



**Proyecto final de grado
“Desgarro carmesí”**

**2º Diseño en fabricación
mecánica**

Autor y diseñador
Alejandro Ortega Casado

Junio 2025

ÍNDICE

2º Diseño en fabricación mecánica	1
Autor y diseñador	1
ÍNDICE	2
1. Introducción y justificación del proyecto	3
2. Actividades del proyecto	5
2.0.1 Planos y 3D de las piezas	5
2.1 Diseño de pieza funcional para ser inyectada en termoplástico	13
2.2 Diseño del molde	14
2.2.1 Piezas del molde	14
2.2.2 Justificación técnica: ausencia de porta figura en el molde	21
2.2.3 Refrigeración del molde	21
2.2.4 Diseño de correderas	22
2.2.5 Montaje del molde	25
2.3 Mecanizado del molde	27
2.4 Implantación industrial para la fabricación de la pieza.	30
2.4.1 Instalación e implantación	31
2.4.2 Cálculo de costes	32
2.4.3 Orientación laboral y empresas	33
3. Conclusiones	35
3.5 Animación	36
4. Anexo	36

1. Introducción y justificación del proyecto

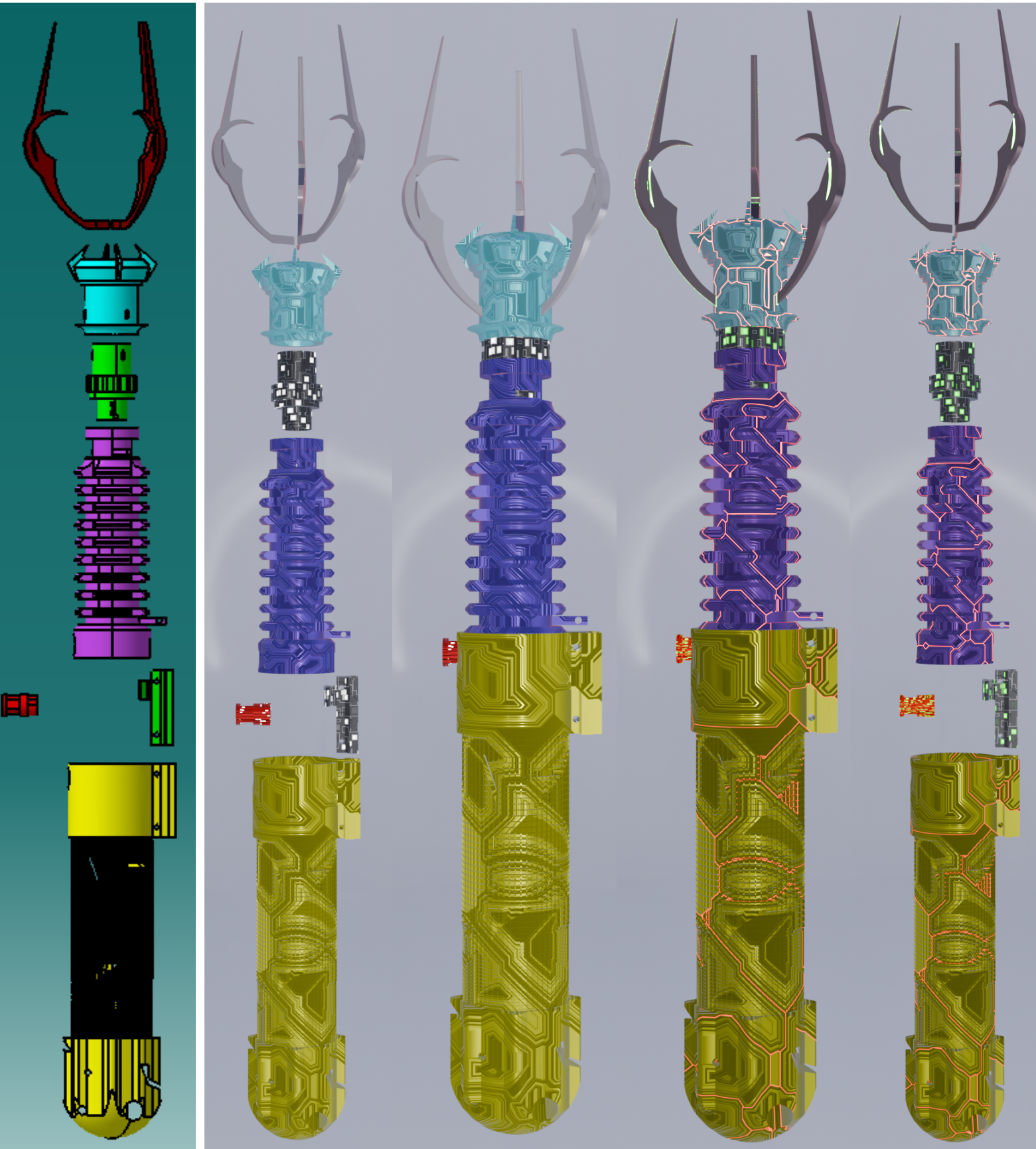
Este proyecto tiene como objetivo el diseño y fabricación de un sable láser modular utilizando procesos de **mecanizado CNC**, **inyección e impresión 3D**, con vista de un uso comercial, se puede vender como un juguete o accesorio de colección, para un rango de edades muy amplio.

Todas las partes serán fabricadas en ABS, con excepción de la sección central, que se producirá mediante inyección en un molde con correderas para garantizar su precisión y resistencia.

El mecanizado, inyectado y la impresión 3D son técnicas clave en la fabricación de piezas, y en este proyecto quiero demostrar cómo se pueden combinar para hacer un sable láser modular. La idea es diseñar algo que no solo sea funcional, sino también atractivo y adaptable a diferentes estilos.

El **mecanizado CNC** me permite hacer piezas de **alta precisión**, mientras que la inyección y la **impresión 3D**, son perfectas para las partes más **ligeras y ergonómicas**. Así, el sable será resistente pero también cómodo de manejar.

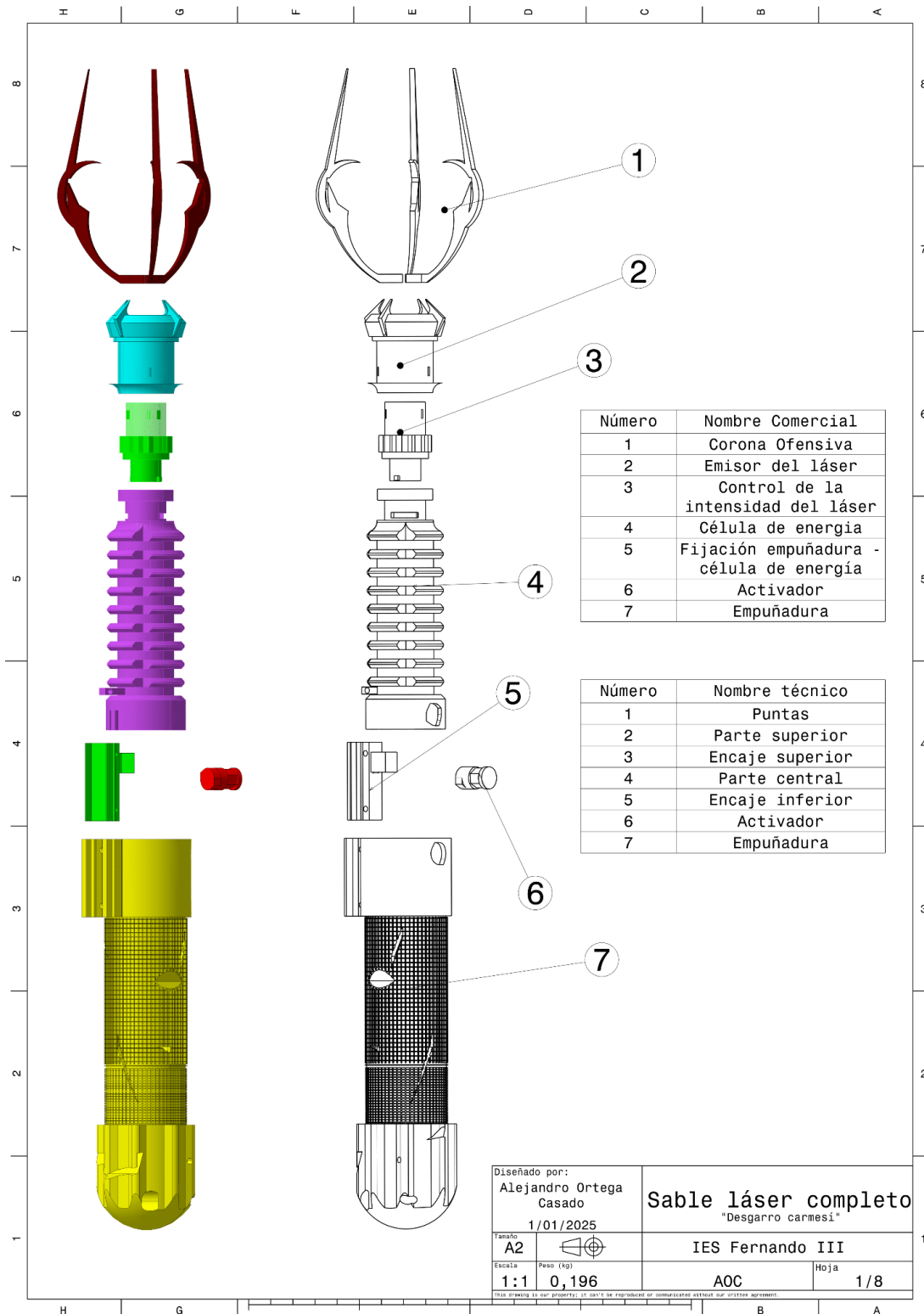
La idea es que cada parte se pueda montar por separado, lo que te permite personalizarlo a tu gusto. Ya que los anclajes son sencillos y se pueden adaptar a diferentes formas y modelos, se pueden hacer colaboraciones especiales o nuevas piezas que salgan con el tiempo. Es perfecto para todas las edades, ya que combina la diversión de armarlo, jugar y además tener la posibilidad de coleccionarlo y hacerlo único. Esto convierte al sable en un producto que evoluciona y se adapta, dándole un toque único y personalizable.

