



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

**Diseño de una manilla exterior de apertura
retráctil para un vehículo**

Autor:

De Arriba Sanz, Jaime

Tutor:

**Sanz Arranz, Juan Manuel
CMeIM/Expresión Gráfica en la
Ingeniería**

Valladolid, Julio de 2018.

A Marisa por darme fuerzas y alegría tras cada tropiezo cometido estos últimos años, a mi hermana, amigos y sobre todo a mis padres por su apoyo incondicional durante esta época, por haber hecho posible toda esta formación recibida y conseguir el sueño de ser Ingeniero.

Sin todos vosotros no habría sido posible llegar a la meta, muchísimas gracias por todo.

Índice

1	Resumen y palabras clave.....	3
1.1	Resumen	3
1.2	Abstract.....	3
1.3	Palabras clave.....	4
1.4	Keywords.....	4
2	Introducción, objetivos	5
3	Contextualización del trabajo	7
3.1	Política de jalonamiento en el diseño automovilístico.	7
3.1.1	Etapa de diseño inicial	7
3.1.2	Concepción.....	8
3.1.3	Pre-industrialización	9
3.2	Avance en el diseño de este componente con el paso de los años.....	10
4	Fase de Diseño inicial, manilla exterior retráctil.....	15
4.1	Características generales a cumplir	16
4.2	Esbozo y elección del concepto final	16
4.3	Referencias generales del diseño elegido.....	19
4.3.1	Sistema de referencia general del vehículo:.....	20
4.3.2	Longitud y anchura del vehículo	21
4.3.3	Altura respecto al suelo	23
5	Fase de concepción, manilla exterior retráctil.....	25
5.1	Fichero de Contexto.....	25
5.2	Mecanismo pestillo	26
5.3	Puerta.....	29
5.4	Chapa interna.....	34
5.5	Pasador	37
5.6	Resorte	39
5.7	Maneta exterior	43
5.7.1	Zona externa	43
5.7.2	Clips de unión.....	48
5.8	Maneta interior.....	50

5.8.1	Sólido principal.....	50
5.8.2	Canto	55
5.8.3	Tope eje.....	56
5.8.4	Nervio	57
5.8.5	Sujeción mecanismo apertura.....	58
5.9	Soporte.....	61
5.9.1	Sólido principal.....	61
5.9.2	Nervios tope manilla	63
5.9.3	Cilindro sujeción pasador	64
5.9.4	Salientes fijación superior	66
5.9.5	Salientes fijación inferior.....	69
5.9.6	Sujeción tubo mecanismo apertura	70
5.10	Fijaciones.....	71
5.10.1	Molar	72
5.10.2	Tornillo	72
6	Fase de análisis, manilla exterior retráctil.....	73
6.1	Proceso de fabricación	73
6.2	Estudio sobre el ensamblaje	73
6.2.1	Creación del ensamblaje	73
6.2.2	Interferencias entre sólidos	76
6.2.3	Ergonomía del mecanismo.....	78
7	Conclusiones.....	81
8	Bibliografía	83
9	ANEXOS	85
9.1	Comprobación par resorte	85
9.2	Planos de fabricación	86

1 Resumen y palabras clave

1.1 Resumen

En el presente trabajo de fin de grado se describirá el avance que ha habido a lo largo del tiempo en el diseño de las manillas de los vehículos, así como la política de jalonamiento que se lleva a cabo en proyectos de ingeniería de los vehículos y sus diferentes componentes.

Tras esto se desarrollará mediante la herramienta CATIA V5 un diseño innovador de apertura para las puertas de un vehículo del segmento D, con las características funcionales teóricas a cumplir.

Finalmente analizaremos si nuestro diseño cumple correctamente con los requisitos para su correcta fabricación, ensamblaje y ergonomía ante el amplio abanico de la población a la que estará destinado.

1.2 Abstract

The present final degree Project will describe the progress that has been along the time in the vehicles handles design, and the milestone policy that nowadays is used in vehicle engineering projects and their different components.

Then it will be developed an innovative opening design for the doors of a D segment vehicle using CATIA V5 tool, with the theoretical functional characteristics to be met.

Finally, we will analyze if our design correctly meets the requirements for its correct manufacture, assembly and ergonomics for the wide range of the population, which it will be destined.

1.3 Palabras clave

DISEÑO, CAD, ANALISIS, MANILLA, AUTOMOVIL

1.4 Keywords

DESIGN, CAD, ANALYSIS, HANDLE, AUTOMOBILE

2 Introducción, objetivos

Tras estar seis meses en el entorno automovilístico de Renault España, en concreto como concepector en el departamento de ingeniería vehículo, uno conoce la gran importancia que tiene el diseño industrial actualmente, así como su convergencia hasta llegar al punto final, que no es más que una correcta industrialización del vehículo completo, con todas sus cotas y ajustes principales dentro de las tolerancias definidas. Esto no sería imposible si desde un principio partimos de un diseño excesivamente complicado, o mal definido en su maqueta numérica.

En los últimos años con el desarrollo de potentes útiles de concepción, como lo es CATIA, las multinacionales automovilísticas han visto drásticamente reducido su gasto en prototipado y estudios de geometría sobre el vehículo, pudiendo desarrollarse virtualmente en CATIA por los diferentes conceptores, y teniendo rápido margen de maniobra sobre los diseños iniciales, cosa impensable antiguamente. Esto actualmente es extremadamente importante, en un entorno globalizado como el que vivimos donde las diferentes marcas de vehículos compiten fuertemente entre ellas por sacar el diseño más innovador, con la mayor calidad de ajustes, materiales, prestaciones y emociones al volante, al menor precio de producción.

Estar inmerso en este entorno tan cambiante fue lo que me llevó a decidir que mi trabajo de fin de grado llegado su momento se desarrollaría en torno a tres pilares fundamentales: el diseño industrial mediante el uso de CATIA, el entorno automovilístico y la realización un diseño innovador en alguno de los diferentes perímetros que posee la compleja arquitectura del vehículo, con la mayor facilidad de producción y precio posible.

3 Contextualización del trabajo

3.1 Política de jalonamiento en el diseño automovilístico.

A la hora de crear, diseñar y llegar a producir un vehículo, se sigue un estricto jalonamiento para que todos los actores implicados en este trabajo dispongan de ciertas fechas clave para organizarse en su trabajo.



Figura 1: fase de diseño en automoción

Podríamos separar toda la etapa de creación de un vehículo en 3 grandes etapas a seguir: diseño inicial, concepción y pre-industrialización del vehículo. Tras finalizar la fase final de pre-industrialización del vehículo, éste ya sería fabricado en serie y podría ser vendido al cliente final.

3.1.1 Etapa de diseño inicial

En esta etapa los actores principales serán los diseñadores conceptuales. La empresa les otorgará total libertad en la imaginación del concepto de automóvil. Para ello encontrarán inspiración en los vehículos del mismo segmento de la competencia, el lenguaje de diseño por el que se esté rigiendo la marca en ese momento, así como otros elementos y formas que podemos encontrar en el mundo cotidiano. Para muestra vemos en la figura 2 el diseño conceptual del Nissan Leaf, el cual se inspiraba en la forma que otorga el viento a las hojas al fluir a su alrededor.



Figura 2: Diseño conceptual Nissan Leaf

Tras los primeros conceptos dibujados en papel hace años, y con tabletas de diseño asistido, y programas de retoque virtual actualmente, la marca se quedará con los conceptos más llamativos de entre todos los ideados.



Figura 3: Diseño en arcilla del Ford Mustang

Estos conceptos serán llevados a los modeladores de arcilla, e impresión 3D, para presentar físicamente a los altos responsables de la marca, los cuales elegirán dos conceptos de entre todos los prototipados. Vemos uno de estos modelos en la figura 3.

Con estos dos conceptos definidos físicamente en arcilla, finalizará la primera etapa de diseño, dando paso a la segunda etapa de concepción, donde los conceptores trabajaran sobre ellos.

En resumen, los pasos llevados a cabo en esta etapa serán:

- **Intención de diseño:** idea general del vehículo a fabricar. Esto es, segmento al que pertenecerá, medidas mínimas y máximas, y forma general exterior e interior.
- **Primeros conceptos:** con los patrones previamente expuestos, los diferentes diseñadores crean sus conceptos con total libertad.
- **Elección de los 2 conceptos ganadores:** entre todos los conceptos creados se escogen los dos más llamativos y de mayor facilidad de industrialización.

3.1.2 Concepción

En esta etapa previa a los ensayos de industrialización, se crearán dos equipos de concepción, uno para cada concepto de vehículo validado en los diseños preliminares.

Estos conceptores trabajaran con programas de escaneo sobre los diseños en arcilla para digitalizar las curvas principales del vehículo. Tras ello se exportarán a programas de diseño asistido tipo CATIA V5/6 o Unigraphics NX.



Figura 4: Catia vs NX Unigraphics

Crearán la maqueta numérica de ambos conceptos basándose en estas curvas principales, y la que mejor plasme la idea de vehículo a fabricar por la marca, así como la más propensa a tener una buena industrialización, será la que se lleve adelante.

Con la maqueta final ya elegida, se revisarán interferencias, fijaciones entre piezas, se crearán las diferentes referencias de cada una de ellas, y se procederá a lanzar la fabricación de los utillajes para fabricar todos los componentes de este vehículo final.

Con este lanzamiento de utillajes se dará por finalizada esta etapa de concepción, congelando todos los elementos CATPART para evitar su errónea modificación.

En resumen, los pasos llevados a cabo en esta etapa serán:

- **Escaneo:** digitalización de las curvas principales sobre los dos conceptos elegidos en la etapa previa.
- **Concepción:** creación de la maqueta numérica de las 2 soluciones elegidas.
- **Maqueta final:** nos quedaremos con un único concepto, sobre el que se realizará una amplia revisión digitalmente.
- **Congelado y lanzamiento de utillajes.**

3.1.3 Pre-industrialización

Con el comienzo de la pre-industrialización, el equipo de concepción se desplazará a la fábrica donde se haya asignado la fabricación del vehículo, o directamente se creará una ingeniería local encargada del seguimiento de estos primeros coches fabricados en la cadena definitiva de montaje.

Durante esta etapa se pulirán pequeños errores que no se hayan podido ver en numérico, tales como no conformidades en piezas provenientes de proveedores externos, interferencias que se hayan pasado por alto en la revisión de la maqueta

numérica, o montajes de piezas que sean demasiado complicados de llevar a cabo por parte de los operarios en la línea.



Figura 5: Línea de montaje fábrica Renault Palencia

Estos primeros vehículos a fabricar se producirán en tiradas escalonadas en el tiempo, para proporcionar cierto margen de maniobra a la ingeniería local en la resolución de los problemas descubiertos.

En resumen, los pasos llevados a cabo en esta etapa serán:

- **Tiradas de producción.**
- **Acuerdo de fabricación** en serie.
- **Subida de cadencia** hasta alcanzar el objetivo serie en vehículos al turno de producción.

3.2 Avance en el diseño de este componente con el paso de los años

Antiguamente la aerodinámica de los vehículos no era algo a lo que los diseñadores prestaran demasiada atención, bien por falta de conocimiento o simplemente por no complicar demasiado el diseño final a fabricar, haciéndolo con el fin de ser lo más simple posible.

Esta simpleza estaba también reflejada en las manillas de las puertas, tan simples que se asemejaban a las que encontrábamos en las puertas de las casas de principios del siglo XX. Para muestra la del Ford Model T coupe que vemos en la figura 6.



Figura 6: Manilla Ford model T coupe

Estos diseños simples, duraderos y fáciles de arreglar o sustituir en caso de rotura perduraron hasta mediados de siglo.

Con el avance de los años, y especialmente la llegada del modernismo de mediados de siglo XX, el diseño fue tomando formas más complejas y aerodinámicas. Cabe destacar en esta época el gran avance del diseño, teniendo como polo la gran industria automovilística americana, que tuvo en estos años su momento dulce, con diseños inspirados en la carrera espacial, para ejemplo el Ford de la figura 7.



Figura 7: Manilla Ford Thunderbird de 1961

Este tipo de diseños fueron los que por razones aerodinámicas empezaron a incrustar de manera más elegante las manillas de apertura en la carrocería.

Con la llegada de los años 90, en pleno auge informático, las marcas automovilísticas comienzan a utilizar programas de diseño asistido por computación, bastante menos potentes de lo que conocemos hoy en día. Estos primeros programas que se rigen por líneas y superficies permiten a los diseñadores llegar a industrializar formas más complejas, pudiendo llevar estas formas desde elementos como la carrocería del vehículo, hasta sus componentes. Para muestra las primeras manillas incrustadas en la superficie de las puertas llevadas a cabo por Renault, figura 8.



Figura 8: Manilla Renault 25

Estos primeros diseños en línea con la carrocería seguirán plasmados durante esta época, mejorando en calidad y desarrollando formas y sistemas más complejos. Cercanos a la llegada del nuevo siglo, y con las marcas centradas en reducir drásticamente costes en la industrialización de sus productos, surgirán diseños muy innovadores, a la vez que baratos, como el sistema implementado en el Renault Twingo.



Figura 9: Manilla Renault twingo

Es de los sistemas más simples utilizados en la historia automovilística, tanto por su reducido tamaño (menor coste de material, y peso añadido al vehículo), como por su simplicidad, ya que es simplemente un pestillo pivotante escondido de forma elegante tras la piel externa de la puerta (la cual a su vez forma parte del diseño de la manilla). La buena concepción de este elemento en este vehículo haría que permaneciera invariante durante sus tres primeras generaciones.

Entrados ya en el siglo XXI, con la aplicación en masa de la electrónica en los automóviles, llegaron los sistemas de infoentretenimiento más llamativos, como digital cockpits, grandes pantallas en el salpicadero, así como gadgets de inteligencia artificial. Entre estos gadgets destacará la gran pionera de estos años, Tesla, lanzando al mercado su buque insignia, el Tesla model S con sus llamativas manillas retráctiles automáticas.



Figura 10: Manillas retráctiles Tesla model S

Este sistema se convierte al instante de su lanzamiento en el más innovador del mercado, pues no existe nada igual en la competencia. Cuando el propietario del vehículo se acerca con su llave inteligente y presiona sobre las manillas, éstas se despliegan automáticamente, volviéndose a replegar cuando no están en uso.

No obstante, no todo fueron pros en este sistema. Tesla tuvo que llamar a revisión a la totalidad de los coches fabricados en el año 2015, por fallos en el funcionamiento debido a su enorme complejidad, con un coste asociado por pieza superior a 400 \$. En la figura 11 podemos ver el complejo mecanismo internamente.

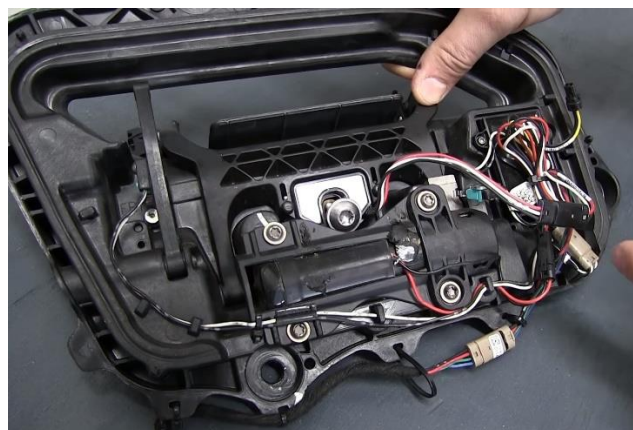


Figura 11: Mecanismo electrónico Tesla model S

Al ver la complejidad de estos nuevos sistemas me vi motivado a diseñar un sistema en línea con el diseño del model S, pero de mayor simplicidad con el fin de evitar un alto gasto por vehículo, así como disminuir peso y complejidad de funcionamiento. Es por ello que mi sistema a diseñar evitará esta complejidad electrónica y se centrará el **diseño en un sistema de accionamiento mecánico**.

4 Fase de Diseño inicial, manilla exterior retráctil.

El programa con el que trabajaremos para el diseño del mecanismo será CATIA V5, en su versión 6R/2015. Los módulos que utilizaremos serán Generative shape Design para trabajar con las superficies y curvas a crear, part design para la creación de los sólidos finales, assemlby design para su ensamblado y análisis mecánico, y Drafting para la creación de los planos de fabricación de los diferentes componentes del mecanismo.

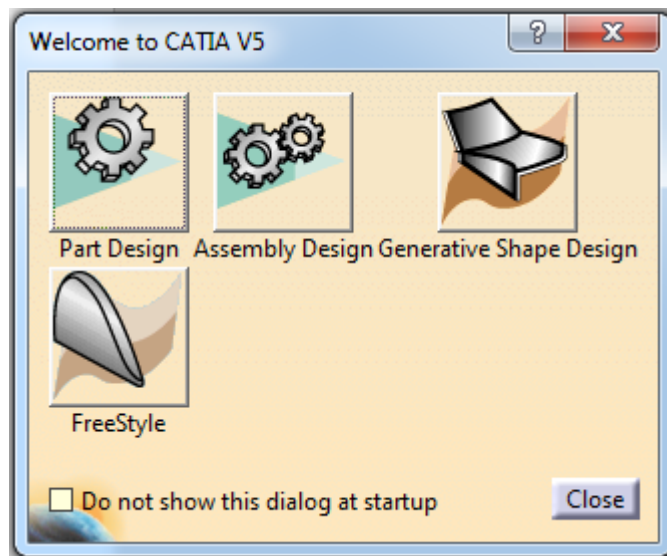


Figura 11: Algunos módulos de Catia V5

El proceso de diseño en el que nos basaremos será el usado en la automoción, como hemos detallado en el punto anterior. Los principales pasos a seguir serán pues:

- Características principales que debe tener el mecanismo.
- Esbozo y creación de los primeros conceptos para el mecanismo a diseñar.
- Elección del diseño final, y comienzo de su concepción en CATIA V5.
- Creación del ensamblaje y revisión de la maqueta numérica ensamblada.
- Creación de los planos de fabricación de los componentes para lanzamiento de utillajes.
- Análisis numérico para el correcto funcionamiento del mecanismo.

Para completar el ciclo como en automoción, nos faltaría la fabricación de los prototipos finales mediante impresión 3D, su ensamblado, y la fabricación en planta de las primeras piezas de pre-industrialización antes de la subida en cadencia y el comienzo de la producción en serie.

4.1 Características generales a cumplir

El mecanismo a diseñar estará destinado a un vehículo de gama Premium del segmento D (berlina). Analizando la competencia Premium del mercado vemos que los mecanismos más innovadores introducidos al mercado son las manetas retráctiles de funcionamiento electrónico, pero con puntos desfavorables al ser elementos de muy alto coste por vehículo, y con bastantes fallos en los primeros modelos producidos. Es por ello que nuestro elemento será de accionamiento mecánico.

En cuanto a sus características geométricas, nos vendrán impuestas por las superficies limitantes de la puerta, esto es, la piel exterior y la interior. La piel exterior irá en sintonía con la zona externa del mecanismo, y la interior nos limitará el tamaño del soporte que sostenga todos los elementos fijos y móviles.

Por último, se deberá tener en cuenta que el juego exterior entre la piel de la puerta, y la manilla sea uniforme en todo su contorno, para evitar quejas cliente y asegurar al máximo la estanqueidad del conjunto.

4.2 Esbozo y elección del concepto final

Teniendo en cuenta todas estas premisas, empezaremos a trazar los primeros conceptos, teniendo como referencia la marcada línea de cintura superior del vehículo, con la que irán en consonancia las líneas generales de la parte visible del mecanismo.

Seleccionaremos tres conceptos iniciales para su análisis:

Boceto 1: forma simple y minimalista de la manilla, trazada mediante dos líneas paralelas a la de cintura, para estar en completa consonancia con las líneas generales de nuestro vehículo.

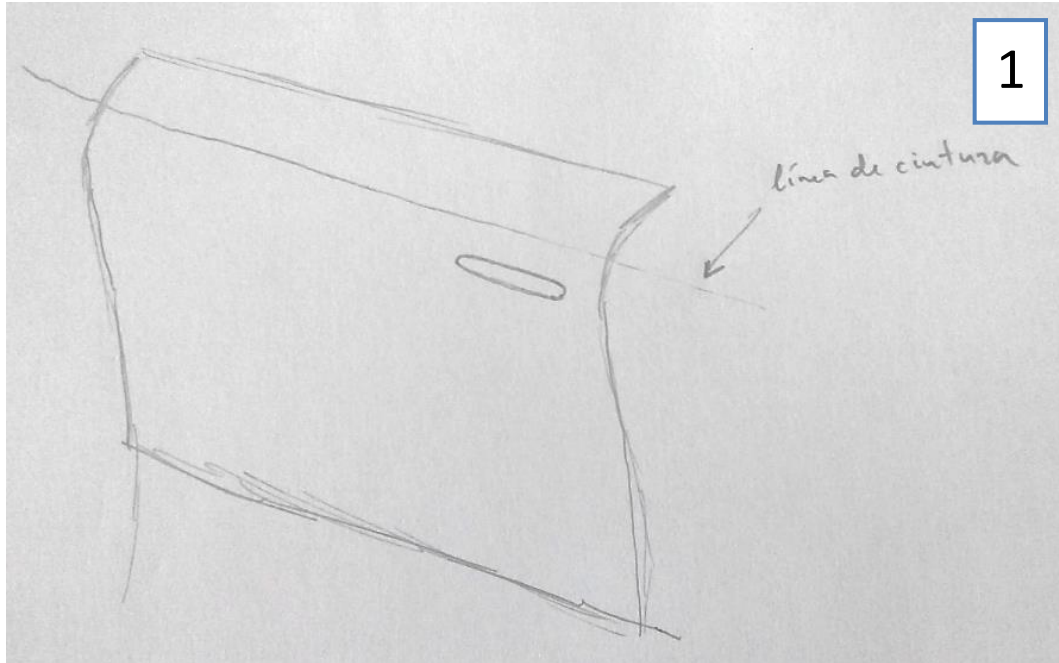


Figura 12: Boceto 1

Boceto 2: trazado de forma similar al 1, pero con mayor complejidad en formas y tamaño en la zona a presionar para pivotar nuestra maneta. A priori el funcionamiento debería ser mejor que en el boceto 1.

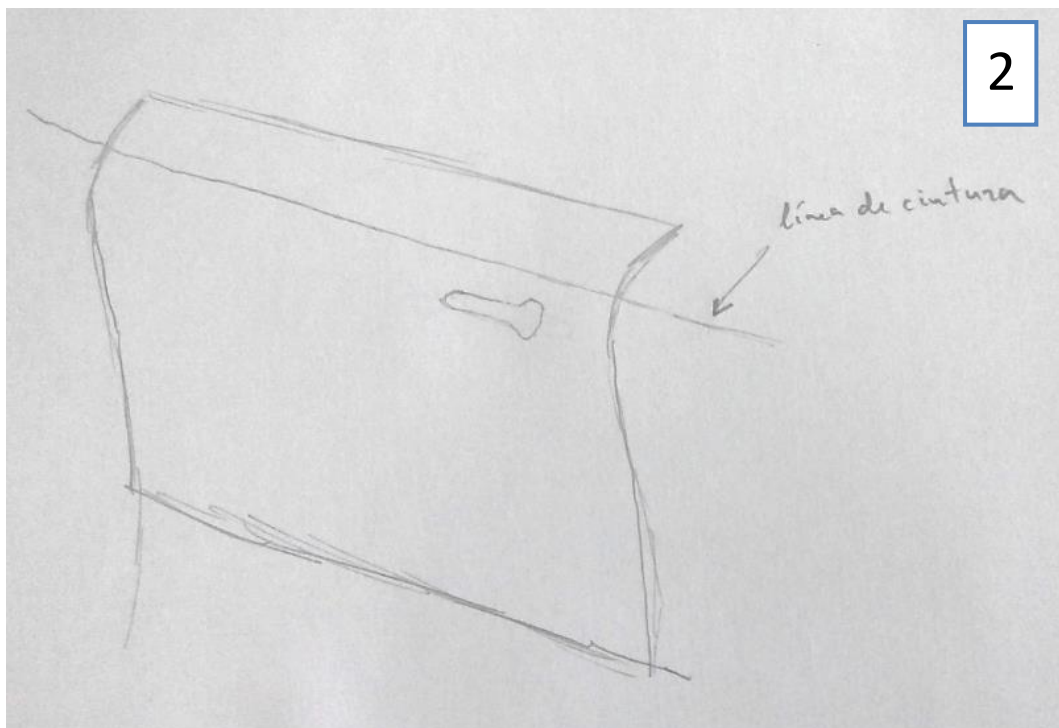


Figura 13: Boceto 2

Boceto 3: creado mediante 3 líneas paralelas a la de cintura, cortadas por sendas trazas oblicuas, creando una sensación de movimiento y de mayor complejidad que los dos bocetos anteriores. Con buen funcionamiento debido a mayor tamaño en zona a presionar para el pivotamiento del mecanismo como el boceto 2.

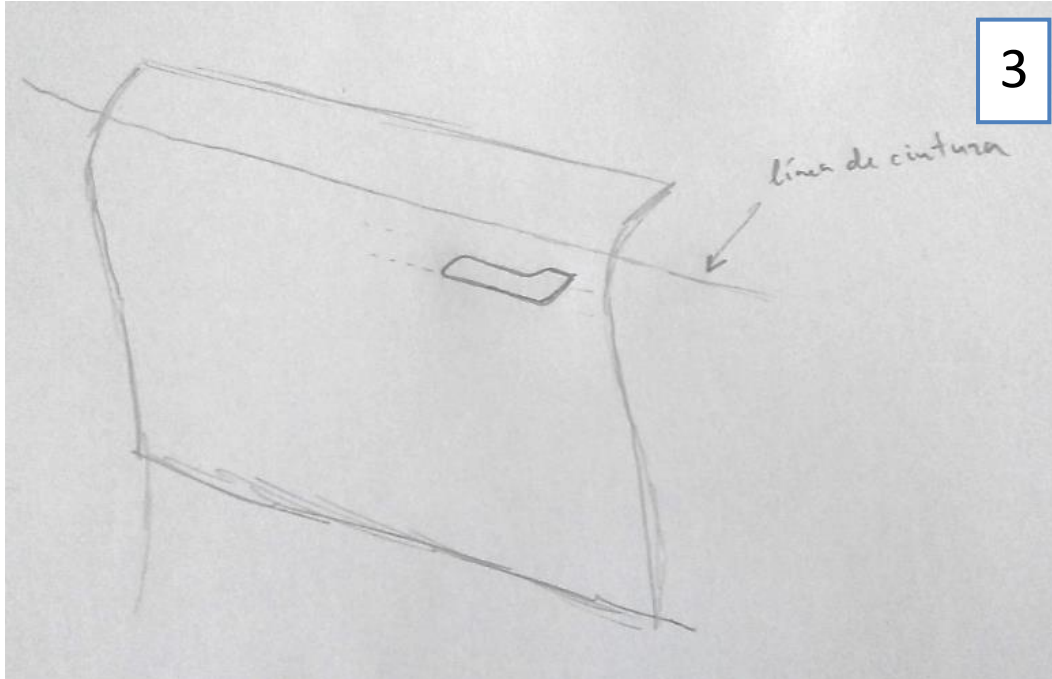


Figura 14: Boceto 3

De los 3 bocetos iniciales seleccionados, a priori escogeríamos el 2 y el 3, ya que serán más propensos a la introducción de los componentes necesarios en la zona de accionamiento para el pivotamiento. Para muestra, los bocetos realizados del ensamblaje final que se tendría en el mecanismo:

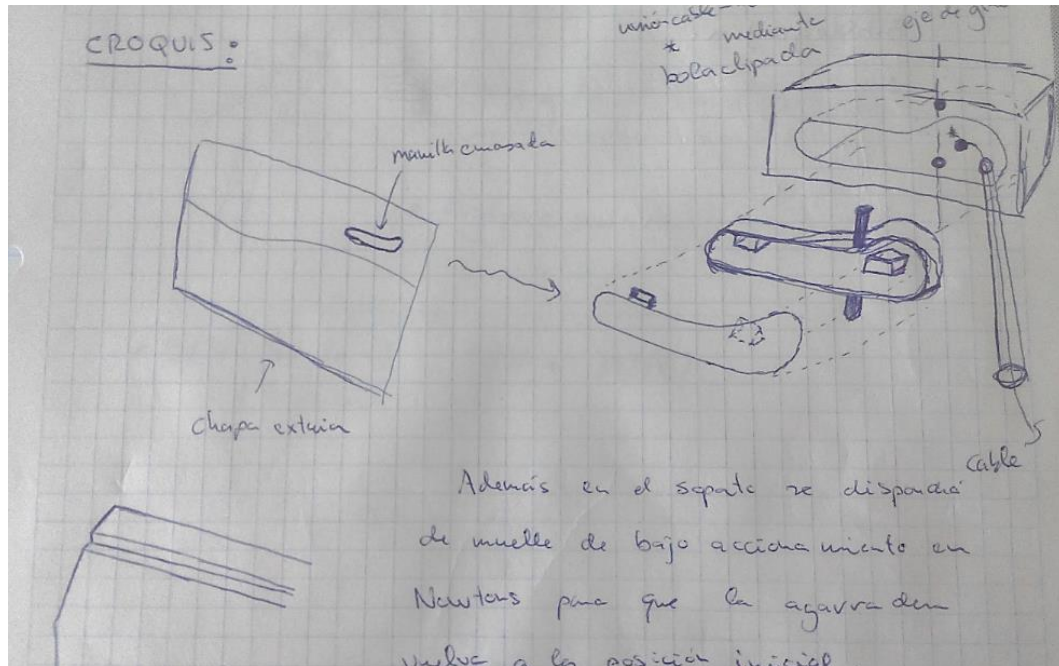


Figura 15: Croquis general

Como se puede apreciar, deberemos de disponer de mayor espacio en la zona de pivotamiento para la inserción del eje de giro, junto con el muelle que devuelva la manilla a su posición inicial. Por estas premisas el **boceto 1** queda descartado.

Entre los bocetos restantes, seleccionaremos como boceto final para comenzar la concepción, el **boceto 3**. Éste es de mayor complejidad en líneas al **boceto 2**, pero aporta mayor dinamismo en formas a nuestro vehículo, por lo que será el seleccionado.

4.3 Referencias generales del diseño elegido

Una vez elegido el **boceto 3**, como el que pasará a la etapa de concepción, comenzaremos el trabajo con CATIA V5.

El primer paso a dar será el posicionamiento de los ejes principales del conjunto. Estos se corresponderán con los ejes generales de referencia para vehículo completo. En el diseño automovilístico se toma como referencia la posición del conductor, trazando los ejes respectivamente hacia la derecha, hacia arriba y hacia la zona trasera del conductor.

4.3.1 Sistema de referencia general del vehículo:

En diseño automovilístico se disponen 2 ejes de referencia importantes por cada subelemento del coche: el sistema general que corresponde a vehículo ensamblado, y el sistema de referencia local de cada sub-elemento.

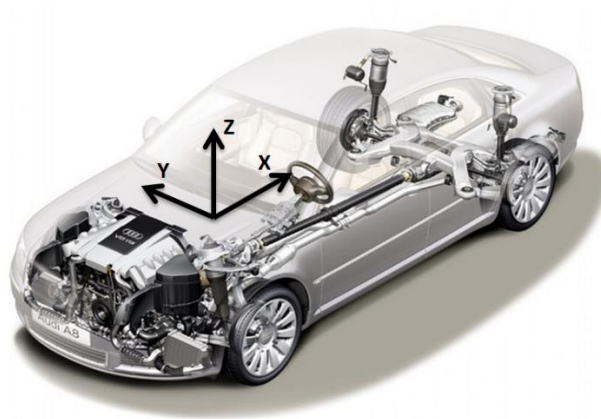


Figura 16: Sistema de referencia general en el vehículo

El origen de este sistema de ejes general se encontrará situado en la intersección entre el plano central de simetría del vehículo, y el eje de las ruedas delanteras del vehículo, como vemos claramente en la figura superior.

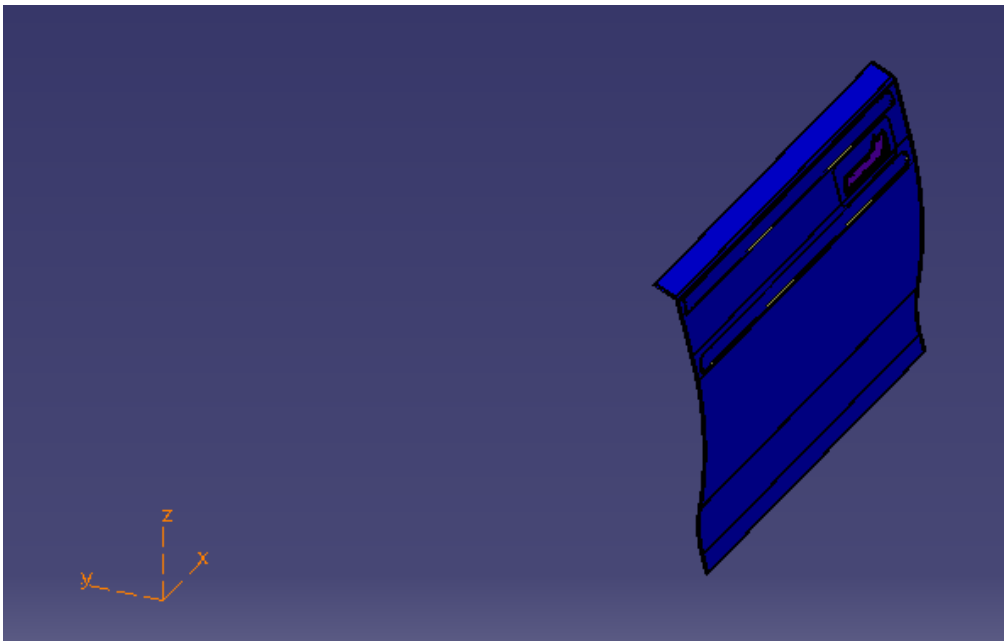


Figura 17: Sistema de referencia general en nuestro diseño

Tras esto procederemos a situar los planos límites de nuestro vehículo.

4.3.2 Longitud y anchura del vehículo

Para dotar a nuestro vehículo de longitud y anchura, analizaremos los dos vehículos Premium más vendidos del segmento D, el Mercedes-Benz Clase C y el BMW Serie 3.

Medidas de referencia vehículos del segmento D de la competencia:

- **Mercedes Benz Clase C W205**

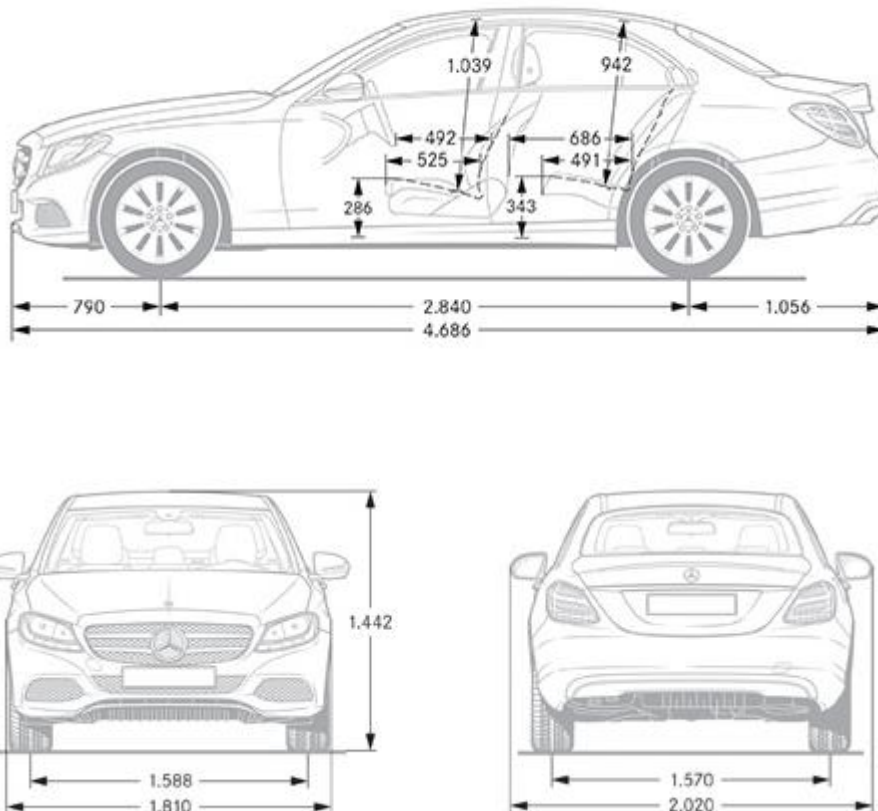


Figura 18: Dimensiones generales Mercedes W205

Longitud total del vehículo: 4.69 m.

Anchura total del vehículo sin contar retrovisores: 1.81 m.

