



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE
DISEÑO



Trabajo Final de Grado en Especialidad Mecánica

Mención: Maquinas Térmicas

Grado en Ingeniería Mecánica

Diseño de una maqueta para la medida del flujo de cantidad de
movimiento en chorros de inyección

Tutor: Jaime Gimeno García

Alumno: Manuel Pinach Villar

Valencia, 24 de Julio de 2019

DOCUMENTO I: MEMORIA

Índice

1. Planteamiento del proyecto
 - 1.1. Introducción
 - 1.2. Objetivo del proyecto
2. Ámbito teórico
 - 2.1. Definición
 - 2.2. Tipos de inyectores
 - 2.3. Medida de flujo de cantidad de movimiento
3. Materiales
 - 3.1. Elementos de fabricación
 - 3.2. Elementos comerciales
4. Propuesta de diseño
 - 4.1. Piezas rediseñadas
 - 4.2. Posibles configuraciones
 - 4.2.1. Inyector multiorificio
 - 4.2.2. Inyector multiorificio inclinado
 - 4.2.3. Inyector monorificio axial
5. Calculo por elementos finitos de las piezas críticas
 - 5.1. Cilindro principal
 - 5.2. Ventanas
6. Resultados y Conclusiones
7. Bibliografía

1. Planteamiento del proyecto

1.1 Introducción

A lo largo de 4 años de estudio se han adquirido los conocimientos fundamentales sobre cálculo de estructuras, fluidos, mecanismos y transmisión de calor. Dichas bases se pretenden emplear para el cálculo y resolución de cualquier tipo de problema presentado.

En este caso concreto, en el instituto de investigación *CMT - motores térmicos* existía una maqueta diseñada por el profesor Jaime Gimeno García, que requería una remodelación, tanto a nivel estructural como estético. Se adjuntan las siguientes imágenes:

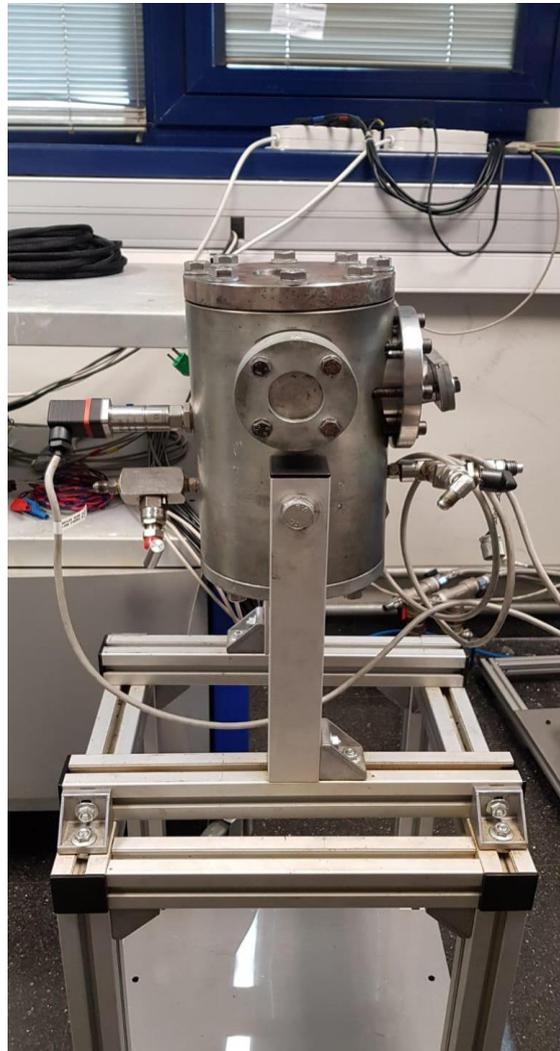


Figura nº1



Figura n°2

La maqueta tiene un objetivo de investigación y estudio del chorro de aerosol expulsado para diferentes tipos de inyectores y combustibles, urea, diésel, GDI... Para llevar a cabo el estudio, independientemente del fluido que se ensaye se deberán en cada caso simular las condiciones de trabajo en la cámara de combustión de cualquier tipo de MCIA, e incluir un elemento de medición (sensor).

Para ello se requiere de una cámara presurizada con un gas como el nitrógeno N_2 , y un acceso donde se atornille una tapa contenedora de un inyector cuyo orificio de salida se oriente perpendicularmente hacia la diana de un sensor introducido adecuadamente por otro punto del cilindro presurizado.

La maqueta debe incluir tomas de entrada de gas, y salida de todos los fluidos que en ella se introducen; así como situar 2 ventanas opuestas que cumplan los criterios de fallo a presión para elementos cristalinos, ya que estarán sometidas a presión.

1.2 Objetivo del proyecto

Diseño de una nueva maqueta para la medición del flujo de cantidad de movimiento, tomando la anterior como modelo, e incluyendo diferentes configuraciones según el estudio que se esté llevando a cabo.

Entre los cuales se definen 3 tipos de configuraciones monorificio axiales, inyectores multiorificio e inyectores inclinados multiorificio. Modificando la configuración del ensamblaje empleando las diferentes piezas que requieran cada uno de los tipos de inyectores.

El trabajo a realizar será entre otras cosas: una mejora del diseño de las ventanas optimizando el campo de visión de manera que la lente permita una observación de los ensayos, una reubicación de los orificios de entrada y salida de gas que permitirán tanto una mejor evacuación como llenado de la cámara.

Se realizará además, un cálculo de elementos finitos de los elementos que se diseñen para asegurar el correcto diseño y funcionamiento de la maqueta, además de asegurar la viabilidad de las 3 configuraciones planeadas anteriormente.

Los datos obtenidos en los diferentes ensayos que proporcionará la maqueta, pretenden determinar la velocidad de salida y área efectiva de paso del chorro de combustible.

2. Ámbito teórico

2.1 Definición

El inyector fue inventado oficialmente por Henri Giffard en 1858, para su uso en la industria de maquinaria de vapor. En este caso el fluido a alta presión es el vapor de la caldera que sale a alta velocidad por la boquilla y se mezcla con agua lo que produce su condensación. El chorro resultante de agua tiene energía cinética suficiente para entrar en la caldera.



Figura n°3

En un primer lugar conviene definir el concepto de inyector concretamente en el ámbito del MCIA, que se conoce como el dispositivo del sistema de inyección de combustible, capaz de introducir el carburante en estado de aerosol dentro de la cámara de combustión.

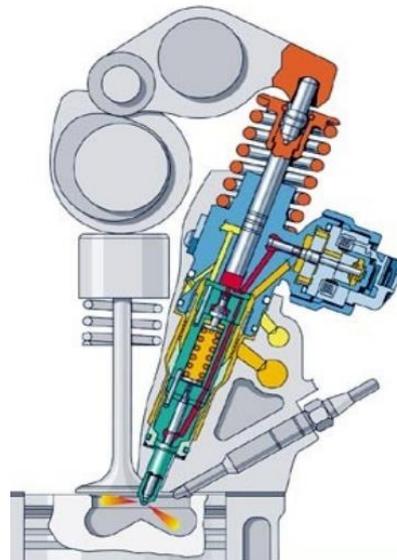
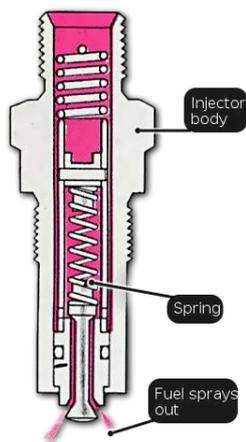
Se trata de un conjunto de piezas dentro de un cuerpo de acero que atraviesa la culata del motor, y con una pieza en forma de cilindro terminado en punta entra a la cámara de combustión, esta pieza se conoce como tobera y es la encargada de pulverizar el combustible para formar el aerosol.

La presión capaz de producirse en estos mecanismos los agrupa en dos:

- Baja presión (muy cercana a la atmosférica), desde la presión atmosférica hasta los 30 bar.
- Alta presión, entre los 100 y los 2000 bar, cuyo empleo es común para arranque en frío, aceleraciones inmediatas y emisión de gases.

2.2 Tipos de inyectores

- Inyector de resorte (mecánicos): consisten en mecanismos de paso de combustible (válvula) a través de resortes de alta presión (en el caso del Diesel) que, debido a la diferencia de presión con la cámara de combustión en el cilindro del motor se produce un paso de combustible hacia la boquilla del inyector. Estos inyectores se aseguran de que el combustible siempre sale a la misma presión, en el mismo plazo y frecuencia.



Figuras n°4 y 5

- Inyector de solenoide (electrónico): cuentan con múltiples sensores que envían la información al ordenador de control para que éste apruebe cuándo y cuánto combustible debe aportarse en cada momento. Por tanto, los activa la centralita y se cierran por recuperación de un resorte o muelle interno.

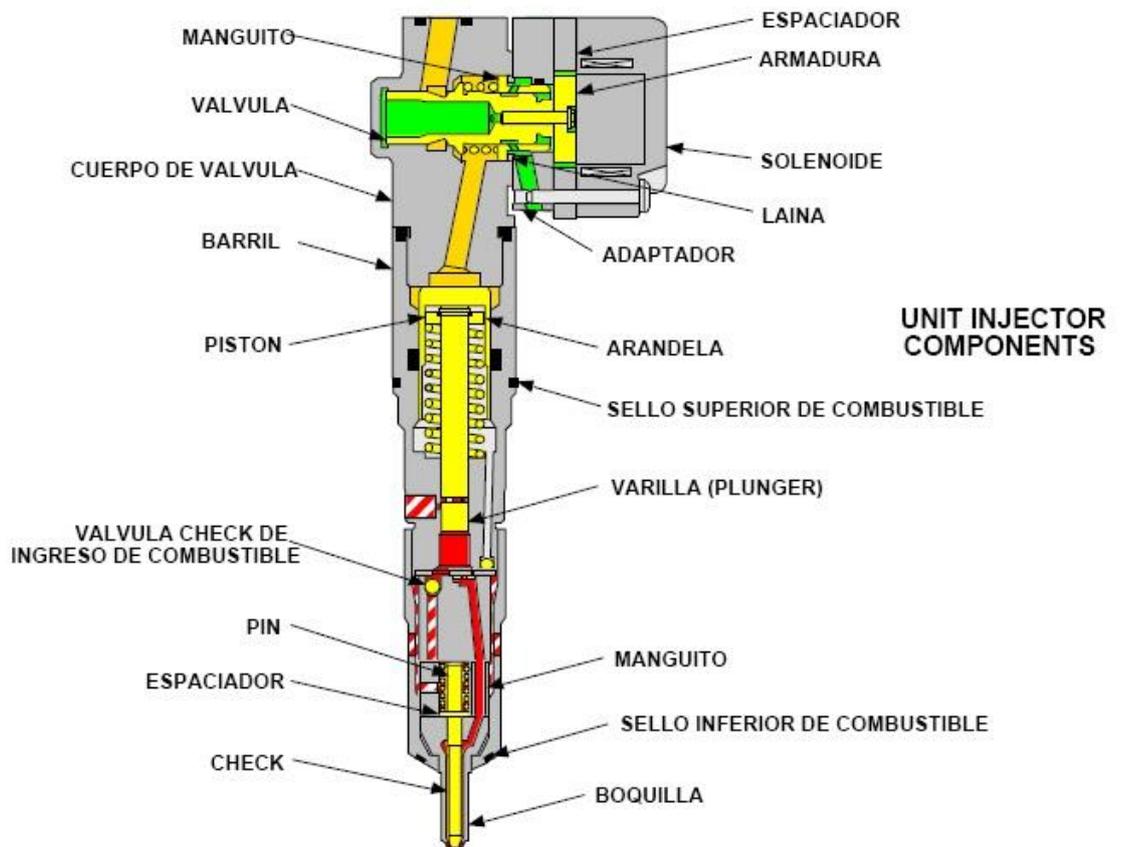


Figura n°6

- Inyector piezoeléctrico: se trata de un tipo de inyector que relaciona los dos anteriores, la electricidad aplicada al cristal o cerámica en el interior del inyector hace que se expanda un poco, dicha expansión provoca la apertura de la válvula de inyección lo que permite la pulverización del combustible. Son los más precisos y veloces.

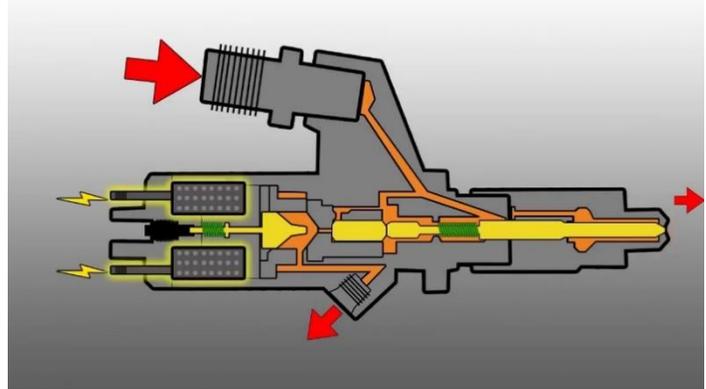
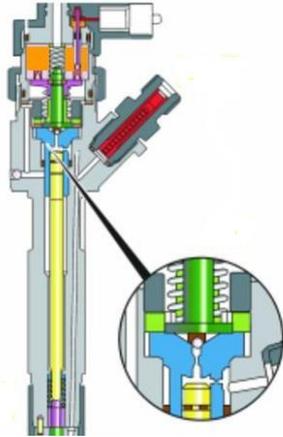


Figura nº 7 y 8

- Inyector de accionamiento hidráulico: son aquellos en donde la apertura de la válvula se realiza cuando la presión del combustible es superior a la presión del resorte regulador que cierra la válvula al terminar la inyección.

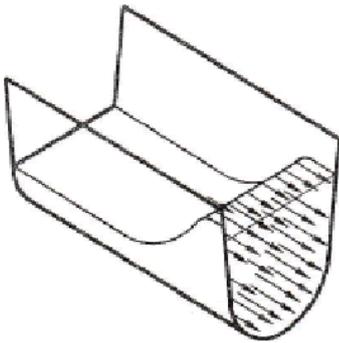


Figura nº 9

2.3 Medida del flujo de cantidad de movimiento

La forma más usual de definir la cantidad de movimiento es como el producto de la masa (kg) de un cuerpo material por su velocidad (m/s). Se trata de una magnitud vectorial, ya que la velocidad implica una dirección y sentido en su magnitud.

Si aplicamos esta definición a una superficie de control, considérese un tramo hipotético, obtenemos la siguiente expresión:



$$\dot{M} = \int_{S_0} \rho \times v^2 dS$$

La variable S_0 representa el área geométrica, v representa la velocidad axial del flujo y ρ se refiere al perfil de densidad.

El parámetro M obtenido será el flujo de cantidad de movimiento a la salida de la tobera del inyector, y por tanto será el objeto de interés a tener en cuenta en el diseño de la maqueta.

Figura n° 10

Otro parámetro que se tendrá en cuenta será la medida de flujo másico del caudal, sin este no sería posible determinar los parámetros que buscamos en el estudio del chorro de combustible: área y velocidad efectivas a la altura del orificio del inyector.

El flujo másico se define como la variación de masa respecto al tiempo en un área definida, su unidad es la de kilogramo por segundo (kg/s). De manera que resolviendo una integral similar a la de caso de la cantidad de movimiento, podemos simplificar las fórmulas de ambas magnitudes en:

$$\text{Flujo másico: } \dot{m} = S_{efectiva} \times \rho \times v_{efectiva}$$

$$\text{Flujo de cantidad de movimiento: } \dot{M} = S_{efectiva} \times \rho \times v_{efectiva}^2$$

De estas expresiones podemos definir los parámetros que buscamos para el chorro, velocidad y superficie efectivas:

$$v_{efectiva} = \frac{\dot{M}}{\dot{m}}$$
$$S_{efectiva} = \frac{\dot{m}^2}{\rho \times \dot{M}}$$

A partir de la variación entre el área efectiva del chorro de combustible y el área geométrica, podremos sospechar de las siguientes causas:

- Velocidad del fluido no uniforme
- Cavitación en la tobera de salida
- Separación completa del flujo

Una vez explicadas las magnitudes físicas que pretendemos estudiar, procedemos a describir el procedimiento mediante el cual serán adquiridos los datos, incluyendo los elementos principales que intervendrán en la medición.

Para empezar, nuestra maqueta se compone de un cilindro principal bajo presión, cuyas tapas superior e inferior se intercambian para poder llevar a cabo distintos tipos de mediciones, según el inyector y combustible que se estén estudiando.

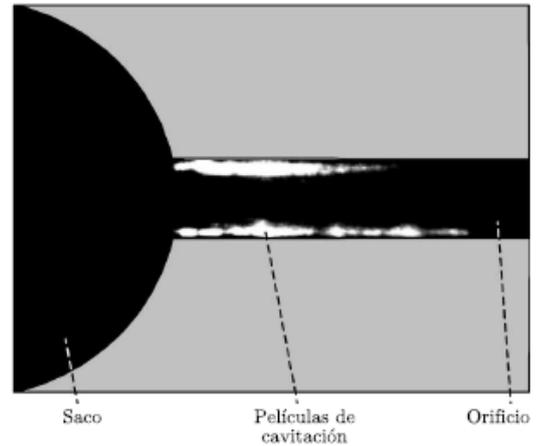


Figura nº 11

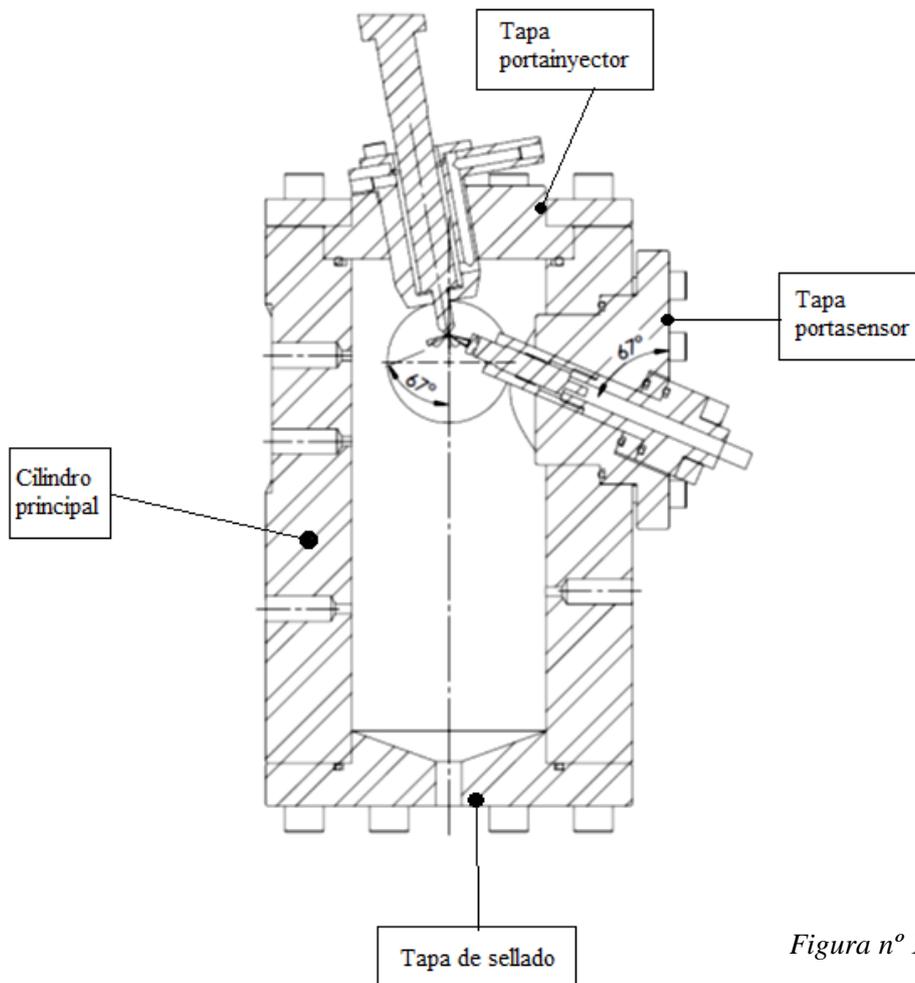


Figura n° 12

Aun así, en sus diferentes configuraciones siempre podemos distinguir los elementos con las mismas funciones, la tapa porta inyector, cuya función principal es la de introducir el inyector dentro de la cámara, de manera que la orientación y posición de los orificios respecto al eje central del cilindro principal sea la correcta.

La tapa portasensor consiste en inclinar el sensor los mismos grados que posea la tobera del inyector, de manera que al introducirse la diana del sensor quede orientada en el sentido correcto, después el inyector se rota para que el orificio quede perfectamente dirigido hacia la diana.

Y finalmente la tapa de sellado que como su nombre indica, mantiene la estanqueidad del mecanismo, y permite una correcta evacuación de los gases y líquidos con los que se han trabajado.

Concretamente si aumentamos la imagen en el punto donde el aerosol emergente del inyector y la diana del sensor entran en contacto, podemos comprobar la relación existente entre las fuerzas detectadas por el sensor y la cantidad de movimiento:

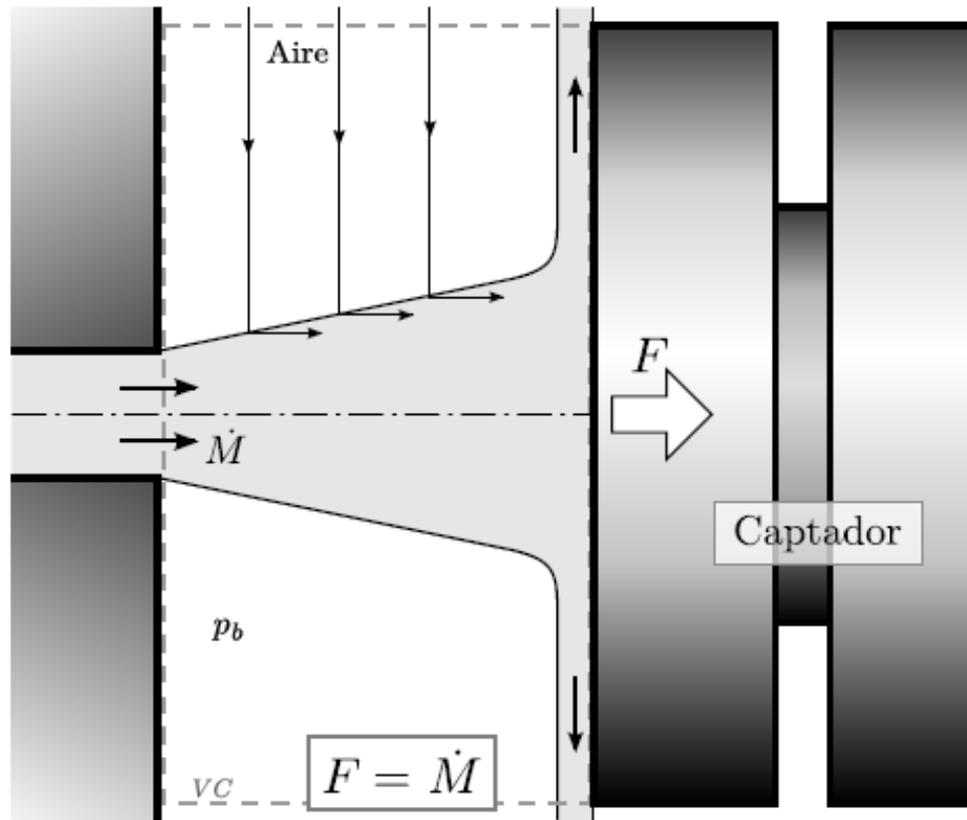


Figura nº 13

Al considerar la dirección del flujo axial respecto a la tobera de salida, simplificamos la ecuación de la conservación de la cantidad de movimiento

$$\sum \overrightarrow{F_{Ext}} = \frac{d}{dt} \int_{VC} \vec{v} \rho dV + \int_{SC} \vec{v} \rho (\overrightarrow{v_{r,SC}} \cdot \overrightarrow{dA})$$

Las fuerzas externas que actúan son la gravedad, la presión del fluido y su viscosidad, y a la derecha de la ecuación definimos mediante una ecuación integral, el flujo de cantidad de movimiento, incluyendo la variable transitoria (acumulación de cantidad de movimiento). Aquí tenemos un ejemplo de la señal recibida por un equipo de medida, en ensayos anteriores llevados a cabo:

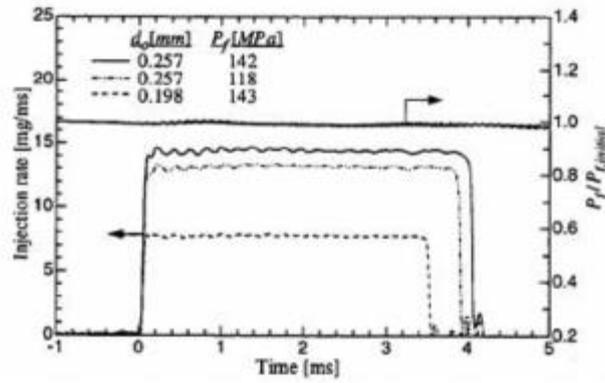


Figura n° 14

Las magnitudes de presión y viscosidad, son tan inferiores frente a la presión del fluido, que serán ignoradas con el propósito de simplificar los resultados obtenidos, así como la consideración del chorro como estacionario. Podremos igualar la fuerza debido a la presión al flujo de cantidad de movimiento:

$$F = \dot{M}$$

3. Materiales a considerar

A continuación, se expondrán los materiales a trabajar para las distintas partes del conjunto, distinguiendo a estos en aquellos que ya formaban parte de la versión obsoleta de la maqueta y son elementos comerciales prediseñados por un fabricante, y por otro lado aquellos que compondrán las piezas que requieren un proceso de fabricación, describiendo brevemente su función y características:

3.1 Elementos de fabricación

El material inicial en el que se va a plantear el diseño estructural de la maqueta, será un acero inoxidable Tipo 316, compuesto por como níquel austenítico que contiene molibdeno. Esta adición aumenta la resistencia a la corrosión general, mejora la resistencia a picaduras de soluciones de iones de cloruro y proporciona mayor resistencia a temperaturas elevadas.

Posee propiedades similares a las del tipo 304, pero esta aleación tiene una mayor resistencia térmica.

Otro material a considerar es el AISI Dúplex 2205 más utilizado, de los aceros inoxidables ya que se caracteriza por la fuerza de alto rendimiento por tener graduación doble austenítica (un tipo de estructura cristalina) estándares de acero inoxidable. También demuestra buena fuerza ante daño el estructural, así como una sobresaliente resistencia al agrietamiento por corrosión, grietas, picaduras, erosión y corrosión general en entornos severos.



Figura n° 15

Ambos tipos de aleaciones serán empleados para el estudio estructural del cilindro principal, y los elementos sólidos de mayor relevancia.

Para las juntas tóricas emplearemos el Viton FKM 80SH, ya que tiene una excelente deformación remanente a la compresión a altas temperaturas, es de los cauchos sintéticos más resistente a hidrocarburos y no propaga la llama, es autoextinguible.

La función principal de estas juntas, será la de ejercer la presión sobre las diferentes piezas que conforman la maqueta, evitando fugas de gas y el contacto directo entre elementos del conjunto.

La ventana de cristal (Silice fundido SGJ1) será un elemento clave para el estudio estructural de la maqueta, ya que el método de comprobación estructural no será el de Von Misses (empleado para el resto de los elementos finitos), sino el criterio de Mohr Coulomb, el cual se justificará en el apartado 5.

3.2 Elementos comerciales

Como ya se ha mencionado en el apartado 2.2 existe una gran variedad de inyectores, cuyas singularidades se adaptan al tipo de combustible y condiciones del mecanismo donde se pretenda aplicar. De modo y manera que el que se emplee para el diseño de la maqueta será el que tenga mayor uso en el sector automovilístico, aunque el portainyectores contará con un margen de grosor para que exista la posibilidad del uso de inyectores de distinto diámetro. Dicho inyector será el inyector common rail diésel 1.6 HDI MOTOR DV6C.



Figura n° 16

El sensor a partir del que se llevará a cabo el diseño de los elementos que conformaran el conjunto es el modelo 7031 de Kistler, ya empleado en la versión anterior de la maqueta, el cual ha demostrado su fiabilidad en los diferentes estudios llevados a cabo anteriormente.

Teniendo en consideración concretamente algunas de sus características como su rango de medida (entre 0 y 25 MPa), su sensibilidad (550 pC/MPa), rango de temperaturas (entre -196 y 200 °C) y precisión; tal y como el profesor D. Jaime Gimeno explica en el apartado 4.2.2 de su Tesis doctoral.

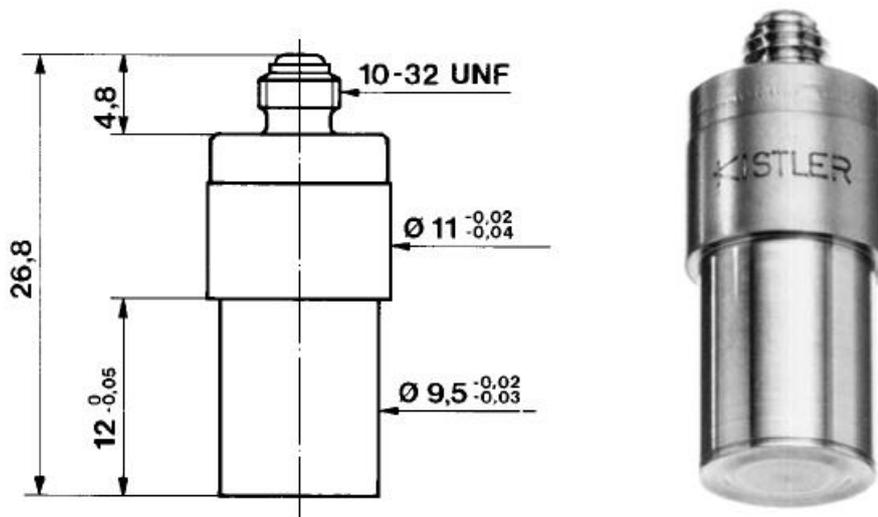


Figura n° 17

4. Configuraciones de la maqueta

Tal y como se ha expuesto brevemente en apartados anteriores, la maqueta consiste de un cilindro principal presurizado, y tres agujeros por donde se introducen sensores o inyectores de diferente tipo, según el objeto de estudio a tener en cuenta.

4.1 Piezas rediseñadas

A continuación, se expondrán brevemente en 3 dimensiones las piezas principales que componen la maqueta.