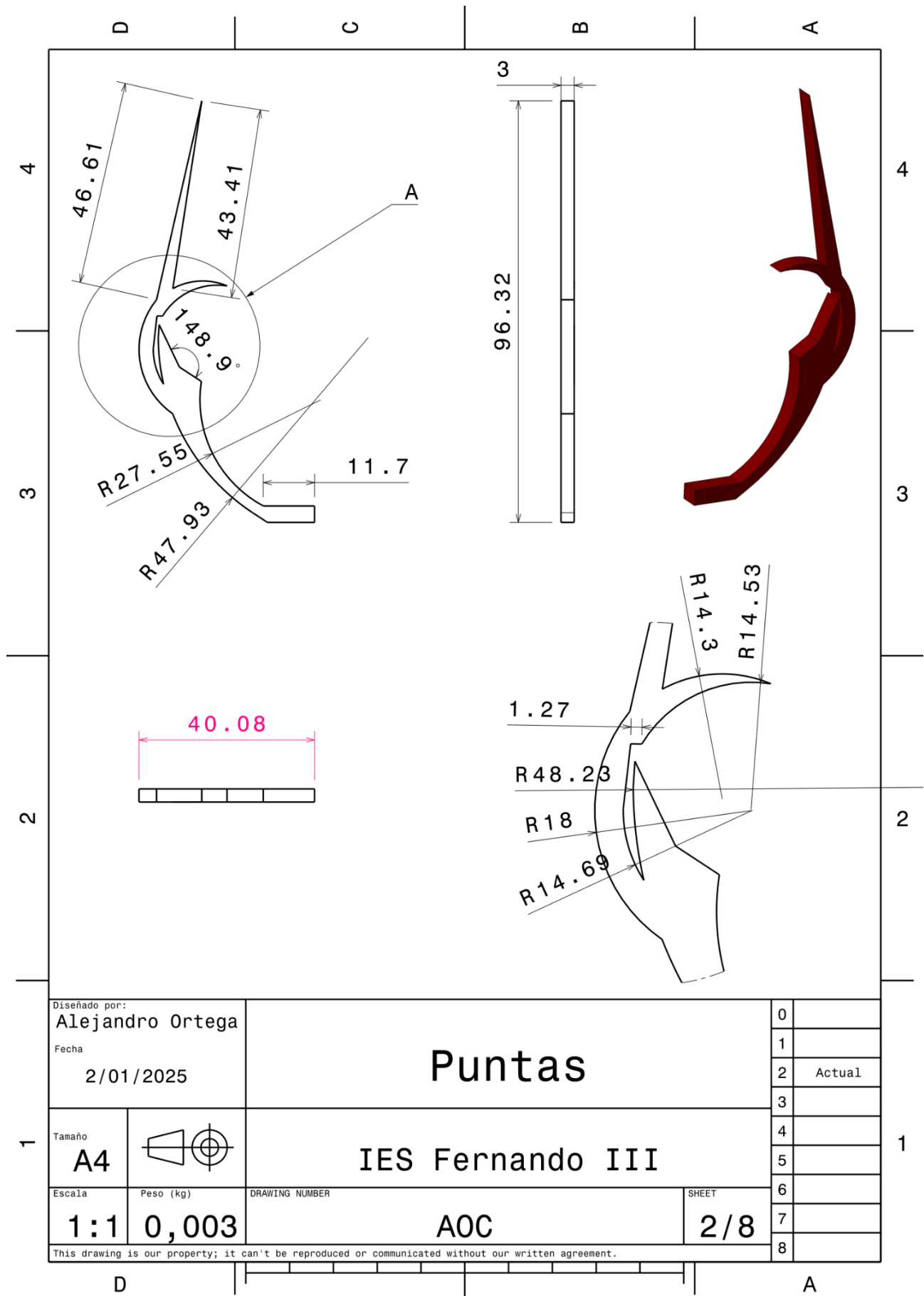


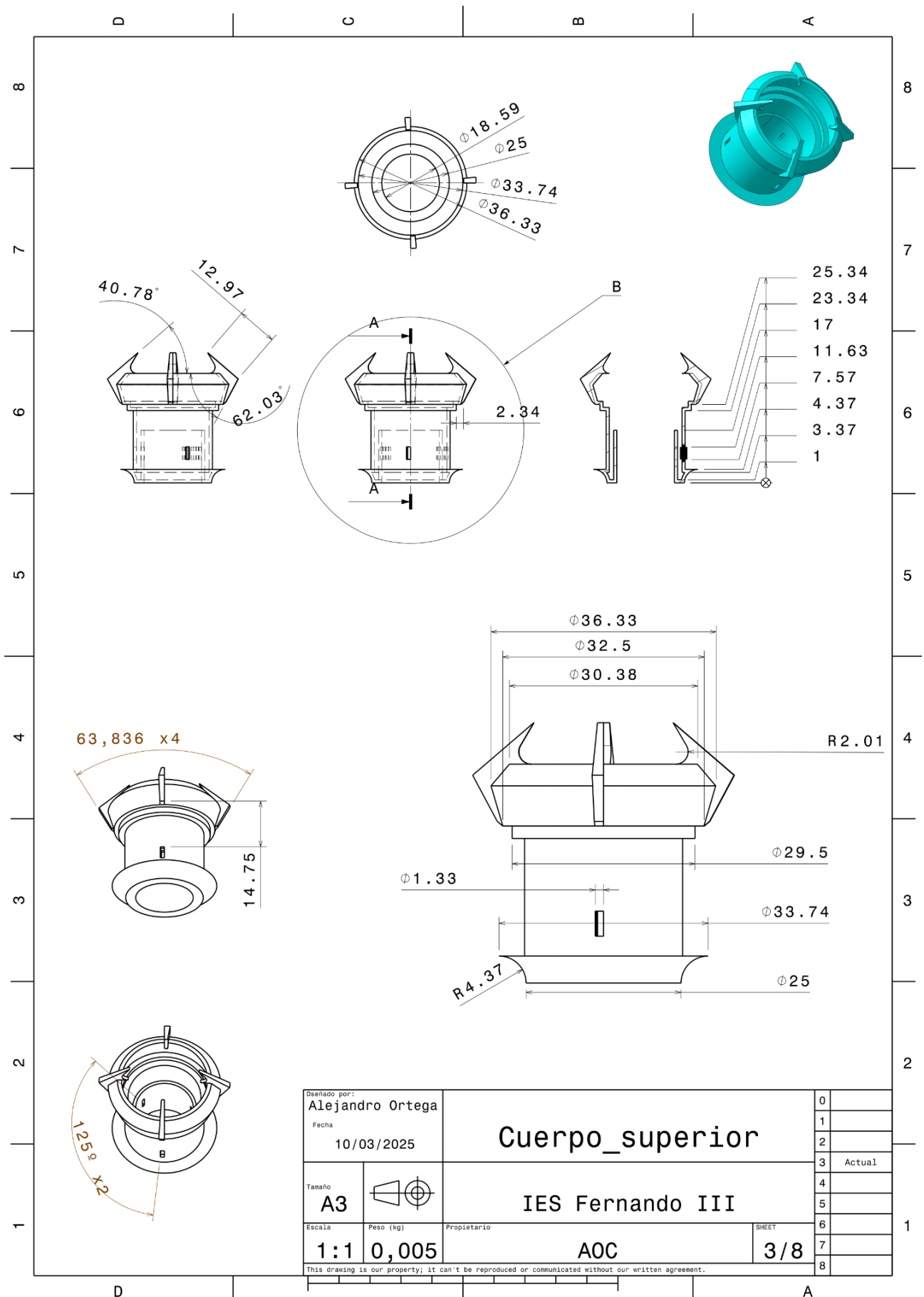
2. Actividades del proyecto

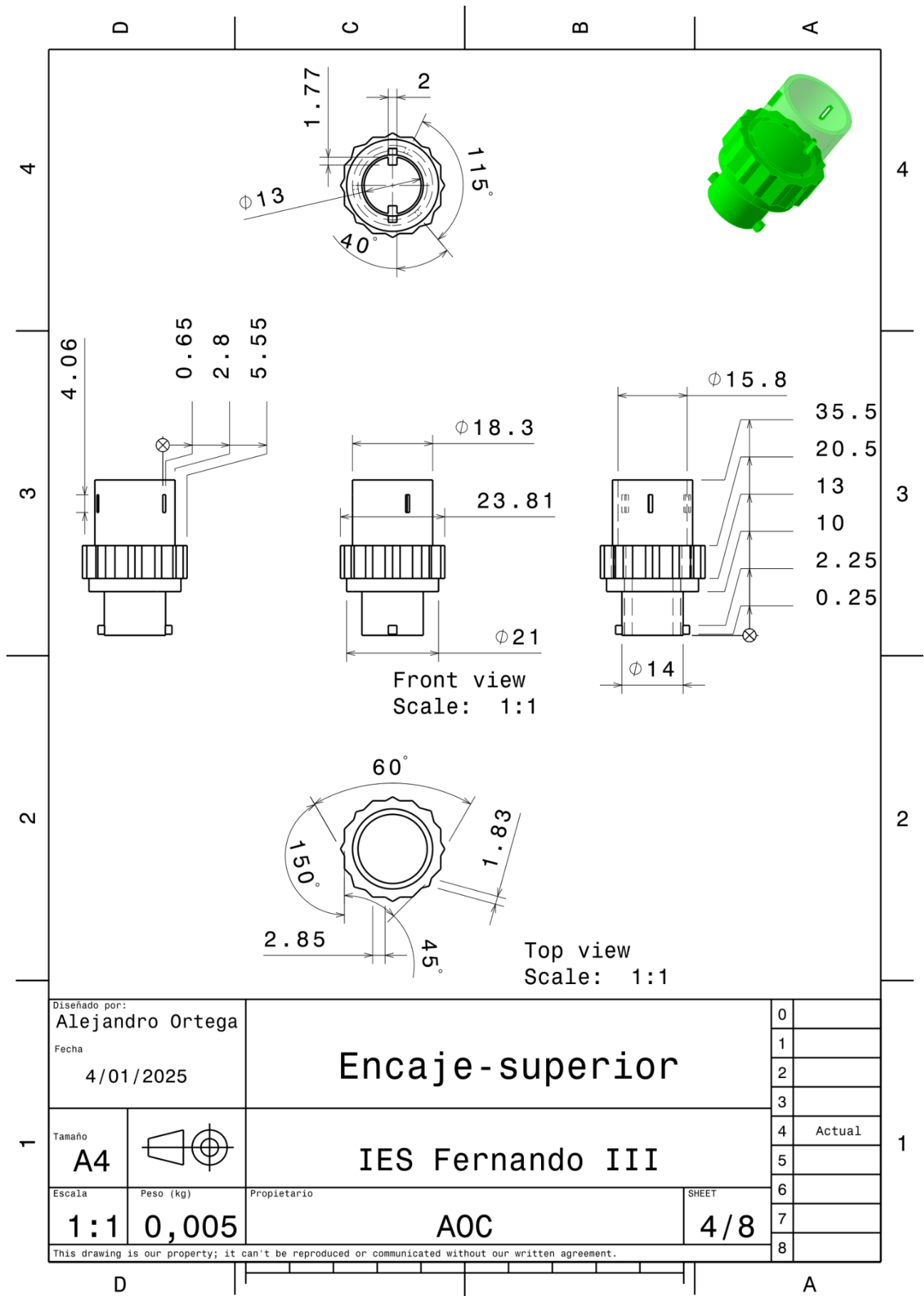
2.0.1 Planos y 3D de las piezas

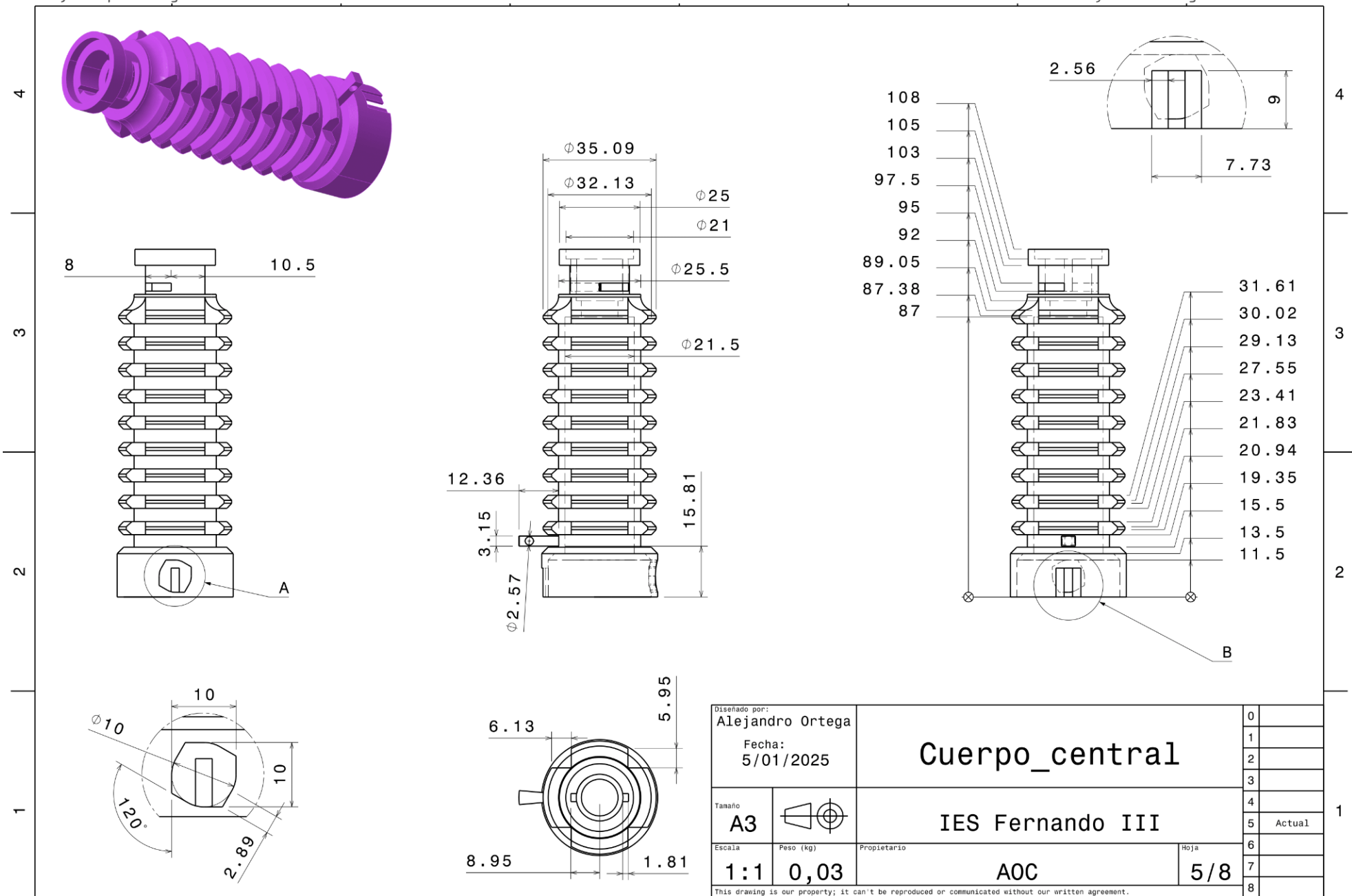
He puesto los planos de cada componente del sable, ya que considero que es la forma más clara de **visualizar cómo es cada parte**