- **BMW Serie 3 F30**

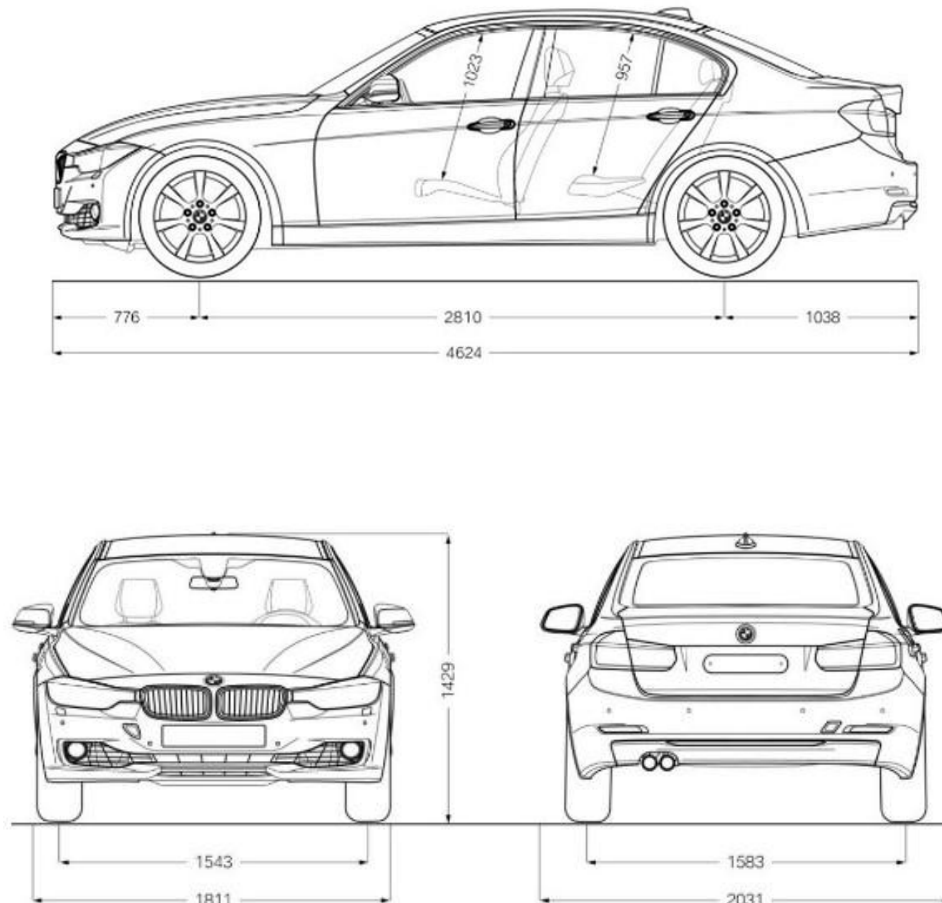


Figura 19: Dimensiones generales BMW F30

Longitud total del vehículo: 4.63 m.

Anchura total del vehículo sin contar retrovisores: 1.81 m

Dotaremos a nuestro vehículo entonces de una longitud total igual a 4.65 m, y una anchura sin contar retrovisores de 1.81 m, similares al análisis de competencia realizado.

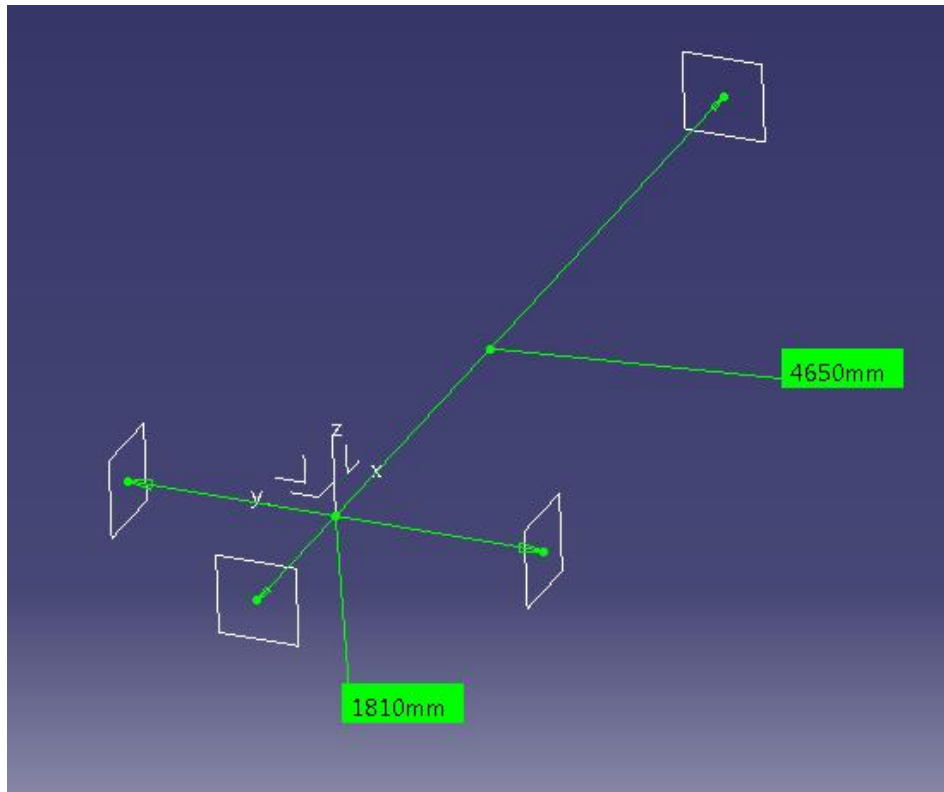


Figura 20: planos límite vehículo

Esta anchura y longitud total quedarán reflejados en CATIA V5 mediante 4 planos límite, que se corresponderían físicamente con la fachada frontal del automóvil, la fachada trasera, y los dos laterales.



4.3.3 Altura respecto al suelo

La altura al suelo de nuestro vehículo vendrá determinada por dos principales elementos:

- **Neumático:** en función del radio de las ruedas del vehículo este estará situado a mayor o menor altura del suelo.
- **Plataforma:** en función de la posición de nuestra plataforma respecto al eje de giro de los neumáticos, el vehículo estará a mayor o menor altura del suelo.

El neumático elegido para nuestro diseño será el genérico del segmento D, el 225/45R17. Este tiene una geometría y medidas como las que podemos ver en la figura:

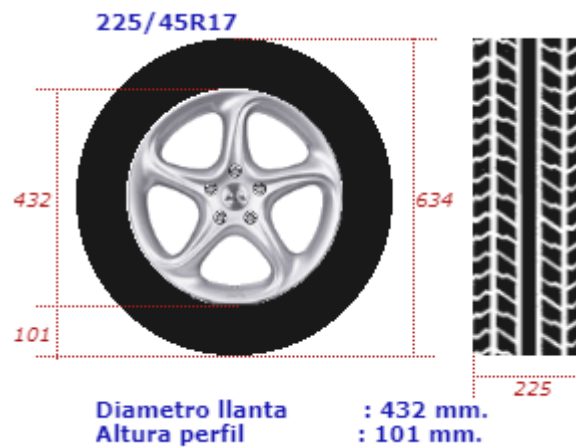


Figura 21: dimensiones neumático elegido

Con el uso de este neumático, nuestro eje motriz estará situado a una distancia desde el suelo igual a la mitad del diámetro de la rueda. Esto es $634/2 = 317\text{mm}$.

Por otro lado, la plataforma de nuestro coche se situará a 140 mm desde nuestro eje motriz, ya que se trata de una berlina, con alturas en torno a los 16-19 cm desde el suelo.

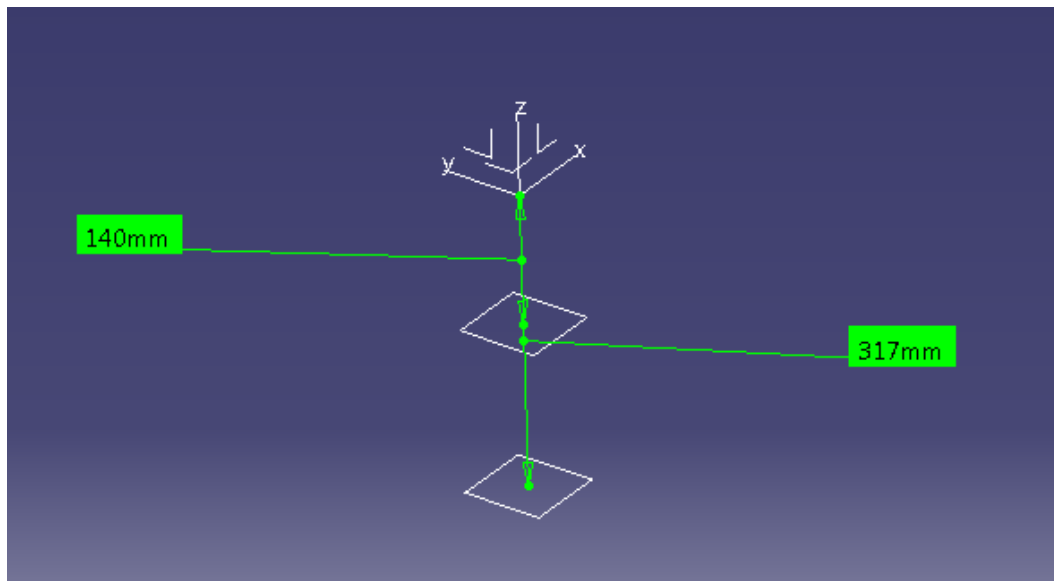
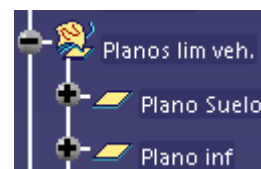


Figura 22: planos suelo y plataforma

Con estas dos aclaraciones ya podemos situar sendos planos, el de limite suelo y el de la zona inferior de la plataforma, respectivamente a 317 mm y 140 mm desde el eje motriz.



5 Fase de concepción, manilla exterior retráctil

Con el diseño final elegido, los sistemas de referencia y planos límites generales definidos, comenzaremos la concepción del mecanismo.

El trabajo se fundamentará sobre un **fichero contexto general**, donde trazaremos las líneas, superficies, puntos y parámetros comunes entre las piezas que compondrán nuestro mecanismo de manilla exterior retráctil.

Este fichero común irá avanzando en versión a medida que vayamos creando estos parámetros, para tener la posibilidad de volver a una versión anterior en el caso de que la nueva nos de algún problema, o concibamos algún elemento erróneamente.

5.1 Fichero de Contexto

Como hemos apuntado será el primer paso a dar en la concepción de nuestra manilla. En su árbol general estarán incluidos los parámetros dimensionales principales, las fórmulas que relacionen algunos de ellos entre sí, planos límite que tengamos que situar en alguno de los componentes a diseñar, y, para terminar, las curvas y superficies generales y comunes entre los diversos componentes.

Creando en este fichero las curvas y superficies comunes evitaremos interferencias entre los componentes a priori, además nos permitirá realizar modificaciones en común, que serán traspasadas automáticamente a los sólidos simplemente actualizando en los CATPART. Estos elementos alámbricos comunes deberán ser publicados para que esta acción los actualice correctamente.

Al ser un fichero bastante extenso, describiremos los elementos comunes creados en el momento de explayarnos con cada elemento. Para finalizar vemos en la figura el árbol completo.



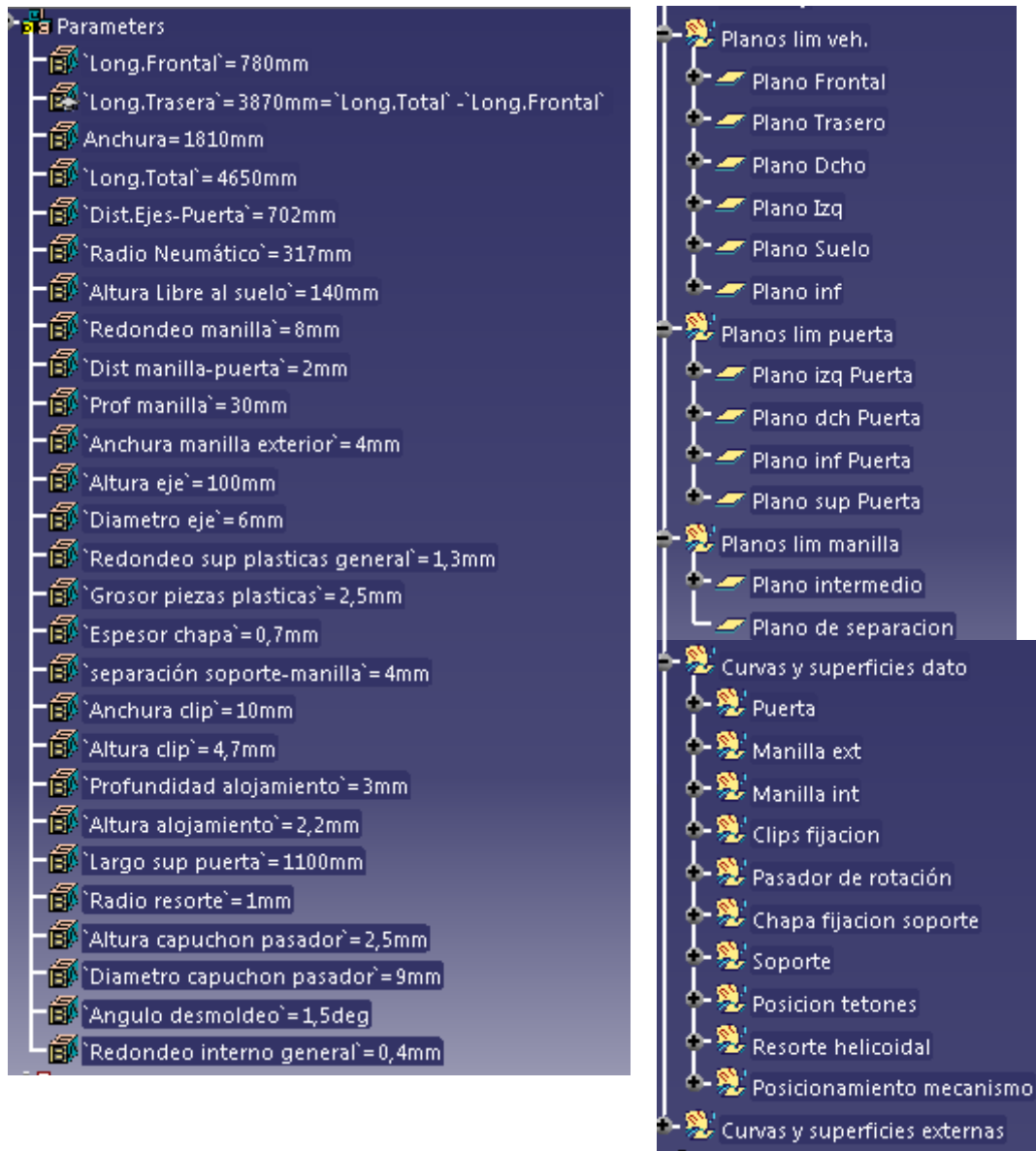


Figura 23: árbol general de operaciones

5.2 Mecanismo pestillo

Para finalizar la descripción de los componentes incluidos en el fichero contexto, nos faltarían los elementos externos al diseño. En este caso, nuestra manilla deberá ir acoplada al mecanismo que accione al pestillo al tirar de la manilla.

Este mecanismo es un elemento estándar a la gama en un fabricante, por lo que sólo es diseñado la primera vez que se utiliza. Además, este diseño y concepción suele ser subcontratado al proveedor que lo va a fabricar y surtir al fabricante, ya que deberá probar la factibilidad de su fabricación in-situ, además de resolver posibles problemas que le puedan ir surgiendo durante la fabricación, ya en vida serie.

El mecanismo al que acoplaremos nuestra manilla lo podemos ver en la figura. Este está compuesto por la parte mecánica y electrónica ensamblada en conjunto en la **zona 4**. Esta zona no será de interés en nuestro diseño, ya que su correcto funcionamiento habrá sido testeado por el proveedor.

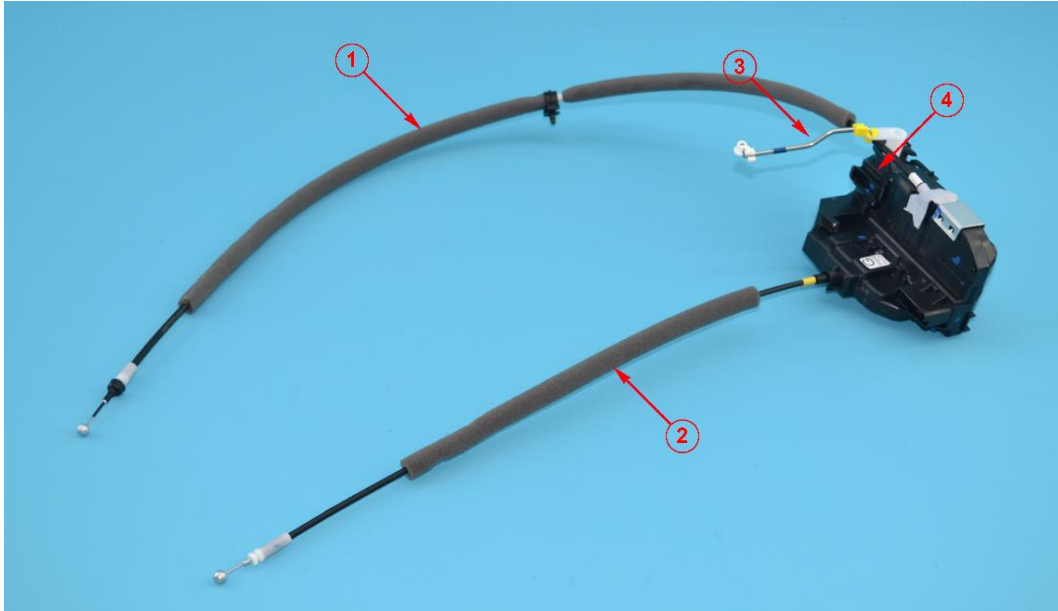


Figura 24: mecanismo pestillo

Las ramificaciones 1, 2 y 3 serán las que vayan acopladas a los elementos ya diseñados de manera interna por el fabricante automovilístico. En este caso cada una se corresponderá con:

- **Ramificación 1:** cable accionador y tubo guía que irá ensamblado a la maneta interna de la puerta del vehículo.
- **Ramificación 2:** cable accionador y tubo guía que irá ensamblado a la manilla externa de la puerta del vehículo.
- **Ramificación 3:** varilla de bloqueo manual, que irá ensamblada con la cerradura de nuestro vehículo.

Nos centraremos pues, en la **ramificación 2**, que es la que va a ir ensamblada con el mecanismo exterior, el que vamos a concebir en este trabajo fin de grado.

Necesitamos conocer la geometría, para crear la interfaz de unión correctamente en nuestro fichero contexto, ya que está será necesaria en el diseño del soporte, y de la manilla interior.

Tomamos inicialmente las medidas de esta ramificación para crearnos una idea de las dimensiones a respetar por nuestra manilla. Estas se realizarán sobre el CATPART recibido desde el proveedor externo, resultando las que vemos en la figura.

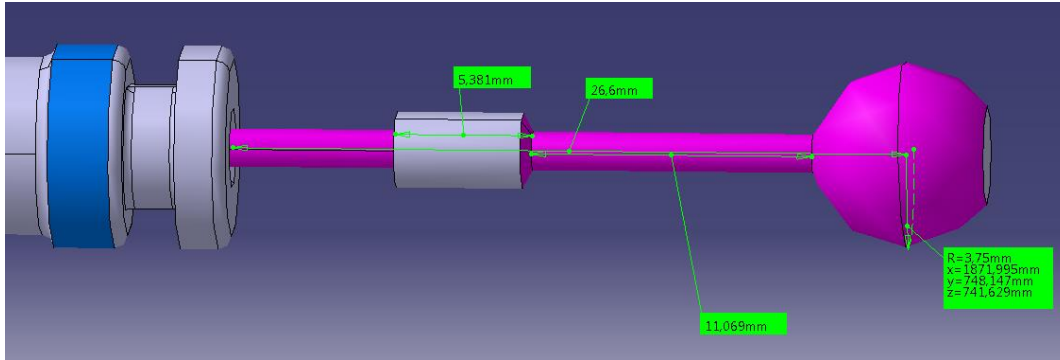
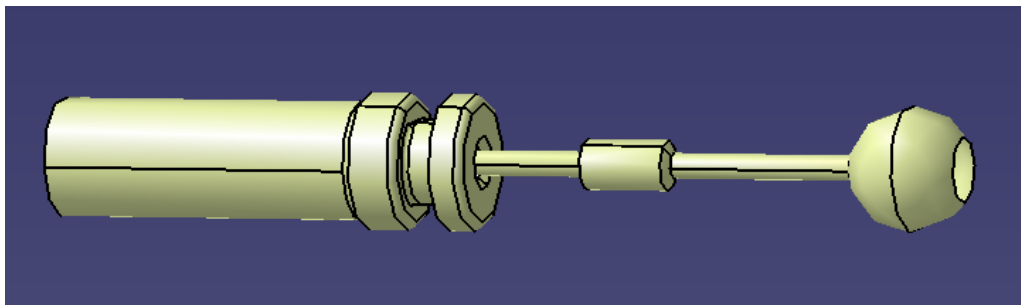


Figura 25: dimensión bola de fijación del mecanismo

Tenemos como zonas importantes a tomar en cuenta:

- Esfera de bloqueo: con un radio de 3.75mm.
- Tope cable: cilindro de 5.38 mm de longitud.
- Distancias: esfera-tubo a 11.1 mm de distancia, y esfera-tubo guía a 26.6 mm.

La forma más sencilla de respetar esta geometría en nuestro mecanismo, será metiendo una referencia externa con su geometría en el fichero contexto. Para ello hacemos una extracción de su superficie, y la introducimos como vemos la figura 26.



Esta superficie estará sin posicionar, por lo que tendremos que desplazarla con sendas operaciones de traslado y rotación. Dispondremos para ello del centro de la esfera de bloqueo, el eje de giro y el esquema de la posición final.

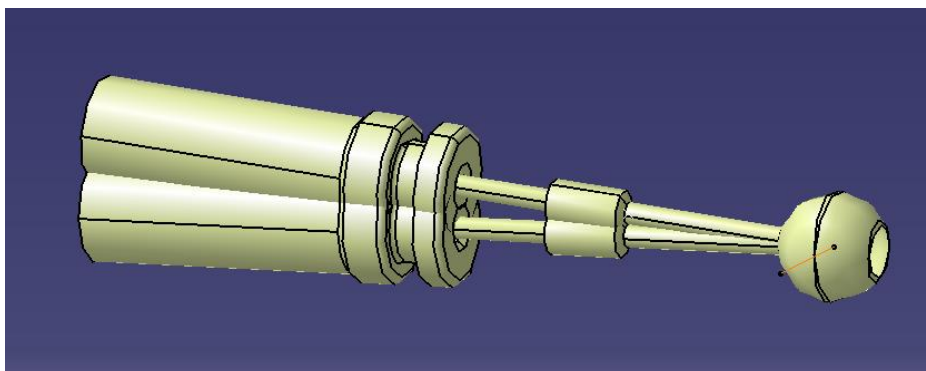
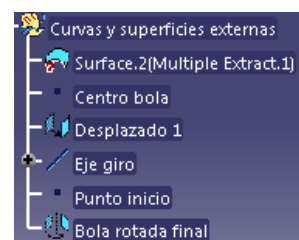


Figura 26: posicionamiento 3D bola de fijación del mecanismo

Tras estas operaciones, ya tendríamos la geometría del mecanismo posicionada, la cual nos será de gran utilidad en el proceso de concepción.

5.3 Puerta

Comenzaremos la concepción por la chapa exterior de la puerta delantera izquierda del vehículo. Sólo se diseñará esta zona, ya que el mecanismo está pensado para funcionar en las 4 puertas de la berlina, sin variaciones en su geometría, más allá de la operación de simetría a realizar, y la variación de la superficie exterior en las puertas traseras respecto a las delanteras.

Trazaremos para este elemento en nuestro fichero de contexto los 4 planos limitantes: superior, inferior, izquierdo y derecho. Podemos ver la estructura y su posicionamiento dentro del árbol general en la figura 27.

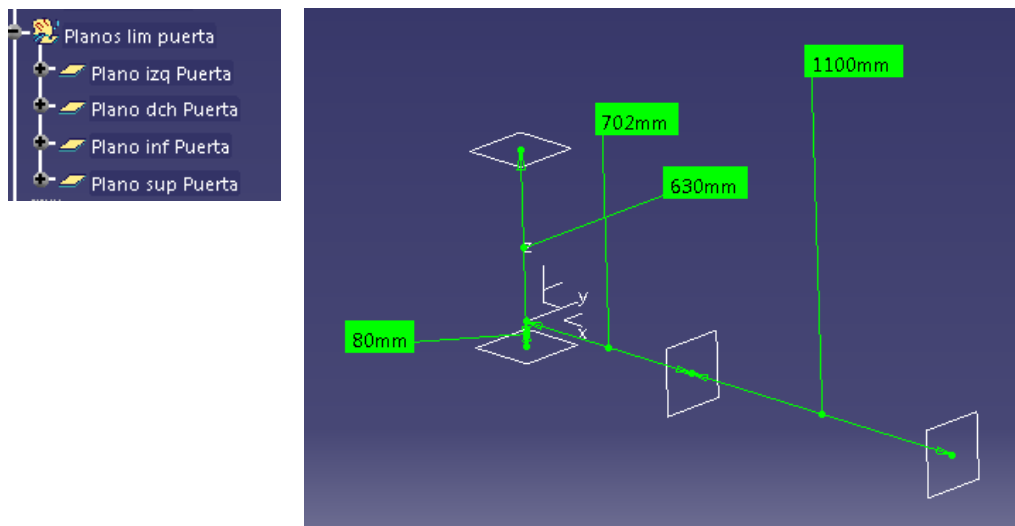
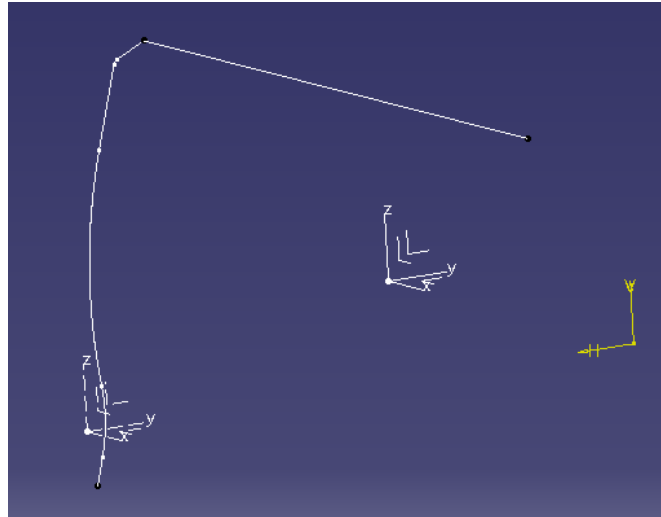


Figura 27: posicionamiento planos límite puerta

Tendremos una longitud en anchura de 1100 mm, en altura de 630 mm, y un posicionamiento respecto al eje delantero de +702 mm en x, para salvar la zona del neumático delantero, y -80 mm en z, para no llegar al límite inferior de la plataforma de nuestro vehículo (140 mm).

Este elemento dispondrá de su sistema de ejes de referencia local, así como la superficie común con la manilla, y la de barrido que nos da la geometría de la puerta.

La superficie externa se creará mediante un sweep con el perfil principal trazado en un sketcher, y en la dirección de la línea de cintura superior. Todas estas operaciones estarán realizadas en el módulo generative shape design.



La superficie resultado sería la que vemos en la figura 28.

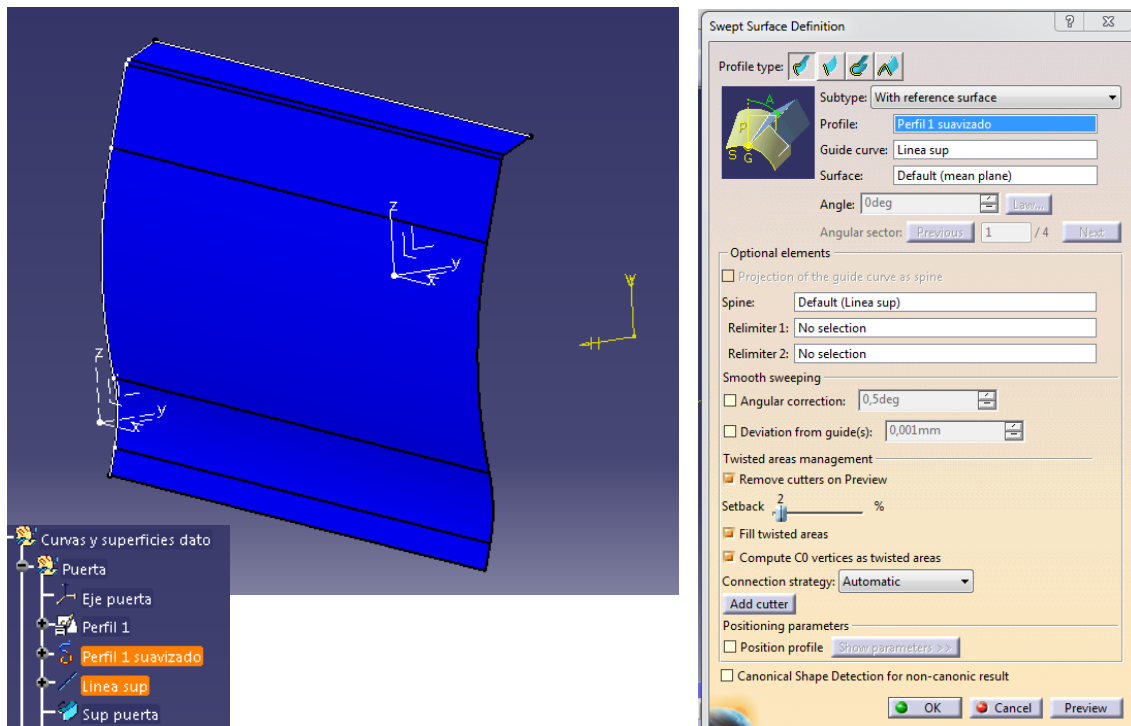


Figura 28: superficie general puerta

La otra superficie que necesitaremos será la que defina la forma de la manilla exterior. Ésta definirá el doblado que llevará la chapa en esa zona para evitar cortes al cliente a la hora de accionar la manilla. Estará generada por un barrido a 2 mm de la superficie limitante de la manilla, para permitir el juego entre la puerta y la manilla, el cual recortaremos con las dimensiones de este doblado a realizar.

Podemos ver estas operaciones, y la superficie final en la figura 29.

DISEÑO DE UNA MANILLA EXTERIOR DE APERTURA RETRÁCTIL

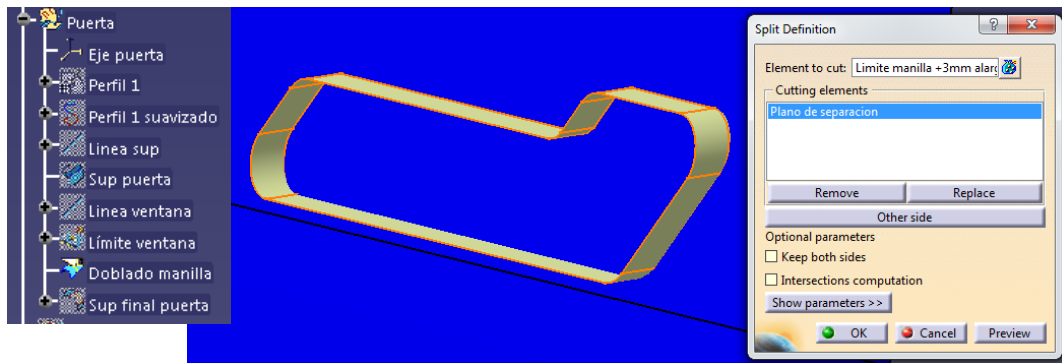


Figura 29: recorte manilla - puerta

Necesitaremos a modo limitante para nuestro mecanismo también, la trayectoria que va a tener la luneta, para evitar posicionar nuestro mecanismo en ella, y crear interferencias que no permitan el buen funcionamiento de la manilla.

El barrido que la definirá será sencillo, compuesto por una línea simple, y la línea de cintura superior para determinar su dirección, como vemos en la figura 30.

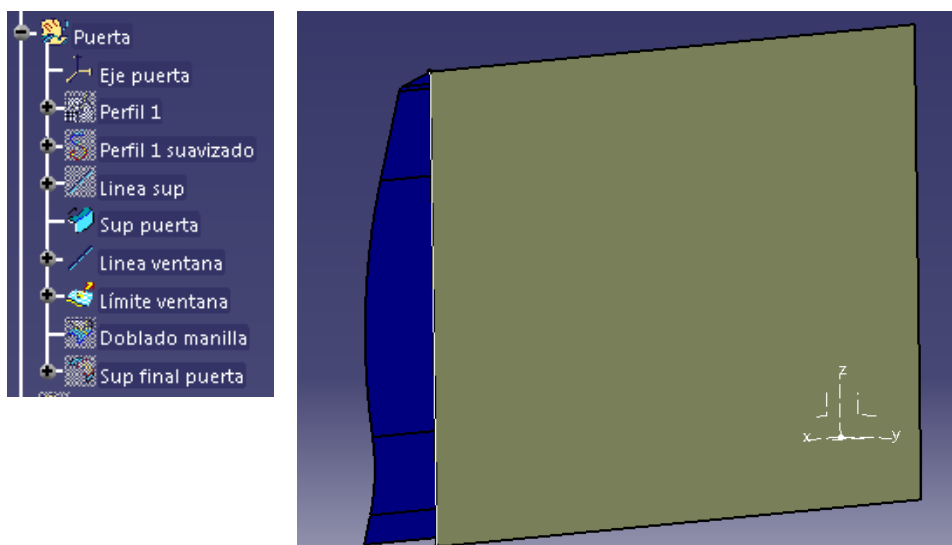


Figura 30: superficie general luneta

La última operación será el recorte de la superficie puerta exterior, con la de doblado en la zona de la manilla.

Se realizará mediante la operación de redondeo, para abreviar todo en una sola operación. Vemos la operación y el resultado en la figura 31.

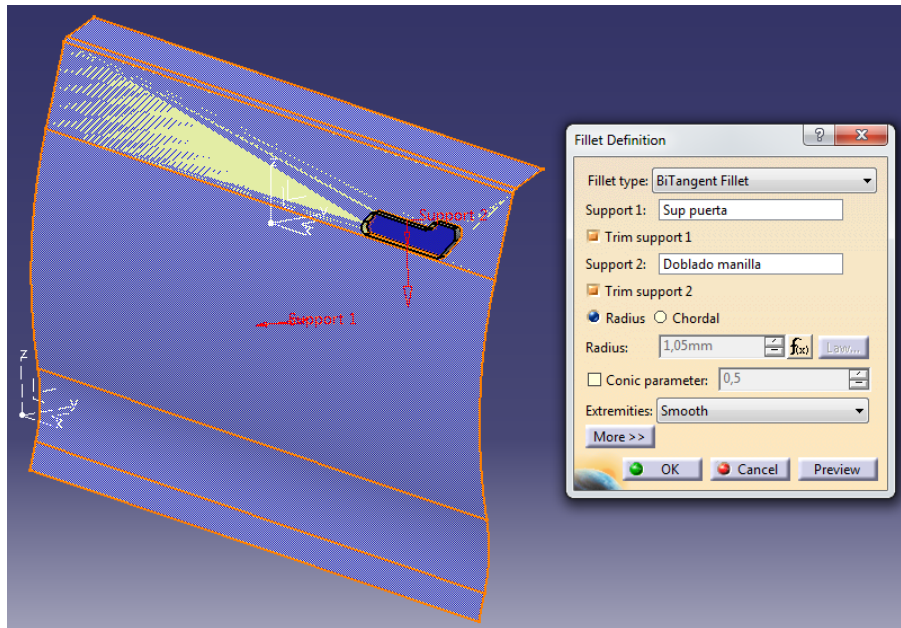


Figura 31: superficie final puerta

La zona que nos interesa ver que quede bien será en la unión. Vemos que queda correctamente en la figura 32.

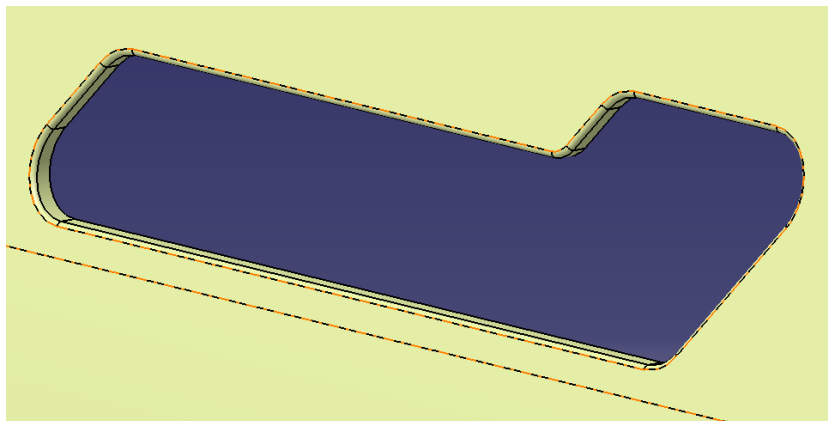
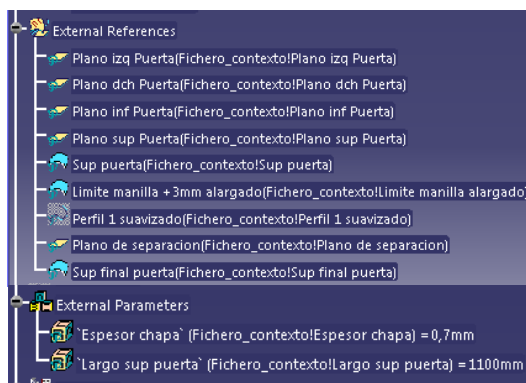


Figura 32: unión superficie final puerta

Con esta superficie común ya definida, pasaremos del fichero contexto al fichero general, las superficies y parámetros implicados en el diseño de la puerta.