Como hemos podido ver la maqueta inicial, en el apartado de introducción está compuesta de un cilindro presurizado, de 170 mm de diámetro exterior, con un espesor de 40 mm en las paredes. Debido a la eficacia experimental de esta geometría en los anteriores ensayos llevados a cabo en el departamento de motores térmicos, se decidió no alterar dichas especificaciones técnicas de dicha pieza.

Se adaptaron varios taladros para la entrada de gas, tal y como se representa en los planos, así como dos roscas para poder depositar la cabina en la estructura de apoyo.

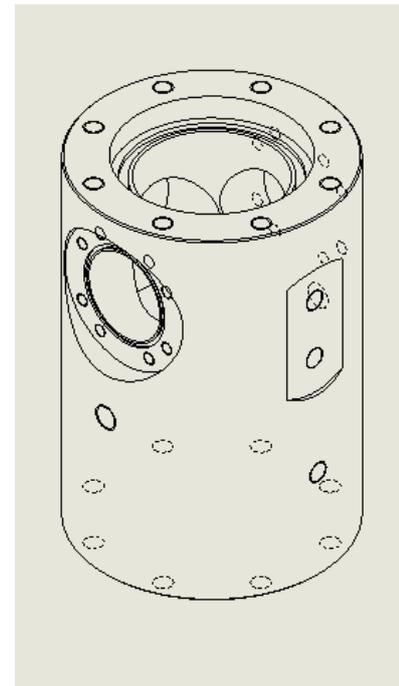


Figura n° 18

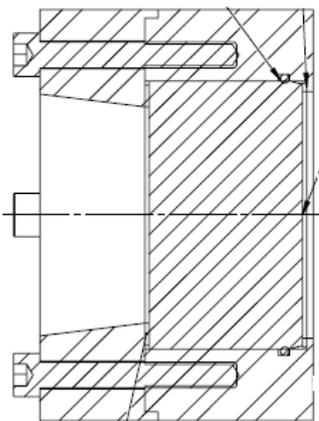


Figura n° 19

Por motivos estéticos y prácticos, se consideró añadir una segunda ventana, opuesta a la primera, y mejorando el diseño de la que había anteriormente, modificando el tamaño del portacrystal y la tapa, de manera que el factor de seguridad y la tensión de von Mises sean convenientes para los diferentes ensayos que se llevaran a cabo en la maqueta.

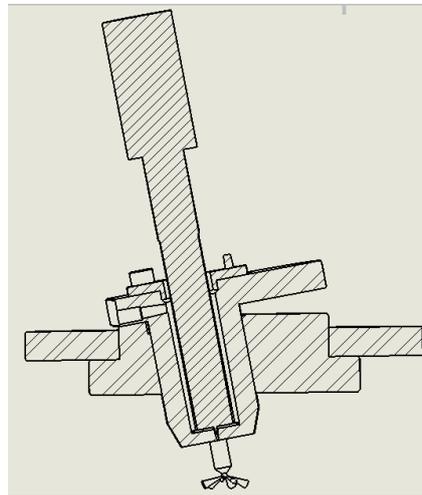
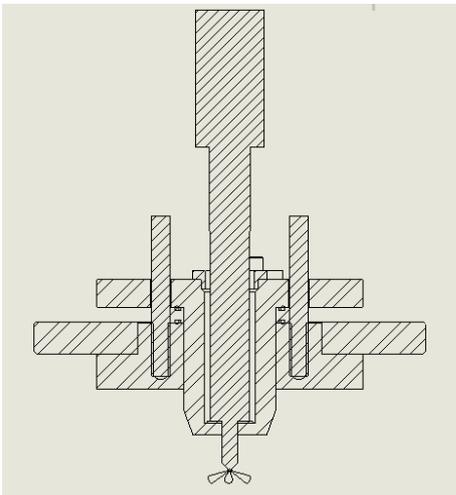
Este conjunto se compone de un vaso portacrystal, una junta de grafito entre el cristal y la tapa de la ventana, así como una junta tórica para asegurar la estanqueidad de los fluidos.

En el ámbito de las tapas, encontramos una mayor variedad, podrían catalogarse en 3 tipos, según su posición en el cilindro:

En un primer lugar encontramos las tapas superiores, cuya única función es la de soportar el portainyector, independientemente de las características de este, distinguimos 2 tipos:

- La tapa donde se introduce el inyector perpendicular al cilindro, compuesta por un vaso porta inyector que permite su giro para la correcta orientación de los orificios hacia la diana del sensor.
- Y por otro lado la tapa inclinada, donde la inclinación del inyector debe ser correlativa a la del sensor, cuya clave del diseño depende específicamente en que la inclinación con la que se diseñen los orificios, no sea respecto al eje propio del inyector, sino al eje del cilindro donde va a ser introducido.

De esta manera dependiendo de la inclinación a la que posea el inyector se deberá modificar la tapa portasensor. El subconjunto con el se introduce el inyector inclinado permite que se rote la tapa, extrayendo los tornillos, de manera que el orificio este orientado correctamente hacia el sensor, independientemente de los grados de rotación a los que se haya girado la tapa.



Figuras n° 20 y 21

Seguidamente, pasamos a la tapa lateral, cuyas 2 configuraciones son o la de introducir en sensor con una cierta inclinación para encarar el chorro del inyector, o bien colocar un tapón que mantenga la presión de la cabina principal en caso de que se vaya a llevar a cabo la medición de un inyector de monorificio axial.

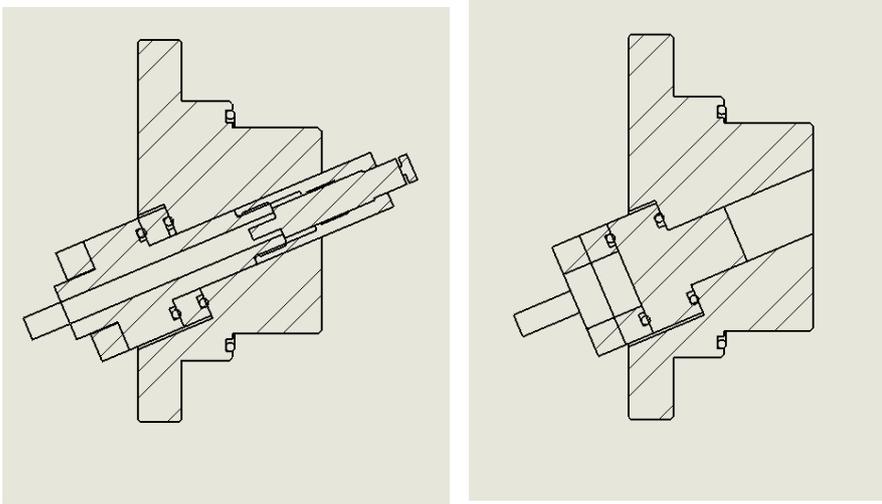


Figura n° 22 y 23

Como último conjunto relevante que se plantea, es la tapa inferior, ya sea con una forma de porta sensor, o como salida de gas. La geometría de porta sensor perpendicular se aplicara en el caso del inyector monorificio axial, y por otro lado la forma de tapon con salida de gas se empleará en el resto de configuraciones.

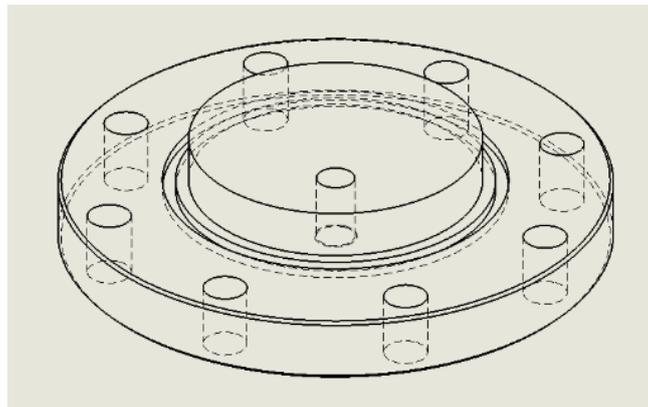


Figura n° 24

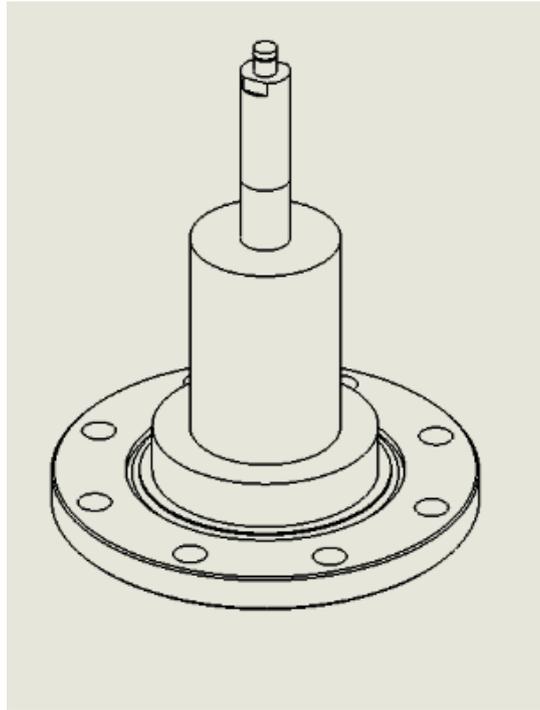


Figura n° 25

4.2 Configuraciones planteadas

Una vez presentadas los elementos clave que compondrán el conjunto, pasamos a la muestra de los 3 tipos de posicionamiento, explicando brevemente las claves y la intención que se busca en cada tipo de ensamblaje.

En primer lugar, tenemos el caso tangencial, a través de esta configuración pretendemos tomar medidas de los inyectores cuyo orificio de entrada en la cámara de combustión es perpendicular, y su orificio de salida en la tobera tiene una cierta inclinación.

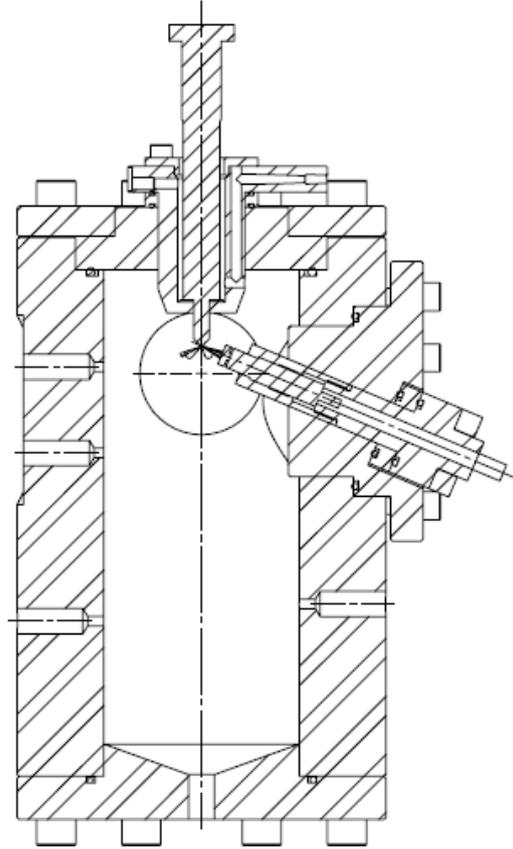


Figura n° 26



Figura n° 27

El uso de esta forma de inyector, se debe principalmente a que los motores de 4 válvulas, tan solo disponen de un espacio en el centro de los radios descritos por estas para introducir un inyector, y su inclinación de los chorros permite una buena distribución de presiones en la cámara de combustión de ciertos motores diésel. En un gran número de casos, la cabeza del pistón posee la forma de cono, de manera que el combustible se disperse lo más uniforme posible.

Seguidamente, la configuración derivada de esta sería la del inyector inclinado. La clave de esta configuración reside en la correlación entre la inclinación del orificio con el que se introduzca el inyector en la tapa, y la del sensor que recibe el chorro, de manera que sean suplementarios.

De esta forma la dirección del chorro en el orificio de salida coincide con la perpendicular de la cara del sensor, tal y como se observa en el esquema.

En esta configuración, aunque se rote la tapa superior, siempre que se encare correctamente el orificio de la tobera hacia el sensor, obtendremos resultados satisfactorios.

El uso de este tipo de posicionamiento se debe principalmente a que los motores que poseen 2 válvulas disponen de un espacio libre en el lado opuesto al que se encuentran los perfiles definidos por estas.

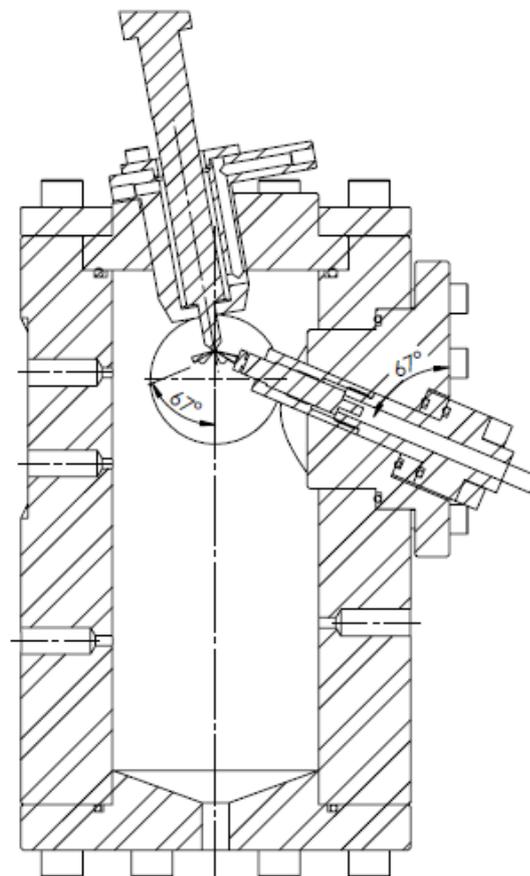


Figura nº 28

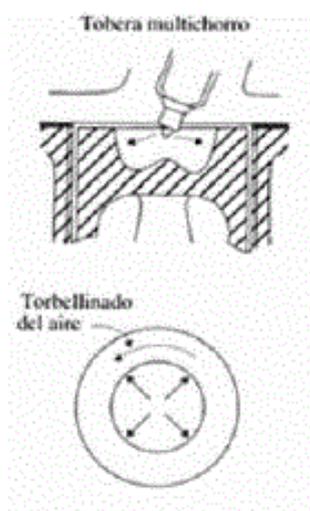


Figura nº 29

Como podemos ver en este breve esquema, la tobera inclinada genera un torbellinado en la cámara de combustión que aumenta la eficiencia de este proceso a lo largo de toda la cabeza del pistón.

La última configuración, es la más simple de montar. El portasensor para inyectores de un solo orificio se ha diseñado de forma que conserve una distancia de 1 mm con respecto a la salida de la tobera.

De esta forma, no se requiere un giro del portainyector para encarar su orificio a la diana del sensor. Cabe destacar que esta es la configuración que como se ha explicado anteriormente requiere un cambio del componente de la tapa inferior, por la que sujeta el portasensor, y un tapón en la tapa lateral donde en los otros casos se hallaba el sensor.

En el departamento se ha empleado esta configuración para el estudio de ciertos inyectores a nivel de laboratorio, pero hoy en día no se encuentran demasiados implantados en el sector automovilístico.

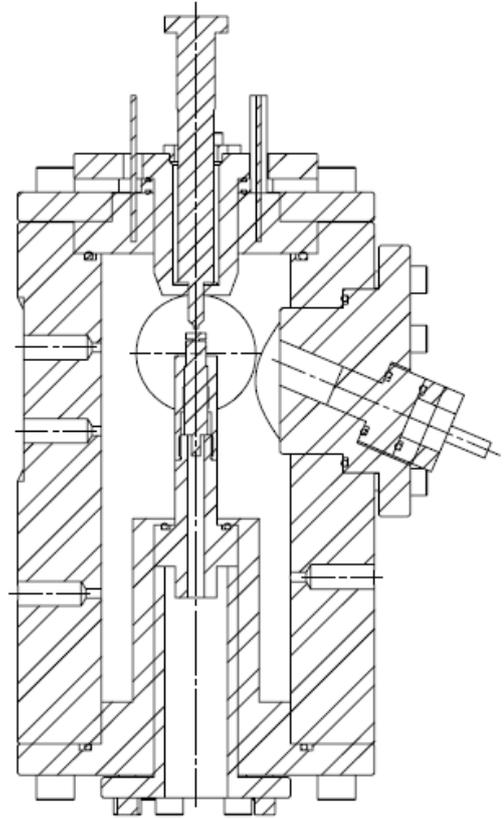


Figura nº 30

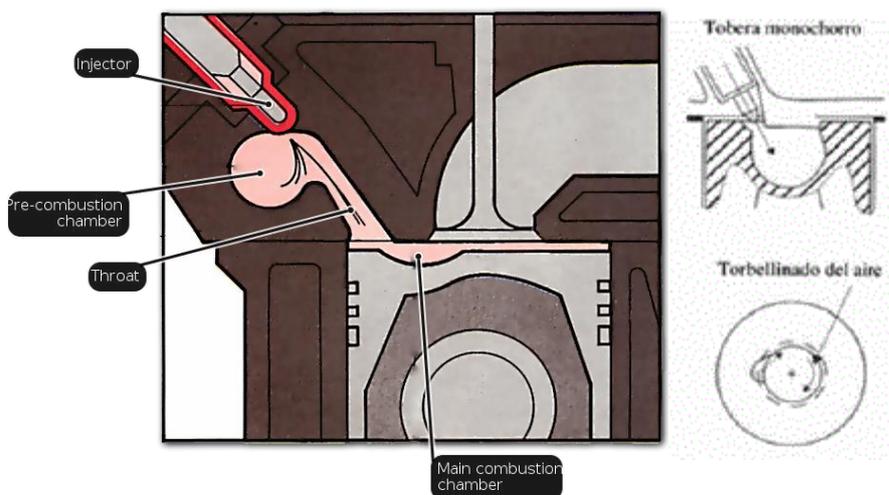


Figura nº 31

Este tipo de inyectores eran frecuentes en los motores de inyección indirecta, donde la inyección se lleva a cabo en una antecámara a la de combustión.

Con esta geometría se busca un efecto similar a la anterior, de forma que el movimiento ciclónico del combustible aumente su rendimiento y eficacia de combustión.

5. Cálculo sobre los elementos críticos del diseño

Para llevar a cabo este tipo de proyectos, no sólo se requiere un diseño geométrico, ya que al ser una maqueta presurizada y de tránsito de fluidos, se lleva a cabo un estudio sobre la presión a la que puede ser sometido el conjunto en diferentes ensayos.

Para el estudio estructural de la maqueta se emplea el mismo programa con el que se llevó a cabo el diseño de los diferentes componentes anteriormente descritos: SolidWorks 2015, la versión estudiantes a través de la licencia adquirida por el CMT.

El programa posee una biblioteca de materiales de gran variedad, incluyendo en estos sus características a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo cálculos estructurales. Así como la posibilidad de definir en conjunto fuerzas y presiones a aplicar sobre ciertas superficies de la pieza.

Mediante el estudio por elementos finitos, podemos determinar las zonas más críticas del conjunto, donde la tensión producida por el conjunto de fuerzas que actúan en la pieza o conjunto, supera la tensión límite del material que hallamos definido para el estudio. Estos serán algunos de los criterios por los que corroboraremos la funcionalidad y seguridad del conjunto anteriormente diseñado.

Cabía la posibilidad de emplear diferentes métodos para el cálculo:

- Llevar a cabo el estudio pieza por pieza, teniendo en cuenta cómo actúan la fuerza de los tornillos frente a la presión que se origina en el cilindro principal.
- Estudiar los conjuntos, en sus diferentes configuraciones. Empleando un método similar al anterior.
- Reducir el estudio a las zonas críticas del conjunto. Considerando que el factor de seguridad establecido en dichos elementos no será superado, por ningún otro conjunto, ya que la propagación de la presión no es tan representativa en ciertas ubicaciones de la maqueta.

Definitivamente, debido a la complejidad que podría haber adquirido el proyecto, y a la existencia y comprobación experimental de la anterior maqueta. Para una correcta comprobación de la funcionalidad de la maqueta, no era estrictamente necesario estudiar pieza por pieza, ni en los diferentes conjuntos. Se consideraron las siguientes zonas críticas:

5.1 Cilindro principal

Entre las zonas sometidas a presión, claramente la que requería un objeto de estudio, era la que estaba compuesta por el mayor número de tornillos que aplicarían fuerzas puntuales, y la pieza que concentra el mayor número de tornillería y presión interna debida a los fluidos que por ella transitan, era el cilindro principal.

En primer lugar, para llevar a cabo el estudio debemos definir el conjunto de fuerzas que actuarán una vez el proyecto se lleve a cabo:

Conocer la presión a la que se va a inyectar el fluido en la cámara del cilindro es de vital importancia, ya que como se ha mencionado antes existe un gran rango de presiones de trabajo, pero para los estudios llevados a cabo por esta maqueta consideraremos una presión de trabajo de 15 MPa (150 bar). Esto se debe principalmente a que la presurización de la cabina será a través de bombonas de gas cuya presión según el fabricante es de 20 MPa. *Apartado 4.4.3* de la tesis de Jaime Gimeno.

Una vez definido el entorno de presiones con el que vamos a trabajar en la cámara, pasamos a definir las fuerzas ejercidas por los tornillos que se han considerado en un primer momento. Tendremos en cuenta los 3 componentes atornillados al cilindro principal, de tal forma que la fuerza ejercida por estos dependa de su número y superficie donde se ejerza el apriete. Basándonos en el método descrito por Richard G. Budynas, para una presión de 15 MPa:

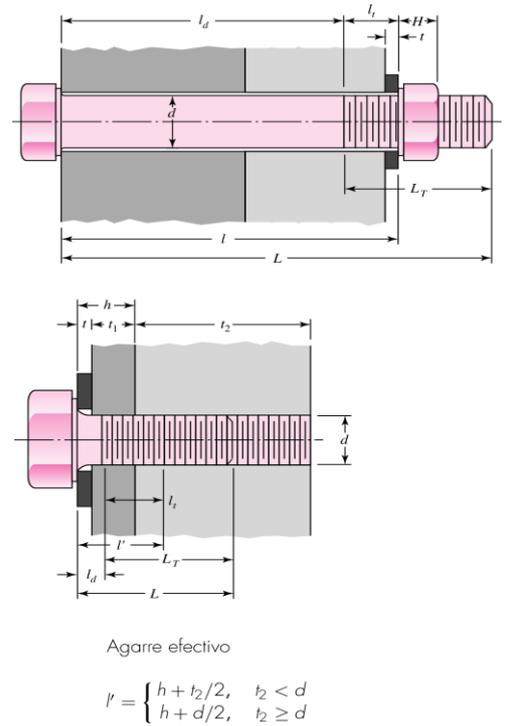


Figura nº 32

	Nº de tornillos	Diámetro nominal (métrica del tornillo)	Diámetro a presión* (mm ²)	Par de apriete (Nm)	Fuerza del tornillo (kN)	Fuerza ejercida por la cara (kN)	Factor de seguridad (frente a 21 MPa)**
Cilindro Principal	8	M12	110	50	26,7	70,3	1,6
Apertura ventanas	8	M8	88	21	15,6	33,1	1,4
Tapa del sensor	8	M8	88	20	15,8	35,0	1,5

*Considerada la superficie abarcada por la junta tórica correspondiente. De este parámetro se deduce la superficie a presión.

**El factor de seguridad, representa el riesgo de apertura en caso de alcanzar una presión cercana a los 21 MPa (aproximadamente 1,5 veces la presión en la cámara).

Debido a la magnitud de los pares de apriete, el factor de seguridad aumenta considerablemente, pero como consecuencia lógica el fallo por rotura del tornillo es probable si alcanzamos pares fuera del rango. Para corroborar estos resultados del cálculo, el autor nos permite establecer una relación entre la longitud mínima de roscado de los tornillos y su diámetro, en todos los casos se ha establecido una proporción de 0.6, este resultado no es ideal, pero tampoco nos lleva a un rechazo del uso de estos

tornillos ya que no superan el 1, lo cual nos llevaría a rechazar la métrica establecida por la rotura de filetes.

Podemos ver en esta grafica reflejar el contraste de las fuerzas ejercidas por los diferentes componentes del sistema, siendo el color azul la fuerza ejercida sobre los tornillos, la naranja la fuerza ejercida por el sólido hacia el tornillo y la línea verde discontinua, la debida al par de apriete.

El punto de mayor altura representa la fuerza máxima ejercida sobre el tornillo, y el punto de contacto entre la fuerza externa y la matriz, la fuerza efectiva percibida sobre el sólido.

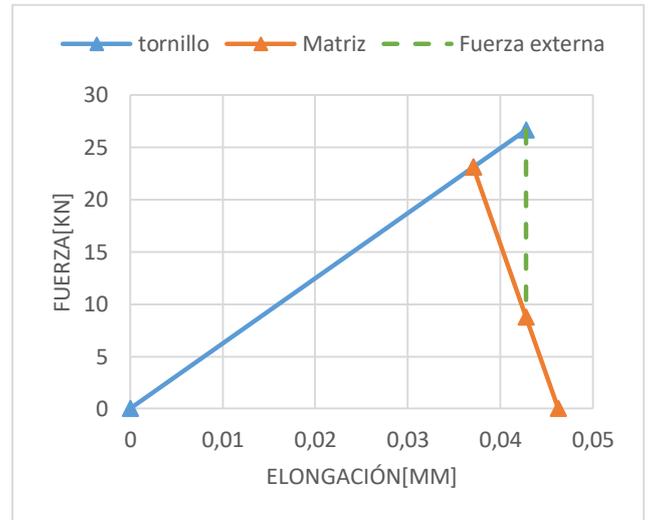


Figura nº 33

Una vez confirmado el uso de estos tornillos y obtenida la fuerza ejercida por estos, pasamos las presiones y fuerzas considerados al programa, donde se ejecutará el estudio:

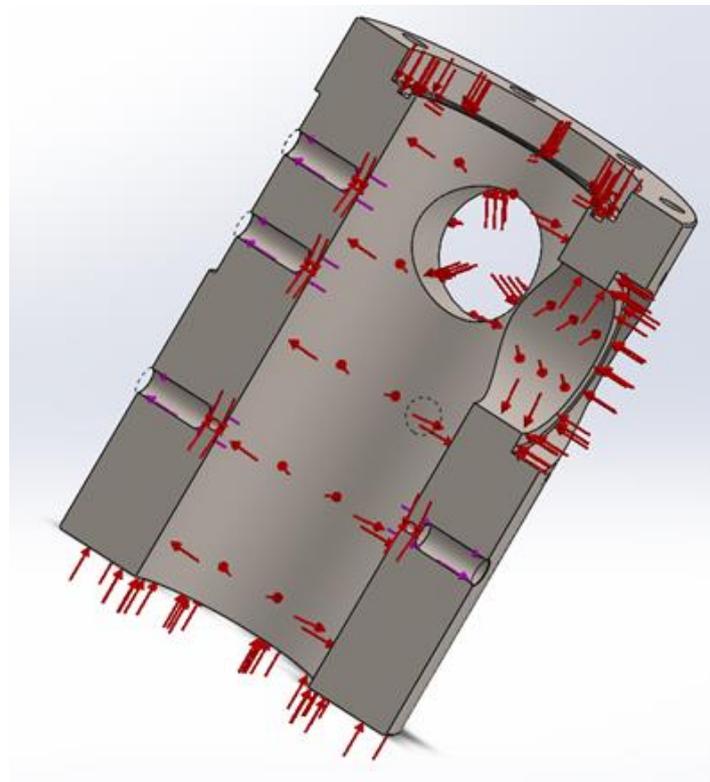


Figura nº 34

Y una vez situadas en la geometría de la pieza el compendio de fuerzas y presiones a tener en cuenta tal y como vemos en la imagen. Estableceremos como material inicial AISI 316 acero inoxidable con el que se llevará a cabo un primer estudio con un mallado de precisión, para que nos aporte resultados representativos al comportamiento de la maqueta. Y obtenemos estos resultados:

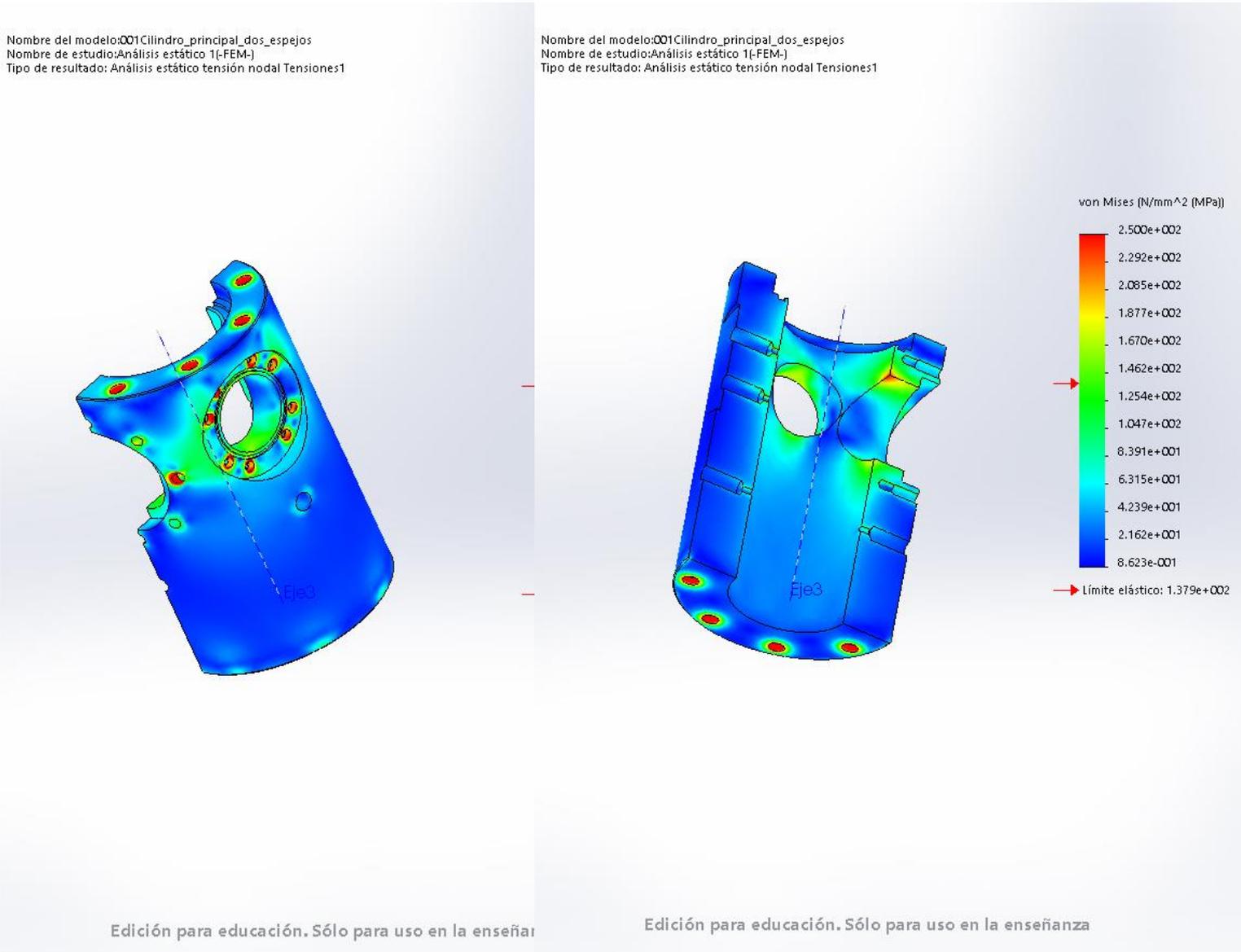


Figura nº 35

A partir de estos primeros resultados podemos deducir que en las zonas rojas del orificio donde se introduce el sensor hallamos un foco de tensiones, que puede resultar en un fallo debido a la posición de los tornillos que aprietan dicha cara.

