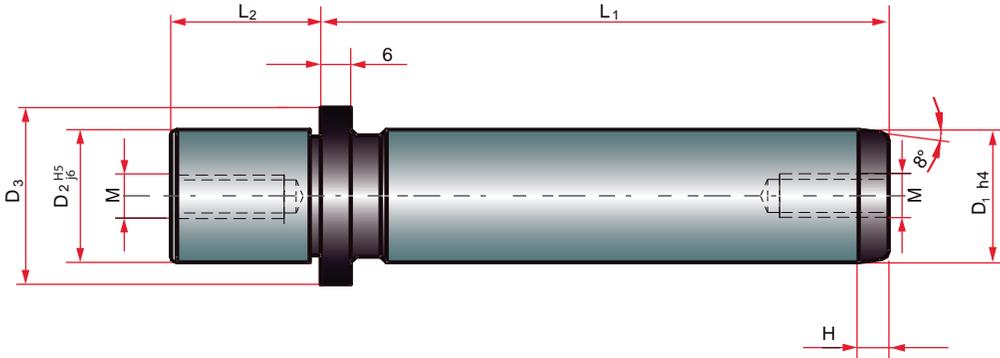
A continuación ofrecemos unas recomendaciones generales sobre muelas de rectificado.

Tipo de rectificado	Muelas recomendadas	
	Estado recocido blando	Estado templado
Rectificado frontal muela recta	A 46 H V	A 46 GV
Rectificado frontal por segmentos	A 24 G V	A 36 GV
Rectificado cilíndrico	A 46 LV	A 60 JV
Rectificado interno	A 46 J V	A 60 IV
Rectificado de perfil	A 100 L V	A 120 JV

Los datos técnicos y/o aplicaciones expresados en este catálogo son sólo referencias promedios y típicas para aleaciones estándar, además no son una obligación ni constituyen una exigencia contractual entre **ThyssenKrupp Aceros y Servicios S. A.** y nuestros clientes, al momento de adquirir nuestros aceros.

Anexo 6: Elementos comerciales

Guide pillar with collar (h4)
 Columna guía desmontable (h4)



Up to Ø30 - 1.7131 (16MnCr5)– Cemented / Bigger than Ø40 - 1.1191 (Ck 45) – Induction / Hardness: 60+4HRC

Hasta Ø30 - 1.7131 (16MnCr5) – Cementado / Superior a Ø40 - 1.1191 (Ck 45) – Inducción / Dureza: 60+4HRC

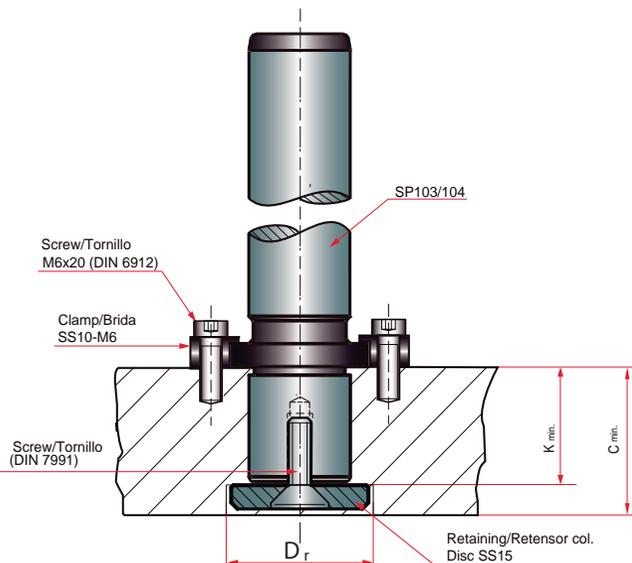
Dimensiones/ Dimensions						L ₁													
D ₁	D ₂	D ₃	H	M	L ₂	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	
15-16	15-16	22	4	M8	20	•	•	•	•	•	•	•							
19-20	19-20	25	4	M8	23	•	•	•	•	•	•	•							
24-25	24-25	32	6	M8	30			•	•	•	•	•	•	•					
30-32	30-32	40	6	M8	37			•	•	•	•	•	•	•	•	•			
38-40	38-40	50	6	M8	37					•	•	•	•	•	•	•	•		
48-50	48-50	63	8	M8	47						•	•	•	•	•	•	•	•	•
60-63	60-63	80	8	M8	47							•	•	•	•	•	•	•	•
80	80	95	8	M12	60										•	•	•	•	

Mounting system for SP104 available on page 17
 Sistemas de montaje para SP104 disponible en página 17

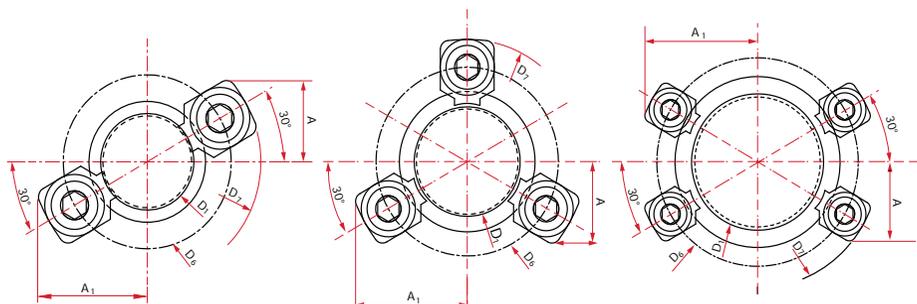
How to order: SP104-D1-L1 / Example: SP104-032-250
 Forma de pedido: SP104-D1-L1 / Ejemplo: SP104-032-250

SP103/SP104

Mounting system for guide pillar SP103 /SP104
 Sistemas de montaje columna guía SP103 / SP104



D_1	A	A_1	D_6	D_7	K_{min}	C_{min}	D_r
19-20	20,9	30,3	36	48,7	24	31	27
24-25	22,7	33,4	43	55,7	31	38	34
30-32	24,4	36,4	51	63,7	38	45	42
38-40	35,3	35,3	61	73,7	38	45	52
48-50	40,2	40,2	74	86,7	48	55	62
60-63	45,5	45,5	91	103,7	48	55	72
80	54,5	54,5	106	118,7	61	74	95

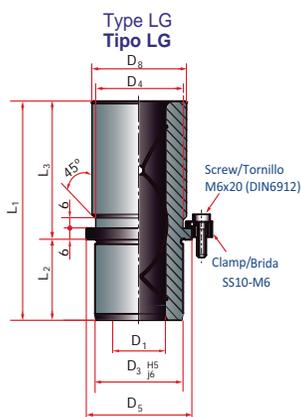


Ø D1 19-20 mm = 2 screw clamp
 Ø D1 24-32 mm = 3 screw clamp
 Ø D1 from 38 mm = 4 screw clamp

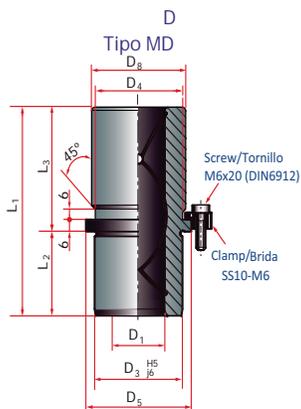
Ø D1 19-20 mm = 2 bridas
 Ø D1 24-32 mm = 3 bridas
 Ø D1 a partir de 38 mm = 4 bridas

