



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

MODELADO GEOMÉTRICO DE UN SISTEMA DE SOBREALIMENTACIÓN CON ACCIONAMIENTO POR TURBINA CENTRÍPETA

Alumno: Juan Pablo Romera Moral

Tutor: Fernando Antonio Cruz Peragón
Dpto: Ingeniería Mecánica y Minera

Junio, 2015



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera

Don Fernando Antonio Cruz Peragón, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta, que presenta Juan Pablo Romera Moral, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Junio de 2015

El alumno:

Los tutores:

Juan Pablo Romera Moral

Fernando Antonio Cruz Peragón

Índice

1	Introducción	4
1.1	Objeto.....	4
1.2	Justificación	4
1.3	Antecedentes	5
1.3.1	Sobrealimentación.	5
1.3.1.1	Sobrealimentación: Introducción, conceptos básicos.....	5
1.3.1.2	TRIM y A/R.....	8
1.3.1.3	Motivos para llevar a cabo sobrealimentación	9
1.3.1.4	Tipos de sobrealimentación	10
1.3.1.5	Ventajas e inconvenientes de la sobrealimentación de motores.	11
2	Metodología	14
2.1	Búsqueda de información y conocimientos básicos de Solidworks.....	14
2.2	Búsqueda de información acerca de sobrealimentadores.	14
2.3	Desmontaje y limpieza del sobrealimentador	14
2.4	Medida de las dimensiones y masas de todas las piezas.	15
2.5	Modelado geométrico de las partes que componen el sobrealimentador.	16
2.5.1	Aspectos a destacar de Solidworks.	17
2.5.1.1	Basado en operaciones y paramétrico.....	17
2.5.1.2	Totalmente asociativo.....	18
2.5.2	Proceso de creación de una pieza	19
2.5.3	Mallado.....	22
2.5.4	Ensamblaje	26
2.5.5	Vista explosionada	30
2.5.6	Animación de la vista explosionada	33
2.5.7	Simulación	36
2.6	Creación de planos	37
2.6.1	Proceso de obtención de plano.....	38
2.7	Caracterización básica del equipo. Ficha técnica de cada pieza	41
2.8	Animación del montaje y funcionamiento del sobrealimentador y vista explosionada..	44
3	Fichas técnicas.....	45
3.1	Tuercas para codo de escape.	45
3.2	Arandelas para codo de escape.	47
3.3	Codo de escape.	49

3.4	Sellado para codo de escape.....	51
3.5	Caracola de escape.....	53
3.6	Conjunto eje turbina.	55
3.7	Segmento para eje turbina.....	57
3.8	Plato calor.....	59
3.9	Cojinete.	61
3.10	Segmento para cojinete.	63
3.11	Tornillo para abrazadera.	65
3.12	Tuerca para abrazadera.	67
3.13	Cuerpo central.....	69
3.14	Arandela para restrictor de aceite.	71
3.15	Restrictor de aceite.	73
3.16	Tope para cojinete de empuje.	75
3.17	Junta de goma pequeña para cuerpo central.	77
3.18	Cojinete de empuje.	79
3.19	Collarín de sellado de aceite.	81
3.20	Deflector de aceite.....	83
3.21	Segmento para collarín.	85
3.22	Tapa de sellado de aceite.....	87
3.23	Anillo resorte para tapa de sellado aceite.	89
3.24	Junta de goma grande.....	91
3.25	Rueda compresora.	93
3.26	Tuerca para eje turbina.	95
3.27	Anillo resorte para caracola de admisión.....	97
3.28	Caracola de admisión.	99
3.29	Cilindro protector.....	101
3.30	Goma protectora para cilindro.....	103
3.31	Juntas de goma para cilindro.	105
3.32	Goma protectora de admisión.	107
3.33	Tubo de conexión de presión.....	109
3.34	Brida elástica para tubo de presión.	110
3.35	Tornillo + arandela de apriete.....	112
3.36	Pasador para waste-gate.....	114
3.37	Válvula de presión.....	116

3.38	Abrazadera.	118
3.39	Tubo de descarga de aceite.....	120
3.40	Tornillos para tubo de aceite.	122
3.41	Sellado para tubo de aceite.....	124
3.42	TRIM	126
3.43	Perspectiva explotada o de montaje.....	127
4	Conclusiones.....	128
5	Bibliografía	128
Anexo I. Planos		129

Plano 1. Conjunto sobrealimentador	Plano 23. Segmento para collarín
Plano 2. Perspectiva estallada o de montaje	Plano24. Tapa de sellado de aceite
Plano 3. Tuerca para codo de escape	Plano 25. Anillo resorte para tapa
Plano 4. Arandelas para codo de escape	Plano 26. Junta de goma grande cuerpo central
Plano 5. Codo de escape	Plano 27. Rueda compresora
Plano 6. Sellado para codo de escape	Plano 28. Tuerca para eje turbina
Plano 7. Caracola de escape	Plano 29. Anillo resorte caracola de admisión
Plano 8. Eje turbina	Plano 30. Caracola de admisión
Plano 9. Segmento para eje turbina	Plano 31. Cilindro protector
Plano 10. Plato calor	Plano32. Goma protectora cilindro
Plano 11. Cojinete	Plano 33. Juntas de goma para cilindro
Plano 12. Segmento para cojinete	Plano 34. Goma protectora para la admisión
Plano 13. Tornillo para abrazadera	Plano 35. Brida elástica para tubo de presión
Plano 14. Tuerca para abrazadera	Plano 36. Tornillo para válvula de presión
Plano 15. Cuerpo central	Plano 37. Arandela para válvula de presión
Plano 16. Arandela de restrictor de aceite	Plano38. Válvula de presión
Plano 17. Restrictor de aceite	Plano39. Anilla de abrazadera
Plano 18. Tope para cojinete de empuje	Plano 40. Brazos de abrazadera
Plano 19. Junta de goma pequeña cuerpo central	Plano 41. Tubo de descarga de aceite
Plano 20. Cojinete de empuje	Plano 42. Tornillos para tubo de aceite
Plano 21. Collarín de sellado aceite	Plano 43. Sellado para tubo de aceite
Plano 22. Deflector de aceite	

1 Introducción

1.1 Objeto

El presente trabajo fin de grado, que se incluye en el plan de estudios de la Escuela Politécnica Superior de Jaén, en la titulación de Grado en ingeniería mecánica, tiene como objetivo, que el alumno, una vez que haya cursado todas las asignaturas troncales, obligatorias y optativas aplique los conceptos adquiridos durante los distintos cursos de su plan académico en un trabajo. Dicho trabajo será la culminación de la formación académica.

El objetivo general del presente documento es un modelado geométrico de un sobrealimentador con accionamiento por turbina centrípeta cedido por el área de máquinas y motores térmicos, con un programa comercial CAD-CAM-CAE.

En este documento se van a exponer además de algunas nociones acerca de sobrealimentación, y del programa CAD-CAM-CAE utilizado, planos y fotografías de las distintas piezas que forman el conjunto de sobrealimentador, junto con las fichas técnicas de cada una de ellas, en las que se explicará la función de cada pieza así como una descripción de su proceso de modelado.

Además se adjuntan animaciones para que sea más fácil la comprensión del proceso de la sobrealimentación mediante turbina centrípeta.

1.2 Justificación

La motivación que me ha llevado a realizar este tipo de proyecto, es la de poder aprender a utilizar un programa de modelado tridimensional CAD-CAM-CAE como es Solidworks, ya que creo que tiene mucha utilidad en el mundo laboral, y el diseño es un campo que me interesa.

En mi opinión, es muy importante a la hora de diseñar piezas nuevas o modificar algún diseño existente en busca de mejorarlo, y creo que es una herramienta que abre muchas puertas a nivel laboral.

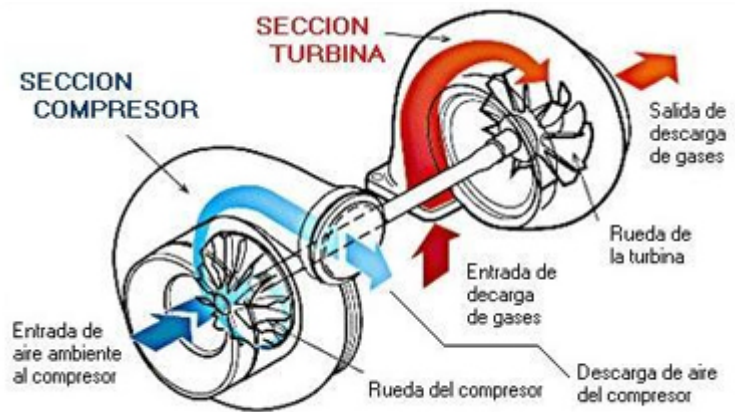
Además este proyecto puede servir de base para otros proyectos como serían el análisis de los sólidos que forman el sobrealimentador mediante elementos finitos, o el análisis de los gases que lo atraviesan mediante CFD.

1.3 Antecedentes

1.3.1 Sobrealimentación.

1.3.1.1 Sobrealimentación: Introducción, conceptos básicos.

El sobrealimentador centrífugo o turboalimentador es básicamente un compresor accionado por los gases de escape del motor, cuya misión fundamental es presionar el aire de admisión, para de este modo incrementar la cantidad de aire que entra en los cilindros del motor en la carrera de admisión, permitiendo que se queme eficazmente más cantidad de



Funcionamiento general del sobrealimentador

Este dispositivo ha sido proyectado para aumentar la eficiencia total del motor. La energía para el accionamiento del turbocompresor se extrae de la energía desperdiciada en el gas de escape del motor.

El sobrealimentador está compuesto, básicamente, de una rueda de turbina y eje, una rueda de compresor, un alojamiento central que sirve para sostener el conjunto rotatorio, cojinetes, caracola de admisión, y caracola de escape.

La rueda de turbina está situada en el alojamiento de turbina y está montada en un extremo del eje de turbina. La rueda del compresor está situada en el alojamiento del compresor y está montada en el extremo opuesto del eje de la rueda de turbina para formar un conjunto integral rotatorio.

El conjunto rotatorio se compone de una rueda de turbina y eje formando conjunto, rueda compresora y tuerca de retención de rueda.



Rueda de turbina y eje



Rueda compresora

El conjunto rotatorio se apoya sobre dos cojinetes lubricados a presión mantenidos en el alojamiento central por segmentos y también se instala un cojinete de empuje y un espaciador para soportar fuerzas axiales. Existen conductos internos de aceite perforados en el alojamiento central para proveer lubricación a los cojinetes de eje de rueda de turbina, el cojinete de empuje y el espaciador de empuje.



cojinete



Cojinete de empuje

La caracola de admisión es una pieza de fundición de aleación resistente al calor que aloja la rueda de compresor y proporciona una entrada axial del aire exterior, y una salida perimetral del mismo, pero comprimido, hacia la cámara de combustión del motor. La caracola de admisión está sujeta con una abrazadera al extremo del cuerpo central, proporcionando así un conjunto compacto y libre de vibraciones.



Caracola de admisión

El compresor consta de una rueda y una carcasa, que lleva incorporada una única espiral o difusor. El aire entra en la cámara del compresor (aspirado por el giro de la rueda compresora) entre las paletas de la rueda, y es expulsado por efecto de la fuerza centrífuga, al interior de la espiral durante la rotación de la rueda. En este momento la velocidad del aire disminuye y se produce el correspondiente incremento de la presión. A medida que el aire asciende alrededor de la espiral, se va reduciendo su velocidad y la presión aumenta en función del diámetro de la sección transversal de la cámara, hasta llegar a la cámara de combustión del motor.

La caracola de escape, que aloja la rueda de turbina provee una entrada de gas de escape de forma perimetral, y una salida axial de los gases de escape, que mueven la turbina, haciendo así que gire el compresor.



Caracola de escape

Por otra parte el sobrealimentador sufre una constante aceleración a medida que el motor sube de revoluciones y como no hay límite alguno en el giro de la turbina empujada por los gases de escape, la presión que alcanza el aire en el colector de admisión sometido a la acción del compresor puede ser tal que sea más un



Waste gate

inconveniente que una ventaja a la hora de sobrealimentar el motor. Por lo tanto se hace necesario el uso de un elemento que nos limite la presión en el colector de admisión. Este elemento se llama válvula de descarga o válvula waste-gate. Esta válvula está situada en la caracola de escape, y manda parte de los gases de escape directamente a la salida del escape sin pasar por la turbina.

La válvula de descarga o waste-gate está conectada a una válvula de presión compuesta por un muelle, una cámara de presión y un diafragma o membrana. El lado opuesto del diafragma está



Válvula de presión

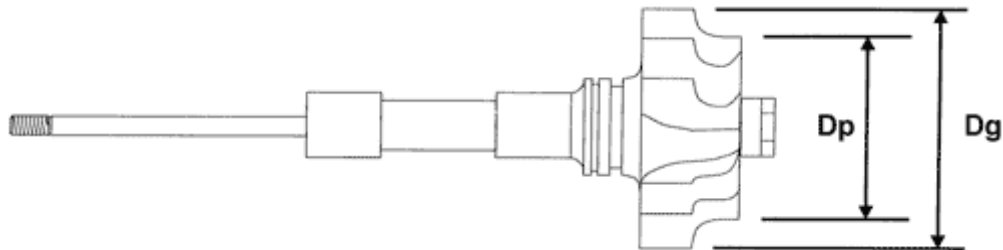
permanentemente condicionado por la presión del colector de admisión al estar conectado al mismo por un tubo. Cuando la presión del colector de admisión supera el valor máximo de seguridad, se vence la fuerza del muelle, lo que hace al eje moverse, abriendo así la válvula de descarga. Los gases de escape dejan de pasar entonces por la turbina del sobrealimentador, pasan por el bypass, lo que hace que la turbina deje de acelerarse.

De este modo la rueda compresora, a su vez, deja de acelerarse también, con lo que disminuye la presión de la caracola de admisión, hasta que la presión de alimentación desciende y la válvula se cierra.

1.3.1.2 TRIM y A/R

TRIM

Cada Modelo (T2, T3, GT15, TW91, etc...) de turbina y eje, y rueda compresora, generalmente tienen el mismo diámetro de turbina (diámetro mayor), pero diferentes pasos (diámetro menor). Cada tipo de paso (trim), tiene unas características de soplo distintas.



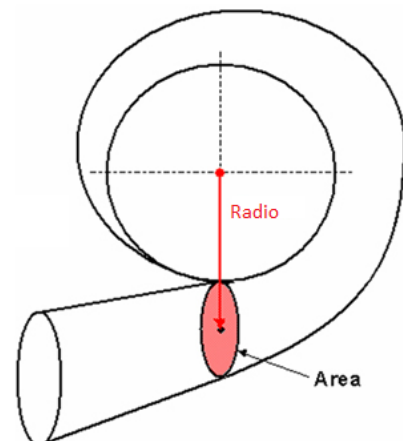
- Los valores de TRIM pueden ir de 0 a 100. Un valor 100 significa Dp es igual a Dg.
- Un TRIM grande indica un diámetro de turbina grande.
- Una TRIM de 55, da un 10% más de caudal que un TRIM 50.
- El TRIM se utiliza lo mismo para turbinas y eje que para ruedas compresoras.
- El TRIM se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{TRIM} = (Dp / Dg)^2 \times 100$$

Relación A/R

El A/R es una relación que se obtiene al dividir el área interior de la turbina en donde se encuentran las volutas, por el radio de la caracola desde el centro de la misma hasta su lengua, como se indica en la figura.

Los valores de A/R se expresan como .35, .47, .68, .84, 1.00, 1.15, etc.



Un A/R pequeño indica un volumen interior de la turbina pequeño y un A/R grande indica un volumen mayor.

A menor A/R la respuesta del motor se consigue a pequeñas revoluciones por minuto pero a altas revoluciones no conseguiremos el caudal suficiente. Se debe encontrar siempre una solución de compromiso entre obtener una respuesta lo más bajo posible y tener el caudal suficiente a altas revoluciones.

1.3.1.3 Motivos para llevar a cabo sobrealimentación

El motivo principal para la sobrealimentación del motor es aumentar la potencia del motor. Dado que la potencia de un motor se puede expresar como:

$$N_e = \frac{n}{2} \cdot V_T \cdot \rho_a \cdot F \cdot H_c \cdot \eta_V \cdot \eta_i \cdot \eta_m$$

Las posibilidades para aumentar la potencia de un motor de forma sustancial se limitan a:

- *Aumentar el régimen de giro del motor*, lo cual repercute en un mayor desgaste de las piezas móviles y en unas mayores fuerzas de inercia, por lo que el motor tendría un menor tiempo entre revisiones y una menor fiabilidad.
- *Aumentar la cilindrada total del motor*, bien aumentando el número de cilindros o bien aumentando la cilindrada unitaria de cada uno de ellos. Sin embargo, esta solución aumenta el costo del motor, así como el peso y volumen del mismo.
- *Aumentar la densidad del aire en la admisión*, comprimiendo éste antes de entrar en el cilindro, con lo que obtenemos un motor sobrealimentado.

Viendo estas tres opciones, parece que la más ventajosa es la de sobrealimentar el motor.

1.3.1.4 Tipos de sobrealimentación

Una vez decidido que lo elegido para aumentar la potencia del motor es la sobrealimentación, hay distintas opciones.

- *Alimentación forzada dinámica*

Esta sobrealimentación utiliza las propiedades dinámicas de los gases para por medio de ondas de choque, inercias de los gases y resonadores introducir más aire dentro de los cilindros. Su efectividad no es muy alta, pero algunos coches utilizan admisiones de aire variables que se aprovechan de estas propiedades para mejorar ligeramente la capacidad de introducir aire en sus cilindros.

Entre otros sistemas de este tipo destacan aquellos que orientan su admisión en dirección de la marcha, haciendo que una mayor cantidad de aire entre en la admisión y aumentando, muy ligeramente, la potencia del motor. Este sistema se utilizó en varios coches de los sesenta, pero actualmente no se utiliza, en parte por la dificultad de instalación y la influencia en la aerodinámica que tendría una boca abierta en dirección de la marcha.

- *Compresores mecánicos volumétricos y centrífugos*

Los compresores mecánicos son aquellos que utilizan un sistema de tracción mecánica, normalmente una correa, engranajes o una cadena, para operar un sistema que bombea aire al interior de los cilindros de manera que aportando más combustible el motor tenga más potencia.

- *Sobrealimentador de turbina centrípeta o Turbocompresores*

Aprovechar parte de la energía que se desperdicia por los escapes para impulsar el aire que entra a través de la admisión. Ese es el resultado de interponer una turbina en la línea de escape conectada a través de un eje con un compresor interpuesto en la tubería de admisión de aire.

De este modo se consigue aumentar el gasto másico que entra al cilindro del motor en cada vuelta, esto se transforma en un aumento en la potencia y en la eficiencia del motor.

Existen distintos tipos de turbocompresores: el de impulso y el de presión constante. Cada uno tiene sus propias características de funcionamiento y ambos actúan de la misma forma básica.

El turbocompresor tipo impulso presenta una rápida reacción del conjunto giratorio, debido a la rápida sucesión de impulsos de gas de escape sobre el conjunto de la turbina. Se usa principalmente en aplicaciones automotrices, cuando es importante la respuesta en aceleración.

En el tipo de turbocompresor de presión constante, el gas de escape de todos los cilindros fluye al interior de un colector común, donde desaparecen los impulsos, dando lugar a una entrada del gas en la turbina a una presión constante. Los turbocompresores de presión constante son utilizados principalmente en grandes motores Diesel, en máquinas agrícolas, excavadoras y en aplicaciones marinas, donde la respuesta de aceleración no es tan crítica ni tan necesaria.

1.3.1.5 Ventajas e inconvenientes de la sobrealimentación de motores.

Dado que este documento se centra en la sobrealimentación por turbina centrípeta, las ventajas e inconvenientes serán relativos a esta forma de sobrealimentación.

Ventajas:

- El costo por unidad de potencia disminuye, ya que las diferencias entre un motor de aspiración natural y un motor similar sobrealimentado son pequeñas, pudiendo ser muy superior la potencia del sobrealimentado. Por otra parte, el fabricante puede sobrealimentar uno de sus motores de aspiración natural con lo que obtiene un motor de mayor potencia sin tener que emprender un proyecto totalmente nuevo.
- Reducción del ruido del motor. La carcasa de la turbina actúa como un conjunto de absorción del ruido de los gases de escape del motor. Del mismo modo, la sección del compresor reduce el ruido de admisión producido por los impulsos en el colector de admisión. Como resultado de todo ello, un motor turboalimentado es, normalmente, más

silencioso que otro convencional, aunque generalmente se percibe un silbido característico cuando el motor está bajo carga o acelerando.

- La potencia específica aumenta. Circunstancia que puede ser importante en automoción, así como en motores de gran tamaño, ya que la potencia específica disminuye con el tamaño del motor.
- Economía de combustible. Un motor turboalimentado tiene un rendimiento volumétrico más alto que el convencional, con el que se logra una combustión más completa, que da como resultado un consumo más bajo de combustible.
- Reducción de humos. Los turbocompresores suministran al motor una cantidad suplementaria de aire en el funcionamiento a media y alta velocidad, que da lugar a una fase de combustión mucho más eficaz y limpia, lo que reduce considerablemente la producción de humos.

Además, como el motor se sobrealimenta aprovechando la energía de los gases de escape, se está aprovechando una energía, (la de los gases de escape) que se iba a desperdiciar, con lo que el rendimiento del motor, en general, mejora.

Inconvenientes:

- Potencias reducidas a bajas revoluciones. Cuando se lleva poco pisado el acelerador y por lo tanto un régimen de vueltas bajo, los gases de escape se reducen considerablemente y esto provoca que el turbo apenas trabaje. La respuesta del motor entonces es relativamente mala salvo que se utilice una marcha convenientemente corta que aumente el régimen de giro.
- El mantenimiento es más exigente que el de un motor atmosférico. Los motores turbo requieren un aceite de mayor calidad y cambios de aceite más frecuentes, ya que éste se encuentra sometido a condiciones de trabajo más duras al tener que lubricar los cojinetes de la turbina y del compresor frecuentemente a muy altas temperaturas.

- Los motores sobrealimentados requieren mejores materiales y sistemas de lubricación y refrigeración más eficientes.
- Incremento de las tensiones mecánicas. En los motores diesel sobrealimentados, debido a la disminución del tiempo de retraso, como consecuencia de la mayor presión y temperatura en el instante de la inyección, la presión máxima de combustible aumenta más lentamente que la presión media efectiva al aumentar la presión de sobrealimentación.

Si el motor se sobrealimenta con relaciones de compresión muy altas, la presión máxima llega a ser excesiva, consistiendo la solución en reducir la relación de compresión volumétrica del motor y refrigerar el aire de admisión después del compresor.

Si la sobrealimentación se realiza aprovechando la energía de los gases de escape, en el momento del arranque esta energía será nula, por lo que la relación volumétrica de compresión mínima admisible será aquella para la que el motor pueda arrancar.

En el caso de los motores de encendido provocado las presiones máximas aumentan de forma significativa al sobrealimentar el motor, hecho que conduce a la detonación, por lo que es necesario refrigerar el fluido después del compresor, así como disminuir la relación de compresión del motor.

- Incremento de las tensiones térmicas. Al sobrealimentar un motor las tensiones térmicas crecen de forma importante, siendo en general más críticas que las tensiones mecánicas

2 Metodología

A continuación se detalla el proceso seguido para la elaboración de este trabajo fin de grado.

2.1 Búsqueda de información y conocimientos básicos de Solidworks

En primer lugar he buscado en internet manuales, he visto videos acerca del programa y de su uso básico y he realizado distintos modelados a modo de práctica para ir profundizando hasta un nivel que me permitiera realizar los elementos de los que se compone un sobrealimentador.

2.2 Búsqueda de información acerca de sobrealimentadores.

Para hacer más fácil la tarea de desmontaje, modelado y montaje es interesante tener conocimientos acerca de los sobrealimentadores, y qué papel juega cada pieza.

Sobre todo he obtenido información en los apuntes de las asignaturas de termodinámica y maquinas térmicas, foros de internet, y páginas web relacionadas con sobrealimentación de vehículos, además de ver algunos videos de los dispositivos en funcionamiento.

También he buscado información acerca de los distintos elementos que componen el sobrealimentador, ya que si bien el funcionamiento era conocido de asignaturas como maquinas térmicas, no conocía el nombre y utilidad de algunas pequeñas piezas internas como el deflector de aceite o el restrictor de aceite.

2.3 Desmontaje y limpieza del sobrealimentador

Antes de proceder a la toma de medidas de las piezas, se ha desmontado y limpiado cada una de ellas para la mejor y más cómoda toma de datos.

En primer lugar se ha desmontado y enumerado cada pieza, para luego pasar al limpiado de cada una de ellas con agua y líquidos desengrasantes.

Cabe recordar que después de la toma de medidas y antes del montaje, sería conveniente engrasar las piezas que han sido desengrasadas para mantener

el correcto funcionamiento del sobrealimentador y evitar que se deteriore y oxide.

2.4 Medida de las dimensiones y masas de todas las piezas.

Una vez limpias y separadas todas las piezas se ha procedido a la toma de medidas en el laboratorio de metrología.

Para llevar a cabo la medición de alturas, espesores radios, ángulos... se han utilizado calibres o pie de rey, galgas de radios, reloj comparador y goniómetros, facilitados por el laboratorio de metrología.

Además, dada la compleja geometría de algunas piezas, se han tomado medidas secundarias con otros elementos como escáner o tomar la medida mediante un molde con plastilina. Estos procesos se explican en las fichas técnicas de las piezas en las que se ha tenido que utilizar un método de medida indirecto.

El calibre o pie de rey es el instrumento de medida lineal que más se ha utilizado para la toma de medidas. Sirve tanto para medidas de longitud interna, externa y de profundidad. El material con que se construyen es generalmente acero inoxidable INVAR., que posee una gran resistencia a la deformación y al desgaste.



Pie de rey

Las galgas de radios es una herramienta de medida que se emplea para medir radios de las aristas de una pieza que tengan redondeo.

Un reloj comparador es un aparato que transforma el movimiento rectilíneo de los palpadores o puntas de contacto en movimiento circular de las agujas. Se trata de un instrumento de medición que se utiliza en los talleres e industrias para la verificación de piezas y que por sus propios medios no da lectura directa, pero que es útil para



Reloj comparador

comparar las diferencias que existen en la cota de varias piezas que se quieran verificar.

El goniómetro o transportador universal es un instrumento de medición que se utiliza para medir ángulos. Consta de un círculo graduado de 360°, el cual lleva incorporado un dial giratorio sobre su eje de simetría, para poder medir cualquier valor angular. El dial giratorio lleva incorporado



Goniometro

un nonio para medidas de precisión.

Además de las dimensiones de todas las piezas, se ha tomado la masa de cada una de ellas. Para ello se ha utilizado una báscula con capacidad para 6 kg y una precisión de 0.01 gramo, cedida por el laboratorio de química, ya que en el laboratorio de metrología no disponían del equipo.

2.5 Modelado geométrico de las partes que componen el sobrealimentador.

El siguiente paso después de la toma de medidas de las piezas ha sido la representación de cada una de ellas en el programa de CAD-CAM-CAE, Solidworks, en su versión 2015.

SolidWorks es un modelador sólido paramétrico. Paramétrico significa que las dimensiones pueden tener relaciones entre sí y se puede cambiar en cualquier momento durante el proceso de diseño para modificar automáticamente la parte sólida y la documentación relacionada (planos y ensamblajes).

De modo que las medidas y bocetos obtenidos en el paso anterior se utilizan para crear la pieza 3D a través de croquis en distintos planos de la pieza. Así se va montando el modelo 3D, que luego dará lugar a los planos en 2D.

Una vez realizado el modelo 3D se procede a un mallado automático para comprobar la correcta terminación de cada pieza.

En los siguientes subapartados se introducen los conceptos básicos y más importantes de SolidWorks, además de las distintas herramientas utilizadas en este trabajo fin de grado.

2.5.1 Aspectos a destacar de Solidworks.

El software de automatización de diseño mecánico de SolidWorks es una herramienta de diseño de modelado sólido paramétrico y basado en operaciones.

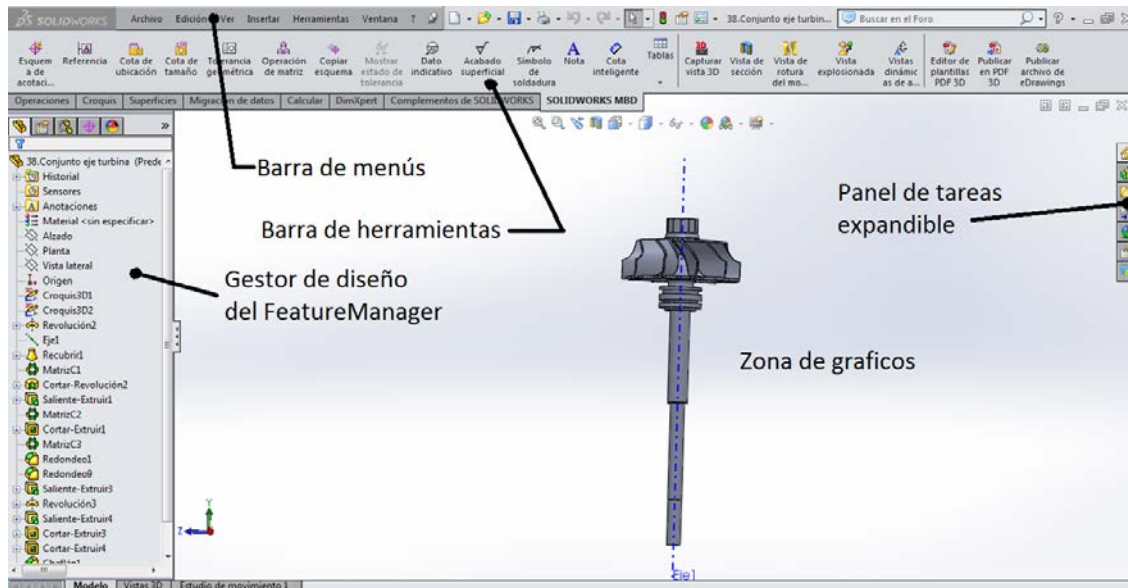
Permite crear modelos sólidos en 3D totalmente asociativos con o sin restricciones mientras utiliza al mismo tiempo las relaciones automáticas o definidas por el usuario para capturar la intención del diseño.

2.5.1.1 Basado en operaciones y paramétrico

Que sea una herramienta de diseño basada en operaciones significa que del mismo modo que un ensamblaje está compuesto por una serie de piezas individuales, un modelo de SolidWorks también está compuesto por elementos individuales. Dichos elementos se denominan operaciones.

Cuando se crea un modelo mediante el software de SolidWorks, trabajamos con operaciones geométricas como salientes, cortes, taladros, nervios, redondeos, chaflanes y ángulos de salida. A medida que se crean estas operaciones, las mismas se aplican directamente a la pieza con la que se está trabajando.

La interfaz de usuario de SolidWorks es una interfaz de Windows y, como tal, se comporta del mismo modo que el resto de las aplicaciones de Windows. A continuación, se muestran algunos de los aspectos más importantes de la interfaz



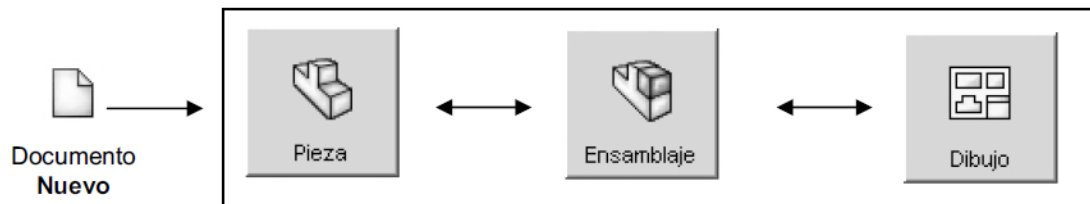
En la zona izquierda de la imagen se puede ver el árbol de operaciones, “Feature manager” donde se presentan ordenadas cronológicamente las operaciones aplicadas a la pieza, con las distintas relaciones entre ellas.

De esta manera no solo podemos ver el orden en el que se realizaron, sino que también es más fácil acceder a ellas e incluso se puede modificar el orden si no tienen relaciones que lo impidan.

En cuanto al significado de paramétrico, se refiere a que las cotas y las relaciones utilizadas para crear una operación se capturan y se almacenan en el modelo. Gracias a ello se pueden realizar de manera rápida y sencilla cambios en el modelo.

2.5.1.2 Totalmente asociativo

Un modelo de SolidWorks es totalmente asociativo a los dibujos y ensamblajes a los que hace referencia. Los cambios efectuados en el modelo se reflejan automáticamente en los dibujos y ensamblajes relacionados. De un modo similar, puede efectuar modificaciones en el contexto del dibujo o del ensamblaje y tener la certeza de que esas modificaciones se reflejarán en el modelo.

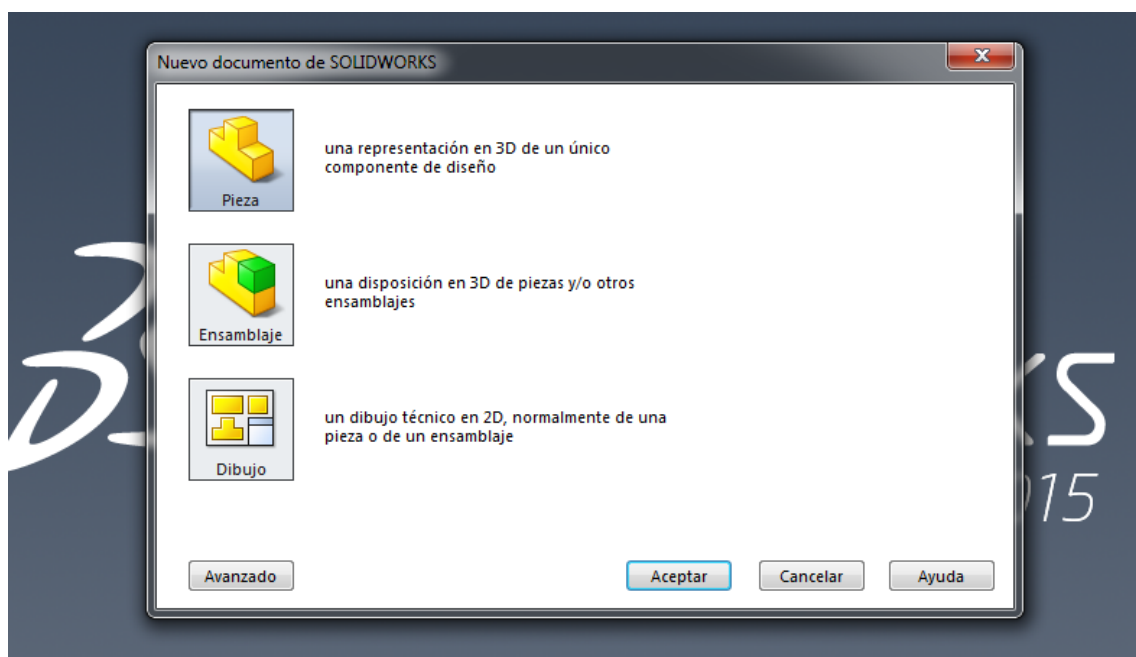


Es importante tener esto en cuenta. Uno de los problemas que he tenido a la hora de realizar los ensamblajes, es que, al no tener demasiada experiencia con este software, he ido guardando copias de seguridad de los distintos archivos a medida que avanzaba en el trabajo, sin darme cuenta que cada vez que guardaba un ensamblaje, aunque lo moviera de carpeta, las relaciones con las piezas individuales seguían vigentes, lo que me ha ocasionado algún problema hasta que detecté el fallo. La solución es guardar las copias de seguridad en una unidad de memoria externa fuera del equipo donde se trabaja.

2.5.2 Proceso de creación de una pieza

En este apartado se muestra como comenzar a hacer el coquizado de una pieza para continuar dándole volumen.

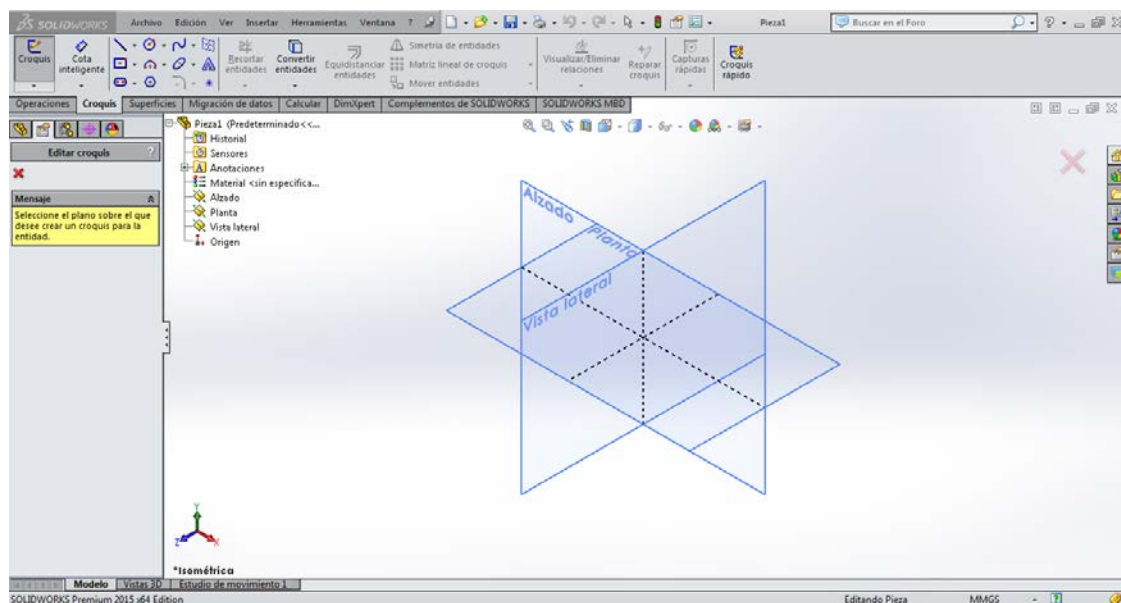
Para comenzar a crear una pieza se da clic en “nuevo” y se abre la siguiente ventana.



Como en este caso queremos crear un diseño nuevo de una pieza clicamos en pieza y damos a aceptar para comenzar con el croquizado.

El croquizado es el acto de crear un perfil de 2D compuesto por geometrías de estructura alámbrica. Los tipos de geometría más comunes son líneas, arcos, círculos y elipses. El croquizado es dinámico, con información proporcionada por el cursor para que la tarea sea más fácil.

Para crear un croquis, debe elegir un plano sobre el cual croquizar. El sistema proporciona tres planos iniciales de manera predeterminada. Estos son alzado, planta y vista lateral.

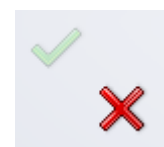


Se selecciona el plano donde se quiere dibujar el croquis y se comienza a croquizar.

Cuando un croquis está activo o abierto, la esquina de confirmación (extremo superior derecho de la ventana de gráficos) muestra dos símbolos. Uno tiene el aspecto de un croquis. El otro es una X roja. Estos símbolos proporcionan un recordatorio visual de que esta activo un croquis. Al hacer clic en el símbolo de croquis, saldrá de este último y se guardará cualquier cambio realizada. Al hacer clic en la X, saldrá del croquis y se descartará cualquier cambio realizado.

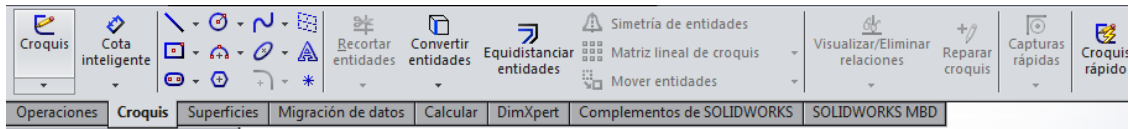


Cuando otros comandos están activos, la esquina de confirmación muestra una marca de verificación y una X.

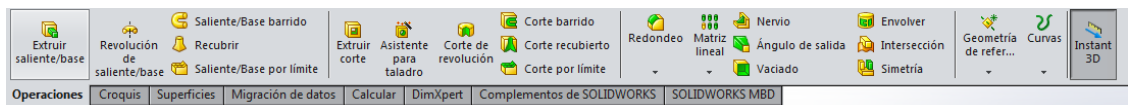


La marca de verificación ejecuta el comando actual. La X cancela el comando.

Haciendo uso de las distintas opciones dentro de la barra de herramientas de croquis, que se muestra a continuación, se crea el croquis.



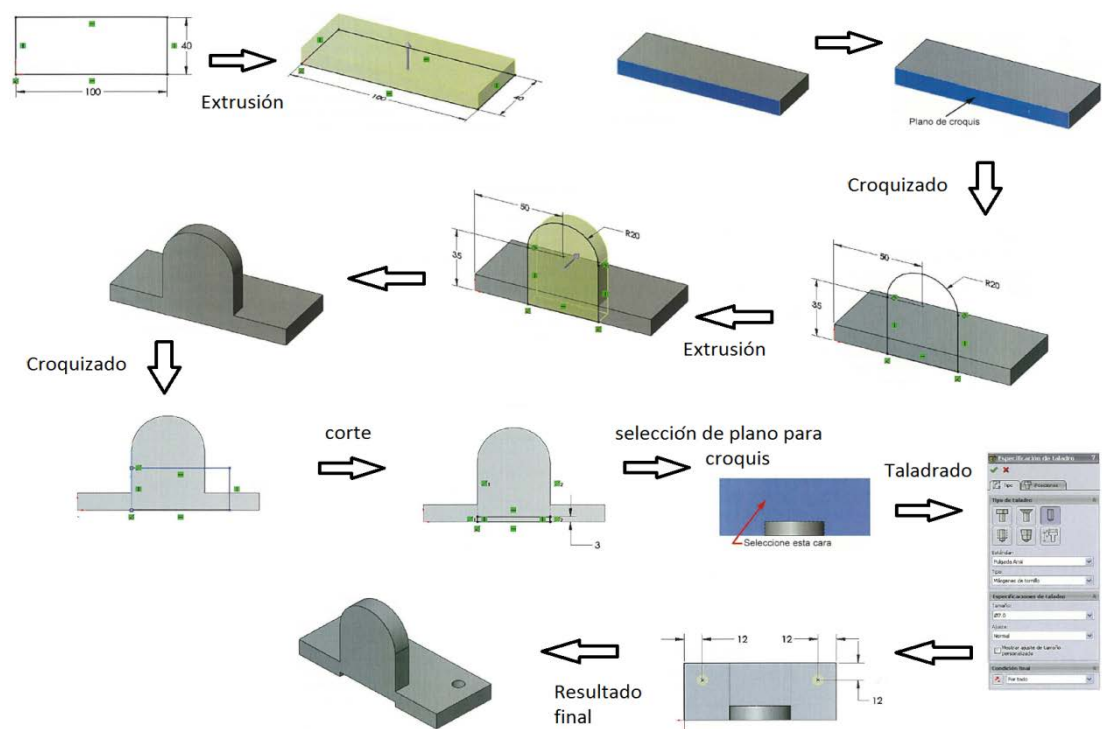
Una vez realizado el croquis, se puede operar con el mediante el menú operaciones.



Con el menú operaciones se consigue obtener volumen de un croquis, redondear aristas de una pieza 3D, cortes, intersecciones....

Una vez se tiene la primera pieza 3D se puede dibujar un croquis en una de sus caras y seguir modelando el sólido, además de redondeos e intersecciones para conseguir el sólido que se busca.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de modelado de una pieza simple a través de croquis, extrusión, corte y taladrado.

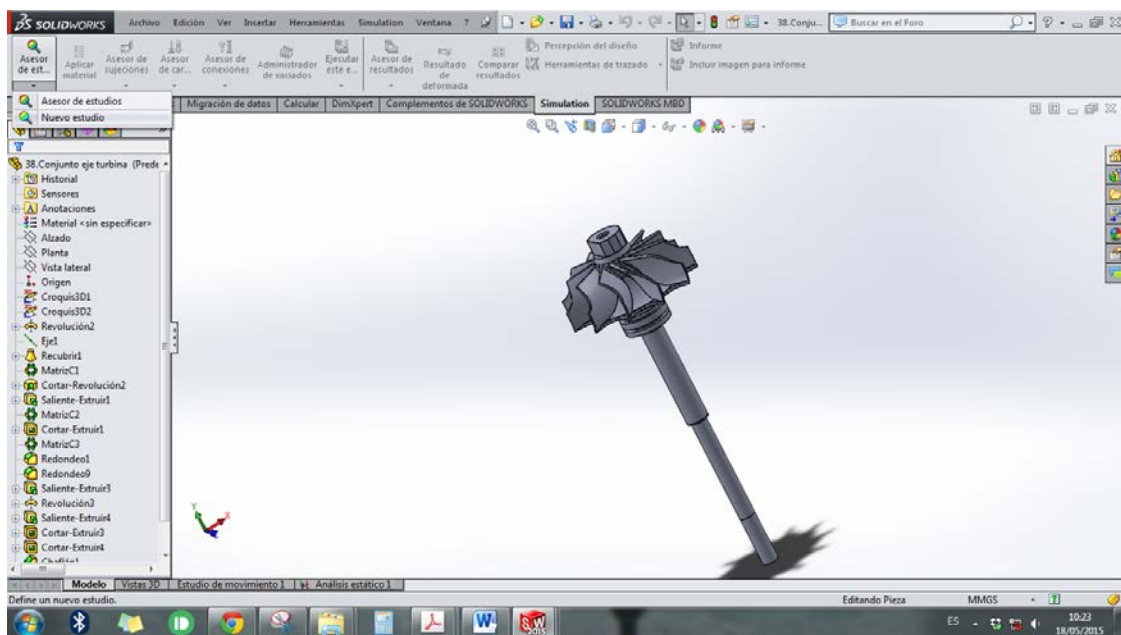


Existen muchas más opciones de las que se presentan en este documento, como las relaciones de croquis, recubrir, revolución base barrido... pero este documento solo presenta una breve descripción del programa, dado que lo importante en este documento es el modelado del sobrealimentador realizado.

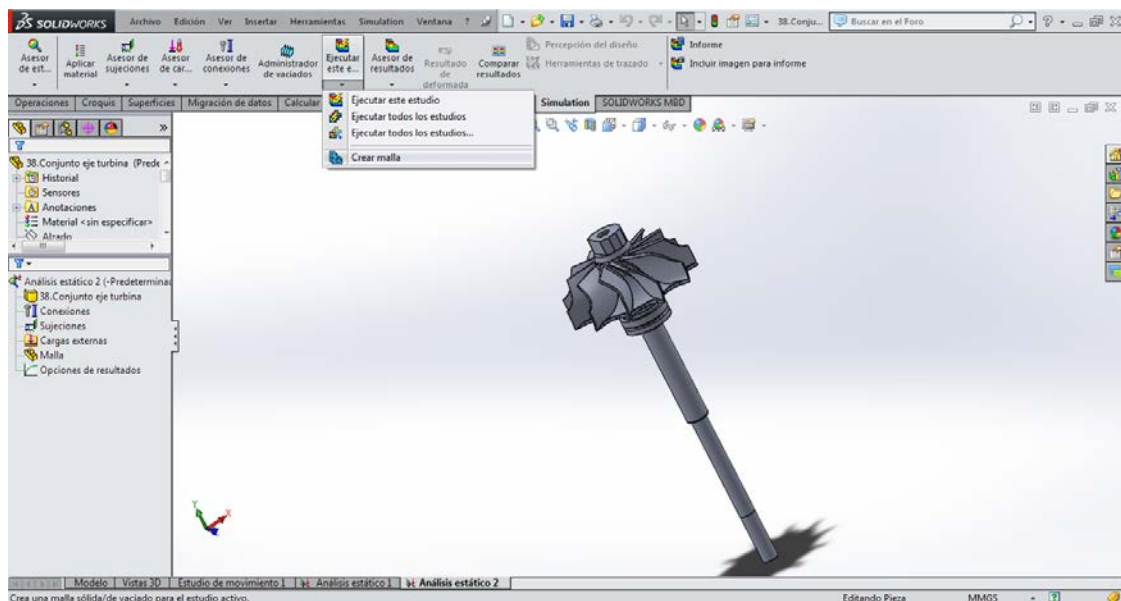
2.5.3 Mallado

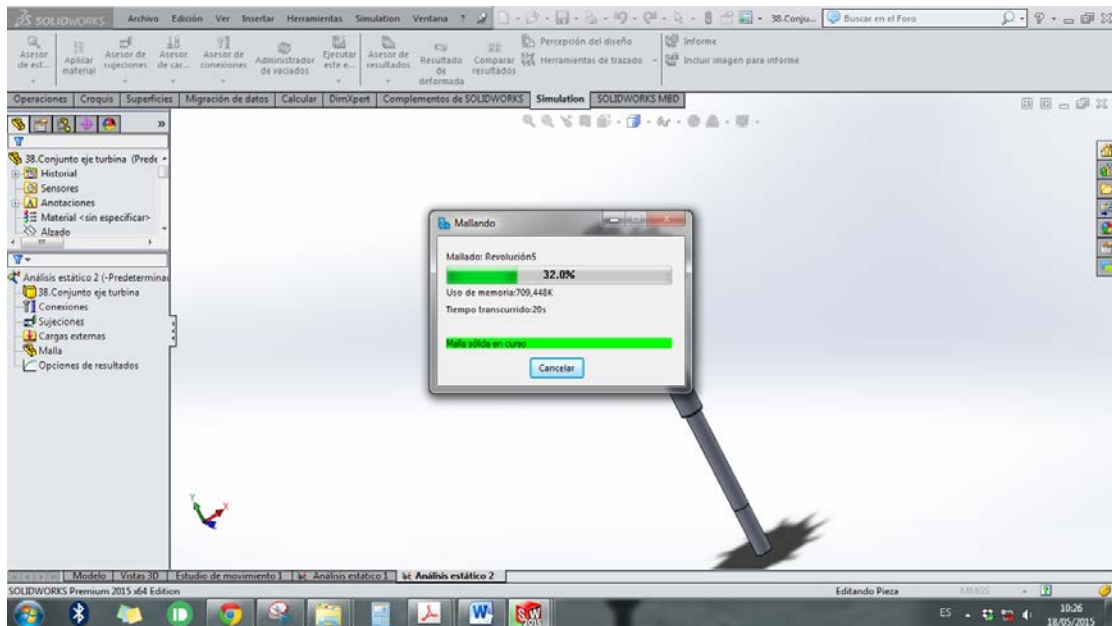
Una vez creada la pieza, hay que mallarla.

Para esto se abre el módulo de simulación de Solidworks, y se crea un nuevo estudio. Como lo que se pretende solamente es crear la malla, se puede seleccionar por ejemplo nuevo análisis estático.

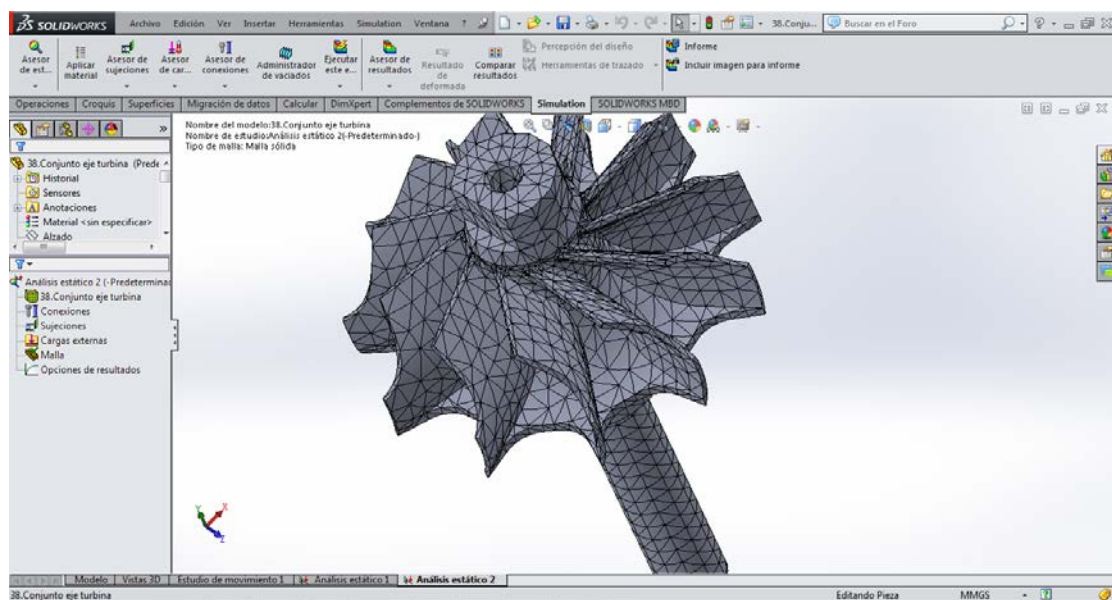


Una vez abierto el nuevo análisis, se crea la malla.



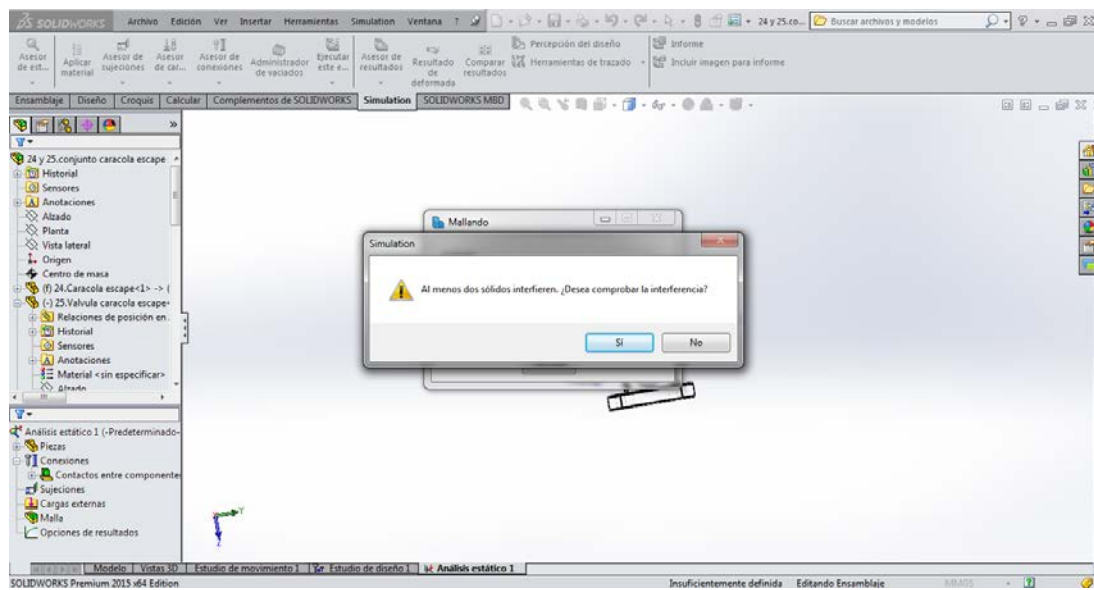
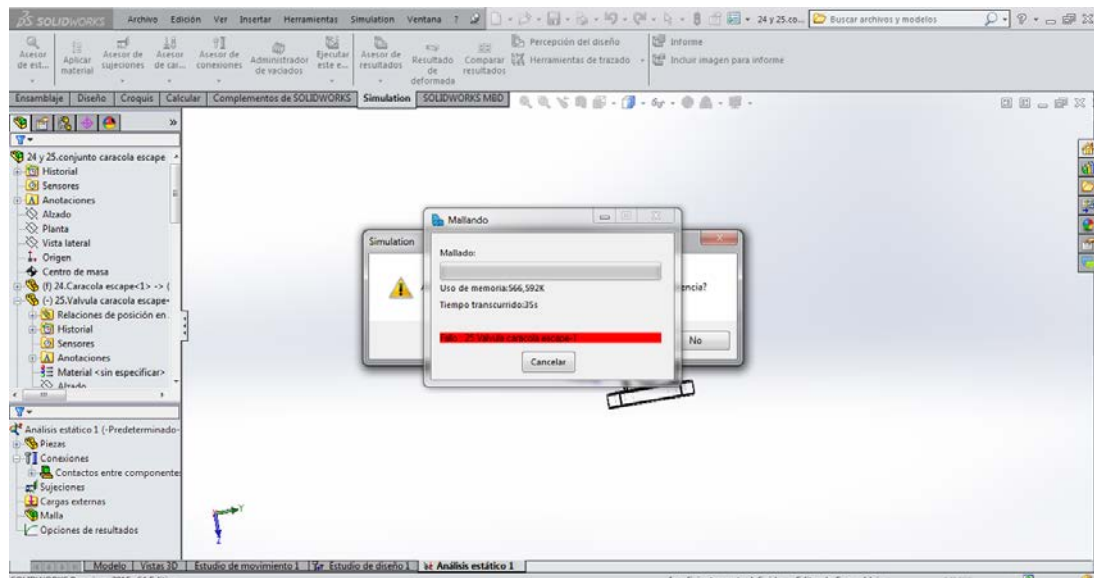


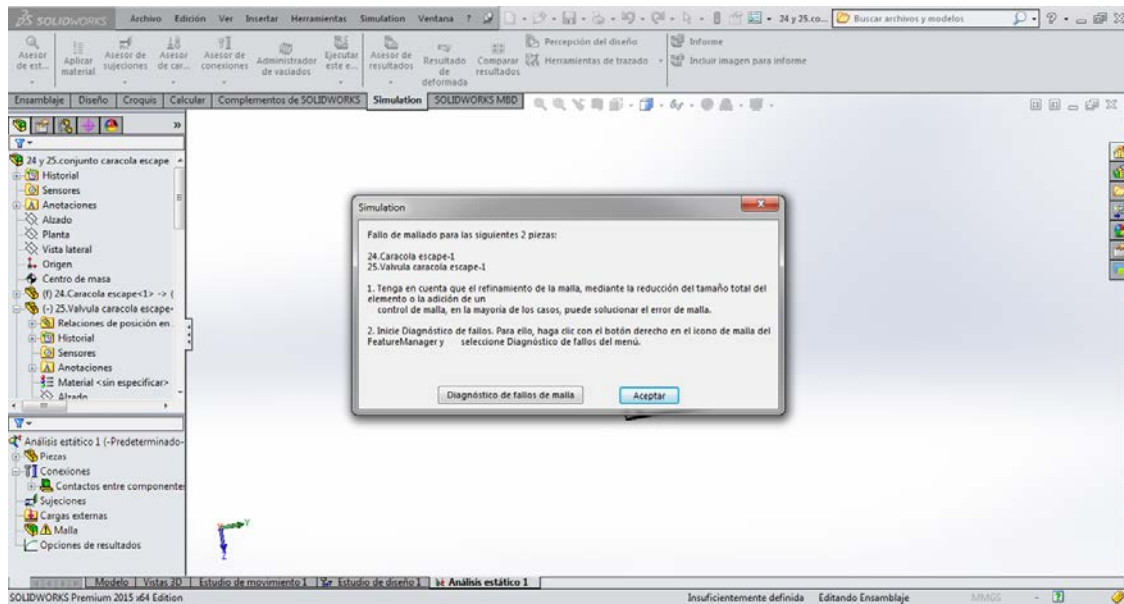
Dando como resultado:



Si hubiera algún fallo en la pieza, no se permitiría el mallado, y el programa lanzaría un mensaje de error, indicando una de las operaciones que falla. Con ese dato, se puede ir al árbol de operaciones e intentar solucionar el error, volver a mallar y repetir este proceso hasta que no haya más errores y se permita el mallado.

A continuación se muestra una secuencia de imágenes que se dan cuando se detecta un error en el mallado, en este caso, interferencia de sólidos.





Los errores más comunes que me han surgido a la hora de mallar las piezas han sido la interferencia de dos sólidos distintos, y los huecos por defectos dentro de los sólidos.

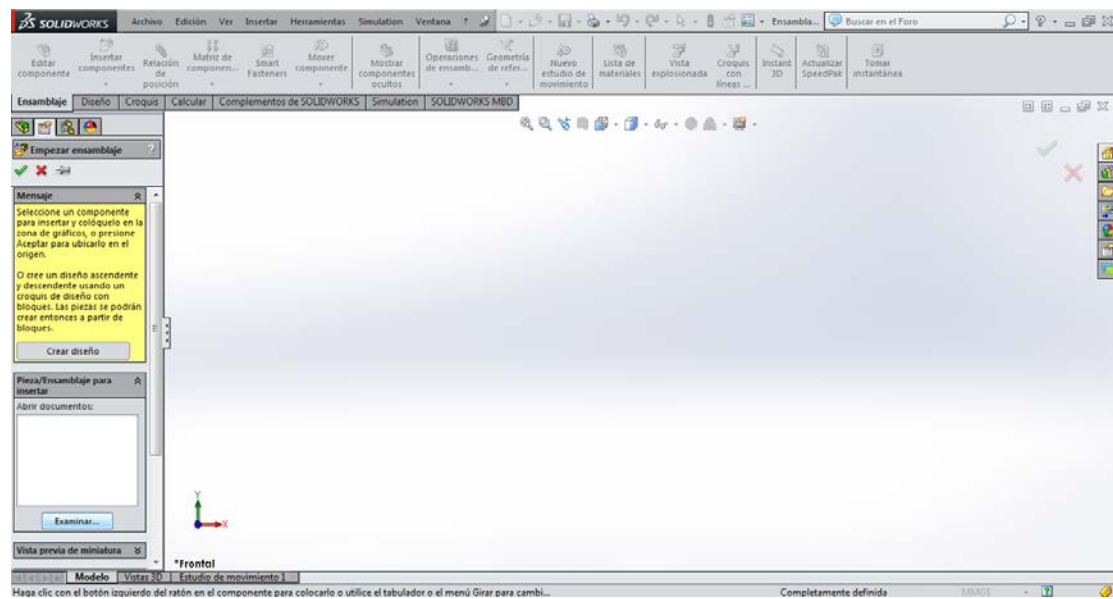
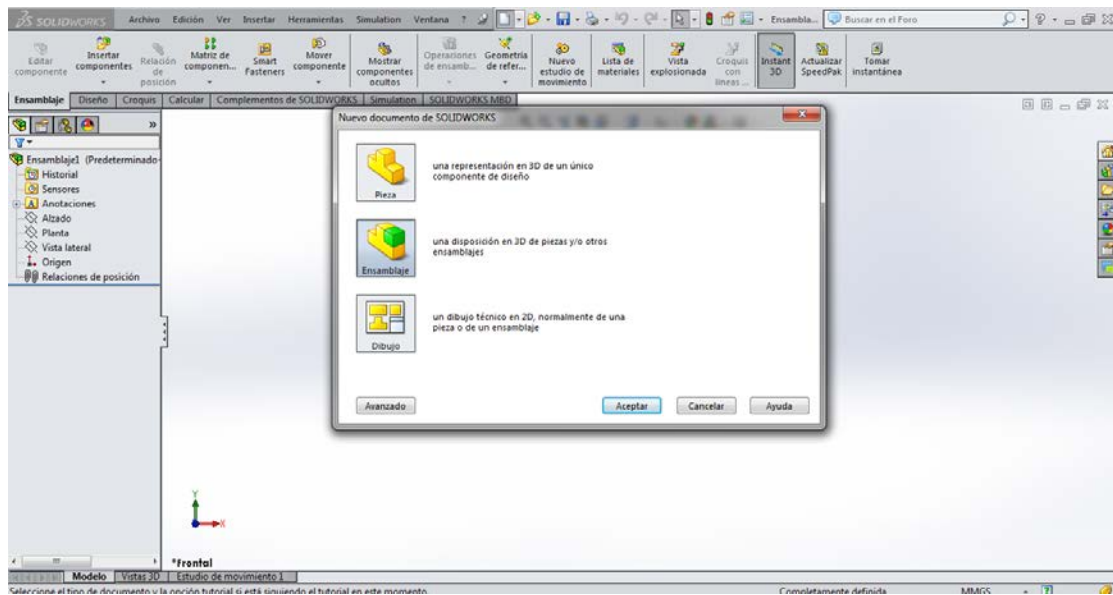
La interferencia de dos sólidos ha sido básicamente por descuido de no unificar todos los sólidos de cada pieza en un único sólido, ya que al realizar el conjunto pieza a pieza, cada fichero ha de ser un único sólido. El problema se ha resuelto unificando los sólidos en uno solo.

El error debido a huecos internos no deseados se debe, sobre todo a la operación de barrido y de recubrimiento. Si no se eligen bien las guías, y no se tiene cuidado a la hora de recubrir dos o más secciones, pueden quedar huecos dentro de los sólidos, como burbujas de aire.

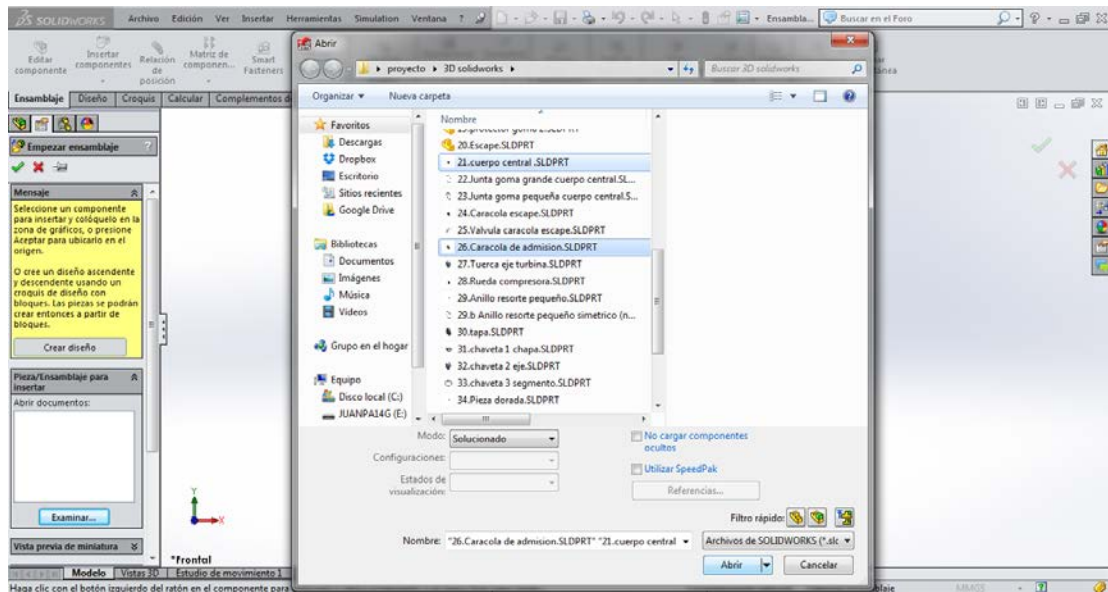
Este problema se soluciona editando la operación de barrido o recubrir, para elegir mejor las guías, y en como último recurso, si no es posible arreglarlo de este modo, se puede extrusar un croquis que cubra el hueco, fusionando los resultados, lo que acaba llenando el hueco que no permite el mallado.

2.5.4 Ensamblaje

Para crear un ensamblaje abrimos un nuevo archivo y seleccionamos ensamblaje.

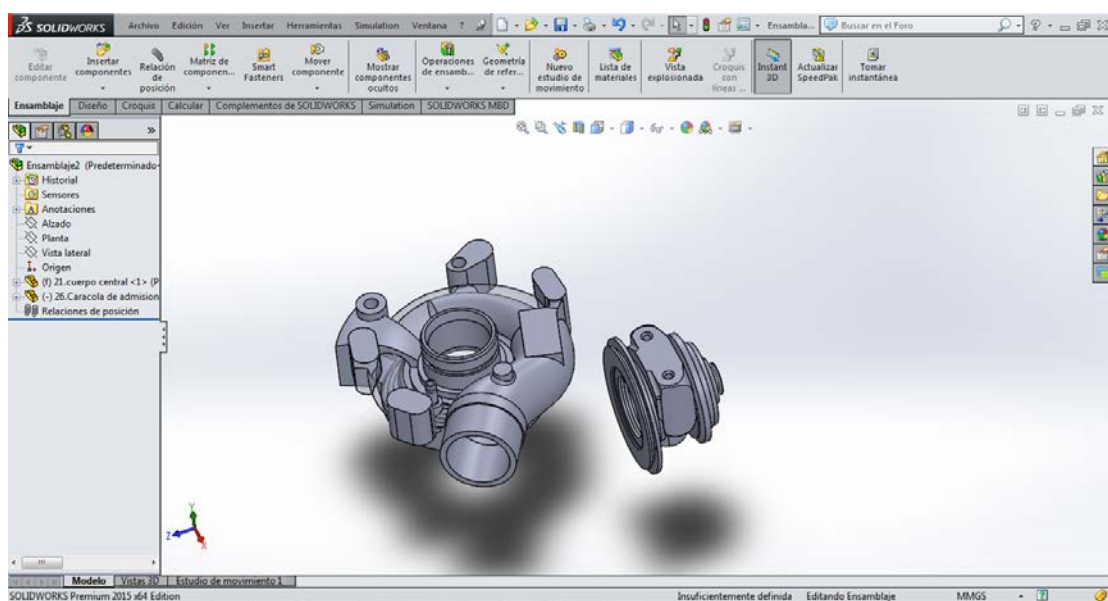


A la izquierda, se le da clic a examinar y se seleccionan las piezas que se quieren ensamblar.



Los ensamblajes se crean agregando y orientando piezas existentes en un ensamblaje. Las piezas agregadas al ensamblaje aparecen como Piezas de componente. Las piezas de componente se orientan y posicionan en el ensamblaje mediante las Relaciones de posición. Las relaciones de posición relacionan caras y aristas de piezas de componentes con planos y otras caras/aristas.

El componente inicial agregado al ensamblaje se fija automáticamente al agregarse y aparece, como se ve en la siguiente imagen, con una (f) al principio del nombre, esto indica que es fijo y no puede moverse, en la imagen el cuerpo central es fijo.



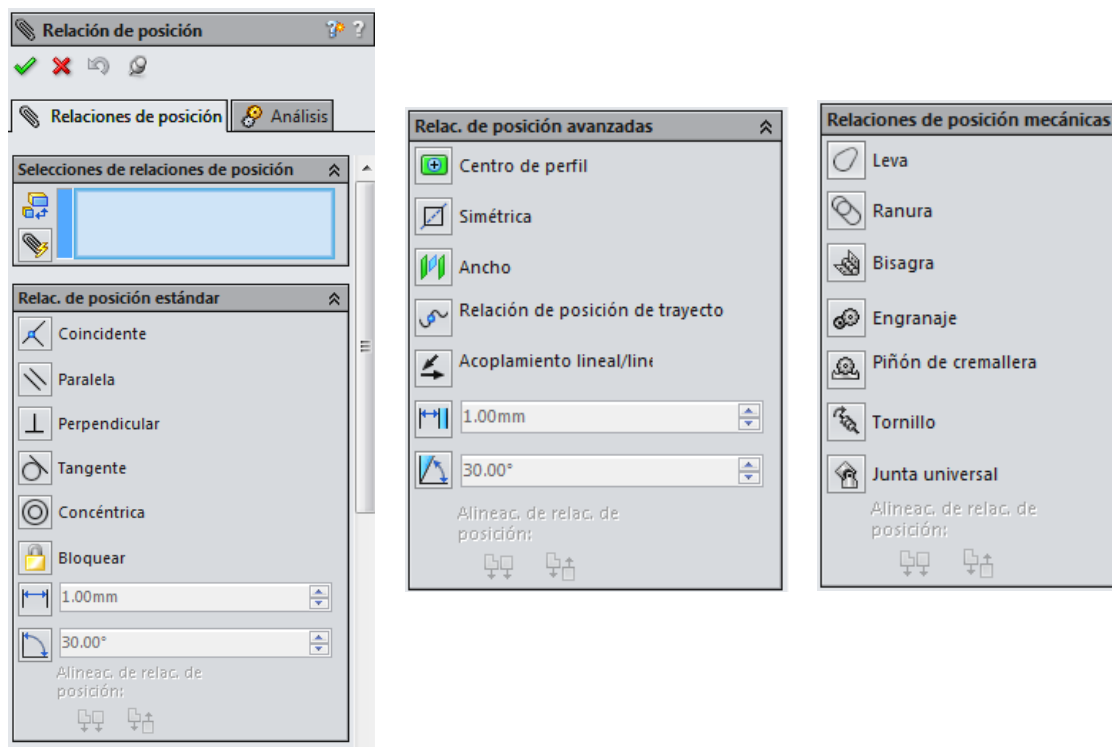
El gestor de diseño del Feature Manager incluye muchos símbolos, prefijos y sufijos que brindan información sobre el ensamblaje y sus componentes.

