

Universidad de Zaragoza

Máster Universitario en Ingeniería de Diseño de Producto

Trabajo Fin de Máster

Diseño del hardware para un sistema de escaneado 3d

Hardware design for a 3D scanning system

Javier de la Cal Rioja

Dirigido por: Carmelo López Gómez

2017/2018

Diseño del hardware para un sistema de escaneado 3d

Hardware design for a 3D scanning system

Javier de la Cal Rioja
Dirigido por: Carmelo López Gómez
2017/2018

RESUMEN

El objetivo principal es el diseño y desarrollo de componentes como las carcasas y mecanismos de un sistema de escaneado 3d, aunque sin abordar los componentes electrónicos. Se buscara realizar un escaner cuyo precio sea menor que los que encontramos en el mercado. Además del diseño de las piezas se utilizaran análisis estructurales para la elección de los materiales, y si es posible se elaborará un presupuesto.



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. Javier de la Cal Rioja,

con nº de DNI 71171311 L en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Diseño del hardware para un sistema de escaneado 3d, (Título del Trabajo)

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 20/04/2018

Fdo: _____

ÍNDICE	1
INTRODUCCIÓN	2
ANÁLISIS DE MERCADO	3
OBJETIVOS DE DISEÑO	16
CONCEPTOS	17
DISEÑO CONCEPTUAL	24
PRIMER MODELADO	27
PRIMEROS ANÁLISIS	37
COMPONENTES COMERCIALES	48
DISEÑO REVISADO	52
MONTAJE	69
ANÁLISIS FINAL	86
PRESUPUESTO	91
CONCLUSIONES	98

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto, como su título indica, es el diseño y desarrollo de las partes mecánicas de un escáner 3d. Incluyendo las carcasas y los mecanismos que lo harán funcionar, pero sin entrar en el apartado electrónico ya que es un apartado que queda fuera de las competencias y habilidades correspondientes al máster de diseño de producto.

El escáner que se plantea en un principio será un sistema capaz de escanear una persona de cuerpo completo. Pero no se han definido más objetivos ni propiedades, ya que estas se definirán tras un estudio de mercado en el cual se verá que tipos de escáner encontramos en el mercado y que nichos del mismo se podrían ocupar.

Tras el análisis de mercado se plantearán diferentes propuestas que cubran los objetivos establecidos, posteriormente se evaluarán las diferentes propuestas y se seleccionará una para trabajar en ella.

La propuesta elegida se desarrollará de forma esquemática en un modelado 3d, que servirá para establecer el funcionamiento de los mecanismos y realizar los primeros análisis mecánicos. De este modo podremos seleccionar los materiales para

nuestro escáner, así como solucionar los problemas dimensionales y de funcionamiento que se detecten.

Una vez finalizados los primeros análisis, y detectados los posibles errores, se realizará un nuevo modelado 3d. Esta vez con mayor detalle e incluyendo las modificaciones necesarias.

Este modelado se considerará el diseño final, y sobre él se realizarán nuevos análisis, estructurales y de montaje. Así como una simulación y distintos renders para presentar el producto.

Por último y si el tiempo lo permite, se realizará una aproximación de presupuesto.

ANÁLISIS DE MERCADO

Se comenzó el proyecto realizando un estudio de mercado que nos permitiese conocer que sistemas de escaneo 3d existen en la actualidad, su funcionamiento, precio y la tecnología en la que están basados.

Actualmente se pueden encontrar una gran variedad de escáner 3d en el mercado, la mayoría son modelos recientes, ya que este mercado es nuevo y aún no está demasiado explotado, especialmente de cara al público general.

Por eso en este proyecto se pretende diseñar un escáner que se adapte a este nicho de mercado, o a otro que se encuentre al realizar el estudio previo.

A continuación se expondrán y analizaran las distintas clases y modelos que hemos encontrado en el mercado. Comenzaremos distinguiendo dos modelos muy diferenciados.

Escanners de mano

Por un lado tenemos los scanners de mano. Los cuales, funcionan moviéndolos alrededor de del objeto que se quiere escanear. Están principalmente diseñados para escanear objetos inmóviles y de un

tamaño medio, aunque se pueden usar para escanear objetos más grandes e incluso personas.

Su precisión dependerá del modelo de scanner, aunque por lo general será peor que la de los scanner fijos. El tiempo necesario también dependerá del modelo y de la calidad que se quiera conseguir.

La mayoría de los caner de este tipo funcionan principalmente mediante tecnología láser, aunque los más modernos incluyen también una serie de cámaras que les permite incluir texturas en los modelos escaneados. La combinación de estas dos tecnologías es lo que permite optimizar estos scanner de mano, ya que mientras el láser mide la distancia las cámaras recogen las imágenes que generarán las nubes de puntos. El número de cámaras y sensores dependerá de la calidad del láser, y determinaran en gran medida tanto el tiempo y calidad de modelado como el precio del escáner.

Entre los distintos modelos de escáner de mano que se han encontrado destacaremos los siguientes:

XYZprinting :

Un scanner de mano sencillo que funciona conectándolo al ordenador.

ANÁLISIS DE MERCADO

Permite escanear desde pequeños objetos a personas completas, siendo el tamaño máximo de escaneo 100 (Pr.) x 100 (An.) x 200 (Al.) cm.

Su velocidad de escaneado y procesado es muy alta, pero la calidad y detalle que ofrece es reducida. Esto se debe a que funciona solamente con una cámara Intel® RealSense™, lo que también explica su bajo precio de tan solo 229€.



http://eu.xyzprinting.com/eu_es/Home

Cubify Sense:

Este escáner es similar al anterior, y aunque su precio es más alto sigue siendo bastante asequible, 419 \$

El Cubify Sense puede escanear objetos de hasta 3m, y su precisión dependerá del tiempo que se emplee en el proceso de escaneado pudiendo ser de hasta 0,9 mm.

Su funcionamiento se basa en una cámara que funciona junto con un sensor de infrarrojos, de forma que se obtendrá un modelo texturizado gracias a la toma de imágenes a

color.



<https://www.3dsystems.com/shop/sense/techspecs>

Scanify Fuel 3D:

Scanify Fuel 3D funciona mediante dos láseres y una cámara, que le permiten obtener imágenes 3d en tan solo una décima de segundo con un detalle de 0,25mm, esto le hace ideal para elementos naturales o texturas.

Aun así, no es ideal para realizar modelos de objetos, ya que está especializado en escanear una imagen parcial, y no objetos completos.



<https://scanify.fuel-3d.com/es/>

GoScan3d.

GoScan3d es un escáner de mano portátil que ofrece una gran velocidad de escaneado así como una gran precisión, de hasta 0,1 mm en cualquier ambiente.

Funciona mediante un sistema de luz led, y sus resultados son de los mejores del mercado. Pero al mismo tiempo su precio es bastante elevado, de aproximadamente 19000 €, lo que lo aleja de la mayoría de los bolsillos.



<https://www.goscan3d.com/>

Aplicaciones para dispositivos:

Además de los escáner 3D de mano, existen algunas aplicaciones que permiten utilizar teléfonos u otros dispositivos similares como tal.

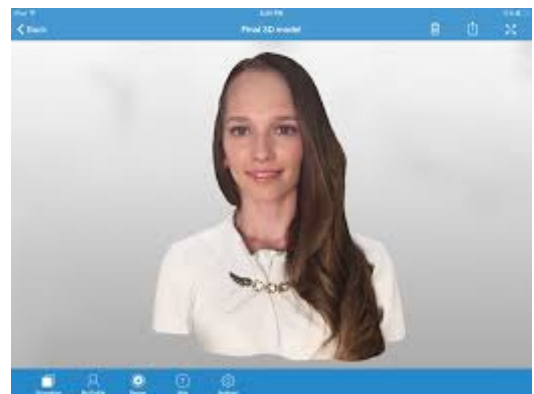
Entre las distintas aplicaciones que encontramos, destacaremos las siguientes:

ItSeez3D.

De origen ruso, esta aplicación convierte tu móvil o Tablet en un escaner 3d.

Esta aplicación obtiene unos resultados relativamente buenos, pero precisa de un dispositivo potente para funcionar correctamente.

Se podrá utilizar en dispositivos ISO y Windows para tablets.



<https://itseez3d.com/>

Trnio.

Es una aplicación que permite combinar las fotos en modelos 3d. Esta aplicación permite generar tanto modelos de objetos como de exteriores. Esta aplicación es gratuita y funciona en teléfonos IOS.

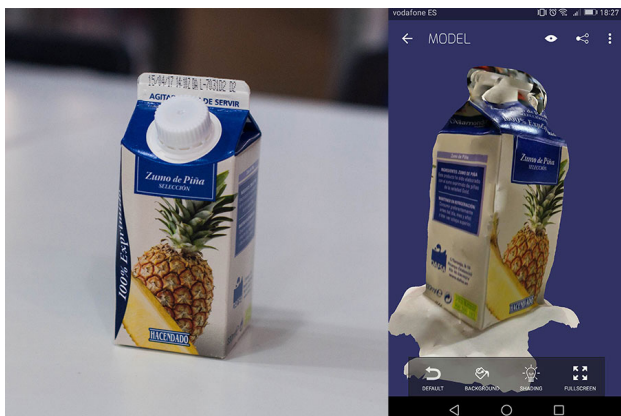


<http://www.trnio.com>

Scann3D.

Scann3D es una aplicación para teléfonos Android que permite escanear objetos de forma directa.

Su principal diferencia respecto a otras aplicaciones es que realiza el procesado de forma local en el propio teléfono, y no utiliza el procesamiento basado en la nube como otras aplicaciones. Además, esta aplicación permite exportar los modelos a una gran variedad de formatos.



<http://scann3d.smartmobilevision.com/>

Scandy

Scandy es una aplicación para teléfonos móviles que permite convertirlos literalmente en un escáner 3d.

Hay que tener en cuenta que esta aplicación precisa de un hardware complementario que se ajusta a la cámara móvil y que tiene un coste aproximado de 500€, aunque los resultados que proporciona son muy superiores a los del resto

de aplicaciones, ofreciendo una precisión de hasta 0,3 mm.

Escanners de estructura fija

Además de los escáneres de mano, y las aplicaciones que funcionan en dispositivos móviles existe un tipo de escáner 3d que funcionan en una estructura fija. Esta estructura puede moverse alrededor del objeto, o bien incluir una plataforma en la se coloca el objeto siendo este el que gira.

Este tipo de escaners, son mucho más precisos, ya que la posición del objeto esta siempre controlada. La calidad y tiempo de escaneado dependerá tanto del número de cámaras que incluya el escáner como de la calidad de las mismas.

Existirán escaners de distintos tamaños, algunos más pequeños, preparados para escanear objetos y otros más grandes, preparados para escanear personas, animales u objetos de gran tamaño.

Los escáneres pequeños suelen tener una sola cámara, ya que al ser utilizados para digitalizar objetos pueden utilizar más tiempo de escaneado pues este no se moverá.

Por otra parte, los escaners de gran tamaño, sobre todo los diseñados para la digitalización de personas, contienen varias cámaras que toman imágenes al mismo tiempo, ya que esto reduce el tiempo que la persona tiene que permanecer inmóvil, y evita

las distorsiones que pueden provocar los movimientos involuntarios.

Algunos sistemas de digitalización para humanos cuentan simplemente con un gran número de cámaras dispuestas en una estructura fija, de forma que realizan la foto al mismo tiempo y evitan cualquier distorsión o defecto provocado por el movimiento del sujeto. Estos sistemas son los más precisos, pero también los más costosos, ya que requieren de un gran número de cámaras de alta gama.

Entre los numerosos escaners fijos o estructurales que se han encontrado destacamos los siguientes:

Ciclop BQ.

Este escáner 3d se caracteriza, al igual que otros productos de la marca española, por ser de código abierto. Esto significa que podemos encontrar publicados todos los planos y la información sobre la electrónica, el diseño y los algoritmos que hacen funcionar el escáner.

Este escáner está diseñado especialmente para digitalizar objetos de pequeño tamaño, y consta de un plato giratorio en el que se coloca el objeto para que gire frente al sistema de escaneado.

Este funciona por un sistema de triangulación laser que utiliza tanto un láser como una cámara. Con este sistema puede tardar entre 2 y 8 minutos en escanear un objeto.

Su precio es relativamente bajo 249€, pero al estar sus planos en internet se podrían imprimir la mayoría de sus piezas en una impresora 3d en caso de tenerla.



<https://www.bq.com/es/support/ciclop/support-sheet>

Matter & Form.

El escáner 3d de la compañía "Matterandform", es un escáner compacto y portátil, diseñado para escanear objetos de tamaño reducido con una buena calidad.

Funciona con dos láseres y un sensor óptico. Además es compatible tanto con Mac como con Windows, sin necesitar de una gran capacidad de procesado.

Su precio es asequible, aunque no tanto como el escáner de BQ, rondando los 500€ según el sitio de compra.



<https://matterandform.net/>

David Starter kit V2.

El escáner de este fabricante funciona con tecnología de triangulación láser combinada con cámaras ópticas.

Este escáner incluye una serie de paneles con marcas medidas que permiten optimizar el escaneado. De esta forma se consigue una precisión de 0.2 mm sin elevar el precio en exceso, 679€.



STARTER-KIT-2
Laserscanner

<http://indus3d.com.mx/producto/el-david-starter-kit-v2/>

CLONESCAN3D

Clonescan3D es un escáner diseñado para digitalizar una persona en tan solo 15 segundos.

Consiste en una estructura metálica de 1.90 m x 2.07 m x 2.55 m. En esta estructura se colocan un sistema de iluminación que elimina las sombras que puedan entorpecer el escaneado y 4 sensores infrarrojos que realizan un barrido vertical para escanear el objeto o persona que se sitúa en su interior.

El número de capturas realizadas por estos sensores se calcula de forma automática por el software que incluye Clonescan3D.

La precisión que ofrece este escáner es de 1,2 mm, lo cual es bastante aceptable teniendo en cuenta el tamaño de los modelos a escanear y la velocidad a la que se realiza el procesamiento de escaneado.

Además, el software procesará los datos obtenidos en 90 segundos de forma automática, durante los cuales realizara alineamiento geométrico, mezcla de capturas del modelo 3d, rellenado de huecos, eliminación de ruido y creación de la base.

Este escáner ha sido diseñado por la empresa española Sicnova3d, y está pensado para un uso comercial, es decir se pretende explotar como negocio digitalizando personas en distintos eventos o puntos comerciales, en los que se ofrecerán

ANÁLISIS DE MERCADO

impresiones de los modelos realizados o simplemente la versión digital de los mismos.

Su precio se da al pedir presupuesto a la empresa fabricante. Pero gracias a algunos artículos podemos estimarlo en aproximadamente 30.000 euros.



<http://clonescan3d.com/>

3d gang

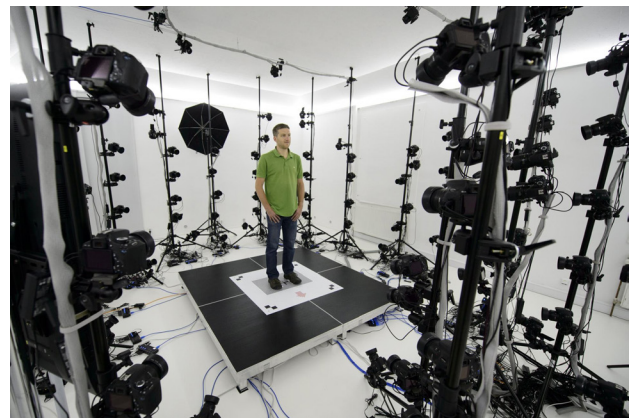
El escáner 3d gang de la empresa checa duplicity es uno de los sistemas de escaneado más grandes de Europa, e incluye 115 cámaras o sensores DLSR. Todos estos sensores realizan la captura de forma simultánea permitiendo realizar la captura en menos de 1 segundo.

Esto realizará capturas de objetos en movimiento, lo cual es imposible en escaners que utilizan sensores que se mueven alrededor del objeto realizando varias capturas.

La precisión de este sistema de escaneado es muy alta, dada la

gran calidad de las cámaras que lo componen. Además, esto permite realizar una textura de muy alta resolución.

Este escáner no se encuentra a la venta, ya que pertenece a una empresa con sede en Praga que se dedica a la digitalización de personas u objetos, utilizando estos modelos principalmente para la realización y venta de figuras personalizadas.



<http://www.duplicity.cz/figurky/>

BodyScanner

El sistema BodyScanner funciona mediante la combinación de entre 2 y 8 escaners Mephisto Cx Pro o Mephisto EX Pro. Estos escáneres producidos por la marca CADY se sitúan alrededor de la zona de escaneado y son controlados por una estación de trabajo cada uno, además se utilizará un ordenador adicional para controlar la sincronización de las demás estaciones.

Todos estos ordenadores permiten controlar al milisegundo el momento de captura y una vez realizada

enviarlas al ordenador principal para que las una en el modelo.

El tiempo por toma es de 0,24 segundos, y el de escaneado completo tardará entre 1 y 2 segundos. El precio de cada uno de estos escaners es de entre 3000 € y 10000 € según la gama a la que pertenezcan. Estos precios están basados en artículos encontrados en internet y ventas de segundo mano, ya que la empresa CADY solo informa del precio bajo pedido de presupuesto.

Podemos ver que el precio de estos escáneres es muy elevado, además habría que añadirles el precio de los equipos necesarios para cada uno de ellos. Aun así, podemos ver como algo positivo la modularidad del sistema, que permitirá que lo adaptemos a nuestras necesidades, y la opción que da CADY de recomprar los sistemas al adquirir uno de gama más alta.



<http://www.caddyspain.com/escaneres-3d-4ddynamics/escaner-3d-corporal-body-scanner/>

Escáner 3D Corporal – IIIDBody

El “Escáner 3D Corporal – IIIDBody” es el escáner de la empresa CADY

diseñado exclusivamente para la digitalización de personas. Este escáner es similar al CLONESCAN3D, e incluye una plataforma o tienda de luz en cuyo interior se sitúan 10 escáneres IIIDScanners. Esta tienda nos permite crear una iluminación homogénea para mejorar la calidad del escaneado.

Este sistema funciona de forma muy sencilla y permite escaneos de 360 grados en solo 4 segundos. En cuanto a su precio podemos estimarlo entre 20.000 y 50.000 \$ según el precio encontrado en diversas páginas web, aunque de nuevo no se ha podido conseguir un precio desde la web del fabricante.



<http://www.caddyspain.com/escaneres-3d-4ddynamics/iiidbody-escaner-corporal/>

Artec Shapify Booth

Shapify booth es una plataforma para escaneado 3d desarrollada por Artec, funciona haciendo rotar 4 escáneres de alta precisión alrededor del cuerpo a escanear, de esta forma se obtiene una vista desde todos los ángulos posibles, consiguiendo así

una gran precisión de escaneado.

El tiempo de escaneado será de 12 segundos, y el de procesado de alrededor de 5 minutos. Durante este procesado se alinean las capturas realizadas durante el escaneado. Finalmente se preparará el modelo para su utilización, lo que tomará aproximadamente 15 minutos.

El precio y calidad de escaneado dependerá de los escáneres utilizados, pudiendo ir desde los 19.700 € del escáner Spider, el cual posee una precisión de 0,05 mm, hasta 6.700€ del Eva Little, con una precisión menor, y que no captura color, lo cual significa que no capturará texturas para nuestro modelo. Teniendo en cuenta estos datos podremos combinar los escáneres de distintas formas según el precio y las capacidades buscadas. Aun así, el precio siempre será elevado, ya que todos los modelos de escáner que ofrece Artec son de gran calidad y su precio es bastante alto.

Hay que tener en cuenta que los escáneres que utiliza este sistema se pueden utilizar también de forma individual como escáner de mano.



<https://www.shapify.me/partner/booth>
3dScanLA

3dscanla es una empresa que ofrece servicios de escaneado profesional, por lo tanto, no vende su sistema de escaneado. Esta empresa trabaja en proyectos de cine, videojuegos....

Sus resultados son de gran precisión, y el sistema funciona gracias a una gran cantidad de cámaras de alta resolución colocadas en una estructura, de forma similar al funcionamiento del sistema 3d Gang.

Al igual que este todas las cámaras realizan la captura de formas simultánea evitando las imperfecciones propias del movimiento del modelo durante la captura.



http://3dscanla.com/3d_scanning_service

THE BLUEVISHNU 3D CAPTURE STAGE

Bluevishnu es una empresa que al igual que 3dscanla ofrece un servicio de escaneado profesional. Esta empresa utiliza una estación de escaneado con 90 cámaras réflex de alta resolución.

Sus modelos son muy precisos y el tiempo de escaneado muy reducido

ANÁLISIS DE MERCADO

debido tanto al número como a la calidad de las cámaras utilizadas. Esta empresa realiza proyectos para cines, series, investigaciones de salud etc....



<https://bluvishnu.com/#services>

scan2print

Scan2print de Vitronic es un sistema de escaneado que funciona con 4 escáneres situados en sendas columnas, se diferencia en otros sistemas de este tipo en que estos escáneres realizan un movimiento vertical, en lugar de permanecer estacionarios o rotar sobre el sujeto como hacen otros.

Funciona por triangulación óptica, es decir mediante la triangulación de imágenes tomadas por las cámaras de los sensores, y el tiempo de escaneado es de aproximadamente 10 segundos.

Su precio irá desde los 10000 \$ a los 20000 \$, según el tipo de escaners y

otros extras que incluya.



<https://www.vitronic.com/news/press-releases/press-release/article/new-3d-body-scanner-with-scan2print-function-is-in-demand-504.html>

Twinstant

Twinstant es una plataforma de escaneado formada por una serie de columnas modulares. Cada una de estas columnas, 17 en el sistema habitual, contiene una serie de cámaras que realizan el escaneado de forma instantánea.

Además de las 89 cámaras colocadas en las columnas el sistema básico incluye 6 proyectores que complementan el proceso de escaneado.

Este sistema se puede comprar a partir de 39.000 €, precio elevado, pero que dado el gran número de cámaras que contiene no resulta extraño.



<http://web.twindom.com/twinstant/>

Texel's Flexible.

Texel es un sistema de escaneado que funciona con una serie de sensores colocados en una estructura. Esta estructura constará de una plataforma en la que se sitúa el modelo, y dos columnas que giran alrededor del mismo. Estos sensores también se moverán verticalmente, de forma que podrán captar el modelo desde cualquier posición y ángulo para que el escaneado sea más completo con el menor número de sensores.

El precio de este sistema es inferior a otros del mismo tipo, de 15.000 € a 2000 €. Este escáner conseguirá un gran resultado en objetos y personas que permanezcan inmóviles, pero no podrá realizar escaneados a personas en movimiento dado su elevado tiempo de escaneado (los sensores deben recorrer toda la superficie del objeto o usuario que se quiera escanear).



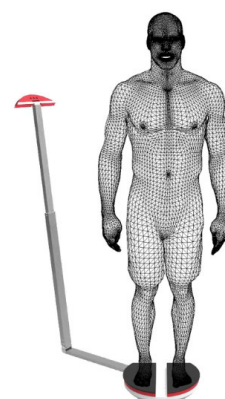
<http://texel.graphics/>

Shapescale

Shapescale no es un escáner 3d al uso, sino que es una báscula que incluye un escáner 3d para tomar medidas del cuerpo, y poder visualizar así la pérdida de grasas y la evolución del crecimiento muscular.

Este sistema no realizará un modelo, si no que calculará las medidas del cuerpo. Su funcionamiento se basa en un único escáner láser que gira alrededor de la plataforma de la báscula.

Se ha incluido en este análisis porque son muy interesantes tanto el mecanismo como la estructura que utiliza, y como se podrían aplicar a un escáner para modelado.



<https://shapyscale.com/>

Conclusiones

Primero destacar que el precio de los escáneres es muy elevado, especialmente en los escáneres de gran tamaño, que permiten escanear a personas de cuerpo completo y que rondan los 20.000 € en la mayoría de los casos. Los escáneres más pequeños, y los escáneres de mano son más asequibles, debido sobre todo a que utilizan un menor número de cámaras o sensores al mover estos alrededor del objeto para realizar las tomas necesarias. Esto se debe a que los objetos pequeños no se mueven y el tiempo de escaneado puede ser mayor.

Los escáneres de mayor tamaño intentan por lo contrario utilizar un gran número de sensores que realizan tomas individuales de forma simultánea. Muy pocos escáneres utilizan una combinación de estas técnicas, combinando una cantidad intermedia de sensores o cámaras, con el movimiento sincronizado de las mismas, Esto podría reducir los costos del sistema sin reducir tanto su calidad.

También se ha notado que los escáneres de cuerpo completo utilizan estructuras de gran tamaño, siendo en algunos casos mucho más grandes que el espacio que se necesita realmente para escanear a una persona. Además, la mayoría de estos sistemas tienen un montaje complejo o directamente no se pueden montar y desmontar. Sería

conveniente por lo tanto estudiar la posibilidad de realizar un escáner si no portátil completamente, si plegable o de fácil montaje. De forma que se pueda recoger de forma sencilla cuando termine el trabajo.

Otro punto a tener en cuenta que influye en el precio es el tipo de sensores que se utiliza, las cámaras de alta resolución y los sensores infrarrojos o láser incrementa notablemente el precio de estos sistemas. Y aunque la precisión que otorgan estos sensores es mucho más alta que la que se consigue con cámaras normales, esta no es necesaria en todos los casos. Ya que muchas veces los modelos que se buscan son de menor calidad. Teniendo esto en cuenta sería interesante producir un escáner que aplique la tecnología de triangulación por imágenes simples, que solo precisa de cámaras y cuyo coste es menor a los escáneres de gran tamaño, de forma que el precio de estos se vería reducido manteniendo una calidad suficiente y simplemente aumentando el tiempo de escaneado.

Se ha visto también que muy pocos escáneres ofrecen posibilidades de customización para adaptarse a necesidades más concretas, y aquellos que lo hacen simplemente permiten elegir entre distintos tipos de sensores o cámaras para los escáneres. Aquellas empresas que han fabricado su propios equipamientos los han personalizado según sus necesidades, pero

estos están realizados según sus especificaciones, y al ser creados por ellos mismos no son un producto comercial. En este sentido se abre un nicho en el mercado que podría ocupar un escáner que pueda custodiar el tipo de sensores, el tamaño y la posición de los mismos según las necesidades del cliente. Cabría la posibilidad incluso de crear un escáner modular, en el que distinto tipo de piezas se puedan combinar para crear un escáner individualizado para cada cliente.

En conclusión, tras analizar el mercado hemos visto que aunque existen una gran cantidad de sistemas de escaneado 3d en el mercado, aún existen bastantes nichos que no están ocupados, especialmente el referente al escáner de cuerpo completo de bajo coste. No existen prácticamente escáneres con un precio asequible, enfocados al público general, pues la mayoría de estos sistemas están enfocados a la aplicación profesional y empresarial, por lo que su calidad es mayor que la que muchas veces se precisa.

También se ha visto durante el estudio de mercado que no existe prácticamente ningún escáner de un tamaño intermedio, pues los escáner de cuerpo completo suelen contar con estructuras demasiado grandes para lo que podría ser necesario, otra opción que no se ha implementado en el mercado es la de hacer estas estructuras plegables o modulares.

OBJETIVOS DE DISEÑO

Con los datos que se han obtenido en el estudio de mercado se han planteado una serie de objetivos o cualidades que debe reunir el diseño de nuestro escáner 3d, o al menos aproximarse lo máximo a ellos. Cumplir estos requisitos permitirá que nuestro producto se diferencie de los que ya existen en el mercado y encuentre su propio lugar en el mismo.

•Escáner de cuerpo completo

Uno de los objetivos planteados desde el principio del proyecto fue que nuestro escáner permitiese la digitalización de una persona adulta. Tras el estudio de mercado esta premisa no ha cambiado, y por la tanto nuestro diseño será similar a los escáneres que incluyen una estructura y no a los escáneres de mano que funcionan con un solo tensor.

•Precio reducido – mayor producción

La mayoría de los escáneres que encontramos en el mercado tienen un precio muy elevado, ya que están enfocados para un mercado profesional muy reducido. Es por eso que buscaremos desarrollar un sistema de escaneado enfocado al público general, para ello buscaremos realizar una producción mayor que nos permita reducir el coste unitario. Como el público objetivo no será el mercado profesional, no necesitaremos alcanzar la calidad que consiguen las empresas especializadas, y podremos buscar un punto intermedio entre calidad y precio para los componentes que utilicemos.

•Adaptable

La mayoría de escaners que encontramos en el mercado están enfocados bien a escaneados de alta velocidad o a escaneados de gran calidad. Sería conveniente realizar un escáner que se pueda adaptar a ambas necesidades sin elevar por ello el precio de forma excesiva. Por esto se ha planteado que nuestro diseño será modular, de forma que se pueda ampliar según las necesidades del cliente, sin aumentar el precio más de lo necesario.

•Fácil almacenaje.

Sera un objetivo importante que nuestro escáner 3d no ocupe un gran espacio como lo hacen la mayoría de sistemas que encontramos en el mercado. Para ello se podrá bien realizar un diseño que no ocupe demasiado espacio incluso montado para el escaneado, o un diseño que sea fácil de montar cuando se vaya a utilizar y desmontar cuando no se esté utilizando.

CONCEPTOS

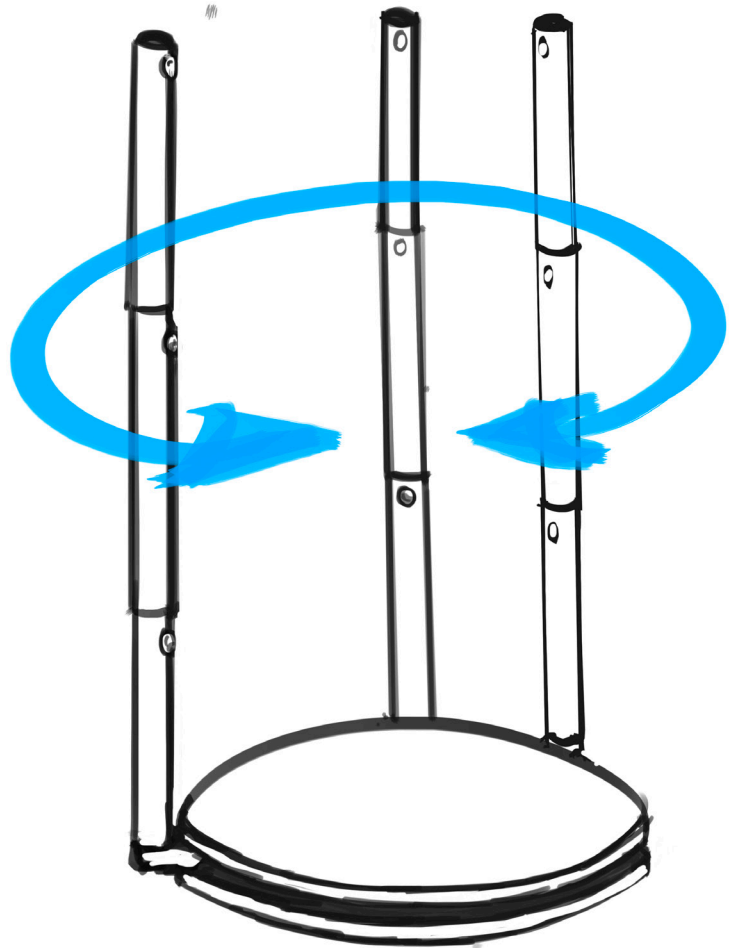
Partiendo de los objetivos marcados, se han planteado una serie conceptos entre, los que se elegirá uno que desarrollar más adelante.

Plataforma giratoria modular.

El primer concepto planteado consiste en una plataforma alrededor de la cual se colocarán una serie de cámaras, las cuales girarán alrededor de la base realizando el escaneado. Cada una de estas cámaras estará situada en un soporte que las permitirá moverse en vertical ampliando el número de tomas que podrá realizar para el escaneado. Además, estos soportes serán modulares, y se podrán apilar unos sobre otros, de forma que nuestro escáner pueda utilizar tantas cámaras como sea necesario.

Este diseño permitirá adaptar la velocidad y calidad de escaneado según el número y la calidad de las cámaras que se utilicen. Su montaje será sencillo y ocupará un espacio muy reducido comparado con las otras plataformas de escaneado que existen en el mercado.

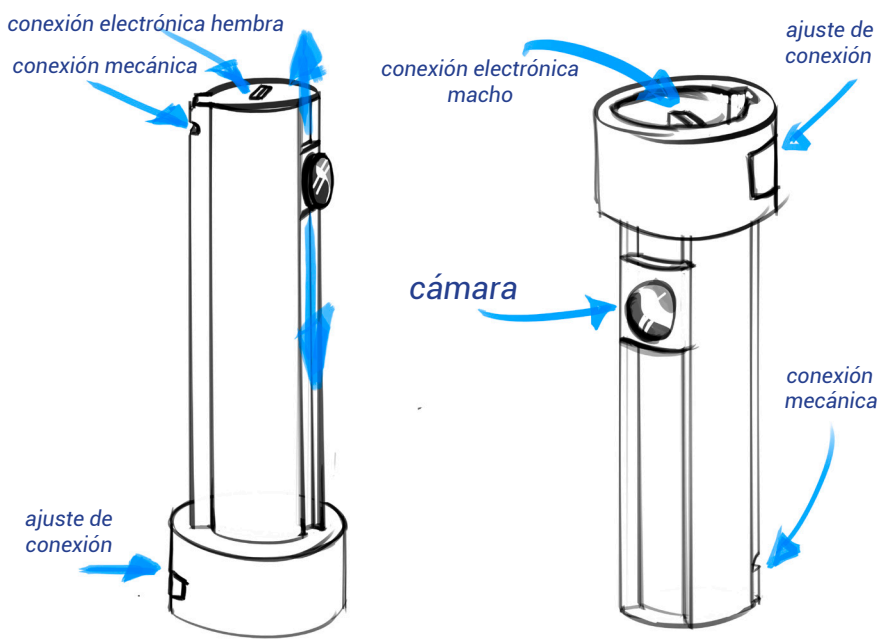
Su precio, al igual que la velocidad de escaneado y la calidad del mismo, dependerá del número de cámaras que se utilicen. Aun así podemos prever que será menor que el de los sistemas que se encuentran en el mercado, pues utilizará únicamente tecnología de captura de imagen cuyo precio es menor que el de la tecnología de infrarrojos. Además, nuestro sistema de escaneado no procesaría los datos, si no que funcionaría conectado a un ordenador que se encargaría de esta tarea, así reduciremos el precio de escáner, al precisar únicamente de componentes electrónicos que transmitan las imágenes tomadas al ordenador, y nos ahorraremos aquellos que se encargarían de procesarlas.