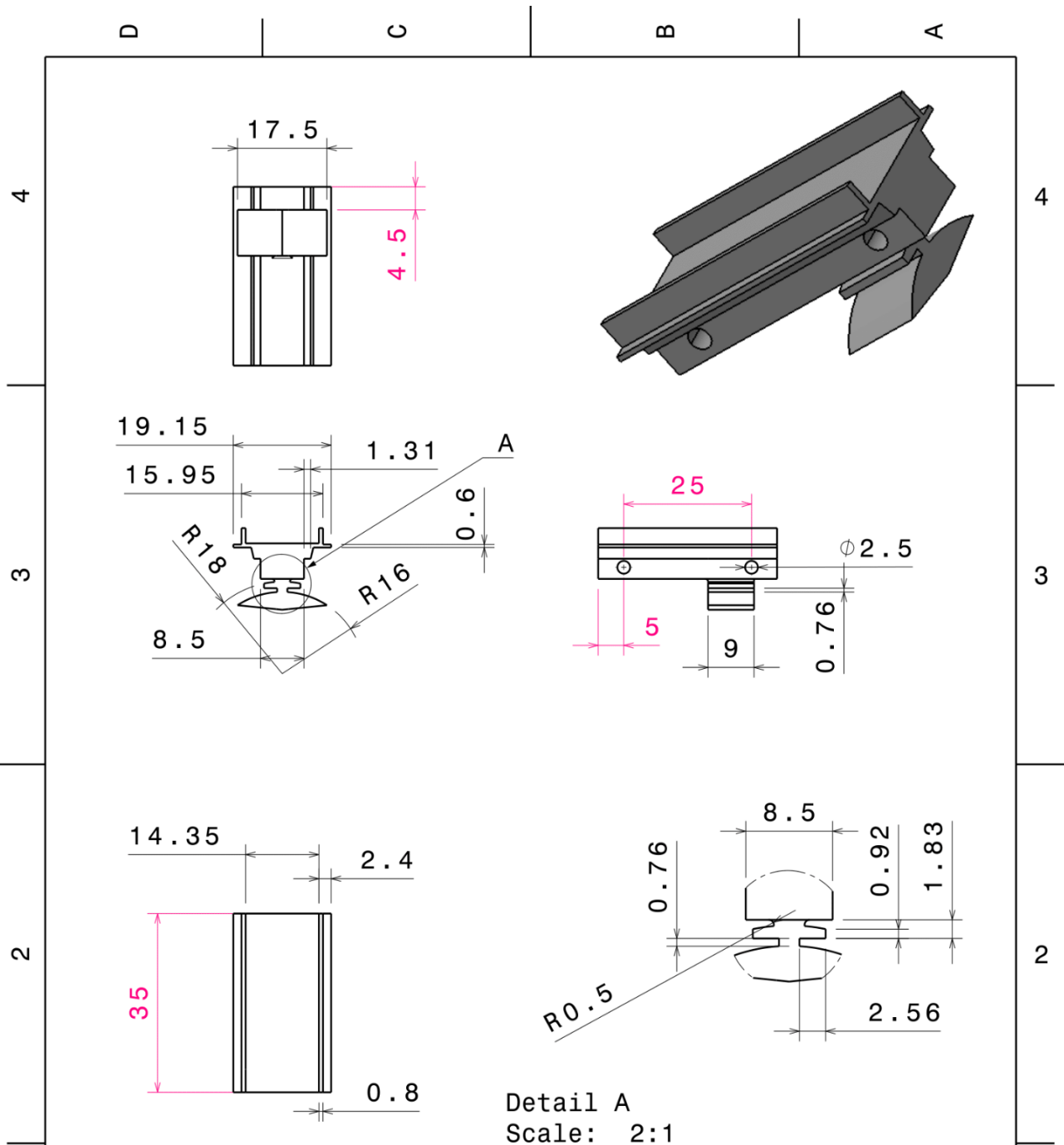


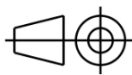






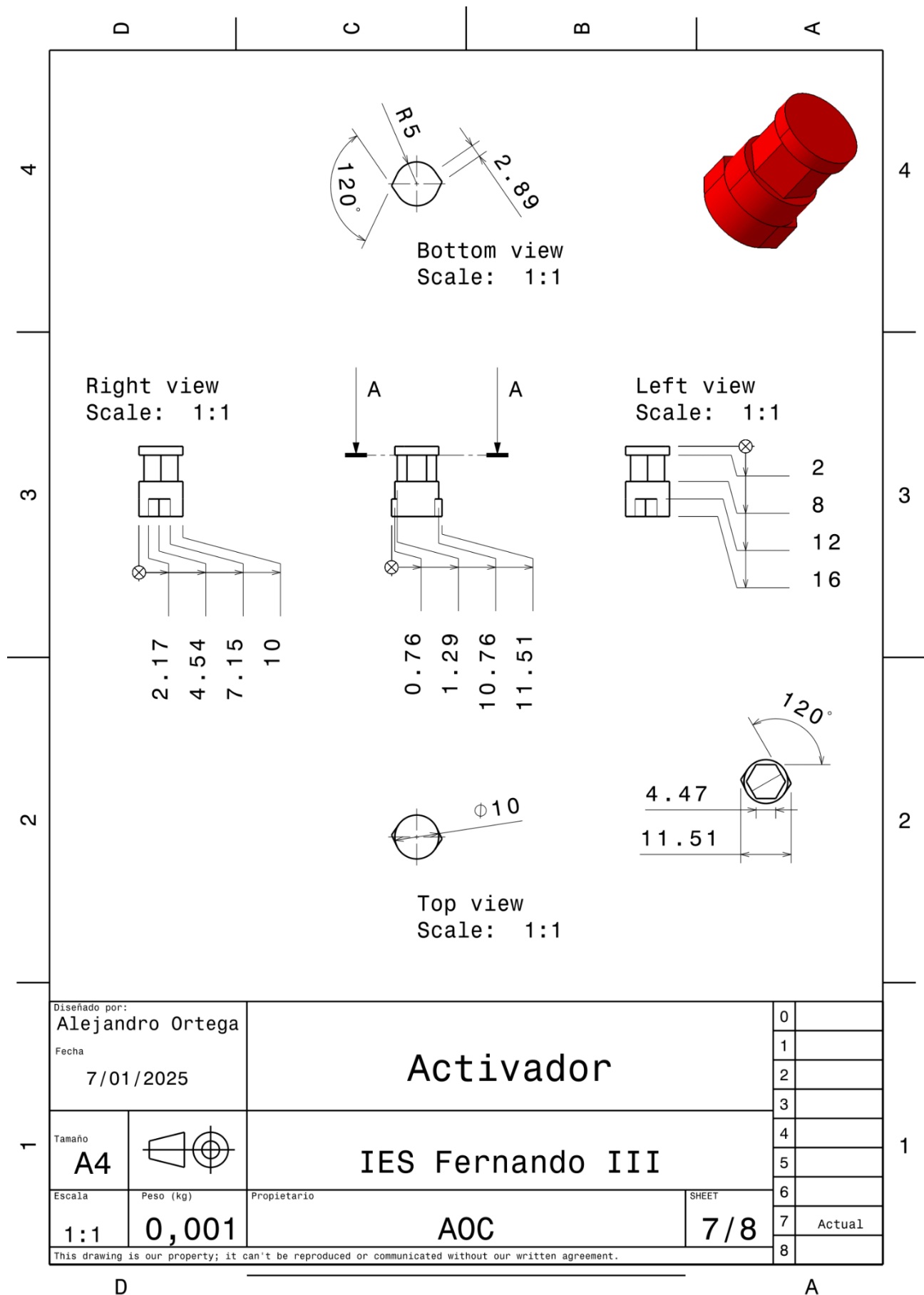
Para contrarrestar la contracción del termoplástico hay que: $108,057$ (Tamaño deseado) $\times 1.005$ (contracción ABS) = $108,597$ (tamaño final)

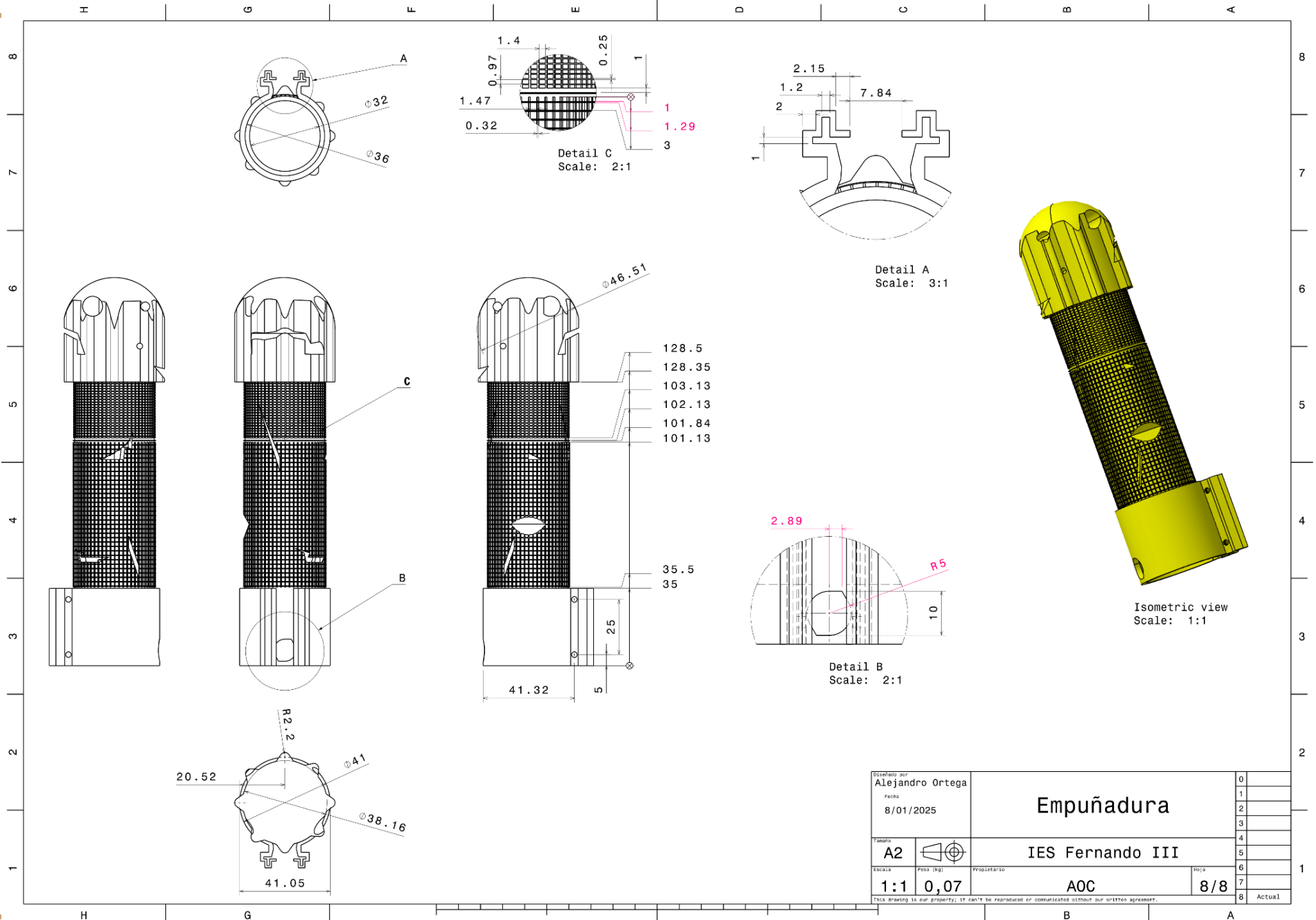


Diseñado por: Alejandro Ortega		Encaje-inferior		0	
Fecha 6/01/2025				1	
				2	
				3	
Tamaño A4		IES Fernando III		4	
				5	
				6	Actual
Escala 1:1	Peso (kg) 0,005	Propietario AOC	SHEET 6/8	7	
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				8	

D

A

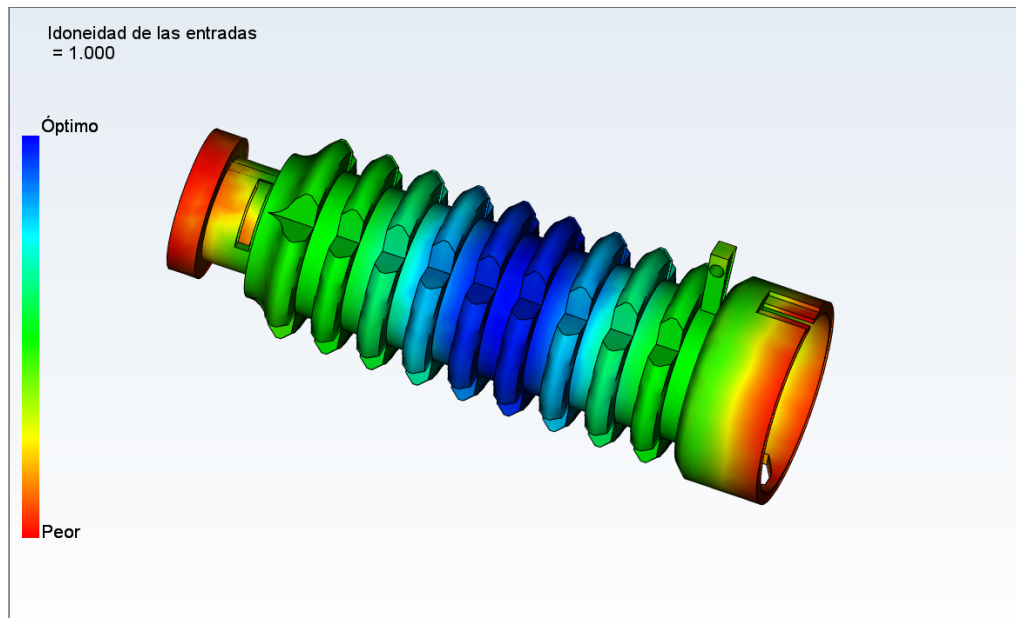




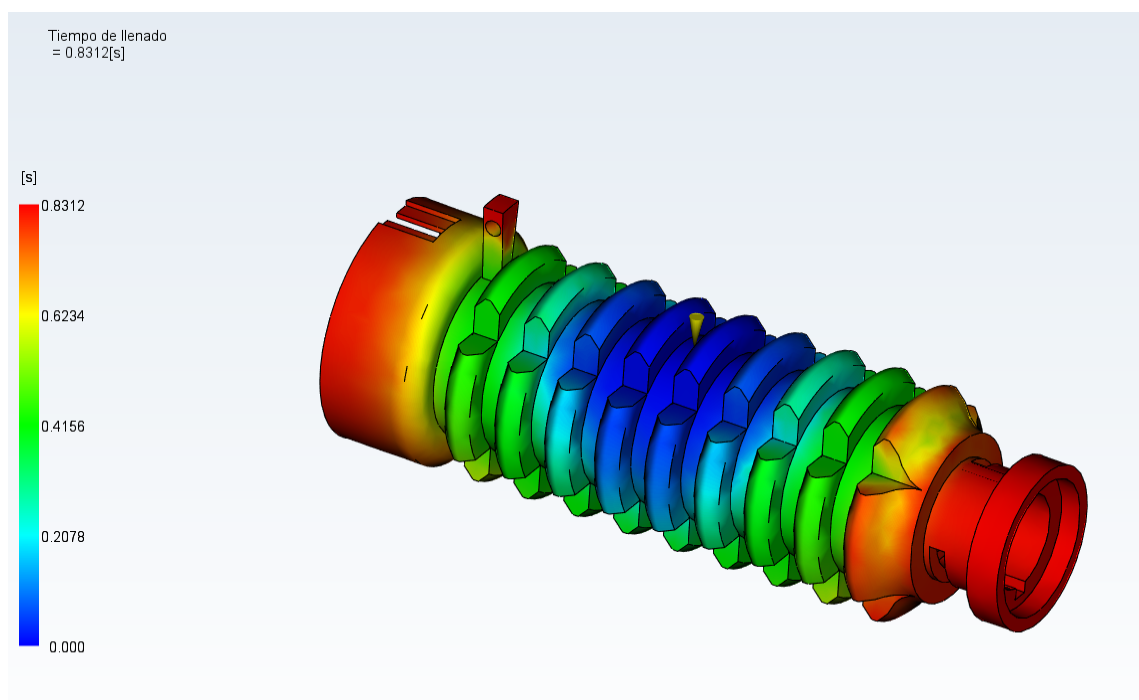
Diseñado por Alejandro Ortega		Empuñadura		0
Fecha 8/01/2025				1
				2
			3	
			4	
Tamaño A2		IES Fernando III		5
Escala 1:1	Peso (kg) 0,07	Propietario AOC	Noja 8/8	6
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				7
				8 Actual