Los parámetros y elementos comunes a copiar los vemos reflejados en el árbol.



Pasaremos a trabajar en sólidos. La primera operación part design a realizar será la solidificación de la superficie final puerta. Tendrá un espesor de 0.7 mm, lo definido en el parámetro obtenido del fichero contexto. Vemos la operación y el resultado en la figura 33.

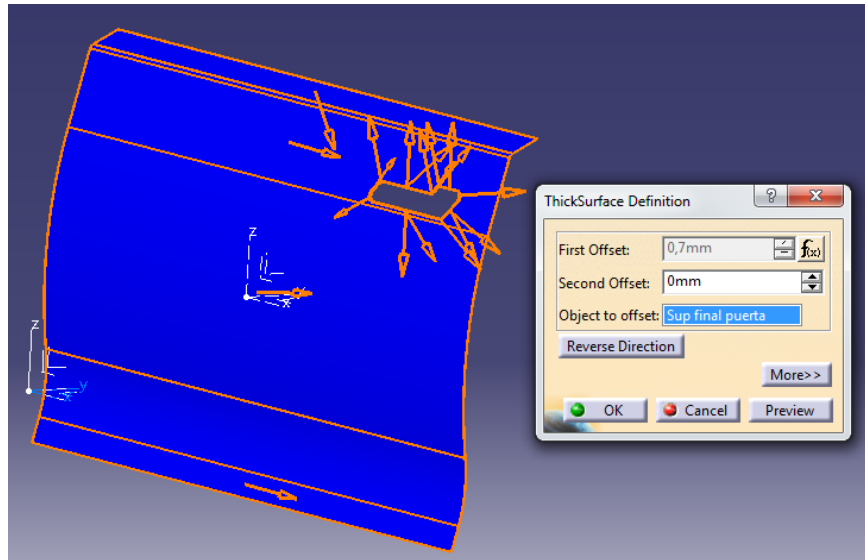


Figura 33: solidificación puerta

La siguiente operación a realizar será el doblado lateral de la chapa. En la fabricación esta operación se realizará junto con la chapa soporte interna mediante pliegue más soldadura, para unir ambas piezas de chapa.

Este doblado será creado en un body diferente, y después ensamblado al partbody general. Se creará el perfil de doblado, así como sus planos de situación en una geometrical set local. Vemos estas operaciones en la figura 34.

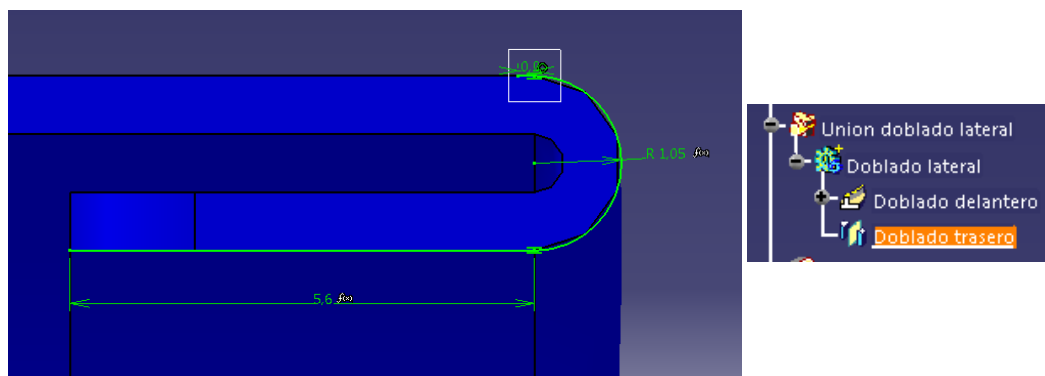
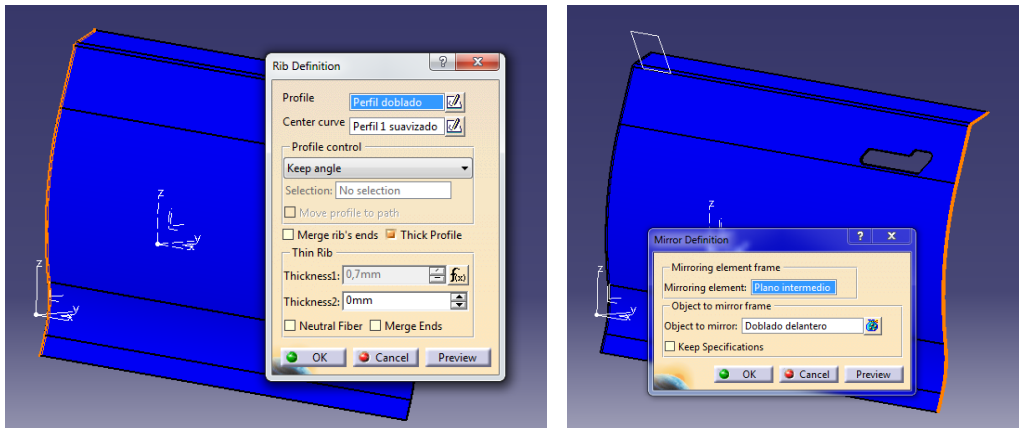


Figura 34: doblados laterales



Para terminar la pieza, hemos unido los doblados laterales al partbody, y se realiza un redondeo a las esquinas para evitar lesiones a los operarios en la línea de fabricación. Vemos el resultado final en la figura 35.

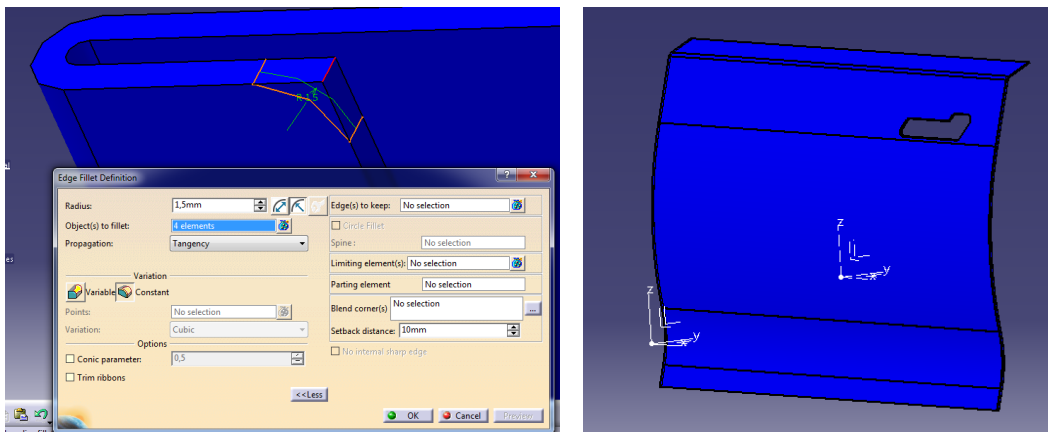


Figura 35: redondeos laterales

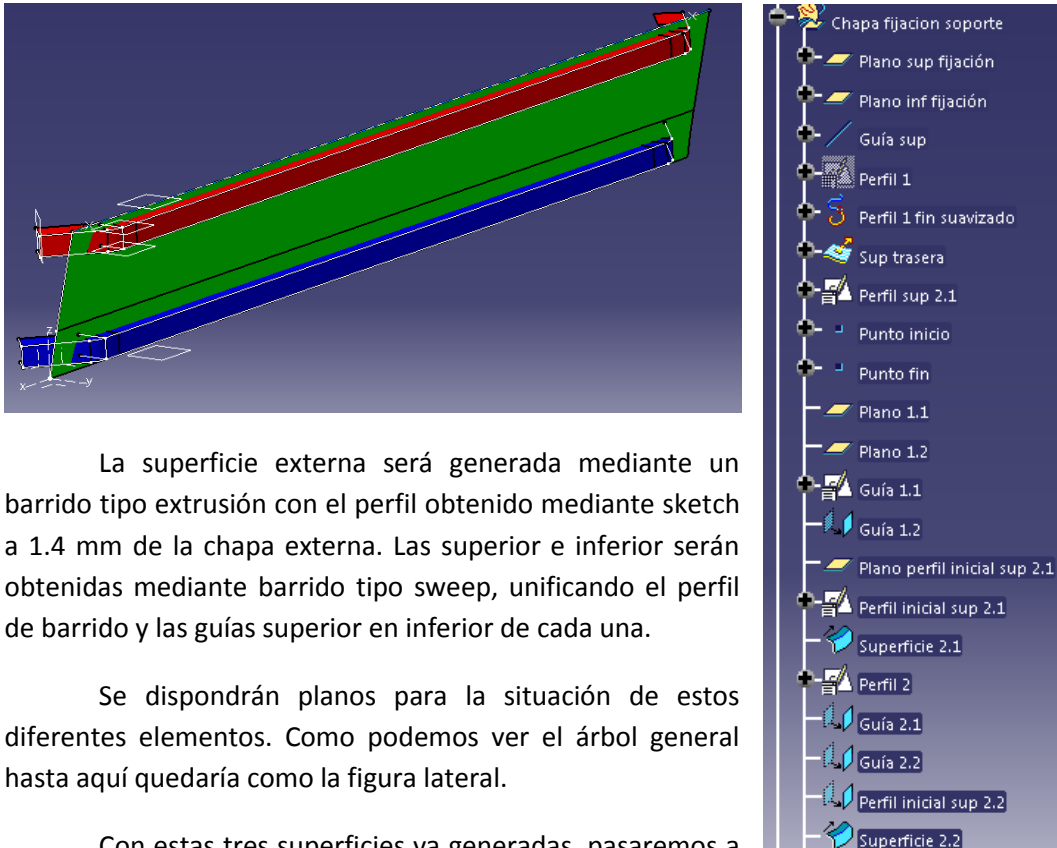
5.4 Chapa interna

Con la chapa externa de la puerta ya definida, pasaremos a la concepción de la chapa interna. La función de esta será doble: nos servirá para sustentar el mecanismo, y a su vez formará parte de la rigidificación ante choques laterales que pueda sufrir nuestro vehículo.

Comenzaremos definiendo su sistema de ejes local, así como los elementos alámbricos comunes. Como ya hemos explicado anteriormente, todos ellos irán depositados en el fichero de contexto.

La chapa será trazada mediante 3 superficies principales:

- **Superficie trasera:** creada a un offset de 2 x espesor chapa = 1.4mm
- **Superficie superior 2.1:** definirá la zona de fijación superior
- **Superficie inferior 2.2:** definirá la zona de fijación inferior



La superficie externa será generada mediante un barrido tipo extrusión con el perfil obtenido mediante sketch a 1.4 mm de la chapa externa. Las superior e inferior serán obtenidas mediante barrido tipo sweep, unificando el perfil de barrido y las guías superior e inferior de cada una.

Se dispondrán planos para la situación de estos diferentes elementos. Como podemos ver el árbol general hasta aquí quedaría como la figura lateral.

Con estas tres superficies ya generadas, pasaremos a realizar su unión, y posteriores redondeos. Con estas operaciones obtendríamos la superficie limitante para nuestro soporte en la zona de fijado, y la forma general de la chapa interna, como vemos en la figura 36.

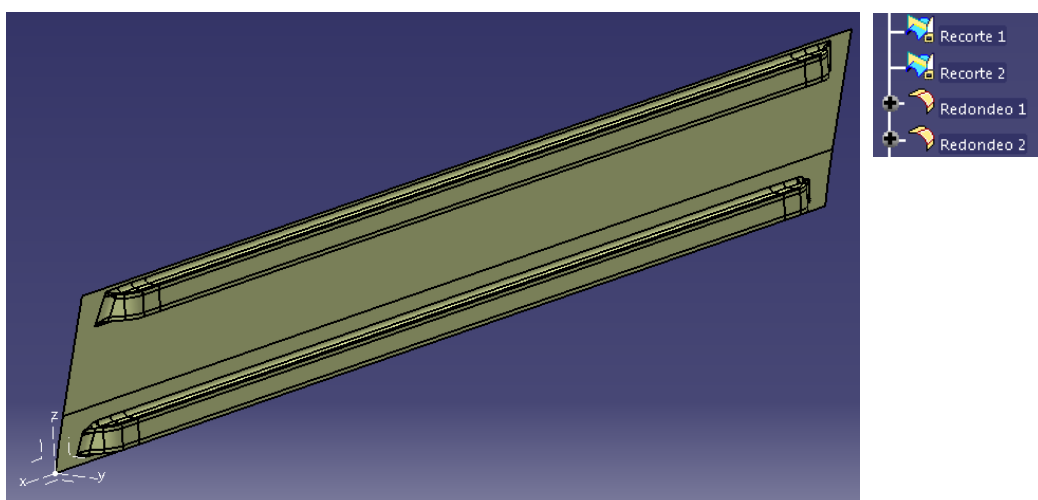


Figura 36: chapa interna

Para finalizar con las zonas comunes, sólo nos quedaría realizar el orificio que nos permita el paso de la manilla entre las zonas de chapa. Para ello trazaremos un sketch con la forma general, crearemos una superficie límite mediante barrido de extrusión, y lo recortaremos de la superficie general, obteniendo la superficie de la chapa interna final, figura 37.

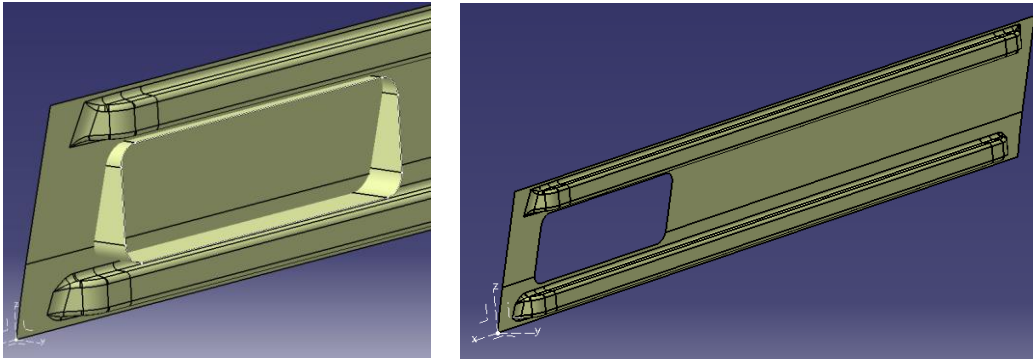
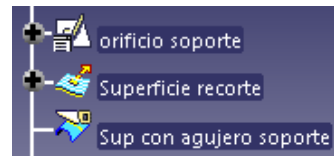


Figura 37: chapa interna final

A parte se crearán en común también el contorno de posicionamiento de las muelas a insertar en esta chapa, para posteriormente atornillar en ellas el soporte de la manilla.



Serán introducidos en un contenedor específico, y quedarán como la figura 38.

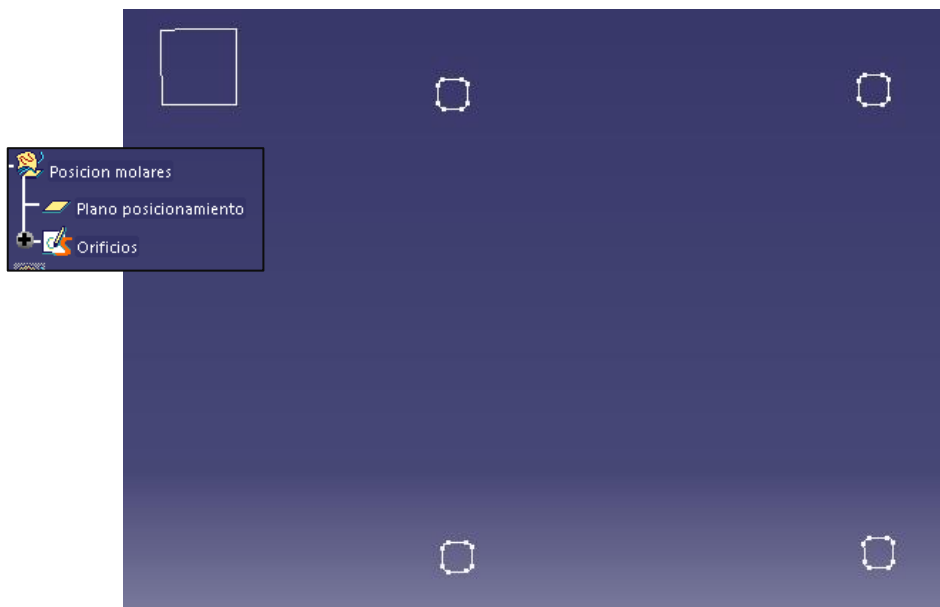


Figura 38: contorno fijado muelas

Con los elementos comunes ya creados, pasaríamos al módulo Part design todos ellos, más los parámetros necesarios, los cuales vemos reflejados en la figura 39.

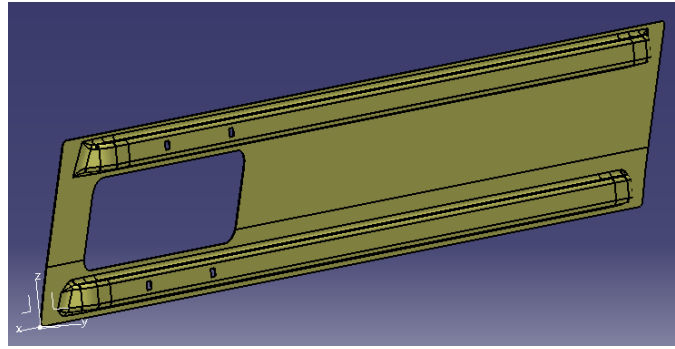
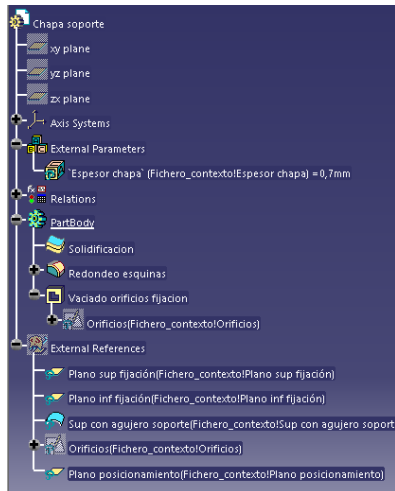
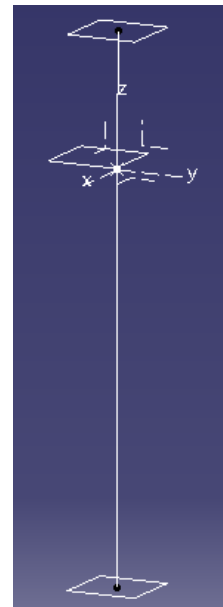
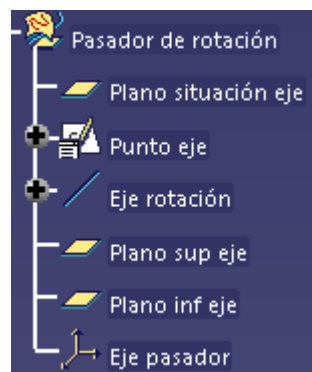


Figura 39: chapa interna final

Vemos como queda esta pieza finalmente. Se aplica una solidificación a la superficie final con el agujero del soporte, se realiza al igual que en la otra chapa un redondeo en las esquinas para evitar heridas a los operarios, y se realizan los orificios con el sketch de posicionamiento de los molares.

5.5 Pasador

El pasador será la pieza que una manilla, soporte y resorte en el movimiento de giro a la apertura y cierre de la puerta. Su definición en el fichero contexto será bastante simple, ya que sólo necesitaremos conocer su eje y planos límite, los cuales vemos definidos en la figura lateral.



Con estos elementos alámbricos, sumados al contorno de la manilla para poder situar el pasador, y los parámetros propios del pasador, comenzaremos la concepción en part design.

Tendremos que generar localmente, la superficie de contorno donde apoyará el pasador, la cual estará a un offset de 2.5 mm, que es el grosor del soporte plástico. Vemos esta operación en la figura 40.

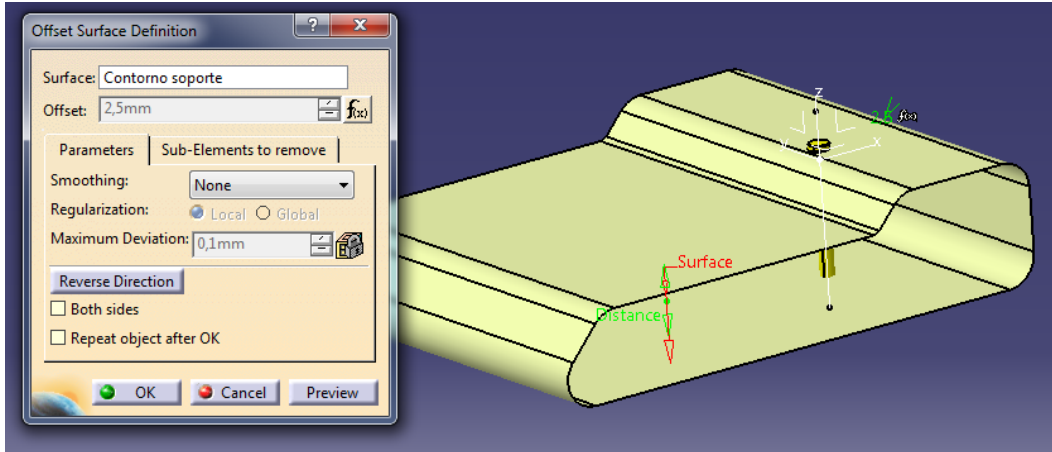


Figura 40: superficie contorno

Con esta superficie, y los parámetros propios del pasador, crearemos el sólido mediante perfil + una revolución en torno a su eje principal de 360°. El resultado será el que vemos en la figura 41.

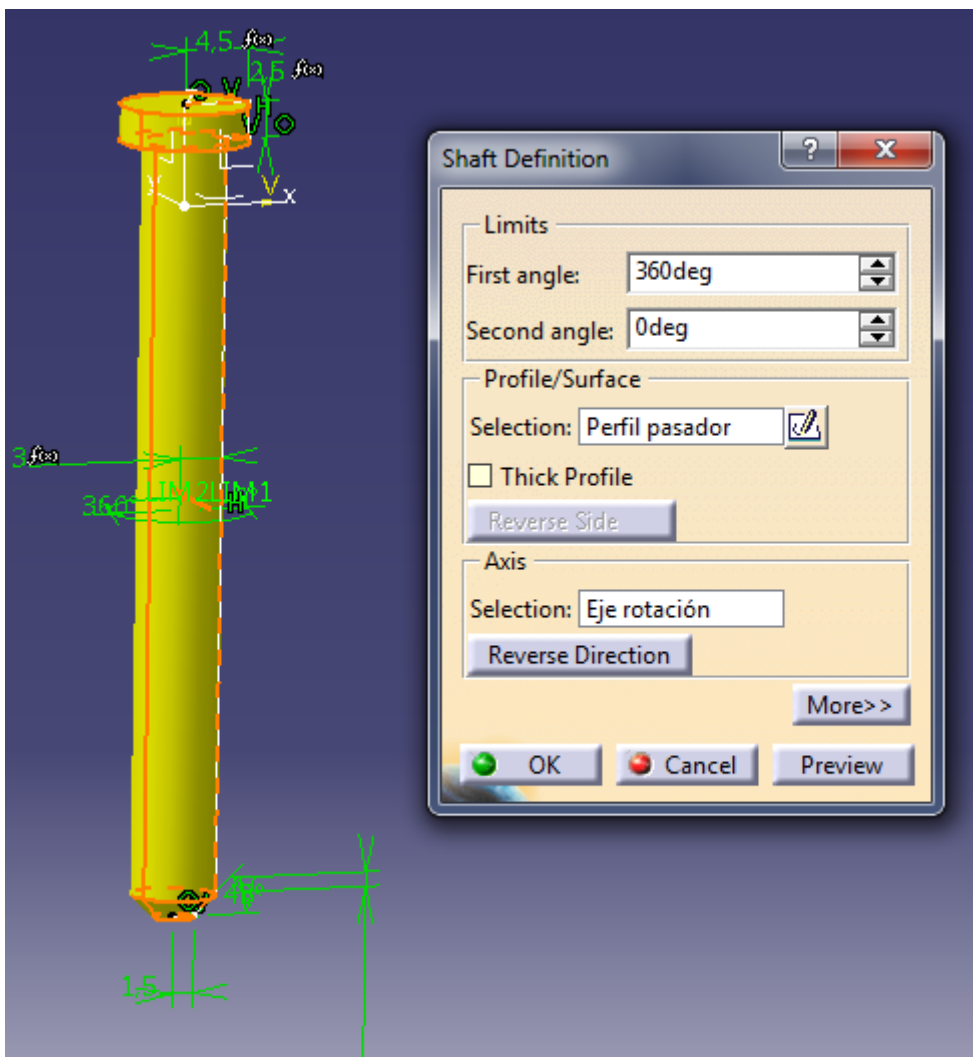


Figura 41: revolución pasador

Para finalizar se realizará un chaflán a 45° en la zona superior, que nos facilite la inserción del pasador en el nervio de retención que tendrá el soporte de la manilla. Podemos ver la geometría final en la figura 42.

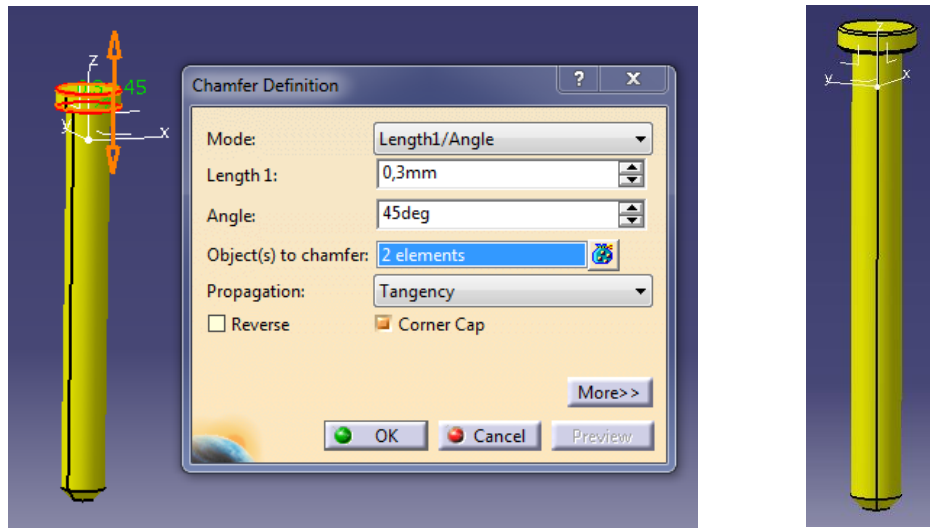


Figura 42: sólido final pasador

5.6 Resorte

La manilla deberá disponer de un resorte interno de tipo helicoidal. Éste estará dispuesto concéntricamente con el eje central del pasador.

Este resorte trabajará a compresión al accionar la manilla, volviendo a su posición natural cuando el conductor deje de accionarla.

El primer paso a dar será fijar el sistema de ejes de referencia local para el resorte. Este estará referenciado desde la superficie plástica interior de la manilla, a una distancia de 8 mm, por lo que tendremos que situarlo a $8+2.5$ mm de grosor plástico de la manilla, como vemos en la figura 43.

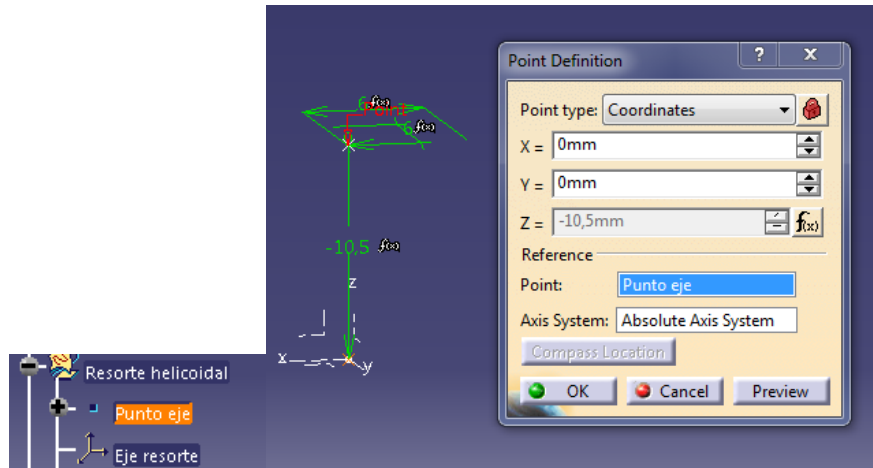


Figura 43: sistema ejes resorte

Ese será el centro de coordenadas de nuestro sistema local de referencia.

Lo siguiente será definir el punto de inicio de la hélice que trazará nuestro resorte, ya que el eje de giro será concéntrico al del pasador. Este punto lo situaremos a una distancia igual a el Radio resorte $+0.2\text{mm} + \text{Diametro eje} / 2$, como vemos en la figura 44.

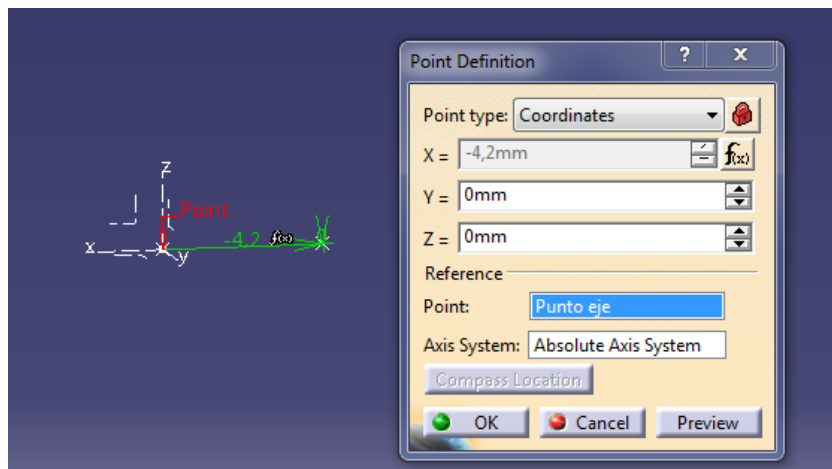


Figura 44: inicio hélice resorte

Con este punto de inicio, el eje central igual al del pasador, podremos ya definir la hélice a seguir. Daremos a nuestro resorte un paso de 2.5 mm, un diámetro de alambre de 2 mm, un diámetro de 8.4 mm y 8.9 revoluciones por temas de posicionamiento, que veremos más adelante, ya que un extremo tiene que salir perpendicularmente para posarse sobre el soporte, y el otro quedar oculto en la zona interna de la manilla. Para muestra la figura 45.

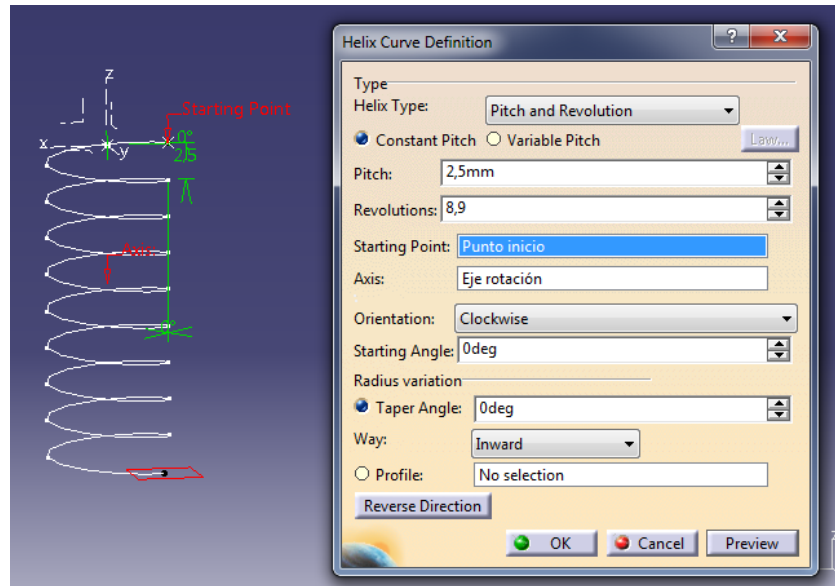


Figura 45: hélice resorte

Tras esta operación finalizaríamos añadiendo estas dos zonas salientes del resorte a ensamblar en soporte y manilla interior respectivamente. Vemos el resultado en la figura 46.

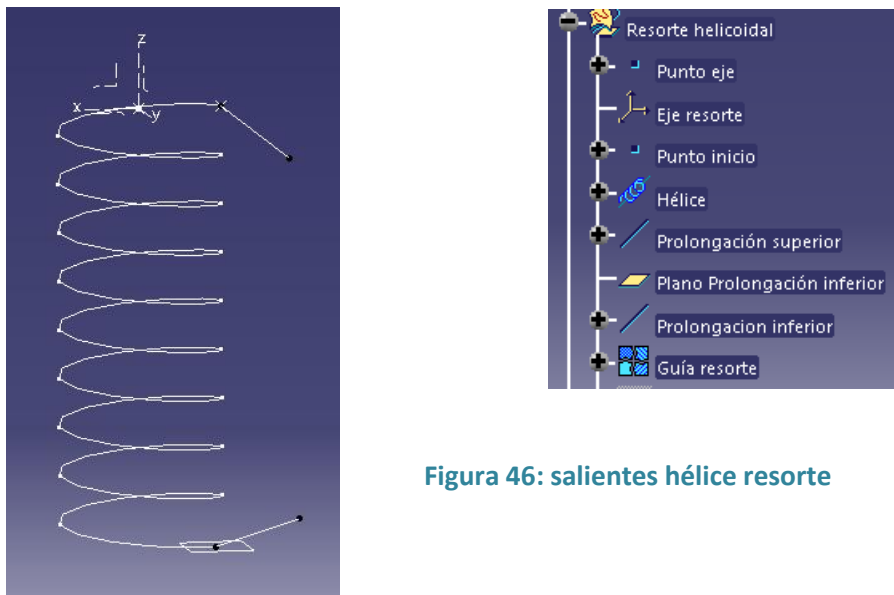


Figura 46: salientes hélice resorte

Finalizaremos trazando un barrido tipo sweep con el radio del material del resorte, en nuestro caso acero e igual a 1 mm. Resultado final como la figura 47.

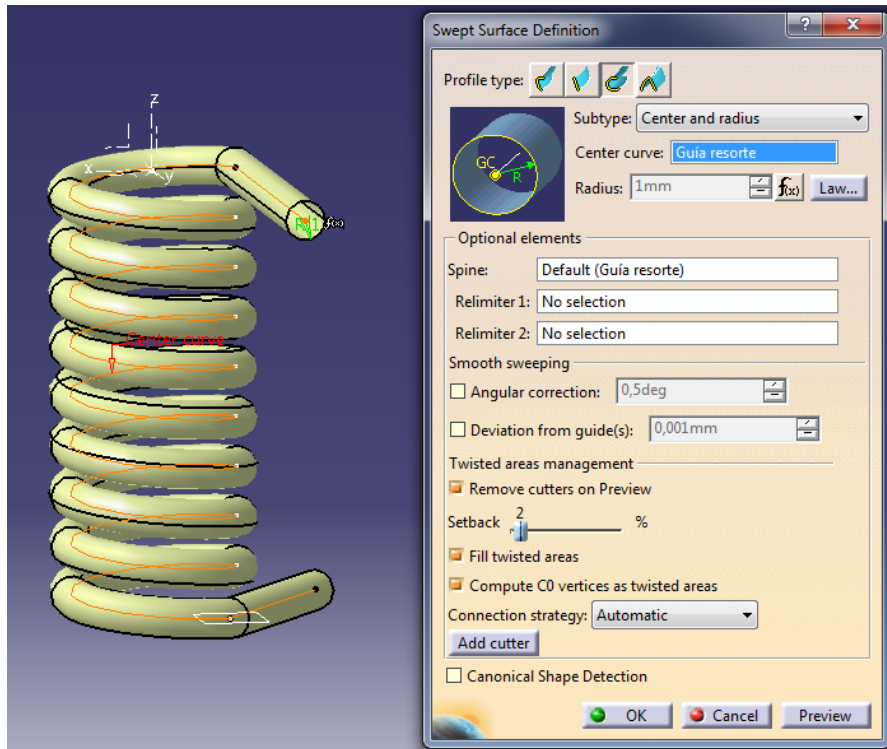


Figura 47: barrido superficie resorte

Con esta operación final terminaríamos el trabajo en el fichero común. Nos cogemos los elementos necesarios para pasar a part design y solidificar esta superficie final. El sólido final sería el mostrado en la figura 48.