Una vez que el primer componente se ha insertado y definido completamente, pueden agregarse otras piezas y establecerse relaciones de posición entre éstas y el componente. Las relaciones se pueden aplicar entre caras, aristas, planos, ejes o geometría de croquis que definen la ubicación y orientación de los componentes. Estas relaciones de posición se pueden utilizar para definir completamente un componente que no se mueve o definir insuficientemente uno que se desea mover. Un componente no debe definirse en exceso bajo ningún concepto. Los posibles estados para una relación de posición son:

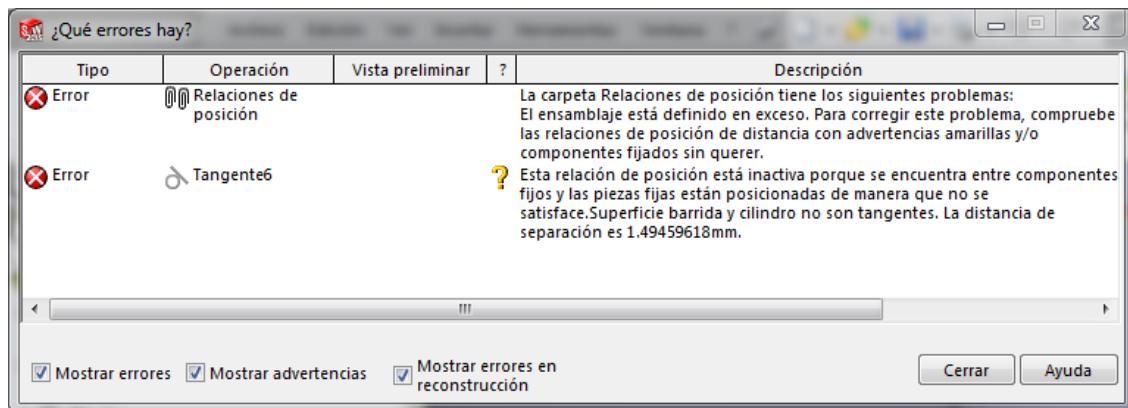
- Insuficientemente definido
- Definido en exceso,
- Completamente definido
- No solucionado.

Dos de las relaciones de posición más utilizadas son Coincidente y Concéntrica. Pero también se pueden aplicar otras como Paralela, Perpendicular, Tangente... o relaciones avanzadas como ángulo mínimo y máximo entre dos caras de superficies, o distancias mínima y máxima.

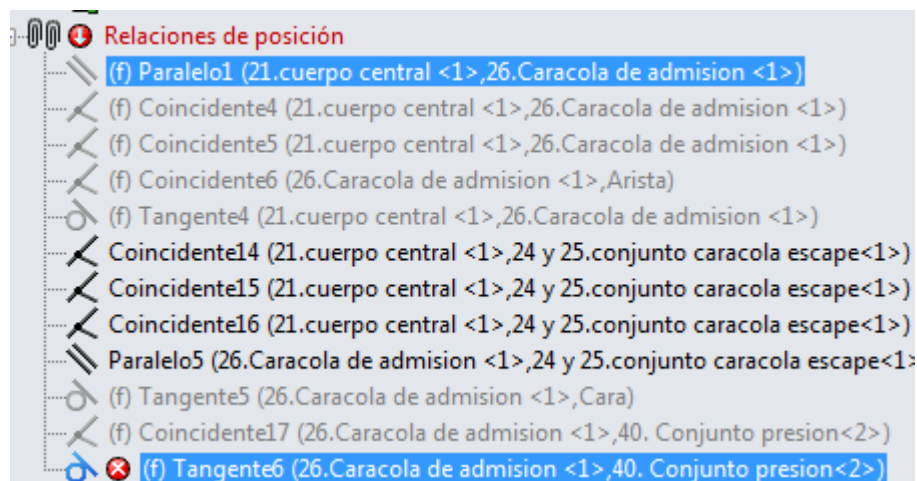
En las siguientes se muestran las distintas relaciones de posición disponibles.



Al editar los componentes por separado, hay que tener en cuenta que los cambios que se hagan, se verán reflejados también en el ensamblaje, lo que puede dar lugar a cambios en las relaciones. Si se modifica un elemento, dando lugar a una incompatibilidad en las relaciones de posición, al abrir el ensamblaje aparecerá un mensaje como el siguiente:

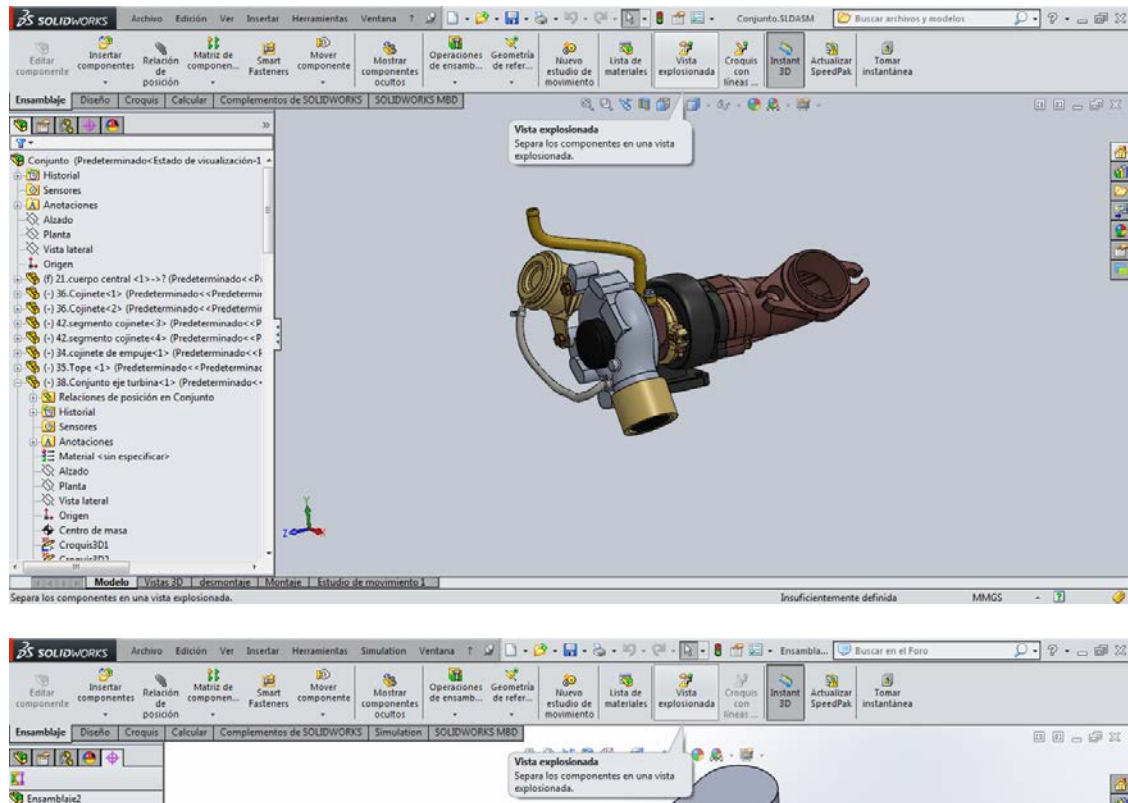


Y dentro del árbol de operaciones quedara marcada la relación que da error, para que podamos modificarla o eliminarla



2.5.5 Vista explosionada

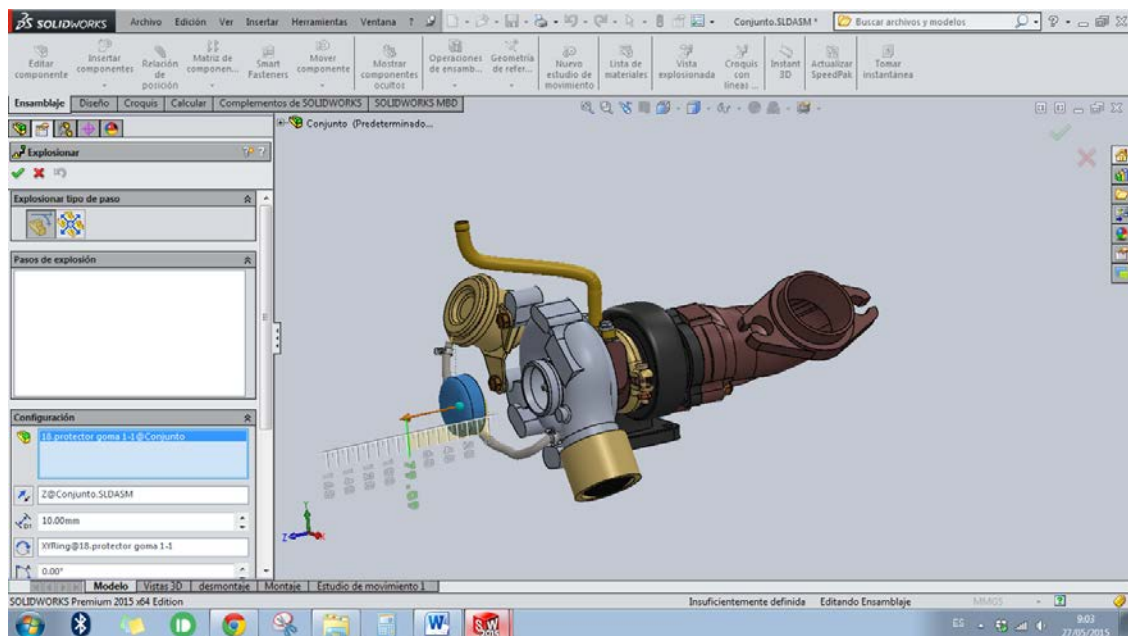
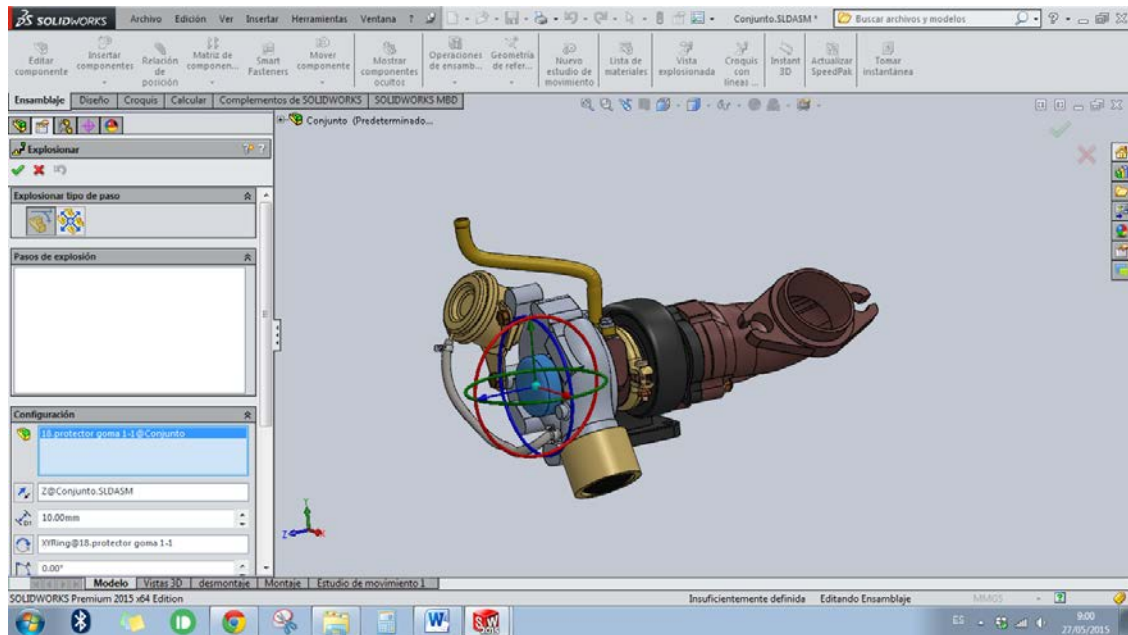
Las vistas explosionadas del ensamblaje se crean a través del menú de ensamblaje.



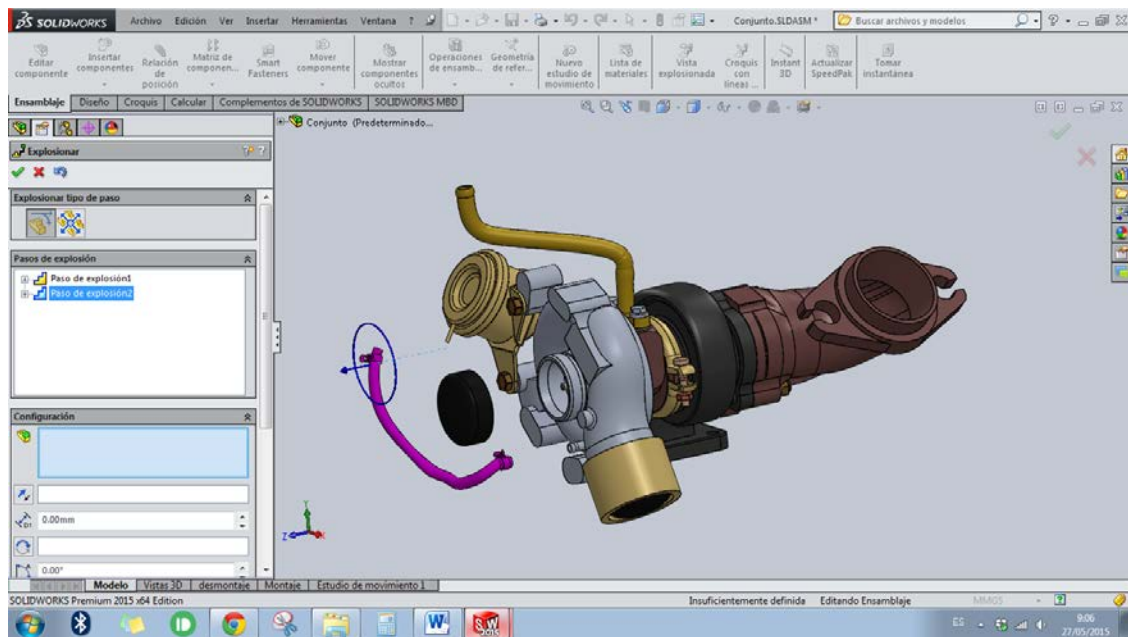
Una vez se clicca, aparece el menú de vista explosionada a la izquierda de la pantalla, donde pueden verse los pasos de la explosión, es decir el orden en el que se mueven las piezas.

También se ve, cuando se clicca una pieza, las opciones de movimiento. Este movimiento se puede hacer mediante el menú, o arrastrando la pieza y girándola con los ejes que aparecen sobre la pieza seleccionada.

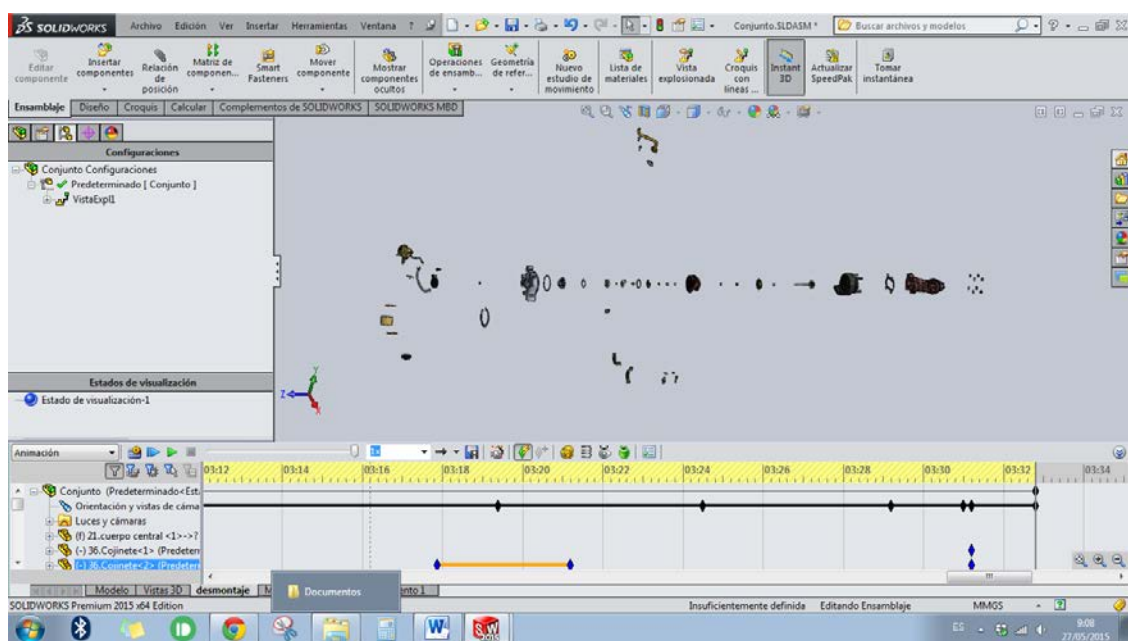
En la siguiente imagen se muestra como al estar seleccionado el protector de goma, se vuelve azul para indicar que esta seleccionado, y aparecen los ejes para poder desplazarlo y rotarlo.



Después se ha seleccionado conjuntamente el cable de conexión de la válvula de presión con la caracola de admisión, junto con los aprietes, se ha desplazado. A continuación se ve que en “pasos de explosión” aparecen los dos pasos realizados, por orden de realización.

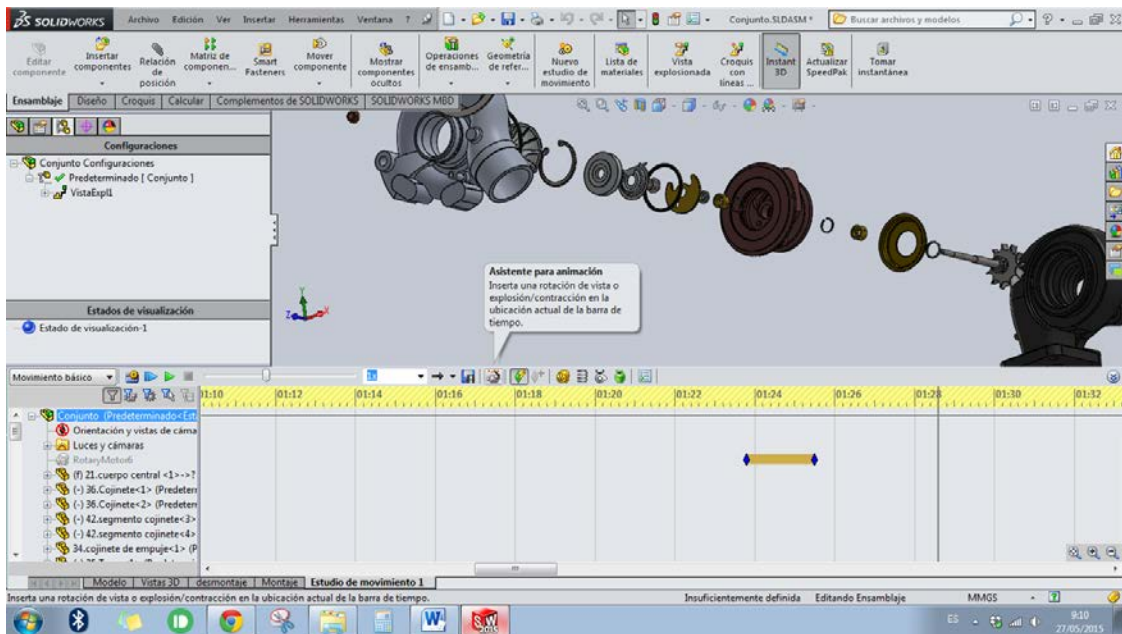


Se seguiría de este modo, hasta tener totalmente desmontada la pieza.



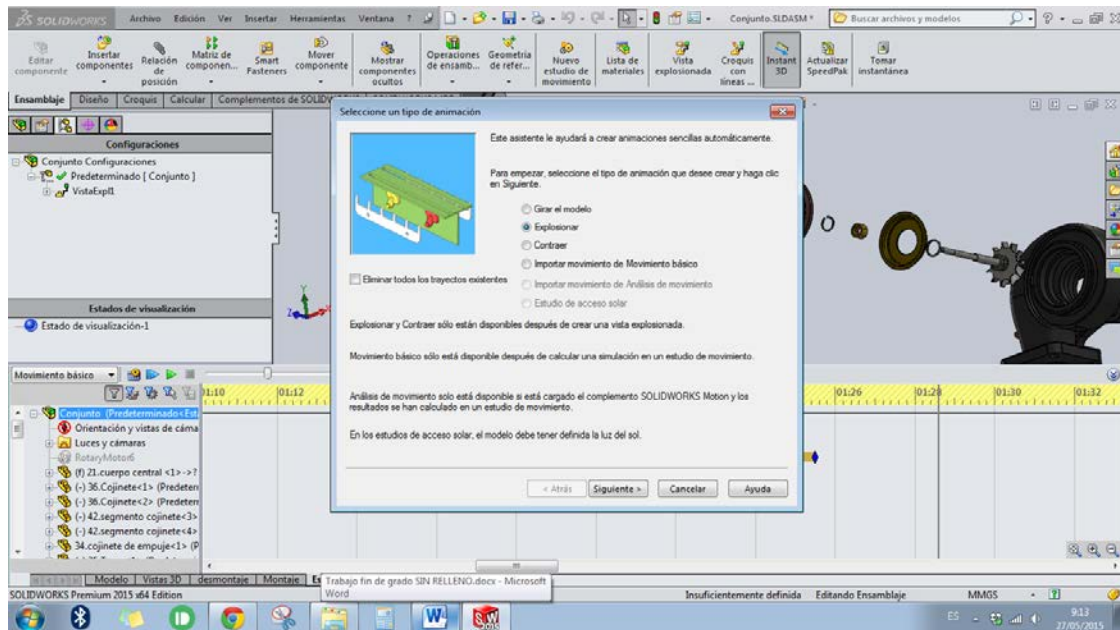
2.5.6 Animación de la vista explosionada

El siguiente paso tras realizar la vista explosionada es crear la animación de la misma. Para ello, vamos a “estudio de movimiento”, en las pestañas inferiores, y clicamos en el asistente de animación.

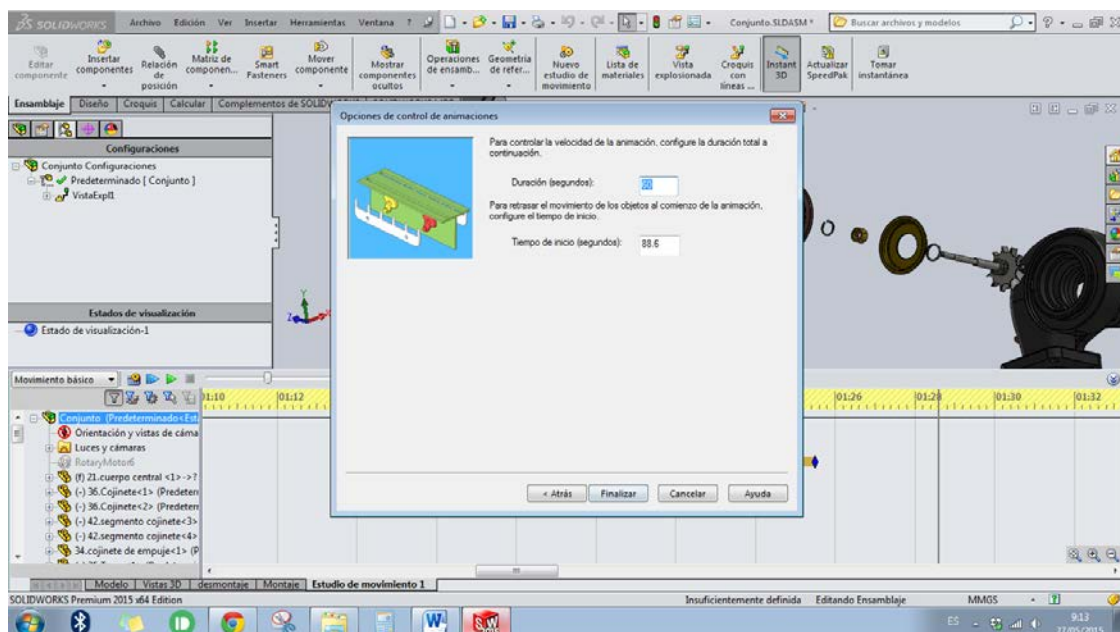


Como ya hemos definido la explosión de la pieza, aparecen las opciones de explotar y contraer.

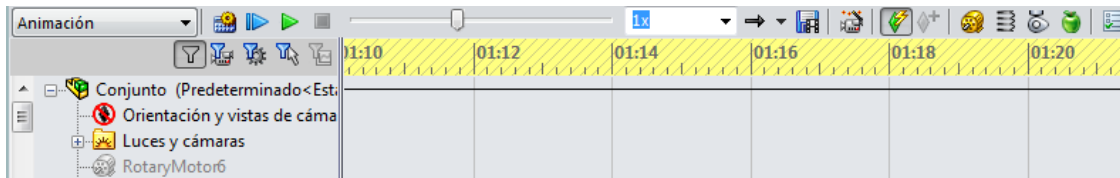
En este caso se elige contraer, porque creo que es más interesante ver como se monta la pieza. El programa partirá de la vista explosionada e irá realizando los movimientos que se han prefijado en la vista explosionada, pero de forma inversa para llegar al conjunto de sobrealimentador montado.



Una vez seleccionado explotar, tenemos que indicar la duración del proceso y el momento de la animación cuando se quiere que comience dicho proceso.

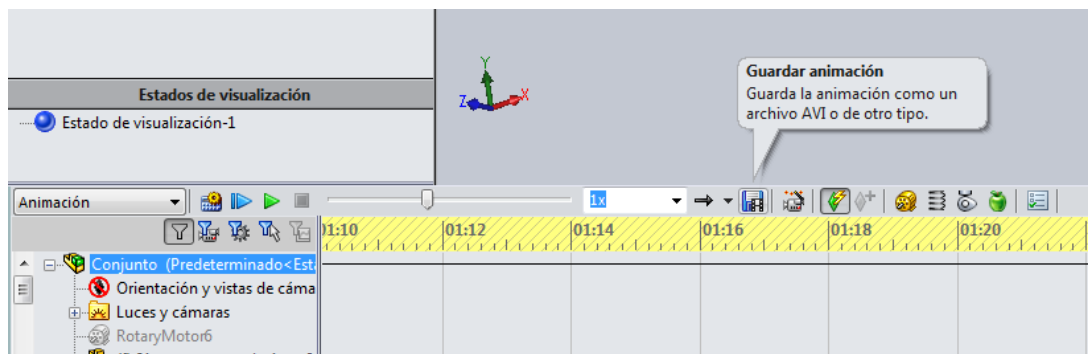


Entonces se crea la animación. Después se puede modificar la posición de las cámaras, las relaciones de las piezas y se pueden añadir elementos como motores, muelles, levas... a la animación, a través del menú de la animación.

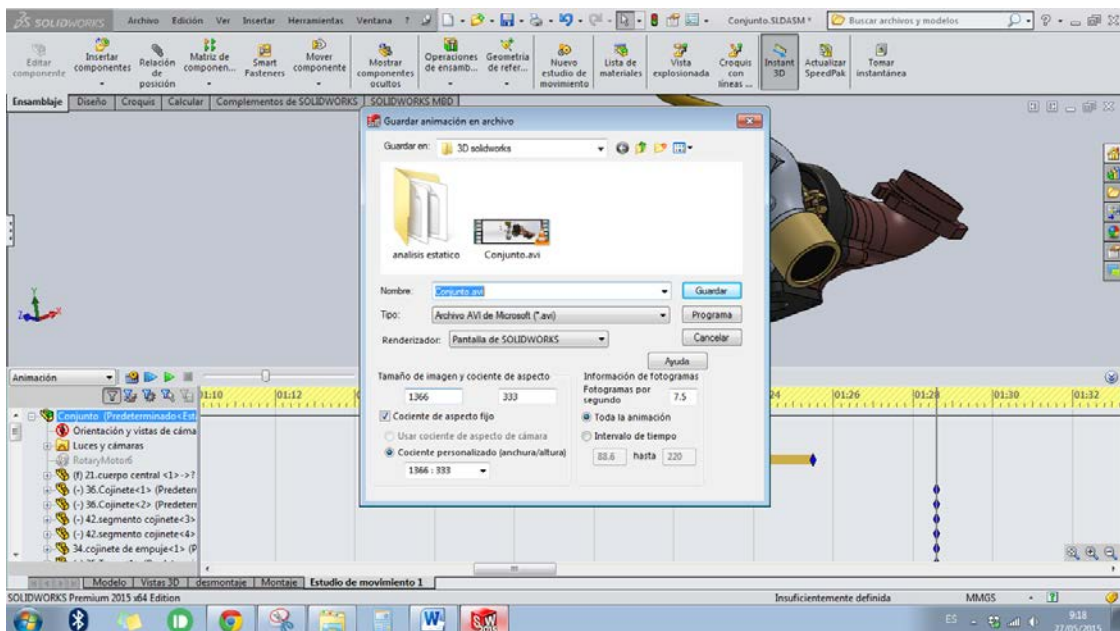


Una vez se han hecho los cambios deseados en la animación, como hacer que los tornillos giren al introducirlos en la pieza, se puede grabar la animación en formato de video.

Para ello se selecciona guardar animación



y aparece el siguiente menú para seleccionar los parámetros del archivo de video



Se configura y se guarda la animación.

Dependiendo de los parámetros que se elijan, este proceso puede durar muchas horas.

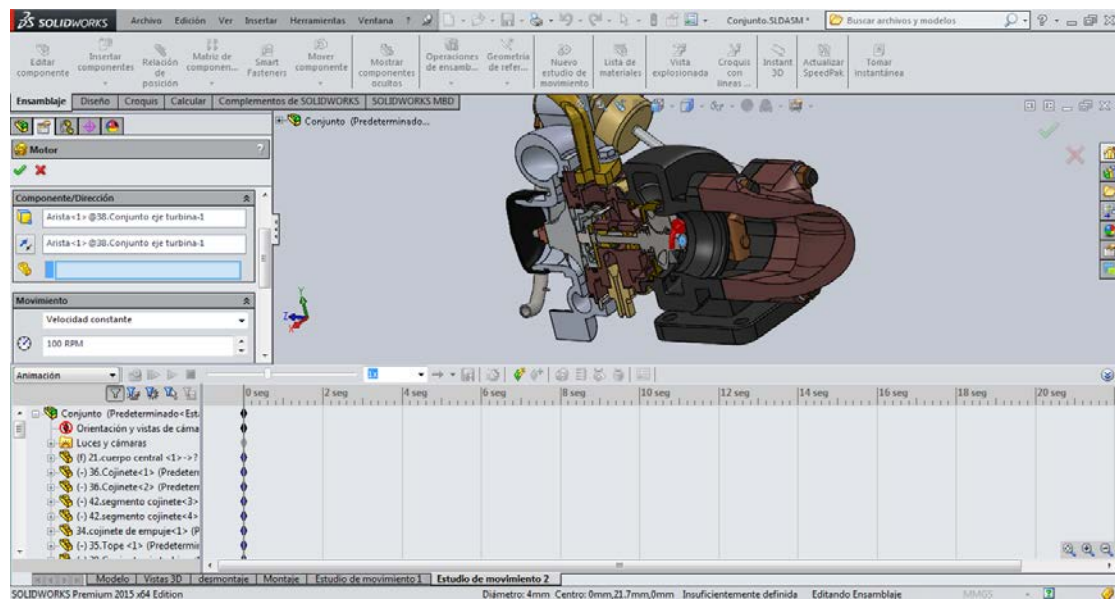
Para el renderizado he dividido los videos en secuencias de 20 segundos, que tardaban en renderizar alrededor de 7 horas.

Después he montado los videos con un programa de edición de video.

2.5.7 Simulación

El proceso de simulación es similar al de animación de vista explosionada. Se aplican motores donde se quiere ver movimiento y para guardar la animación se hace igual que la animación de vista explosionada.

En la siguiente imagen se ve la selección del conjunto de turbina y eje, aplicándole un motor rotatorio. Se pueden seleccionar parámetros como velocidad y sentido del giro.



2.6 Creación de planos

En este apartado se explica el proceso de realización de planos a través de un ejemplo.

Este documento incluye los planos de cada uno de los elementos que componen el sobrealimentador. Dichos planos han sido obtenidos a través del modelo 3D con el programa SolidWorks.

Primero he editado el formato de dibujo, y después, para cada pieza, se eligen las vistas que se quieren representar, y el programa directamente las representa. Una vez representadas, se acotan, y también se pueden elegir vistas de corte, detalles, se pueden cambiar las escalas de elementos determinados...

El inconveniente que presenta este tipo de modelado (primero el 3D y luego el 2D) es que hay elementos, como en la abrazadera, que no son medibles.

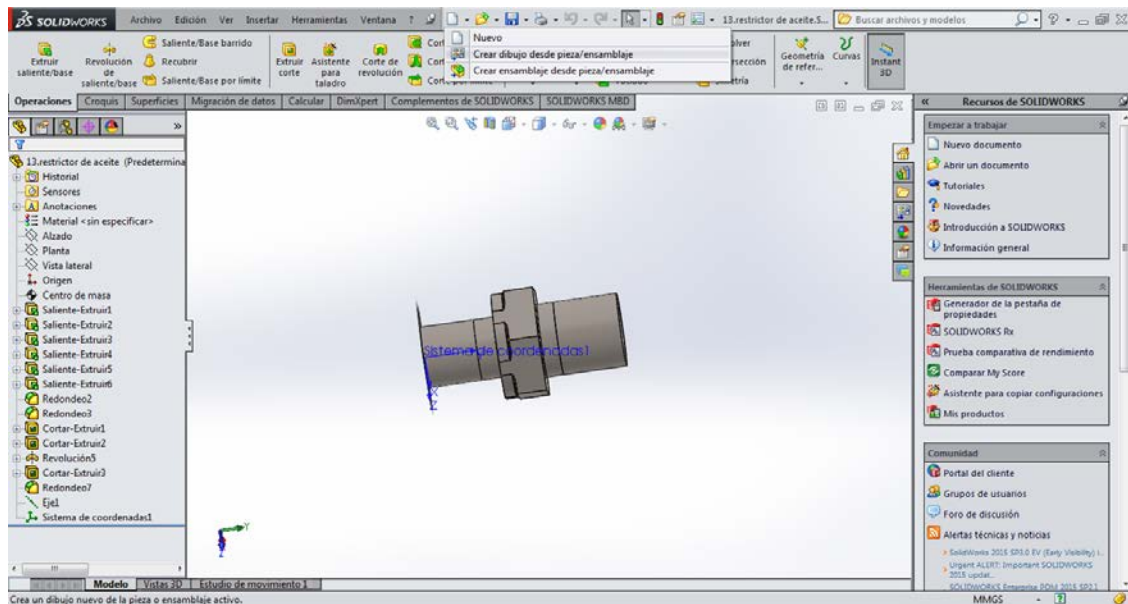
En la abrazadera, he medido los extremos, y los he unido con una spline, dada la imposibilidad de medir el radio de curvatura, y he dado la curvatura que he considerado se adecuaba a la realidad de la pieza. El problema es que a la hora de medir el plano 2D, esa curvatura no es medible.

Es un problema usual en las superficies creadas por barrido.

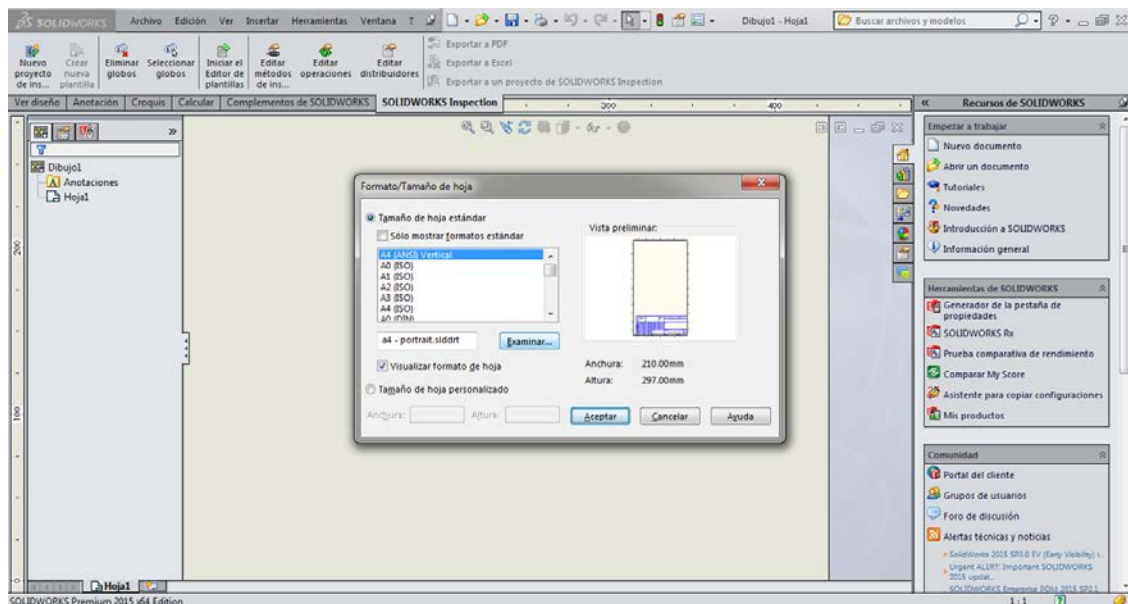
En los planos aparecen todas las vistas, secciones cortes y detalles necesarios para que la pieza quede definida correctamente.

2.6.1 Proceso de obtención de plano

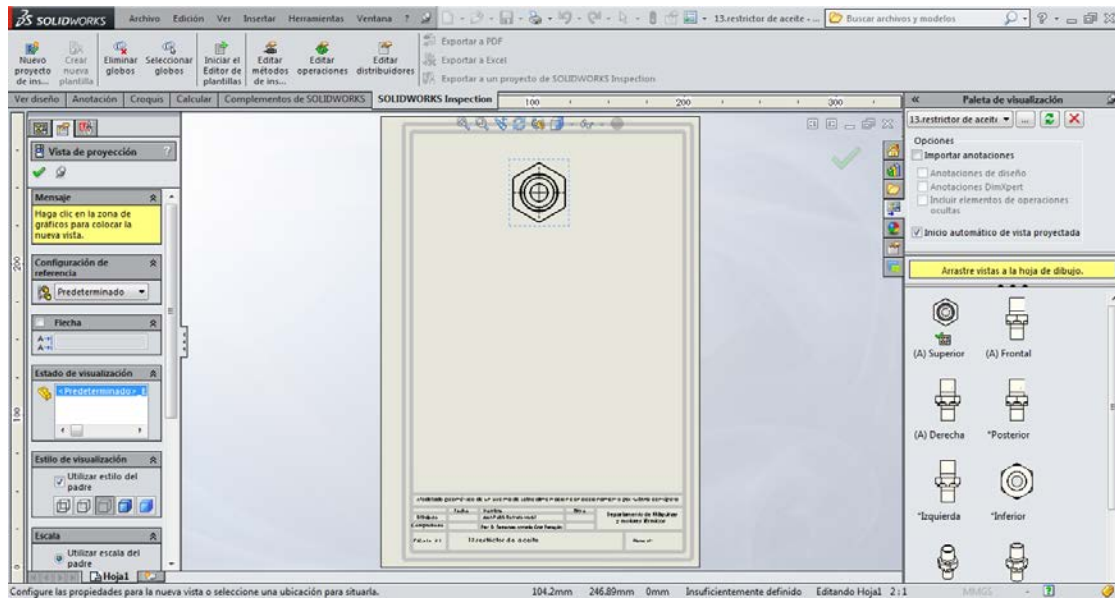
Partiendo de una pieza modelada en 3D, se selecciona la opción “crear dibujo desde pieza”



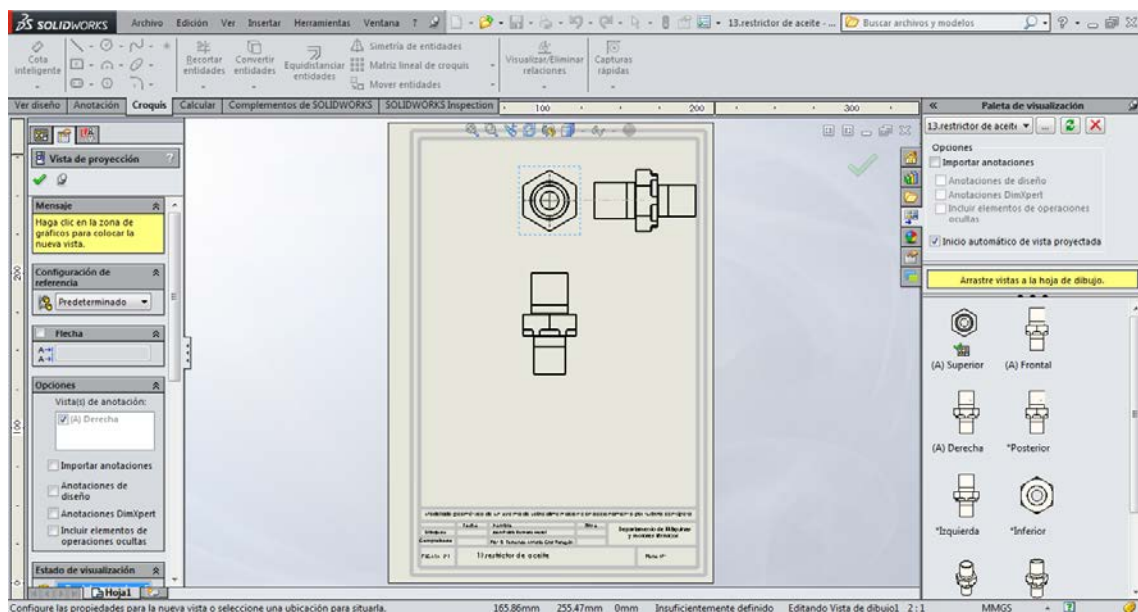
A continuación se abre un nuevo dibujo y se empieza por seleccionar el formato de hoja, dependiendo del tamaño y escala a la que se quiera tener el plano. En este case será A4



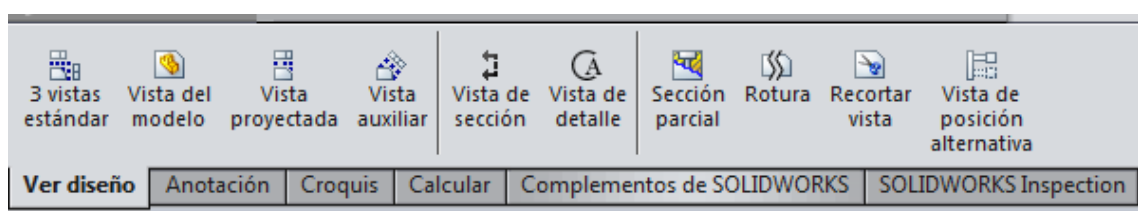
Una vez elegido el formato de hoja, se seleccionan las vistas que se quieren representar, arrastrándolas desde la parte derecha de la pantalla.



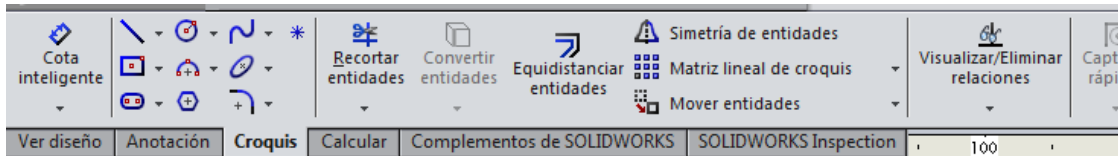
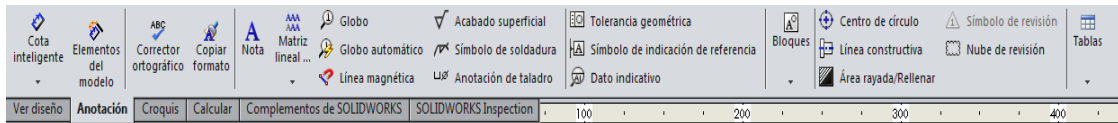
Se selecciona la principal, y el resto se hace por proyección moviendo el ratón a la derecha si quiere verse la vista derecha, abajo si se quiere la inferior, o en diagonal si se quiere la vista isométrica.



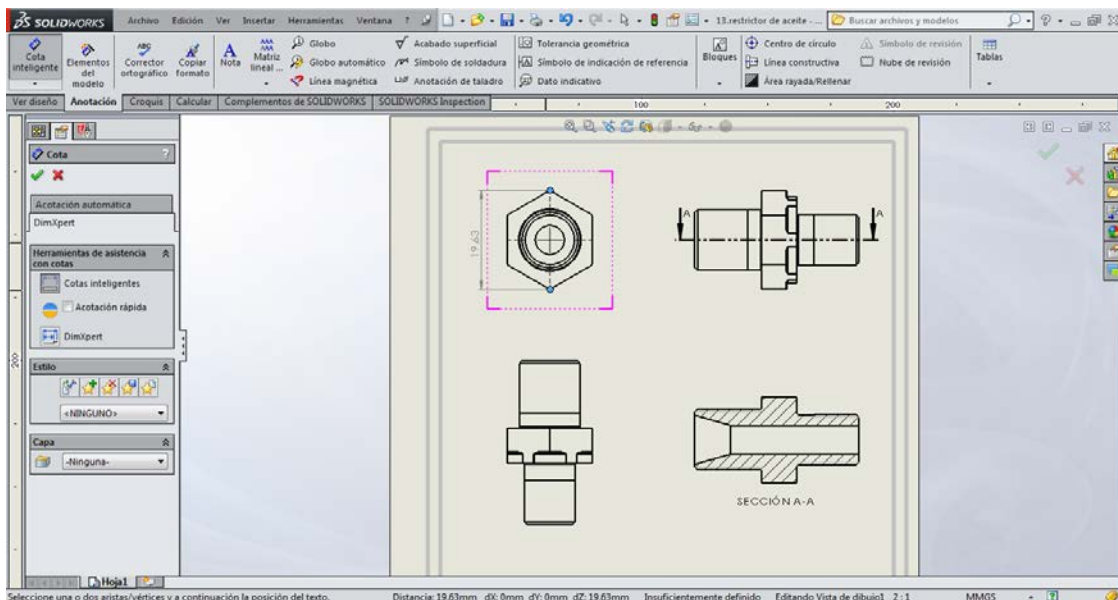
Además de las distintas vistas, se pueden añadir vistas de sección, vista de detalle, sección parcial... como puede verse en la barra de herramientas de diseño que se ve a continuación:



Otras barras de herramientas útiles son la de anotación, para acotar la pieza y hacer anotaciones, y la de croquis, por si quiere modificarse el dibujo que se elabora a partir de la pieza 3D.

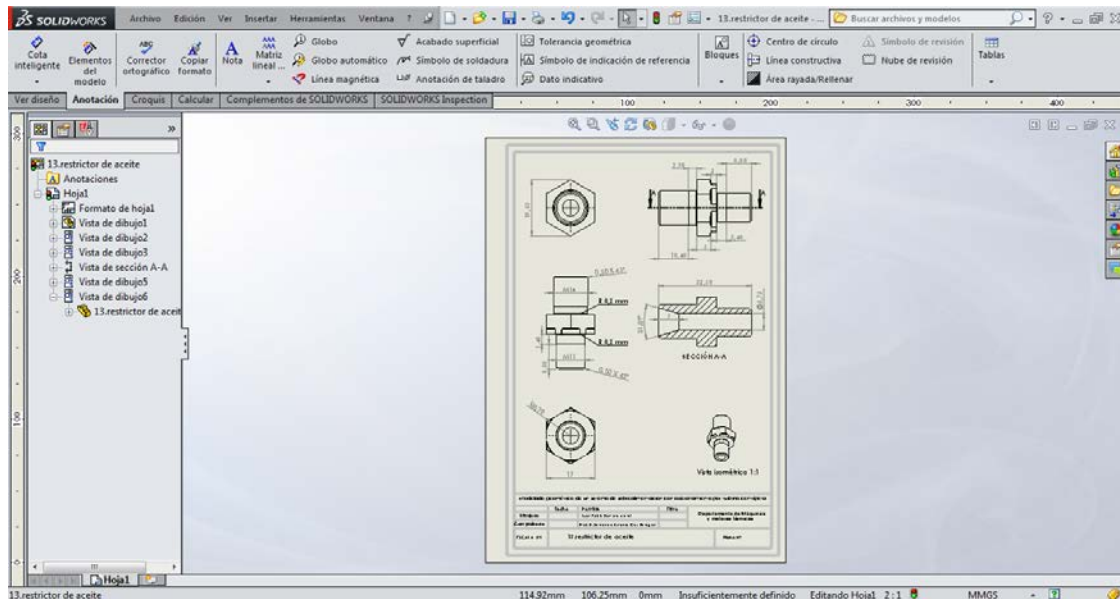


Una vez se tienen las vistas deseadas, se procede a acotar la pieza



Utilizando la barra de herramientas de anotación se completa la acotación de la pieza.

Para acabar, como sobra espacio he colocado la vista isométrica de la pieza en una escala menor, y la he nombrado mediante una anotación.



2.7 Caracterización básica del equipo. Ficha técnica de cada pieza

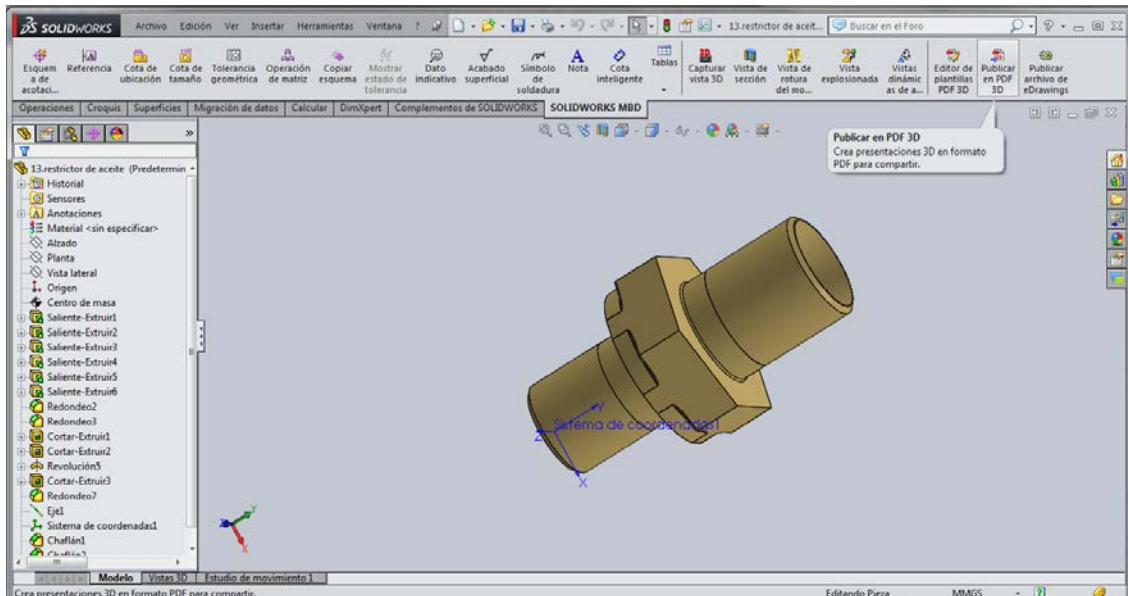
Una vez están todas las piezas modeladas, paso a la realización de las fichas técnicas de las piezas.

En cada ficha técnica se encuentra:

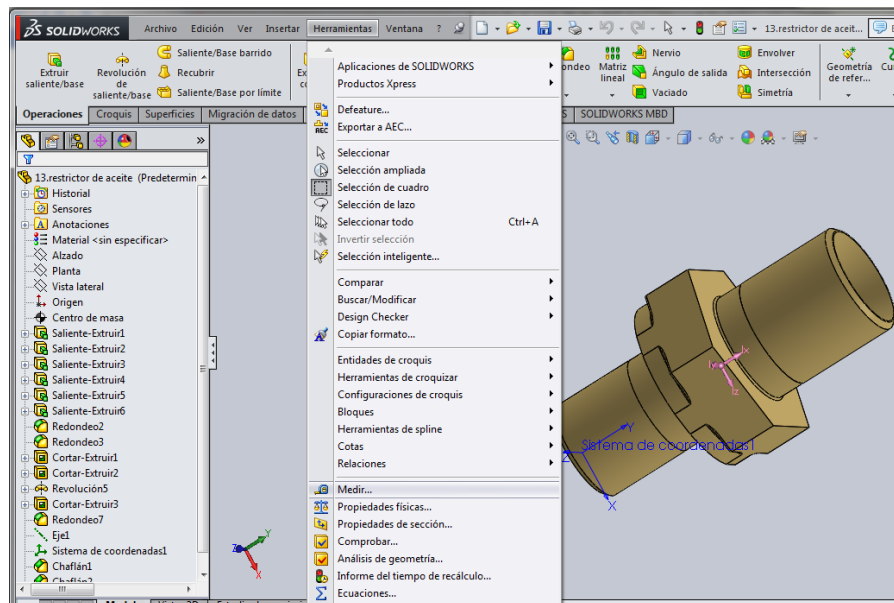
- Modelado de la pieza en 3D (manipulable).
- Foto real de la pieza.
- Descripción de la función que cumple la pieza en el conjunto.
- Descripción del proceso de modelado.
- Imágenes del sistema de referencia y de la posición del centro de masas respecto a este, con los ejes principales de inercia.
- Tablas con masa, volumen, superficie, posición del centro de masas y momentos de inercia.

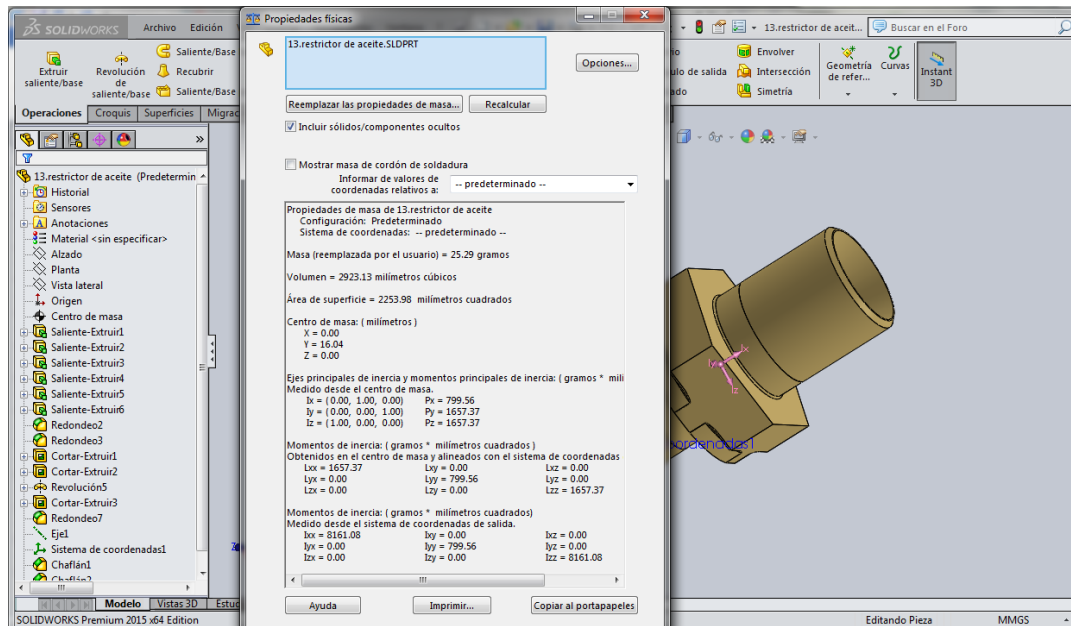
Una novedad en el programa utilizado es que permite crear un PDF donde el modelo 3D es manipulable por el lector, con lo que puede girarlo, alejarlo o acercarlo, cambiar el tipo de luz... sin necesidad de tener instalado el programa Solidworks.

Para realizar las fichas técnicas he tenido que hacer por una parte el pdf con el 3d y las fotos, después editarlo para añadir la función de la pieza y explicaciones sobre el proceso de modelado.



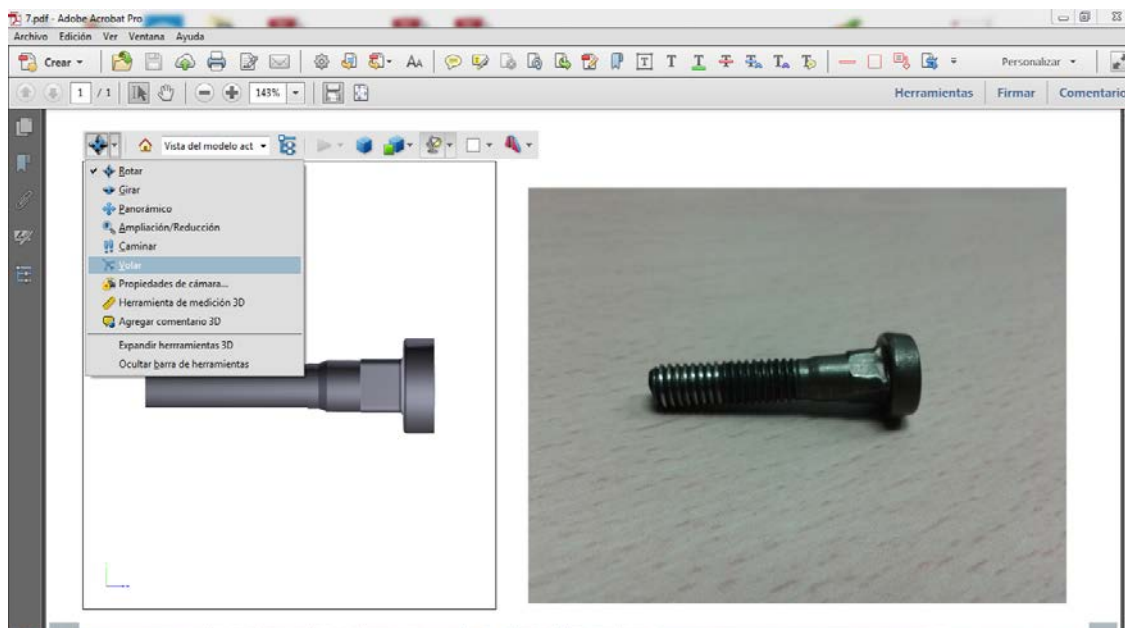
A continuación, asignarle masa a los componentes para que el programa calcule el centro de masas y las inercias.





Copiar estos datos a un documento de texto (Microsoft Word) y después unirlos todo en un único archivo.

De esta forma se pierde la posibilidad de navegar por las vistas de la pieza con botones, pero es la única forma de introducir las tablas con los datos y unir todo en un único documento, además no se pierde funcionalidad pues la pieza es 100% manipulable a la hora de visualización.



2.8 Animación del montaje y funcionamiento del sobrealimentador y vista explosionada.

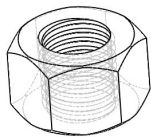
Para finalizar, se ha realizado una animación del montaje y funcionamiento del sobrealimentador, que hace más fácil y amena la comprensión del funcionamiento de este dispositivo. La animación será adjuntada con el resto de documentos del proyecto.

También se ha realizado una animación de vista explosionada, donde se ve como partiendo del conjunto de piezas separado, se van uniendo en el orden correcto para poder montar el sobrealimentador.

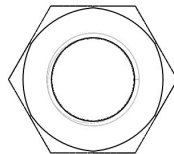
Tanto el proceso de creación de la animación como el de la vista explosionada están explicados en subapartados del apartado 2.5.

3 Fichas técnicas

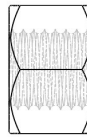
3.1 Tuercas para codo de escape



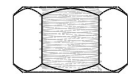
Vista del modelo actual



*Frontal



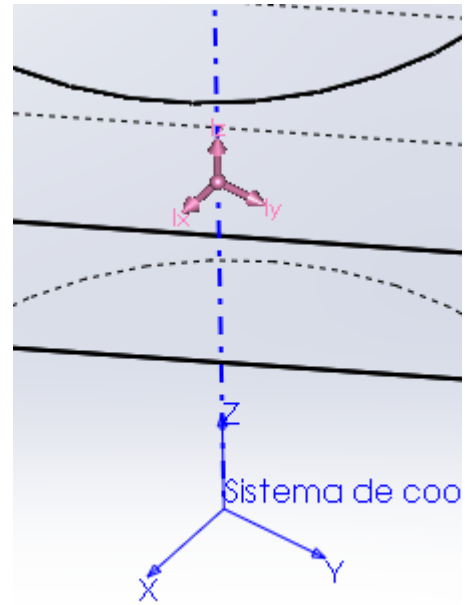
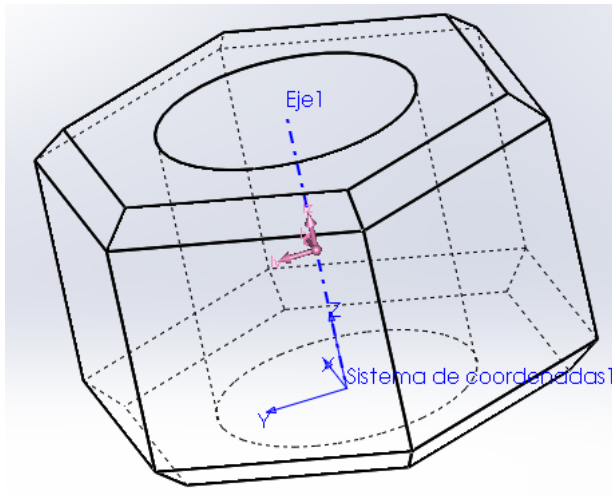
*Izquierda



*Superior

Estas tuercas se encargan de apretar la caracola de escape con el codo de escape. En el conjunto hay 4, y han de estar bien apretadas para lograr que la union sea estanca al comprimir la pieza de sellado.

El modelado de la tuerca consiste en el dibujo de una base que esta formada por una circunferencia y un hexagono concéntricos. Después se extruye ese croquis y se aplica chaflán a las aristas de las caras superior e inferior con los exteriores. Para acabar, y a modo unicamente decorativo, he tallado la rosca con un corte barrido de un croquis de un triangulo a traves de una linea a lo largo del eje de la pieza.



Masa = 4.55 g

Volumen = 644.34 mm³

Área de superficie = 616.93 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 3.90

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)

Medido desde el centro de masa.

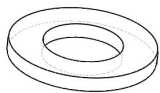
Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Iy = (0.00, 1.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 78.17	Py = 78.17	Pz = 113.09

Momentos de inercia: (g * mm²)

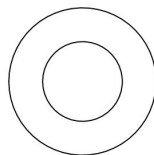
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 78.17	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 78.17	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 113.09

3.2 Arandelas para codo de escape



Vista del modelo actual



*Frontal

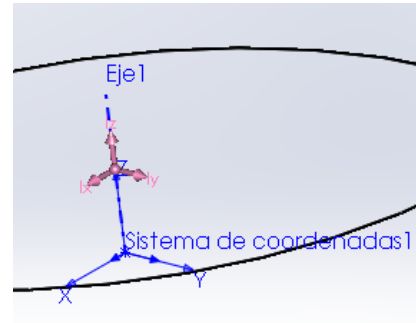
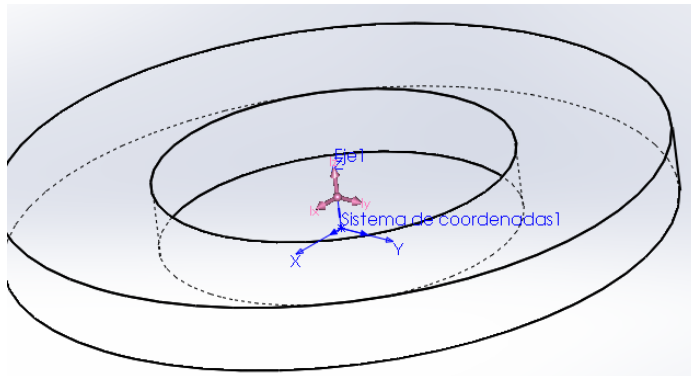


*Izquierda

La arandela, a pesar de parecer insignificante, tiene su importancia en el conjunto. Sirve para:

- Proteger las superficies de contacto contra las rayas o erosiones que pueden producir los tornillos o tuercas por rozamiento.
- Repartir de forma homogénea la fuerza de apriete sobre la superficie de contacto.
- Desplazar la fuerza de apriete a zonas diferentes de las zonas de la cabeza del tornillo o tuerca.

La arandela es la pieza mas simple de modelar del conjunto. Se croquiza la base, que son dos circunferencias concéntricas, y se extruye el resultado, dando lugar a la pieza final.



Masa = 1.60 g

Volumen = 221.84 mm³

Área de superficie = 399.70 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 0.80

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

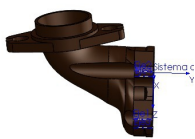
Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Iy = (0.00, 1.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 32.62	Py = 32.62	Pz = 64.55

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 32.62	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 32.62	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 64.55

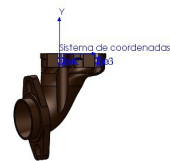
3.3 Codo de escape



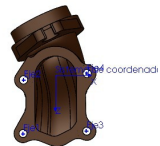
Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda

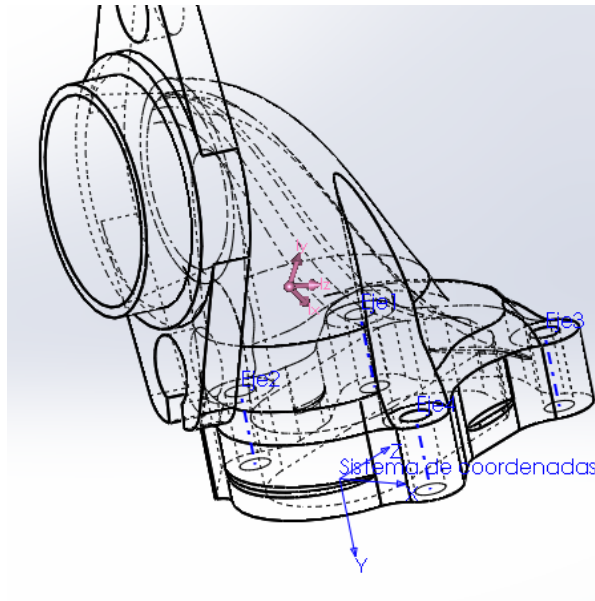


*Superior

Este codo va unido a la caracola de escape a través de 4 pernos y tuercas con arandelas, con un sello de por medio para hacer estanca la unión. Conduce el aire de escape hacia la caracola de escape.

El modelado de esta pieza, al igual que la toma de medidas es bastante complejo. Esta pieza es el resultado de sucesivas extrusiones de croquis para formar la base, creación de planos para situar las circunferencias de la cara superior, además de recubrimientos entre secciones con splines como guías, y de cortes recubiertos con splines como guías. También cortes extruidos.

Al acabar la pieza en bruto se realizan redondeos, y se colocan ejes para facilitar el montaje en el ensamblaje de piezas.



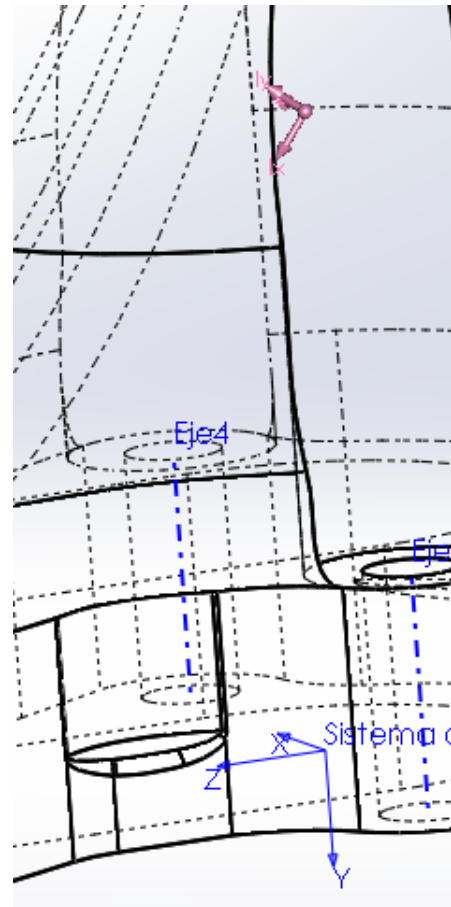
Masa = 1430.96 g

Volumen = 262917.23 mm³

Área de superficie = 78091.67 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = -3.01
Y = -57.95
Z = -1.16



Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)

Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.03, 0.80, 0.60)	Iy = (-0.12, -0.59, 0.80)	Iz = (0.99, -0.10, 0.08)
Px = 1488580.50	Py = 4298529.47	Pz = 4435295.33

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 4430859.73	Lxy = 76710.70	Lxz = 36845.68
Lyx = 76710.70	Lyy = 2507295.47	Lyz = 1350044.56
Lzx = 36845.68	Lzy = 1350044.56	Lzz = 3284250.11

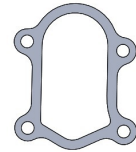
3.4 Sellado para codo de escape



Vista del modelo actual



*Frontal



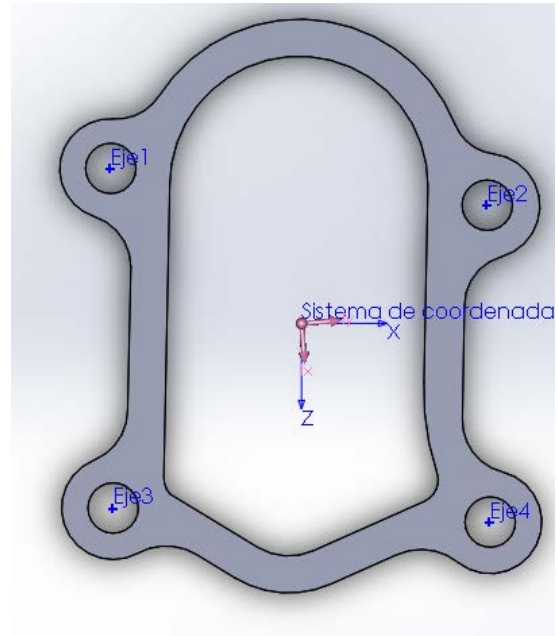
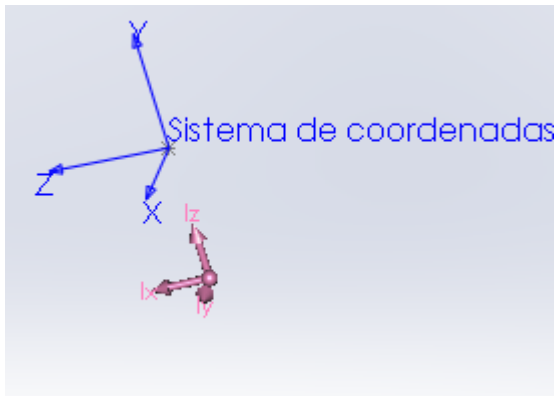
*Superior

Esta pieza es el sellado que se coloca entre la caracola de escape y el codo de escape. Su función es la de hacer la unión de dos piezas estanca, mediante la deformación debida a la compresión de las dos piezas que la comprimen.

