

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"RECONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA
PARA CAUCHO SEGÚN LA NORMATIVA
VIGENTE"

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre
2021

AUTOR: Fernando Cantos Beltrán

DIRECTOR/ES: José María Marín López

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por estar presentes y guiarme en todos y cada uno de los pasos que he dado en mi vida y por la suerte que supone tenerlos a mi lado. A mis hermanos, por ser mi mayor apoyo en el día a día. Y a mis abuelos, quienes siempre han sido un ejemplo a seguir y seguro están contemplando orgullosos, en especial a mi abuelo Paco, quien me inculcó el amor por la ingeniería desde pequeño.

A mi tutor, José María Marín, por la paciencia y dedicación demostrada durante este trabajo y mi estancia en la universidad y quien, a parte de ser un gran docente, es una gran persona.



Estructura del proyecto

Los documentos que componen el presente proyecto son los siguientes:

- 1. Memoria:** en este apartado se explican las características del proyecto, así como su ámbito de aplicación y el objetivo de este.
- 2. Estudio de seguridad:** en este apartado se valorará la capacidad de la prensa hidráulica de adaptarse a la normativa europea vigente, la cuál está regulada y nos permite adaptar los requisitos necesarios para la utilización de la prensa en condiciones de seguridad.
- 3. Pliego de condiciones:** en este apartado se detallarán los materiales de las diferentes piezas de la prensa, así como las modificaciones o reparaciones necesarias en ellos para adecuarlos al trabajo.
- 4. Presupuestos:** en este apartado se expondrán los costes de creación y fabricación del presente proyecto.
- 5. Bibliografía:** en este apartado se precisarán los recursos utilizados para la realización del proyecto, así como la documentación y la información necesaria para llevarlo a cabo.
- 6. Planos:** en este apartado se incluirán los planos necesarios para la realización del proyecto.

Índice general

1. Memoria	11
1.1. Introducción	11
1.2. Antecedentes: alternativas, ventajas, inconvenientes e historia.....	11
1.3. Funcionamiento	14
1.4. Elección del tipo de prensa	14
1.5. Objetivo	16
1.6. Dimensiones y partes básicas.....	17
1.6.1. Dimensiones	17
1.6.2. Partes de la máquina	17
1.6.2.1. Bastidor	17
1.6.2.2. Conjunto plato	19
1.6.2.3. Conjunto contraplato	20
1.6.2.4. Pistones principales	21
1.6.2.5. Pistones de aproximación.....	21
1.6.2.6. Collarín de estanqueidad	22
1.6.2.7. Deslizaderas	23
1.6.2.8. Horquillas de sujeción	23
1.7. Ingeniería	24
1.8. Fabricación.....	24
1.9. Puesta en marcha	26
2. Estudio de seguridad	28
2.1. Objeto y campo de aplicación.....	28
2.2. Términos y definiciones.....	30
2.2.1. Prensa	30
2.2.2. Moldeo por compresión.....	30
2.2.3. Moldeo por transferencia.....	30
2.3. Peligros significativos.....	30
2.3.1. Peligros mecánicos	30
2.3.2. Peligros eléctricos.....	31
2.3.3. Peligros térmicos	31
2.3.4. Peligros originados por el ruido	31
2.3.5. Peligros originados por polvo, gases y vapores.....	31

2.3.6.	Riesgo de resbalar, tropezar o caer	32
2.4.	Detalles de las funciones de seguridad	32
2.4.1.	Función de parada relativa a la seguridad	32
2.4.2.	Función de rearme manual	32
2.4.3.	Puesta en marcha y nueva puesta en marcha	32
2.4.4.	Parámetros relativos a la seguridad	32
2.4.5.	Variaciones, pérdida y restablecimiento de la alimentación de energía... 33	
2.5.	Requisitos de seguridad y/o medidas de protección	33
2.5.1.	Operaciones de reglaje.....	33
2.5.2.	Partes del sistema de mando relativas a la seguridad (SRP/CS)	33
2.5.3.	Parada de emergencia	34
2.5.4.	Resguardos	38
2.5.5.	Barreras luminosas	40
2.5.6.	Indicadores visuales.....	42
2.5.7.	Instalación eléctrica	43
2.5.8.	Instalación hidráulica.....	44
2.5.9.	Equipos de protección individual	46
2.5.10.	Señalizaciones de seguridad	48
3.	Pliego de condiciones.....	51
3.1.	Condiciones técnicas.....	51
3.2.	Materiales utilizados y sus propiedades.....	51
3.2.1.	Bastidor.....	51
3.2.2.	Conjunto plato	52
3.2.3.	Conjunto contraplato	56
3.2.4.	Pistón principal	56
3.2.5.	Pistón de aproximación	56
3.2.6.	Collarín de estanqueidad	57
3.2.7.	Deslizaderas.....	57
3.2.8.	Horquillas de sujección	58
3.3.	Certificación de la prensa.....	59
4.	Presupuesto.....	60
4.1.	Adquisición de la prensa	60
4.2.	Tornillería	60
4.3.	Costes adicionales y mano de obra	61

4.4.	Elementos de seguridad	61
4.5.	Instalación eléctrica	61
4.6.	Elementos hidráulicos	61
4.7.	Total	62
5.	Bibliografía.....	63
5.1.	Bibliografía	63
5.2.	Recursos web	65
6.	Planos	69



Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Esquema y funcionamiento Ley de Pascal	14
Ilustración 2: Comparación con trabajador de 1,80 m de altura.....	17
Ilustración 3: Bastidor	18
Ilustración 4: Conjunto de platos superiores	19
Ilustración 5: Pestaña de sujección del plato superior	19
Ilustración 6: Detalle deslizadera	20
Ilustración 7: Contraplato	20
Ilustración 8: Pistón principal.....	21
Ilustración 9: Pistón de aproximación	22
Ilustración 10: Collarín de estanqueidad	22
Ilustración 11: Deslizadera y bronce	23
Ilustración 12: Horquillas de sujección	24
Ilustración 13: Tipos de cables de acero.....	26
Ilustración 14: Esquema determinación PLr	34
Ilustración 15: Seta de emergencia.....	35
Ilustración 16: Etiqueta parada de emergencia.....	37
Ilustración 17: Esquema de instalación	37
Ilustración 18: Ejemplo de panel de mando	38
Ilustración 19: Ejemplo resguardo de seguridad	39
Ilustración 20: Barreras fotoeléctricas	41
Ilustración 21: Esquema de instalación barreras fotoeléctricas.....	42
Ilustración 22: Cinta de balizamiento.....	43
Ilustración 23: Manómetro de presión.....	44
Ilustración 24: Latiguillo del pistón de aproximación.....	45

Ilustración 25: Presostato	45
Ilustración 26: Electroválvula.....	45
Ilustración 27: Casco de protección.....	46
Ilustración 28: Protectores del oído	47
Ilustración 29: Gafas protectoras	47
Ilustración 30: Ejemplo de guantes protectores.....	47
Ilustración 31: Ejemplo de calzado de seguridad	48
Ilustración 32: Señal de protección obligatoria de la cabeza.....	48
Ilustración 33: Señal de protección obligatoria del oído	49
Ilustración 34: Señal de protección obligatoria de los ojos	49
Ilustración 35: Señal de protección obligatoria de las manos	50
Ilustración 36: Señal de protección obligatoria de los pies	50
Ilustración 37: Catálogo de placa aislante (1)	54
Ilustración 38: Catálogo de placa aislante (2)	55
Ilustración 39: Certificación de la prensa	59

Índice de tablas

Tabla 1: Peligros mecánicos	31
Tabla 2: Peligros eléctricos.....	31
Tabla 3: Peligros térmicos	31
Tabla 4: Peligros originados por el ruido	31
Tabla 5: Peligros originados por polvos, gases y vapores.....	31
Tabla 6: Riesgo de resbalar, tropezar o caer.....	32
Tabla 7: Ficha técnica de la seta de emergencia.....	35
Tabla 8: Ficha técnica barreras fotoeléctricas	41
Tabla 9: Ficha técnica cinta de balizamiento.....	43
Tabla 10: Características fundición dúctil.....	52
Tabla 11: Características acero UNE F-1120.....	57
Tabla 12: Características bronce B10	58

RECONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA PARA CAUCHO SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE

1. Memoria

1.1. Introducción

El presente trabajo final de grado tratará de la adecuación de una prensa hidráulica a la normativa vigente, teniendo en cuenta la adaptación de las partes ya existentes y la incorporación de piezas nuevas que permitan el uso de la máquina en las condiciones de seguridad necesarias.

En concreto, se trabajará con una prensa hidráulica de la marca MARZOLA (*Marrodán y Rezola, S.L.*) procedente de Logroño (España) construida en el año 1983 y que cuenta con una capacidad de 260 Tm, con una superficie máxima de 600 x 600 mm y una potencia eléctrica de 42 kW.

Teniendo en cuenta estos valores, podemos plasmar entonces los criterios de diseño que tendremos en cuenta a la hora de llevar a cabo el reacondicionamiento: minimizar el número de piezas, lo que reducirá la capacidad de fallo de la máquina al ser éstas las partes susceptibles de sufrir el fallo mecánico, tener en cuenta los requisitos de seguridad desde la etapa inicial de diseño y cumplir con las especificaciones requeridas por el cliente.

1.2. Antecedentes: alternativas, ventajas, inconvenientes e historia

Maquinaria Para el Caucho S.L. es una empresa dedicada a la fabricación y reparación de maquinaria para el procesamiento del caucho. Su radio de acción abarca desde cilindros mezcladores hasta mezcladores internos, pasando por el objeto del trabajo, una prensa hidráulica. En sus más de 40 años de historia ha pasado por numerosas etapas, destacando la reparación, la fabricación de maquinaria nueva y, sobre todo, los reacondicionamientos de maquinaria antigua para su adaptación a la normativa de seguridad. El proceso de reconstrucción no consiste solamente en la adición de los elementos que permitan a la máquina cumplir con la normativa, sino en el desmontaje completo de la misma, con la comprobación de cada uno de sus componentes y su aptitud para el trabajo a realizar.

Una prensa es un mecanismo capaz de realizar una gran cantidad de procesos según sus características: compactación, vulcanizado, conformado, moldeado, etc. La división de éstas se puede realizar según diferentes factores, siendo su accionamiento el más habitual. En este caso, su clasificación es:

1. Mecánicas.
2. Hidráulicas.
3. Neumáticas.
4. Manuales.

En el caso que abarca a este trabajo, tratamos con una prensa hidráulica

Una prensa hidráulica es un mecanismo que permite multiplicar la fuerza ejercida por un pistón mediante un circuito hidráulico. Este circuito hidráulico es accionado por un motor eléctrico. Inicialmente, el agua era la encargada de accionar el pistón, lo cual producía desgaste, corrosión y ataca a algunos metales, por lo que posteriormente ésta se sustituyó por aceite hidráulico. El aceite hidráulico es un fluido no compresible con gran cantidad de aplicaciones y con dos orígenes posibles:

1. **Mineral:** cuando es extraído de depósitos naturales de petróleo crudo tras haber sido sometido a un proceso de refinación.
2. **Sintéticos:** fabricados por síntesis química.

Son muchas las ventajas que ofrece una prensa hidráulica frente a una neumática o incluso mecánica:

1. **Fuerza constante:** el circuito hidráulico diseñado para esta máquina es capaz de mantener la fuerza ejercida durante toda la carrera del pistón, sin que haya diferencias al principio o al final de carrera.
2. **Control de la producción:** el control de parámetros como la fuerza, la temperatura, el tiempo de prensado, etc. garantiza al productor un control total de las características que necesita en su producto.
3. **Seguridad:** los elementos de seguridad añadidos en esta reconstrucción, así como el control completo del sistema hidráulico, hacen que el operario tenga un control total de la máquina sin que ello signifique una disminución de su seguridad.

4. **Mantenimiento:** su sencillez de diseño hace que, en la mayoría de los casos, no sea necesario desmontar grandes piezas en caso de avería, por lo que la parada de la producción en caso de afectación es mínima.
5. **Compactibilidad:** la diferencia de tamaño entre prensas con presiones de trabajo dispares no provoca un aumento significativo de tamaño, por lo que, al aumentar la fuerza, la prensa tiende a ser más económica.

En el caso que nos incumbe, la prensa se utilizará para el procesamiento del caucho, por lo que conviene tener en cuenta parte de la historia de este material.

Hoy en día, el tratamiento y la transformación del caucho continúa teniendo una importancia capital en la economía. Se trata de un polímero elástico que puede surgir tanto de la savia de algunas plantas como sintéticamente. Para conocer un poco más de la historia de este material debemos viajar hasta Centro América y retroceder en el tiempo hasta la época precolombina. Entonces, la población maya ya utilizaba el caucho natural extraído de la savia del llamado Árbol del Caucho como pegamento natural en el calzado y para hermetizar algunos utensilios. No fue hasta 1839 cuando el inventor estadounidense Charles Goodyear vertió accidentalmente un recipiente que contenía azufre y caucho sobre una estufa caliente, formándose una mezcla dura e impermeable. Esto revolucionó la industria en general y permitió el desarrollo de los neumáticos con cámara, los cuales siguen usándose en la actualidad. Posteriormente, la industria del caucho se desarrolló de tal manera que se convirtió en uno de los descubrimientos más importantes de la historia de la humanidad, siendo de gran utilidad en gran cantidad de industrias.

1.3. Funcionamiento

El funcionamiento de una prensa hidráulica se rige por la ley de Pascal. Esta ley fue enunciada por el físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662), cuyo apellido da nombre a la unidad de medida de la presión en el Sistema Internacional, y en ella se establecía que “*la presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido*”. Matemáticamente, esto se traduce de la siguiente manera: $P = F / S$ siendo:

$$\left. \begin{array}{l} \bullet P = \text{Presión (Pa)} \\ \bullet F = \text{Fuerza (N)} \\ \bullet S = \text{Superficie (m}^2\text{)} \end{array} \right\}$$

Si aplicamos el concepto anteriormente explicado según esta fórmula, obtenemos

$$\text{que } F_A/S_A = F_B/S_B$$

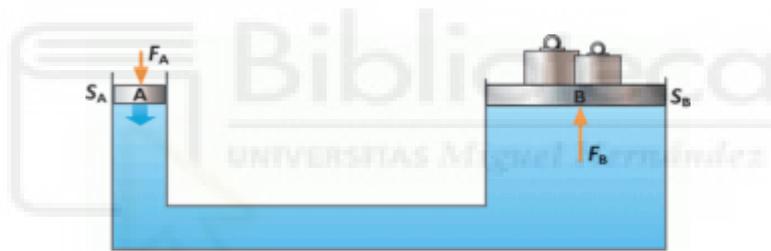


Ilustración 1: Esquema y funcionamiento Ley de Pascal

1.4. Elección del tipo de prensa

En la actualidad son muchos los procedimientos industriales que necesitan de este tipo de máquinas, por lo que existe una gran demanda y, por lo tanto, una gran competitividad entre las empresas fabricantes tanto en precio como en calidades.

A la hora de adquirir una prensa hidráulica, al comprador se le presentan dos posibles oportunidades: la primera es comprar una prensa de nueva construcción. Éstas ya están adecuadas tanto a las necesidades actuales de los clientes como a la normativa vigente. Se trata de máquinas con una tecnología cada vez más avanzada y con materiales de gran calidad, lo que repercute directamente en el precio de compra. Si miramos al mercado actualmente, podemos observar que

los principales fabricantes de prensas hidráulicas provienen principalmente de Europa y de Asia. Dependiendo de las necesidades y el presupuesto con el que cuente la empresa compradora, se decantarán por unos u otros. En Europa, tanto Italia como Alemania han sido tradicionalmente los dominadores de este mercado. A ellos se han ido uniendo las empresas procedentes de China e India, cuya competitividad en cuanto a precio las han situado en el centro del panorama industrial actual. Las especificaciones de estas máquinas varían según el uso que se le vaya a dar, por lo que resulta complicado establecer un rango realista de precio. Estudiando las diferentes posibilidades que encontramos en el mercado en cuanto a maquinaria nueva, podemos establecer un precio aproximado de esta prensa si buscamos unas características similares que cumplan con los requisitos de producción del cliente. Tras consultar el precio con varios fabricantes, éste aumenta en torno a un 200% del precio para una prensa procedente de India, siendo casi un 400% más el precio para una fabricada en Europa.

La segunda opción que se plantearía sería la rehabilitación de una prensa ya existente. Debido al amplio rango de utilización anteriormente mencionado, en el mercado actual existe una gran variedad de prensas hidráulicas que no están siendo usadas ya que están obsoletas tanto en funcionamiento como en condiciones de seguridad de trabajo. Es aquí donde surge la oportunidad de realizar este proyecto.

Las alternativas que se presentan en este momento son las siguientes: por un lado, encontramos a las empresas dispuestas a deshacerse de esta maquinaria por un precio relativamente asequible. Esto crea una oportunidad para la empresa compradora, ya sea la que usará la máquina en el futuro o la que hará la adecuación para venderla posteriormente, siendo esta segunda la más habitual. Por otro lado, encontramos a la empresa que recurre a nuestros servicios para prolongar la vida útil de una máquina que, de otro modo, caería en desuso.

Por todo ello, se suele considerar más rentable desde el punto de vista económico la adaptación de la prensa hidráulica que se explicará a continuación. En este caso en particular, la empresa propietaria de la máquina es también la encargada de realizar la adaptación, por lo que lo más habitual en estos casos es realizar la búsqueda de un posible comprador antes de comenzar el proyecto para personalizarla según sus necesidades. Se supondrán las características más

habituales concretadas con Maquinaria Para el Caucho S.L. según su experiencia previa.

En cualquier caso, el precio de la compra y la adecuación de la maquinaria no deberá exceder al de la compra de una máquina nueva, siendo este precio mucho más alto por lo mencionado anteriormente.

1.5. Objetivo

El objetivo de este proyecto es la reconstrucción de una prensa hidráulica para adaptarla a la normativa actual mediante las modificaciones que sean necesarias.

Esta adaptación también engloba todo aquello susceptible de ser mejorado para cumplir las necesidades del cliente final. Se estudiarán las diferentes oportunidades tanto de seguridad como de materiales con tal de que se prolongue de manera notable la vida útil de la máquina. Así mismo, también se tendrán en cuenta las características del material con el que trabajemos en la prensa. Se tratará de minimizar el número de piezas que forman parte de la máquina, reduciendo así la probabilidad de fallo de ésta por alguna de estas piezas y, a su vez, el precio de reforma.

La adaptación de la tecnología será otro punto para tener en cuenta. Las condiciones de seguridad requeridas actualmente hacen que sea necesaria la modernización de los recursos utilizados por la prensa hidráulica, así como los materiales de construcción de algunas piezas y los mecanismos que permitan su funcionamiento, adecuando también el diseño a las condiciones de resistencia a los esfuerzos que deberá soportar la máquina.

En todo momento se buscará cumplir con las especificaciones deseadas, optimizando al mismo tiempo los recursos que utilice para conseguir una mayor eficiencia en todos los aspectos.

1.6. Dimensiones y partes básicas

1.6.1. Dimensiones

Las dimensiones aproximadas de la máquina son las siguientes:

- Altura: 2432 mm
- Anchura: 3106 mm
- Profundidad: 680 mm
- Dimensiones del plato (largo x ancho): 600 x 600 mm



Ilustración 2: Comparación con trabajador de 1,80 m de altura

1.6.2. Partes de la máquina

1.6.2.1. Bastidor

El bastidor de la prensa hidráulica está hecho de hierro fundido, siendo éste el material original de fabricación de la máquina. Los chapones frontales, al ser de grandes dimensiones, están soldados a los chapones de unión, aportando la rigidez necesaria para que la prensa soporte los esfuerzos a los que va a estar sometida.