2.1 Diseño de pieza funcional para ser inyectada en termoplástico

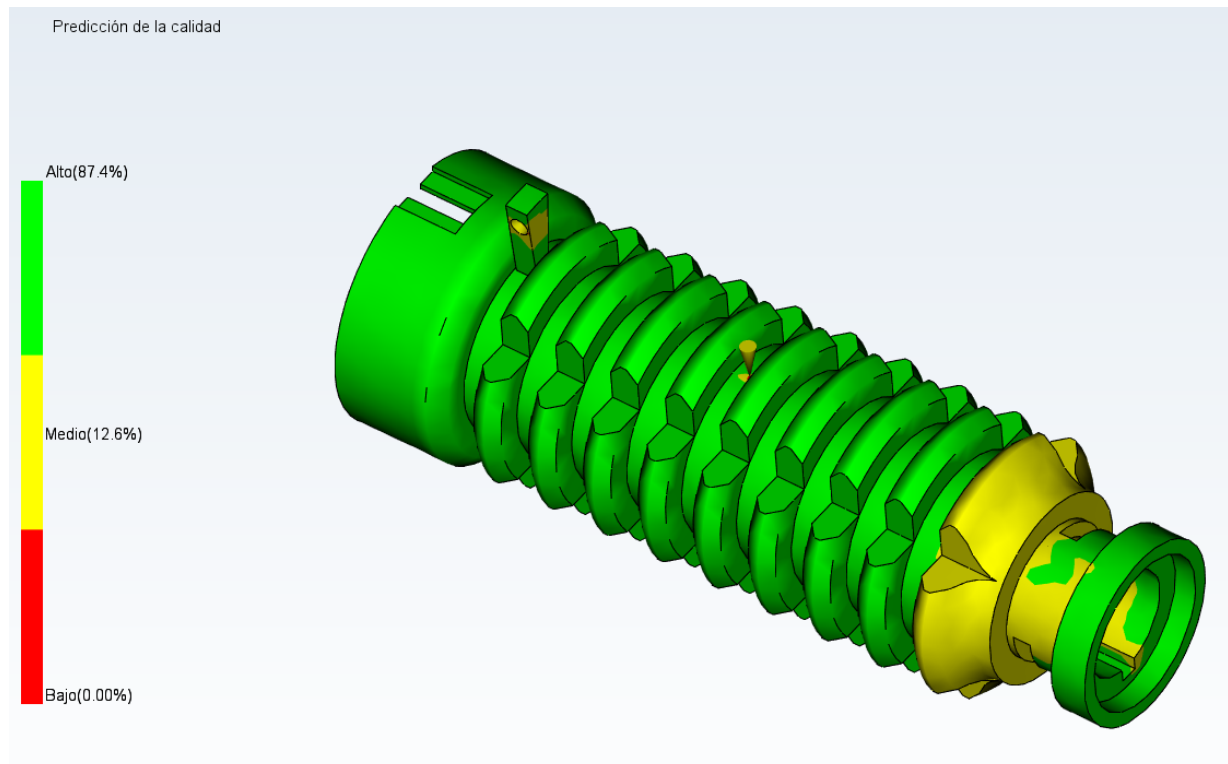
Con el programa Moldflow, se ha determinado la mejor ubicación para la entrada del material en la pieza. Los análisis indican que el mejor **punto de inyección** está en la parte del centro, lo que permite un llenado uniforme y minimiza posibles defectos en la pieza final.



También se ha determinado el **tiempo de llenado**, siendo de 0.831 segundos



La **predicción de calidad** ha salido bastante bien, con un 87,4%, eso significa que será de alta calidad en su mayoría



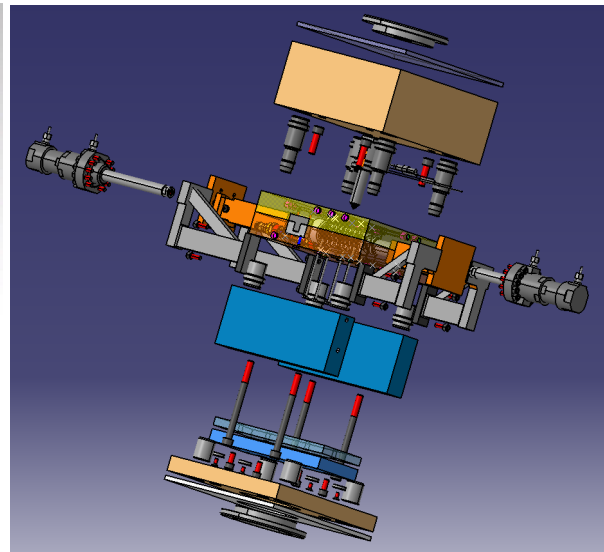
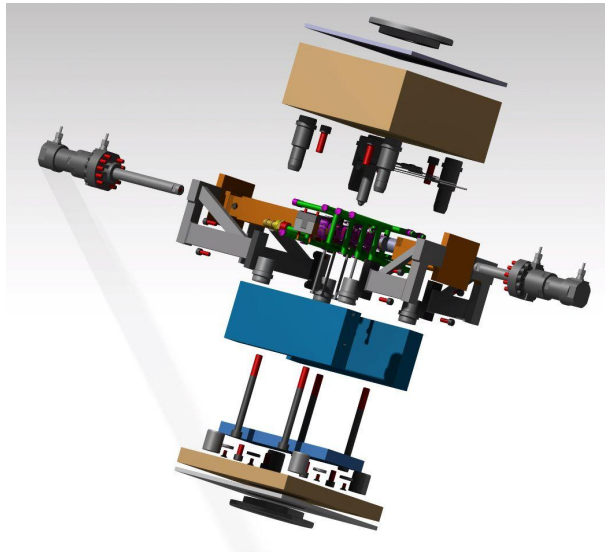
Resumen general de temperaturas

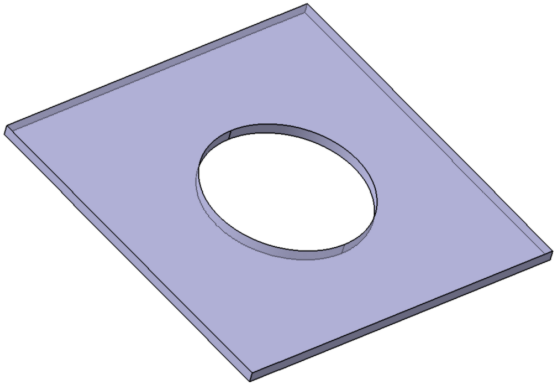
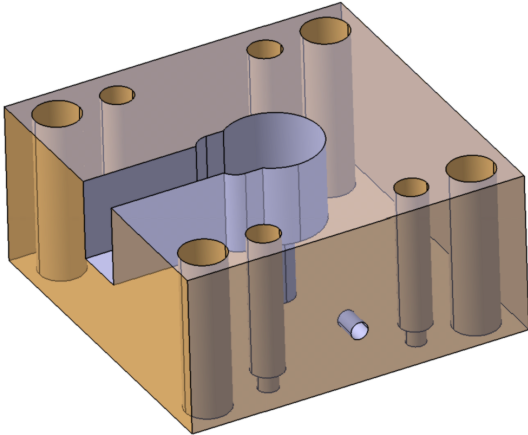
Temp. masa fundida	230.0 (C)
Temperatura del molde	50.0 (C)
Puntos de inyección	1
Presión máxima de inyección de la máquina	180.000 (MPa)
Tiempo de inyección seleccionado	Automático
Conmutación velocidad/presión	Automático

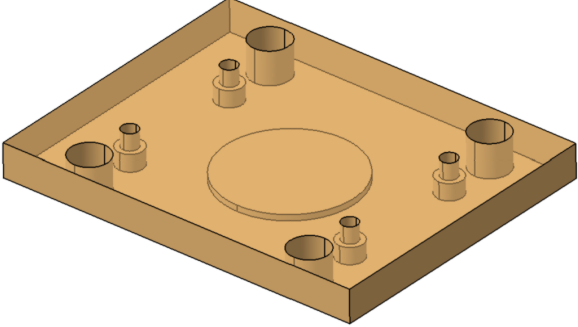
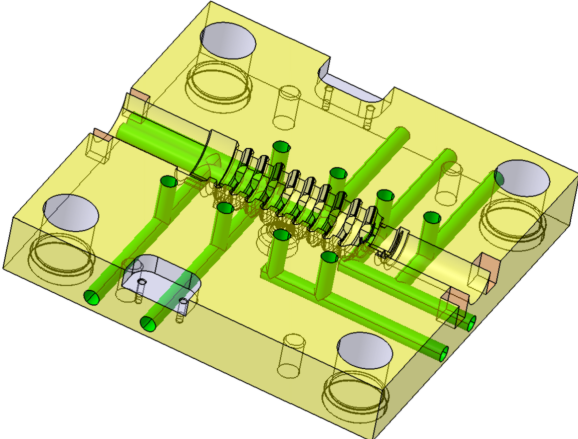
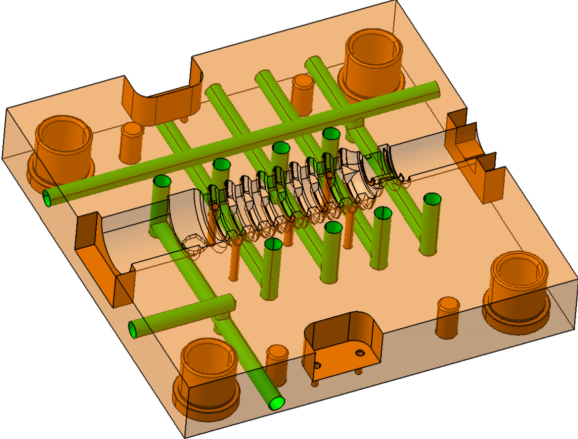
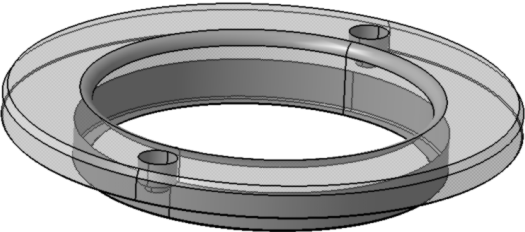
2.2 Diseño del molde

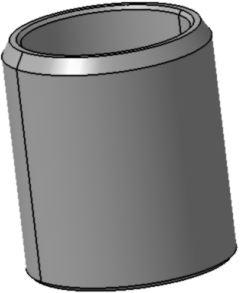
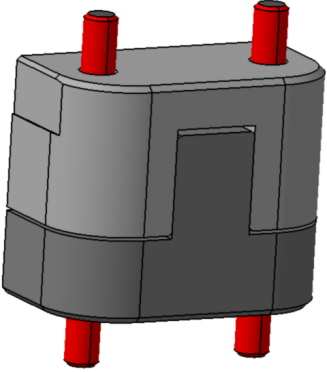
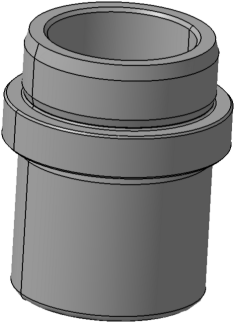
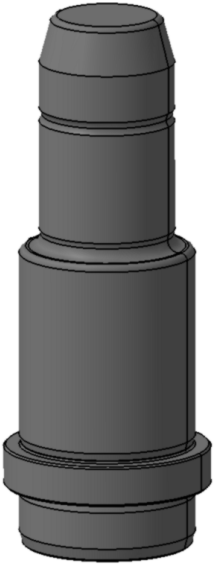
2.2.1 Piezas del molde

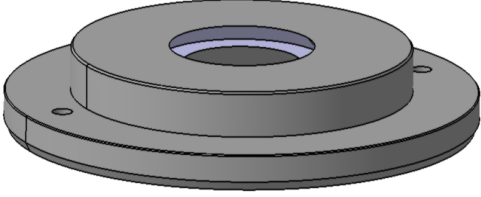
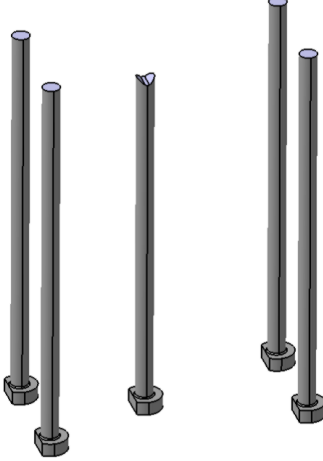
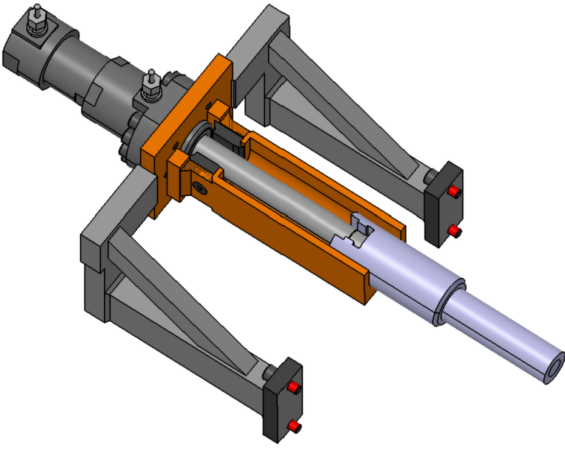
En el siguiente esquema se pueden ver las partes principales del molde diseñado para fabricar la pieza central. El molde se muestra en una posición totalmente abierta, con los expulsores, las correderas y todos los elementos normalizados desplazados liberando la pieza.