Es de un metal mucho más blando que las dos piezas que une, con lo que al apretar estas dos piezas llega un momento en que el sellado se deforma para adecuarse a los huecos que quedan entre ellas, al no ser superficies perfectamente lisas y complementarias, haciendo así la unión estanca.

El proceso de modelado de esta pieza consiste en dibujar un croquis de la base de la pieza, que se compone de circunferencias, líneas rectas y splines. La parte más complicada de esta pieza ha sido la toma de medidas.

He optado por escanear la pieza para poder tomar las medidas directamente en Solidworks con la imagen, dada la imposibilidad de medir algunos radios.



Masa = 6.06 g

Volumen = 1200.57 mm³

Área de superficie = 5153.69 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = -0.25
Z = 0.80

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.08, 0.00, 1.00)$	$I_y = (1.00, 0.00, -0.08)$	$I_z = (0.00, 1.00, 0.00)$
$P_x = 32.62$	$P_y = 32.62$	$P_z = 64.55$

Momentos de inercia: (g * mm²)

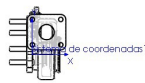
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 6257.03$	$L_{xy} = 0.00$	$L_{xz} = 155.70$
$L_{yx} = 0.00$	$L_{yy} = 10535.80$	$L_{yz} = 0.00$
$L_{zx} = 155.70$	$L_{zy} = 0.00$	$L_{zz} = 4279.78$

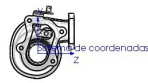
3.5 Caracola de escape



Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda



*Superior

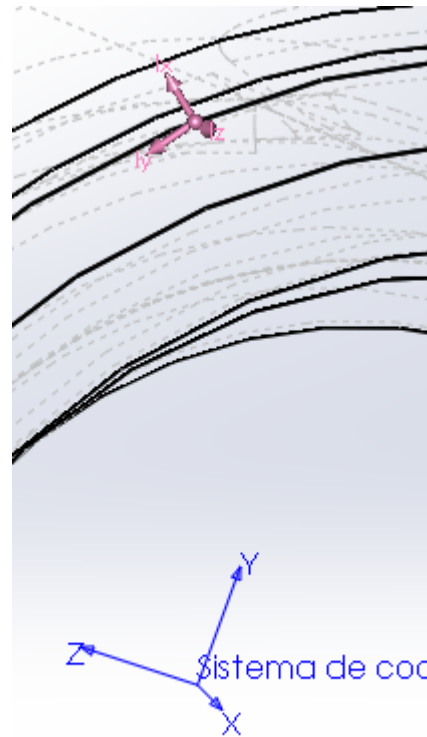
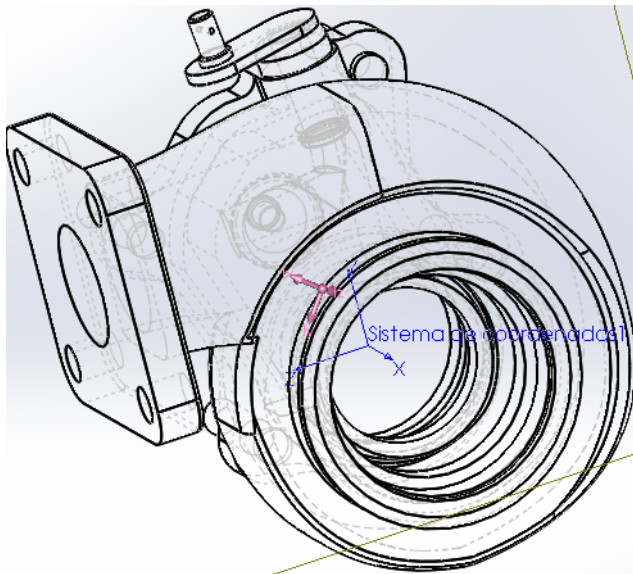
La caracola de escape se encarga de recoger los gases des escape del motor y dirigirlos hacia la turbina, haciendo así que gire la rueda compresora.

El modelado de esta pieza es bastante complejo. Comienza con una circunferencia, que servirá como guía de la parte interior de la caracola. se realizan los croquis de 4 secciones, una cada 90° para poder realizar el recubrimiento, y despues 4 splines que unan todas las caras para tener unas guías para el recubrimiento.

Después se sigue el mismo procedimiento para hacer un corte barrido en el interior del solido que se acaba de crear para tener el conducto interior de la caracola. Una vez se tiene le caracola se pasa a croquizar las demas caras que son croquis con extrusiones rectas y cortes rectos, se acaba realizando redondeos y colocando los ejes pertinentes.

Para hacer la valvula de waste gate, en otro fichero, se utilizan recubrimientos con splines y extrusiones rectas de cróquis.

Cuando se tienen los dos solidos se unen los dos en un ensamblaje mediante relaciones de posicion, ayudado por los ejes de las partes cilindricas de ambos cuerpos que entran en contacto.



Masa = 1856.54 g

Volumen = 304567.28 mm³

Área de superficie = 95285.62 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 21.44
Y = 22.69
Z = 12.96

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)

Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.04, 0.63, 0.77)	Iy = (0.11, -0.77, 0.63)	Iz = (0.99, 0.06, -0.10)
Px = 2252977.67	Py = 3465012.64	Pz = 4341430.08

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 4328130.00	Lxy = -27327.88	Lxz = 118204.51
Lyx = -27327.88	Lyy = 2984385.19	Lyz = 598349.99
Lzx = 118204.51	Lzy = 598349.99	Lzz = 2746905.19

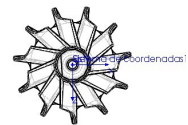
3.6 Conjunto eje turbina



Vista del modelo actual



*Frontal



*Superior

El conjunto de eje y turbina se encarga de transmitir el movimiento a la rueda compresora.

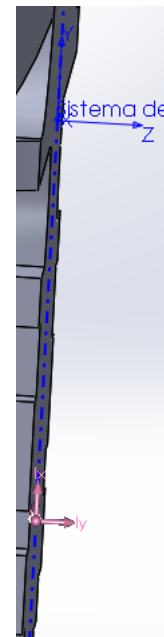
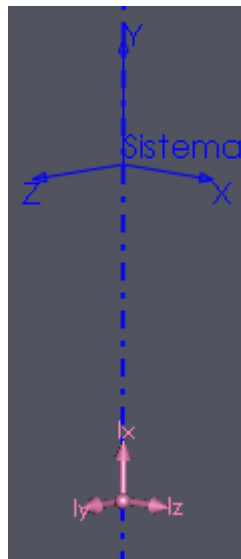
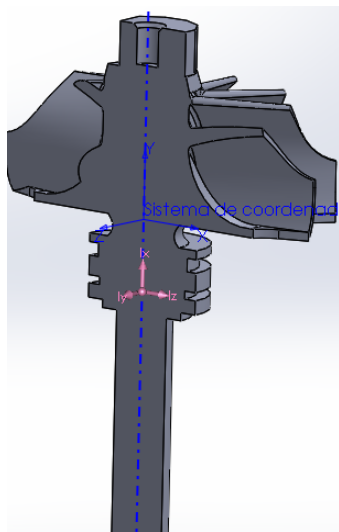
La turbina se acciona con los gases de escape a través de la caracola de escape, y transmite a la rueda compresora ese movimiento a través de su eje.

Es una única pieza, pero primero se modela la turbina, de forma similar a como se modela la rueda compresora, y luego se modela el eje a través de la revolución del perfil, entorno al eje central de la turbina.

Para la turbina, primero se modela mediante revolución la base, que es parecido a un cono, pero curvado. Después se realizan dos perfiles del álabe, el interior y el exterior, y se unen mediante una curva, que va a servir de guía en el recubrimiento para crear el álabe. Una vez se tiene el perfil bruto de un álabe, se aplica una matriz circular para realizar el resto.

Después se realiza un corte de revolución, que quita el sobrante de los álaves, para obtener el perfil final de los álaves. El resto de detalles de la turbina, como la cabeza de tuerca, se realizan con extrusiones rectas.

Para acabar se realizan redondeos en la base de los álaves. Una vez se tiene la turbina, se crea el eje, unido a la base de la turbina, con una revolución del perfil de eje, alrededor del eje de giro de la turbina.



Masa = 82.02 g

Volumen = 8779.10 mm³

Área de superficie = 8585.04 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = -8.09
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 1.00, 0.00)	Iy = (0.07, 0.00, 1.00)	Iz = (1.00, 0.00, -0.07)
Px = 4479.95	Py = 55055.43	Pz = 55061.66

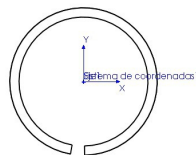
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 55061.60	Lxy = 43.24	Lxz = 0.41
Lyx = 43.24	Lyy = 4479.99	Lyz = -2.92
Lzx = 0.41	Lzy = -2.92	Lzz = 55055.46

3.7 Segmento para eje turbina



Vista del modelo actual



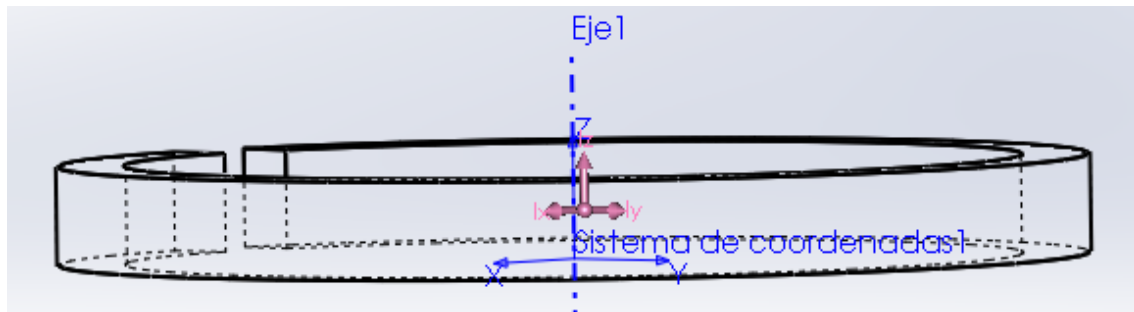
*Frontal



*Superior

Este segmento va colocado en el espaciador del eje de la turbina, y sirve para encajar el eje de la turbina en el cuerpo central, para evitar movimiento axial del eje.

Al igual que el resto de segmentos lo he modelado mediante el barrido del cróquis que forma su sección que en este caso es un rectángulo, a través de una circunferencia que forma su diametro.



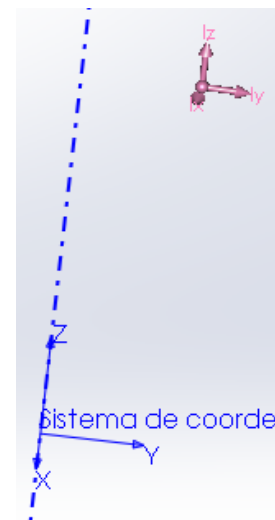
Masa = 0.41 g

Volumen = 67.14 mm³

Área de superficie = 226.80 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.02
Y = 0.23
Z = 0.75



Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

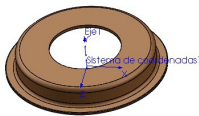
$I_x = (1.00, -0.08, 0.00)$	$I_y = (0.08, 1.00, 0.00)$	$I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$
$P_x = 10.83$	$P_y = 11.55$	$P_z = 22.23$

Momentos de inercia: (g * mm²)

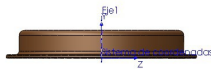
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 10.83$	$L_{xy} = -0.06$	$L_{xz} = 0.00$
$L_{yx} = -0.06$	$L_{yy} = 11.55$	$L_{yz} = 0.00$
$L_{zx} = 0.00$	$L_{zy} = 0.00$	$L_{zz} = 22.23$

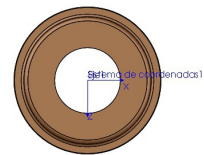
3.8 Plato calor



Vista del modelo actual



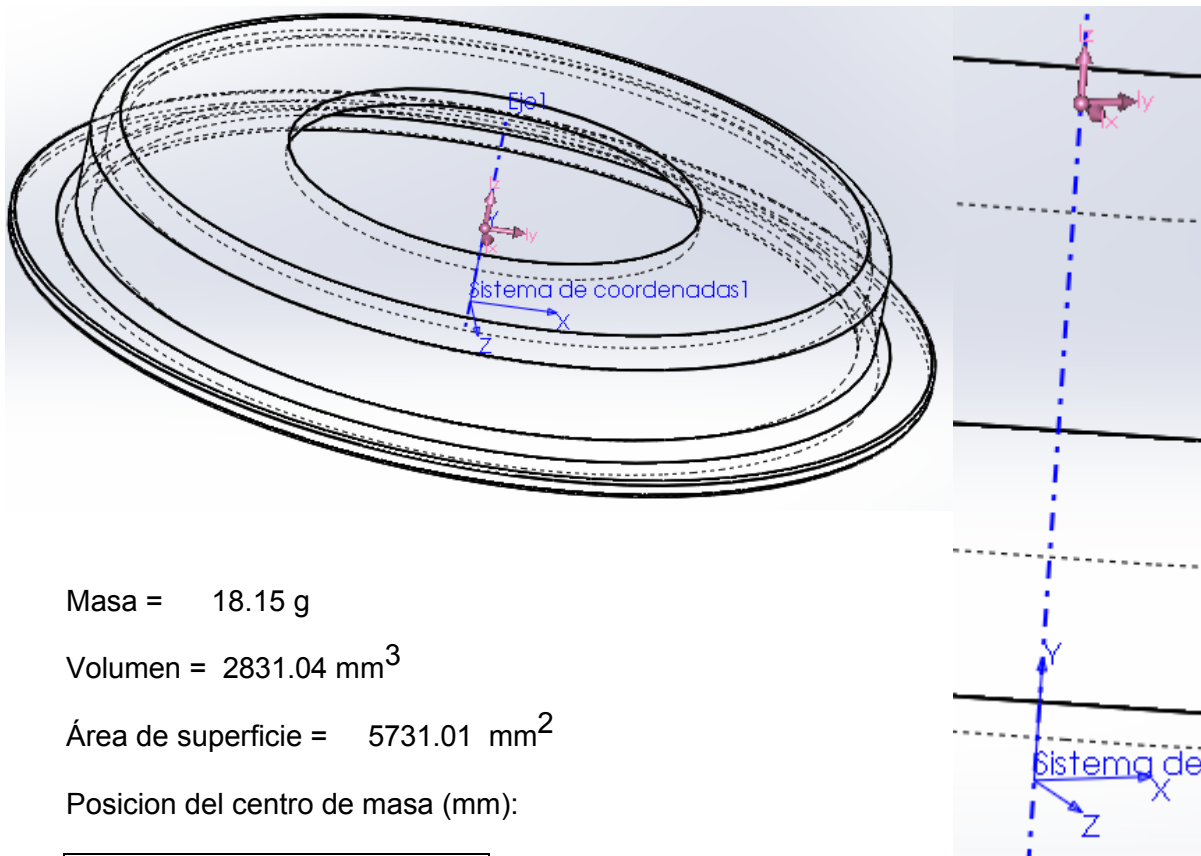
*Izquierda



*Superior

Es una arandela metálica, situada entre la turbina y el cuerpo central, preparada para evitar que la alta temperatura de los gases de escape dañe el sistema de engrase del cuerpo central.

Al igual que otras muchas piezas de revolución, se modela a través de la revolución de un croquis del perfil con centro en el eje de la pieza.



Masa = 18.15 g

Volumen = 2831.04 mm³

Área de superficie = 5731.01 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 4.69
Z = 0.00

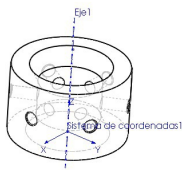
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 0.00, 1.00)	Iy = (1.00, 0.00, 0.00)	Iz = (0.00, 1.00, 0.00)
Px = 4518.67	Py = 4518.67	Pz = 8717.60

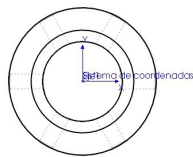
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 4518.67	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 8717.60	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 4518.67

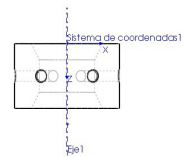
3.9 Cojinete



Vista del modelo actual



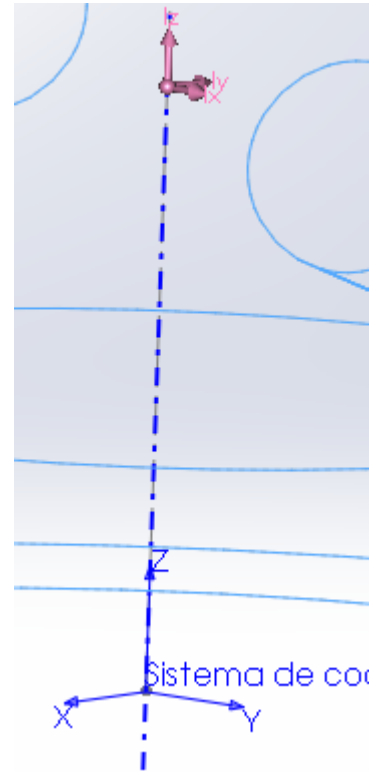
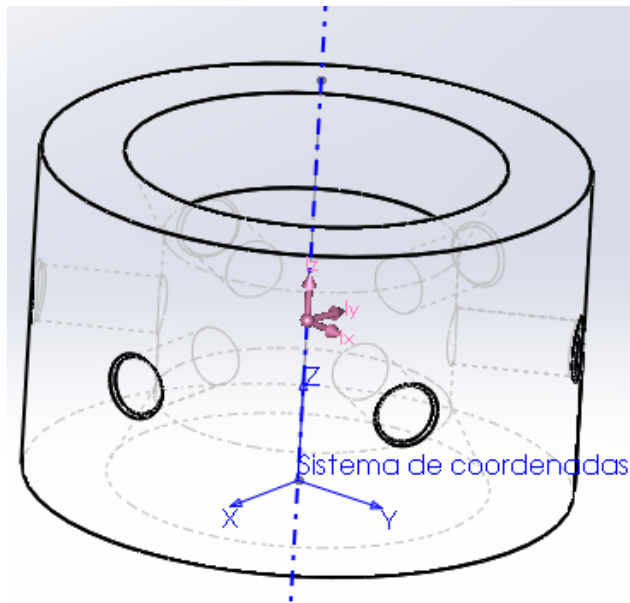
*Frontal



*Superior

Estos cojinetes, van alojados en el interior del cuerpo central y permiten el giro correcto del eje de la turbina. Los orificios laterales son para favorecer el engrase, que es muy importante para disipar calor y evitar desgaste.

El modelado del cojinete se realiza mediante la extrusión de un croquis en la base, que esta formado por dos circunferencias concéntricas. Después se realiza un orificio en la cara lateral, mediante la extrusión de un corte recto a través de un plano perpendicular a la base, y se repite mediante una matriz circular para obtener 6 pequeños orificios. Para acabar se realiza un chaflán en las aristas interiores de las caras superior e inferior, y otro pequeño chaflán en las aristas de los pequeños orificios.



Masa = 5.69 g

Volumen = 662.12 mm³

Área de superficie = 717.06 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 4.00

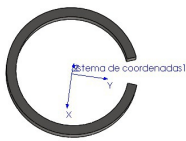
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.16, 0.99, 0.00)$	$I_y = (-0.99, 0.16, 0.00)$	$I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$
$P_x = 108.32$	$P_y = 108.32$	$P_z = 158.53$

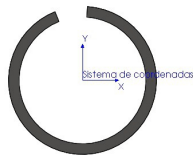
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 108.32$	$L_{xy} = 0.00$	$L_{xz} = 0.00$
$L_{yx} = 0.00$	$L_{yy} = 108.32$	$L_{yz} = 0.00$
$L_{zx} = 0.00$	$L_{zy} = 0.00$	$L_{zz} = 158.53$

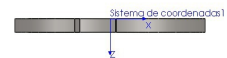
3.10 Segmento para cojinete



Vista del modelo actual



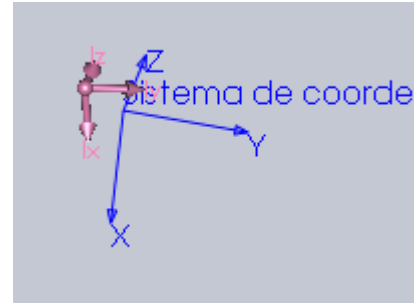
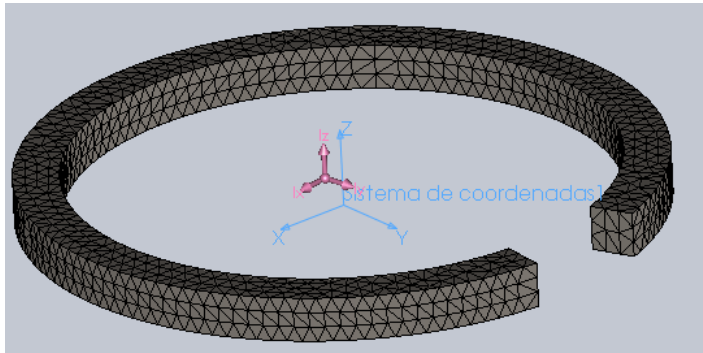
*Frontal



*Superior

Este segmento va colocado dentro del cuerpo central, y sirve para hacer de tope al cojinete, para evitar que se desplace de su alojamiento. En el conjunto se encuentran dos, uno para cada cojinete.

El modelado de este segmento se ha realizado mediante un barrido de sección rectangular, sobre una sección de circunferencia.



Masa = 0.32 g

Volumen = 37.94 mm³

Área de superficie = 153.75 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.08
Y = -0.49
Z = 0.50

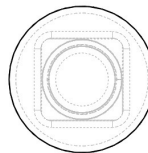
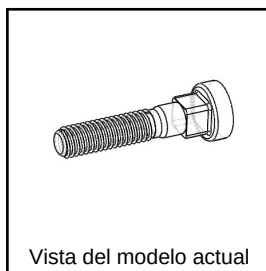
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.99, 0.16, 0.00)	Iy = (-0.16, 0.99, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 6.25	Py = 7.33	Pz = 13.52

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 6.27	Lxy = 0.17	Lxz = 0.00
Lyx = 0.17	Lyy = 7.30	Lyx = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 13.52

3.11 Tornillo para abrazadera



*Frontal



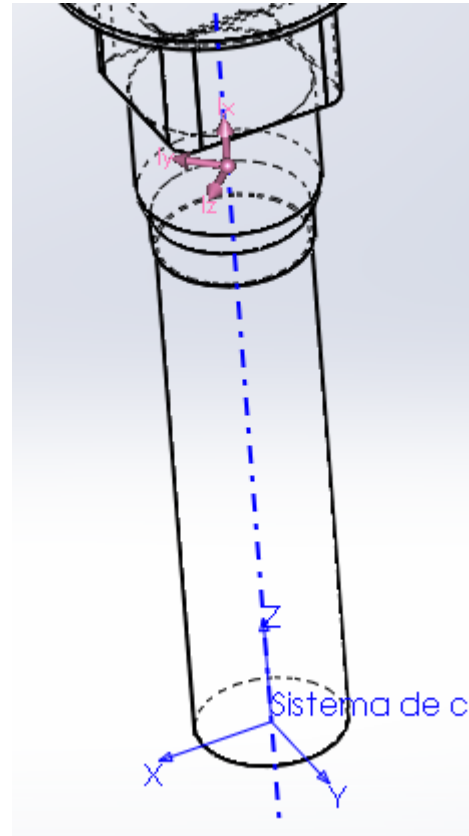
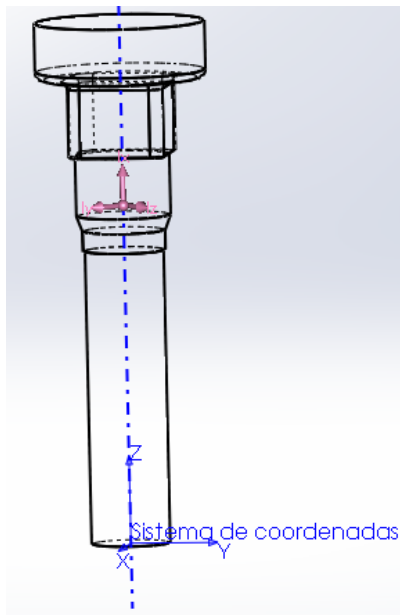
*Izquierda

Este tornillo se encarga de apretar la abrazadera que mantiene unidos el cuerpo central con la caracola de expulsión. La parte cuadrada entre su base y la rosca sirve para que se encaje en la sección cuadrada que existe en la abrazadera y así no es necesario sujetarlo con ninguna herramienta para apretar la tuerca que aprieta el conjunto.

El modelado de este tornillo es básicamente igual que el de los demás del conjunto pero tiene una sección más, que es la cuadrada.

Se crean los croquis, con sus extrusiones, seguidos de los croquis sobre las caras extrusionadas del croquis que le precede, para cuando está el bruto del tornillo aplicar redondeos.

Por último he añadido la rosca con fin meramente decorativo, a través de un barrido con torsión sobre el eje del tornillo de un croquis de un triángulo.



Masa = 8.72 g

Volumen = 1084.65 mm³

Área de superficie = 832.95 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 22.20

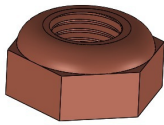
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.00, 0.00, 1.00)$	$I_y = (0.71, -0.71, 0.00)$	$I_z = (0.71, 0.71, 0.00)$
$P_x = 67.15$	$P_y = 964.58$	$P_z = 964.58$

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 964.58$	$L_{xy} = 0.00$	$L_{xz} = 0.00$
$L_{yx} = 0.00$	$L_{yy} = 964.58$	$L_{yz} = 0.00$
$L_{zx} = 0.00$	$L_{zy} = 0.00$	$L_{zz} = 67.15$

3.12 Tuerca para abrazadera



Vista del modelo actual



*Frontal

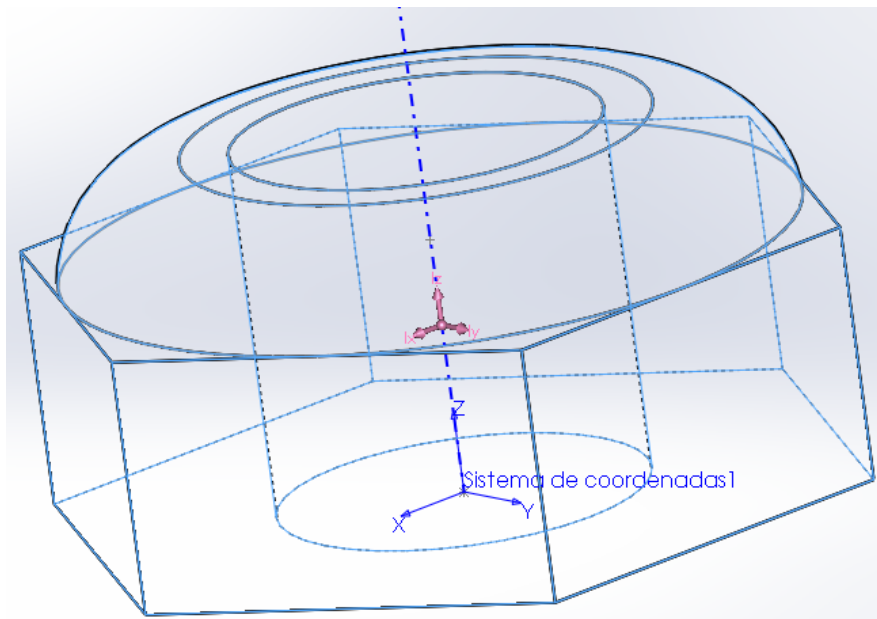


*Izquierda

La tuerca del tornillo de la abrazadera sirve para ajustar la abrazadera y así fijar la caracola de escape con el cuerpo central.

El modelado de esta tuerca es similar al de las demás tuercas, pero se ha de añadir una superficie curva en una de las caras.

Se dibuja el croquis base, una circunferencia y un hexágono concéntricos, se extrusiona, y sobre esa extrusión, en un plano perpendicular se dibuja un croquis de un cuarto de circunferencia, que mediante la acción de barrido, se convierte en la superficie curva que se busca.



Masa = 2.10 g

Volumen = 298.03 mm³

Área de superficie = 352.83 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 2.31

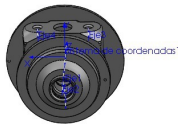
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Iy = (0.00, 1.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 67.15	Py = 964.58	Pz = 964.58

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 20.84	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 20.84	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 33.85

3.13 Cuerpo central



Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda



*Superior

El cuerpo central aloja los cojinetes que permiten girar al eje y sirve como cámara para el aceite, para lubricar el eje y cojinetes.

Esta pieza ha sido muy complicada de modelar y medir, ya que es un bloque sólido y dentro tiene un vaciado con una geometría relativamente compleja.

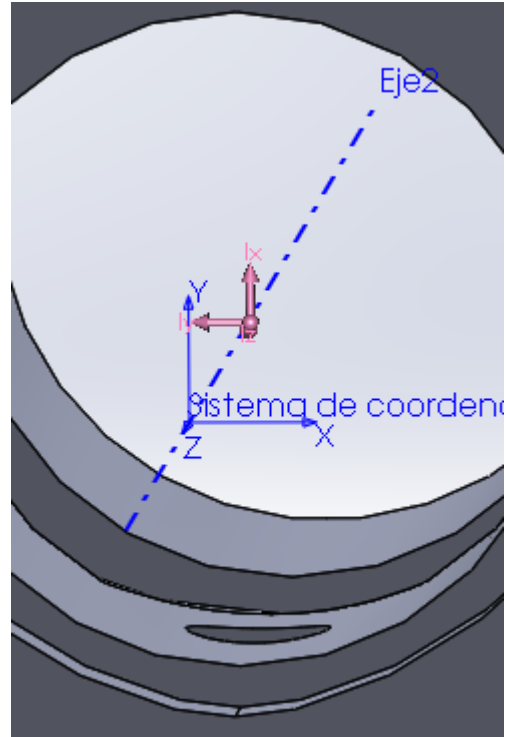
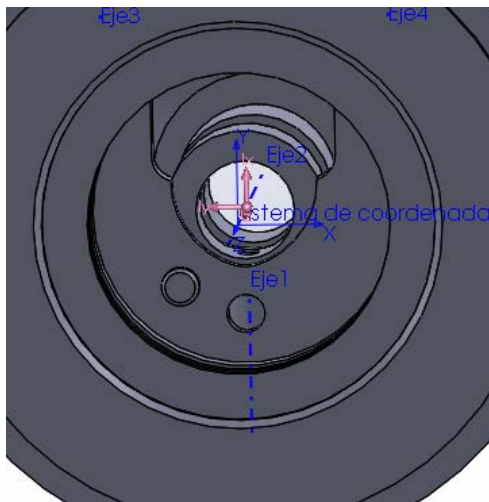
El modelado se ha basado en hacer 3 piezas por separado para luego ir uniéndolas en un único sólido.

Las dos partes de los extremos son básicamente circunferencias, con lo que el proceso ha sido croquizar una circunferencia o dos para hacer el orificio central, después extrusionar ese croquis, y crear otro croquis en la cara extrusionada para extrusionarlo después.

En la cara de circunferencias más pequeña se ha realizado además un vaciado. Una vez realizadas las dos caras extremas, se ha procedido a realizar el bloque central, tomando como referencia las caras interiores de los extremos.

El bloque central se ha realizado mediante un recubrimiento de las caras superior e inferior del mismo bloque, guiado por splines y con superficies intermedias para facilitar el recubrimiento. Una vez realizado el recubrimiento se ha realizado un taladrado de los taladros existentes en las caras superior e inferior con el asistente de taladrado, y después se ha realizado un vaciado.

He tenido algunos problemas con el vaciado por la geometría del bloque central, que he resuelto suavizando las aristas.



Masa = 748.50 g

Volumen = 81519.92 mm³

Área de superficie = 49329.93 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = -0.09
Z = -22.35

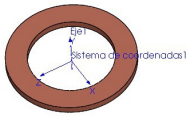
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 1.00, 0.10)	Iy = (-1.00, 0.00, 0.00)	Iz = (0.00, -0.10, 1.00)
Px = 459675.27	Py = 500601.31	Pz = 574150.54

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 500601.51	Lxy = 107.84	Lxz = -161.96
Lyx = 107.84	Lyy = 460811.53	Lyz = 11347.20
Lzx = -161.96	Lzy = 11347.20	Lzz = 573014.08

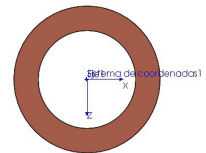
3.14 Arandela para restrictor de aceite



Vista del modelo actual



*Izquierda

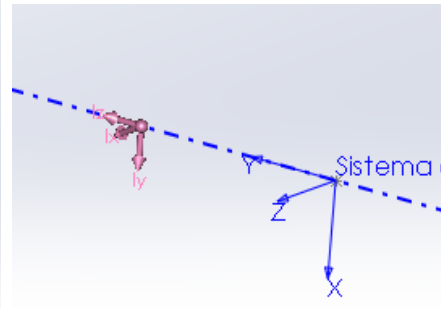
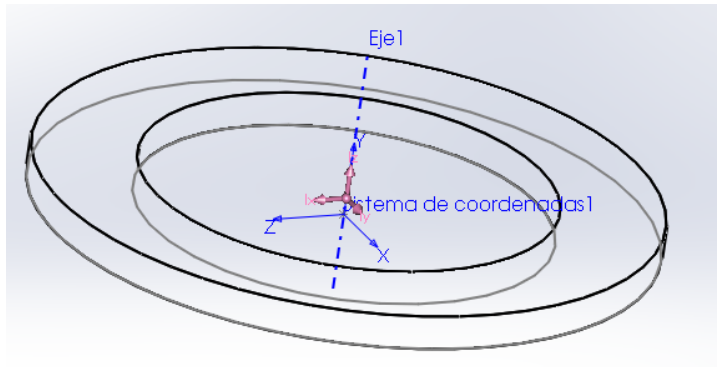


*Superior

La arandela del restrictor de aceite es de un material metálico, pero blando, lo que hace que al apretar el restrictor de aceite contra el cuerpo central, se deforme y haga que la union entre ambos cuerpos sea estanca.

Ademas se añade un liquido sellante para evitar que se afloje el restrictor y se pierda aceite por la junta.

El modelado de la arandela es muy sencillo. Se croquizan dos circunferencias concéntricas y se extrusiona el resultado.



Masa = 1.11 g

Volumen = 141.37 mm³

Área de superficie = 376.99 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.50
Z = 0.00

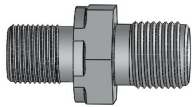
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 0.00, 1.00)	Iy = (1.00, 0.00, 0.00)	Iz = (0.00, 1.00, 0.00)
Px = 32.56	Py = 32.56	Pz = 64.94

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 32.56	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 64.94	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 32.56

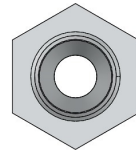
3.15 Restrictor de aceite



Vista del modelo actual



*Izquierda



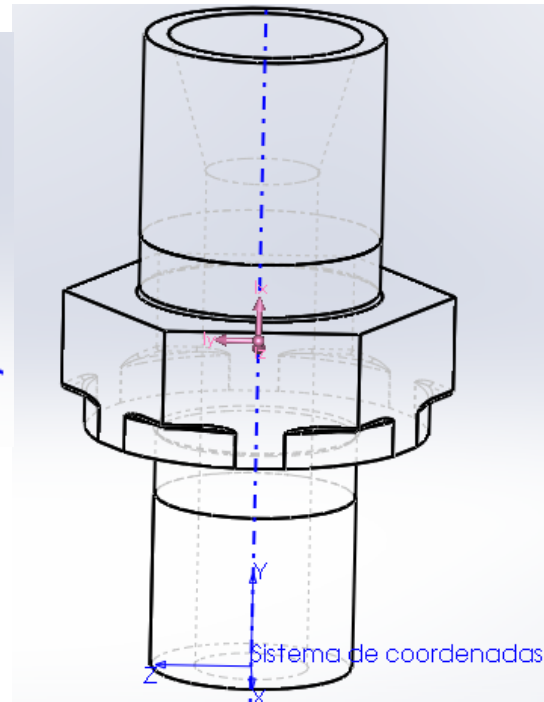
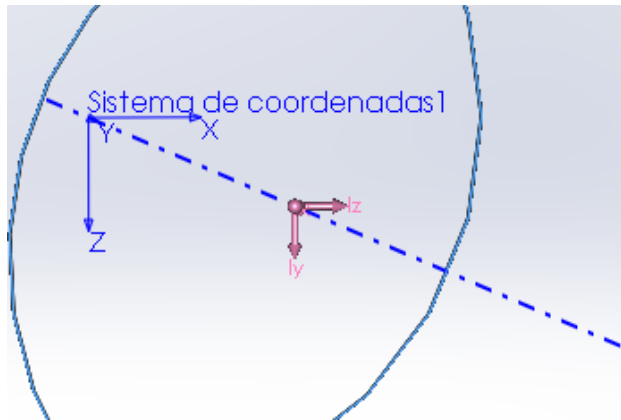
*Superior

Este tornillo hueco es un restrictor de aceite. Para cada modelo tiene un diametro interior distinto, dependiendo de las necesidades de lubricación y presión de aceite. Estas piezas sirven para mantener la presión ideal de lubricación segun el turboalimentador que se utlice.

El modelado de esta pieza es similar al de otros tornillos, una sucesión de crear croquis, extrusionar, crear croquis sobre la superficie extrusionada y volver a extrusionar, y así sucesivamente hasta que se tienen todas las secciones.

Después se hace el orificio interior extruyendo un corte recto a través de una de las caras extremas, y se acaba haciendo un corte de revolución alrededor del eje en uno de los lados, ya que la sección interior de uno de los lados no es recta sino cónica.

Para acabar, y con fin meramente decorativo he barrido sendos croquis triangulares, con torsión sobre el eje del triangulo, en los dos extremos para hacer las rosca.



Masa = 25.29 g

Volumen = 3171.16 mm³

Área de superficie = 2315.62 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 16.78
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

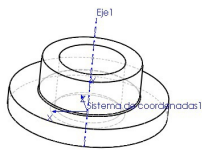
I _x = (0.00, 1.00, 0.00)	I _y = (0.00, 0.00, 1.00)	I _z = (1.00, 0.00, 0.00)
P _x = 802.00	P _y = 1775.39	P _z = 1775.39

Momentos de inercia: (g * mm²)

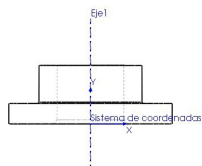
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

L _{xx} = 1775.39	L _{xy} = 0.00	L _{xz} = 0.00
L _{yx} = 0.00	L _{yy} = 802.00	L _{yz} = 0.00
L _{zx} = 0.00	L _{zy} = 0.00	L _{zz} = 1775.39

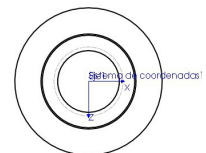
3.16 Tope o espaciador para cojinete de empuje



Vista del modelo actual



*Frontal

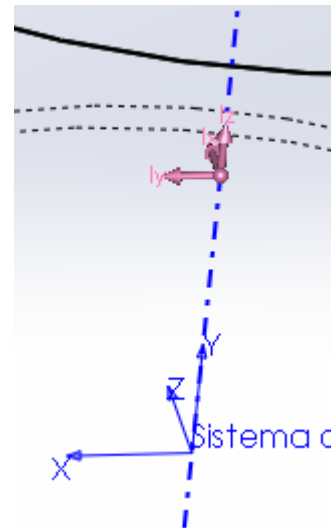
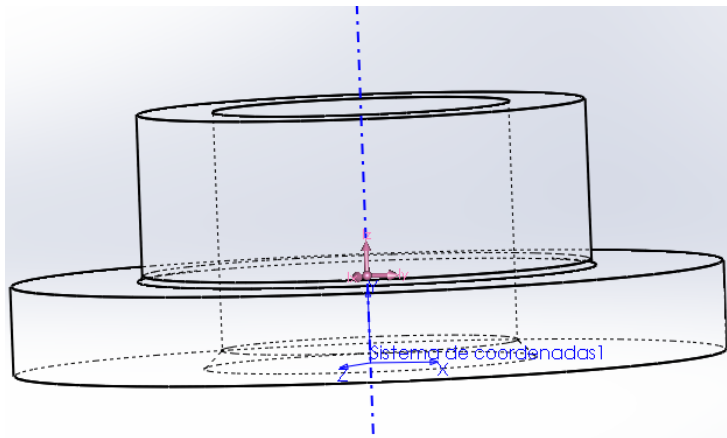


*Superior

Este tope se coloca entre el eje y el cojinete de empuje, para evitar que se desplace mas allá de la posición de los cojinetes de giro en el eje, y centrarlo.

El modelado de este tope se realiza mediante el la revolución de un croquis que forma el perfil alrededor del eje central.

Para acabar se realiza un pequeño redondeo en la arista que une las dos zonas cilíndricas.



Masa = 1.60 g

Volumen = 206.54 mm³

Área de superficie = 370.80 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 1.47
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 0.00, 1.00)	Iy = (1.00, 0.00, 0.00)	Iz = (0.00, 1.00, 0.00)
Px = 16.11	Py = 16.11	Pz = 27.85

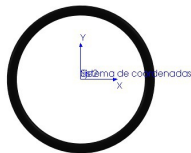
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 19.55	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 27.85	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 19.55

3.17 Junta de goma pequeña para cuerpo central



Vista del modelo actual



*Frontal



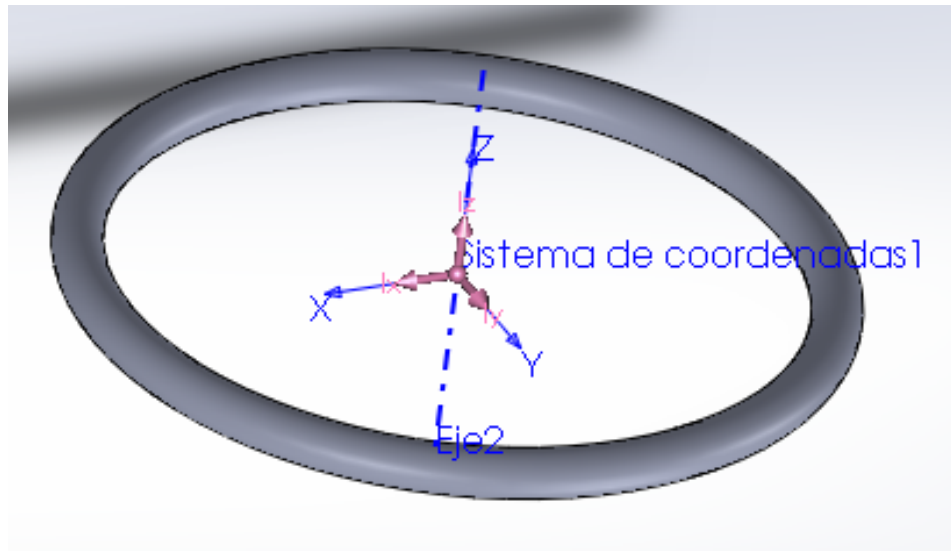
*Izquierda



*Superior

La función de esta junta consiste en hacer estanca la unión entre el cuerpo central y el sellado para el aceite que va en el eje de la turbina, así evita la entrada de cualquier gas o líquido, además de amortiguar ligeramente cualquier posible vibración.

El modelado de la junta se ha realizado por un barrido de una circunferencia pequeña, que es la sección, a través de una circunferencia más grande que es el diámetro.



Masa = 1.89 g

Volumen = 890.21 mm³

Área de superficie = 1227.88 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Iy = (0.00, 1.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 437.28	Py = 437.28	Pz = 872.57

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 437.28	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 437.28	Lyx = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 872.57

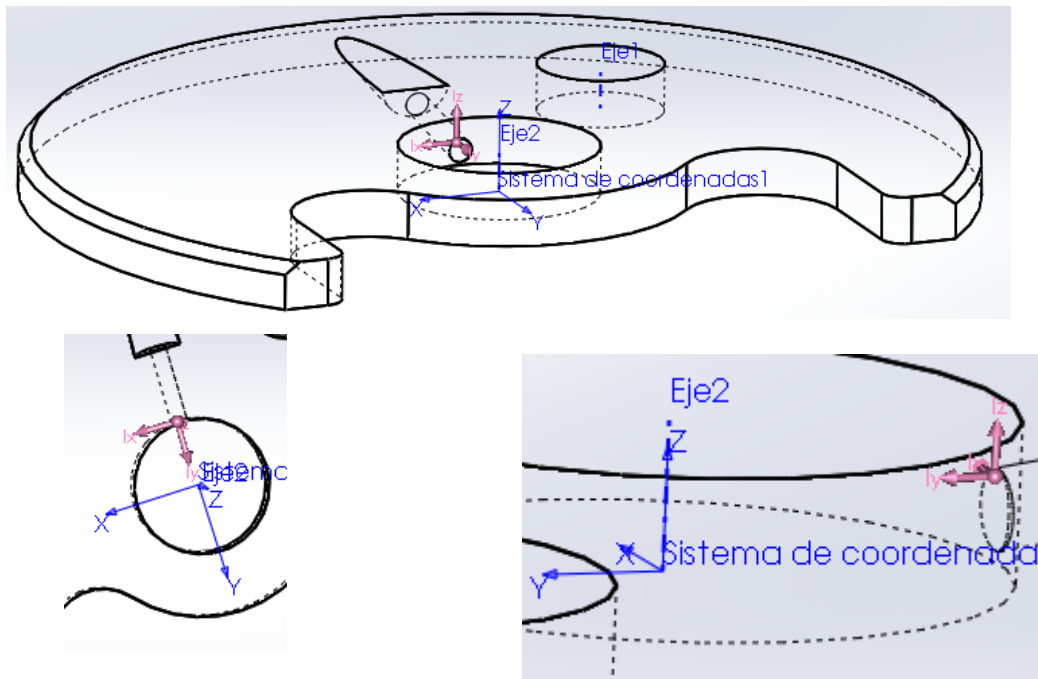
3.18 Cojinete de empuje



Vista del modelo actual

El cojinete de empuje se encarga de soportar los esfuerzos axiales en el eje. Va colocado concéntrico a un tope en el eje de la turbina.

El modelado de esta pieza se realiza mediante la extrusión de un cróquis que forma la base, después para el conducto de aceite que sale por la superficie plana, se crea un plano y se ejecuta un corte plano a través del nuevo plano creado, que está en cierto ángulo con la el plano de planta, que es donde se extrusiona el primer cróquis. Para acabar se realiza un chaflán en las aristas que lo requieren.



Masa = 19.15 g

Volumen = 1694.89 mm³

Área de superficie = 2075.58 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.17
Y = -4.25
Z = 0.99

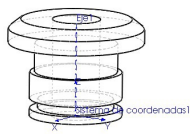
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

$I_x = (1.00, -0.02, 0.00)$	$I_y = (0.02, 1.00, 0.00)$	$I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$
$P_x = 1205.28$	$P_y = 2388.75$	$P_z = 3581.38$

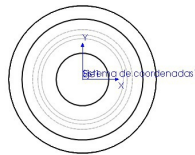
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 1205.88$	$L_{xy} = -26.64$	$L_{xz} = 0.03$
$L_{yx} = -26.64$	$L_{yy} = 2388.16$	$L_{yz} = 0.74$
$L_{zx} = 0.03$	$L_{zy} = 0.74$	$L_{zz} = 3581.38$

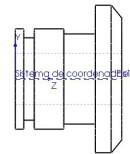
3.19 Collarín para sellado de aceite



Vista del modelo actual



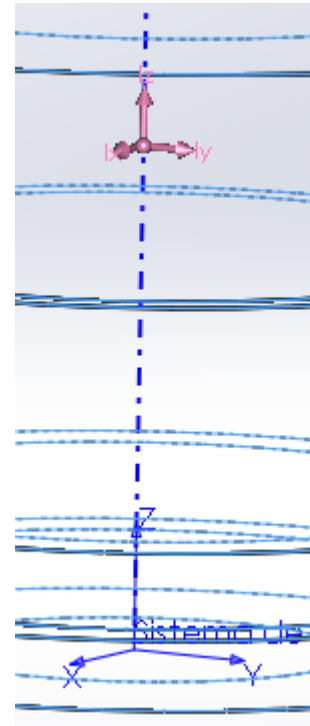
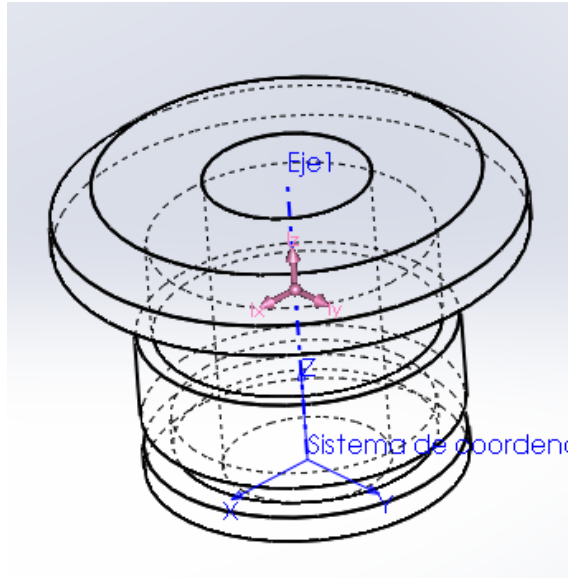
*Frontal



*Izquierda

Esta pieza es el collarín, y forma parte del sellado para el aceite. Se encarga de unir la tapa con el deflector de aceite.

El modelado de esta pieza es bastante sencillo, se realiza mediante la revolución de un croquis del perfil, siendo el centro de revolución el eje axial.



Masa = 4.41 g

Volumen = 566.48 mm³

Área de superficie = 764.39 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 5.76

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

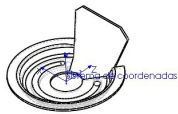
$I_x = (0.00, 0.23, 0.97)$	$I_y = (1.00, 0.00, 0.00)$	$I_z = (0.00, 0.97, -0.23)$
$P_x = 484.00$	$P_y = 571.94$	$P_z = 944.96$

Momentos de inercia: (g * mm²)

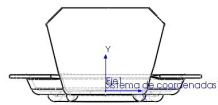
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 78.68$	$L_{xy} = 0.00$	$L_{xz} = 0.00$
$L_{yx} = 0.00$	$L_{yy} = 78.68$	$L_{yz} = 0.00$
$L_{zx} = 0.00$	$L_{zy} = 0.00$	$L_{zz} = 82.54$

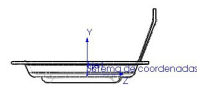
3.20 Deflector de aceite



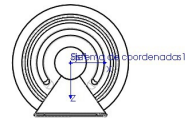
Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda

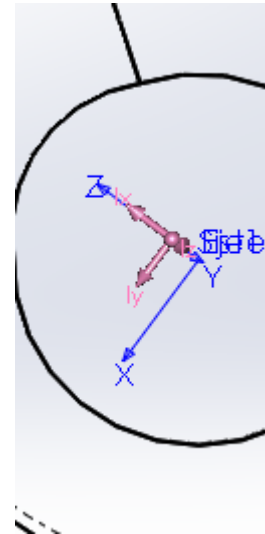
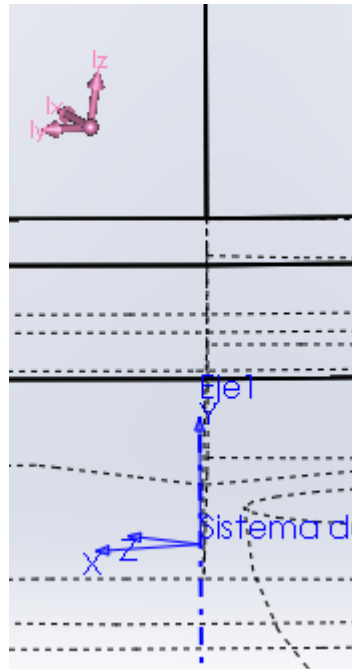
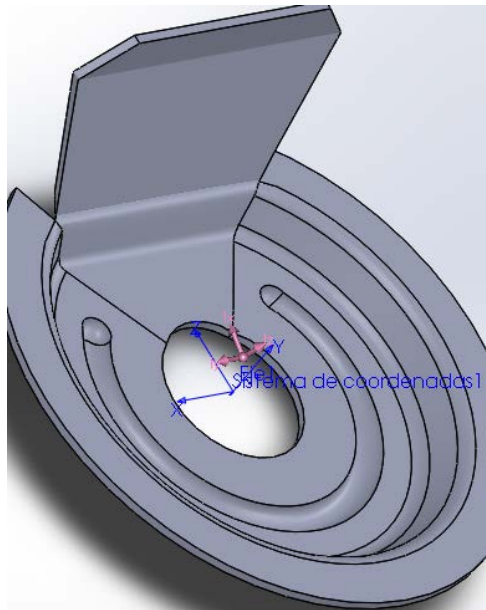


*Superior

El deflector de aceite ayuda a que no salga aceite del cuerpo central a través del eje, forma parte del sellado para el aceite junto con la tapa, el collarín y el segmento.

El modelado de esta pieza se realiza mediante un barrido de la sección de la base, que se une con el saliente superior mediante un recubrimiento.

El recubrimiento debe ir guiado por líneas rectas y varias secciones, en mi caso 6 (2 arriba, una central otra cerca del orificio central para el eje y 3 en la zona de transición entre los dos solidos para hacerla más suave.).



Masa = 5.30 g

Volumen = 746.71 mm³

Área de superficie = 2691.97 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 2.14
Z = 0.98

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²) Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 0.23, 0.97)	Iy = (1.00, 0.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.97, -0.23)
Px = 484.00	Py = 571.94	Pz = 944.96

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 571.94	Lxy = -0.03	Lxz = 0.18
Lyx = -0.03	Lyy = 919.74	Lyz = 104.83
Lzx = 0.18	Lzy = 104.83	Lzz = 509.22

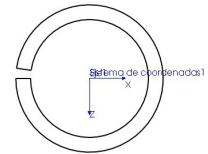
3.21 Segmento para collarín



Vista del modelo actual



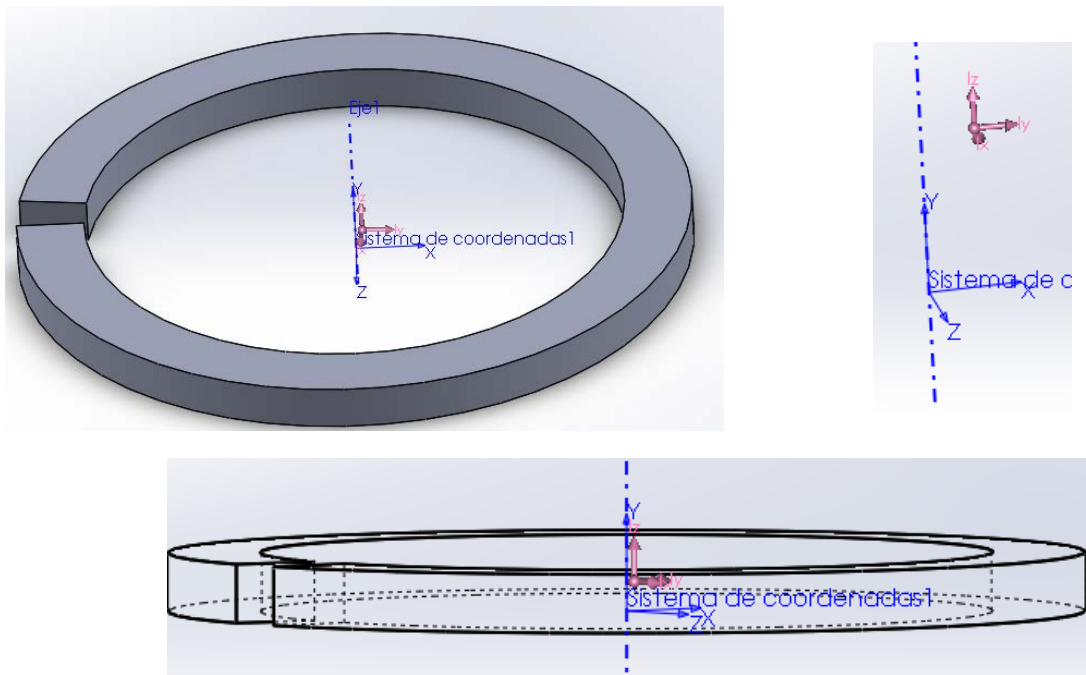
*Frontal



*Superior

Este pequeño segmento va colocado en el collarín del sellado de aceite para unir el deflector de aceite con la tapa, para unir en una sola pieza el sellado de aceite.

El modelado consiste en un barrido de una sección rectancular, que es la sección del segmento, a través de una sección de circunferencia no completa para el diámetro.



Masa = 0.13 g

Volumen = 17.69 mm³

Área de superficie = 91.96 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.10
Y = 0.32
Z = 0.01

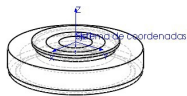
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

$I_x = (-0.07, 0.00, 1.00)$	$I_y = (1.00, 0.00, 0.07)$	$I_z = (0.00, 1.00, 0.00)$
$P_x = 1.31$	$P_y = 1.37$	$P_z = 2.66$

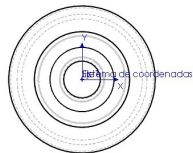
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 1.37$	$L_{xy} = 0.00$	$L_{xz} = 0.00$
$L_{yx} = 0.00$	$L_{yy} = 2.66$	$L_{yz} = 0.00$
$L_{zx} = 0.00$	$L_{zy} = 0.00$	$L_{zz} = 1.31$

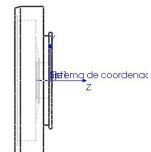
3.22 Tapa de sellado de aceite



Vista del modelo actual



*Frontal



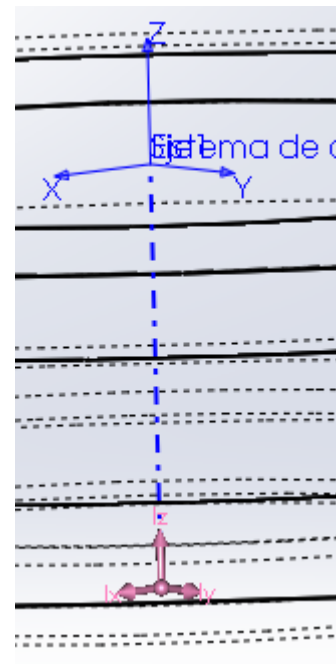
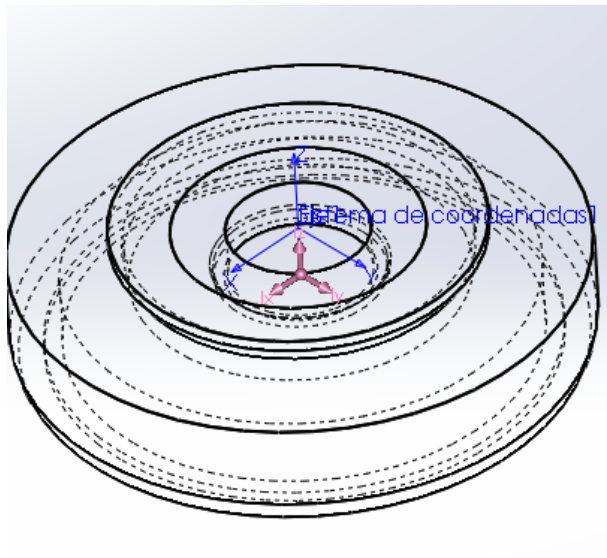
*Izquierda

Esta tapa va en el eje de la turbina, colocada entre el cuerpo central y la caracola de admisión.

Sirve para evitar que el aceite se filtre a través del eje de la turbina.

El modelado de la tapa se puede realizar mediante croquizado y extrusión de circunferencias concéntricas, pero también, y es mas cómodo, mediante la revolución de un croquis respecto al eje central. Es la forma que he optado dado que se ahorra tiempo y operaciones.

Para acabar la pieza se realiza un chaflán en la cara inferior.



Masa = 39.62 g

Volumen = 5203.28 mm³

Área de superficie = 4365.14 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = -4.04

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

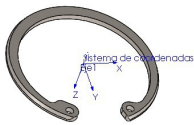
$I_x = (1.00, 0.00, 0.00)$	$I_y = (0.00, 1.00, 0.00)$	$I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$
Px = 5190.85	Py = 5190.85	Pz = 9898.72

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 5190.85	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 5190.85	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 9898.72

3.23 Anillo resorte para tapa de sellado de aceite



Vista del modelo actual



*Frontal



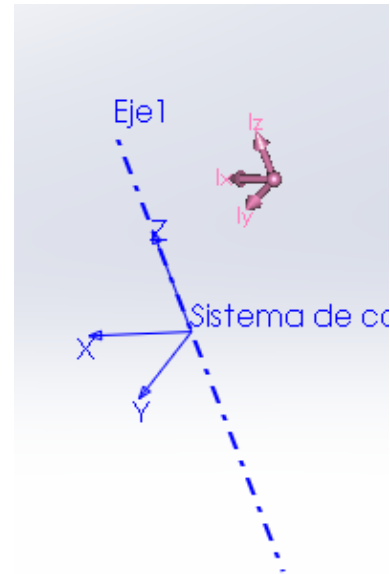
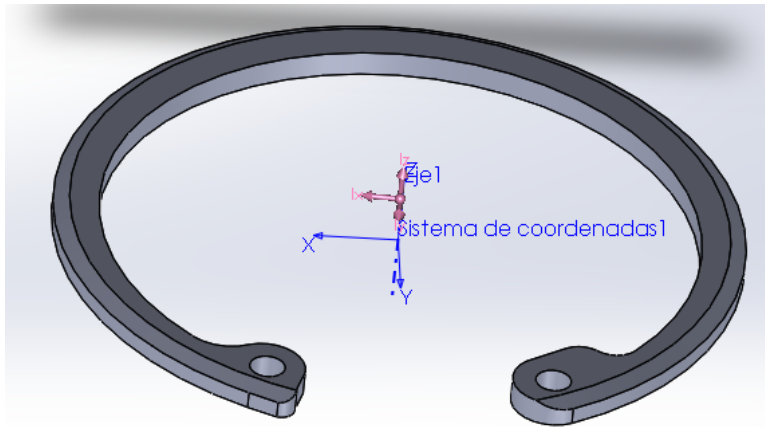
*Izquierda

Esta arandela de presión o anillo resorte se coloca entre la tapa que sirve de sellado para el aceite y el cuerpo central, para evitar que la tapa pueda salir del cuerpo central debido a vibraciones.

El modelado de esta pieza se realiza mediante 2 circunferencias no concéntricas, que forman la base, luego los extremos de brazo se realizan mediante circunferencias y líneas rectas tangentes a estas.

A diferencia del otro anillo resorte, los extremos de los brazos no son simétricos, con lo que no se puede hacer por simetría.

Una vez se tiene el croquis base, se extrusiona y para acabar se realiza un chaflán en la arista superior externa.



Masa = 4.17 g

Volumen = 528.89 mm³

Área de superficie = 1044.40 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = -0.17
Y = -3.37
Z = 0.77

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (1.00, -0.07, 0.00)	Iy = (0.07, 1.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 727.72	Py = 882.25	Pz = 1608.30

Momentos de inercia: (g * mm²)

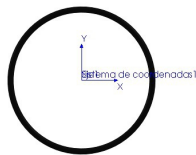
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 728.56	Lxy = -11.37	Lxz = -0.04
Lyx = -11.37	Lyy = 881.41	Lyx = -0.06
Lzx = -0.04	Lzy = -0.06	Lzz = 1608.30

3.24 Junta de goma grande para cuerpo central



Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda

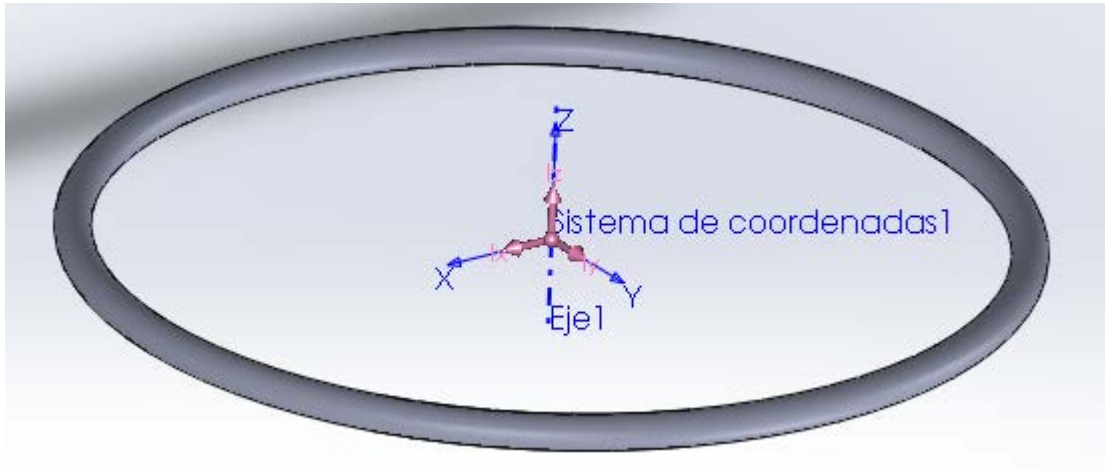


*Superior

Esta junta de goma se coloca en la sección habilitada para ello que se encuentra en el cuerpo central, y sirve para hacer estanca la union entre el cuerpo central y la caracola de admisión.

El diametro exterior es ligeramente superior al interior de la caracola de admisión con la que está en contacto, lo que hace que se deforme y comprima contra las dos superficies, no permitiendo así que pase ningún gas ni aceite.

El modelado de la junta se ha realizado por un barrido de una circunferencia pequeña, que es la sección, a traves de una circunferencia más grande que es el diámetro.



Masa = 3.39 g

Volumen = 1732.12 mm³

Área de superficie = 2309.49 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 0.00

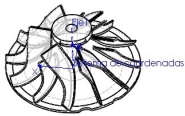
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Iy = (0.00, 1.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 2582.86	Py = 2582.86	Pz = 5161.91

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 2582.86	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 2582.86	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 5161.91

3.25 Rueda compresora



Vista del modelo actual



*Frontal



*Superior

La rueda compresora se encarga de comprimir el aire exterior para mandarlo a las cámaras de combustión del motor a través de la caracola de admisión

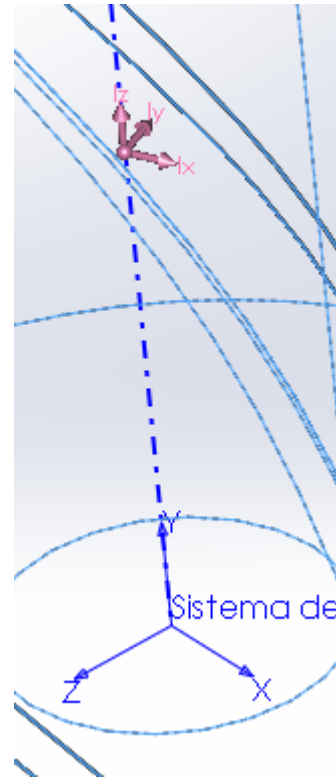
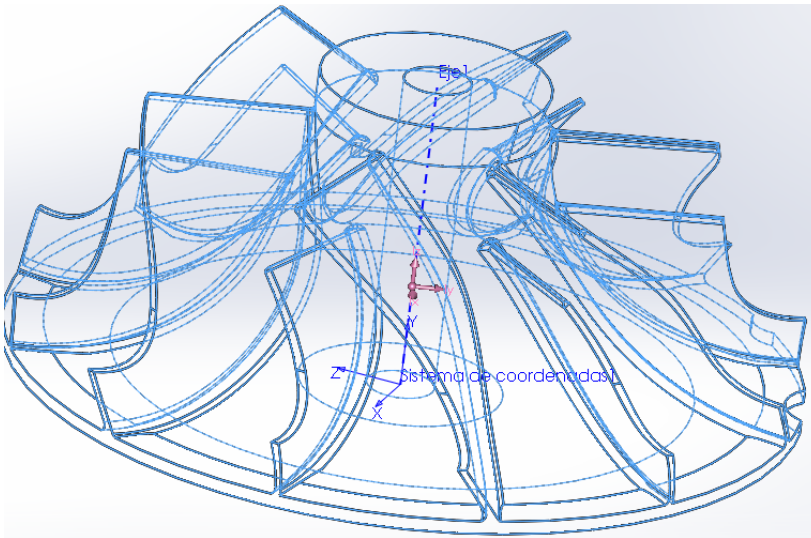
El modelado de esta pieza es, al contrario de lo que pueda parecer, mas sencillo que otras piezas como la caracola de admisión.

Primero se realiza la superficie sobre la que van los álabes, una especie de cono que se realiza por revolución sobre el eje central.

Después se colocan los extremos de un álabe, y se unen mediante una curva que servirá de guía en el recubrimiento que crea el bruto del álabe.

Una vez hecho esto se repite la operación mediante una matriz circular y así se obtienen 6 álabes. Para obtener los otros 6 álabes mas pequeños se repite el mismo proceso. Cuando se tienen los 12 álabes, se crea un croquis en el exterior de la rueda para cortar por revolución y obtener el perfil final de los álabes.

Para acabar se realizan redondeos en la base de los álabes y se realizan algunos cortes rectos, uno en la cara superior y 2 de pequeñas semicirunferencias en la base de la rueda compresora.



Masa = 30.81 g

Volumen = 16184.23 mm³

Área de superficie = 12045.36 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.01
Y = 7.82
Z = 0.02

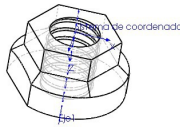
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.92, 0.00, -0.39)$	$I_y = (-0.39, 0.00, -0.92)$	$I_z = (0.00, 1.00, 0.00)$
$P_x = 2297.62$	$P_y = 2304.48$	$P_z = 3359.96$

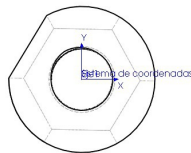
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 2298.68$	$L_{xy} = 0.00$	$L_{xz} = -2.48$
$L_{yx} = 0.00$	$L_{yy} = 3359.96$	$L_{yz} = 1.27$
$L_{zx} = -2.48$	$L_{zy} = 1.27$	$L_{zz} = 2303.42$

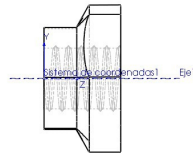
3.26 Tuerca para eje turbina



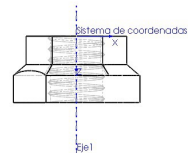
Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda

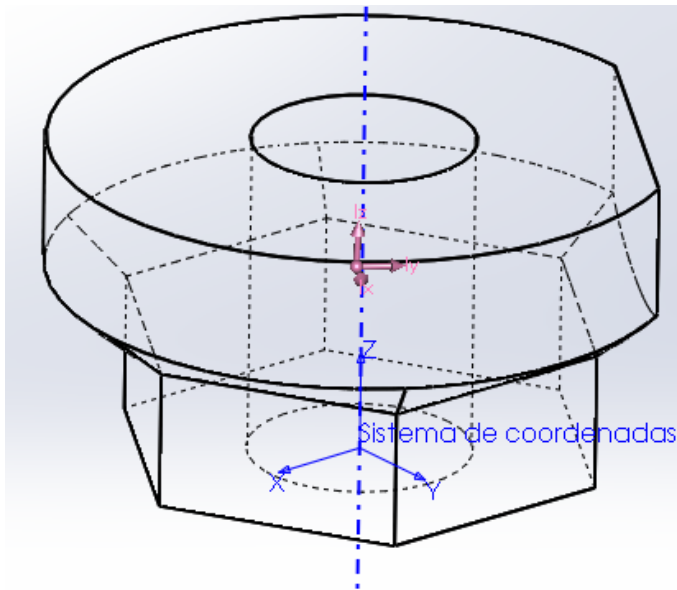


*Superior

Esta tuerca va en el eje de la turbina, y aprieta la rueda compresora, evitando que gíre libre, y fijandola al eje, para que gíre con la turbina.