El procedimiento a seguir en nuestro caso, será una rotación de los taladros en la tapa del sensor, de manera que no quede ningún taladro cercano a superficie de la tapa superior.

Aplicando estas consideraciones obtenemos un resultado claramente mejorado, tras ejecutar de nuevo el mismo calculo por elementos finitos:

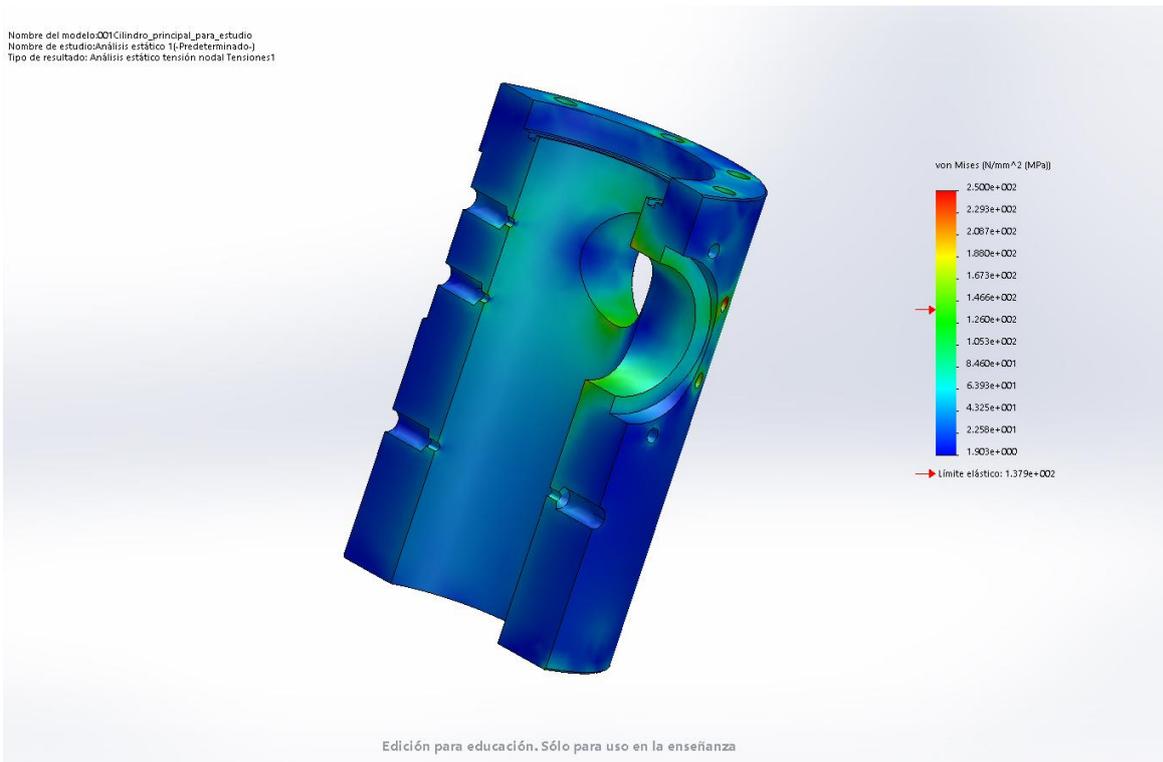


Figura nº 36

Nombre del modelo:001 Cilindro_principal_para_estudio
Nombre de estudio:Análisis estático 1L (Predeterminado)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal (Tensiones1)

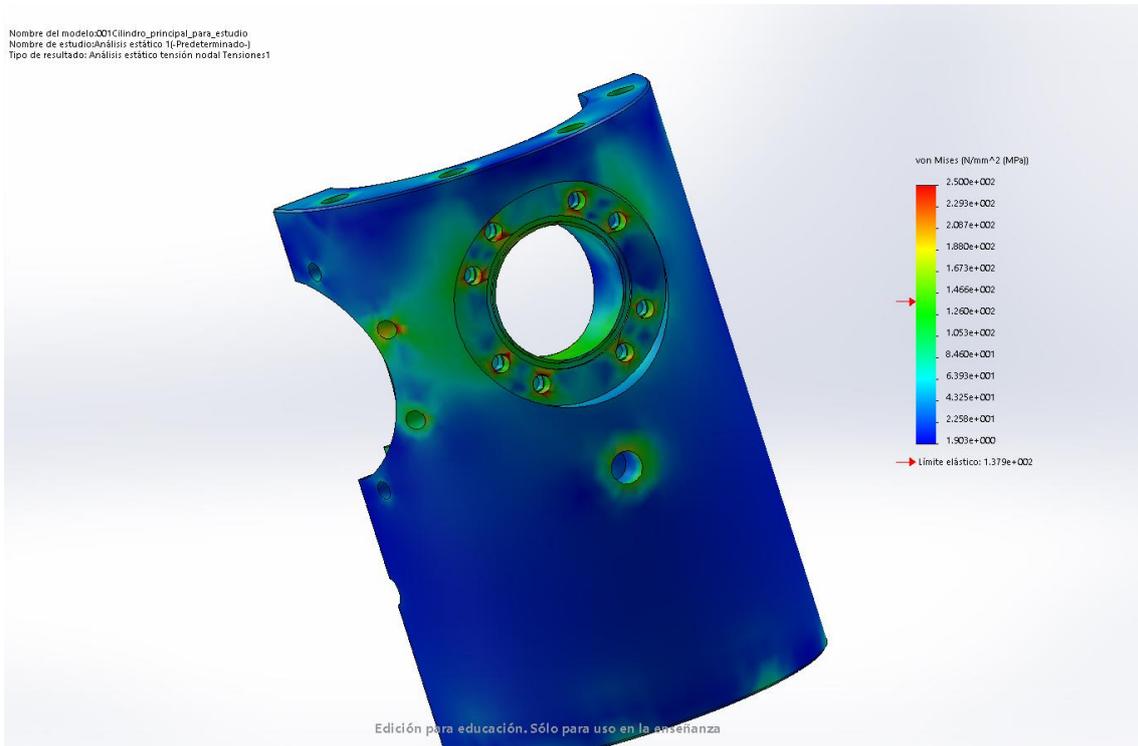


Figura n° 37

Podemos comprobar que la rotación de los taladros laterales en el cilindro ha reducido por completo (prácticamente) el fallo por tensión en el canto anteriormente representado en rojo.

Aun así, como se observa en las imágenes aparecen pequeños puntos donde se alcanzan presiones altas, estos resultados no son representativos de manera práctica y experimental, ya que al ser una geometría compleja es lógico que a nivel teórico haya pequeños puntos críticos, que no nos permitan aceptar con absoluta certeza este diseño con un factor de seguridad muy elevado (superior a 2).

Por eso, se debe considerar el uso de otro material como alternativa. Considerando las mismas condiciones de diseño y fuerzas como en el caso rectificado, obtenemos los siguientes resultados haciendo uso del material AISI Duplex 2205. Ya que, al aumentar su límite elástico, así como su resistencia, obtendremos un resultado más fidedigno a la hora de asegurar su funcionamiento y estabilidad.

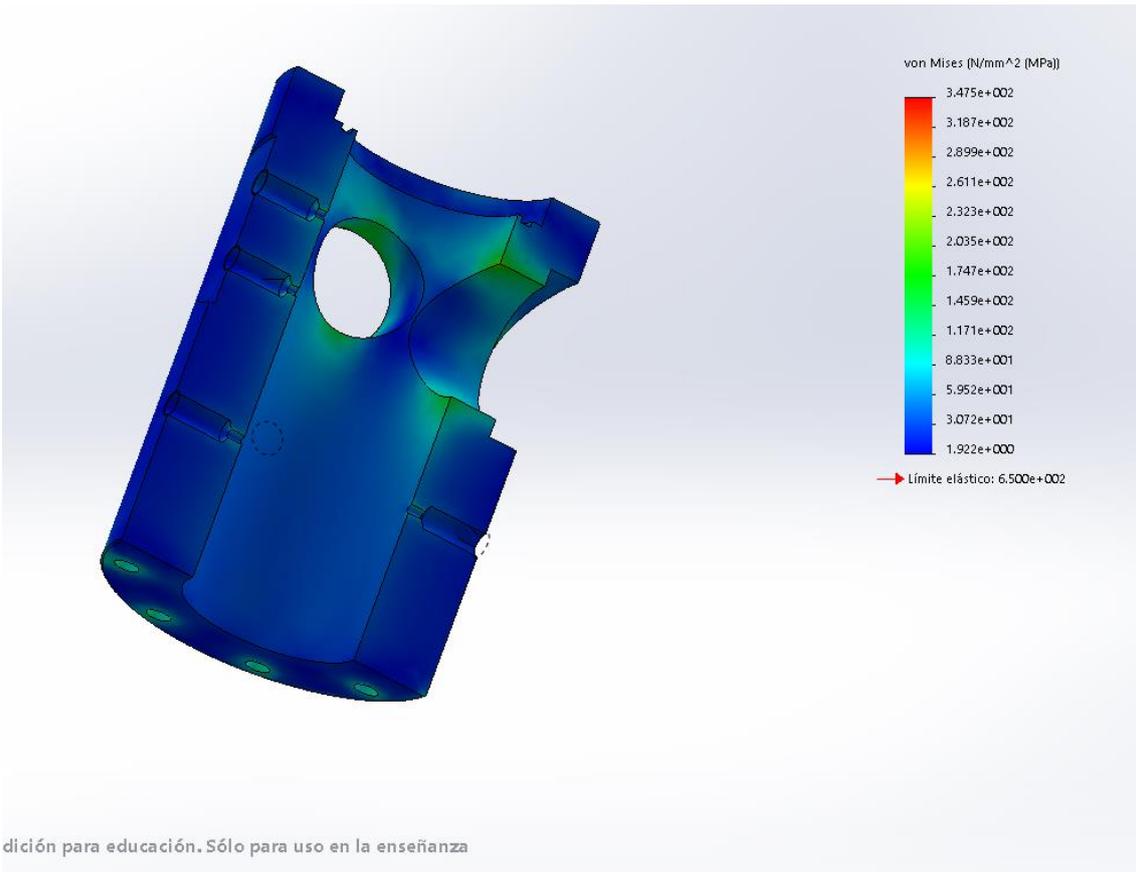


Figura n° 38

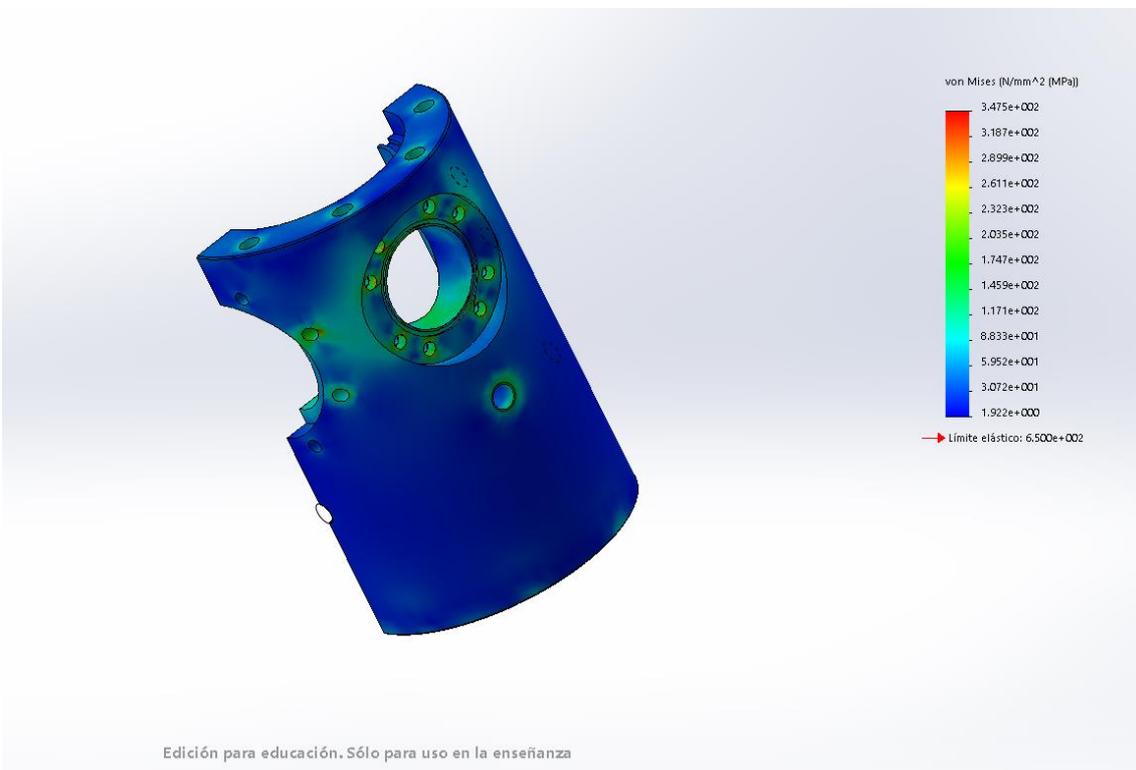


Figura n° 39

A la vista de los resultados, podemos afirmar que el factor de seguridad aumenta considerablemente al emplear un material más exigente que el acero considerado inicialmente.

5.2 Conjunto ventana

La otra zona crítica era la ventana, cuyo rediseño, no sólo se debía tener en cuenta para la simetría del cilindro como hemos visto anteriormente. Sino que el vaso portacrystal y los espesores contemplados en el diseño, fueran capaces de soportar el conjunto de esfuerzos a los que se sometería la maqueta.

En este caso, no se llevará a cabo un estudio de todos los elementos que componen dicho conjunto, sino que estableceremos el conjunto con un mallado, y llevaremos a cabo otro estudio por elementos finitos.

Al tratarse de una ventana, debemos tener en cuenta, que el elemento translucido posee características diferentes a las de los elementos metálicos que componen la ventana. Por lo tanto el criterio de fallo no vendrá dado por Von Misses, sino por uno que tenga en cuenta tanto el esfuerzo cortante como la tensión normal. Ya que al tratarse de un material quebradizo (sílice fundido), este método nos permite obtener un resultado preciso del factor de seguridad en el mallado establecido sobre el elemento cristalino.

En este caso consideraremos el material que compone a la estructura soporte como acero AISI 316 Inoxidable, y el cristal como Silice fundido SGJ1 de la biblioteca de SolidWorks.

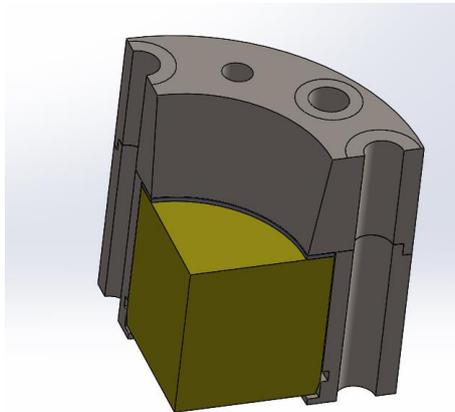


Figura n° 40

Por otro lado, la geometría a tener en cuenta será la de un cuarto del conjunto, de forma que el proceso de cálculos se simplifique considerablemente, y siendo una geometría en forma de matriz los cálculos sobre la sección llevada a cabo serán representativos. Y las presiones y fuerzas consideradas serán las obtenidas por los tornillos en caso anterior. De forma que el esquema de las fuerzas aplicadas sobre el conjunto es algo similar a esto:

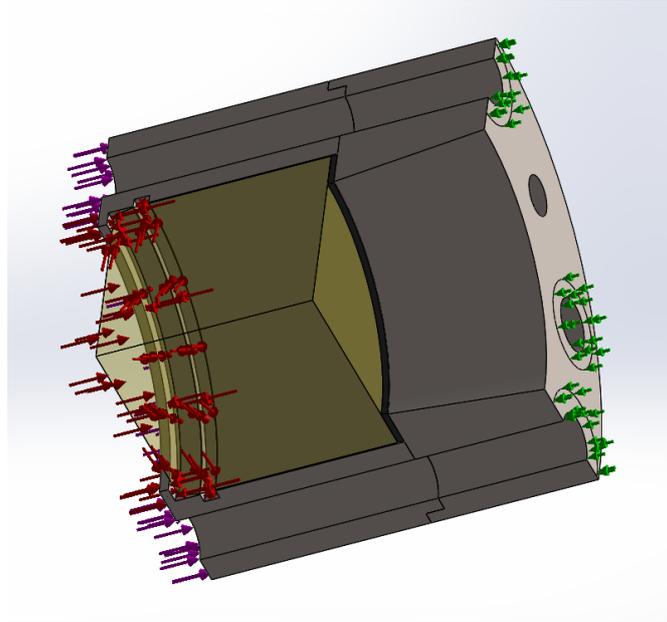


Figura n° 41

En este diagrama, se ha supuesto como superficie fija el área cubierta por la cabeza de los tornillos en la cara exterior, y las presiones que provienen de la cámara principal de la maqueta llegan hasta la ranura donde se aloja la junta tórica, tal y como en el primer caso. Obteniendo de esta manera los siguientes resultados para el análisis de Von Misses en el conjunto:

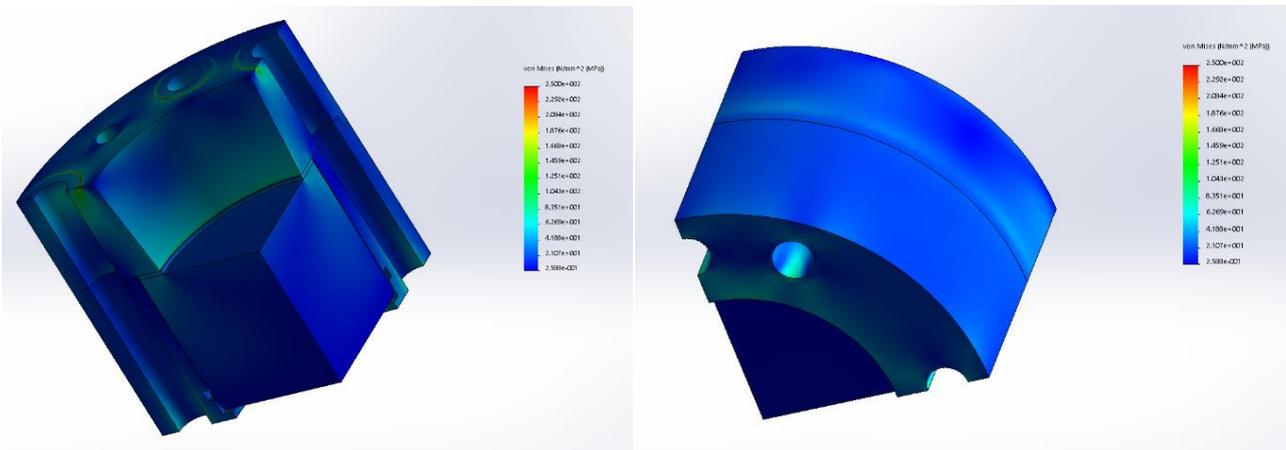
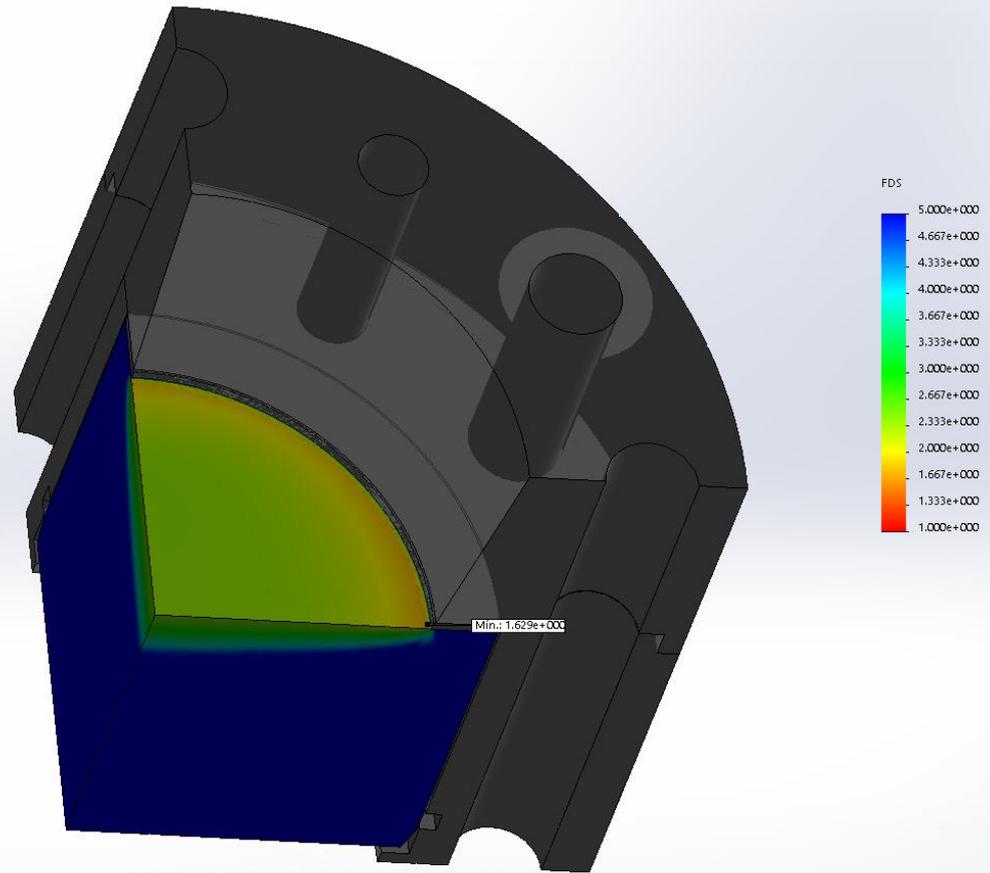


Figura n° 42

Como se puede apreciar a simple vista, la resistencia de la ventana está garantizada, ya que se ha mantenido una tensión máxima distante del limite del material. Siendo un resultado poco representativo del esfuerzo ejercido en el cristal del conjunto, ya que tiene otro tipo de comportamiento cuando es sometido a presiones. Por tanto, se llevará a cabo el análisis del factor de seguridad, según el criterio de Mohr-Coulomb:

Nombre del modelo: Q30Ensamblajeportacristal
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Tensión de Mohr-Coulomb
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 1.6



Edición para educación. Sólo para uso en la enseñanza

Figura n° 43

En el diagrama obtenido, podemos ver como el cristal cumple las condiciones de uso, pero en su cara exterior a se comprueba que el canto de la tapa soporte del vaso portacristal, reduce el factor de seguridad progresivamente hasta una fina superficie de valor 1,6. Por tanto podemos considerar que el cristal soportará los ensayos que se llevarán a cabo en la maqueta.

6. Resultados y conclusiones

En este apartado final se analizarán los resultados obtenidos demostrando la viabilidad del modelo, con sus respectivas singularidades.

En primer lugar, se ha considerado el rediseño de una maqueta para llevar a cabo medidas del flujo de cantidad de movimiento sobre ciertos combustibles. Este estudio se puede llevar a cabo debido a la consideración del combustible eyectado como fluido y la ley de la conservación de cantidad de movimiento de estos, con la intención de obtener las características del área y velocidad efectivas del chorro del combustible.

De esta manera los elementos comerciales que componen el sistema son el sensor piezoeléctrico y el inyector del tipo de combustible que se pretenda estudiar. Basándonos en las posibles posiciones en las que se puedan situar dichos elementos, inclinado, colineal y tangente. Se lleva a cabo el diseño de una cabina presurizada donde exista compatibilidad e intercambiabilidad de dichos componentes, para lograr abarcar el mayor número de tipos de estudios posible.

Una vez comprobada dicha concordancia ente los componentes del modelo, se decide llevar a cabo un estudio de elementos finitos, debido a que el cuerpo estará sometido a presión en su cámara principal. El estudio se llevará a cabo en los dos elementos críticos del sistema, cilindro principal y ventana; considerando viable el resto ya que se mantiene la misma proporción en el diseño.

Los resultados obtenidos tras un ajuste en la geometría de una de las tapas atornilladas y en el par de apriete de los tornillos, muestran la posibilidad de emplear los dos materiales considerados en el apartado 3.1. así como la posibilidad en ambos casos de emplear el grosor y geometría estimada en su diseño inicial para el cristal de la ventana.

Podemos tomar como conclusión final, que el caso de fallo de la maqueta es muy poco probable, se debería de hacer un uso intencionadamente destructivo de esta para que se produjera un defecto sobre la maqueta. Y será de gran ayuda para las futuras investigaciones sobre combustibles líquidos que se pretendan llevar a cabo en un futuro.