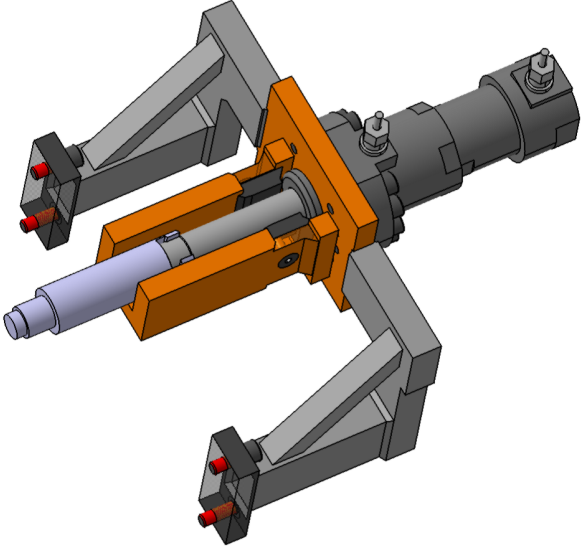
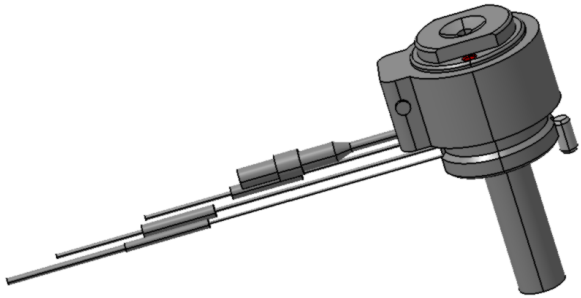
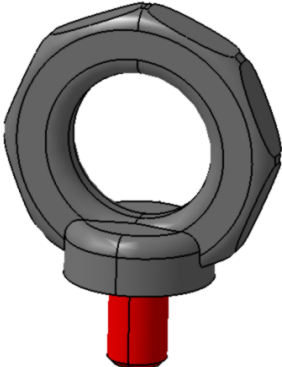
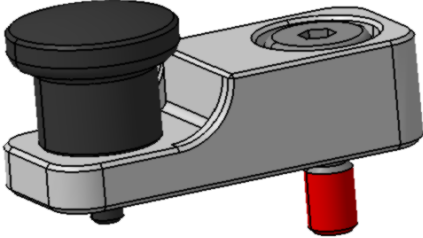


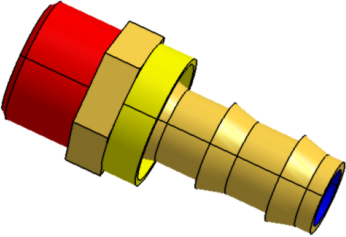
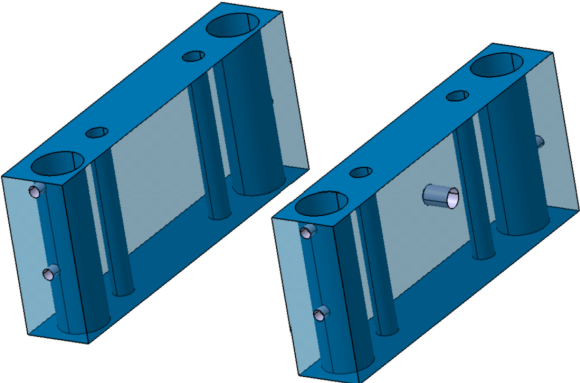
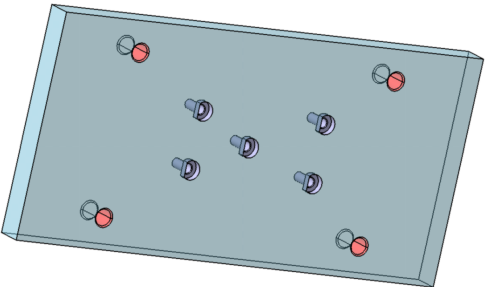
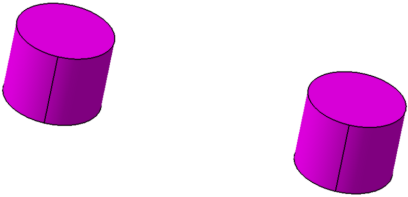
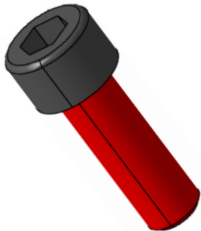
Elementos normalizados que forman parte del molde:	
Placas base	
Foto	Descripción y justificación
	Placa aislante (2) Reduce la transmisión de calor entre el molde y la máquina, evitando pérdidas térmicas y deformaciones Material: 3.4365
	Placa intermedia porta cámara caliente Sostiene y permite fijar la cámara caliente dentro del molde, asegurando su correcta posición y funcionamiento Material: 3.4365

	Placa base de expulsión Soporta el mecanismo de expulsión y permite su movimiento para extraer la pieza del molde Material: 3.4365
Punzón y cavidad	
	Placa porta-figura inyección Sujeta la parte del molde que está en el lado fijo, donde entra el material caliente para formar la pieza También se pueden observar los canales de refrigeración de esta parte Material: 2343
	Placa porta-figura expulsión Sujeta la parte del molde que está en el lado móvil, y también lleva los expulsores para sacar la pieza cuando se abre También se pueden observar los canales de refrigeración de esta parte Material: 2343
Elementos de guiado	
	Aro centrador parte de expulsión Sirve para alinear correctamente el molde con la boquilla de la máquina de inyección, asegurando que el material entre en el punto correcto. Material: 1.1730

	Casquillos de centraje (4) Encajan con las columnas guía del otro lado del molde para alinear ambas mitades al cerrar Material: 1.7131
	Centradores del molde (2) Aseguran el cierre preciso del molde Material: 1.2162
	Centradores columnas guía (4) Guían y encajan con las columnas, asegurando que el molde cierre sin desalinearse Material: 1.7131
	Columnas guía (4) Son ejes cilíndricos que entran en los casquillos de centraje para mantener el alineamiento perfecto entre las dos mitades del molde al cerrarse Material: 1.7131

	Aro centrador parte de inyección Alinea correctamente el molde con la boquilla de la máquina de inyección, asegurando que el material entre en el punto correcto. Material: 1.1730
Elementos expulsores	
	Conjunto de expulsores (5) Son necesarios para expulsar la pieza adecuadamente cuando se abre el molde Material: 1.2210
Mecanismos con deslizamientos (correderas)	
	Corredera parte larga Mecanismo lateral que se contrata al abrir el molde para liberar la pieza, ya que la pieza es cilíndrica y hueca, hace que el interior esté vacío

	Corredera parte corta Mecanismo lateral que se contrate al abrir el molde para liberar la pieza, ya que la pieza es cilíndrica y hueca, hace que el interior esté vacío
Cámara caliente	
	Mantiene el material fundido y lo conduce hasta la cavidad
Conjuntos de transporte	
	Cáncamos de transporte (2) Se atornillan al molde para poder levantarlo y moverlo con grúa sin problemas
	Pestillo de cierre automático Hace que las dos mitades del molde se cierren solas al abrir y cerrar el molde, para que no se separen antes de tiempo

Otros	
	Racores (2) Conectan las mangueras de refrigeración al molde Material: 2.0401
	Regles (2) Mantienen alineadas las placas móviles, en estas se encuentran los casquillos de centraje Material: 3.4365
	Placa porta expulsores Es donde van montados los expulsores, y se mueve hacia delante cuando toca sacar la pieza del molde Material: 1730
	Tapones de la refrigeración (25) Se usan para cerrar los circuitos por donde pasa el agua que enfría el molde. Evitan fugas y aseguran que el sistema funcione bien
	Tornillo de fijación del molde (56) Sirve para fijar varias partes del molde, hay de diferentes medidas pero todos hacen la misma función Material: 12.9

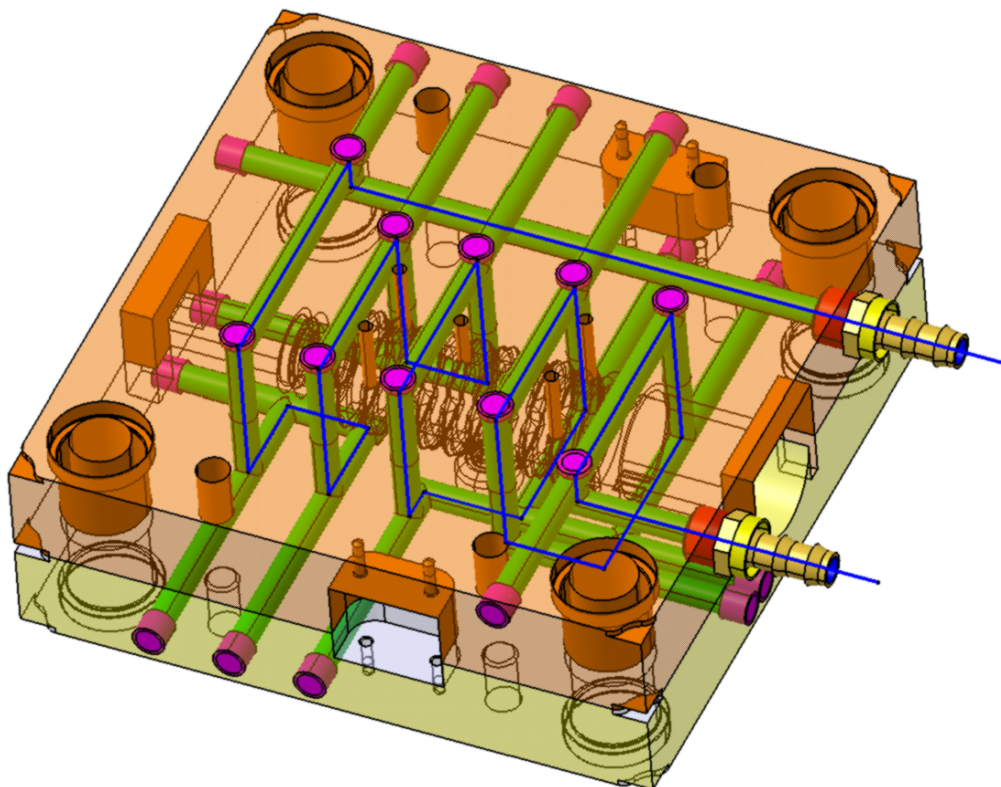
2.2.2 Justificación técnica: ausencia de porta figura en el molde

Aunque la pieza tiene una forma circular y cuenta con correderas a los dos lados, decidí **no incluir un porta figura** en el diseño del molde porque se trata de un proyecto limitado, no destinado a producción en masa. Como no se van a cambiar los insertos ni se hará mantenimiento frecuente, diseñé directamente sobre las placas para simplificar el mecanizado y reducir costes.

Esta decisión me permitió centrarme en que el molde **funcionase correctamente** y su comportamiento en inyección, sin añadir ninguna complicación innecesaria. Sé que en un entorno industrial lo más recomendable sería utilizar porta figura, pero en este caso concreto, la funcionalidad del molde no se ve comprometida al no tener este.

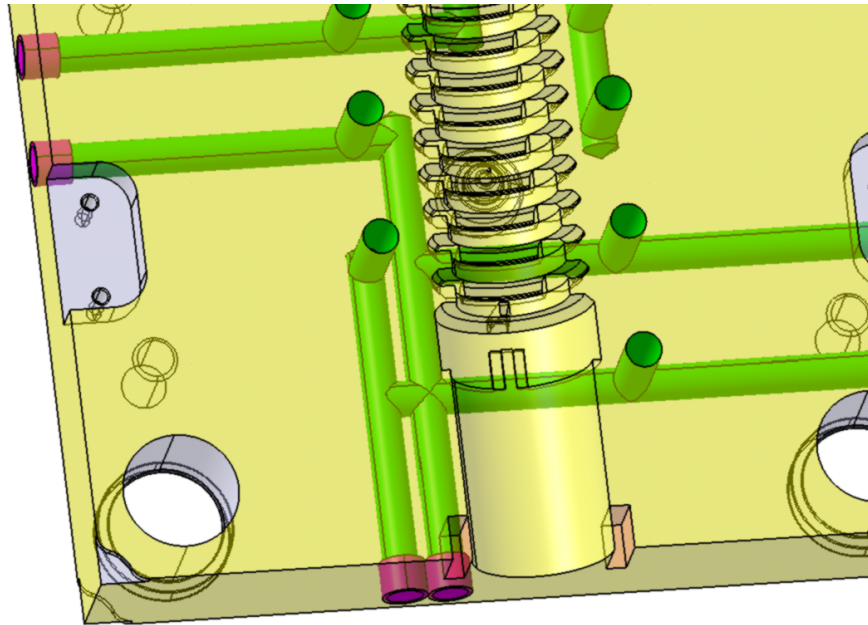
2.2.3 Refrigeración del molde

La función principal de los canales de refrigeración, es **reducir la temperatura** del molde, facilitando así la solidificación del material, por lo que estos canales abarcan la mayor cantidad de superficie posible dándole vueltas a la pieza. Seguidamente podemos ver la disposición de los canales de refrigeración diseñados para este molde.