El bastidor también contará con las orejas soldadas a las que se atornillará todo el conjunto de los platos, por lo que también debe ser resistente a grandes esfuerzos.

En este caso, no se ha modificado ninguna parte de la máquina respecto a su diseño original, aunque sigue siendo necesario el estudio de esfuerzos por la sustitución de elementos fundamentales en el diseño de la misma.

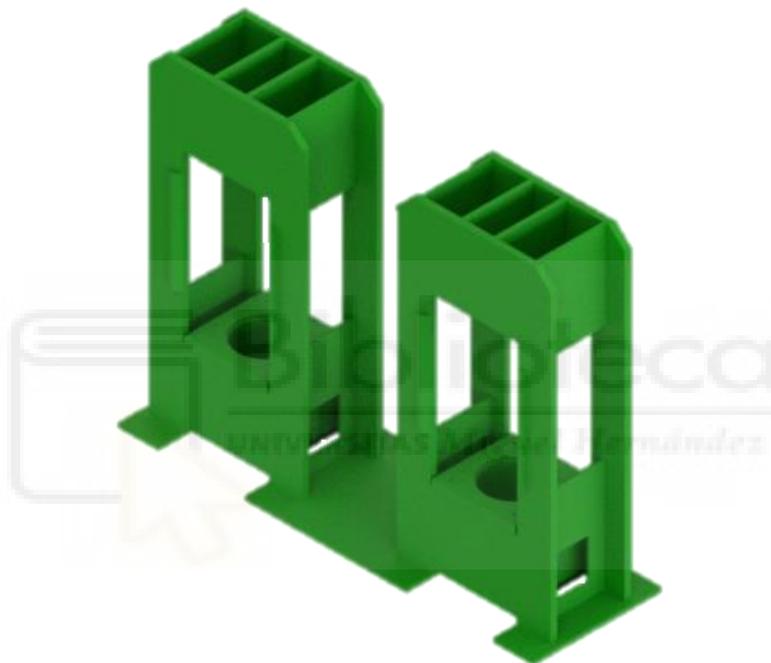


Ilustración 3: Bastidor

1.6.2.2. Conjunto plato

El plato es el elemento fijo atornillado al bastidor de la máquina mediante unas pestañas soldadas al bastidor. Consta de tres elementos: el contraplato superior, la chapa térmica aislante y el plato superior, el cuál está calefactado mediante resistencias. En él se sitúa el molde superior que se utilizará para el prensado.

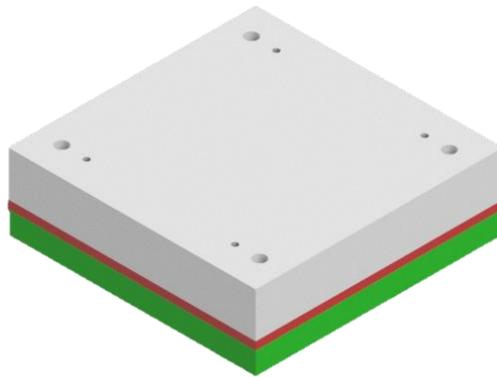


Ilustración 4: Conjunto de platos superiores

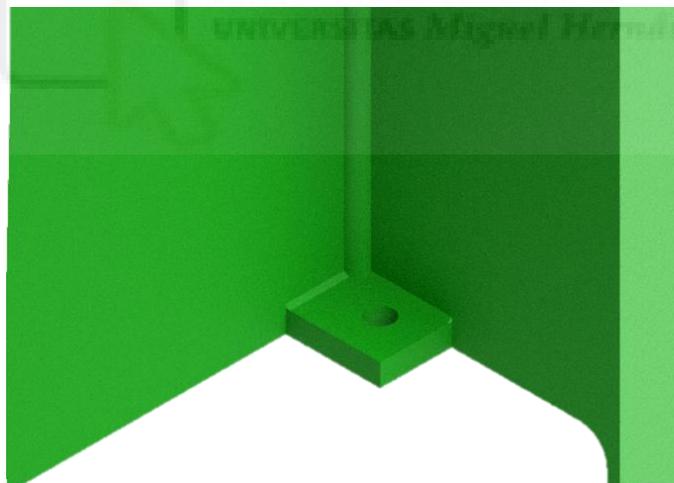


Ilustración 5: Pestaña de sujeción del plato superior

1.6.2.3. Conjunto contraplato

El contraplato es uno de los elementos móviles de la prensa. Tal y como se indica en la ilustración, su guiado se lleva a cabo mediante colisas de bronce montadas sobre deslizaderas horizontalmente regulables, lo cual facilita en gran medida su sustitución al desgaste de los bronce. Puede realizar su elevación o descenso por medio tanto del cilindro principal como de los cilindros de aproximación, sistemas que describiremos a continuación.

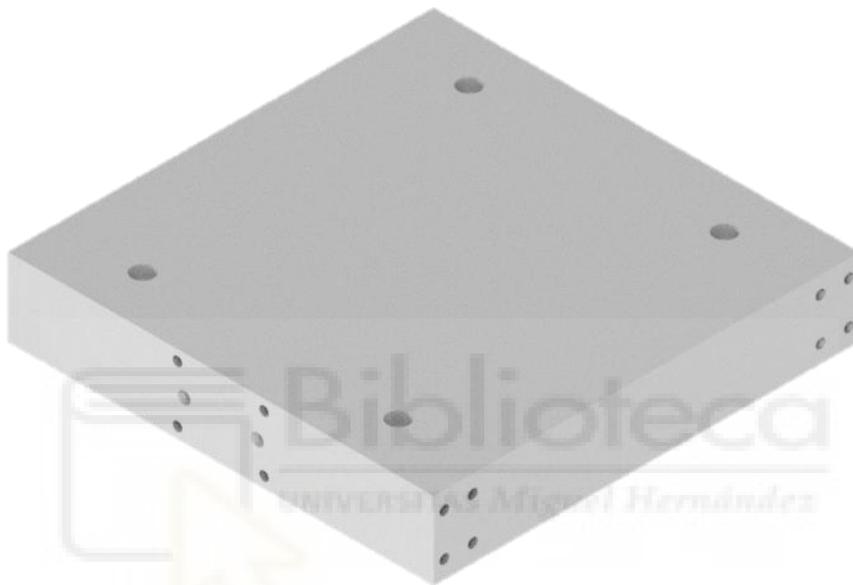


Ilustración 7: Contraplato



Ilustración 6: Detalle deslizadera

1.6.2.4. Pistones principales

En este caso, al ser un conjunto formado por dos prensas hidráulicas, contamos con dos cilindros principales. Estos pistones son fabricados en fundición de hierro y están huecos por dentro con el objetivo de aligerar su masa, que de otra forma sería muy grande y requeriría de una presión de trabajo mucho mayor. Para compensar la rigidez, se le añaden dos chapones en forma de cruz, lo que permite que el pistón realice su trabajo correctamente.

Su recorrido está controlado mediante un dispositivo de final de carrera, el cual permite mantener siempre el pistón hidráulico dentro del cilindro y, junto con los collarines y juntas de estanqueidad, evitan las fugas de aceite hidráulico.



Ilustración 8: Pistón principal

1.6.2.5. Pistones de aproximación

Los cilindros de aproximación son elementos opcionales de esta máquina. Estos cilindros hidráulicos permiten la elevación del contraplato de una manera mucho más rápida que el cilindro principal, reduciendo el tiempo de trabajo considerablemente. Tras elevar el contraplato, es el pistón principal descrito anteriormente el encargado de realizar la presión de moldeo.

Su recorrido está controlado mediante un dispositivo de final de carrera.



Ilustración 9: Pistón de aproximación

1.6.2.6. Collarín de estanqueidad

El collarín de estanqueidad es un elemento que se encuentra fijado al cilindro hidráulico por medio de tornillería y cuya función es evitar la fuga de fluido hidráulico a presión desde el cilindro. Está diseñado de forma que aloje una junta de estanqueidad, siendo ésta también de vital importancia por lo anteriormente explicado.

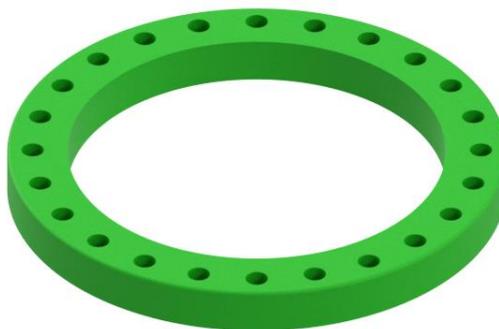


Ilustración 10: Collarín de estanqueidad

1.6.2.7. Deslizaderas

La función de las deslizaderas es el guiado de el contraplato tanto en su fase de ascenso como en la fase de descenso. Ya que es un elemento en el que se produce fricción y desgaste constante, es necesario realizar un mantenimiento constante para prevenir fallos en su funcionamiento. El conjunto de las deslizaderas se encuentra atornillado al contraplato y están diseñadas de forma que es posible su desplazamiento lateral por motivos de desgaste u otra necesidad.

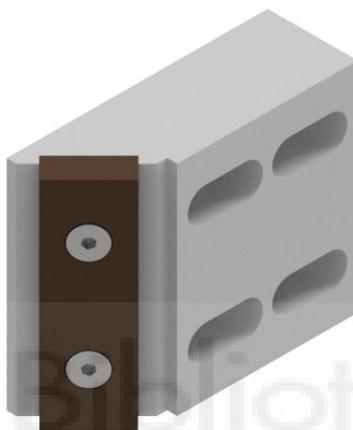


Ilustración 11: Deslizadera y bronce

1.6.2.8. Horquillas de sujeción

Las horquillas de sujeción permiten anclar los pistones de aproximación anteriormente explicados (véase el apartado 1.6.2.5 Pistones de aproximación). Su buen mantenimiento es de vital importancia ya que soporta la fuerza ejercida por los pistones de aproximación y, a su vez, también sirve de guía a la hora de realizar el movimiento.

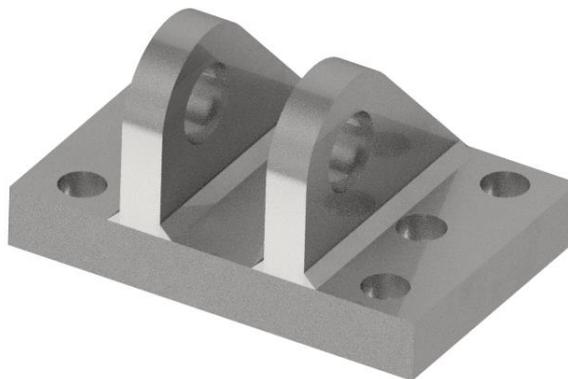


Ilustración 12: Horquillas de sujeción

1.7. Ingeniería

Esta fase abarcará desde la idea inicial del proyecto hasta la finalización del diseño. Como se ha comentado anteriormente, el objetivo de este proyecto es darle una nueva vida a una máquina, en este caso una prensa hidráulica, que de otro modo quedaría inservible al no cumplir con las condiciones de seguridad requeridas.

Las bases del diseño de las piezas nuevas son la utilidad, la optimización y la economicidad de las mismas.

En este caso, se ha utilizado software CAD para el diseño y estudio de las piezas anteriormente mencionadas. El programa elegido para la proyección 3D y para el análisis por elementos finitos de la resistencia a esfuerzos ha sido *Inventor Professional 2022*, con licencia de estudiante y propiedad de la empresa Autodesk.

Para la realización de los diferentes planos y algunos bocetos presentes en el proyecto, se han utilizado los programas *Inventor Professional 2022* y *AutoCAD 2021*, ambos también propiedad de la empresa Autodesk.

1.8. Fabricación

Comienza tras la aceptación del diseño y de las condiciones por parte del cliente, así como los posibles términos impuestos por el fabricante, nuestra empresa, tales como, por ejemplo, la recepción económica del pedido, siendo éstas también

requisito fundamental para el comienzo del proceso de fabricación. Tanto el cliente como Maquinaria Para el Caucho S.L. deben convenir desde la revisión inicial al principio los detalles de fabricación y el plazo en las que se realizará la adecuación de la máquina, pudiendo posteriormente ser modificadas a petición del cliente si cambian sus necesidades.

Una vez acordadas dichas condiciones, se establece la relación contractual para la realización de la adecuación de la prensa.

En este caso, todo el proceso de fabricación debe estar planificado antes del comienzo de este con el objetivo de minimizar el impacto de los posibles problemas que puedan aparecer al comenzar los trabajos. Al estar tratando con maquinaria con muchos años de trabajo, suele ser habitual encontrar defectos ocultos y desgaste imprevistos inicialmente, por lo que una buena planificación inicial evitará muchos de estos inconvenientes tales como rotura de platos calefactados, fisuras en el marco de la prensa, obstrucción de los circuitos hidráulicos, rotura de tornillería, etc.

La prensa cuenta con los siguientes parámetros:

- **Estructura:** La máquina cuenta con un marco realizado en hierro fundido.
- **Capacidad de carga:** Esta depende del trabajo que se vaya a realizar, pero siempre dentro de un rango cuyo valor máximo será 260 Toneladas de fuerza de prensado.
- **Motor eléctrico:** El accionamiento de la prensa hidráulica se lleva a cabo mediante un motor eléctrico que sea capaz de cumplir con las especificaciones necesarias tanto por seguridad como por necesidad.
- **Pistones principales:** 2
- **Pistones auxiliares:** 4
- **Espacios de trabajo:** 2 espacios de trabajo (uno por cada prensa). Como opción en esta prensa en particular, se le puede añadir otro conjunto de contraplato para permitir que cada prensa trabaje en dos etapas. Este conjunto también es móvil y, como el contraplato anteriormente explicado, va guiado por las deslizaderas de bronce,

permitiéndonos duplicar los espacios de trabajo al contar con pistones de capacidad suficiente.

En este momento se evalúan los materiales que forman parte de la máquina actualmente y que, por deterioro o incumplimiento de las condiciones necesarias para la resistencia de los esfuerzos a los que va a estar sometida y los requisitos de seguridad, deben ser actualizados por Maquinaria Para el Caucho S.L.

También se ha de tener en cuenta en el proceso de ingeniería como se va a desplazar la máquina de un lugar a otro, ya sea dentro de la empresa que se encarga de la adecuación, así como en el proceso de instalación en la empresa contratante. En este caso, dada la experiencia con la que cuenta la empresa contratada, se sabe que para el desplazamiento de la prensa será necesario la actuación de grúas o puentes-grúa. Particularmente, la empresa contratada cuenta en sus instalaciones con dos puentes-grúa de 25 y 5 Toneladas respectivamente.

El izado de la maquinaria se llevará a cabo mediante eslingas. Existen en el mercado diferentes posibilidades a la hora de desplazar la máquina para su instalación o mantenimiento, siendo cables de acero eslinga simple con capacidad de 30 toneladas los utilizados.



Ilustración 13: Tipos de cables de acero

1.9. Puesta en marcha

Tras la finalización del proceso de reconstrucción de la máquina, llegamos al momento de instalación y puesta en marcha de esta. Este proceso debe ser llevado a cabo por personal autorizado, siendo personal autorizado por comprador y vendedor los que lleven a cabo la puesta en marcha de la máquina. Siguiendo el procedimiento habitual de Maquinaria Para el Caucho S.L., serán los propios

operarios y el ingeniero de Maquinaria Para el Caucho S.L. quienes lleven a cabo la puesta en marcha siguiendo las normas y protocolos del fabricante original de la máquina.

Al tratarse de un proceso complejo, éste debe ser constantemente vigilado por el encargado con el objetivo de agilizar la instalación.



2. Estudio de seguridad

Debido a sus características y uso, tradicionalmente ha sido una de las máquinas con mayor accidentalidad, tanto en frecuencia como en gravedad. En consecuencia, la seguridad será el principal elemento para tener en cuenta a la hora del reacondicionamiento que queremos realizar.

Teniendo en cuenta el tipo de máquina que se va a reformar, debemos seguir las indicaciones presentes en la norma española “AENOR. *Maquinaria para plásticos y caucho. Máquinas de moldeo por compresión y por transferencia. Requisitos de seguridad. UNE-EN 289, diciembre 2014*”. También se utilizará la norma española “AENOR. *Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. ISO 13849-1:2015*” para todo lo que tenga que ver con la colocación y actuación de los distintos elementos de seguridad de la prensa.

En ella se encuentra toda la normativa que se debe seguir a la hora de llevar a cabo la adecuación y que será de obligado cumplimiento.

Dado que la prensa fue originalmente fabricada en el año 1983, es necesaria la modificación y/o sustitución de algunos de los elementos que la componen para adecuarla a la normativa de seguridad actual y permitir que continúe ejerciendo su labor.

A continuación, se determinarán los peligros más significativos así como la forma de actuar sobre ellos, siempre con el objetivo del cumplimiento de la normativa.

2.1. Objeto y campo de aplicación

Esta norma europea especifica los requisitos esenciales de seguridad para las máquinas de moldeo por compresión y las máquinas de moldeo por transferencia para el moldeo de plásticos y/o caucho con un movimiento de cierre superior a 6 mm.

En este documento, el término “prensa” designa una máquina de moldeo por compresión o una máquina de moldeo por transferencia como se menciona anteriormente.

Este documento trata todos los peligros, situaciones y sucesos peligrosos asociados con las prensas, en caso de utilización normal o en condiciones de mal uso razonadamente previsibles por el fabricante.

Se excluyen las siguientes máquinas o unidades:

Prensas neumáticas para plástico y caucho;

- Máquinas para el moldeo por inyección (véase la Norma EN 201:2009);
- Máquinas para el vulcanizado de neumáticos (véase el proyecto de norma prEN 16474);
- Prensas para el vulcanizado de cámaras de aire y cámaras de recauchutado;
- Prensas hidráulicas para trabajar metales en frío, tratadas en la Norma EN 693:2001+A2:2011;
- Prensas mecánicas para trabajar metales en frío, tratadas en la Norma EN692:2005+A1:2009;
- Prensas neumáticas para trabajar metales en frío, tratadas en la Norma EN 13736:2003:2003+A1:2009;
- Máquinas de termoformado (véase la Norma EN 12409:2008+A1:2011);
- Máquinas de moldeo por reacción (máquinas RIM) (véase la Norma EN 1612-1:1997+A1:2008);
- Extrusoras de máquinas de carrusel (véase la Norma EN 1114-1:2011).

Esta norma no cubre:

- Los peligros provocados por el procesado de materiales que puedan conducir a un riesgo de explosión.
- Los requisitos de la Directiva 94/9/CE relativa al equipamiento y a los sistemas de protección destinados al uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Requisitos para el diseño de los sistemas de ventilación por extracción.

2.2. Términos y definiciones

2.2.1. Prensa

Máquina para la producción discontinua de piezas moldeadas a partir de compuestos plásticos o de caucho que consta fundamentalmente de una o más unidades de cierre, sistemas de arrastre y mando y con la posibilidad de tener un equipo auxiliar.

2.2.2. Moldeo por compresión

“Proceso en el que el material de moldeo se introduce en un molde abierto.”

2.2.3. Moldeo por transferencia

Proceso en el que el material de moldeo se introduce en una cavidad separada (cámara de transferencia) en el molde y se comprime hacia la cavidad de moldeo por la presión del pistón de transferencia.