El modelado de esta tuerca se realiza croquizando el la base, que son dos circunferencias concéntricas, se extrusiona, y sobre la cara superior de la extrusión se realiza el croquis hexagonal para extrusionarlo.

Cuando se tiene el bruto se realiza el redondeo de algunas aristas y el corte que se ve en el cilindro de la base.



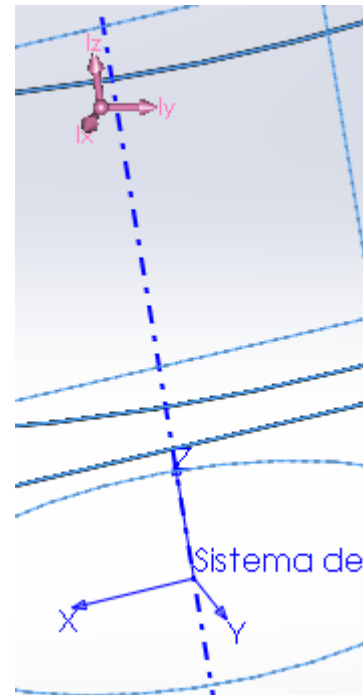
Masa = 2.83 g

Volumen = 396.25 mm³

Área de superficie = 429.96 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.09
Y = -0.06
Z = 3.60



Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.52, 0.86, 0.00)$	$I_y = (-0.86, 0.52, -0.03)$	$I_z = (-0.02, 0.01, 1.00)$
$P_x = 4.16$	$P_y = 4.38$	$P_z = 6.30$

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 4.32$	$L_{xy} = 0.10$	$L_{xz} = 0.04$
$L_{yx} = 0.10$	$L_{yy} = 4.22$	$L_{yz} = -0.03$
$L_{zx} = 0.04$	$L_{zy} = -0.03$	$L_{zz} = 6.30$

3.27 Anillo resorte para caracola de admisión



Vista del modelo actual



*Frontal



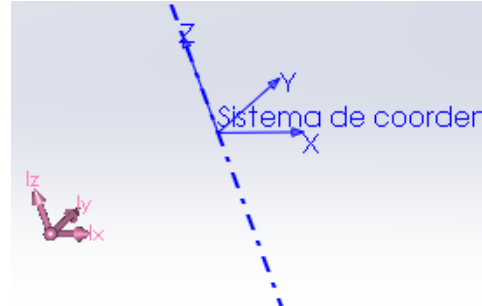
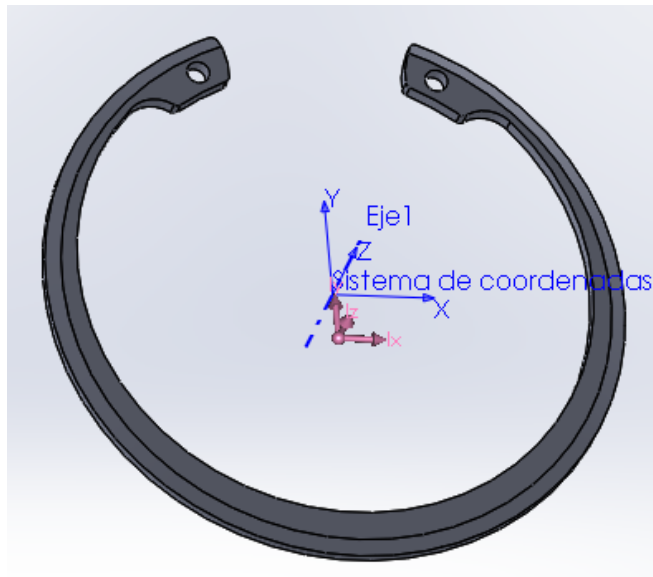
*Izquierda

Esta pieza es un anillo resorte, o arandela de sujección.

Sirve para hacer de tope entre dos piezas concéntricas. Se introduce una pieza concéntrica en el hueco de la otra, y se coloca esta pieza, que hace de tope, al dejar el hueco por donde ha entrado la primera pieza mas pequeño, impidiendo así que salga.

El modelado de esta pieza consiste en croquizar la base, que son dos circunferencias no concéntricas, varias líneas tangentes a otras circunferencias mas pequeñas para hacer los extremos, y otras dos circunferencias mas pequeñas para los orificios donde se introducen los alicates para operar con la pieza.

Se simplifica la operación haciendo uso de la simetría, se dibuja media pieza en el croquis y luego se aplica simetría.



Masa = 30.22 g

Volumen = 3845.31 mm³

Área de superficie = 4357.49 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = -8.59
Z = 1.26

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

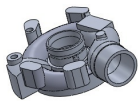
$I_x = (1.00, 0.00, 0.00)$	$I_y = (0.00, 1.00, 0.00)$	$I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$
$P_x = 27616.02$	$P_y = 32150.01$	$P_z = 59732.29$

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 27616.02$	$L_{xy} = 0.00$	$L_{xz} = 0.00$
$L_{yx} = 0.00$	$L_{yy} = 32150.01$	$L_{yz} = -7.26$
$L_{zx} = 0.00$	$L_{zy} = -7.26$	$L_{zz} = 59732.29$

3.28 Caracola de admisión



Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda



*Superior

La caracola de admisión recoge el aire del exterior, y lo envía a la cámara de combustión del motor tras ser comprimido por la rueda compresora.

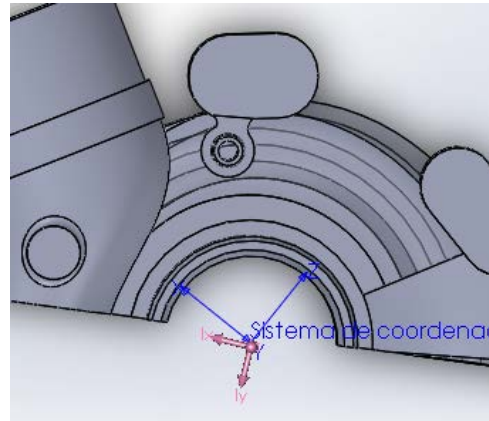
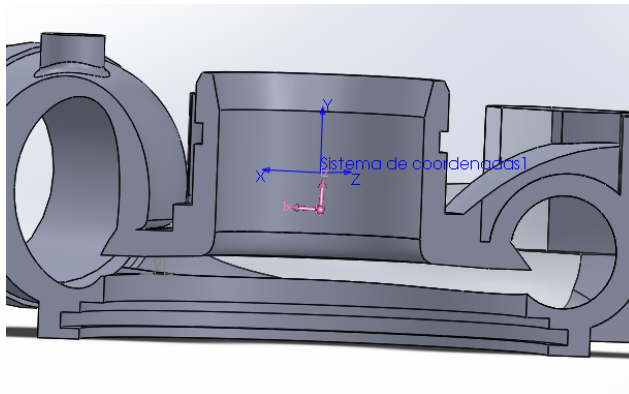
Es una pieza muy difícil de modelar, por el conducto interno.

Se comienza realizando la caracola como un sólido, mediante el recubrimiento de 4 secciones a 90° cada una, unidas por splines. Después se repite el proceso con unas secciones menores a las anteriores, dentro de las mismas, con otras 4 splines por cada sección para obtener el conducto interno.

Después se realiza el conducto por donde entra el aire con croquis de circunferencias y extrusiones rectas, además de cortes rectos. La cara conectada al cuerpo central se hace mediante revolución de un croquis respecto al eje central. Para acabar, los distintos sólidos para taladros y equilibrado se realizan en un plano paralelo mediante extrusiones y cortes rectos.

El problema que me he encontrado a la hora de modelar esta pieza ha sido el canal interno, ya que muchas de las piezas que se modelan después de realizar este, interfieren con él, con lo que había que hacer intersecciones que a menudo no salían a la primera por defectos en el modelado, ya que algunas daban lugar a huecos dentro del sólido que impedían el mallado de la pieza.

El problema se resuelve volviendo atrás y modelando de otra forma, modificando algunos parámetros y teniendo cuidado al elegir qué secciones se eliminan con la operación de intersección.



Masa = 828.40 g

Volumen = 258153.68 mm³

Área de superficie = 95489.54 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = -0.73
Y = -6.94
Z = -0.75

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

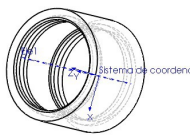
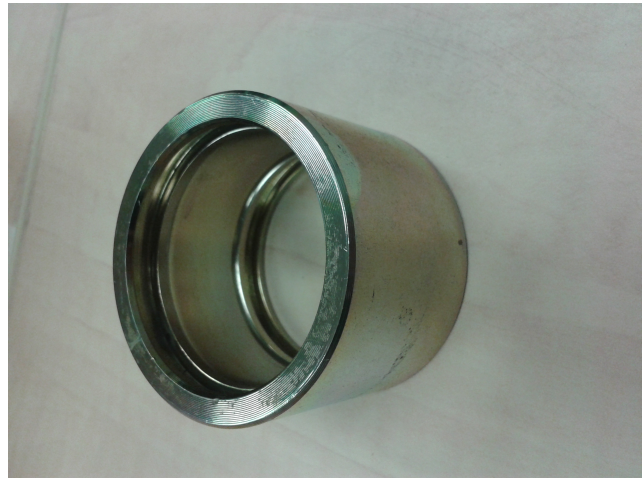
Ix = (0.91, 0.05, -0.42)	Iy = (-0.42, 0.02, -0.91)	Iz = (-0.03, 1.00, 0.04)
Px = 1390927.18	Py = 1549419.48	Pz = 2676350.37

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 1420146.18	Lxy = 44364.05	Lxz = -58528.34
Lyx = 44364.05	Lyy = 2672940.58	Lyx = -48105.07
Lzx = -58528.34	Lzy = -48105.07	Lzz = 1523610.26

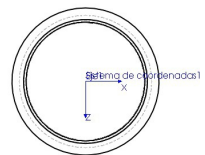
3.29 Cilindro protector



Vista del modelo actual



*Frontal



*Superior

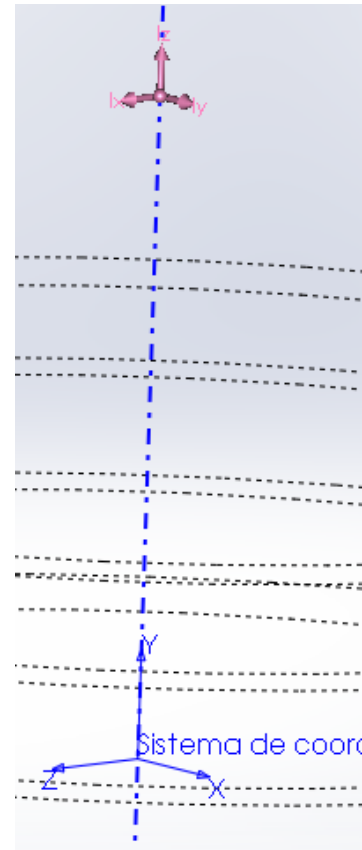
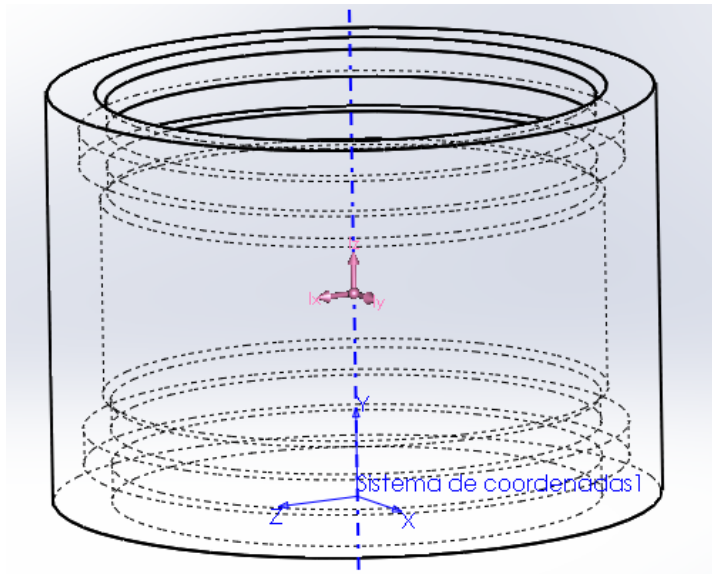
Este cilindro se coloca para proteger el conducto de la caracola de admisión cuando se desmonta.

Se coloca junto con el protector de goma para que no entren cuerpos extraños al conducto de aire y para que no se dañe el propio extremo.

El modelado de esta pieza es sencillo, se hace por revolución de un croquis. Se toman las medidas de la sección interior y la exterior, se dibuja el croquis a una distancia del eje de revolución específica para que dé el diametro de la pieza, y se revoluciona el croquis para obtener el sólido.

La parte mas complicada de esta pieza ha sido obtener las medidas, ya que no disponía de ninguna herramienta de medida lo suficientemente pequeña para poder medir el interior del cilindro.

He tomado las medidas haciendo un molde de plastilina de la parte interna, y tomando las medidas de ese molde.



Masa = 248.44 g

Volumen = 34573.72 mm³

Área de superficie = 17913.27 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 20.45
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 0.00, 1.00)	Iy = (1.00, 0.00, 0.00)	Iz = (0.00, 1.00, 0.00)
Px = 129063.53	Py = 129063.53	Pz = 189223.76

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 129063.53	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 189223.76	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 129063.53

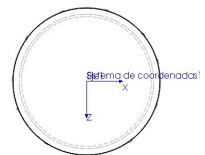
3.30 Goma protectora para cilindro



Vista del modelo actual



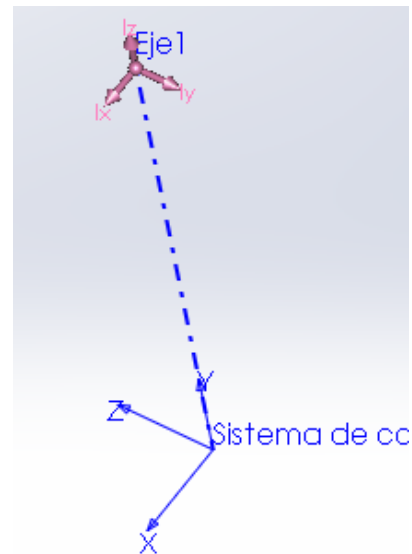
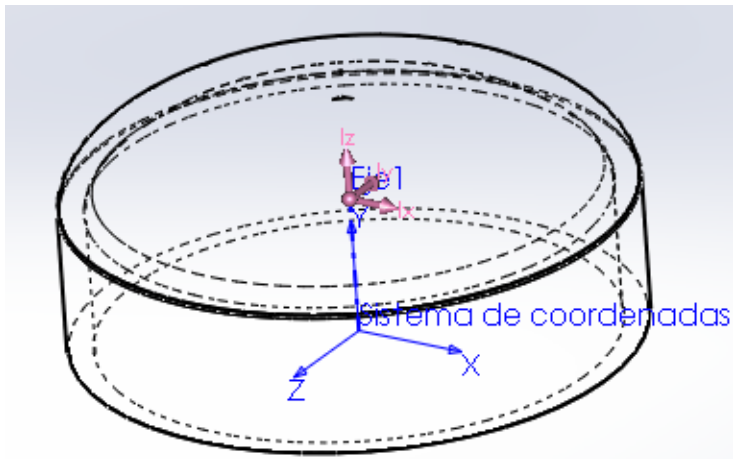
*Izquierda



*Superior

Este protector de goma va colocado en el interior del cilindro que se coloca en el extremo de la caracola de admisión, y sirve para evitar, que se introduzcan cuerpos extraños en la caracola de admisión por el orificio donde sale el aire hacia la cámara de combustión.

El modelado de esta pieza consiste en la revolución de un croquis. Este croquis está formado por 4 líneas rectas y dos splines que van a parar al eje de revolución.



Masa = 8.25 g

Volumen = 7257.17 mm³

Área de superficie = 7591.58 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 11.72
Z = 0.00

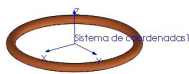
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Iy = (0.00, 0.00, -1.00)	Iz = (0.00, 1.00, 0.00)
Px = 1687.64	Py = 1687.64	Pz = 2836.57

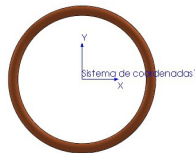
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 1687.64	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 2836.57	Lyz = 0.03
Lzx = 0.00	Lzy = 0.03	Lzz = 1687.64

3.31 Junta de goma para cilindro



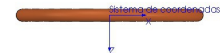
Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda

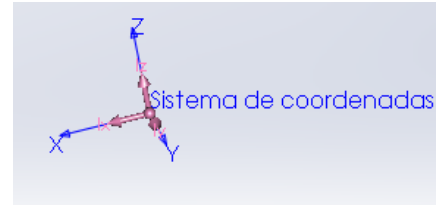
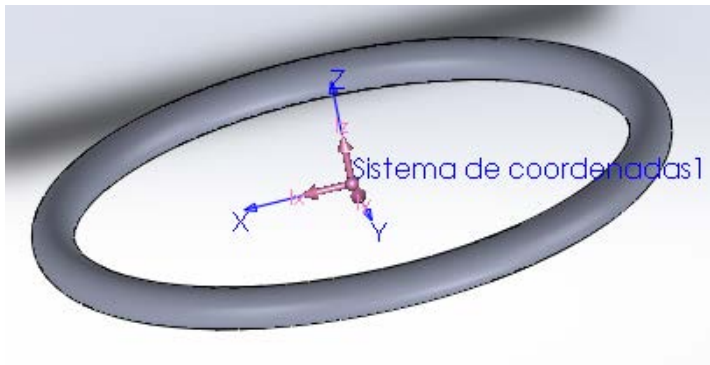


*Superior

Estas juntas se utilizan para evitar daños en el extremo de la caracola de admisión donde va colocado el cilindro de protección.

De esta forma el cilindro de metal no toca la el extremo de la caracola de admisión y así se protege de rayaduras, además al ser de goma permite mas facilmente la colocación y retirada del cilindro.

El modelado de la junta de goma se lleva a cabo mediante el barrido de un cilindro pequeño, que es la sección, alrededor de otro cilindro mas grande que es el diámetro de la junta.



Masa = 3.52 g

Volumen = 1526.40 mm³

Área de superficie = 1744.45 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 0.00

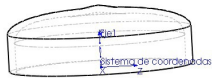
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Iy = (0.00, 1.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 1128.85	Py = 1128.85	Pz = 2252.31

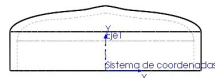
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 1128.85	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 1128.85	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 2252.31

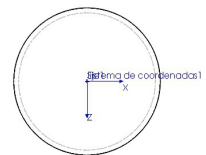
3.32 Goma protectora de admisión



Vista del modelo actual



*Frontal

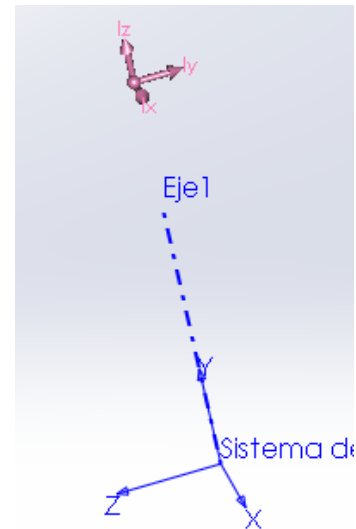
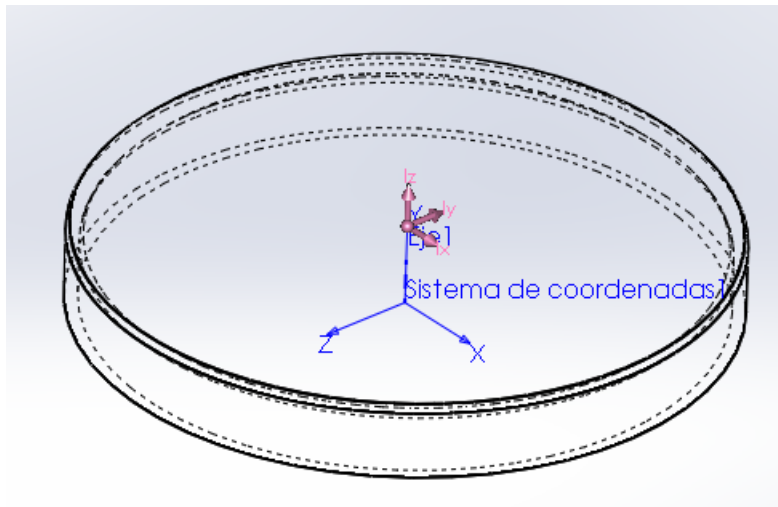


*Superior

Este protector de goma se coloca en la entrada de la caracola de admisión, cuando se desmonta el turboalimentador del vehículo, para proteger la rueda compresora. Con este protector se evita que entren impurezas y cuerpos extraños a la cámara de la caracola de admisión.

El modelado de este protector se realiza mediante la revolución del croquis que forma la sección.

Este croquis consta de 3 líneas y 2 splines que van a parar al eje de revolución.



Masa = 8.84 g

Volumen = 26156.84 mm³

Área de superficie = 23194.46 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 13.02
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

$I_x = (1.00, 0.00, 0.00)$	$I_y = (0.00, 0.00, -1.00)$	$I_z = (0.00, 1.00, 0.00)$
$P_x = 7329.62$	$P_y = 7329.62$	$P_z = 14209.14$

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$L_{xx} = 7329.62$	$L_{xy} = 0.00$	$L_{xz} = 0.00$
$L_{yx} = 0.00$	$L_{yy} = 14209.14$	$L_{yz} = 0.04$
$L_{zx} = 0.00$	$L_{zy} = 0.04$	$L_{zz} = 7329.62$

3.33 Tubo de conexión de presión



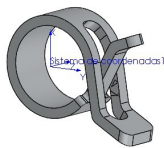
Vista del modelo actual

Este cable de goma va conectado entre la válvula de presión que activa la válvula "waste gate" y la caracola de admisión. Es el que comunica la presión a la válvula de presión.

El modelado de esta pieza se ha realizado dentro del ensamblaje, para poder tener referencias de las direcciones que debía llevar la curva guía.

Una vez se ha tenido la sección inicial y final se ha creado la guía a base de modificar splines y se ha recubierto el espacio entre ambas secciones a través de la spline guía. Después se ha creado un vaciado para que el interior fuera hueco.

3.34 Brida elastica para tubo de presión

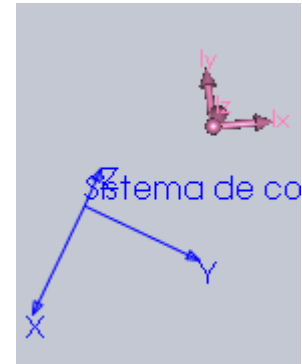
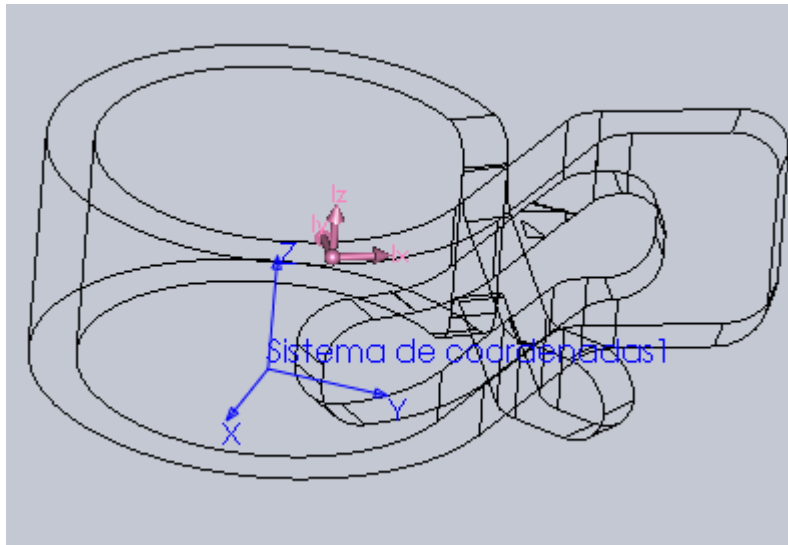


Vista del modelo actual

Esta pieza va colocada en el tubo de goma que conecta la caracola de admisión con la valvula de presión. Sirve para apretar la consexion entre la goma y la pieza a la que va sujeta.

El modelado de esta pieza parte de dos circunferencias, estas se extrusionan y queda una arandela. Después se traza por un plano medio otro croquis para realizar el corte interior que da lugar al hueco por el que se entrecruzan ambos extremos. Una vez se tiene el hueco, se realizan dos croquis en los laterales del exterior para los extremos y se extrusionan.

Para acabar se realizan cortes rectos para eliminar los sobrantes y se redondean las aristas que lo requieren.



Masa = 0.86 g

Volumen = 133.06 mm³

Área de superficie = 413.90 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = -1.71
Y = 2.24
Z = 2.54

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

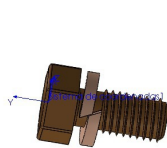
Ix = (0.79, -0.62, 0.01)	Iy = (0.62, 0.79, 0.00)	Iz = (-0.01, 0.00, 1.00)
Px = 10.79	Py = 17.24	Pz = 23.77

Momentos de inercia: (g * mm²)

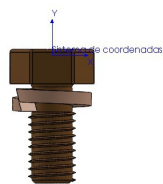
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 13.25	Lxy = -3.13	Lxz = 0.08
Lyx = -3.13	Lyy = 14.79	Lyz = -0.04
Lzx = 0.08	Lzy = -0.04	Lzz = 23.76

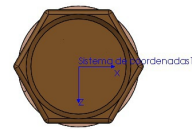
3.35 Tornillo + arandela de apriete



Vista del modelo actual



*Frontal



*Superior

Este tornillo y arandela de apriete son los que se encargan de fijar la valvula de presión a la caracola de admisión.

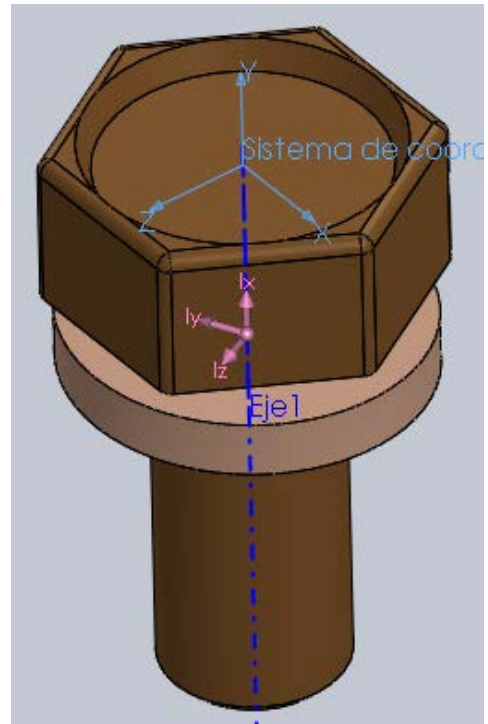
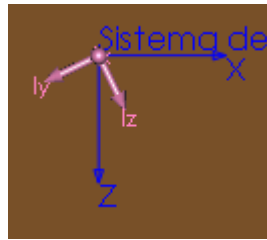
La arandela de apriete tensa la union empujando el tornillo hacia afuera, para evitar que se afloje la union por vibraciones.

Esta pieza es en realidad un ensamblaje.

Por una parte se hace el tornillo, partiendo de un croquis de hexágono, y se extrusiona. Después se croquiza una circunferencia en la cara extrusionada del hexágono y se extrusiona. Una vez hecho esto se redondean las aristas del hexagono, y se hace chaflán en el extremo de la circunferencia extrusionada.

Para acabar, y con fin meramente decorativo, he barrido el croquis de un triangulo mediante torsión a traves del eje del tornillo para hacer la rosca.

Para hacer la arandela, se croquiza un rectangulo ligeramente inclinado. Perpendicular al rectangulo se croquiza una circunferencia y a partir de ella se crea una helice. Para acabar se hace un barrido del rectangulo utilizando como guía la helice.



Masa = 11.09 g

Volumen = 1313.32 mm³

Área de superficie = 1129.09 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = -6.99
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.01, 1.00, 0.01)	Iy = (-0.90, 0.00, 0.44)	Iz = (0.44, -0.01, 0.90)
Px = 171.43	Py = 432.23	Pz = 432.28

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 432.23	Lxy = 1.82	Lxz = 0.00
Lyx = 1.82	LYY = 171.47	LYZ = 2.73
Lzx = 0.00	Lzy = 2.73	Lzz = 432.24

3.36 Pasador para waste-gate



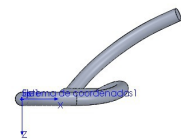
Vista del modelo actual



*Frontal



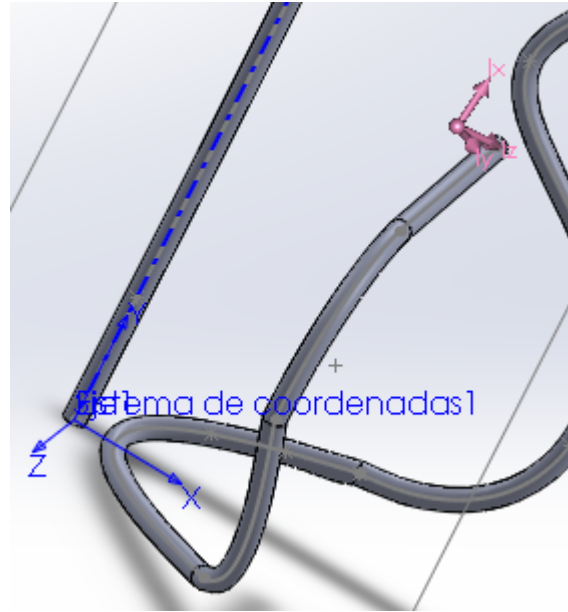
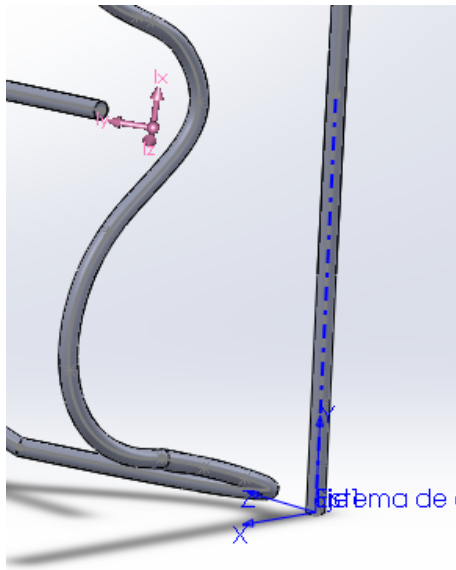
*Izquierda



*Superior

Este pasador evita que el eje del dispositivo de presión que controla la válvula de la caracola de escape se salga del actuador de la válvula.

El modelado de esta pieza se realiza mediante el barrido de una sección circular a través de varias splines enlazadas en distintas direcciones.



Masa = 0.50 g

Volumen = 145.03 mm³

Área de superficie = 581.70 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 9.40
Y = 21.63
Z = 4.26

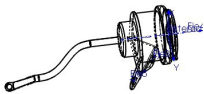
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.08, 0.98, -0.19)	Iy = (0.67, 0.09, 0.73)	Iz = (0.73, -0.19, -0.65)
Px = 47.82	Py = 144.44	Pz = 154.29

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 149.16	Lxy = 8.72	Lxz = 3.29
Lyx = 8.72	Lyy = 52.26	Lyz = -19.21
Lzx = 3.29	Lzy = -19.21	Lzz = 145.14

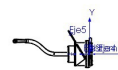
3.37 Válvula de presión



Vista del modelo actual



*Frontal

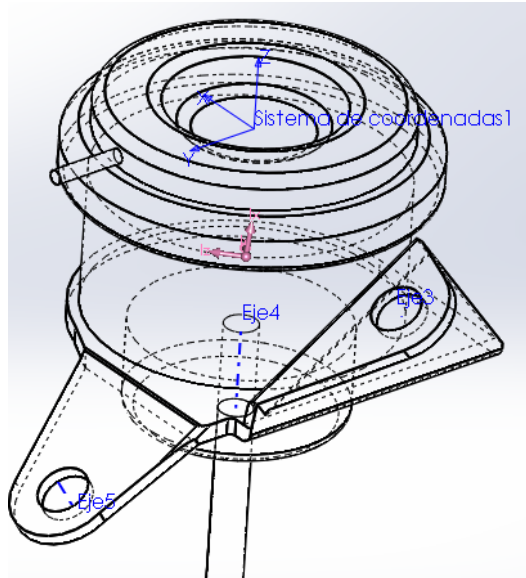


*Izquierda

Este elemento va atornillado a la caracola de admisión, y sirve para medir mediante un tubo que los conecta, la presión en la caracola de admisión. Cuando la presión llega a un tope, vence la presión interna del muelle de este dispositivo, lo que hace mover el eje que lleva en su base, y este a su vez abre la válvula de la caracola de escape "waste gate", permitiendo a los gases de escape salir directos a la atmósfera, en lugar de pasar por la turbina, lo que haría seguir incrementando la presión en la caracola de admisión.

El modelado de esta pieza tiene la dificultad de que los planos en los que se realizan los distintos croquis son muy variados, y no ortogonales.

Primero se modela el cuerpo central del dispositivo, a través de croquis de circunferencias, seguido de extrusión y croquis de circunferencias en la cara extrusionada anteriormente, para volver a extrusionar esta última. Dada la geometría, también se podía haber resuelto mediante la revolución de un perfil. Después se realiza el orificio para atornillar el dispositivo a la caracola de admisión que es paralelo a la base. Una vez se tiene este orificio, he llevado la pieza a un ensamblaje para continuar con la pieza dado que tanto el final del eje, como el otro orificio son más fáciles de realizar si se tiene la referencia del objeto con el que enlazan. Una vez en el ensamblaje, y utilizando de referencia la válvula de la caracola de escape, y el otro orificio para atornillar de la caracola de admisión, a través de líneas rectas, extrusiones rectas y barridos por splines guía, he completado el modelado.



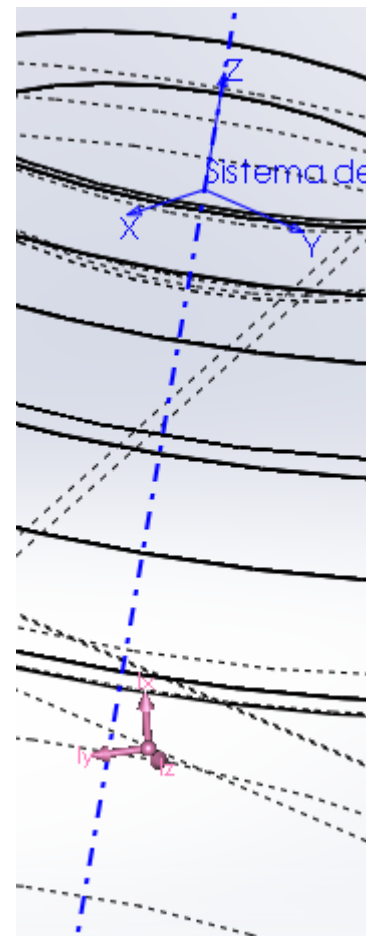
Masa = 305.06 g

Volumen = 130663.53 mm³

Área de superficie = 24249.89 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = -1.23
Y = 0.96
Z = -23.43



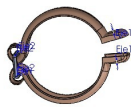
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.09, -0.20, 0.98)	Iy = (0.78, -0.59, -0.19)	Iz = (0.62, 0.78, 0.10)
Px = 125120.50	Py = 235510.59	Pz = 237882.95

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 235514.63	Lxy = -3100.22	Lxz = 9601.22
Lyx = -3100.22	Lyy = 232711.42	Lyz = -21311.75
Lzx = 9601.22	Lzy = -21311.75	Lzz = 130288.00

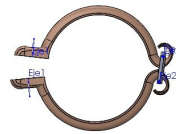
3.38 Abrazadera



Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda



*Superior

La abrazadera se compone de dos piezas iguales unidas por una anilla, y sirve para fijar el cuerpo central y la caracola de escape.

El modelado de esta pieza es complejo.

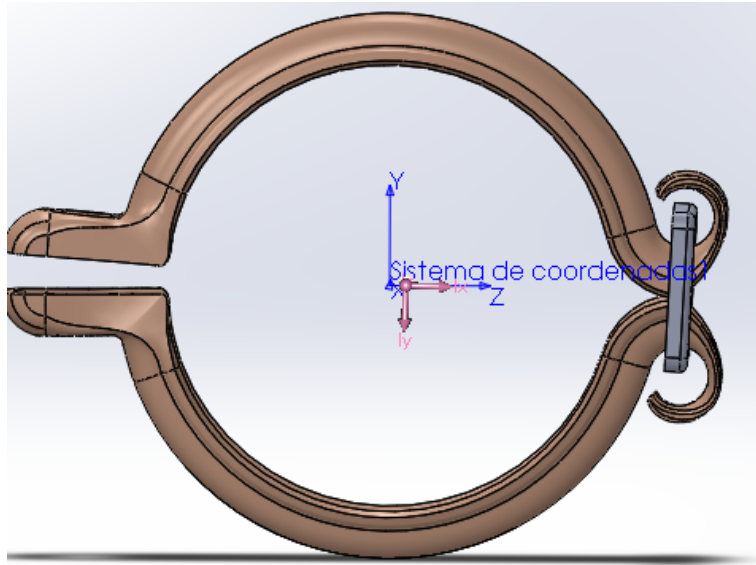
Se comienza croquizando la sección media para barrerla en una sección de circunferencia de unos 70° , luego para los extremos hay que ir haciendo secciones, al menos 3 a cada extremo, para que no se deforme la pieza al barrer las secciones.

También hay que tener mucho cuidado de hacer simétricas las splines que se van a utilizar como guías de esos barridos.

Una vez se ha hecho una de las mitades, solo falta hacer el agujero para que pase el tornillo.

Después de tener acabado el brazo de la abrazadera, falta modelar la anilla, que simplemente es croquizar dos rectángulos concéntricos y extrusionarlos.

Para acabar, se crea un ensamblaje con la anilla y dos brazos. Con las relaciones de posición adecuadas, mediante ejes, y restricciones de distancia, se obtiene la abrazadera.



Masa = 70.06 g

Volumen = 6712.47 mm³

Área de superficie = 12216.34 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = -0.08
Y = 0.04
Z = 2.13

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, -0.02, 1.00)	Iy = (0.00, -1.00, -0.02)	Iz = (1.00, 0.00, 0.00)
Px = 32352.82	Py = 65886.05	Pz = 94364.39

Momentos de inercia: (g * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 94363.68	Lxy = 11.13	Lxz = -210.77
Lyx = 11.13	Lyy = 65865.39	Lyz = -831.95
Lzx = -210.77	Lzy = -831.95	Lzz = 32374.19

3.39 Tubo de descarga de aceite



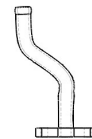
Vista del modelo actual



*Frontal



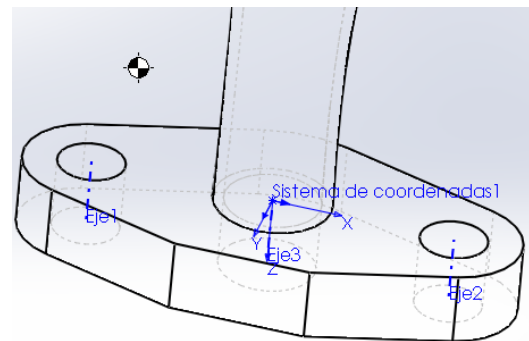
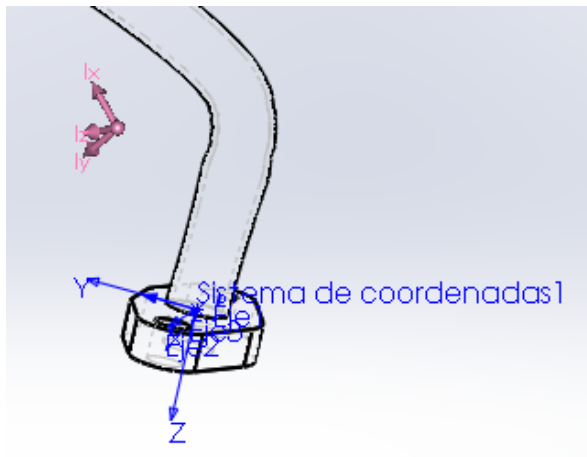
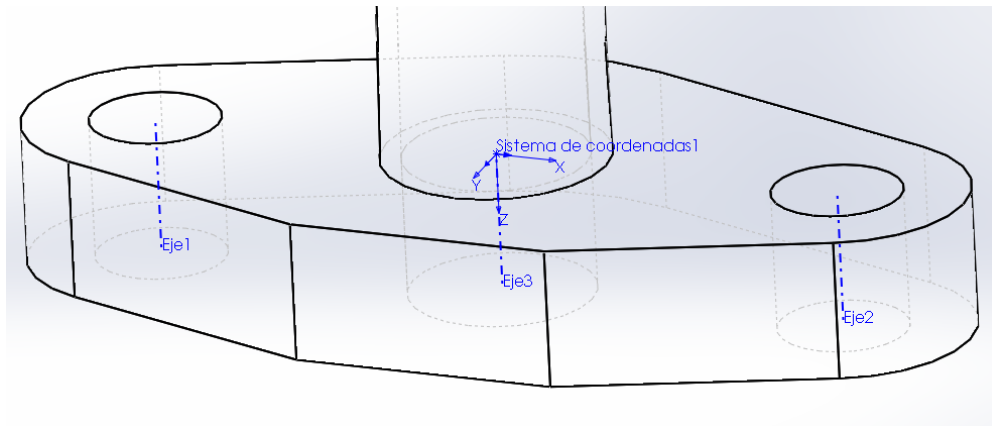
*Izquierda



*Superior

Esta pieza va sujeta al cuerpo central a través de 2 tornillos por los orificios de su base. Su función dentro del conjunto es la canalización del aceite para que salga del cuerpo central.

El proceso de modelado de la pieza, tras las mediciones necesarias ha consistido en la extrusión del croquis que forma la base, y después un barrido para crear el tubo, donde ha sido necesario la creación de un croquis 3D por la compleja forma del tubo. El extremo del tubo se ha realizado mediante un barrido de una sección de circunferencia con un eje colineal al eje del tubo en su última sección.



Masa = 89.45 g

Volumen = 12646.76 mm³

Área de superficie = 15430.31 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = -9.27
Y = 24.74
Z = -27.99

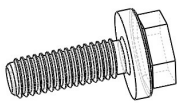
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (-0.27, 0.71, -0.65)	Iy = (-0.32, 0.57, 0.76)	Iz = (0.91, 0.41, 0.08)
Px = 20234.24	Py = 235726.62	Pz = 242803.01

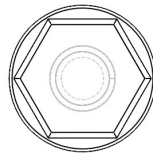
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 226238.31	Lxy = -43701.60	Lxz = 36668.83
Lyx = -43701.60	Lyy = 126916.82	Lyz = -99818.19
Lzx = 36668.83	Lzy = -99818.19	Lzz = 145608.75

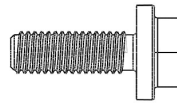
3.40 Tornillos para tubo de aceite



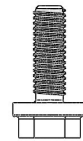
Vista del modelo actual



*Frontal



*Izquierda



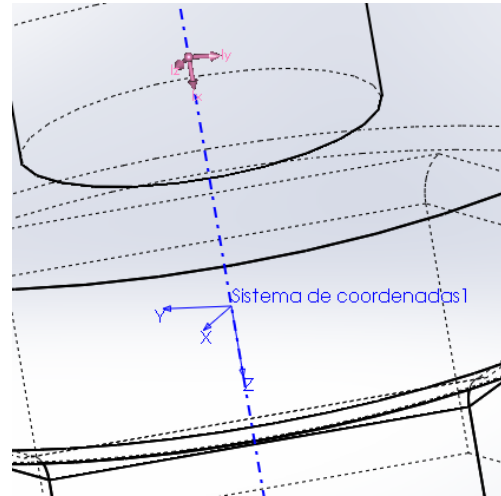
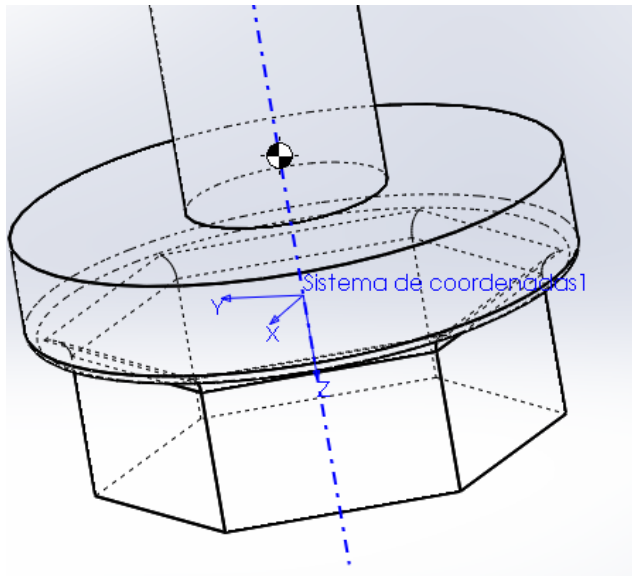
*Superior

Estos tornillos son los encargados de apretar la base del tubo de descarga de aceite contra el cuerpo central, lo que hace que mediante la compresión de la pieza de sellado, la unión sea estanca.

El modelado de esta pieza se basa en la creación de un croquis, extrusión del mismo, creación de un croquis sobre la superficie extrusionada del anterior y extrusión de este último croquis para repetir la acción.

Esto se hace 3 veces, para las 3 distintas secciones que presenta el tornillo (hexágono, circunferencia grande y circunferencia pequeña).

Una vez creado el bruto del tornillo solo falta redondear algunas aristas, y colocar los ejes que serán útiles a la hora del montaje del conjunto.



Masa = 8.14 g

Volumen = 1011.60 mm³

Área de superficie = 774.94 mm²

Posicion del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = -3.49

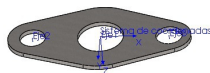
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 0.00, 1.00)	Iy = (0.00, -1.00, 0.00)	Iz = (1.00, 0.00, 0.00)
Px = 105.54	Py = 389.28	Pz = 389.28

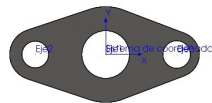
Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 389.28	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 389.28	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 105.54

3.41 Sellado para tubo de aceite



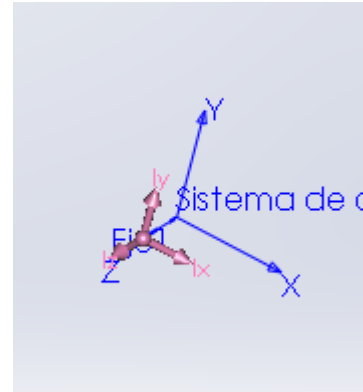
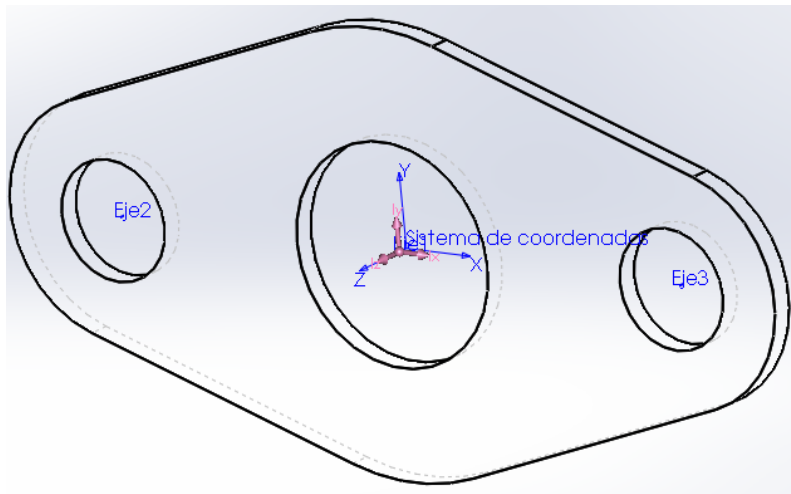
Vista del modelo actual



*Frontal

Esta pieza se coloca entre el tubo de descarga de aceite y el cuerpo central para evitar pérdidas de aceite entre ambas piezas. Es de un material blando y se comprime debido a la presión que se ejerce sobre ella por parte de la base del tubo al apretar los tornillos; esto hace que la unión entre la base del tubo y el cuerpo central quede estanca, impidiendo la pérdida de aceite.

El modelado de esta pieza es bastante simple, se crea el croquis de la base que son las 3 circunferencias, además otras tres para el contorno, y se unen mediante tangentes las circunferencias externas que crean el perfil externo; se recortan las líneas sobrantes y se extrusiona el resultado para dar lugar a la pieza final.



Masa = 2.34 g

Volumen = 965.28 mm³

Área de superficie = 1755.94 mm²

Posición del centro de masa (mm):

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 0.65

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g * mm²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Iy = (0.00, 1.00, 0.00)	Iz = (0.00, 0.00, 1.00)
Px = 101.01	Py = 401.76	Pz = 502.11

Momentos de inercia: (g * mm²)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

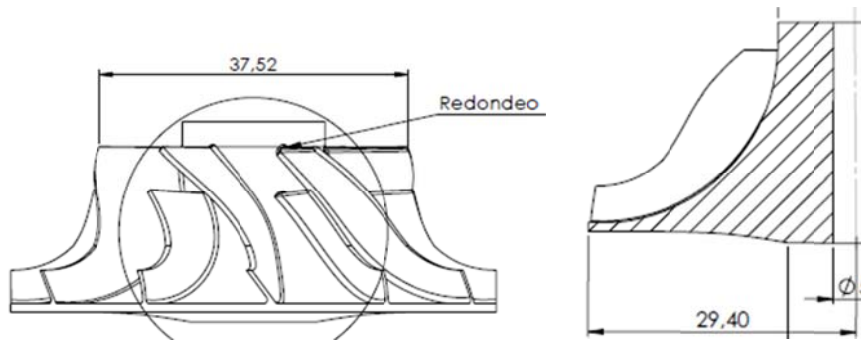
Lxx = 101.01	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 401.76	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 502.11

3.42 TRIM

Como ya se ha explicado en el apartado de antecedentes, en la página 12, el TRIM se calcula mediante la fórmula:

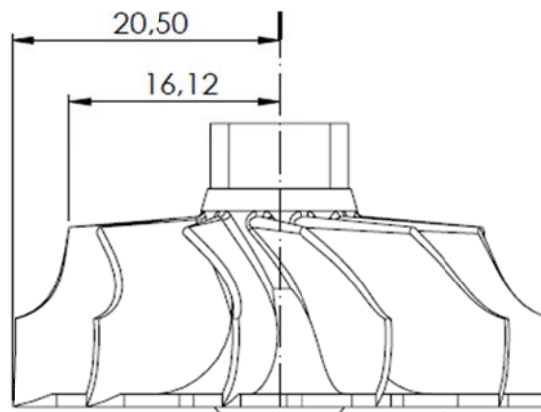
$$\text{TRIM} = (D_p / D_g)^2 \times 100$$

Para la rueda compresora:



$$\text{TRIM} = (37,52 / 58,80)^2 \times 100 = 40,71 \rightarrow \mathbf{41}$$

Para la turbina:



$$\text{TRIM} = (32,24 / 41)^2 \times 100 = 61,83 \rightarrow \mathbf{62}$$

3.43 Perspectiva estallada o de montaje

A continuación se muestra el 3D de la perspectiva estallada para que pueda verse mas facilmente la posicion de cada pieza en el conjunto.

Al igual que las demas fichas, es totalmente manipulable en cuanto a vistas se refiere.

4 Conclusiones

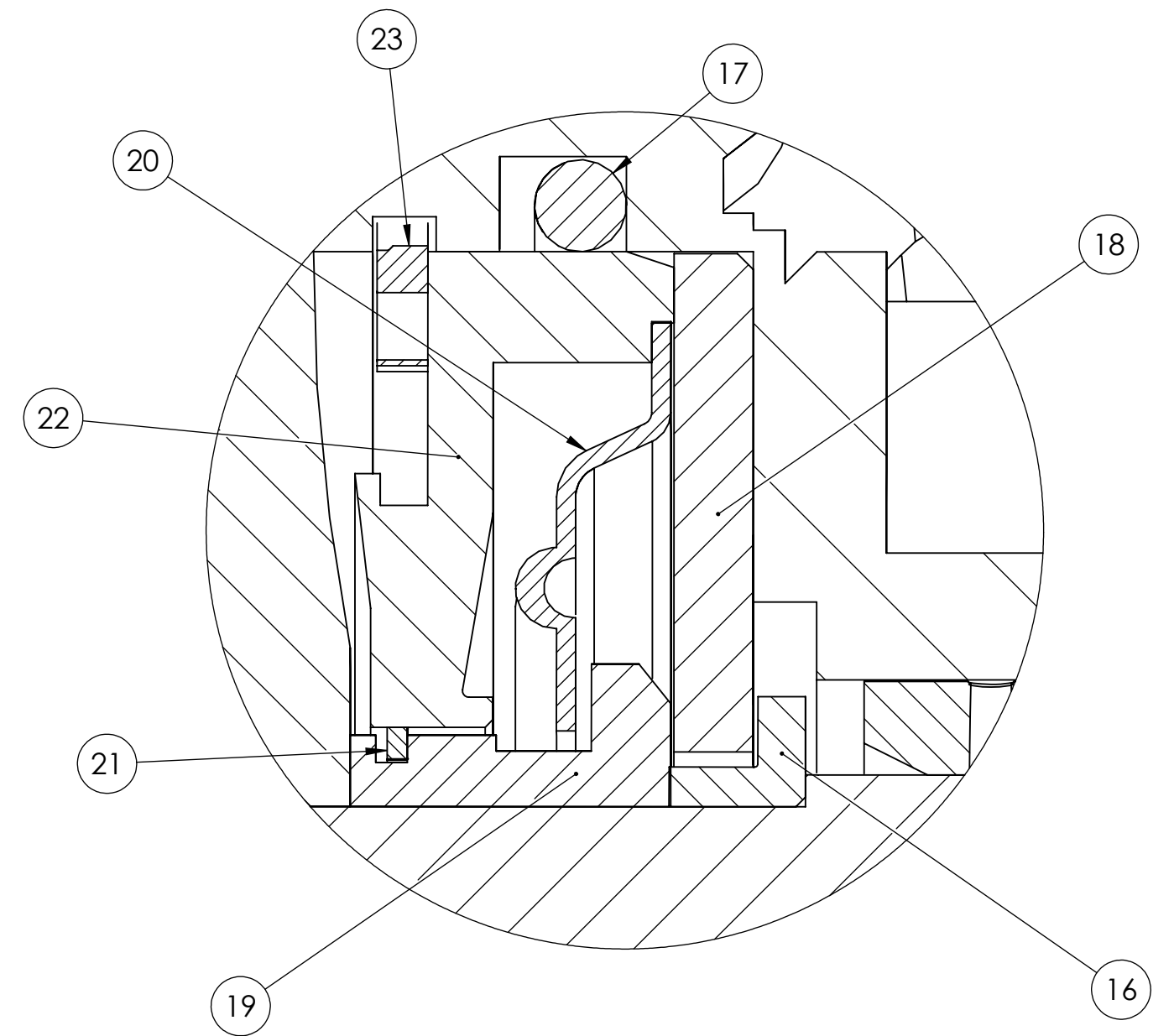
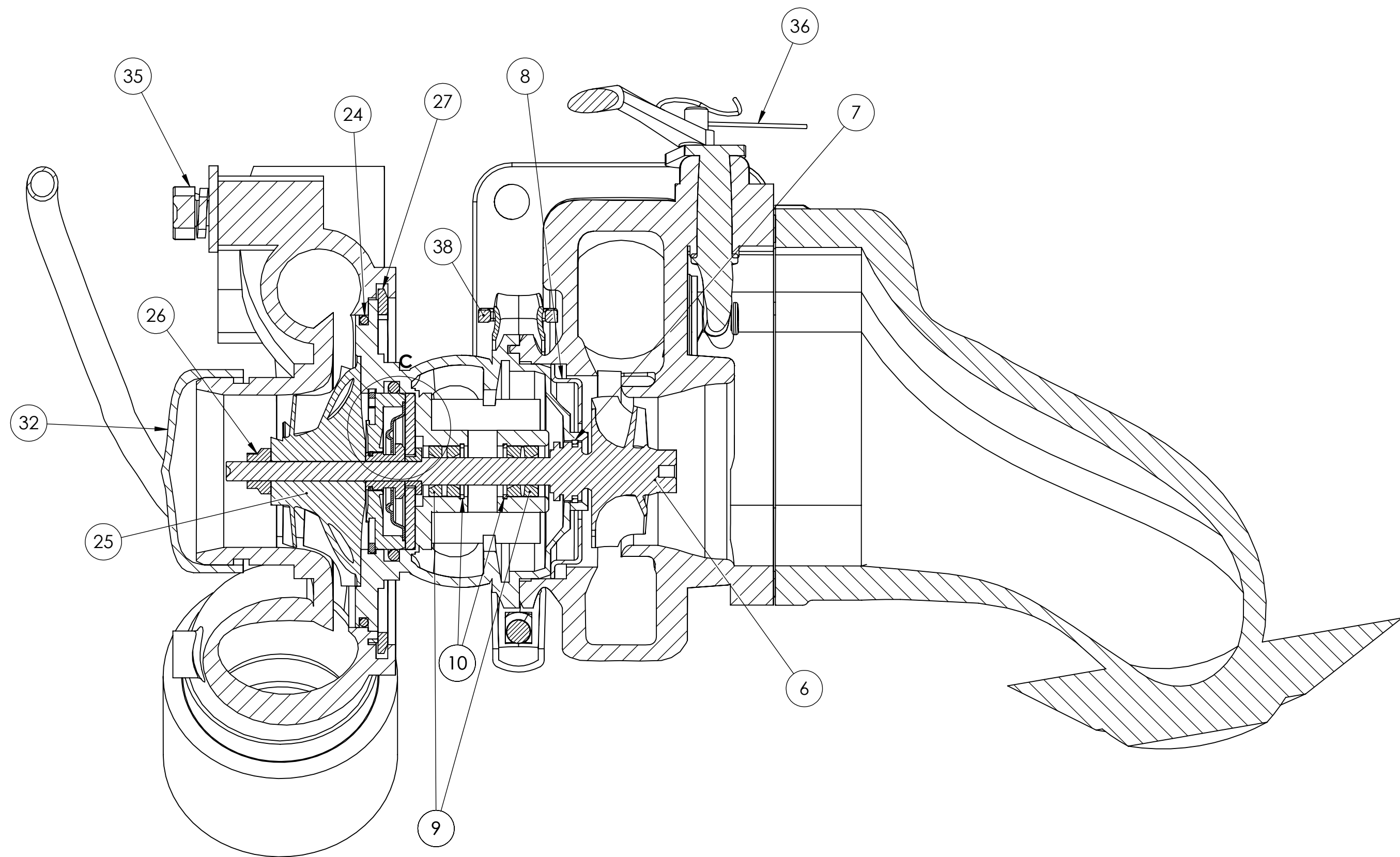
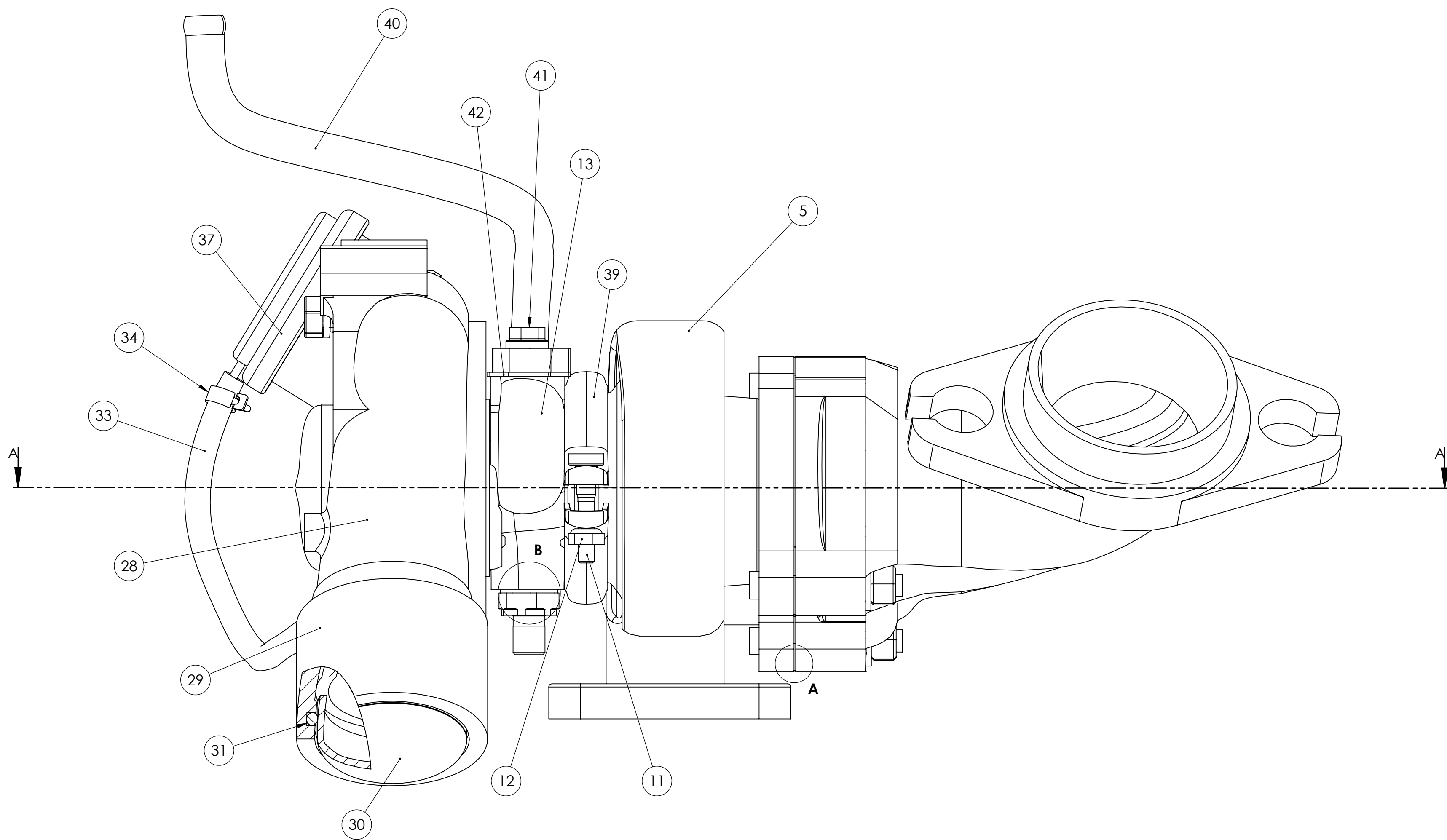
- Aunque el proyecto está orientado al modelado, en el apartado de antecedentes (1.3) se deja ver la importancia de la sobrealimentación en motores.
- Este proyecto ha sido realizado como base para otro proyecto de modelado CFD para analizar el flujo de gases que recorre el sobrealimentador, u otro para analizar mediante elementos finitos las vibraciones de los sólidos que componen el sobrealimentador.
- Dado que en todas las piezas, una vez acabadas, puede hacerse un mallado automático, se concluye que no presentan fallos en su modelado, ya que si lo hubiera no podría crearse un mallado automático.
- A través de este trabajo he visto la funcionalidad de Solidworks. Si bien es intuitivo y eficaz a la hora del modelado, los módulos que incorpora para hacer análisis de CFD y elementos finitos no son muy potentes.
- Con este trabajo fin de grado he aprendido sobre el uso de Solidworks, además de algunas funciones que desconocía de Adobe Acrobat, como la inclusión de objetos 3D o de videos en los archivos PDF.
- Debido a los objetos 3D, se recomienda ver este trabajo fin de grado en formato digital, y no impreso, para poder aprovechar los objetos 3D insertados.