Se puede observar que esta refrigeración es **circular**, ya que mi pieza es un cilindro, es necesario que sea así.

Algunas partes de la refrigeración están más juntas que otras ya que, al tener que ser cilíndrica y el punto de inyección estar justo en el centro, he tenido que juntar un poco más algunos tubos

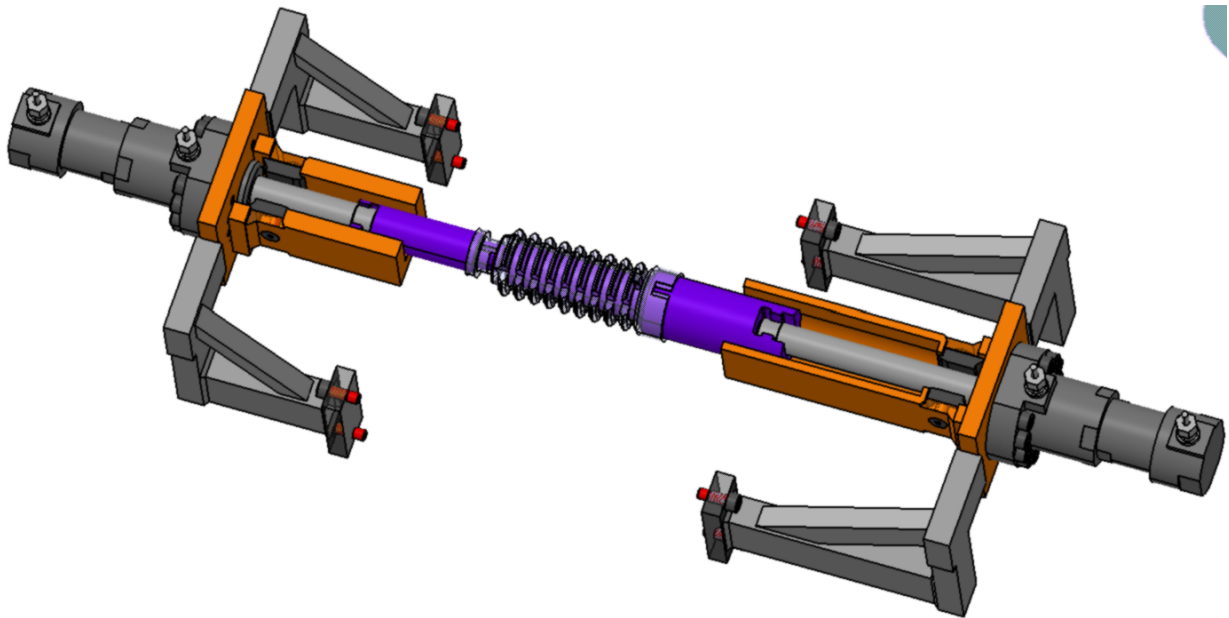


2.2.4 Diseño de correderas

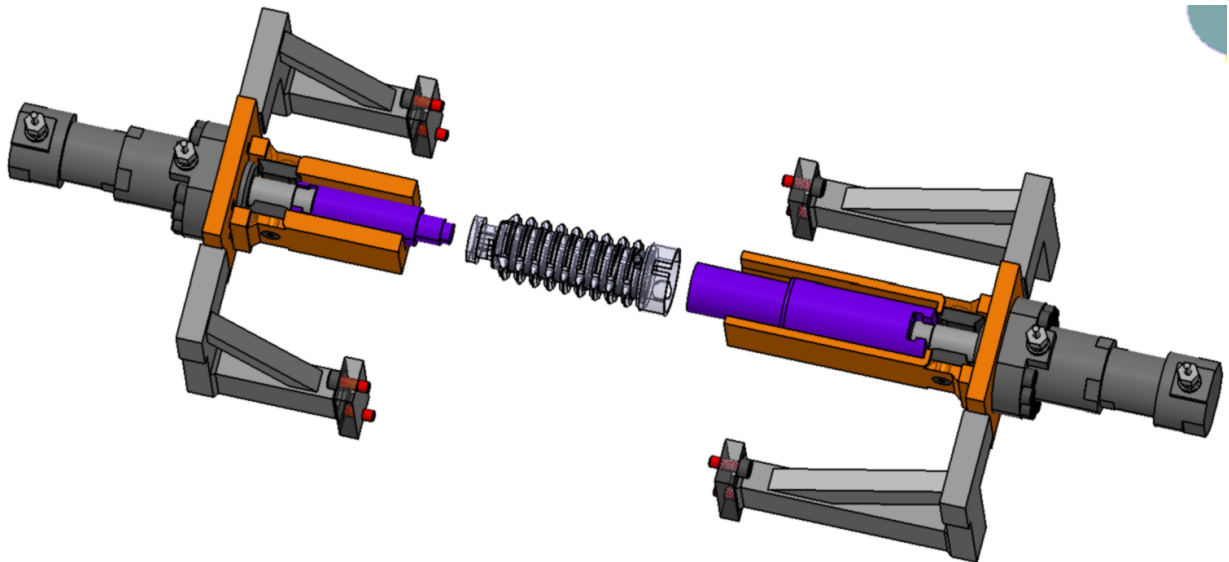
Las correderas en este proyecto son una de las partes **más importantes**, son totalmente necesarias para la creación de la pieza central, la cual es la más importante

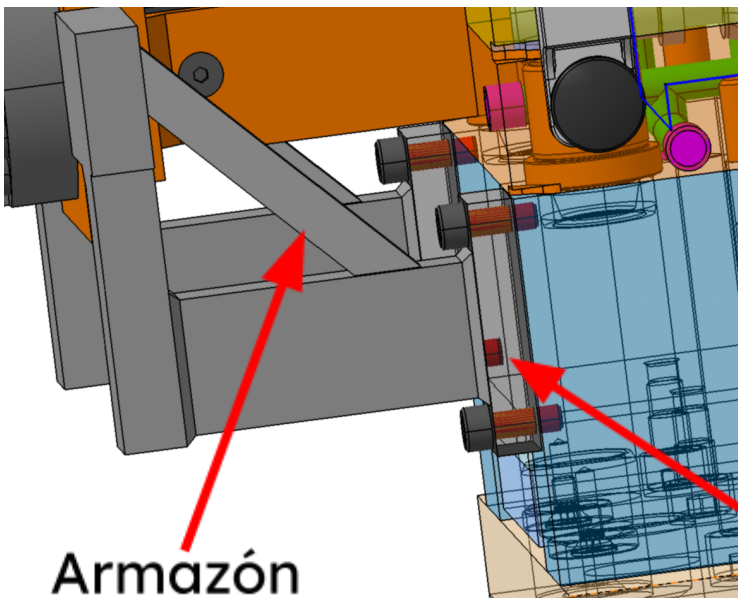
Ya que la pieza tiene forma de cilindro hueco, es necesario introducir dos correderas a cada lado de la pieza a inyectar para que se quede vacía por dentro. Como sistemas de correderas he elegido dos **cilindros hidráulicos con enclavamiento**, lo cual hace que una vez que el pistón esté extendido dentro del molde cerrado, se quede bloqueado sin moverse, y una vez que el molde se abre para expulsar la pieza este se contrae para poder liberarla

Correderas bloqueadas, cerrando la pieza para su inyección



Correderas desbloqueadas, dejando paso para expulsar la pieza tras la inyección

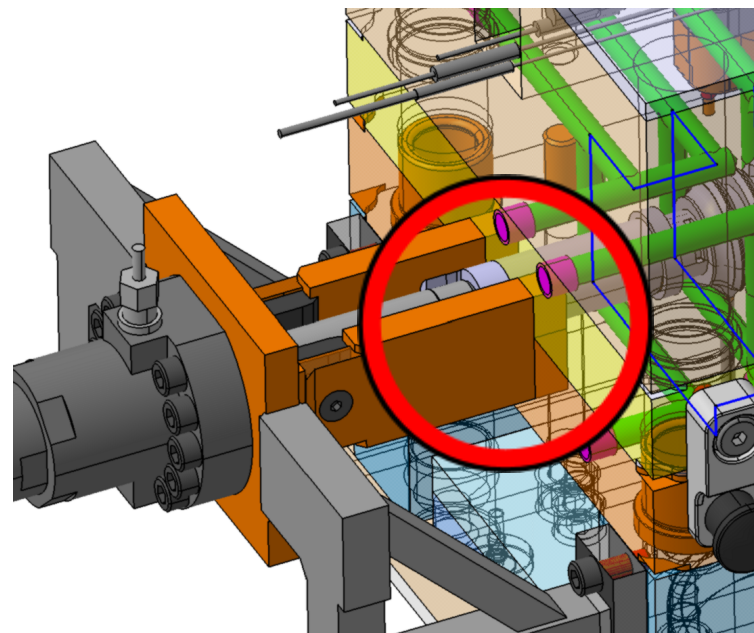




He diseñado un **armazón triangular** que ayuda a las correderas, refuerza la estructura y distribuye bien la fuerza. Este triángulo no solo le da rigidez a todo, sino que evita posibles deformaciones o vibraciones en las correderas

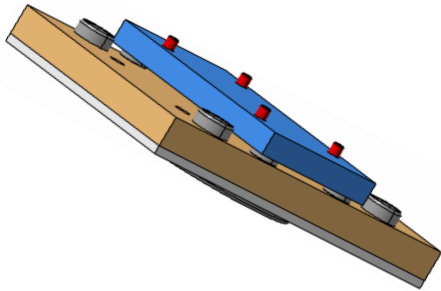
Cada corredera va **atornillada a los regles** y además está **metida en un alojamiento mecanizado** en las placas porta-figura para que queden perfectamente centradas. Esto hace que no haya ningún desajuste y que cada corredera entre y salga exactamente donde debe, evitando cualquier desalineación en la forma interna del cilindro

He decidido hacerlo así porque es un sistema **robusto, seguro y preciso**, y aunque no se trata de un molde para producción en serie, sí quiero asegurarme de que todo funcione perfectamente desde el primer momen



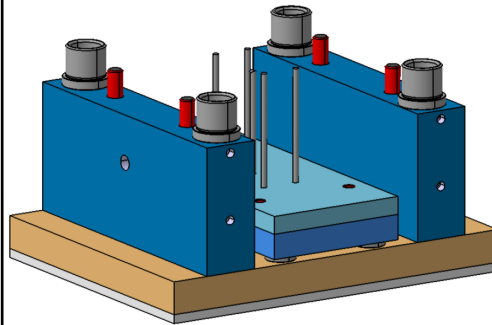
2.2.5 Montaje del molde

Parte Expulsión



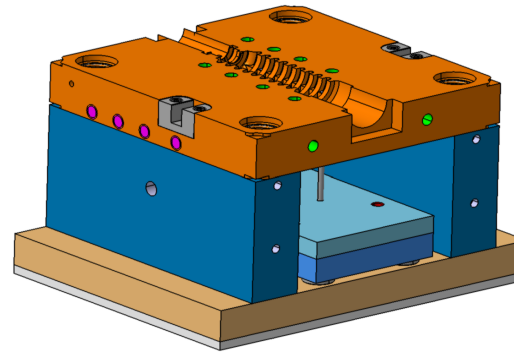
1. Primero hay que colocar la placa aislante sobre la superficie de montaje y encajar el aro centrador en su espacio.

Luego se coloca la base inferior encima, alineada y se fija con los tornillos, a continuación hay que poner las columnas guía, encajadas y atornilladas a la base

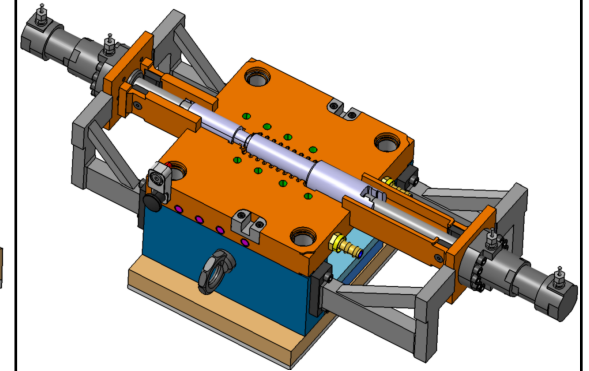


2. Se coloca la placa de expulsión y la porta-expulsores, una vez fijada, se introducen los expulsores, para que queden en su posición final, quedando visibles.