2.3. Peligros significativos

A continuación, se enumera una lista de peligros significativos con respecto a la evaluación de riesgos de la prensa, conforme a la normativa UNE-EN 289. Esta evaluación tiene en cuenta los posibles riesgos que pueda sufrir el operador de la prensa, así como otras personas con acceso a ella. El objetivo es eliminar o reducir los riesgos provocados por el uso de la prensa.

2.3.1. Peligros mecánicos

Peligros	Zona
<ul style="list-style-type: none"> - Aplastamiento. - Atrapamiento. - Enganche. - Fuga de fluidos a alta presión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zona de prensado (platos y contraplatos). - Partes móviles de los equipos tanto eléctricos como hidráulicos. - Mecanismos de accionamiento. - Sistemas hidráulicos.

	- Mangueras flexibles.
--	------------------------

Tabla 1: Peligros mecánicos

2.3.2. Peligros eléctricos

Peligros	Zona
<ul style="list-style-type: none"> - Descarga eléctrica. - Quemadura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuadro eléctrico. - Elementos conductores en carga.

Tabla 2: Peligros eléctricos

2.3.3. Peligros térmicos

Peligros	Zona
<ul style="list-style-type: none"> - Quemaduras. - Fuga de fluidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Partes calientes de la máquina. - Sistemas de calefacción

Tabla 3: Peligros térmicos

2.3.4. Peligros originados por el ruido

Peligros	Zona
- Elevados ruidos que acarrearán deterioro auditivo.	- Cualquier área de la prensa donde exista riesgo para la audición.

Tabla 4: Peligros originados por el ruido

2.3.5. Peligros originados por polvo, gases y vapores

Peligros	Zona
- Inhalación de polvo, gases y vapores perjudiciales para la salud.	<ul style="list-style-type: none"> - Zona de prensado (platos y contraplatos). - Cualquier área de la prensa donde exista de inhalación.

Tabla 5: Peligros originados por polvos, gases y vapores

2.3.6. Riesgo de resbalar, tropezar o caer

Peligros	Zona
- Lesiones causadas por resbalar, tropezar o caer.	- Puestos de trabajo señalados situados por encima de la prensa o zonas de acceso asociadas que son parte integral de ella.

Tabla 6: Riesgo de resbalar, tropezar o caer

2.4. Detalles de las funciones de seguridad

2.4.1. Función de parada relativa a la seguridad

Una función de parada relativa a la seguridad (por ejemplo, iniciada por un protector), debe poner la máquina en un estado de seguridad tan pronto como sea necesario después de la actuación del sistema. Este tipo de parada debe tener prioridad con respecto a una parada por razones operativas.

2.4.2. Función de rearme manual

Después de iniciada una orden de parada por un protector, se debe mantener la condición de parada hasta que existan condiciones seguras para una nueva puesta en marcha. El restablecimiento de la función de seguridad por reinicio del protector anula la orden de parada. Tras la evaluación del riesgo, y cuando esta lo permita, la anulación de la orden de parada debe ser confirmada por una acción manual, distinta y voluntaria (rearme manual).

2.4.3. Puesta en marcha y nueva puesta en marcha

Una nueva puesta en marcha sólo se debe realizar si no puede existir ninguna situación peligrosa. Estos requisitos se deben aplicar también a las máquinas que puedan ser mandadas a distancia.

2.4.4. Parámetros relativos a la seguridad

Cuando los parámetros relativos a la seguridad, como por ejemplo, la posición, la velocidad, la temperatura o la presión, se desvían de los límites

preestablecidos, el sistema de mando debe iniciar las medidas apropiadas (por ejemplo, una orden de parada, una señal de advertencia, una alarma).

2.4.5. Variaciones, pérdida y restablecimiento de la alimentación de energía

Cuando las variaciones de los niveles de la alimentación sobrepasan los límites previstos en el diseño, incluyendo el fallo de la alimentación de energía, las partes del sistema de mando relativas a la seguridad deben seguir proporcionando o deben iniciar una o varias señales de salida que permitan que las demás partes del sistema de la máquina mantengan un estado seguro.

2.5. Requisitos de seguridad y/o medidas de protección

En este apartado se estudiarán los requisitos de seguridad y/o las medidas de protección que debemos incluir en la prensa, así como los elementos que deberán ser añadidos con el fin del cumplimiento de la normativa.

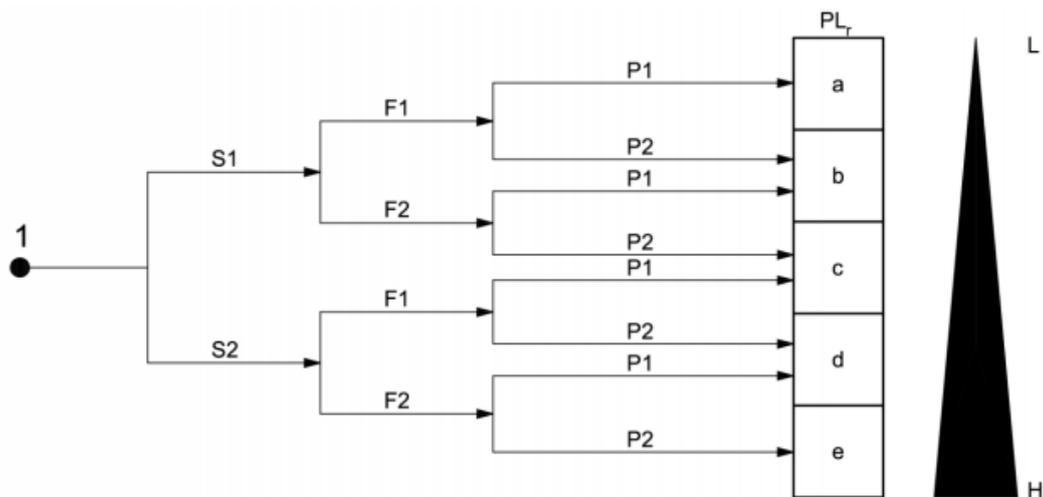
Estudiando punto por punto la normativa vigente, se valorará el cumplimiento de cada uno y se determinarán los dispositivos a añadir.

2.5.1. Operaciones de reglaje

La máquina se debe diseñar de tal forma que únicamente sea posible mover el plato para operaciones de reglaje con los resguardos cerrados y/o los dispositivos de protección en funcionamiento.

2.5.2. Partes del sistema de mando relativas a la seguridad (SRP/CS)

Las partes del sistema de mando relativas a la seguridad (SRP/CS) se deben diseñar conforme a la Norma EN ISO 13849-1:2008. El nivel de prestaciones requerido (PL_r) viene determinado de la siguiente manera:



Leyenda

- 1 Punto de partida para la estimación de la contribución de las funciones de seguridad a la reducción del riesgo
- L Contribución a la reducción del riesgo baja
- H Contribución a la reducción del riesgo alta
- PL_r Nivel de prestaciones requerido

Parámetros del riesgo:

- S Gravedad de la lesión
- S1 Lesión leve (normalmente reversible)
- S2 Lesión grave (normalmente irreversible, incluyendo la muerte)
- F Frecuencia y/o duración de la exposición al peligro
- F1 Raro a bastante frecuente y/o corta duración de la exposición
- F2 Frecuente a continuo y/o larga duración de la exposición
- P Posibilidad de evitar el peligro o de limitar el daño
- P1 Posible en determinadas condiciones
- P2 Raramente posible

Ilustración 14: Esquema determinación PLr

2.5.3. Parada de emergencia

NO CUMPLE.

Se debe colocar un dispositivo de parada de emergencia al alcance de cualquier puesto de trabajo que pueda estar ocupado por un operador. El accionamiento de los dispositivos de parada de emergencia debe detener cualquier movimiento. Debe descargar los acumuladores hidráulicos si la presión proporcionada por éstos no es necesaria para liberar cualquier persona atrapada. Además, el accionamiento de los dispositivos de parada de emergencia debe detener:

- El suministro de energía de los elementos de refrigeración/calefacción;
- El suministro de gas/agua;
- El suministro de energía a los sistemas de sujeción del molde;

siempre y cuando el mantenimiento de estos suministros genere nuevos peligros tales como calentamiento o sobrepresión.

En el caso de nuestra prensa hidráulica, la máquina no contaba inicialmente con paradas de emergencia, por lo que se opta por incluir dos setas de emergencia en el cuadro de mandos, de forma que cada seta detenga la máquina en las condiciones de seguridad anteriormente explicadas.



Ilustración 15: Seta de emergencia

Ficha técnica seta de emergencia	
Marca	SCHNEIDER ELECTRIC
Modelo	XB4BS8444
Dimensiones	47 mm x 40 mm x Ø 40 mm
Material	Plástico y metal cromado
Peso	0,13 kg

Tabla 7: Ficha técnica de la seta de emergencia

Estas setas de emergencia tienen la capacidad de mantener el paro de la máquina hasta que se realice la rotación de la misma una vez reestablecidas las condiciones de seguridad. Así mismo, cumplirá con los siguientes requisitos de seguridad:

- La función de parada de emergencia debe estar disponible y ser operativa permanentemente.

- El auxiliar de mando y su órgano de accionamiento deben funcionar según el principio de acción mecánica positiva.
- El equipo de parada de emergencia debe utilizarse como complemento, no como alternativa de resguardos y dispositivos de protección.
- Debe funcionar de modo que evite el peligro o se reduzca el riesgo automáticamente.
- La decisión del operador de actuar sobre la función de la parada de emergencia no debe requerir ninguna reflexión acerca de los efectos resultantes.
- La orden de parada de emergencia debe tener prioridad sobre todas las demás órdenes.
- La respuesta de la máquina a la orden de parada de emergencia no debe generar ningún peligro suplementario.
- La función de parada de emergencia no debe perjudicar la eficacia de los requisitos de protección, ni debe oponerse al funcionamiento de los medios previstos para liberar personas.
- Se debe producir un bloqueo mecánico de manera que mantenga la orden de parada de emergencia hasta que el auxiliar de mando sea desbloqueado por una acción manual, no provocando por ello la puesta en marcha de la máquina.
- Deben ser fácilmente accesibles y accionados sin peligro por el operador.
- Deben ser de color rojo y el fondo, cuando exista y sea practicable, debe ser de color amarillo.



Ilustración 16: Etiqueta parada de emergencia

Como se ha explicado anteriormente, estas setas de emergencia irán situadas en el cuadro de mandos de la prensa, el cuál estará situado en el espacio habilitado entre ambas, justo encima del depósito hidráulico.

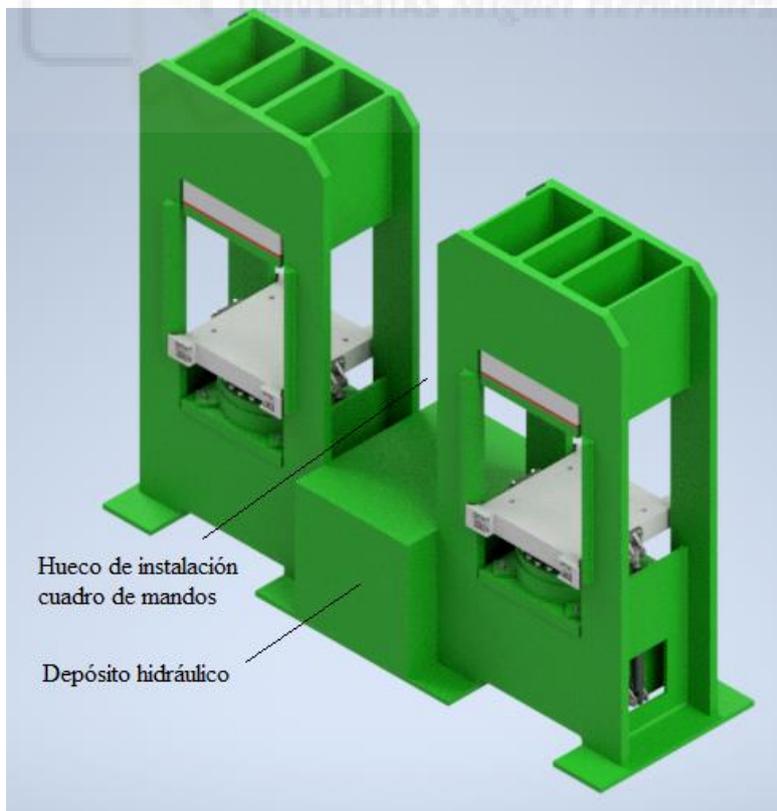


Ilustración 17: Esquema de instalación

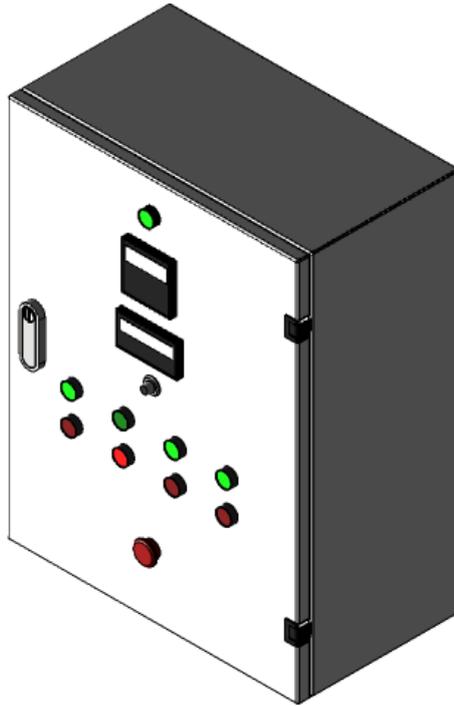


Ilustración 18: Ejemplo de panel de mando

En nuestro caso, el cuadro de mandos contará con dos setas de emergencia, en vez de una como se muestra en la ilustración. Desde dicho cuadro de mandos se controlará el trabajo de todo el conjunto de las prensas, pudiendo establecer los parámetros necesarios según el producto con el que se trabajará.

2.5.4. Resguardos

NO CUMPLE.

Uno de los peligros más significativos a la hora de operar con la prensa hidráulica es el riesgo de proyección de fragmentos, piezas, elementos de la máquina, partículas o fluidos al operario. Por ello, y para cumplir con la normativa anteriormente mencionada, se dispone una protección de tipo rejilla que, a su vez, delimitará el espacio de trabajo de la máquina. Esta rejilla no debe causar un descenso de la visibilidad de la zona de trabajo y debe proteger ante objetos y fragmentos de cualquier tamaño.

Se deben diseñar resguardos que mantengan la máquina inaccesible excepto para las acciones de trabajo o mantenimiento de la máquina siempre y cuando esté parada. Estos resguardos deben resistir una fuerza

de al menos 1000 N, aplicada por ejemplo para intentar abrir el resguardo cuando el dispositivo de bloqueo todavía esté operativo.

Nuestra prensa hidráulica tampoco contaba originalmente con resguardos, por lo que deben ser añadidos. La disposición de ella será alrededor del conjunto de las dos prensas, permitiendo únicamente el acceso al puesto de mando mediante una puerta corredera. Los huecos laterales de la prensa también deberán estar protegidos por estos resguardos de protección, los cuales irán atornillados al marco de la prensa.

A continuación, se muestra un esquema dimensional de estas protecciones.

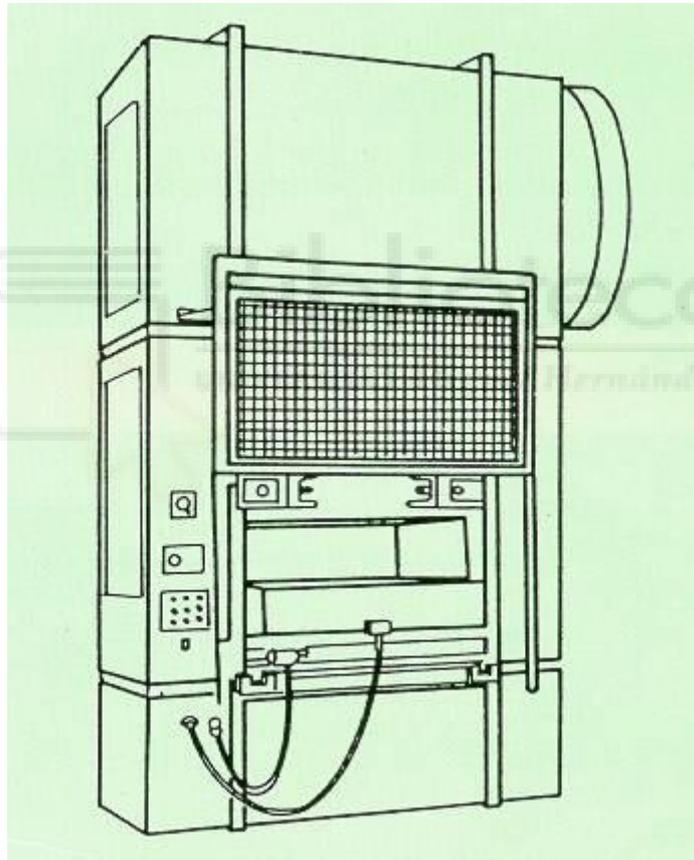


Ilustración 19: Ejemplo resguardo de seguridad

En la ilustración se puede observar un resguardo de seguridad de tipo rejilla el cual protege la parte posterior de la prensa, haciendo inaccesible esa parte de la máquina mientras ésta esté en funcionamiento.

2.5.5. Barreras luminosas

NO CUMPLE.

También llamadas barreras fotoeléctricas, están compuestas de varios haces infrarrojos alineados sobre una barra transmisora y una barrera receptora. Es suficiente con la interrupción de un solo haz de luz para detectar el ingreso en la zona de peligro y detener completamente la máquina.

Estos haces son de alta intensidad y su distancia de detección varía según el fabricante. El emisor y el receptor están sincronizados ópticamente por medio de un haz especial.

Entre las ventajas que aportan, encontramos que tienen un funcionamiento muy fiable, sin cableado entre ellas, lo cual agiliza su proceso de instalación y evita las interferencias, tienen un tiempo de ejecución muy preciso y pueden funcionar a grandes distancias de ejecución.

En cuanto a su funcionamiento, no debe ser posible alcanzar la zona de peligro en torno a, por encima o por debajo de la barrera luminosa. El fin de la interrupción de la barrera luminosa no debe iniciar automáticamente ningún movimiento. Debe ser necesaria una nueva orden de arranque.

Se tendrán en cuenta las dimensiones de la ventana de trabajo, ya que ahí es donde se situarán las barreras fotoeléctricas.



Ilustración 20: Barreras fotoeléctricas

Ficha técnica barreras fotoeléctricas	
Marca	PANASONIC
Modelo	SF4D-H40
Distancia de detección	Hasta 15 m
Separación de los haces	10, 20 y 40 mm
Tiempo de respuesta a OFF	10 ms
Altura protegida	790 mm
Material	Acero laminado en frío, aleación de zinc y policarbonato
Peso	1,1 kg

Tabla 8: Ficha técnica barreras fotoeléctricas

Estas barreras luminosas también evitan que se coloque un plato sobredimensionado en la prensa, evitando también cualquier accidente que éste pueda provocar.

Su disposición será en el marco frontal, ya que la parte trasera de la prensa estará vallada tal y como se ha explicado anteriormente. Por ello, serán necesarias dos barreras fotoeléctricas. Serán ancladas mediante tornillería al propio marco de la prensa, de manera que actúe cuando se interrumpa cualquiera de los haces de luz de las barreras.