CONCEPTOS

Las cámaras de este sistema se moverán verticalmente a través de su soporte. Estos soportes se apilarán unos sobre otros conectándose en serie.

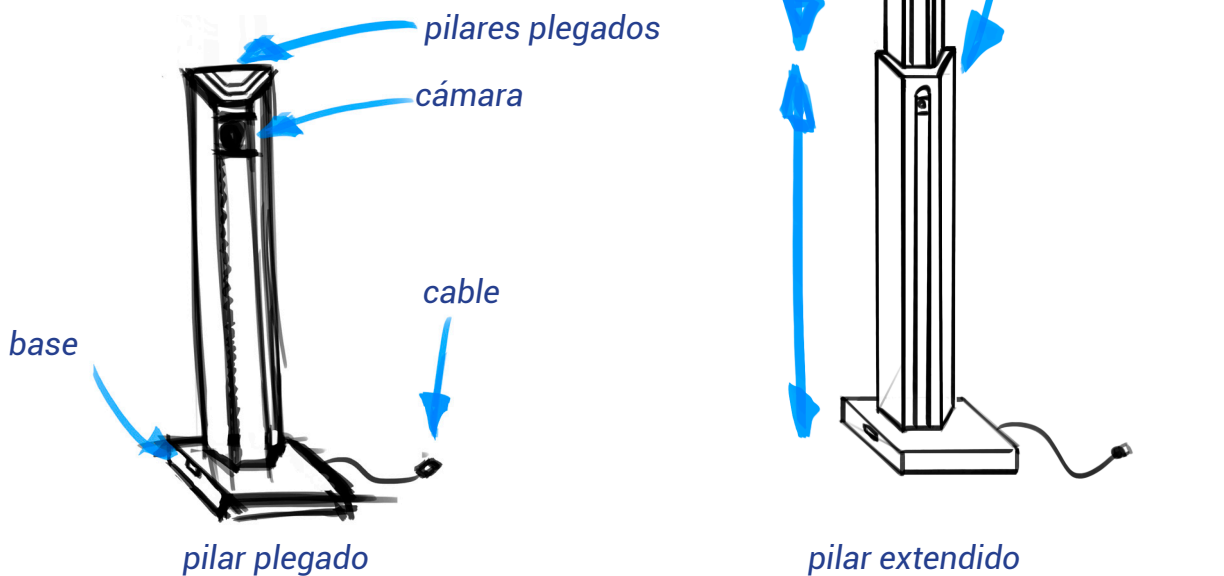
Contarán por lo tanto con una conexión electrónica, que estará reforzada por una conexión mecánica que fijará la unión. Esta conexión deberá ser sencilla para que su montaje sea rápido.



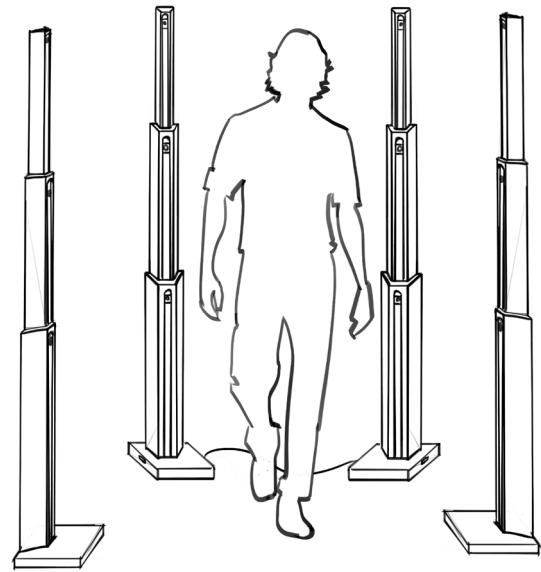
Escáner de Pilares.

Este concepto consiste en una serie de cámaras situadas en unos módulos con forma de columna. Estas cámaras se podrían mover verticalmente a lo largo del módulo, además, cada uno de los módulos estará dividido en distintos tramos, de forma que se puedan recoger para reducir el espacio que ocupan cuando no se estén utilizando.

Todos estos tramos tendrán una cámara individual de forma que tomen capturas al mismo tiempo y se reduzca el tiempo de escaneado.



El sistema funcionaría conectando tantos módulos como fuesen necesarios, la calidad de escaneado estaría marcada por la cantidad de módulos utilizados, pero dado que estos estarían fijos en el suelo se necesitaría una cantidad mínima que pudiese rodear el objeto o persona a escanear. Todos estos módulos estarían conectados en serie, y finalmente conectados a un ordenador que recibiría las capturas y las procesaría. De esta forma nos ahorraríamos una gran cantidad de componentes electrónicos y abarataríamos el precio de nuestro sistema.



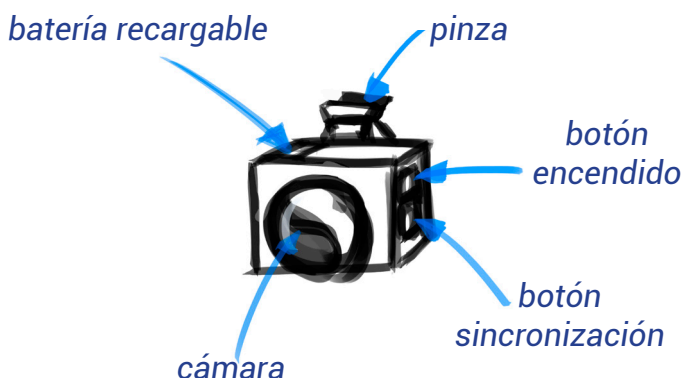
ejemplo sistema montado

Multicámaras estáticas

Esta propuesta es la más sencilla de todas. Este sistema consta de una gran cantidad de cámaras que tomarían capturas al mismo tiempo. Estas cámaras serían simples, y solo contarían con una pinza que permitiría situarlas en prácticamente cualquier posición, de forma que situando varias cámaras alrededor de la zona de escaneado obtuviésemos un escáner multicámara similar al que utilizan algunas empresas profesionales.

Estas cámaras tendrían que ser de muy bajo coste ya que la cantidad de módulos que se necesitarían sería muy alta, y si fuesen cámaras de alta calidad el precio sería tan elevado como estos sistemas profesionales.

Por ello se utilizarían cámaras simples, que solo contasen con la cámara que capturaría la imagen y un sistema inalámbrico que la enviase hasta el ordenador que tendría que procesarlas. Se evitaría gastar dinero en interface para utilizar las cámaras y se reduciría este a un botón de encendido y apagado, y otro que se utilizaría para sincronizar las cámaras.



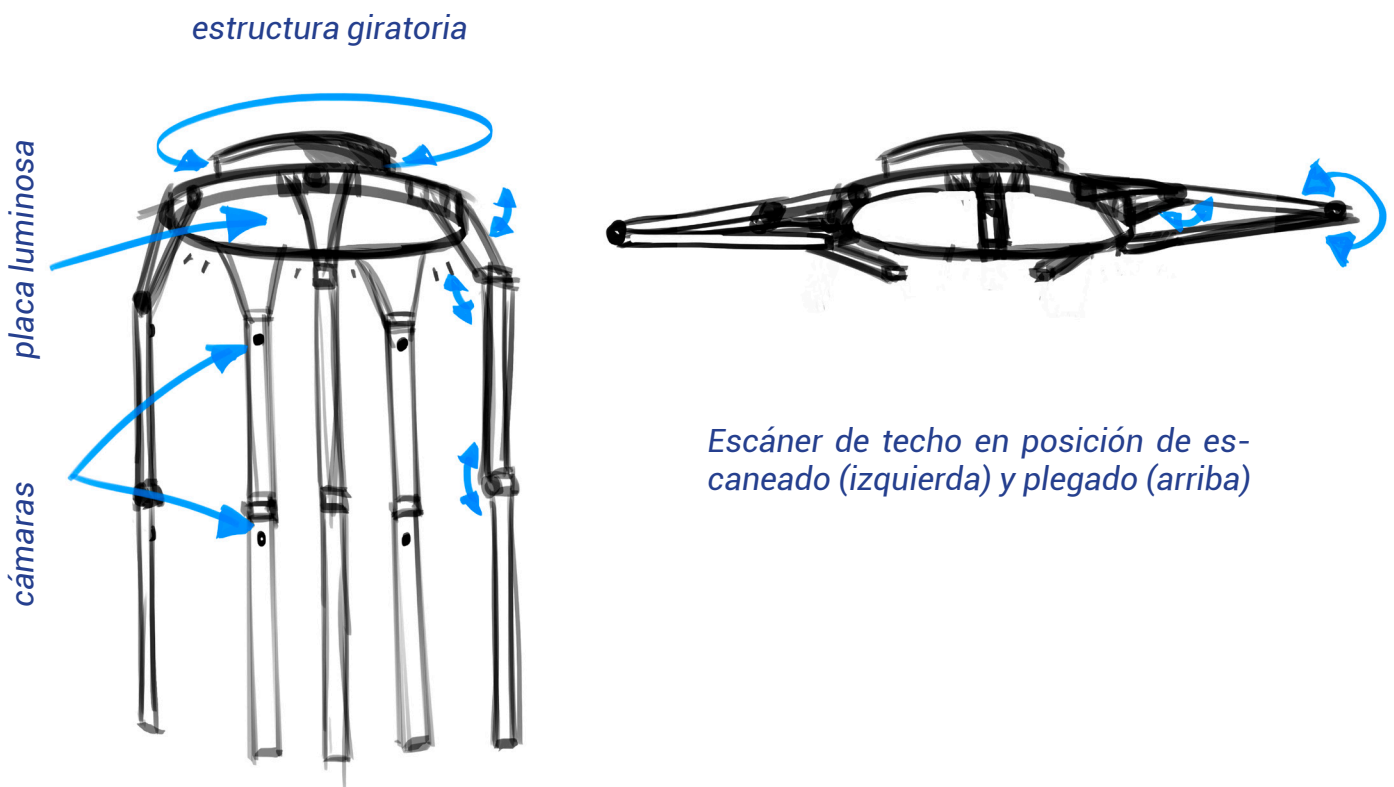
ejemplo sistema montado

Escáner de techo

Este sistema de escaneado estaría anclado en el techo de forma similar a una lámpara. Del cuerpo central del escáner, el cual giraría durante el escaneado, colgarían una serie de piezas o patas en la que se situarían las cámaras. Estas patas estarían divididas por tramos que contarían con una cámara cada uno, estas cámaras se desplazarían a lo largo de los tramos durante el escaneado.

De esta forma el movimiento giratorio de la parte superior junto con el desplazamiento vertical de las cámaras permitiría tomar capturas desde cualquier ángulo.

Cuando el sistema no estuviera en uso se podría plegar en el techo sin ocupar prácticamente espacio. Esto haría que este sistema fuese perfecto para negocios con poco espacio. En los que el sistema se pudiese dejar fijo.



Evaluación y elección de concepto

Para elegir el concepto que se desarrollará durante el proyecto se evaluará cada una de las propuestas según las cualidades que consideraremos más importantes para nuestro proyecto. Estas propiedades están ponderadas según su importancia, y entre ellas encontraremos las cuatro propiedades que conforman los objetivos de diseño y otras cualidades que deben tener todos los escáneres 3d, pero que no se consideran diferenciales de nuestro diseño.

Los puntos de evaluación serán los siguientes:

Capacidad de escaneado, refiriéndose al tamaño de los objetos que puede escanear, esta propiedad no tendrá una gran importancia, por lo que se ponderará con un valor de 1. Pero se exigirá un valor mínimo de 3 sobre 5 que será la calificación para un escáner que pueda escanear una persona completa.

Producción, valoraremos cual será la dificultad para producir cada una de las propuestas a gran escala y una estimación de su precio de producción. Se utilizarán valores de entre 1 para los sistemas más caros y con una producción en serie más complicada, y 5 para aquellas cuya producción sea más sencilla y barata. La ponderación que se utilizará será de 2, pues será más importante que la capacidad de escaneado.

Adaptabilidad, es decir la posibilidad de modificar el sistema para que se ajuste a distintas necesidades. Uno de los objetivos que se plantearon para nuestro escáner es que pueda servir tanto para un público general como para un mercado más profesional. Por eso se planteó que fuese un sistema modular, pero se pueden buscar otras soluciones. La ponderación en este caso será de 3.

Espacio necesario, la cantidad de espacio necesaria para su utilización, y especialmente para su almacenaje es uno de los objetivos que se han marcado para diferenciar nuestro sistema de los que ya existen en el mercado. Se ponderará con un valor de 2.

Sencillez, en esta propiedad valoraremos tanto la facilidad para montar e instalar el sistema, como lo sencillo que sea de utilizar. También se tendrá en cuenta si habrá que desmontarlo tras cada uso o si utiliza baterías que habrá que recargar. Su ponderación será de 2.

Capacidad de sensores, es decir la cantidad de sensores y el movimiento de los mismos que el sistema podrá utilizar. Cuantos más sensores, y más posiciones puedan tomar, mayor será la cantidad de datos que podrán recoger, y por lo tanto mejor será la calidad del escaneado. Se ponderará con un valor de 2, pues a pesar de no ser uno de los objetivos principales de diseño, es una de las propiedades más importantes para cualquier escáner 3d.

Se evaluarán todas las opciones de diseño según estos parámetros, y se calculará para cada una de ellas una puntuación que nos permitirá elegir cual es la mejor opción sobre la que trabajar.

CONCEPTOS

Plataforma giratoria modular

Plataforma giratoria modular	Capacidad de escaneado	Producción	Adaptabilidad	Espacio necesario	Sencillez	Capacidad de sensores	
Evaluación	3	4	4	5	4	4	Calificación
Nota Ponderada	3	8	12	10	8	8	49

Escáner de Pilares

Escáner de Pilares	Capacidad de escaneado	Producción	Adaptabilidad	Espacio necesario	Sencillez	Capacidad de sensores	
Evaluación	4	3	3	4	3	2	Calificación
Nota Ponderada	4	6	9	8	6	4	37

Multicámaras estáticas

Multicámaras Estáticas	Capacidad de escaneado	Producción	Adaptabilidad	Espacio necesario	Sencillez	Capacidad de sensores	
Evaluación	5	4	5	4	1	5	Calificación
Nota Ponderada	5	8	15	8	2	10	48

Escaner de Techo

Escáner de Techo	Capacidad de escaneado	Producción	Adaptabilidad	Espacio necesario	Sencillez	Capacidad de sensores	
Evaluación	3	2	2	5	2	2	Calificación
Nota Ponderada	3	3	6	10	4	4	30

Selección

Teniendo en cuenta el análisis de pros y contras realizado sobre las distintas propuestas se eligió como concepto para trabajar y desarrollar el escáner de plataforma giratoria.

Su puntuación total ha sido de 49, la mayor entre todos los conceptos, y además en ninguno de los puntos valorados ha obtenido una calificación demasiado baja. Cosa que sí pasaba por con el escáner de multicámaras estáticas, que tenía una puntuación muy similar, 48, y destacaba mucho en adaptabilidad, el punto a valorar considerado más importante. Pero su puntuación en sencillez era de 1, la mínima. Ya que su montaje resultaría muy complicado, y el hecho que tener que recargar hará que no se puedan dejar colocadas indefinidamente si por el contrario se utilizasen cables para alimentar las cámaras el montaje resultante será aún más complicado.

La puntuación de las otras dos opciones ha sido mucho más baja (37 y 30), por lo tanto, no han sido considerados para la elección del diseño a desarrollar.

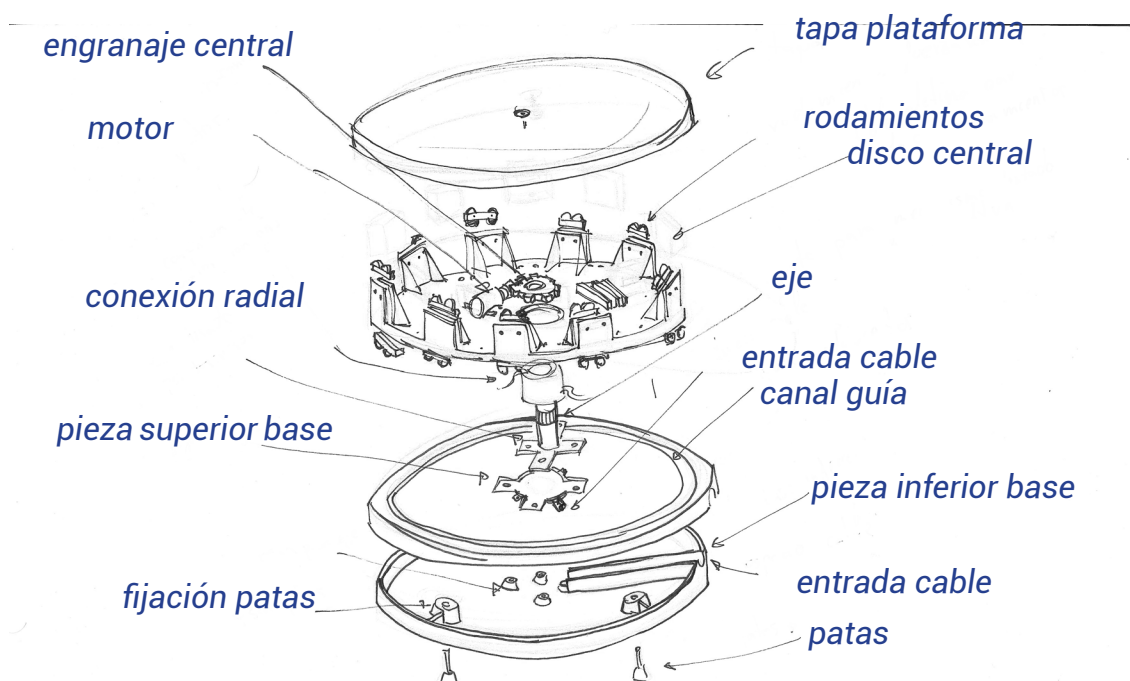
DISEÑO CONCEPTUAL

El concepto seleccionado constaría de dos partes principales, una base, sobre la cual se colocaría la persona o el objeto a escanear, y una serie de pilares modulares en los que se situarán las cámaras. Además existirá un componente intermedio que permitirá conectar los módulos con las bases, sin tener que crear un módulo de cámara específico que conecte con la base.

La base estará formada por una serie de componentes mecánicos, y otros electrónicos. Se ha planteado el diseño de la base de manera tal que sobre una plataforma estática se situará un pilar central, que soportará el peso de la base. En torno a este pilar se colocará una pieza giratoria, a la cual se fijarán los módulos que contienen las cámaras. Además en esta placa giratoria se situarán todos los componentes electrónicos, cuya conexión llegará hasta la base mediante un conector axial, que permita el giro sin enredarse. Sobre todas estas piezas se colocará la tapa de la base, que estará fija respecto al eje y a la plataforma estática.

El peso que se situó sobre la tapa se trasladará a la base mediante el eje central y una serie de rodamientos situados en la placa intermedia.

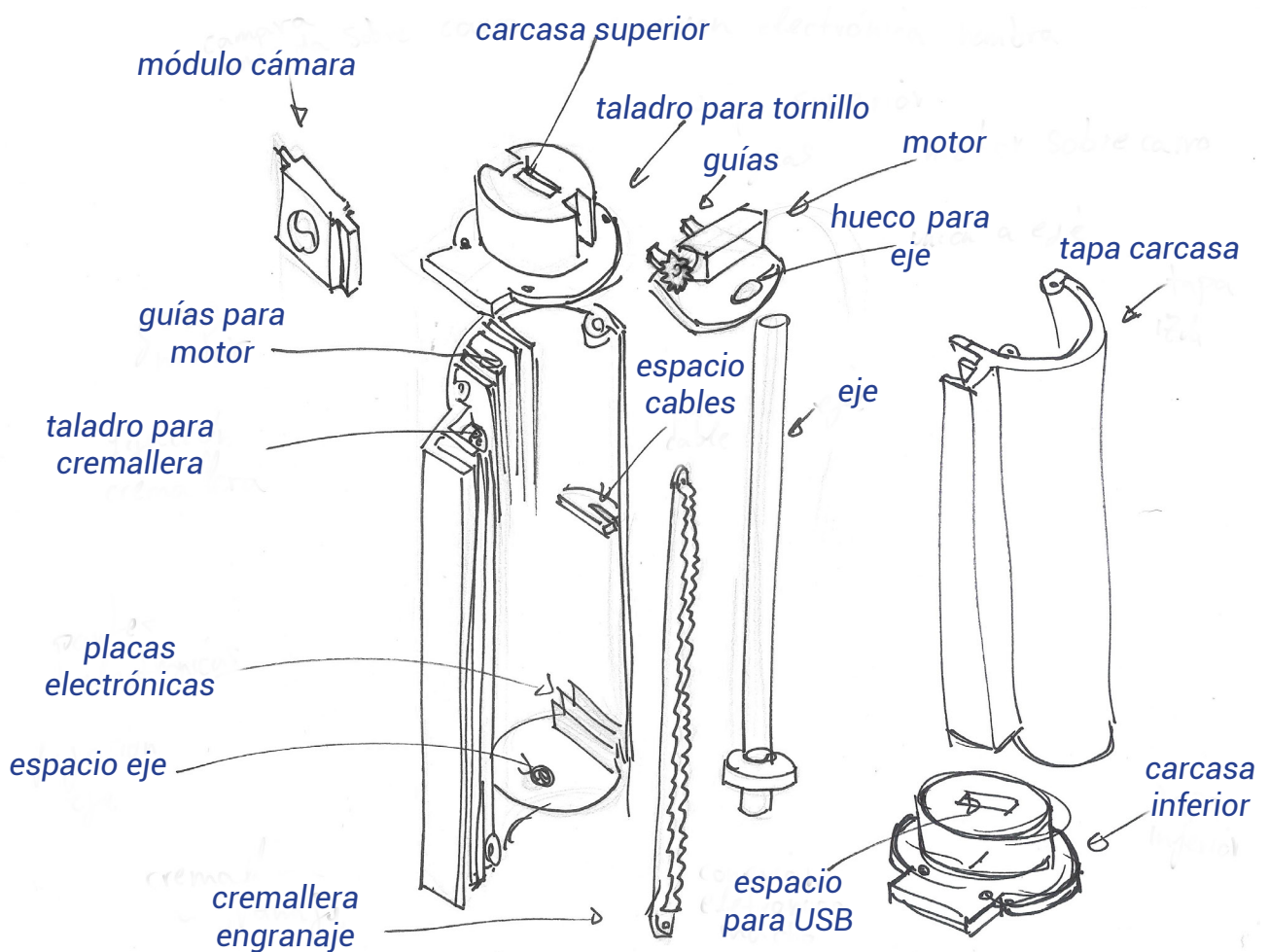
Además, la base inferior estará dividida en dos partes para permitir la entrada del cableado a través de ella, y dispondrá de 4 patas para evitar que toque el suelo de forma directa y poder evitar así posibles desniveles.



DISEÑO CONCEPTUAL

En cuanto a los módulos que contienen las cámaras estarán formados por una carcasa y una serie de componentes mecánicos. La carcasa tendría 4 partes, dos en los laterales y dos superiores e inferiores. Estos módulos se podrían apilar unos sobre otros para conseguir aumentar el número de cámaras en nuestro sistema.

En el interior de la carcasa se situará un eje central, a lo largo del cual correrá el motor. Este motor estará fijo a un carro que contiene la cámara, consiguiendo así el desplazamiento esta. Dado que tanto el motor como la cámara tendrán conectados una serie de cables que podrían enredarse se colocaran también unos tensores que evitaran que estos cables estén sueltos.

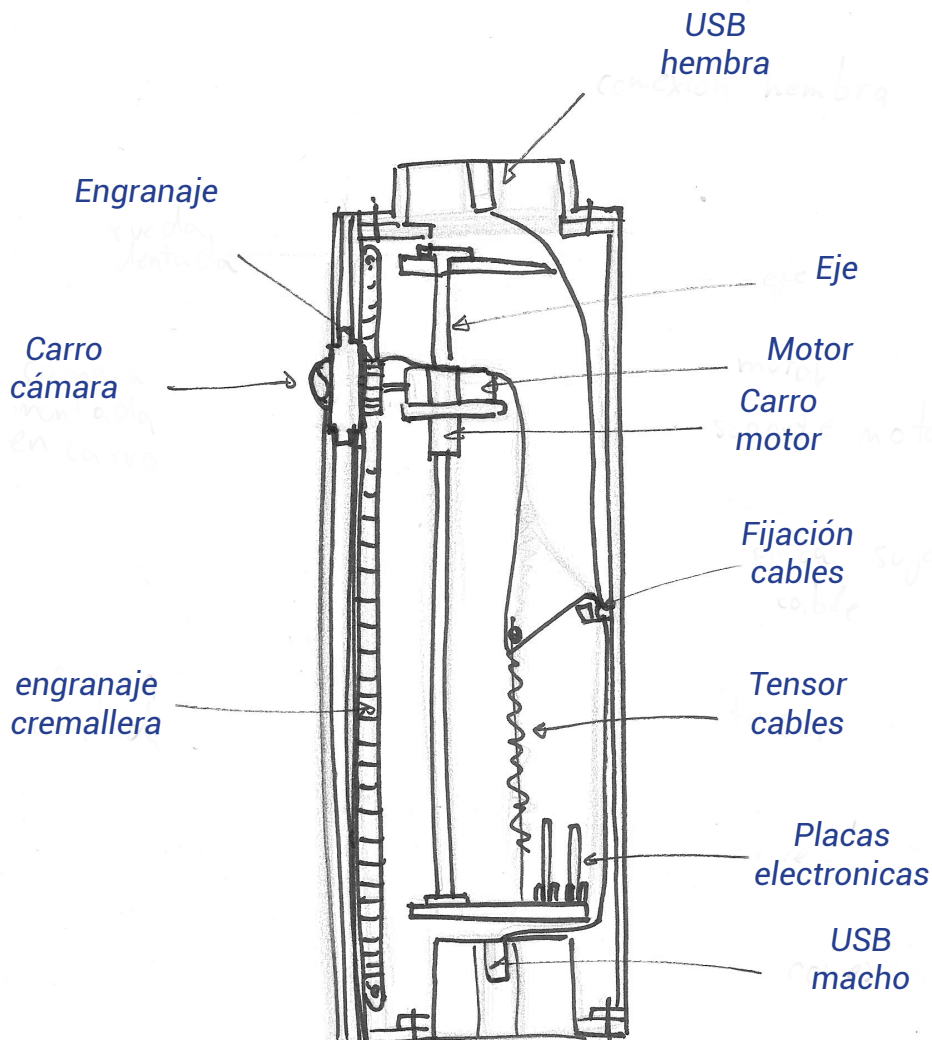


El tamaño de estos módulos, y por lo tanto, la carrera de las cámaras se decidirá más adelante, pero se plantea fabricar en distintos tamaños para obtener un producto más versátil, ya que unos módulos de más altura permitirán realizar el escaneado con menos cámaras, pero se precisará un mayor tiempo de escaneado. Por otra parte, unos módulos de menor tamaño permitirán apilar una mayor cantidad de cámaras y realizar así un escaneado en menor tiempo.

Una vez montado, el módulo para las cámaras, tendrá en su interior distintas partes

que podremos diferenciar a simple vista.

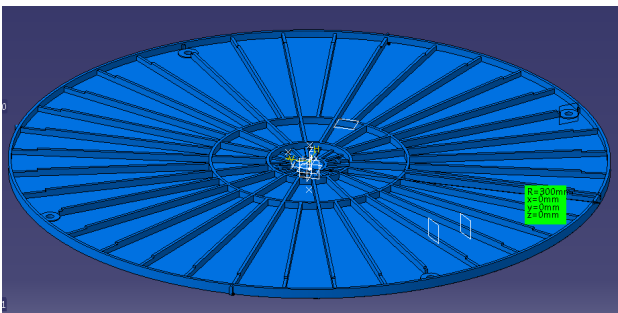
Por un lado tendremos las conexiones, hembra en la parte superior y macho en la parte inferior. En la parte central tendremos el espacio para que el carro del motor se mueva verticalmente. Este ocupara la mayor parte del espacio interno del módulo. A la derecha encontraremos un hueco para los cables y el tensor de los mismos. Por último en la parte izquierda, y dando al exterior del módulo, encontraremos un carril por el que circulará la cámara montada en su carro correspondiente.



PRIMER MODELADO

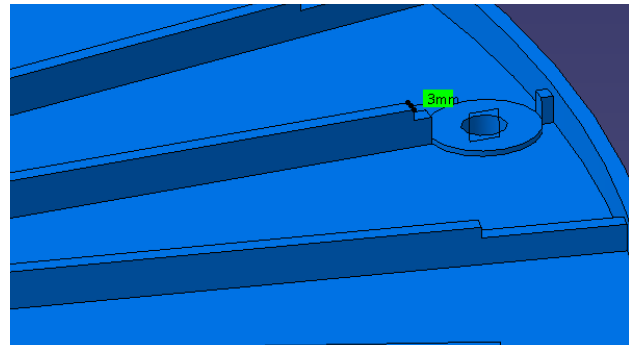
Se realizó un modelado 3D en Catia que nos sirviese para estimar el tamaño y posición de los componentes, así como una serie de análisis mecánicos que nos permitirán elegir el material con el que fabricar los componentes.

El primer elemento que se diseñó fue la base, que consistía en un disco de 60 cm. Este disco tendría unos bordes laterales de 1 cm y un espesor de 3 mm. Esta pieza está planteada para ser fabricada en plástico moldeado por inyección, aunque el material definitivo se elegirá posteriormente tras realizar una serie de análisis mecánicos, por lo que se tenía en cuenta la dirección de desmoldéo para su diseño.

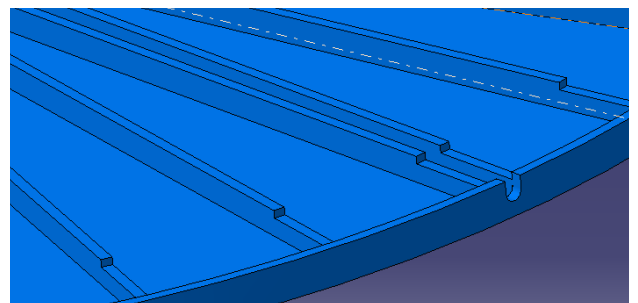


Parte inferior de la base, diámetro 600 mm

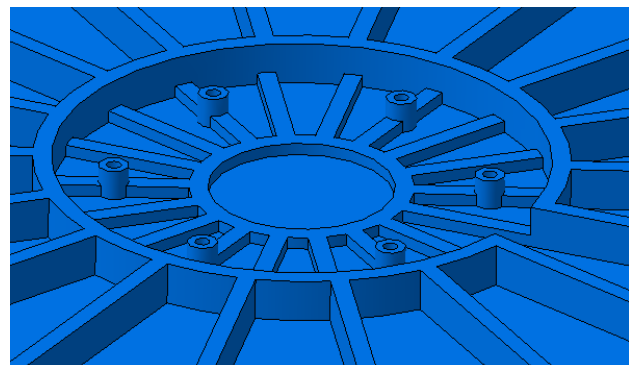
Además del borde lateral, se realizaron una serie de nervios y refuerzos interiores para dar a la base más rigidez. También se incluyen unos orificios para situar las patas del escáner, una serie de fijaciones para el pilar central y unas guías que permitirán situar la otra pieza de la base en la posición correcta.



Detalle de los nervios y orificio para las patas.



Detalle entrada para el cable

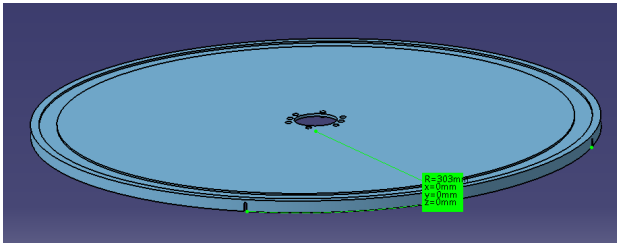


Detalle conexión con el eje

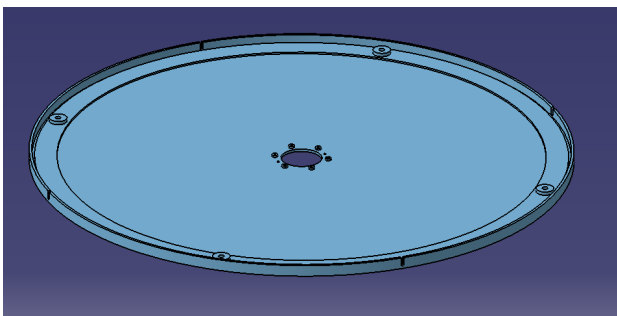
Se diseñó la otra mitad de la base como un disco similar al de la parte inferior, pero esta vez sin nervios de refuerzo, ya que esta apoyará sobre los de la otra mitad. El borde de la parte superior encajará exteriormente con el de la parte inferior, y en lugar de los orificios que esta tenía para las

PRIMER MODELADO

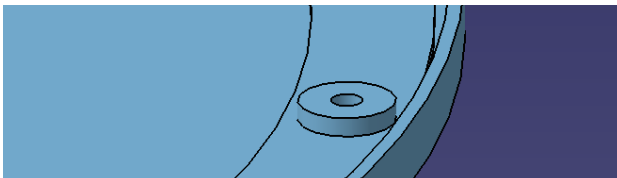
patas se realizarán unos salientes en los que más tarde mecanizar la rosca para las mismas.