Ahora se atornillan los regles, guiándose con las columnas ya colocadas



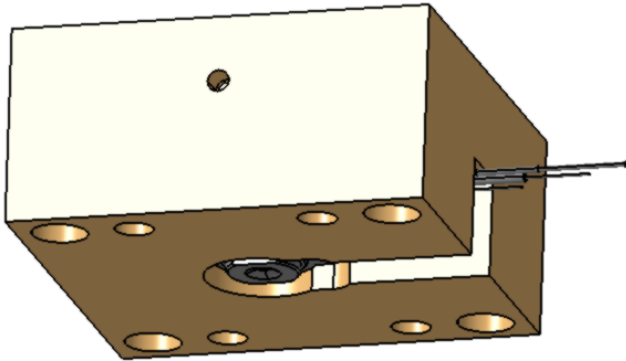
3. Después hay que poner la placa porta-figura expulsión la cual se coloca sobre las columnas guía y atornillándola a los regles, una vez montada podemos proceder a encajar una parte de los centradores a los lados y los tapones a los huecos que no necesitamos



4. Finalmente hay que colocar las partes que faltan, el cáncamo de elevación y los racores para la refrigeración.

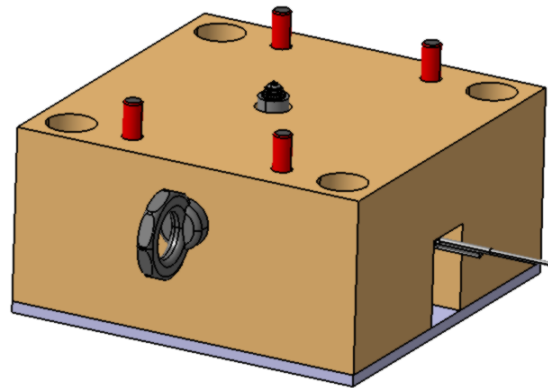
Se atornillan las correderas a los regles y se insertan las guías de las correderas en las cavidades de la placa porta-figura expulsión

Parte Inyección

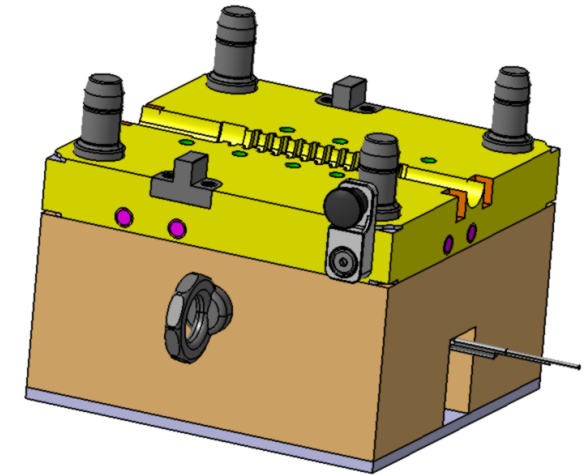


1. Primero se mete la cámara caliente en su alojamiento en la placa base fija, se ajusta bien y se le ponen los tornillos de sujeción. Una vez colocada, se prepara la placa aislante, alineada con la placa base y se atornilla.

En esta misma placa se pone el aro centrador en su sitio, justo por donde entrará el material



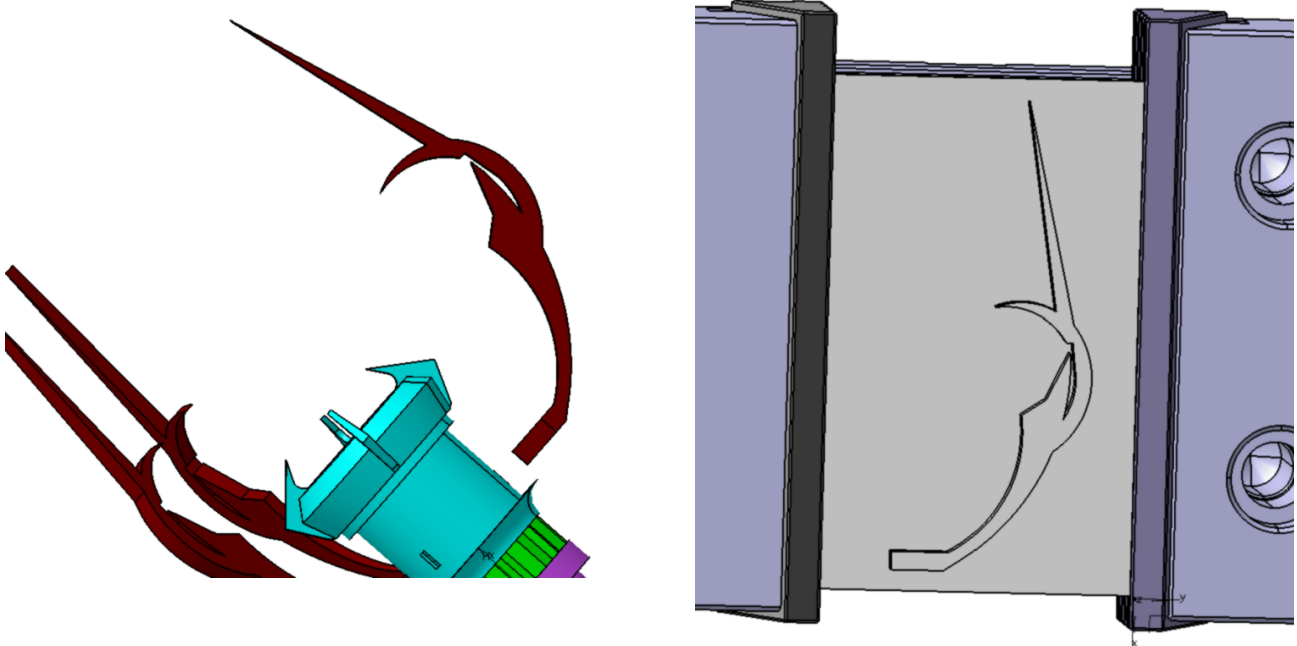
2. A continuación se colocan los casquillos de centrado en su sitio y las columnas guía, que van encajadas y atornilladas a la base. Después se colocan los tornillos a los lados de la base para dejar ya todo preparado para montar las placas de arriba



3. Luego se baja la placa porta-figura inyección por las columnas guía hasta su posición final y se atornilla. Después se colocan los tapones en los huecos que no se usen. Por último, se atornilla el cáncamo de elevación, se pone la parte correspondiente de los centradores a los lados y el pestillo de cierre automático en su alojamiento lateral

2.3 Mecanizado del molde

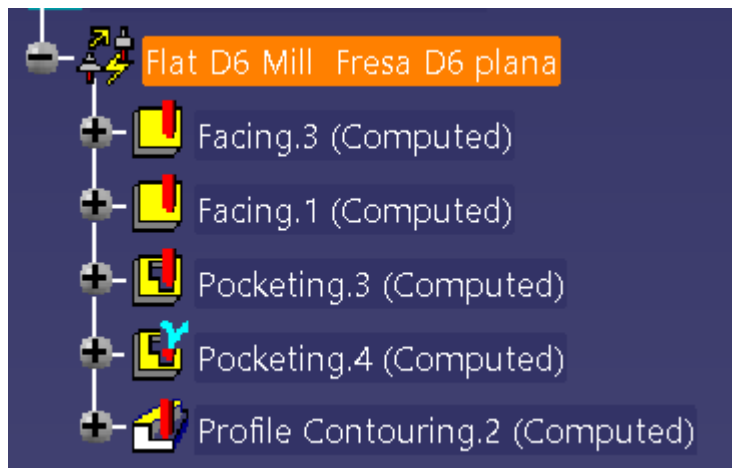
La pieza que voy a mecanizar, he decidido que sean **las puntas** porque **son planas** y aunque parecen simples, tienen ciertos detalles que necesitan bastante precisión. Justo por eso, el mecanizado es la mejor opción: permite controlar muy bien las medidas y acabados, sobre todo en piezas donde cada milímetro importa, ya que a la vista es muy importante que sean precisas ya que es de las piezas que más se ven.



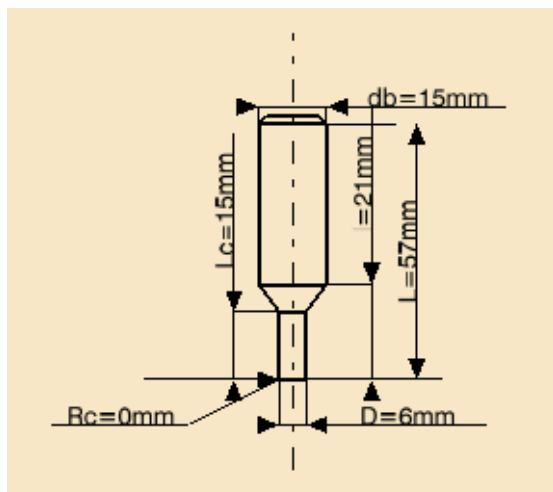
La mayor parte se puede hacer fácilmente con una fresadora **CNC de 3 ejes**, pero hay algunas zonas más complicadas, como huecos o formas internas, que necesitan **electroerosión** para conseguir el resultado exacto que necesita esta parte del “sable láser”

También, ya que este proyecto no es para producción en masa. Si solo voy a hacer unas pocas unidades, mecanizar es **más barato y rápido** que fabricar un molde solo para esa parte. Así ahorro tiempo y dinero, y obtengo una pieza precisa.

El mecanizado a utilizar será este, dos **facing**, dos **pocketing** y finalmente un **profile contouring**, todas las operaciones son dos ya que en la primera se hace un desbaste a 0,2mm del resultado que se necesita, y en la segunda, se hace la misma operación a 0mm del resultado que queremos (acabado)



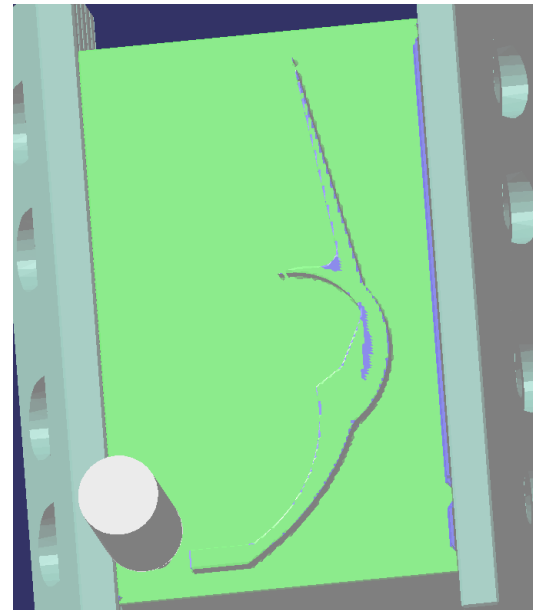
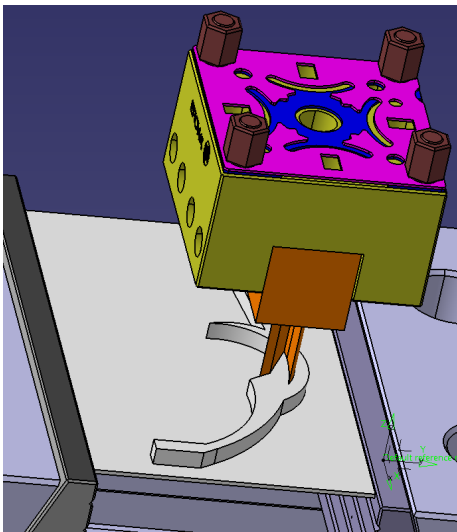
Los facing se hacen para que el tocho que tenemos inicialmente se quede en la altura (Z) que queremos para empezar a darle forma a la pieza, después los pocketing se hacen para darle la forma que se necesita a la pieza a mecanizar, y finalmente el profile contouring sirve para eliminar restos de la placa en la que se nos queda la pieza final, ya que habrá que cortarla después, para sacar la pieza acabada y lista para ponerla en el sable láser



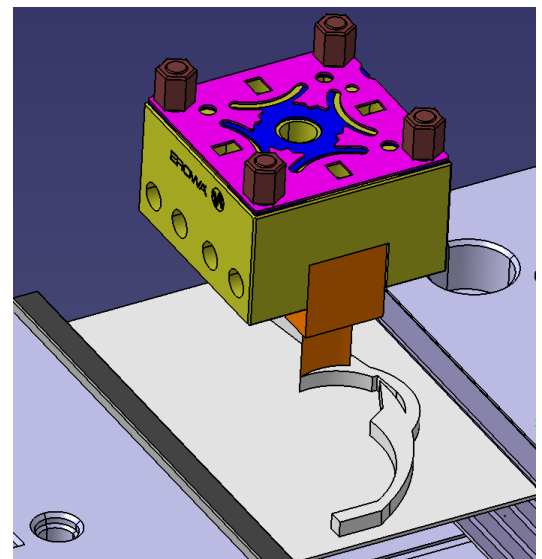
En todo el proceso se utilizará una fresa plana de 6mm de diámetro

Ya que la pieza consta de una geometría complicada en el centro y en un costado hay que hacer **electrodos**, estos son los que hay que utilizar:

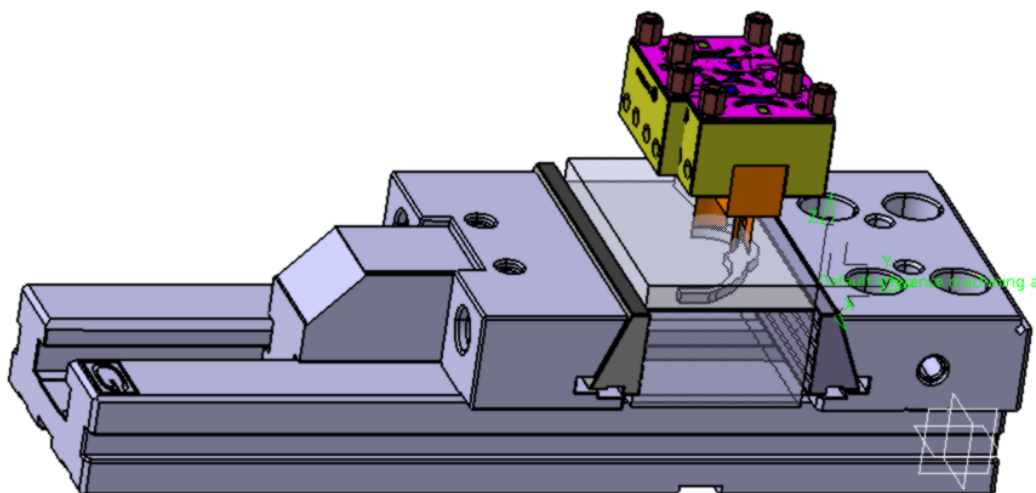
El primer electrodo erosionará la parte del **centro**, la cual sería muy complicada hacer por mecanizado ya que es muy muy fina