Steel guide bush
Casquillo guía acero

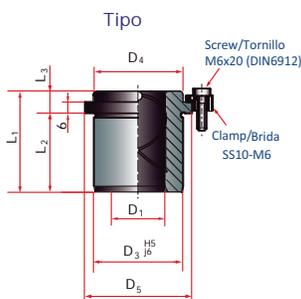
Mat. 16Mn Cr5 Cemented/ Hardness: 60±2 HRC
Mat. 16MnCr5 Cementado / Dureza: 60±2HRC



Tipo LG / Type LG							
D ₁	D ₃	D ₄	D ₅	D ₈	L ₁	L ₂	L ₃
19-20	32	32	40	39	59	23	36
24-25	40	40	48	46	79	23	56
30-32	48	48	56	53	93	30	63
38-40	58	58	66	63	108	37	71
48-50	70	70	80	77	127	47	80
60-63	85	85	95	92	150	60	90
80	105	105	118	115	150	60	90



Tipo MD / Type MD							
D ₁	D ₃	D ₄	D ₅	D ₈	L ₁	L ₂	L ₃
19-20	32	32	40	39	43	23	20
24-25	40	40	48	46	59	23	36
30-32	48	48	56	53	75	30	45
38-40	58	58	66	63	82	37	45
48-50	70	70	80	77	97	47	50
60-63	85	85	95	92	116	60	56
80	105	105	118	115	120	60	60



Tipo XS / Type XS							
D ₁	D ₃	D ₄	D ₅	L ₁	L ₂	L ₃	
19-20	32	32	40	35	23	12	
24-25	40	40	48	35	23	12	
30-32	48	48	56	42	30	12	
38-40	58	58	66	52	37	15	
48-50	70	70	80	65	47	18	
60-63	85	85	95	80	60	20	
80	105	105	118	80	60	20	

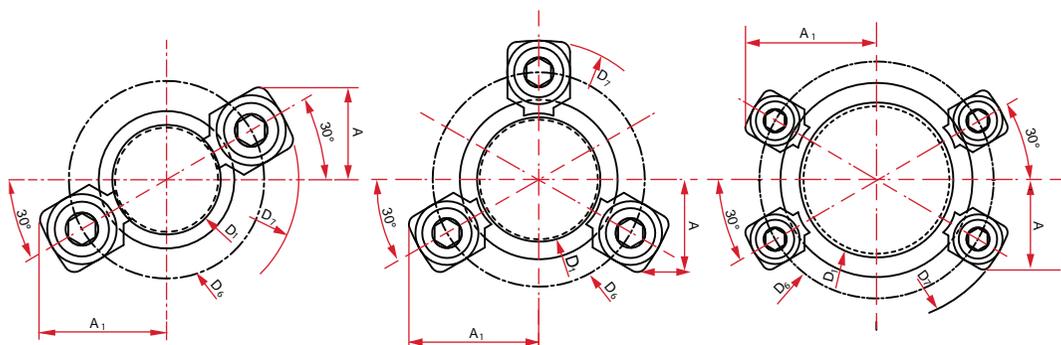
How to order: SB500-D1-L1 / Example: SB500-25-35
Forma de pedido: SB500-D1-L1 / Ejemplo: SB500-25-35

Mounting system for SB500 available on page 26
Sistema de montaje para SB500 disponible en página 26

SB500/510/520/530/540/550

Mounting system for guide bush SB 500/510/520/530/540/550

Sistemas de montaje para casquillo guía SB500/510/520/530/540/550

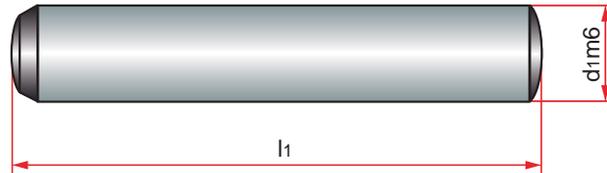


Ø D1 19-20 mm = 2 screw clamp
 Ø D1 24-32 mm = 3 screw clamp
 Ø D1 from 38 mm = 4 screw clamp

Ø D1 19-20 mm = 2 bridas
 Ø D1 24-32 mm = 3 bridas
 Ø D1 a partir de 38 mm = 4 bridas

D_1	D_6	D_7	A	A_1
19-20	52	64,7	20,7	30
24-25	60	72,7	22,7	33,4
30-32	67	79,7	24,4	36,4
38-40	77	89,7	35,3	35,3
48-50	91	103,7	40,2	40,2
60-63	106	118,7	45,5	45,5
80	129	141,7	54,5	54,5

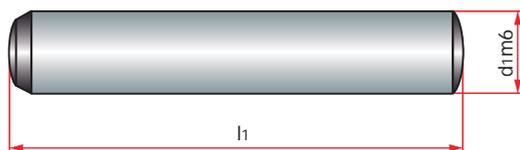
Dowel pin DIN 6325 / ISO 8734
Pasador cilíndrico DIN 6325 / ISO 8734



Hardness: 58 ± 2 HRC. DIN 6325.

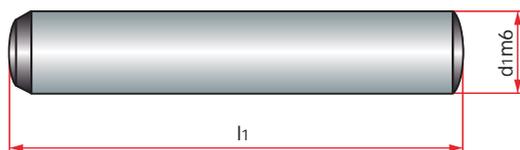
d_1	l_1	REF.
2	10	PAS/ 2 x 10
	12	PAS/ 2 x 12
	14	PAS/ 2 x 14
	16	PAS/ 2 x 16
	18	PAS/ 2 x 18
	20	PAS/ 2 x 20
	24	PAS/ 2 x 24
	28	PAS/ 2 x 28
3	10	PAS/ 3 x 10
	12	PAS/ 3 x 12
	14	PAS/ 3 x 14
	16	PAS/ 3 x 16
	18	PAS/ 3 x 18
	20	PAS/ 3 x 20
	24	PAS/ 3 x 24
	28	PAS/ 3 x 28
	30	PAS/ 3 x 30
	32	PAS/ 3 x 32
	36	PAS/ 3 x 36
	40	PAS/ 3 x 40
4	10	PAS/ 4 x 10
	12	PAS/ 4 x 12
	14	PAS/ 4 x 14
	16	PAS/ 4 x 16
	18	PAS/ 4 x 18

d_1	l_1	REF.
4	20	PAS/ 4 x 20
	24	PAS/ 4 x 24
	28	PAS/ 4 x 28
	30	PAS/ 4 x 30
	32	PAS/ 4 x 32
	36	PAS/ 4 x 36
	40	PAS/ 4 x 40
	45	PAS/ 4 x 45
	50	PAS/ 4 x 50
	60	PAS/ 4 x 60
5	10	PAS/ 5 x 10
	12	PAS/ 5 x 12
	14	PAS/ 5 x 14
	16	PAS/ 5 x 16
	18	PAS/ 5 x 18
	20	PAS/ 5 x 20
	24	PAS/ 5 x 24
	28	PAS/ 5 x 28
	30	PAS/ 5 x 30
	32	PAS/ 5 x 32
	36	PAS/ 5 x 36
	40	PAS/ 5 x 40
	45	PAS/ 5 x 45
	50	PAS/ 5 x 50
	55	PAS/ 5 x 55
	60	PAS/ 5 x 60
	70	PAS/ 5 x 70