Parte superior de la base, vista superior.

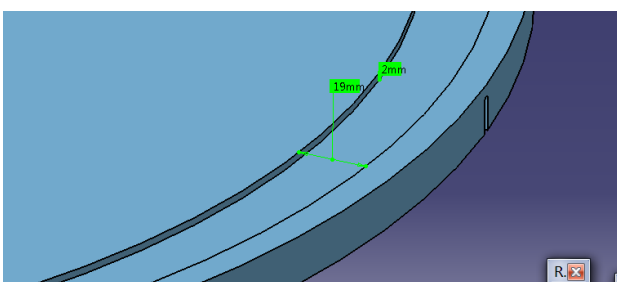


Parte superior de la base, vista inferior.



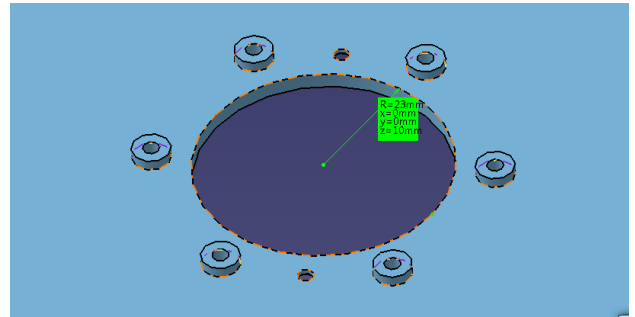
Detalle rosca para las patas.

En la parte superior de esta pieza se ha realizado un carril por el que circularan los rodamientos que irán fijos en la pieza intermedia, de esta forma marcaremos su recorrido y evitaremos que se desvíen del mismo. Este canal tendrá una anchura de 19 mm y una profundidad de 2 mm.



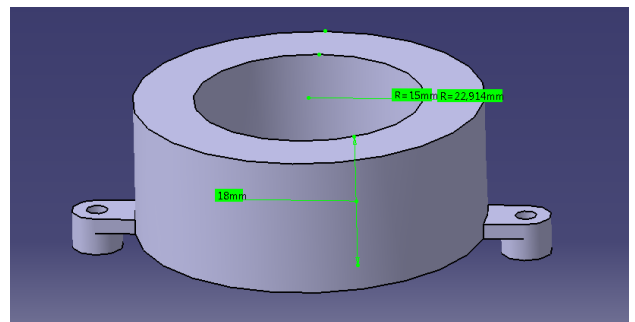
Detalle del carril para rodamientos.

En el centro se dejará hueco para que pueda pasar el pilar central y la conexión axial de los cables.



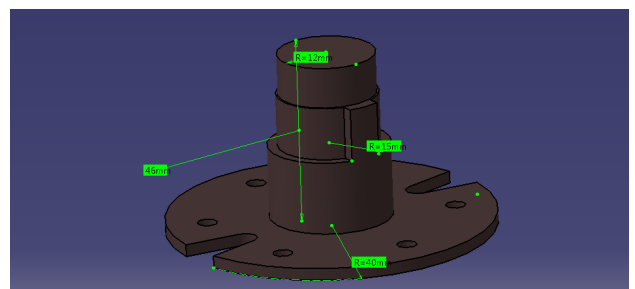
Detalle orificio para el eje y taladros para la conexión.

En el modelo se ha situado una conexión simulada según las medidas de un componente comercial.



Detalle conexión axial.

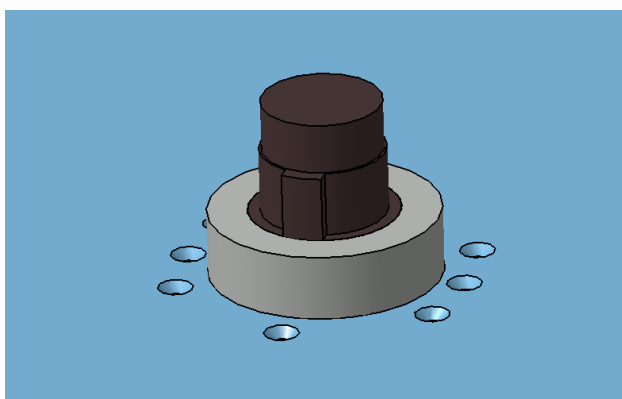
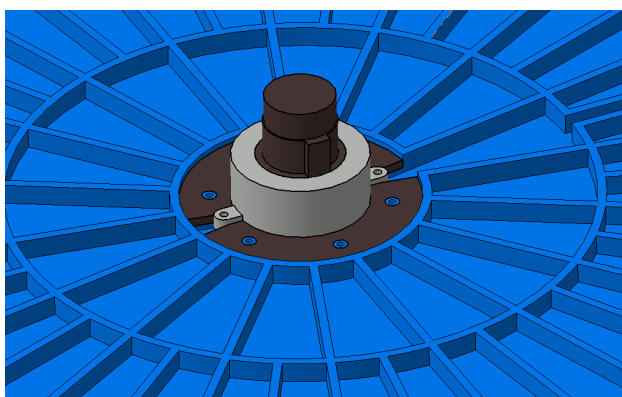
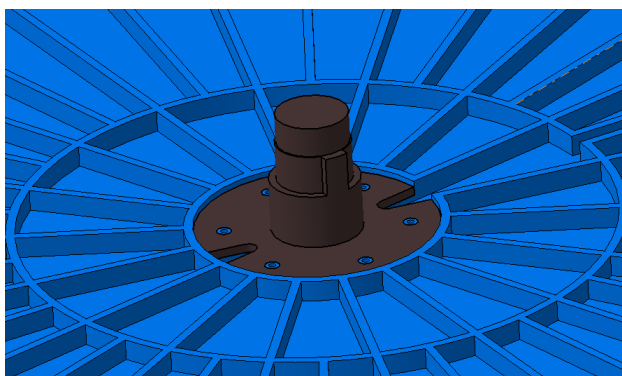
Con las medidas de la conexión axial se comenzó a modelar el eje central. En un principio está diseñado para ser fabricado en aluminio, aunque según los resultados que se obtengan en los análisis posteriores se podría cambiar el material por acero.



Eje central.

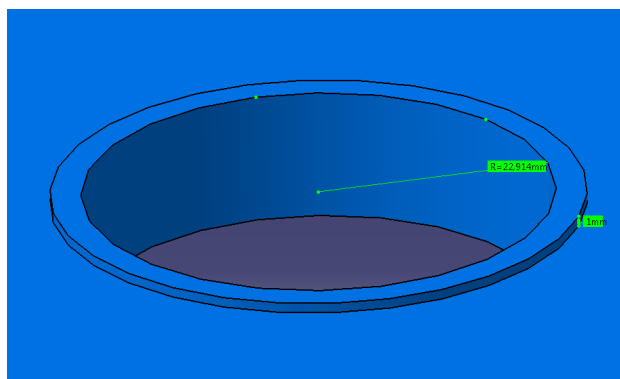
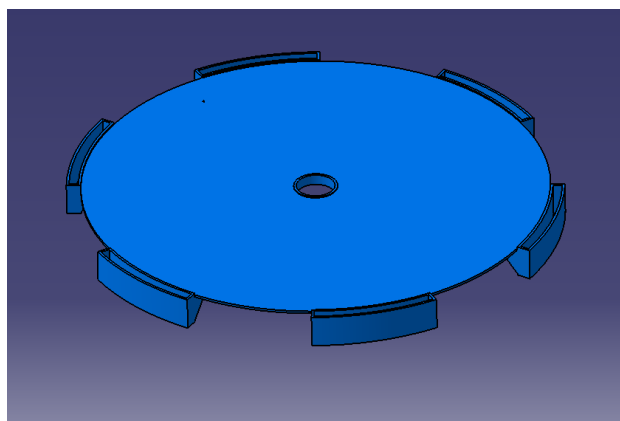
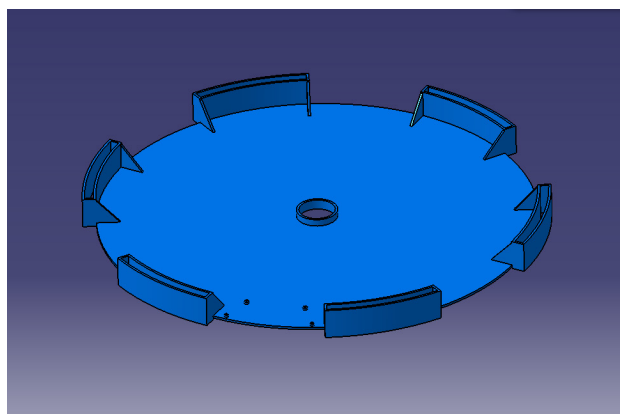
PRIMER MODELADO

En la base de este pilar se ha situado un disco que encajará con la base y que, mediante una serie de taladros, quedara fijo en su posición. Según asciende el pilar se le añade una hendidura para encajar el engranaje que transmitirá el movimiento del motor, y finalmente un roscado para situar la tapa del sistema.



Detalles montaje mitad base inferior + eje central + conexión axial + mitad base superior.

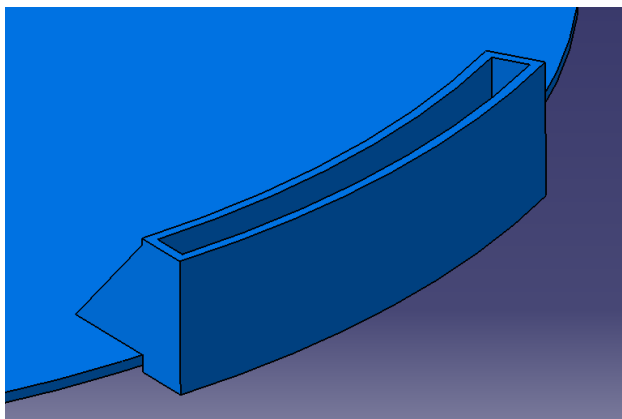
El disco intermedio, el que girará, y en el cual se situarán todos los componentes electrónicos, consistirá en un disco de medidas similares a la base, el cual contará con un orificio central a través del cual pasará el eje, se elevarán 1 mm los bordes de este orificio para evitar el contacto directo con la base.



Detalle pieza intermedia vista superior + vista inferior + detalle orificio central

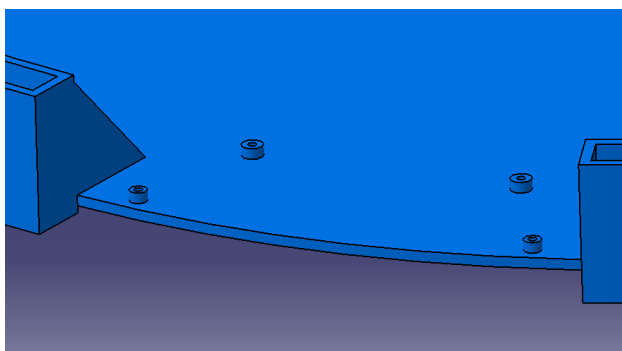
PRIMER MODELADO

Este disco incluirá unos espacios para los rodamientos que permitirán pasar el peso desde la tapa del escáner a la base inferior.



Detalle espacio para los rodamientos.

Además se incluyen una serie de enganches en los que más tarde se han de fijar las conexiones para los módulos.



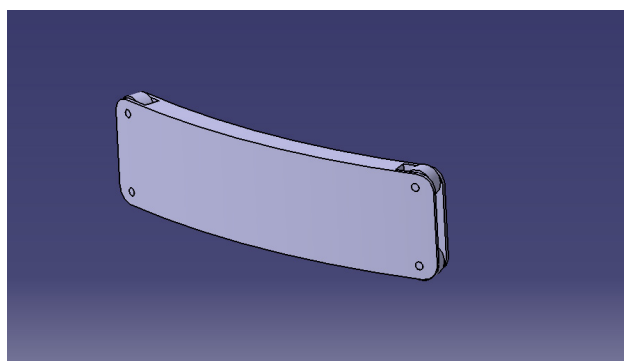
Detalle conexiones para los módulos.



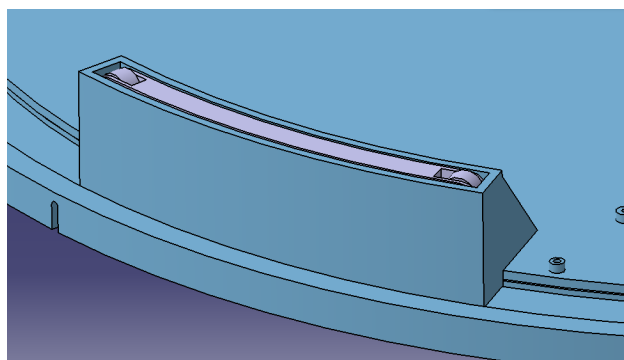
Detalle disco intermedio montado sobre base.

Para los rodamientos se diseñaron

unas piezas metálicas que incluían 4 ruedas, dos en la parte superior y dos en la parte inferior, De esta forma se transmitirá el peso permitiendo la rotación de la parte intermedia. Estas piezas serán provisionales mientras se busca un rodamiento comercial o al menos más sencillo.

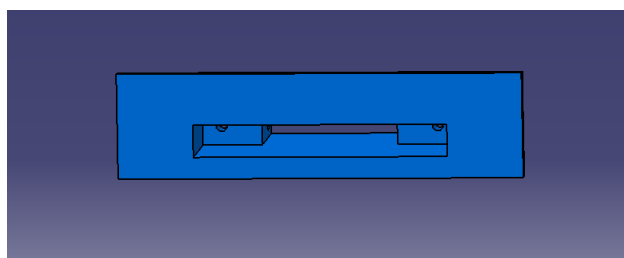


Pieza rodamiento.



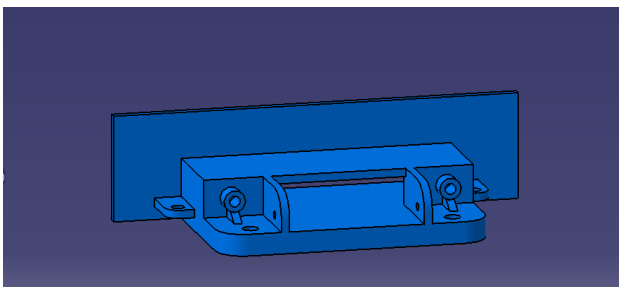
Rodamiento montado en disco intermedio.

Las conexiones para los módulos se diseñaron aparte del disco central, y no como un conjunto, al ver que la dirección de desmoldéo no permitiría su fabricación.



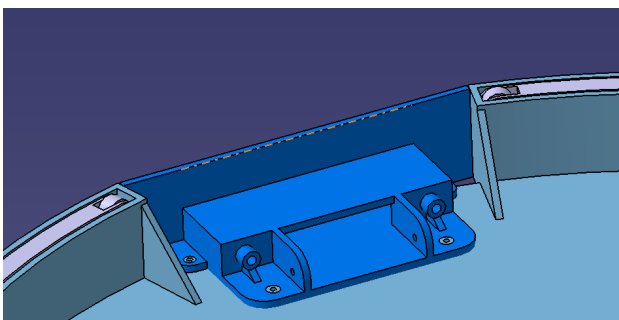
Vista frontal conexión para módulos.

PRIMER MODELADO



Vista trasera conexión para módulos.

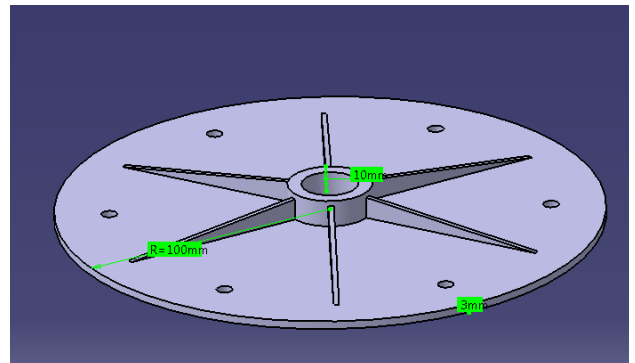
Este componente solo consta de una conexión en la que engancharán los módulos de unión, esta conexión además de por apriete se consolidará con dos tonillos similares a los que se utilizan en las conexiones para los monitores. Las conexiones para los módulos estarán atornilladas al disco central en cuatro puntos para dar a la unión una mayor estabilidad.



Conexión para módulos montada sobre disco central.

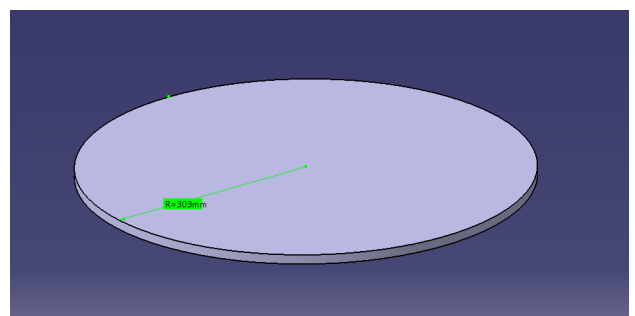
Cuando se comenzó a diseñar la tapa del conjunto se pensó en unirla directamente al eje central que ya se había diseñado, pero rápidamente se vio que utilizando este tipo de unión no se podría realizar la pieza en plástico, tal y como se había planteado en un principio, por lo que se añadió un soporte metálico intermedio, el cual podría ser de aluminio o de acero según los resultados que se obtuviesen en los análisis mecánicos.

Este soporte consistirá simplemente en una rosca que lo fijará al eje central, y un disco de 200 mm de diámetro y 3 mm de espesor, que se fijará a la tapa del conjunto.

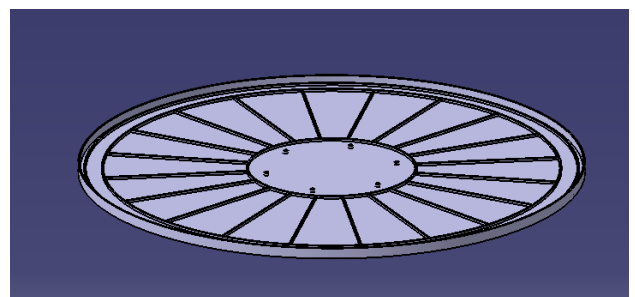


Soporte de refuerzo.

Finalmente, la tapa de la base se diseñó como un disco de 606 mm de diámetro, que tendrá en la parte inferior unos enganches para unirlo al refuerzo, además contará con unos nervios para reforzar la pieza y un carril de 19 mm por el que correrán los rodamientos.

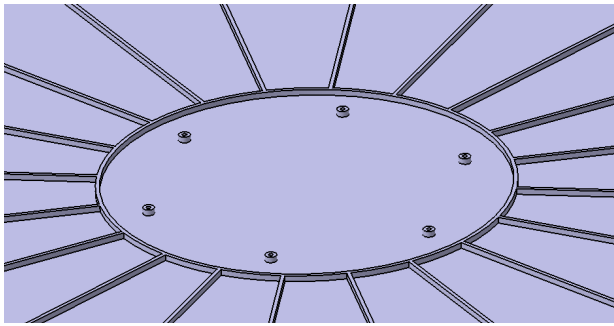


Tapa vista superior.

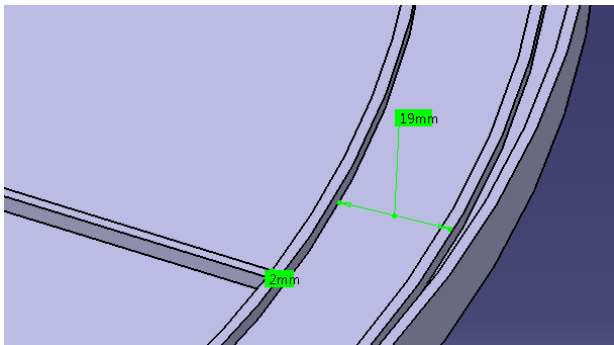


Tapa vista inferior.

PRIMER MODELADO

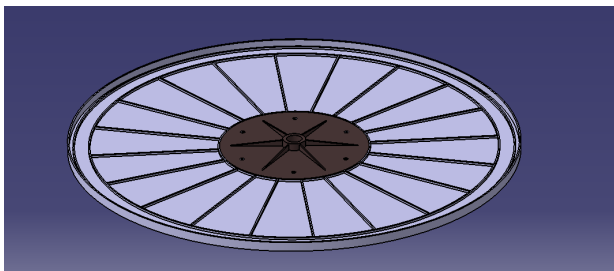


Detalle conexiones y nervios.

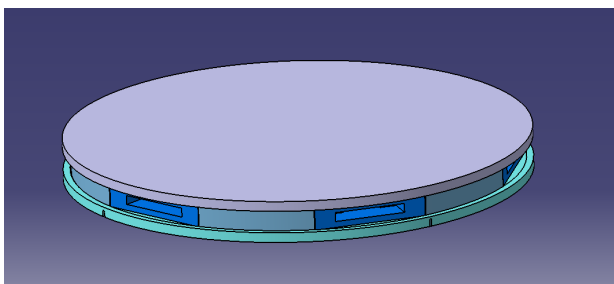


Detalle carril para rodamientos.

Al igual que la base está diseñada para ser realizada en plástico de inyección, aunque se podrá modificar según los resultados de los análisis, las paredes de esta pieza tendrán 2 mm de espesor.

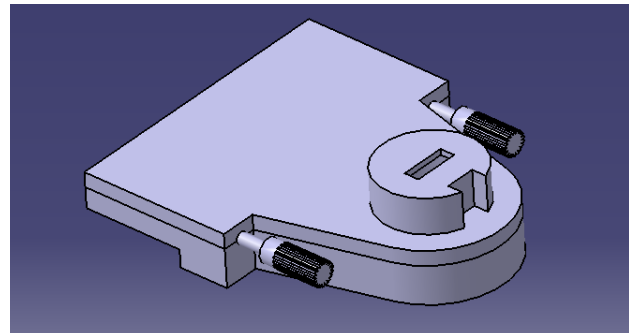


Soporte montado en la tapa.

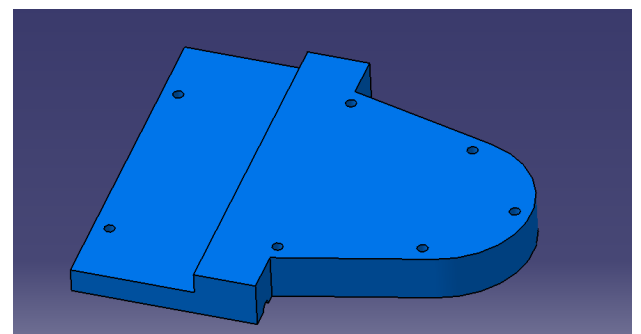
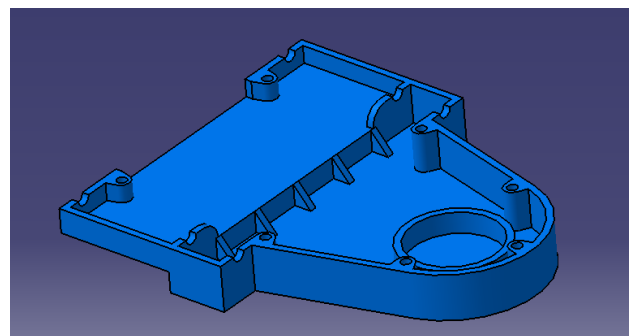


Base montada por completo.

Para el módulo de unión entre la base y los módulos de cámara se utilizaron dos piezas. La primera consistirá en una carcasa inferior diseñada para ser fabricada en plástico inyectado de 2 mm. Consiste simplemente en una pieza de plástico con taladros roscados que permitan unirla a la carcasa superior y una serie de nervios que la refuercen, además tiene unos huecos en los que se situarán los tornillos que la unirán con la base del escáner.



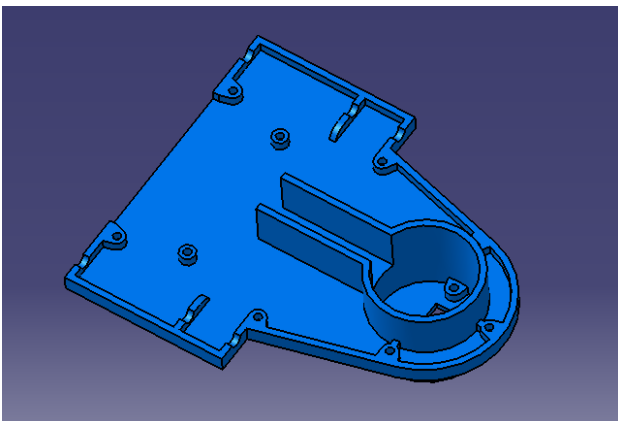
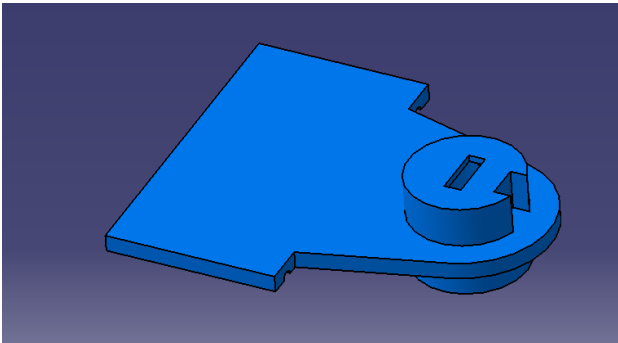
Módulo de unión.



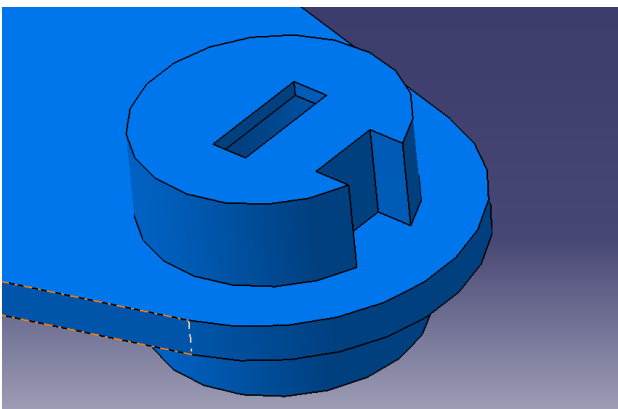
Pieza inferior módulo de unión, vista superior y vista inferior.

PRIMER MODELADO

La parte superior de esta carcasa es de medidas similares a la primera, pero dispondrá de un saliente en la parte superior en el que se colocará la conexión para los módulos de la cámara.



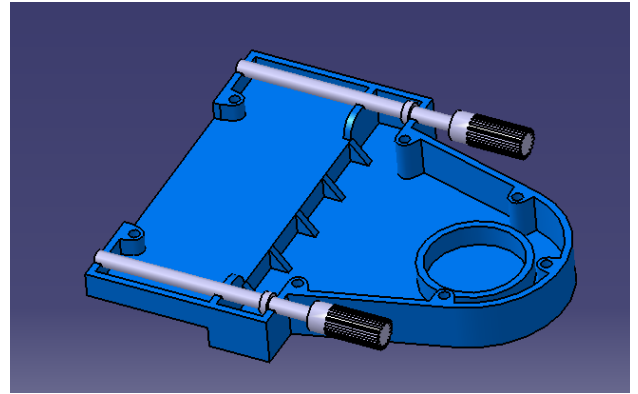
Pieza superior módulo de unión, vista superior y vista inferior.



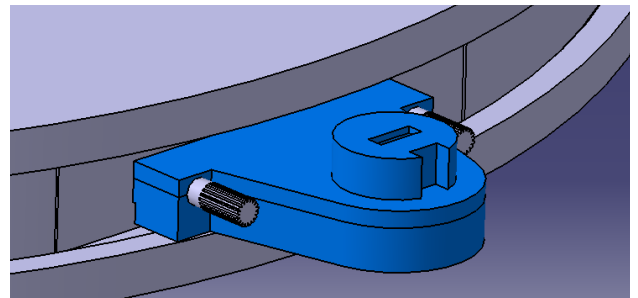
Detalle conexión de módulo inferior con módulo de cámara .

Entre estas dos piezas se situarán también las conexiones electrónicas

que las unen a la base del escáner, y unos tornillos que no roscarán sobre esta esta pieza pero que la unirán a la base dando más solidez a la unión.

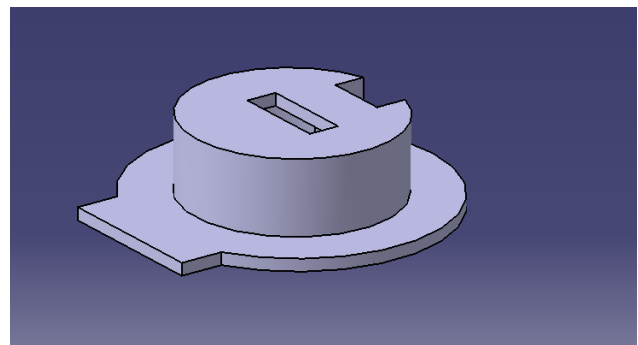


Tornillos de conexión en la pieza inferior del módulo de conexión.



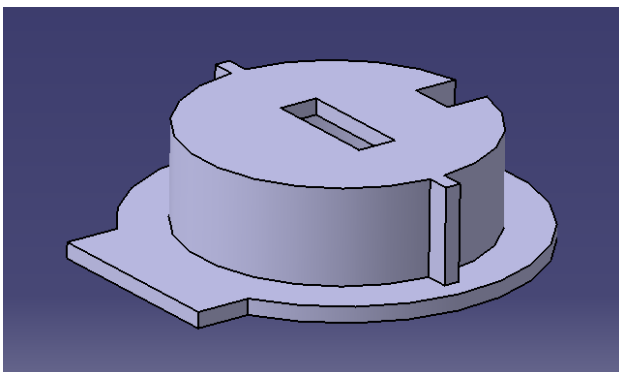
Módulo de conexión colocado en la base.

Los módulos en los que se sitúan las cámaras estarán formados por una carcasa dividida en cuatro partes, dos piezas que servirán como cierre, inferior y superior, en las cuales se colocarán las conexiones electrónicas.



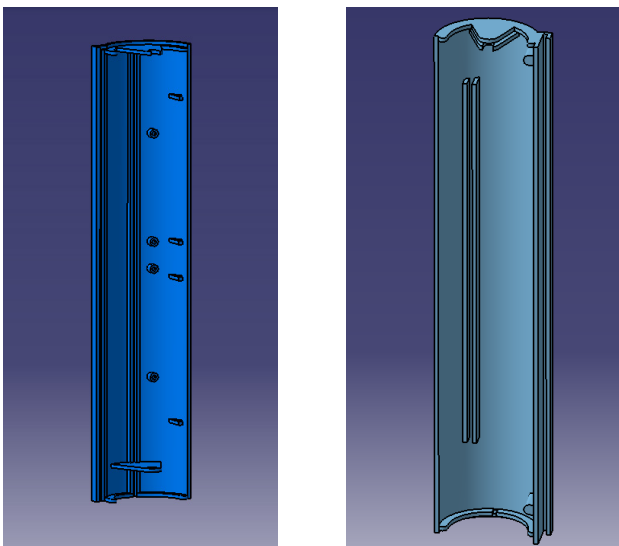
Cierre superior.

PRIMER MODELADO



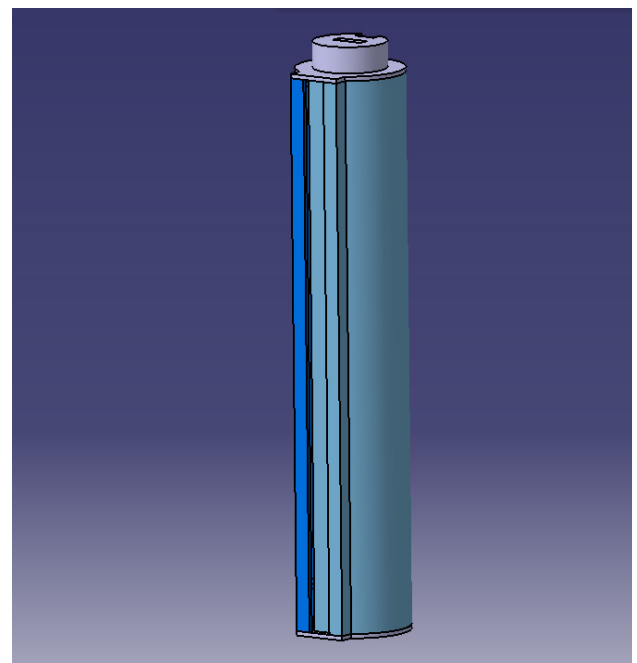
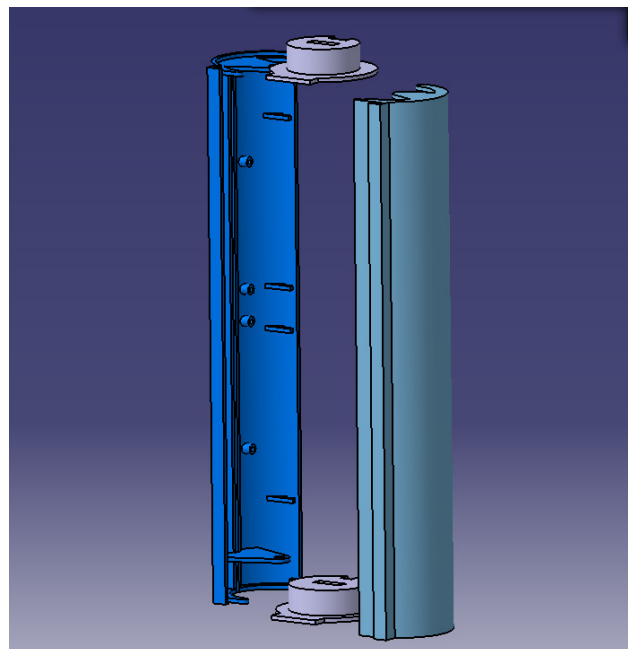
Cierre inferior.