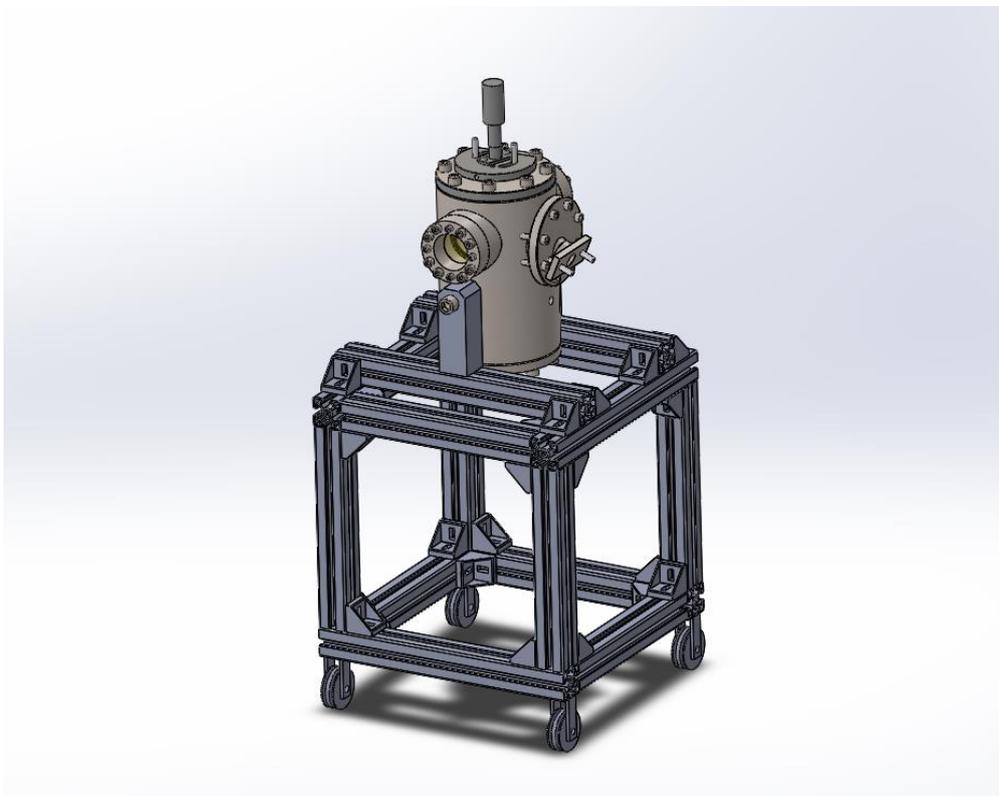


Figura n° 44

7. Bibliografía

Basado en la tesis doctoral: *Desarrollo y aplicación de la medida del flujo de cantidad de movimiento de un chorro diésel* – D. Jaime Gimeno García

- Ámbito teórico:

Extracto de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Inyector_\(motor\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Inyector_(motor))

Extracto de: https://www.ecured.cu/Inyector_de_Combustible

Extracto de: <https://www.ro-des.com/mecanica/que-son-los-inyectores/>

- Material:

AISI 316:

Extracto de: <https://nks.com/products/316-stainless-steel/>

AISI Duplex 2205:

Extracto de: <http://www.pennstainless.com/pdfs/PSP-055h-Duplex-2205-SPANISH.pdf>

Juntas tóricas:

Extracto de: <http://www.coestan.com/es/products/view/juntas-de-caucho/fkm-y-ffkm>

Sensor 7301 Kistler:

Extracto de: <https://www.kistler.com/es/productos/componentes/sensores-de-presion/>

- Configuraciones de la maqueta:

Funciones de los diferentes tipos de inyectores en la cámara de combustión:

Extracto de:

http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322015000100003&lng=es&nrm=iso

- Cálculo de fuerzas ejercidas por los tornillos: *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*, 8va Edición - Richard G. Budynas, pg. 412
- Cálculo de dimensión de las juntas tóricas:
ERIK'S O-RING.info - Technical Manual
Trelleborg static catalogue - Sealing Solutions
- Criterios de fallo a tener en cuenta:

Extracto de: https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADas_de_fallo

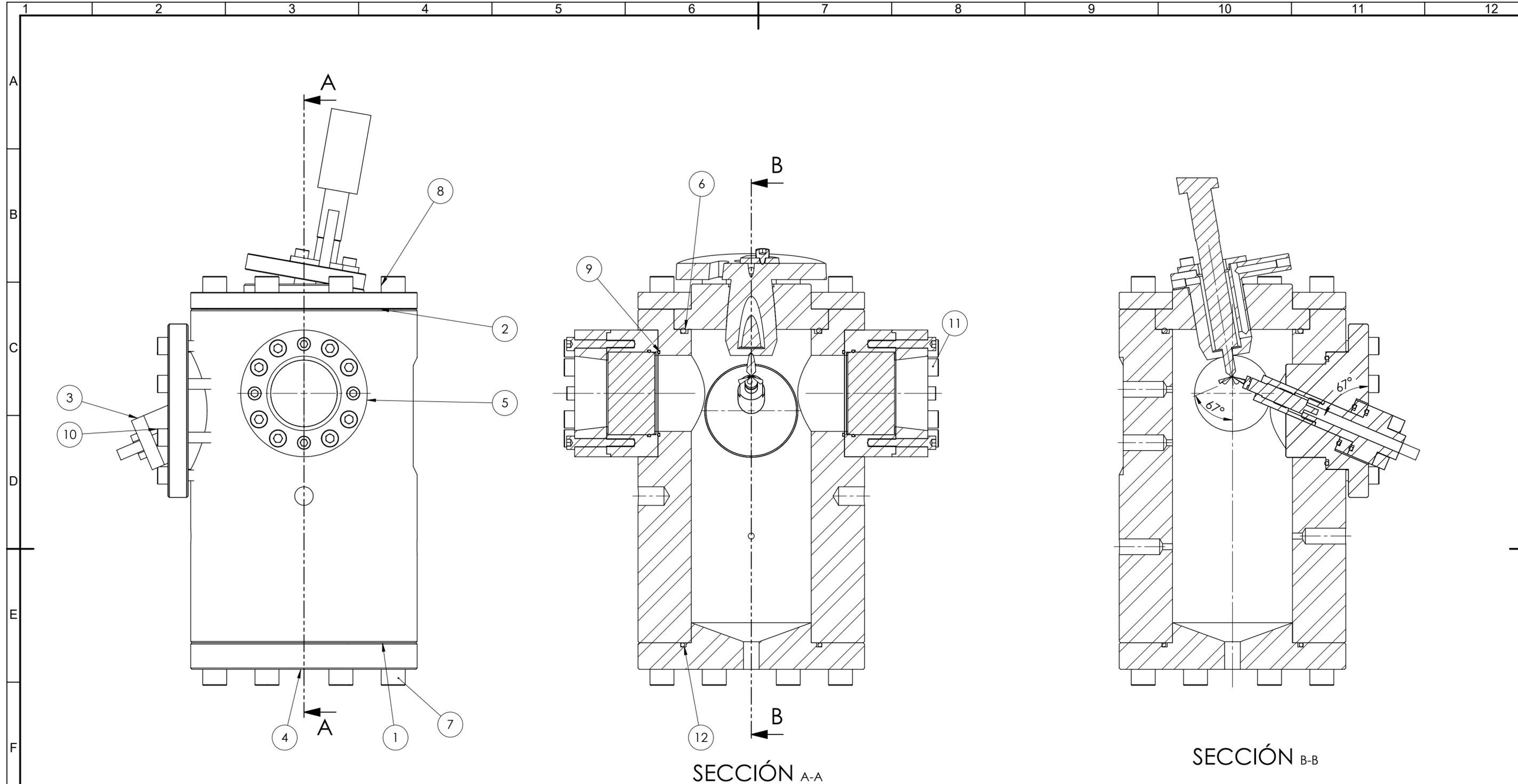
Extracto de: https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_Mohr-Coulomb

Extracto de: *Modification of the Coulomb-Mohr Theory of Fracture*. Journal of Applied Mechanics, 1961, p. 259. - PAUL B. A

Índice de figuras

1. *Fotografía vista de perfil cámara de combustión*
2. *Fotografía isométrica de la maqueta obsoleta*
3. *Imagen inyector teórico*
4. *Esquema interior de resortes en inyector mecánico*
5. *Posicionamiento de inyector mecánico en motor*
6. *Esquema inyector de solenoide*
7. *Imagen sección inyector piezoeléctrico*
8. *Diagrama inyector piezoeléctrico*
9. *Imagen inyector hidráulico de espiga*
10. *Representación cantidad de movimiento en un fluido laminar*
11. *Esquema del caso de cavitación en la tobera del inyector*
12. *Esquema de la maqueta*
13. *Imagen detalle impacto de chorro contra la diana*
14. *Gráfica de datos obtenidos en anteriores ensayos*
15. *Imagen de tubos de acero inoxidable*
16. *Foto inyector DV6C*
17. *Imagen extraída de catalogo Kistler*
18. *Isométrica cilindro principal*
19. *Sección del conjunto que conforma la ventana*
20. *Sección conjunto inyector perpendicular*
21. *Sección conjunto inyector inclinado 67°*
22. *Sección conjunto tapa con sensor*
23. *Sección conjunto tapa sellada*
24. *Isométrica tapa inferior evacuador*
25. *Isométrica tapa inferior portasensor*
26. *Conjunto caso tangencial*
27. *Pistón motor diésel*
28. *Conjunto caso inyector inclinado*
29. *Diagrama obtenido de revistas bolivianas sobre el torbellino en la cámara de combustión*
30. *Conjunto caso monorificio axial*
31. *Esquema de combustión indirecta, y torbellino generado*
32. *Formulario obtenido del Libro de Richard G. Budynas*
33. *Diagrama de fuerza-deformación ejercida por los tornillos en las tapas superior e inferior.*
34. *Representación de fuerzas que actúan en los diferentes puntos del cilindro*
35. *Primeros resultados obtenidos, basados en el diseño inicial*
36. *Primera vista de los resultados obtenidos tras modificación del diseño*
37. *Segunda vista de los resultados obtenidos tras modificación del diseño*
38. *Primera vista de los resultados obtenidos tras modificación del material*
39. *Segunda vista de los resultados obtenidos tras modificación del material*
40. *Corte llevado a cabo en la figura de la ventana para simplificar cálculos*
41. *Representación de fuerzas en los diferentes puntos de la ventana*
42. *Resultados obtenidos a partir del estudio de von Misses*
43. *Resultados obtenidos a partir del estudio de Mohr-Coulomb*
44. *Resultado final de la maqueta montada sobre su estructura prefabricada*

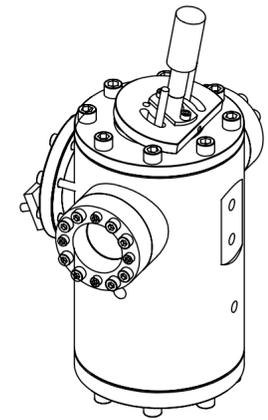
DOCUMENTO II: PLANOS



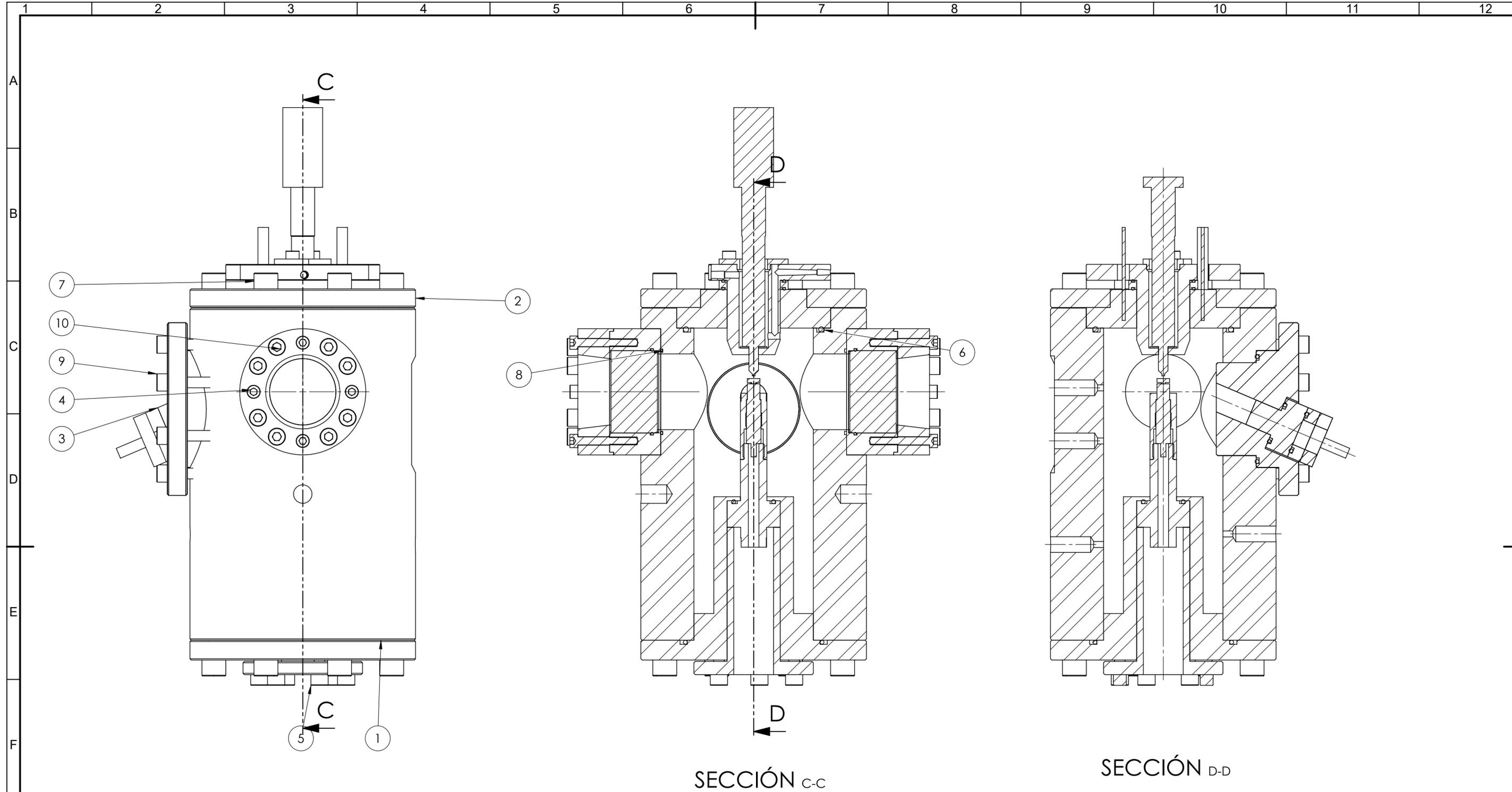
SECCIÓN A-A

SECCIÓN B-B

N.º	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO [gr]	CANTIDAD EN ENSAMBLAJE
1	CdM-001	Cilindro principal	Acero Inox. AISI 316	27648.76	1
2	CdM - 010	Conjunto intector inclinado		4.54	1
3	CdM-020A	Conjunto Sensor		3610.04	2
4	CdM-002	Tapa inferior caso tangencial	Acero Inox. AISI 316	3880.43	1
5	CdM - 030	Conjunto ventana		2.17	2
6	CdM - 054	Junta tórica Dint 95 ancho 4	Grafito	4.03	1
7	T-M12	Tornillos superiores de diametro M12			8
8	T-M12	Tornillos inferiores de diametro M12			8
9	CdM - 057	Junta tórica Dint 62 ancho 2.5	Grafito	0.61	2
10	T-M8	Tornillos de diametro M8 para el sensor			8
11	T-M8	Tornillos de diametro M8 en las ventanas			16
12	CdM - 051	Junta torica Dint 100 ancho 3	Grafito	2.29	1

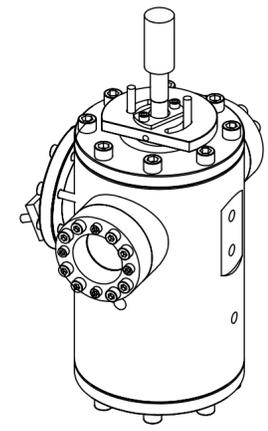


	Tipo de documento: Plano de conjunto	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
	Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Lineal: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	11/06/2019
Linea Inyección		Ensamblaje final inyector inclinado	
A2 Escala: 1:2	Material:	Referencia: CdM-0001	Revisión: Hoja: 1 of 3



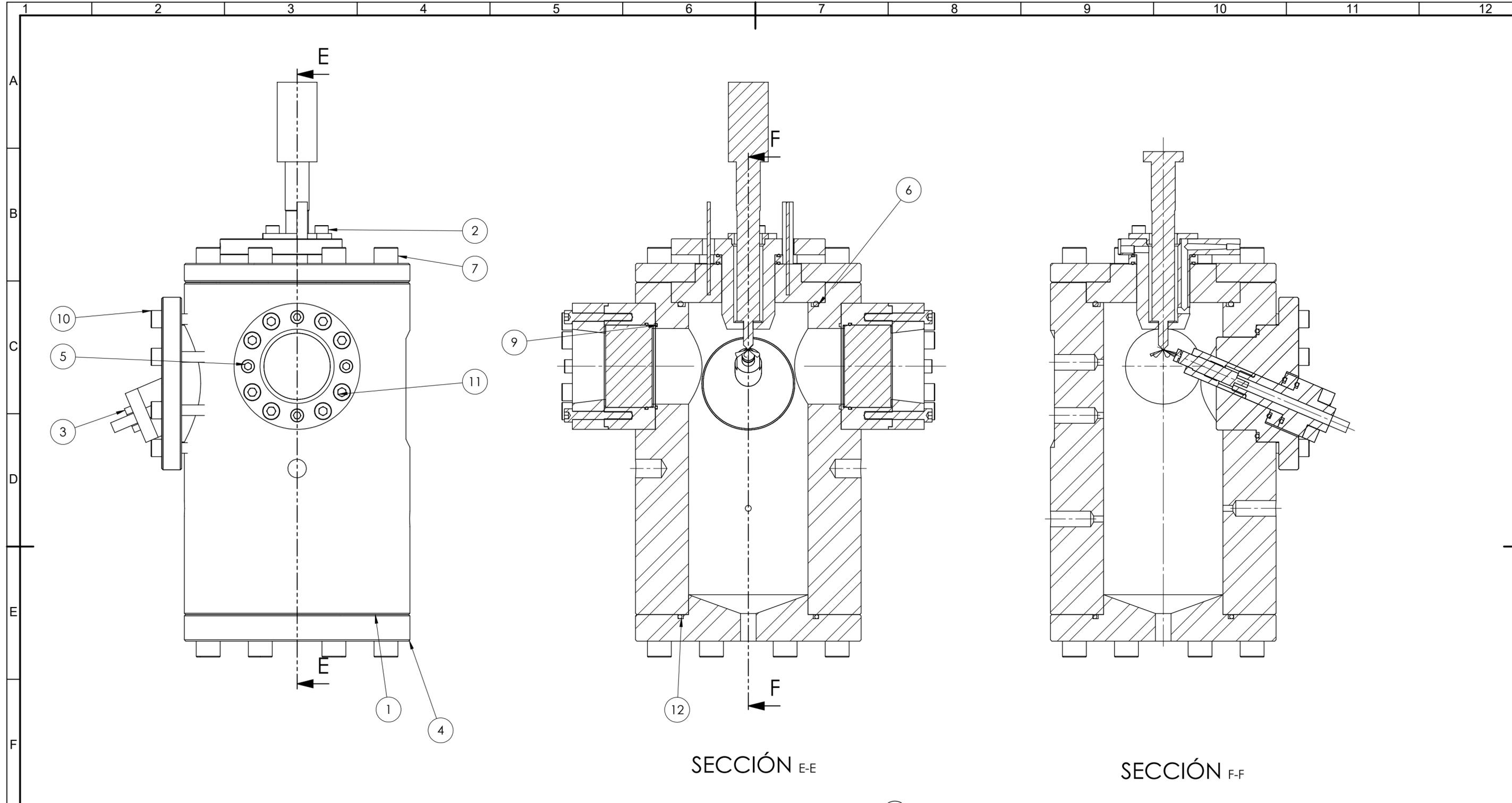
SECCIÓN C-C

SECCIÓN D-D

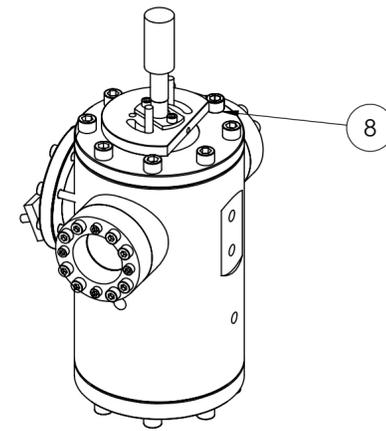


N.º	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO [gr]	perpendicular/CA NTIDAD
1	CdM-001	Cilindro principal	Acero Inox. AISI 316	27648.76	1
2	CdM - 010	Conjunto inyector recto monorificio axial		4.58	1
3	CdM - 020C	Conjunto Sensor tapado		3453.33	2
4	CdM - 030	Conjunto ventana		2.17	2
5	CdM - 040	Conjunto Sensor Perpendicular		5559.24	1
6	CdM - 054	Junta tórica Dint 95 ancho 4	Grafito	4.03	1
7	T-M12	Tornillos de diametro M12			16
8	CdM - 057	Junta tórica Dint 62 ancho 2.5	Grafito	0.61	1
9	T-M8	Tornillos de diametro M8 para el sensor			8
10	T-M8	Tornillos de diametro M8 en las ventanas			16

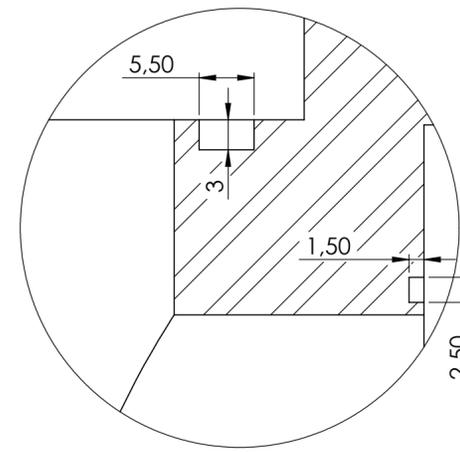
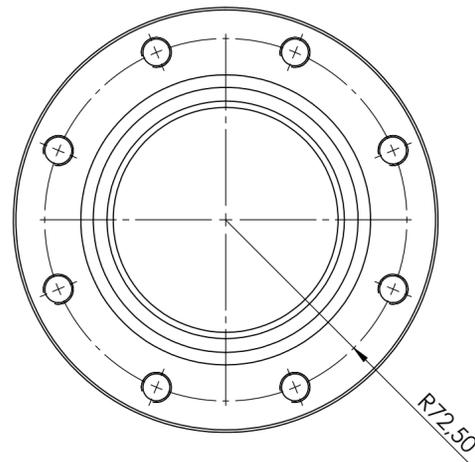
	Tipo de documento: Plano de conjunto	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
	Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Lineal: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	11/06/2019
Linea Inyección A2	Escala: 1:2	Referencia: CdM - 000P	Revisión: Hoja: 2 of 3



N.º	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO [gr]	tangencial/ D CANTIDA
1	CdM-001	Cilindro principal	Acero Inox. AISI 316	27648.76	1
2	CdM-010	Conjunto inyector recto		4.58	1
3	CdM-020A	Conjunto Sensor		3610.04	2
4	CdM-002	Tapa inferior caso tangencial	Acero Inox. AISI 316	3880.43	1
5	CdM - 030	Conjunto ventana		2.17	2
6	CdM - 054	Junta tórica Dint 95 ancho 4	Grafito	4.03	1
7	T-M12	Tornillos de diametro M12			16
9	CdM - 057	Junta tórica Dint 62 ancho 2.5	Grafito	0.61	1
10	T-M8	Tornillos de diametro M8 para el sensor			8
11	T-M8	Tornillos de diametro M8 en las ventanas			16
12	CdM - 051	Junta torica Dint 100 ancho 3	Grafito	2.29	1

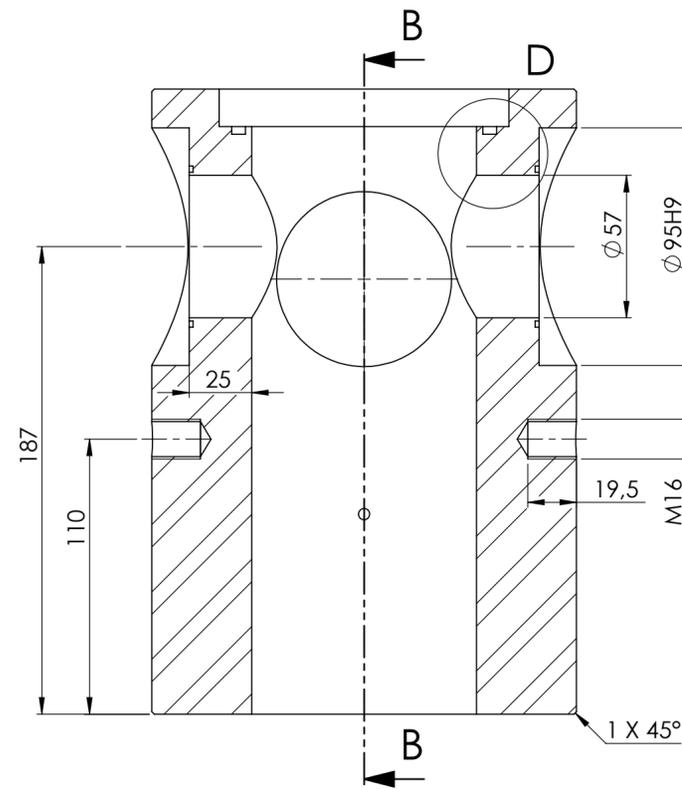
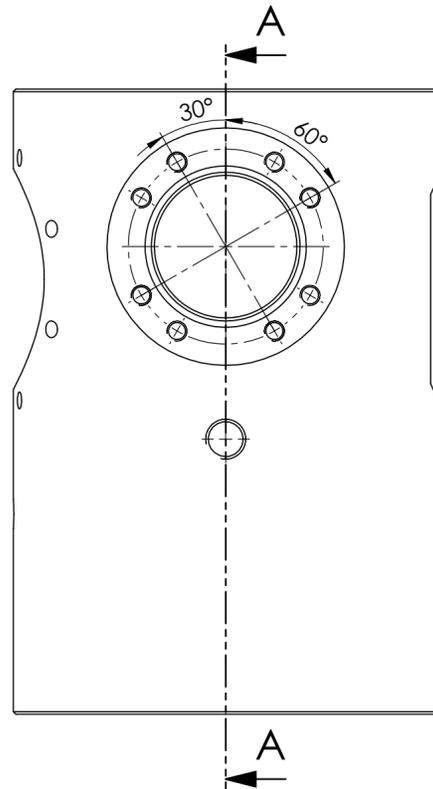
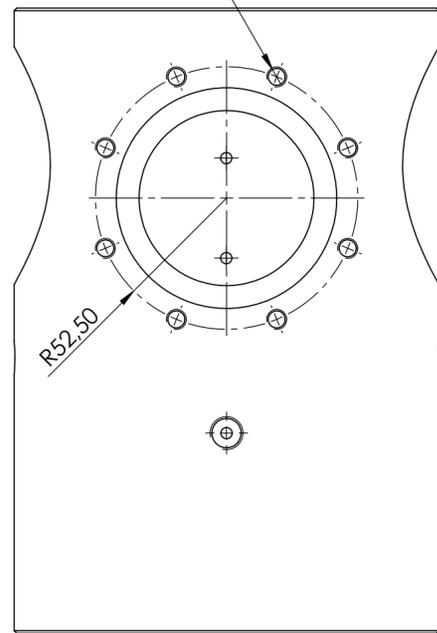


	Tipo de documento: Plano de conjunto	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
	Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Lineal: ±0.2 Angular: ±0.2° Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	11/06/2019
Linea Inyección A2 Escala: 1:2	Acabado: Material:	Referencia: CdM - 000T	Revisión: Hoja: 3 of 3

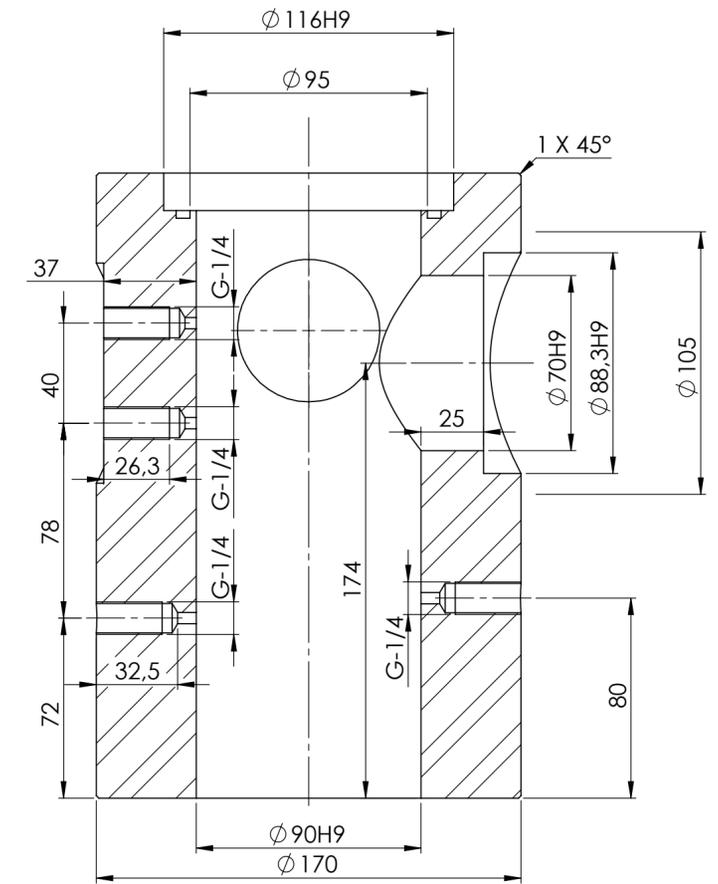


DETALLE D
ESCALA 2 : 1

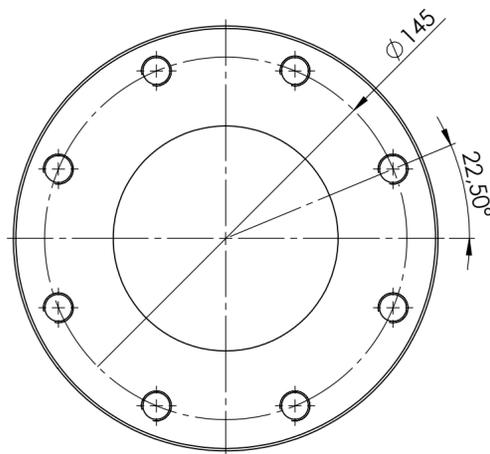
8 x \varnothing 6,80 ∇ 36
M8 - 6H ∇ 26



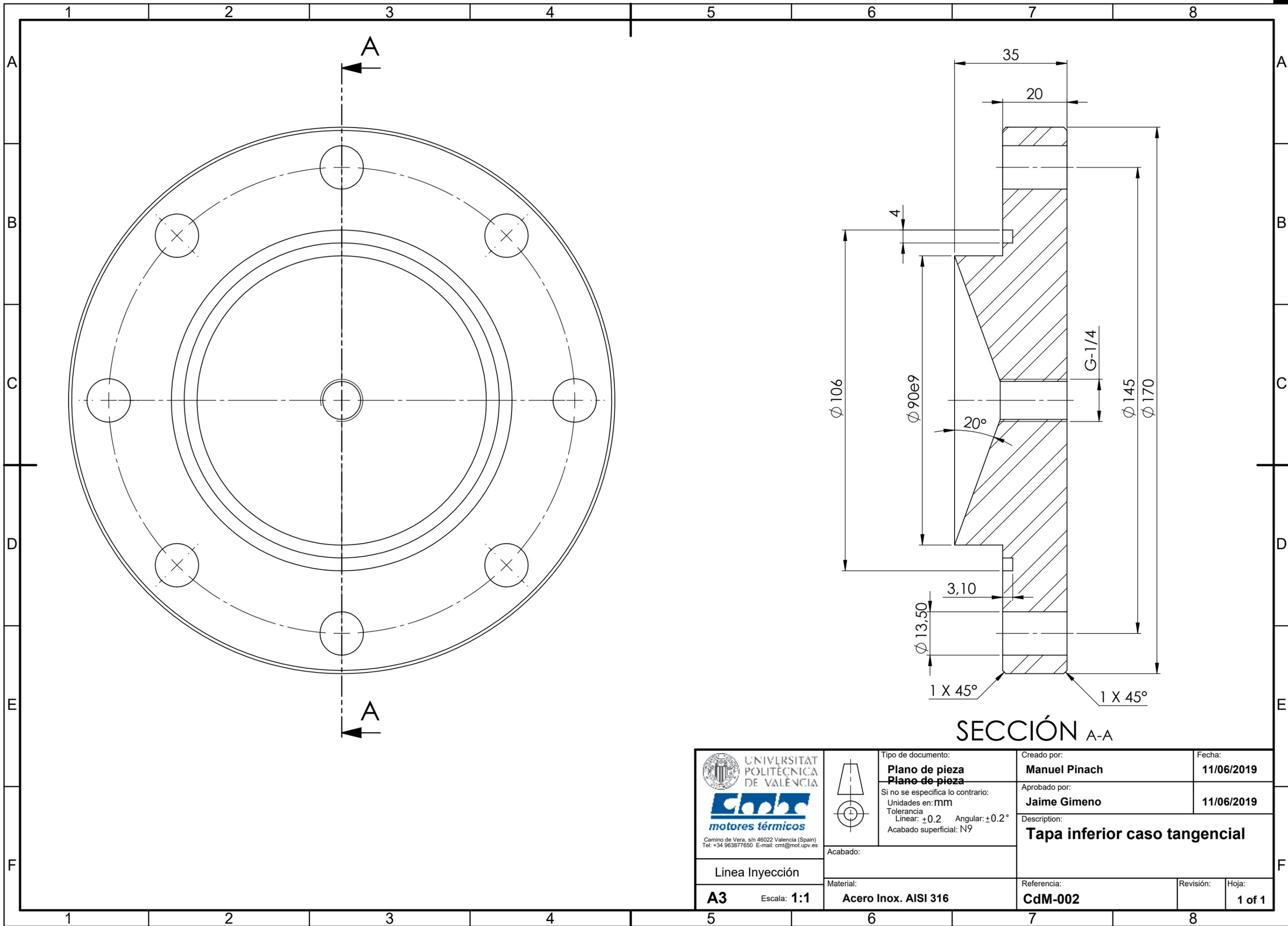
SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B