5 Bibliografía

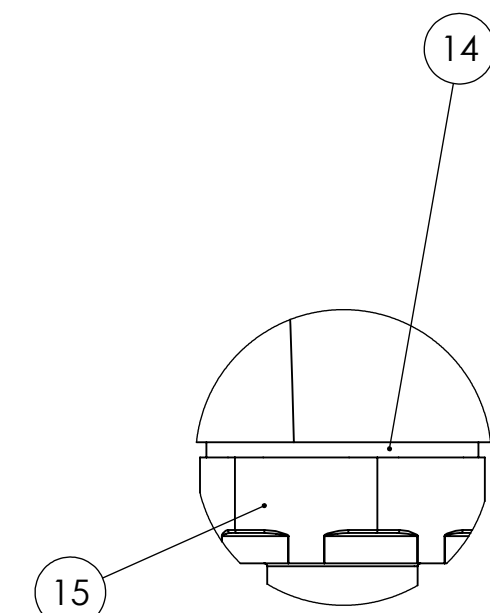
- http://sobrealimentacion1.rssing.com/chan-20441418/all_p1.html
- www.turbomaster.info
- <http://www.turbobygarrett.com/>
- <https://sapolander.wordpress.com/funcionamiento-del-turbo/>
- <http://www.velocidadmaxima.com/forum/showthread.php?t=218225>
- Apuntes de máquinas térmicas-Universidad de Jaén
- Manual Solidworks 2015
- Conceptos básicos de Solidworks: Piezas y ensamblajes- 2006

Anexo I

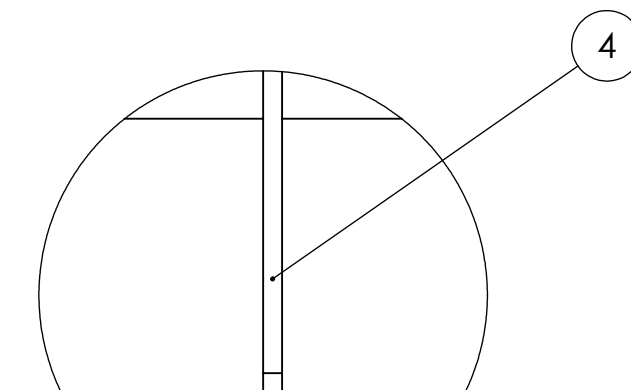
Planos



DETALLE C
ESCALA 5 : 1



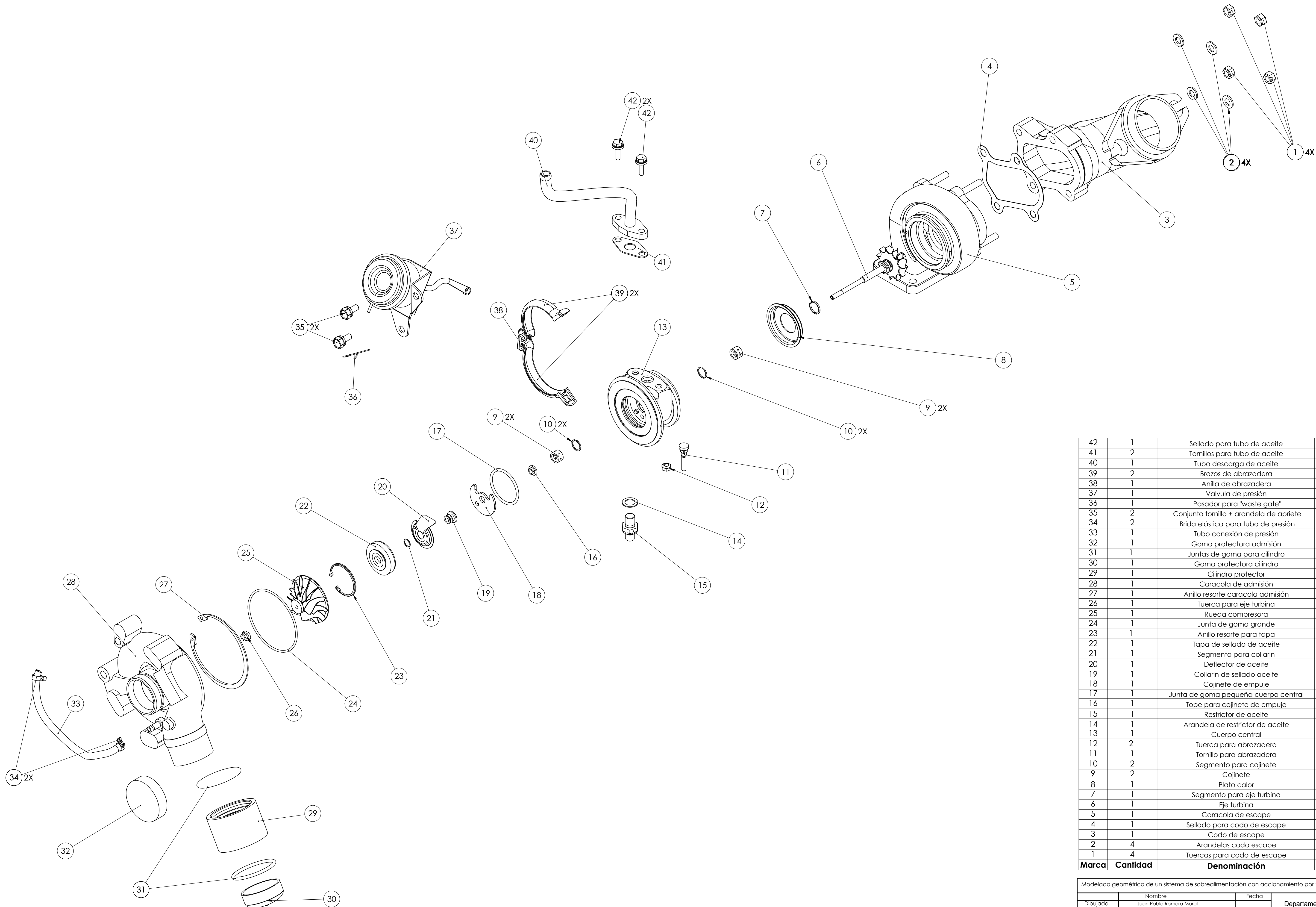
DETALLE B
ESCALA 2 : 1



DETALLE A
ESCALA 5 : 1

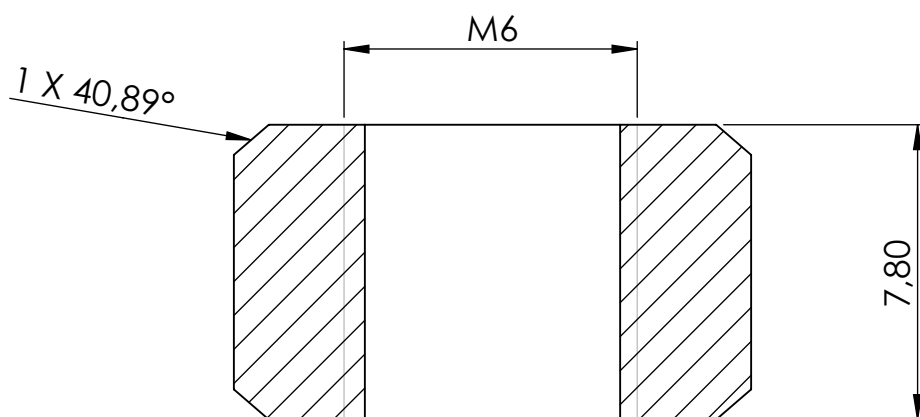
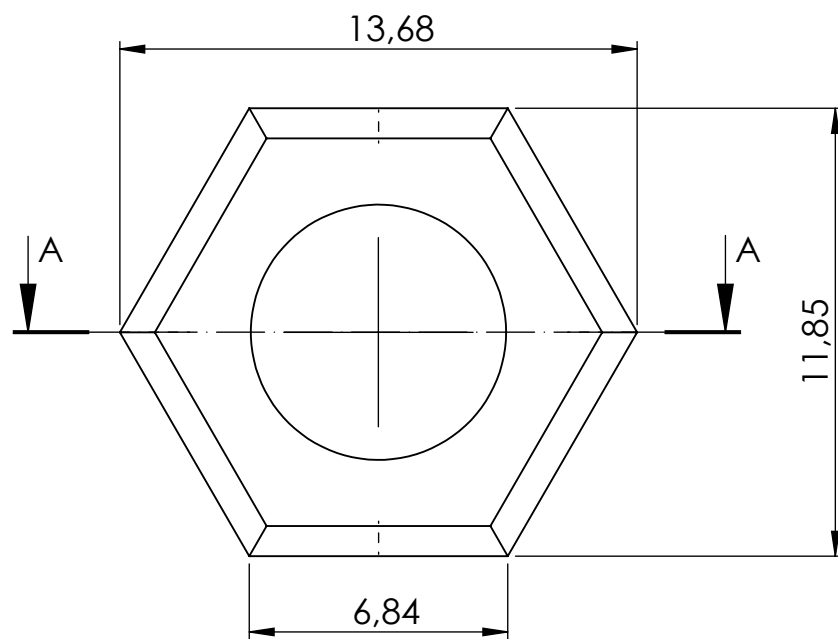
42	1	Sellado para tubo de aceite	43
41	2	Tornillos para tubo de aceite	42
40	1	Tubo descarga de aceite	41
39	2	Brazos de abrazadera	40
38	1	Anilla de abrazadera	39
37	1	Valvula de presión	38
36	1	Pasador para "waste gate"	-
35	2	Conjunto tornillo + arandela de apriete	36 y 37
34	2	Brida elástica para tubo de presión	35
33	1	Tubo conexión de presión	...
32	1	Goma protectora admisión	34
31	1	Juntas de goma para cilindro	33
30	1	Goma protectora cilindro	32
29	1	Cilindro protector	31
28	1	Caracola de admisión	30
27	1	Anillo resorte caracola admisión	29
26	1	Tuerca para eje turbina	28
25	1	Rueda compresora	27
24	1	Junta de goma grande	26
23	1	Anillo resorte para tapa	25
22	1	Tapa de sellado de aceite	24
21	1	Segmento para collarín	23
20	1	Deflector de aceite	22
19	1	Collarín de sellado aceite	21
18	1	Cojinete de empuje	20
17	1	Junta de goma pequeña cuerpo central	19
16	1	Tope para cojinete de empuje	18
15	1	Restrictor de aceite	17
14	1	Arandela de restrictor de aceite	16
13	1	Cuerpo central	15
12	2	Tuerca para abrazadera	14
11	1	Tornillo para abrazadera	13
10	2	Segmento para cojinete	12
9	2	Cojinete	11
8	1	Plato calor	10
7	1	Segmento para eje turbina	9
6	1	Eje turbina	8
5	1	Caracola de escape	7
4	1	Sellado para codo de escape	6
3	1	Codo de escape	5
2	4	Arandelas codo escape	4
1	4	Tuercas para codo de escape	3
Marca		Denominación	Plano

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
Dibujado	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Comprobado	Juan Pablo Romero Moral		
	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 1:1	Conjunto sobrealimentador		Plano nº: 1/43



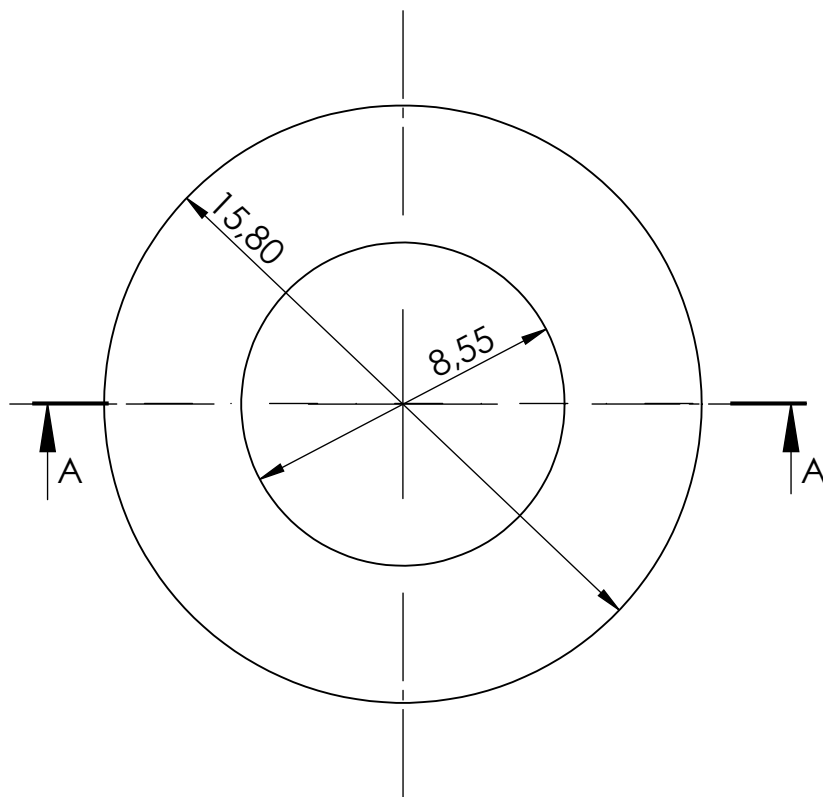
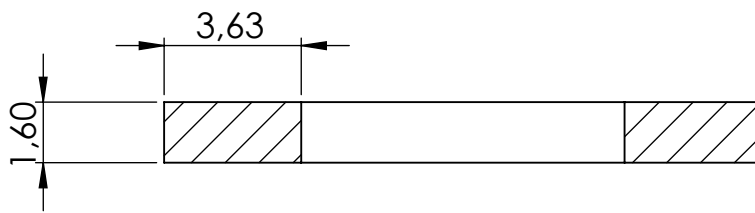
42	1	Sellado para tubo de aceite	43
41	2	Tornillos para tubo de aceite	42
40	1	Tubo descarga de aceite	41
39	2	Brazos de abrazadera	40
38	1	Anilla de abrazadera	39
37	1	Valvula de presión	38
36	1	Pasador para "waste gate"	-
35	2	Conjunto tornillo + arandela de apriete	36 y 37
34	2	Brida elástica para tubo de presión	35
33	1	Tubo conexión de presión	--
32	1	Goma protectora admisión	34
31	1	Juntas de goma para cilindro	33
30	1	Goma protectora cilindro	32
29	1	Cilindro protector	31
28	1	Caracola de admisión	30
27	1	Anillo resorte caracola admisión	29
26	1	Tuerca para eje turbina	28
25	1	Rueda compresora	27
24	1	Junta de goma grande	26
23	1	Anillo resorte para tapa	25
22	1	Tapa de sellado de aceite	24
21	1	Segmento para collarín	23
20	1	Deflector de aceite	22
19	1	Collarín de sellado aceite	21
18	1	Cojinete de empuje	20
17	1	Junta de goma pequeña cuerpo central	19
16	1	Tope para cojinete de empuje	18
15	1	Restrictor de aceite	17
14	1	Arandela de restrictor de aceite	16
13	1	Cuerpo central	15
12	2	Tuerca para abrazadera	14
11	1	Tornillo para abrazadera	13
10	2	Segmento para cojinete	12
9	2	Cojinete	11
8	1	Plato calor	10
7	1	Segmento para eje turbina	9
6	1	Eje turbina	8
5	1	Caracola de escape	7
4	1	Sellado para codo de escape	6
3	1	Codo de escape	5
2	4	Arandelas codo escape	4
1	4	Tuercas para codo de escape	3
Marca	Cantidad	Denominación	Plano

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
Dibujado	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Comprobado	Juan Pablo Romero Moral		
	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 1:2	Perspectiva estallada o de montaje		Plano nº: 2/43



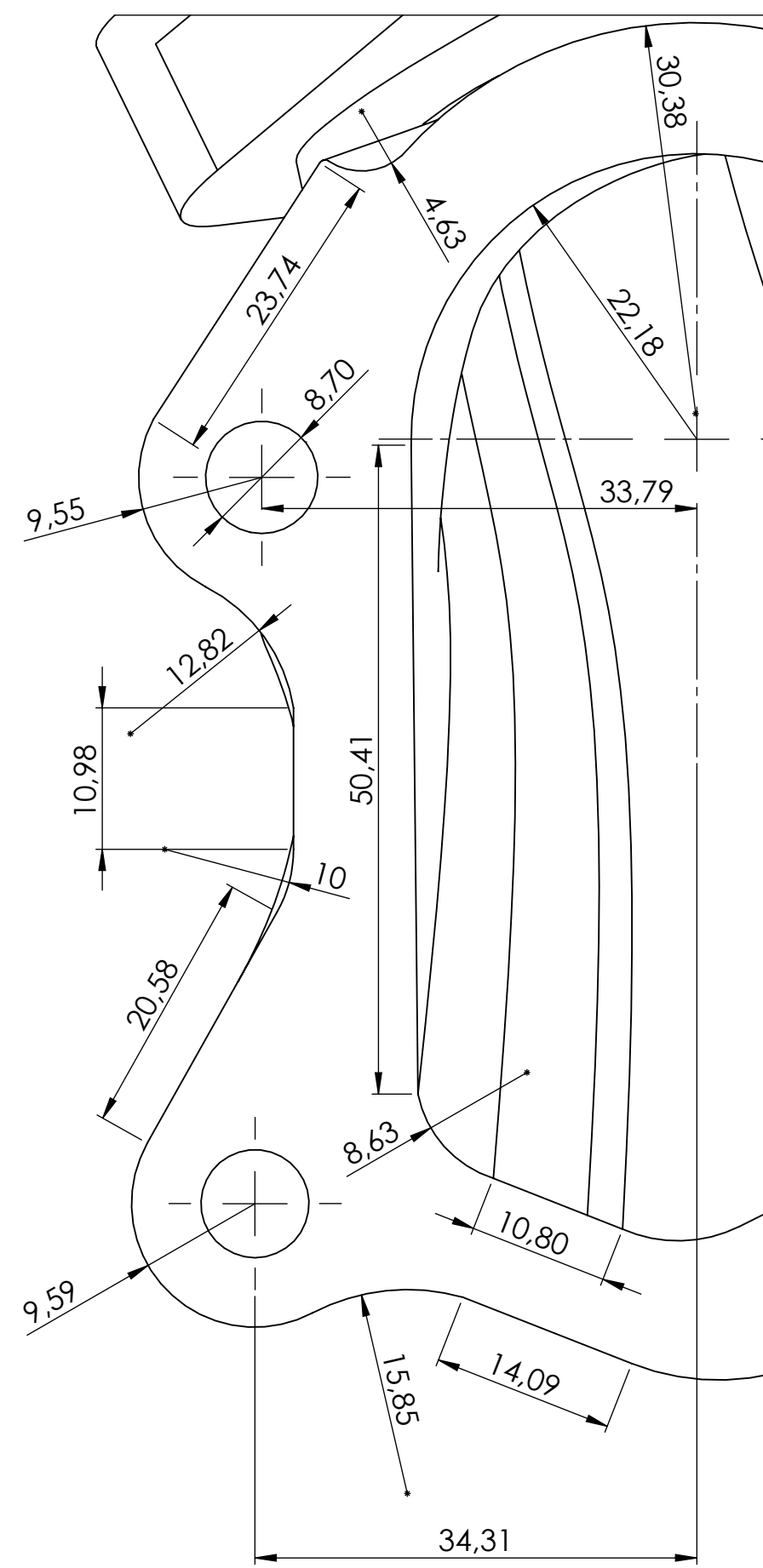
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Tuerca para caracola de escape		Plano n°: 3/43

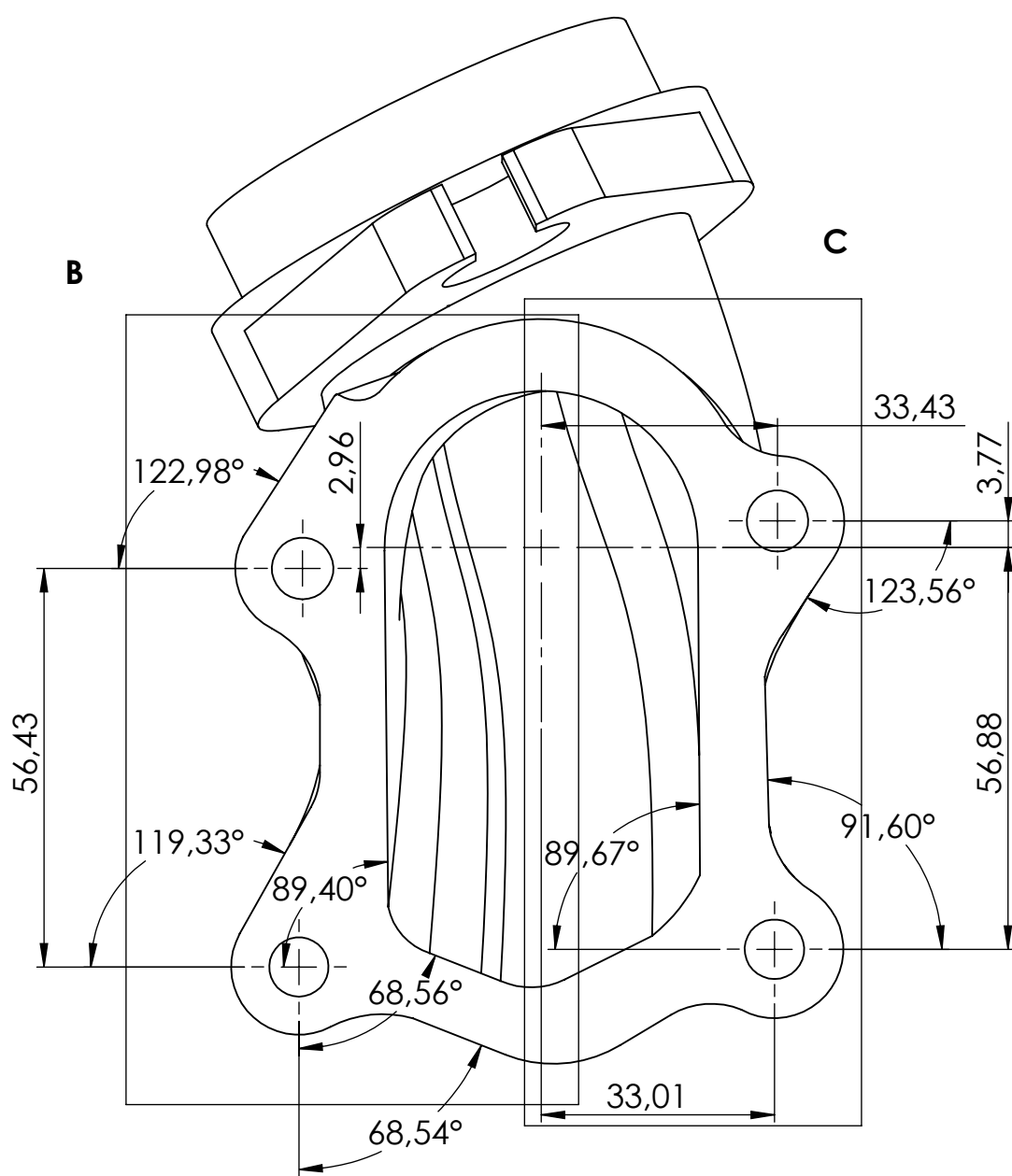


Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

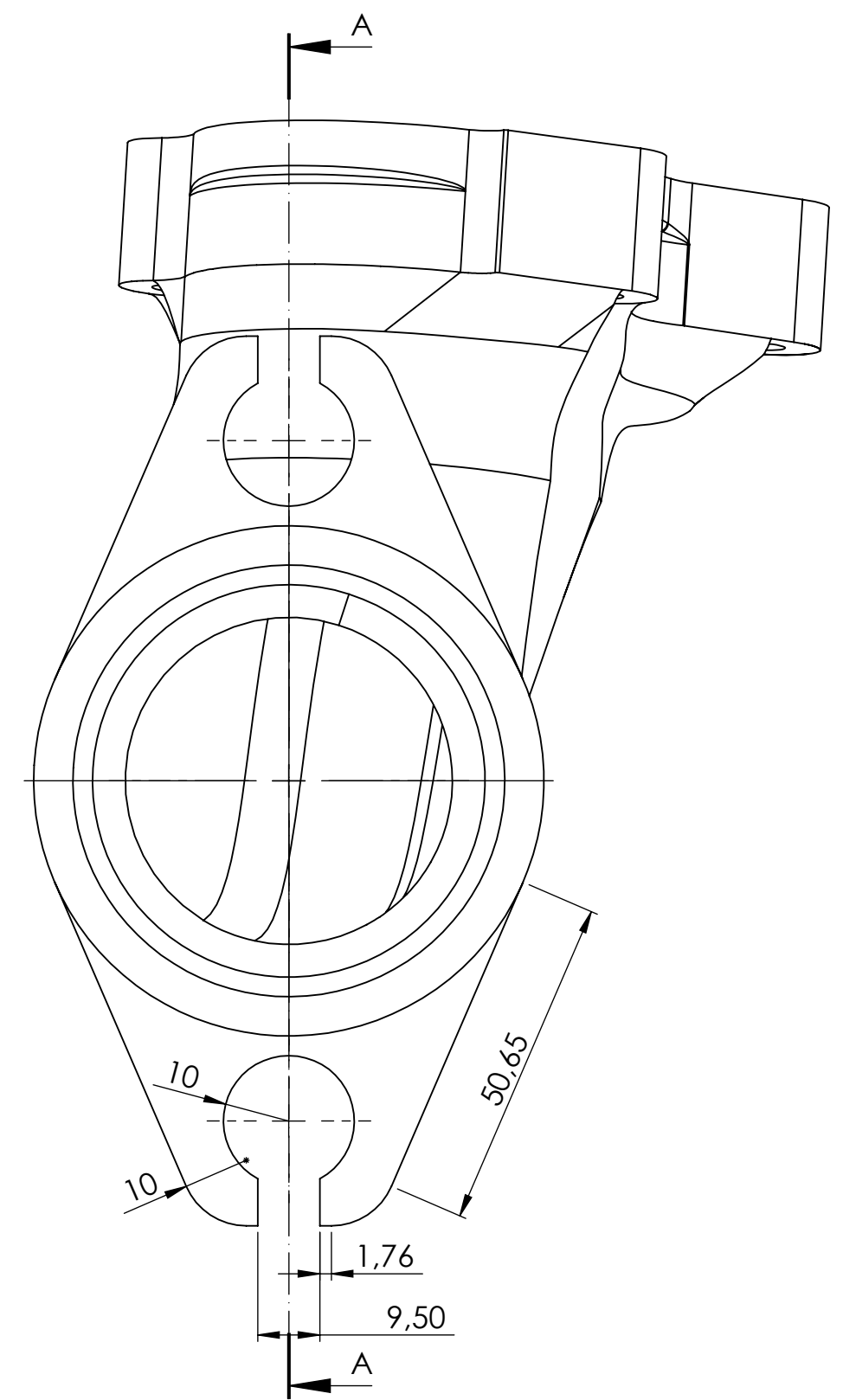
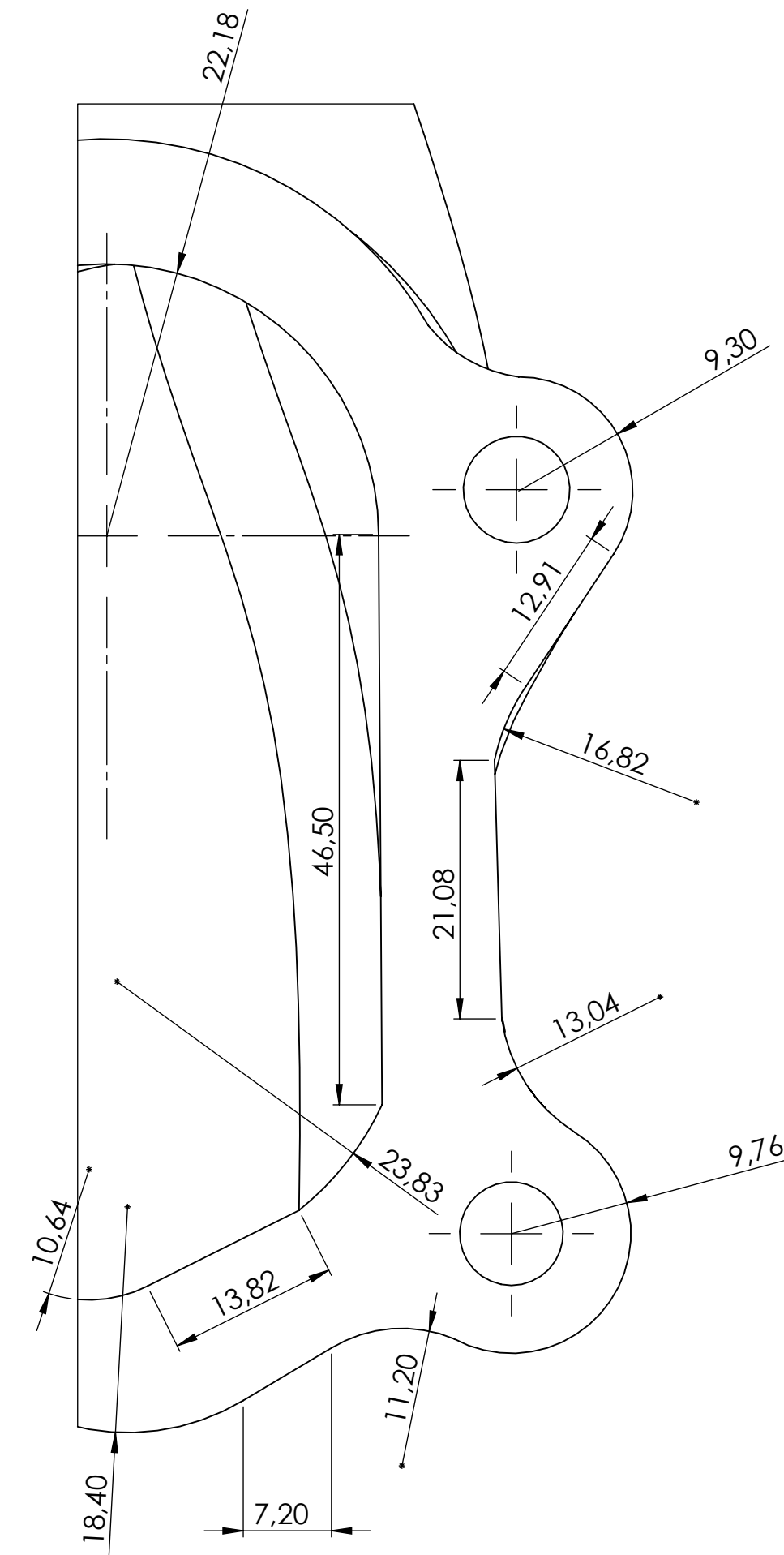
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Arandela para codo de escape		Plano nº: 4/43



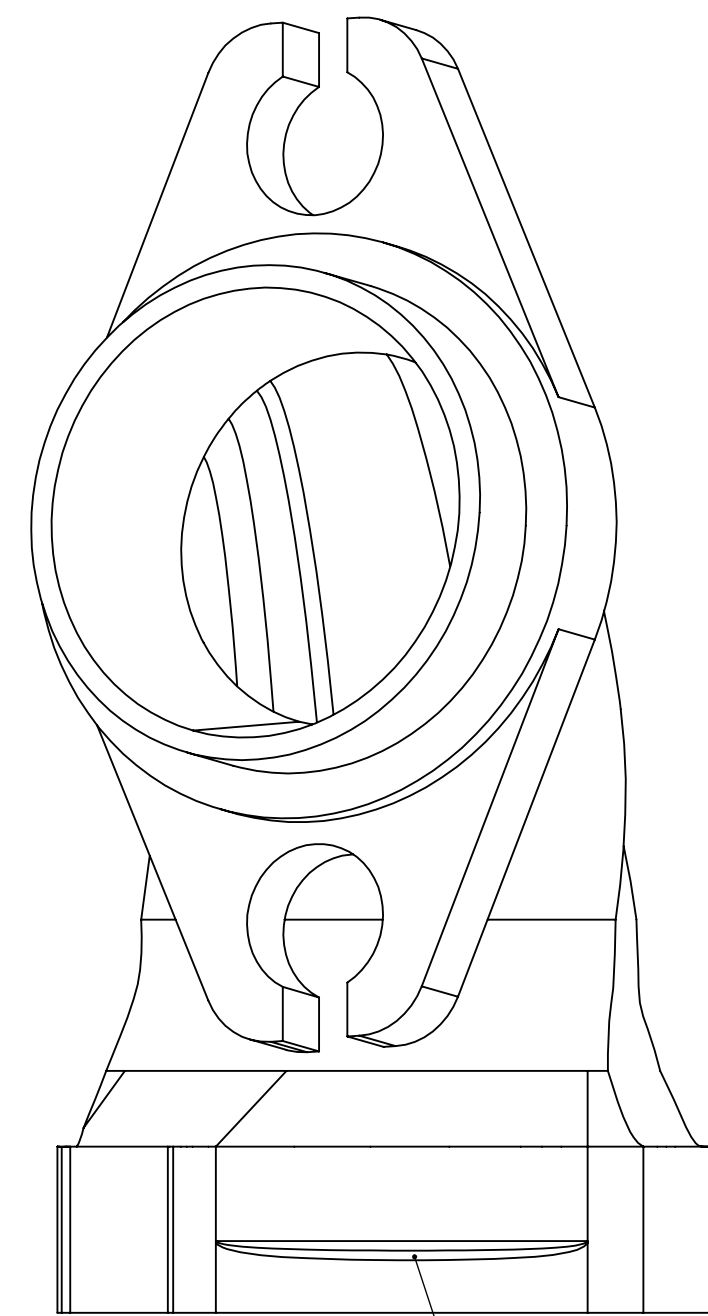
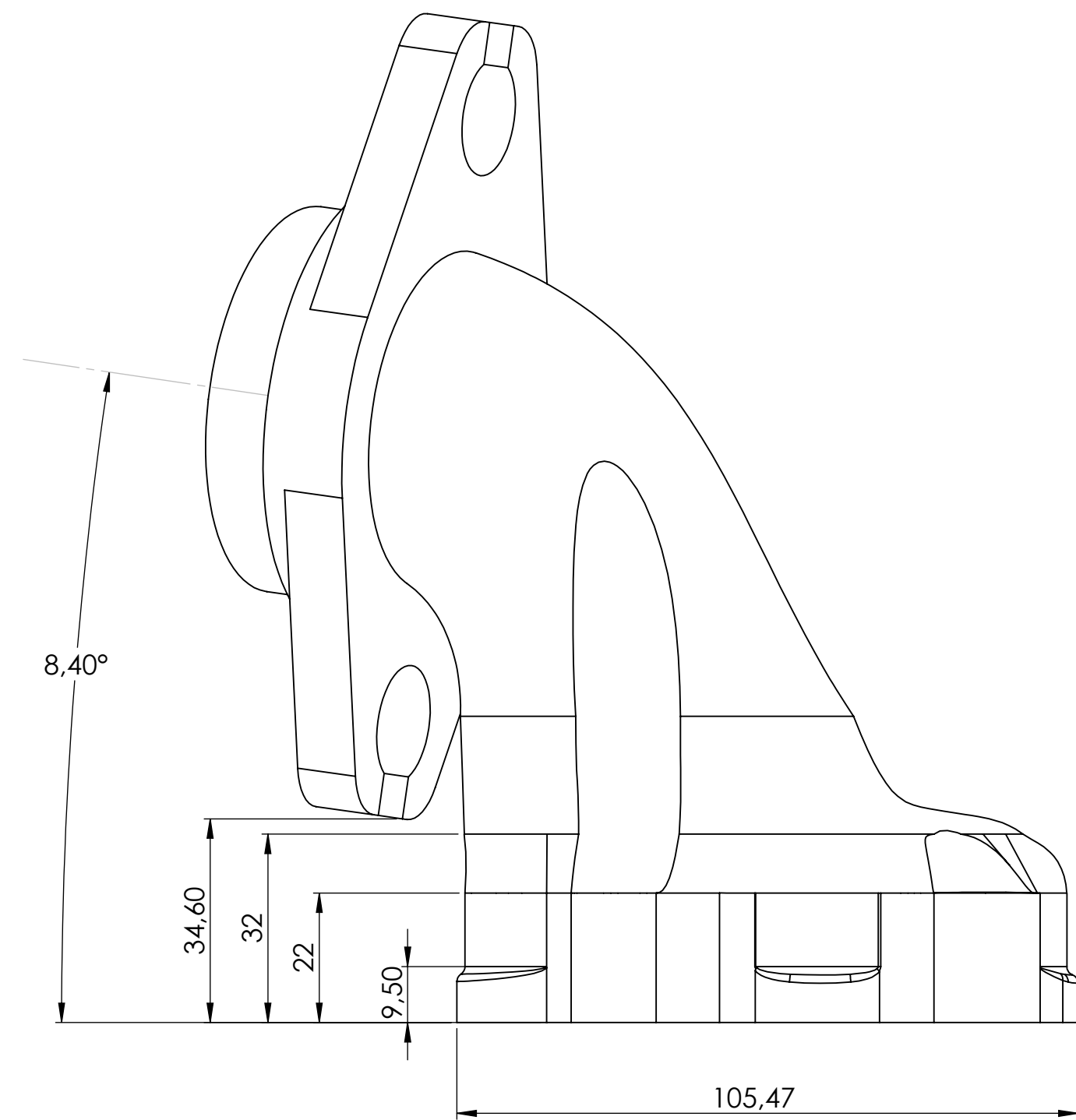
DETALLE B
ESCALA 2 : 1



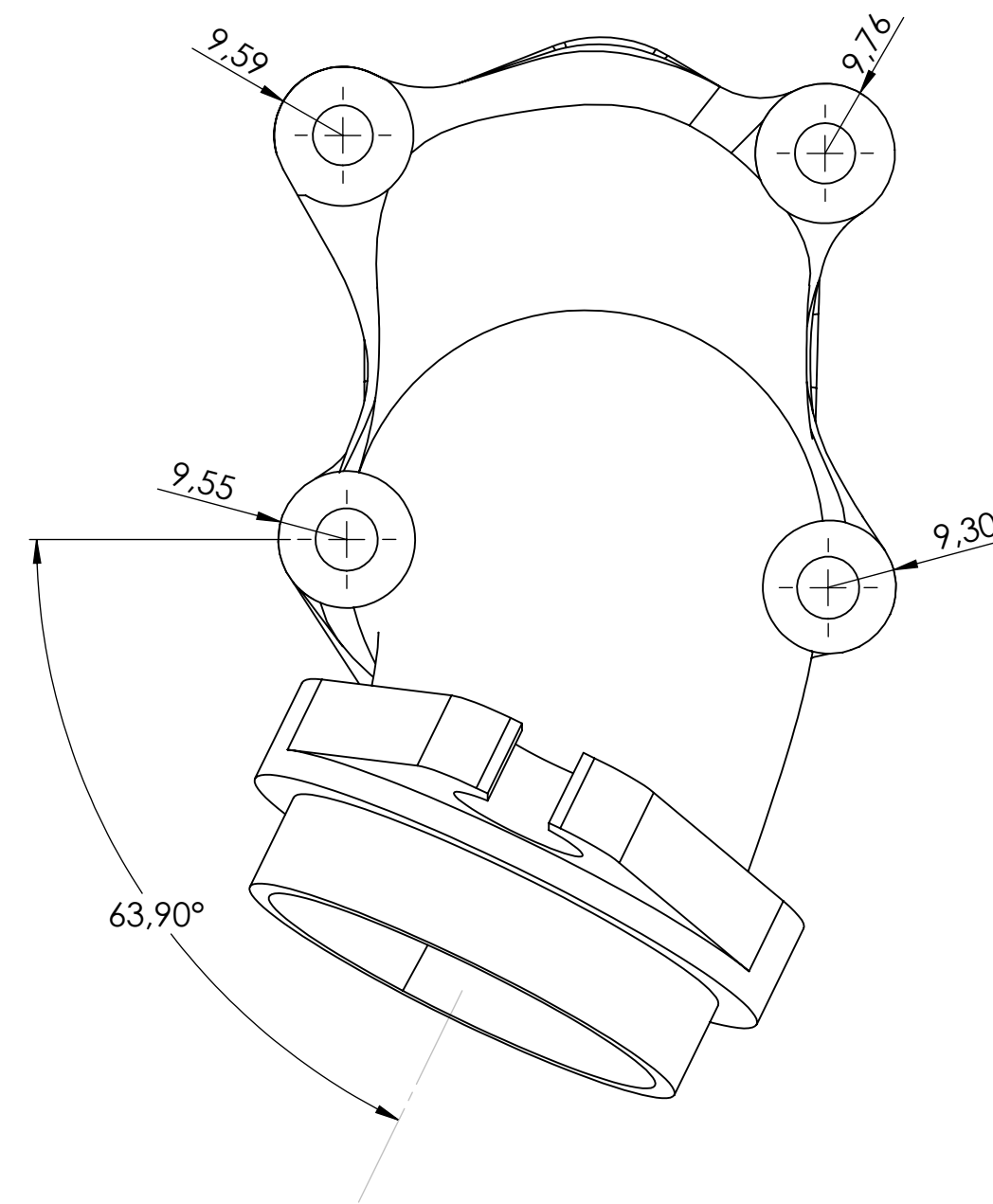
DETALLE C
ESCALA 2 : 1



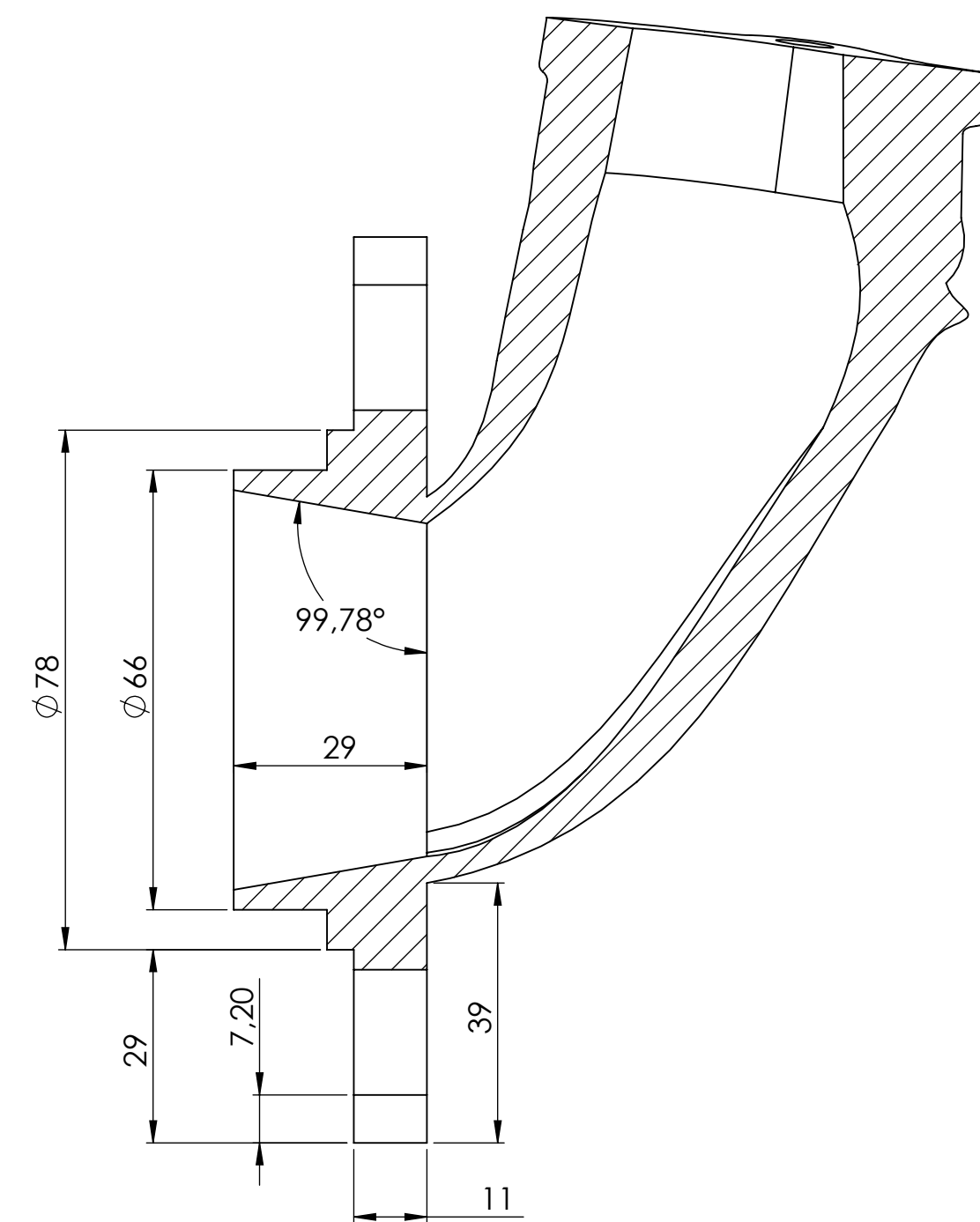
Vista auxiliar frontal de extremo superior



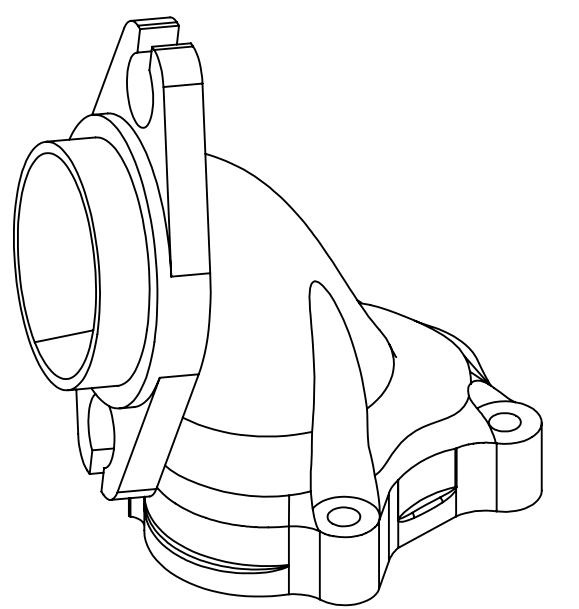
Redondeo a 1.5 mm



Vista auxiliar planta superior 1:1



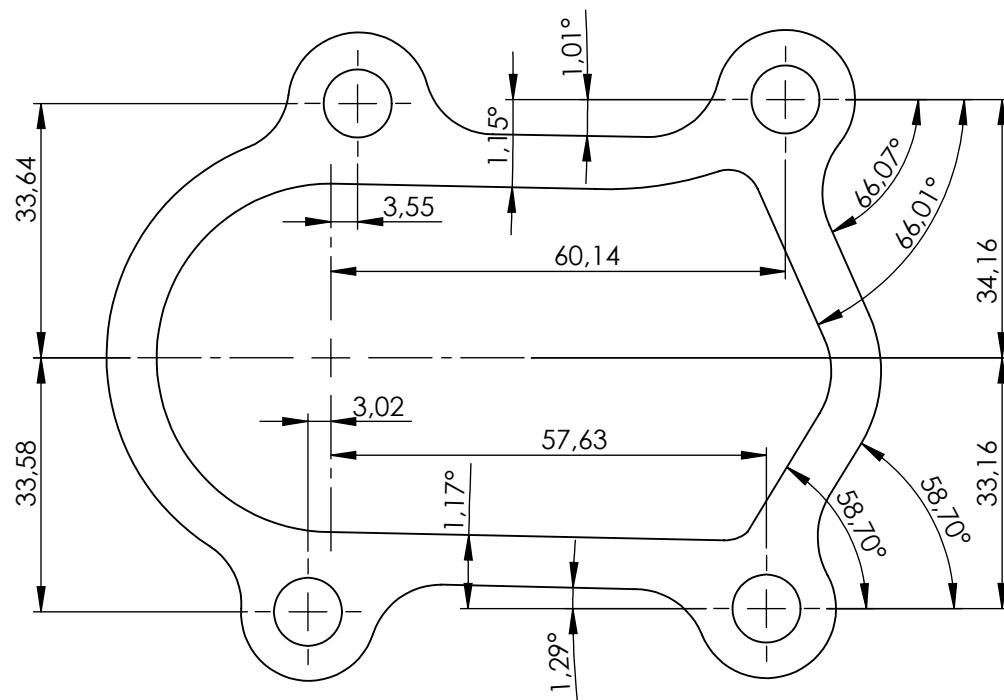
CORTE A-A



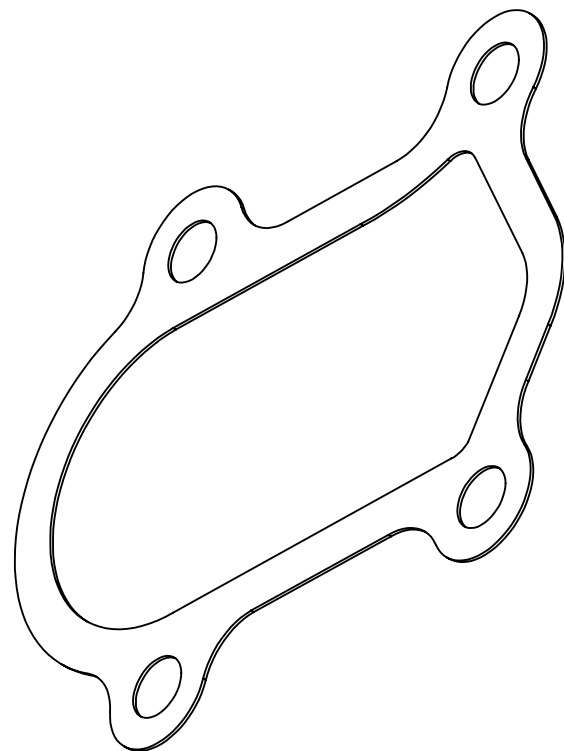
Perspectiva axonométrica 1:2

Los agujeros para taladro de la base tienen un diametro de 8,70 mm

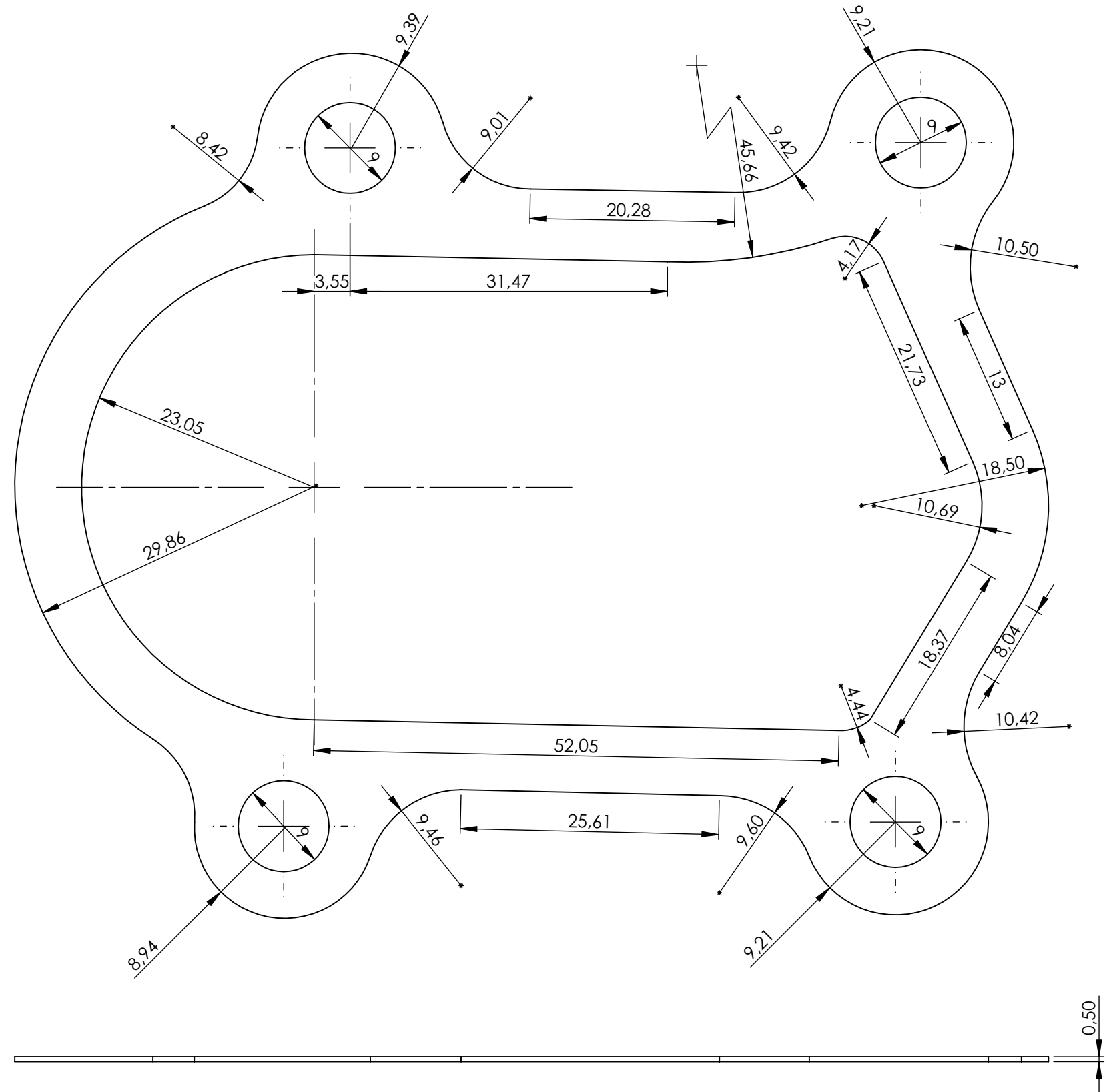
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
Nombre	Juan Pablo Romero Moral	Fecha	
Dibujado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
Comprobado			
ESCALA 1:1	Codo de escape		Plano nº: 5/43



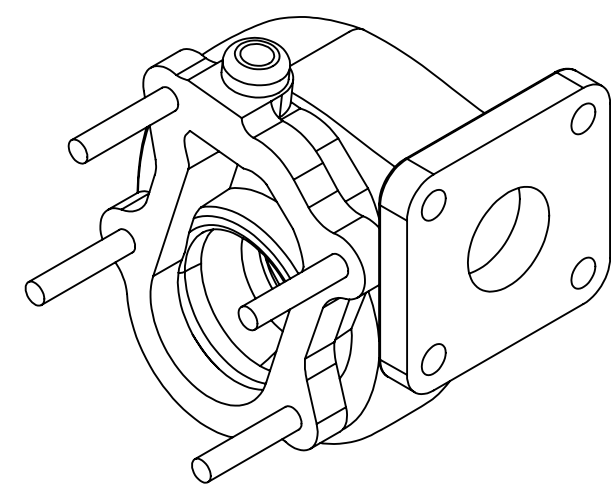
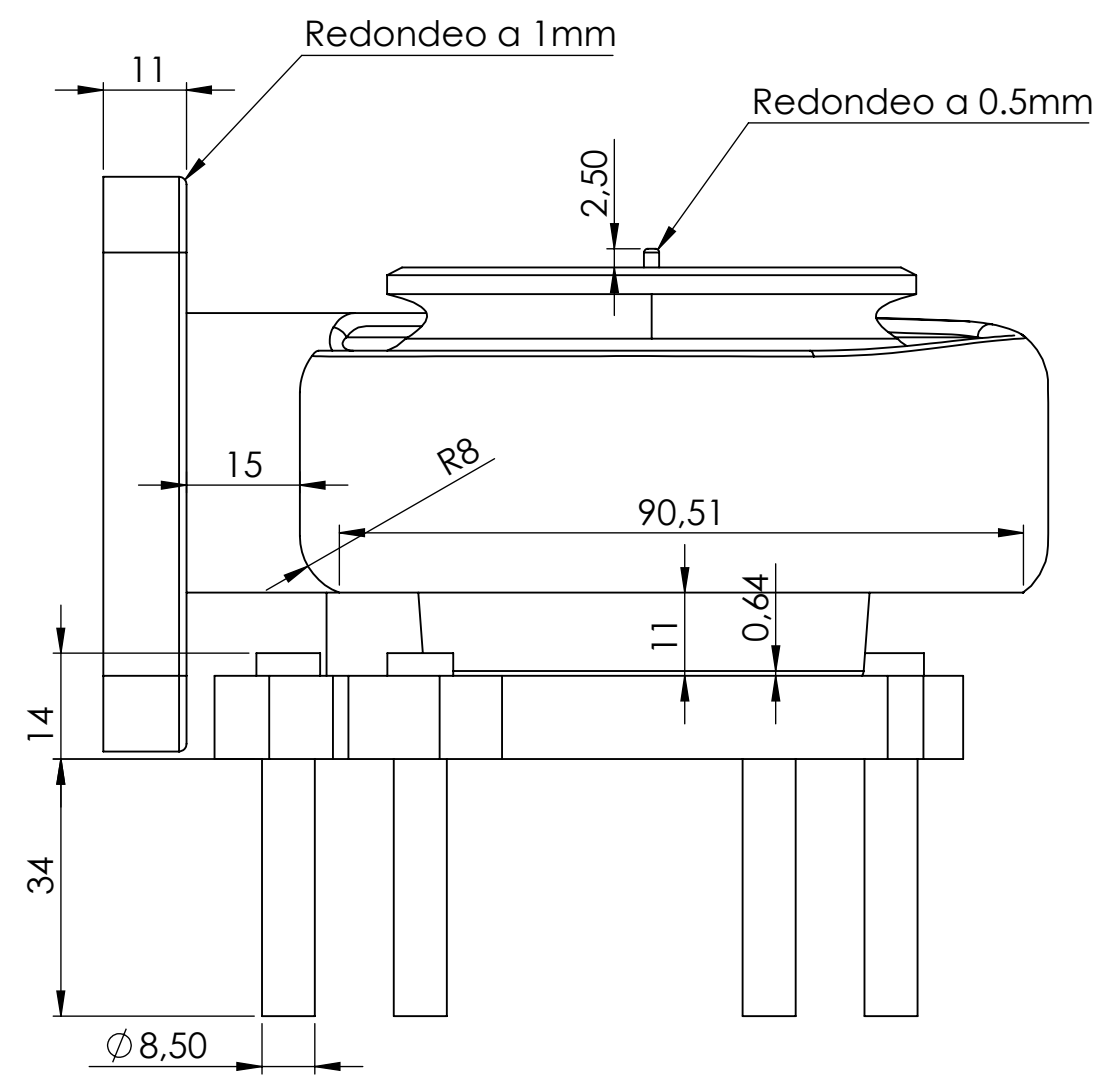
Vista auxiliar planta superior
1:1



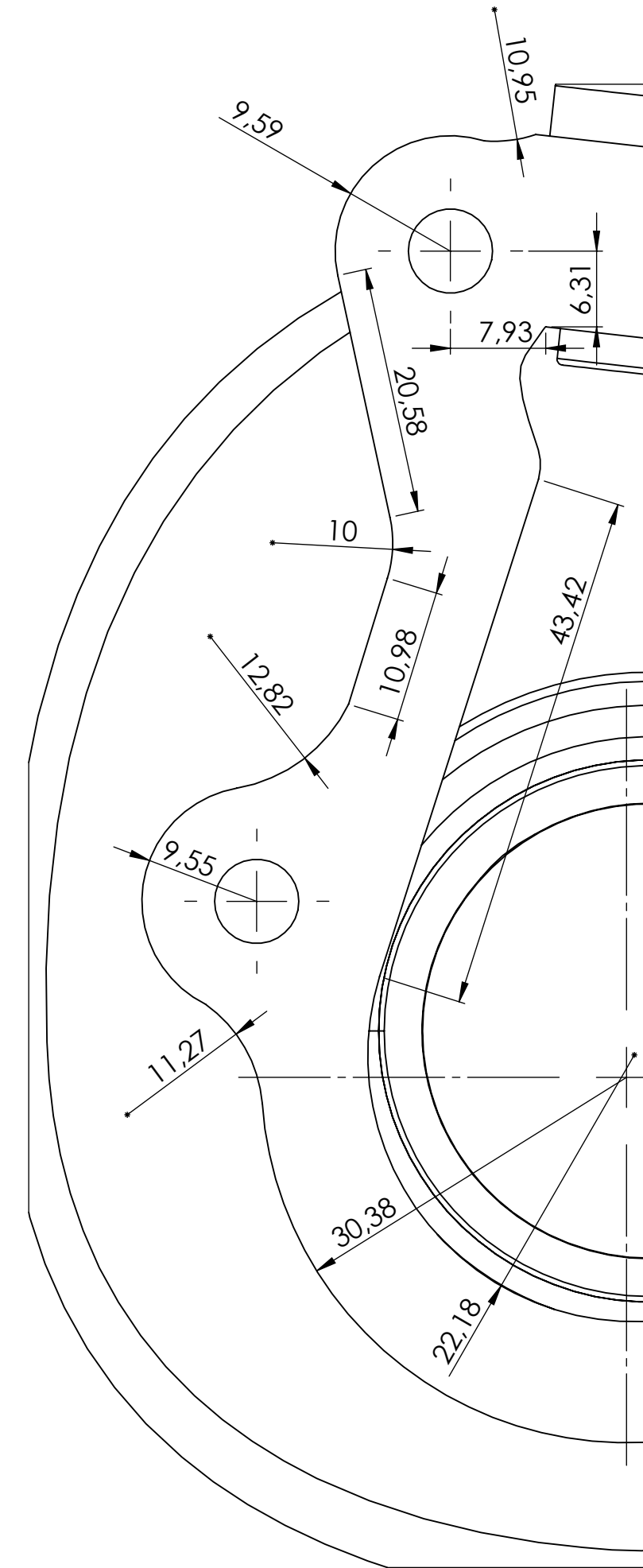
Perspectiva axonométrica 1:1



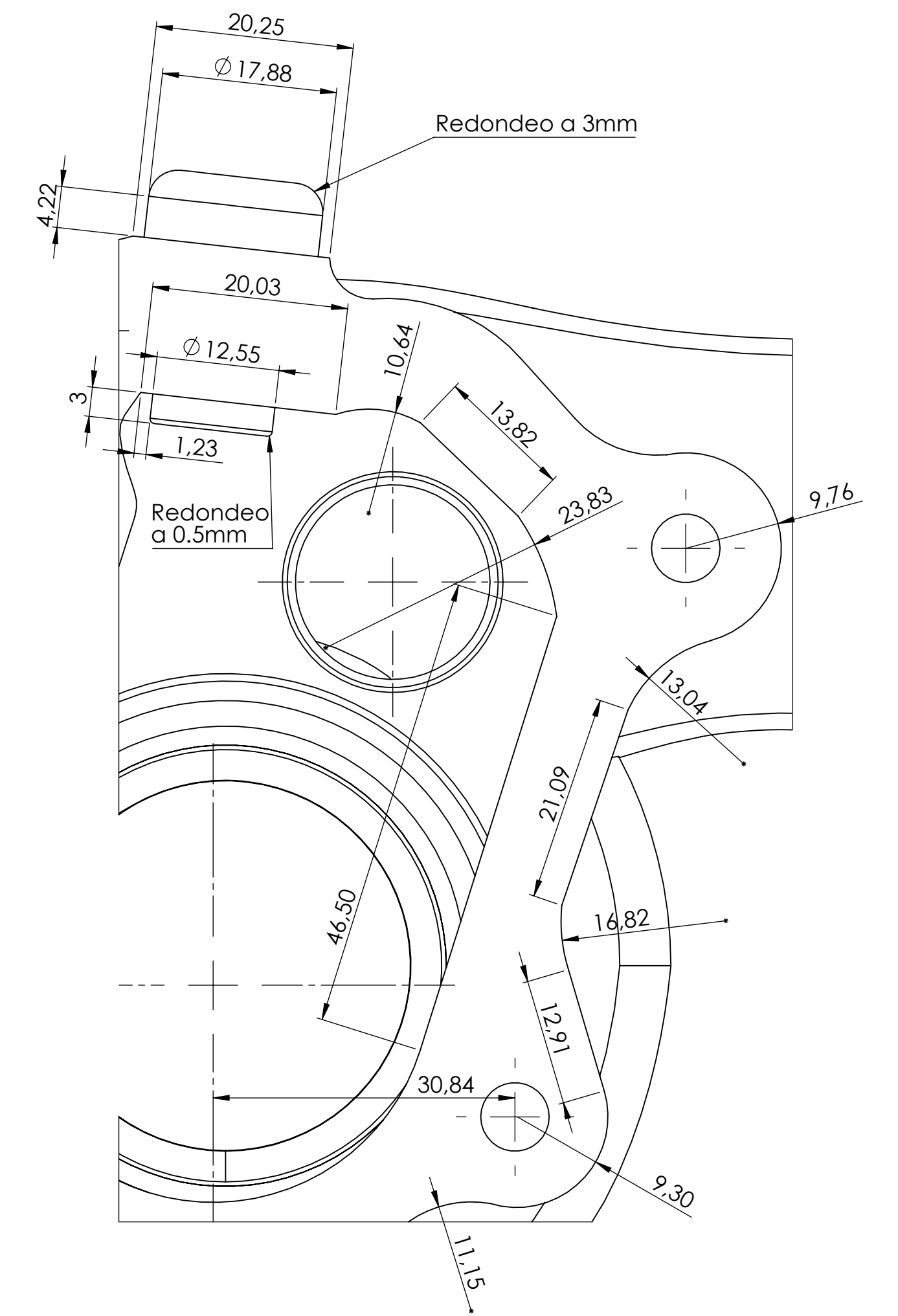
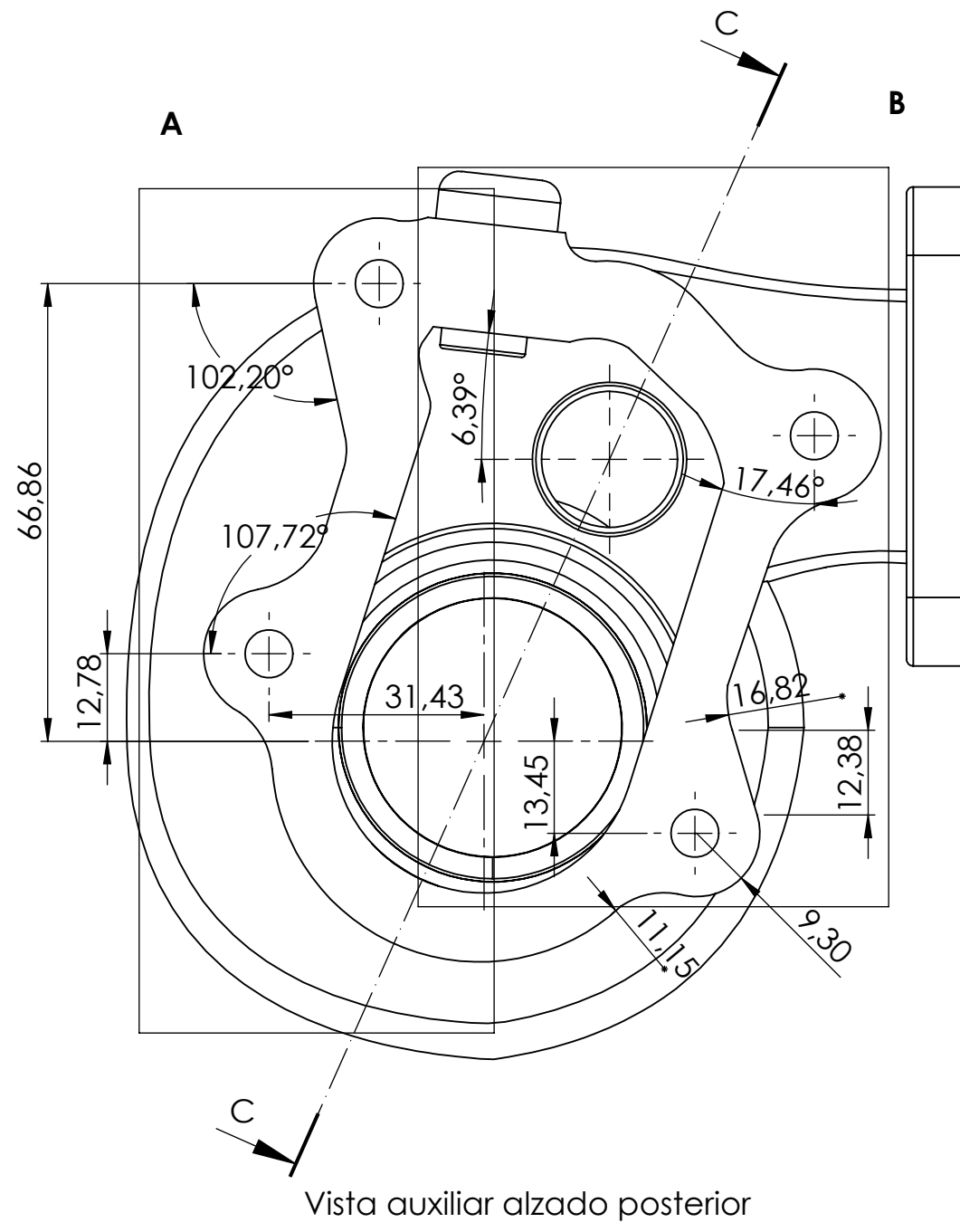
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Sellado para codo de escape		Plano nº: 6/43



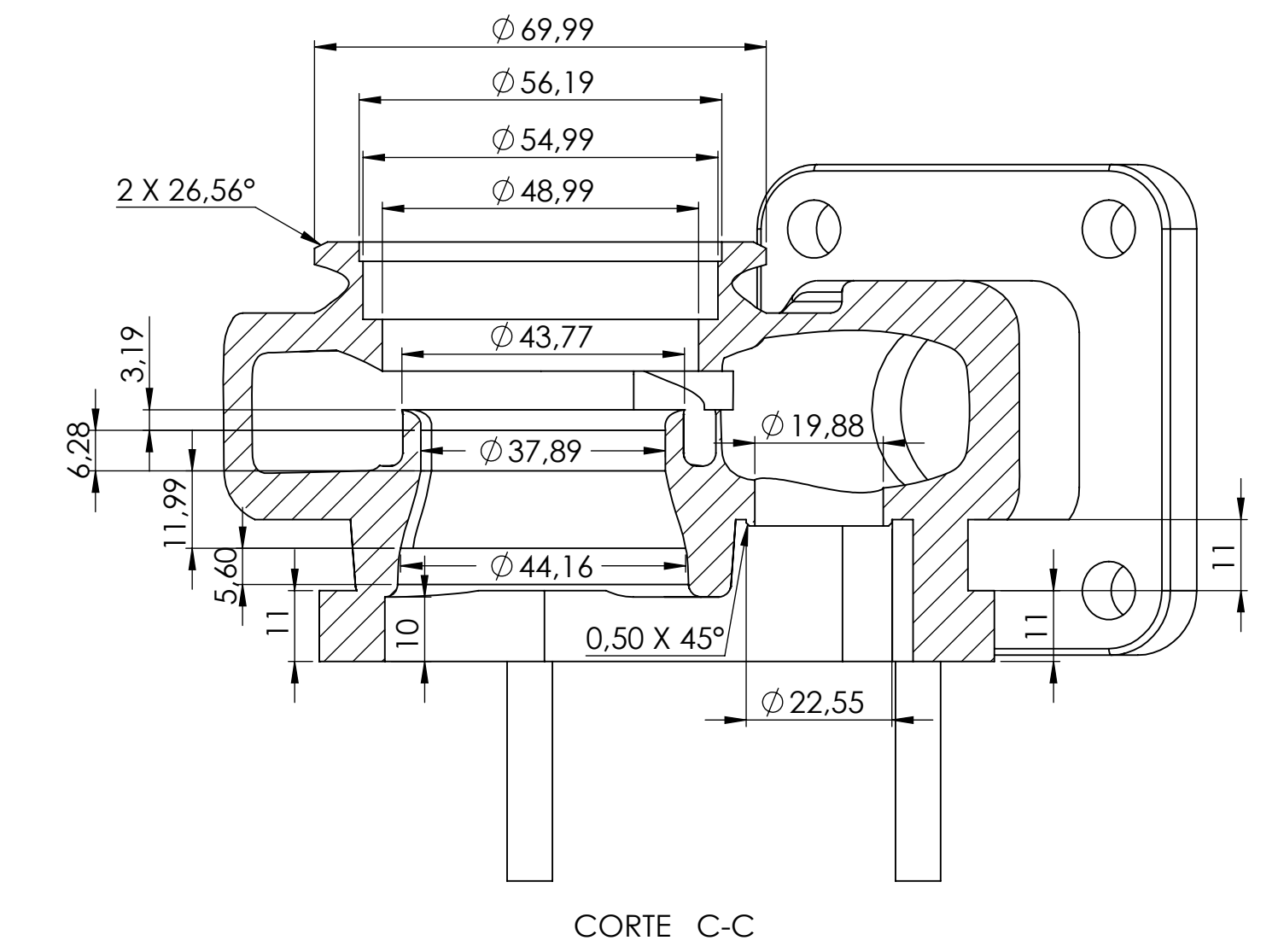
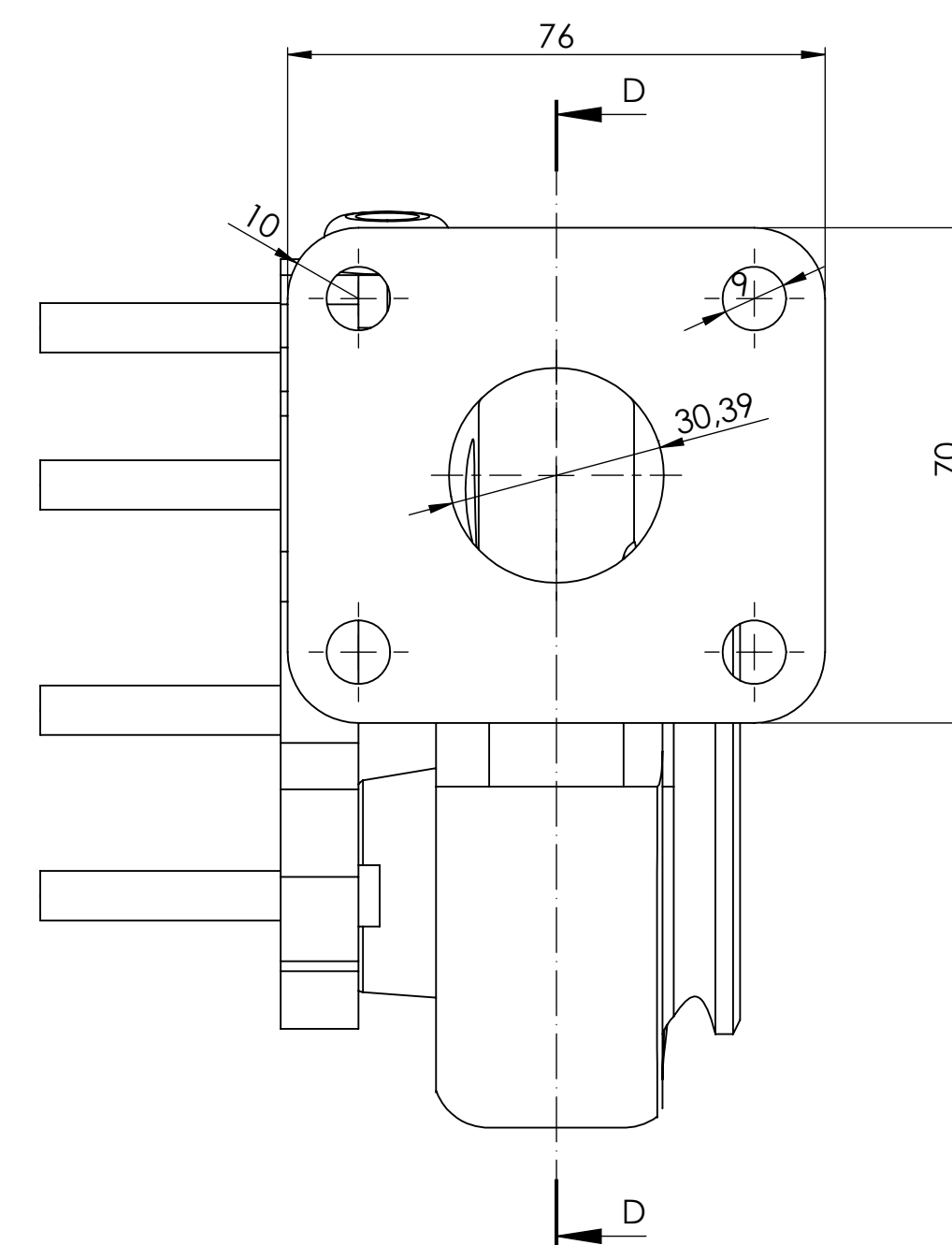
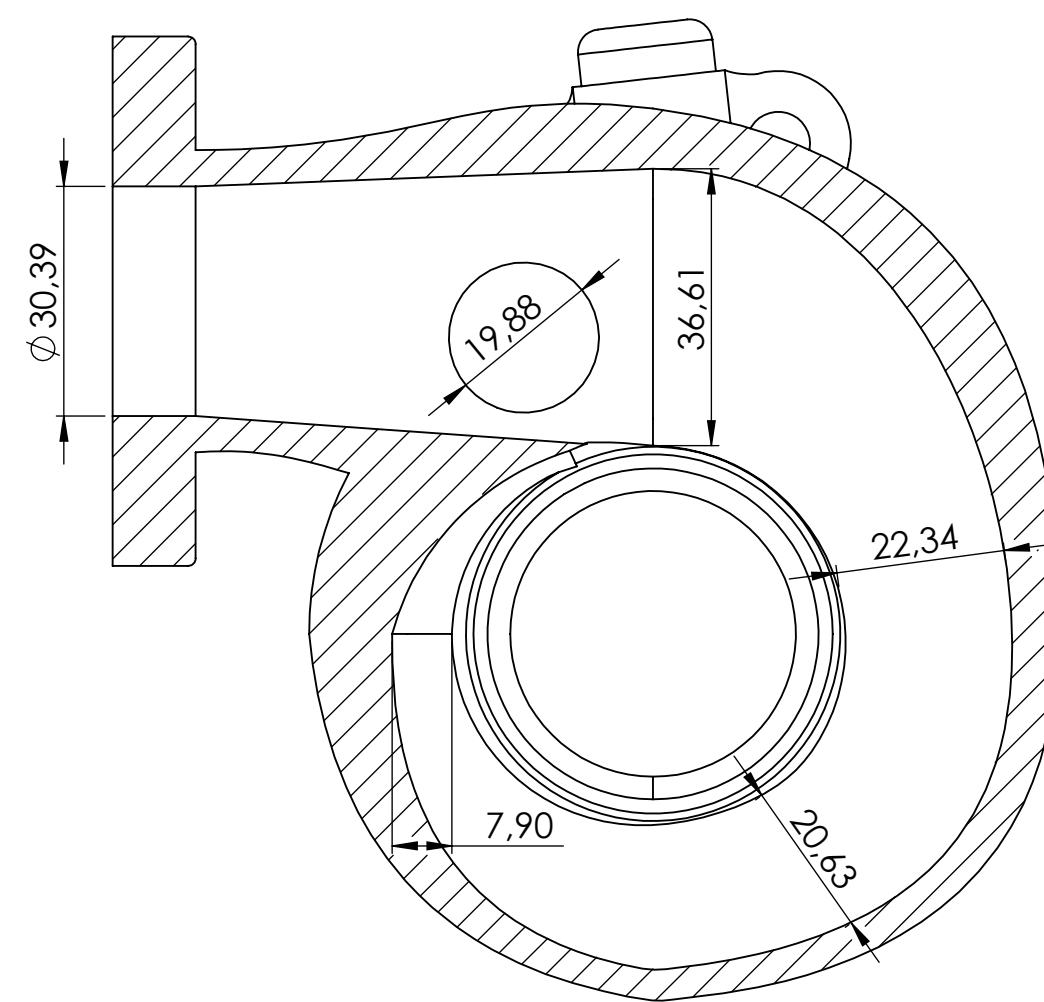
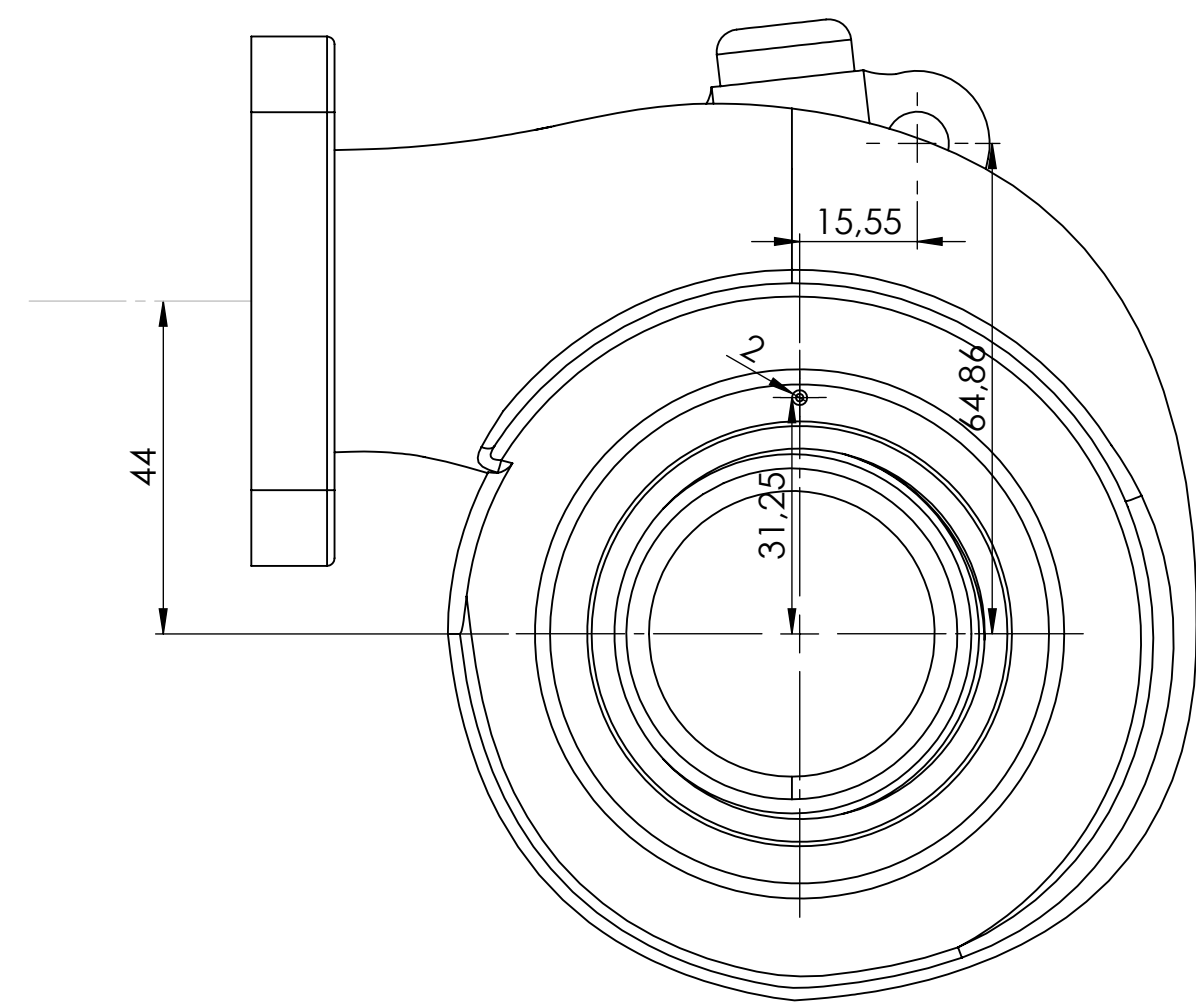
Perspectiva axonométrica 1:2