Además de estas dos piezas de la carcasa habrá otras dos piezas laterales, una que servirá como base para colocar la mayor parte de los componentes y otra que se colocará sobre la anterior para cerrar el módulo. Ambas quedarán unidas cuando se coloquen las tapas y se atornillen.



Pieza base carcasa (izquierda) y pieza cierre carcasa (derecha).

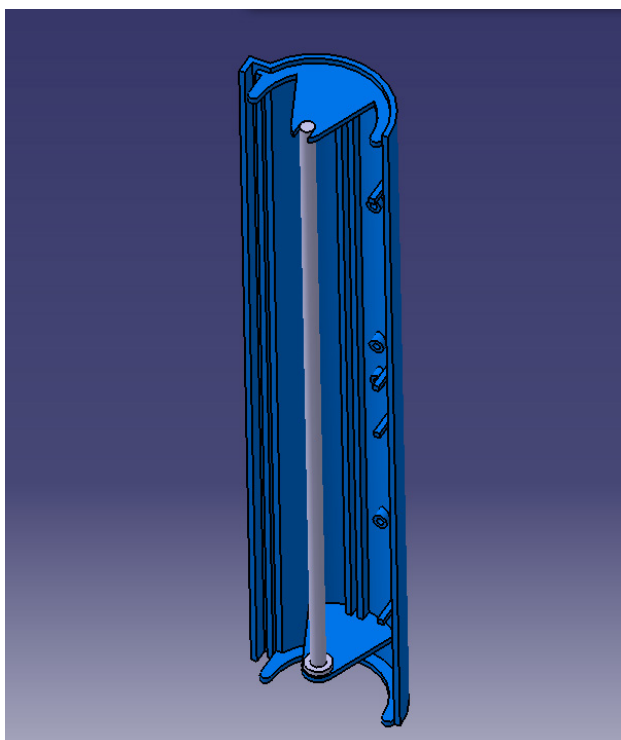
Todas las piezas de la carcasa se han diseñado para ser fabricadas en plástico moldeado por inyección, por lo que se han tenido en cuenta los ángulos de desmoldéo, y se han mantenido unas paredes de un espesor constante de 2 mm.



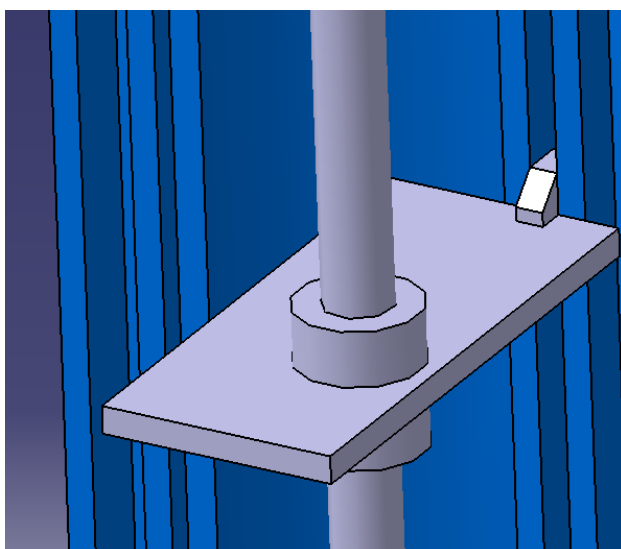
Montaje de las carcasas.

En la pieza que sirve como base habrá que colocar una serie de componentes necesarios para el funcionamiento del mecanismo. El primero en situarse será el eje sobre el que se deslizará el motor. Para ello se han realizado dos salientes, uno inferior y otro superior que tendrán sendos orificios en los que se ajustara el eje.

PRIMER MODELADO



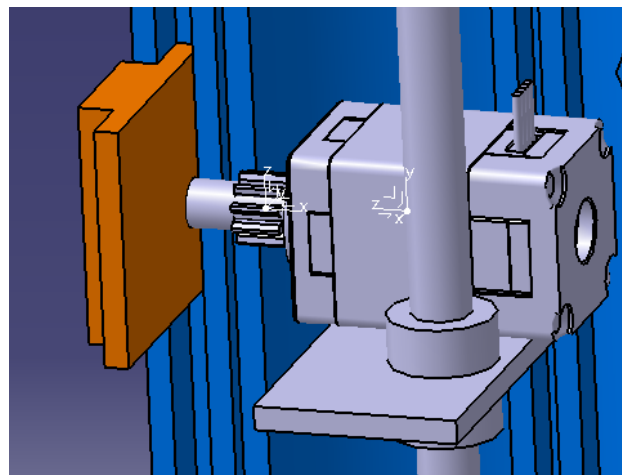
Eje del motor colocado en la pieza base de la carcasa.



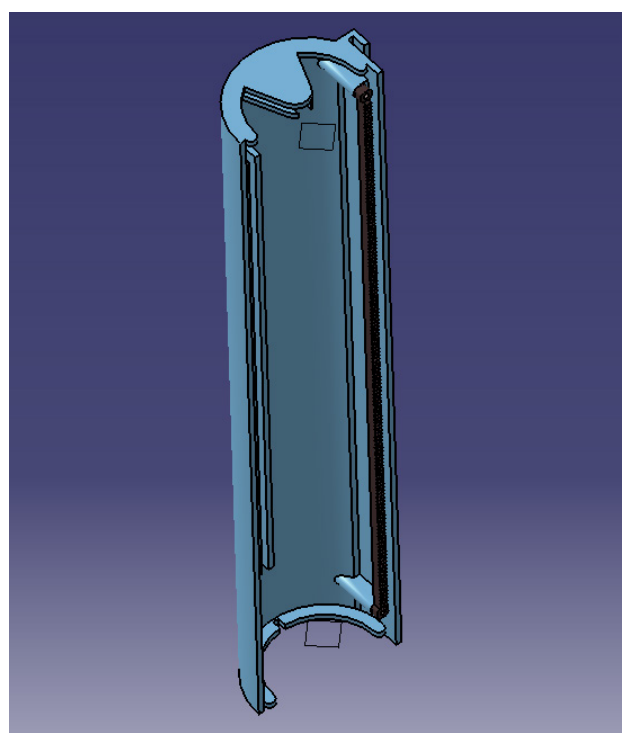
Detalle de la plataforma motor colocada en el eje.

Sobre este eje se deslizará una plataforma en la que irá el motor, este motor girará un engranaje fijo, el cual hará contacto con una cremallera, situada en la otra parte de la carcasa cuando esta se cierre, y de esta forma transformará el movimiento de rotación en movimiento de

translación. Además, al final del eje de rotación del motor se situará un carrete que contendrá la cámara, siendo esta la forma en la que la cámara se moverá arriba y abajo.



Detalle motor colocado sobre la plataforma, y carrete para la cámara.



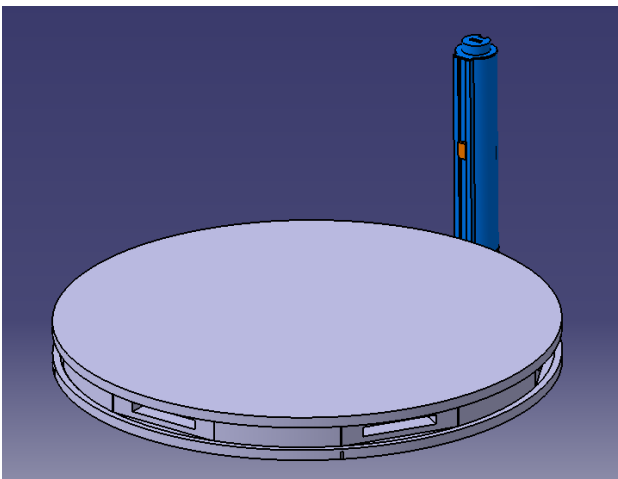
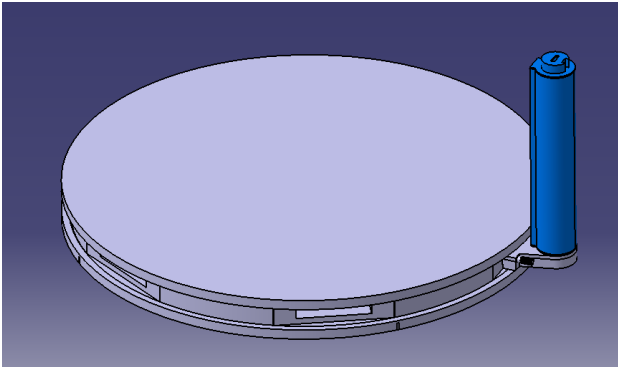
Engranaje de cremallera colocado en la tapa de la carcasa.

En la parte derecha de la carcasa base se situarán los dos tensores, uno en la parte superior y otro en la inferior. Estos tensores evitarán que

PRIMER MODELADO

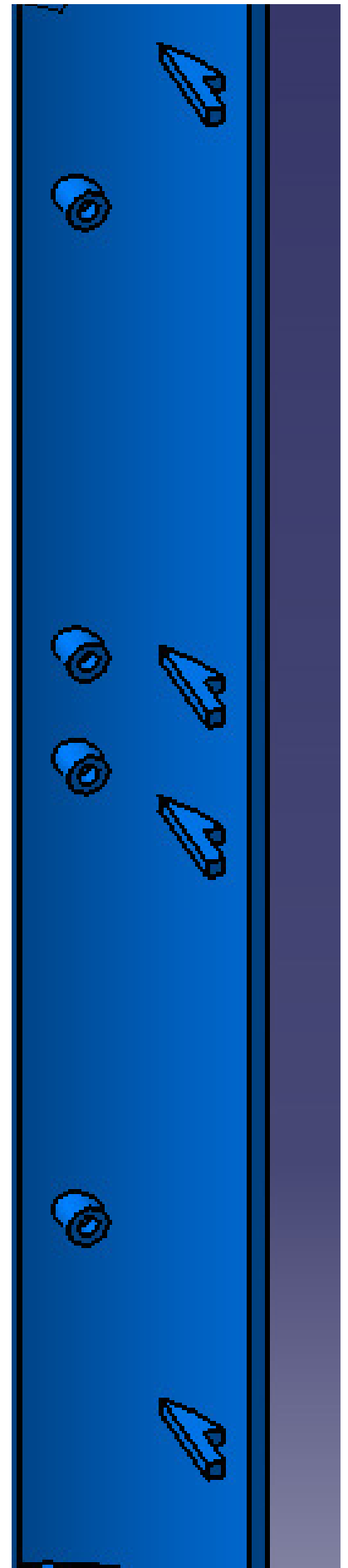
los cables queden sueltos cuando la cámara se mueva, haciendo así que no se enreden con el movimiento.

Los componentes electrónicos necesarios para controlar el movimiento del motor y recopilar los datos de la cámara estarán situados en la parte inferior de la carcasa, aunque su posición aún no se ha concretado en esta primera fase de diseño, y podrá ser modificada posteriormente.



Módulo de cámara colocado en la base

Conexiones para los sensores



PRIMEROS ANÁLISIS

Durante las primeras fases de diseño se planteó como material para la mayoría de nuestras piezas un polímero termoplástico, que se pudiese trabajar por inyección.

En el momento de concretar se escogió el Polietileno de alta densidad (PE-HD). Este material además de unas propiedades mecánicas muy buenas para ser un termoplástico, permite una gran compatibilidad con metales como el aluminio y el acero. En los que quizás tendremos que fabricar algunos de nuestros componentes en caso de que precisemos de mayor rigidez de la que puede ofrecernos un termoplástico.

Para comprobar que la elección del material era adecuada, y cambiarla en caso de que no lo fuese, realizamos un análisis de resistencia sobre las distintas piezas de la base. Dimos las propiedades mecánicas del PE-HD como suficientes para los módulos de las cámaras, ya que estos no tendrán que soportar un gran peso como tendrán que hacerlo la parte central, en la cual se colocará todo el peso de una persona.

Se preparó la simulación en el módulo de análisis de CATIA, se crearon materiales con las propiedades mecánicas del PE-HD y del aluminio para simular las piezas

y a continuación se realizaron una serie de análisis para comprobar principalmente que las tensiones no deformaban la pieza de forma permanente, es decir que no llegaban al límite elástico. También se estudió el desplazamiento que se daba en cada uno de los puntos de la pieza. De forma que estas deformaciones no afecten al funcionamiento del mecanismo.

Se descartó rápidamente la opción de realizar todas las piezas de la base en polietileno, pues en un análisis previo realizado sobre las parte inferior de la base se vio que sufriría deformaciones elevadas con un peso de tan solo 1000 N, y dado que en los análisis que se iban a realizar se iba a utilizar un peso de 2000N para la simulación, se decidió cambiar el material por aluminio desde un principio.

El aluminio que se eligió fue la aleación 6061, que contiene aluminio, magnesio y silicio. Esta aleación es muy común dadas sus buenas propiedades mecánicas y lo fácil de su manipulación.

Además, admite distintos tratamientos térmicos que aumentarán su resistencia en caso de que sea necesario.

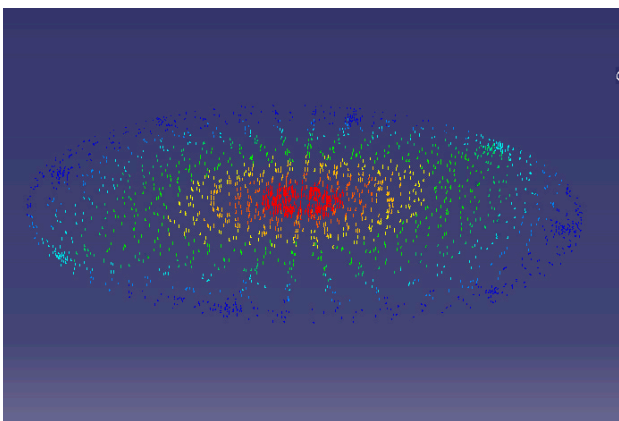
PRIMEROS ANÁLISIS

En nuestro caso utilizaremos la aleación 6061-O, la cual se obtiene con un recocido que otorgará al material un límite elástico de 55MPa

Primer análisis:

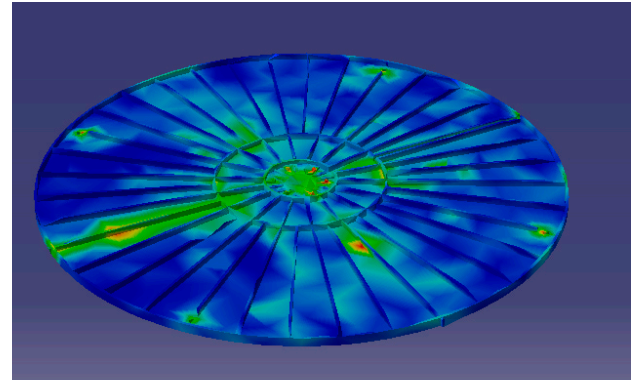
El primer análisis se realizó simulando la base inferior como aluminio, así como el eje central y el refuerzo superior. El resto de las piezas se simularon como polietileno de alta densidad. A excepción de las patas y los rodamientos que se simularon como acero para otorgarles una mayor resistencia. Aun así, estas piezas solo se introdujeron en el análisis para dar mayor realismo a los efectos de las fuerzas en las demás piezas ya que no se estudiarán los resultados obtenidos sobre las mismas.

Al completar el primer análisis observamos que en la parte central de la base se acumulan desplazamientos de hasta 0,078 mm. Estas deformaciones no son demasiado grandes, y se podrían asumir sin que afectasen al movimiento del mecanismo.

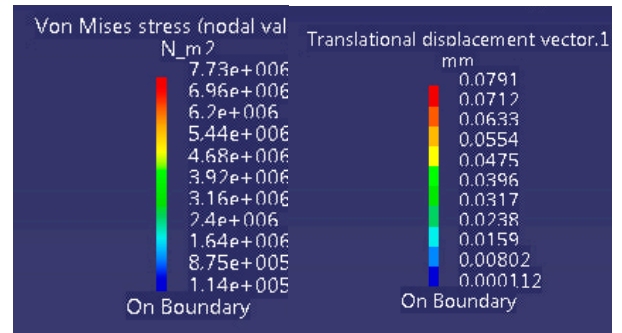


Análisis de desplazamientos sobre la pieza

inferior de la base.



Análisis de tensiones sobre la pieza inferior de la base.



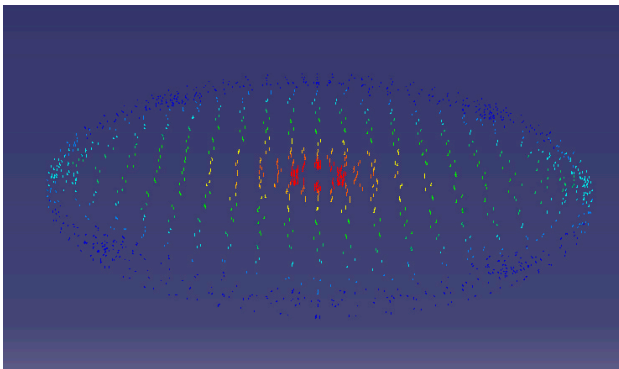
Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

Las tensiones llegarán como máximo a $7,73 \times 10^6 \text{ Nm}^2$, o lo que es lo mismo 7,73 MPa. Esta cifra es muy inferior a los 55 MPa que son el límite elástico del aluminio 6061-O en el que estaría fabricada.

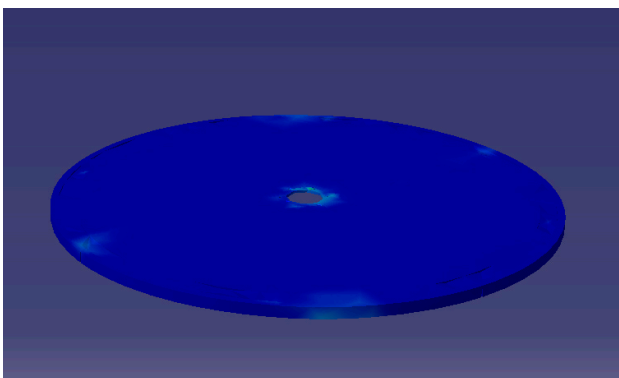
La parte superior de la base se simuló como PE-HD, dado que esta pieza hace contacto con la parte inferior de aluminio no acumula demasiadas tensiones, 0,609 MPa como máximo, estos se centrarán en los puntos que hacen contacto con las patas y con los rodamientos. El límite elástico del PE-HD es de 20,6MPa, por lo cual no sufrirá deformaciones permanentes.

Los desplazamientos máximos serán

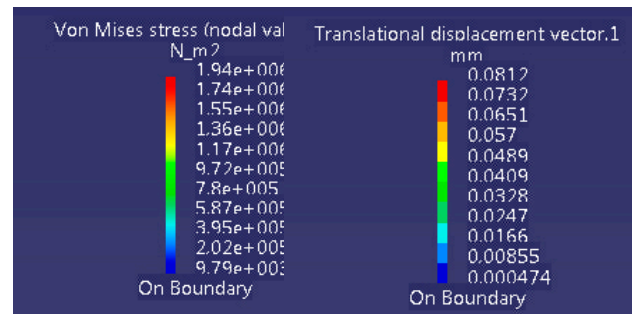
de 0,029 mm, y se concentrarán en los laterales que están más alejados de las patas. Estos desplazamientos no son significativos, pero podemos deducir que también existirían desplazamientos centrales similares a los de la pieza inferior, pero que no se han simulado debido a que en la simulación no se han introducido los tornillos que unirían estas piezas completamente. Aun así, podemos suponer que esta pieza no correrá riesgo de rotura, ya que el peso que recae sobre ella es transmitido directamente a la parte inferior de la base, y los puntos de mayor riesgo que serían las conexiones con las patas no han mostrado una gran acumulación de tensiones en la simulación.



Análisis de desplazamientos sobre la pieza superior de la base.

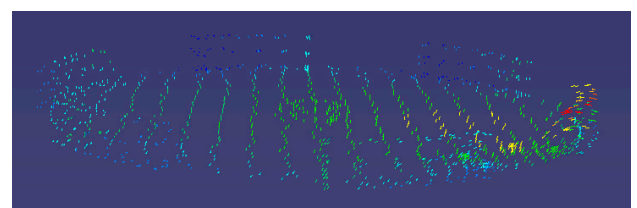


Análisis de tensiones sobre la pieza superior de la base.



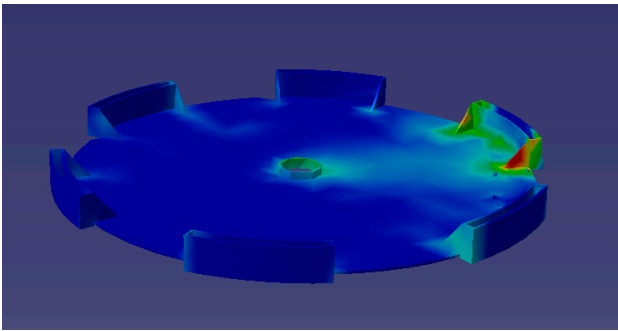
Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

Para el disco central también se eligió como material el PE-HD, en esta pieza no se preveía que apareciesen grandes tensiones, ya que su función principal es la de soportar los componentes y hacer girar el mecanismo, por lo que no tendrá que resistir grandes cargas sobre ella. Aun así en la simulación apareció una acumulación de tensiones en uno de los laterales. Estas tensiones se deben a un fallo en la simulación, que hace que se dé un contacto entre la tapa superior y el disco central, aunque ese fallo de simulación no estaba previsto nos permite ver que las tensiones que se acumulan en esta pieza, incluso cuando hace contacto con la parte superior, no son suficientes como para provocar una deformación plástica permanente, pues las tensiones máximas son de 2,25 MPa, de nuevo muy alejadas de los 20,6 MPa que representan el límite elástico del PE-HD.

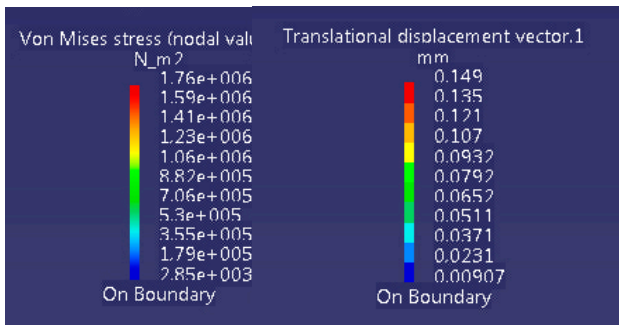


Análisis de desplazamientos sobre el disco central.

PRIMEROS ANÁLISIS

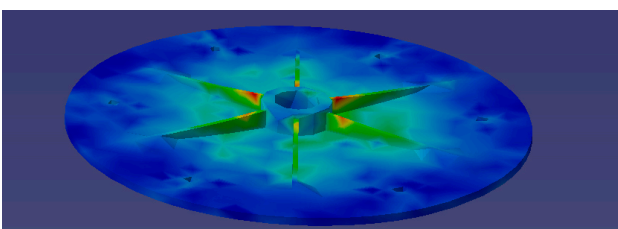


Análisis de tensiones sobre el disco central.



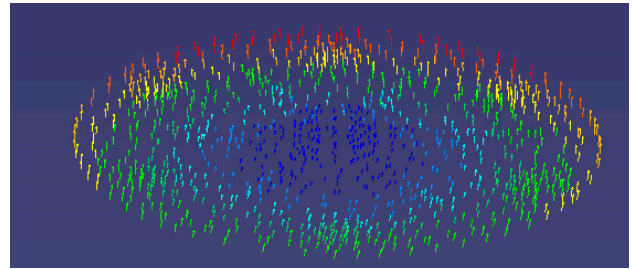
Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

En el análisis pudimos ver que el refuerzo intermedio, simulado en aluminio 6061, acumulaba una gran cantidad de tensiones en los puntos finales de sus nervios estas tensiones llegaban a los 47 MPa, cantidad insuficiente para llegar al límite elástico, pero se nos plantea la necesidad de reforzar esa pieza o utilizar otro tipo de aleación de aluminio más resistente, ya que está demasiado próxima al límite, y cualquier modificación en el reparto de las cargas o movimiento del mecanismo podría llevar las tensiones hasta el límite elástico.

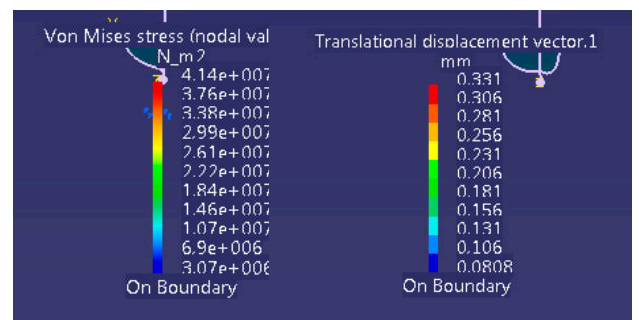


Análisis de tensiones sobre refuerzo.

Del mismo modo al visualizar el análisis de desplazamiento podemos ver como en ciertos puntos se acumulan hasta 0,25 mm de desplazamiento, cantidad suficiente para comenzar a afectar el funcionamiento del sistema.

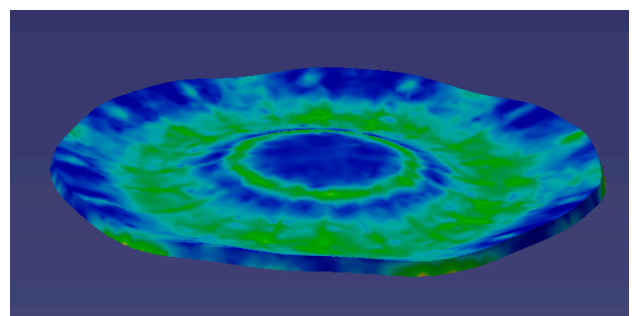


Análisis de desplazamientos sobre refuerzo.



Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

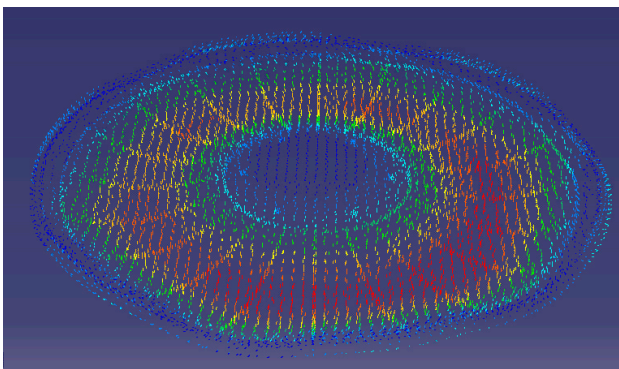
En este análisis se simuló la tapa superior con PE-Hd como material. Podemos ver como no acumula demasiadas tensiones, ya que las transmite a la pieza de refuerzo y a los rodamientos. Siendo la tensión máxima de la pieza 3,6 MPa.



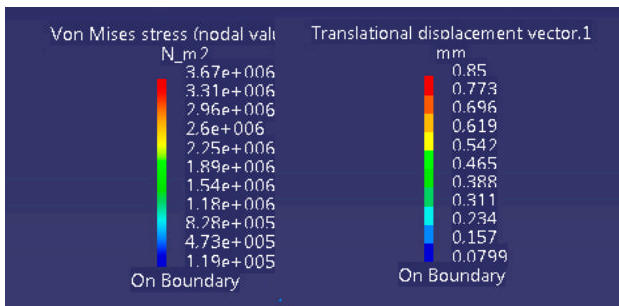
Análisis de tensiones sobre tapa superior.

PRIMEROS ANÁLISIS

Por otra parte al visualizar el análisis de desplazamiento podemos ver que hay deformaciones de hasta 0,8 mm en los puntos centrales. Estos desplazamientos son inadmisibles para piezas de un sistema electrónico, ya que podría hacer que entrase en contacto con los componentes interiores, peligrando así su correcto funcionamiento



Análisis de desplazamientos sobre tapa superior.



Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

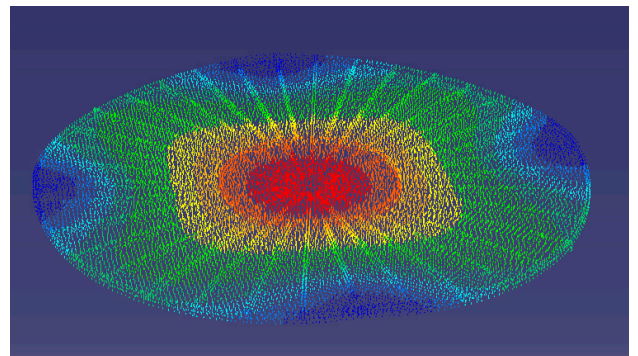
Segundo análisis.

Dados los resultados obtenidos en el primer análisis se modificó el material de la tapa por aluminio 6061. De esta forma se esperaba que las deformaciones producidas en esta pieza fuesen menores.

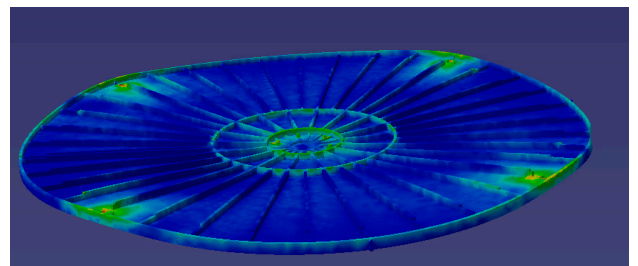
Tras completar la simulación se volvieron a analizar las piezas una

por una.

En la parte inferior de la base encontramos que tanto las tensiones acumuladas en la pieza, como los desplazamientos originados por las mismas habían aumentado. Además de este aumento ambos se habían agrupado en el centro de la pieza, lo que nos lleva a pensar que al ser la pieza superior más resistente que en la simulación anterior habrá transmitido mayor parte del peso al eje central en el que está anclada, haciendo que las tensiones se acumulen debajo de este. Podemos ver como las tensiones llegan hasta los 37 MPa, y el desplazamiento a los 0,59 mm, siendo ambas medidas superiores a las obtenidas en la simulación anterior y pudiendo incluso llegar a afectar al funcionamiento del sistema.

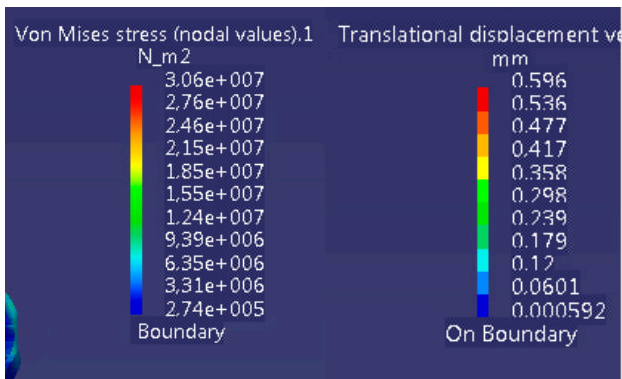


Análisis de desplazamientos sobre la pieza inferior de la base.



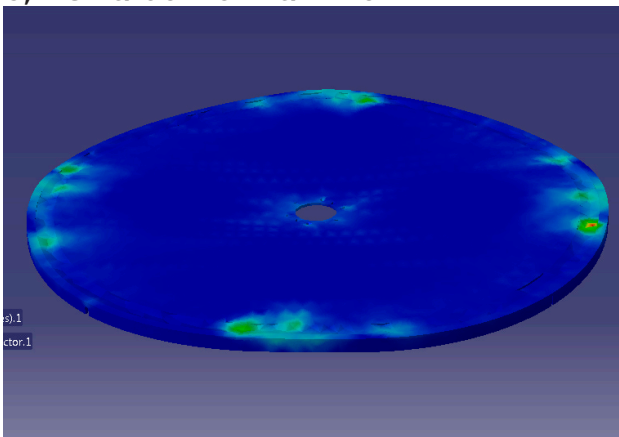
Análisis de tensiones sobre la pieza inferior de la base.

PRIMEROS ANÁLISIS

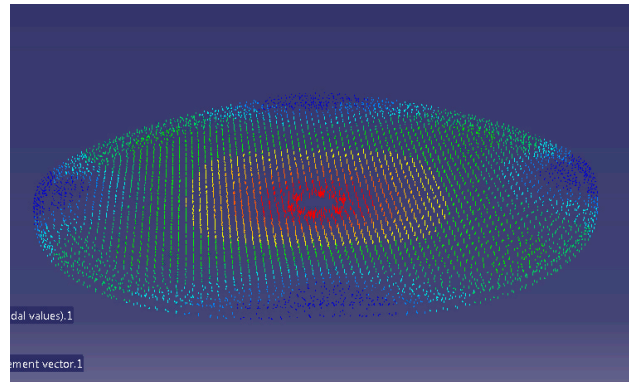


Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

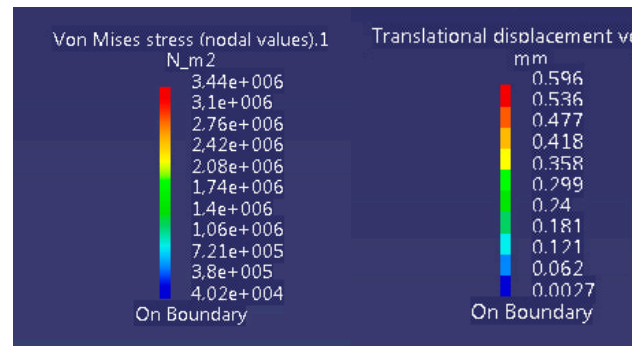
En la parte superior de la base, la cual sigue siendo simulada como PE-HD, podemos ver como al igual que en la base inferior, se ha producido un desplazamiento en el centro de la pieza. Esto no es de extrañar ya que estas piezas permanecen unidas y el desplazamiento de una arrastraría a la otra. Por lo que evitar este desplazamiento, pasará por evitar el de la parte inferior que la sustenta. En cuanto a las tensiones podemos ver como se siguen acumulando en los aquellos puntos donde apoyan las patas y los rodamientos. Estas tensiones siguen sin acercarse al límite elástico del PE-HD pues son de 3,4 GPa como máximo.