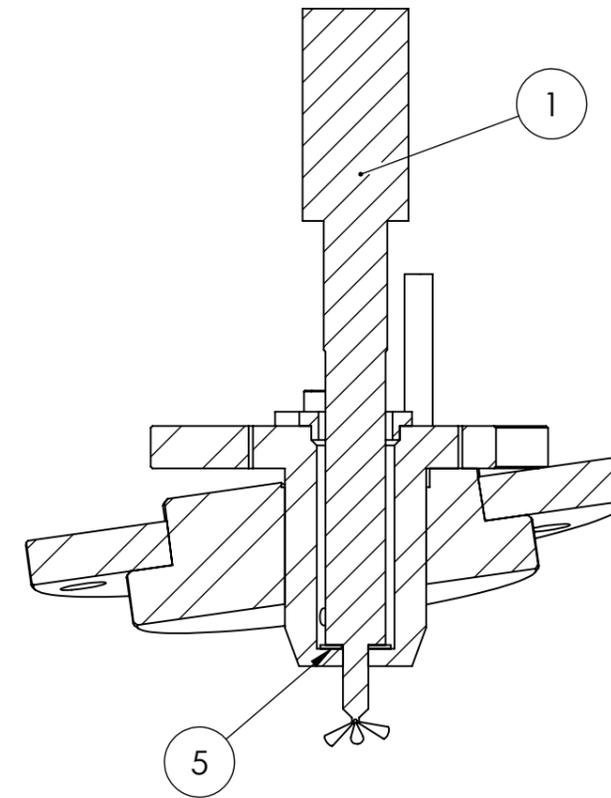
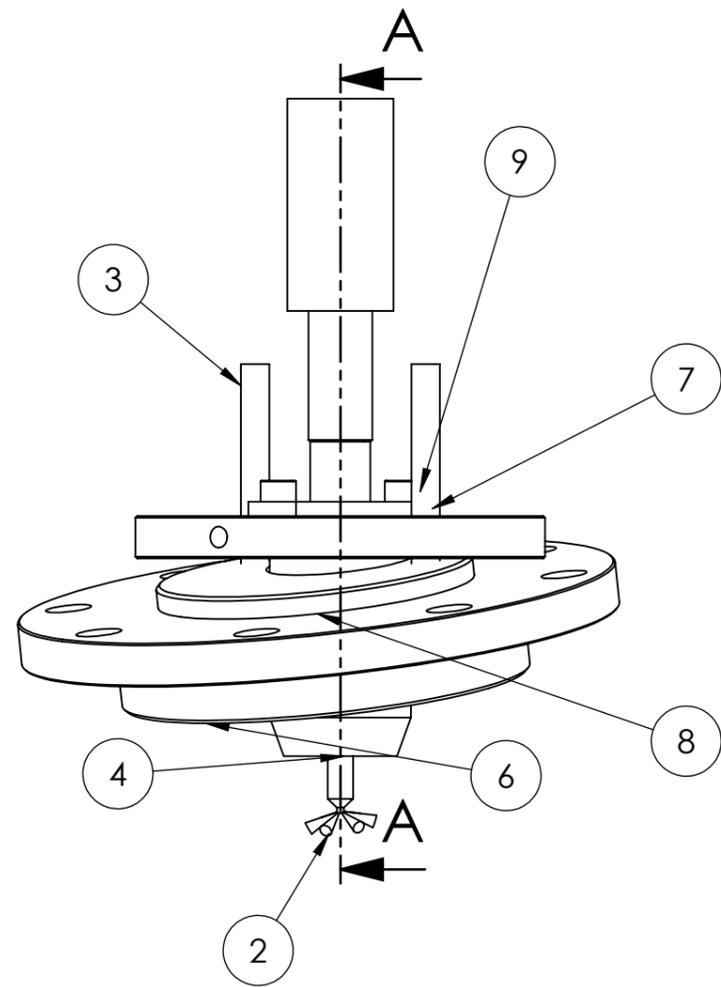


<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CMTB motores térmicos Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</p>	<p>Tipo de documento: Plano de pieza Plano de pieza</p>	<p>Creado por: Manuel Pinach Villar</p>	<p>Fecha: 10/06/2019</p>
	<p>Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Lineal: $\pm 0,2$ Angular: $\pm 0,2^\circ$ Acabado superficial: N9</p>	<p>Aprobado por: Jaime Gimeno García</p>	<p>10/06/2019</p>
<p>Acabado: Linea Inyección</p>	<p>Material: Acero Inox. AISI 316</p>	<p>Referencia: CdM-001</p>	<p>Revisión: Hoja: 1 of 1</p>



SECCIÓN A-A

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  motores térmicos <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>	Tipo de documento: Plano de pieza Plano de pieza Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Creado por: Manuel Pinach Aprobado por: Jaime Gimeno Descripción: Tapa inferior caso tangencial	Fecha: 11/06/2019 11/06/2019
	Acabado: Material: Acero Inox. AISI 316	Referencia: CdM-002 Revisión: Hoja: 1 of 1	
Linea Inyección A3 Escala: 1:1			



SECCIÓN A-A

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	inyector inclinado/CANTIDAD
1	0111inyector_DV6	Muestra ejemplo inyector DV6	Por defecto	1
2	0116 chorros simetricos	Simulacion del chorro	Fuel	1
3	0121Espárrago_tapón_pieza_superior	Esparrago rosca 8mm	Acero Inox. AISI 316	2
4	014portainyector_CdM_refrigerado	Portainyector CdM refrigerado	Acero Inox. AISI 316	1
5	016arandela_inyector	Arandela inyector	AISI316 chapa acero inox.	1
6	013tapainclinada	Tapa soporte inyector inclinado	Acero Inox. AISI 316	1
7	0170reten_portainyector	Reten portainyector 21mm	Acero Inox. AISI 316	1
8	0131tapa_superior para inclinado	Tapa superior para inclinado	Acero Inox. AISI 316	1
9	socket head cap screw_iso	Tornillos de diametro M8		2



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es

Linea Inyección

A3 Escala: 1:2



Acabado:

Material:

Tipo de documento:

Plano de conjunto

Si no se especifica lo contrario:
Unidades en: mm
Tolerancia
Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$
Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

Description:

Conjunto intector inclinado

Fecha:

11/06/2019

11/06/2019

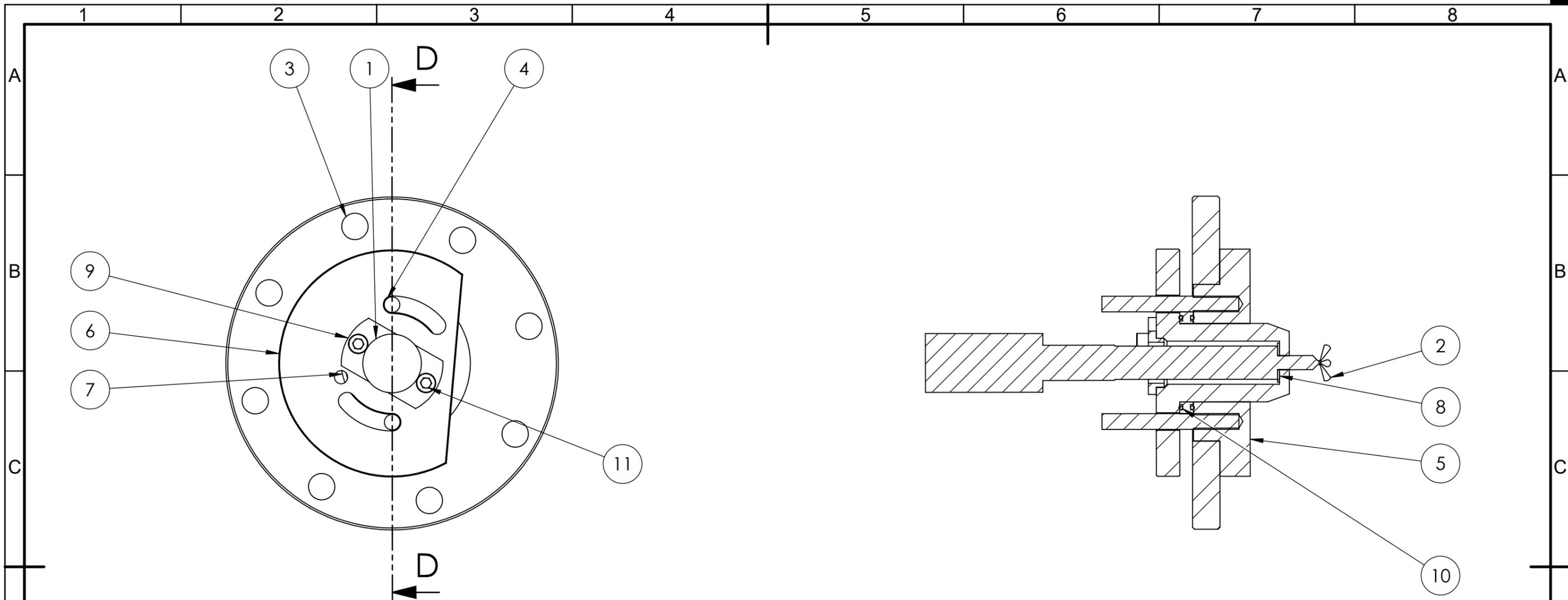
Referencia:

CdM - 010

Revisión:

1 of 2

Hoja:



SECCIÓN D-D

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	011inyector_DV6	Muestra ejemplo inyector DV6	Por defecto	1
2	0116 chorros simetricos	Simulacion del chorro	Fuel	1
3	011tapa_superior	Tapa superior inyector recto	Acero Inox. AISI 316	1
4	0121Espárrago_tapón_pieza_superior	Esparrago rosca 8mm	Acero Inox. AISI 316	2
5	012sujecion_portainyector	Sujeción portainyector	Acero Inox. AISI 316	1
6	014portainyector_CdM_refrigerado	Portainyector CdM refrigerado	Acero Inox. AISI 316	1
7	015anillo_separacion_inyector	Anillo separacion inyector	Acero Inox. AISI 316	1
8	016arandela_inyector	Arandela inyector	AISI316 chapa acero inox.	1
9	0170reten_portainyector	Reten portainyector 21mm	Acero Inox. AISI 316	1
10	055toricalD43W2	Junta tórica Dint 43 ancho 2	Grafito	2
11	socket head cap screw_iso	Tornillos de diametro M8		2

	Tipo de documento: Plano de conjunto	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
	Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Lineal: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	11/06/2019
Acabado: Material:	Description: Conjunto inyector recto		
Linea Inyección A3 Escala: 1:2	Referencia: CdM-010	Revisión:	Hoja: 2 of 2

1

2

3

4

A

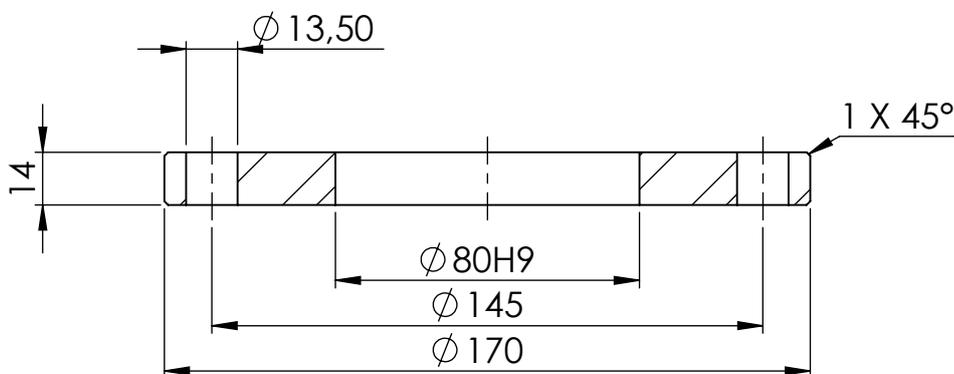
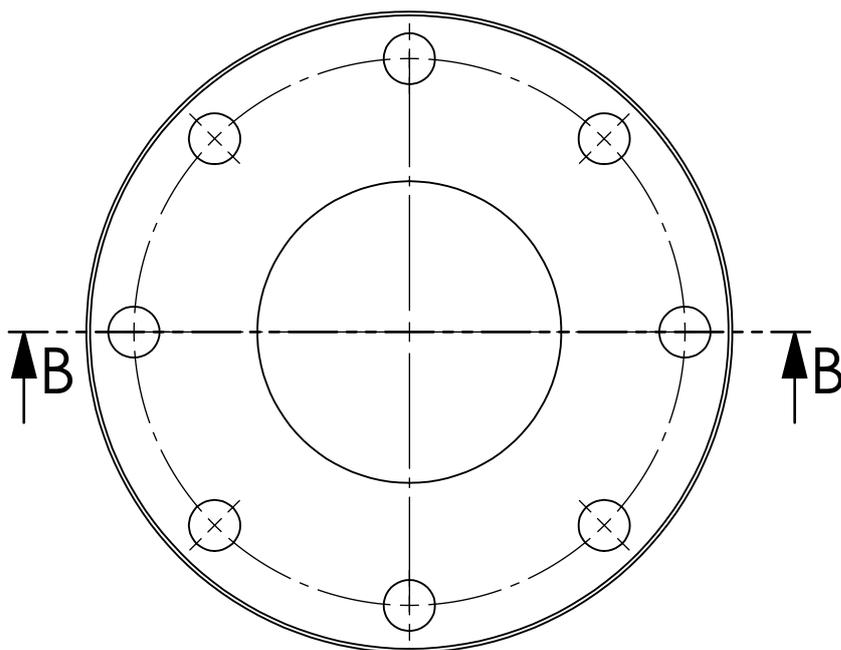
B

C

D

E

F



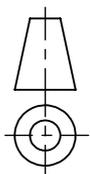
SECCIÓN B-B



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Tipo de documento:

Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:

Unidades en: mm

Tolerancia

Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$

Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Fecha:

11/06/2019

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

11/06/2019

Description:

Tapa superior inyector recto

Acabado:

Linea Inyección

A4

Escala: **1:2**

Material:

Acero Inox. AISI 316

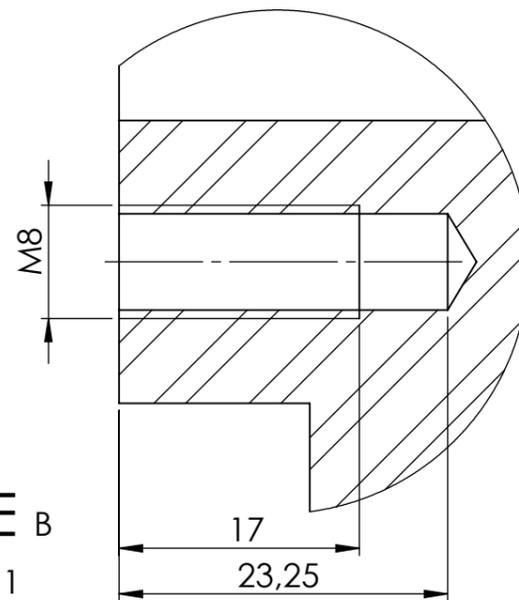
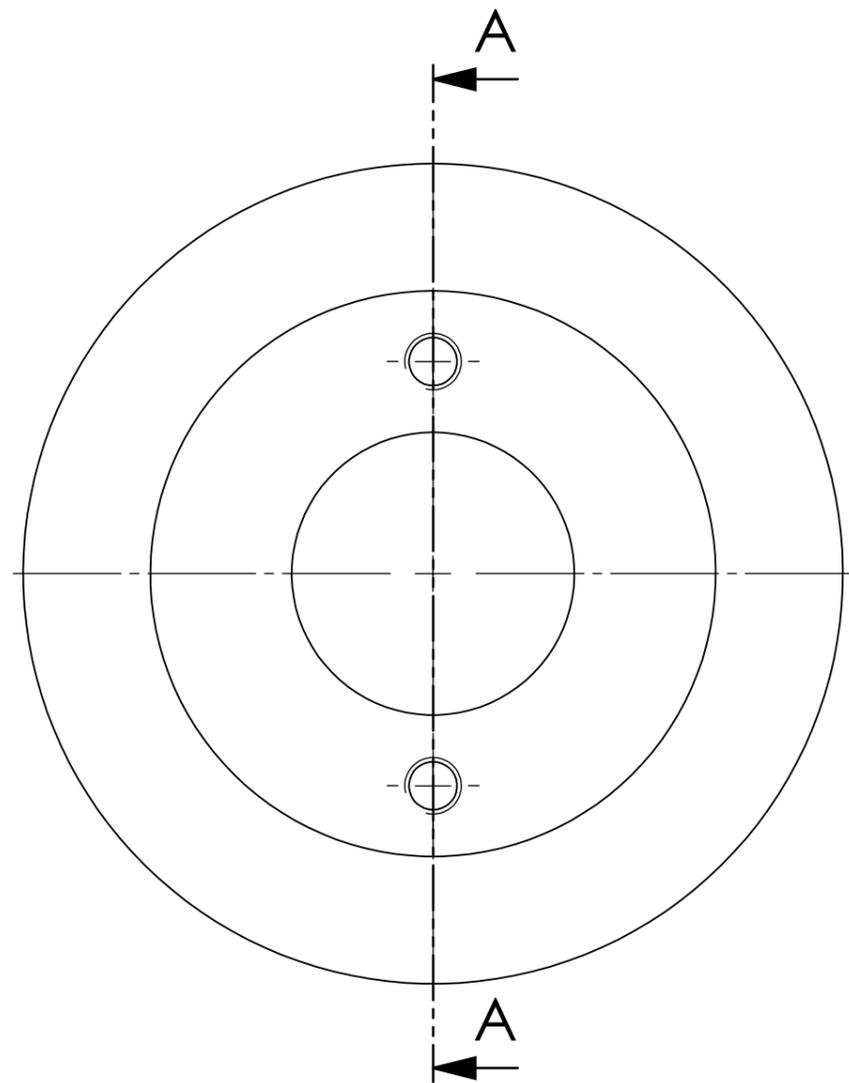
Referencia:

CdM-011

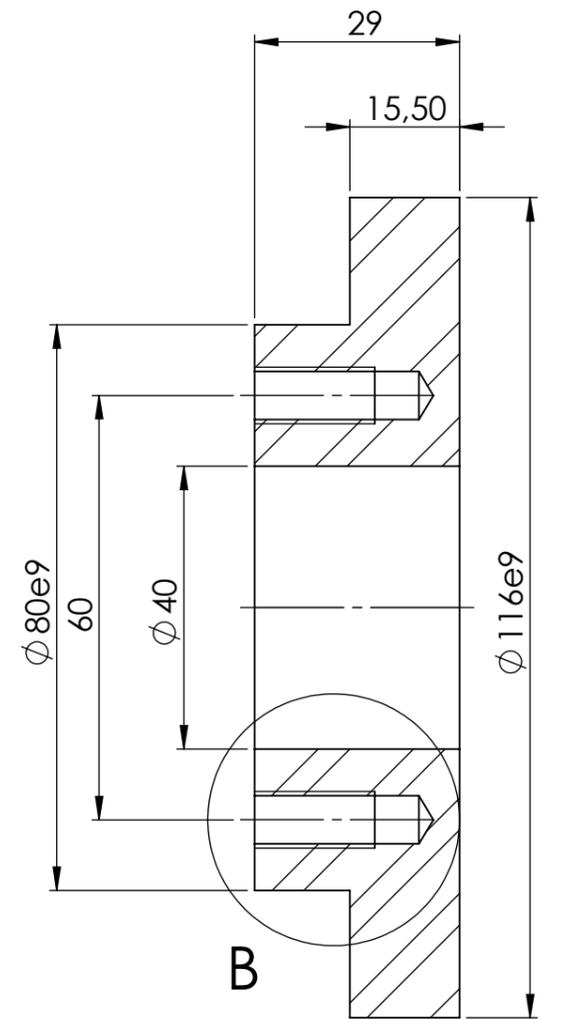
Revisión:

Hoja:

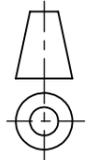
1 of 1

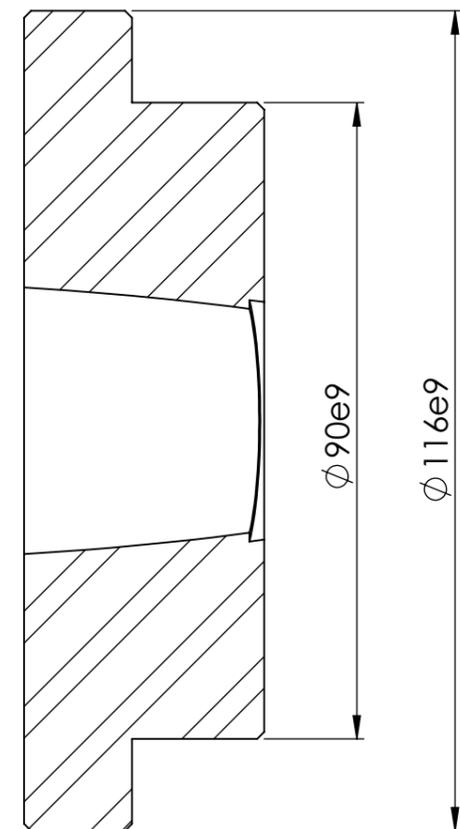
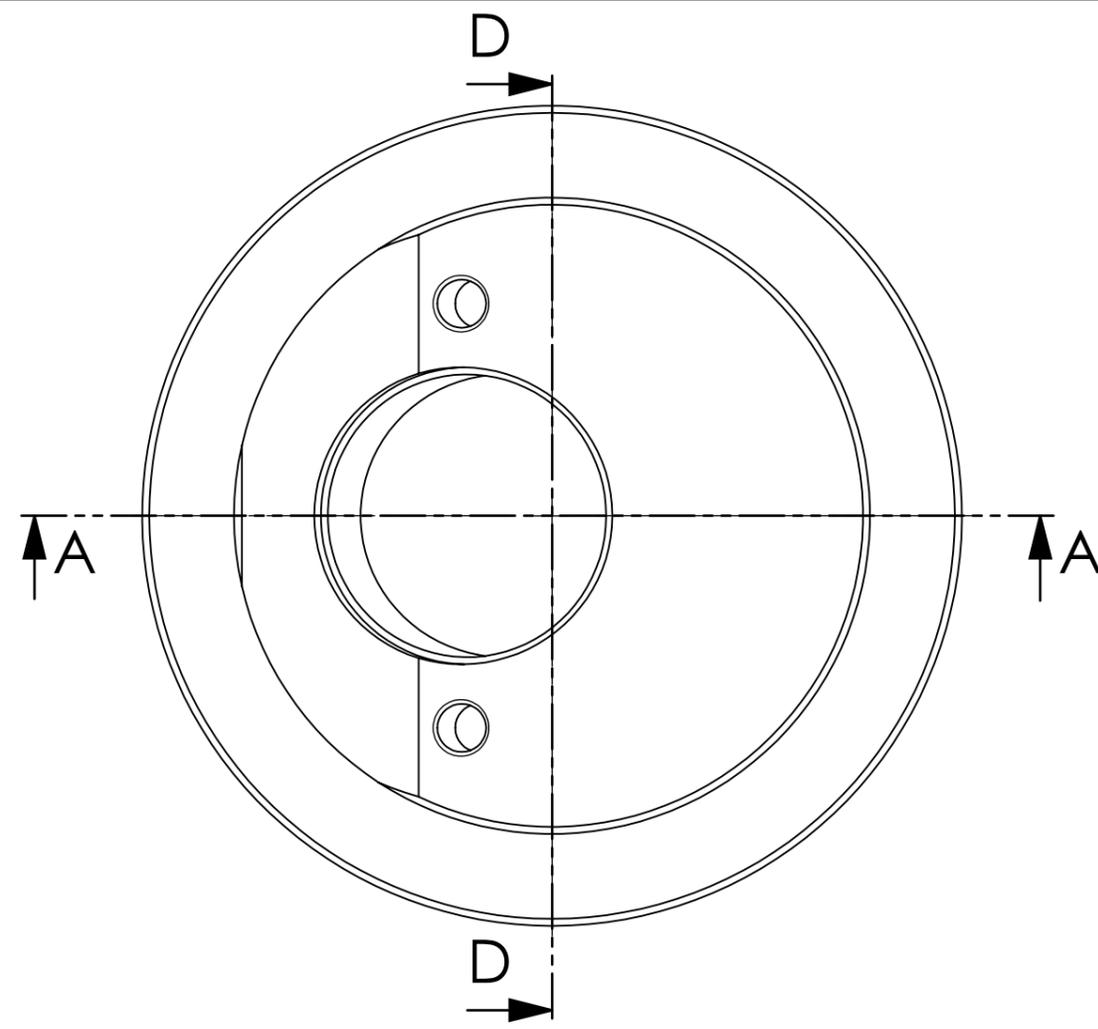


DETALLE B
ESCALA 2 : 1

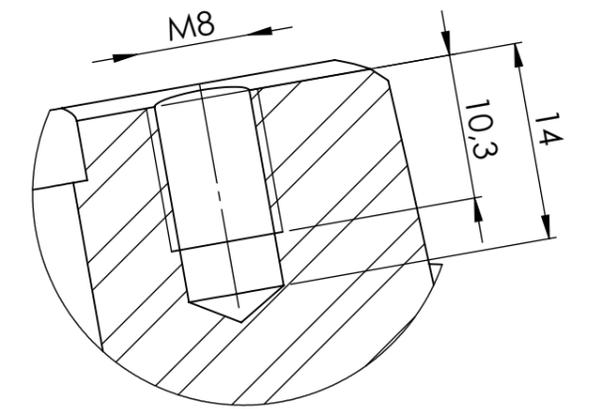


SECCIÓN A-A

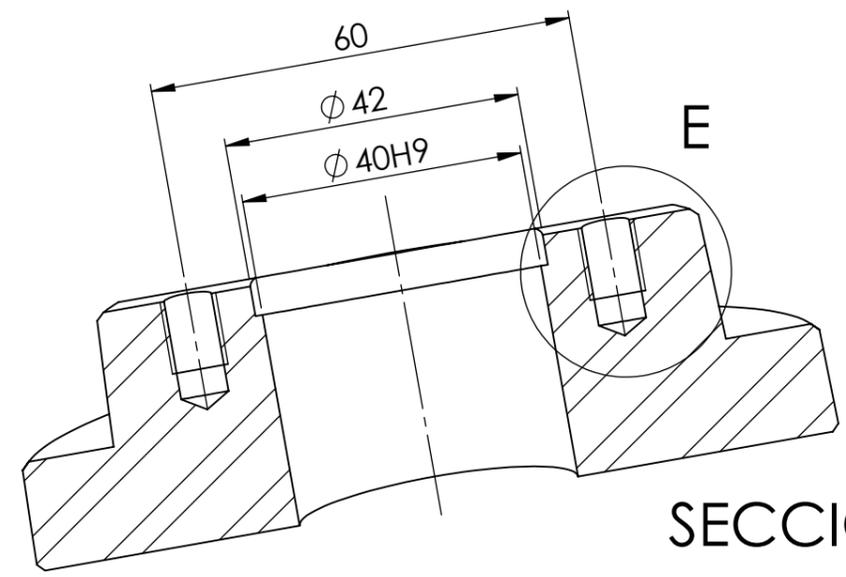
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  motores térmicos <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>		Tipo de documento: Plano de pieza	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
		Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	11/06/2019
Linea Inyección		Descripción: Sujeción portainyector		
A3	Escala: 1:1	Material: Acero Inox. AISI 316	Referencia: CdM-012	Revisión: Hoja: 1 of 1



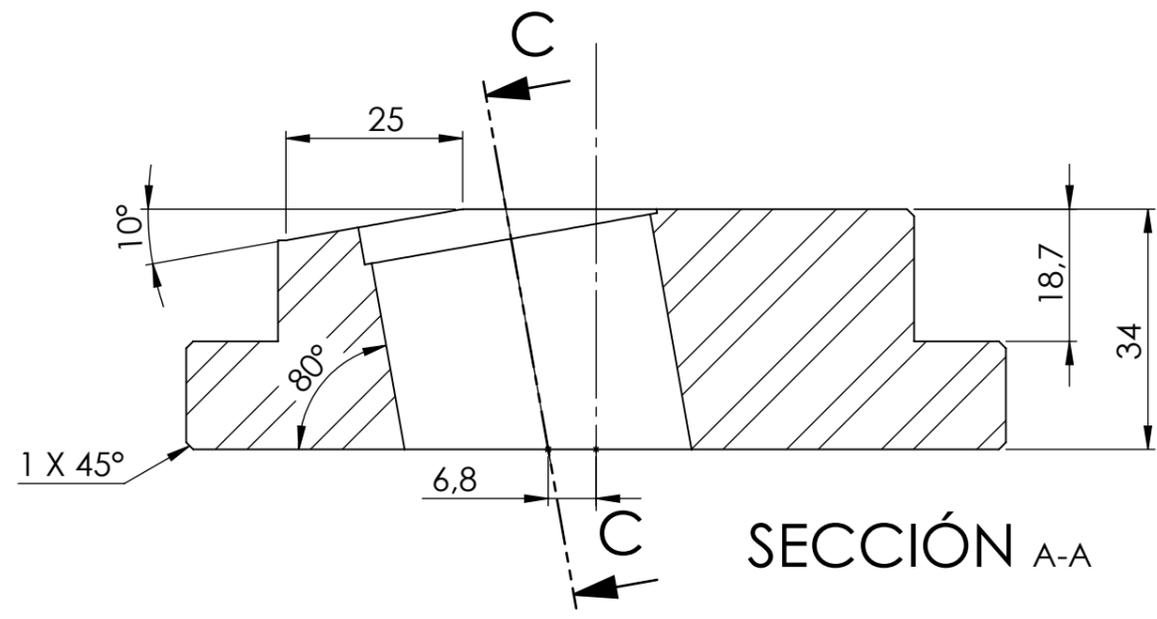
SECCIÓN D-D



DETALLE E
ESCALA 2:1



SECCIÓN C-C



SECCIÓN A-A

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  motores térmicos <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>	Tipo de documento: Plano de pieza	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
	Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Linear: $\pm 0,2$ Angular: $\pm 0,2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	Descripción: Tapa soporte inyector inclinado
Linea Inyección A3	Acabado: Acero Inox. AISI 316	Referencia: CdM-013	Revisión: Hoja: 1 of 1