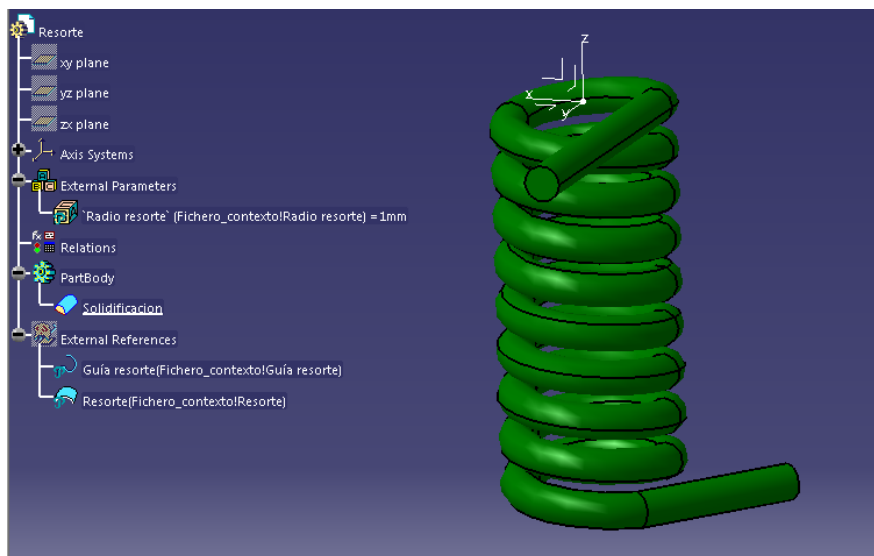
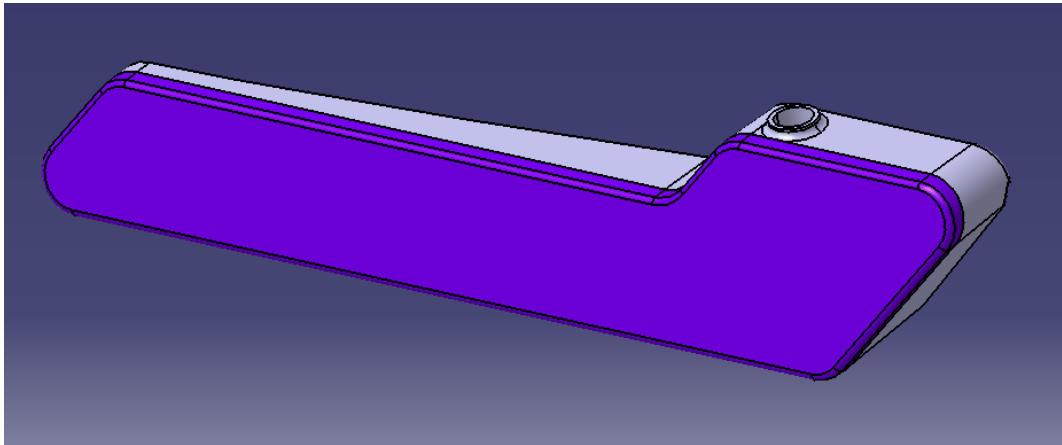


Figura 48: sólido resorte final

5.7 Maneta exterior

La manilla estará separada en dos subelementos:

- Manilla interior
- Manilla exterior



Esto se hará así para permitir el fácil pintado de la parte exterior, así como facilitar a posteriori un cambio de color del vehículo, incluyendo este elemento, sin tener que desmontar el mecanismo al completo.

La concepción de la manilla exterior la dividiremos en dos principales sólidos. Uno será la zona plástica externa visible, y el otro serán los clips a crear para unirlo con la manilla interna.

5.7.1 Zona externa

Este elemento será de los que más curvas y superficies comunes cree, por lo que la gran mayoría irá incluida en el fichero de contexto. Comenzaremos trazando el contorno aproximado del diseño inicial que validamos. Realizaremos un sketch en el plano XZ, el cual posteriormente proyectaremos sobre la chapa exterior de la puerta para cuadrar y comprobar su buen posicionamiento. Podemos verlo en la figura 49.

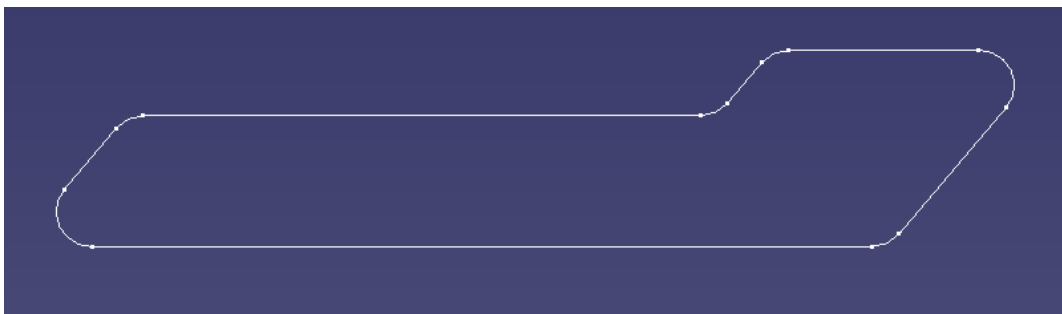
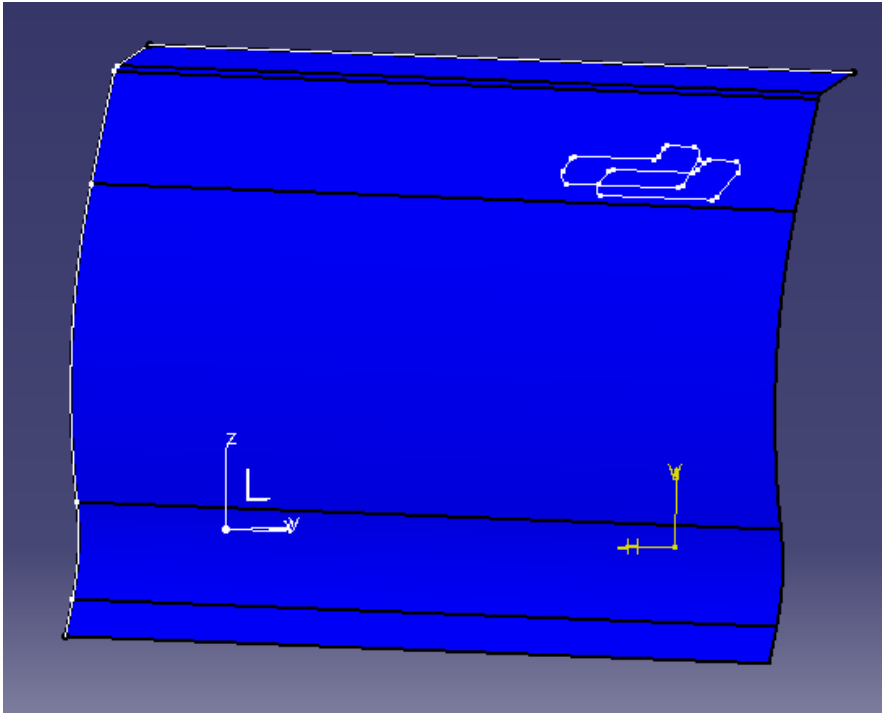


Figura 49: sketch general



Tras comprobar el buen posicionamiento, y que la geometría es correcta a priori para el buen accionamiento mediante la mano de una persona, realizaremos dos barridos principales. Uno delimitará el contorno de la manilla, y el otro se realizará a 2 mm de offset, para delimitar la superficie interna del soporte que contenga las dos partes de la manilla, una exterior pintada en el color de la carrocería, y otra interior.

Tras las dos operaciones de barrido tendríamos estas dos superficies limitantes como vemos en la figura 50.

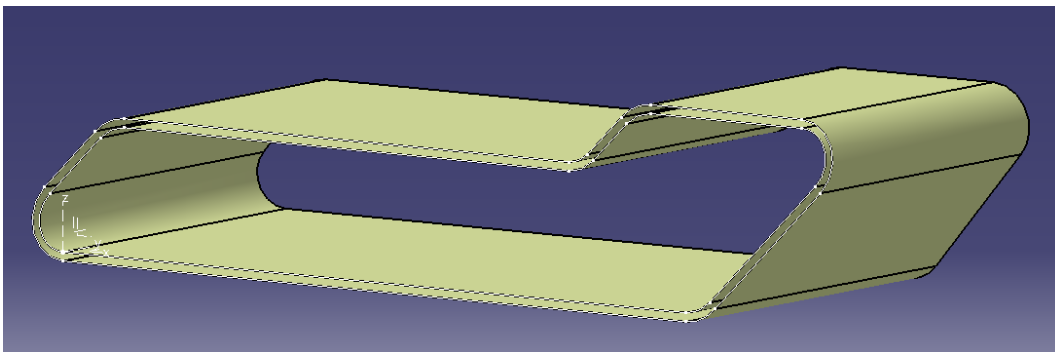


Figura 50: superficies limitantes

Se realizará a posteriori un alargamiento para que estas superficies corten a la chapa externa de la puerta, permitiendo así operaciones de recorte y unión fácilmente, como vemos en la figura 51.

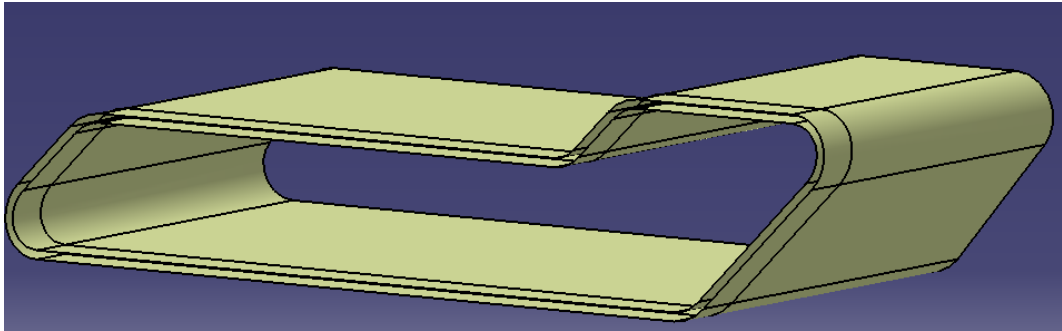


Figura 51: alargado superficies limitantes

Lo siguiente a definir será la situación de la zona de separación entre la manilla exterior y la interior. Para ello determinaremos el perfil límite mediante un sketch, realizando posteriormente un barrido para delimitar la zona. Se situará además un plano en esta zona para operaciones de recorte y delimitado posteriores en los sólidos. Vemos estos 3 elementos en la figura 52 en color azul cian.

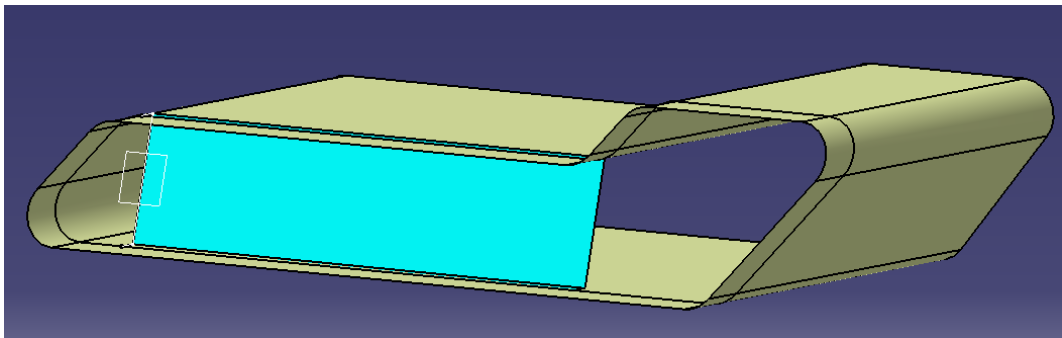


Figura 52: zona límite interna

Para finalizar los elementos comunes de la manilla externa, definiremos la superficie externa mediante un recorte + alargado de la superficie de la puerta, con el contorno de la manilla. Lo podemos ver en color verde en la figura 53.

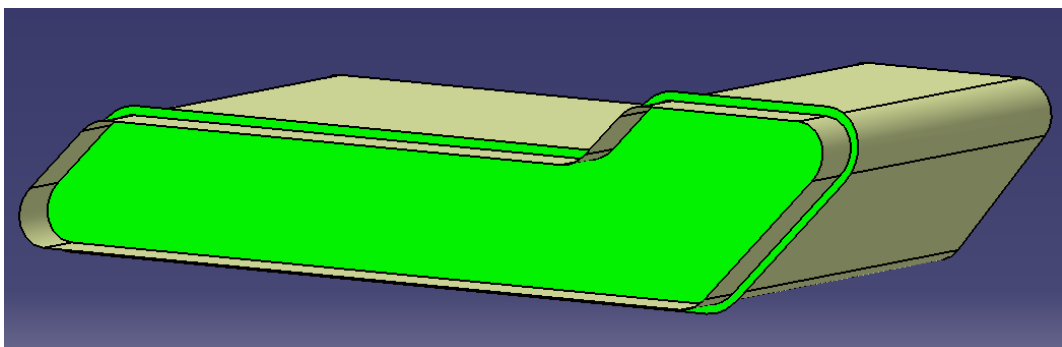


Figura 53: zona límite externa

El árbol para la manilla externa en el fichero contexto quedaría finalmente:



Con todos los elementos alámbricos comunes definidos, pasaremos a la concepción en sólidos mediante el uso de part design. La primera operación a realizar será la creación de la superficie externa final. Para ello recortaremos el contorno de la manilla con la superficie externa y el plano de separación. Podemos ver el resultado y el árbol de operaciones en la figura 54.

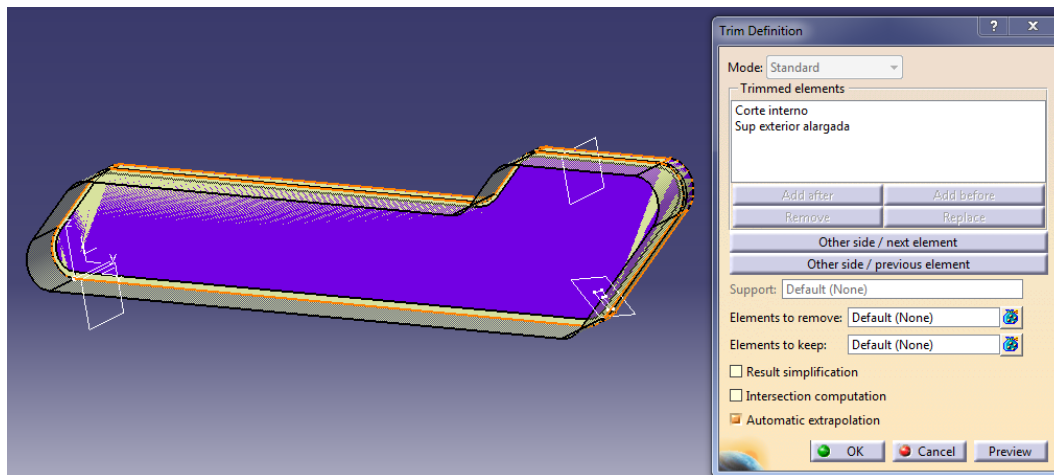


Figura 54: superficie externa final

A esta solidificación deberemos darle el redondeo externo, además del ángulo de desmoldeo. Tras estas dos operaciones tendremos el resultado mostrado en la figura 55.

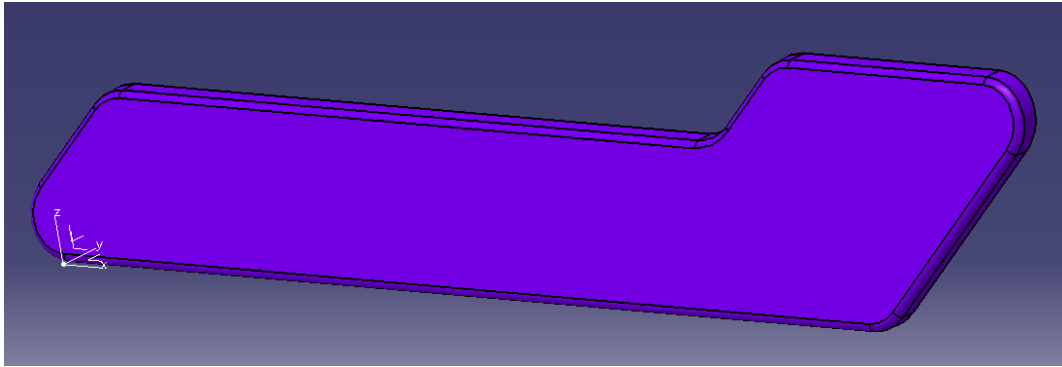


Figura 55: zona externa final

Para finalizar el sólido externo deberemos realizar el vaciado interno, dejando una anchura de plástico de 2.5 mm, como define el parámetro. Solución mostrada en figura 56.

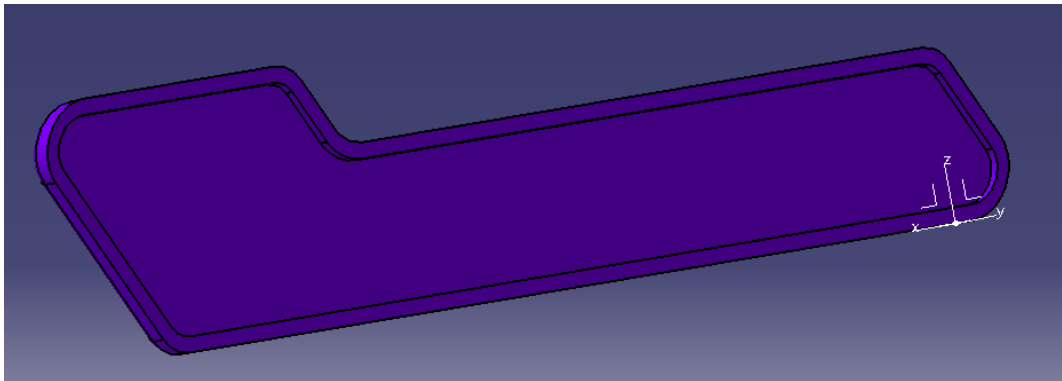


Figura 56: sólido externo final

El árbol de operaciones y parámetros hasta este punto sería:



5.7.2 Clips de unión

Para definir los clips, crearemos los parámetros, curvas y superficies que los definan en el fichero contexto, ya que irán insertados en la manilla interior. Para estos elementos crearemos un geometrical set específico.

En este contenedor definiremos los puntos de situación de los clips. Podemos ver donde los posicionaremos en la figura 57.

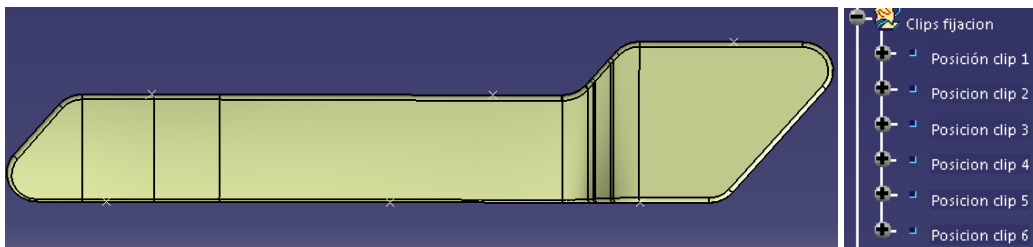


Figura 57: posicionado clips internos

Con el posicionamiento definido podemos pasar al diseño en sólidos con part design. Para estos clips generaremos un body adicional, que será ensamblado posteriormente al partbody, donde tenemos el sólido externo.

La operación a realizar será una extrusión con el perfil general del clip, y posteriormente trasladar esta operación del punto de posición 1 a los otros 6 donde vayan los restantes clips.

El resultado de esta extrusión la podemos ver en la figura 58.

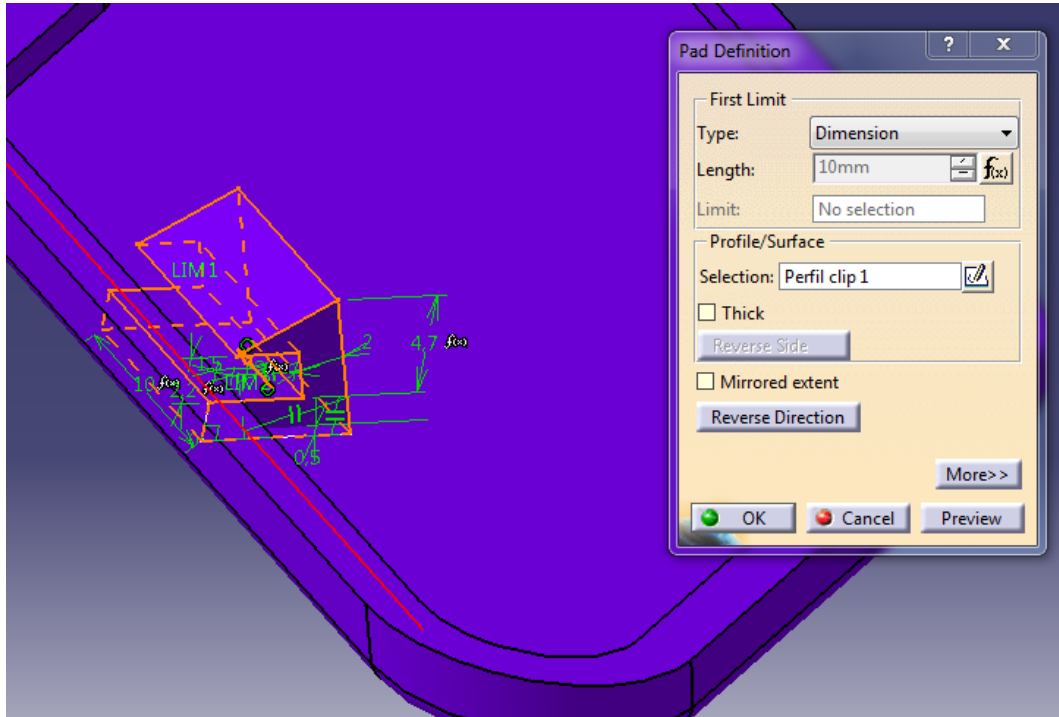


Figura 58: extrusión clips internos

Los parámetros del sketch y la extrusión están definidos en el fichero contexto, por lo que posteriormente se utilizarán en la manilla interna.

Realizando las operaciones de simetría tendríamos los 6 clips como la figura 59.

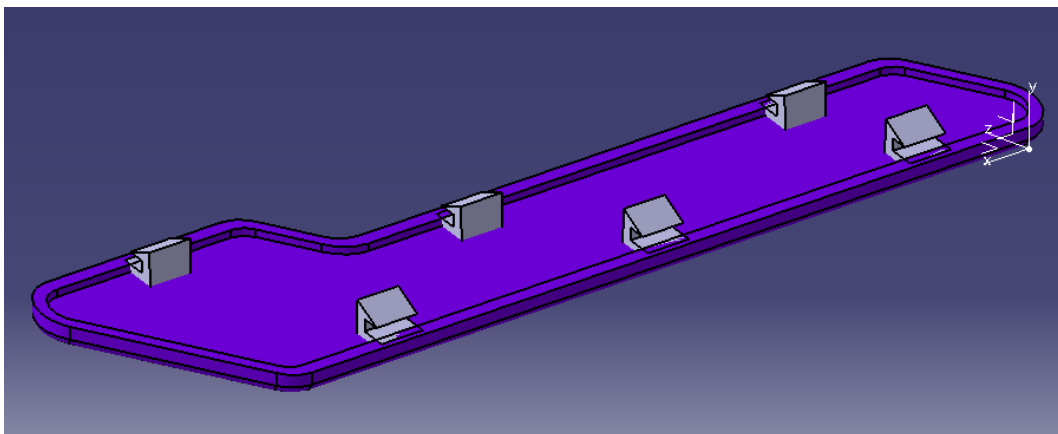


Figura 59: sólido clips internos

Ya sólo nos quedaría ensamblar estos 6 clips al partbody general, y realizar los redondeos de 0.2 mm a los clips, y 0,4 de redondeo general interno. Quedaría el sólido final más el árbol de operaciones como la figura 60

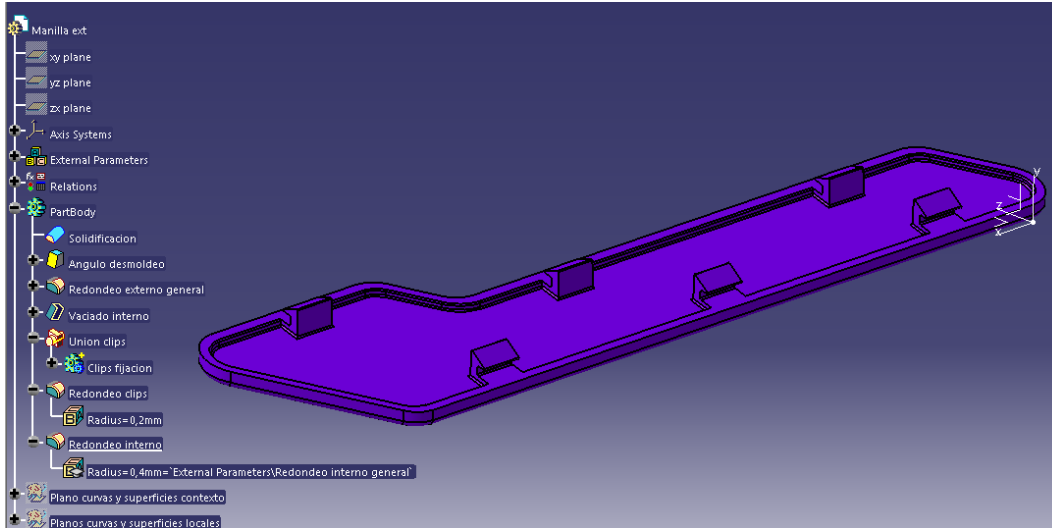


Figura 60: maneta externa final

5.8 Maneta interior

La concepción de la manilla interior la dividiremos en cuatro principales sólidos:

- Sólido principal
- Canto: zona donde clipsará la manilla exterior
- Tope eje: tope que restringirá el movimiento de la manilla en Z
- Nervio: zona donde irá insertado el resorte

5.8.1 Sólido principal

Seguiremos trabajando para este elemento de la misma forma. Crearemos en el fichero contexto un geometrical set que contenga todos los alambres comunes en su concepción.

Comenzaremos trazando el perfil externo, utilizando la operación de proyección, y el perfil interno que nos delimitará la zona de inserción de los clips. Este tendrá un offset igual a la profundidad del alojamiento del clip, más el grosor de las piezas plásticas, dando un total de 5.5 mm como vemos en la figura 61.

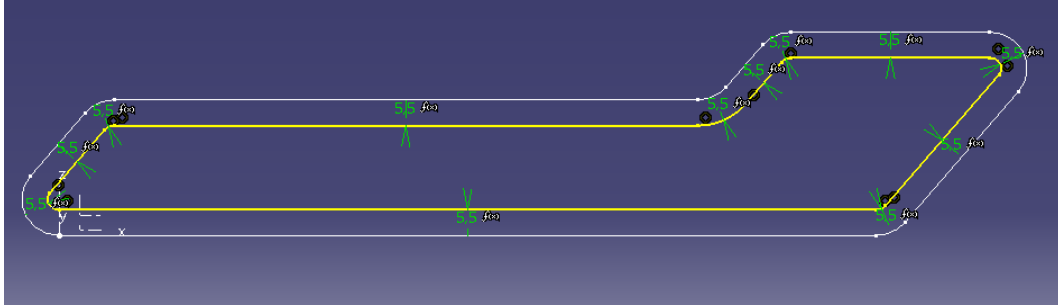


Figura 61: perfil interno y externo

Las siguientes operaciones a trazar serán las que creen las guías de la superficie interna de la manilla. Tendremos dos guías, superior e inferior, y 5 perfiles que mediante una multisección definirán esta superficie interna, lo cual vemos en la figura 62.

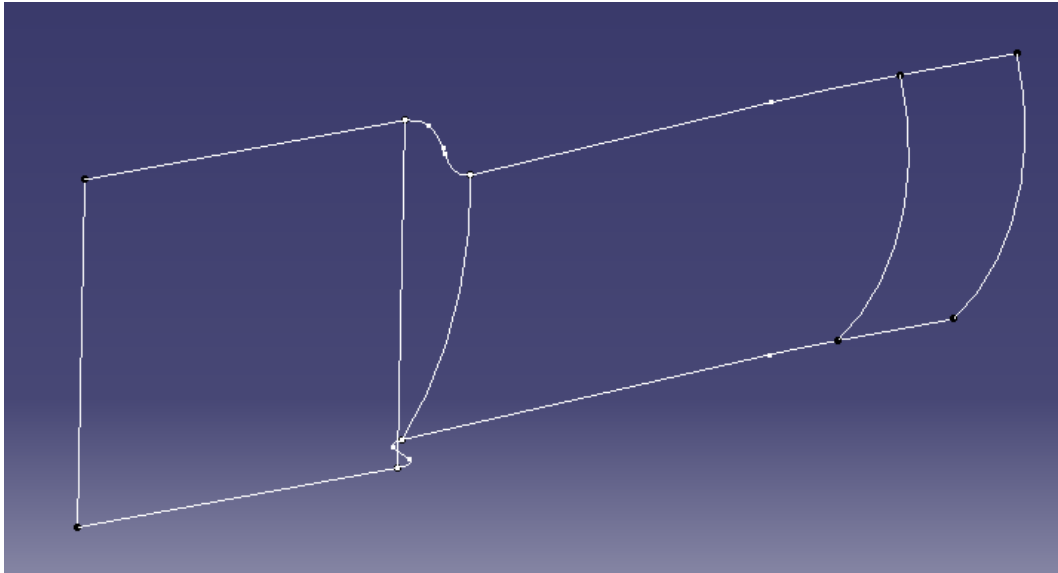


Figura 62: elementos alámbricos internos

La operación más compleja a llevar a cabo será la obtención de la guía superior. Está será fruto de dos guías (1.1 y 1.2) realizadas separadamente en dos planos diferentes, y que mediante su combinación darán lugar a esta guía. Lo vemos físicamente en la figura 63, con la solución en color rojo.

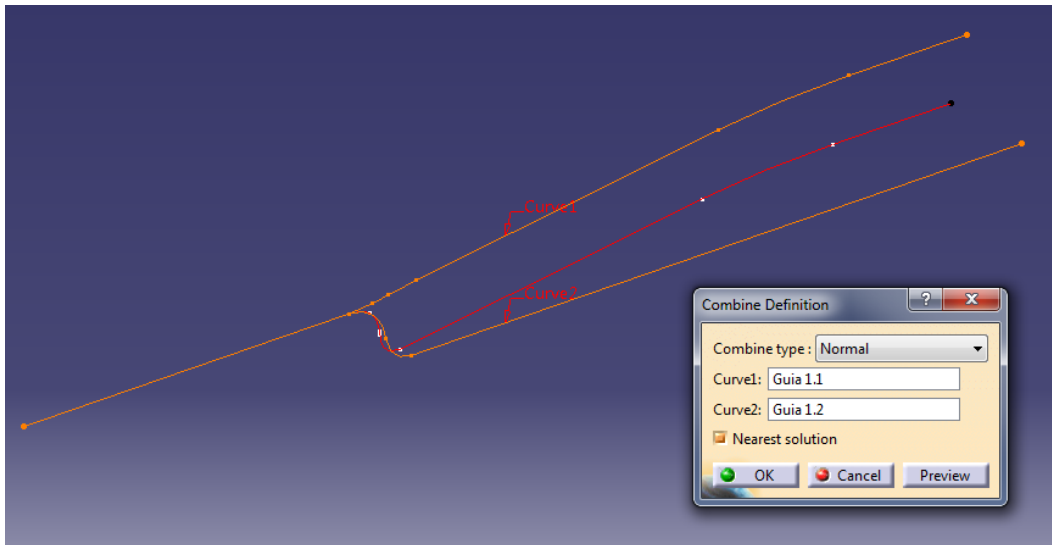


Figura 63: obtención guía superior

Con estas dos guías superior e inferior, y los 5 perfiles generales, procederemos a trazar la multisección, cuyo resultado nos dará la superficie trasera. Lo vemos en la figura 64.

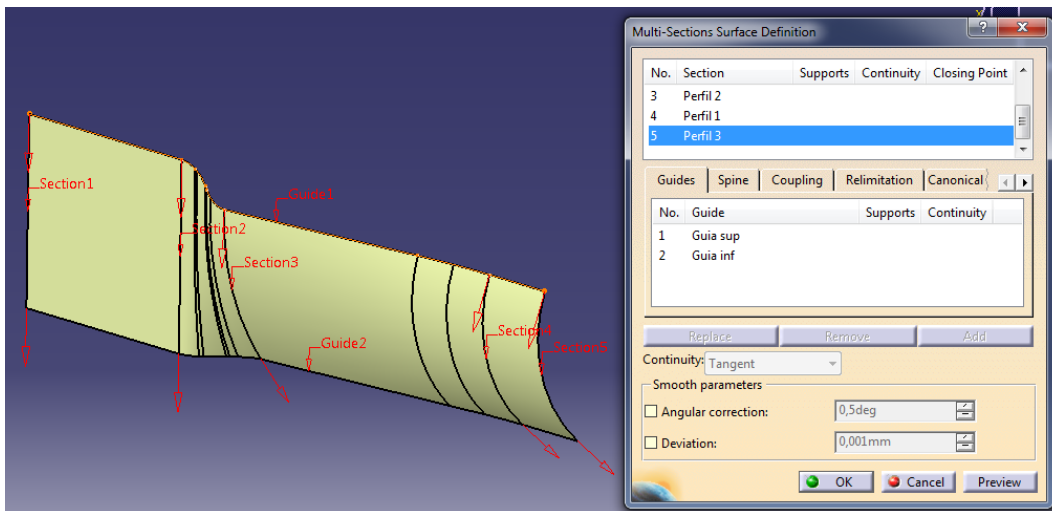
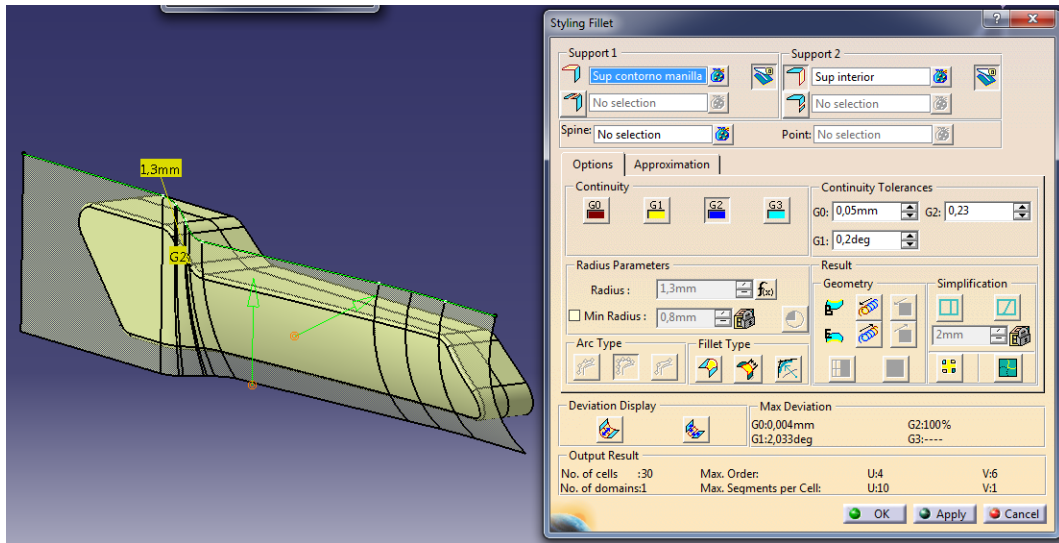


Figura 64: superficie interna

Seleccionaremos continuidad en tangencia, ya que nuestra superficie estará en zona palpable al ser donde el cliente agarrará para abrir su vehículo.