Análisis de tensiones sobre la pieza superior de la base.



Análisis de desplazamientos sobre la pieza superior de la base.

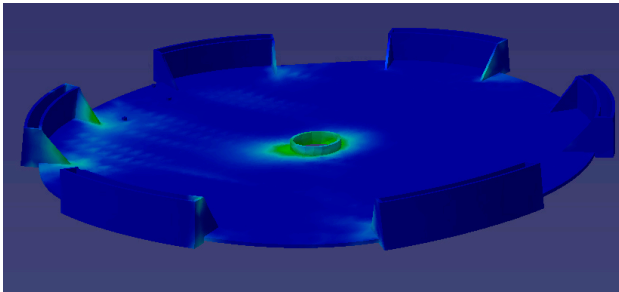


Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

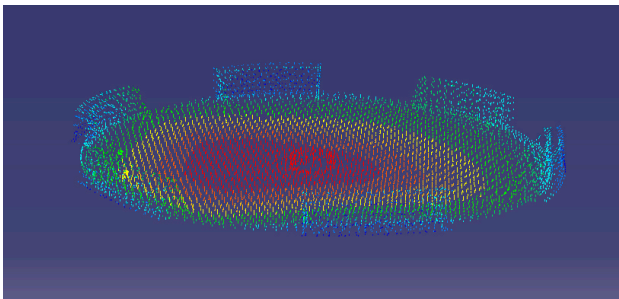
En el disco intermedio podemos ver como las tensiones que habían aparecido por el error de contacto en la simulación se han reducido enormemente al dar más rigidez a la tapa superior. De esta forma las tensiones máximas que encontramos en esta zona rondaran los 1,44 MPa cantidad apenas significativa. Por otra parte podemos ver cómo tanto las tensiones como los desplazamientos se han acumulado en el centro, de igual manera que ocurrió con las piezas de la base. Vemos que los desplazamientos llegaron a 0,59 m y las tensiones hasta los 2,88 MPa. Si bien las tensiones no son significativas para el funcionamiento del mecanismo si lo es el desplazamiento, pero la

PRIMEROS ANÁLISIS

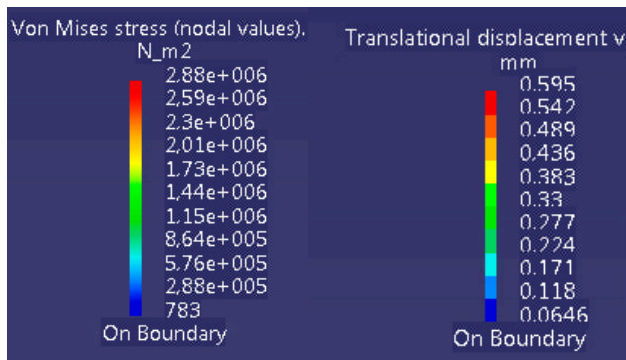
forma de corregirlo pasara de nuevo por corregir el de la base inferior.



Análisis de tensiones sobre el disco central.



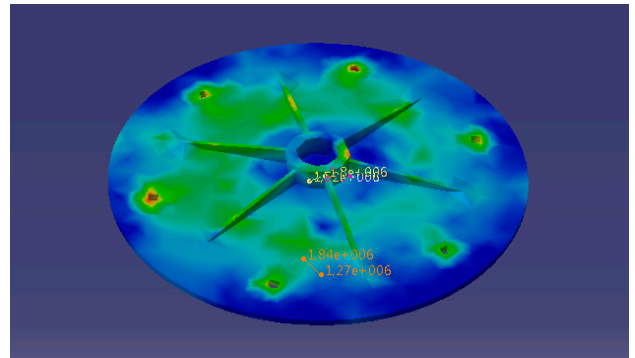
Análisis de desplazamientos sobre el disco central.



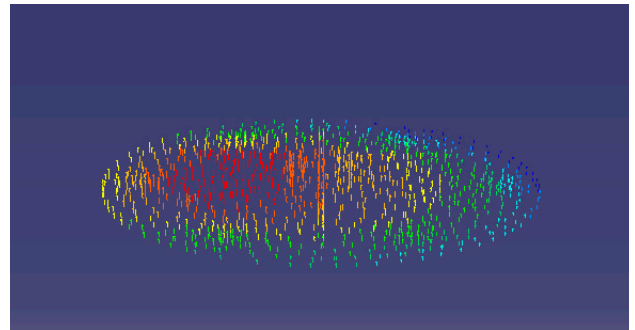
Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

En la pieza de refuerzo podemos ver como las tensiones se han reducido, esto se debe a que gran parte del peso que soportaba ahora recaerá sobre la tapa superior. En cuanto al desplazamiento, al igual que en las demás piezas, vemos como el centro de la pieza se ha desplazado hacia abajo 0,59 mm. De nuevo la forma de evitar este desplazamiento recae en

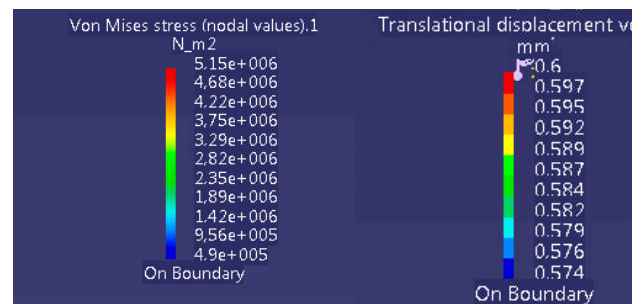
la base inferior y no en esta pieza.



Análisis de tensiones sobre refuerzo.



Análisis de desplazamientos sobre refuerzo.

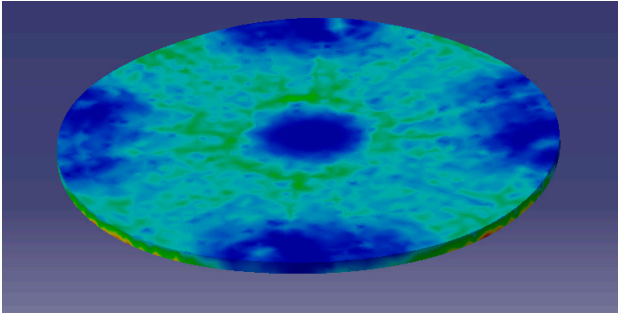


Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

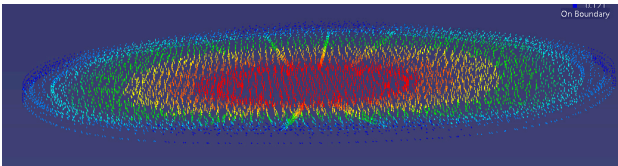
En la tapa superior, cuyo material hemos sustituido de PE-HD por aluminio 6061, podemos ver un desplazamiento de 0,6 mm similar al que encontramos en el resto de piezas. Por otro lado podemos observar como todos los desplazamientos que encontrábamos alrededor del centro han desaparecido, y como las tensiones se han aumentado pero sin llegar a acercarse al límite de

PRIMEROS ANÁLISIS

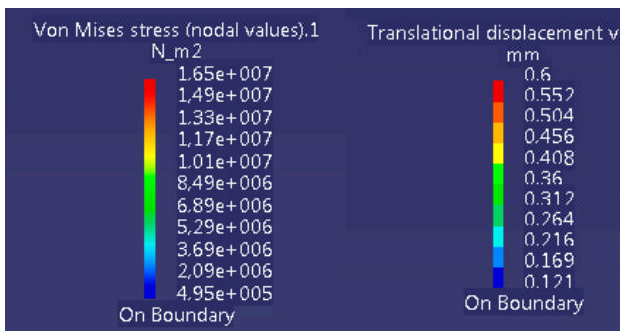
elasticidad, que ahora será mayor al haber cambiado el material.



Análisis de tensiones sobre tapa superior.



Análisis de desplazamientos sobre tapa superior.



Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

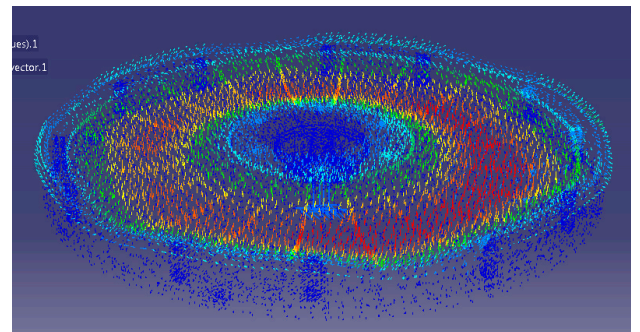
Con todos estos resultados podemos comprobar que el cambio de material de la tapa ha mejorado el reparto de tensiones, y eliminado las deformaciones laterales. Pero por contrapartida, al concentrar las tensiones en el medio de la pieza se ha hecho que todo el centro del sistema se hunda, provocando deformaciones preocupantes.

Por ello se realizarán dos nuevos análisis fijando la parte central de

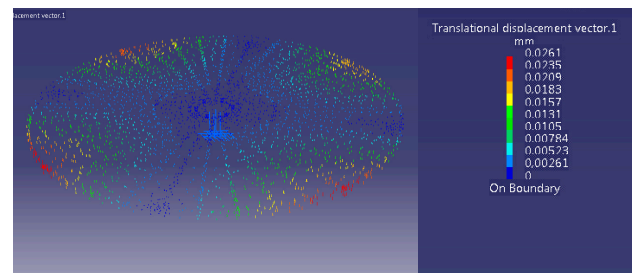
la base para simular el efecto que tendría un punto de apoyo central, es decir una quinta pata situada en el centro. La tercera simulación se hará fijando el punto de apoyo central pero manteniendo la tapa con PE-HD como material, en la cuarta se ha fijado la base y se ha cambiado el material por aluminio como en la segunda simulación.

Tercer análisis

Podemos ver como los resultados de la tercera simulación son similares a los obtenidos en la primera. Detectamos pequeñas deformaciones en las piezas inferiores y central, pero sin llegar a ser preocupantes, también encontraremos tensiones importantes en el refuerzo pero podrían solucionarse con un pequeño rediseño de la pieza.

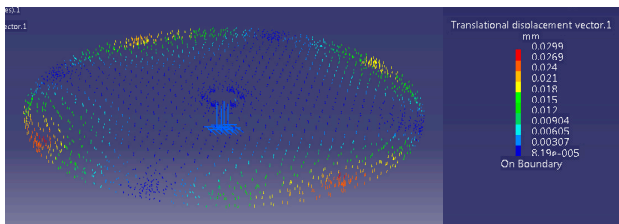


Análisis de desplazamientos sobre el conjunto.

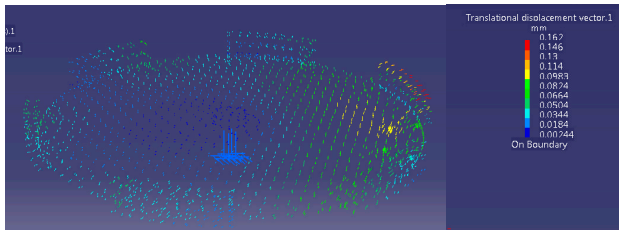


Análisis de desplazamientos sobre la pieza inferior de la base.

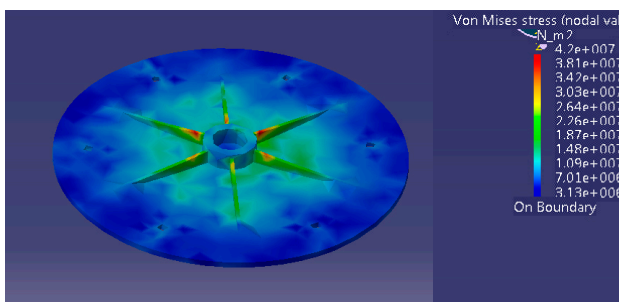
PRIMEROS ANÁLISIS



Análisis de desplazamientos sobre la pieza superior de la base.

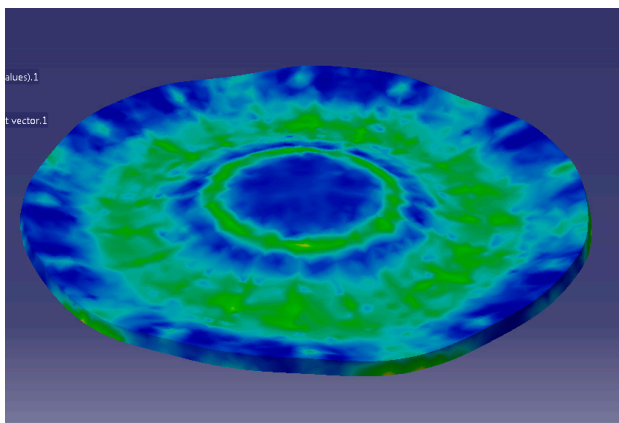


Análisis de desplazamientos sobre el disco intermedio.

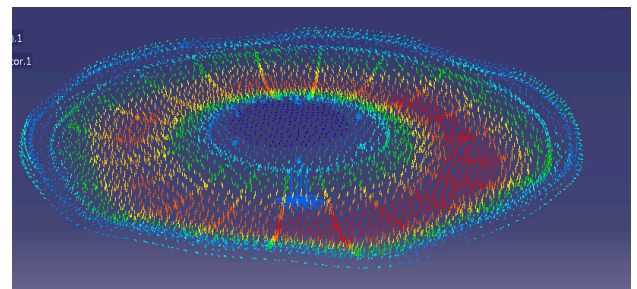


Análisis de tensiones sobre refuerzo.

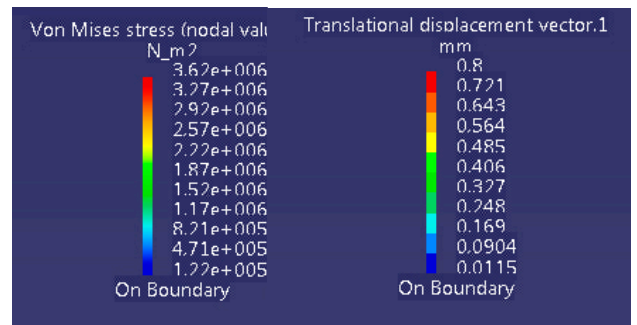
El mayor problema que aparece en este análisis, al igual que en el primer, son las grandes deformaciones que aparecen alrededor del centro de la tapa y que llegan de nuevo hasta los 0,8 mm.



Análisis de tensiones sobre tapa superior.



Análisis de desplazamientos sobre tapa superior.



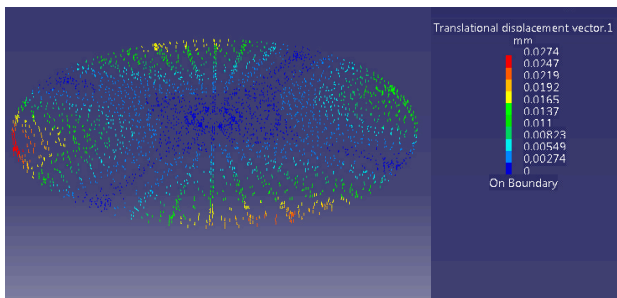
Escala de tensiones (izquierda) y de desplazamientos (derecha).

Cuarto análisis

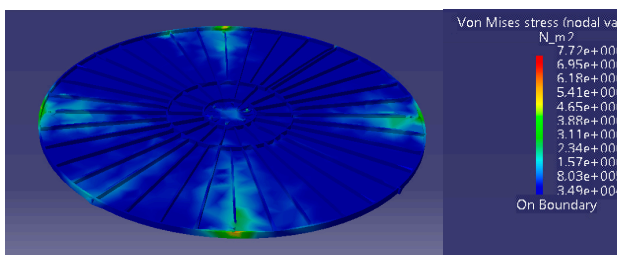
En la cuarta y última simulación obtuvimos los resultados más favorables. En la base podemos observar como los desplazamientos centrales que encontramos en la segunda simulación han desaparecido al añadir un punto de apoyo central. De esta forma los desplazamientos máximos se encontrarán ahora en los laterales más alejados de las patas, y serán de cómo máximo 0,027 mm, cantidad aceptable para nuestro sistema.

En cuanto a las tensiones vemos como también se han reducido hasta 7,72 MPa en sus puntos máximos, concentrándose ahora en las uniones con las patas.

PRIMEROS ANÁLISIS

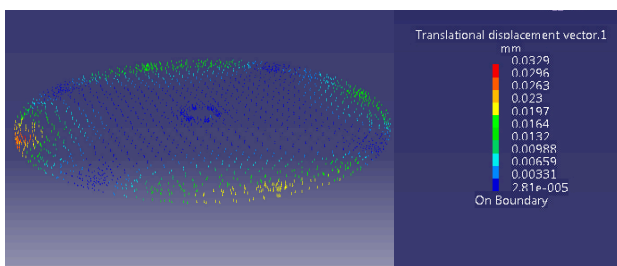


Análisis de desplazamientos sobre la pieza inferior de la base.

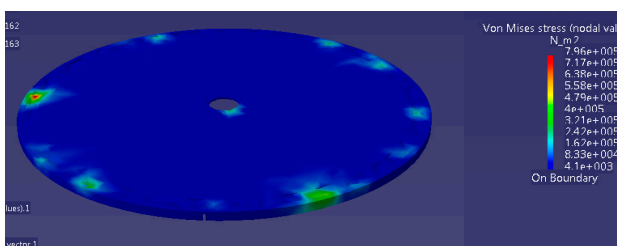


Análisis de tensiones sobre la pieza inferior de la base.

En la parte superior de la base encontraremos desplazamientos similares a los de la parte inferior, y las tensiones serán muy reducidas, de 0,78 MPa como máximo.



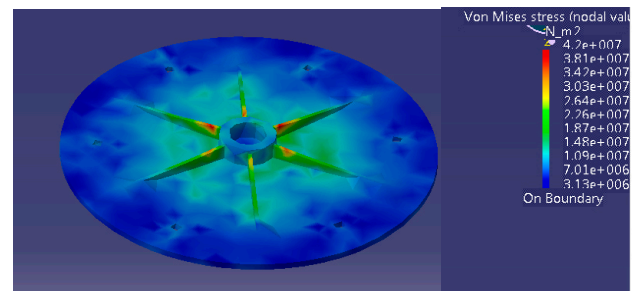
Análisis de desplazamientos sobre la pieza superior de la base.



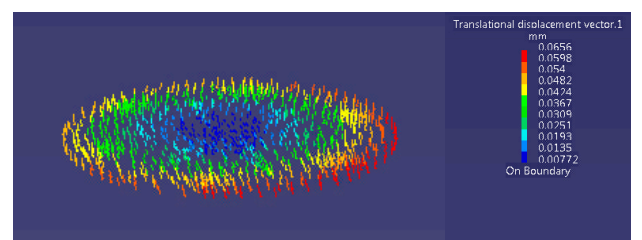
Análisis de tensiones sobre la pieza superior de la base.

En el refuerzo podemos ver cómo tanto las tensiones como los

desplazamientos se han reducido siendo el máximo de las primeras 15 MPa y el máximo desplazamiento 0,065 mm, ambas cantidades son aceptables para el proyecto, pero quizás sería conveniente modificar el diseño de los nervios para reducir un poco más las tensiones que se acumulan en ellos.



Análisis de tensiones sobre la pieza de refuerzo.



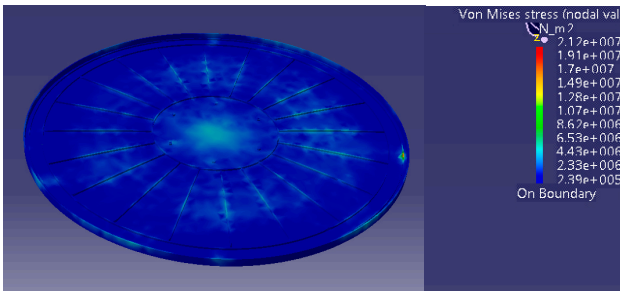
Análisis de desplazamiento sobre la pieza de refuerzo.

Por último en la tapa podemos ver como las deformaciones indicadas por los desplazamientos se han reducido al mínimo, concentrándose aun alrededor de la parte central pero siendo ahora solo de 0,097 mm, y no de 0,8 mm como eran anteriormente. Además las tensiones máximas serán de 20 MPa, cantidad que encontramos en un solo punto de la simulación y que seguramente se deba a un fallo de la misma, el valor real de la tensión máxima estará en torno a los 4 MPa, ya que encontramos esa tensión en la mayoría de puntos

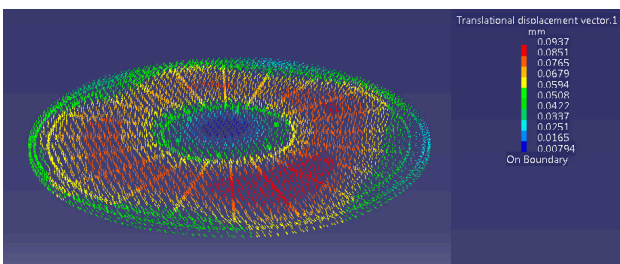
PRIMEROS ANÁLISIS

de contacto con otras piezas. Aun así ninguno de los dos valores se acerca al límite elástico del Aluminio 6061, por lo que la pieza no correrá riesgo de colapso.

También se ha visto que habrá que añadir una quinta pata o punto de apoyo en el centro de la base, esto para evitar que todo el centro del sistema se hunda.



Análisis de tensiones sobre tapa superior.



Análisis de desplazamientos sobre tapa superior.

Conclusiones.

Tras realizar el estudio mecánico podemos sacar algunas conclusiones que nos ayudarán a modificar el diseño de nuestro sistema para la fase final.

Primero establecer como material el aluminio para la parte inferior de la base y para la tapa superior. El resto de componentes podrían seguir siendo fabricados en polietileno.

Además, al fabricar la tapa en el mismo material que el refuerzo intermedio se podría eliminar este e incluir simplemente nervios de refuerzo hasta el centro de la tapa.

COMPONENTES COMERCIALES

Antes de pasar a la fase de diseño final se elegirán los componentes comerciales que se van a utilizar. De esta forma se podrá modificar el diseño de las piezas de fabricación propia para que se adapten a los mismos.

Entre estos componentes se elegirán también las partes electrónicas. Estas no serán partes definitivas, ya que el diseño de los componentes electrónicos no forma parte de nuestro proyecto, pero nos servirá para aproximar su posición en el diseño.

De esta forma los componentes comerciales que se necesitaran serán:

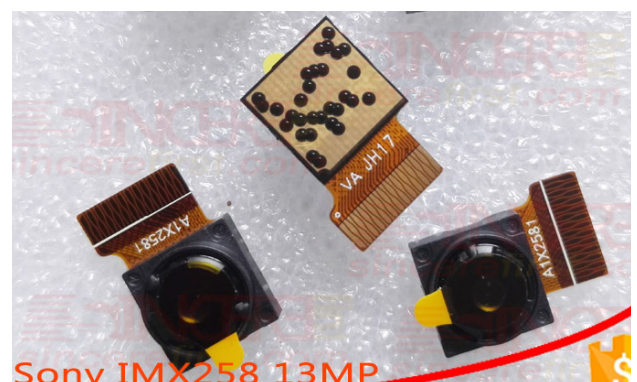
Cámara para el módulo de captura de imágenes

Estas cámaras serán el componente principal de nuestro escáner, pues serán las encargadas de tomar las imágenes que más adelante conformarán el modelo 3d.

Estas cámaras irán montadas sobre un carro que se moverá en vertical. El tamaño de esta cámara deberá ser lo menor posible para que se pueda montar sobre este carro. Además se buscará la mayor calidad de imagen posible así como el máximo

angular de captura. Para poder tomar imágenes desde cerca sin que afecte a la calidad de las mismas.

Se ha encontrado un proveedor dedicado a fabricar módulos de cámara según las especificaciones del cliente, dentro de unos parámetros establecidos. Por lo tanto se encargará a este proveedor un módulo de medidas 11x11x9 para nuestra cámara. En cuanto a la calidad de la misma se puede seleccionar entre 2 y 24 mp, en nuestro caso escogeremos un módulo de 13 mp para poder establecer un precio, aunque en el momento de comercializar nuestros productos se puedan ofrecer cámaras de distintas calidades. Las cámaras que ofrece este proveedor tienen una distancia mínima de enfoque de 10 cm, medida suficiente para que podamos utilizarlos. Este proveedor además permitirá equipar la cámara con una lente, aunque se seguirá dejando espacio en el diseño para otra, en caso de que quiera cambiarse.



<https://spanish.alibaba.com/product-detail/china-mobile-phone-camera-module-manufacturer-good-cmos-image-sensor-price-60635907026.l?spm=a2700.8698675.29.10.1acd6fb465n3KN&s=p>

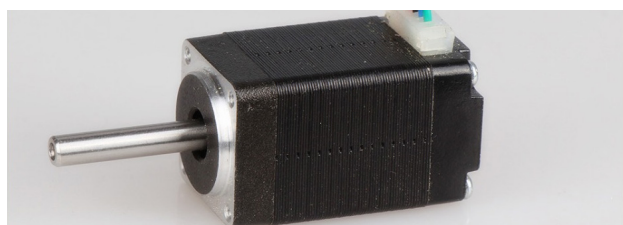
https://www.alibaba.com/product-detail/Direct-Factory-Price-MIPI-Interface-camera_60637711362.html?spm=a2700.md_es_ES.pronpeci14.3.482de1b4JG6MQI

Motor

Se han buscado unos motores que nos ofreciesen una gran precisión respecto al control de posición, y un tamaño reducido para que puedan encajar con facilidad en nuestro sistema. La potencia no era un requisito importante, pues no están destinados a enfrentar grandes momentos de torsión.

Por ello se ha escogido un motor que habitualmente se utiliza para impresoras 3d, un tipo de sistemas con necesidades similares a las nuestras.

Recordemos que la elección de este motor solo es una guía para visualizar la posición de los motores, y estimar su precio. Por lo que no se han realizado comprobaciones de potencia y otros cálculos que podrían ser necesarios si se realizase el diseño del apartado electrónico del sistema.



<https://spanish.alibaba.com/p-detail/1-8-degree-20mm-2phase-hybrid-stepper-motor-20mm-small-stepping-motor-60272440819.html> Motor para el módulo de captura de imágenes y para el disco central.

Engranaje para el eje central

Aunque los ejes son piezas normalizadas, la gran cantidad de variantes que hay en estas piezas hacen que la mayoría de las empresas las encarguen a medida.

Para el eje central se utilizará un engranaje de nylon de módulo 1. Este engranaje tendrá un espesor de 5 mm y un diámetro de 100 mm, por lo que al ser su módulo 1 contará con 100 dientes.

El orificio interior de este engranaje encajará con el eje y medirá por lo tanto 25 mm de diámetro, además tendrá una muesca para mantenerlo fijo al mismo.



Engranaje motor del disco central

Este engranaje encajará con el anterior, por lo que tendrá que estar

fabricado con el mismo módulo, 1. El material también será el mismo Nylon. y tendrá un diámetro de 25mm. De esta forma obtendremos 25 dientes, y la relación de transmisión será 0,25. Es decir que tendremos una relación de reducción que nos permitirá por una parte controlar su posición de forma más exacta y además afrontar una resistencia mayor con un motor de poca potencia.

Este engranaje tendrá un orificio de forma cuadrada para encajar con el motor seleccionado



Engranaje para carro de la cámara

Este engranaje estará montado en el motor que mueve la cámara, engranará con un engranaje de cremallera que otorgará el movimiento vertical.

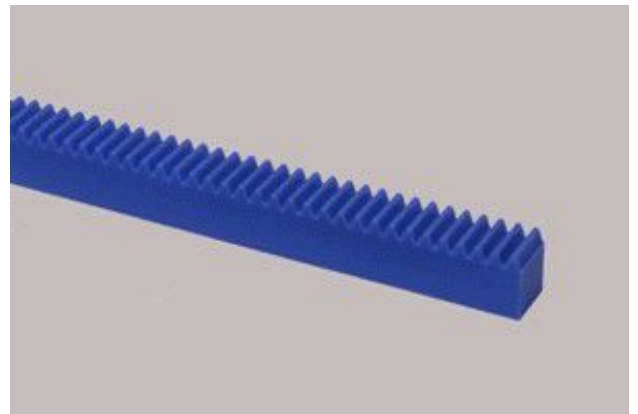
Se utilizará un módulo pequeño para aumentar el número de dientes y que el movimiento sea más fluido y preciso.

En este caso el engranaje elegido tendrá módulo 0,5 y un diámetro de 8 mm, por lo que tendrá 16 dientes.



Engranaje de cremallera para el Modulo de captura de imágenes

Este engranaje encajará con el anterior, por lo que tendrá el mismo módulo, su longitud dependerá de la altura que se otorgue al módulo de la cámara, por lo que aún no podemos precisar cuál será exactamente, pero sí que podemos decir que contará con orificios en sus extremos para fijarlo a la carcasa.



<http://www.mapsavalencia.com/piezas-industriales/engranajes-plastico/>

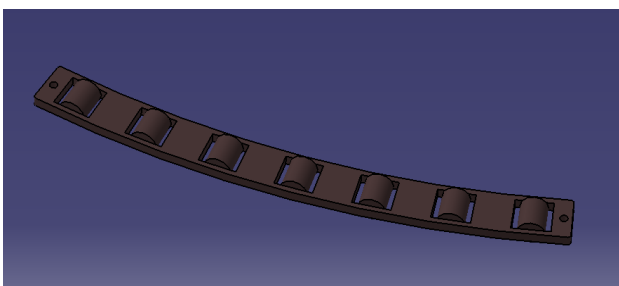
Rodamientos para el disco central

La elección de rodamientos para el disco central es complicada, ya que se necesitarían al menos dos rodamientos axiales de prácticamente 900mm, que es la medida del disco.

Como utilizar unos rodamientos tan grandes encarecería demasiado el sistema, y nos obligaría a aumentar su altura para que pudiesen encajar, se ha decidido sustituirlos por múltiples piezas más pequeñas que hagan su función. Es decir, que en lugar de usar el disco de rodamientos completo se utilizaran piezas que simulen ángulos del mismo.

En la primera simulación se utilizaron unas piezas metálicas que cumplían esta función y transmitían el peso desde la tapa a la base. Para el diseño final se utilizarán unas piezas más pequeñas y similares a los rodamientos cónicos, de forma que su fabricación sea más sencilla.

Por lo tanto, aunque estas piezas quizás se podrían encontrar en algún proveedor especializado, se diseñaran de forma específica para nuestro sistema dadas las medidas concretas que necesitarán.



Rodamiento partido

Conectores USB macho y hembra

Conexiones necesarias para conectar los distintos módulos. Las conexiones entre distintos módulos se realizarán con conectores USB.



Conector usb macho

http://www.diotronic.com/4053-coneusb-a-macho-90%C2%A7_22865/



Conector USB hembra

http://www.oxdea.com/index.php?id_producto=162&controller=product&id_lang=1

Circuitos electrónicos

Aunque se desconocen qué clase de circuitos electrónicos necesitará nuestro sistema se simulará la posición y colocación de los mismos con unos circuitos estándar.

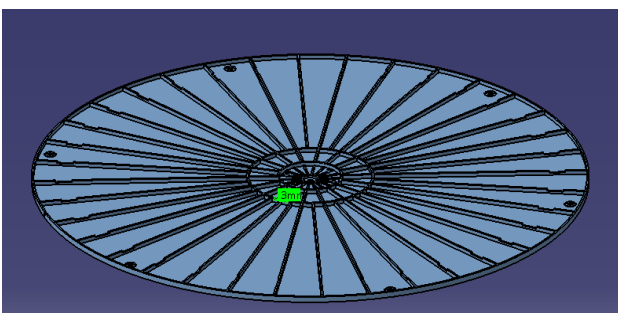
Estos se colocaran en las siguientes posiciones, a la salida del cable principal para transmitir los datos al ordenador, junto al motor de la rueda central para controlar su movimiento y posición, y junto a la entrada de cada uno de los conectores de los módulos de cámara para recopilar sus imágenes. En cuanto a estos módulos se colocarán dos circuitos, uno junto a la conexión, para recopilar las imágenes y transmitir las, y otro en el carro motor, para controlar el movimiento del mismo y conectarse a la cámara.

DISEÑO REVISADO

Una vez elegidos los componentes comerciales que se iban a utilizar, comenzó la tarea de rediseñar los componentes propios. Para ello se realizó un modelado completamente nuevo en Catia. Aunque esta vez se utilizó como referencia el diseño anterior y los resultados obtenidos en los análisis de resistencia realizados para fijar las medidas y añadir las modificaciones necesarias sobre las piezas.

Pieza inferior base.

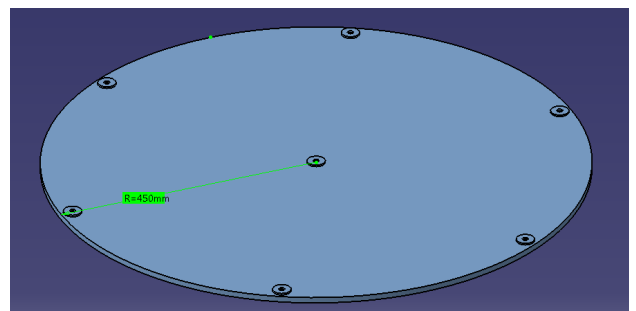
Esta pieza fue por la que se comenzó el diseño final. Es una pieza planteada para ser fabricada en aluminio inyectado, con un espesor de 3mm. Es por lo tanto muy similar a la pieza del primer diseño, pero se modificaron algunas cosas.