d_1	l_1	REF.
5	80	PAS/ 5 x 80
6	10	PAS/ 6 x 10
	12	PAS/ 6 x 12
	14	PAS/ 6 x 14
	16	PAS/ 6 x 16
	18	PAS/ 6 x 18
	20	PAS/ 6 x 20
	24	PAS/ 6 x 24
	28	PAS/ 6 x 28
	30	PAS/ 6 x 30
	32	PAS/ 6 x 32
	36	PAS/ 6 x 36
	40	PAS/ 6 x 40
	45	PAS/ 6 x 45
	50	PAS/ 6 x 50
	55	PAS/ 6 x 55
	60	PAS/ 6 x 60
	7	20
24		PAS/ 7 x 24
28		PAS/ 7 x 28
30		PAS/ 7 x 30
32		PAS/ 7 x 32
36		PAS/ 7 x 36
40		PAS/ 7 x 40
45		PAS/ 7 x 45
50		PAS/ 7 x 50
55		PAS/ 7 x 55
60		PAS/ 7 x 60

d_1	l_1	REF.
7	90	PAS/ 7 x 90
	100	PAS/ 7 x 100
8	16	PAS/ 8 x 16
	20	PAS/ 8 x 20
	24	PAS/ 8 x 24
	28	PAS/ 8 x 28
	30	PAS/ 8 x 30
	32	PAS/ 8 x 32
	36	PAS/ 8 x 36
	40	PAS/ 8 x 40
	45	PAS/ 8 x 45
	50	PAS/ 8 x 50
	55	PAS/ 8 x 55
	10	32
36		PAS/ 10 x 36
40		PAS/ 10 x 40
45		PAS/ 10 x 45
50		PAS/ 10 x 50
55		PAS/ 10 x 55
60		PAS/ 10 x 60
70		PAS/ 10 x 70
80		PAS/ 10 x 80
90		PAS/ 10 x 90
12	28	PAS/ 12 x 28
	30	PAS/ 12 x 30
	32	PAS/ 12 x 32
	36	PAS/ 12 x 36
	40	PAS/ 12 x 40
	45	PAS/ 12 x 45
	50	PAS/ 12 x 50
	55	PAS/ 12 x 55
	60	PAS/ 12 x 60

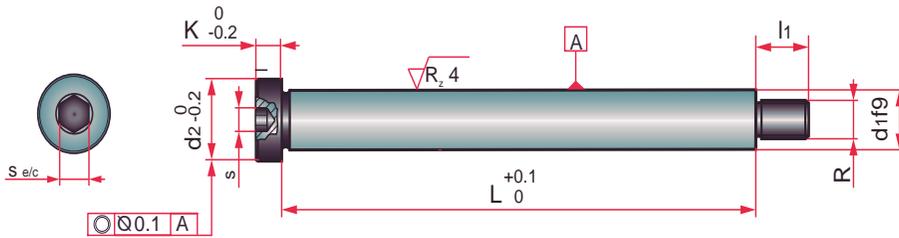


d_1	l_1	REF.
12	70	PAS/ 12 x 70
	80	PAS/ 12 x 80
	90	PAS/ 12 x 90
	100	PAS/ 12 x 100
	120	PAS/ 12 x 120
	130	PAS/ 12 x 130
	140	PAS/ 12 x 140
	150	PAS/ 12 x 150
14	40	PAS/ 14 x 40
	45	PAS/ 14 x 45
	50	PAS/ 14 x 50
	55	PAS/ 14 x 55
	60	PAS/ 14 x 60
	70	PAS/ 14 x 70
8	60	PAS/ 8 x 60
	70	PAS/ 8 x 70
	80	PAS/ 8 x 80
	90	PAS/ 8 x 90
	100	PAS/ 8 x 100
	120	PAS/ 8 x 120
10	20	PAS/ 10 x 20
	24	PAS/ 10 x 24
	28	PAS/ 10 x 28
	30	PAS/ 10 x 30
14	80	PAS/ 14 x 80
	90	PAS/ 14 x 90
	100	PAS/ 14 x 100
	120	PAS/ 14 x 120
	130	PAS/ 14 x 130
	140	PAS/ 14 x 140
	150	PAS/ 14 x 150
16	36	PAS/ 16 x 36

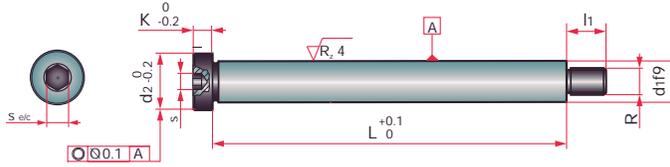
d_1	l_1	REF.	
16	40	PAS/ 16 x 40	
	45	PAS/ 16 x 45	
	50	PAS/ 16 x 50	
	55	PAS/ 16 x 55	
	60	PAS/ 16 x 60	
	70	PAS/ 16 x 70	
	80	PAS/ 16 x 80	
	90	PAS/ 16 x 90	
	100	PAS/ 16 x 100	
	120	PAS/ 16 x 120	
	130	PAS/ 16 x 130	
	140	PAS/ 16 x 140	
	150	PAS/ 16 x 150	
	18	60	PAS/ 18 x 60
		70	PAS/ 18 x 70
80		PAS/ 18 x 80	
90		PAS/ 18 x 90	
100		PAS/ 18 x 100	
120		PAS/ 18 x 120	
130		PAS/ 18 x 130	
140		PAS/ 18 x 140	
150		PAS/ 18 x 150	
20		60	PAS/ 20 x 60
	70	PAS/ 20 x 70	
	80	PAS/ 20 x 80	
	90	PAS/ 20 x 90	
	100	PAS/ 20 x 100	
	120	PAS/ 20 x 120	
	130	PAS/ 20 x 130	
	140	PAS/ 20 x 140	
	150	PAS/ 20 x 150	

Shoulder bolt
Tornillo limitador

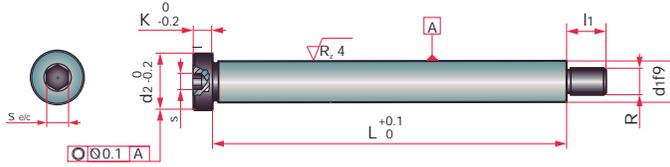
Mat. : Alloy steel. Hardness: HRC 38-42 - ISO 7379.



s	K	l_1	d_2	T	d_1	R	L	REF.
3	4,5	9,5	10	3	6	M5	10	TPM/ 5 x 10
							12	TPM/ 5 x 12
							16	TPM/ 5 x 16
							20	TPM/ 5 x 20
							25	TPM/ 5 x 25
							30	TPM/ 5 x 30
							35	TPM/ 5 x 35
							40	TPM/ 5 x 40
							45	TPM/ 5 x 45
							50	TPM/ 5 x 50
4	5,5	11	13	4	8	M6	12	TPM/ 6 x 12
							16	TPM/ 6 x 16
							20	TPM/ 6 x 20
							25	TPM/ 6 x 25
							30	TPM/ 6 x 30
							35	TPM/ 6 x 35
							40	TPM/ 6 x 40
							45	TPM/ 6 x 45
							50	TPM/ 6 x 50
							60	TPM/ 6 x 60
							60	TPM/ 6 x 60
							70	TPM/ 6 x 70
							80	TPM/ 6 x 80
							90	TPM/ 6 x 90
							100	TPM/ 6 x 100