La superficie final la obtendremos mediante la operación stilling fillet. Esta operación es más robusta que una unión simple mediante redondeo, ya que nos permite elegir la continuidad no solo en tangencia, sino también en curvatura, ya que seleccionaremos la opción continuidad G2:



Para finalizar realizaríamos un corte mediante el plano intermedio a nuestra superficie, obteniendo el resultado final a llevar a part design:

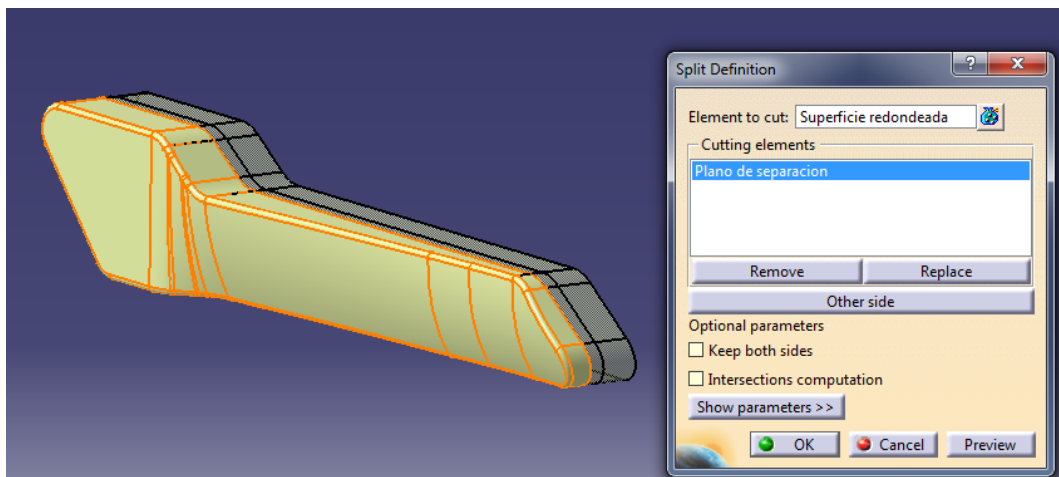
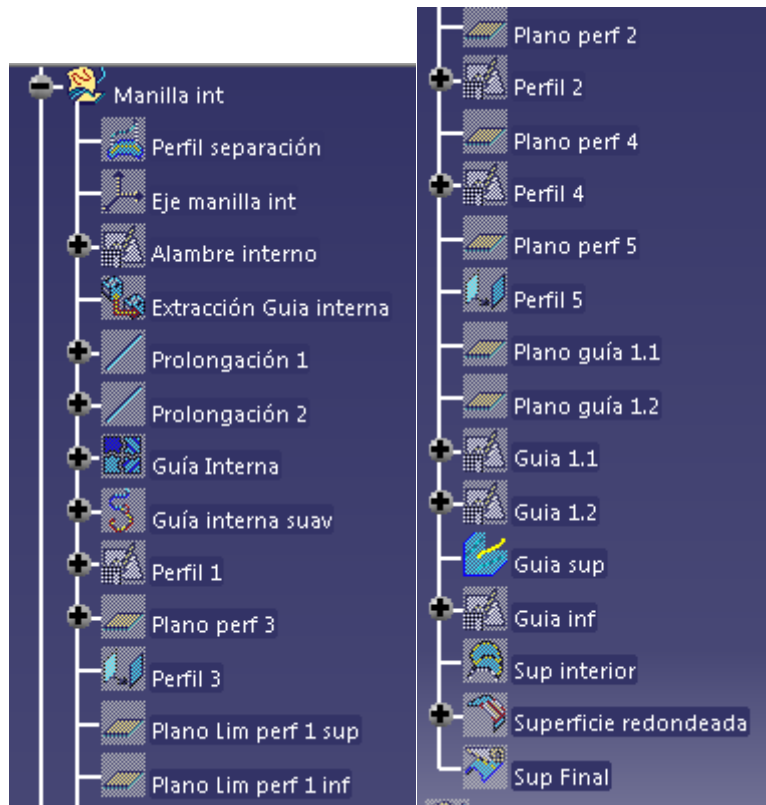


Figura 65: resultado final



La primera operación a realizar será el solidificado y cierre de la superficie externa de la manilla interior. Esta operación nos quedará como en la figura 66.

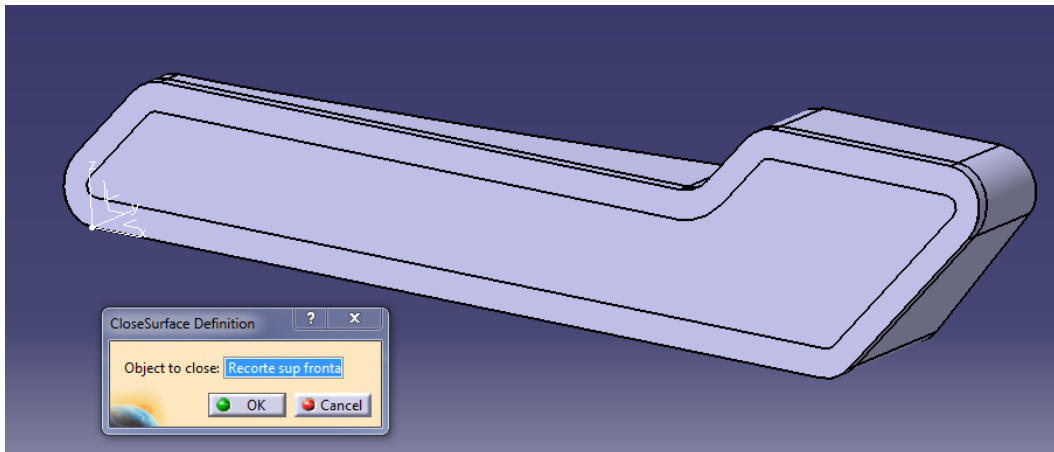


Figura 66: sólido final

Tras esto daremos a nuestro sólido el ángulo de desmoldeo, y realizaremos su vaciado interno para aligerarlo, y permitir la presencia de elementos interiores como los clips o el resorte. Lo vemos en la figura 67.

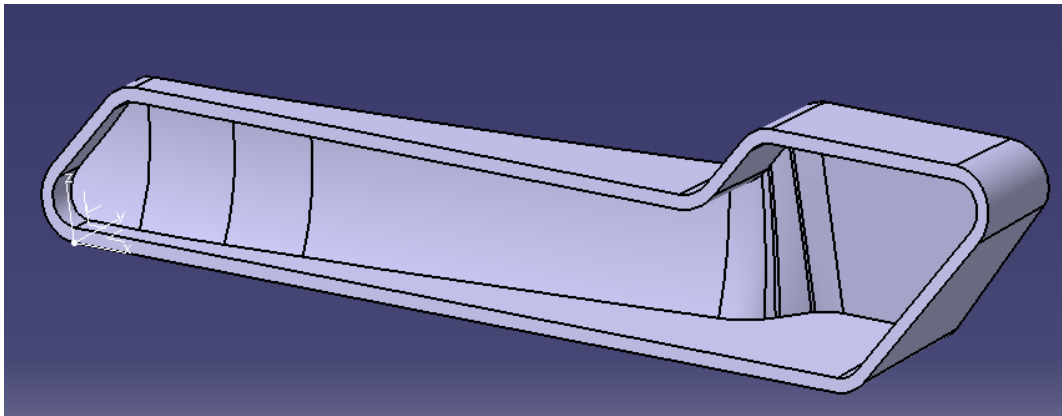


Figura 67: sólido final con vaciado

5.8.2 Canto

Para la creación del canto, tendremos en cuenta los parámetros comunes con los clips de fijación de la manilla externa. Con ello definiremos un sketch general con su contorno externo e interno, el cual podemos ver en la figura 68.

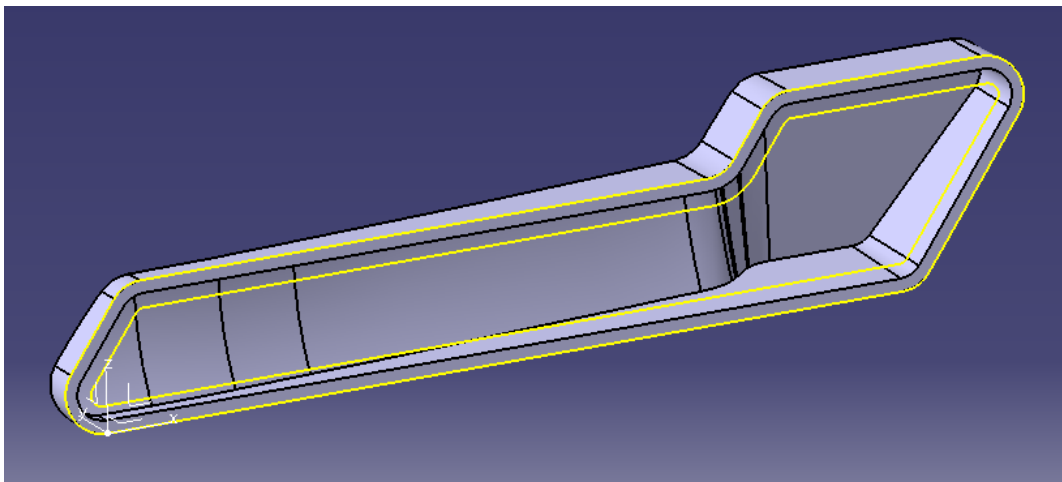


Figura 68: contorno interno canto

A este sketch le aplicaremos una extrusión, y posteriormente lo ensamblaremos con el partbody del catpart, obteniendo el sólido unión como vemos en la figura 69.

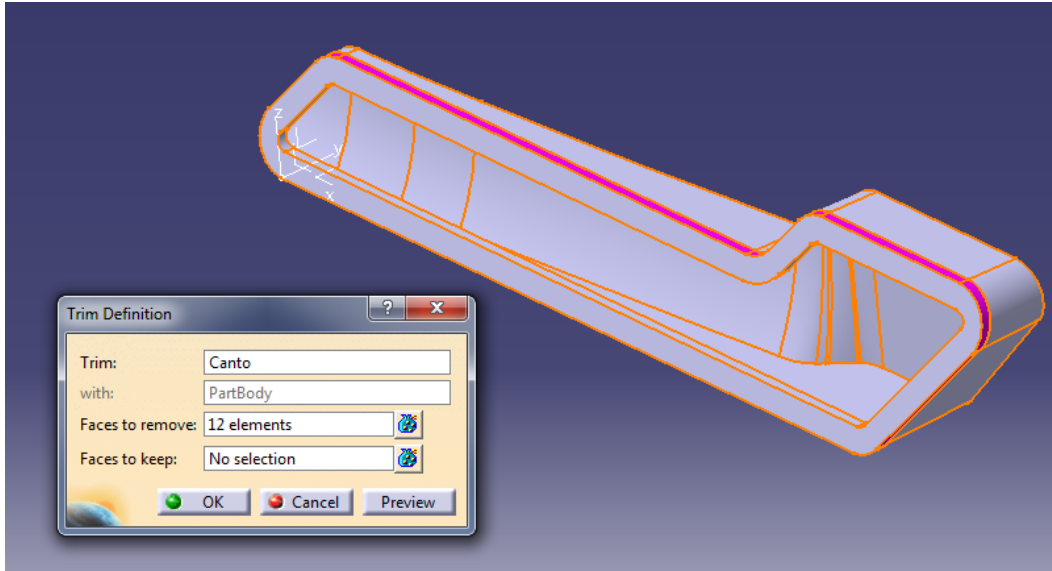


Figura 69: ensamblaje canto

5.8.3 Tope eje

El siguiente sólido a realizar será el tope para impedir movimiento en Z.

Posicionaremos el sketch concéntricamente con el eje de rotación, ya que este tope deberá permitir el paso del pasador sin interferencias, y acompañarlo en su giro. A este sketch le realizaremos dos extrusiones, una superior y otra inferior para obtener el tope superior y el inferior respectivamente. Lo ensamblaremos al partbody principal obteniendo lo que vemos en la figura 70.

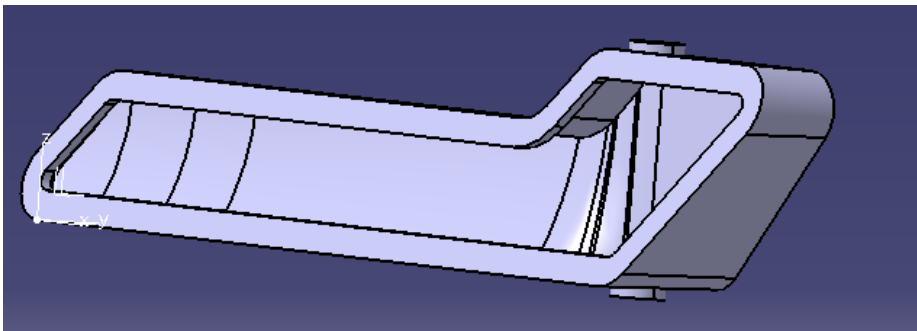


Figura 70: ensamblado tope superior e inferior

Tras esto realizaremos un taladro al sólido conjunto, para permitir la inserción del pasador desde la zona superior hasta la zona inferior, como vemos en la figura 71.

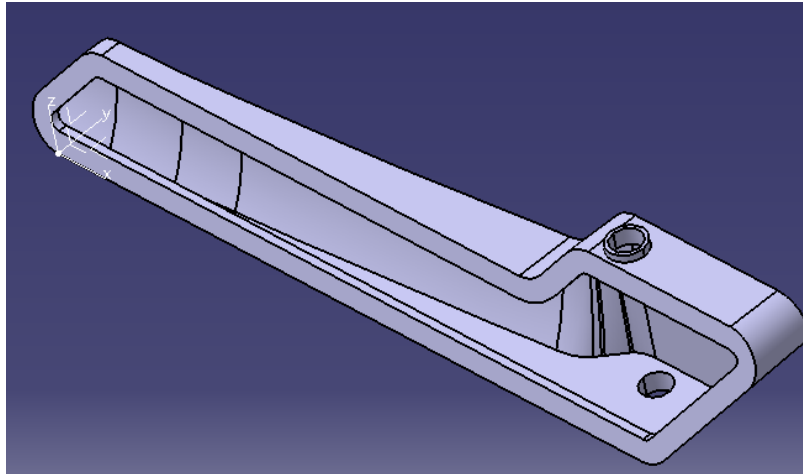


Figura 71: taladro tope superior e inferior

5.8.4 Nervio

Se creará un nervio para sujetar el extremo inferior del resorte ya concebido. Como vimos este quedaba dentro de la manilla, por lo que nos tendremos que ajustar a sus formas.

Para ello crearemos mediante una extrusión el nervio, y posteriormente le realizaremos un vaciado mediante la superficie límite creada para el resorte. Este quedará a ras con el nervio para asegurar la sujeción y evitar ruidos al movimiento. Nos quedará un nervio final como vemos en la figura 72.

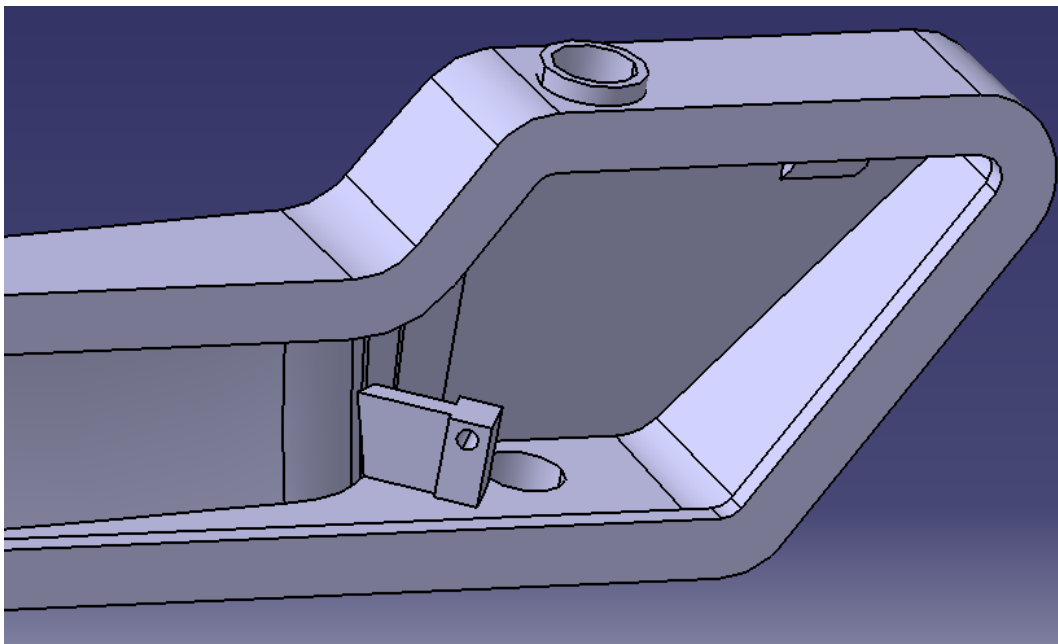


Figura 72: nervio resorte

Con los 4 sólidos ya creados y ensamblados, realizaremos un vaciado trasero, para permitir el acceso a la zona interior de la manilla a la hora de situar el resorte.

5.8.5 Sujeción mecanismo apertura

La última zona a diseñar será la zona de retención de la bola del mecanismo que nos servirá nuestro proveedor externo.

Como vimos en otro capítulo del TFG ya teníamos el contorno externo definido en el fichero contexto, el cual utilizaremos para el diseño de esta retención.

Se utilizará una retención de tipo cilíndrica, realizada mediante perfil más extrusión. Este perfil lo posicionaremos en función de este elemento externo, y posteriormente realizaremos un vaciado por la zona donde discurrirá el cable en la apertura. Podemos ver el resultado de estas operaciones en la figura 73.

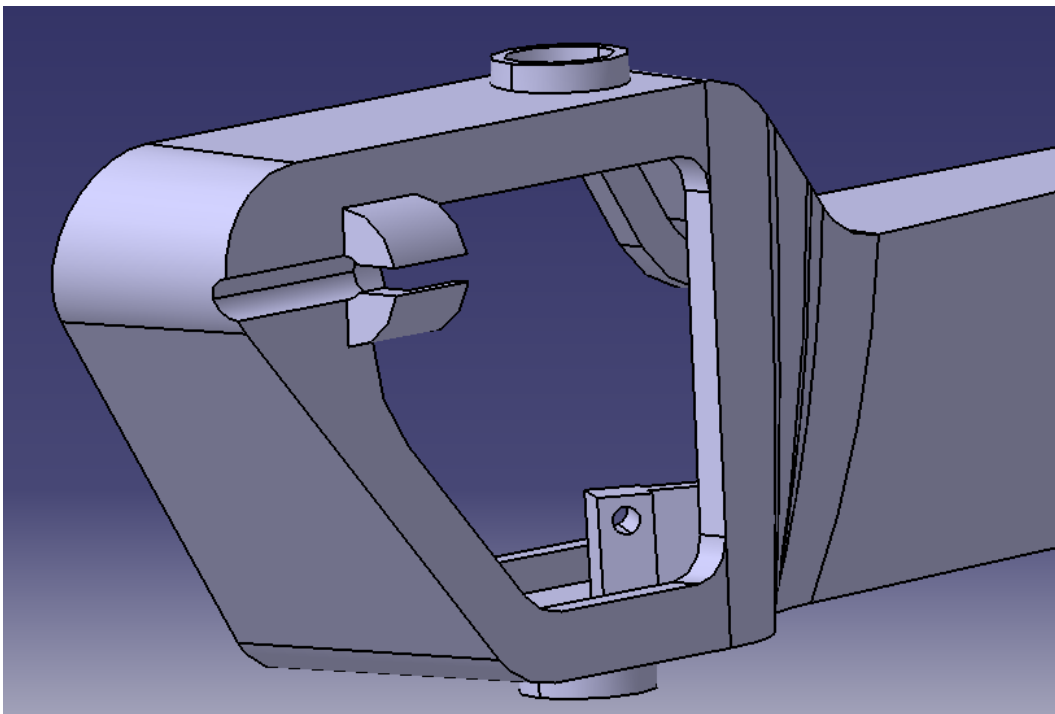


Figura 73: cilindro sujeción

Con la concepción de esta retención verificaremos que en realidad funciona. Previamente finalizaremos la pieza con los redondeos generales internos y externos.

Podemos ver que queda perfectamente enclavado en la figura 74.

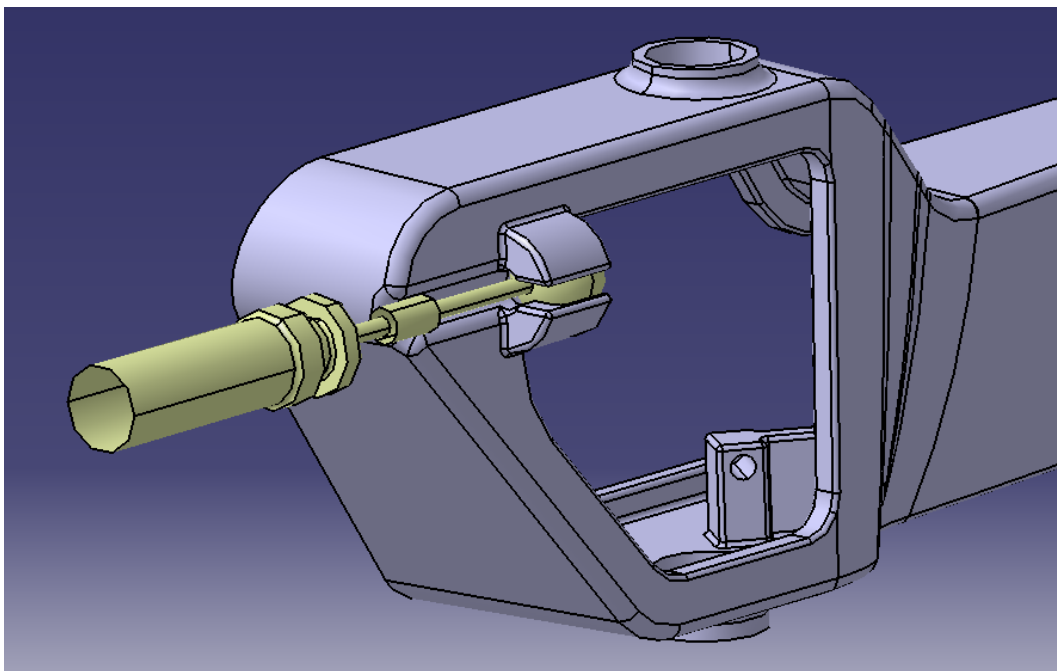
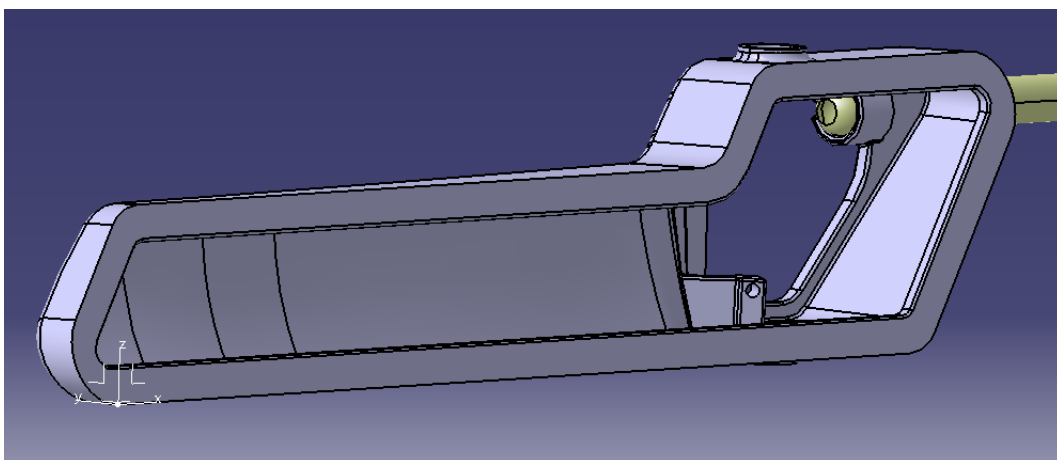


Figura 74: comprobación cilindro sujeción

La geometría final de nuestra pieza, y los arboles de elementos finales, quedarían pues como la figura a continuación.



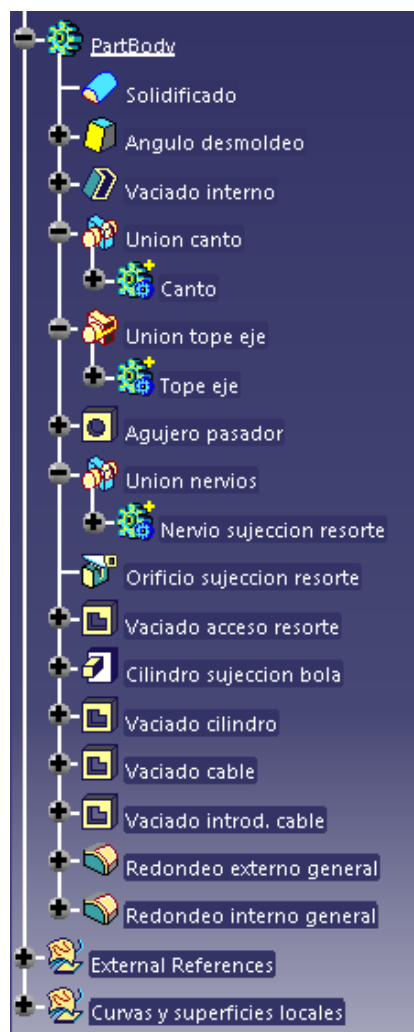


Figura 75: árboles de operaciones finales

5.9 Soporte

El soporte de la manilla será la pieza más compleja a concebir, ya que deberá estar en consonancia con todos los elementos creados hasta el momento, además de servir de fijación para todo el conjunto.

La concepción del soporte la dividiremos en seis principales sólidos:

- Sólido principal
- Nervios para hacer tope internamente a la manilla
- Cilindro para la sujeción del pasador
- Salientes de fijación superiores
- Salientes de fijación inferiores
- Cilindro para sujeción del tubo que guía el cable del mecanismo de apertura

5.9.1 Sólido principal

El primer paso como en todos los elementos será crear los elementos alámbricos comunes. En el caso del soporte la gran mayoría ya estarán creadas de la concepción de elementos previos, como la manilla interior, o las chapas exterior e interior de la puerta.

El único elemento a mayores que deberemos crear será la superficie del contorno externo del soporte, que deberá ser algo más amplio en la zona de giro de la manilla para evitar interferencias entre estos dos elementos.

Tomando como referencia el contorno de la manilla se creará un sketch, el cual se extrusionará en la misma dirección de esta. Obtendremos la solución mostrada en la figura 76.

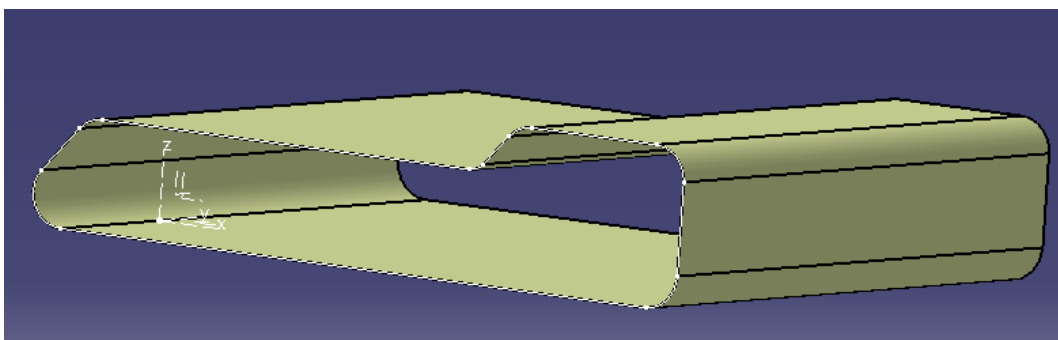


Figura 76: superficie contorno soporte

Con este elemento creado pasaremos a comenzar la concepción de los sólidos en part design.

Crearemos localmente la superficie trasera del soporte. Esta consistirá en una extrusión de una superficie circular. Crearemos también mediante offset desde la puerta, a 0.7 mm que corresponde con su espesor otra superficie local. Uniremos mediante recorte en las zonas externas estas dos superficies, a la lateral creada en el fichero común para el soporte. Tras realizar estas operaciones obtendremos la superficie final principal del soporte, como vemos en la figura 77.

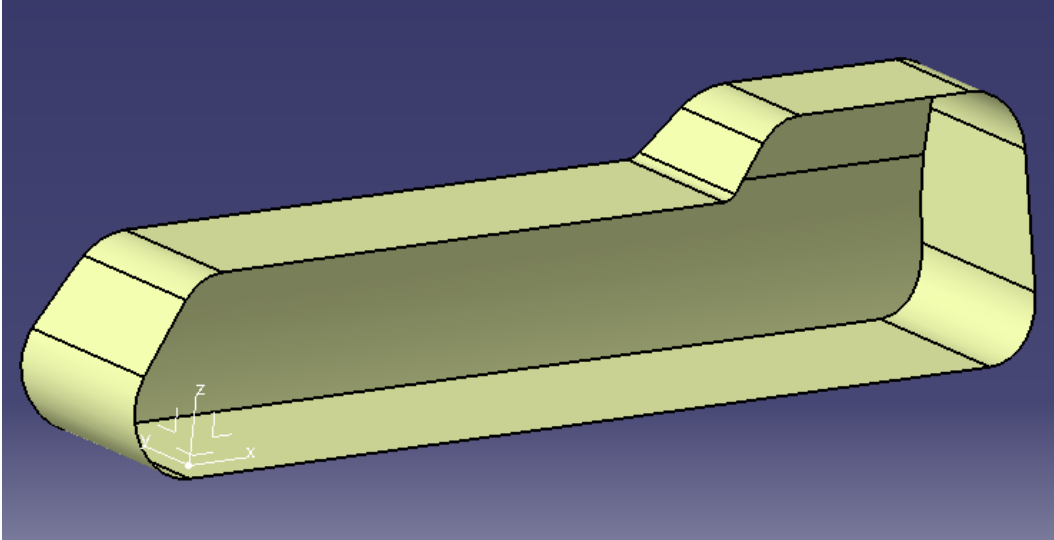


Figura 76: superficie final contorno soporte

Realizamos la solidificación de esta superficie, y un vaciado posterior, obteniendo el contorno sólido que envolverá los elementos internos del mecanismo como vemos en la figura 77.

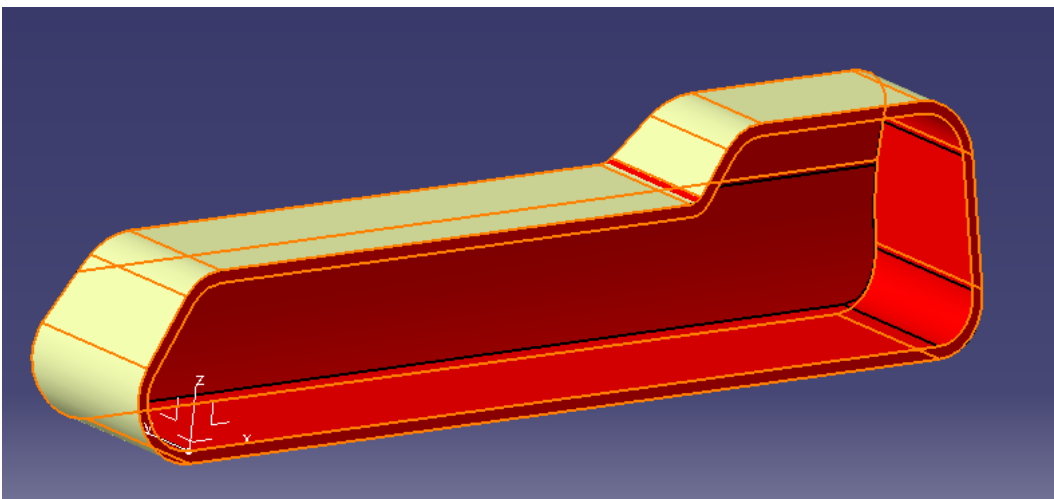


Figura 77: sólido contorno soporte

Pasaremos a la concepción de los sólidos secundarios, y al final del capítulo concluiremos con las últimas operaciones realizadas al sólido principal con estos elementos ya unificados.

5.9.2 Nervios tope manilla

La necesidad de estos nervios viene dada por el juego existente en la zona interior, entre el sólido principal que envuelve el mecanismo, y la manilla interna:

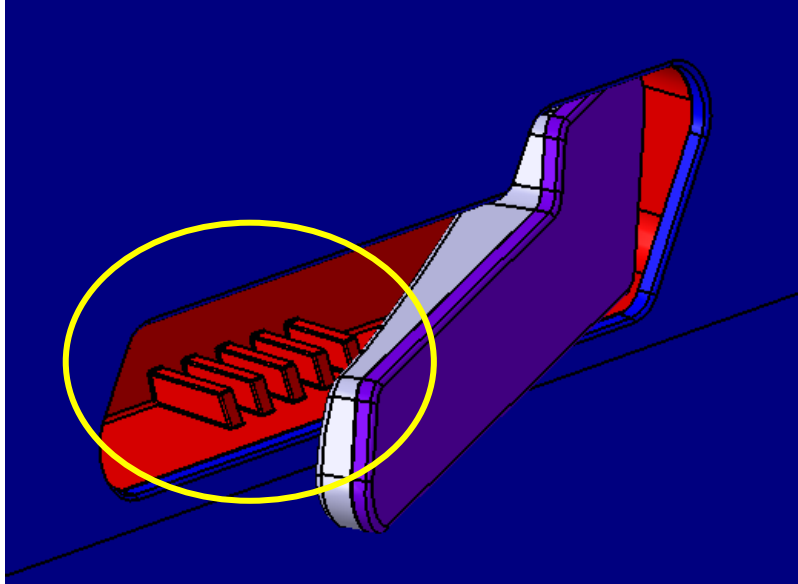


Figura 78: nervios a realizar

Se trabajará creando uno mediante extrusión, y generando los demás mediante un patrón de simetría. Podemos ver estas operaciones en la figura 79.

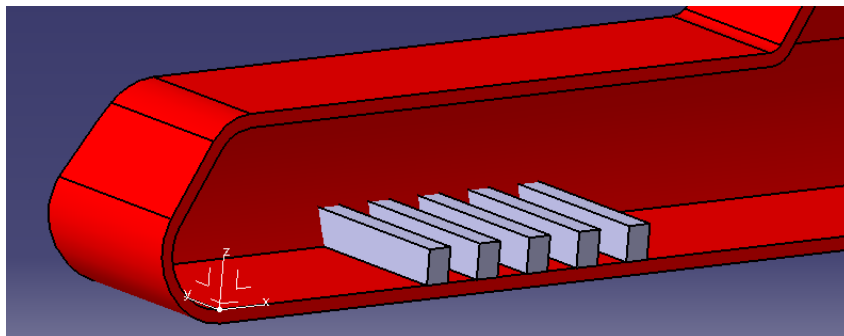


Figura 79: sólido inicial nervios

Finalmente se recortarán los nervios con una superficie a offset de la superficie interna de la manilla, para asegurar que al contraerse ésta apoya perfectamente sobre los nervios. Podemos ver el resultado final ya ensamblado al sólido general en la figura 80.

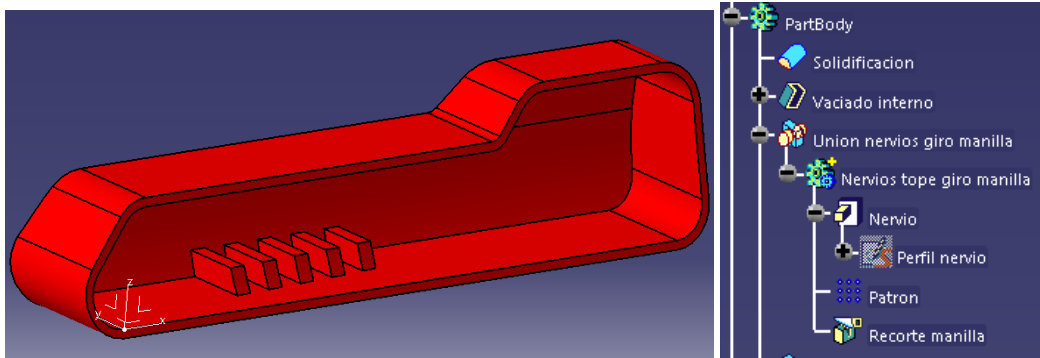


Figura 80: sólido final nervios + árbol

5.9.3 Cilindro sujeción pasador

Este sólido consistirá en un conjunto cilíndrico, con un nervio añadido en la parte superior. Su función será la de sostener el pasador fijo en la posición deseada sin que se salga al mover la manilla.

El nervio superior tendrá una rampa a 60° en la cara externa que facilitará la inserción del pasador, presentando su otra cara plana, para fijar perfectamente el pasador.

Vemos el sólido en cuestión en la figura 81.



Figura 81: sólido retención pasador

Posteriormente se unirá al partbody, y se realizará un agujero pasante de arriba abajo, con diámetro igual al del pasador.

El siguiente paso a dar será analizar la interfaz puerta-soporte. Tendremos que hacerle un vaciado para asegurar la perfecta unión entre estos dos elementos, para crear un conjunto totalmente estanco.

Para realizar este vaciado tomaremos una superficie con offset igual a la tolerancia entre estos dos elementos (0.7 mm de espesor + 0.1 mm de tolerancia). La

recortaremos uniéndola a la superficie cierre del vaciado de la manilla. Vemos estas operaciones en la figura 82.