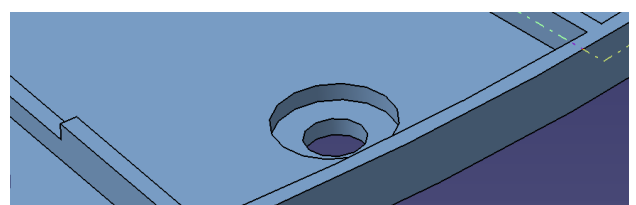
Para empezar su tamaño pasó de 600 mm de diámetro a 900 mm. Esto se ajusta más a las medidas reales de una persona, permitiendo así que los módulos que contendrán las cámaras giren alrededor sin chocar

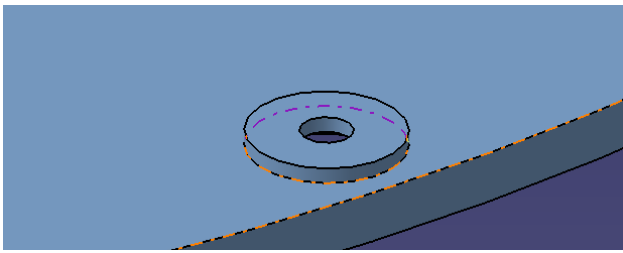
con los hombros de la persona que se esté escaneando.

Al aumentar el diámetro del disco también se aumentó la cantidad de patas que van a soportarlo, siendo ahora de siete en lugar de las cuatro iniciales. Seis de estas patas se colocarán en la parte exterior del disco, y uno en el centro soportando el peso del eje.

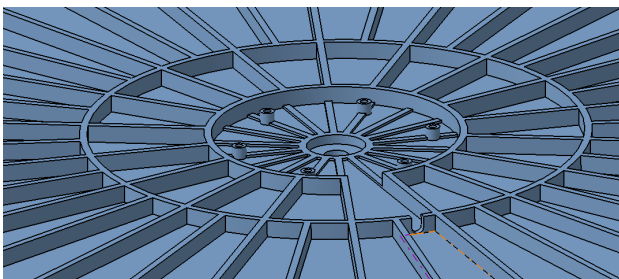
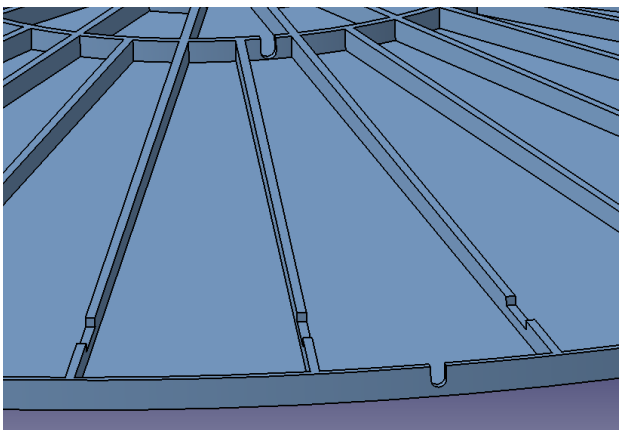


Para mejorar la unión de estas patas, se realizó un pequeño refuerzo en el que encajaran dándoles una mayor longitud de roscado, también se modificó su posición separándolas del carril guía en el que se encontraban en el primer diseño, de esta forma obtendríamos una pieza más simple y reduciríamos la posibilidad de imperfecciones durante el desmoldado.

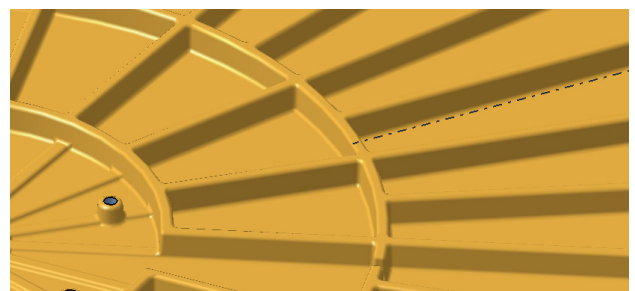
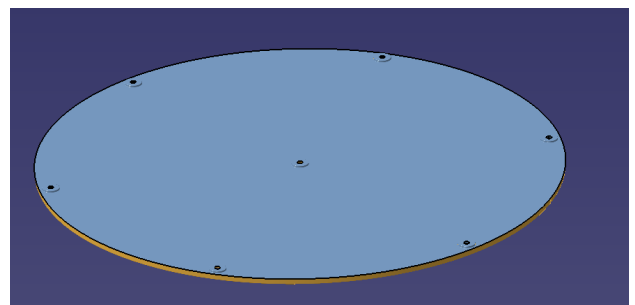
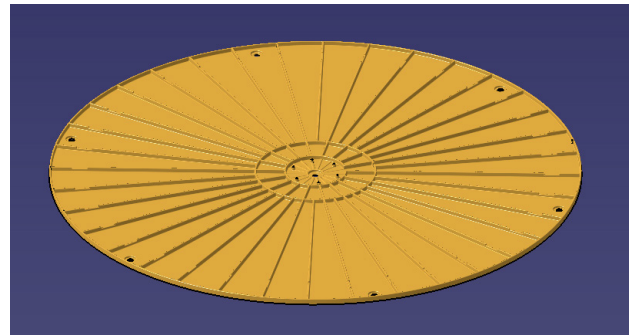




Por último se eliminaron las guías de posición que se habían introducido inicialmente, pues simplemente el cable ya marcaría la posición correcta.

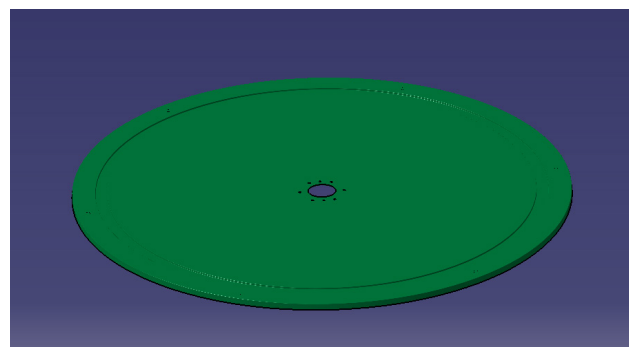


Una vez terminada la pieza se añadieron los ángulos de desmoldéo y se redondearon las aristas para facilitar el mismo. Esta pieza se realizará con un molde simple de dos piezas, y los ángulos de desmoldéo que se añadieron serán de 1 o 2 grados según lo permita la geometría de la misma.



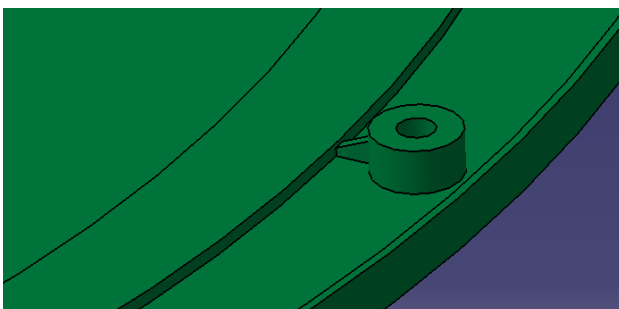
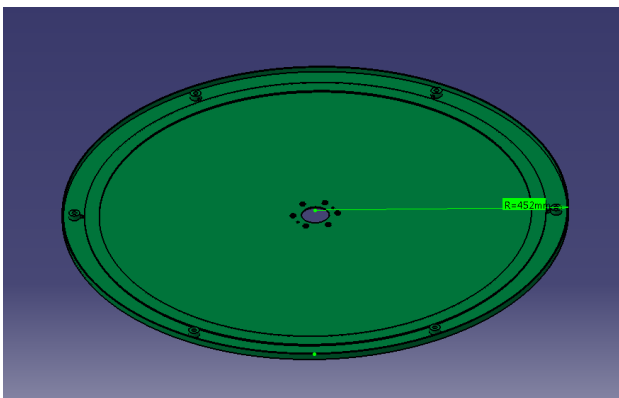
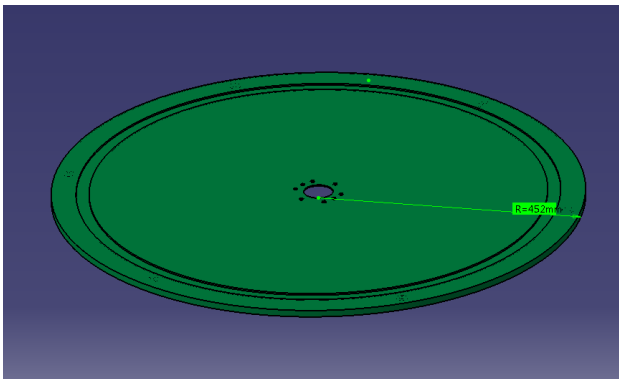
Pieza superior base

Tras diseñar la parte inferior de la base se diseñó la parte superior de la misma. Esta pieza estará realizada en polietileno de alta densidad inyectado en un molde simple de dos piezas. Y tendrá un espesor de 2 mm.

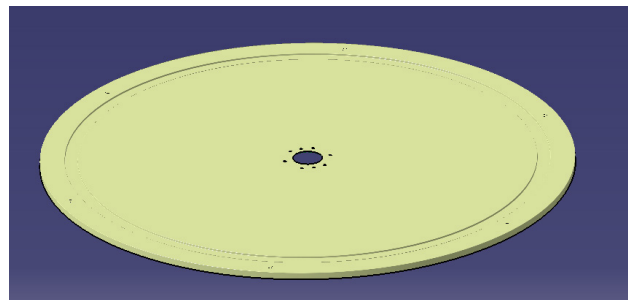
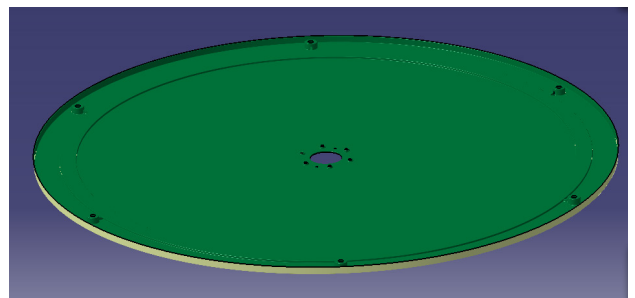


DISEÑO REVISADO

Al tener que encajar con la parte inferior de la base esta sufrirá los mismos cambios, se aumentará su diámetro interno a 900 y se modificará la posición y cantidad de patas.

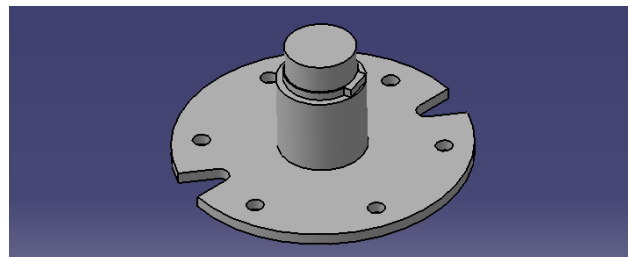


Por lo demás seguirá siendo igual al diseño original, aunque de nuevo se han añadido ángulos de desmoldéo y redondeos en sus aristas para permitir su correcta extracción del molde.

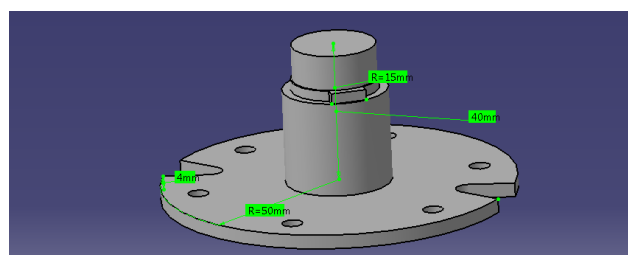


Eje central

El eje central es una pieza que permanecerá prácticamente igual tras el rediseño, solo se han ajustado ligeramente algunas de sus medidas.

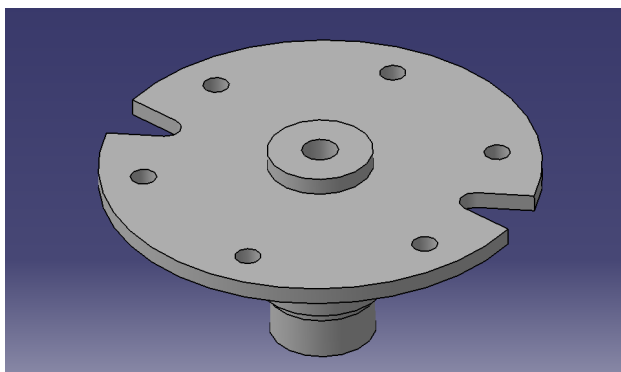


El resultado final es una pieza de acero realizado por mecanizado, consistente en un disco inferior de D100 y 4mm de espesor y un macizo cilíndrico de D30 y longitud 40 mm.



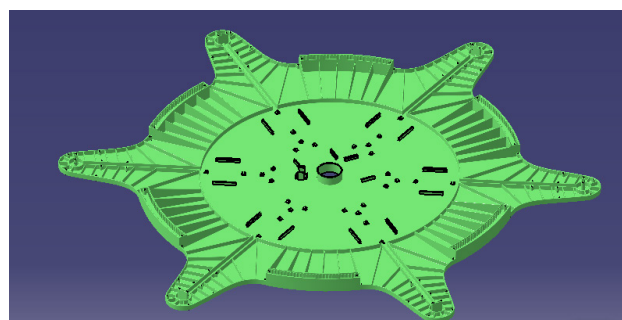
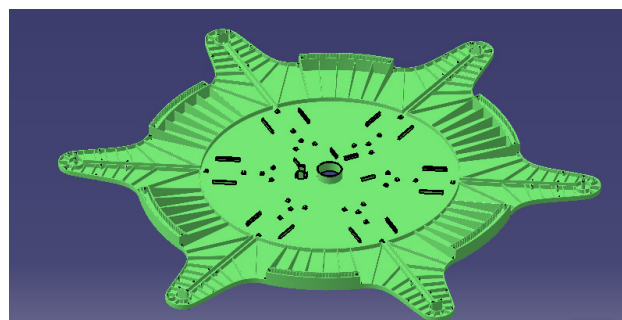
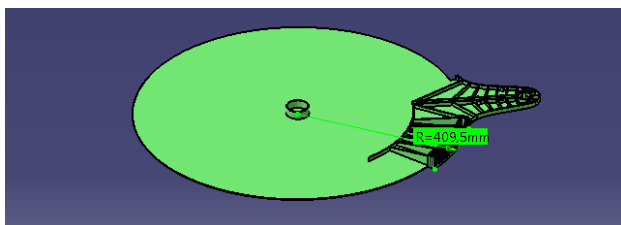
DISEÑO REVISADO

El disco contará con seis taladros de 6 mm que permitirán unirlo a la base, y con dos ranuras que permitirán situar la conexión axial. Por su parte el cilindro macizo tendrá en sus últimos 10 mm una rosca ISO de métrica 24 y en los 3 mm previos una ranura que permitirá fijar el engranaje que moverá la base. Por último se añadió a la base un saliente de D24 y L 4, junto con una rosca interior de M12 para encajar la base y roscar en su interior la pata central que se añadió durante el rediseño.

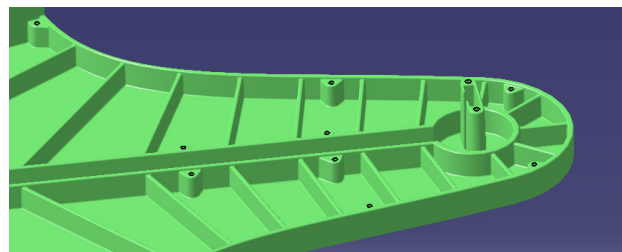


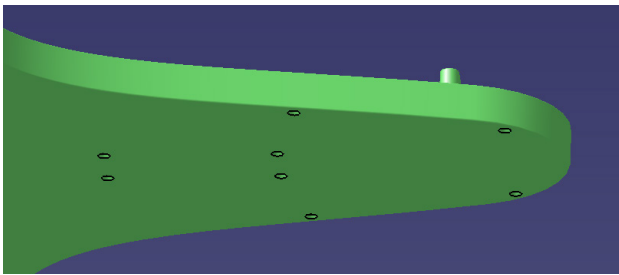
Pieza intermedia.

Esta pieza es la que más modificaciones ha sufrido desde el diseño inicial, seguirá siendo una pieza realizada en polietileno de alta densidad, de 2 mm de espesor y fabricada por inyección. Al igual que el resto de componentes se ha ampliado el diámetro del disco base de 600 mm a 819 mm.

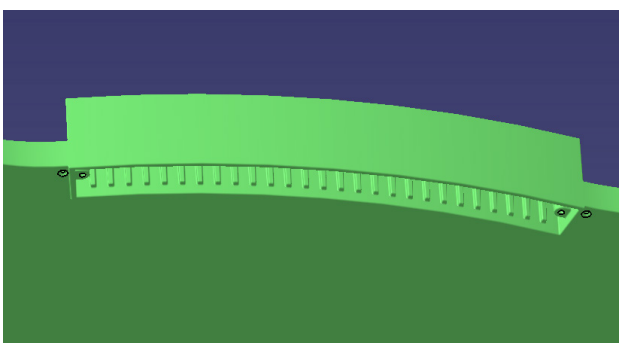
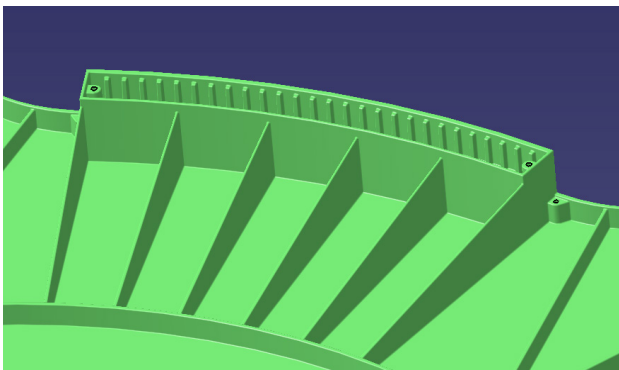


También se ha unido a esta pieza la parte inferior de las conexiones con los módulos de las cámaras, de esta forma evitaríamos tener que realizar hasta dos piezas a mayores, ahorrándonos por lo tanto el precio de dos de inyección, así como el de las conexiones electrónicas y mecánicas que se necesitarían para unir las piezas. El resultado de fusionar estas piezas serán seis salientes en el disco principal en los cuales se colocará la conexión USB y la parte superior de la conexión con los módulos. Estos salientes tendrán una serie de refuerzos y taladros para la conexión de los tornillos.

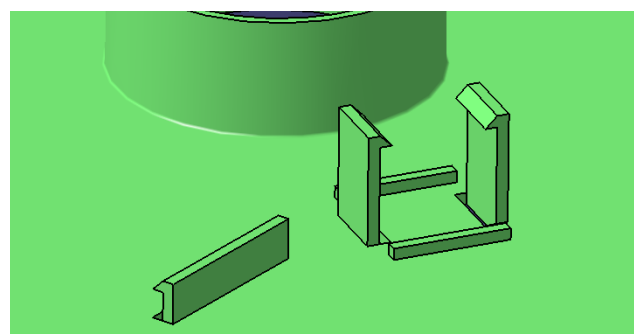
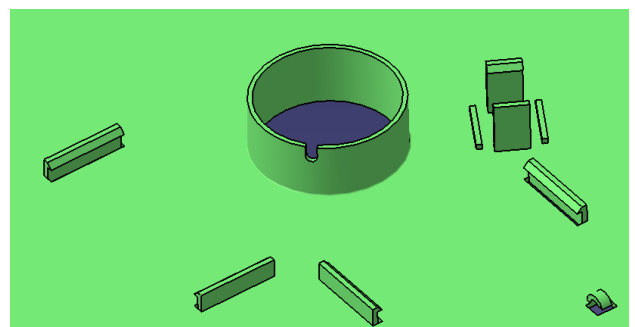
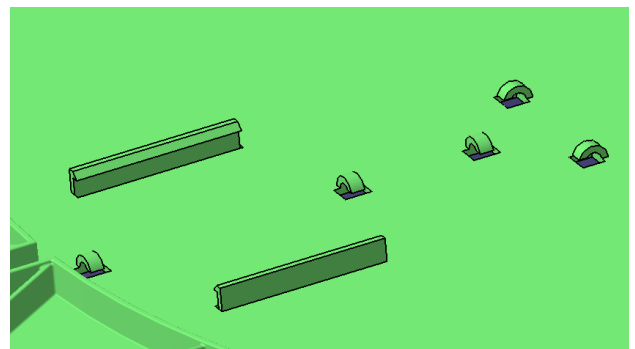




Intercalados con los salientes realizaremos las fijaciones para los rodamientos, como estos se han modificado respecto del diseño inicial, las conexiones en la que estos se colocarán también se modificarán en igual medida. De esta forma, el soporte pasará de ser una caja que servirá de guía para el rodamiento a incorporar una serie de nervios y conexiones para tornillos que permitan soportar dos rodamientos, uno superior y otro inferior, así como aguantar el peso de la plataforma, que antes se transmitía directamente a las piezas de la base.



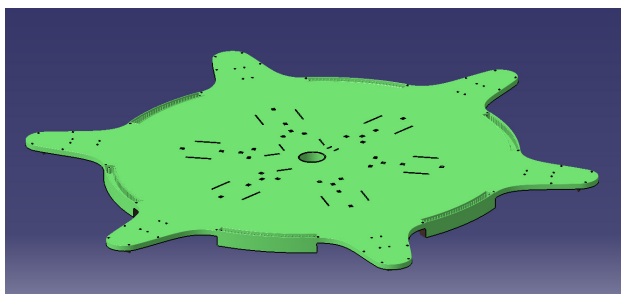
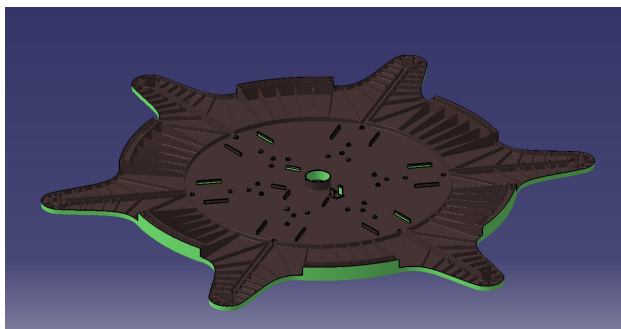
También se añadieron conexiones clip para el motor, las placas electrónicas y cables. De forma que se puedan colocar en la base con facilidad. Las medidas y cantidad de estas conexiones, a excepción de las del motor son aproximadas, ya que el diseño del apartado electrónico no forma parte del proyecto.



Todo esto se ha diseñado de tal forma que la pieza pueda ser fabricada con un solo molde de dos piezas, con direcciones opuestas. Los ángulos de desmoldéo que se han utilizado han sido 2 grados para las partes en

DISEÑO REVISADO

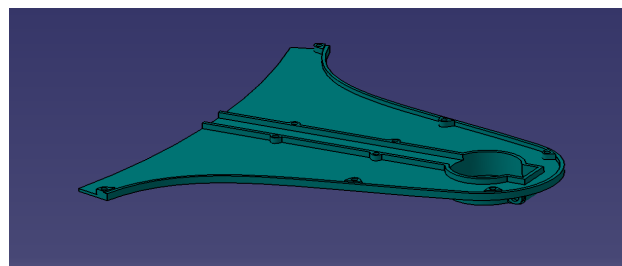
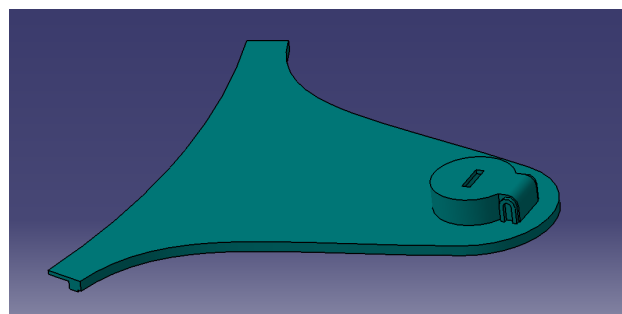
las que el molde tiene más recorrido y solo 1 grado en las partes con un recorrido menor, las aristas vivas también se han redondeado para facilitar el desmoldéo.



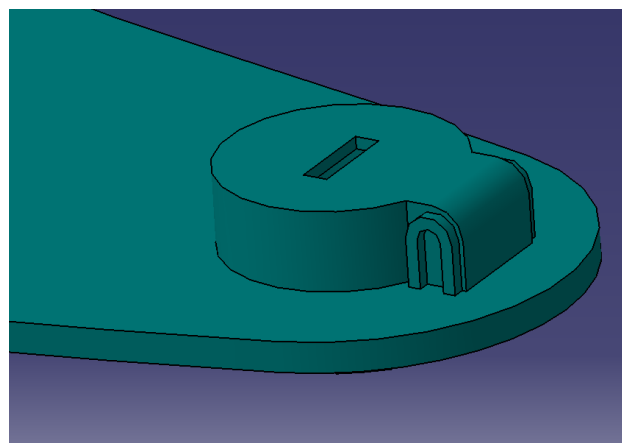
Conexión con módulos superior.

Al incorporar las conexiones a la pieza central eliminaremos la parte inferior de las conexiones, pero seguiremos necesitando la parte superior de estas ya que la fabricación de estas piezas como una sola sería imposible.

La forma de esta pieza recibirá muchos cambios al haber cambiado la pieza sobre la que se colocaba. Aun así, la pieza seguirá siendo básicamente una tapa que se atornillara sobre los salientes de la conexión.

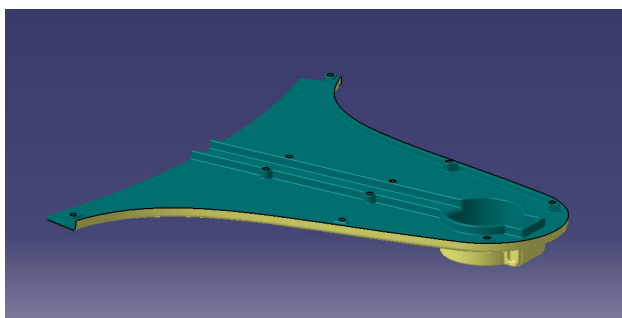
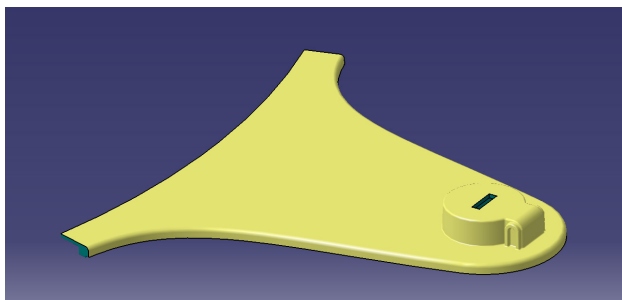


Tendrá además un saliente, similar al que tenía el primer diseño, en el que encajará el módulo de la cámara, pero que ahora incluirá además dos huecos en los laterales para permitir el apriete de dos roscas fijando así más la unión de los módulos. Estos huecos no se podrán hacer con modulo simple de dos piezas, ya que la dirección de desmoldéo no lo permitiría, por lo cual habría que mecanizarlos a posteriori, o incluir dos machos móviles en los laterales del molde.



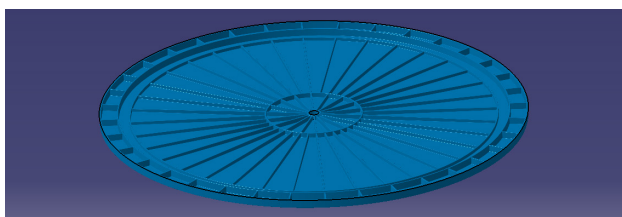
DISEÑO REVISADO

De nuevo los ángulos de desmoldéo de la pieza serán de 1 y 2 según lo permita la pieza, y se han redondeado las aristas para facilitar la fabricación.



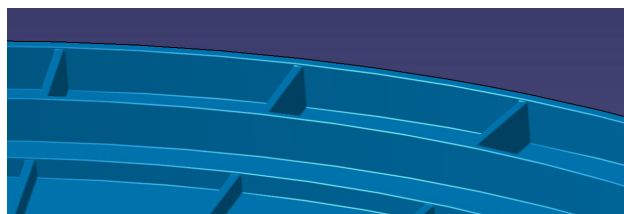
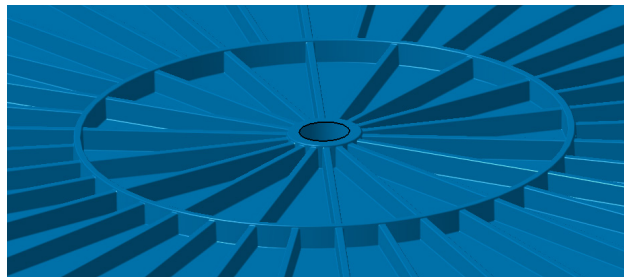
Plataforma superior

La plataforma superior es la pieza sobre la que se situarán las personas u objetos a escanear. Se ha cambiado su material de PE-HD a aluminio al haber visto en los análisis del primer diseño que el plástico no tenía la resistencia suficiente. Las paredes de esta pieza tendrán 3 mm de espesor.

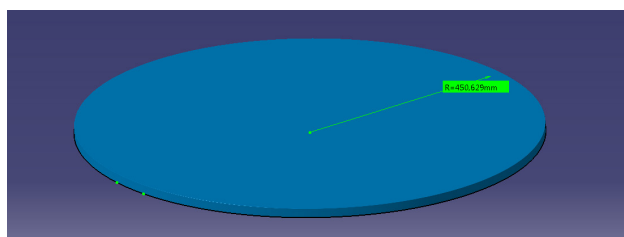


El diseño final de la plataforma superior combinará la anterior plataforma con la pieza metálica que antes servía como refuerzo. Ya

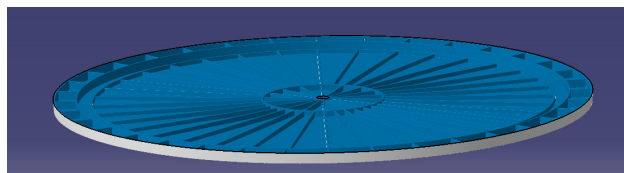
que al haber cambiado el material de la plataforma a aluminio podremos reforzarla directamente sin necesidad de una pieza por debajo.

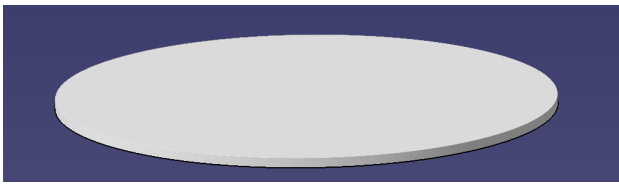


A parte de esto la pieza solo ha modificado su tamaño, de 600mm a 900 mm, para adaptarse al resto de piezas.



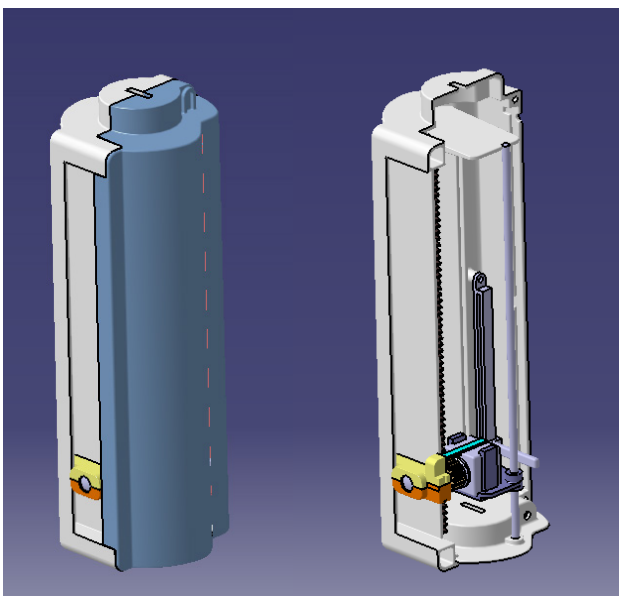
Como en las demás piezas se han añadido ángulos de desmoldéo y se han redondeado las aristas para facilitar su fabricación.





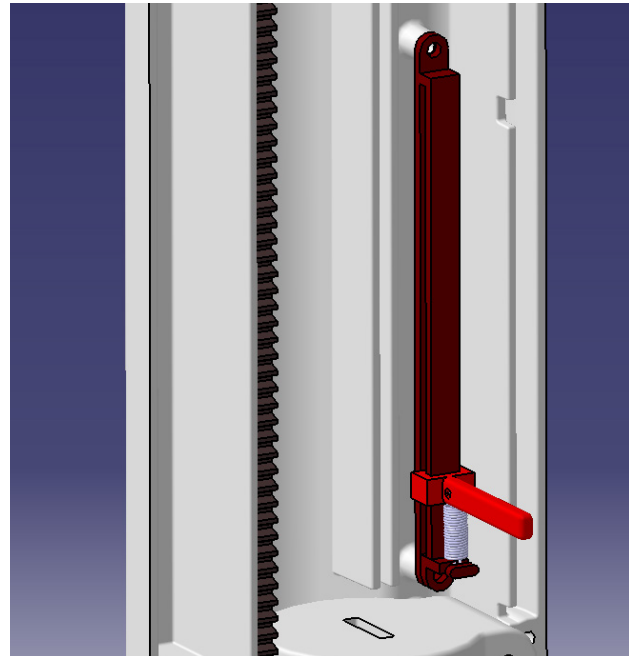
Módulos de cámara.

El funcionamiento básico de los módulos que contienen la cámara seguirá siendo el mismo. Un carro interior sobre el que se sitúa la cámara y los componentes electrónicos, y que recorre una guía verticalmente. Este carro estará movido por el mismo motor que soporta y engranará con una cremallera fijada a la carcasa. Además, este motor arrastrará otro carro externo que será el que contiene la cámara.

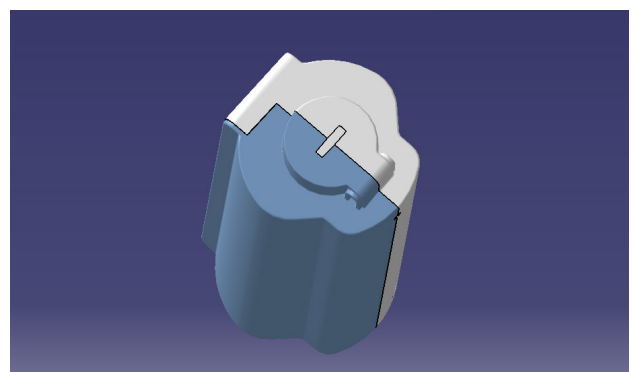


También encontraremos un tensor que evitará que el cable del carro se enrede. En el diseño anterior se habían planteado dos tensores, pero con uno será suficiente, ya que

se pueden tensar tanto el cable de entrada como el de salida al mismo tiempo.