Escala: 1:1

1

2

3

4

A

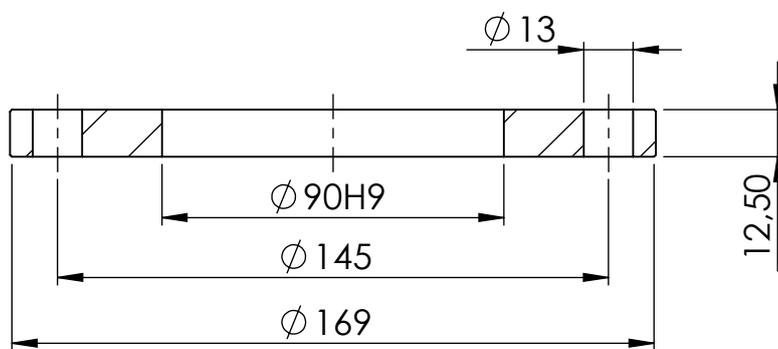
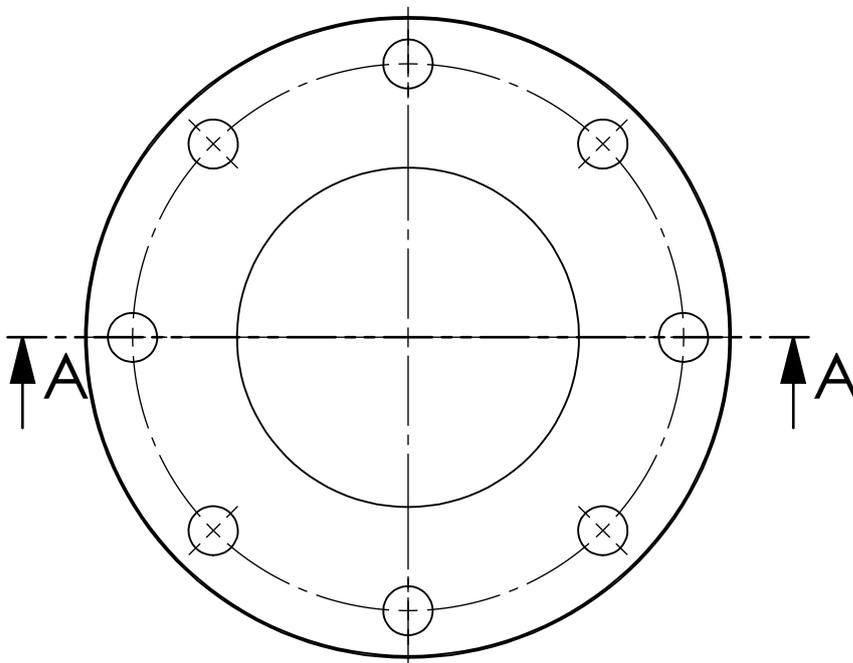
B

C

D

E

F



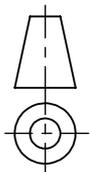
SECCIÓN A-A



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Tipo de documento:

Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:

Unidades en: mm

Tolerancia

Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$

Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Fecha:

11/06/2019

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

11/06/2019

Description:

Tapa superior para inclinado

Acabado:

Linea Inyección

A4

Escala: **1:2**

Material:

Acero Inox. AISI 316

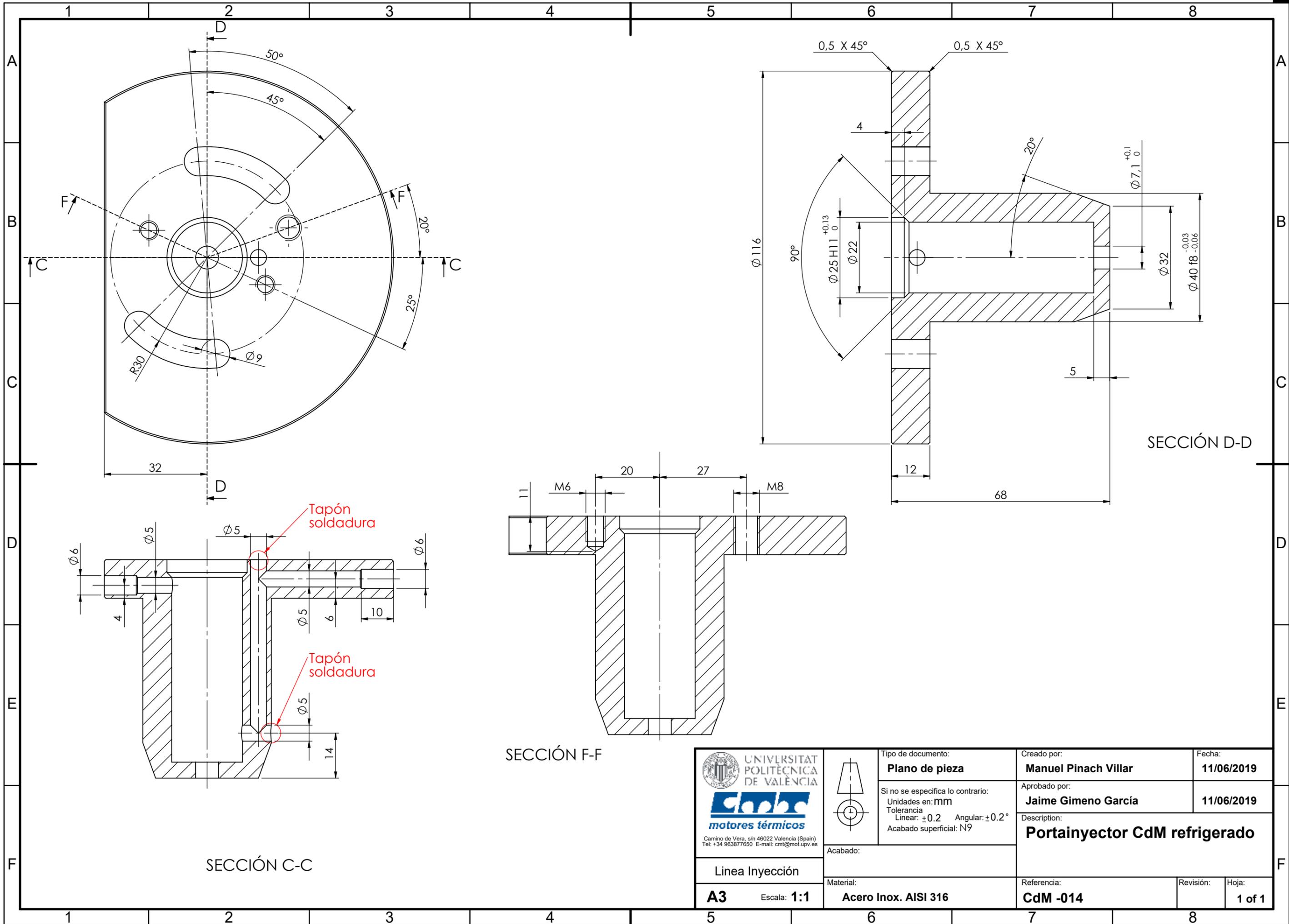
Referencia:

CdM-0131

Revisión:

Hoja:

1 of 1



SECCIÓN F-F

SECCIÓN D-D

SECCIÓN C-C

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  motores térmicos <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>	Tipo de documento: Plano de pieza	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
	Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Lineal: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	11/06/2019
Acabado: Material: Acero Inox. AISI 316	Description: Portainyector CdM refrigerado		Referencia: CdM -014
Línea Inyección A3 Escala: 1:1	Revisión: Hoja: 1 of 1	Revisión: Hoja: 1 of 1	Revisión: Hoja: 1 of 1

1

2

3

4

A

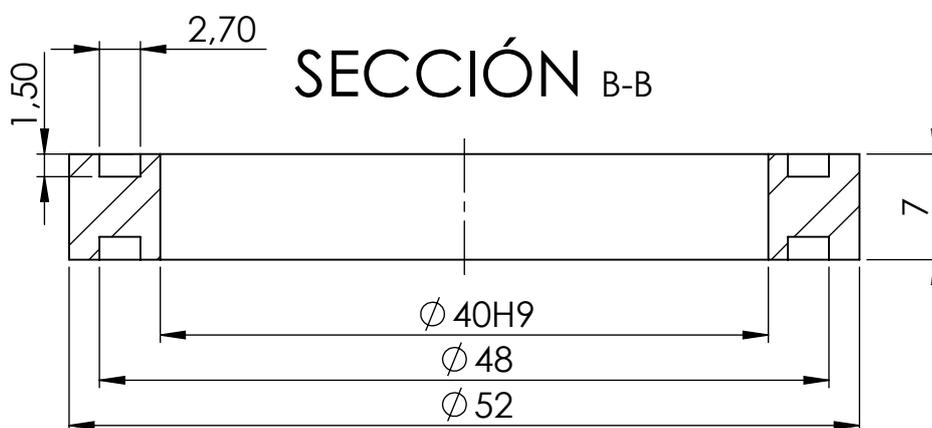
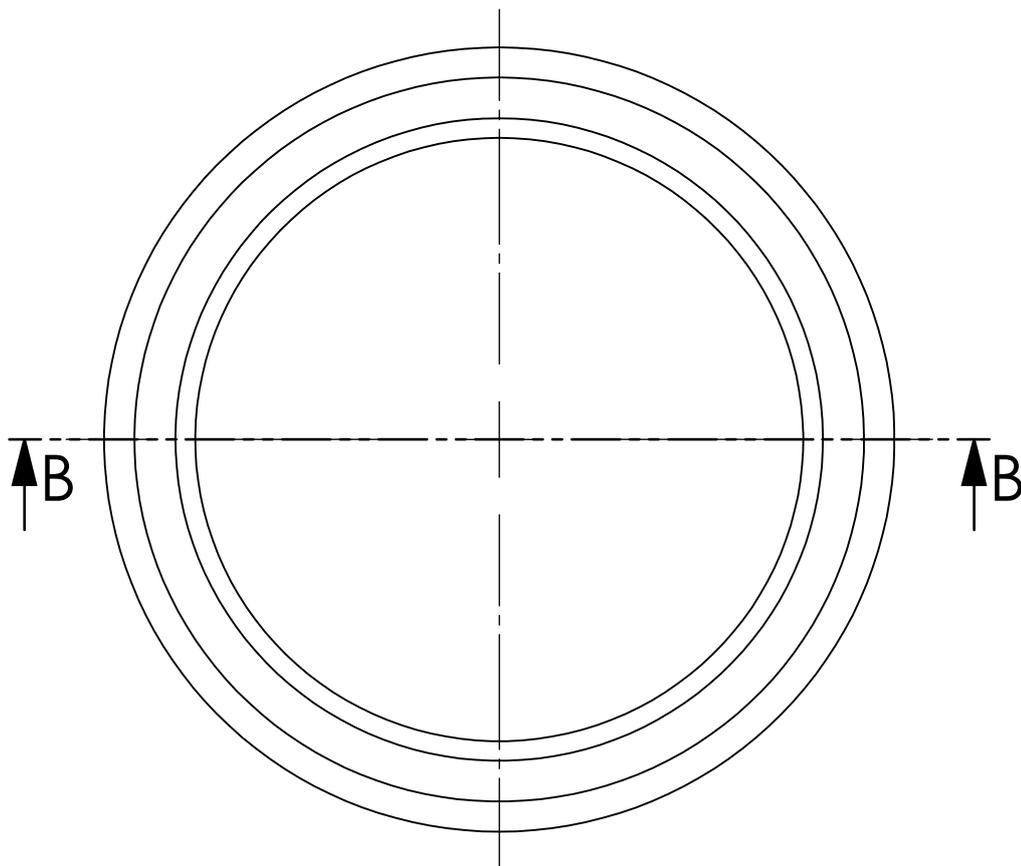
B

C

D

E

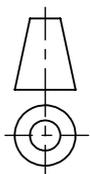
F



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Tipo de documento:

Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:

Unidades en: mm

Tolerancia

Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$

Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Fecha:

11/06/2019

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

11/06/2019

Description:

Anillo separacion inyector

Acabado:

Linea Inyección

A4

Escala: **2:1**

Material:

Acero Inox. AISI 316

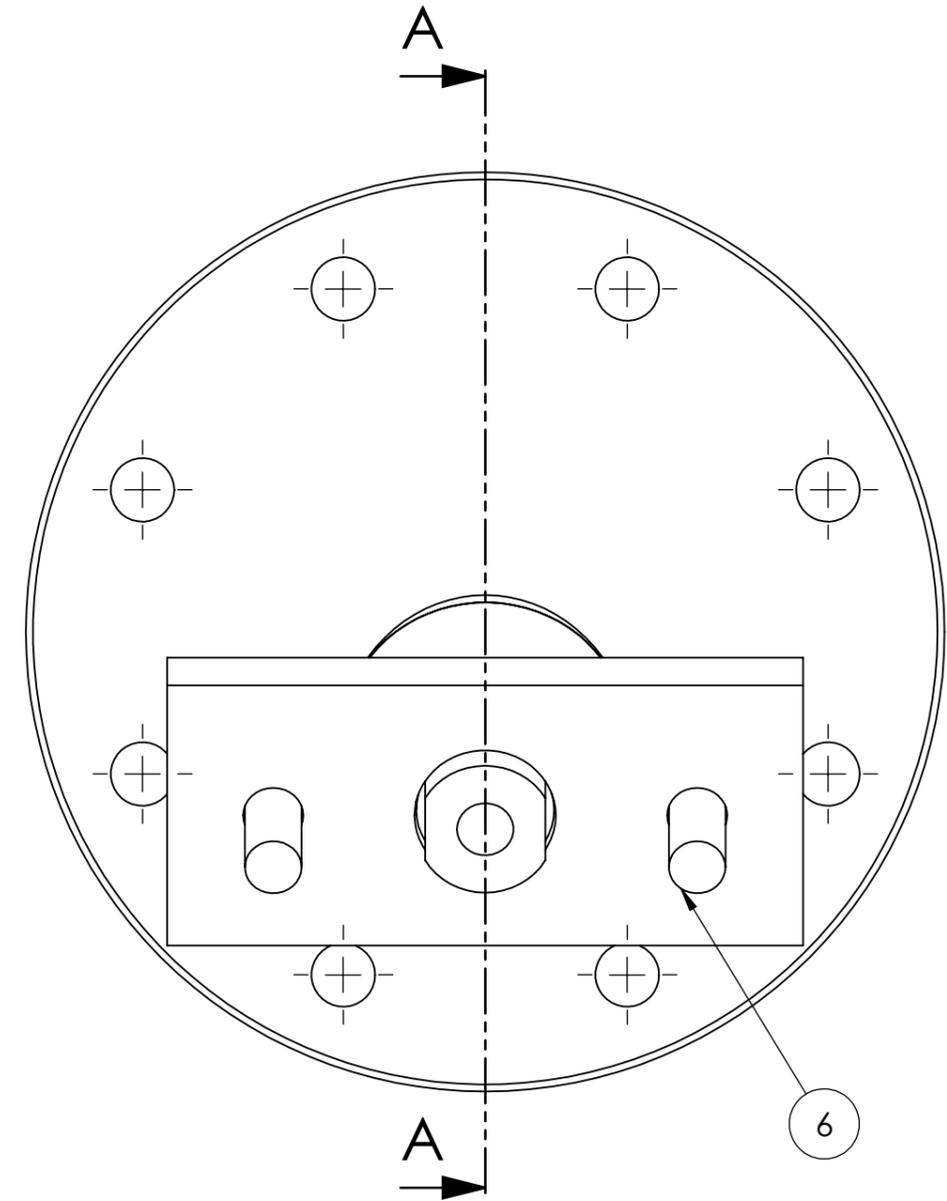
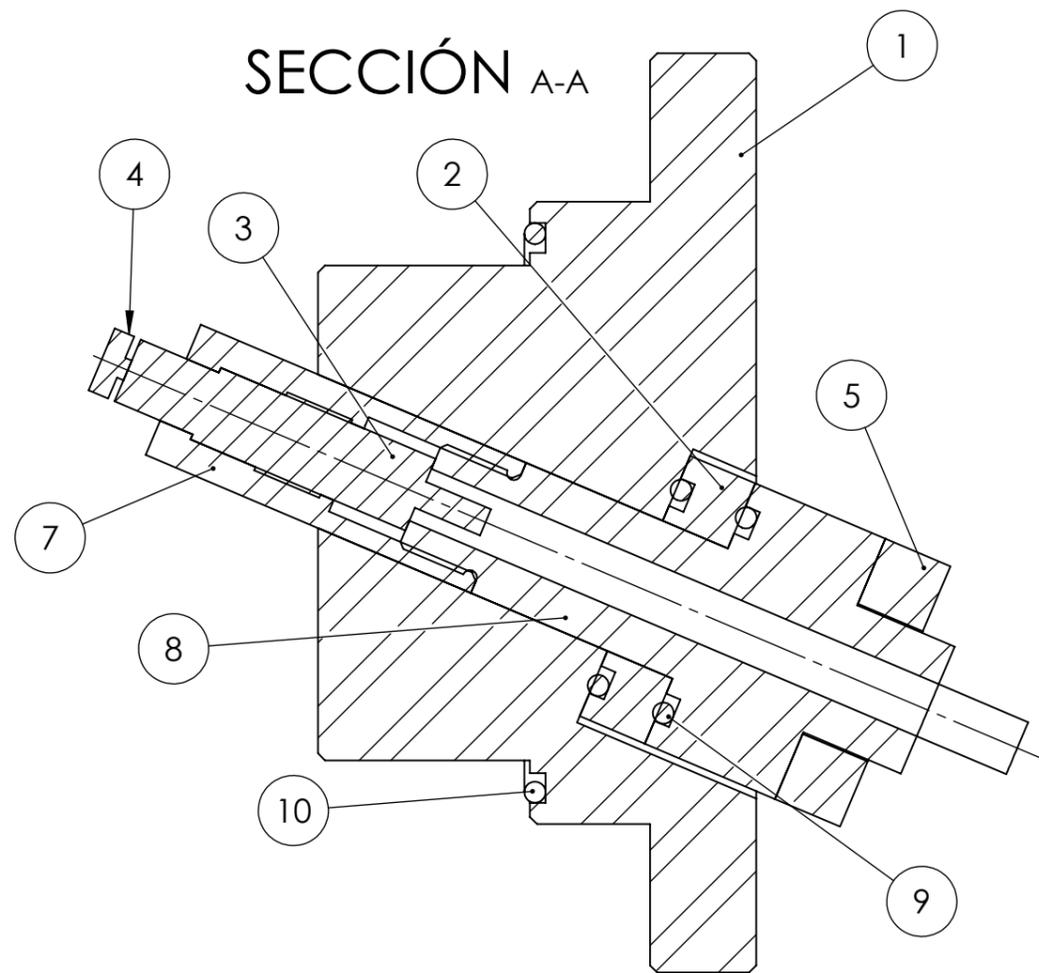
Referencia:

CdM-015

Revisión:

Hoja:

1 of 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	021Tapon_piezo	Tapon lateral para Sensor Piezometrico	Acero Inox. AISI 316	1
2	022Separador_piezo	Separador Sensor	Acero Inox. AISI 316	1
3	024Sensor_piezo	Sensor piezometrico	Por defecto	1
4	025Diana_piezo	Diana Sensor Piezometrico	Por defecto	1
5	026Garra_portasensor	Garra Portasensor	Acero Inox. AISI 316	1
6	027Espárrago_tapón_pieza	Esparrago rosca 8mm	Acero Inox. AISI 316	2
7	028Portasensor_adaptador	Parte superior portasensor	Acero Inox. AISI 304	1
8	029Portasensor_extension	Parte Inferior portasensor	Acero Inox. AISI 304	1
9	052toricalD24,6W3	Junta tórica Dint 24.6 ancho 3	Grafito	2
10	053toricalD74W3	Junta tórica Dint 74 ancho 3	Grafito	1



Tipo de documento:
Plano de conjunto

Si no se especifica lo contrario:
Unidades en: mm
Tolerancia
Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$
Acabado superficial: N9

Creado por: **Manuel Pinach Villar** Fecha: **11/06/2019**

Aprobado por: **Jaime Gimeno García** Fecha: **11/06/2019**

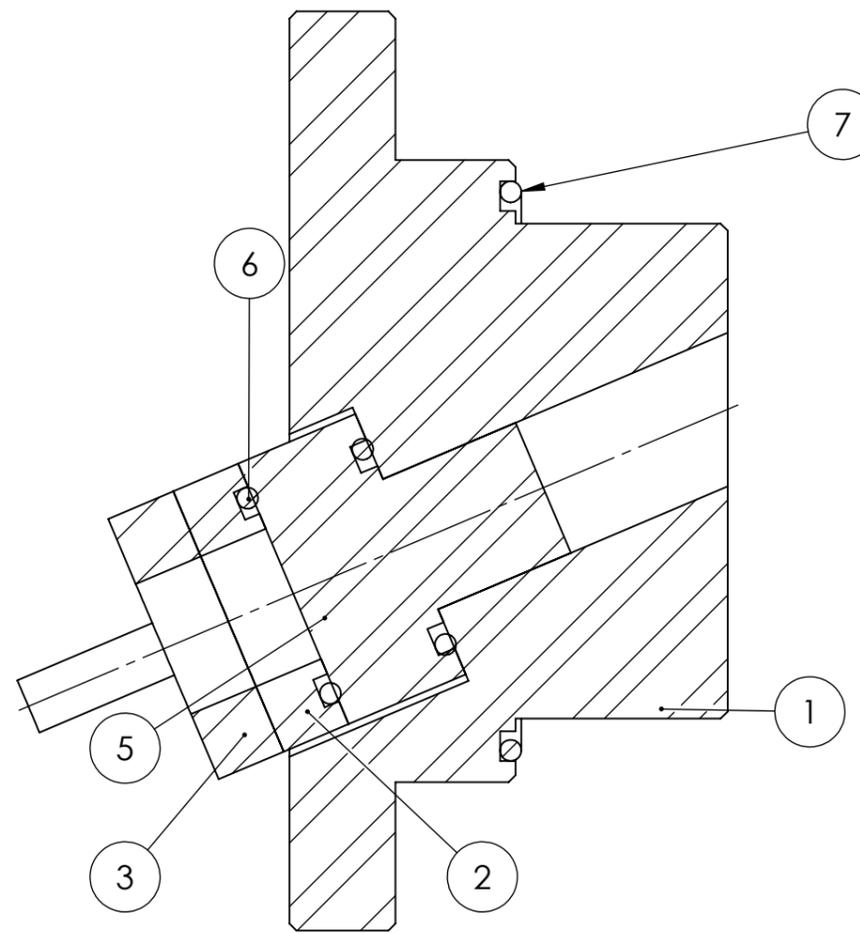
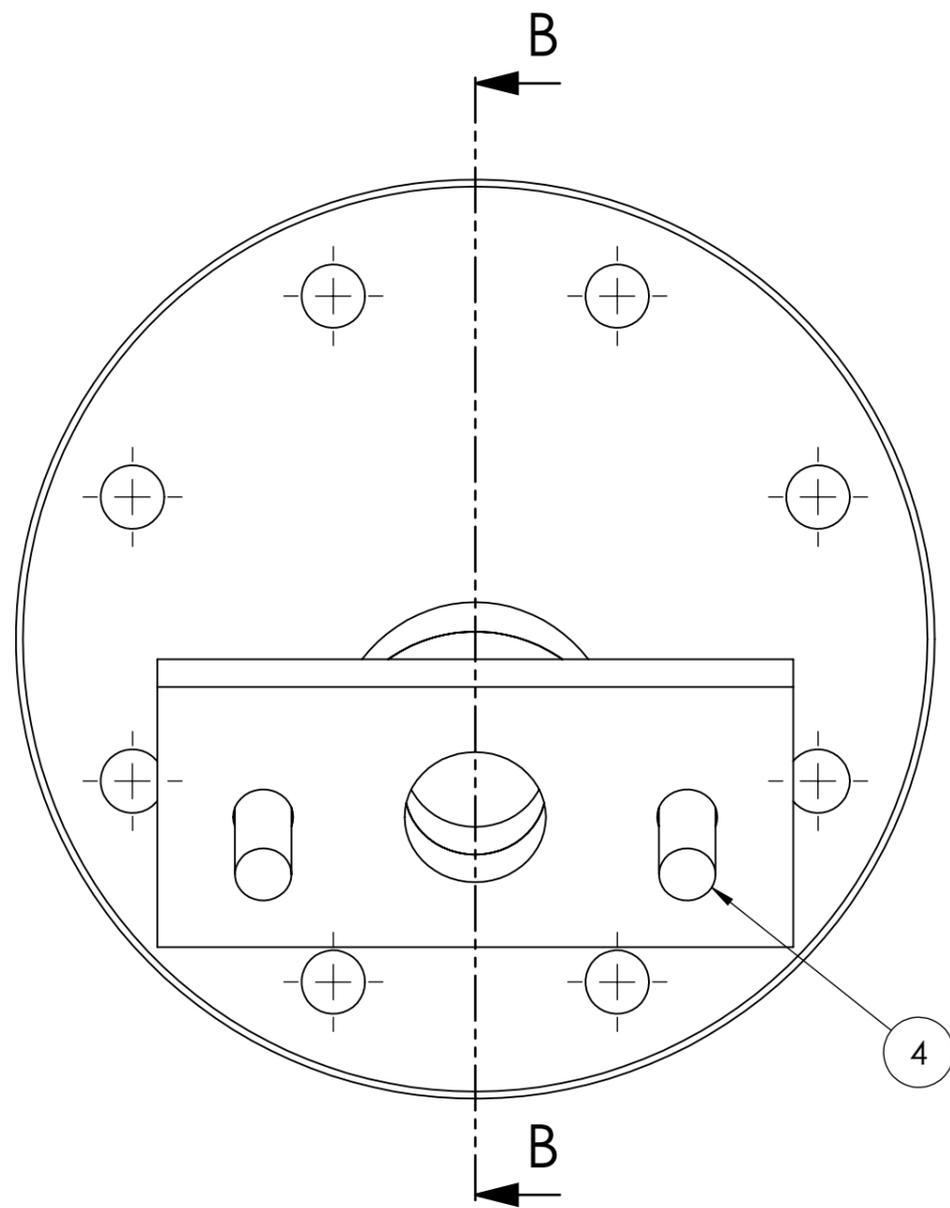
Description:
Conjunto Sensor

Linea Inyección
A3 Escala: **1:1**

Acabado:

Material:

Referencia: **CdM-020A** Revisión: Hoja: **1 of 2**



SECCIÓN B-B

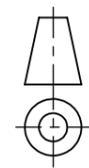
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	tapado/CANTIDAD
1	021Tapon_piezo	Tapon lateral para Sensor Piezometrico	Acero Inox. AISI 316	1
2	022Separador_piezo	Separador Sensor	Acero Inox. AISI 316	1
3	026Garra_portasensor	Garra Portasensor	Acero Inox. AISI 316	1
4	027Espárrago_tapón_pieza	Esparrago rosca 8mm	Acero Inox. AISI 316	2
5	0210Tapon	Tapon sensor	Acero Inox. AISI 316	1
6	052toricalD24,6W3	Junta tórica Dint 24.6 ancho 3	Grafito	2
7	053toricalD74W3	Junta tórica Dint 74 ancho 3	Grafito	1



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es

Linea Inyección

A3 Escala: 1:1



Acabado:

Material:

Tipo de documento:
Plano de conjunto

Si no se especifica lo contrario:
Unidades en: mm
Tolerancia
Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$
Acabado superficial: N9