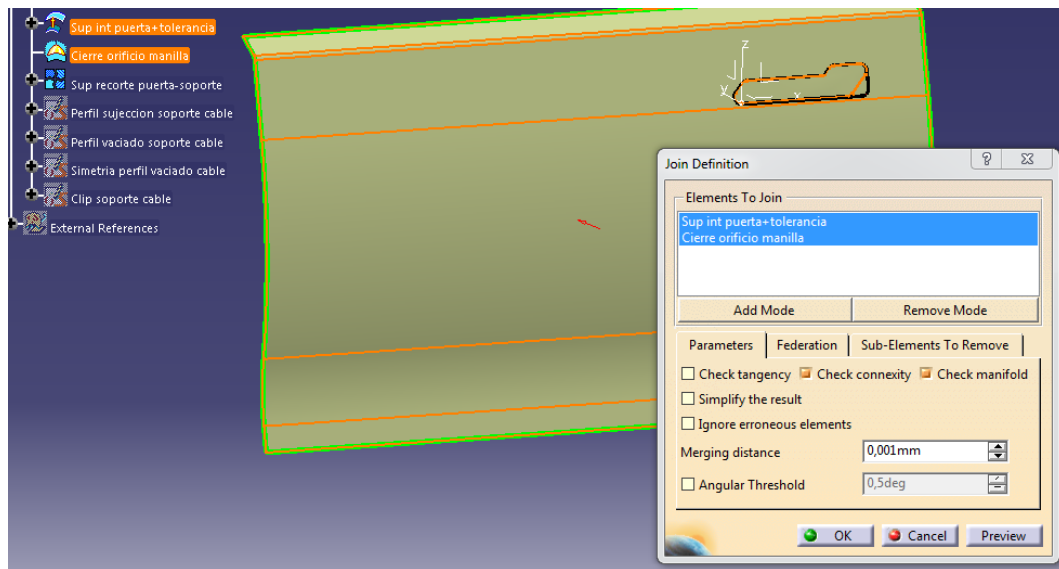


Figura 82: interfaz puerta - soporte

Con esta superficie final de recorte puerta-soporte se realizará el vaciado al partbody general. Vemos la operación en la figura 83.

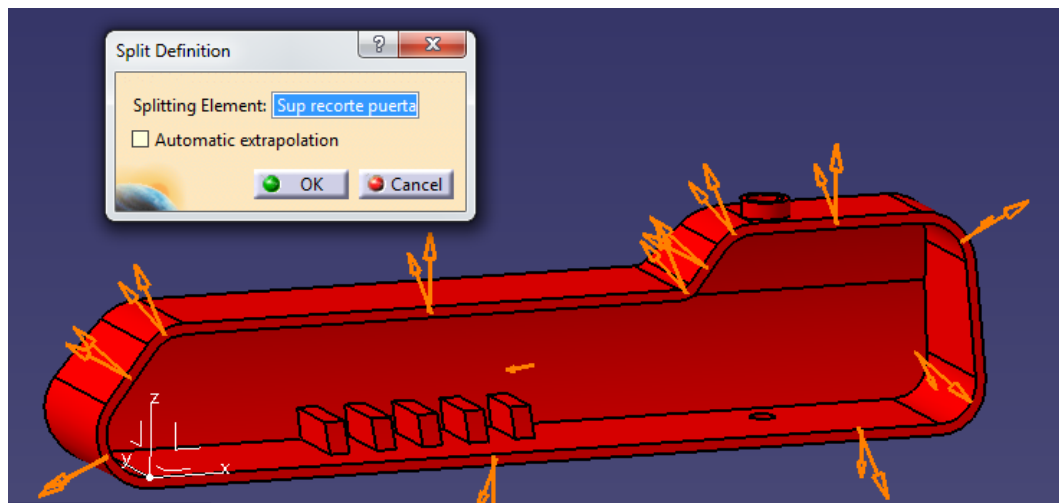


Figura 83: vaciado puerta - soporte

Aprovecharemos que nuestro sólido todavía no tiene los salientes de fijación, para realizar los ángulos de desmoldeo de 1.5°, al igual que hicimos con piezas de mucha superficie como la manilla interior y exterior. Vemos el desmoldeo interior y exterior realizado en la figura 84.

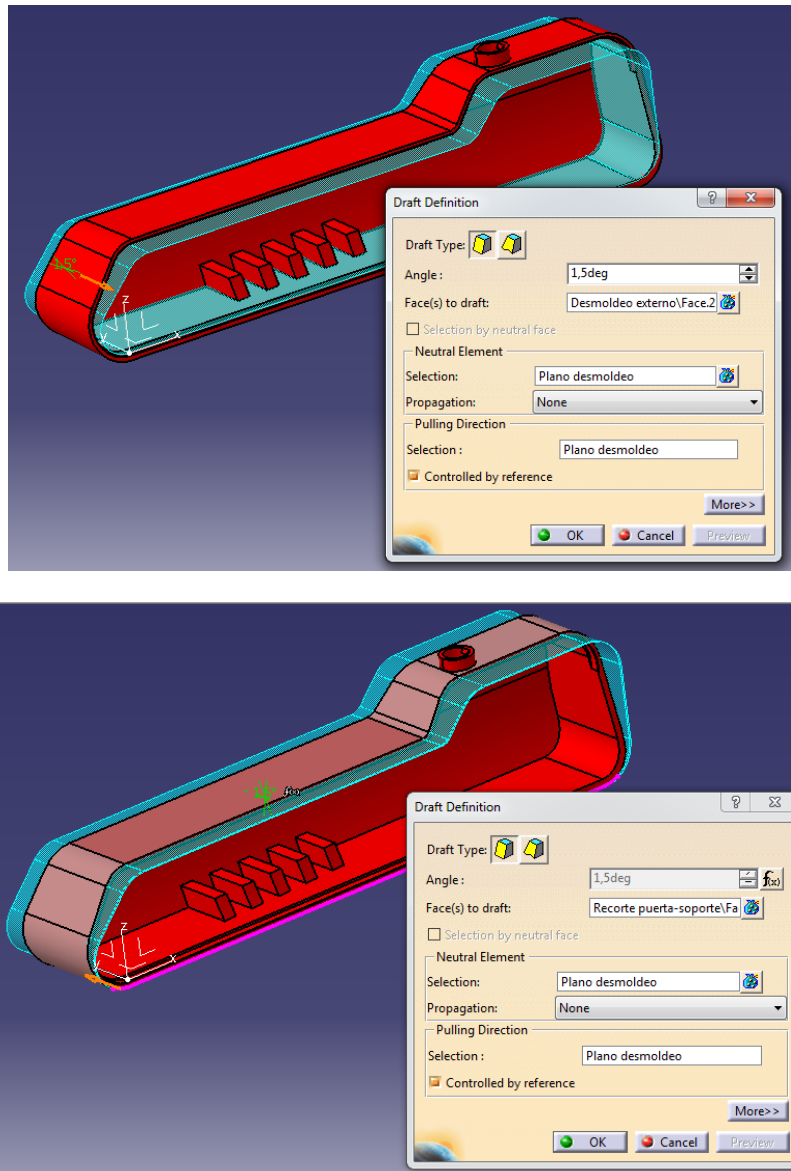


Figura 84: desmoldeo de 1.5º

5.9.4 Salientes fijación superior

Una vez realizados los ángulos de desmoldeo al sólido principal, podremos realizar los salientes para fijar en la zona superior de la chapa interna el soporte.

Esta se compondrá de dos extrusiones principales, una con la forma general, y otra para unirlo al sólido principal. Posteriormente se rebajará la extrusión de unión con unos chaflanes. Vemos operaciones en la figura 85.

DISEÑO DE UNA MANILLA EXTERIOR DE APERTURA RETRÁCTIL

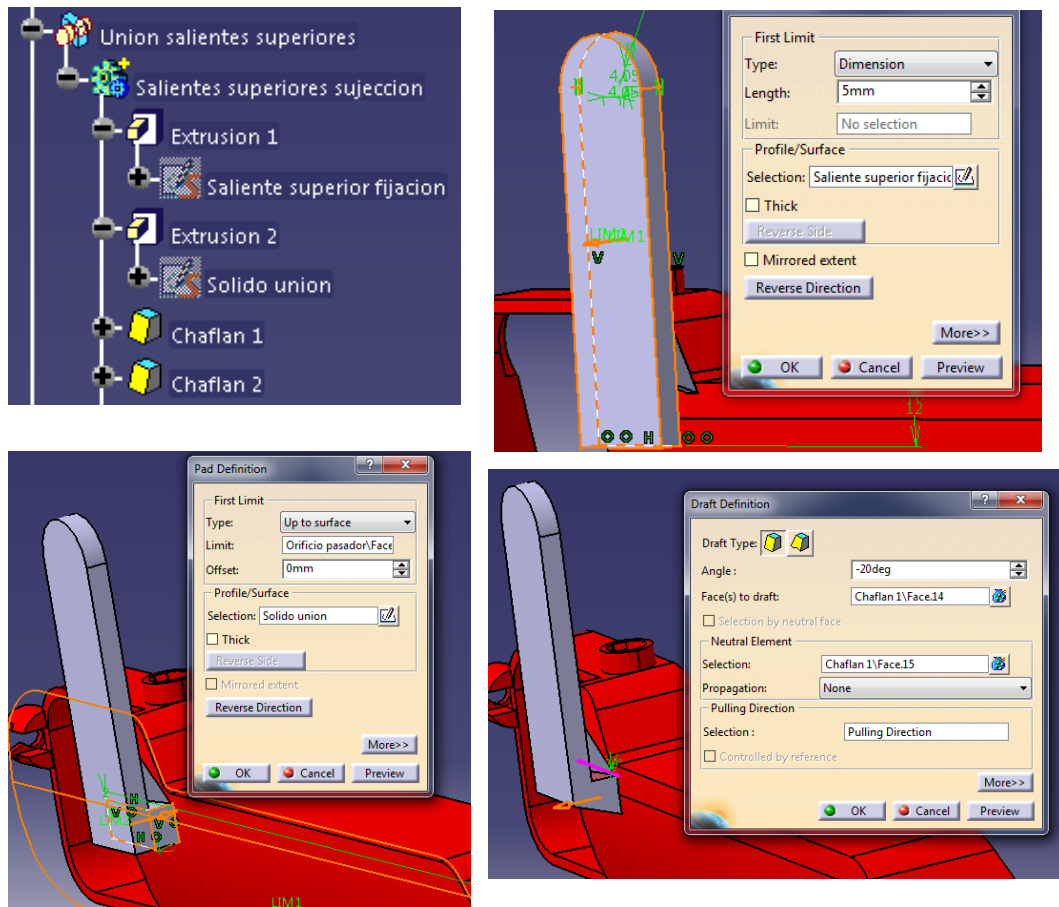


Figura 85: salientes fijación superior

Tras esto crearemos unos nervios de refuerzo en la zona de unión. Se trabajará para crear uno, y posteriormente mediante un patrón obtendremos el refuerzo final con 4 nervios. Uniremos estos nervios al sólido, y realizaremos el orificio superior de unión con la chapa interna. Lo vemos en la figura 86.

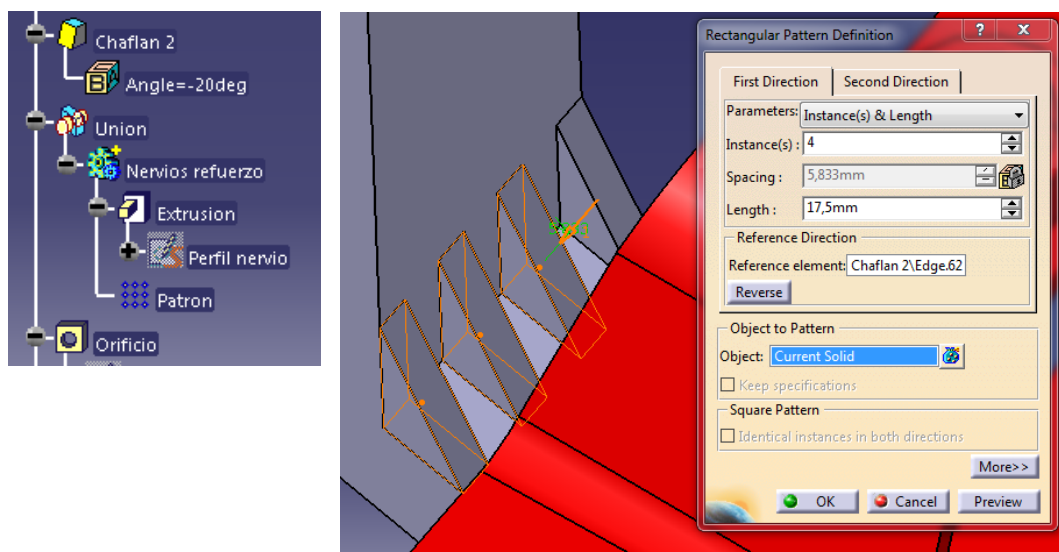
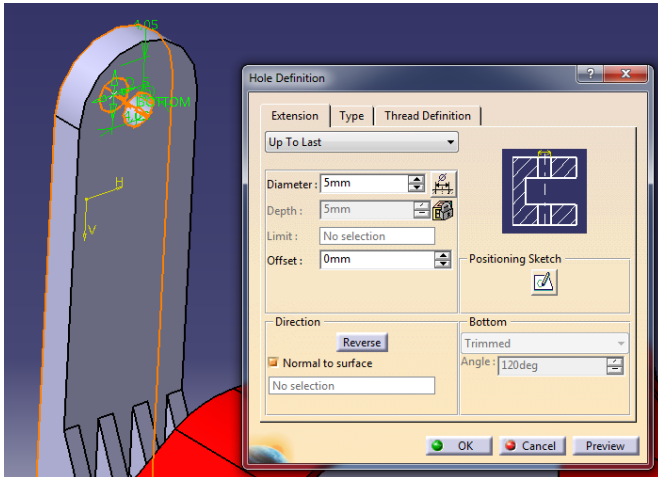


Figura 86: nervios refuerzo fijación superior



Con el sólido de sujeción superior ya finalizado, la última operación será una simetría respecto al plano central de la pieza, ya que el soporte tendrá 2 sujeciones superiores. Tras esto se ensamblará al partbody general. Lo vemos en la figura 87.

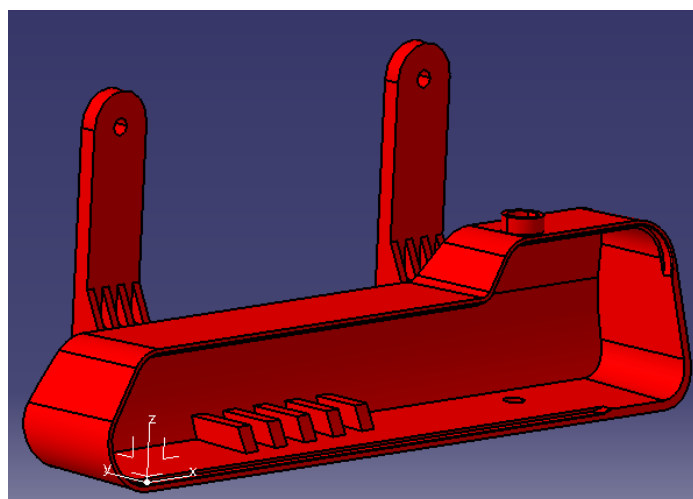
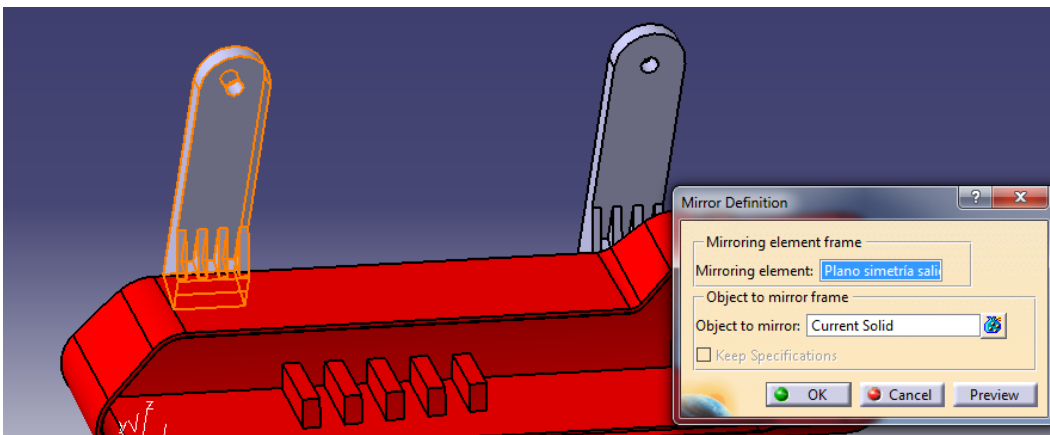


Figura 87: resultado final con fijación superior

5.9.5 Salientes fijación inferior

Para los salientes de fijación inferiores realizaremos operaciones similares. Mostraremos por ello el árbol de operaciones y el resultado final con estos salientes ensamblados al partbody general en la figura 88.

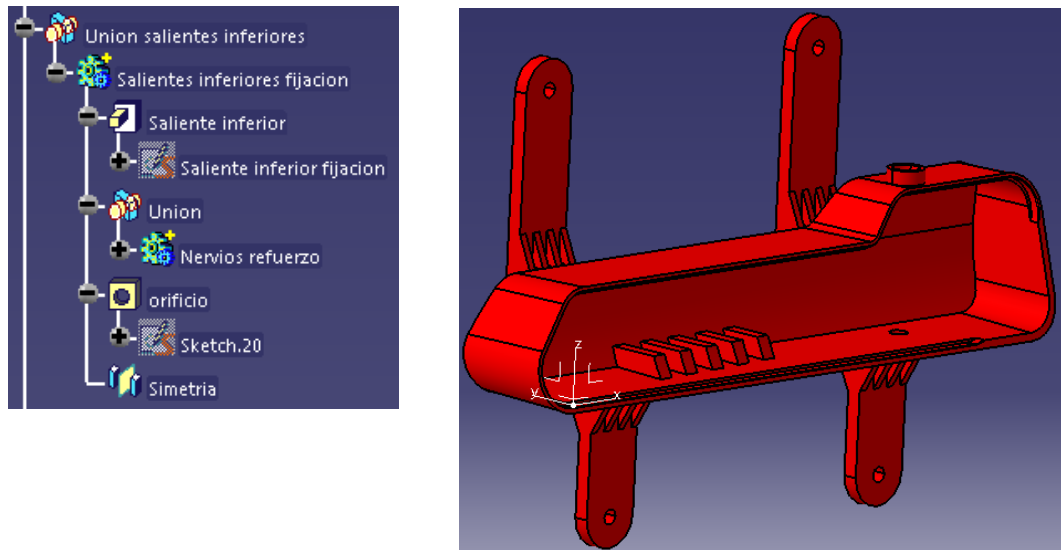


Figura 88: resultado final con fijación inferior

Realizaremos llegados a este punto, al igual que con la manilla interior, un vaciado trasero para facilitar el acceso al mecanismo desde la parte interna de la puerta. Este tendrá una pequeña muesca para mantener fijo el resorte interno. Lo vemos en la figura 89.

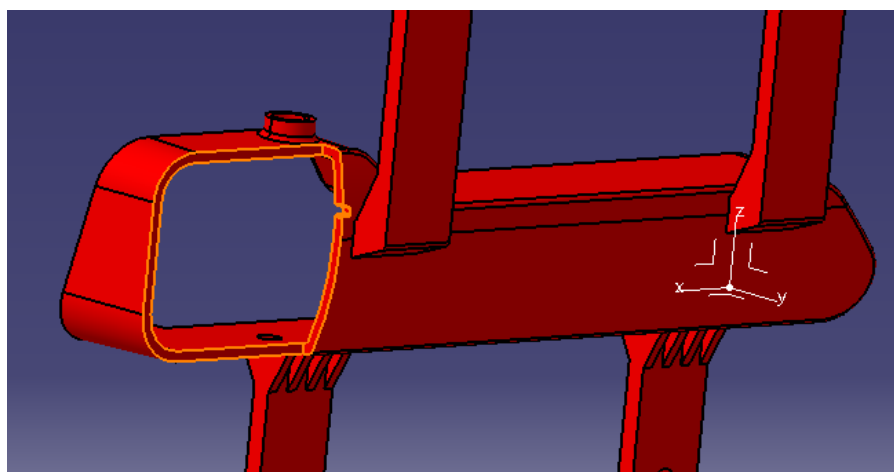


Figura 89: vaciado trasero + posición resorte

5.9.6 Sujeción tubo mecanismo apertura

La sujeción de este elemento será similar a la realizada en la manilla interior. Realizaremos un sólido cilíndrico, al que se le realizará un vaciado con la forma del final del tubo que guía el cable del mecanismo. A este cilindro le haremos un vaciado para permitir su inserción, añadiendo como última operación un clip que lo mantenga fijo en su sitio. Resumimos gráficamente estas operaciones en la figura 90.

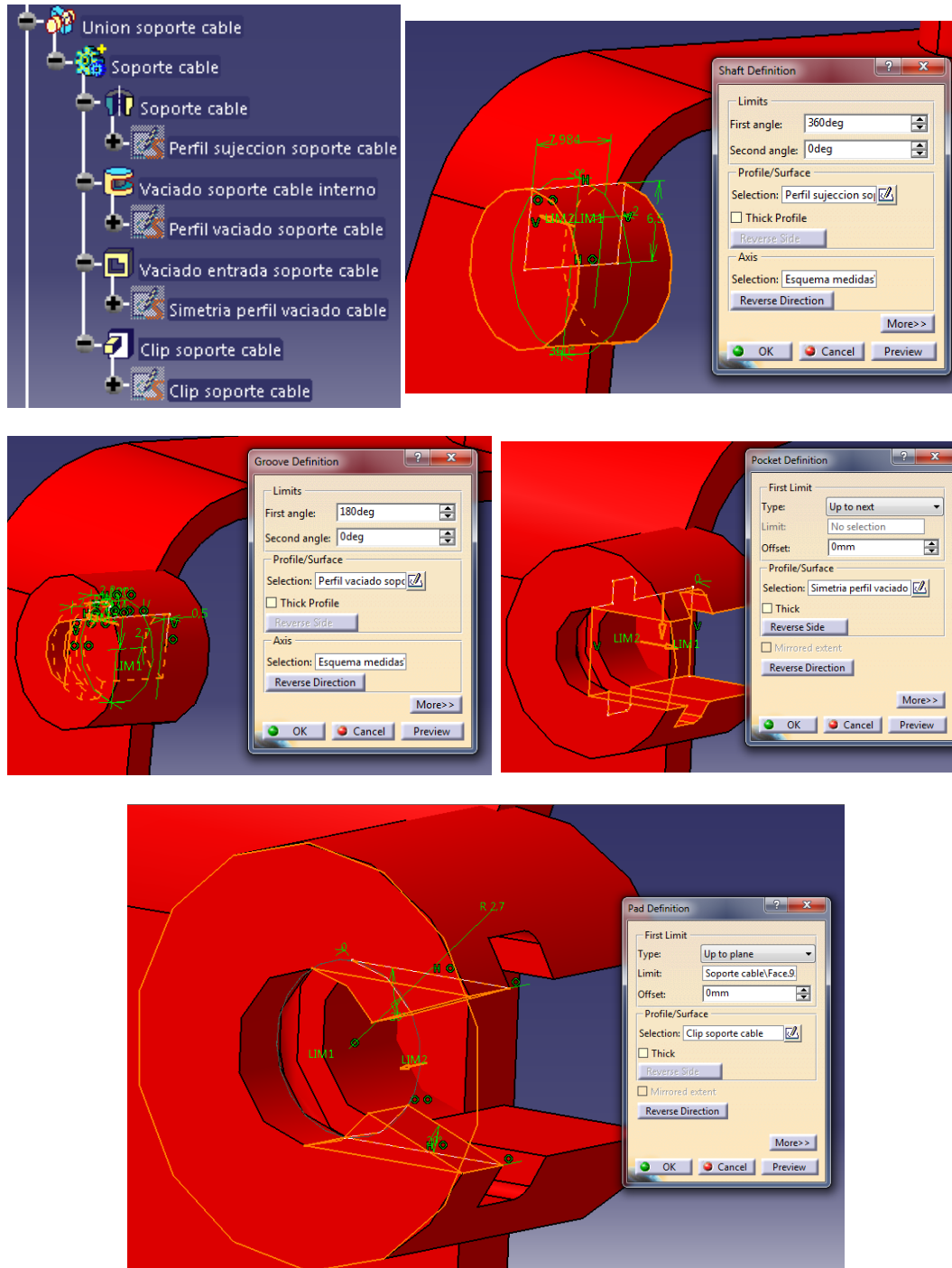


Figura 90: operaciones sujeción tubo

Ensamblaremos este último sólido al partbody, y realizaremos al conjunto sendos redondeos general y secundario, a 1.3 y 0.4 mm respectivamente, quedándonos una pieza final como la de la figura 91.

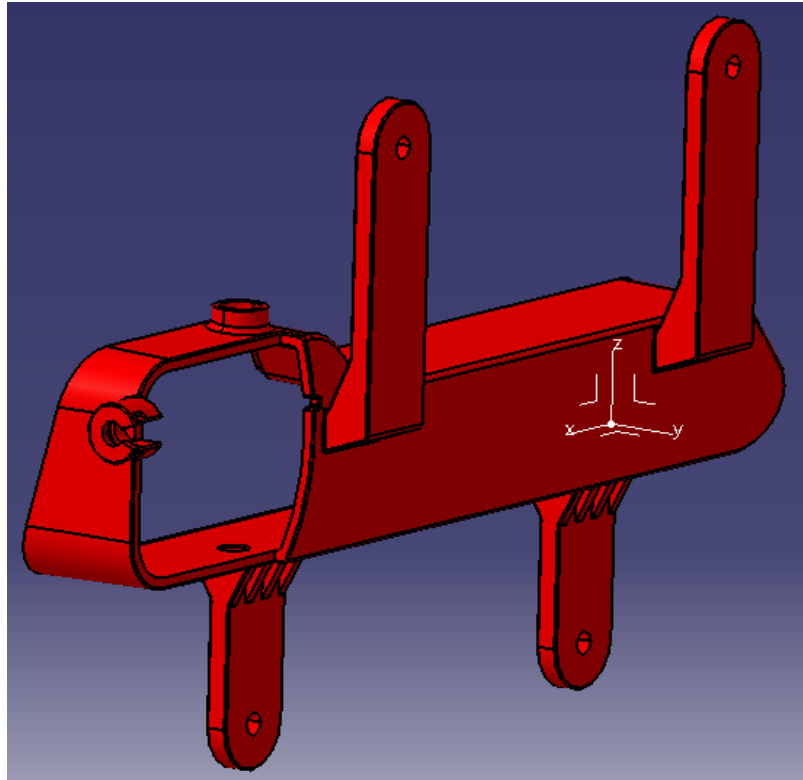


Figura 91: sólido final soporte

5.10 Fijaciones

Para la fijación del mecanismo completo utilizaremos un sistema compuesto por molares y tornillos. Estos tornillos fijarán el soporte que sostiene todos los componentes de la manilla, a los citados molares, los cuales estarán incrustados en la chapa interna.

Vemos en la figura 92 el sistema citado, así como una sección general con la fijación realizada.

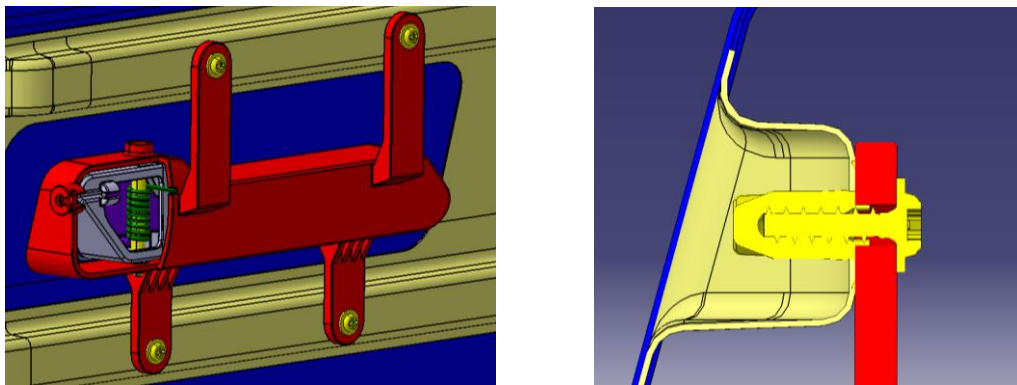


Figura 92: sistema de fijación

5.10.1 Molar

El molar a utilizar será de tipo general a los utilizados en la industria de la automoción, que aloje tornillos de 4.5 mm de diámetro por 16 mm de largo.

Está compuesto por una zona de goma que queda alineada con la chapa tras su inserción, y otra plástica que es la encargada de sostener el tornillo una vez insertado. Podemos ver en la figura 93 una imagen del molar en 3D, y otra donde vemos las dos zonas del molar físicamente.

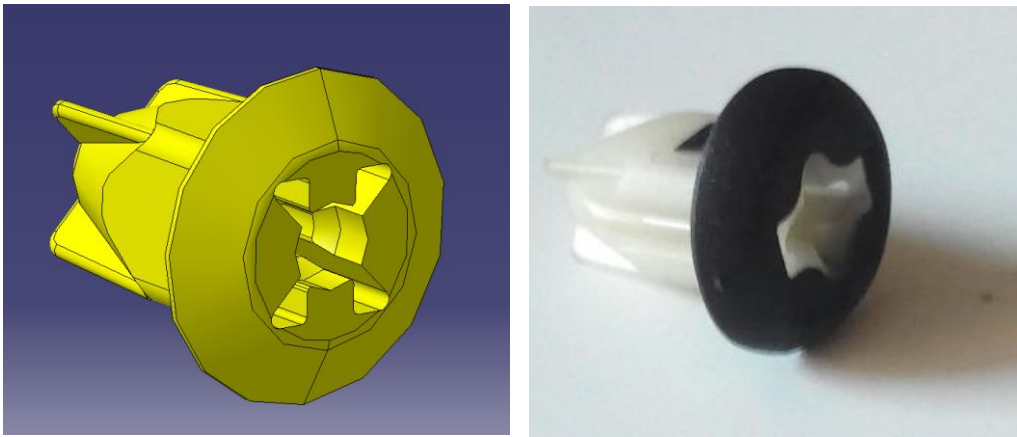


Figura 93: molares genéricos 4.5 mm

5.10.2 Tornillo

El tornillo a utilizar será de tipo rosca-chapa, pero sin punta incidente para evitar causar daños a la pieza, ya que el montaje se realizará en línea con tiempo limitado.

Sus dimensiones serán de 4.5 x 16 mm de largo, las cuales vendrán dadas por el tamaño de nuestro molar elegido. Vemos en la figura 94 una imagen del tornillo seleccionado en 3D, y otra de él físicamente.

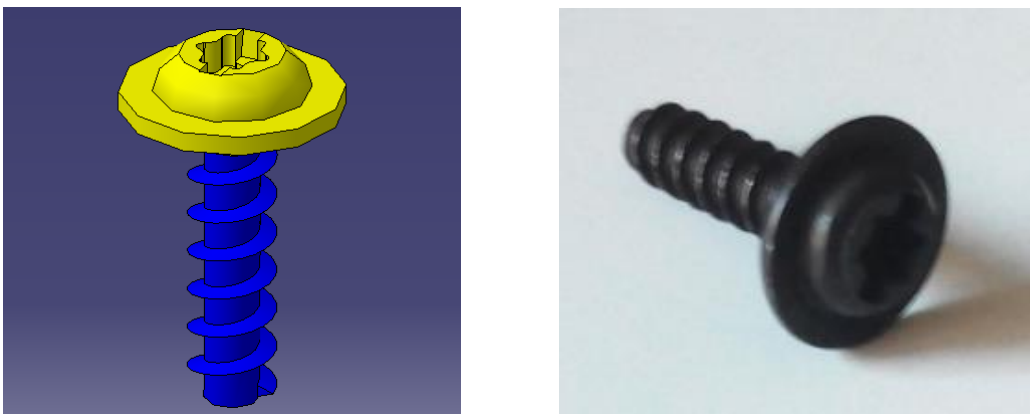


Figura 94: tornillos 4.5 x 16 mm

6 Fase de análisis, manilla exterior retráctil

6.1 Proceso de fabricación

Comentaremos brevemente el proceso de fabricación que tendrá cada componente, y si se ha respetado la factibilidad de este durante la concepción.

- **Chapa puerta externa:** sufrirá un proceso de embutición como primera operación, factible debido a la forma cóncava que tiene. Posteriormente se le realizará un punzonado en la zona de la manilla. La última operación serán los doblados interno y lateral. Se podrá fabricar correctamente.
- **Chapa interna:** embutición, más posterior punzonado en la zona interna, orificios y esquinas. Fabricación posible
- **Pasador:** cortado de perfil de acero, con posterior conformado superior e inferior. Pieza muy simple de fácil fabricación en serie.
- **Resorte:** cortado de perfil de acero, con posterior doblado en forma helicoidal. Al igual que el pasador muy sencilla fabricación.
- **Maneta exterior, interior y soporte:** inyección de plástico granulado en molde. Dotadas de ángulos de desmoldeo por lo que se podrán fabricar y extraer fácilmente del molde.

6.2 Estudio sobre el ensamblaje

Como punto final de este trabajo fin de grado, se realizará un estudio sobre el conjunto del mecanismo.

Primero se procederá a la creación del ensamblaje de todos los componentes. A continuación, se estudiará si nuestro ensamblaje tiene alguna interferencia entre los diferentes sólidos, y por último se analizará la ergonomía de el mismo.

6.2.1 Creación del ensamblaje

Para la realización del ensamblaje de nuestros componentes del mecanismo utilizaremos el módulo Assembly design de Catia V5.

Como posteriormente deberemos realizar un análisis de la cinemática del mecanismo, deberemos introducir todas las restricciones necesarias para restringir los grados de libertad pertinentes a cada componente.

Vemos a continuación las restricciones creadas y una captura general del ensamblaje realizado.