El segundo electrodo erosionará la **parte superior** la cual tiene un agujero terminado en pico también muy complicado para mecanizar

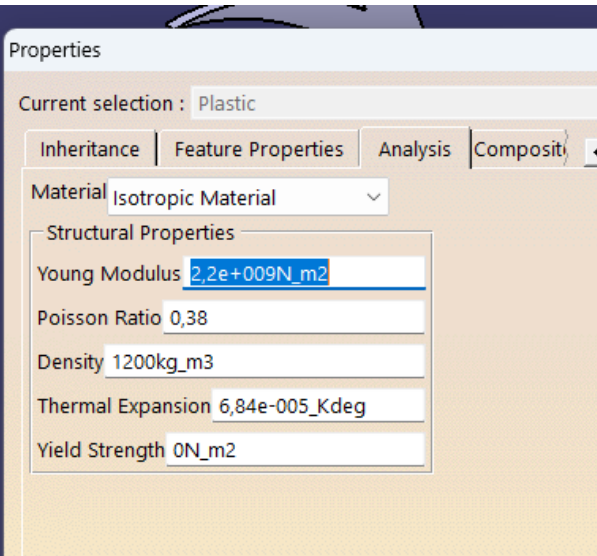


Y así es como se vería el tocho del **mecanizado**, junto con los **dos electrodos y la pieza en la mordaza**

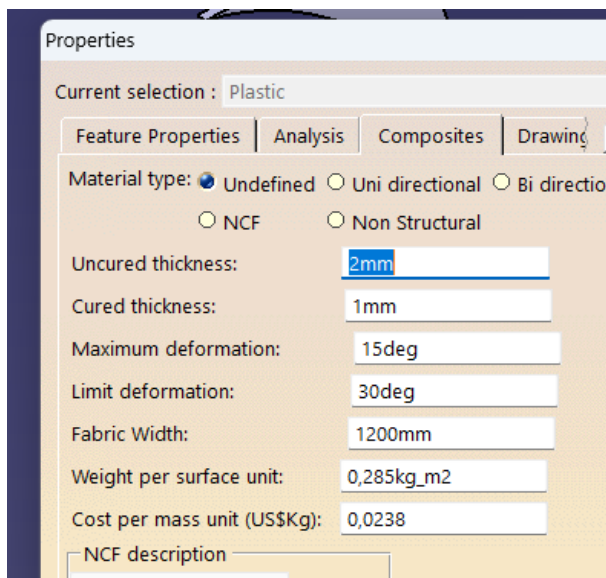
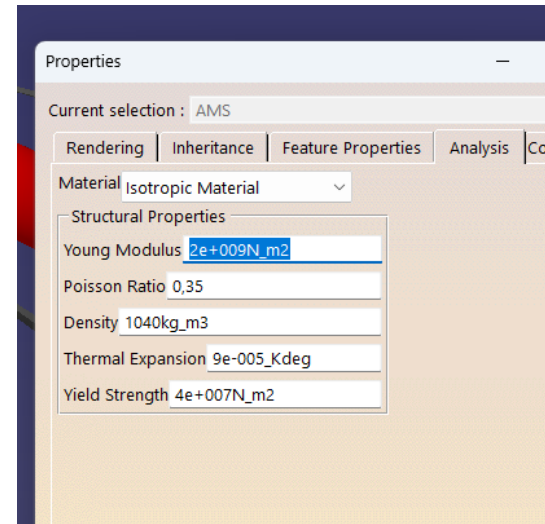


2.4 Implantación industrial para la fabricación de la pieza.

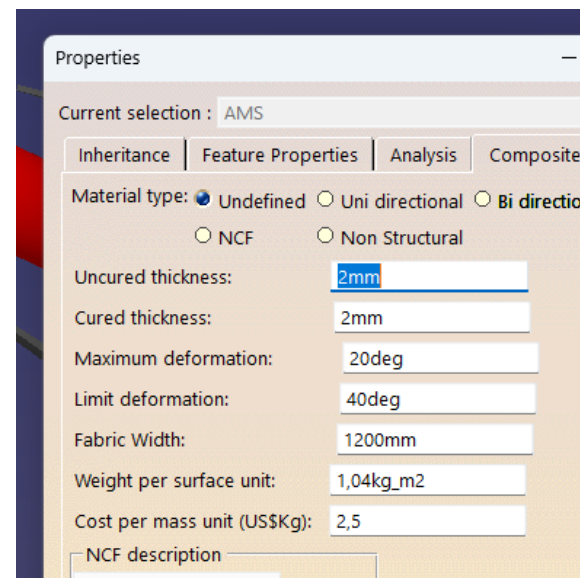
Para poder implantar industrialmente la pieza, el primer problema que me encontré fue como medir la densidad y el peso de la pieza en catia, para eso tuve que hacer algunos cambios.

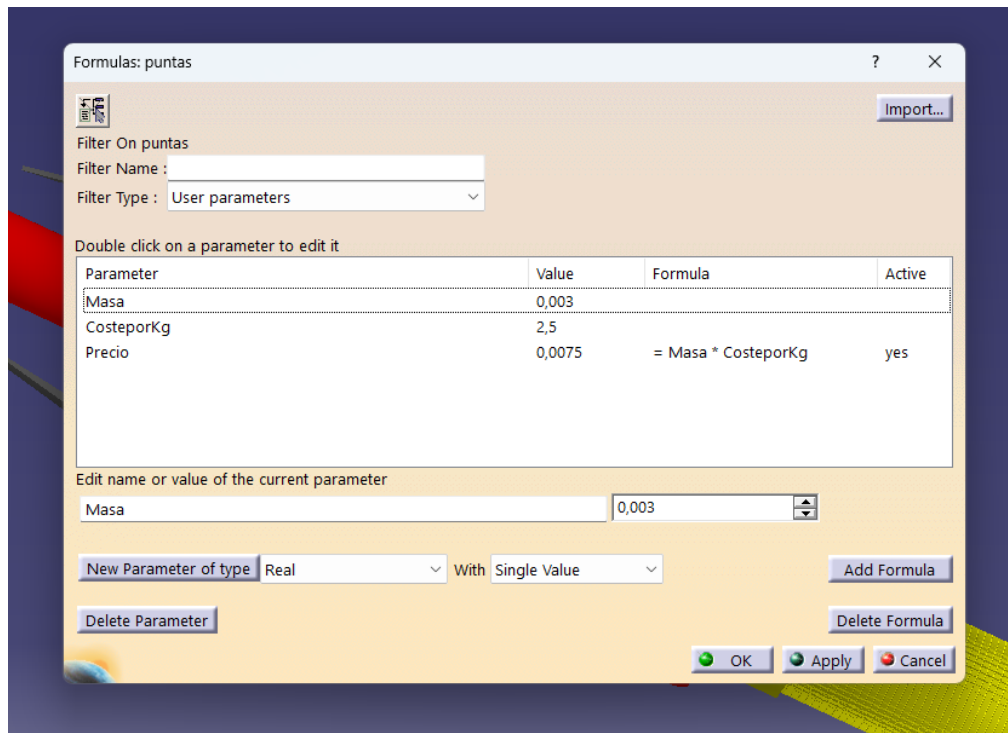


Primero elegí el material que más se asemejaba al mío, había un plástico genérico y tuve que cambiar sus propiedades al del AMS (el material final es ABS pero no dejaba poner nombres).



Ajustando todos los parámetros para que sean el del ABS.





Tocando un poco de Catia me dí cuenta de que te puede calcular él solo el precio de todo así que, eso hice. Solo con el **coste** de material en Kg, **la masa** del material que también lo da Catia, se puede calcular el **precio**

Cada parte del sable tiene un precio diferente ya que algunas van **impresas en 3D**, una **inyectada** y otras **mecanizadas**

2.4.1 Instalación e implantación

Los equipos que necesitaremos serán los siguientes:

- **Ordenador con software Catia y Moldflow:** necesario para el diseño 3D de la pieza, ver los problemas que puede tener esta al momento del llenado y vaciado, molde, generación de planos y archivos compatibles con la fresadora CNC
- **Grúa puente:** fundamental para mover el molde, ya que este puede ser muy pesado
- **Herramientas manuales de montaje:** Imprescindible para el montaje y desmontaje del molde

- **Fresa CNC:** Necesaria para mecanizar las partes necesarias del molde
- **Máquina de inyección del plástico:** Máquina principal para fundir y moldear la pieza de plástico que queremos hacer

Las máquinas como la inyectora y la fresa necesitan algo de automatización, algunos de los elementos son estos:

- **Elementos eléctricos:** motores trifásicos, relés térmicos
- **Elementos de mando y señalización:** botoneras de arranque/parada, luces, pantalla táctil HMI
- **Sensores:** sensores de temperatura y presión, finales de carrera
- **Autómata (PLC):** controla las etapas del ciclo de inyección y el movimiento de la fresa
- **Elementos neumáticos y electroneumáticos:** cilindros neumáticos para expulsión de la pieza

2.4.2 Cálculo de costes

En la siguiente tabla se puede contabilizar los costes de diseño, mecanizado, montaje, transporte, etc., que vamos a utilizar en la empresa en un archivo Excel

Actividad / elementos	Tiempo requerido (H)	Coste (€/H)	Total (€)
Diseño de la pieza	60	25	1500
Diseño del molde	40	30	1200
Análisis de la pieza (Moldflow)	10	70	700
Elementos normalizados (molde y complementos de Meusburger)	1	3795,54	3795,54
Pistones de correderas	2	2099,00	4198
Máquina CNC 3 ejes (ELMAG S800-CNC)	1	91.500	91.500
Máquina inyectora (EC500SXIII)	1	185.000	185.000
Herramientas del mecanizado	10	60	600

Coste maquinaria mecanizado	1	70	70
Operarios	4	25	100
Filamento e impresoras 3D	50	20€ 200€	220
Luz	50	0,30€ kWh	15
Montaje	20	30	600
Verificación y calibrado	20	35	700
Inyección de la pieza	10	25	250
Envío y transporte	1	3000	3000
Total + IVA (21%)	$296248,54 \times 0,21 = 62212,19€ / 296248,54 + 62212,19 =$ 358460,73€		

2.4.3 Orientación laboral y empresas

Organigrama de la empresa	
Puesto	N+1 (superior)
Director / diseñador (Alejandro Ortega)	—
Operario de montaje del molde	Director / diseñador
Operario de inyección	Director / diseñador
Operario de control de calidad	Director / diseñador
Operario mantenimiento	Director / diseñador

La empresa sería una sociedad limitada unipersonal, ya que no exige un capital mínimo para empezar

Puesto	Salario	Departamento	Tareas	Jornada de trabajo	Contrato	Riesgos laborales	Equipos de protección
<i>Director</i>	30.000€ brutos / año	Diseño	Diseño 3D de la pieza y molde / selección de materiales / generación de planos y mecanizado 3D	30h / semana / híbrido	Autónomo	Estrés visual / riesgos ergonómicos	Silla ergonómica / reposamuñecas / iluminación adecuada
<i>Operario de montaje</i>	15.000€ brutos / año	Producción	Montaje de alineación de componentes del molde / fijación de placas y sistemas de apertura y cierre	37,5h / semana / presencial	Temporal	Atrapamientos / lesiones por herramientas	Guantes anticorte / gafas de seguridad / calzado de seguridad
<i>Operario de inyección</i>	15.000€ brutos / año	Producción	Carga del plástico / configuración de temperatura y presión	37,5h / semana / presencial	Temporal	Quemaduras / exposición a vapores / ruido y vibraciones	Guantes resistentes al calor / mascarilla / protección auditiva
<i>Operario de calidad</i>	15.000€ brutos / año	Calidad	Inspección visual y dimensional de piezas / registro de defectos / ensayos mecánicos o de resistencia	37,5h / semana / presencial	Temporal	Fatiga visual / riesgos ergonómicos	Lupa de inspección / guantes de nitrilo / asiento ajustable
<i>Operario de mantenimiento</i>	15.000€ brutos / año	Mantenimiento	Limpieza y engrase de la máquina / sustitución de piezas desgastadas / Verificación de sistemas hidráulicos	37,5h / semana / presencial	Temporal	Descargas eléctricas / atrapamientos / contacto con productos químicos	Guantes aislantes / gafas de seguridad / casco / mascarilla

3. Conclusiones

Con este proyecto he podido desarrollar el diseño completo de un molde de inyección, teniendo en cuenta todo el funcionamiento como el orden de montaje de cada una de sus partes y accesorios. He aprendido a colocar correctamente todos los componentes, sabiendo que va antes y que va después, asegurando que todo encaje bien y que cumpla su función.

También he entendido mejor como se colocan nuevos elementos, como el conjunto de expulsores, correderas, la cámara caliente o los circuitos de refrigeración, y lo importante que es que todo esté bien alineado y sujeto, ha sido un trabajo muy bueno para ver cómo se monta un molde desde cero y que detalles hay que tener en cuenta para que todo funcione bien.

Además este proyecto me ha motivado a seguir adelante con mis propias ideas. Siempre he tenido en mente diseñar cosas por mi cuenta, y gracias a este grado superior lo he conseguido, ahora puedo diseñar y modelar lo que quiera y gracias a la impresión 3D que es accesible, barata y muy fácil de usar, ya que se puede hacer realidad casi cualquier cosa.

3.5 Animación

Finalmente he hecho una animación con fines comerciales para presentar el sable láser, todavía no está acabada y tiene algunos errores ya que es bastante complicado y tedioso de hacer, pero es un gran comienzo y tiene una calidad impresionante



4. Anexo

[Serviacero Especiales](#)

[Meusburger](#)

[ABS Natural Precio](#)

[EPIS](#)

[Fresadora CNC 3 ejes](#)

[Inyectora de plástico](#)