Creado por:
Manuel Pinach Villar

Fecha:
11/06/2019

Aprobado por:
Jaime Gimeno Garcia

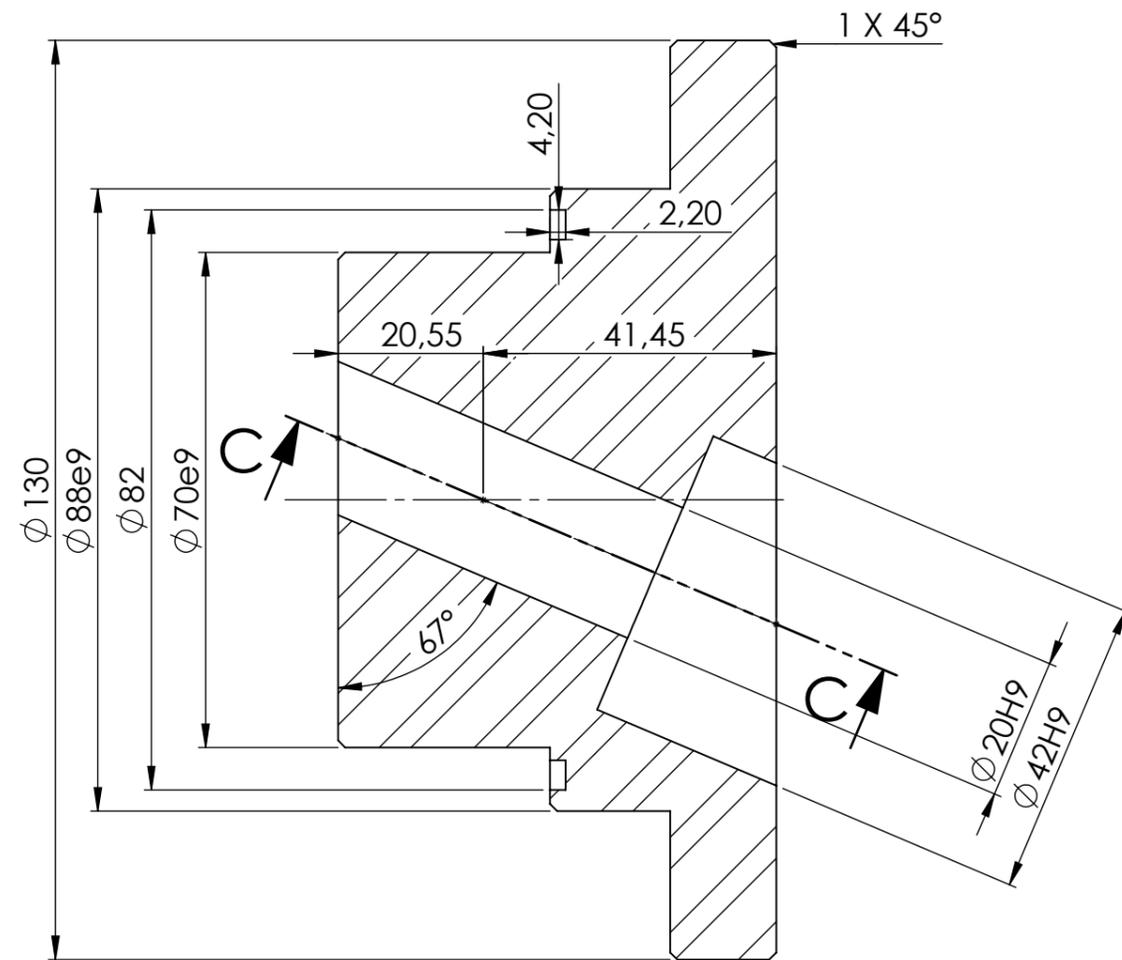
Fecha:
11/06/2019

Description:
Conjunto Sensor tapado

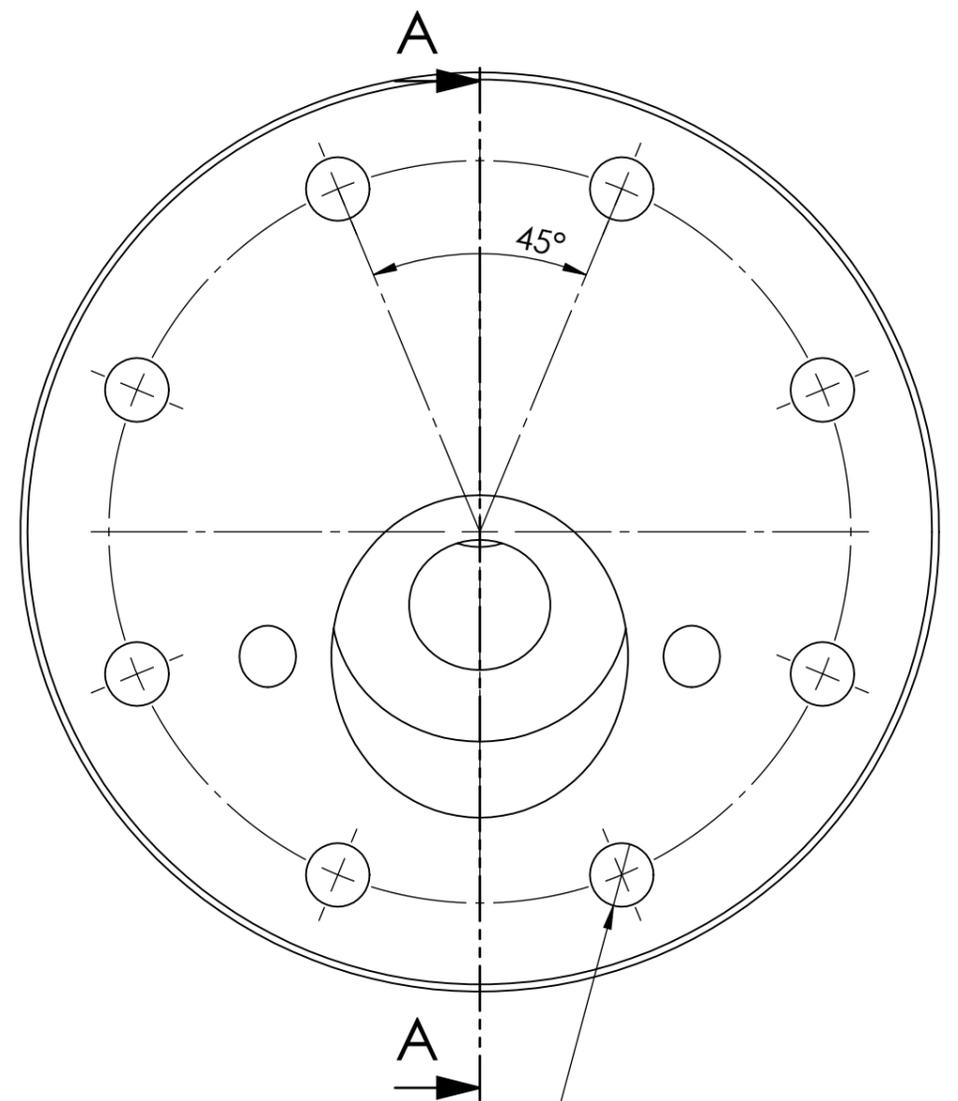
Referencia:
CdM - 020C

Revisión:

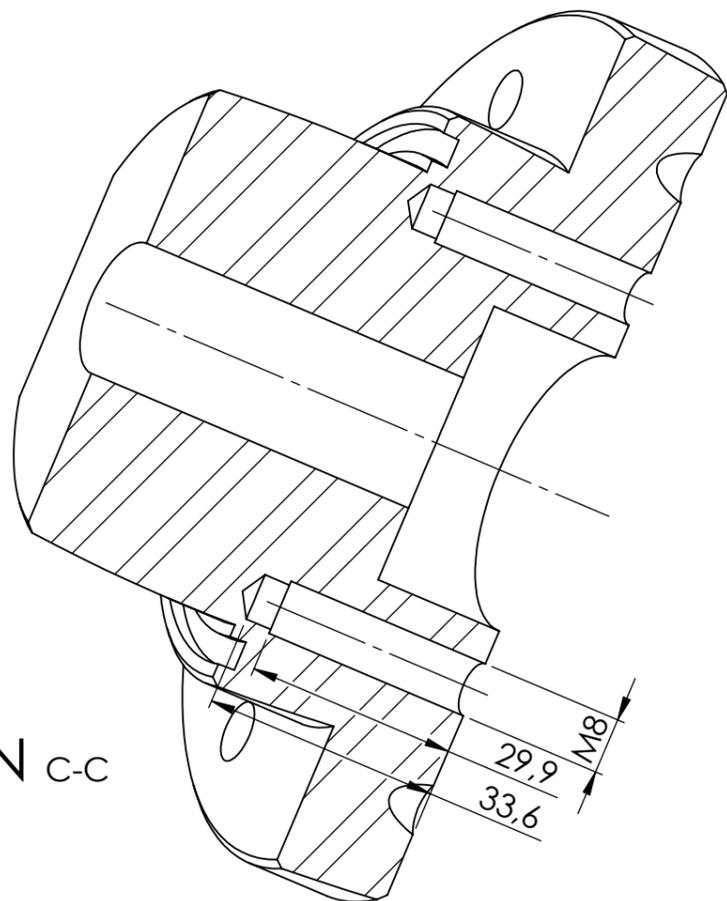
Hoja:
2 of 2



SECCIÓN A-A



8 x ϕ 9 HASTA EL SIGUIENTE



SECCIÓN C-C

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>	Tipo de documento: Plano de pieza	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
	Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	11/06/2019
Linea Inyección A3	Acabado: Material: Acero Inox. AISI 316	Referencia: CdM-021	Revisión: Hoja: 1 of 1

1

2

3

4

A

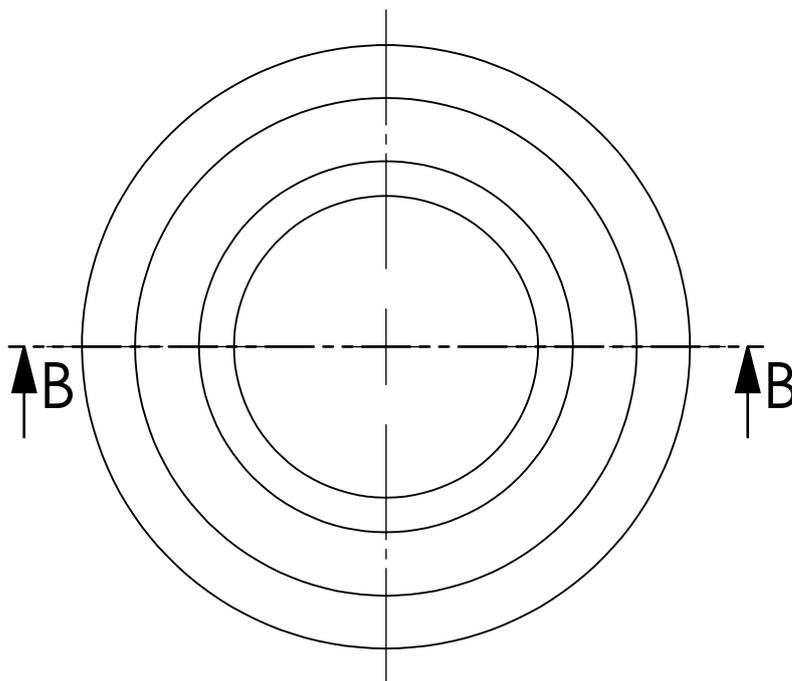
B

C

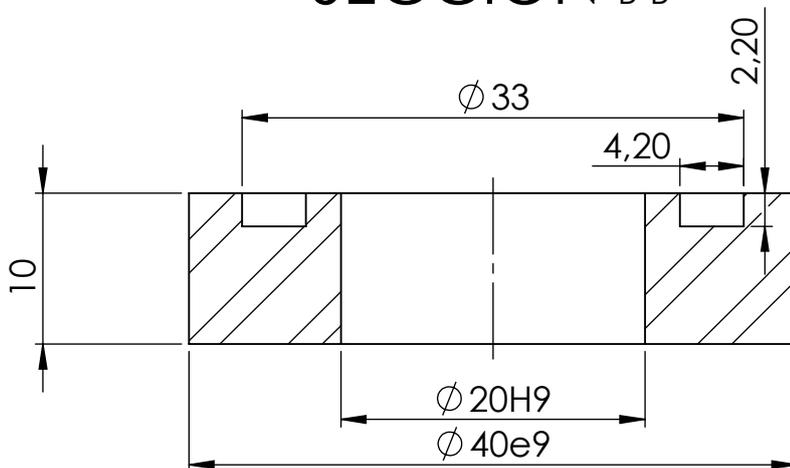
D

E

F



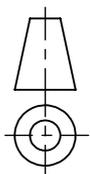
SECCIÓN B-B



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Tipo de documento:

Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:

Unidades en: mm

Tolerancia

Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$

Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

Description:

Separador Sensor

Fecha:

11/06/2019

11/06/2019

Acabado:

Linea Inyección

A4

Escala: **2:1**

Material:

Acero Inox. AISI 316

Referencia:

CdM-022

Revisión:

Hoja:

1 of 1

1

2

3

4

A

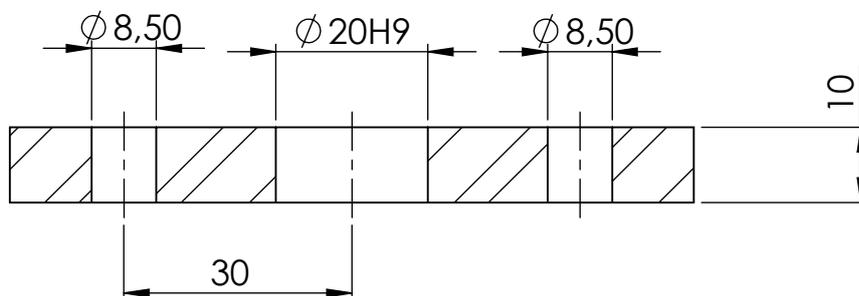
B

C

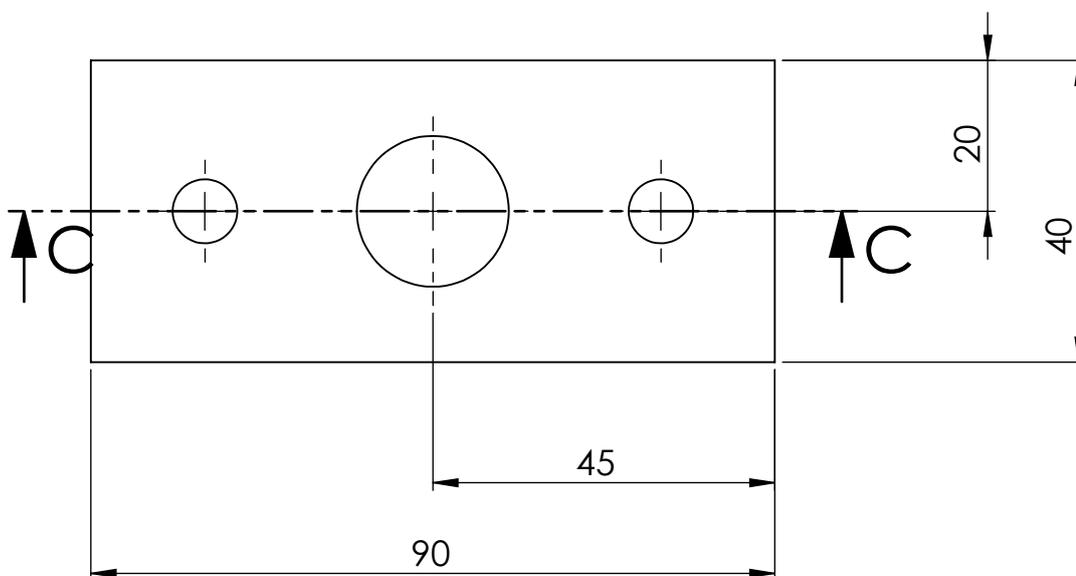
D

E

F



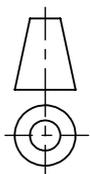
SECCIÓN C-C



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Acabado:

Tipo de documento:

Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:
Unidades en: mm
Tolerancia
Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$
Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Fecha:

11/06/2019

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

11/06/2019

Description:

Garra Portasensor

Linea Inyección

A4

Escala: **1:1**

Material:

Acero Inox. AISI 316

Referencia:

CdM-026

Revisión:

Hoja:

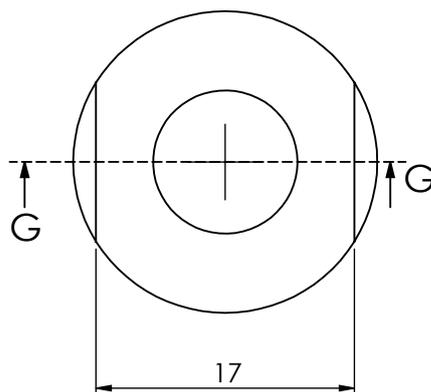
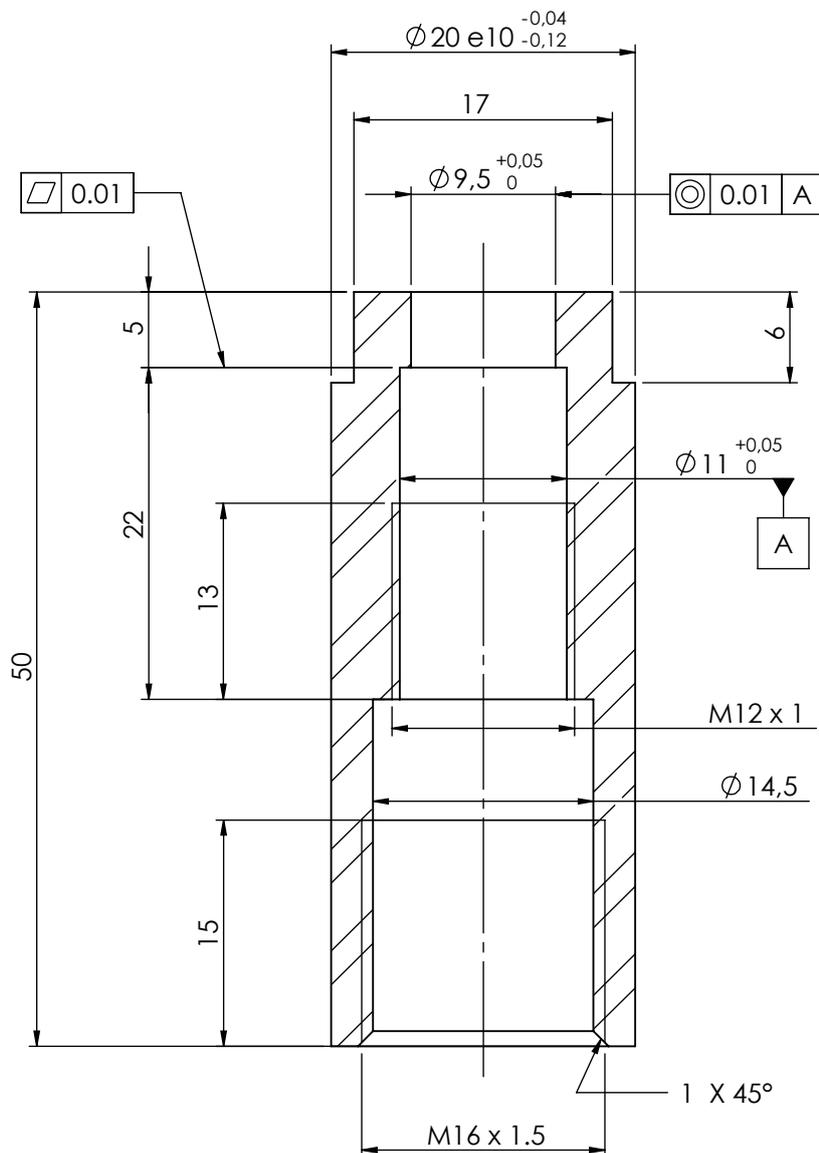
1 of 1

1

2

3

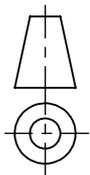
4



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Tipo de documento:

Plano de pieza
Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:

Unidades en: mm

Tolerancia

Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$

Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Fecha:

25/07/2007

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

Description:

Parte superior portasensor

Acabado:

Linea Inyección

Material:

Acero Inox. AISI 304

Referencia:

CdM-028

Revisión:

A

Hoja:

1 of 1

A4

Escala: **2:1**

A

B

C

D

E

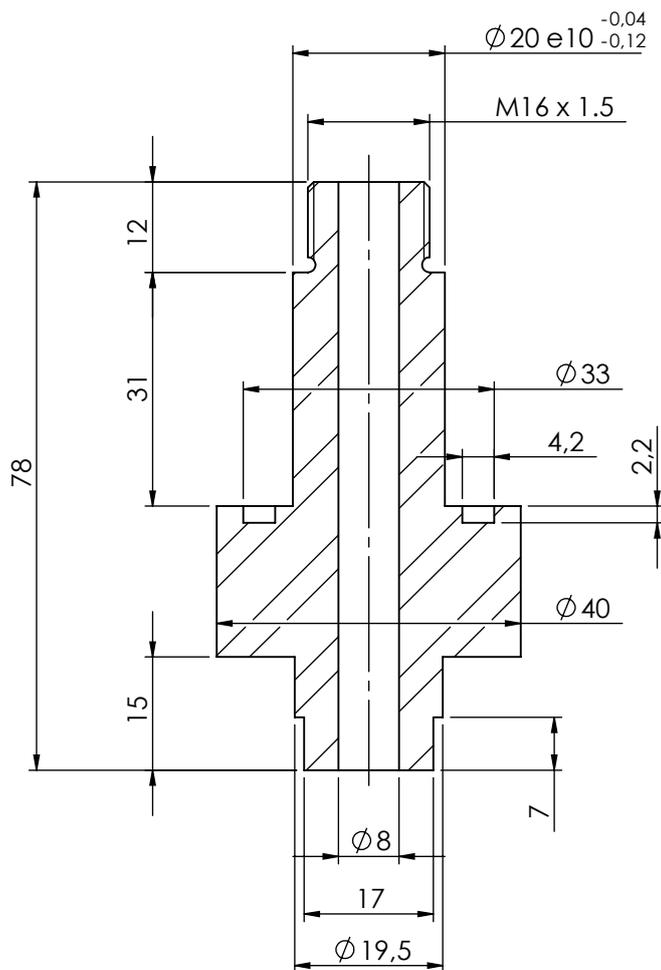
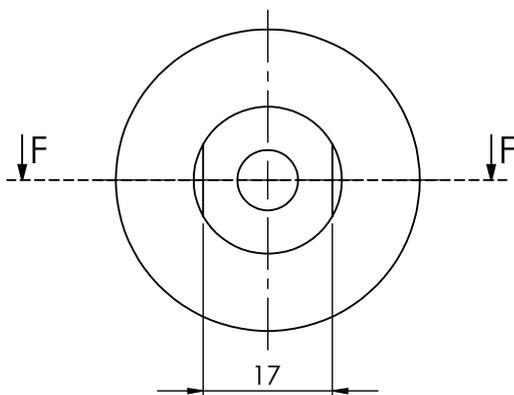
F

1

2

3

4



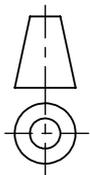
SECCIÓN F-F



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Tipo de documento:

Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:

Unidades en: mm

Tolerancia

Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$

Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Fecha:

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

Description:

Parte Inferior portasensor

Acabado:

Linea Inyección

Material:

Acero Inox. AISI 304

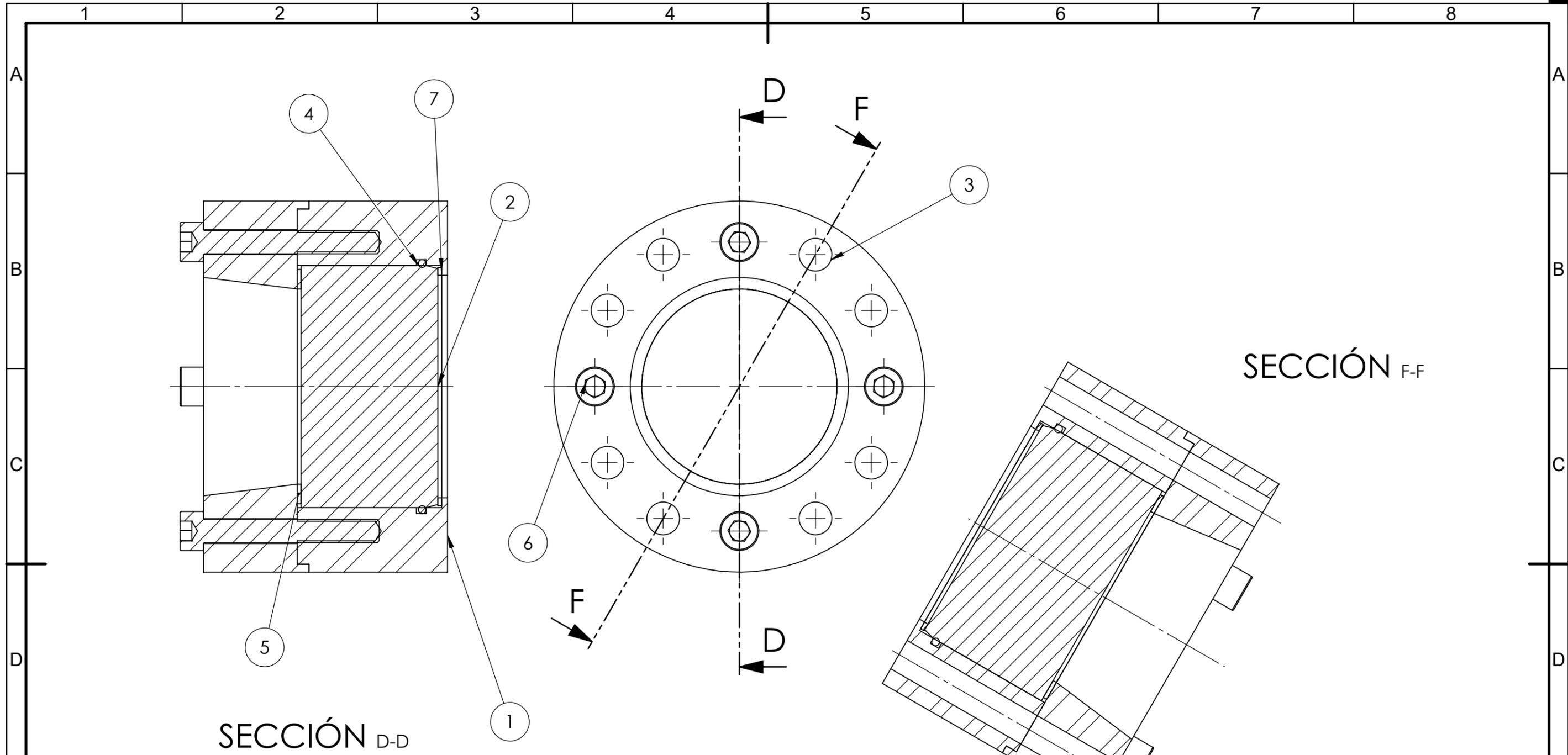
Referencia:

CdM - 029

Revisión:

Hoja:

A4Escala: **1:1****1 of 1**



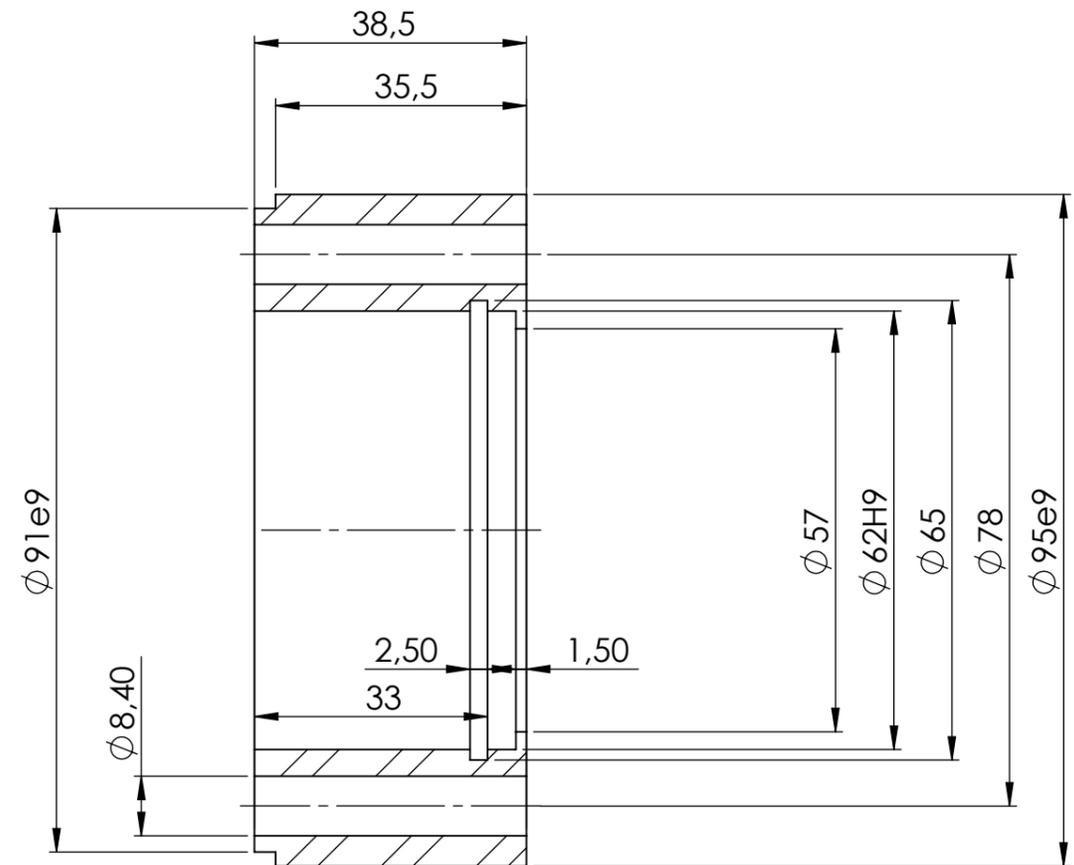
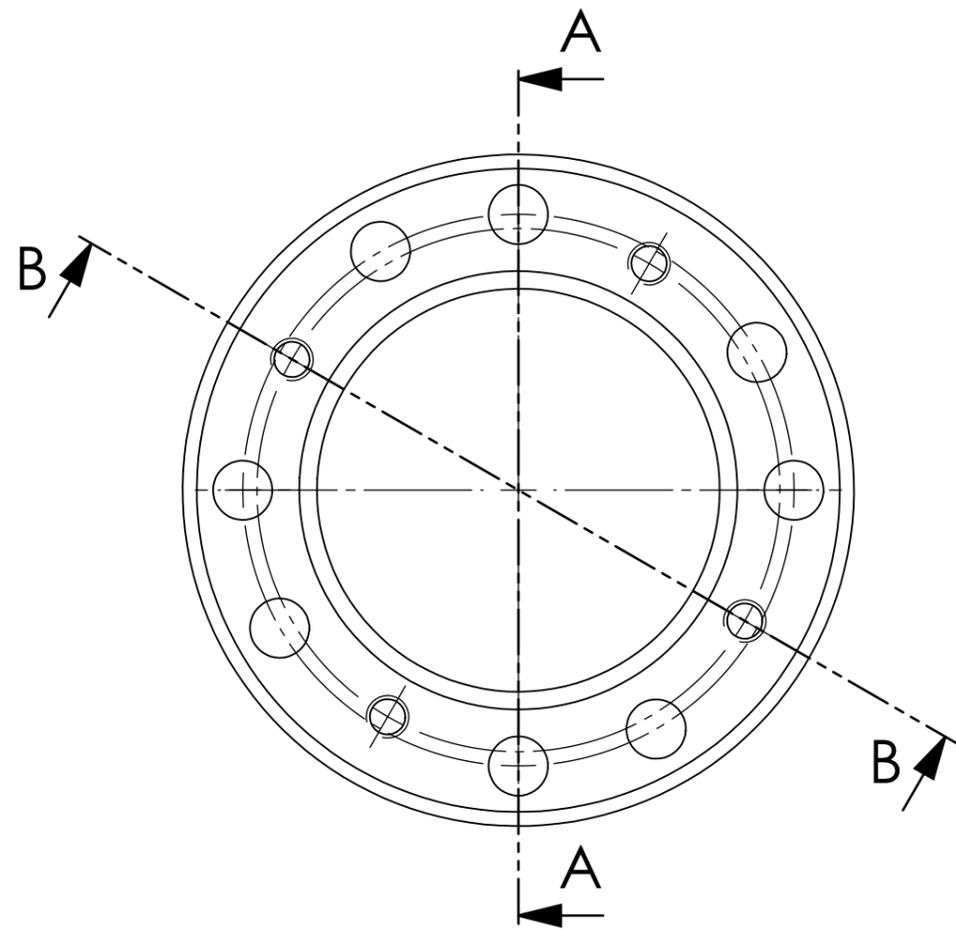
SECCIÓN D-D