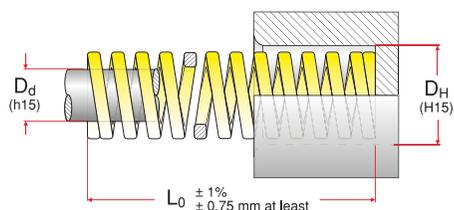


s	K	l ₁	d ₂	T	d ₁	R	L	REF.
5	7	13	16	5	10	M8	16	TPM/ 8 x 16
							20	TPM/ 8 x 20
							25	TPM/ 8 x 25
							30	TPM/ 8 x 30
							35	TPM/ 8 x 35
							40	TPM/ 8 x 40
							45	TPM/ 8 x 45
							50	TPM/ 8 x 50
							60	TPM/ 8 x 60
							70	TPM/ 8 x 70
							80	TPM/ 8 x 80
							90	TPM/ 8 x 90
							100	TPM/ 8 x 100
6	9	16	18	6	12	M10	16	TPM/ 10 x 16
							20	TPM/ 10 x 20
							25	TPM/ 10 x 25
							30	TPM/ 10 x 30
							35	TPM/ 10 x 35
							40	TPM/ 10 x 40
							45	TPM/ 10 x 45
							50	TPM/ 10 x 50
							60	TPM/ 10 x 60
							70	TPM/ 10 x 70
							80	TPM/ 10 x 80
							90	TPM/ 10 x 90
							100	TPM/ 10 x 100
8	11	18	24	8	16	M12	30	TPM/ 12 x 30

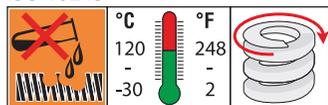


s	K	I ₁	d ₂	T	d ₁	R	L	REF.
8	11	18	24	8	16	M12	35	TPM/ 12 x 35
							40	TPM/ 12 x 40
							45	TPM/ 12 x 45
							50	TPM/ 12 x 50
							60	TPM/ 12 x 60
							70	TPM/ 12 x 70
							80	TPM/ 12 x 80
							90	TPM/ 12 x 90
							100	TPM/ 12 x 100
							110	TPM/ 12 x 110
							120	TPM/ 12 x 120
							140	TPM/ 12 x 140
160	TPM/ 12 x 160							
10	14	22	30	10	20	M16	40	TPM/ 16 x 40
							50	TPM/ 16 x 50
							60	TPM/ 16 x 60
							70	TPM/ 16 x 70
							80	TPM/ 16 x 80
							90	TPM/ 16 x 90
							100	TPM/ 16 x 100
							120	TPM/ 16 x 120
12	16	27	36	12	25	M20	80	TPM/ 20 x 80
							100	TPM/ 20 x 100
							120	TPM/ 20 x 120
							140	TPM/ 20 x 140
							160	TPM/ 20 x 160
200	TPM/ 20 x 200							

Extra-heavy load spring ISO 10243:2010
Muelles de carga extrafuerte ISO 10243:2010

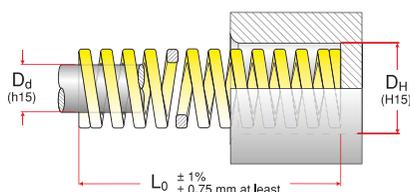


ISO 10243

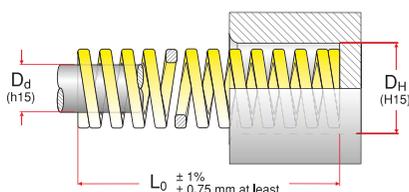


D_H Hole Diameter	D_d Rod Dia- meter	L_0 Free Length	R Spring Constant $\pm 10\%$	A $17\%L_0$ $+3.000.000$		B $20\%L_0$ $\sim 1.500.000$		C $22.5\%L_0$ $300-500.000$		D $25\%L_0$ $100-200.000$		E approx. Do not use
mm	mm	mm	N/mm	mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
10	5	25	36,8	4,3	158	5	184	5,6	207	6,3	232	7,7
		32	27,9	5,4	151	6,4	179	7,2	201	8	223	10,6
		38	23,7	6,5	154	7,6	180	8,6	203	9,5	225	12,6
		44	19,2	7,5	144	8,8	169	9,9	190	11	211	13,8
		51	16,5	8,7	144	10,2	168	11,5	189	12,8	211	16,2
		64	13,2	10,9	144	12,8	169	14,4	190	16	211	20,4
		76	10,9	12,9	141	15,2	166	17,1	186	19	207	25,2
		305	2,6	51,9	135	61	159	68,6	178	76,3	198	111
12,5	6,3	25	58,5	4,3	252	5	293	5,6	329	6,3	369	8,1
		32	43,9	5,4	237	6,4	281	7,2	316	8	351	9,9
		38	36	6,5	234	7,6	274	8,6	308	9,5	342	12,9
		44	30,3	7,5	227	8,8	267	9,9	300	11	333	14,1
		51	26,2	8,7	228	10,2	267	11,5	301	12,8	335	17,4
		64	21,2	10,9	231	12,8	271	14,4	305	16	339	21
		76	17,1	12,9	221	15,2	260	17,1	292	19	325	26,4
		89	14,5	15,1	219	17,8	258	20	290	22,3	323	31,5
		102	12,7	17,3	220	20,4	259	23	291	25,5	324	36
		305	4,3	51,9	223	61	262	68,6	295	76,3	328	111
16	8	25	118	4,3	507	5	590	5,6	664	6,3	743	8,5
		32	89	5,4	481	6,4	570	7,2	641	8	712	11

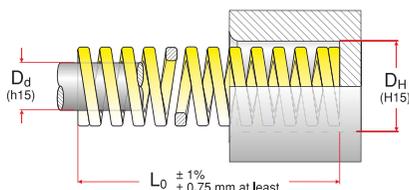
How to order: A-D_H x L₀
Forma de pedido: A-D_H x L₀