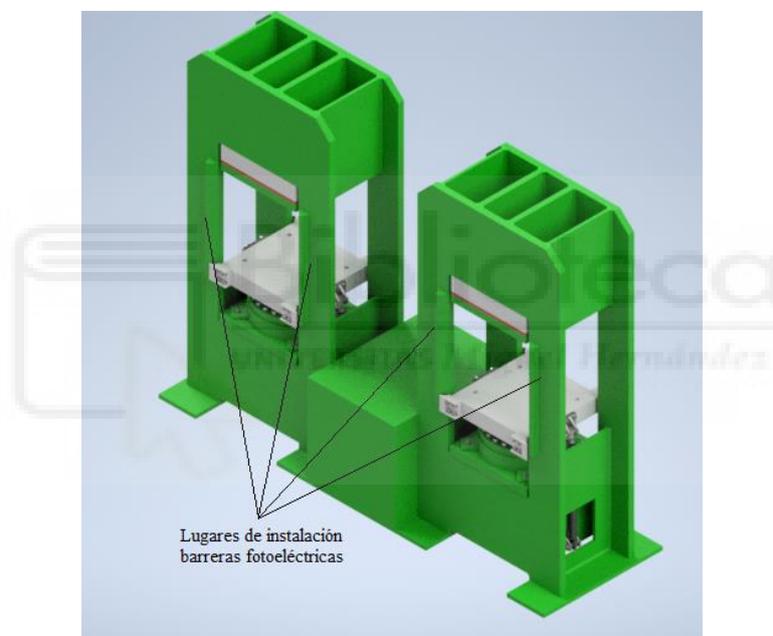


Ilustración 21: Esquema de instalación barreras fotoeléctricas

2.5.6. Indicadores visuales

NO CUMPLE.

Dado que la máquina no cuenta con indicadores visuales que marquen las partes que estarán en movimiento de la máquina, es habitual colocar distintivos visuales que permitan al operario diferenciarlas.

En este caso, se elige una cinta de balizamiento con colores visualmente llamativos y se colocará los platos inferiores, los cuales están accionados por el pistón hidráulico principal, y en los contraplatos superiores.



Ilustración 22: Cinta de balizamiento

Ficha técnica cinta de balizamiento	
Marca	SEKURECO
Modelo	RD80010
Dimensiones	600 mm x 110 mm x 0,03 mm

Tabla 9: Ficha técnica cinta de balizamiento

2.5.7. Instalación eléctrica

Dado que los componentes eléctricos originales de la máquina se encuentran deteriorados, estos deberán ser sustituidos por nuevos, siempre teniendo en cuenta la normativa vigente. Según el procedimiento habitual de Maquinaria Para el Caucho S.L., esta parte será subcontratada a una tercera empresa, la cuál será la responsable ante cualquier eventualidad surgida en su parte contratada.

Todo el equipo eléctrico debe estar diseñado de manera que sea posible prevenir o evitar los peligros eléctricos anteriormente explicados.

A pesar de realizar la subcontratación de la instalación eléctrica, es necesario proporcionarle las instrucciones necesarias para cumplir con nuestras necesidades. En este caso, se le proporciona al fabricante la reglamentación de seguridad, así como los distintos elementos que deberán añadir conectar a la instalación eléctrica con el fin del cumplimiento de la normativa: seta de emergencia (véase apartado 2.5.3 Parada de emergencia), barreras luminosas (véase apartado 2.5.5 Barreras luminosas), cableado, etc.

El control de la calefacción de los platos, la cuál se realiza por medio de resistencias eléctricas, se controla también desde la instalación eléctrica, por lo que es otro punto a tener en cuenta.

2.5.8. Instalación hidráulica

La revisión de la instalación hidráulica solamente es posible una vez está presente la prensa en los talleres de Maquinaria Para el Caucho S.L.

Tras esto, y siguiendo el procedimiento habitual de la empresa, se sustituyen todos los collarines de estanqueidad de los pistones, tanto los principales como los de aproximación, así como las empaquetaduras, los manómetros medidores de presión, latiguillos de los pistones de aproximación, las juntas tóricas de toda la prensa y los presostatos.

Las partes restantes de la instalación hidráulica, como por ejemplo los motores eléctricos del grupo hidráulico y las tuberías de acero del mismo, se mantienen ya que tras el estudio de su estado actual se verifica que están en condiciones óptimas para realizar su trabajo.



Ilustración 23: Manómetro de presión



Ilustración 24: Latiguillo del pistón de aproximación



Ilustración 26: Electroválvula



Ilustración 25: Presostato

2.5.9. Equipos de protección individual

Dado que es necesario un operador para trabajar con la máquina, será obligatorio que todo empleado susceptible de trabajar o tener acceso a la prensa haga uso de los equipos de protección individual según los requisitos marcados en el “*Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*”. En él se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección y utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, así como el mantenimiento de los mismos.

Un equipo de protección individual es cualquier objeto llevado o sujetado por el operario cuyo objetivo es minimizar los riesgos que puedan amenazar a su salud o su seguridad.

En el caso de la prensa hidráulica, será necesario que el operador de la máquina lleve en todo momento los siguientes objetos:

- Casco de protección contra choques e impactos.



Ilustración 27: Casco de protección

- Protectores del oído.



Ilustración 28: Protectores del oído

- Protectores de los ojos y la cara.



Ilustración 29: Gafas protectoras

- Protectores de manos y brazos.



Ilustración 30: Ejemplo de guantes protectores

- Protecciones de los pies.



Ilustración 31: Ejemplo de calzado de seguridad

2.5.10. Señalizaciones de seguridad

Dado que la máquina no contaba con ninguna medida de seguridad, también será necesario señalar las prohibiciones y obligaciones que el operador debe cumplir alrededor de la prensa. En este caso, y siguiendo el “*Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*”, será necesario añadir las siguientes señales de obligación:

- Protección obligatoria de la cabeza:



Ilustración 32: Señal de protección obligatoria de la cabeza

- Protección obligatoria del oído:



Ilustración 33: Señal de protección obligatoria del oído

- Protección obligatoria de los ojos:



Ilustración 34: Señal de protección obligatoria de los ojos

- Protección obligatoria de las manos:



**USO OBLIGATORIO
DE GUANTES**

Ilustración 35: Señal de protección obligatoria de las manos

- Protección obligatoria de los pies:



**PROTECCIÓN
OBLIGATORIA
DE LOS PIES**

Ilustración 36: Señal de protección obligatoria de los pies

3. Pliego de condiciones

En este documento, se determinarán tanto los materiales de los elementos constituyentes de la prensa así como los elementos que haya que sustituir o reparar por deterioro o adaptación a normativa.

3.1. Condiciones técnicas

Todos los trabajos efectuados tanto en la instalación de los nuevos componentes como en la reparación de los elementos que se pueden conservar, estarán regidos y supervisados por la dirección técnica de Maquinaria Para el Caucho S.L. con el objetivo de garantizar el cumplimiento de todos los requisitos exigidos.

Así mismo, esta dirección técnica será la encargada de realizar las pruebas necesarias sobre los materiales y piezas, tanto de las piezas fabricadas en Maquinaria Para el Caucho S.L. como las suministradas por fabricantes y comerciales ajenos a la empresa.

3.2. Materiales utilizados y sus propiedades

A continuación, se describirán las propiedades físicas y resistentes de los diferentes elementos, el funcionamiento de los cuales está explicado anteriormente (véase apartado 1.6.2 Partes de la máquina).

3.2.1. Bastidor

El bastidor está fabricado en fundición dúctil. En este caso, no ha sido necesario hacerle ninguna reparación ni modificación, por lo que mantiene su estado original.

Las principales características mecánicas de este material, también conocido como fundición de grafito esferoidal, son las siguientes:

- Buena colabilidad.
- Buena capacidad de mecanización.
- Resistencia al desgaste.
- Resistencia a la corrosión.

Si echamos un vistazo a sus propiedades, podemos establecer las siguientes, siempre según el contenido en carbono elegido para la fundición:

Características fundición dúctil	
Densidad (kg/m³)	6.800-7.500
Módulo de elasticidad (N/mm²)	173,6
Calor específico (Cal/kg·°C)	120-170
Resistencia mecánica (kg/mm²)	70-80
Resistencia a rotura (N/mm²)	833,6
Límite elástico (N/mm²)	245,2

Tabla 10: Características fundición dúctil

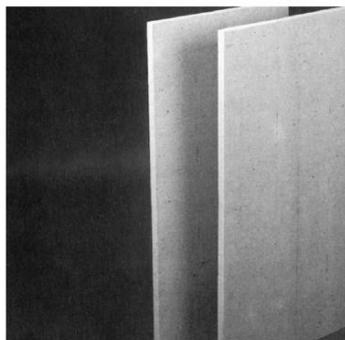
3.2.2. Conjunto plato

Está formado por la chapa conductora, el contraplato superior y el plato superior. Las características de cada pieza son las siguientes:

- **Placa aislante:** la placa aislante se presenta como parte fundamental en el diseño de los platos de una prensa por el objetivo que cumplen. Dado que actúa como aislante térmico, debe ser de un material capaz de soportar altas temperaturas. Originalmente, el material utilizado fue amianto, el cuál fue prohibido en la “*Orden de 7 de diciembre de 2001 por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas*”

sustancias y preparados peligrosos” publicada en el Boletín Oficial del Estado el 14 de diciembre de 2001. El motivo de su prohibición son las investigaciones realizadas sobre el material, de las cuáles se supo que era capaz de producir enfermedades graves como diferentes tipos de cáncer. Éste se sustituye por placas cerámicas con las siguientes características:



**DESCRIPCIÓN**

Las placas Superwool™ 607™ HT se presentan en forma de paneles rígidos fabricados a partir de una mezcla de fibras Superwool 607™, cargas refractarias y agentes ligantes orgánicos e inorgánicos.

TIPO

Paneles rígidos fabricados a base de lana aislante para alta temperatura.

TEMPERATURA DE CLASIFICACIÓN

Superwool 607 HT Board 1300°C (ENV 1094-3)

Superwool 607 HT C Board 1150°C (ENV 1094-3)

La temperatura máxima de uso en continuo depende de la aplicación. En caso de duda, le recomendamos que se ponga en contacto con su distribuidor de Thermal Ceramics que le aconsejará.

CANTIDADES DISPONIBLES**Superwool 607 HT Board**

Formula estándar basada en la fibra Superwool 607 HT.

Superwool 607 HT C Board

Formula especialmente diseñada para aplicaciones hasta los 1000°C que requieren una resistencia a los ciclos térmicos, y, unas prestaciones altamente mecánicas.

BENEFICIOS

- Las placas pueden ser cortadas con una sierra de dientes, y permite la realización de piezas en dimensiones precisas.
- Buena resistencia al choque térmico, permite su aplicación donde concurren grandes diferencias de temperatura
- Baja capacidad de acumulación térmica.
- Pueden usarse en contacto directo con la llama.
- No hay reacción con los ladrillos a base de alúmina en el rango de aplicación de su temperatura típica de uso.
- Muy baja conductividad térmica.
- Exonerado de cualquier clasificación cancerígena bajo la nota Q de la directiva 97/69 EC.

El SUPERWOOL™ es una tecnología patentada que produce lanas para aislamiento a alta temperatura, las cuales han sido desarrolladas para tener una baja biopersistencia (se proporciona información bajo petición). Este producto puede estar cubierto por una o más de las siguientes patentes, o patentes de aplicación y sus correspondientes equivalencias extranjeras:-
US 5332699, US 5714421, US 5811360, US 5821183, US 5928975, US 5955389, US 5994247, US 6180546, EP 0621858, EP 0679145, US 6861381, US 7153796, EP 0710628, EP 1474366, GB 2383793, WO2006/048610.

Una lista de los números de patentes está disponible bajo petición a The Morgan Crucible Company plc. THERMAL CERAMICS, SUPERWOOL, y 607 son marcas registradas por the Morgan Crucible Company plc.



Superwool™ 607™ HT Board

Información del Producto

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Temperatura de clasificación	°C	SW607 HT Board	SW 607 HT C Board
		1300	1150
Características medidas en condiciones de ambiente (23°C/50% RH)*			
• Color		blanco/marrón	blanco/marrón
• Densidad	kg/m ³	350	360
• Módulo de ruptura	MPa	1.2	1.4
• Tensión de compresión al 10% de deformación	MPa	0.3	0.3

*Valores típicos para espesor de 25mm

Resultados a alta temperatura

• Pérdida al fuego después de 2 horas a: 800°C	%	<5.0	<7.0
• Contracción lineal permanente a las 24 horas de calentamiento isotérmico (ASTM C-356): 1000°C	%		<1.5
1200°C	%	<1.5	
• Contracción permanente del espesor a las 24 horas de calentamiento isotérmico (ASTM C-356): 1000°C	%		<3.0
1200°C	%	<3.0	
• Conductividad térmica a (ASTM C-201) a temperatura media de:			

		SW607 HT Board	SW607 HT C Board
200°C	W/m.K	0.05	0.06
400°C	W/m.K	0.08	0.09
600°C	W/m.K	0.11	0.12
800°C	W/m.K	0.15	0.15
1000°C	W/m.K	0.20	
1200°C	W/m.K	0.26	

Las cifras mencionadas son valores típicos para el producto, y no deberían ser tomadas para representar una Especificación del Producto.

Disponibilidad y Embalaje

La Superwool™ 607™ HT Board y la Superwool™ 607™ HT C Board están disponibles en dimensiones de 1200 x 1000 mm.

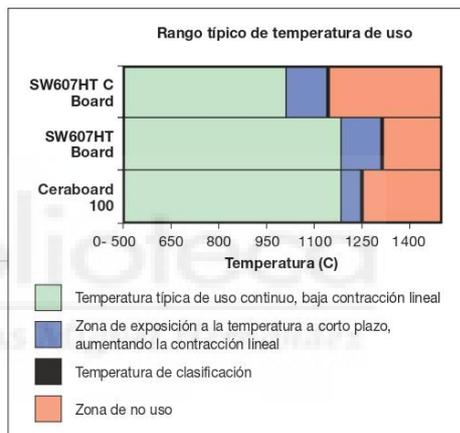
La Superwool™ 607™ Board está disponible en espesores de: 10, 13, 20, 25, 40 y 50 mm.

La Superwool™ 607™ HT C Board está disponible en espesores de: 10, 13, 20, 25, 40 y 50 mm.

Las variaciones de las dimensiones y espesores están disponibles bajo petición dependiendo de la cantidad.

La Superwool™ 607™ HT Board está disponible en cajas o en palets flejados con plástico retráctil y reciclable.

Su contacto local:



Distribuido por:
Thermal Ceramics España, S.L.
 Avenida Hermanos Bou, 205
 12100 Castellón, España
 Tel: +34 964 23 25 52
 Fax: +34 964 23 88 05
 E-mail: general@thermalceramics.es

Las características técnicas indicadas son valores promedios típicos obtenidos según los métodos de ensayo reconocidos y están sometidos a las variaciones normales de fabricación. Se suministran a modo de servicio técnico y pueden ser modificados sin preaviso. En consecuencia no deberán ser utilizadas como valores para especificaciones. Contactar con la oficina de Thermal Ceramics para cualquier verificación.

Thermal Ceramics Marketing Offices

Thermal Ceramics Americas
 2102 Old Savannah Road
 Augusta, Georgia 30903
 Tel: +1 706 796 4200
 Fax: +1 706 796 4398
 E-mail: tcamericas@thermalceramics.com

Thermal Ceramics Asia Pacific
 28 Jalan Kilang Barat
 Kewalram House, Singapore 159362
 Tel: +65 6273 1351
 Fax: +65 6273 0165
 E-mail: thermalceramics@tcasia.com.sg

Thermal Ceramics Europe
 Tebay Road, Bromborough
 Wirral CH62 3PH UK
 Tel: +44 (0) 151 334 4030
 Fax: +44 (0) 151 334 1684
 E-mail: marketing@thermalceramics.co.uk

Website: www.thermalceramics.com

- Contraplato superior: está fabricado en fundición de dúctil, cuyas características se han explicado anteriormente (véase apartado 3.2.1 Bastidor).

El contraplato superior de la prensa no es sustituido ya que tras una prueba no destructiva se observa que no tiene ninguna grieta superficial y, por lo tanto, es apto para el trabajo. Se realiza, sin embargo, aplanado superficial con el fin de nivelar toda la superficie de moldeo. Esta se realiza en una fresadora de la marca Zayer.

- Plato superior: de la misma manera que ocurre anteriormente, está fabricado en fundición dúctil (véase apartado 3.2.1 Bastidor).

3.2.3. Conjunto contraplato

El material de esta pieza es fundición de dúctil, cuyas características se han explicado anteriormente (véase apartado 3.2.1 Bastidor).

Se le realiza la operación de aplanado ya explicada (véase apartado 3.2.2 Conjunto plato).

3.2.4. Pistón principal

El pistón principal es fabricado con fundición dúctil, cuyas características han sido explicadas anteriormente (véase apartado 3.2.1 Bastidor).

En este caso, se observa que el pistón contiene irregularidades en su superficie, fruto de los años de trabajo y del desgaste provocado por la presión de trabajo. Tras esto, se decide realizar una mecanización del pistón en el torno, donde se le realiza un lijado de su superficie. Debido a la poca profundidad alcanzada con la operación de lijado, no es necesario realizar ningún cálculo sobre su resistencia, pues entra dentro de las tolerancias marcadas por el fabricante original de la prensa.

La operación de lijado se realiza en un torno de la marca Sculfort, el cual cuenta con una distancia entre puntos de 5 metros.

3.2.5. Pistón de aproximación

Los pistones de aproximación están formados por el cilindro hidráulico de aproximación y el vástago. Ambos están fabricados en acero F-1120, el

cual es un acero con una resistencia media y buena tenacidad, fácilmente soldable y empleado habitualmente en la construcción de maquinaria. Cuenta también con las siguientes características:

Características acero UNE F-1120	
Nomenclatura	Acero UNE F-1120
Densidad (kg/m³)	7.700 aprox.
Módulo de elasticidad (GPa)	210
Tensión de rotura (N/mm²)	470-539
Dureza Brinnell (N/mm²)	1324-1569

Tabla 11: Características acero UNE F-1120

3.2.6. Collarín de estanqueidad

Para el collarín de estanqueidad se utiliza para su fabricación acero F-1120, cuyas características ya se han explicado anteriormente (véase apartado 3.2.5 Pistón de aproximación)

3.2.7. Deslizaderas

Las deslizaderas de la máquina están formadas por dos componentes, cada uno de los cuales tiene unas características diferentes:

- Guías: están fabricadas en acero UNE F-1120, cuyas características se han explicado anteriormente (véase el apartado 3.2.5 Pistón de aproximación). Se conservan las guías originales.

- Bronce: están fabricadas en bronce B10 y se sustituyen las originales respetando tanto las medidas como el material utilizado. Se trata de un material con mucha resistencia al desgaste, dureza, tenacidad, corrosión y elasticidad, además de contar con una excelente soldadura. Por todo ello, es frecuentemente utilizado en anillos y tuercas de fricción, cojinetes, etc.

Bronce B10	
Nomenclatura	1705-GSnBZ10
Proporción Cu-Sn	90% Cu-10% Sn
Límite elástico (MPa)	172
Resistencia a la tracción (MPa)	276
Dureza Brinnell (HB)	80

Tabla 12: Características bronce B10

3.2.8. Horquillas de sujección

Las horquillas de sujección están fabricadas en acero UNE F-1120, cuyas características se han explicado anteriormente (véase apartado 3.2.5 Pistón de aproximación). Se conservan las horquillas originales.