SECCIÓN F-F

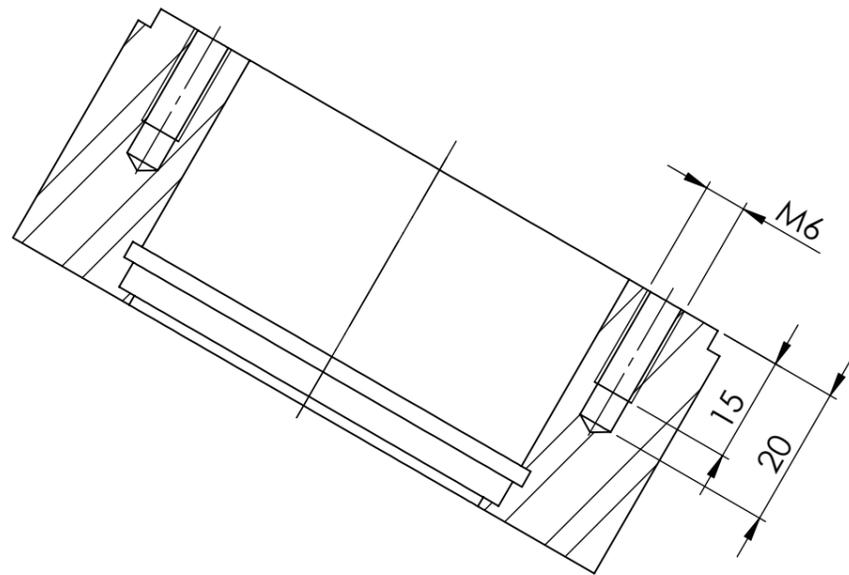
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	031Portacristal	Vaso Portacristal	Acero Inox. AISI 316	1
2	032ventanilla_lateral_62 mm	ventanilla lateral	Silice fundido SGJ1	1
3	033tapaportaventana	Tapa porta ventana	Acero Inox. AISI 316	1
4	056toricalD61W2	Junta tórica Dint 61 ancho 2	Grafito	1
5	059juntagrafito_d50	Junta de grafito de diametro 50 ancho 1mm	Grafito	1
6	socket head cap screw_iso	Tornillo de diametro M6		4
7	0591juntagrafito d57	Junta de grafito de diametro 57 ancho 1mm	Grafito	1

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  motores térmicos <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>	Tipo de documento: Plano de conjunto	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
	Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno Garcia	11/06/2019
Acabado: Línea Inyección	Material:	Referencia: CdM - 030	Revisión: Hoja: 1 of 1

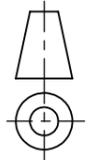
A3 Escala: **1:1**



SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>		Tipo de documento: Plano de pieza	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
		Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno Garcia	11/06/2019
Acabado: Material: Acero Inox. AISI 316		Description: Vaso Portacrystal		
Linea Inyección A3 Escala: 1:1	Referencia: CdM - 031		Revisión:	Hoja: 1 of 1

1

2

3

4

A

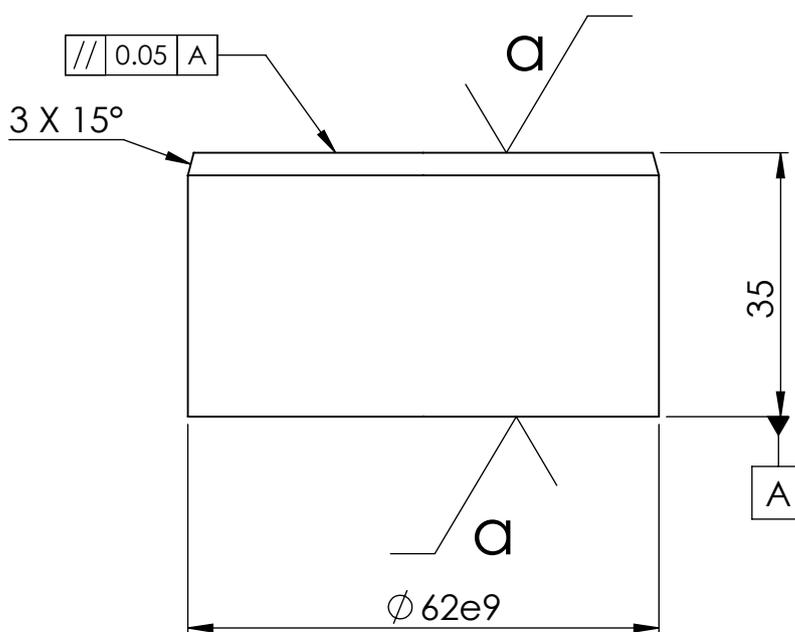
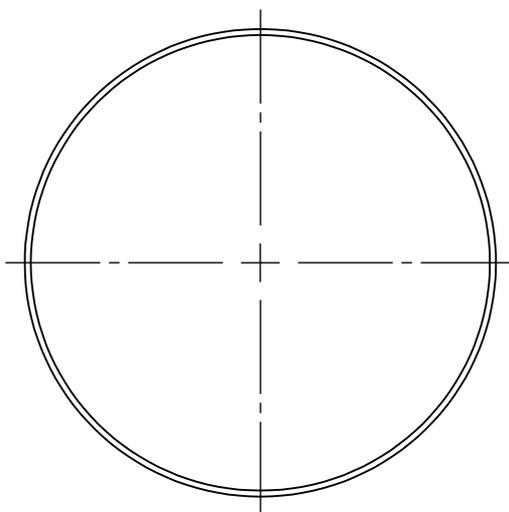
B

C

D

E

F



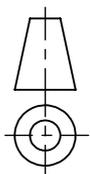
Calidad de pulido: 2 lambda @632,8 nm
Calidad superficie: 60/40



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Tipo de documento:

Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:
Unidades en: mm
Tolerancia
Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$
Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Fecha:

10/06/2019

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

10/06/2019

Description:

ventanilla lateral

Acabado:

Linea Inyección

Material:

Silice fundido SGJ1

Referencia:

CdM - 032

Revisión:

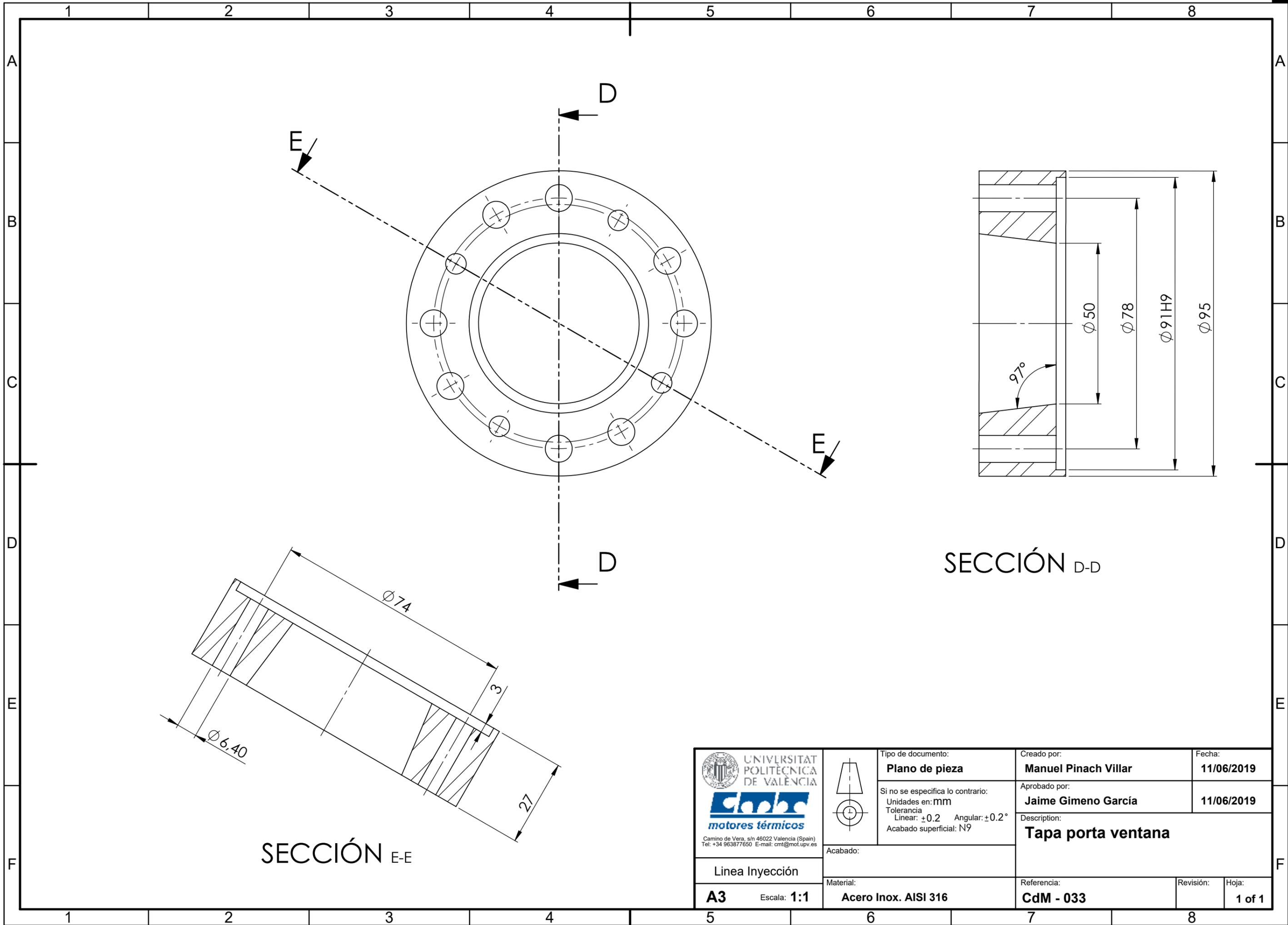
A

Hoja:

1 of 1

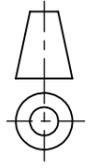
A4

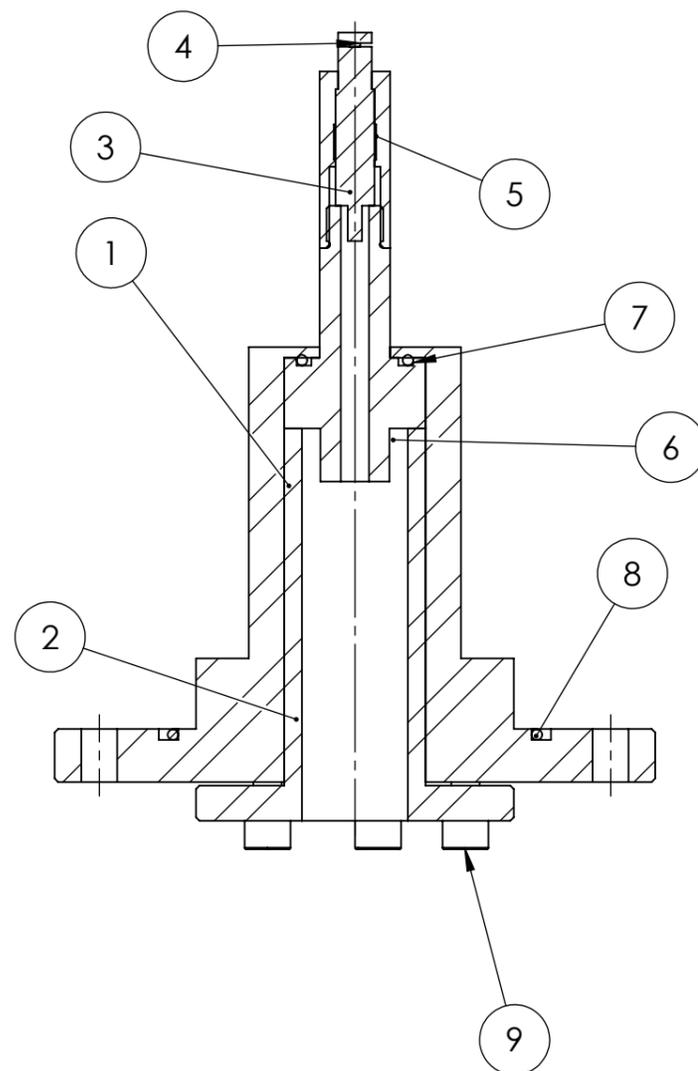
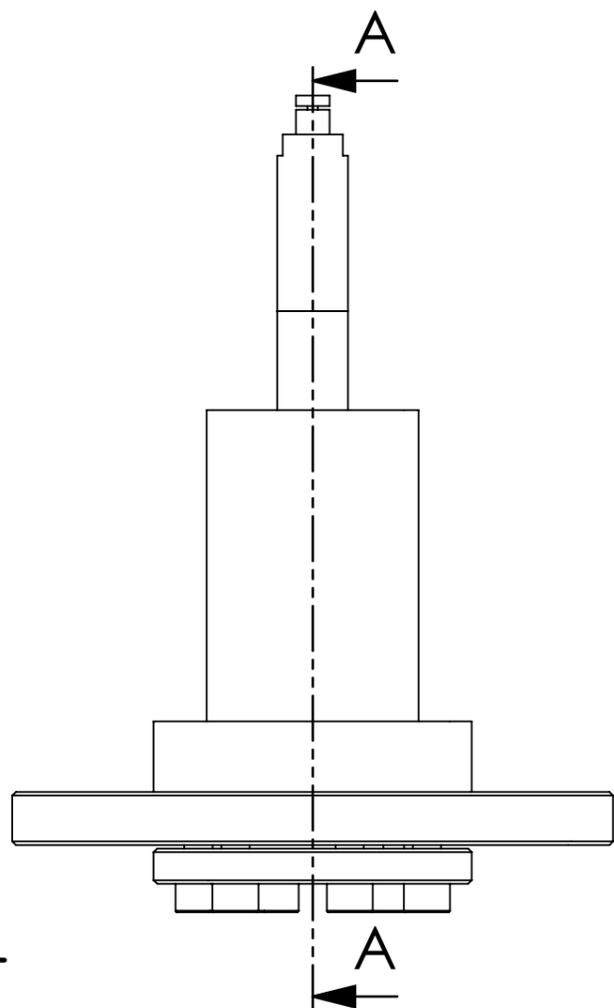
Escala: **1:2**



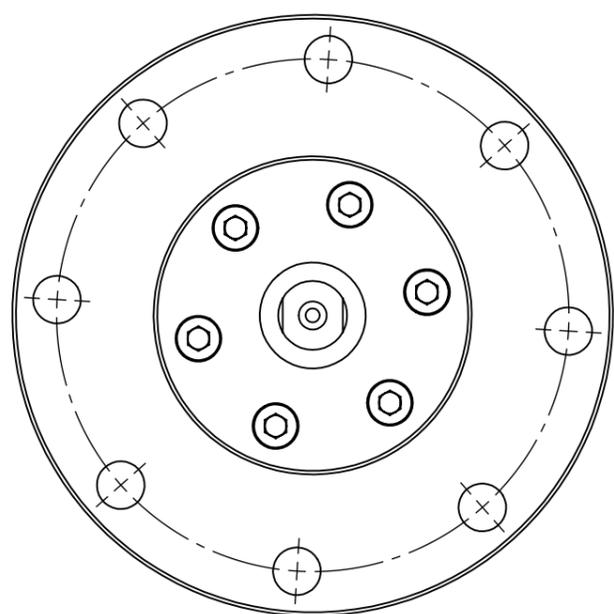
SECCIÓN D-D

SECCIÓN E-E

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>		Tipo de documento: Plano de pieza	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
		Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno García	11/06/2019
Acabado:		Description: Tapa porta ventana		
Linea Inyección	Material: Acero Inox. AISI 316	Referencia: CdM - 033	Revisión:	Hoja: 1 of 1
A3	Escala: 1:1			



SECCIÓN A-A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	041Portasensorinferior	Vaso portasensor inferior	Acero Inox. AISI 316	1
2	042tapaportasensorinferior	Tapa sujecion porta sensor Perpendicular	Acero Inox. AISI 316	1
3	024Sensor_piezo	Sensor piezometrico	Por defecto	1
4	025Diana_piezo	Diana Sensor Piezometrico	Por defecto	1
5	028Portasensor_adaptador	Parte superior portasensor	Acero Inox. AISI 304	1
6	029Portasensor_extension	Parte Inferior portasensor	Acero Inox. AISI 304	1
7	052toricalD24,6W3	Junta tórica Dint 24.6 ancho 3	Grafito	1
8	051toricalD100W3	Junta torica Dint 100 ancho 3	Grafito	1
9	socket head cap screw_iso	Tornillo diametro M8		6



Linea Inyección
A3 Escala: 1:2

Tipo de documento:
Plano de conjunto

Si no se especifica lo contrario:
Unidades en: mm
Tolerancia
Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$
Acabado superficial: N9

Creado por:
Manuel Pinach Villar

Aprobado por:
Jaime Gimeno García

Fecha:
11/06/2019

11/06/2019

Description:
Conjunto Sensor Perpendicular

Acabado:

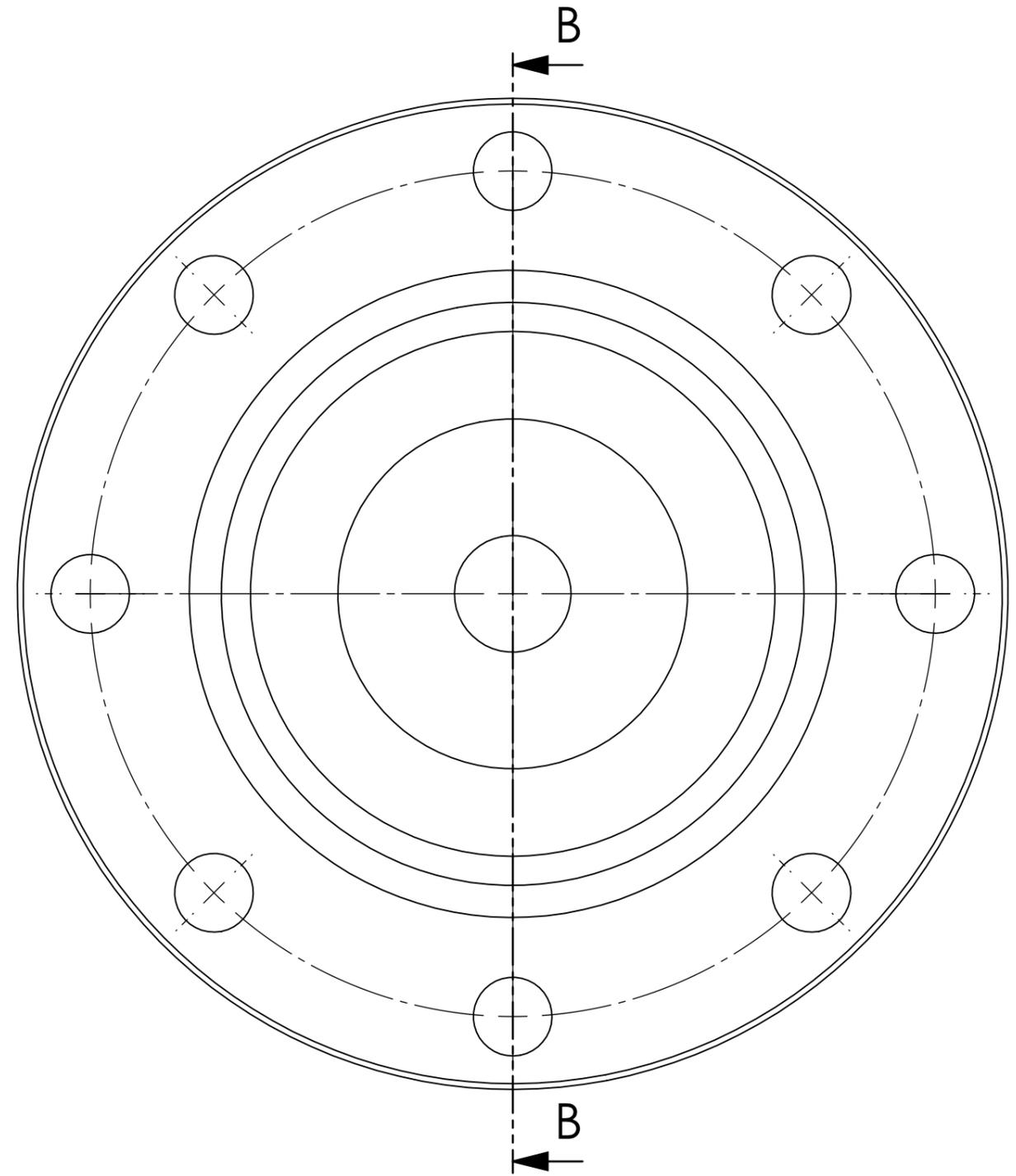
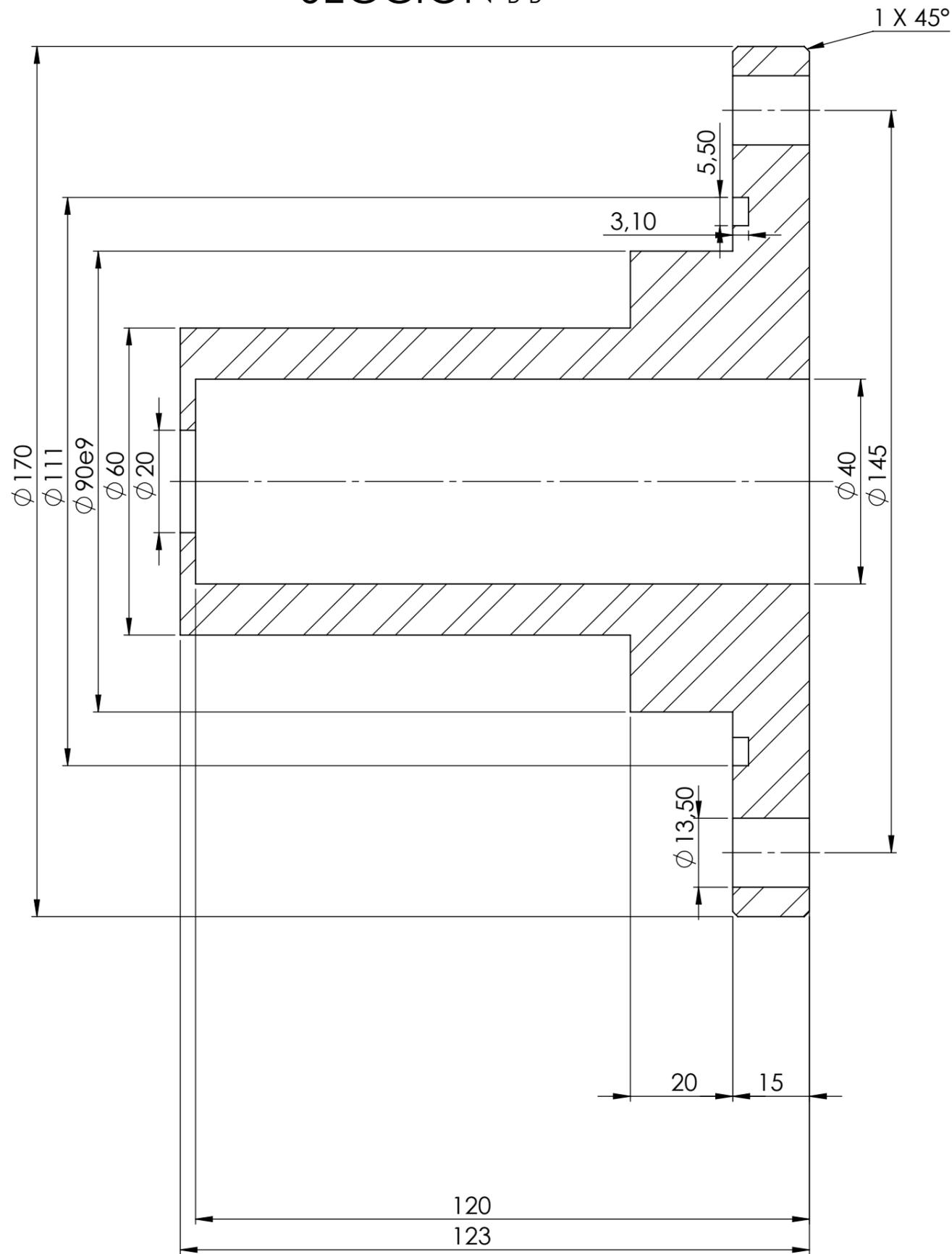
Material:

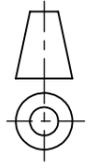
Referencia:
CdM - 040

Revisión:

Hoja:
1 of 1

SECCIÓN B-B



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  <small>Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain) Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es</small>		Tipo de documento: Plano de pieza	Creado por: Manuel Pinach Villar	Fecha: 11/06/2019
		Si no se especifica lo contrario: Unidades en: mm Tolerancia Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$ Acabado superficial: N9	Aprobado por: Jaime Gimeno Garcia	Fecha: 11/06/2019
Acabado: _____		Description: Vaso portasensor inferior		
Línea Inyección A3	Material: Acero Inox. AISI 316	Referencia: CdM - 041	Revisión: _____	Hoja: 1 of 1

Escala: 1:1

Acero Inox. AISI 316

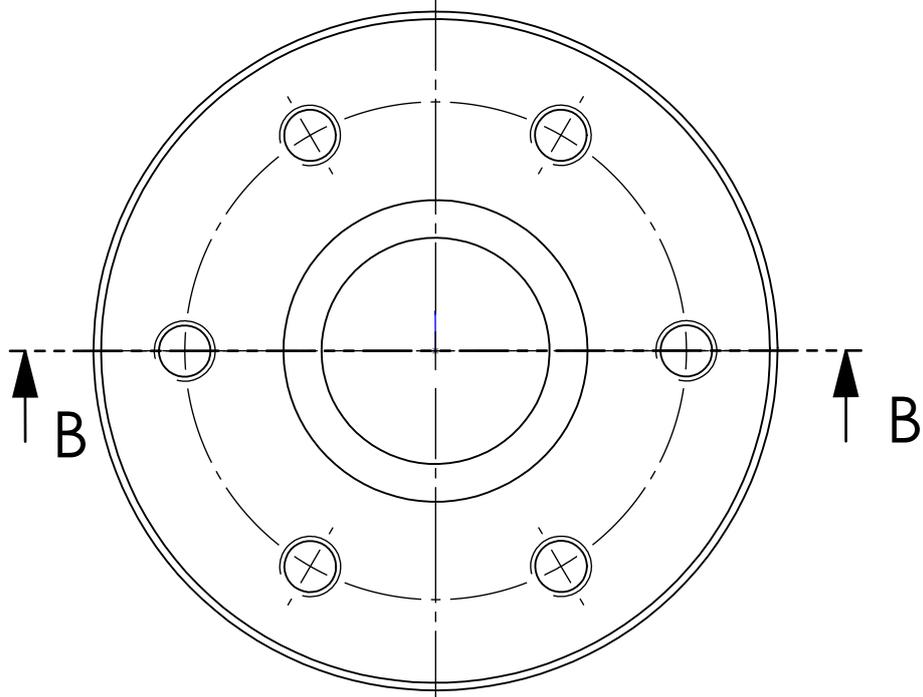
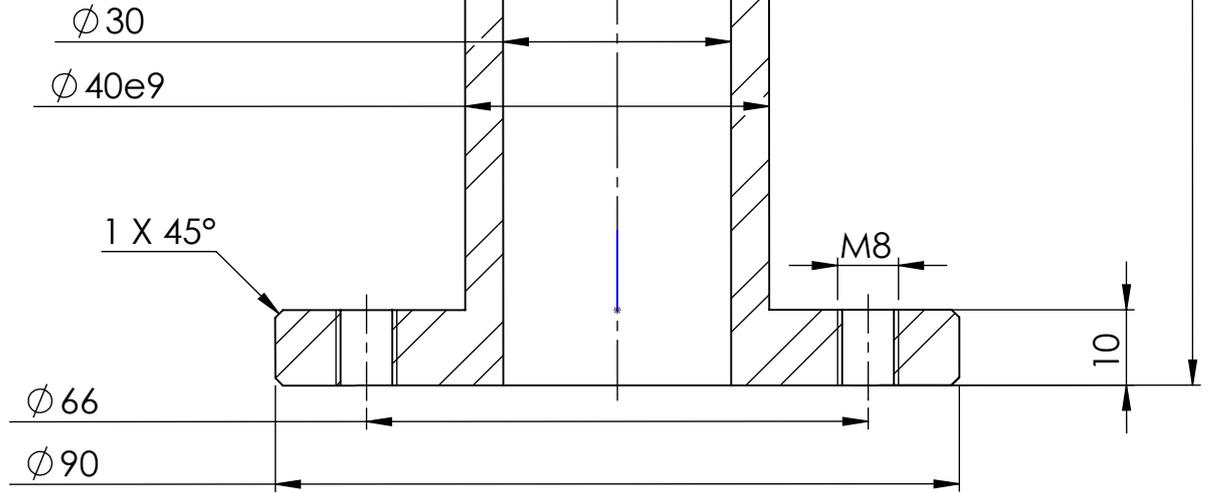
CdM - 041

Revisión:

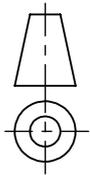
Hoja:

1 of 1

SECCIÓN B-B



Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (Spain)
Tel: +34 963877650 E-mail: cmt@mot.upv.es



Acabado:

Tipo de documento:

Plano de pieza

Si no se especifica lo contrario:

Unidades en: mm

Tolerancia

Linear: ± 0.2 Angular: $\pm 0.2^\circ$

Acabado superficial: N9

Creado por:

Manuel Pinach Villar

Fecha:

11/06/2019

Aprobado por:

Jaime Gimeno García

11/06/2019

Description:

**Tapa sujecion porta sensor
Perpendicular**

Linea Inyección

A4

Escala: **1:1**

Material:

Acero Inox. AISI 316

Referencia:

CdM - 042

Revisión:

Hoja:

1 of 1

DOCUMENTO III: PRESUPUESTO

En este documento se llevará a cabo el cálculo de los costes del trabajo de ingeniería, para el proyecto llevado a cabo del *Diseño de una maqueta para la medida del flujo de cantidad de movimiento en chorros de inyección*.

Este presupuesto no incluirá los costes de material, ni fabricación debido a que el proyecto tan solo ha comprendido el apartado de diseño de la maqueta, y no su fabricación.

1. Datos iniciales

Datos iniciales:			Unidades
Coste de la luz		0,1	€/kWxh
Consumo del ordenador		1,1	kWxh
Horas empleadas en el trabajo		300	h
	<i>Mediciones y bocetos</i>	5%	
	<i>Diseño en SolidWorks</i>	60%	
	<i>Redaccion en Word y calculos en excel</i>	35%	
	<i>Tutela Jaime Gimeno</i>	10%	
Coste de licencia Solidworks		8200	€
Coste de licencia Office		300	€
Coste precio/hora becario		10	€/h
Coste precio/hora tutela Jaime Gimeno		35	€/h
% de beneficio		15%	

2. Costes según su naturaleza

Coste de mano de obra		
Horas		300
Horas tutela		30
Precio final		4.050,00 €

Coste de maquinaria usada		
Horas de empleo de ordenador		285
Coste de ordenador		31,35 €

Amortización		
Solidworks		698,86 €
Office		14,91 €
Amortización total		713,78 €

3. Coste final

COSTE TOTAL			
	Mano de obra mediciones		4.050,00 €
	Ordenador		31,35 €
	Amortización software		713,78 €
			4.795,13 €
	Beneficio	+15%	719,27 €
	Coste total trabajo ingeniería		5.514,40 €