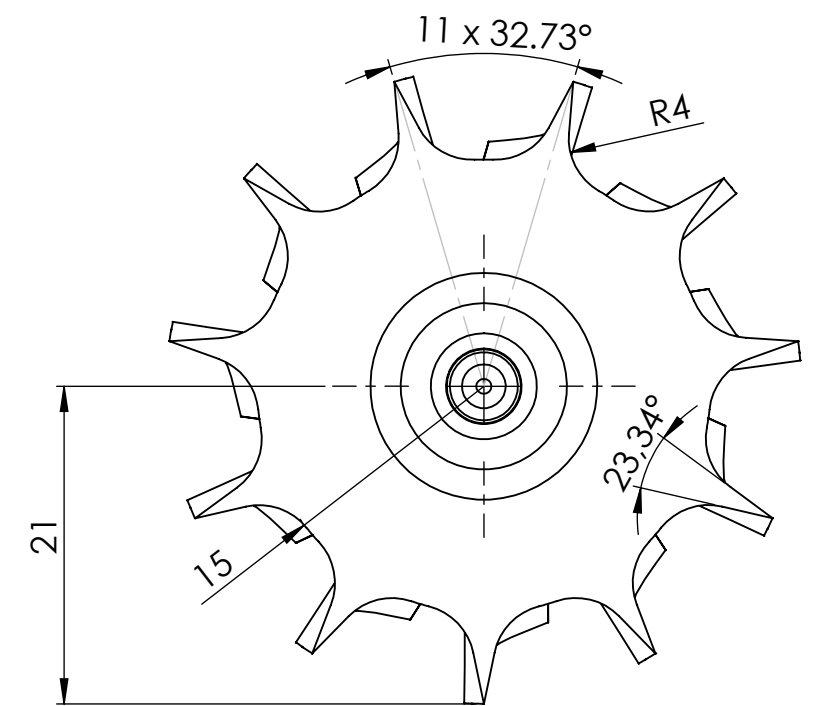
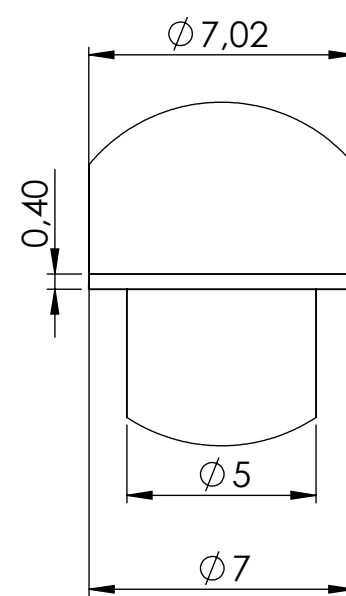
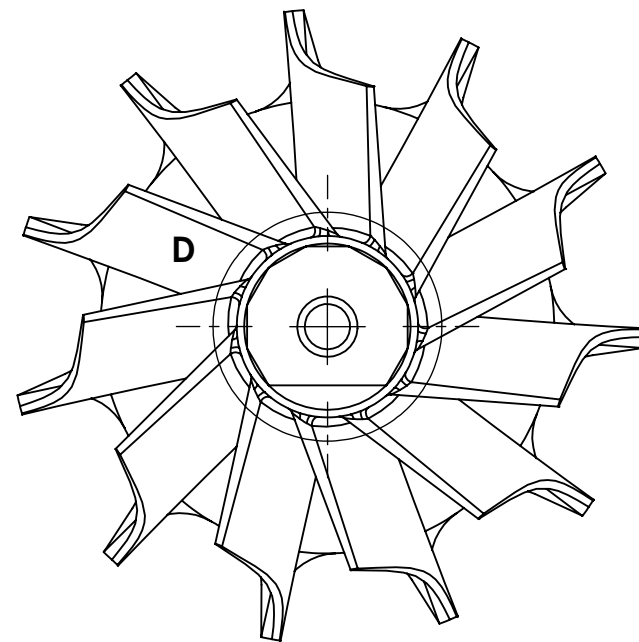
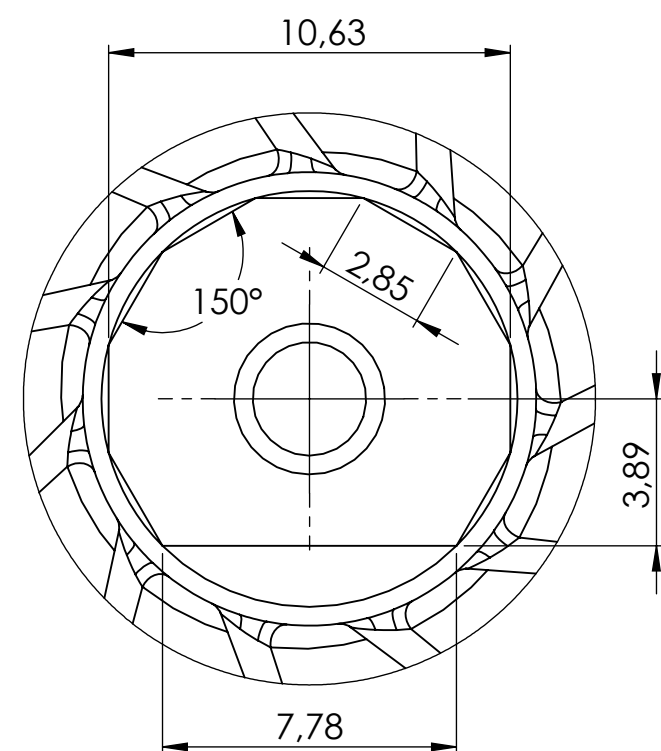
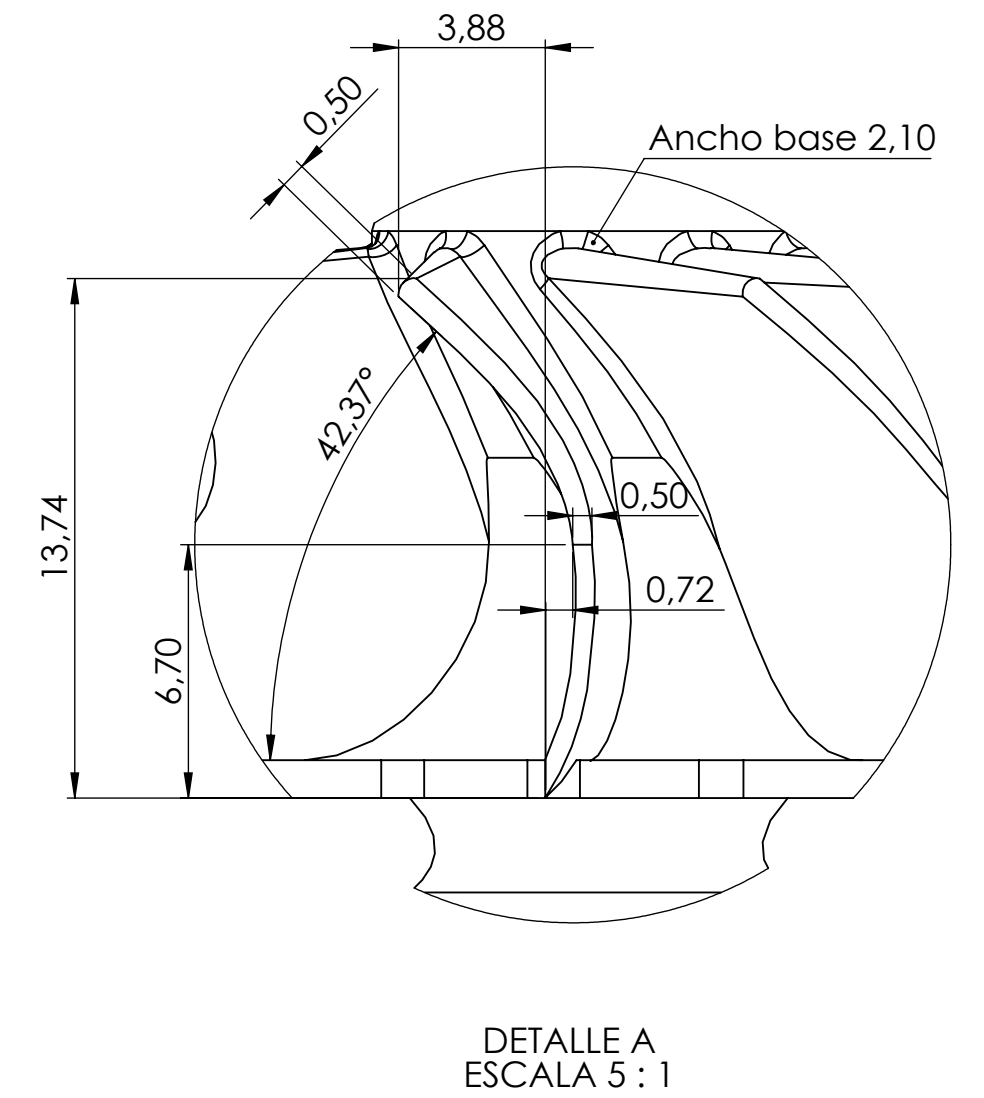
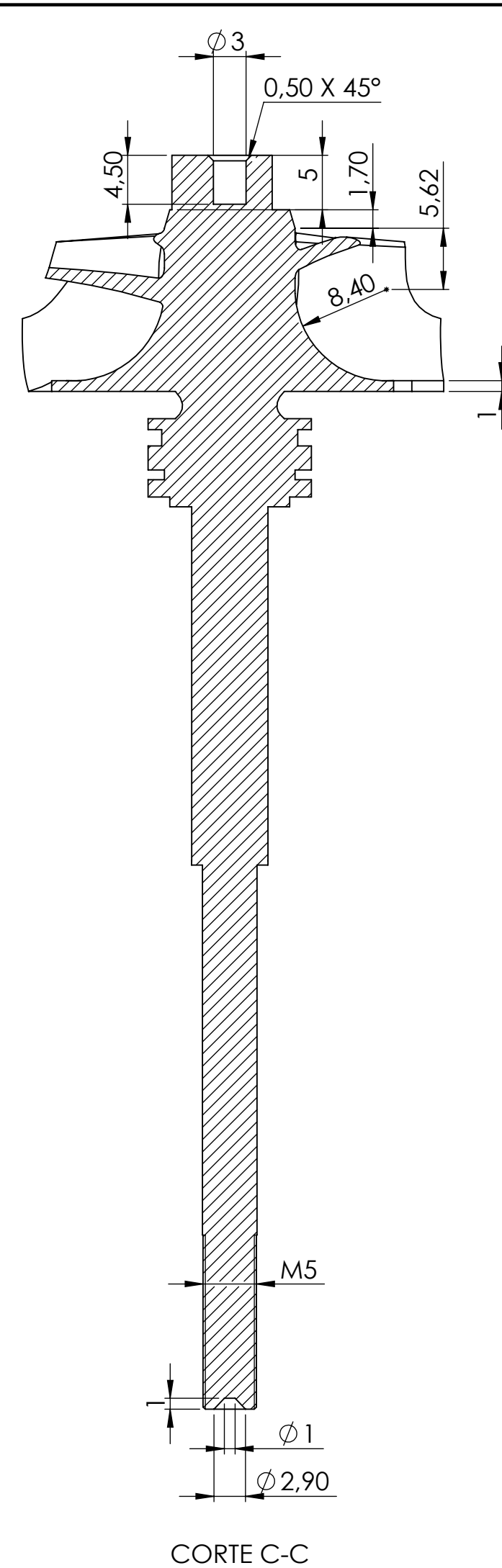
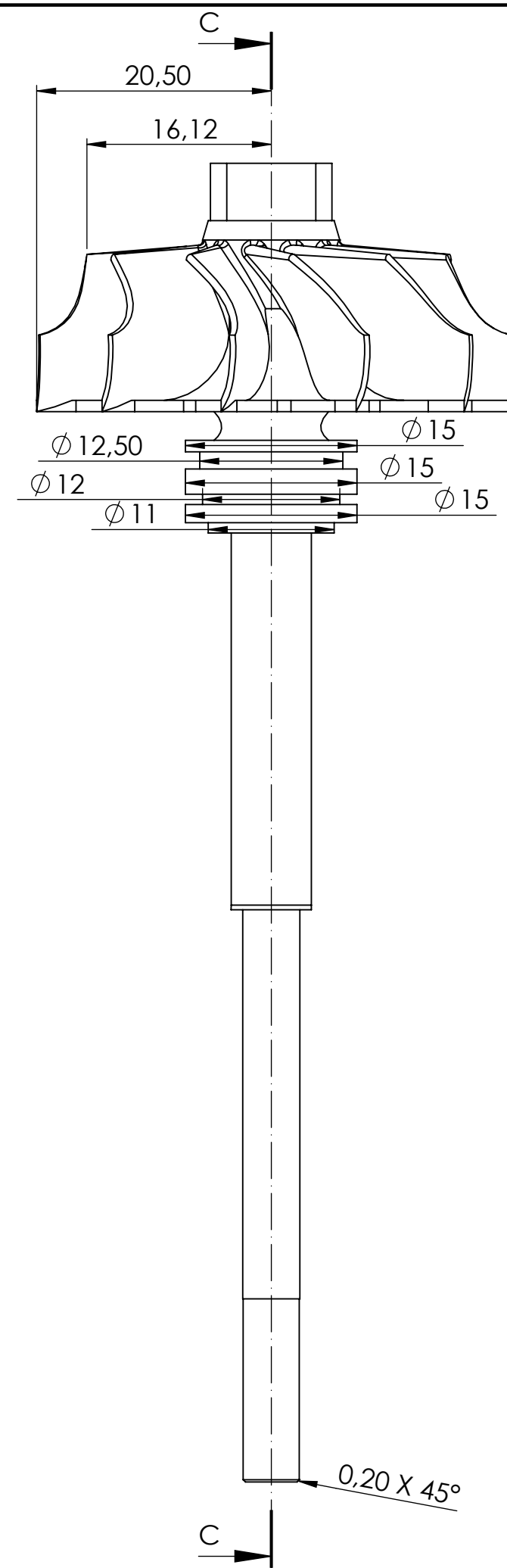
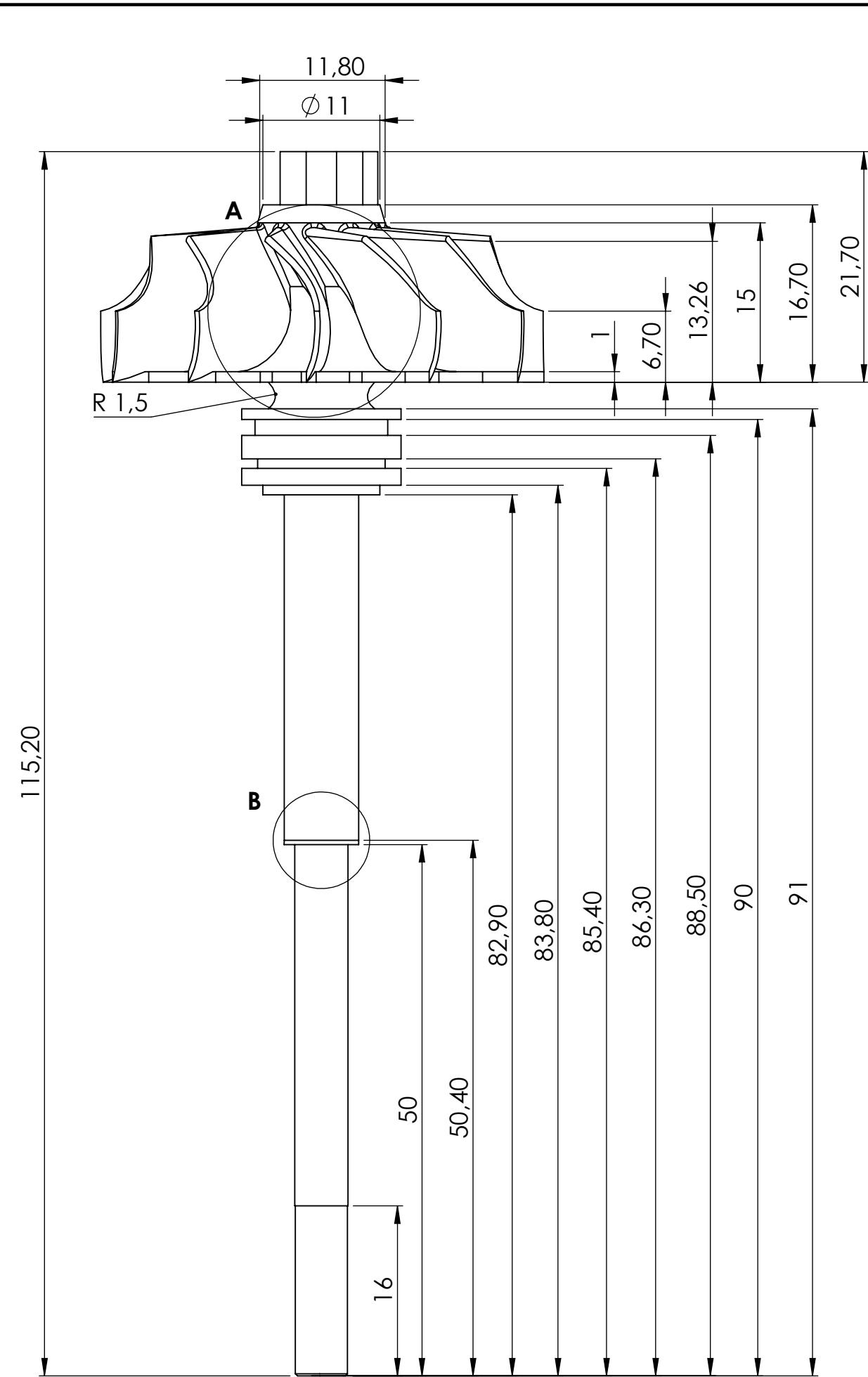
DETALLE A
ESCALA 2 : 1



DETALLE B
ESCALA 2 : 1

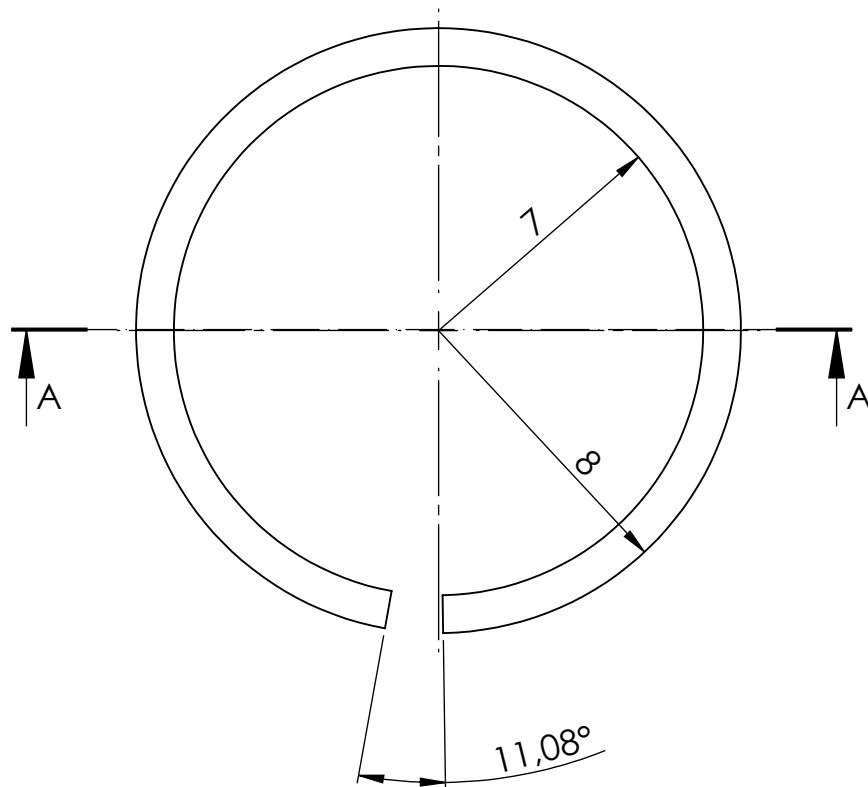
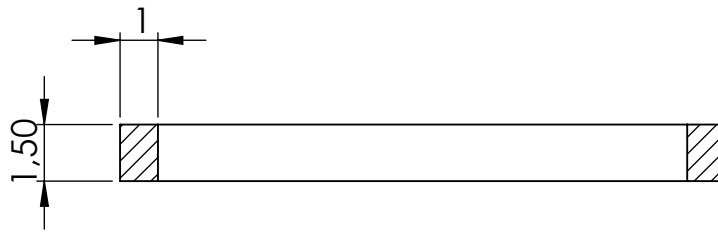


Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrífuga			
Dibujado	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Comprobado	Juan Pablo Romero Moral		
	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA	Caracola de escape		Plano nº: 7/43
1:1			



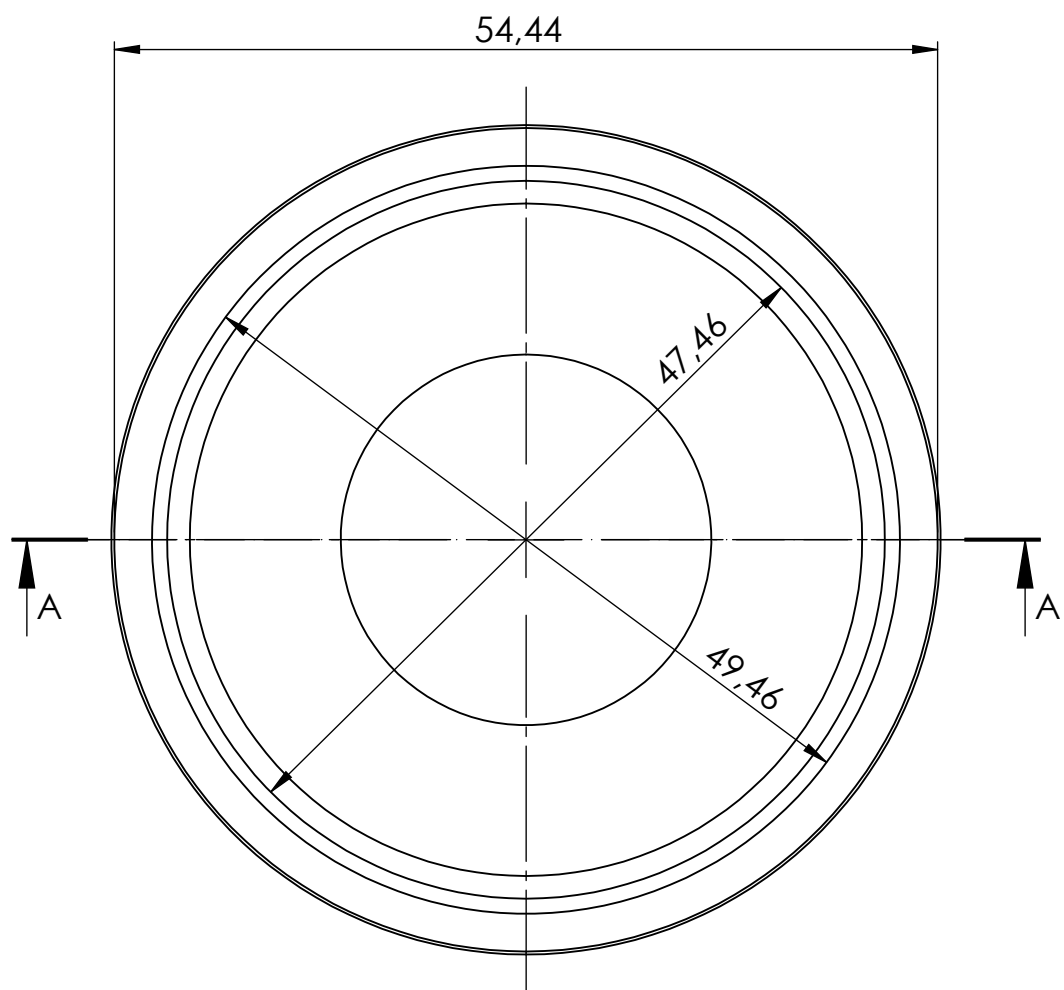
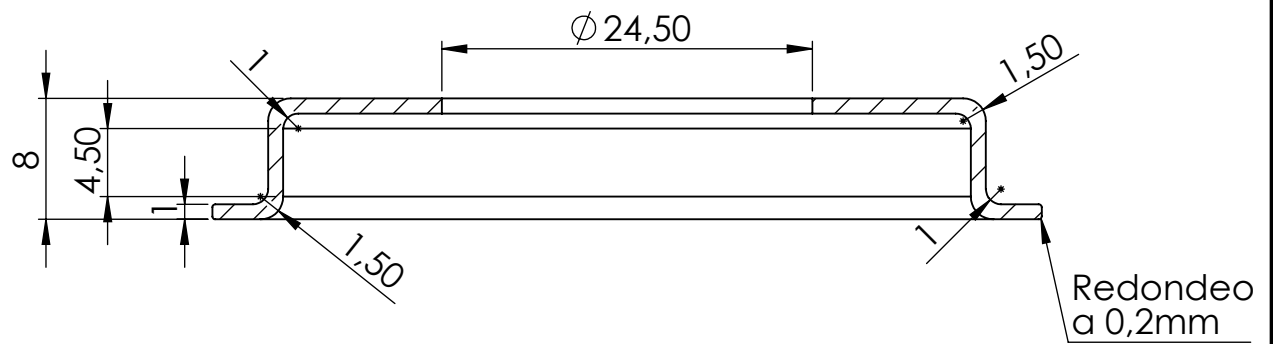
Los radios de redondeo para las aristas que conectan los álabes con el cuerpo base son de 0,5 mm

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
Dibujado	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Comprobado	Juan Pablo Romera Moral		
	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Conjunto eje turbina		Plano n°: 8/43



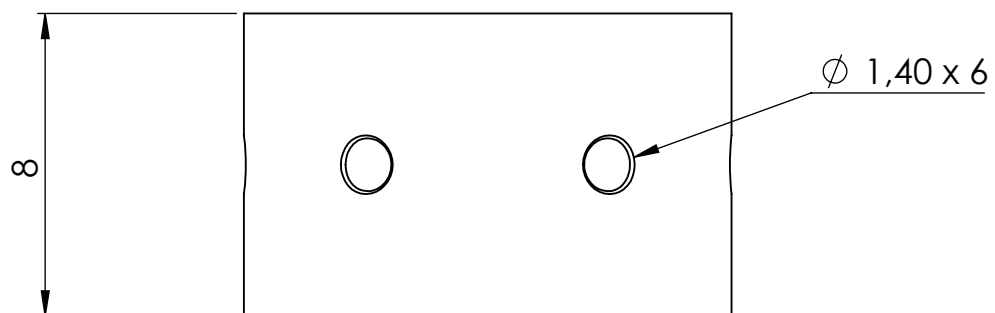
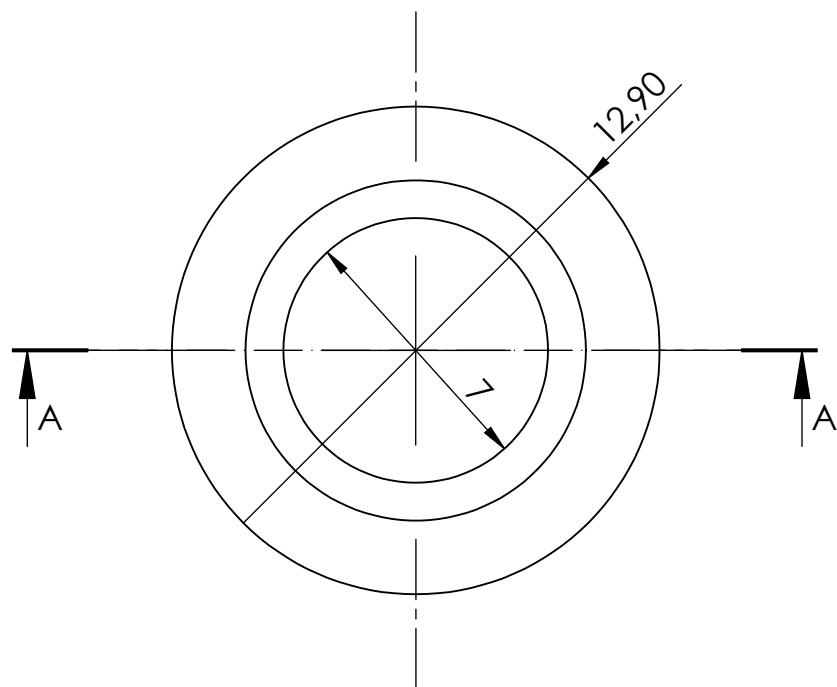
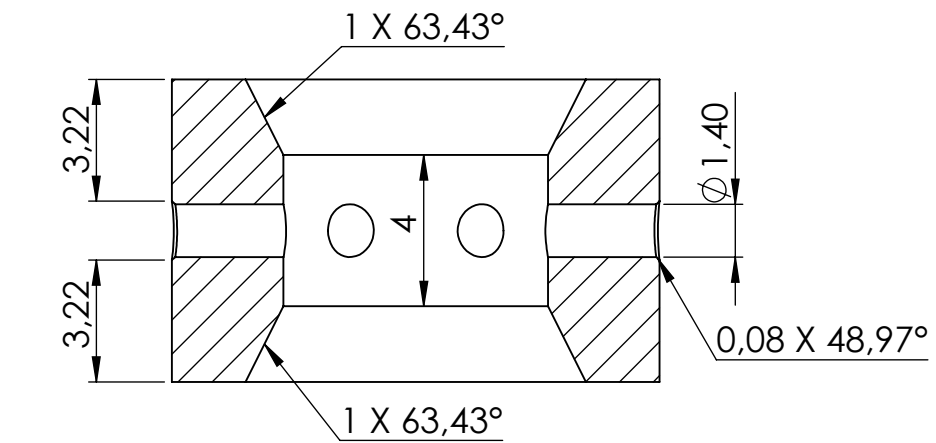
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Segmento eje turbina		Plano n°: 9/44



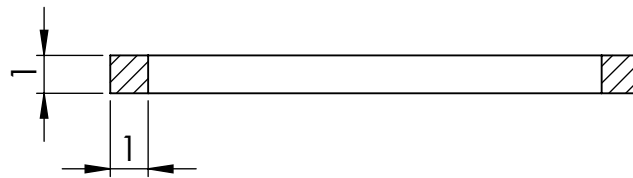
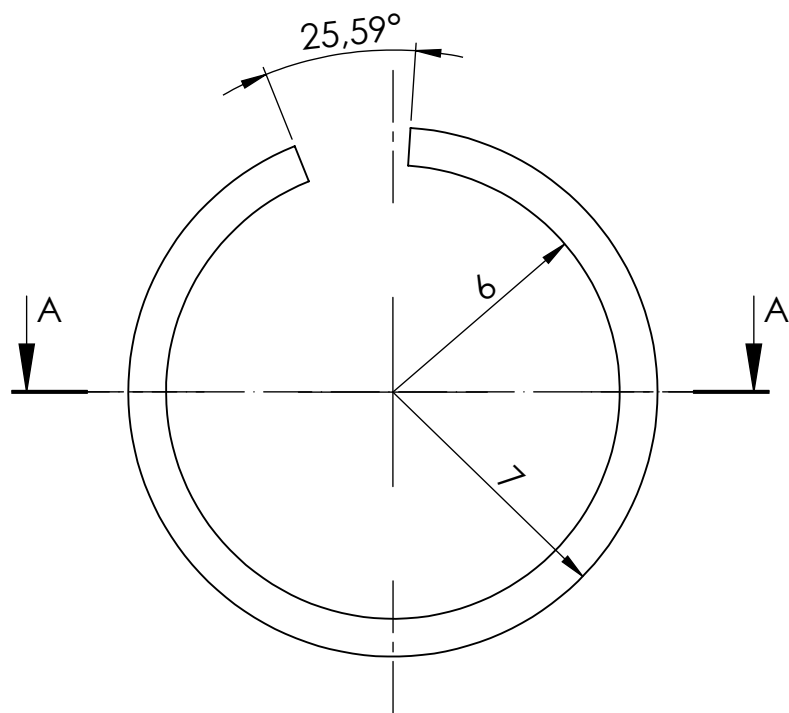
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Plato calor		Plano nº: 10/43



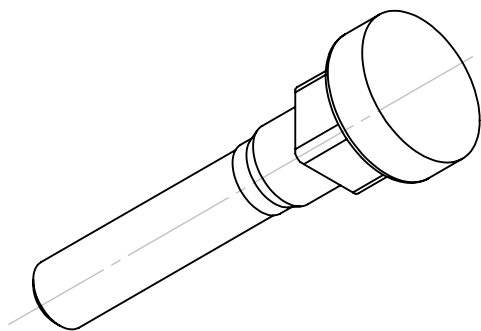
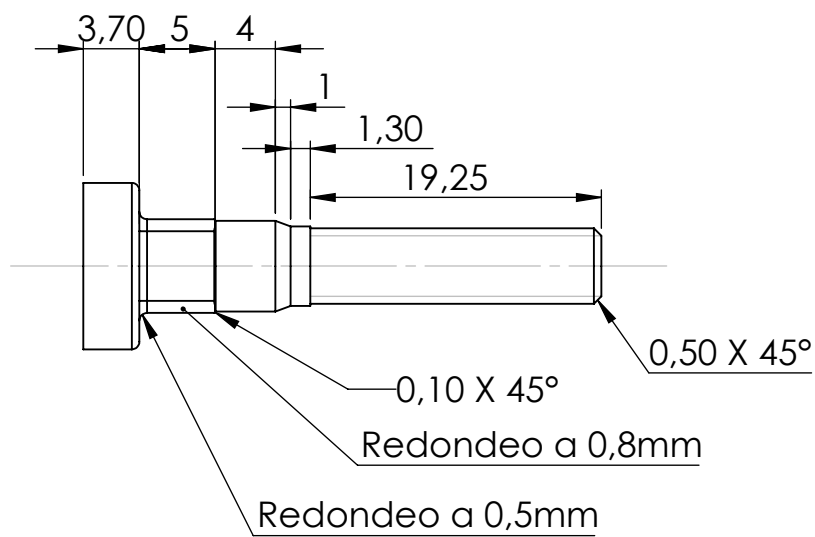
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Cojinete		Plano nº: 11/43

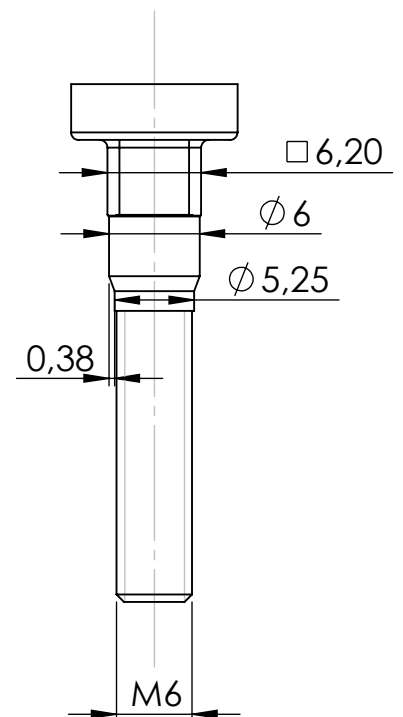


Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Segmento para cojinetes (cuerpo central)		Plano nº: 12/43

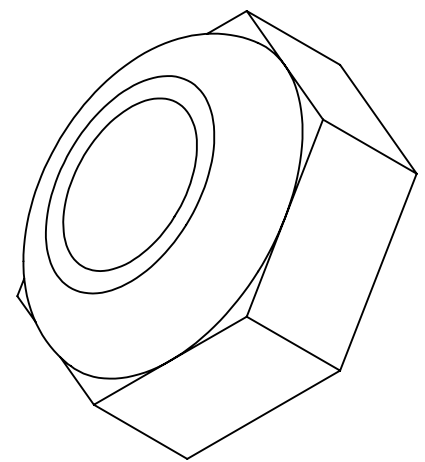
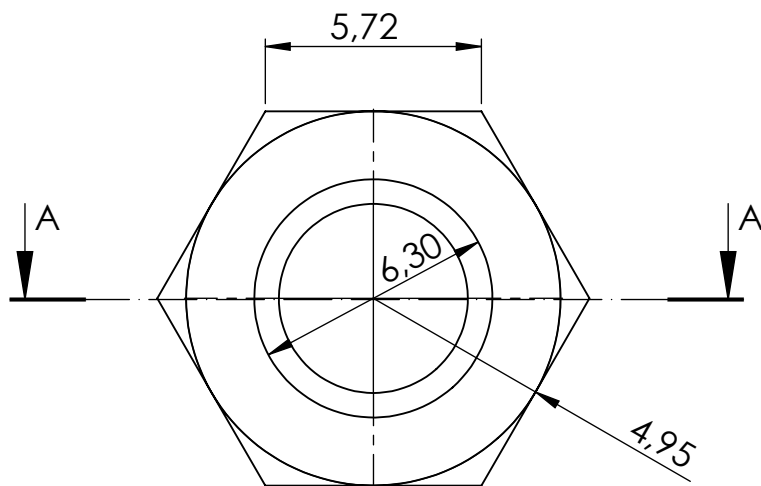


Perspectiva axométrica 1:1

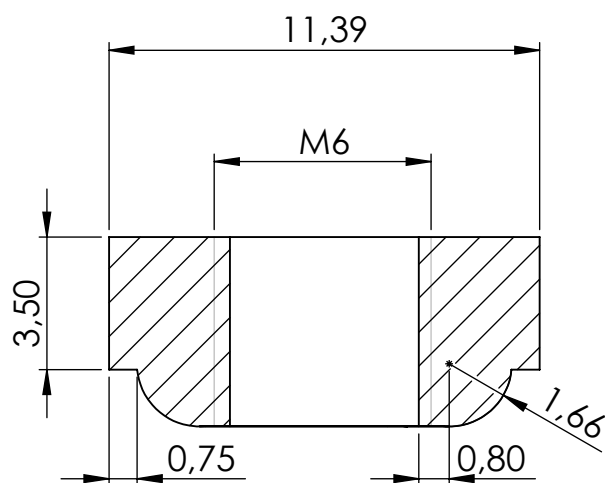


Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Tornillo para abrazadera		Plano nº: 13/43

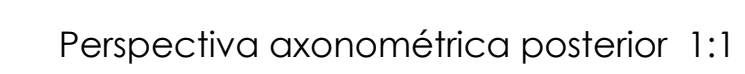
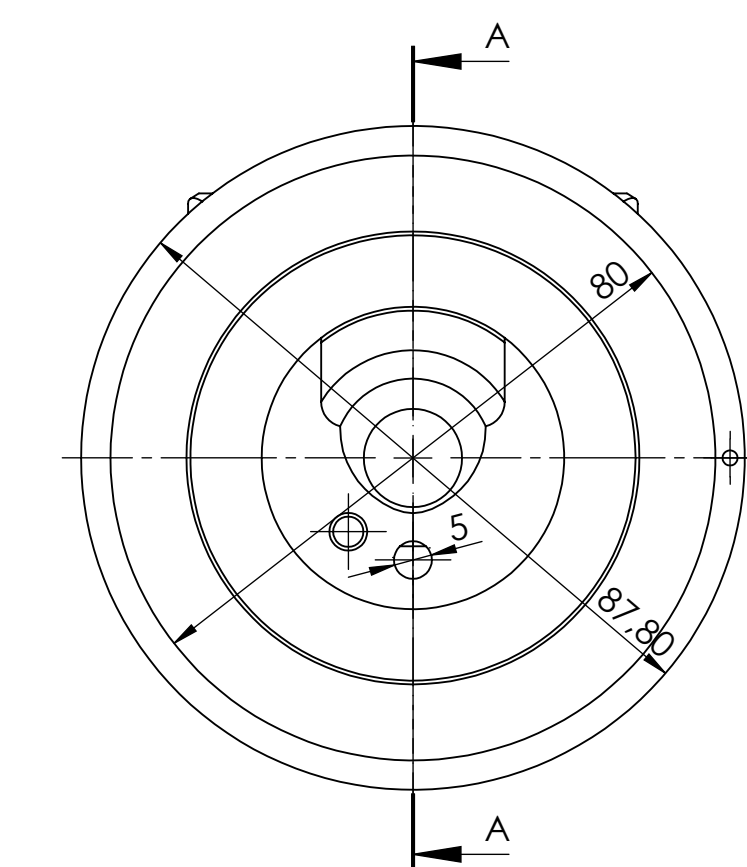


Perspectiva axométrica 5:1



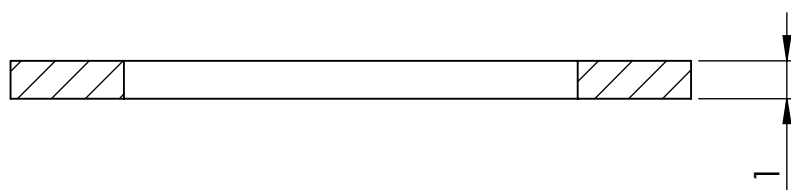
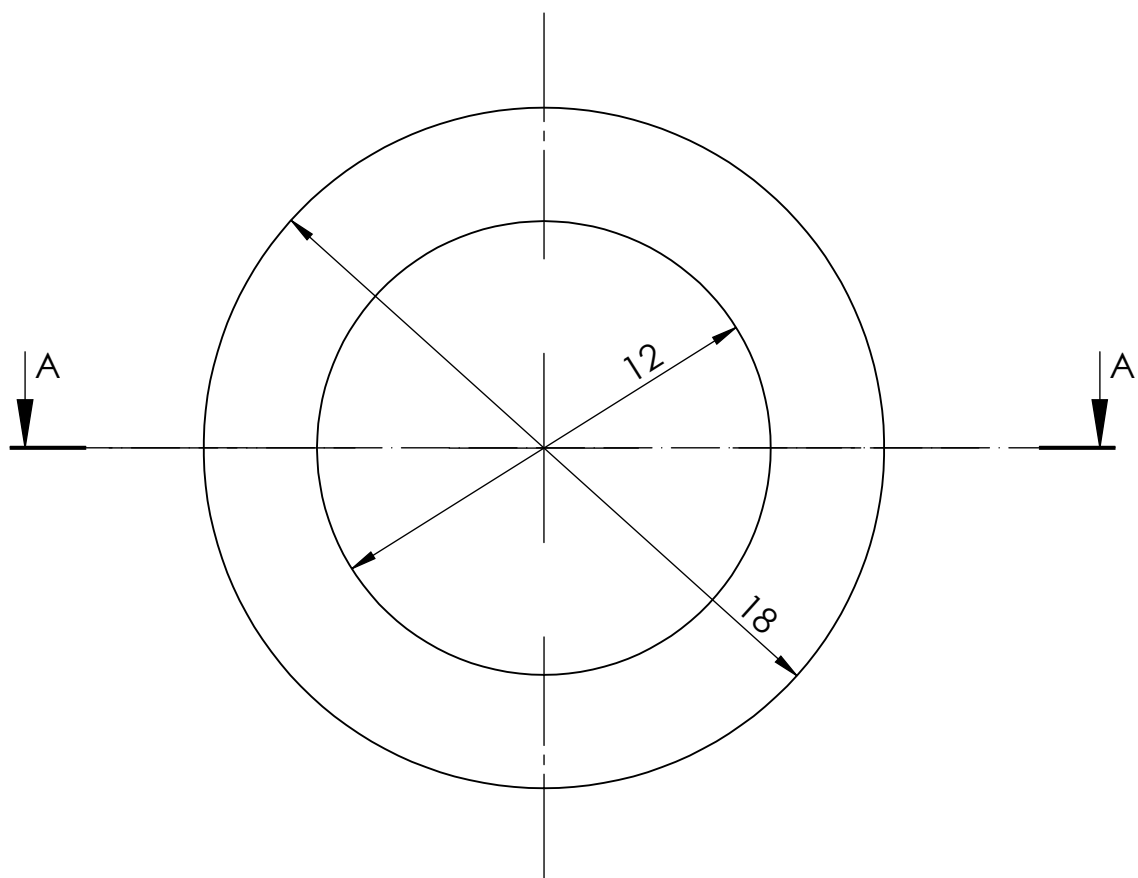
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Tuerca para tornillo abrazadera		Plano nº: 14/43



El espesor de la camisa del cuerpo central es de 2,5 mm

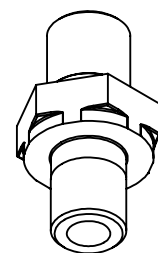
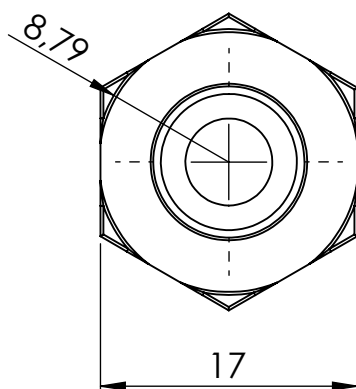
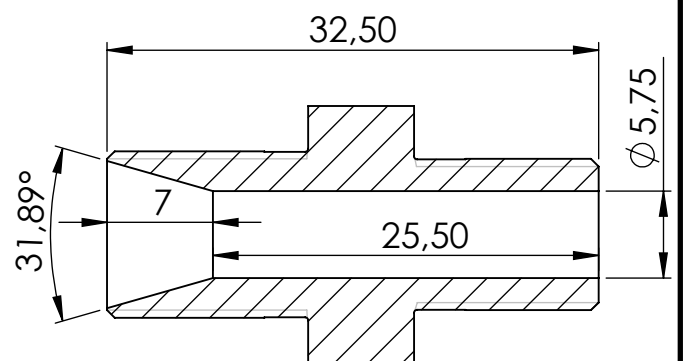
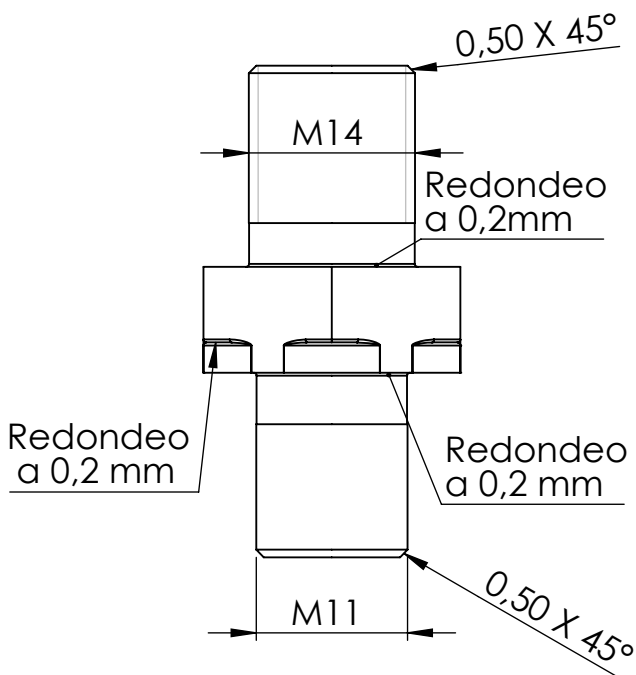
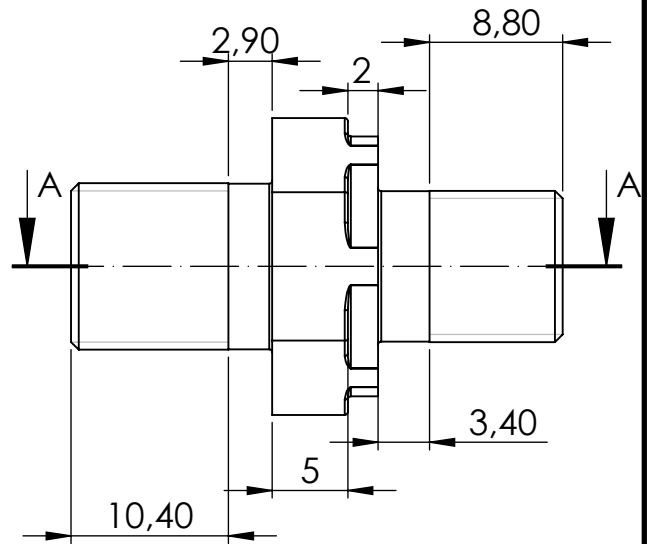
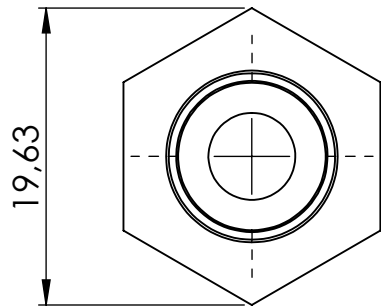
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrífuga			
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minería
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 1:1	Cuerpo central		Plano nº: 15/44



Perspectiva axonométrica 1:1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

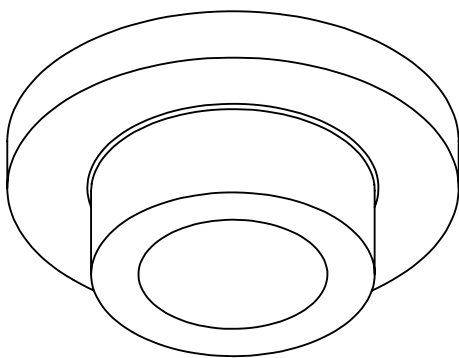
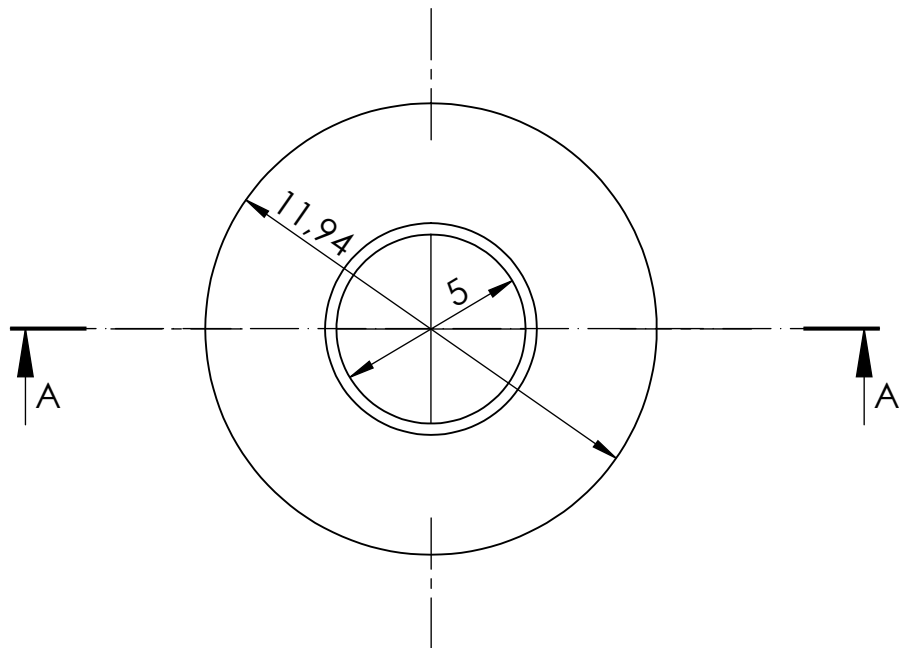
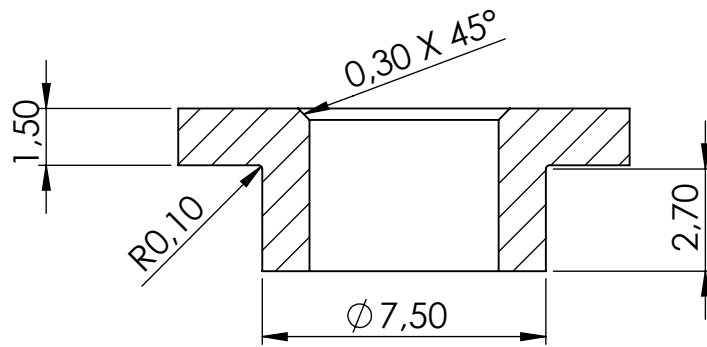
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Arandela para restrictor de aceite		Plano nº: 16/43



Perspectiva axonométrica 1:1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

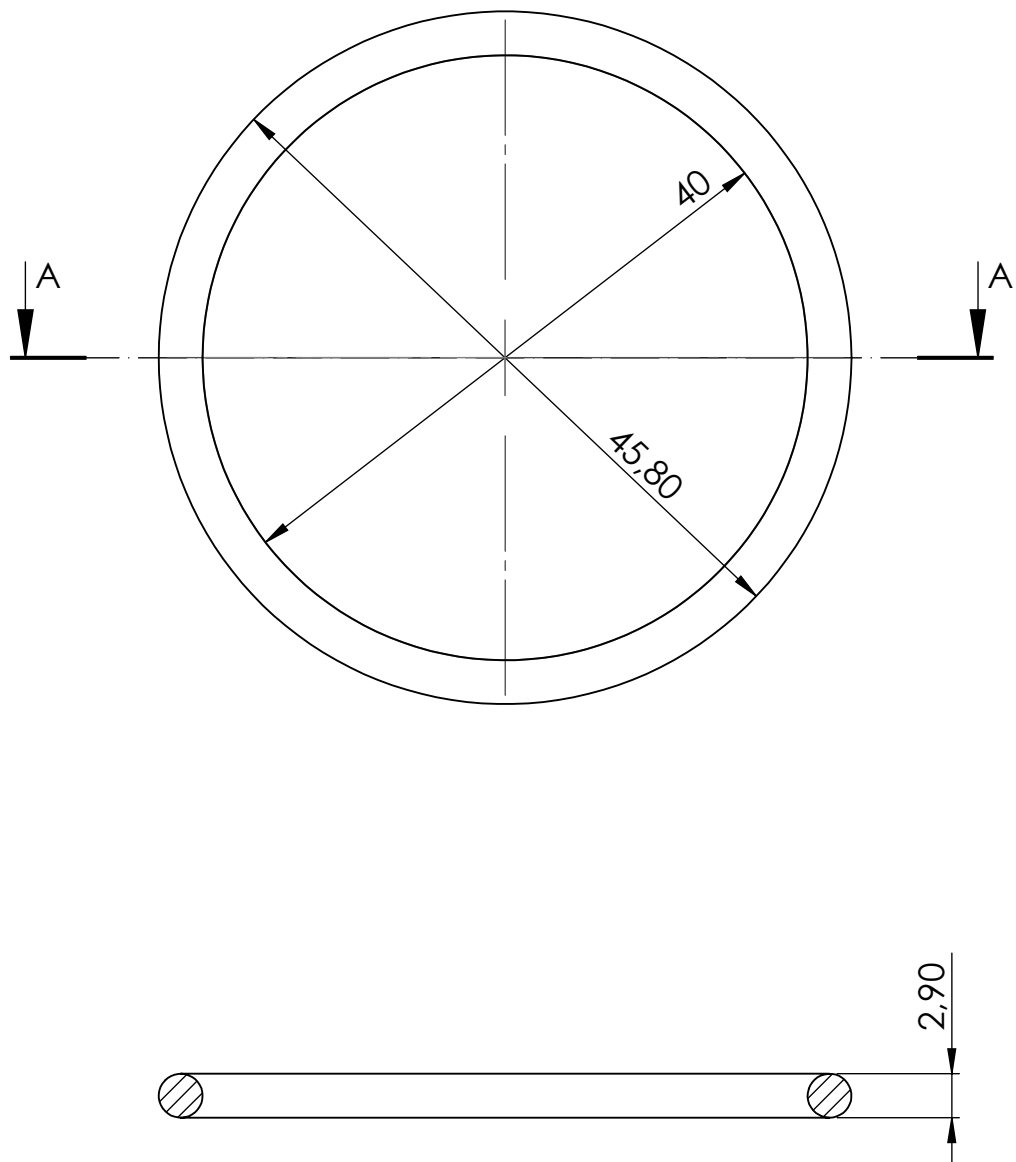
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Restrictor de aceite		Plano n°: 17/43



Perspectiva axonométrica 5:1

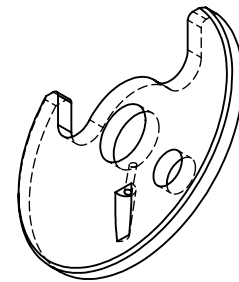
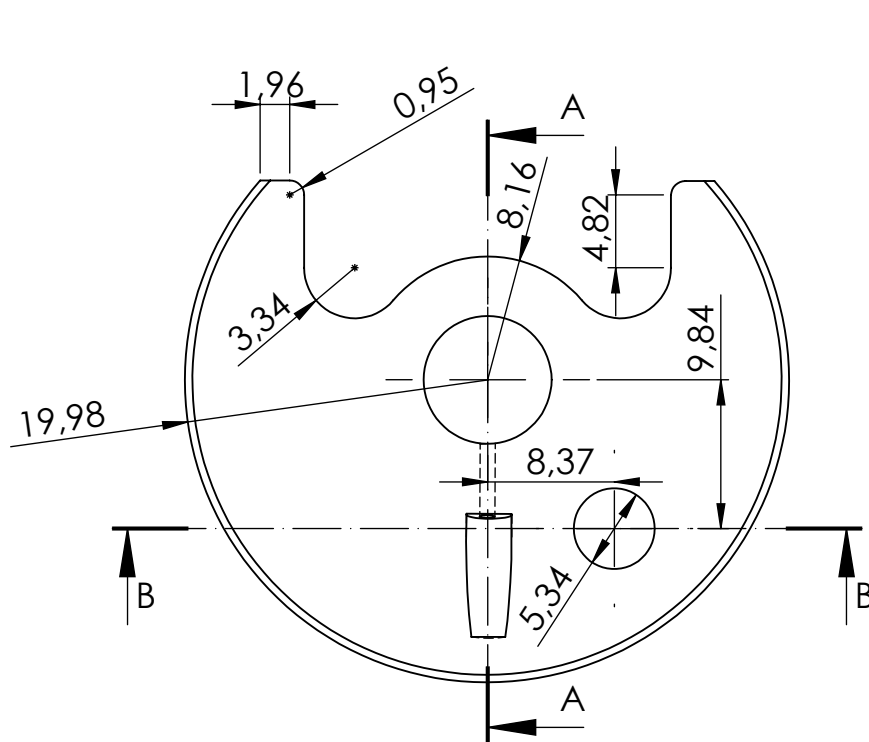
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Tope o espaciador para cojinete de empuje		Plano nº: 18/43

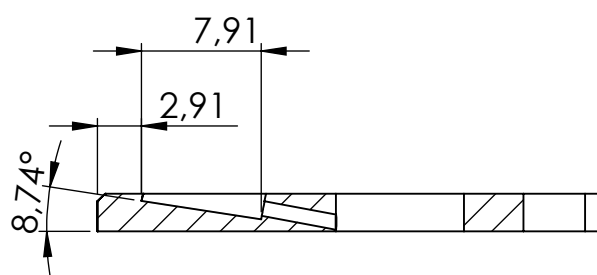
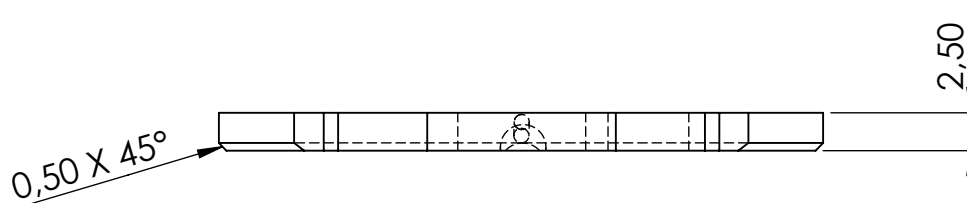


Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

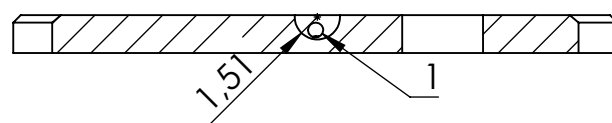
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Junta de goma pequeña para cuerpo central		Plano nº: 19/43



Perspectiva axonométrica 1:1



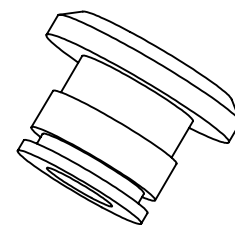
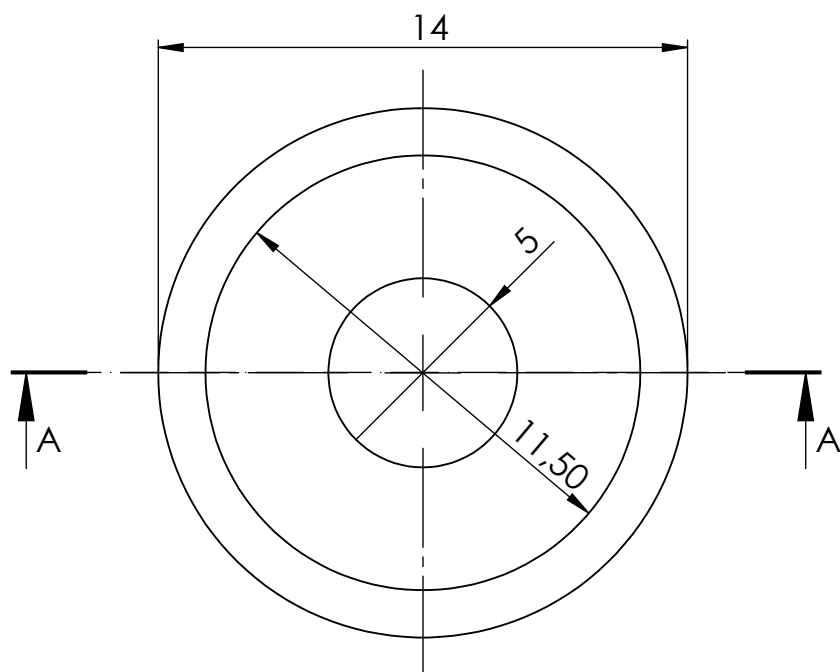
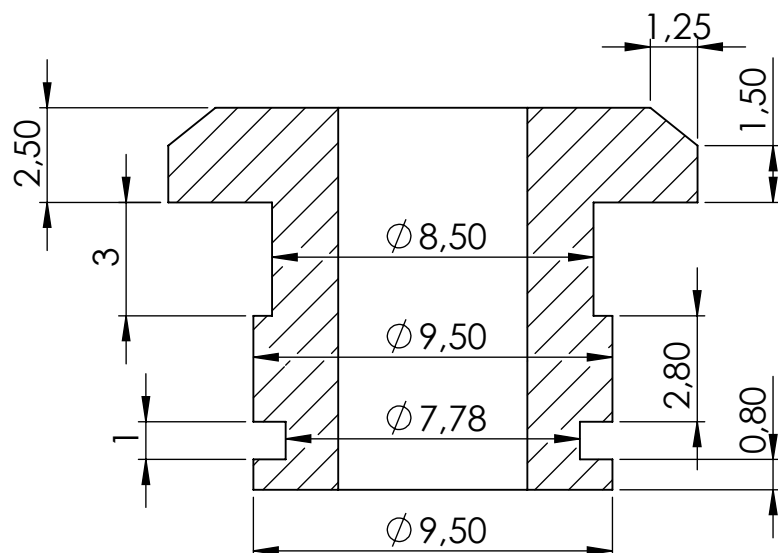
CORTE A-A



CORTE B-B

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

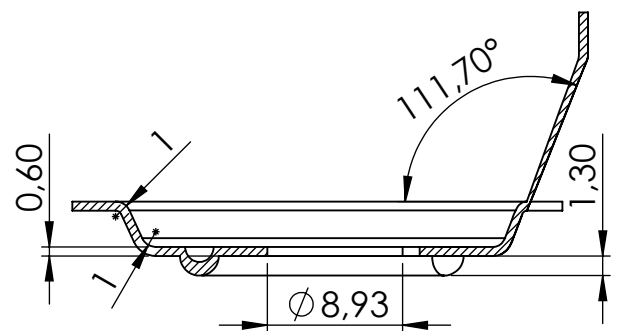
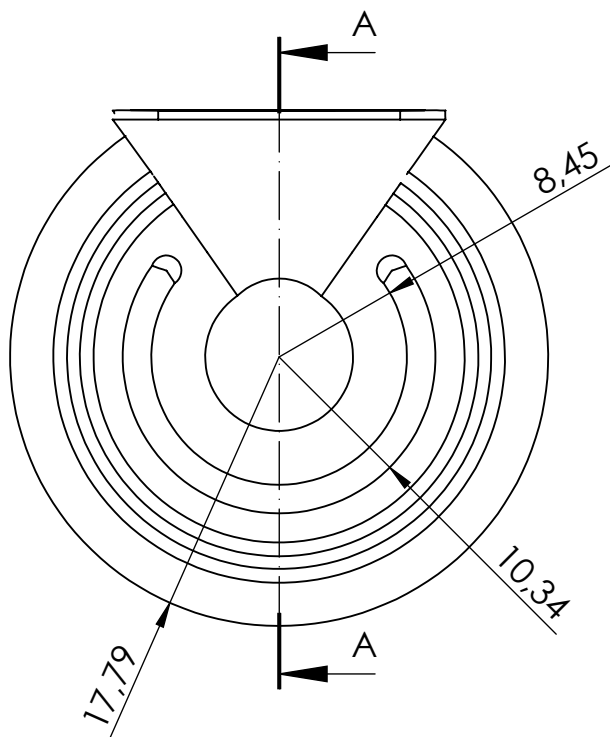
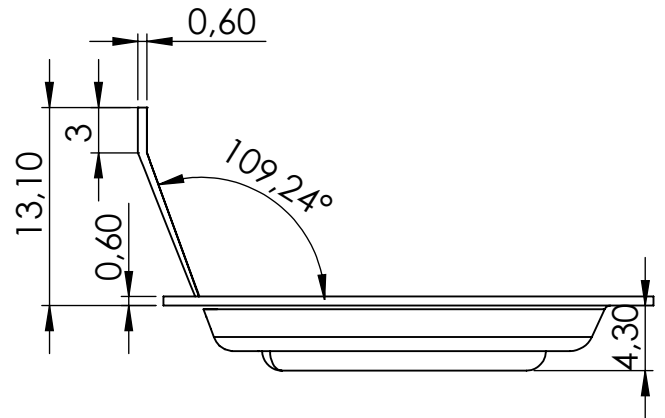
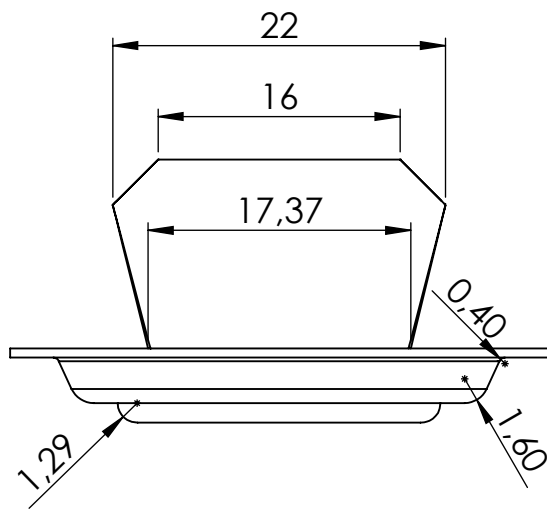
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Cojinete de empuje		Plano n°: 20/43