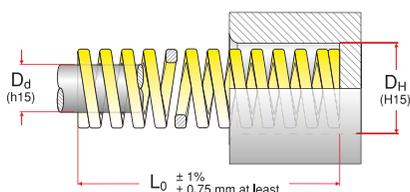
D_H Hole Diameter	D_d Rod Dia- meter	L_0 Free Length	R Spring Constant $\pm 10\%$	A $17\%L_0$ $+3.000.000$		B $20\%L_0$ $\sim 1.500.000$		C $22.5\%L_0$ $300-500.000$		D $25\%L_0$ $100-200.000$		E approx. Do not use
mm	mm	mm	N/mm	mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
16	8	38	72,1	6,5	469	7,6	548	8,6	616	9,5	685	13,2
		44	60,9	7,5	457	8,8	536	9,9	603	11	670	14,7
		51	52,3	8,7	455	10,2	533	11,5	600	12,8	669	17,7
		64	41,2	10,9	449	12,8	527	14,4	593	16	659	21,9
		76	34,1	12,9	440	15,2	518	17,1	583	19	648	27,8
		89	29,5	15,1	445	17,8	525	20	591	22,3	658	31,2
		102	25,6	17,3	443	20,4	522	23	588	25,5	653	37,9
		115	22,4	19,6	439	23	515	25,9	580	28,8	645	44,5
20	10	25	293	4,3	1260	5	1465	5,6	1648	6,3	1846	6,9
		32	224	5,4	1210	6,4	1434	7,2	1613	8	1792	9,4
		38	177	6,5	1151	7,6	1345	8,6	1513	9,5	1682	12
		44	149	7,5	1118	8,8	1311	9,9	1475	11	1639	13,5
		51	128	8,7	1114	10,2	1306	11,5	1469	12,8	1638	16,2
		64	99	10,9	1079	12,8	1267	14,4	1426	16	1584	21,2
		76	81,7	12,9	1054	15,2	1242	17,1	1397	19	1552	24,7
		89	69,5	15,1	1049	17,8	1237	20	1392	22,3	1550	28,8
		102	60,6	17,3	1048	20,4	1236	23	1391	25,5	1545	34,8
		115	53	19,6	1039	23	1219	25,9	1371	28,8	1526	39
		127	47,5	21,6	1026	25,4	1207	28,6	1357	31,8	1511	43
		139	43	23,8	1023	28	1204	31,3	1345	35	1505	45,3
25	12,5	152	39	25,8	1006	30,4	1186	34,2	1334	38	1482	50,4
		305	21,2	51,9	1100	61	1293	68,6	1455	76,3	1618	103
25	12,5	25	459	4,3	1974	5	2295	5,6	2582	6,3	2892	7,3



D_H Hole Diameter	D_d Rod Dia- meter	L_0 Free Length	R Spring Constant $\pm 10\%$	A $17\%L_0$ $+3.000.000$		B $20\%L_0$ $\sim 1.500.000$		C $22.5\%L_0$ $300-500.000$		D $25\%L_0$ $100-200.000$		E approx. Do not use
mm	mm	mm	N/mm	mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
25	12,5	32	374	5,4	2020	6,4	2394	7,2	2693	8	2992	10,7
		38	300	6,5	1950	7,6	2280	8,6	2580	9,5	2850	12
		44	244	7,5	1830	8,8	2147	9,9	2416	11	2684	14,4
		51	208	8,7	1810	10,2	2122	11,5	2392	12,8	2662	17,4
		64	161	10,9	1755	12,8	2061	14,4	2318	16	2576	21,4
		76	131	12,9	1690	15,2	1991	17,1	2240	19	2489	26,9
		89	111	15,1	1676	17,8	1976	20	2220	22,3	2475	30,9
		102	96,3	17,3	1666	20,4	1965	23	2210	25,5	2456	36,7
		115	85,7	19,6	1680	23	1971	25,9	2217	28,8	2468	40,3
		127	76,3	21,6	1648	25,4	1938	28,6	2180	31,8	2426	45,1
		139	66	23,8	1571	28	1848	31,3	2066	35	2310	47,6
		152	63,5	25,8	1638	30,4	1930	34,2	2172	38	2413	53,5
		178	53,9	30,3	1633	35,6	1919	40,1	2159	44,5	2399	63,9
		203	47	34,5	1622	40,6	1908	45,7	2147	50,8	2388	70,2
305	30,9	51,9	1604	61	1885	68,6	2121	76,3	2358	110		
32	16	38	480	6,5	3120	7,6	3648	8,6	4128	9,5	4560	11,4
		44	390	7,5	2925	8,8	3432	9,9	3861	11	4290	13,7
		51	320	8,7	2784	10,2	3264	11,5	3680	12,8	4096	15,6
		64	269	10,9	2934	12,8	3446	14,4	3876	16	4307	20
		76	219	12,9	2825	15,2	3329	17,1	3745	19	4161	24,4
		89	180	15,1	2723	17,8	3209	20	3611	22,3	4021	29,7
		102	155	17,3	2682	20,4	3162	23	3557	25,5	3953	35,1
		115	140	19,6	2744	23	3220	25,9	3623	28,8	4032	39
127	124	21,6	2678	25,4	3150	28,6	3543	31,8	3943	42,8		



D_H Hole Diameter	D_d Rod Dia- meter	L_0 Free Length	R Spring Constant $\pm 10\%$	A		B		C		D		E
				$17\%L_0$ +3.000.000	N	$20\%L_0$ ~1.500.000	N	$22.5\%L_0$ 300-500.000	N	$25\%L_0$ 100-200.000	N	approx. Do not use
mm	mm	mm	N/mm	mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
32	16	139	112	23,8	2673	28	3144	31,3	3512	35	3931	48,6
		152	102	25,8	2632	30,4	3101	34,2	3488	38	3876	52,4
		178	88,2	30,3	2672	35,6	3140	40,1	3532	44,5	3925	60,9
		203	76	34,5	2622	40,6	3086	45,7	3471	50,8	3861	69,2
		254	60,8	43,2	2627	50,8	3089	57,2	3475	63,5	3861	88,1
		305	49	51,9	2543	61	2989	68,6	3363	76,3	3739	104
40	20	51	628	8,7	5464	10,2	6406	11,5	7206	12,8	8038	15
		64	487	10,9	5308	12,8	6234	14,4	7013	16	7792	19,5
		76	379	12,9	4889	15,2	5761	17,1	6481	19	7201	23,3
		89	321	15,1	4847	17,8	5714	20	6428	22,3	7158	26,7
		102	281	17,3	4861	20,4	5732	23	6449	25,5	7166	33,8
		115	245	19,6	4802	23	5635	25,9	6339	28,8	7056	36,2
		127	221	21,6	4774	25,4	5613	28,6	6315	31,8	7028	40,7
		139	190	23,8	4641	28	5460	31,3	6103	35	6825	44,5
		152	168	25,8	4334	30,4	5107	34,2	5746	38	6384	49,6
		178	150	30,3	4545	35,6	5340	40,1	6015	44,5	6675	59,9
		203	132	34,5	4554	40,6	5359	45,7	6029	50,8	6706	67,1
		254	107	43,2	4622	50,8	5436	57,2	6115	63,5	6795	86,3
		305	87,8	51,9	4557	61	5356	68,6	6025	76,3	6699	104
50	25	64	709	10,9	7728	12,8	9075	14,4	10210	16	11344	19,3
		76	572	12,9	7379	15,2	8694	17,1	9781	19	10868	24,2
		89	475	15,1	7173	17,8	8455	20	9512	22,3	10593	28
		102	405	17,3	7007	20,4	8262	23	9295	25,5	10328	33,5
		115	352	19,6	6899	23	8096	25,9	9108	28,8	10138	38,6

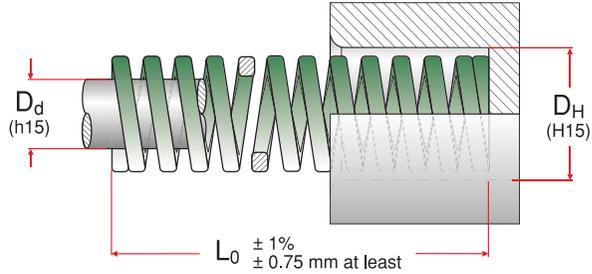
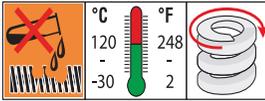