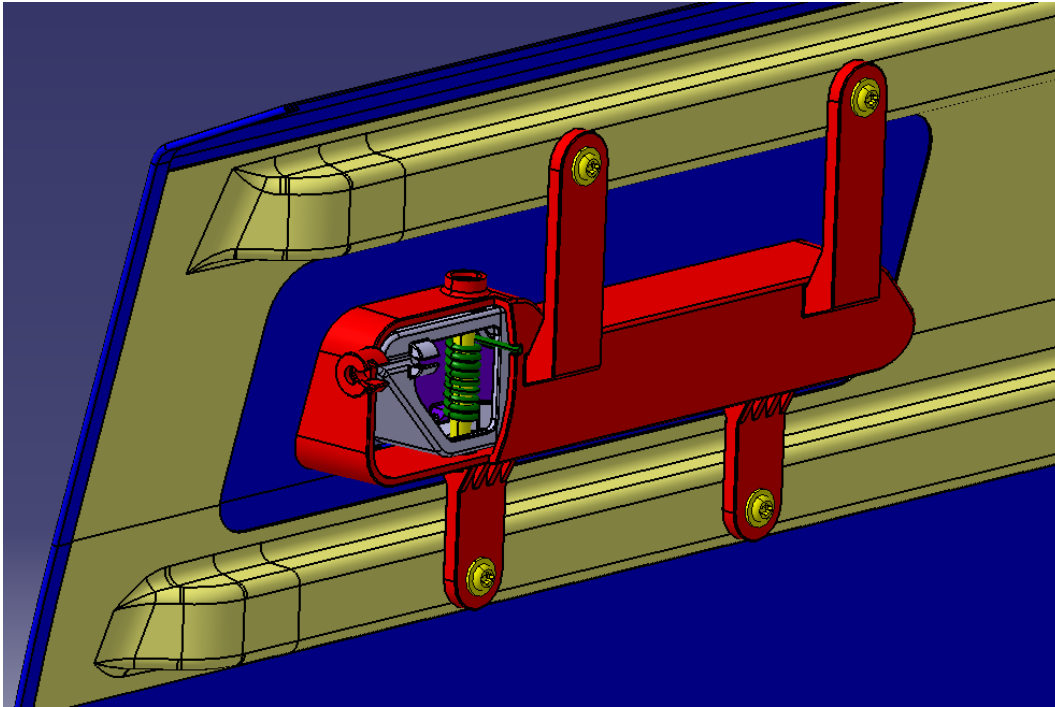


Figura 95: mecanismo ensamblado en conjunto

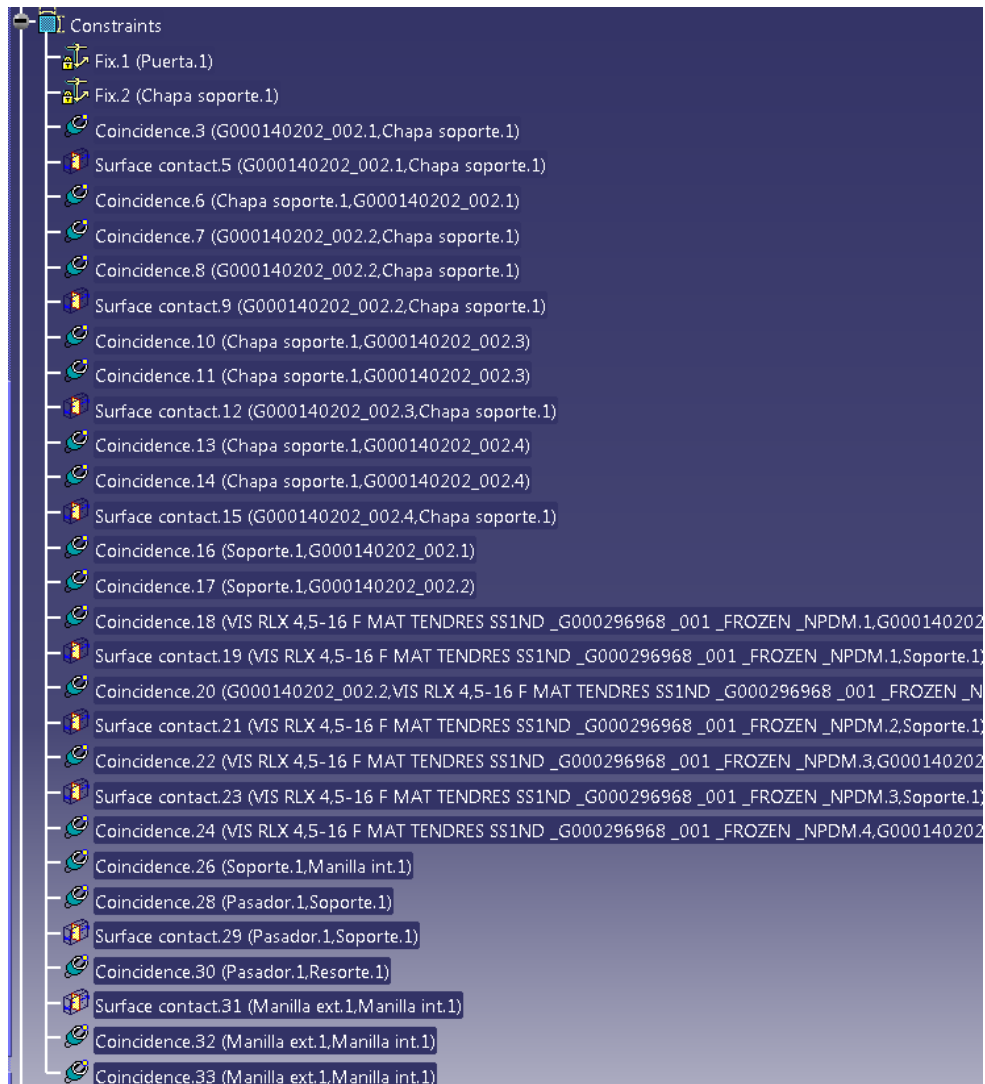


Figura 96: restricciones mecanismo ensamblado

Las restricciones introducidas serán las siguientes explicadas de una manera lo más breve posible:

- Anclado de la chapa exterior de la puerta
- Anclado de la chapa interna de la puerta
- Posicionado de los 4 molares en los orificios respectivos de la chapa interna
- Posicionado del soporte coincidente con los 4 molares, y con la cara interna de la chapa
- Posicionado de los 4 tornillos en los respectivos molares, con la cara apoyando en la superficie del soporte.
- Posicionado de la manilla interna, concéntrica con el orificio del soporte.
- Posicionado del pasador concéntricamente con el orificio del soporte, y con su capuchón introducido en el clip superior de éste.
- Posicionado del resorte concéntricamente con el pasador.
- Posicionado de la manilla externa coincidente con la manilla interna.

6.2.2 Interferencias entre sólidos

Las principales interferencias a analizar entre los componentes serán en la zona vista exterior, durante el movimiento del mecanismo, y en la zona del eje de rotación que es donde más componentes confluyen. Además, se comprobará que el mecanismo no incide con elementos cercanos, concretamente la luneta de la puerta.

En la vista externa, como vemos en la figura general, no apreciamos ninguna interferencia, ya que durante la etapa de concepción se aplicaron juegos de 2 mm aproximadamente entre la manilla y la chapa para evitar este tipo de problemas.

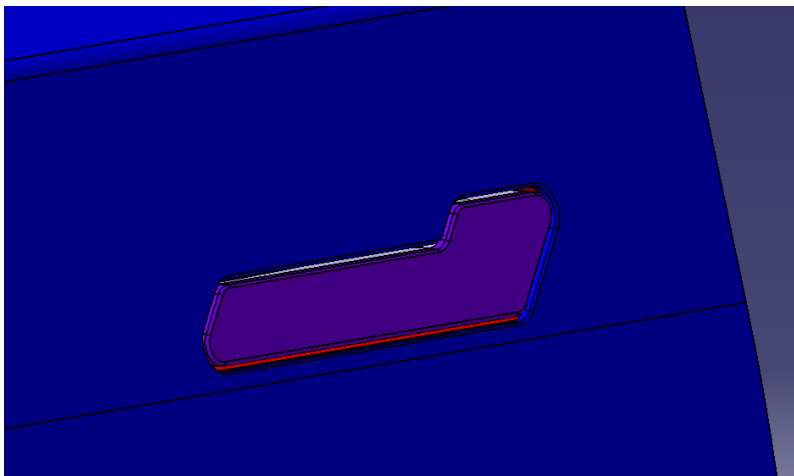


Figura 97: vista externa

Durante el movimiento del mecanismo tampoco tenemos interferencias, ya que la geometría del soporte se hizo en la zona de rotación algo más amplia. Podemos ver la maneta en su posición de giro más intrusiva en la figura, apreciando que no existe ninguna interferencia.

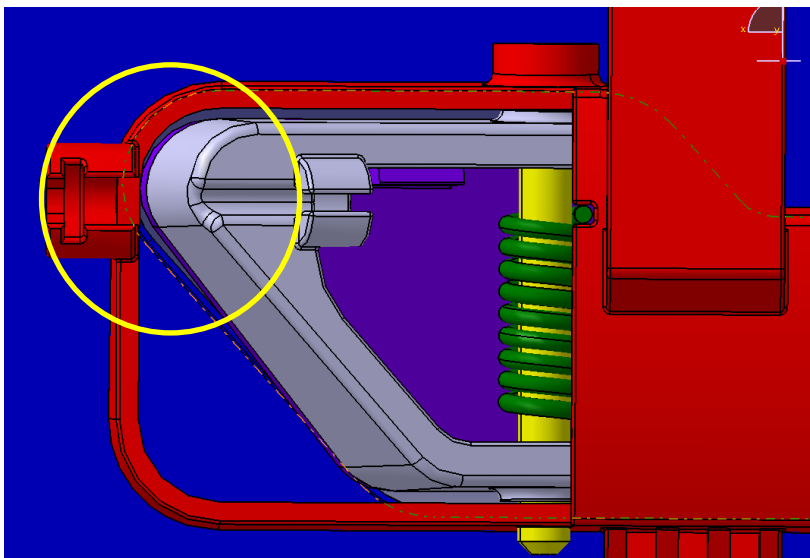


Figura 98: vista interna

Tras esto, para ver si tenemos algún problema en la zona del pasador, realizaremos una sección general al mecanismo completo en esa zona. Podemos ver el resultado en la figura 99, y al igual que en las hipótesis anteriores, no tenemos problemas.

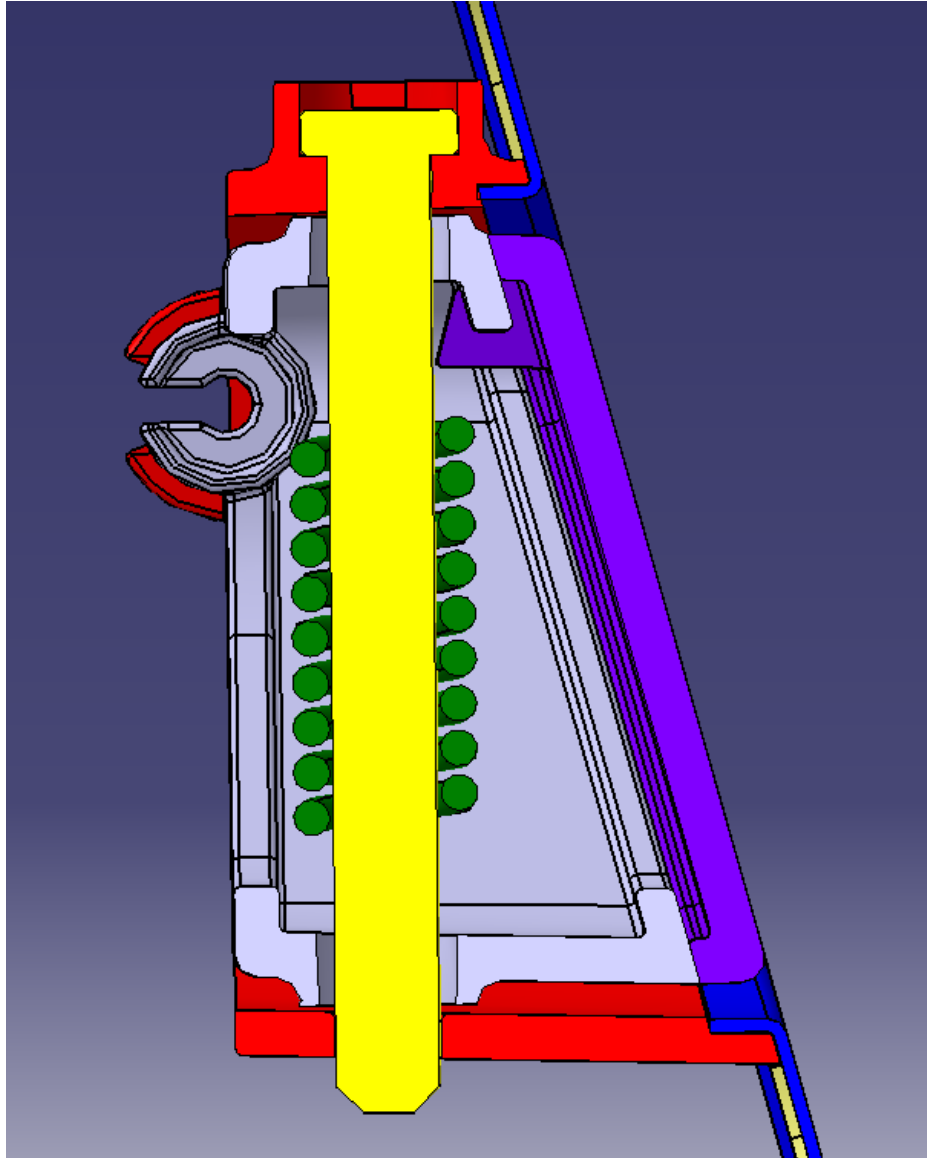


Figura 99: sección general

Para finalizar comprobaremos con el conjunto del mecanismo, sumado a la superficie límite de movimiento de la luneta creada en el fichero común, que el mecanismo no choca con ella en su movimiento. Vemos claramente en la figura 100 que esto no ocurre.

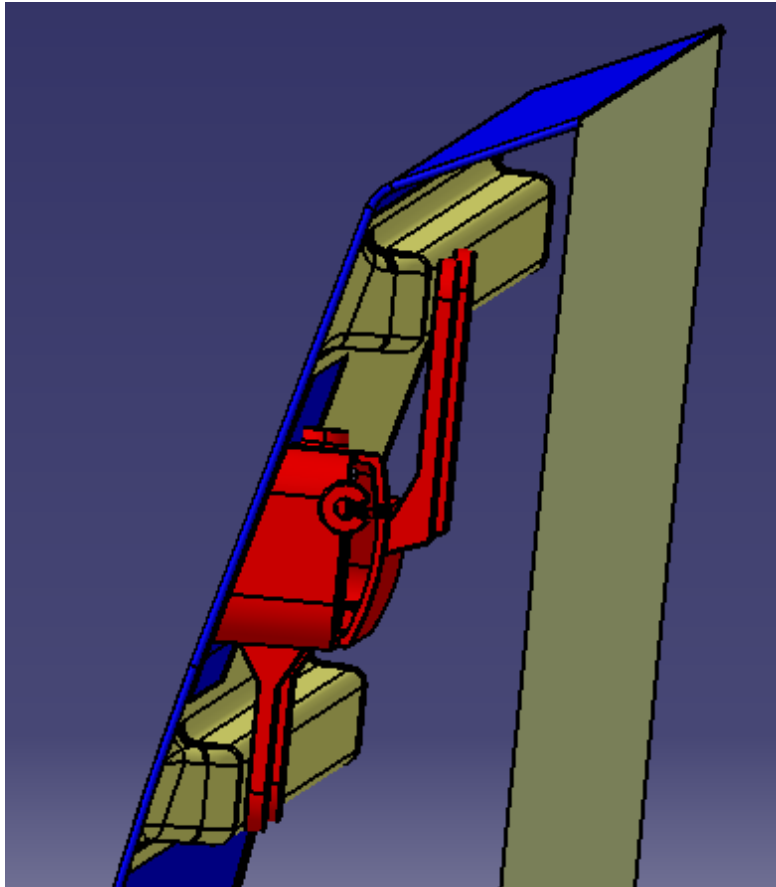


Figura 100: conjunto luneta + mecanismo

6.2.3 Ergonomía del mecanismo

Como no disponemos de herramientas para la fabricación de nuestros componentes, realizaremos el análisis ergonómico virtualmente en Catia V5.

Nuestro ensamblaje fue creado con todas las restricciones perfectamente determinadas, por lo que procederemos a realizar los movimientos oportunos respetando estas restricciones.

Insertaremos para este estudio el 3D de una mano derecha humana general, ya que la mayoría de la población suele ser diestra. Vemos el 3D introducido en la imagen contigua.

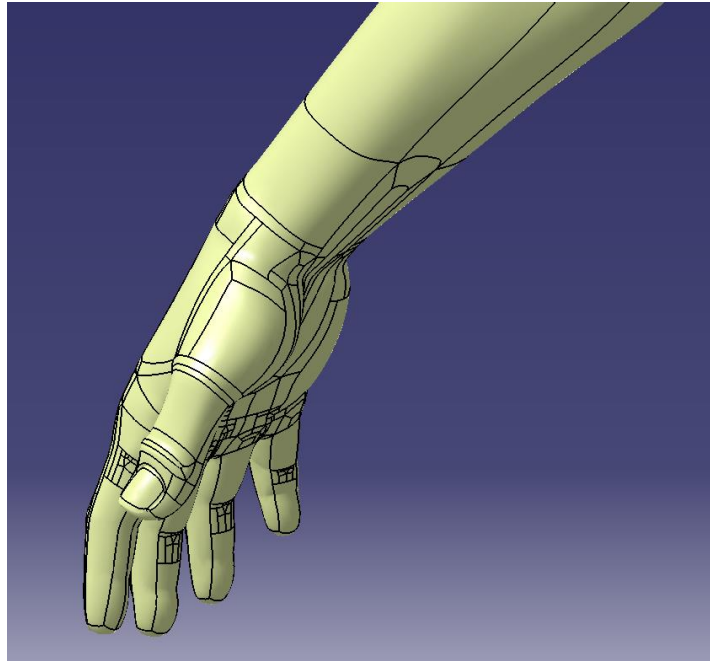


Figura 101: 3D extremidad humana

Realizaremos el movimiento de apertura en la manilla, en conjunto con este 3D de la mano, posicionado en la zona de accionamiento, y comprobaremos que puede introducirse perfectamente.

Para la apertura del mecanismo el primer paso a dar es presionar en la zona derecha de la manilla, donde es algo más ancha para facilitar esta acción. Vemos que la mano puede realizar este movimiento perfectamente por su tamaño en la figura 102.

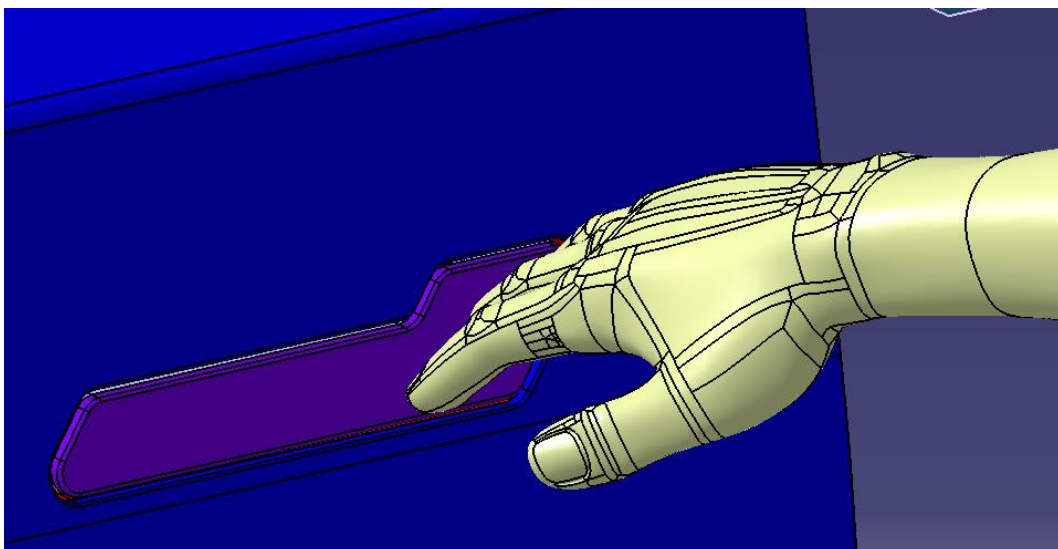


Figura 102: accionamiento inicial

Tras presionar la manilla cede hacia su interior, y la zona a agarrar sale hacia afuera de la puerta pivotando, permitiendo que la mano pueda introducirse y tirar de ella. Vemos que este movimiento se realiza sin problemas en la figura final.

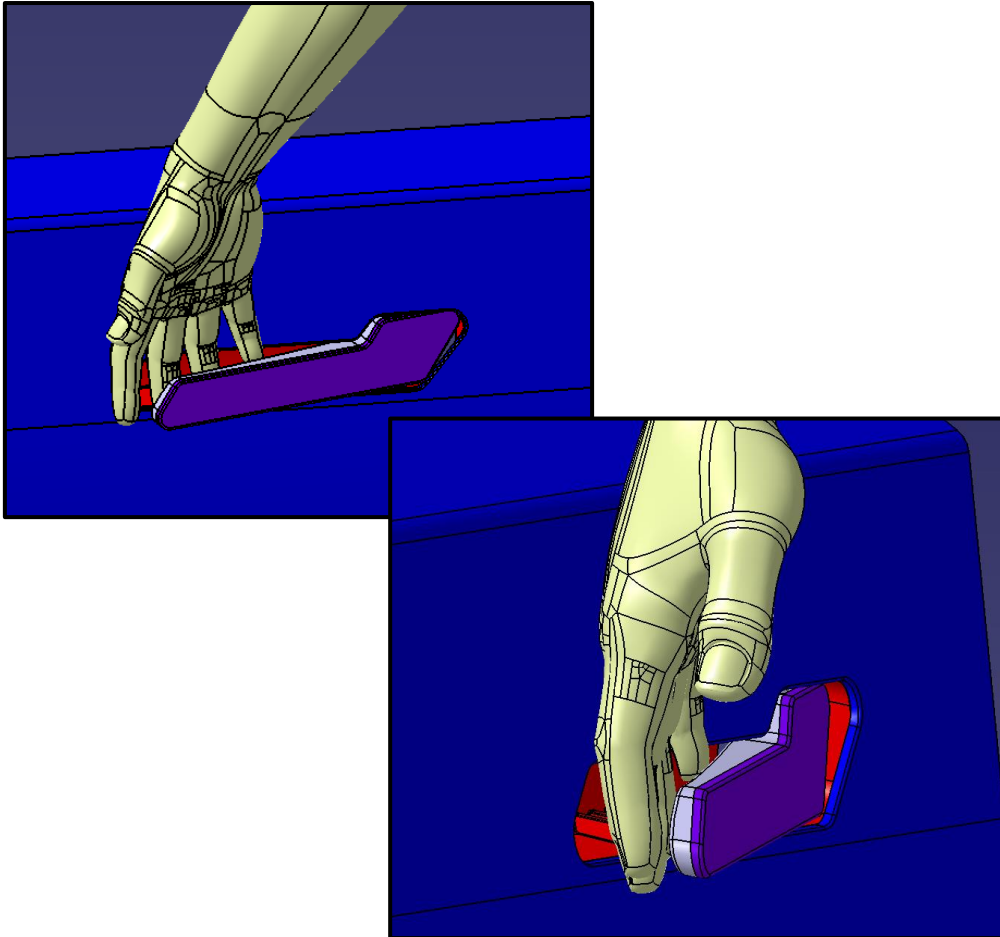


Figura 103: accionamiento final

Con esta última comprobación daríamos por finalizado el análisis al ensamblaje, completado sin ningún error detectado tras la concepción de todos los componentes.

7 Conclusiones

Este trabajo de fin de grado me ha servido para recordar y afianzar los conocimientos adquiridos en temas de diseño asistido, concepción de piezas, planos ensamblajes y estudios de movilidad con Catia en las dos asignaturas impartidas en nuestra facultad durante el grado.

Además, con la experiencia profesional adquirida en Renault como concepector amplié las miras con sólidos, superficies y conjuntos más complejos.

Posteriormente, durante la realización del trabajo de fin de grado, trabajando como piloto de industrialización para nuevos proyectos en Renault Palencia, aprendí que a la hora de concebir las piezas que posteriormente se montarán en la línea, no solo vale con tener en cuenta el análisis en conjunto, sino que es extremadamente importante comprobar que van a ser fácilmente montables y fabricables con gran sencillez y en grandes cantidades. Este know-how aprendido al estar cercano a la fábrica se ha aplicado lo más rigurosamente posible a la concepción del mecanismo de este trabajo final de grado.

Por último, remarcar la alta complejidad que ha tenido esta concepción, llevando mis conocimientos en Catia hasta puntos que nunca había vivido, ya que en mi trabajo diario las modificaciones de producto suelen ser pequeñas revisiones de interferencias, creación de nervios para evitar roces, o modificaciones de rampas en clips para facilitar su clipsado; no concepción desde cero como se ha realizado en este caso. Todo esto es debido al alto coste de realizar modificaciones de producto más agresivas en moldes ya concebidos y fabricados.

8 Bibliografía

Apuntes diseño asistido por ordenador (3º Ing. Mecánica)

Apuntes ampliación de CAD (4º Ing. Mecánica)

Apuntes diseño de máquinas (3º Ing. Mecánica)

Arias Paz, Manual de Automóviles 55ª Edición

Formación interna Catia Renault

Formación interna diseño interiores Renault

Herramienta NewPDM Renault

<https://www.bmw.es>

<https://www.tesla.com>

<https://www.mercedes-benz.es>

<http://www.equivalencias.info/neumaticos>

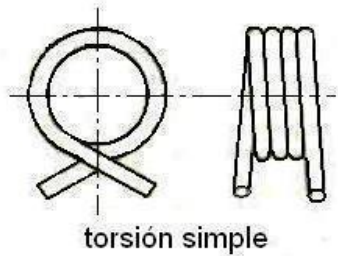
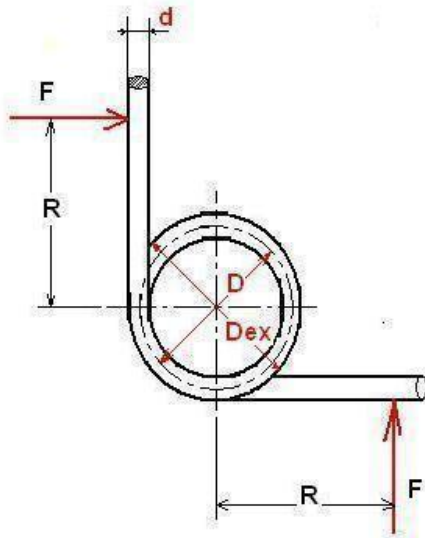
<https://grabcad.com>

<https://teslamotorsclub.com>

9 ANEXOS

9.1 Comprobación par resorte

Haremos una comprobación del par máximo que soportará nuestro resorte tal y como ha sido concebido. Para ello utilizaremos las fórmulas de resortes helicoidales a torsión:



RESORTES HELICOIDALES DE TORSIÓN

FORMULAS VALIDAS PARA RESORTES FABRICADOS CON ALAMBRE PARA CUERDA DE PIANO

$$① \quad M_{mx.perm} = \frac{1,63 \cdot d^{2,85}}{C} \quad (\text{Kg-cm})$$

$$② \quad n = \frac{M_{mx.perm}}{M_{mx.aplic}} > 1$$

$$③ \quad N = \frac{C \cdot \varnothing_{mx} \cdot d^{1,15}}{3 \cdot D} \quad (\# \text{ espiras})$$

$$④ \quad M = F \cdot R \quad (\text{Kg-cm})$$

$$⑤ \quad K = \frac{195,37 \cdot d^4}{D \cdot N} \quad (\text{Kg-cm / vuelta})$$

$$⑥ \quad \varnothing = \frac{M \cdot 360}{K} \quad (\text{grados})$$

$$⑦ \quad \varnothing_{mx} = \frac{M_{mx} \cdot 360}{K} = \frac{3 \cdot D \cdot N}{C \cdot d^{1,15}}$$

D/d	4	5	6	8	10	12	14	16
C	1.23	1.18	1.14	1.10	1.08	1.07	1.06	1.04

$M_{mx.perm}$

K = constante elástica (Kg-cm / vuelta)

\varnothing_{mx} = ángulo máximo de torsión (grados)

d = diámetro del alambre del resorte (mm)

D = Dex - d = diámetro medio del resorte (mm)

N = número de vueltas o espiras

n = factor de seguridad = 1,2 2

Los parámetros de nuestro resorte son:

- $D = 8.4 \text{ mm}$
- $d = 2 \text{ mm}$
- $D/d = 4.2$

Con esta relación entre diámetros tendríamos $C = 1.19$

Con este factor ya podemos calcular el Momento máximo permitido, que será:

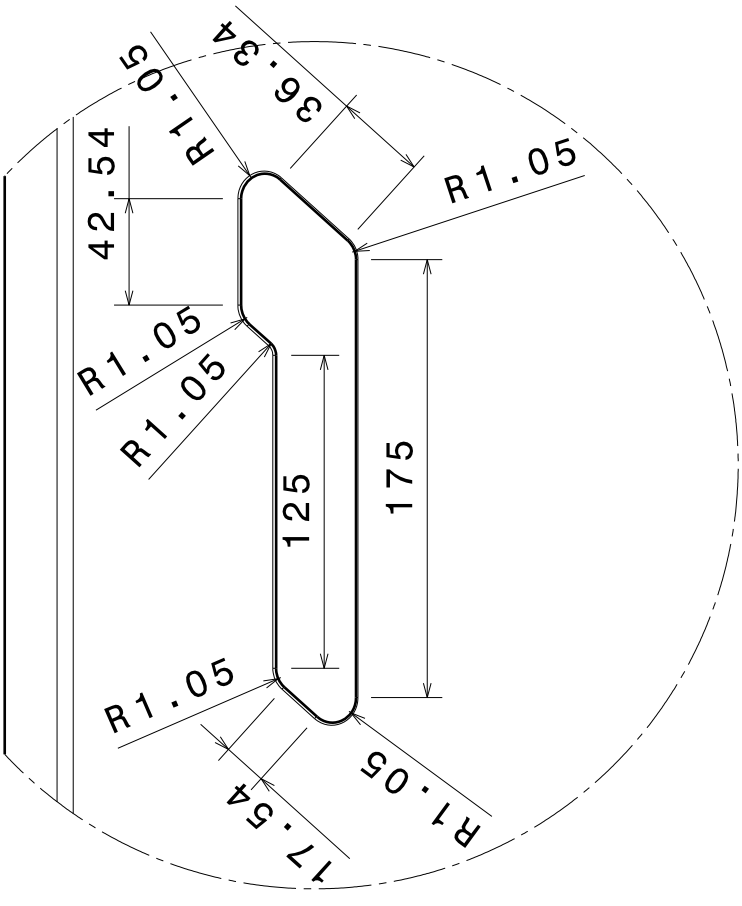
$$M_{\text{mx.perm}} = \frac{1,63 \cdot d^{2,85}}{C} = 0.01395 \text{ Kg-cm}$$

Para una distancia máxima de manilla igual a **15 cm**, tendríamos una fuerza aplicada de:

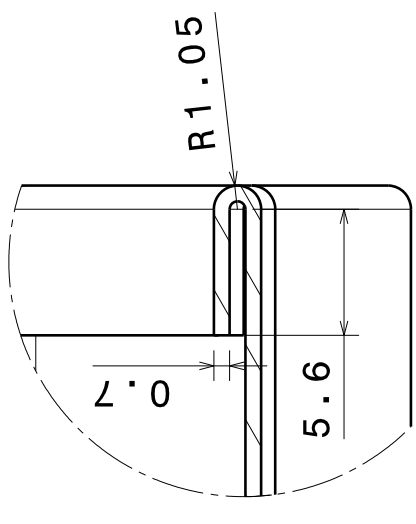
$$0.01395 \text{ Kg-cm} \times 15 \text{ cm} = 0.2 \text{ kg}$$

Como vemos es un valor bastante bajo, lo que asegura que para accionar nuestra manilla no deberemos realizar demasiada fuerza, por lo que **cumplimos la premisa de que el muelle sea de baja fuerza de accionamiento.**

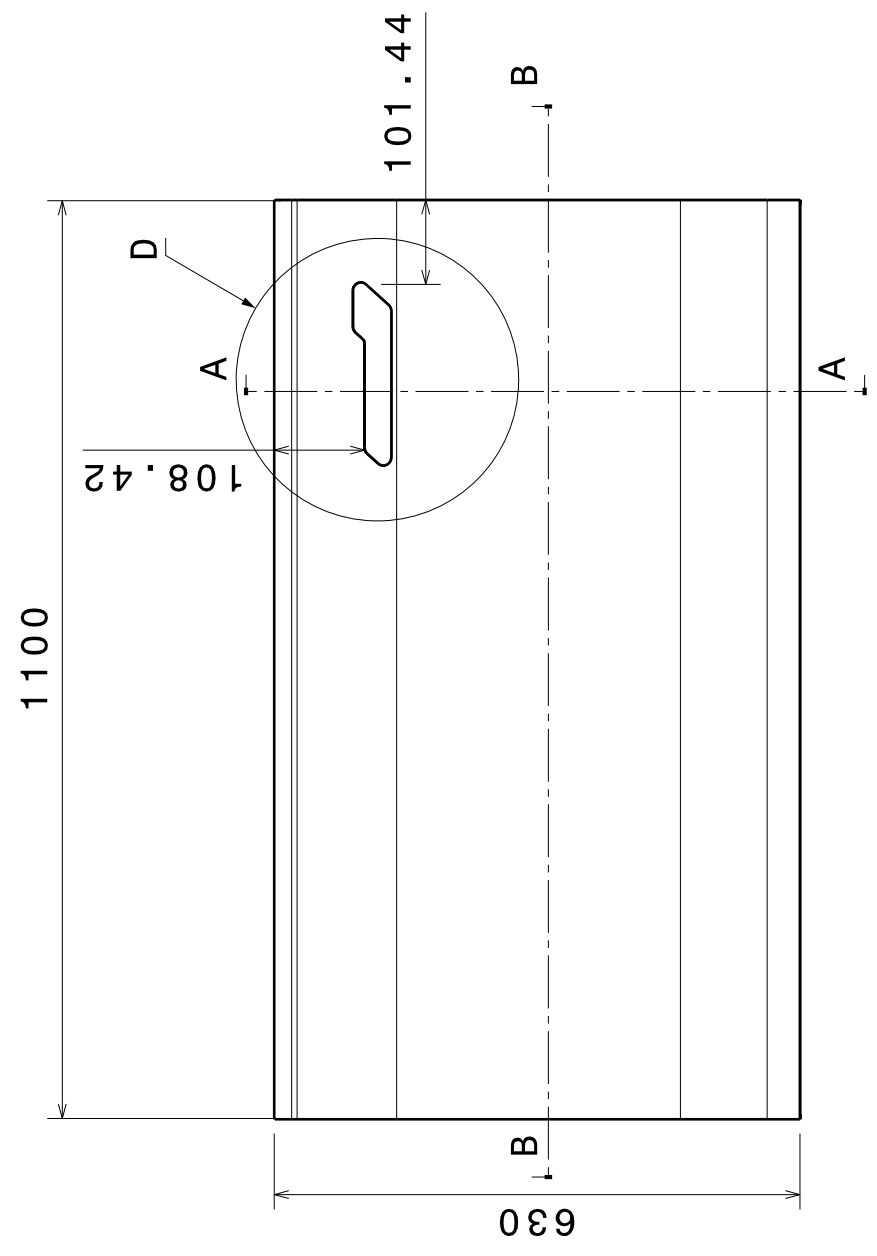
9.2 Planos de fabricación



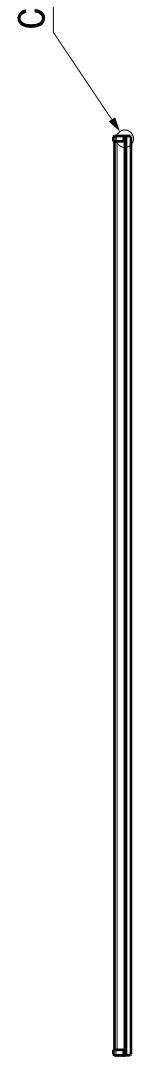
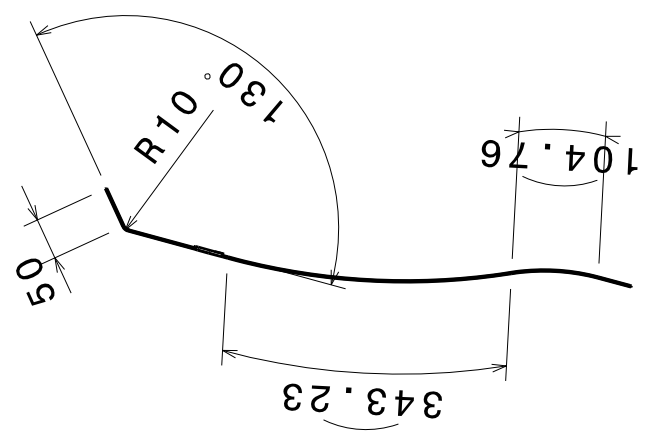
Detail D
Scale: 1:3