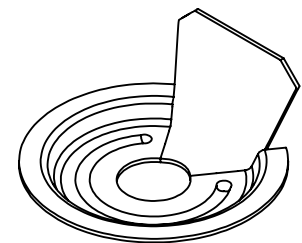
Perspectiva
axonométrica 2:1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Collarín		Plano nº: 21/43



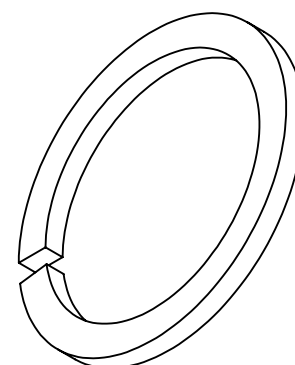
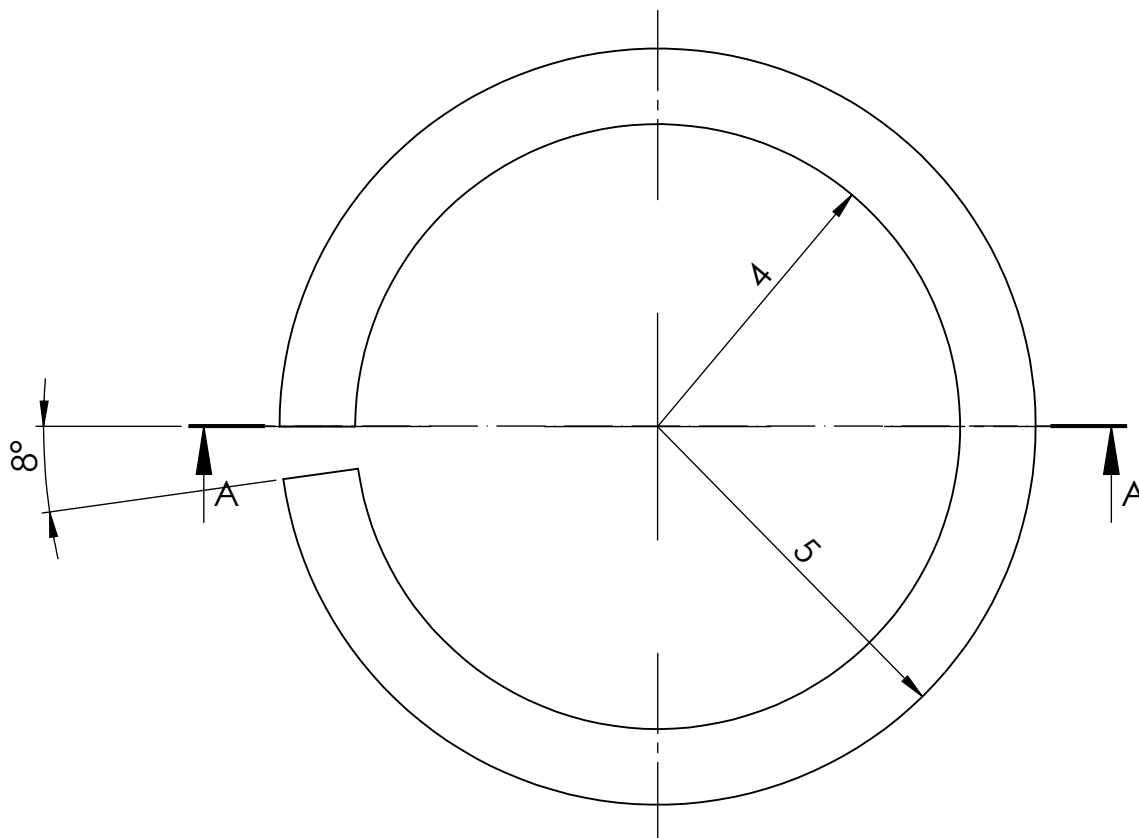
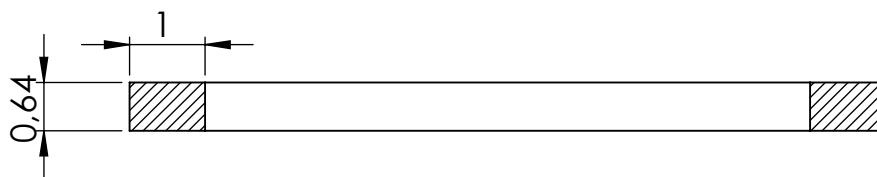
CORTE A-A



Perspectiva axonométrica 1:1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

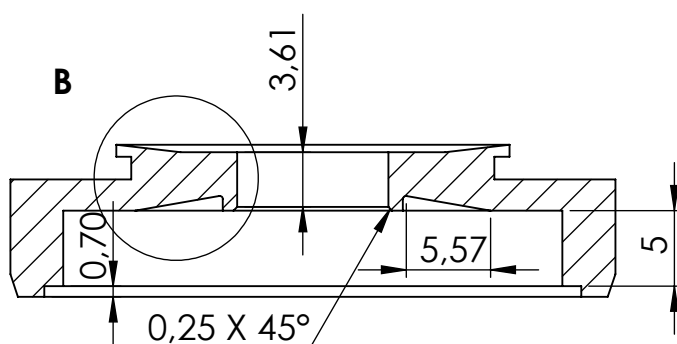
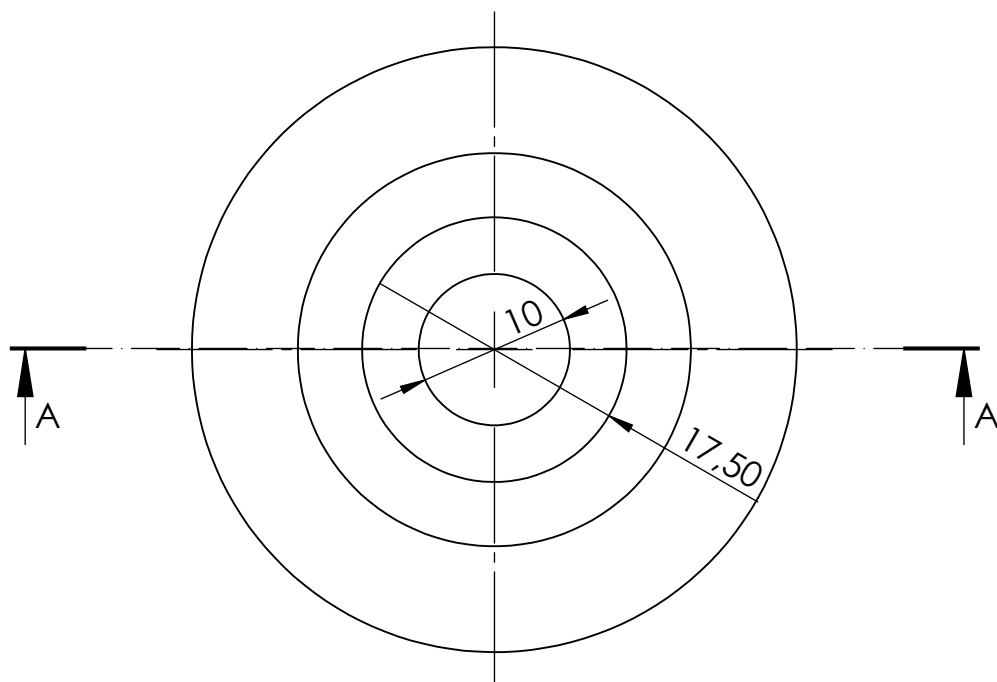
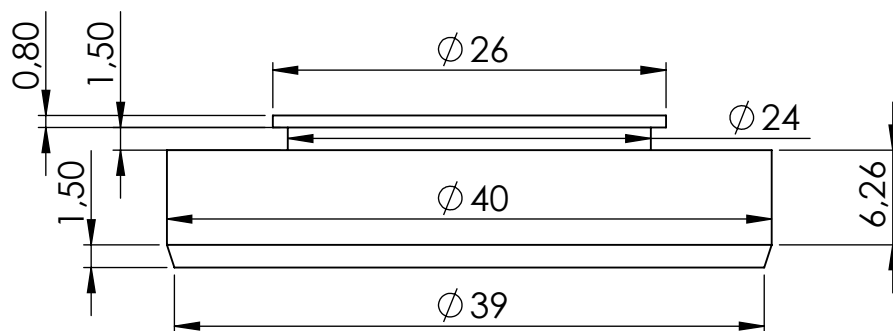
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Deflector de aceite		Plano nº: 22/43



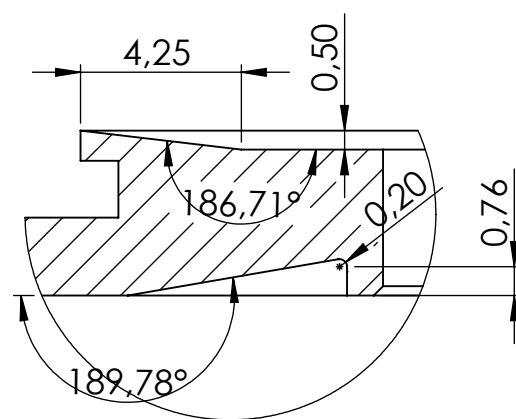
Perspectiva axonométrica 5:1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 10:1	Segmento para collarín		Plano nº: 23/43



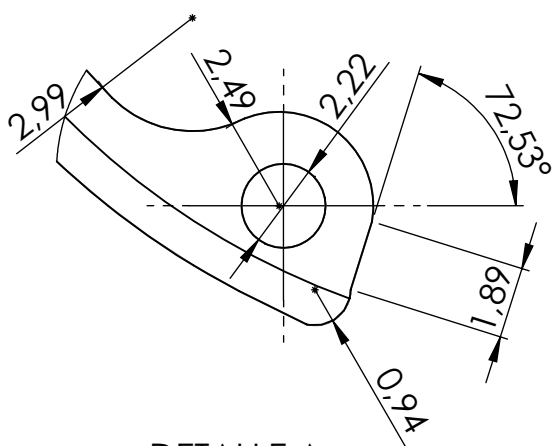
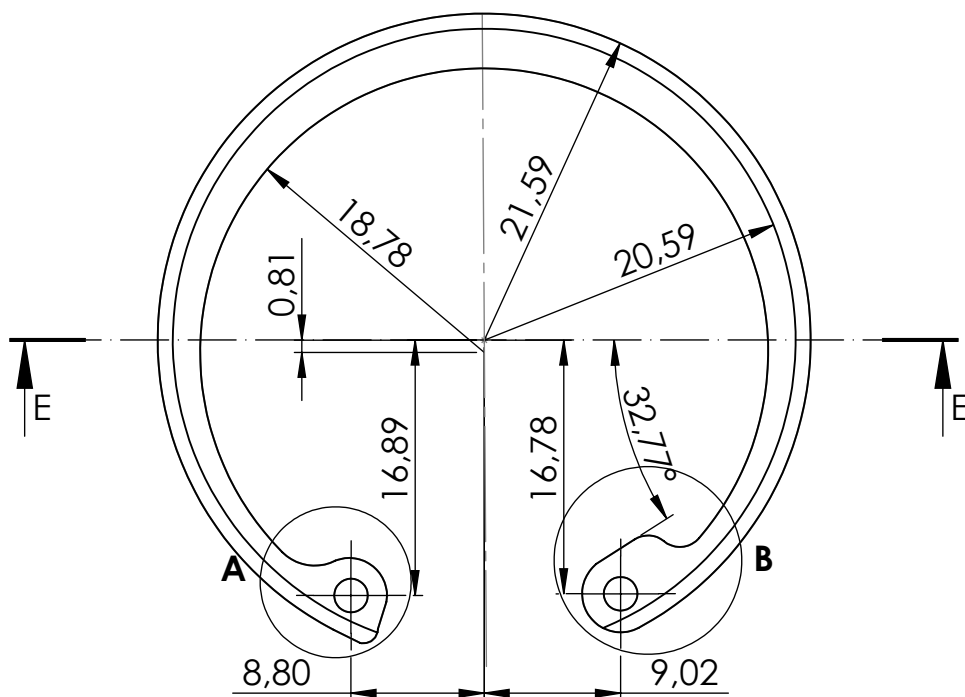
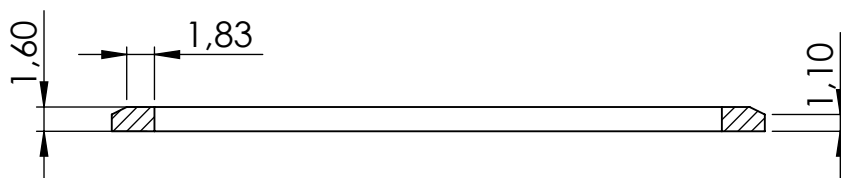
CORTE A-A



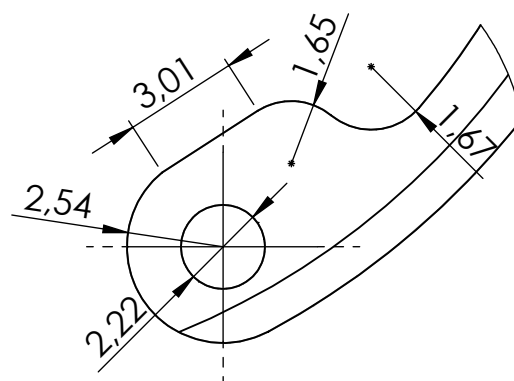
DETALLE B
ESCALA 5 : 1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Tapa de sellado de aceite		Plano nº: 24/43



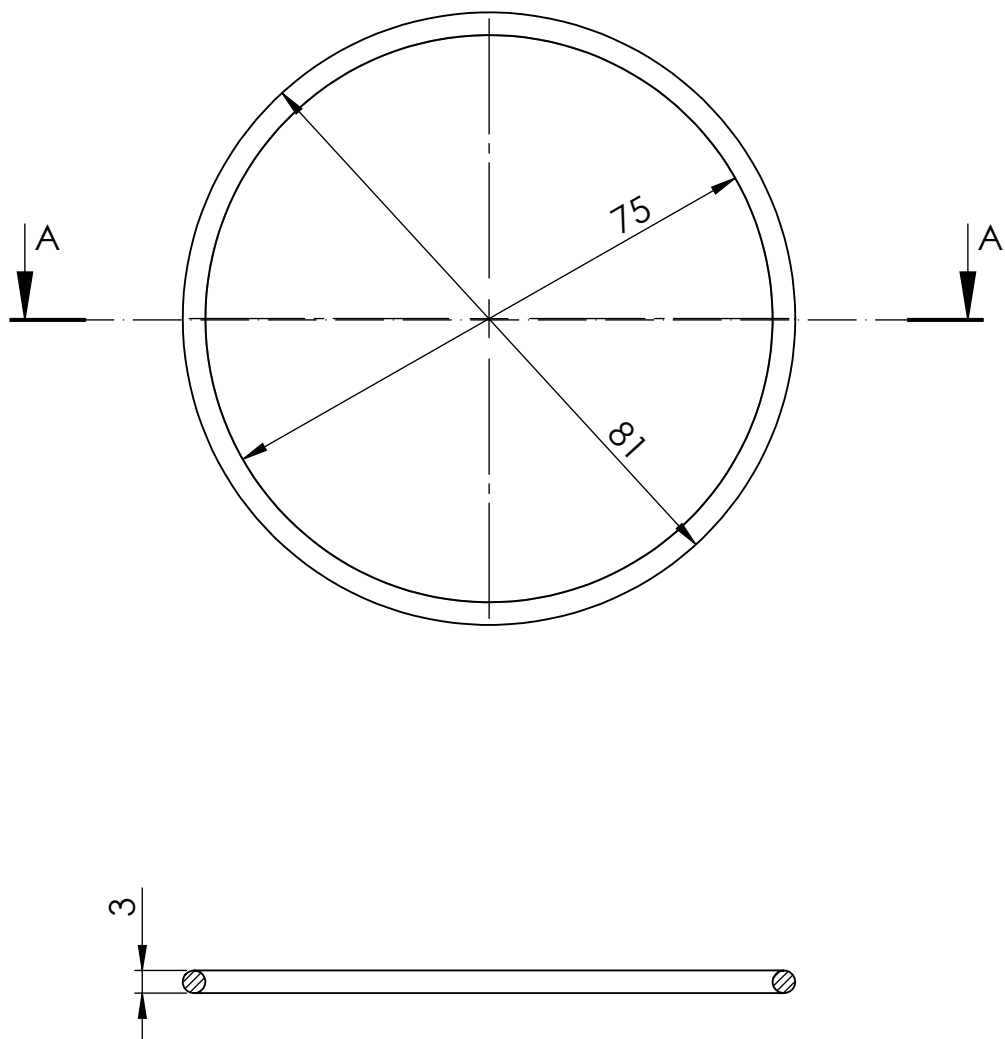
DETALLE A
ESCALA 5 : 1



DETALLE B
ESCALA 5 : 1

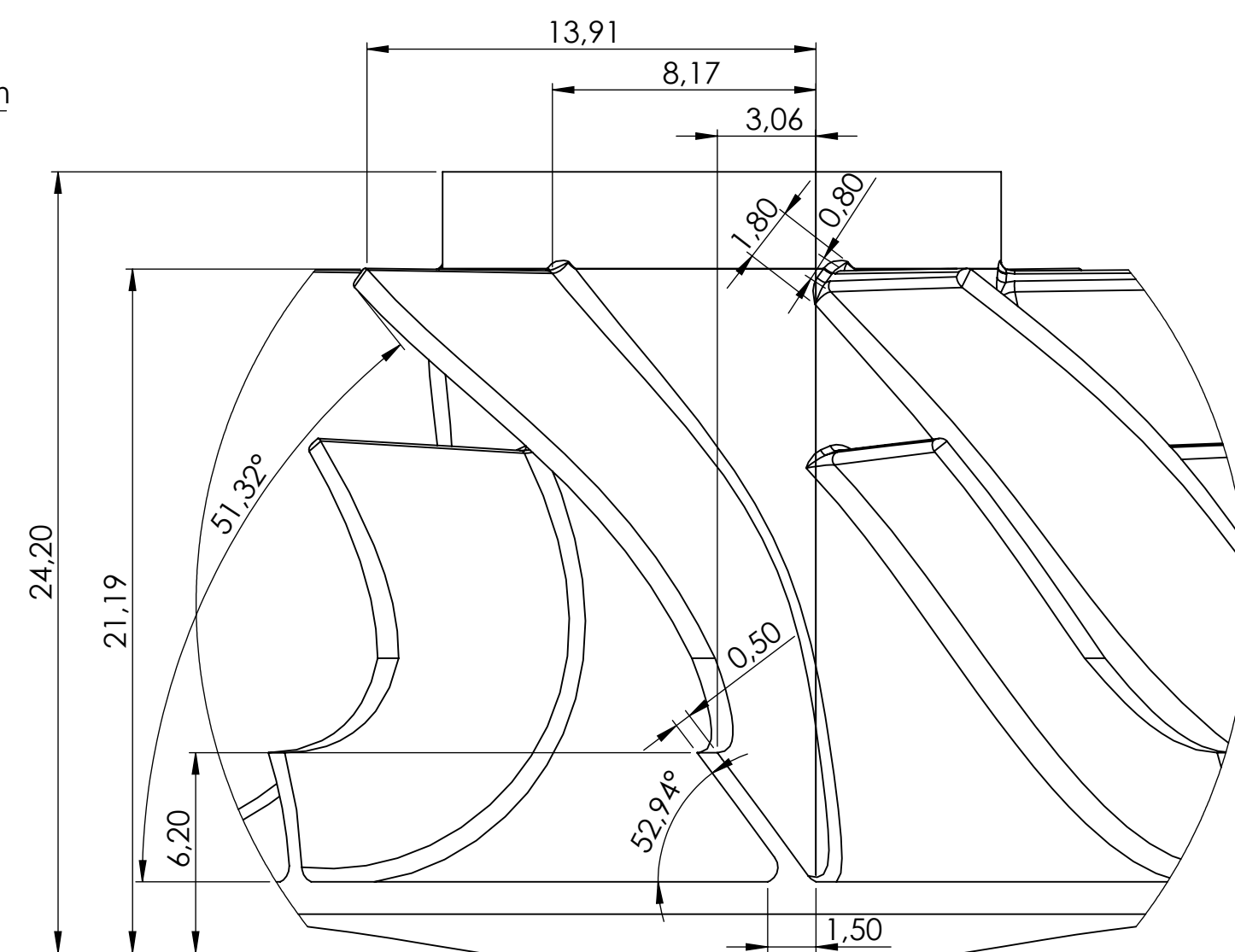
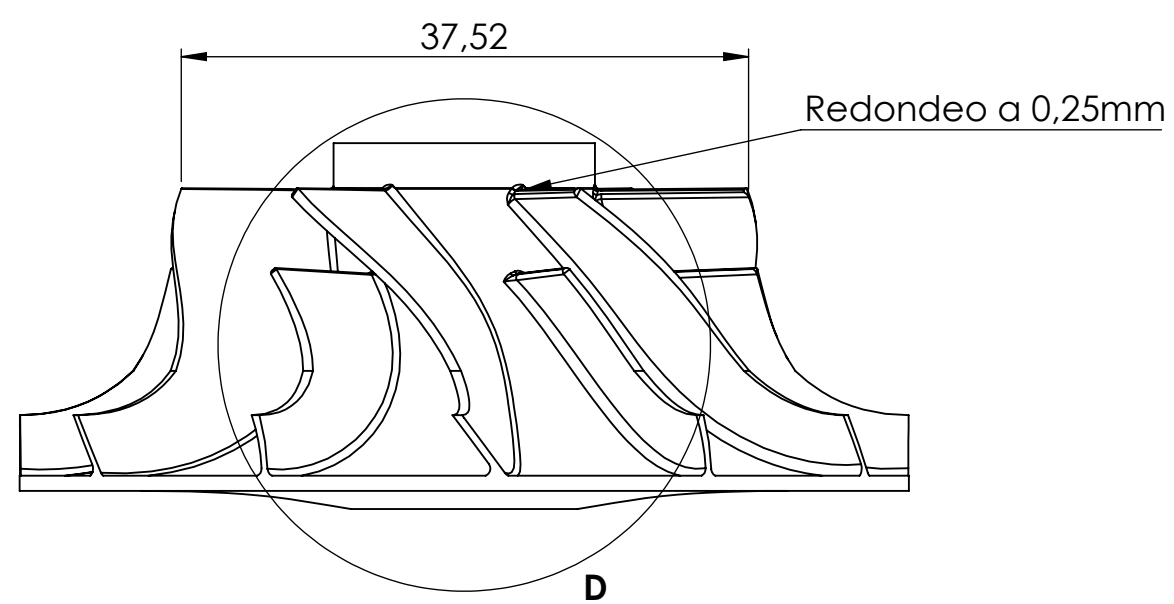
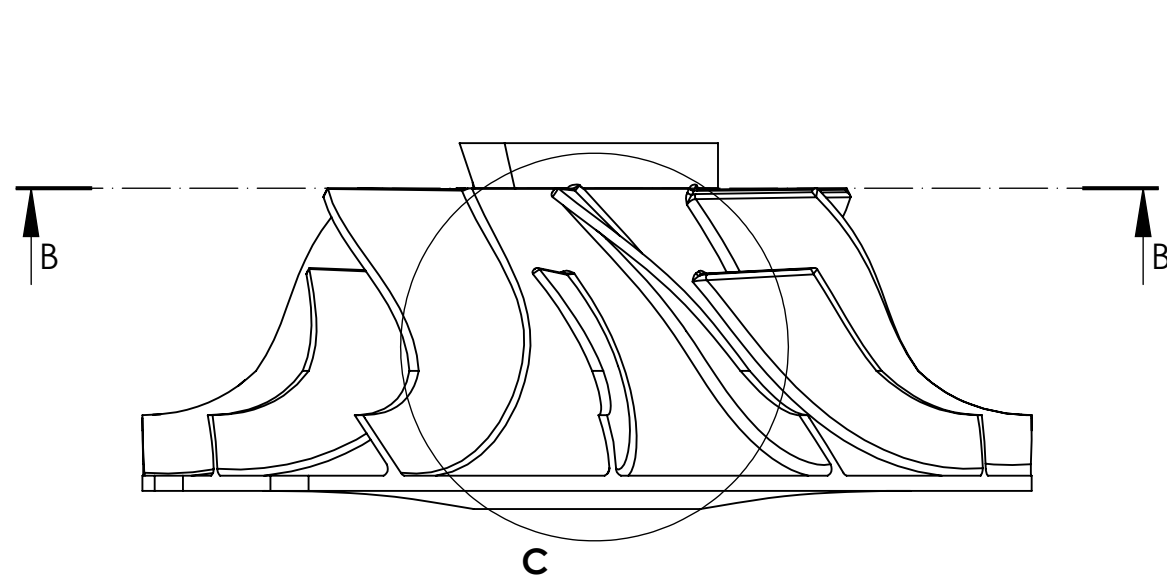
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Anillo resorte para sellado de aceite		Plano nº: 25/43

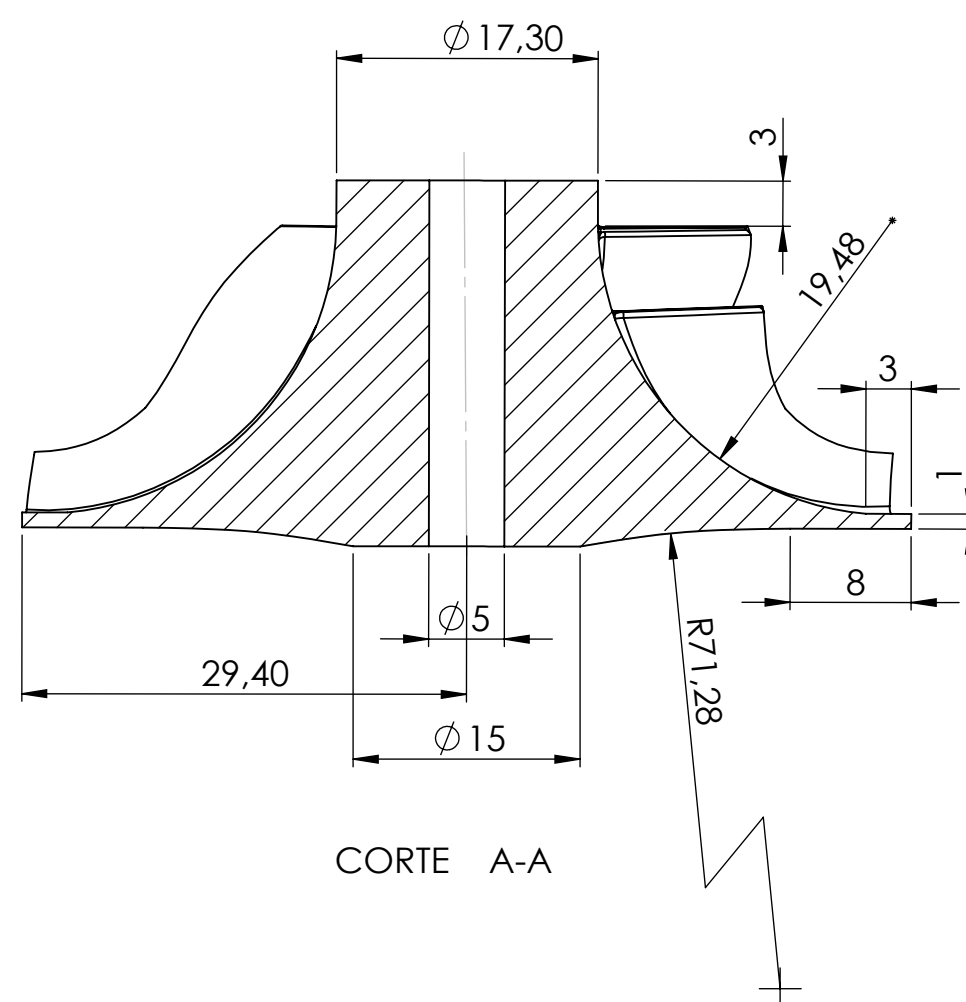
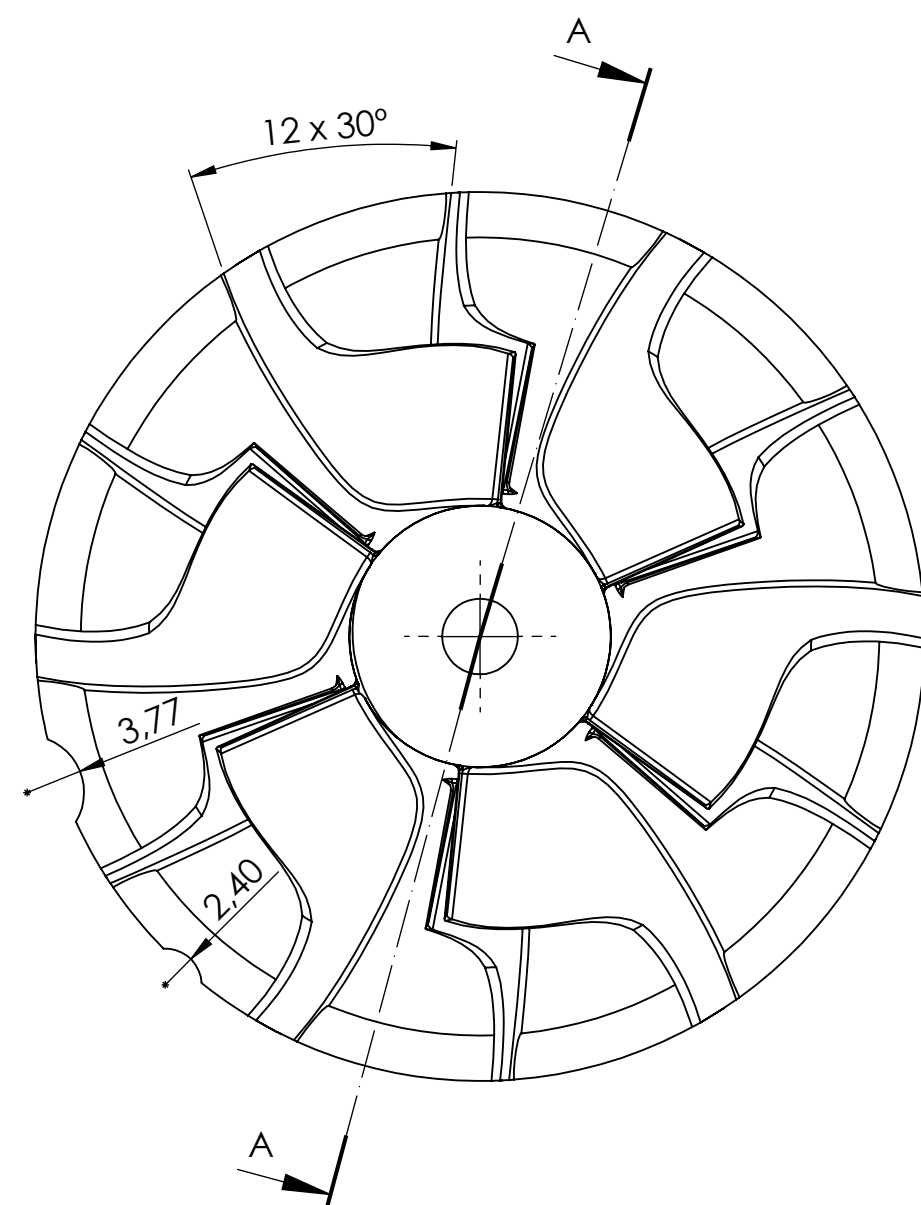


Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

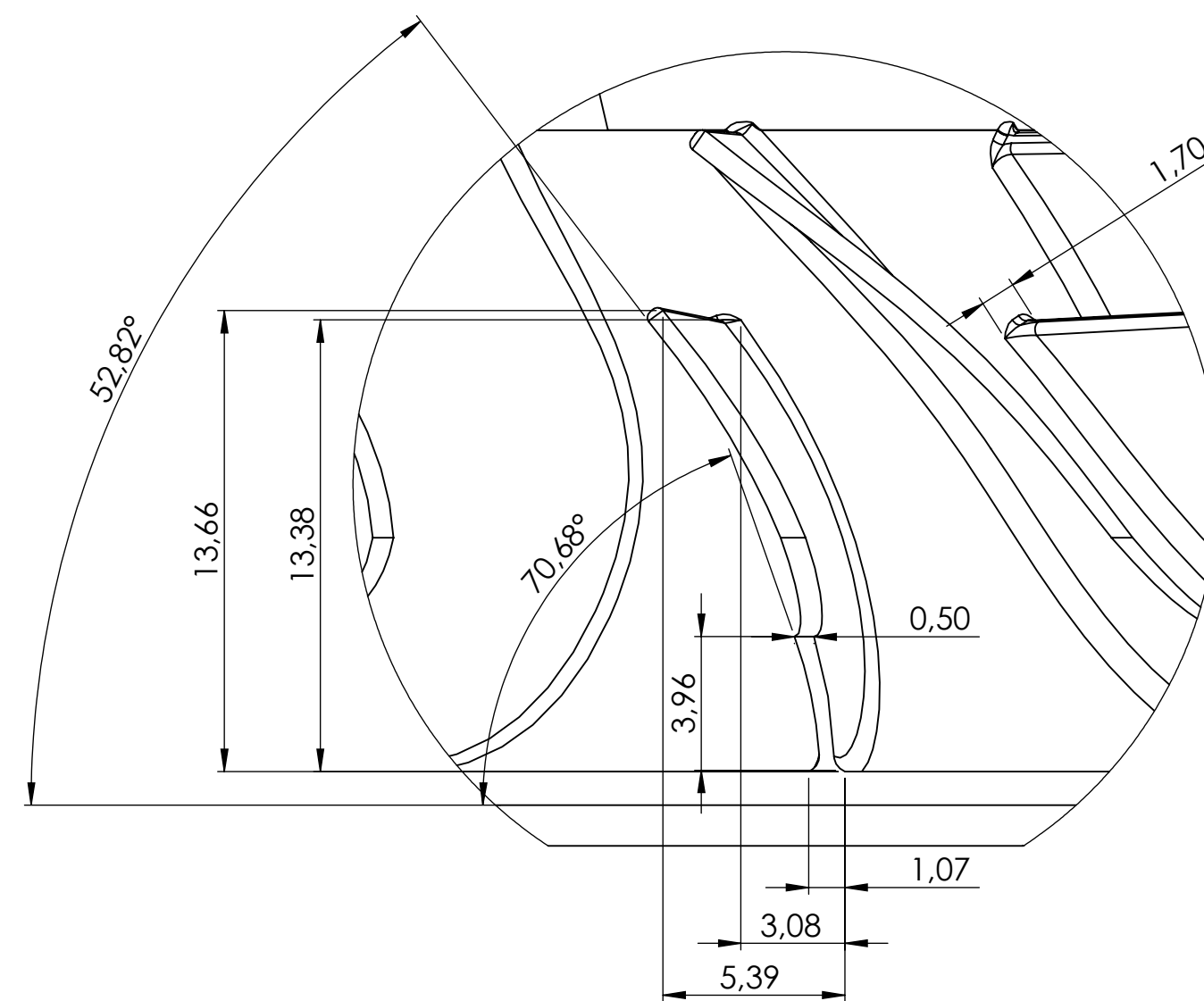
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 1:1	Junta de goma grande para cuerpo central		Plano nº: 26/43



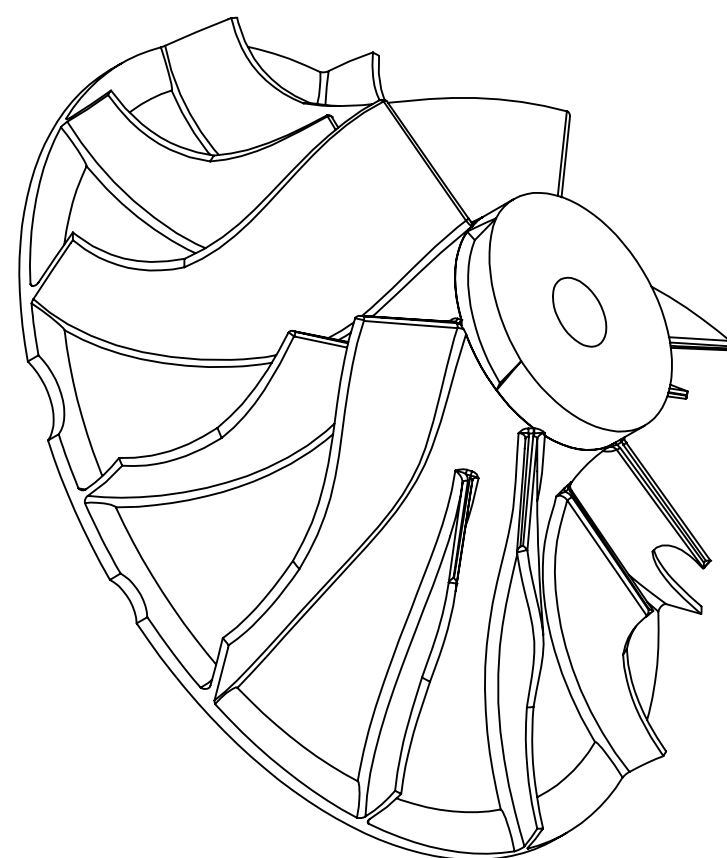
DETALLE D
ESCALA 5 : 1



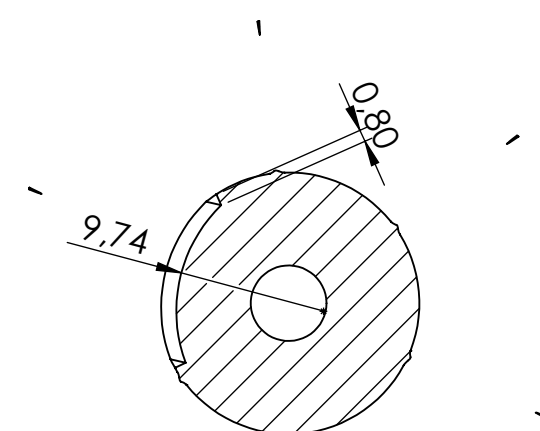
CORTE A-A



DETALLE C
ESCALA 5 : 1



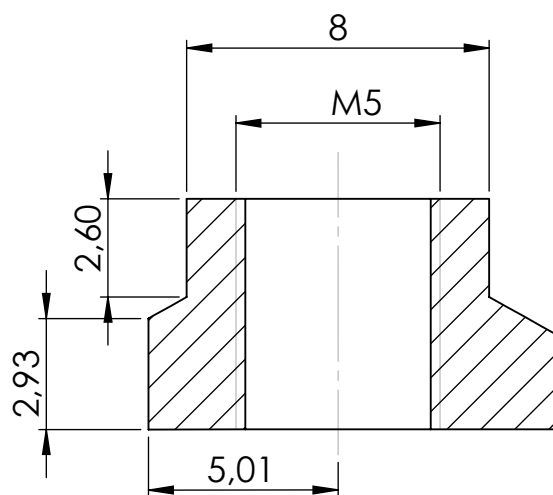
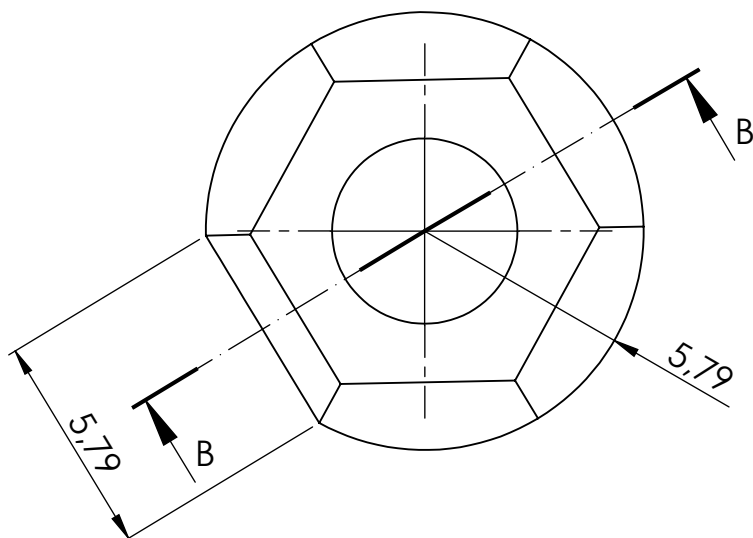
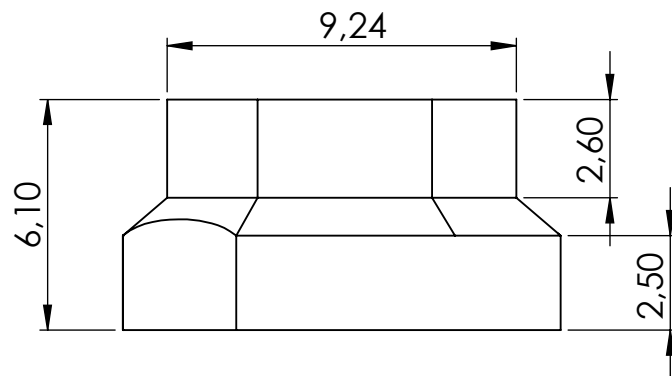
Perspectiva axonométrica 2:1



CORTE B-B

Los radios de redondeo de las aristas que unen el cuerpo base con los álabes son de 0,5 mm
Los radios de redondeo de las caras superiores de los álabes (ambas dos aristas) son de 0,25 mm

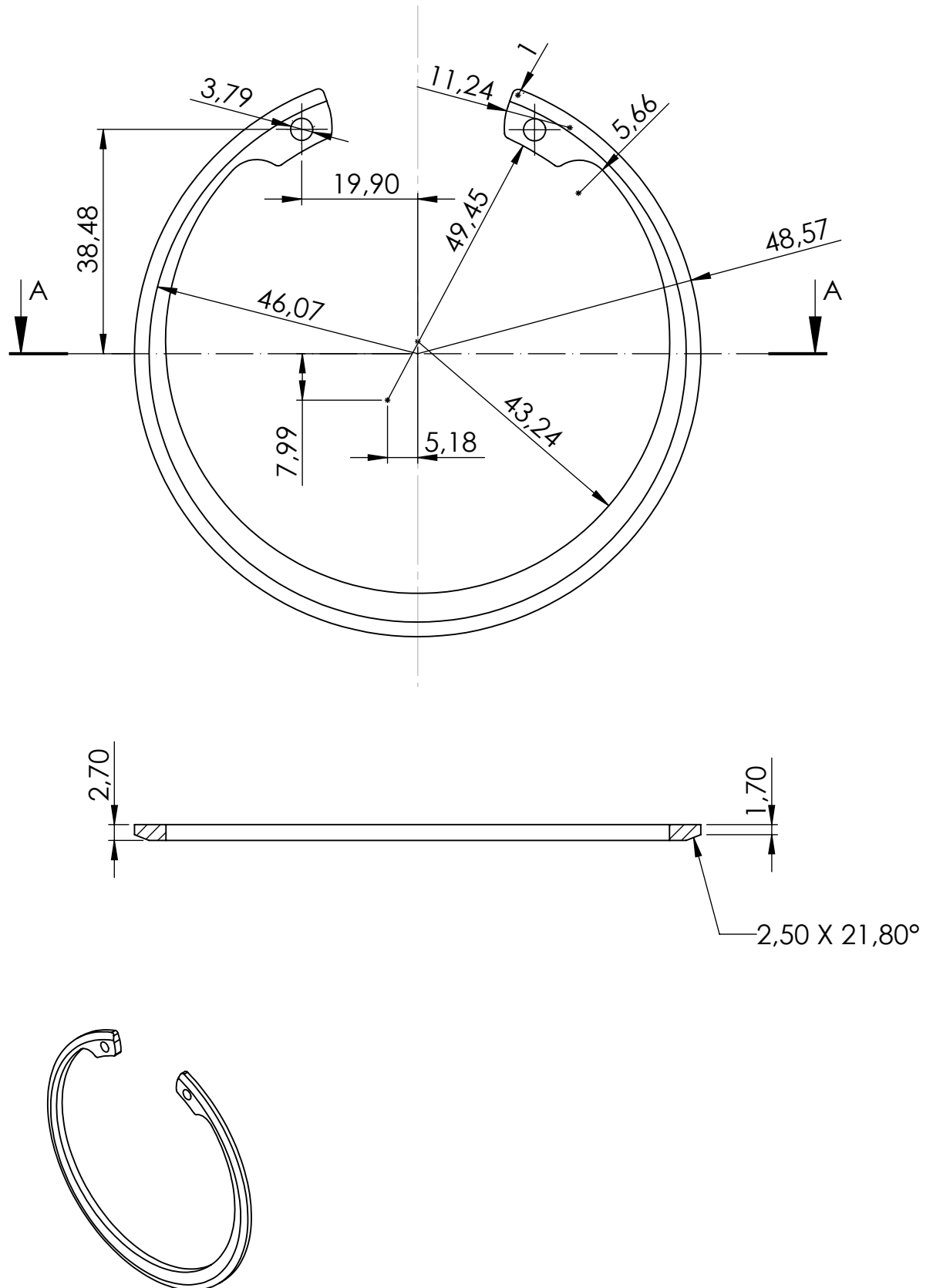
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Rueda compresora		Plano nº: 27/43



CORTE B-B

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

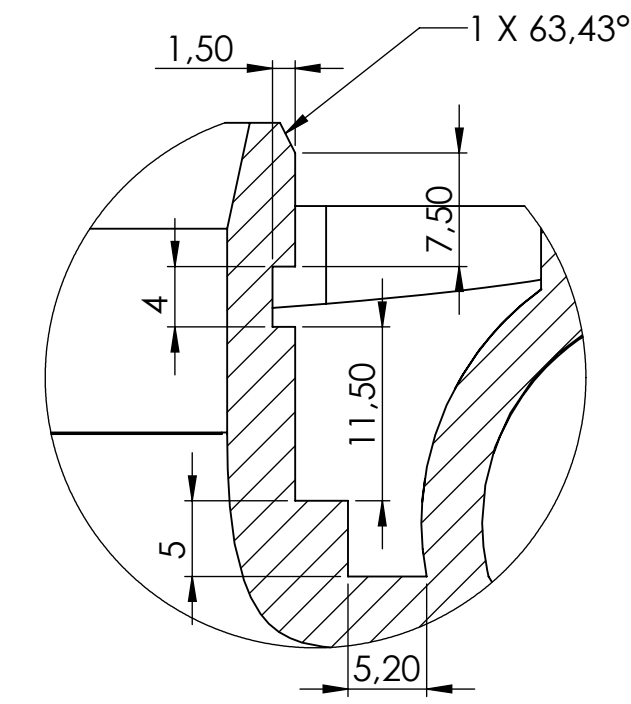
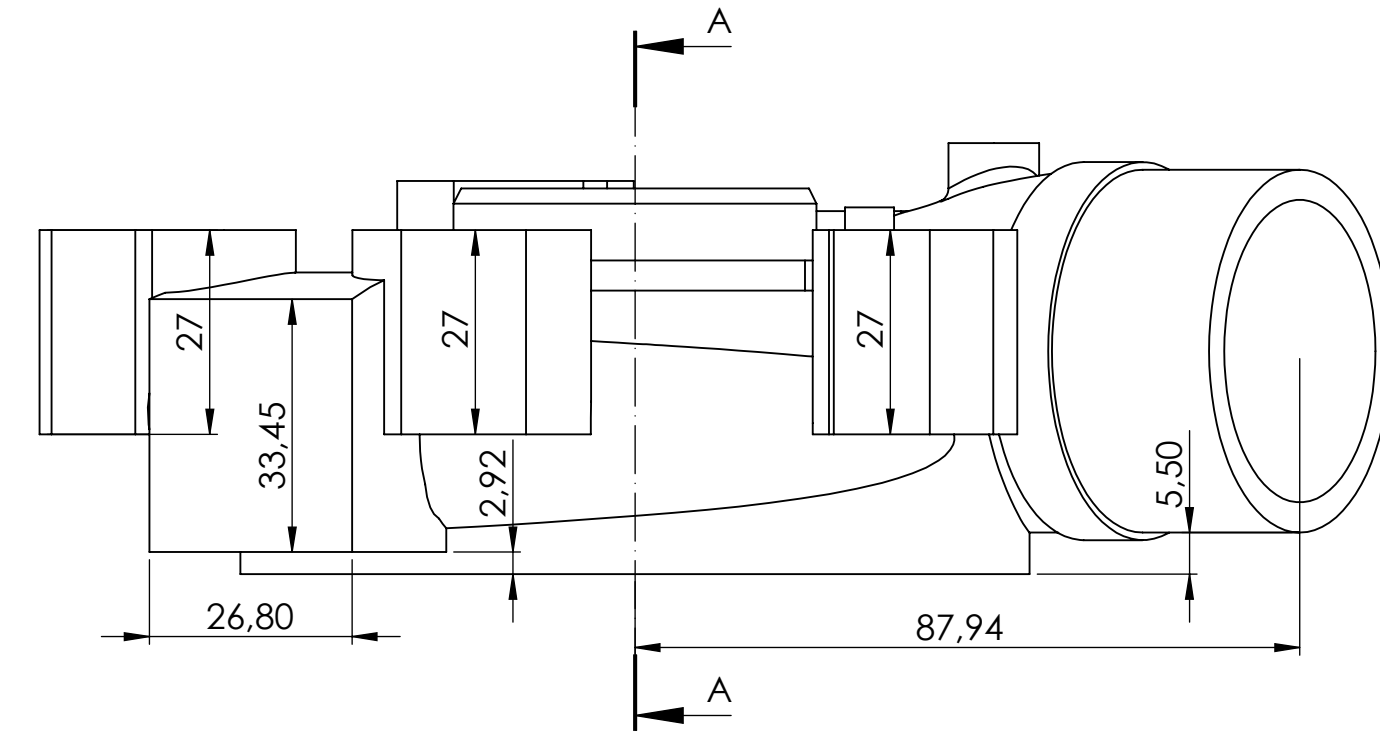
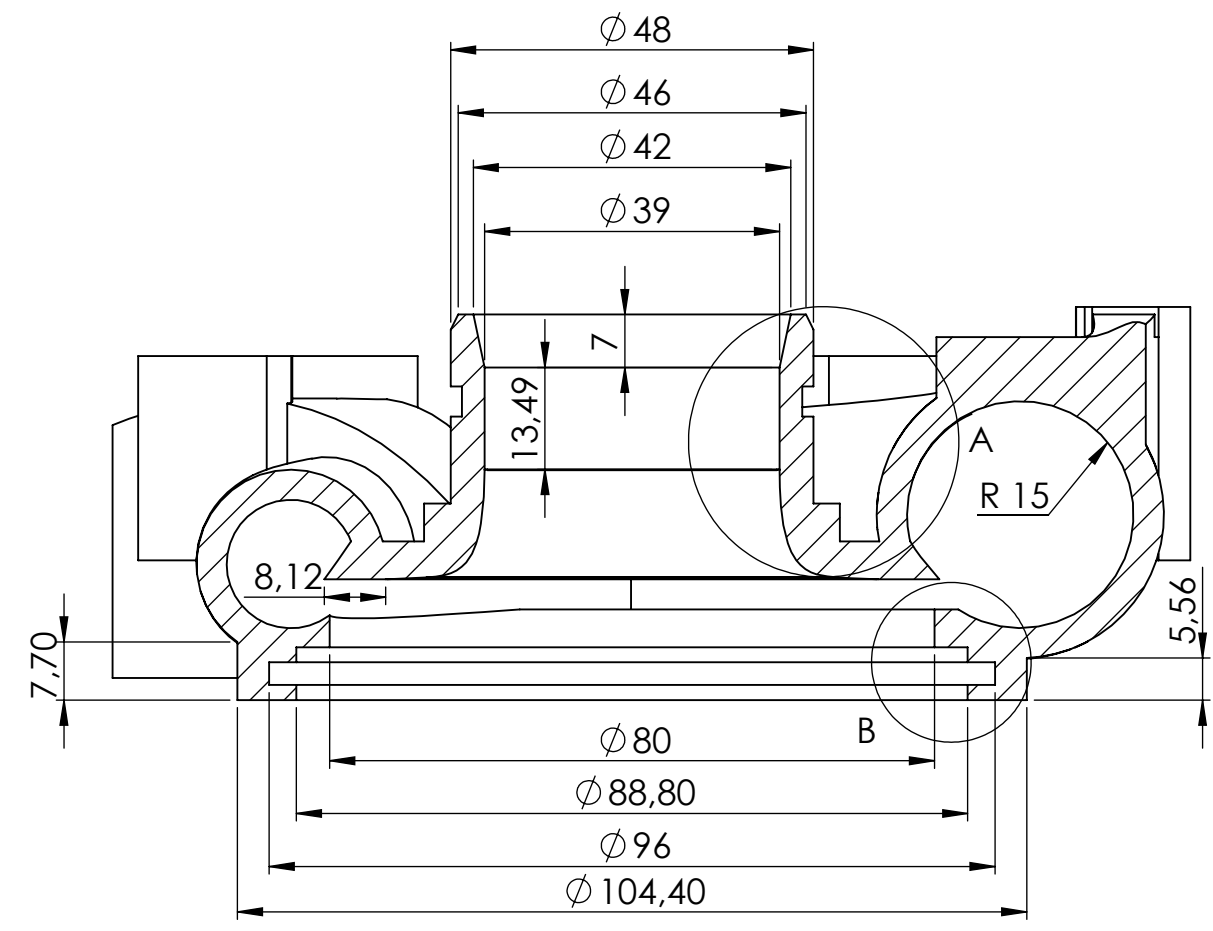
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Tuerca para eje de turbina		Plano nº: 28/43



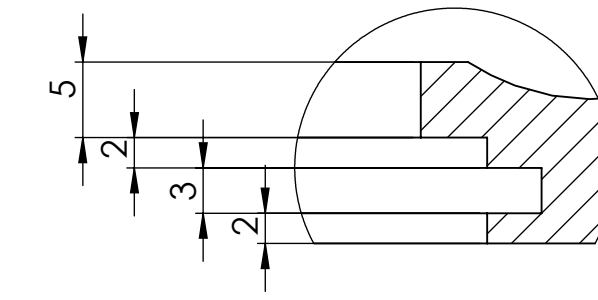
Perspectiva axonométrica 1:2

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

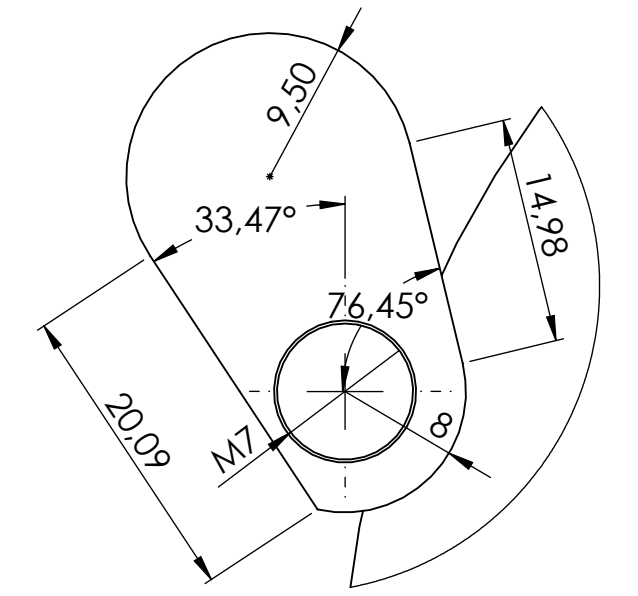
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 1:1	Anillo resorte para caracola de admisión y cuerpo central		Plano nº: 29/43



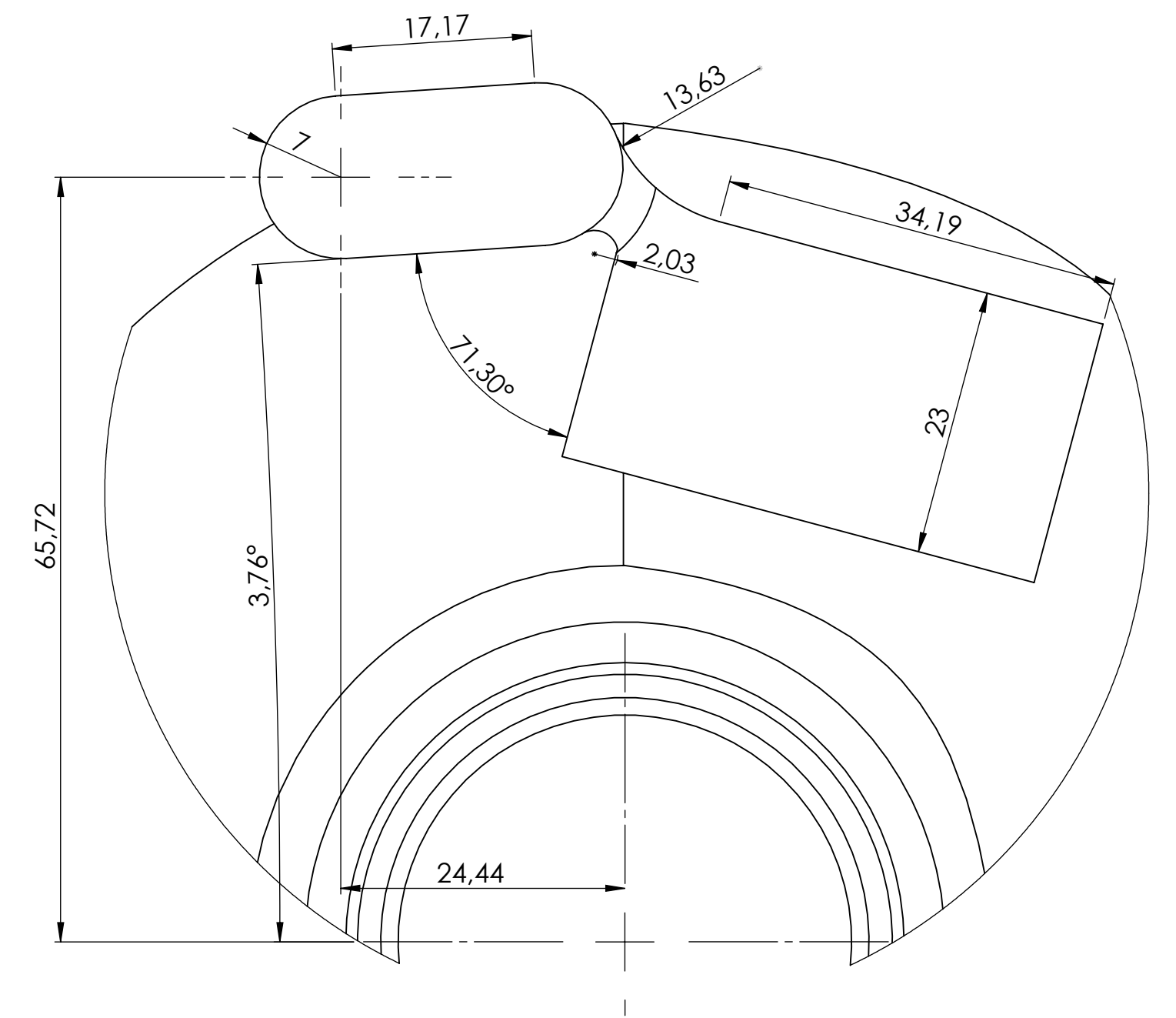
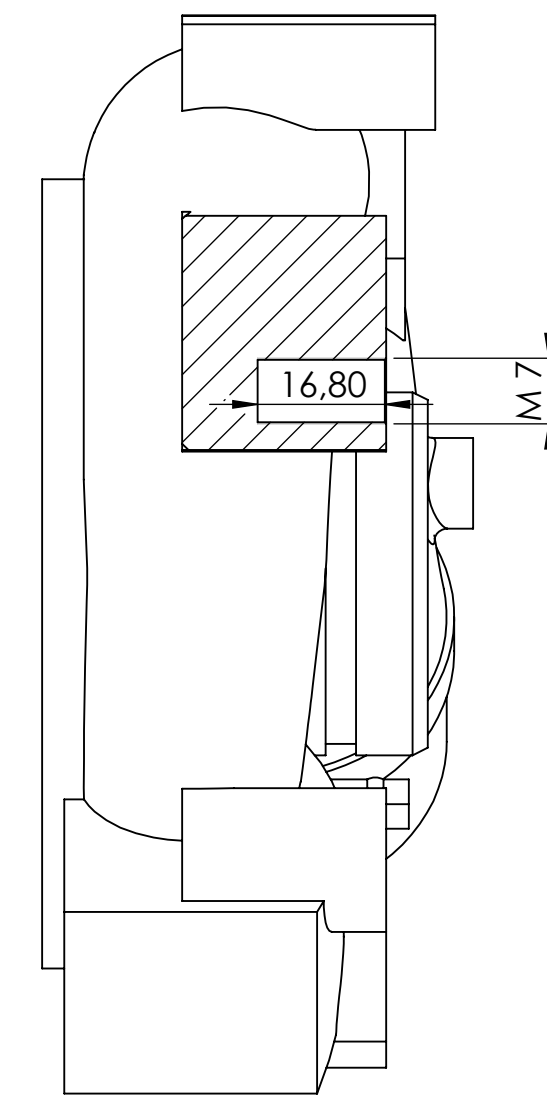
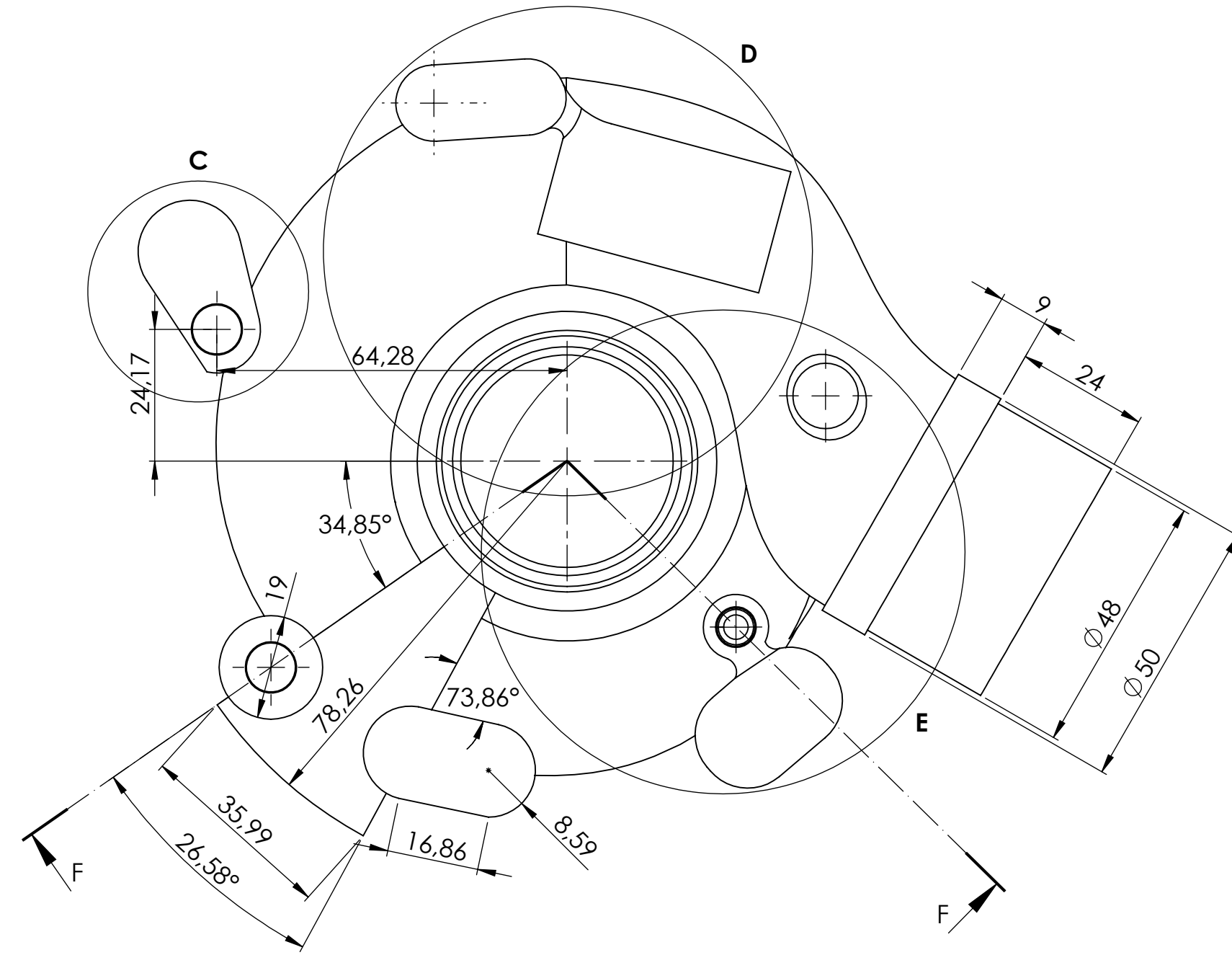
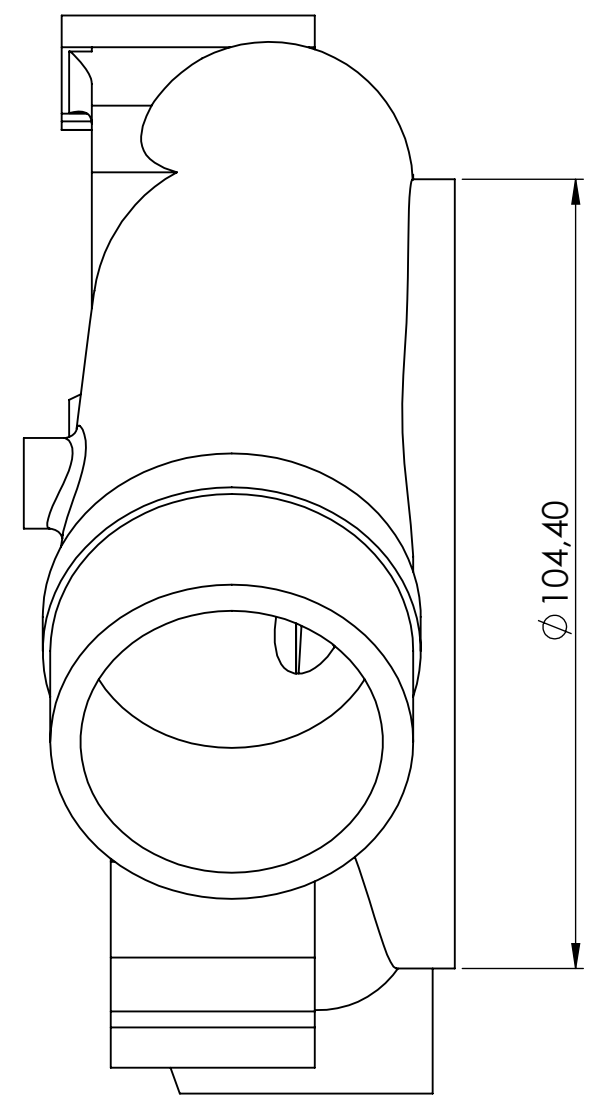
DETALLE A
ESCALA 2 : 1