3.3. Certificación de la prensa

Una vez terminada la prensa, se acude a una empresa de certificaciones con el fin de conseguir la certificación de la prensa. En este caso, acudimos a la empresa Alisan Verificaciones y Certificaciones S.L., empresa dedicada además a los servicios técnicos relacionados con la ingeniería y actividades de asesoramiento técnico. Tras el pertinente análisis de seguridad y materiales de la prensa, se obtiene el siguiente certificado, el cuál servirá a la empresa compradora ante cualquier inspección de trabajo o accidente laboral que ocurra en la prensa.

 <small>VERIFICACIONES Y CERTIFICACIONES, S.L.</small>	<small>INFORME Nº:</small>
<u>INFORME DE ADECUACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO A LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS ESTABLECIDAS POR R.D. 1215/97</u>	
<p>Alisan Verificaciones Y Certificaciones, S.L., ha efectuado la evaluación de cumplimiento de los requisitos mínimos indicados en la Directiva 89/655/CEE y el apartado 1 del Anexo I del RD 1215/1997, en fecha _____ al equipo de trabajo cuyos datos constan abajo indicados.</p>	
<u>DATOS DEL EQUIPO DE TRABAJO:</u>	
Equipo:	PRENSA
Fabricante:	MARRODAN Y REZOLA, S.L.
Marca:	MARZOLA
Modelo:	260 Tm
Nº serie:	8313
Año:	1983
Potencia:	42 KW
Ref. Interna : (en su caso)	-
Ubicación:	
<u>DATOS DEL PROPIETARIO:</u>	
Nombre:	
Dirección:	
CIF:	
Actividad:	
<u>RESULTADO DE LA VERIFICACION:</u>	
Cotejado el resultado de las comprobaciones efectuadas Alisan Verificaciones y Certificaciones, S.L. considera que el equipo de trabajo presenta, en el momento de la evaluación, una situación	
SATISFACTORIA .	
Todo lo cual se expone y firma en	
Alisan Verificaciones y Certificaciones, S.L.	
<small>Página 1 de 1</small>	
<small>OFICINAS: C/. Mercat, 7 Bajo Dcha 03550 – San Juan (Alicante)</small>	
<small>TELF: 965 08 64 11 alicante.alisan@gmail.com</small>	

Ilustración 39: Certificación de la prensa

4. Presupuesto

En el presente documento, se detallarán los costes de fabricación y materiales, así como el coste de la mano de obra necesaria para realizar la reconstrucción de la prensa hidráulica.

En todo momento, se cuenta con el asesoramiento de la empresa Maquinaria Para el Caucho S.L., la cuál nos asesora de manera global durante todo el proceso.

Para una mayor claridad, se opta por dividir el presupuesto en las siguientes partidas de gasto:

4.1. Adquisición de la prensa

COSTE DE ADQUISICIÓN			
Designación	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio (€)
Adquisición de la prensa	1	9.000,00 €	9.000,00 €
TOTAL			9.000,00 €

4.2. Tornillería

TORNILLERÍA			
Designación	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio (€)
Tornillo DIN EN ISO 4762 M18 x 110	8	1,60 €	12,80 €
Tornillo DIN EN ISO 4762 M18 x 140	8	2,29 €	18,32 €
Tornillo DIN EN ISO 4762 M18 x 45	8	0,70 €	5,60 €
Tornillo DIN EN ISO 4762 M18 x 65	8	0,82 €	6,56 €
Tornillo DIN EN ISO 4762 M24 x 100	48	3,93 €	188,64 €
Tornillo DIN EN ISO 4762 M16 x 45	32	0,53 €	16,96 €
Tornillo DIN EN ISO 4762 M16 x 50	32	0,57 €	18,24 €
Tornillo DIN 7991 M8 x 35	16	0,12 €	1,92 €
Arandela DIN 125 19	8	0,15 €	1,20 €
Anillo de retención DIN 471 32 x 1,5	16	1,70 €	27,20 €
TOTAL			269,04 €

4.3. Costes adicionales y mano de obra

COSTES ADICIONALES Y MANO DE OBRA			
Designación	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio (€)
Chapa conductora	2	3.000,00 €	6.000,00 €
Barra de bronce B10 (1000 x 35 x 15 mm)	1	10,00 €	10,00 €
Certificación	1	400,00 €	400,00 €
Pintura	1	300,00 €	300,00 €
Mano de obra	1	5.600,00 €	5.600,00 €

TOTAL	12.310,00 €
--------------	-------------

4.4. Elementos de seguridad

ELEMENTOS DE SEGURIDAD			
Designación	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio (€)
Setas de emergencia	2	46,72 €	93,44 €
Etiqueta de emergencia	2	7,39 €	14,78 €
Resguardos de seguridad	6	100,00 €	600,00 €
Barreras luminosas	4	587,00 €	2.348,00 €
Indicadores visuales	1	2,38 €	2,38 €

TOTAL	3.058,60 €
--------------	------------

4.5. Instalación eléctrica

INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
Designación	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio (€)
Instalación eléctrica	1	12.000,00 €	12.000,00 €

TOTAL	12.000,00 €
--------------	-------------

4.6. Elementos hidráulicos

ELEMENTOS HIDRÁULICOS			
Designación	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio (€)
Manómetro	2	4,17 €	8,34 €
Collarines, racores y empaquetaduras	1	1.275,00 €	1.275,00 €
Presostato	1	106,00 €	106,00 €

TOTAL	1.389,34 €
--------------	------------

4.7. Total

COSTE TOTAL	
Designación	Precio (€)
Reconstrucción de una prensa para caucho según la normativa vigente	38.026,98 €

Tras la realización de todos los presupuestos, se puede afirmar con seguridad que, en caso de necesitar una prensa hidráulica, es más económicamente rentable la reconstrucción de una prensa ya existente con la adaptación a las medidas de seguridad existentes, la reparación y/o sustitución de los elementos obsoletos y/o dañados y la certificación que la compra de una máquina nueva con las mismas características.



5. Bibliografía

5.1. Bibliografía

“Diseño de Máquinas. Un enfoque integrado.”

D. Robert L. Norton

Editorial: Pearson

“Máquinas. Prontuario. Técnicas, Máquinas y Herramientas.”

D. Nicolás Larburu Arrizabalaga

Editorial: Paraninfo

“Elementos de máquinas.”

D. Karl-Heinz Decker

Editorial: Urmo

“Ingeniería gráfica y diseño.”

D. Jesús Félez

D.^a María Luisa Martínez

Editorial: Síntesis

“Diseño de máquinas. Teoría y práctica.”

D. Aaron Deutchsman

Editorial: Ceca

“Norma UNE-EN 289. Maquinaria para plásticos y caucho. Máquinas de moldeo por compresión y por transferencia. Requisitos de seguridad”, Editado por AENOR.

“Norma UNE-EN ISO 16092-1. Seguridad de las máquinas herramienta. Prensas. Parte 1: Requisitos generales de seguridad (ISO 16092-1:2017)”.

“Norma UNE-EN ISO 16092-3. Seguridad de las máquinas herramienta. Prensas. Parte 3: Requisitos de seguridad en prensas hidráulicas (ISO 16092-3:2017)”.

“Norma UNE-EN ISO 13849-1. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño (ISO 13849-1:2015)”, Editada por AENOR.

“Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. «BOE» núm. 97, de 23 de abril de 1997”.

“Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Ministerio de la Presidencia. «BOE» núm. 140, de 12 de junio de 1997”.

“Orden de 7 de diciembre de 2001 por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos. «BOE» núm. 299, de 14 de diciembre de 2001.”

“Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. «BOE» núm. 188, de 7 de agosto de 1997.”

“Directiva 89/655/CEE del Consejo, de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.”

5.2. Recursos web

<https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/6255-Cuando-el-caucho-se-convirtio-en-goma.html>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Caucho>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Vulcanizaci%C3%B3n>

<https://www.motorpasion.com/industria/una-fascinante-casualidad-hizo-que-goodyear-vulcanizara-caucho-en-el-siglo-xix-cambiando-para-siempre-los-neumaticos>

<https://clickmica.fundaciondescubre.es/conoce/descubrimientos/la-vulcanizacion-del-caucho/>

<https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/ingenieria/fases-para-elaborar-un-proyecto-de-ingenieria-industrial>

<https://www.linkedin.com/pulse/fases-de-ingenieria-un-proyecto-jos%C3%A9-ferrer>

https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_256.pdf/cc2d6e47-bb50-4a48-9e07-6a6fa9f330b6

<https://www.insst.es/>

<https://www.maquituls.es/noticias/prensas-hidraulicas-historia-usos-ventajas-y-desventajas/#:~:text=Nos%20permite%20que%20al%20aplicar,n%C3%BAmero%20sustituyendo%20a%20otras%20m%C3%A1quinas.>

https://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Pascal#cite_note-H%C3%A9ctor_N%C3%BA%C3%B1ez_1-1

<https://quimicayalgomas.com/fisica/teorema-de-pascal-prensa-hidraulica/>

<https://totalenergies.com.ar/cambio-de-aceite/todo-sobre-aceites/aceite-hidraulico>

[https://es.rs-online.com/web/p/botones-pulsadores-de-parada-de-emergencia/8742301/?cm_mmc=ES-PLA-DS3A_-google_-CSS_ES_ES_Interruptores_Whoop_-_\(ES:Whoop!\)+Botones+Pulsadores+de+Parada+de+Emergencia_-8742301&matchtype=&pla-343566389716&gclid=CjwKCAjwgviIBhBkEiwA10D2jyypT3PCClQI_qrKZSljzBinQf9s_MjMT1UXBxDYDPmWsilq4MZvABoC0qgQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds](https://es.rs-online.com/web/p/botones-pulsadores-de-parada-de-emergencia/8742301/?cm_mmc=ES-PLA-DS3A_-google_-CSS_ES_ES_Interruptores_Whoop_-_(ES:Whoop!)+Botones+Pulsadores+de+Parada+de+Emergencia_-8742301&matchtype=&pla-343566389716&gclid=CjwKCAjwgviIBhBkEiwA10D2jyypT3PCClQI_qrKZSljzBinQf9s_MjMT1UXBxDYDPmWsilq4MZvABoC0qgQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

<https://es.rs-online.com/web/p/botones-pulsadores-de-parada-de-emergencia/1222311/>

<https://es.rs-online.com/web/p/accesorios-para-pulsadores/8827897/>

<https://www.sekureco.eu/cintas-de-balizamiento/3192-cinta-de-balizamiento-negro-amarillo->

[8422838359358.html?gclid=Cj0KCQjwjo2JBhCRARIsAFG667Xe5b7jXpt8Yp
rasYmTErAapHhjliaT0wx7pB2_0A7mucCIfH5uNnoaAsz2EALw_wcB](https://www.panasonic-electric-works.com/es/sf4d-barreras-fotoelectricas-de-seguridad.htm)

<https://www.panasonic-electric-works.com/es/sf4d-barreras-fotoelectricas-de-seguridad.htm>

https://www.cadenzaelectric.com/etiqueta-parada-de-emergencia-90mm-ref-zby8430_p1208871.htm?gclid=CjwKCAjw95yJBhAgEiwAmRrutGtW65xh3OQmEHpOpdO8ruHkyLbKuXk7XdxmgRB47Y3_asQOPaxQ1xoCQaYQAvD_BwE

<https://envira.es/es/normativa-epis-legislacion-vigente/>

<https://www.pamline.es/informacion-tecnica/fabricacion-y-calidad/caracteristicas-fundicion-ductil>

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn108.html>

<https://www.broncesval.com/bronze/b10-bronce-aleacion-de-cobre-estanio/>

<https://www.uv.es/uvweb/master-prevencion-riesgos-laborales/es/blog/todo-lo-debes-saber-amianto-1285959319425/GasetaRecerca.html?id=1285971562850>

<https://sija.es/catalogos/tornilleria/SIJA-tarifa-tornilleria-2016.pdf>

<https://www.termometros.com/Man%C3%B3metro-neum%C3%A1tico-de-aire-comprimido-para-compresores-M0101>

https://www.amazon.es/Umeta-362-Latiguillo-flexible-presi%C3%B3n/dp/B00QJ46Y60/ref=asc_df_B00QJ46Y60/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=298210452154&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=18382140564394787215&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20267&hvtargid=pla-539817461163&psc=1

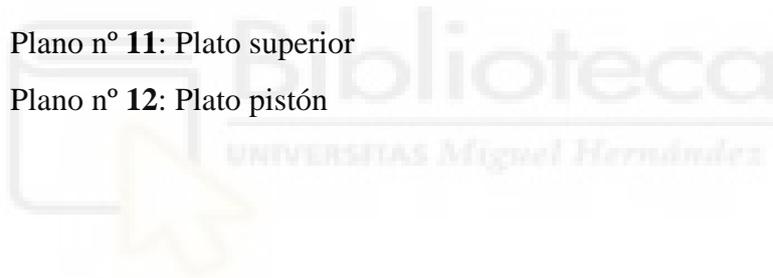
https://suministrosbox.com/epages/85cfeff5-7dcb-4fd6-99a5-6058d52a710f.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/85cfeff5-7dcb-4fd6-99a5-6058d52a710f/Products/0034%5B27%5D

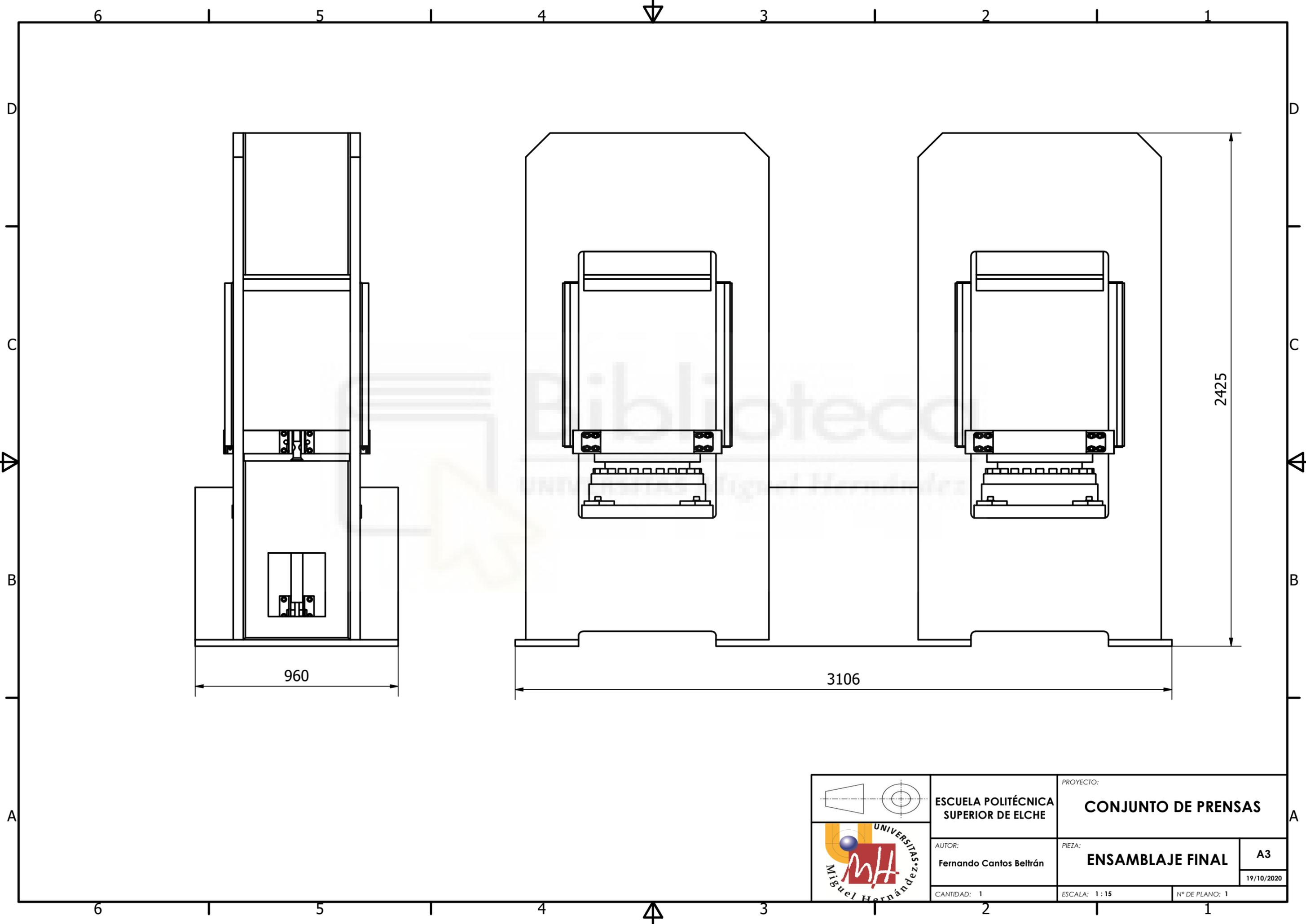


6. Planos

A continuación, se encuentran los planos constructivos de las piezas más importantes de la prensa, así como los elementos que se han modificado con sus dimensiones finales.