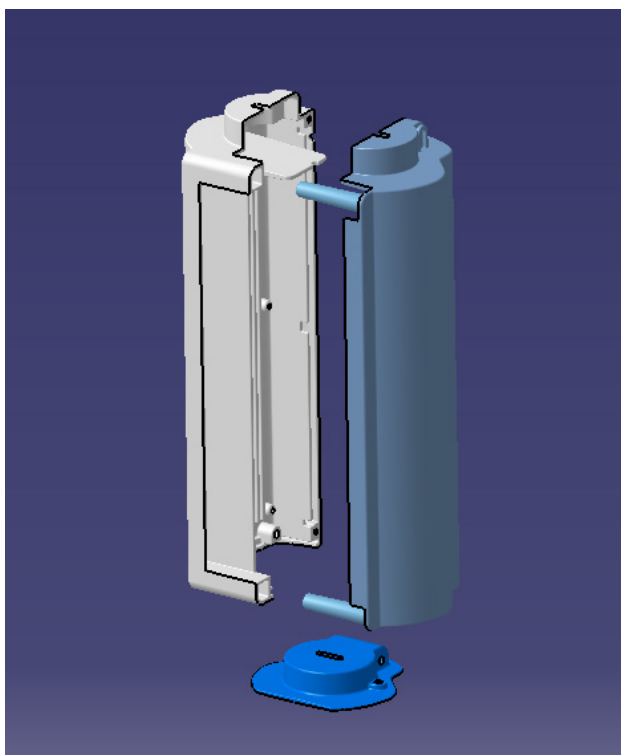


La forma de las carcasas se ha modificado ligeramente, ya no será un cilindro completo, si no que incluirá una parte prismática en la parte opuesta a la cámara. En estas paredes planas podremos incluir las roscas que fijaran los módulos a las bases y entre si. Además, nos permitirán reducir la distancia entre los laterales y colocar el tensor de una forma más sencilla.



DISEÑO REVISADO

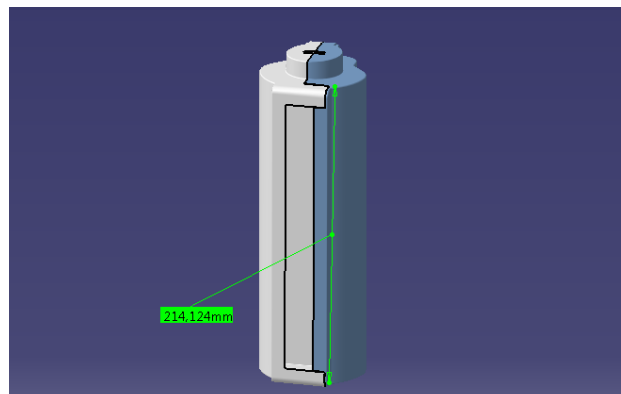
La carcasa estará dividida en tres partes, en el diseño original estaba dividida en cuatro partes diferentes, pero se ha eliminado la parte superior e incorporado su geometría a las partes laterales.



Estas tres piezas estarán realizadas en polietileno de alta densidad y tendrán un espesor de 3 mm, En todas ellas se han incluido ángulos de desmoldéo de entre 1 y 2 grados según la geometría de la pieza.

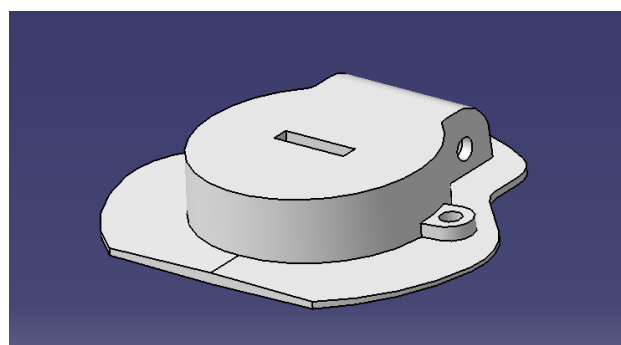
Todas estas piezas tendrán un tamaño variable, ya que los módulos se han planteado en distintas alturas. En este caso el módulo diseñado tendrá 20 cm de altura, pero solo es un ejemplo, pues módulos más altos permitirían escaneados de más tamaño con menos cámaras, y por lo tanto menor precio. Mientras

que módulos más cortos permitirán apilar más cámaras obteniendo así escaneados más rápidos y precisos, aunque a un coste mayor.



Pieza carcasa inferior

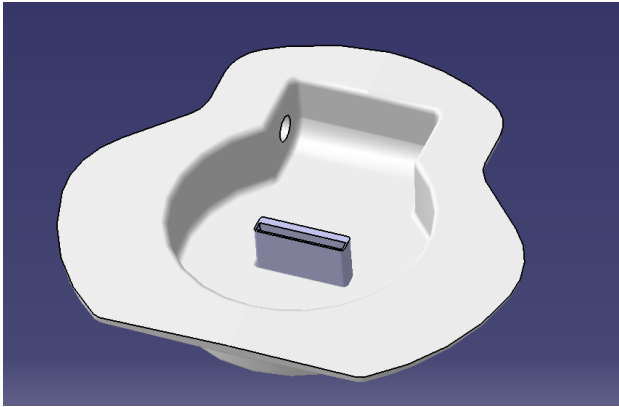
La parte inferior de la carcasa, no se ha podido suprimir, pues la pieza resultante sería demasiado compleja para su fabricación, así que se ha mantenido, pero adaptándola a la nueva forma de la carcasa.



Por lo tanto, esta pieza estará formada por una base plana, con la forma del módulo, y una parte que corresponderá a la conexión hembra de los módulos y que encajará bien con la base o con otros módulos de cámara. Será en esta parte donde

DISEÑO REVISADO

se situó la conexión USB macho, de manera que quede protegida por la forma de la pieza y se evite que reciba golpes innecesarios.



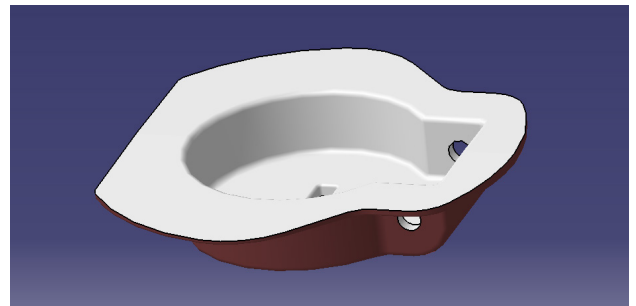
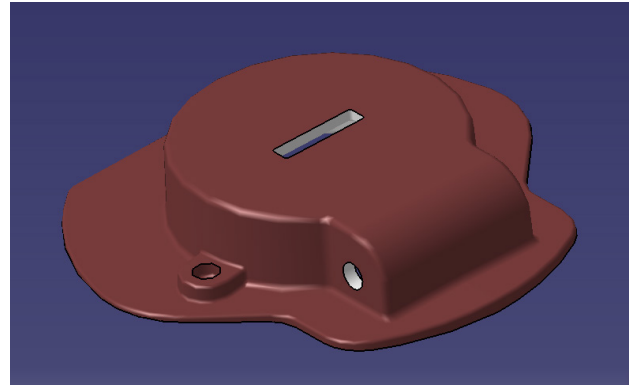
En los laterales de esta conexión encontraremos unas roscas que nos permitirán colocar las piezas de apriete que fijarán los módulos entre sí.

La pieza quedará unida al resto de componentes de la carcasa por apriete, y no necesitara de tornillos. Esta pieza también incluirá una unión para colocar el eje vertical, sobre el que se moverá el carro del motor.



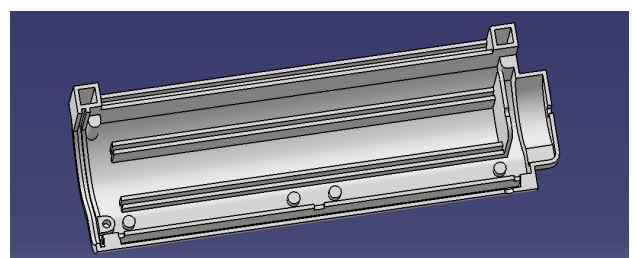
Esta pieza estará fabricada en un molde de inyección simple de dos piezas, los taladros laterales se mecanizarán posteriormente, ya que la dirección de desmoldéo no nos

permitiría realizarles sin utilizar un molde con correderas laterales. Lo que resultaría más complicado y costoso que mecanizarlos posteriormente.



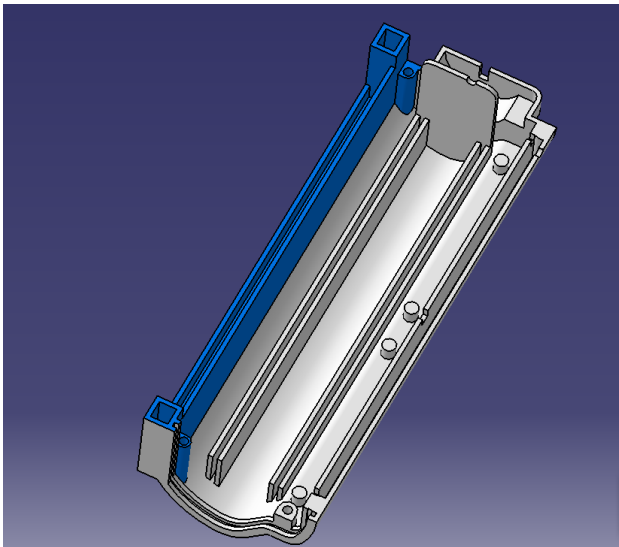
Pieza base

Como en el primer diseño una de las piezas laterales servirá como base para el montaje de las piezas del módulo. Estará compuesta por un cuerpo principal en el que se asentarán los nervios, guías y conexiones donde emplazar las demás piezas.

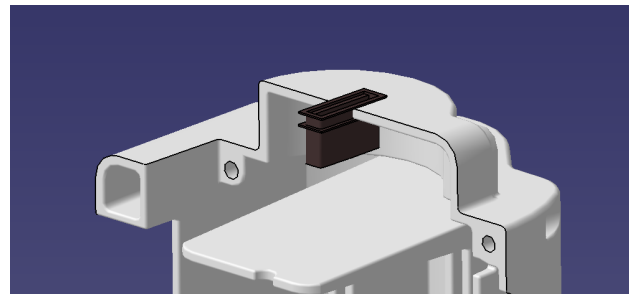
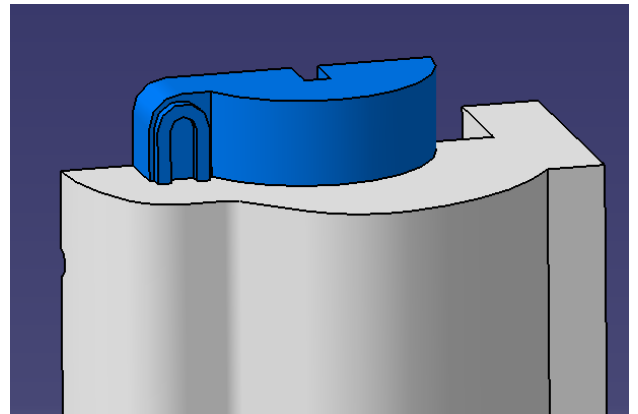
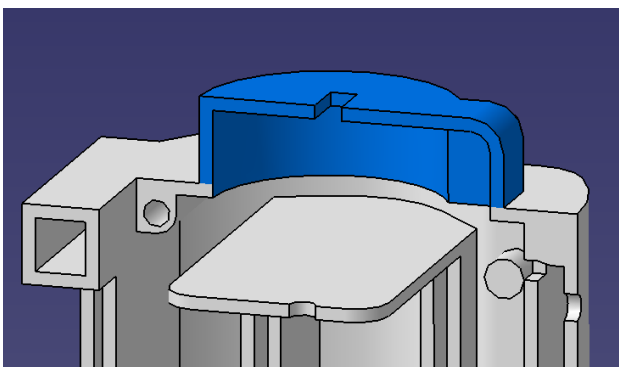


DISEÑO REVISADO

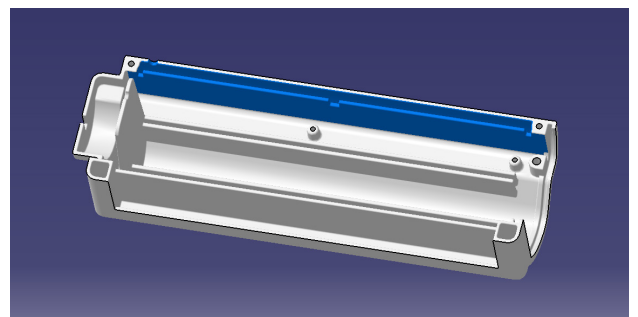
En la parte frontal dos nervios o paredes servirán de guía para el carro de la cámara. Además, junto a la pared más interna encontraremos dos roscas en las que emplazar el engranaje de cremallera. Tanto debajo como sobre estas guías habrá dos huecos en los que se emplazarán las conexiones con la tapa de la carcasa, y que a su vez servirán como tope para la cámara.



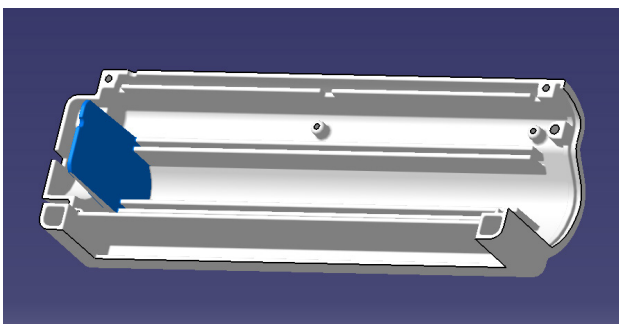
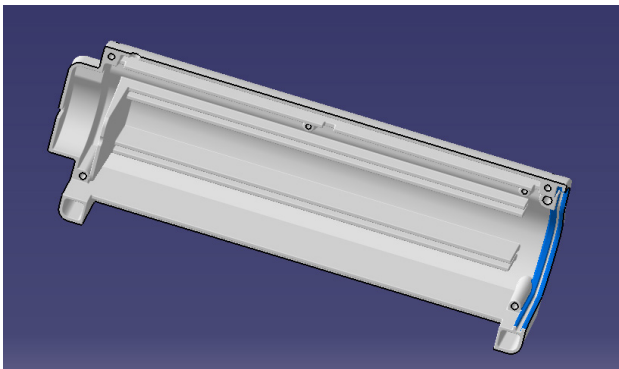
En la parte superior de la carcasa se encontrará un saliente que corresponde a la mitad de lo que antes era la pieza superior de la carcasa, esta parte encajará con el siguiente módulo, y en ella se colocará la conexión USB hembra.



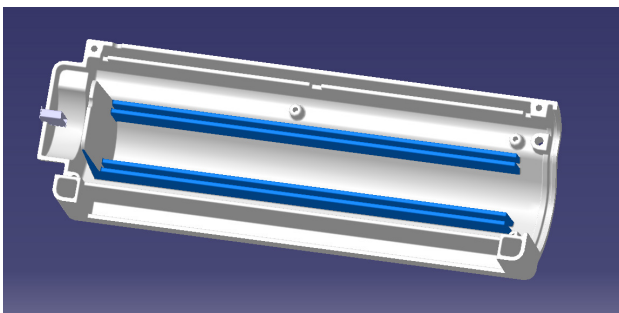
En el lado opuesto de la cámara habrá un nervio que servirá para colocar el cableado desde la parte inferior a la superior sin que se enrede. Además, junto a este nervio habrá un pequeño hueco en el que emplazará una luz de encendido.



En el inferior de la pieza habrá dos pequeños nervios que se utilizaran para encajar la parte inferior de la carcasa, y en la zona superior un saliente en el que se encajará el eje.

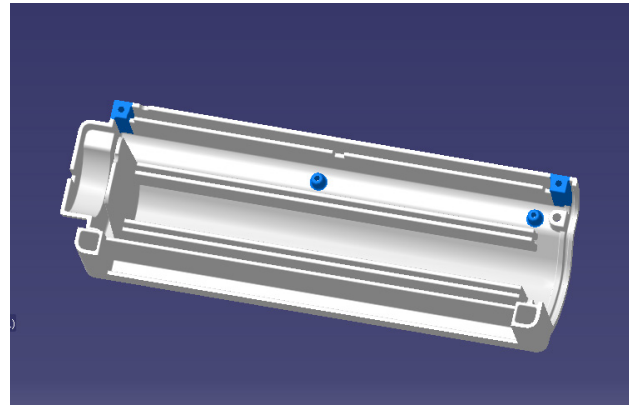


Debajo del saliente donde se fijará el eje se han emplazado una serie de nervios que servirán como guías al carro del motor.

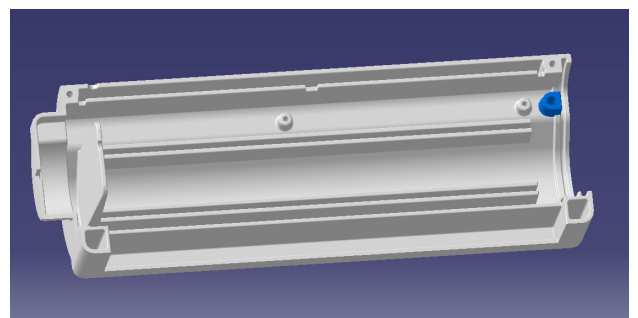


También hay que mencionar los orificios roscados en los que se colocará el tensor y aquellos que servirán para unir las dos partes principales de la carcasa. Los primeros estarán situados en la parte derecha de la carcasa, uno a media altura y otro en la parte inferior. Los

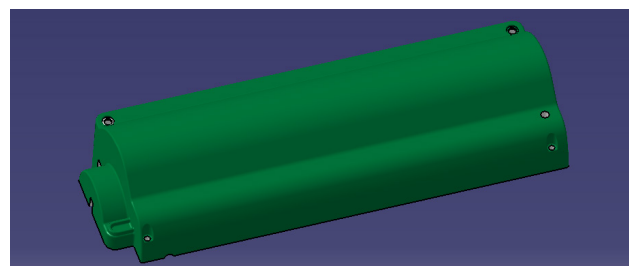
segundos estarán situados en los extremos superior e inferior del hueco para colocar el cable.

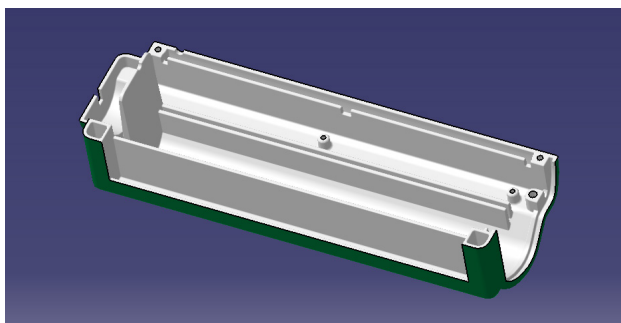


Por último se colocó en la parte inferior la rosca en la que se situará uno de los tornillos de apriete para unir los módulos.



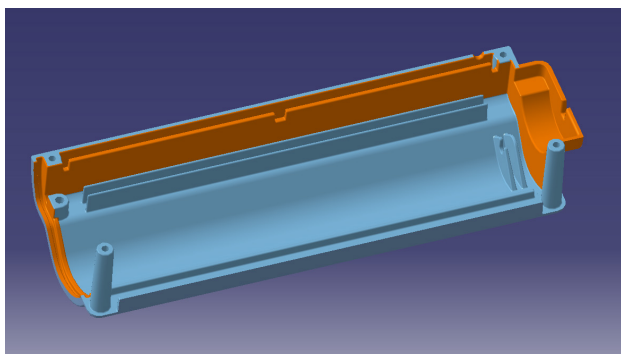
Como ya se ha dicho esta pieza estará realizada en plástico inyectado, para ello se utilizará un molde simple de inyección con dos piezas.



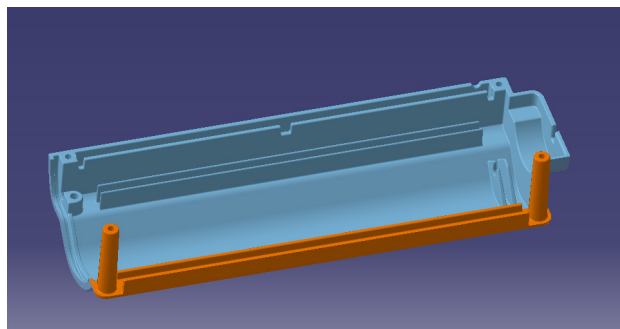


Tapa carcasa

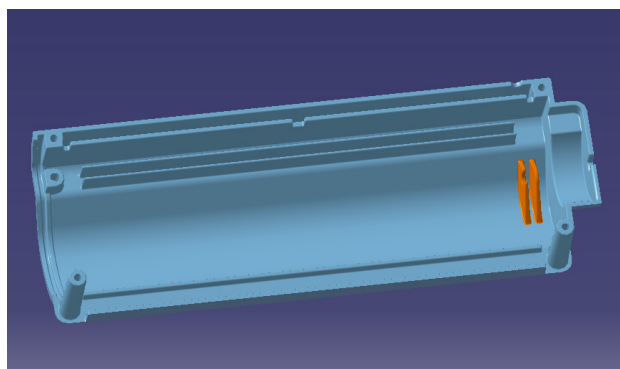
El cuerpo principal de la tapa de la carcasa será similar al de la base, e incluirá las mismas guías para el cable, los mismos nervios para encajar la parte inferior de la carcasa y la misma extensión en su cima, correspondiente a la otra mitad de la antigua pieza superior de la carcasa.



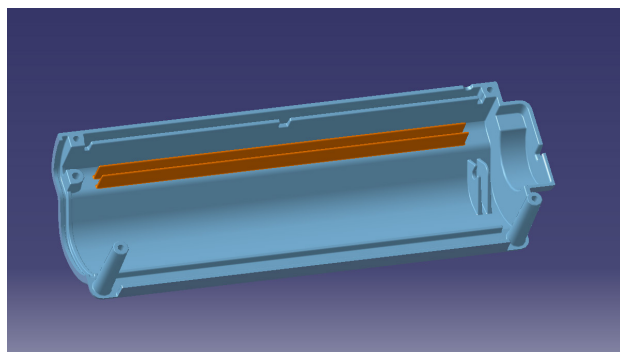
Las paredes que sirven como guía para el carro de la cámara son más cortas en la pieza de la tapa, de forma que al unirlos quedará una ranura por la que pasará el eje del motor hasta la cámara. Además, la tapa tampoco tendrá las partes que servirían de tope para la cámara, en su lugar tendrá dos machos con roscas internas que se introducirán en los topes de la base para realizar así la conexión.



Otra diferencia entre la tapa y la base será la parte que sujetará el eje, en lugar de una sola lengüeta la tapa tendrá dos, que además serán más cortas. La conexión entre estas tres lengüetas fijará la posición del eje al cerrar la carcasa.

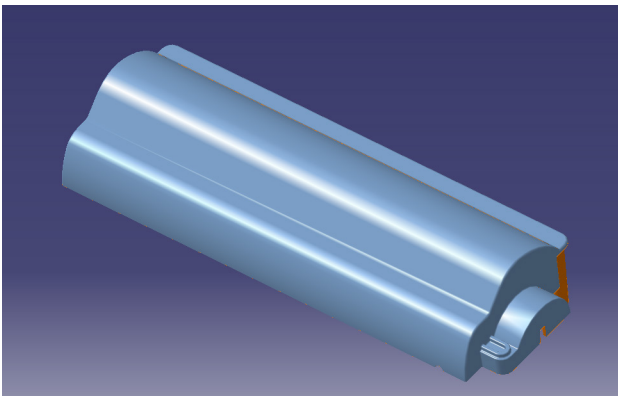
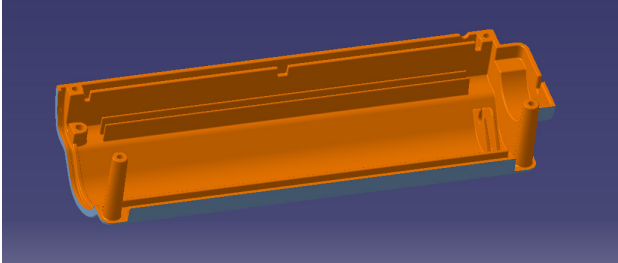


Además, la tapa no tendrá los taladros para fijar el tensor, si no que tendrá dos nervios que servirán a este de guía.



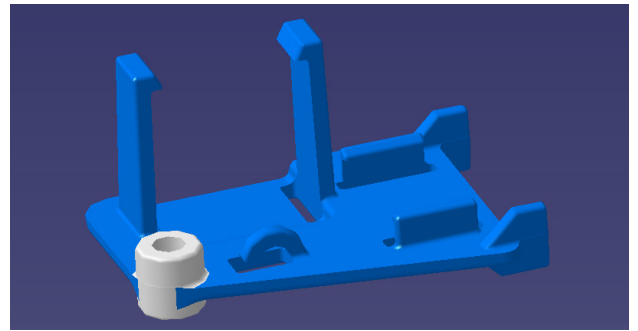
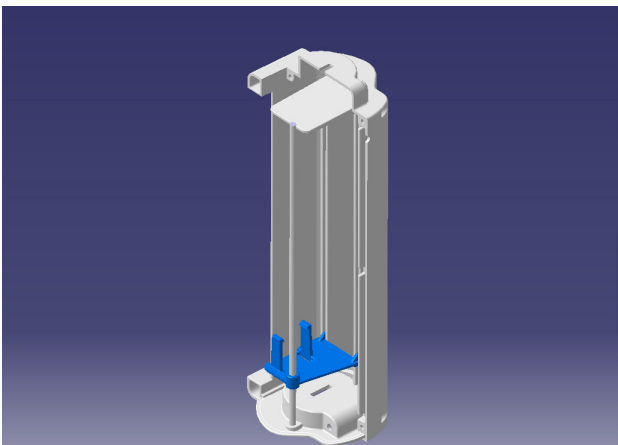
DISEÑO REVISADO

Del mismo modo que la pieza base, la tapa estará realizada en plástico inyectado, y para ello se utilizará un molde simple de dos piezas.

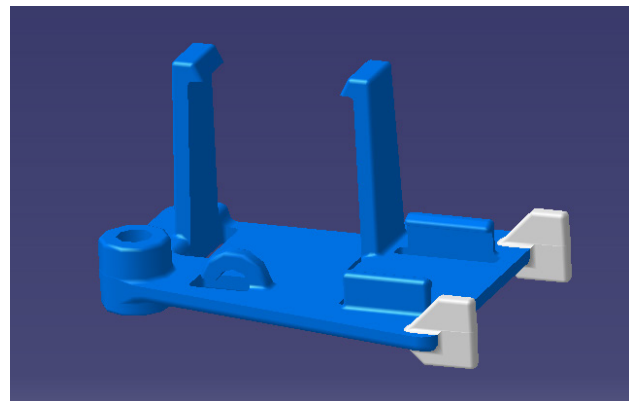


Carro Motor

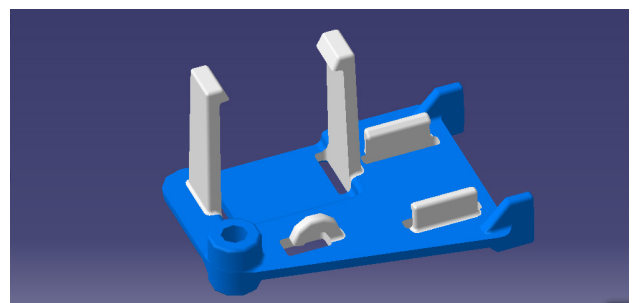
El carro del motor es básicamente un soporte que tendrá un cilindro hueco en un lateral, este cilindro encajará con el eje y servirá como guía.

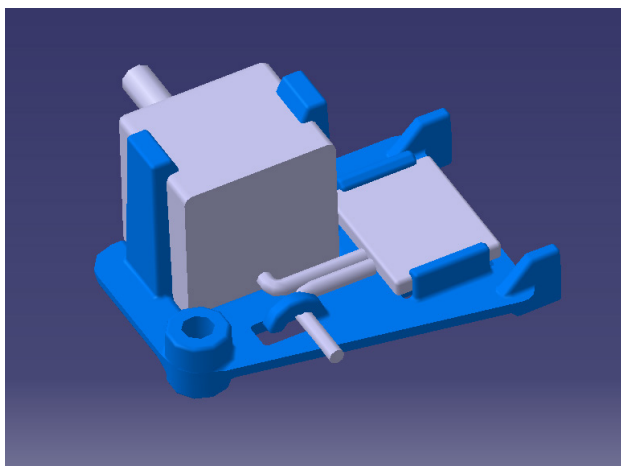


El soporte tendrá también dos pletinas en el extremo opuesto que encajarán con las guías de la carcasa base, y evitarán que gire alrededor del eje.

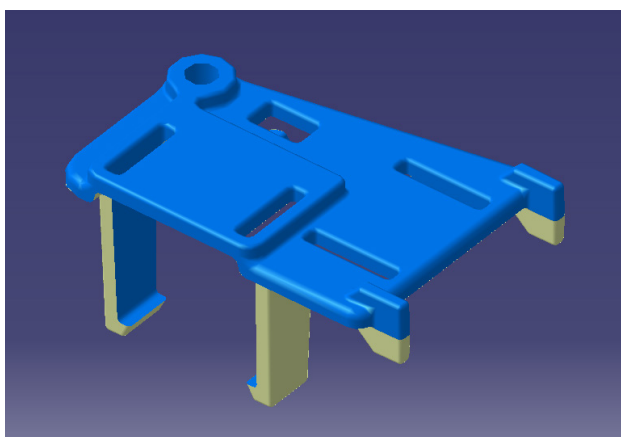
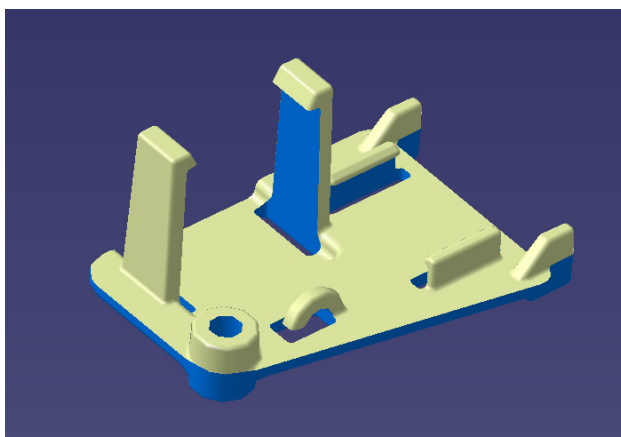


Para fijar la posición del motor la base tendrá una fijación de clip, al igual que los componentes electrónicos que controlarán la posición del motor y el funcionamiento de la cámara.



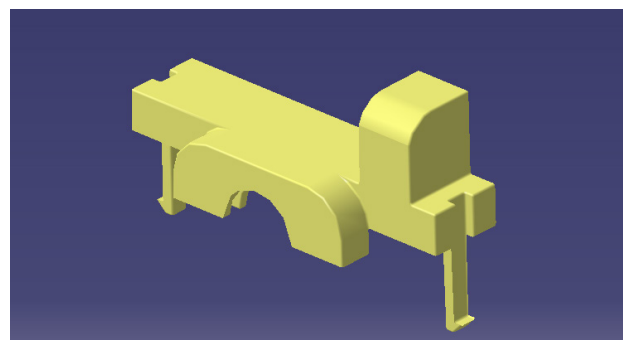
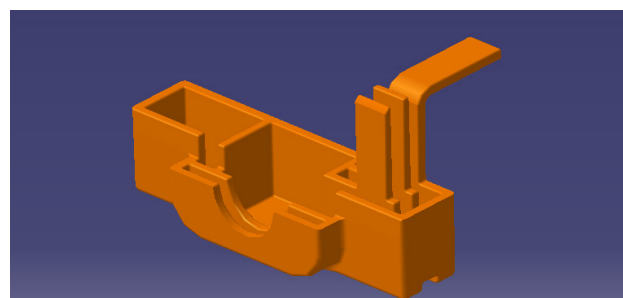
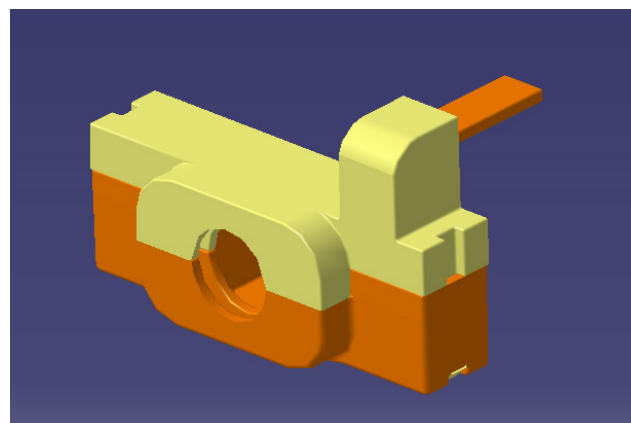


Esta pieza estará fabricada en un molde de inyección simple de dos piezas, estará realizada en PE-HD y sus paredes tendrán un espesor de 2 mm.