D_H Hole Diameter	D_d Rod Dia- meter	L_0 Free Length	R Spring Constant $\pm 10\%$	A		B		C		D		E approx. Do not use
				$17\%L_0$ +3.000.000	N	$20\%L_0$ ~1.500.000	N	$22.5\%L_0$ 300-500.000	N	$25\%L_0$ 100-200.000	N	
mm	mm	mm	N/mm	mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
50	25	127	316	21,6	6826	25,4	8026	28,6	9030	31,8	10049	41,4
		139	289	23,8	6878	28	8092	31,3	9046	35	10115	47,3
		152	168	25,8	6166	30,4	7266	34,2	8174	38	9082	50,2
		178	215	30,3	6515	35,6	7654	40,1	8611	44,5	9568	61,1
		203	187	34,5	6452	40,6	7592	45,7	8541	50,8	9500	67,7
		254	153	43,2	6610	50,8	7772	57,2	8744	63,5	9716	87
		305	127	51,9	6591	61	7747	68,6	8715	76,3	9690	104
63	38	76	952	12,9	12280	15,2	14470	n/a	n/a	n/a	n/a	15,5
		89	819	15,1	12360	17,8	14580	n/a	n/a	n/a	n/a	20
		102	700	17,3	12110	20,4	14280	23	16065	25,5	17850	30,7
		115	620	19,6	12152	23	14260	25,9	16043	28,8	17860	34,9
		127	565	21,6	12204	25,4	14351	28,6	16145	31,8	17967	38
		152	458	25,8	11816	30,4	13923	34,2	15664	38	17404	47,2
		178	384	30,3	11635	35,6	13670	40,1	15379	44,5	17088	55,8
		203	337	34,5	11627	40,6	13682	45,7	15392	50,8	17120	64,8
		254	263	43,2	11362	50,8	13360	57,2	15030	63,5	16701	86,7
		305	218	51,9	11314	61	13298	68,6	14960	76,3	16633	106

Estimated life 100.000 cycles / Vida estimada 100,000 ciclos

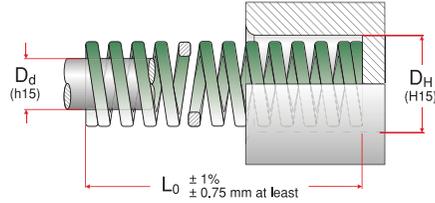
Light load spring ISO 10243:2010
Muelles de carga ligera ISO 10243:2010

ISO 10243

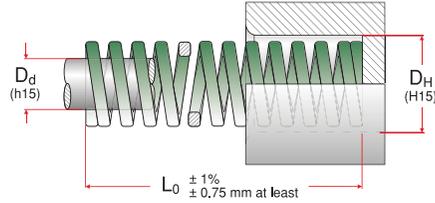


D_H Hole Diameter	D_d Rod Diameter	L_0 Free Length	R Spring Constant $\pm 10\%$	A $25\%L_0$ $+3.000.000$		B $30\%L_0$ $.1.500.000$		C $35\%L_0$ $300-500.000$		D $40\%L_0$ $100-200.000$		E approx. Do not use
				mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
10	5	25	10	6,3	63	7,5	75	8,8	88	10	100	13,5
		32	8,5	8	68	9,6	82	11,2	95	12,8	109	17,5
		38	6,8	9,5	65	11,4	78	13,3	90	15,2	103	20,8
		44	6	11	66	13,2	79	15,4	92	17,6	106	23,9
		51	5	12,8	64	15,3	77	17,9	89	20,4	102	28,9
		64	4,3	16	69	19,2	83	22,4	96	25,6	110	36,1
		76	3,2	19	61	22,8	73	26,6	85	30,4	97	43,2
		305	1,1	76,3	84	91,5	101	107	117	122	134	178
12,5	6,3	25	17,9	6,3	113	7,5	134	8,8	157	10	179	13,2
		32	16,4	8	131	9,6	157	11,2	184	12,8	210	18
		38	13,6	9,5	129	11,4	155	13,3	181	15,2	207	21
		44	12,1	11	133	13,2	160	15,4	186	17,6	213	24
		51	11,4	12,8	146	15,3	174	17,9	203	20,4	233	28,7
		64	9,3	16	149	19,2	179	22,4	208	25,6	238	35,8
		76	7,1	19	135	22,8	162	26,6	189	30,4	216	42,7
		89	5,4	22,3	120	26,7	144	31,2	168	35,6	192	50,4
		102	4,1	25,5	105	30,6	125	35,7	146	40,8	167	58,4
		305	1,4	76,3	107	91,5	128	107	149	122	171	172
16	8	25	23,4	6,3	147	7,5	176	8,8	205	10	234	12,6

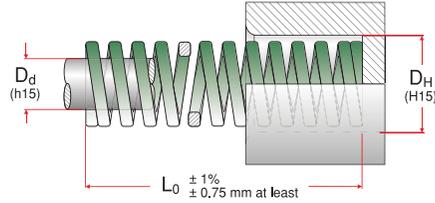
How to order: V-D_H x L₀
Forma de pedido: V-D_H x L₀



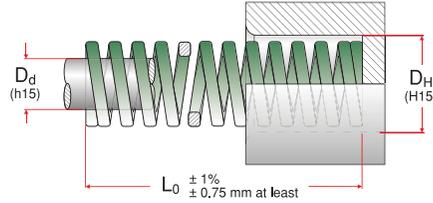
D_H Hole Diameter	D_d Rod Diameter	L_0 Free Length	R Spring Constant $\pm 10\%$	A $25\%L_0$ $+3.000.000$		B $30\%L_0$ $-1.500.000$		C $35\%L_0$ $300-500.000$		D $40\%L_0$ $100-200.000$		E approx. Do not use
				mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
16	8	32	22,9	8	183	9,6	220	11,2	256	12,8	293	16,4
		38	19,3	9,5	183	11,4	220	13,3	257	15,2	293	19,7
		44	17,1	11	188	13,2	226	15,4	263	17,6	301	22,5
		51	15,7	12,8	201	15,3	240	17,9	280	20,4	320	26,3
		64	10,7	16	171	19,2	205	22,4	240	25,6	274	33,3
		76	10	19	190	22,8	228	26,6	266	30,4	304	40,2
		89	8,6	22,3	192	26,7	230	31,2	268	35,6	306	47,6
		102	7,8	25,5	199	30,6	239	35,7	278	40,8	318	55,4
		115	6,6	28,8	190	34,5	228	40,3	266	46	304	60,8
		305	2,5	76,3	191	91,5	229	107	267	122	305	165
20	10	25	55,8	6,3	352	7,5	419	8,8	488	10	558	12,1
		32	45	8	360	9,6	432	11,2	504	12,8	576	15,3
		38	33,3	9,5	316	11,4	380	13,3	443	15,2	506	18,9
		44	30	11	330	13,2	396	15,4	462	17,6	528	21,5
		51	24,5	12,8	314	15,3	375	17,9	437	20,4	500	25
		64	20	16	320	19,2	384	22,4	448	25,6	512	31,1
		76	16	19	304	22,8	365	26,6	426	30,4	486	37,3
		89	14	22,3	312	26,7	374	31,2	436	35,6	498	44,5
		102	12	25,5	306	30,6	367	35,7	428	40,8	490	51,1
		115	10,9	28,8	314	34,5	376	40,3	439	46	501	58,2
		127	9,5	31,8	302	38,1	362	44,5	422	50,8	483	64,9
		139	8,4	35	294	42	353	48,7	409	56	470	71,5
		152	7,5	38	285	45,6	342	53,2	399	60,8	456	78,8