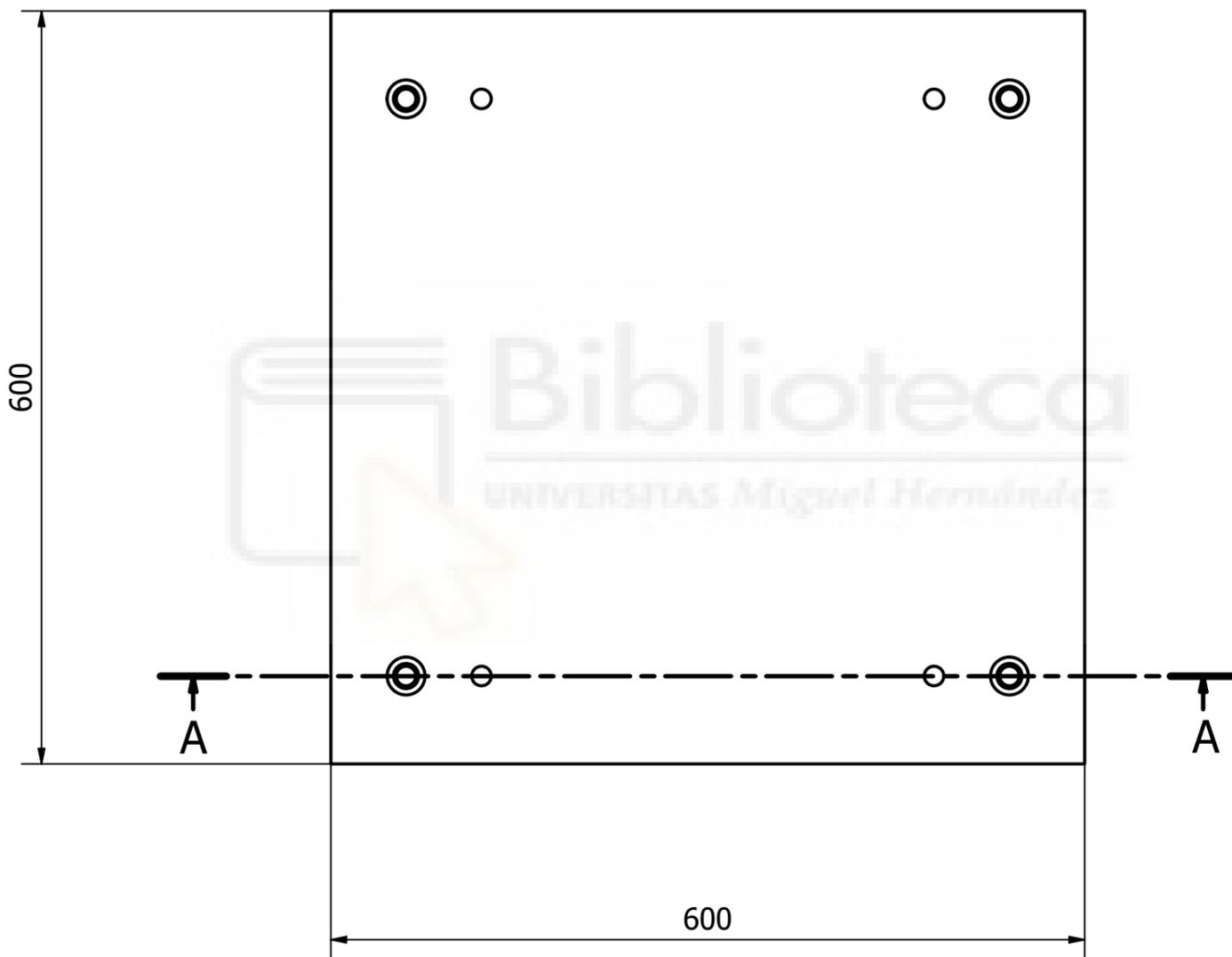
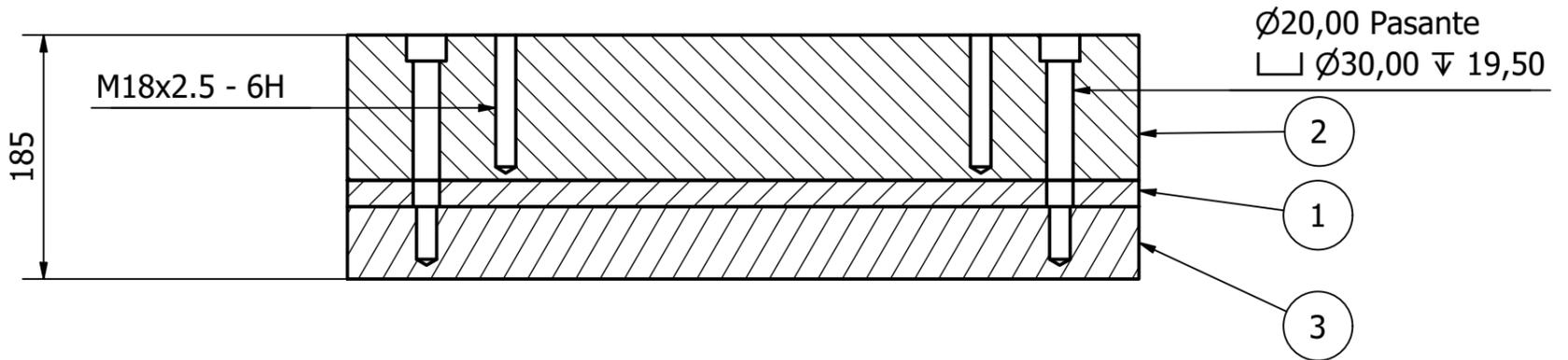
- Plano n° 1: Ensamblaje final
- Plano n° 2: Conjunto platos
- Plano n° 3: Horquilla
- Plano n° 4: Pistón hidráulico
- Plano n° 5: Collarín de estanqueidad
- Plano n° 6: Contraplato inferior
- Plano n° 7: Deslizadera
- Plano n° 8: Pastilla de bronce
- Plano n° 9: Contraplato superior
- Plano n° 10: Placa aislante
- Plano n° 11: Plato superior
- Plano n° 12: Plato pistón





	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: ENSAMBLAJE FINAL	A3 19/10/2020
CANTIDAD: 1	ESCALA: 1:15	N° DE PLANO: 1	

A-A (1 : 5)

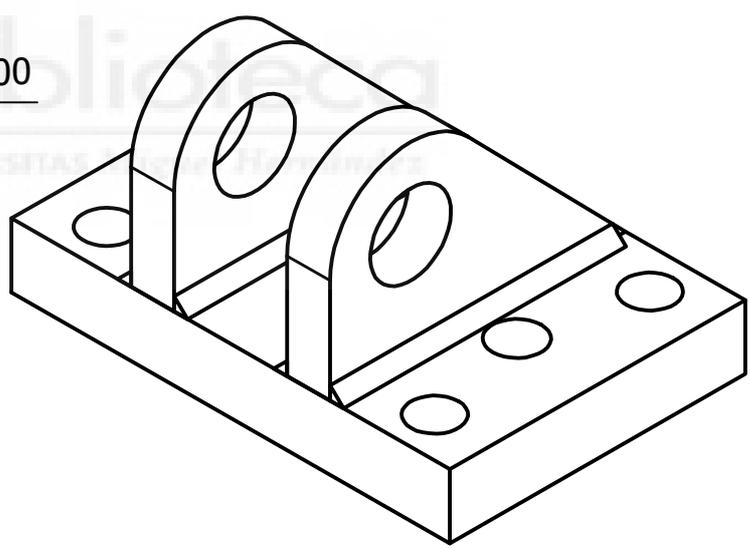
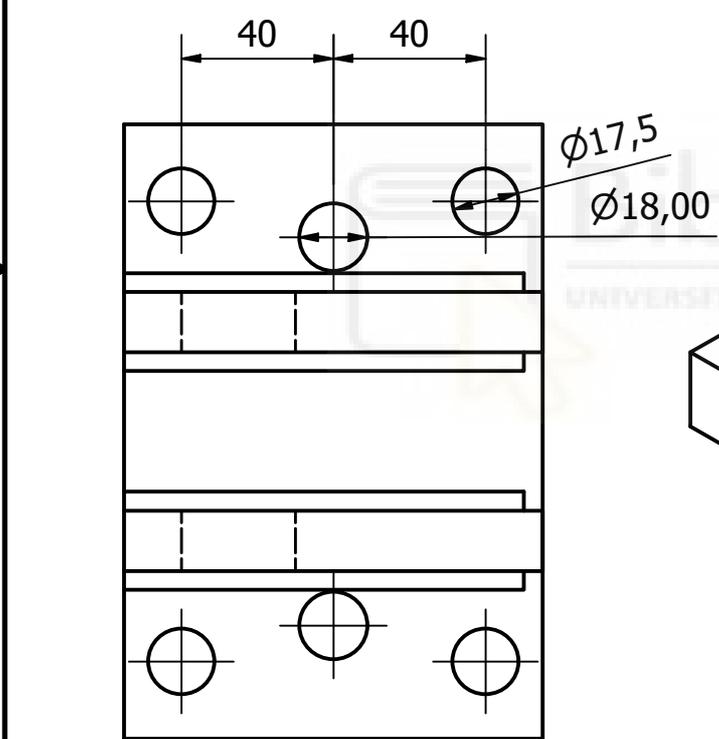
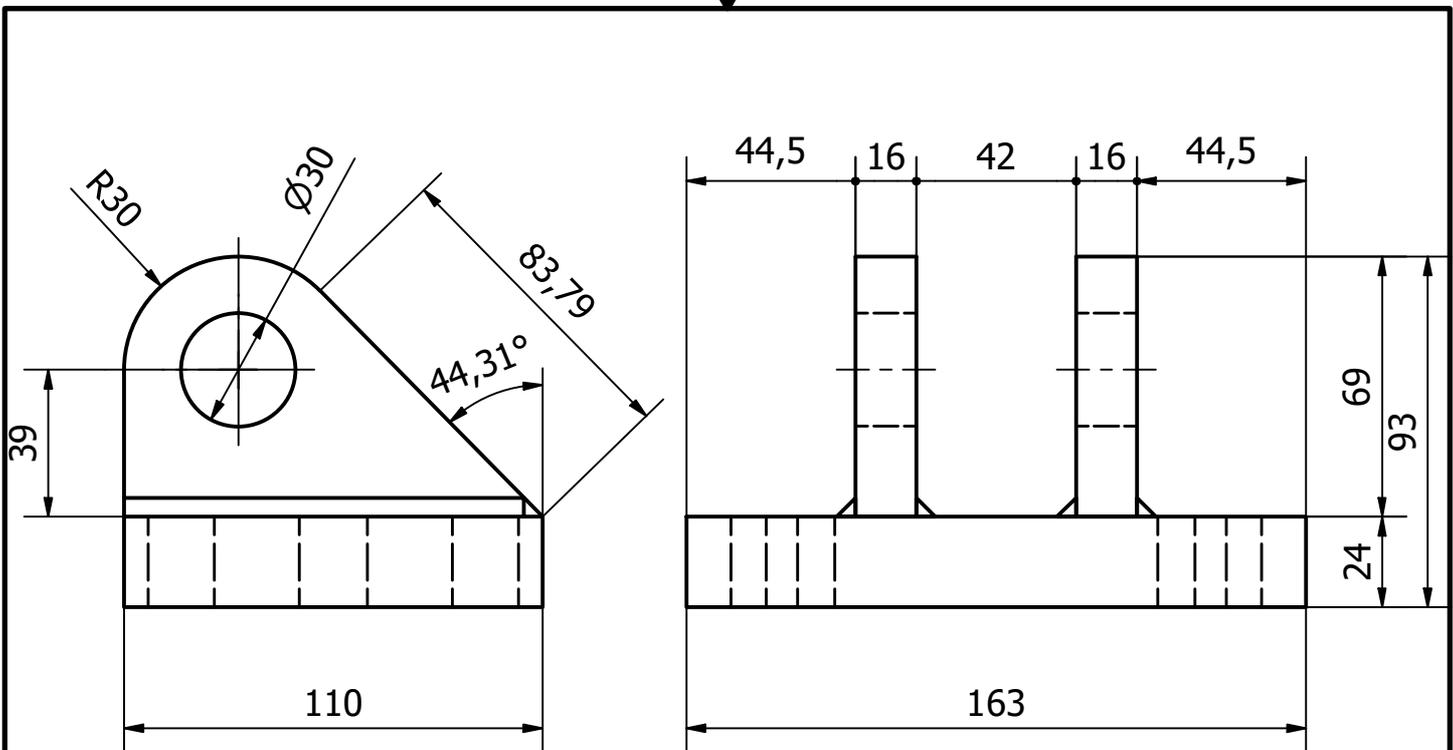


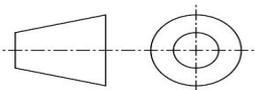
LISTA DE PIEZAS

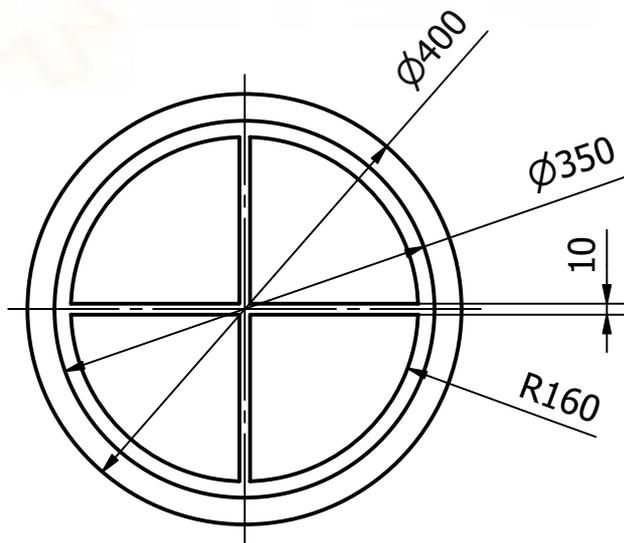
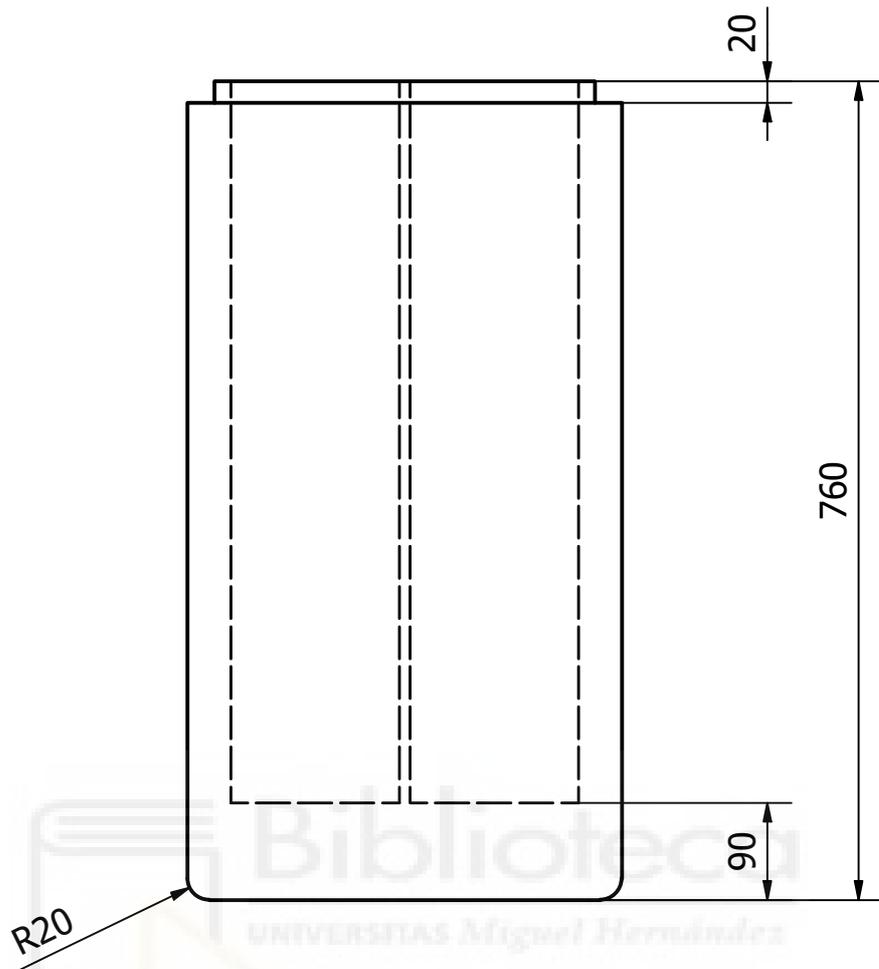
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Chapa conductora
2	1	Contraplato superior
3	1	Plato superior

	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: CONJUNTO PLATOS	A3
CANTIDAD: 2	ESCALA: 1:5	Nº DE PLANO: 2	



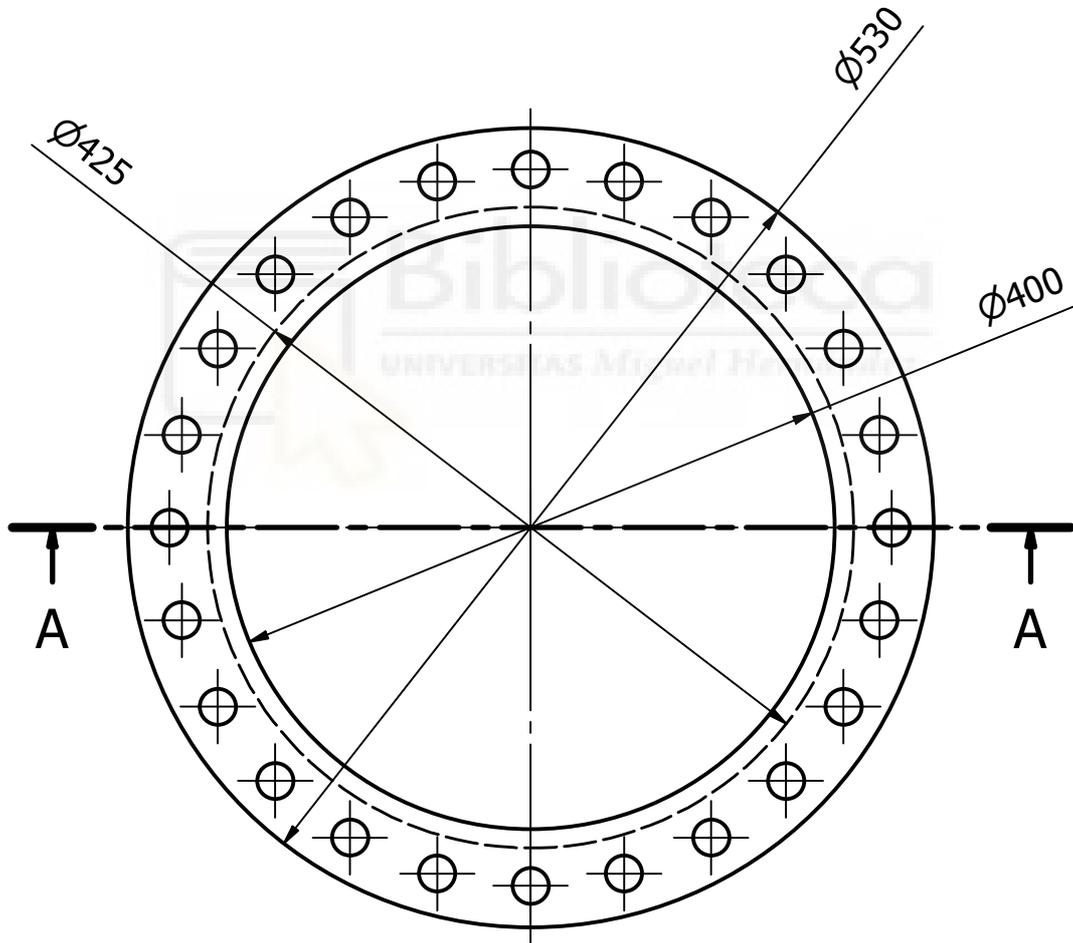
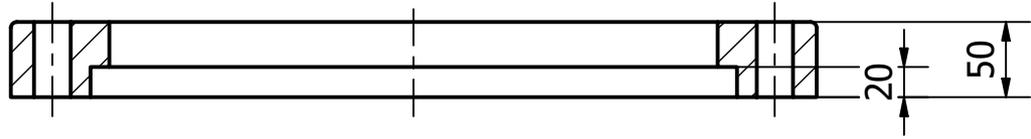


		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: HORQUILLA	A4	
CANTIDAD: 8		ESCALA: 1:2	N° DE PLANO: 3	