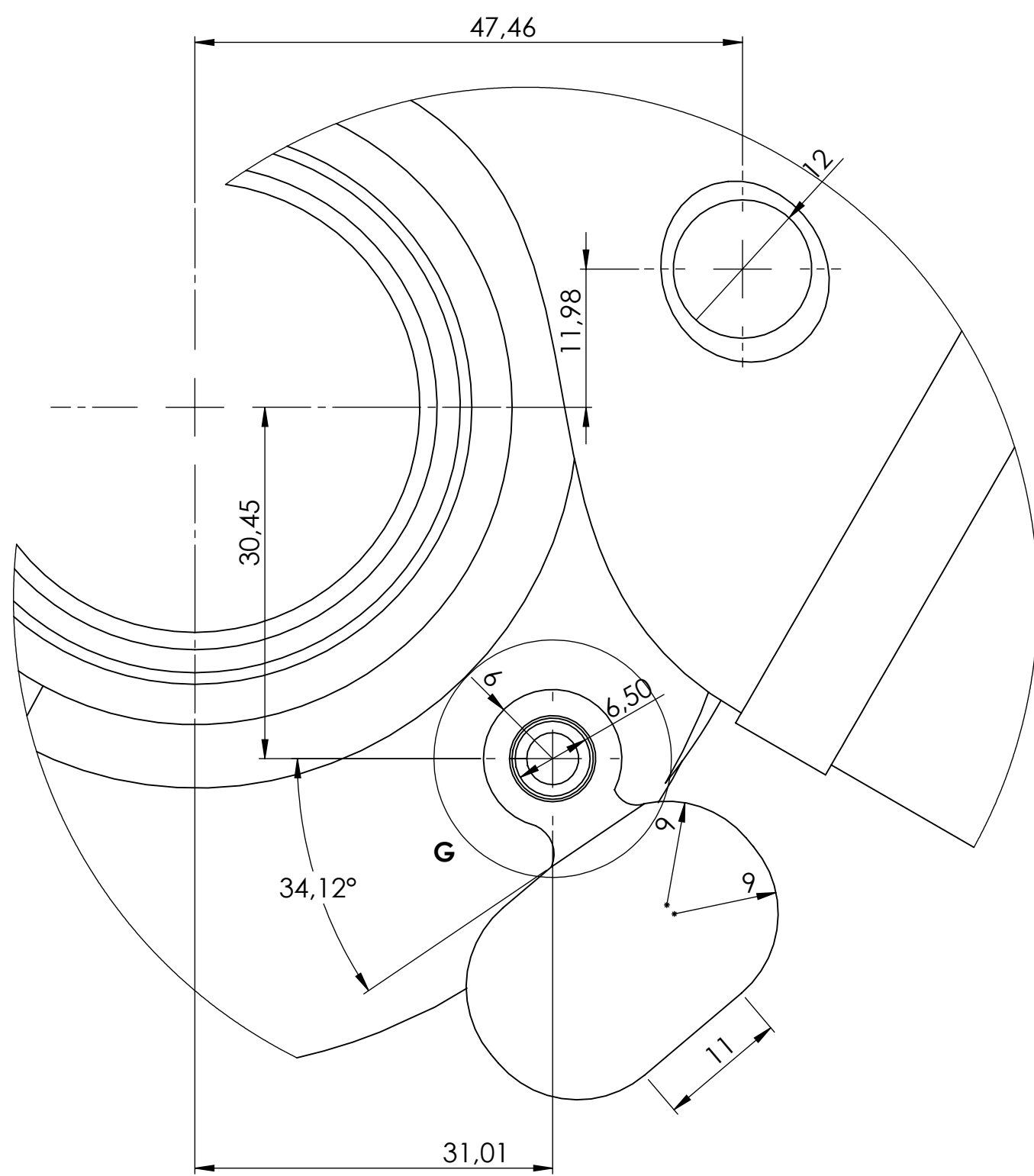
DETALLE B
ESCALA 2 : 1



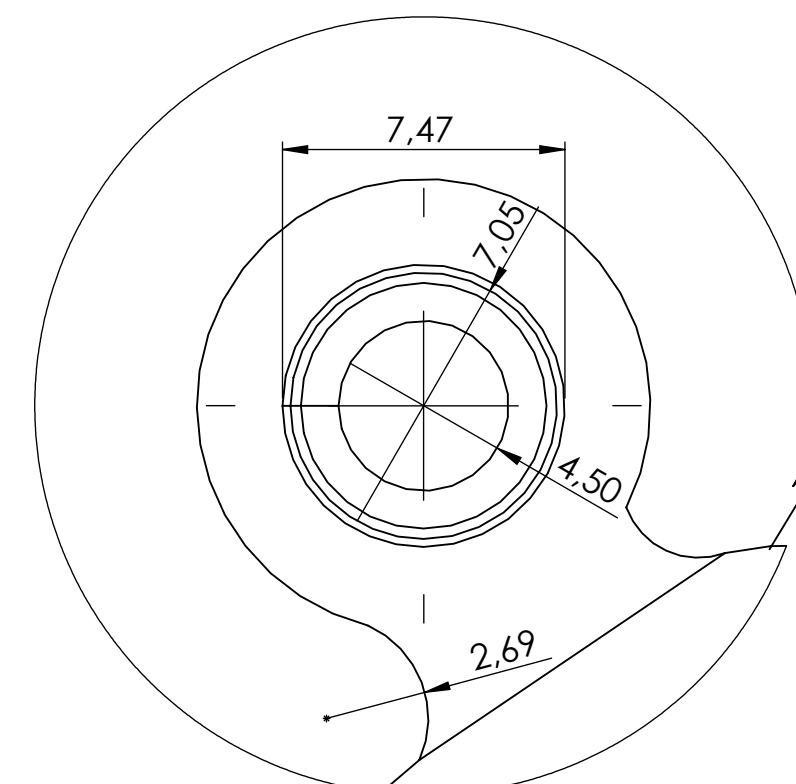
DETALLE C
ESCALA 2 : 1



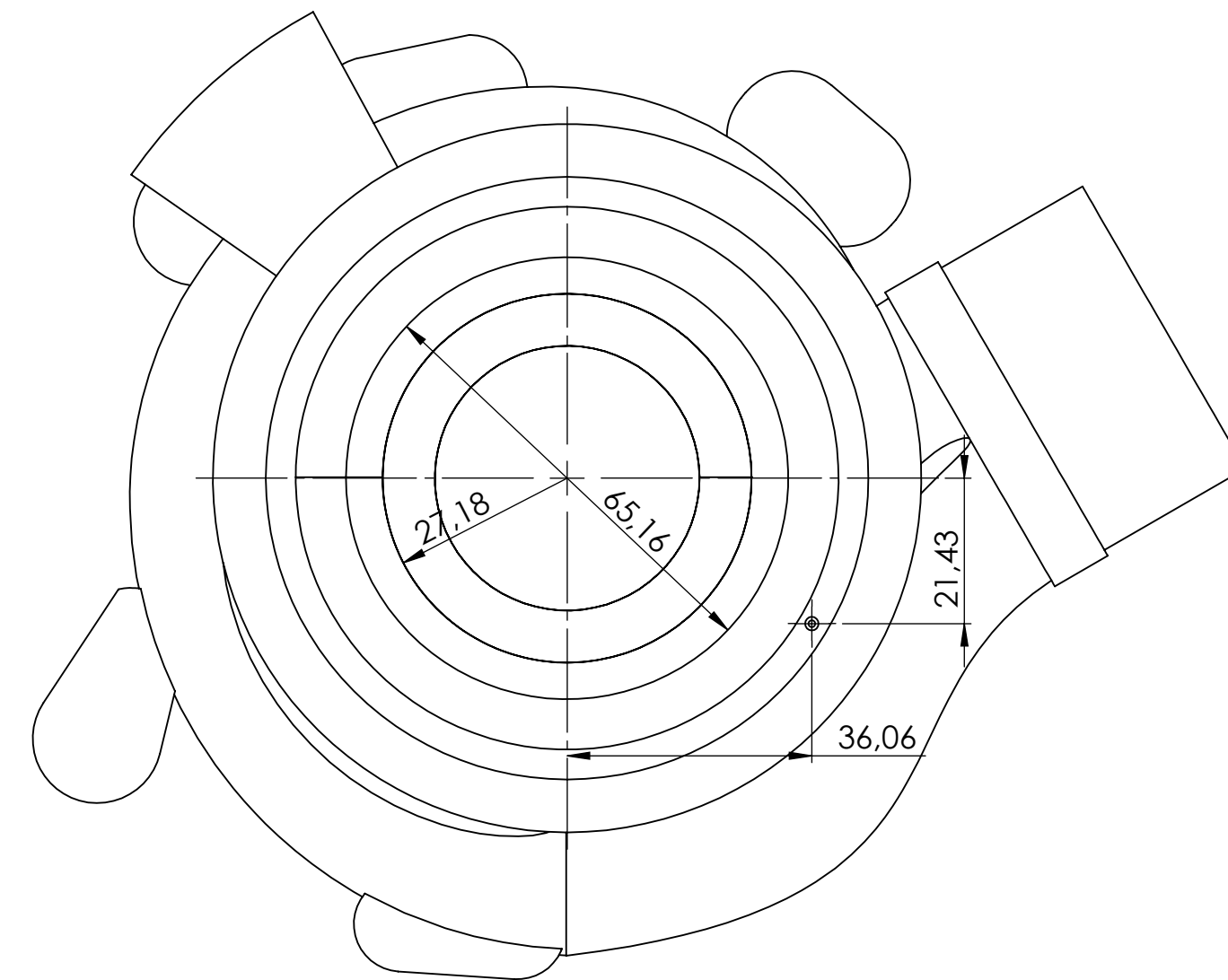
DETALLE D
ESCALA 2 : 1



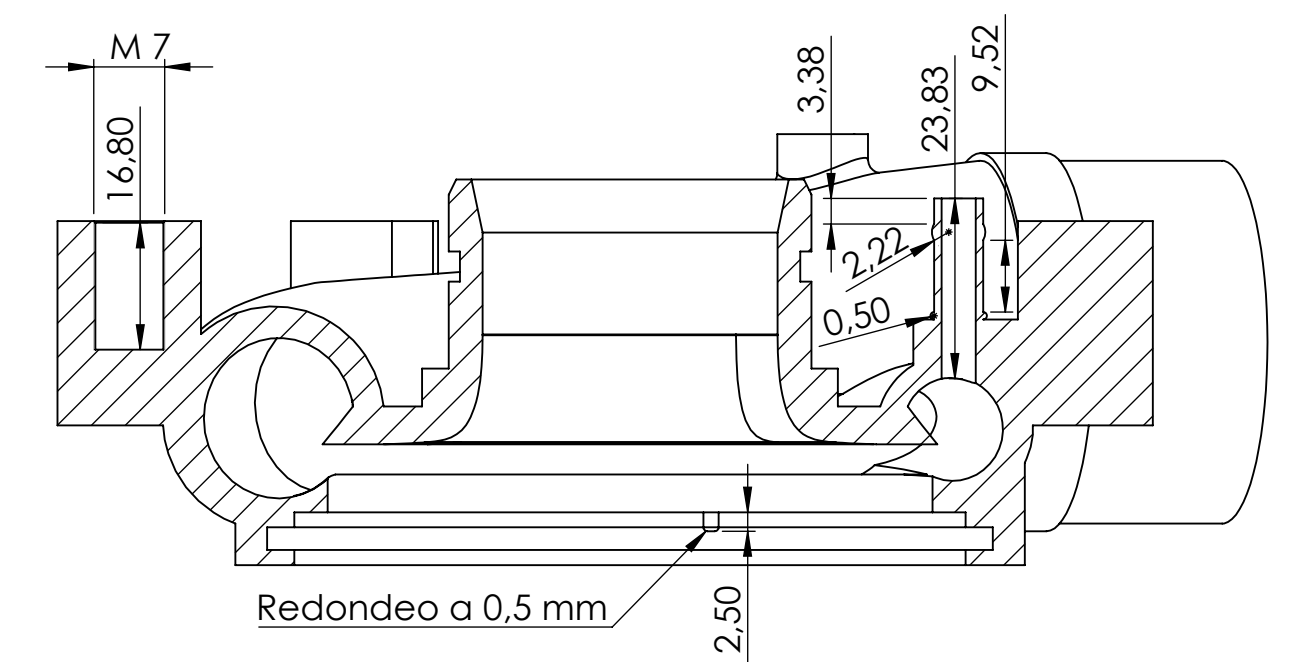
DETALLE E
ESCALA 2 : 1



DETALLE G
ESCALA 5 : 1

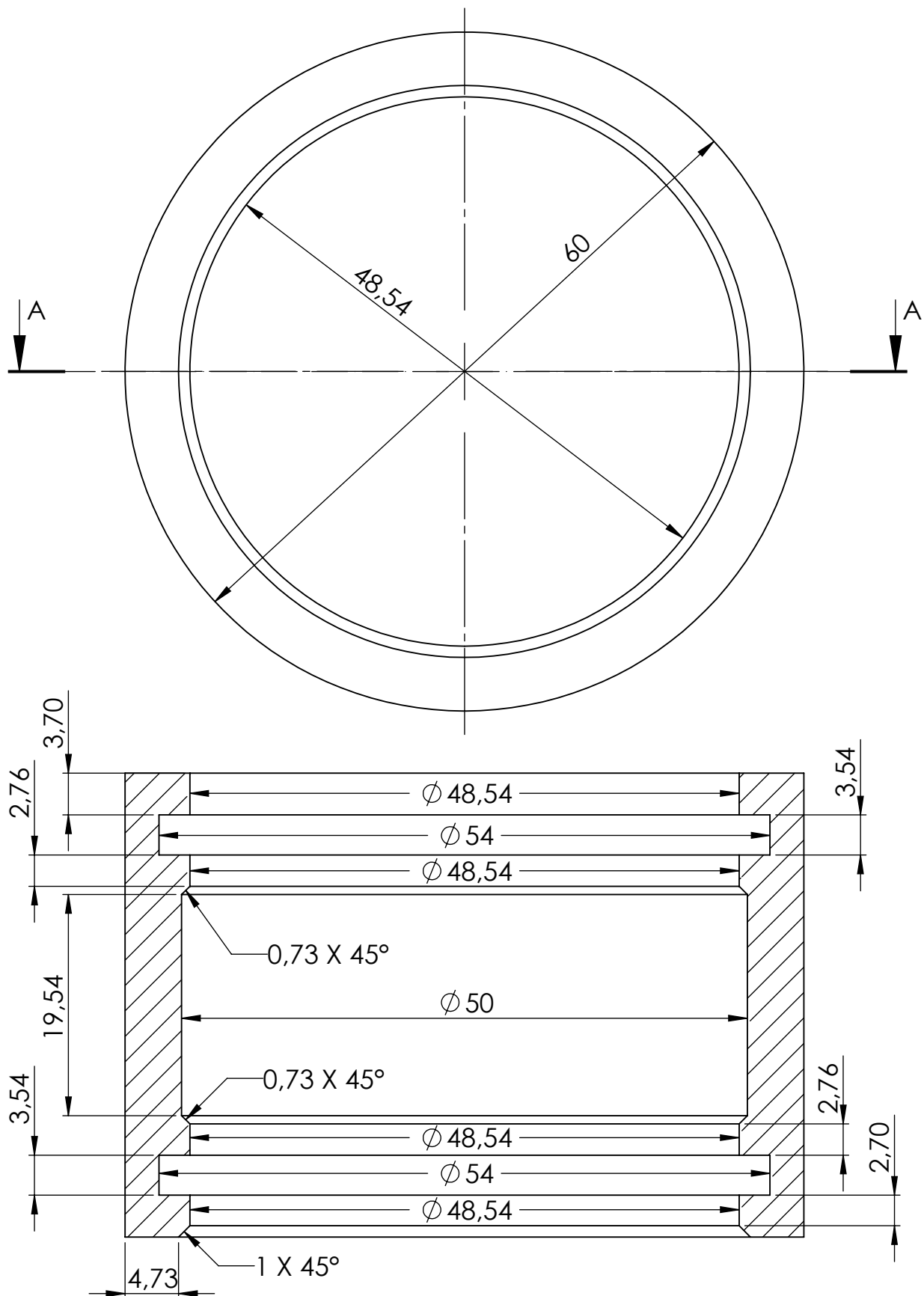


Vista auxiliar planta posterior 1:1



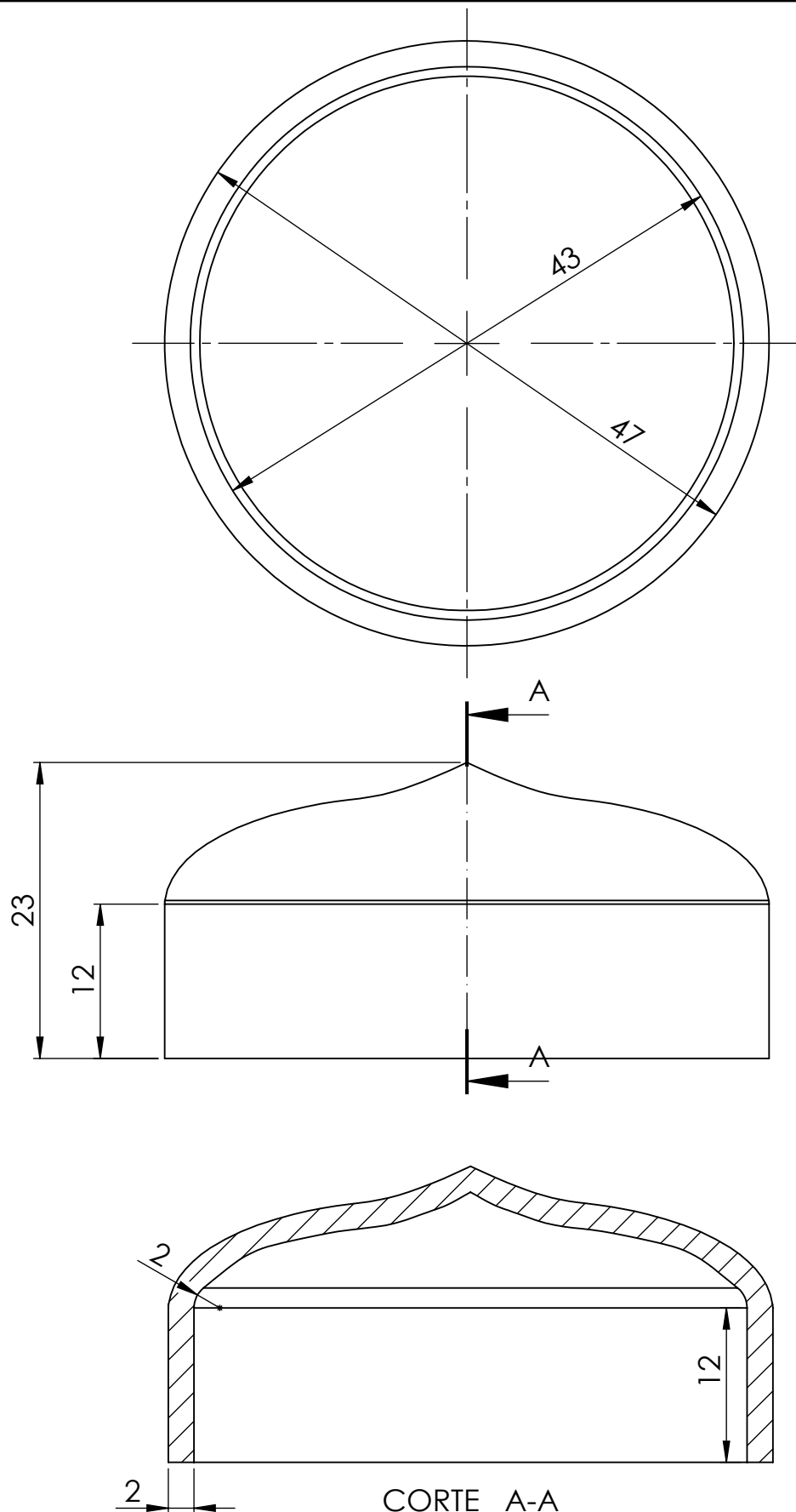
CORTE F-F

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
Dibujado	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Comprobado	Juan Pablo Romero Moral		
	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA	Caracola de admisión		Plano nº: 30/43
1:1			



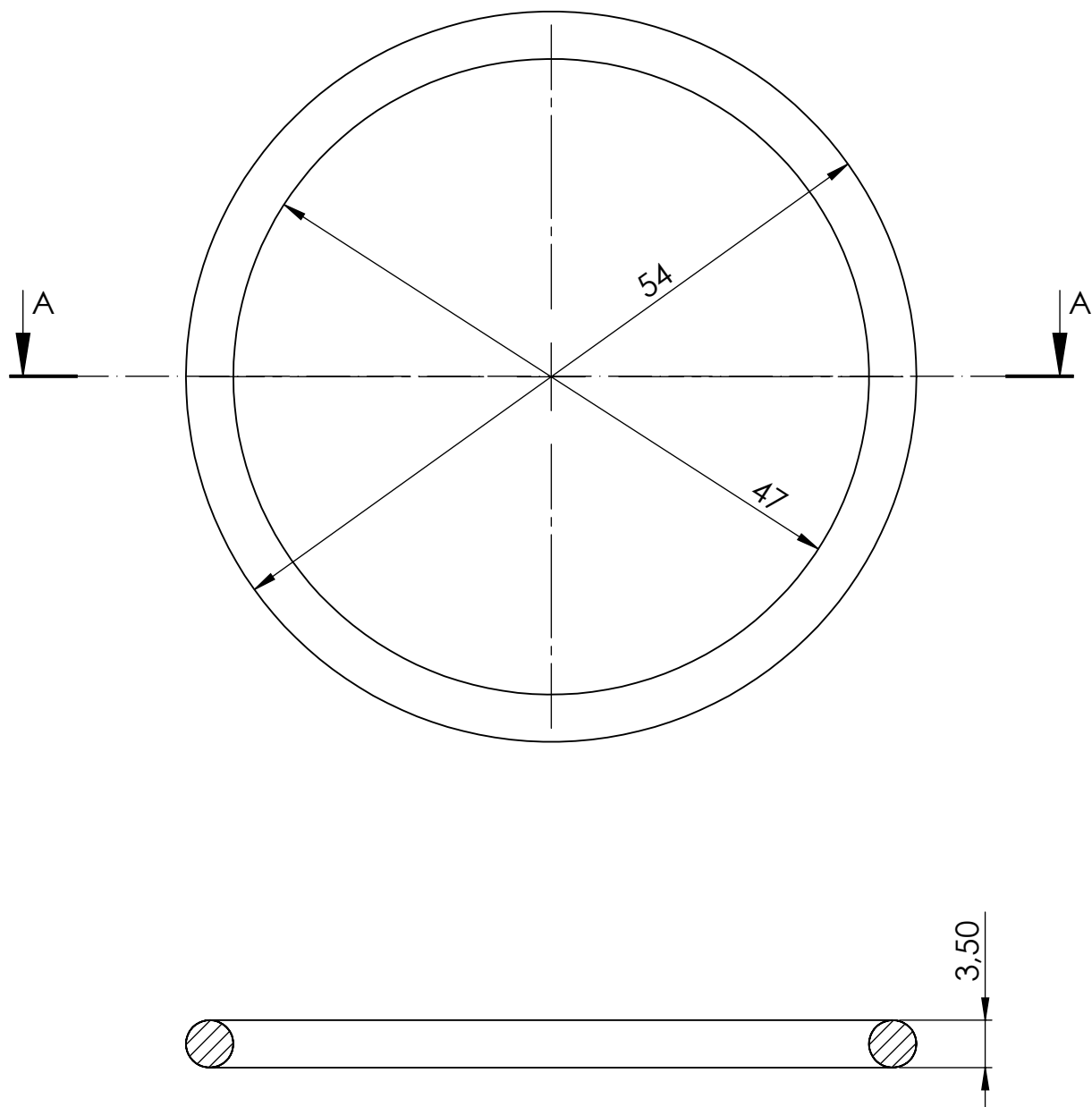
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Cilindro protector de extremo para caracola admisión		Plano n°: 31/43



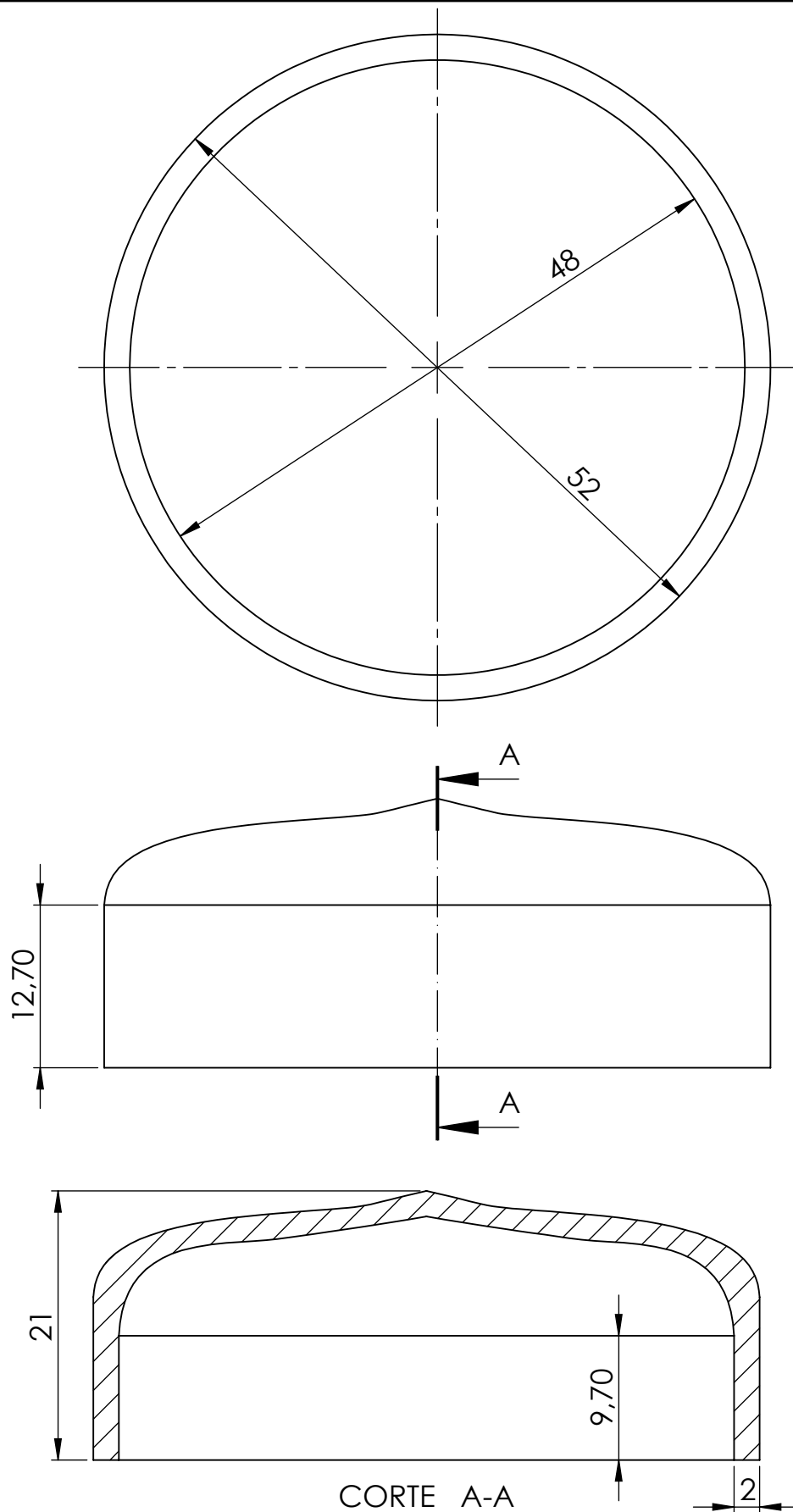
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Protector de goma (cilindro)		Plano nº: 32/43



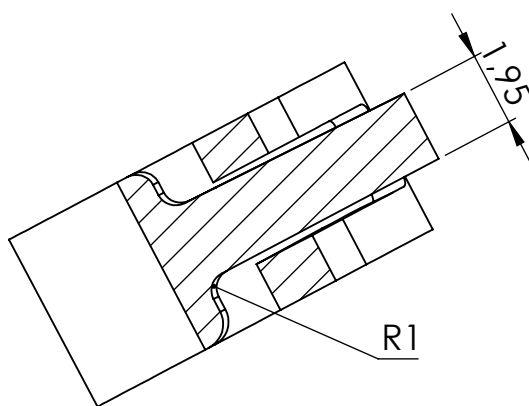
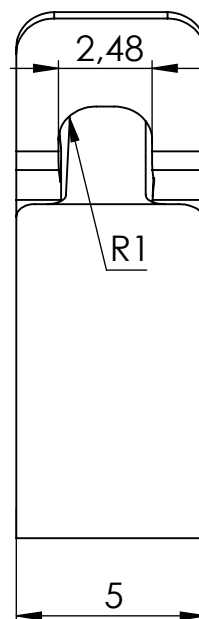
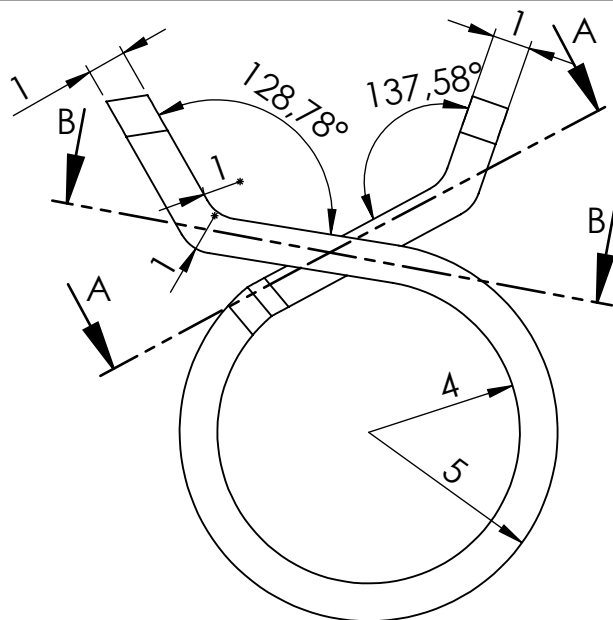
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Junta de goma para cilindro de protección		Plano nº: 33/43

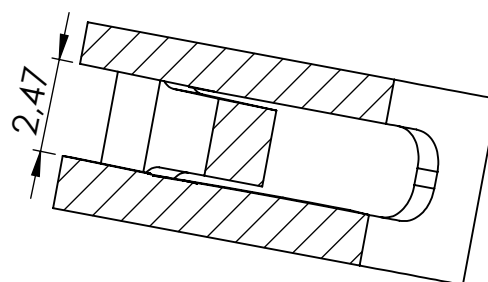


Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

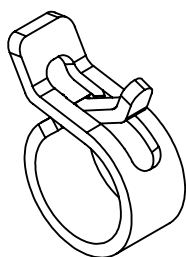
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Protector de goma (admisión)		Plano nº: 34/43



CORTE A-A



CORTE B-B

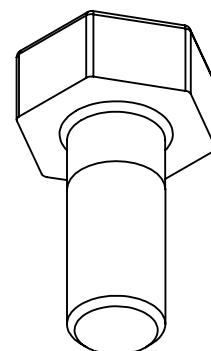
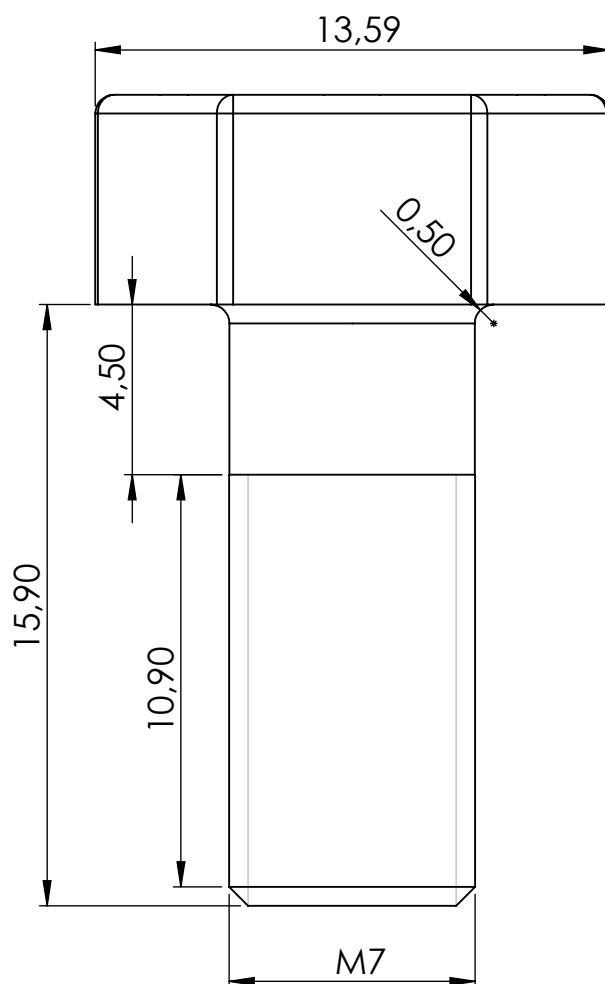
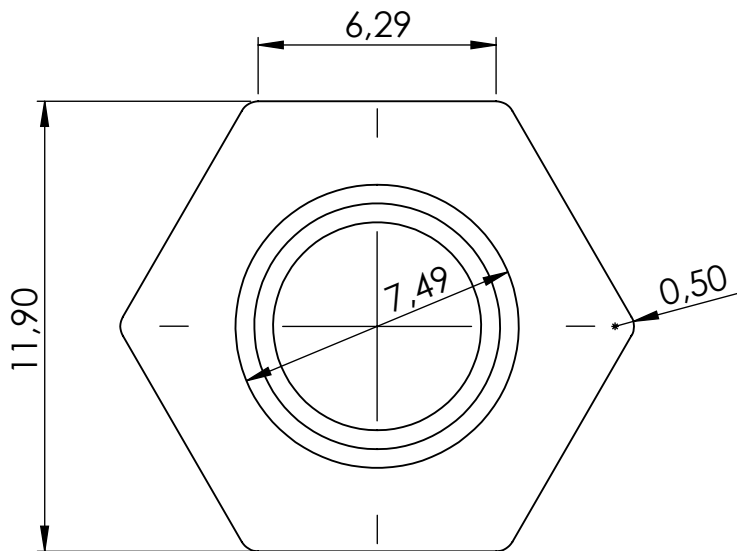


Perspectiva
axonométrica 2:1

Los radios no señalizados son de 1 mm

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

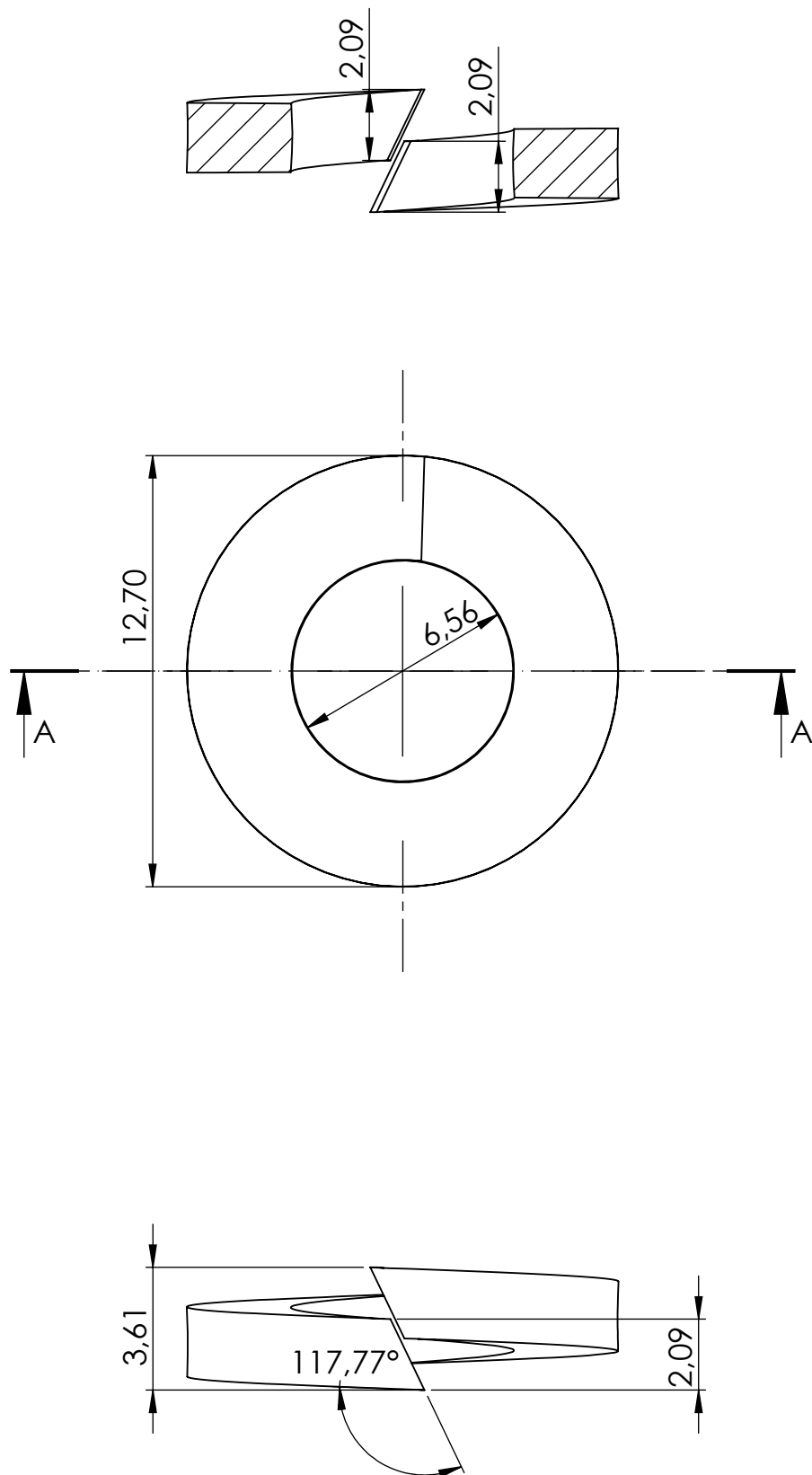
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Brida elástica		Plano nº: 35/43



Perspectiva
axonométrica 2:1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

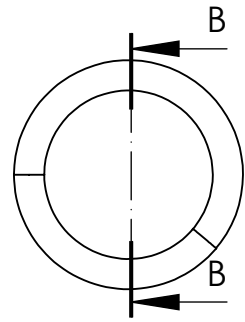
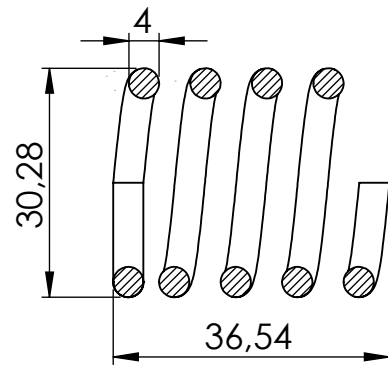
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Tornillo union valvula de presión con caracola de admisión		Plano nº: 36/43



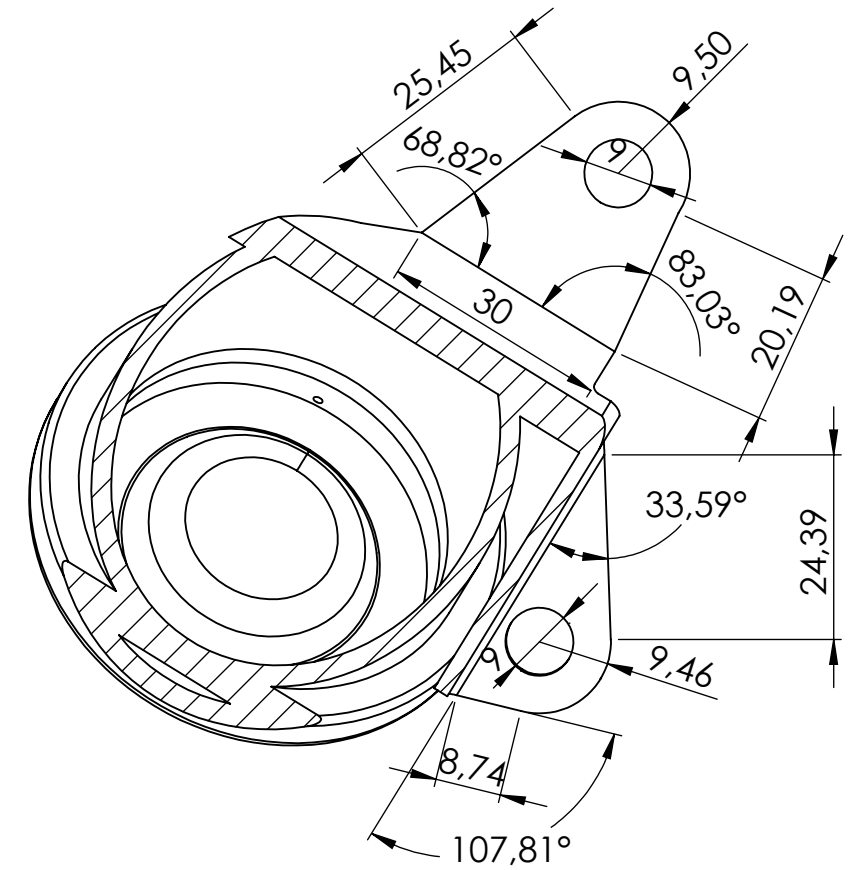
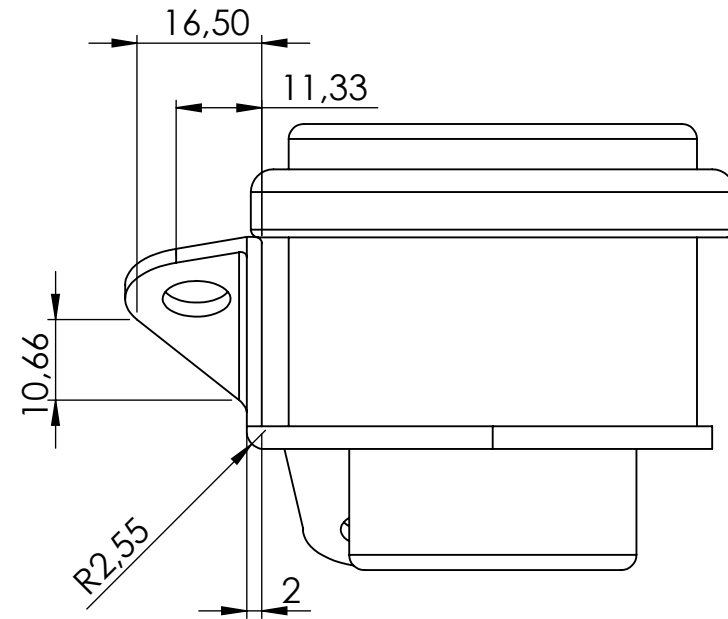
Perspectiva
axonométrica 2:1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

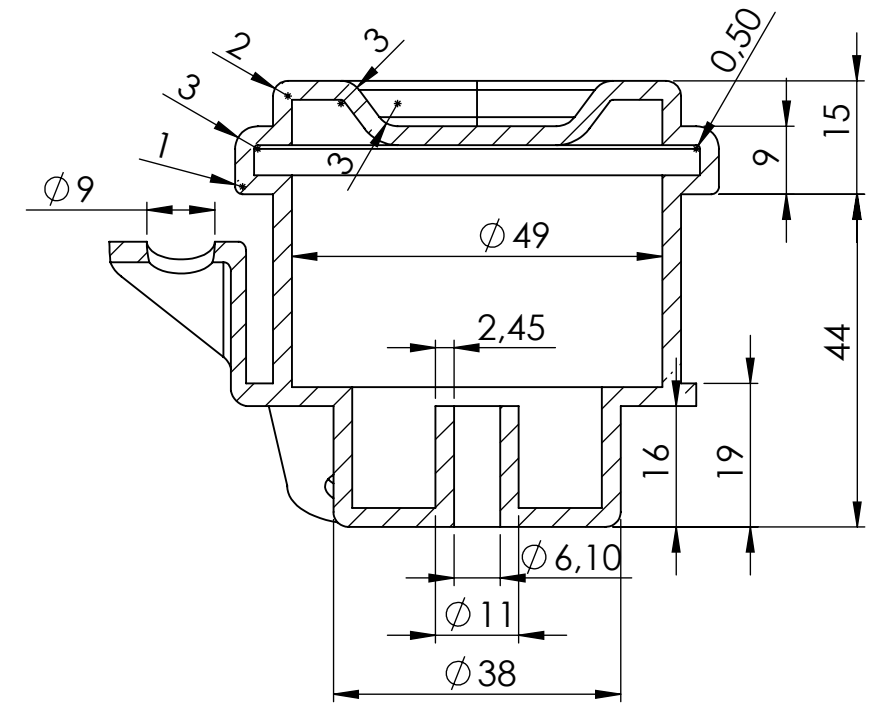
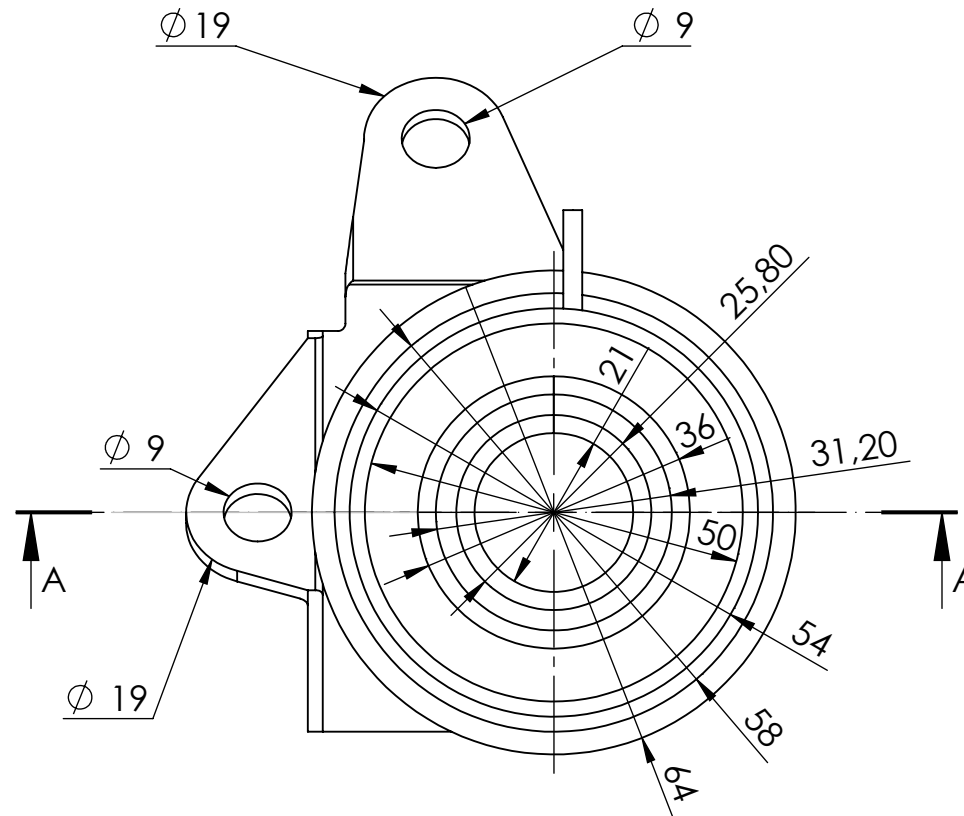
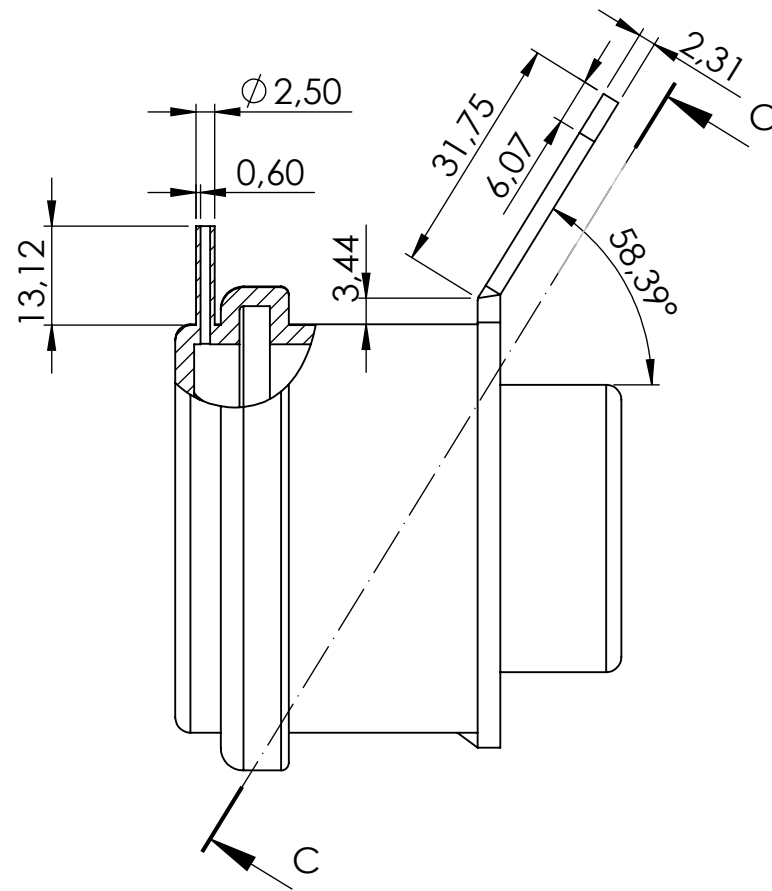
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Arandela de apriete para la valvula de presión		Plano nº: 37/43



Vista superior
muelle interno

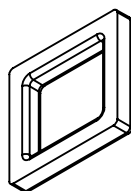
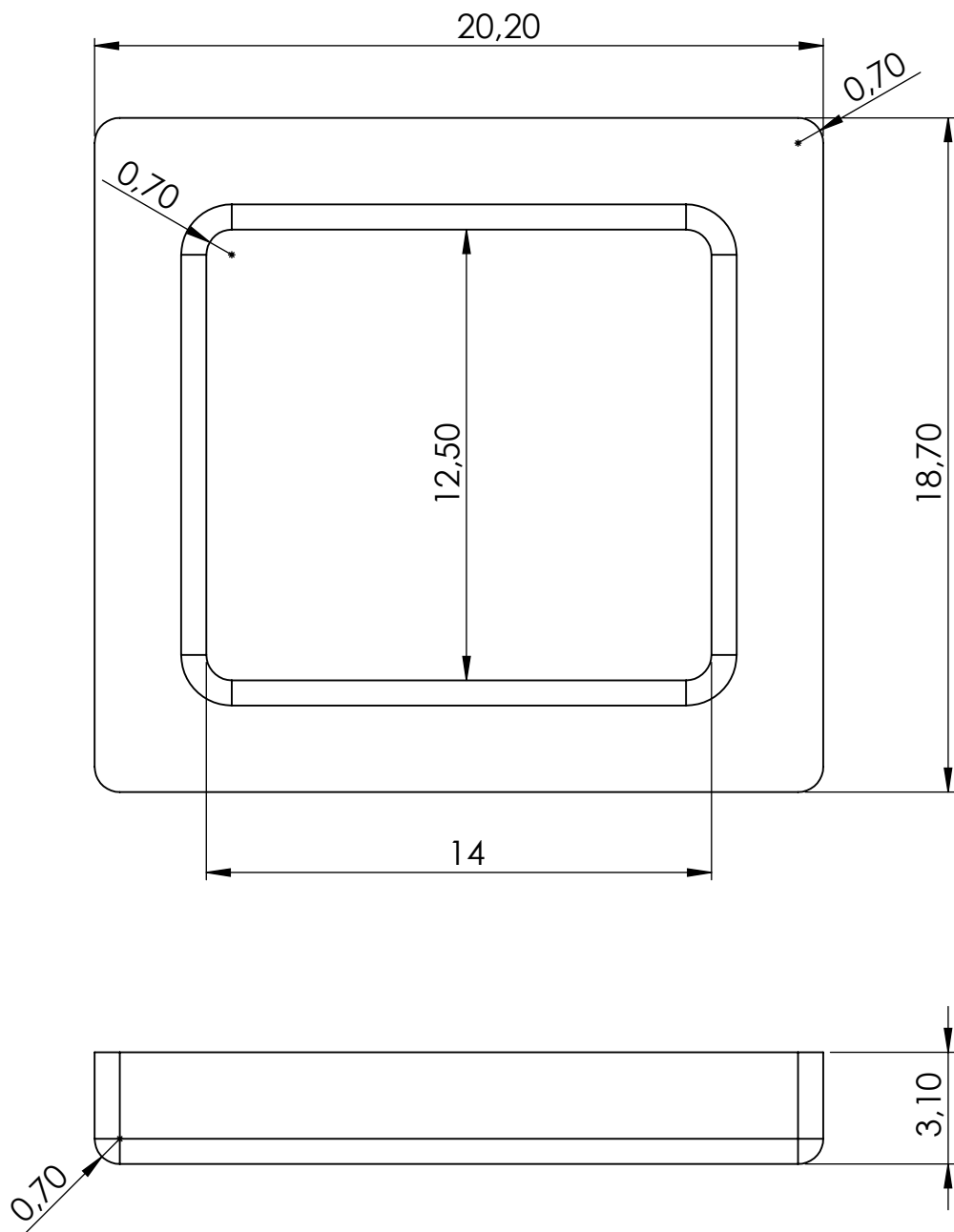


CORTE C-C



CORTE A-A

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 1:1	Valvula de presión		Plano nº: 38/43

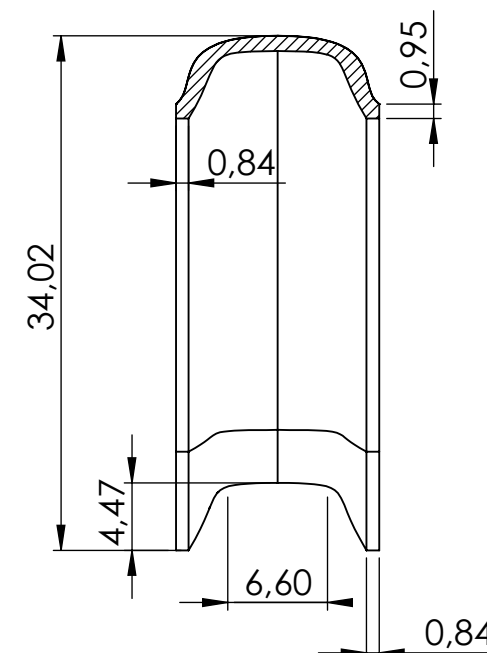
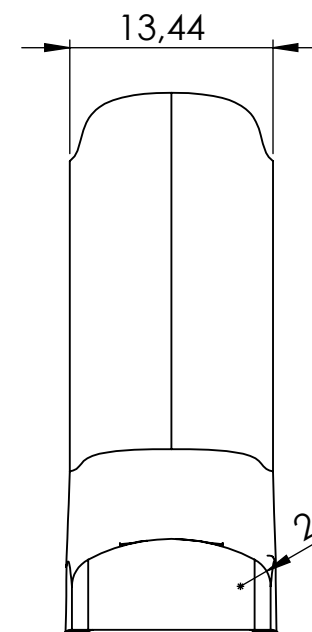
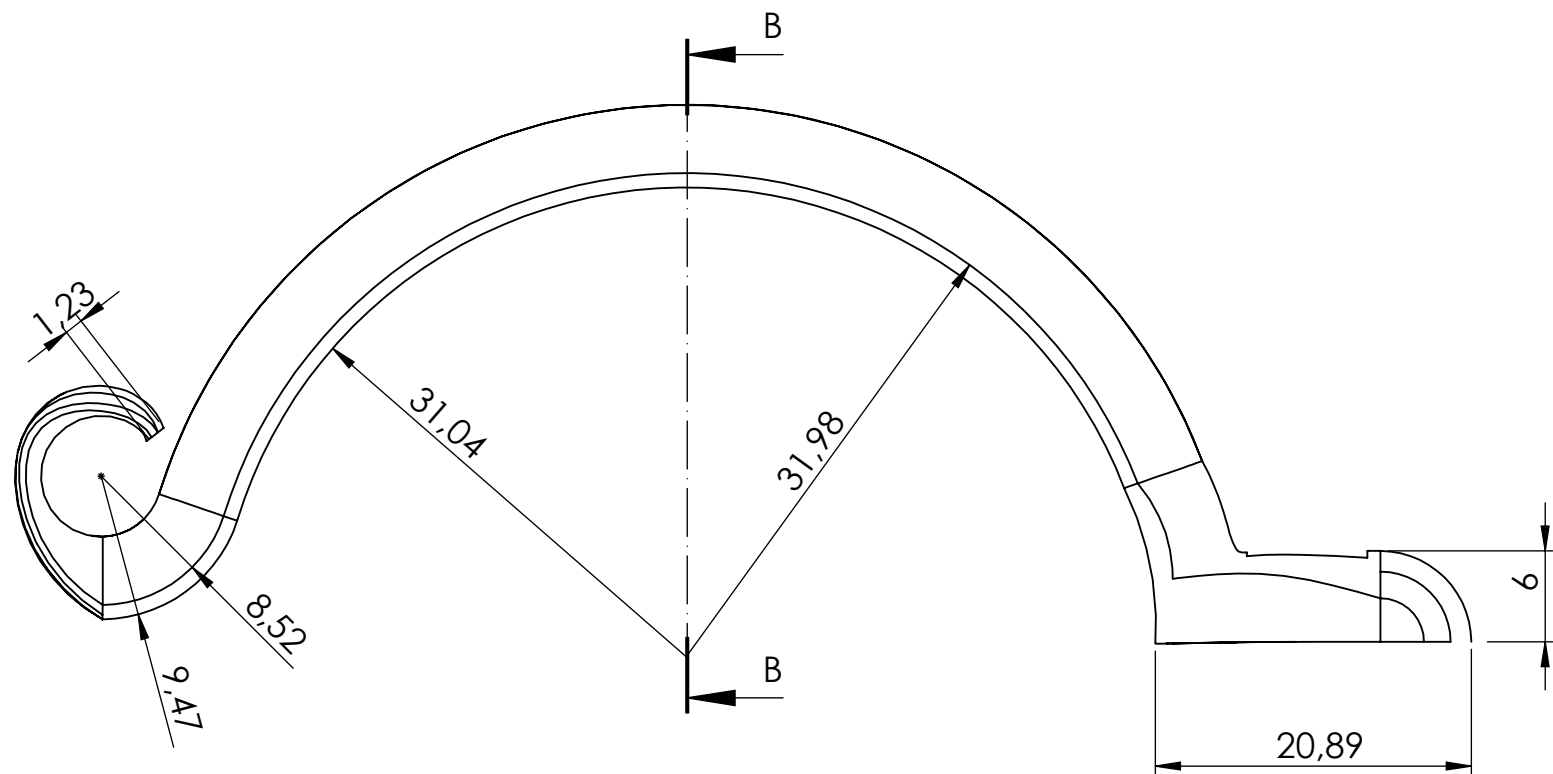


Vista isométrica 1:1

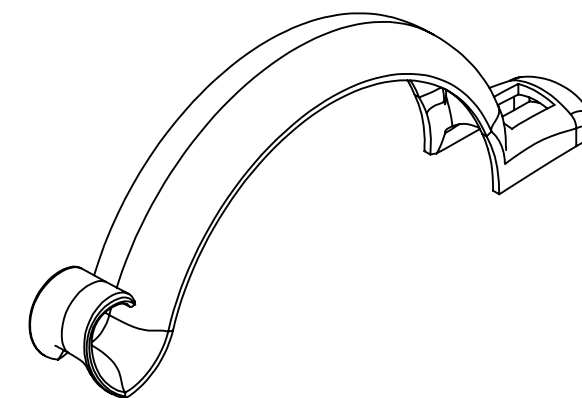
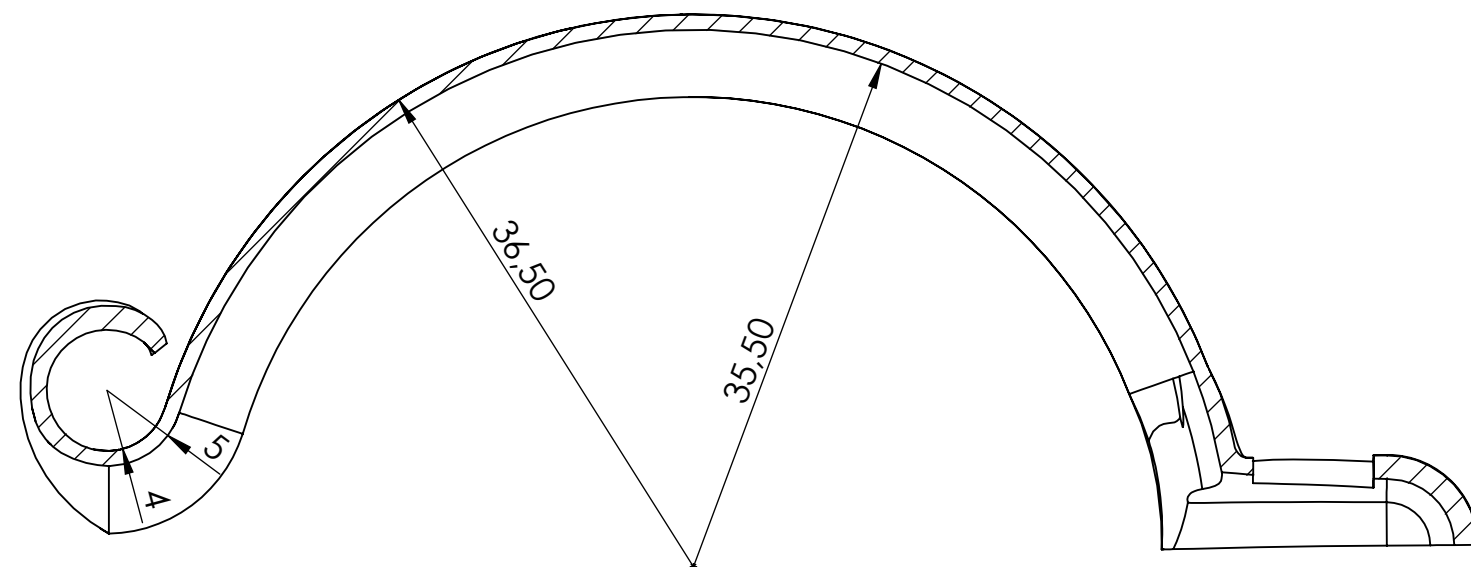
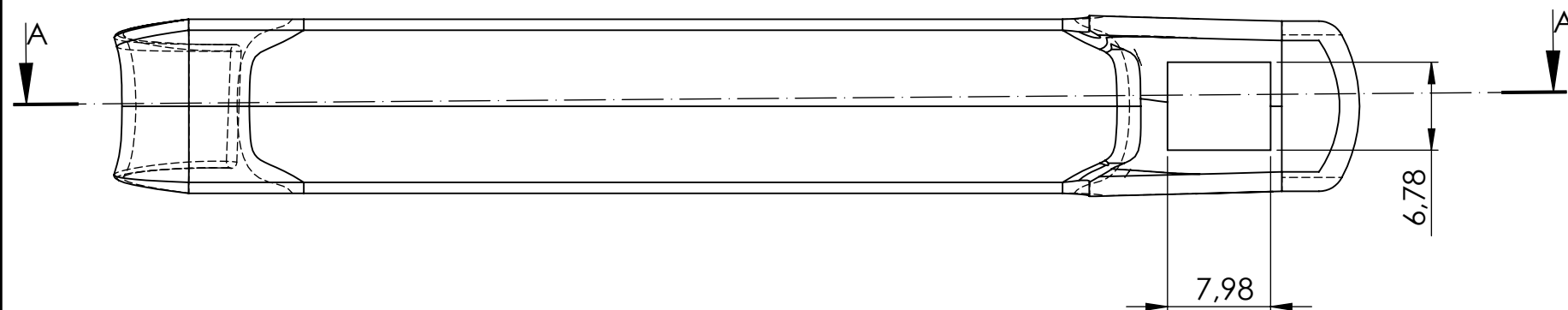
Los radios de redondeo de las aristas redondeadas son de 0,7mm

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Anilla para abrazadera		Plano n°: 39/43

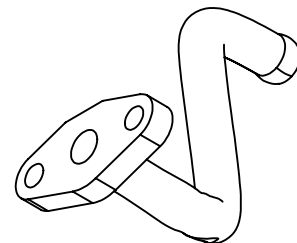
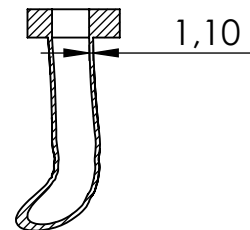
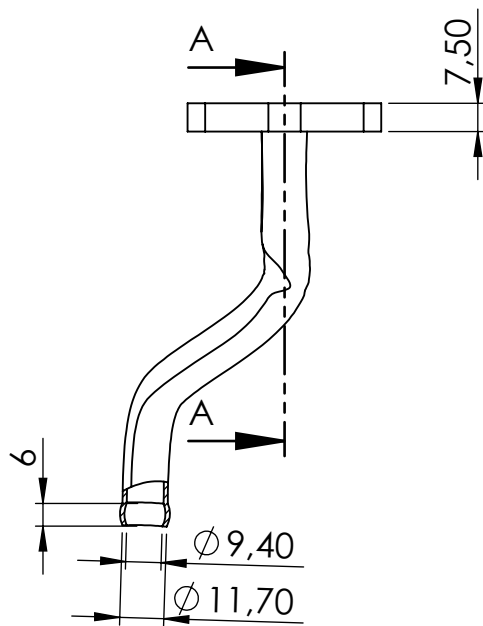
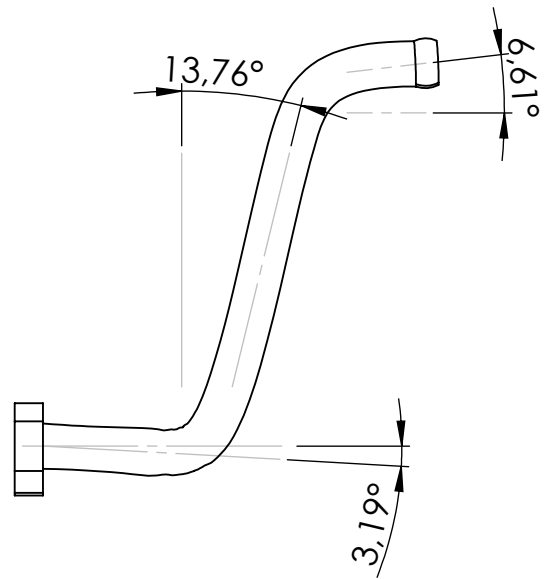
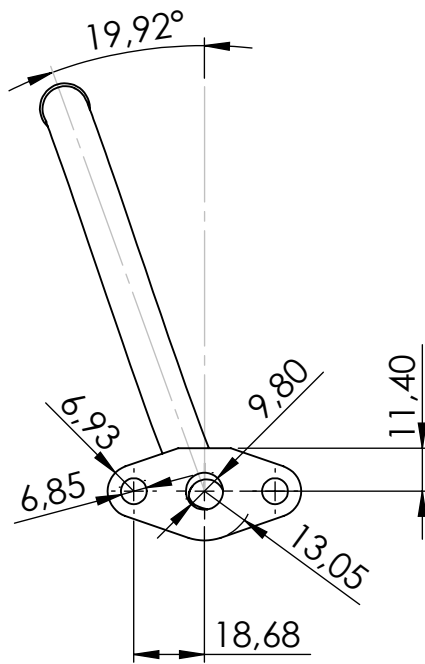


CORTE B-B



Perspectiva axonométrica 1:1

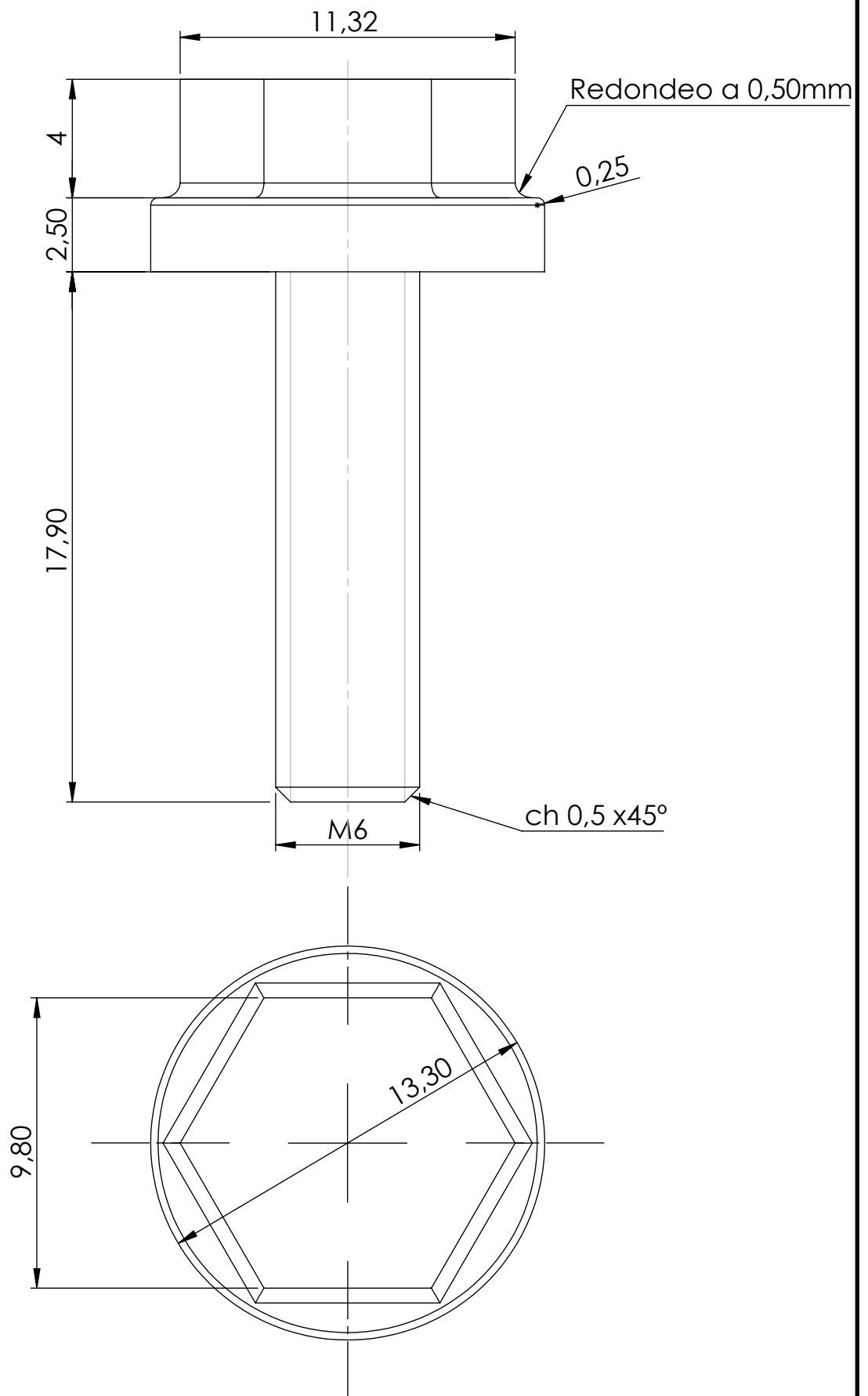
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta			
	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Brazo de abrazadera		Plano nº: 40/43



Perspectiva axonométrica 1:2

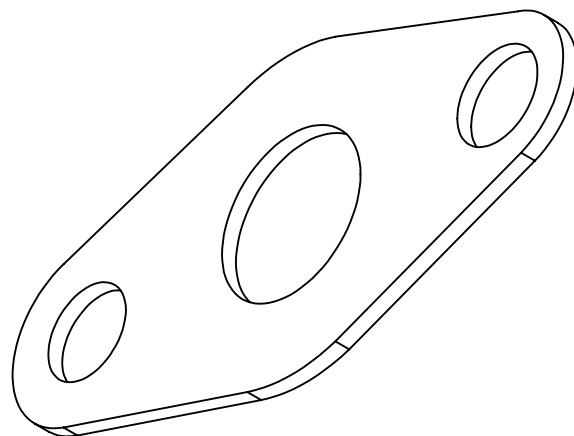
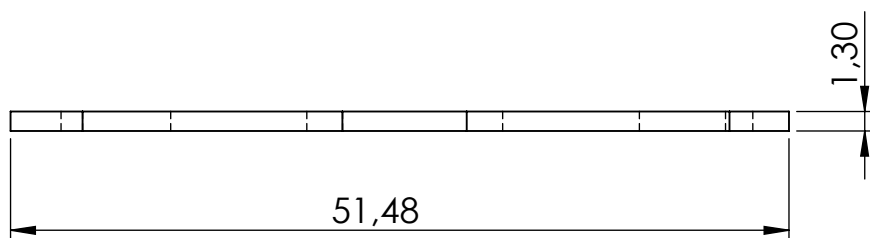
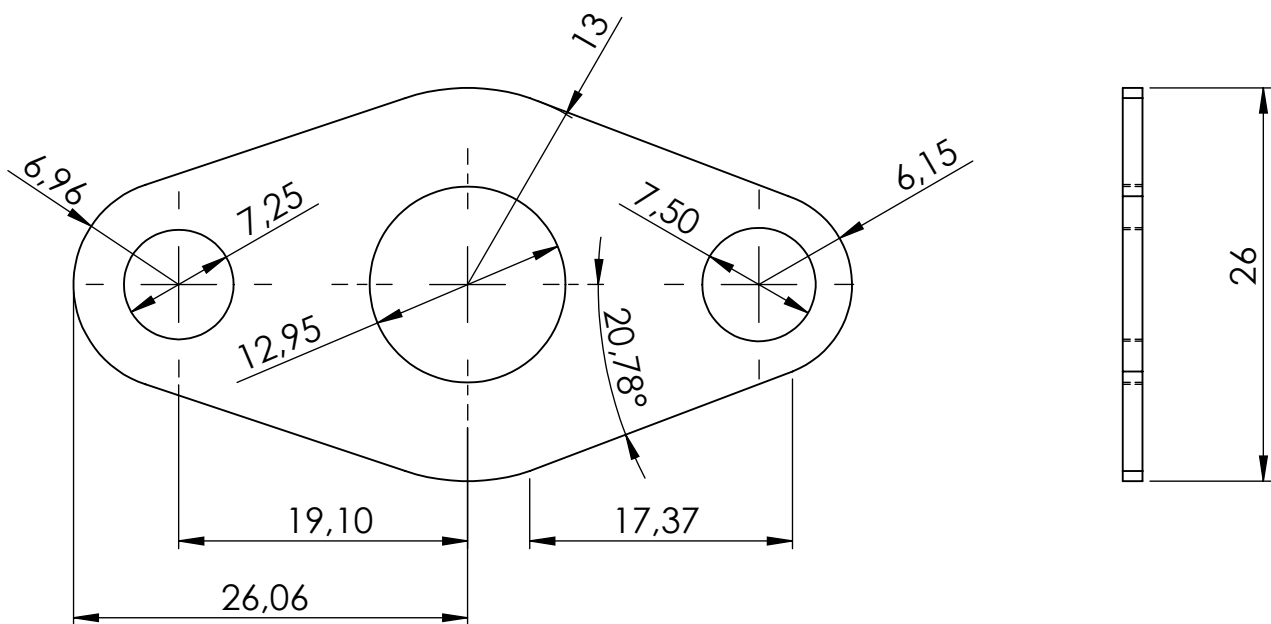
Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 1:2	Tubo de descarga de aceite		Plano nº: 40/43



Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 5:1	Tornillo para tubo de descarga de aceite		Plano n°: 42/43



Perspectiva axonométrica 2:1

Modelado geométrico de un sistema de sobrealimentación con accionamiento por turbina centrípeta

	Nombre	Fecha	Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera
Dibujado	Juan Pablo Romera Moral		
Comprobado	Prof. D. Fernando Antonio Cruz Peragón		
ESCALA 2:1	Sellado para tubo de aceite		Plano nº: 43/43