D_H Hole Diameter	D_d Rod Diameter	L₀ Free Length	R Spring Constant ±10%	A 25%L ₀ +3.000.000		B 30%L ₀ -1.500.000		C 35%L ₀ 300-500.000		D 40%L ₀ 100-200.000		E approx. Do not use
				mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	
20	10	305	4	76,3	305	91,5	366	107	427	122	488	157
25	12,5	25	100	6,3	630	7,5	750	8,8	875	10	1000	11,9
		32	80,3	8	642	9,6	771	11,2	899	12,8	1028	16
		38	62	9,5	589	11,4	707	13,3	825	15,2	942	18,3
		44	52,9	11	582	13,2	698	15,4	815	17,6	931	21,4
		51	44	12,8	563	15,3	673	17,9	785	20,4	898	24,9
		64	35,2	16	563	19,2	676	22,4	788	25,6	901	31,4
		76	28	19	532	22,8	638	26,6	745	30,4	851	37,5
		89	24	22,3	535	26,7	641	31,2	748	35,6	854	43,5
		102	21,1	25,5	538	30,6	646	35,7	753	40,8	861	51,1
		115	18,7	28,8	539	34,5	645	40,3	753	46	860	58,1
		127	16,7	31,8	531	38,1	636	44,5	742	50,8	848	64,1
		139	15,3	35	536	42	643	48,7	744	56	857	70,4
		152	14	38	532	45,6	638	53,2	745	60,8	851	77,1
		178	12,5	44,5	556	53,4	668	62,3	779	71,2	890	93,1
203	10,4	50,8	528	60,9	633	71,1	739	81,2	844	103		
305	7	76,3	534	91,5	641	107	747	122	854	156		
32	16	38	94	9,5	893	11,4	1072	13,3	1250	15,2	1429	18,3
		44	79,5	11	875	13,2	1049	15,4	1224	17,6	1399	21,5
		51	67	12,8	858	15,3	1025	17,9	1196	20,4	1367	25,5
		64	53	16	848	19,2	1018	22,4	1187	25,6	1357	31,9
		76	44	19	836	22,8	1003	26,6	1170	30,4	1338	38,6
		89	37,2	22,3	830	26,7	993	31,2	1159	35,6	1324	46,5

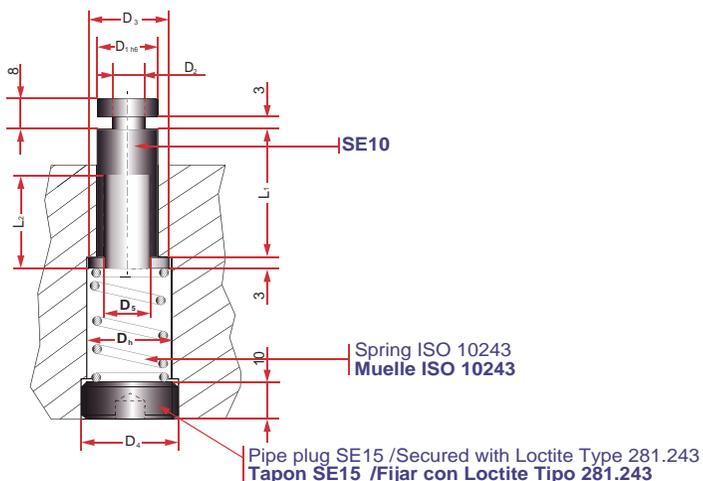


D_H Hole Diameter	D_d Rod Diameter	L₀ Free Length	R Spring Constant ±10%	A 25%L ₀ +3.000.000		B 30%L ₀ .1.500.000		C 35%L ₀ 300-500.000		D 40%L ₀ 100-200.000		E approx. Do not use
				mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
32	16	102	32	25,5	816	30,6	979	35,7	1142	40,8	1306	53,2
		115	29	28,8	835	34,5	1001	40,3	1167	46	1334	60
		127	25	31,8	795	38,1	953	44,5	1111	50,8	1270	66,7
		139	23	35	805	42	966	48,7	1119	56	1288	71,8
		152	21,5	38	817	45,6	980	53,2	1144	60,8	1307	78,5
		178	18,2	44,5	810	53,4	972	62,3	1134	71,2	1296	94,4
		203	15,8	50,8	803	60,9	962	71,1	1123	81,2	1283	107
		254	12,5	63,5	794	76,2	953	88,9	1111	102	1270	136
		305	10,3	76,3	786	91,5	942	107	1100	122	1257	163
40	20	51	92	12,8	1178	15,3	1408	17,9	1642	20,4	1877	25,5
		64	73	16	1168	19,2	1402	22,4	1635	25,6	1869	31,4
		76	63	19	1197	22,8	1436	26,6	1676	30,4	1915	37,8
		89	51	22,3	1137	26,7	1362	31,2	1589	35,6	1816	44,3
		102	43	25,5	1097	30,6	1316	35,7	1535	40,8	1754	50,7
		115	39,6	28,8	1140	34,5	1366	40,3	1594	46	1822	58,1
		127	37	31,8	1177	38,1	1410	44,5	1645	50,8	1880	64,6
		139	32	35	1120	42	1344	48,7	1557	56	1792	70,1
		152	28	38	1064	45,6	1277	53,2	1490	60,8	1702	76,6
		178	25,2	44,5	1121	53,4	1346	62,3	1570	71,2	1794	90,4
		203	22,7	50,8	1153	60,9	1382	71,1	1613	81,2	1843	102
		254	17	63,5	1080	76,2	1295	88,9	1511	102	1727	129
		305	14,8	76,3	1129	91,5	1354	107	1580	122	1806	156
50	25	64	156	16	2496	19,2	2995	22,4	3494	25,6	3994	31