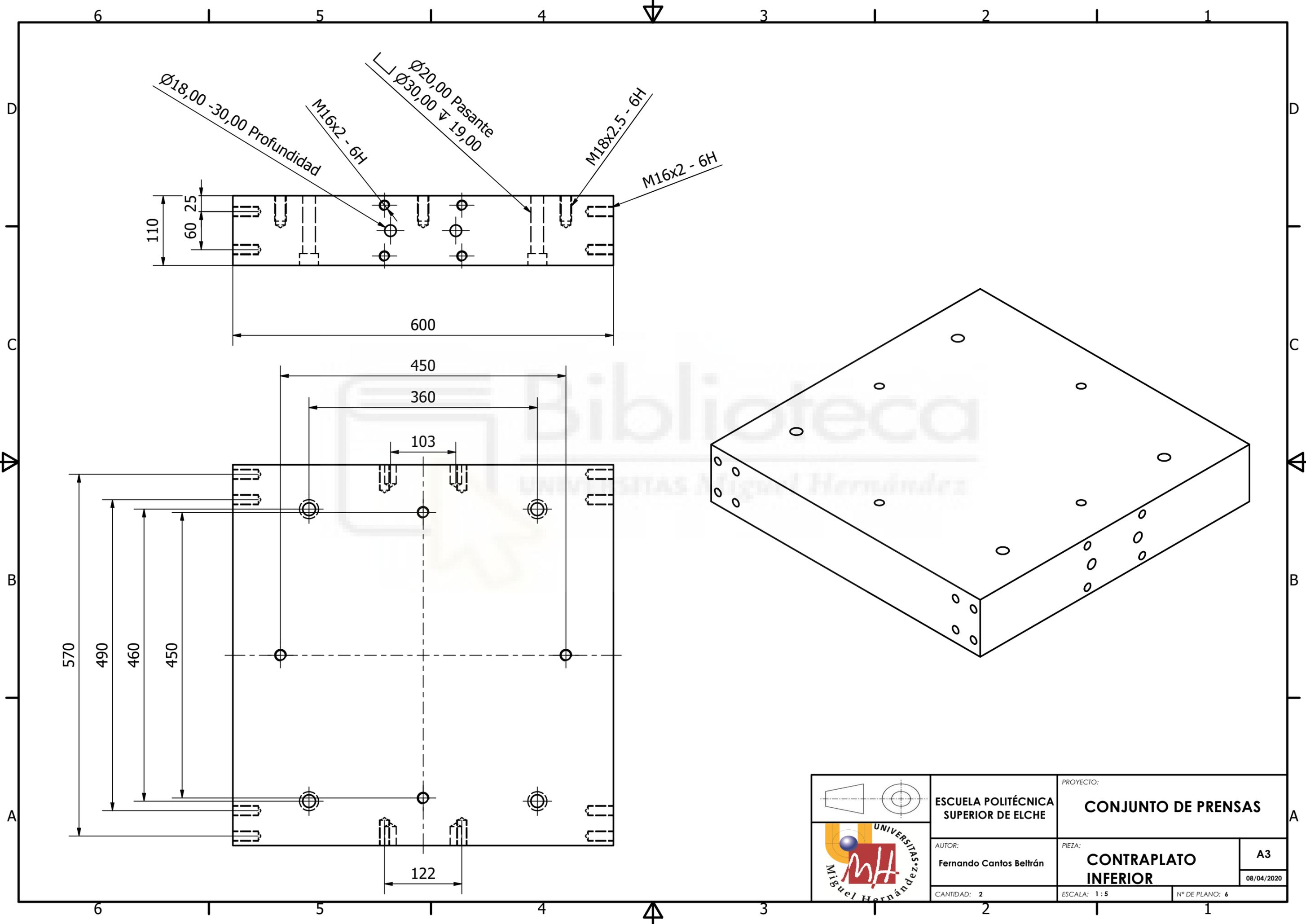


		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: PISTÓN HIDRÁULICO	A4	
CANTIDAD: 2		ESCALA: 1:7	Nº DE PLANO: 4	
		12/08/2021		

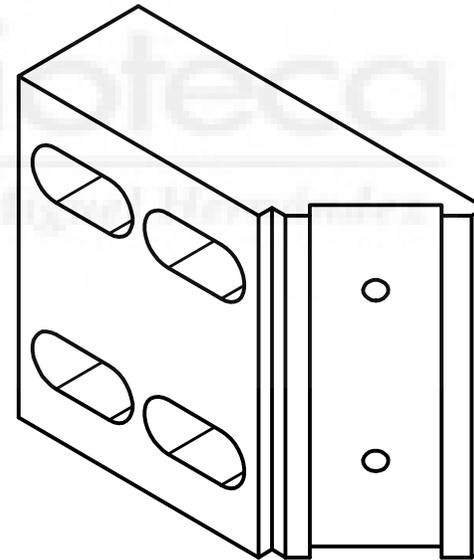
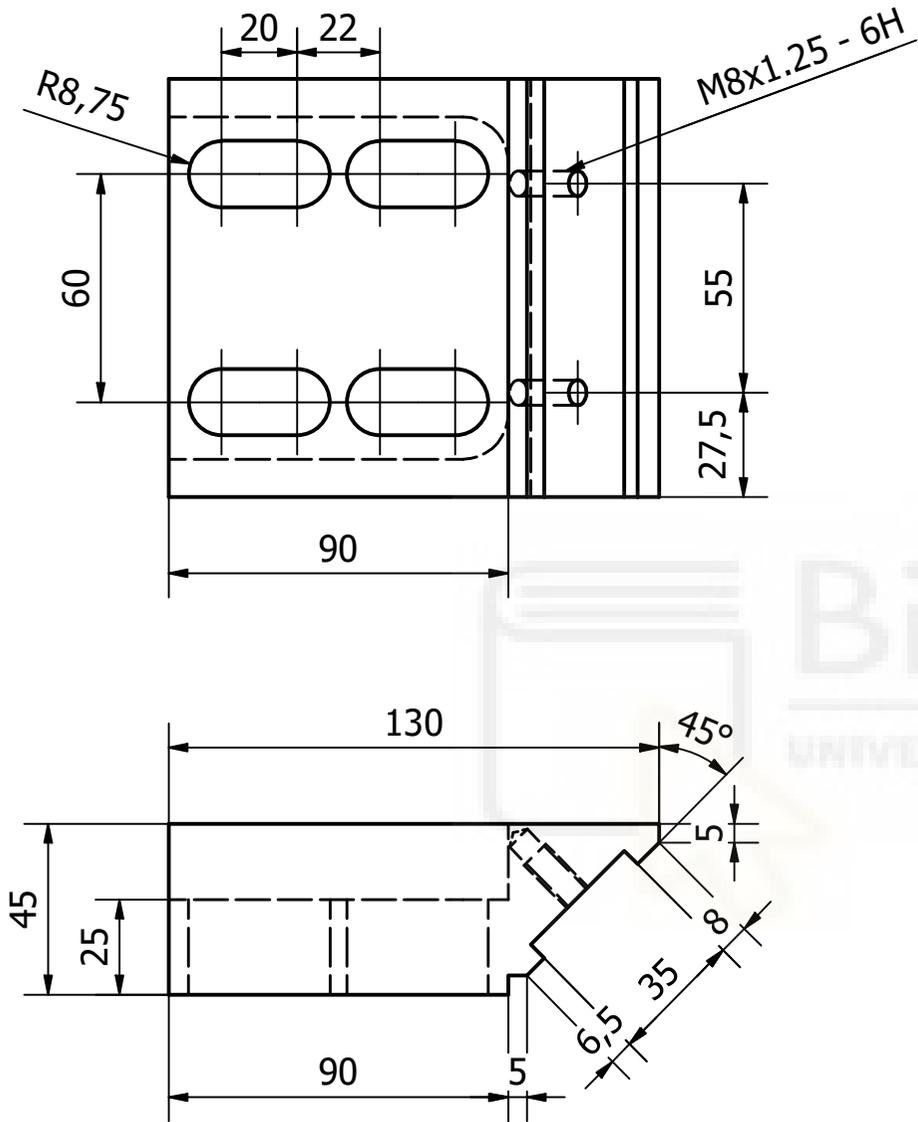
A-A (1 : 5)

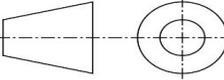


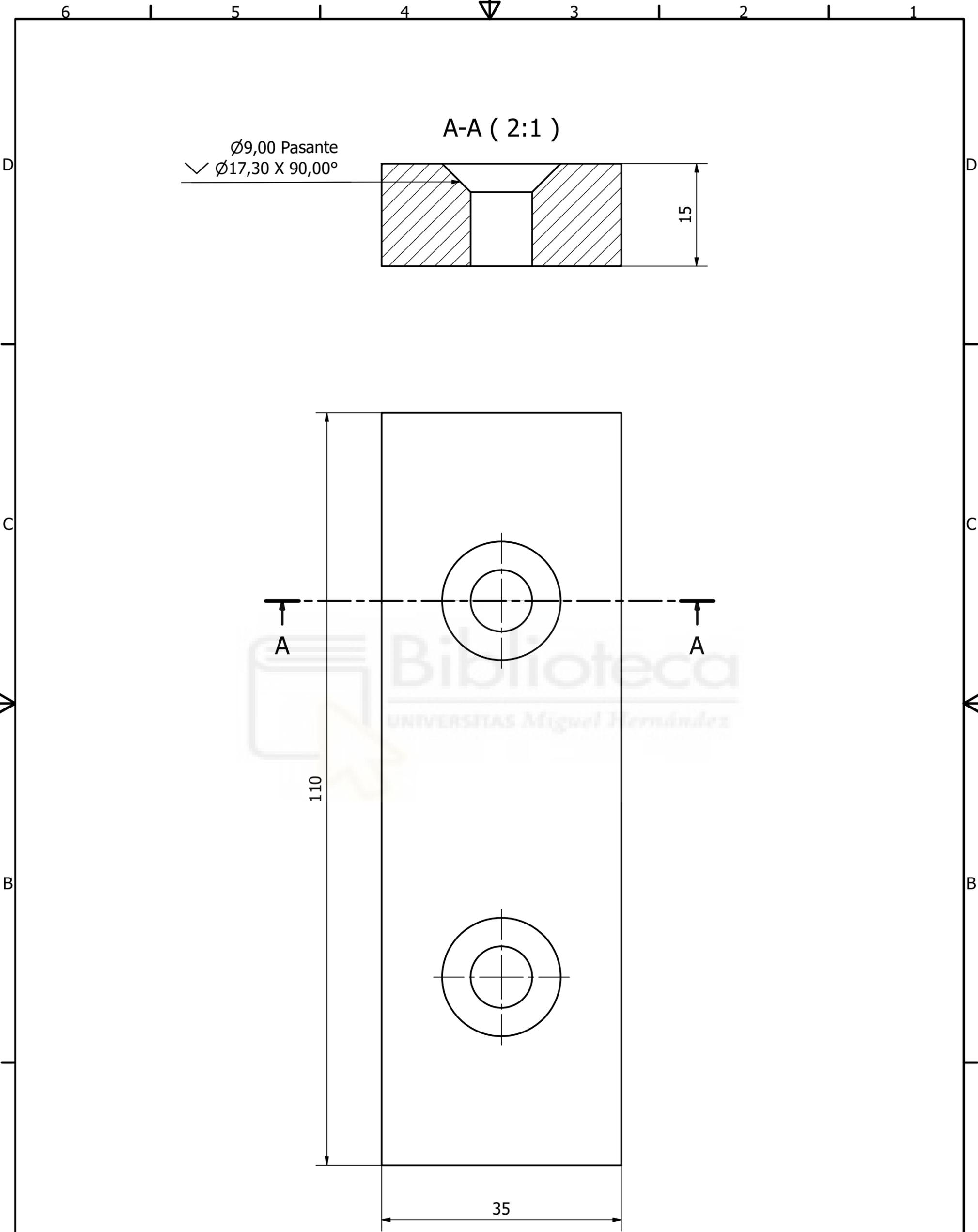
		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: COLLARÍN DE ESTANQUEIDAD	A4 13/08/2021	
CANTIDAD: 2		ESCALA: 1 : 5	Nº DE PLANO: 5	

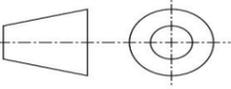


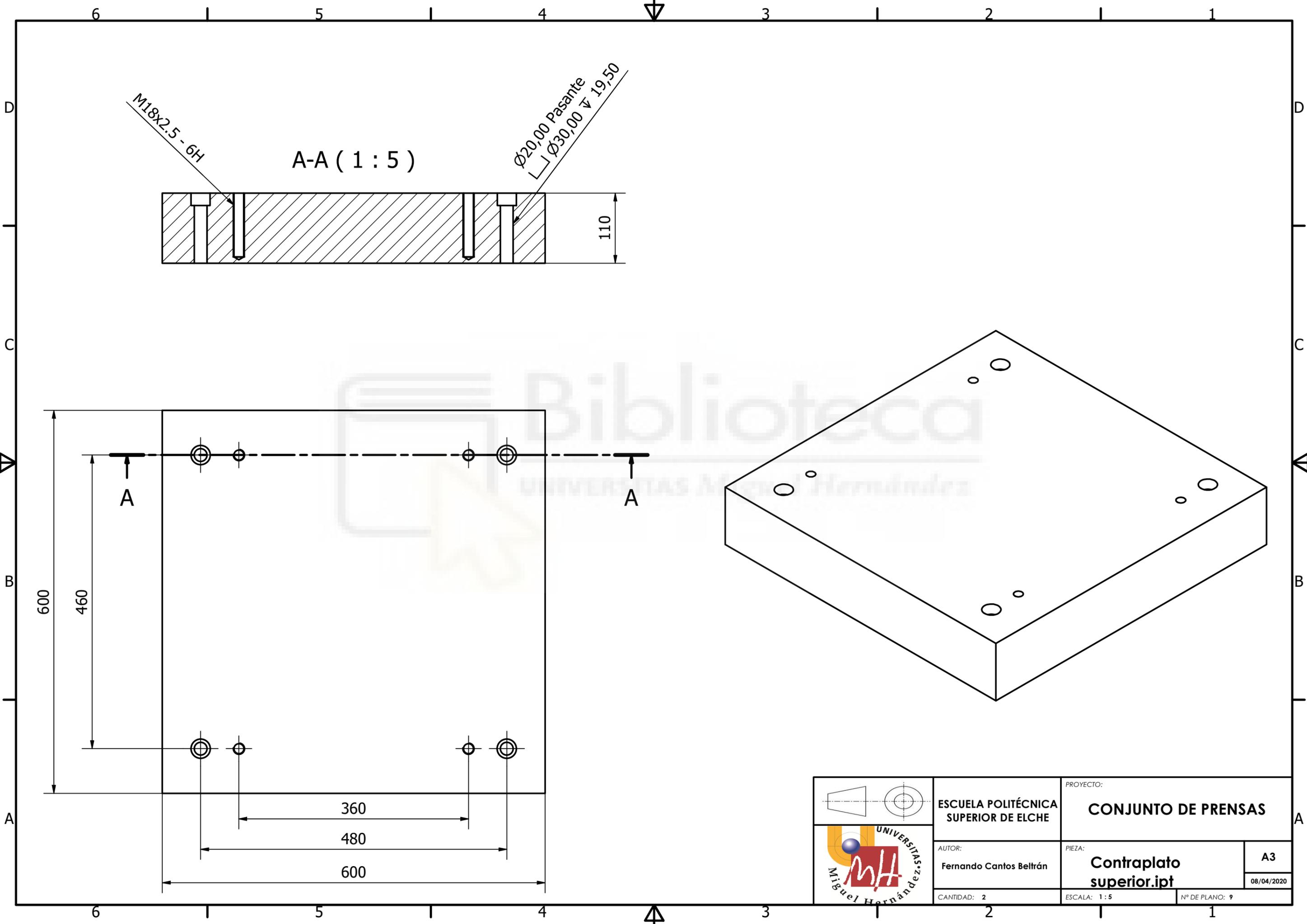
	ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: CONTRAPLATO INFERIOR	A3 08/04/2020
CANTIDAD: 2	ESCALA: 1:5	N° DE PLANO: 6	

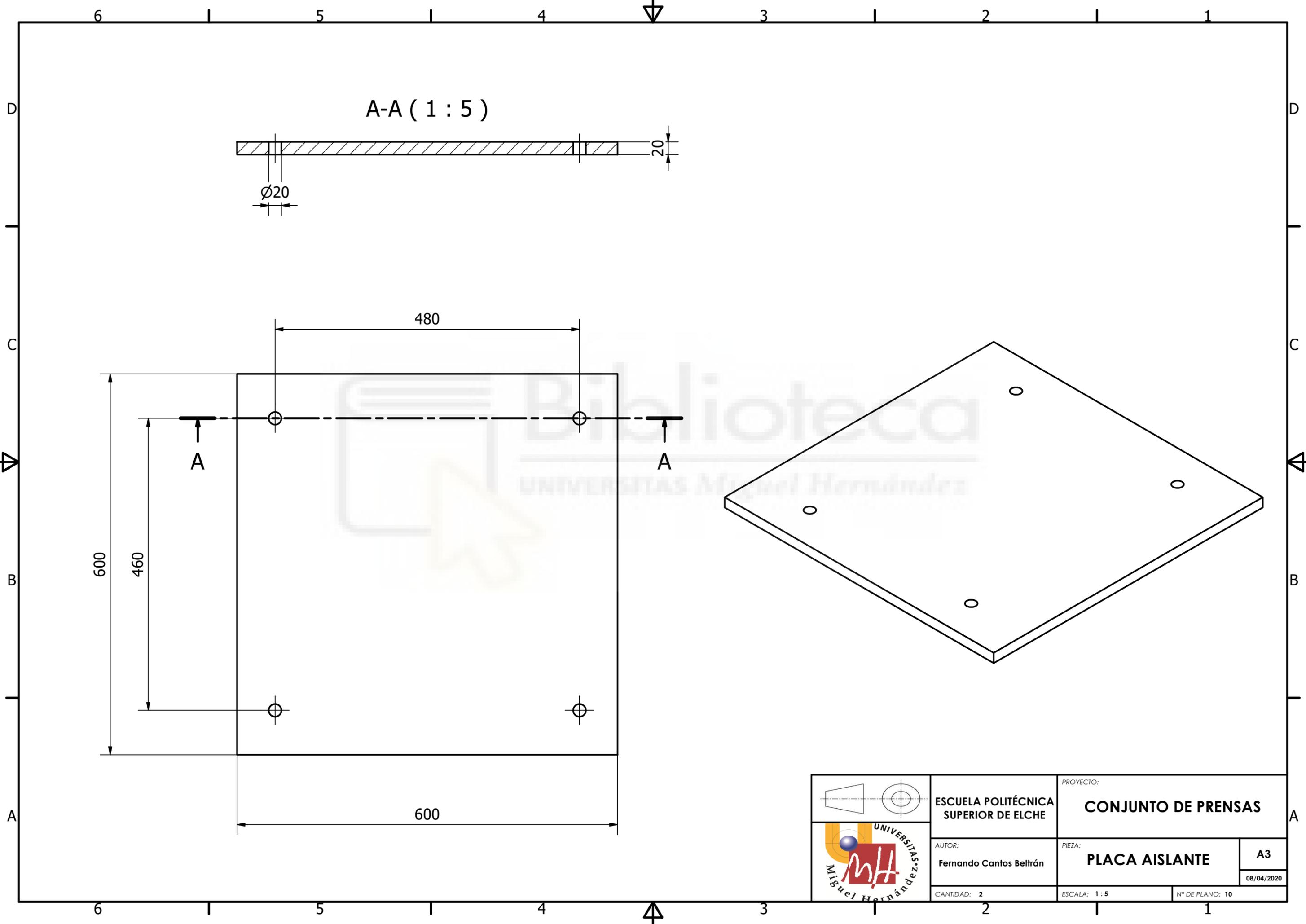


		PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: DESLIZADERA
CANTIDAD: 8		ESCALA: 1 : 2	Nº DE PLANO: 7
08/04/2020			