Detail C
Scale: 3:1



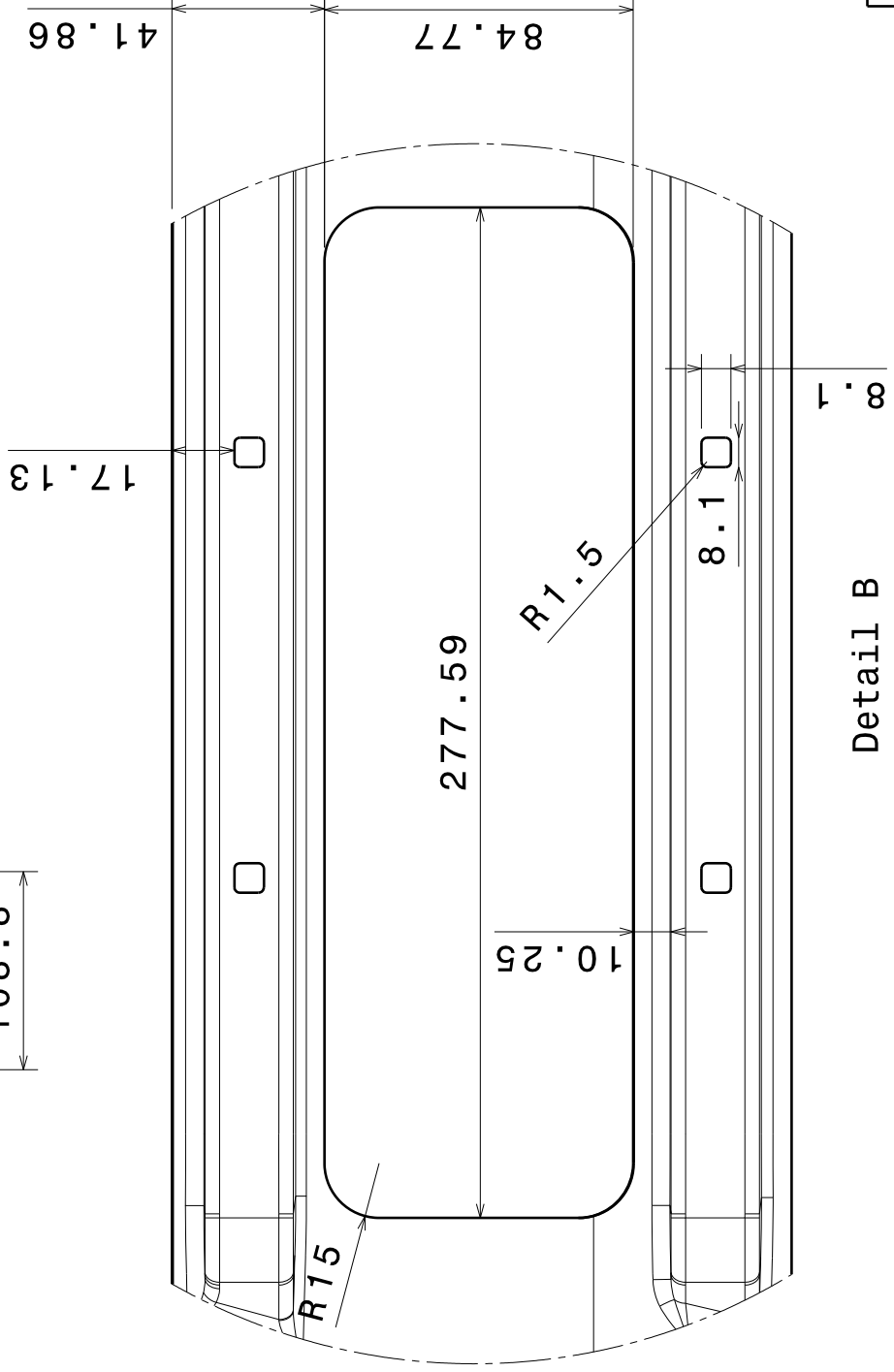
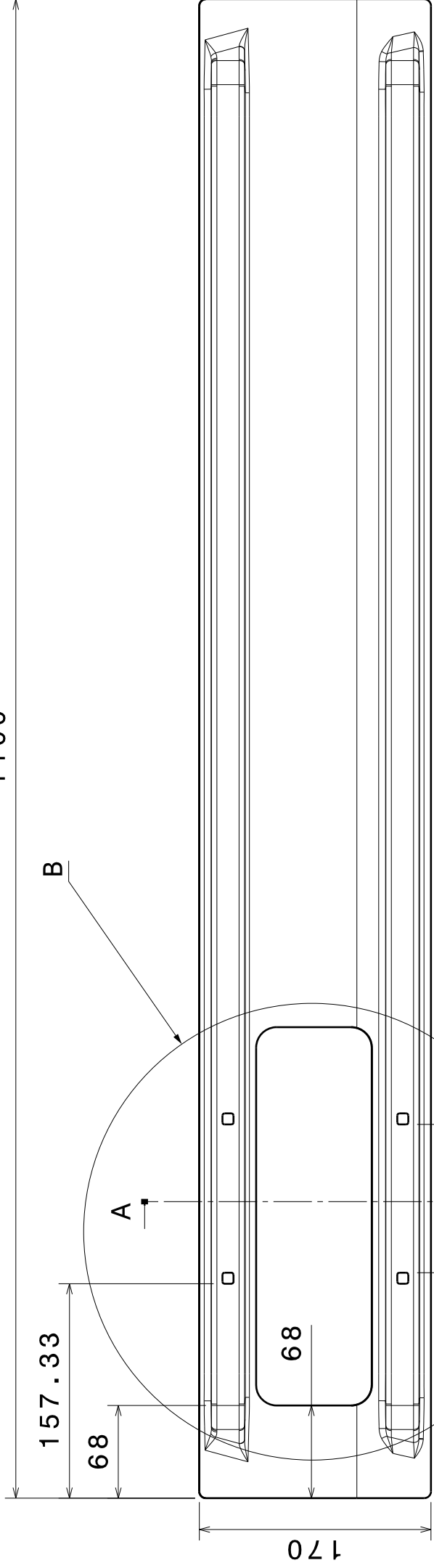
Section view A-A



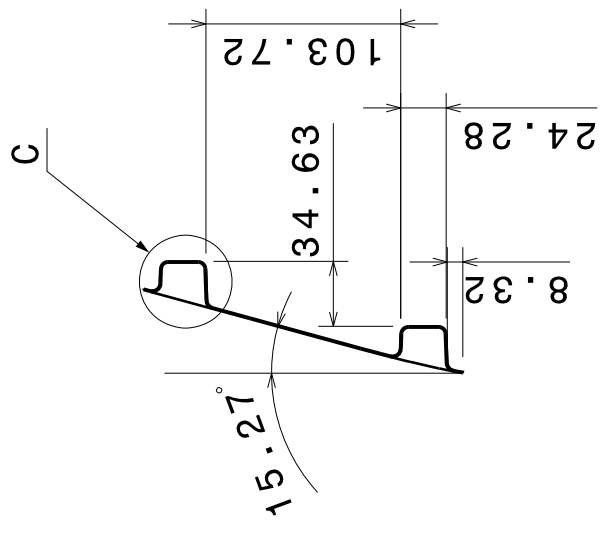
Section view B-B

CHAPA PUERTA		SIZE	CONJUNTO
CHECKED BY	DATE	A3	Manilla Retráctil
Juan M. S.A	06/07/2018	SCALE	1:9
DRAWN BY	DATE		SHEET 1/1
Jaime de A.S	06/07/2018		

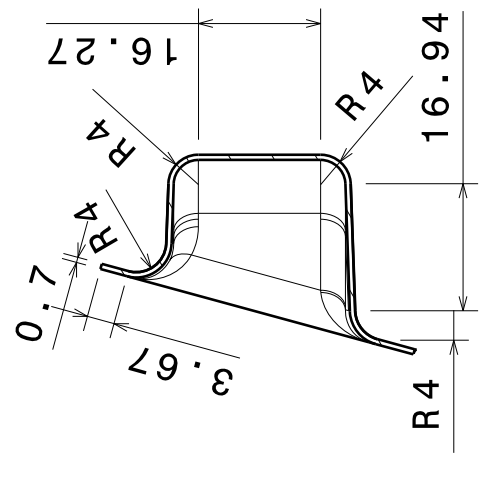
1100



Detail B
Scale: 1:2



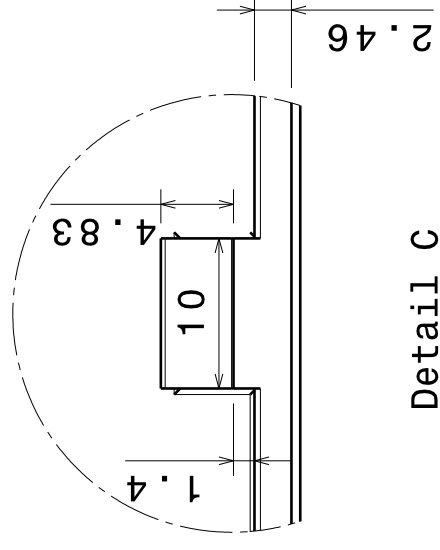
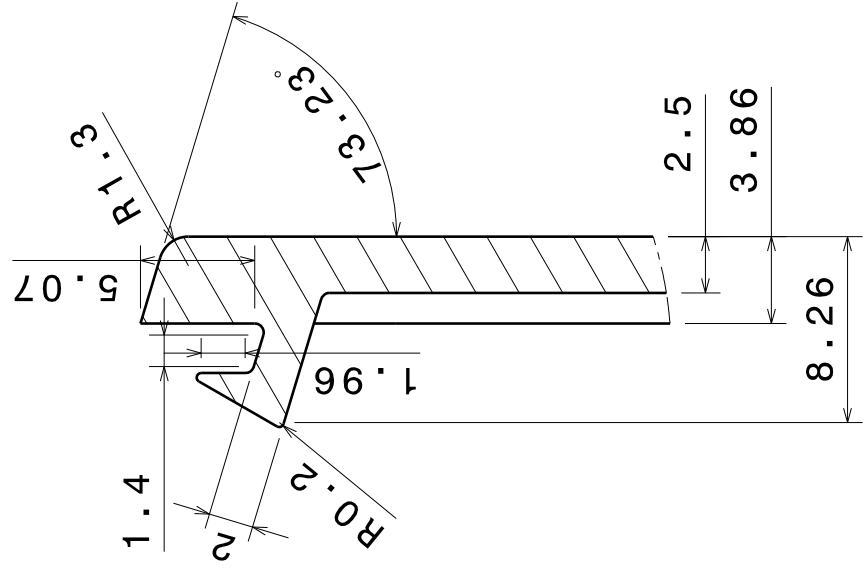
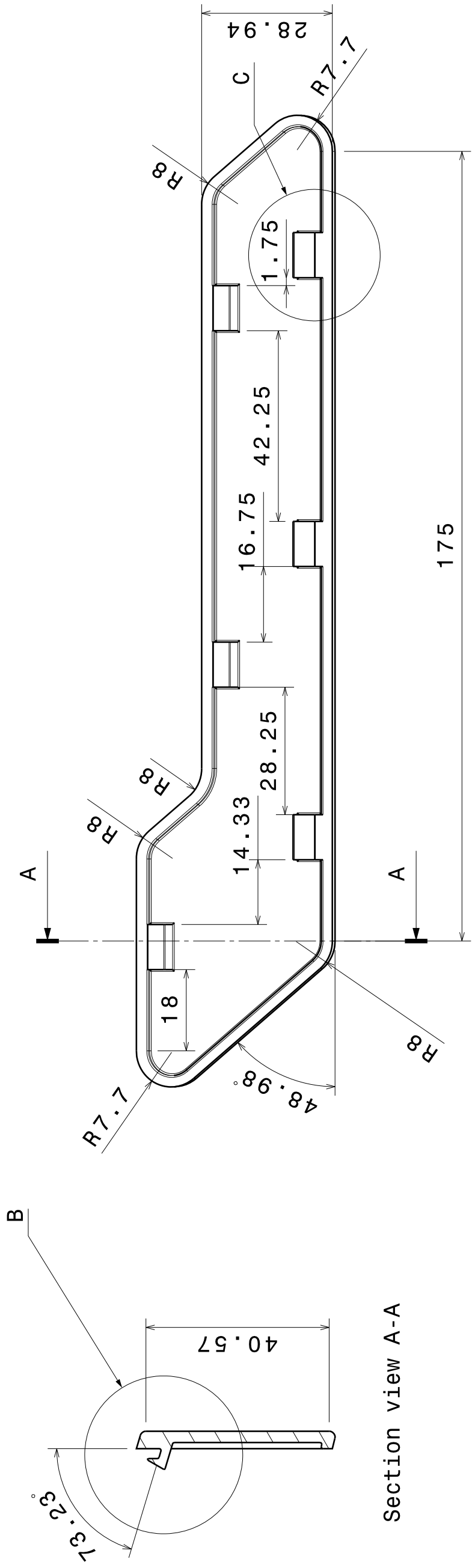
Section view A-A
Scale: 1:4



Detail C
Scale: 1:1

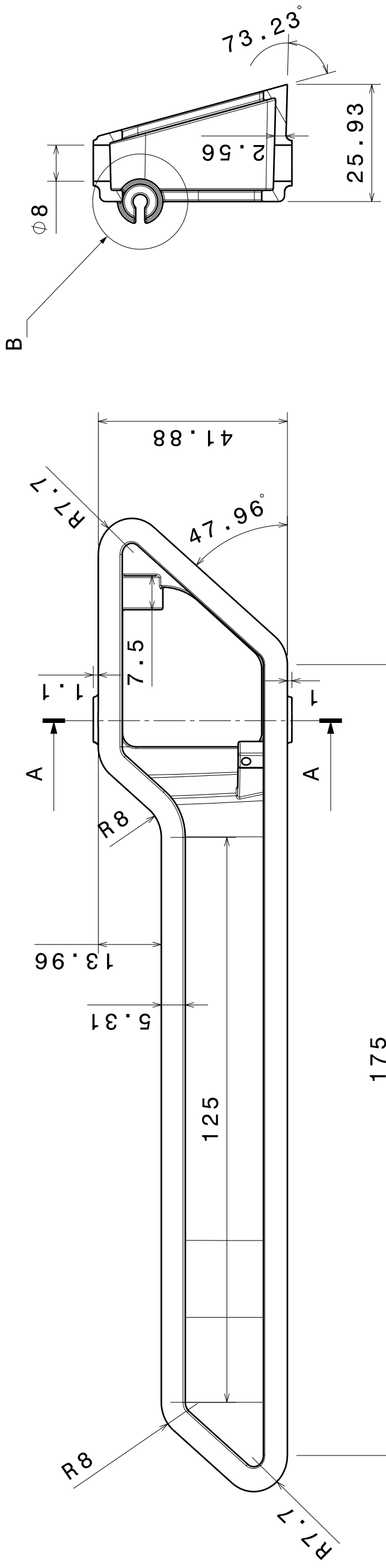
CHAPA SOPORTE

CHECKED BY	DATE	SIZE	CONJUNTO
Juan M. S.A	06/07/2018	A3	Manilla Retráctil
DRAWN BY	DATE	SCALE	SCALE
Jaime de A.S	06/07/2018	1:4	1:1

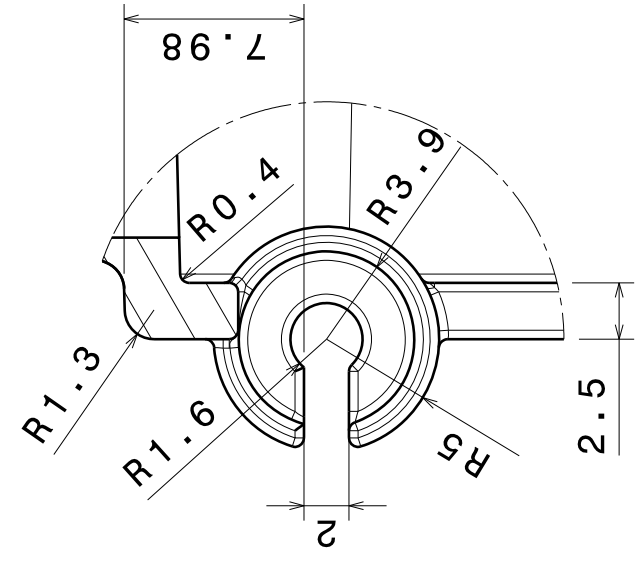


MANILLA EXTERIOR

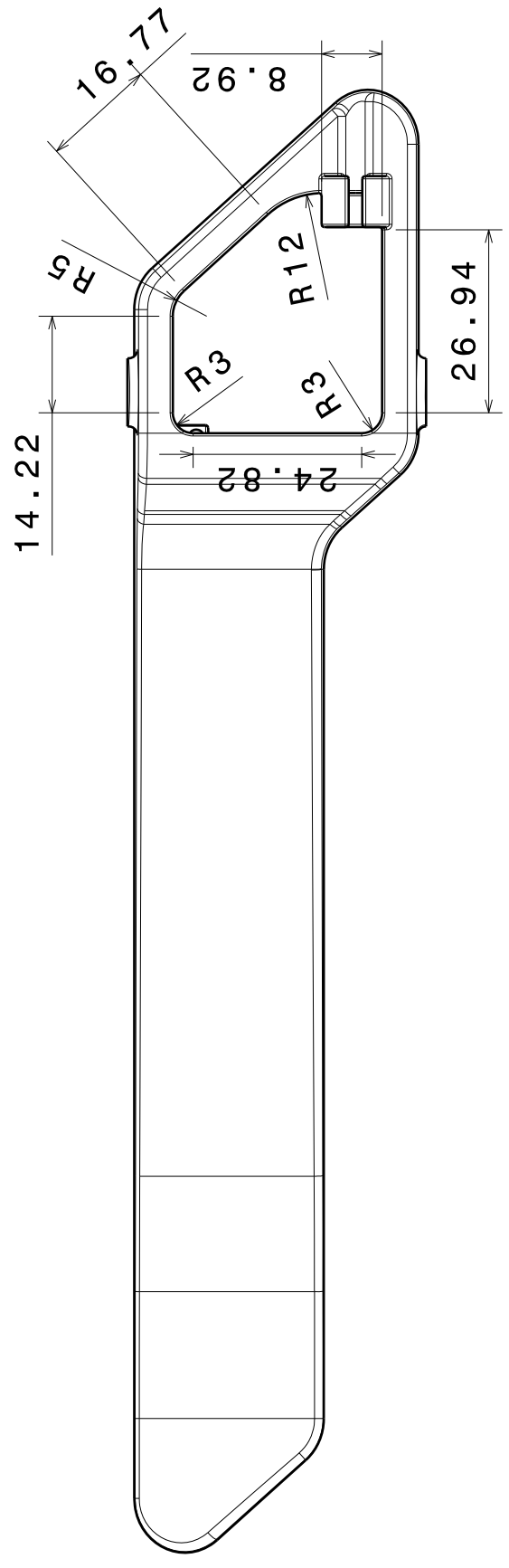
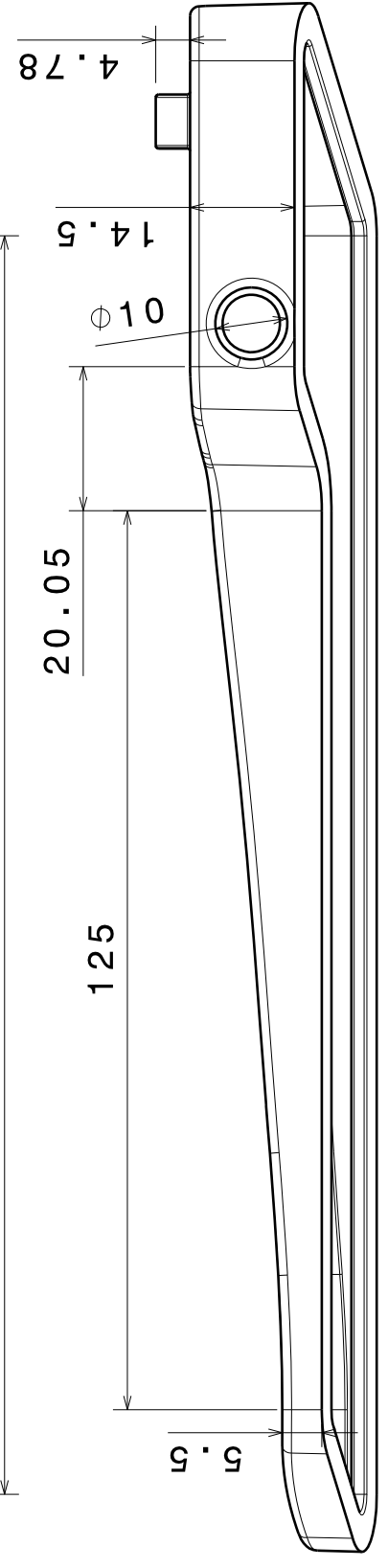
CHECKED BY	DATE	SIZE	CONJUNTO
Juan M. S.A	06/07/2018	A3	Manilla Retráctil
DRAWN BY	DATE	SCALE	SHEET
Jaime de A.S	06/07/2018	1:1	1/1



Section view A-A

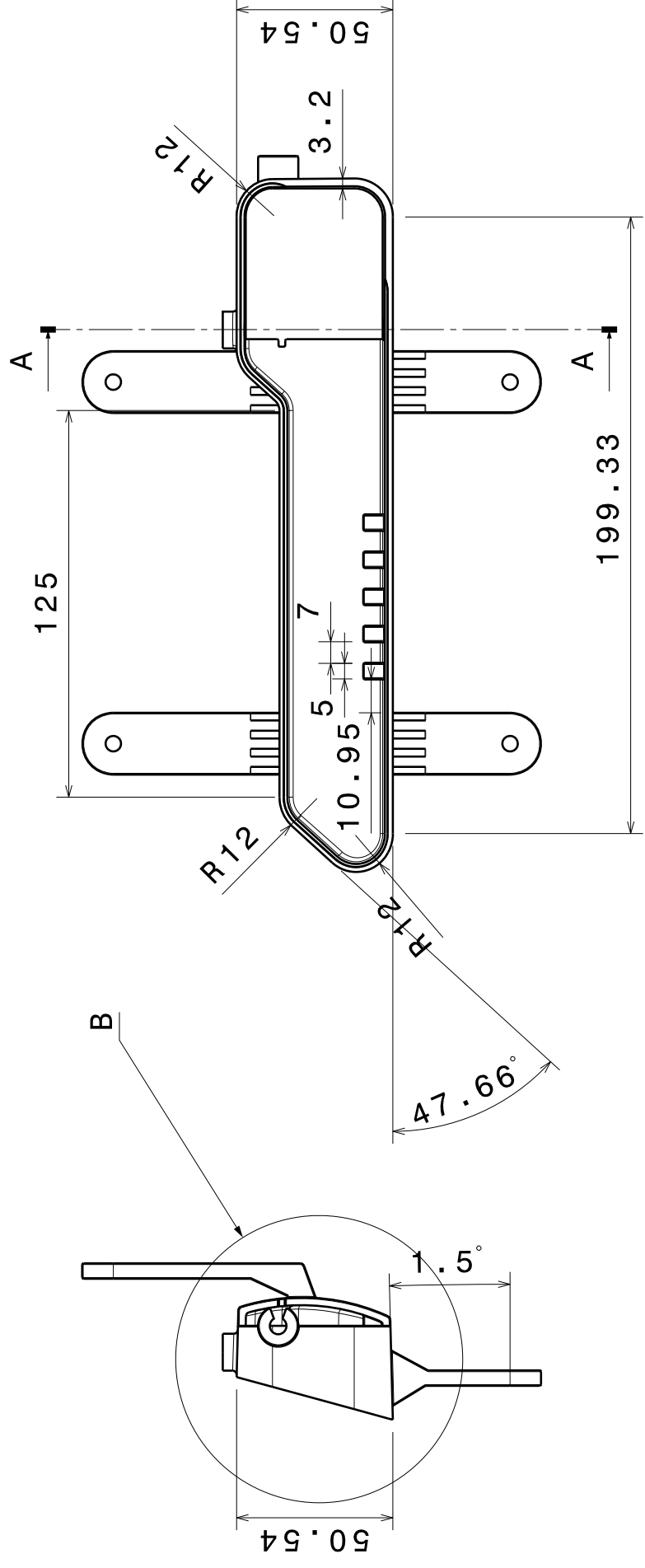


Detail B
Scale: 3:1

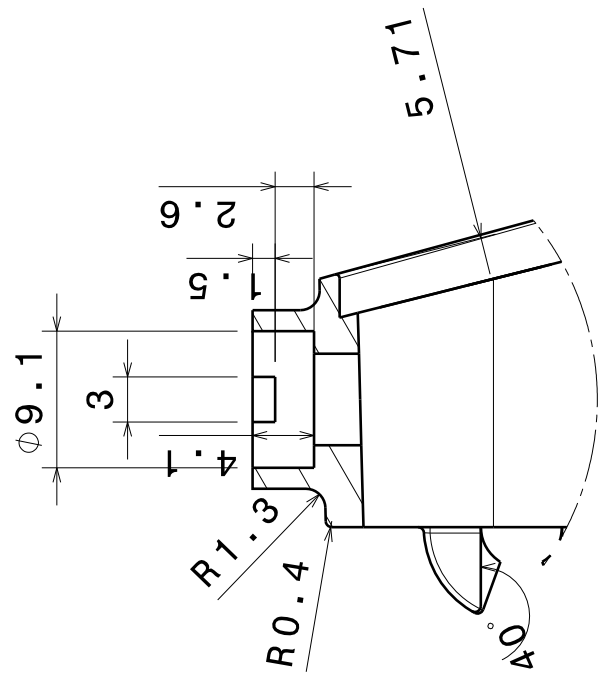


MANILLA INTERNA

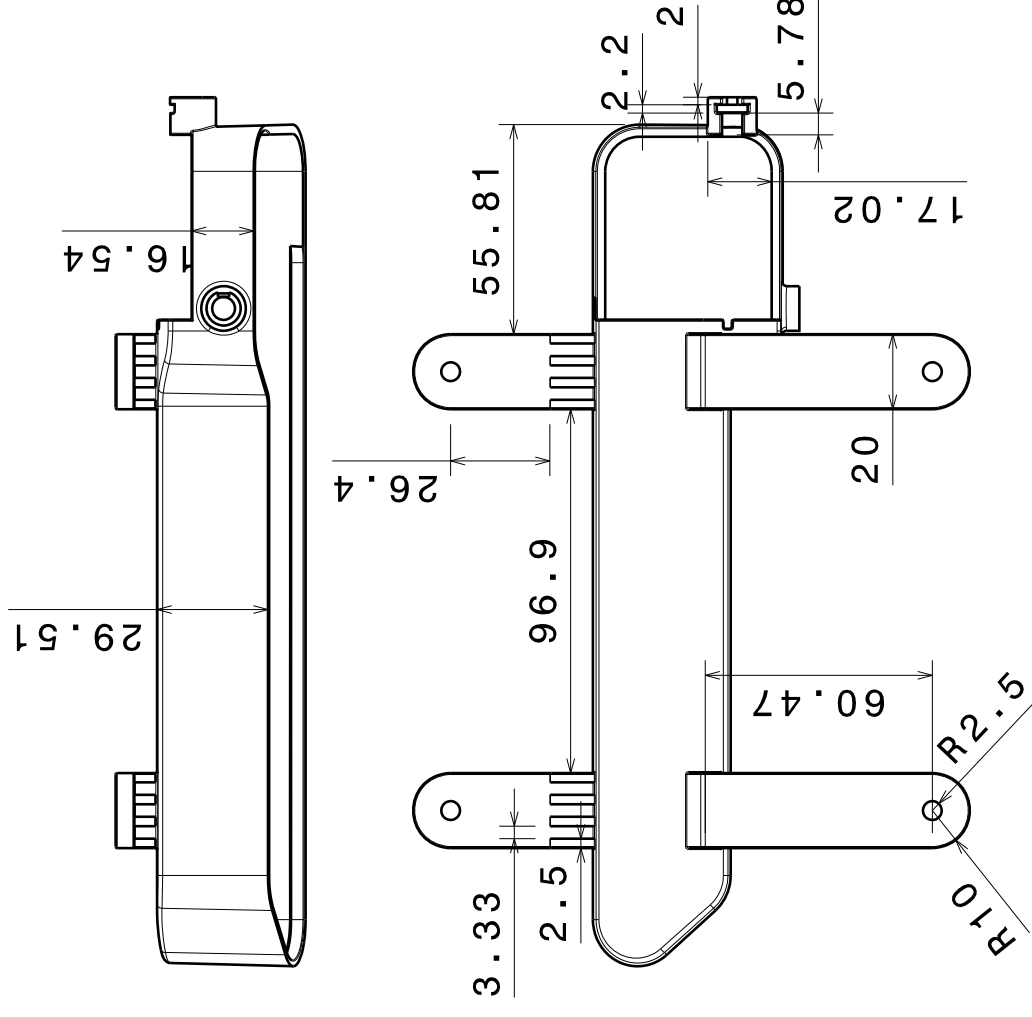
CHECKED BY	DATE	SIZE	CONJUNTO
Juan M. S.A	06/07/2018	A3	Manilla Retráctil
DRAWN BY	DATE	SCALE	SHEET
Jaime de A.S	06/07/2018	1:1	1/1



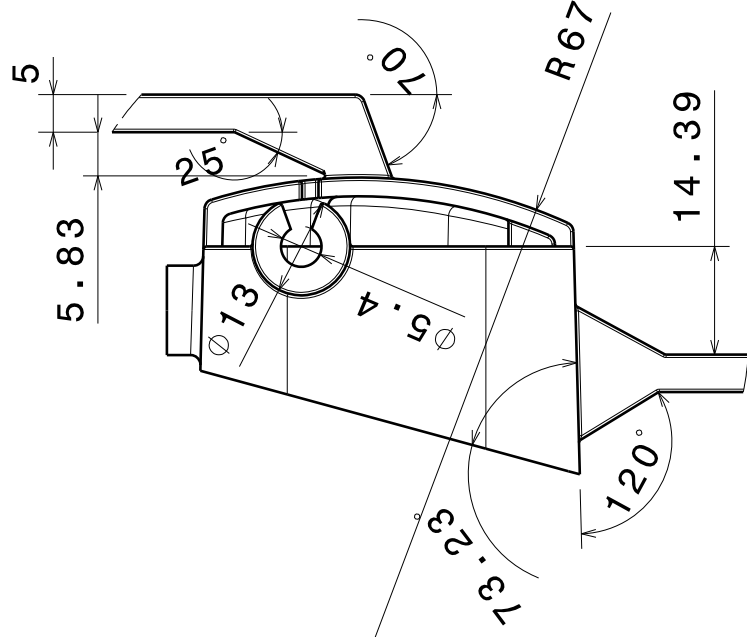
Section view A-A



Detail C
Scale: 2:1

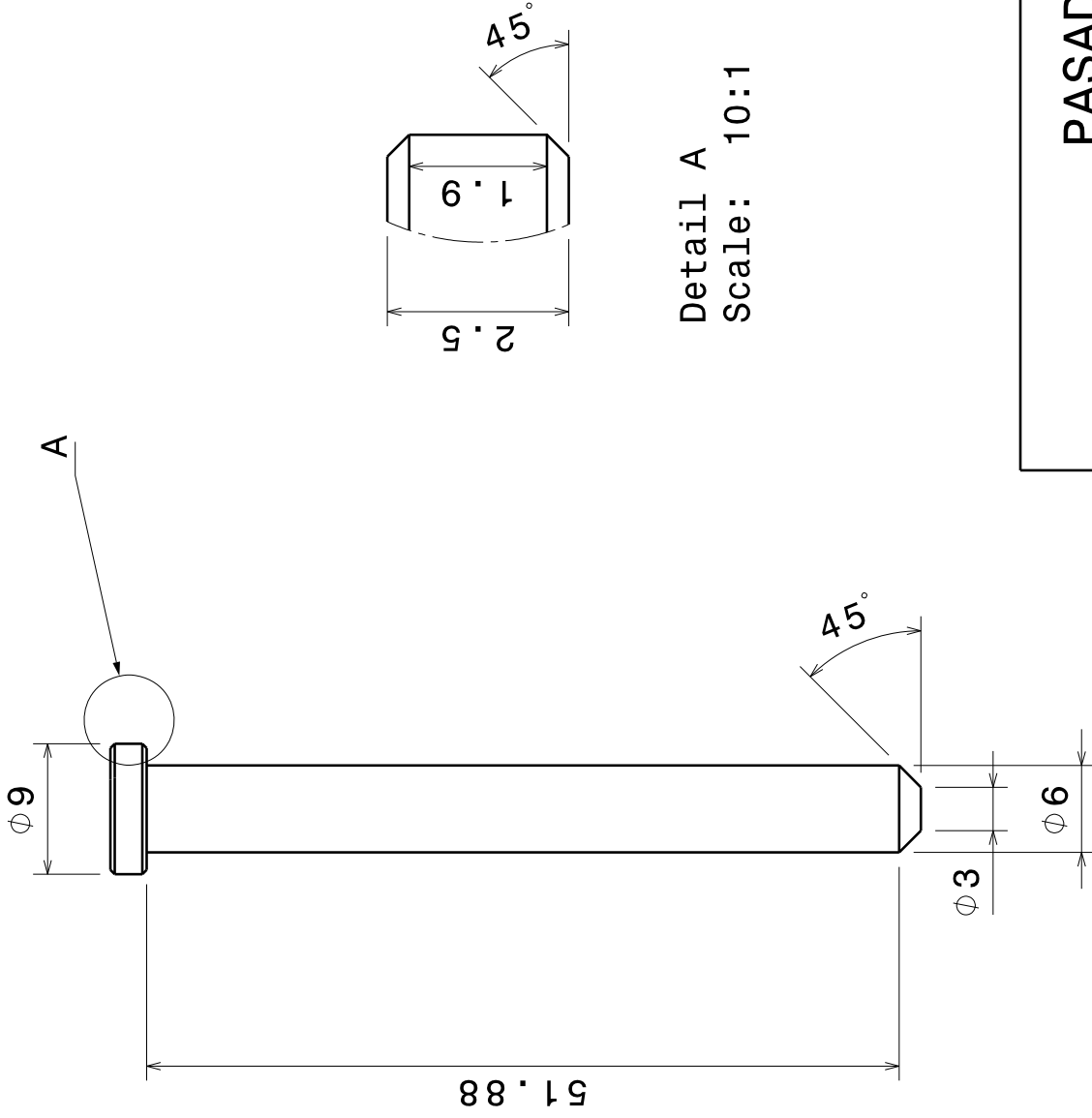


Detail B
Scale: 1:1



SOPORTE

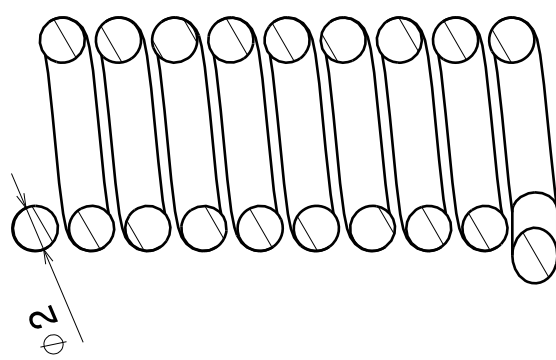
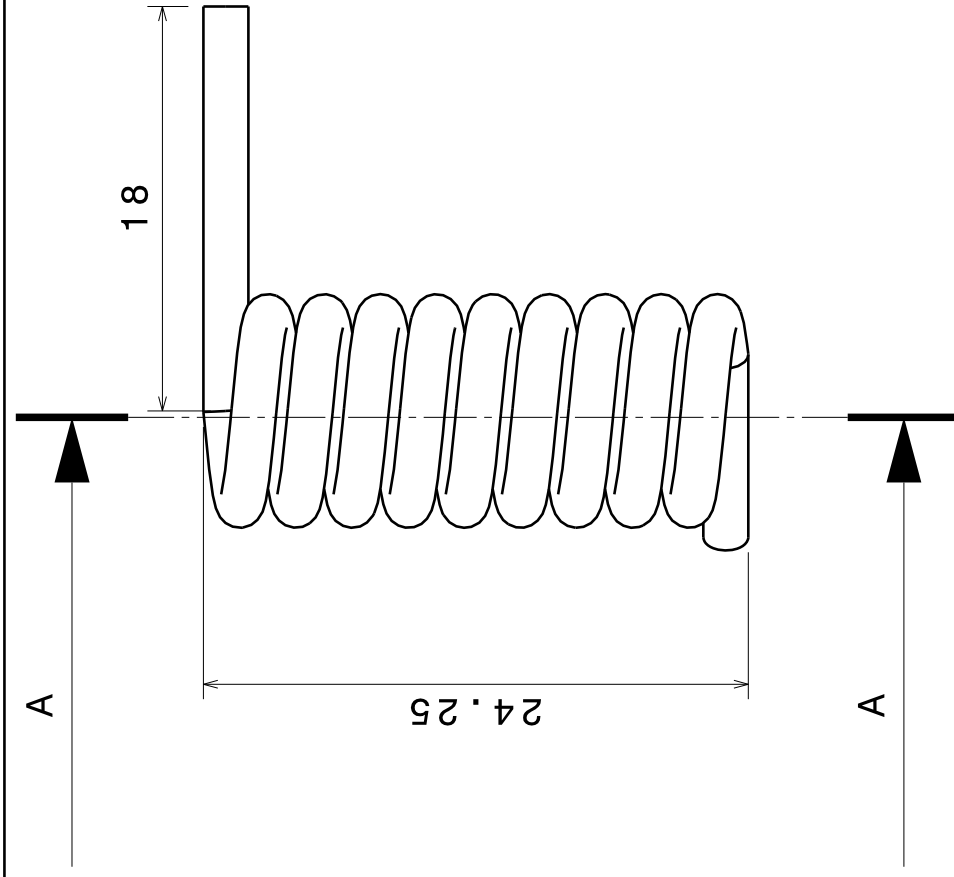
CHECKED BY	DATE	SIZE	CONJUNTO
Juan M. S.A	06/07/20185	A3	Manilla Retráctil
DRAWN BY	DATE	SCALE	SHEET
Jaime de A.S	06/07/2018	1:2	1/1



Detail A
Scale: 10:1

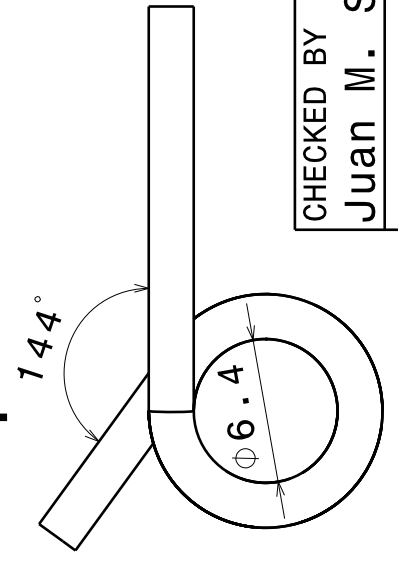
PASADOR

CHECKED BY	DATE	SIZE	CONJUNTO
Juan M. S.A	06/07/2018	A4	Manilla Retráctil
DRAWN BY	DATE	SCALE	SHEET
Jaime de A.S	06/07/2018	2:1	1/1



ESPIRAS	8, 9
PASO	2, 5mm
SENTIDO HELICE	LH

Section view A-A



RESORTE

CHECKED BY Juan M. S.A	DATE 06/07/2018	SIZE A4	CONJUNTO	Manilla Retráctil
DRAWN BY Jaime de A.S	DATE 06/07/2018	SCALE 3:1	SHEET 1/1	