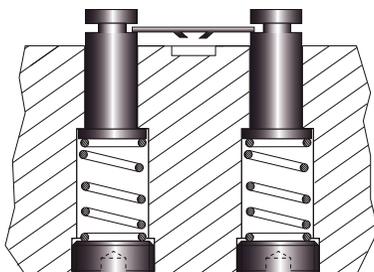
D_H Hole Diameter	D_d Rod Diameter	L_0 Free Length	R Spring Constant $\pm 10\%$	A		B		C		D		E approx. Do not use
				$25\%L_0$ +3.000.000	N	$30\%L_0$ -1.500.000	N	$35\%L_0$ 300-500.000	N	$40\%L_0$ 100-200.000	N	
mm	mm	mm	N/mm	mm	N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
50	25	76	125	19	2375	22,8	2850	26,6	3325	30,4	3800	37,2
		89	109	22,3	2431	26,7	2910	31,2	3395	35,6	3880	43,6
		102	94	25,5	2397	30,6	2876	35,7	3356	40,8	3835	50,3
		115	81	28,8	2333	34,5	2795	40,3	3260	46	3726	58,1
		127	71	31,8	2258	38,1	2705	44,5	3156	50,8	3607	63,7
		139	66,5	35	2328	42	2793	48,7	3235	56	3724	69,5
		152	60	38	2280	45,6	2736	53,2	3192	60,8	3648	76,5
		178	52	44,5	2314	53,4	2777	62,3	3240	71,2	3702	91,9
		203	44	50,8	2235	60,9	2680	71,1	3126	81,2	3573	105
		254	35	63,5	2223	76,2	2667	88,9	3112	102	3556	131
		305	28,5	76,3	2175	91,5	2608	107	3042	122	3477	155
63	38	76	189	19	3591	22,8	4309	26,6	5027	30,4	5746	36,5
		89	158	22,3	3523	26,7	4219	31,2	4922	35,6	5625	43,4
		102	131	25,5	3341	30,6	4009	35,7	4677	40,8	5345	49,7
		115	116	28,8	3341	34,5	4002	40,3	4669	46	5336	55,6
		127	103	31,8	3275	38,1	3924	44,5	4578	50,8	5232	62,7
		152	84,3	38	3203	45,6	3844	53,2	4485	60,8	5125	77,1
		178	71,5	44,5	3182	53,4	3818	62,3	4454	71,2	5091	92,2
		203	61,7	50,8	3134	60,9	3758	71,1	4384	81,2	5010	103
		254	47	63,5	2985	76,2	3581	88,9	4178	102	4775	130
		305	38,2	76,3	2915	91,5	3495	107	4078	122	4660	157

Lifter pin
Elevador de banda



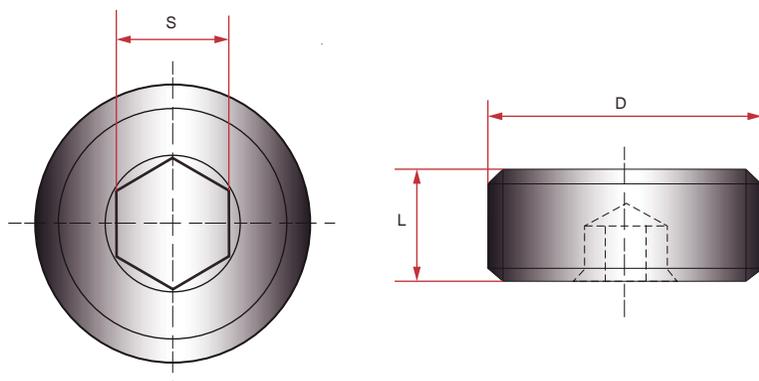
D_1	D_2	D_3	D_h	D_4	D_5	L_1	L_2	L	Plug Tapón	REF.
8	5	10	10,5	M12x1,5	-	20	-	31	SE15-M12	SE10-0820-M12
						25		36		SE10-0825-M12
						32		43		SE10-0832-M12
						40		51		SE10-0840-M12
10	6	12	12,5	M14x1,5	6,5	25	18	36	SE15-M14	SE10-1025-M14
						32	24	43		SE10-1032-M14
						40	30	51		SE10-1040-M14
						50	40	61		SE10-1050-M14
13	7	16	16,5	M18x1,5	8,5	25	18	36	SE15-M18	SE10-1325-M18
						32	24	43		SE10-1332-M18
						40	30	51		SE10-1340-M18
						50	40	61		SE10-1350-M18
16	8	20	20,5	M22x1,5	10,5	32	24	43	SE15-M22	SE10-1632-M22
						40	30	51		SE10-1640-M22
						50	40	61		SE10-1650-M22

Mounting example
Ejemplo de montaje

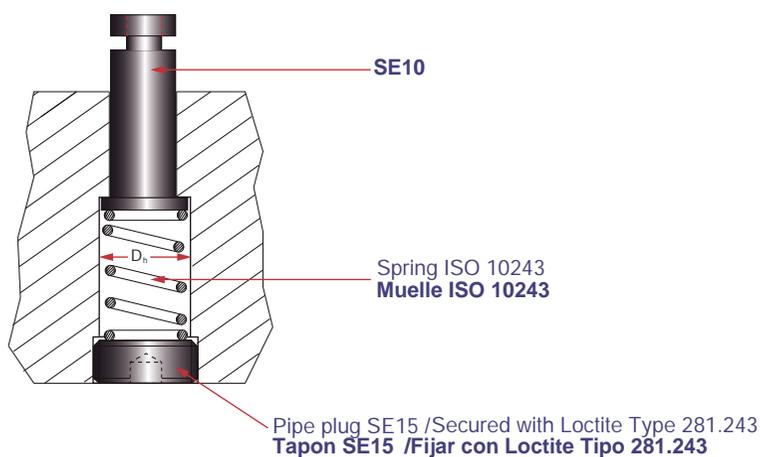


SE15

Plug for lifter pin
Tapón para elevadores de banda



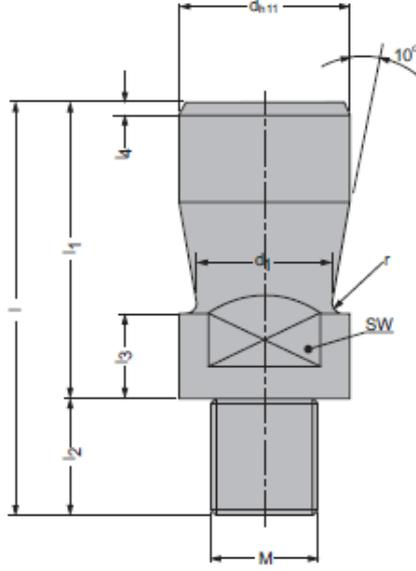
<i>Dimensiones/ Dimensions</i>				
REF.	D	L	D _h	S
SE15-M12	M12x1,5	10	10,5	6
SE15-M14	M14x1,5	10	12,5	6
SE15-M18	M18x1,5	10	16,5	8
SE15-M22	M22x1,5	10	20,5	8



C101-01

DIN ISO 10242-1 Standardı Bağlama Pimleri

GSB[®]
OILLESS



Malzeme
1.0503 (C 45)

Referans
DIN ISO 10242-1

Vidalı bağlama pimleri kalbın üst grubunun pres'in koç grubuna bağlanmasını sağlayan elemandır. Bağlama pimi kalba vida yardımı ile monte edilir. Pres sıyrma kuvveti vb. gibi kuvvetlere maruz kaldığı için üst plakaya çok iyi monte edilmelidir.

GSB KOD:C101-01

Sipariş Numarası	M	d	d ₁	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	r	SW
C101-01-020-016	M16x1,5	20	15	58	40	18	12	2	2,5	17
C101-01-025-016	M16x1,5	25	20	68	45	23	16	2,5	2,5	21
C101-01-025-020	M20x1,5	25	20	68	45	23	16	2,5	2,5	21
C101-01-032-020	M20x1,5	32	25	79	56	23	16	3	2,5	27
C101-01-032-024	M24x1,5	32	25	79	56	23	16	3	2,5	27
C101-01-040-024	M24x1,5	40	32	93	70	23	26	4	4	36
C101-01-040-027	M27x2	40	32	93	70	23	26	4	4	36
C101-01-040-030	M30x2	40	32	93	70	23	26	4	4	36
C101-01-050-030	M30x2	50	42	108	80	28	26	5	4	41
C101-01-065-042	M42x3	65	53	128	100	28	26	8	6,5	55

00/Rv-05.12.2011