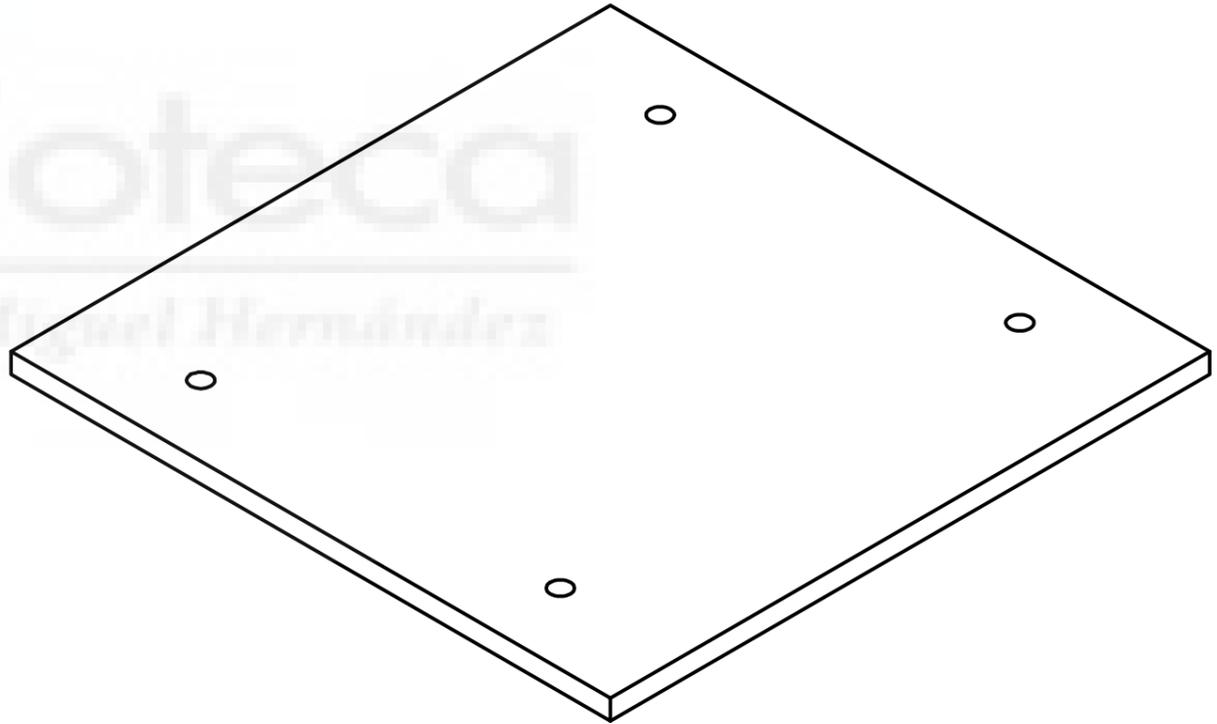
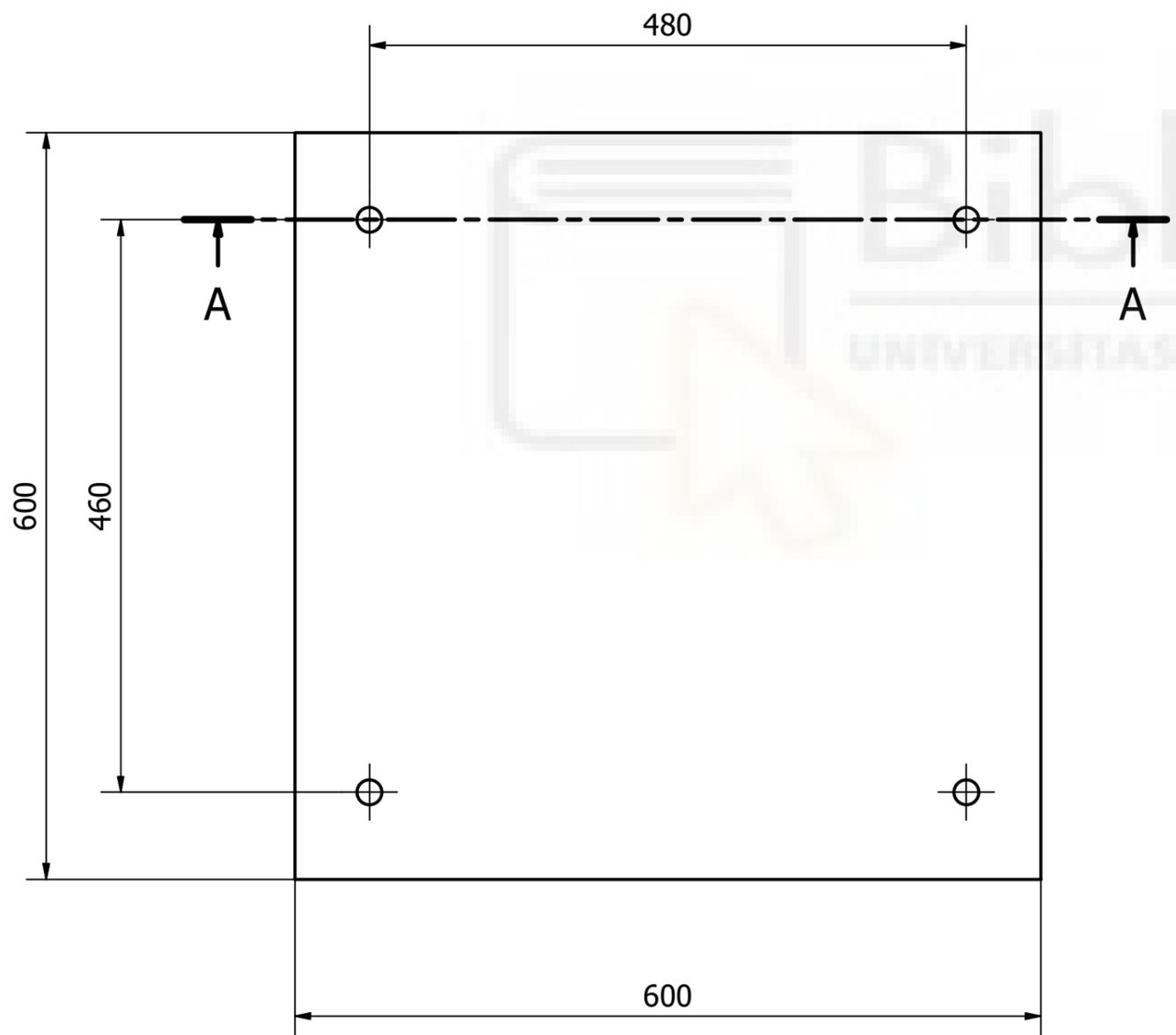
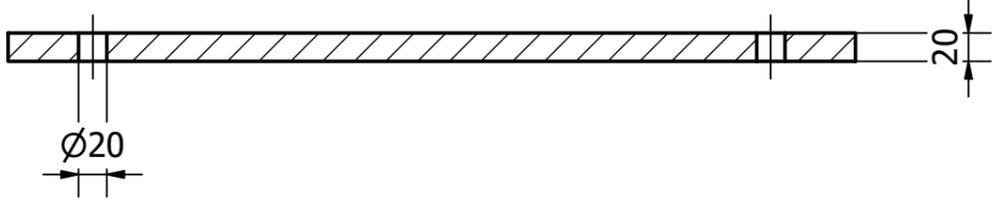


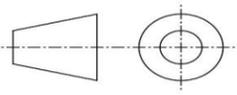
		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: PASTILLA DE BRONCE	A3 <small>19/10/2020</small>	
CANTIDAD: 8	ESCALA: 2:1	N° DE PLANO: 8		





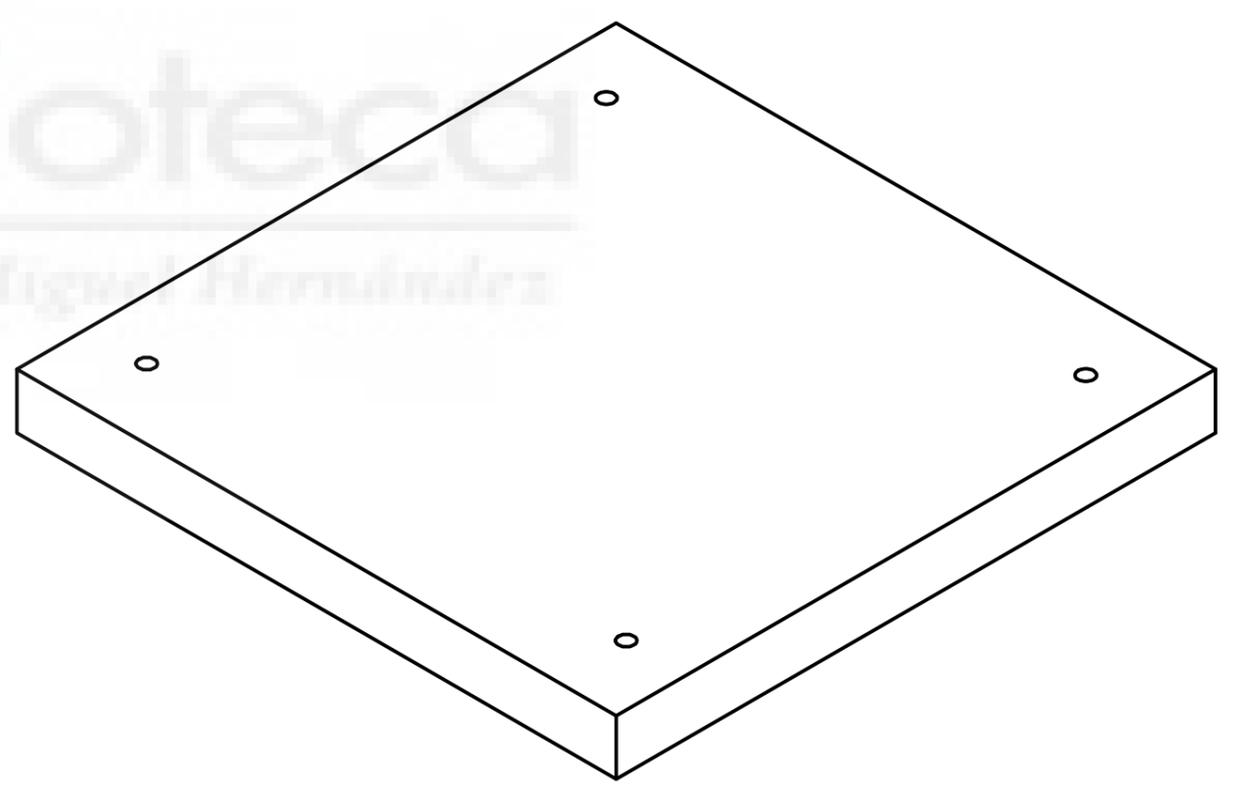
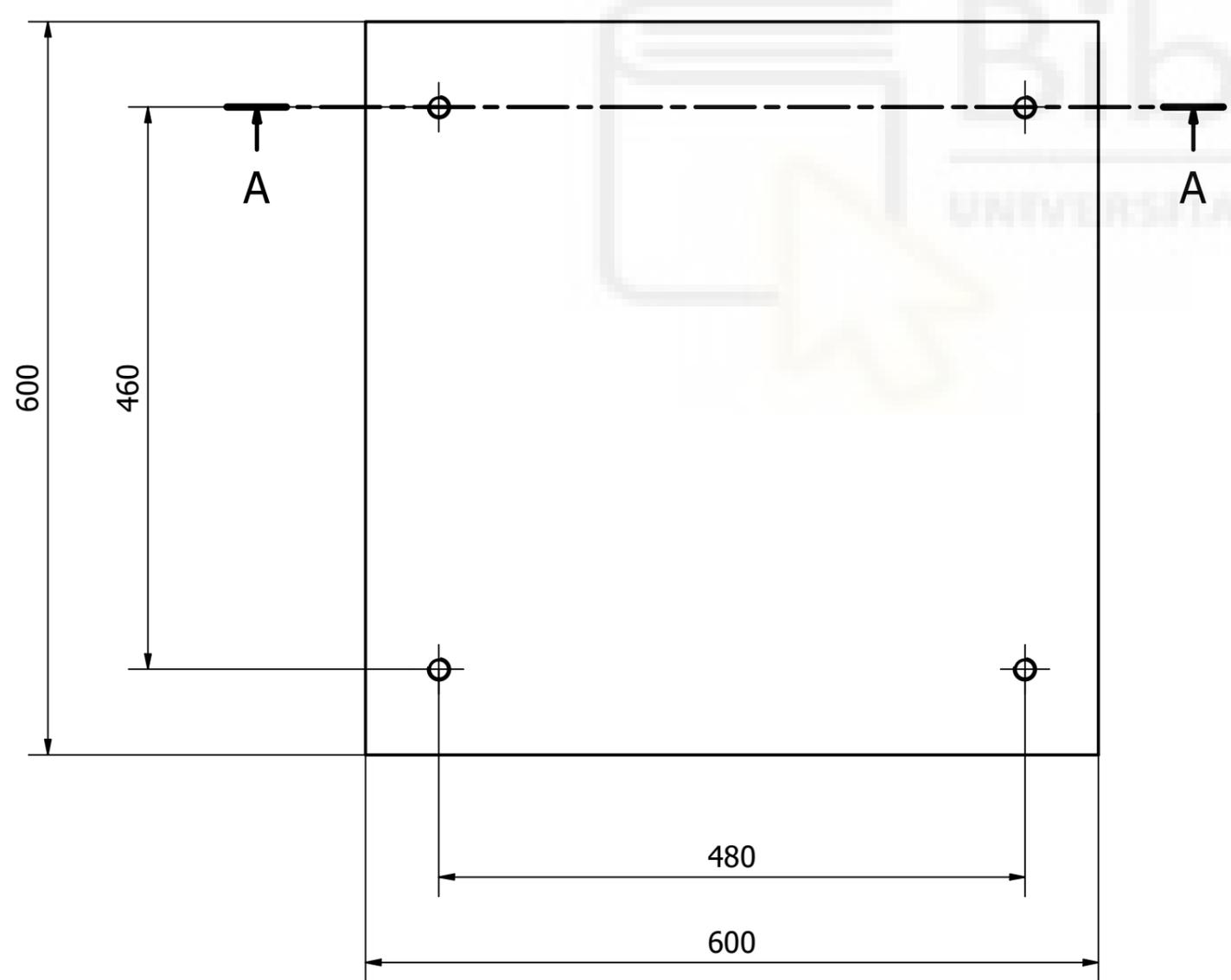
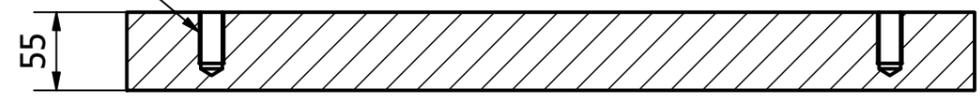
A-A (1 : 5)

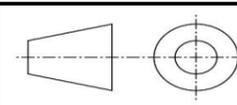


		PROYECTO: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE		CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: PLACA AISLANTE		A3	
CANTIDAD: 2		ESCALA: 1:5		N° DE PLANO: 10	
				08/04/2020	

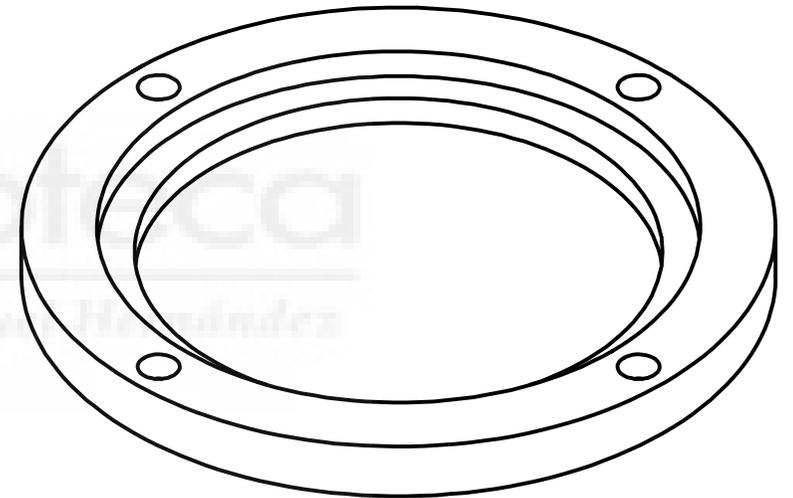
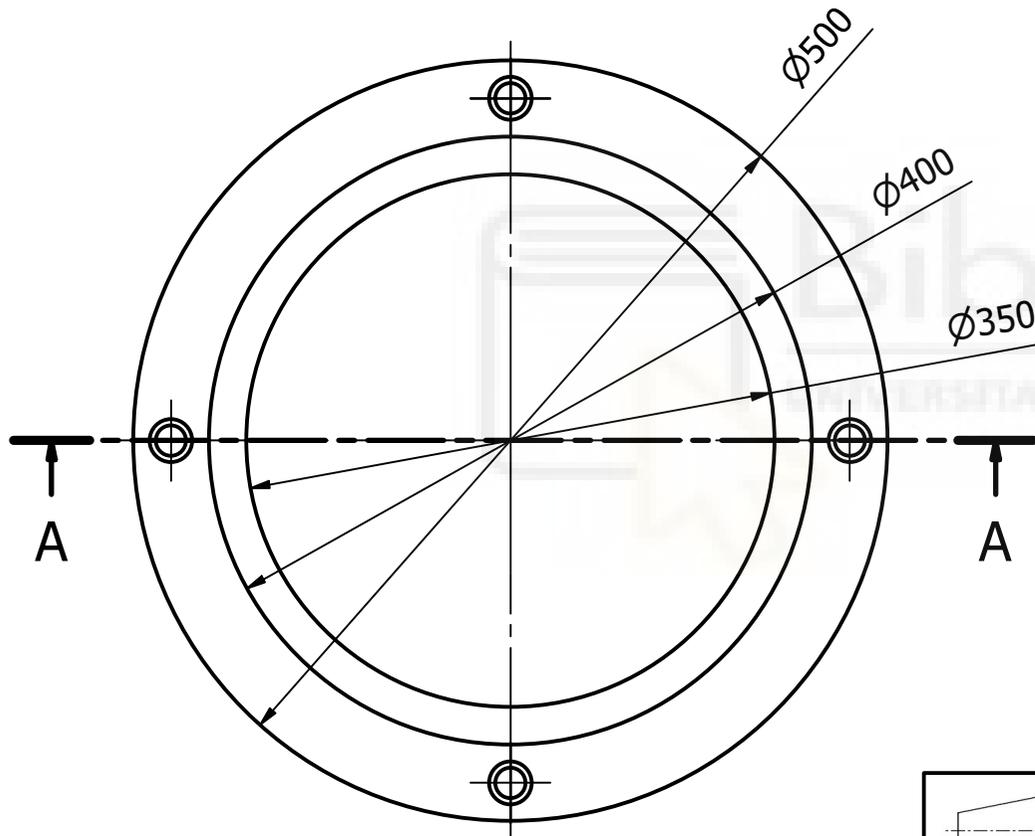
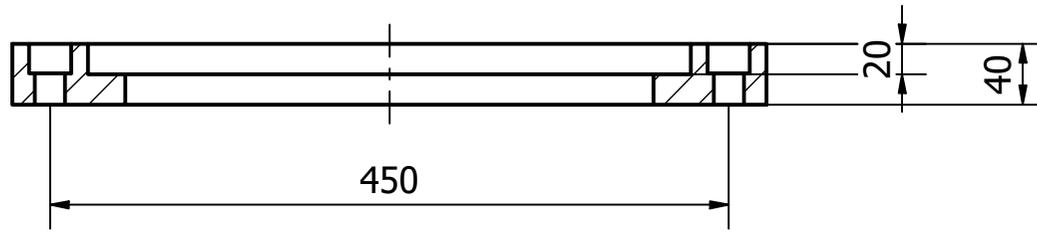
M18X2.5 - 6H

A-A (1 : 5)



	ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE		PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS	
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán		PIEZA: PLATO SUPERIOR	
	CANTIDAD: 2		ESCALA: 1:5	
			N° DE PLANO: 11	
			A3 08/04/2020	

A-A (1 : 5)



	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	PROYECTO: CONJUNTO DE PRENSAS
	AUTOR: Fernando Cantos Beltrán	PIEZA: PLATO PISTÓN
	CANTIDAD: 2	ESCALA: 1 : 5
	Nº DE PLANO: 12	

A4

08/04/2020