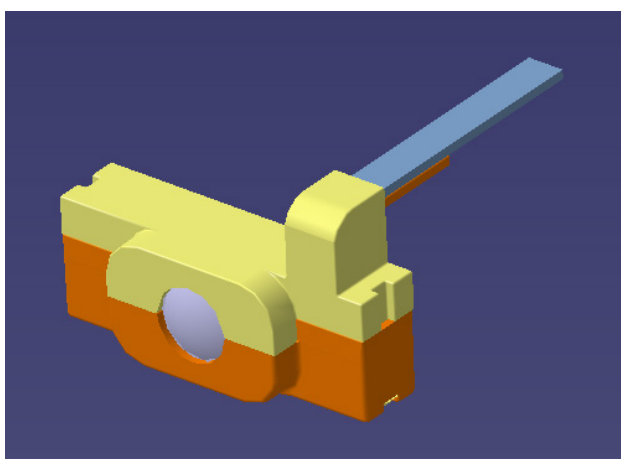
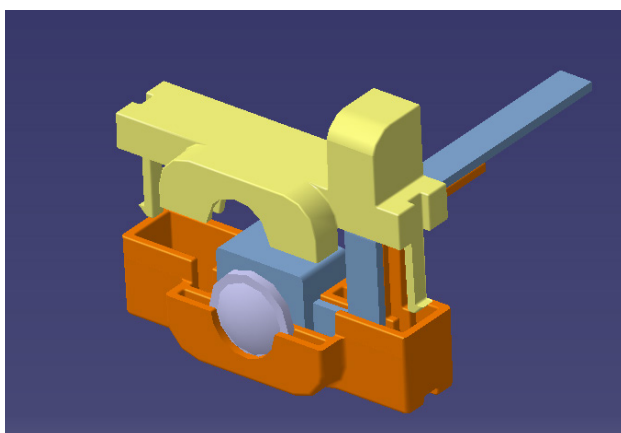
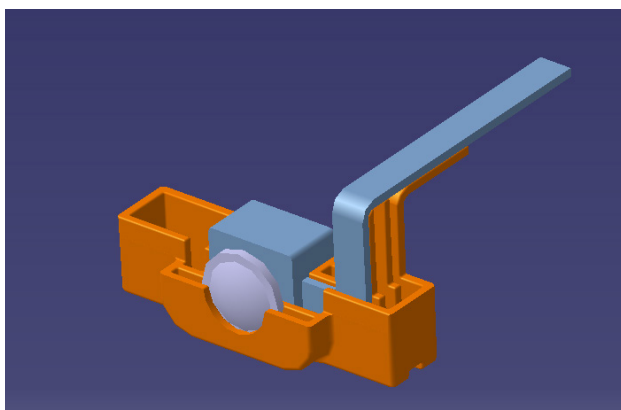
Carro cámara

El carro de la cámara estará compuesto por dos piezas. Ambas estarán realizadas en policarbonato, con paredes de 1 mm de espesor, los ángulos de desmoldéo esta vez serán de entre 1 y 0,5 grados, ya que al ser piezas de menor tamaño no permitirán ángulos mayores sin percibir modificaciones significativas en su geometría.

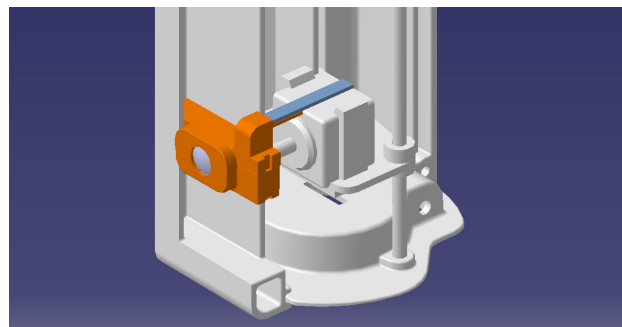


DISEÑO REVISADO

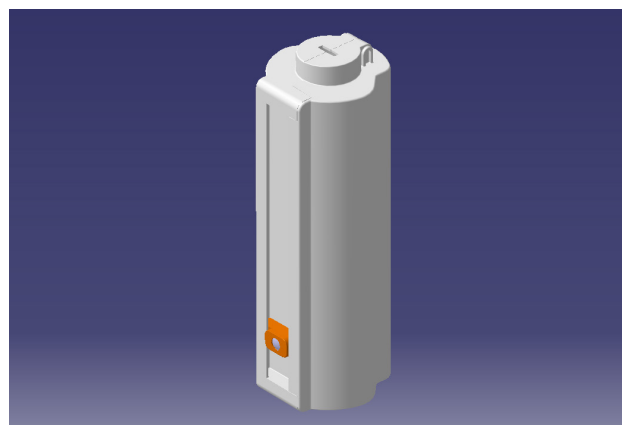
Estas dos piezas encajarán entre sí por medio de una unión clip, y dejarán en su interior el espacio justo para la cámara que se ha seleccionado. También tendrán un hueco para colocar una lente que permita capturar las imágenes con un ángulo mayor.



Además, en la parte superior una guía llevara el cableado de la cámara hasta las partes electrónicas que se sitúan en el carro del motor.



El carro de la cámara se moverá mediante un orificio en el cual encajará el eje del propio motor, arrastrándolo así en su movimiento vertical.

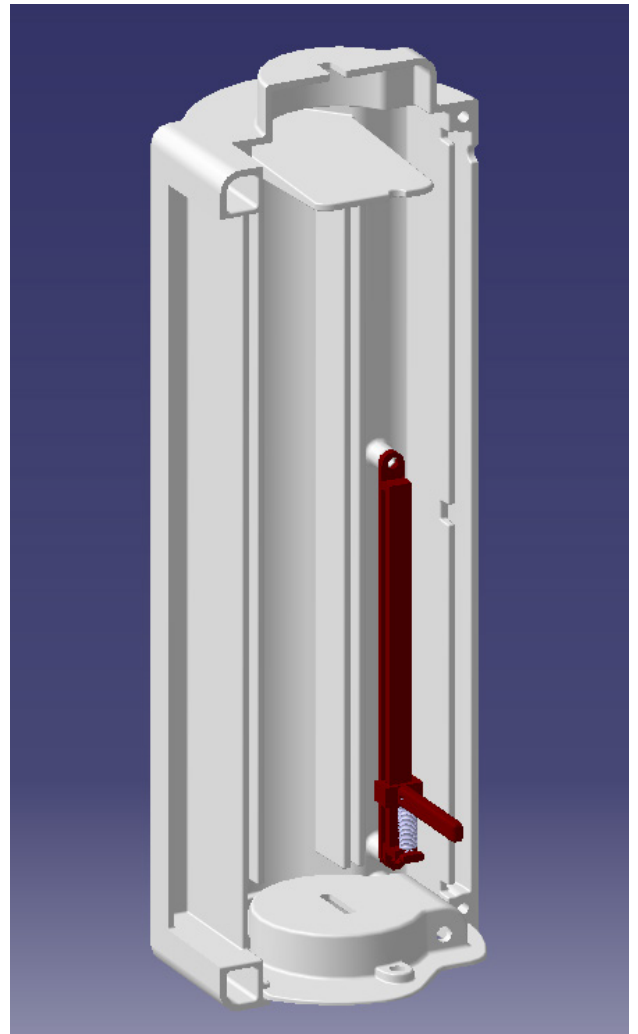
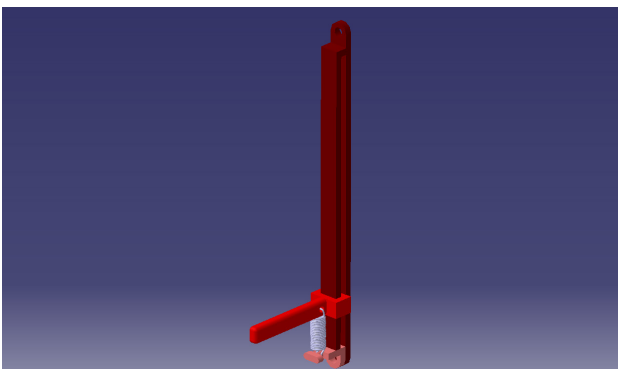
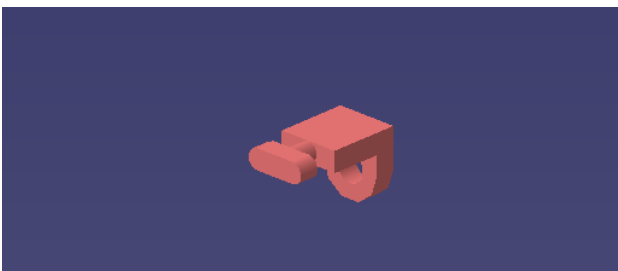
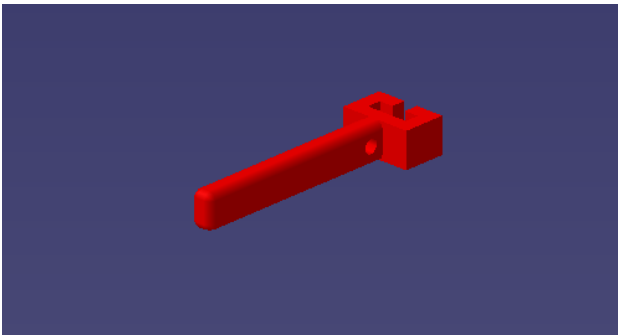
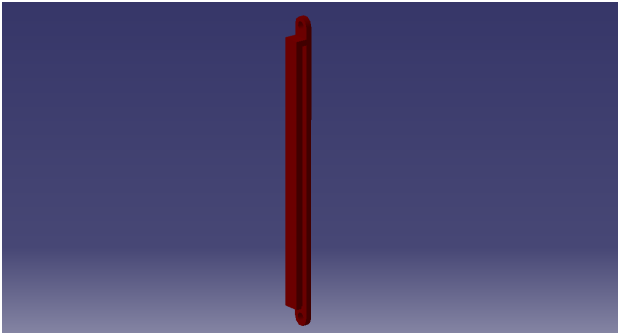


Tensor

El diseño del tensor consiste en una corredera que se fijará a la carcasa base y sobre la que se moverá un carro en el que se enganchará el cable. Este carro estará unido a la parte inferior del tensor con un muelle y su extremo encajará con las guías dispuestas en la tapa de la carcasa, de forma que

DISEÑO REVISADO

se mantenga siempre en la posición más baja posible tensando así el cable de la cámara y evitando que se enrede al moverse esta.



MONTAJE

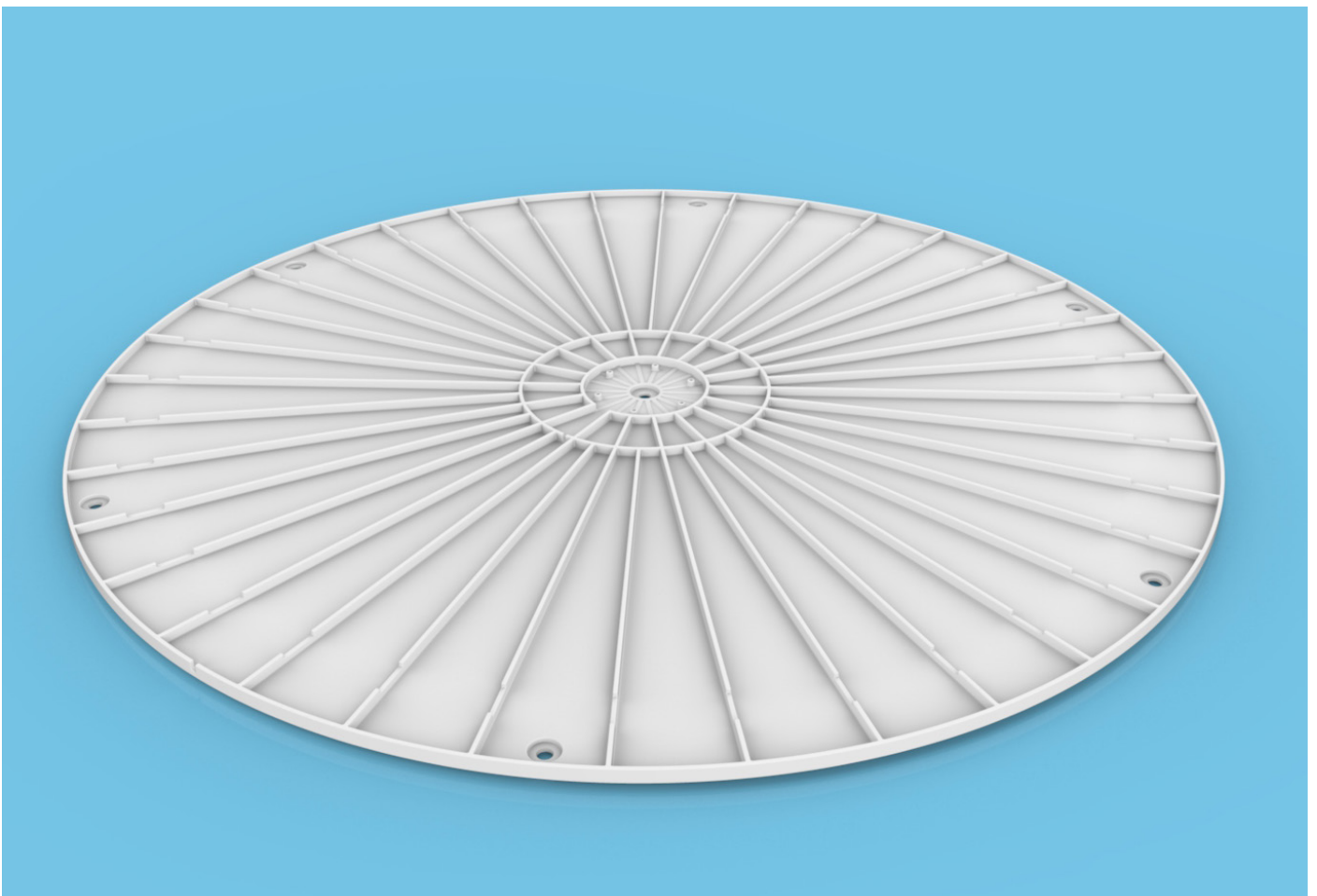
Montaje

Todas las piezas de nuestro sistema han sido diseñadas para que su montaje sea fácil y sencillo, de forma que se pueda realizar un montaje en cadena, y si la producción es suficiente incluso automatizarla sin demasiadas complicaciones.

Habrá que distinguir el proceso de montaje de dos partes separadas, la base por un lado, y los módulos cámara por otro.

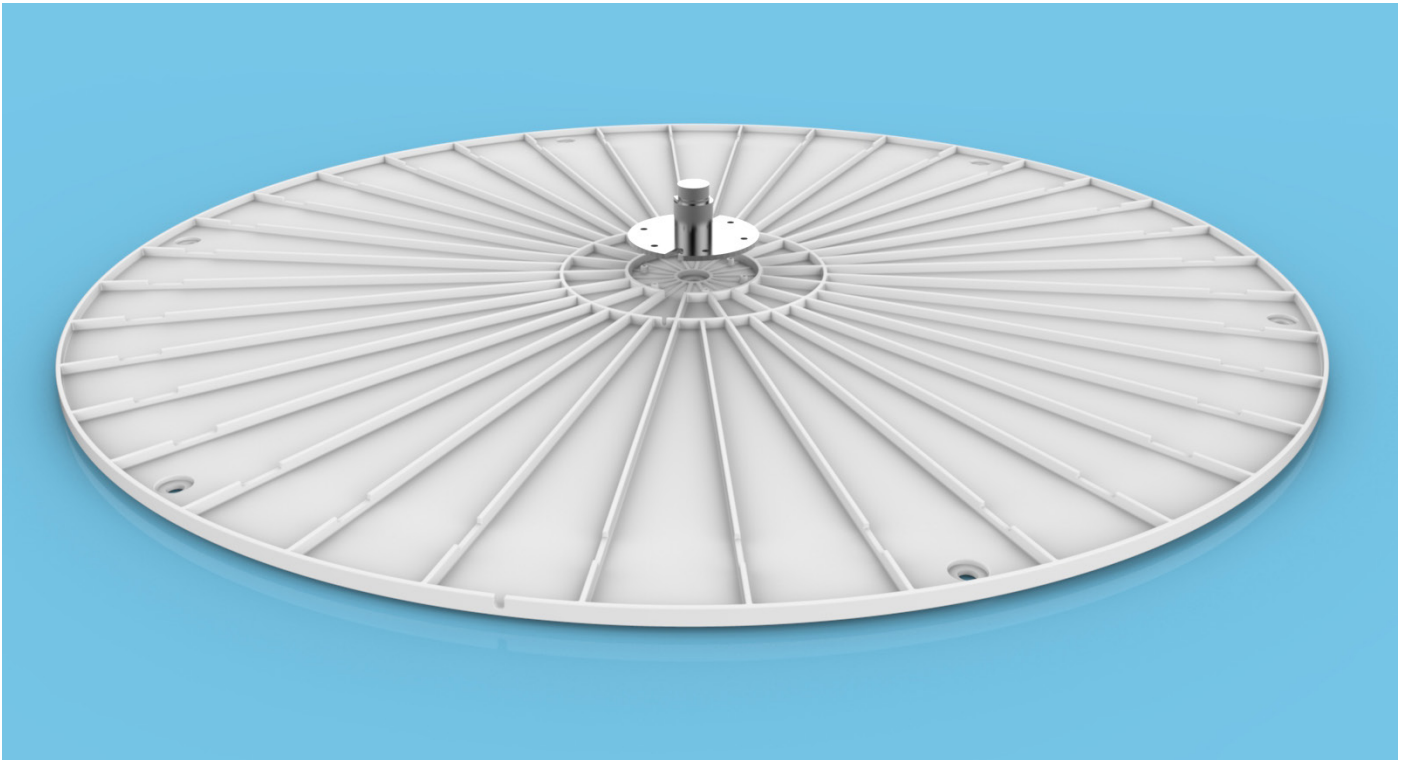
Base

El montaje de la base se iniciará con la pieza inferior de aluminio, se colocará con el lado superior (en el que se encuentran los nervios), hacia arriba.

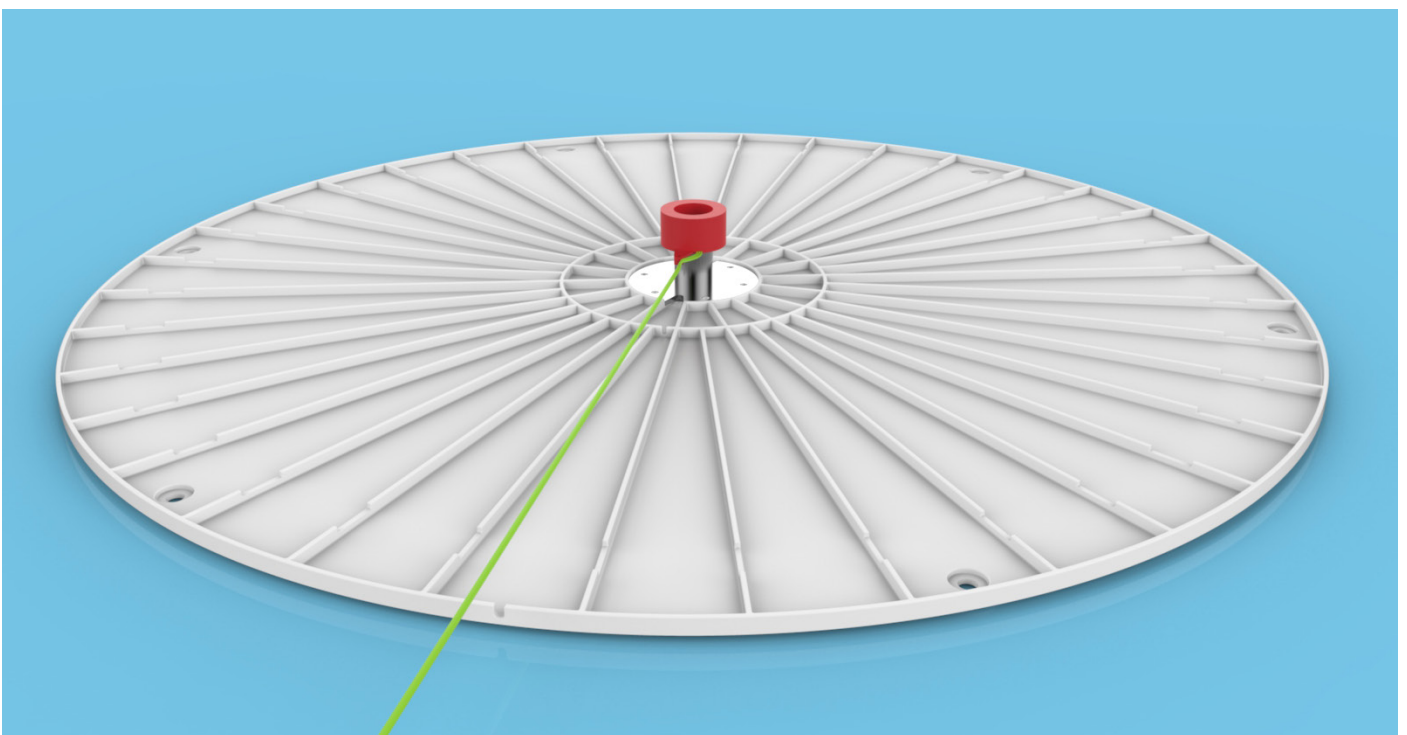


MONTAJE

Sobre él se comenzarán a colocar el resto de piezas. Primero se colocará el eje, haciendo coincidir sus taladros con las conexiones de la base, y una de las ranuras que servirán para situar la conexión axial con la entrada para el cable.

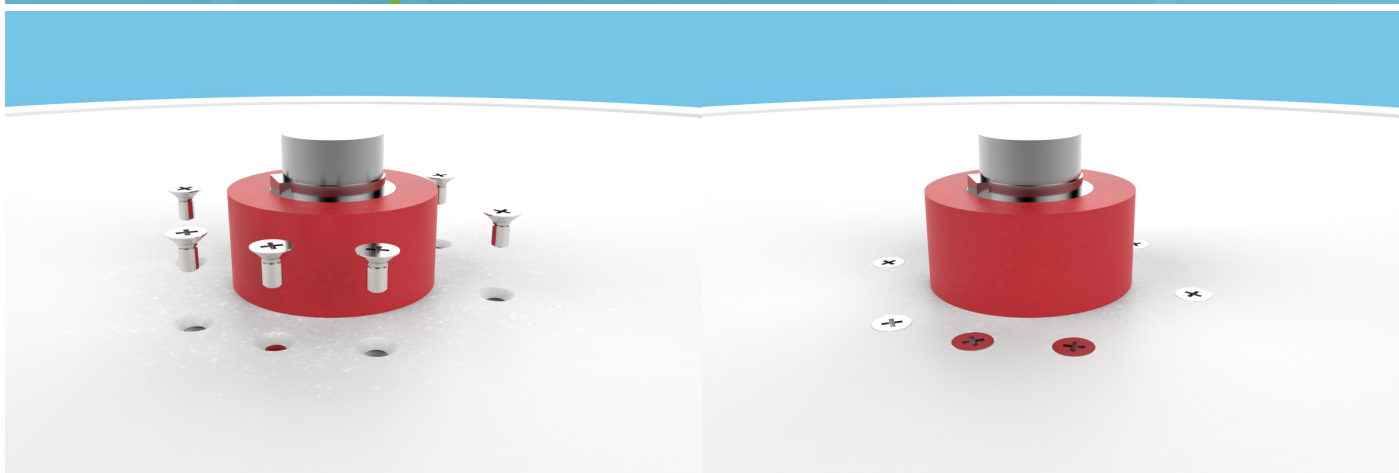
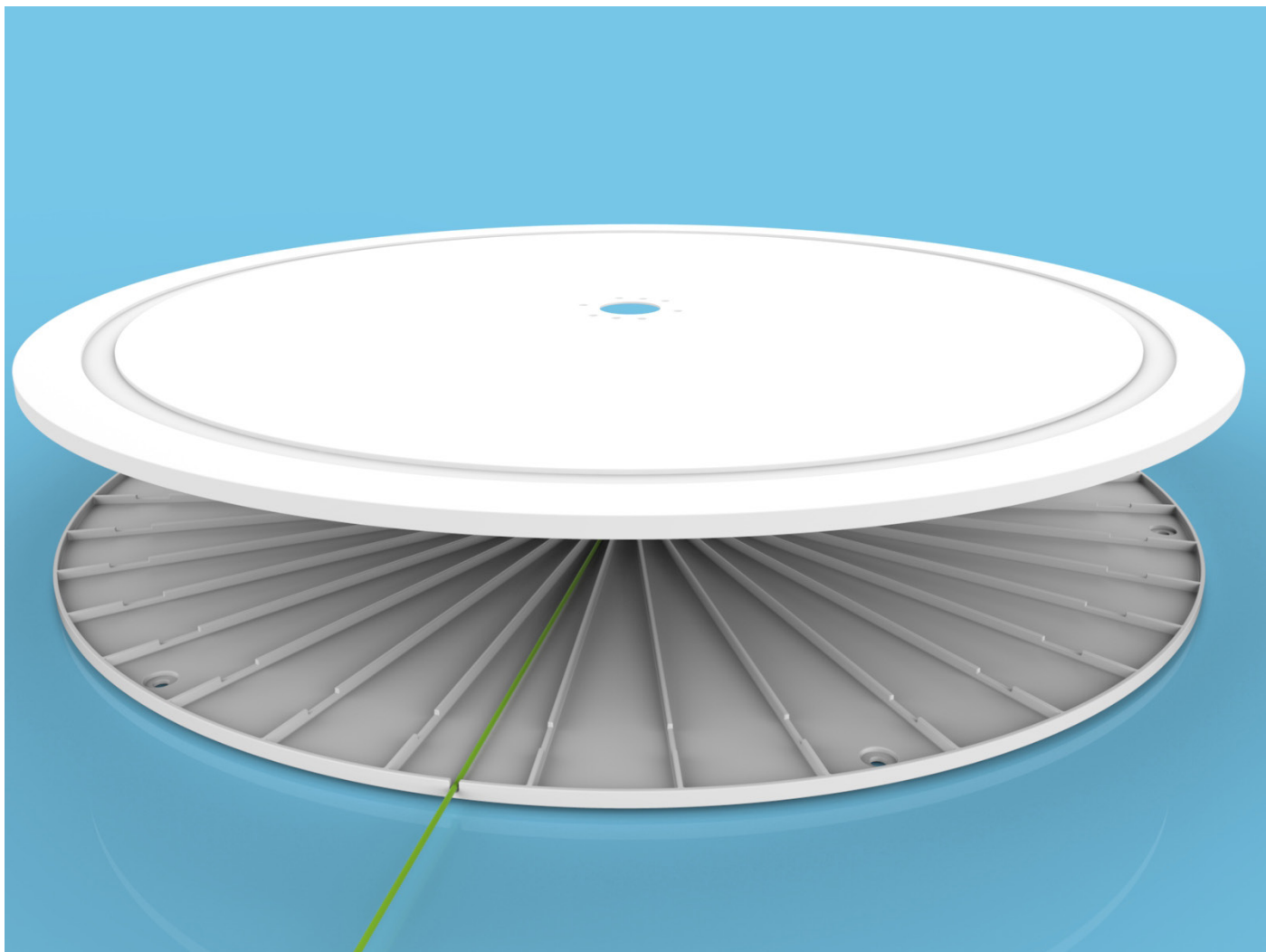


Una vez colocado el eje se colocará la conexión axial situando sus conexiones en las ranuras del disco del eje. Esta conexión incorporará el cable de entrada, que se deberá colocar en el hueco que la base incorpora para ello.



MONTAJE

Una vez situados el eje y la conexión axial se colocará la pieza de plástico de la base, haciendo que coincida la ranura para el cable con el mismo. Haciendo esto coincidirán los taladros de una base con otra, y podremos colocar los tornillos que unirán las dos piezas, haciendo esto tendremos un solo bloque de piezas que podremos manipular fácilmente.

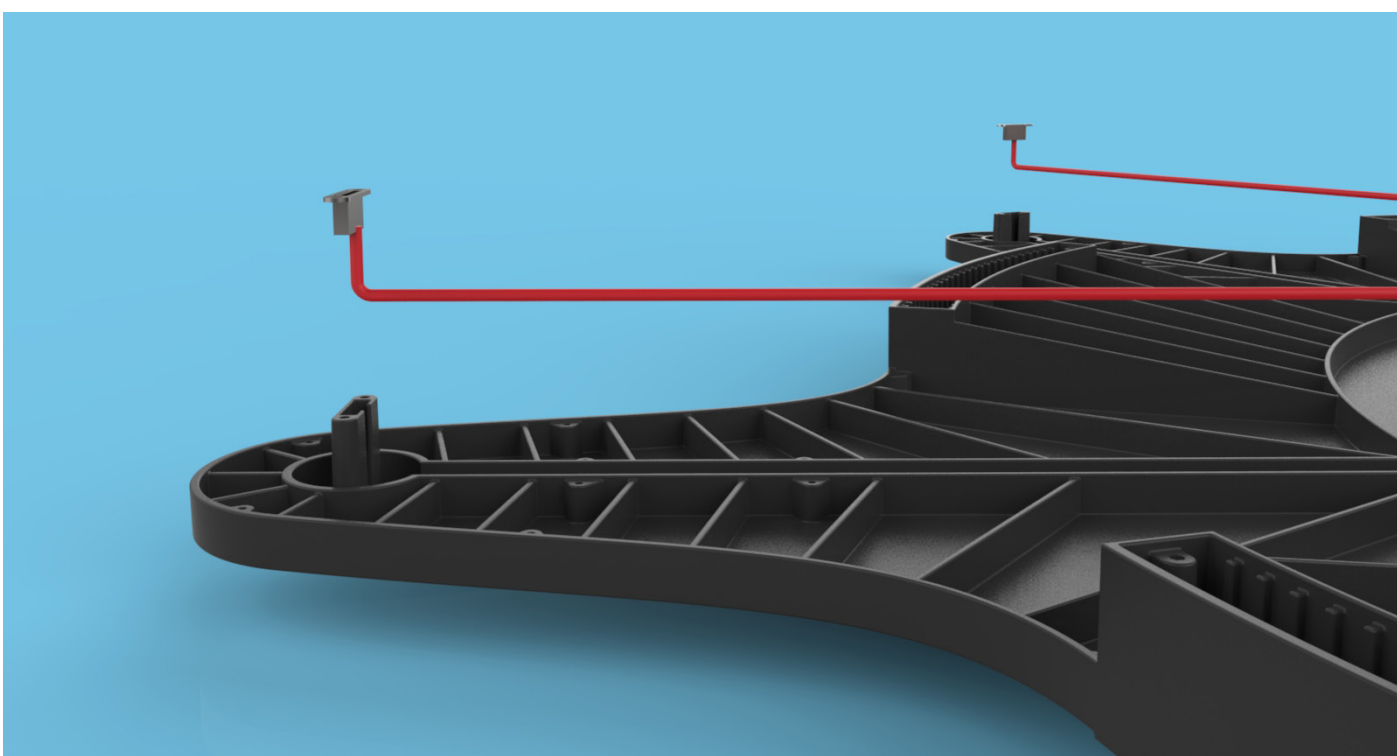
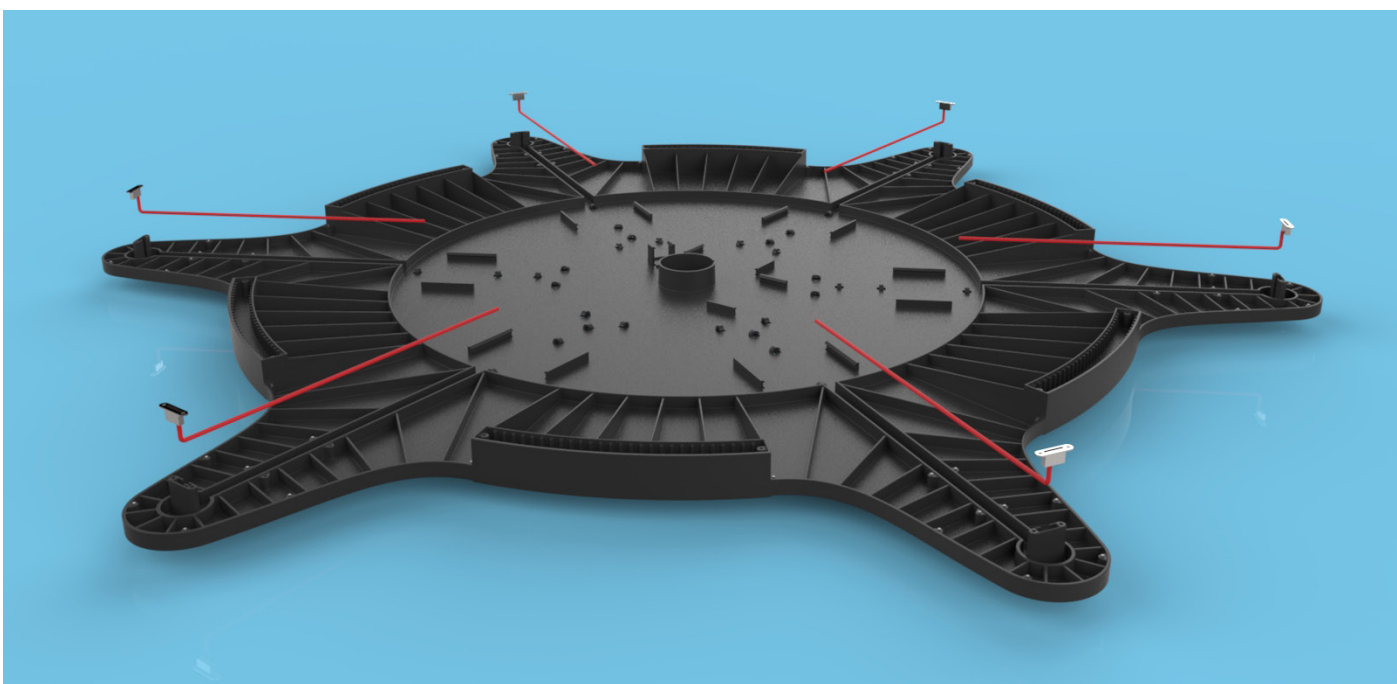


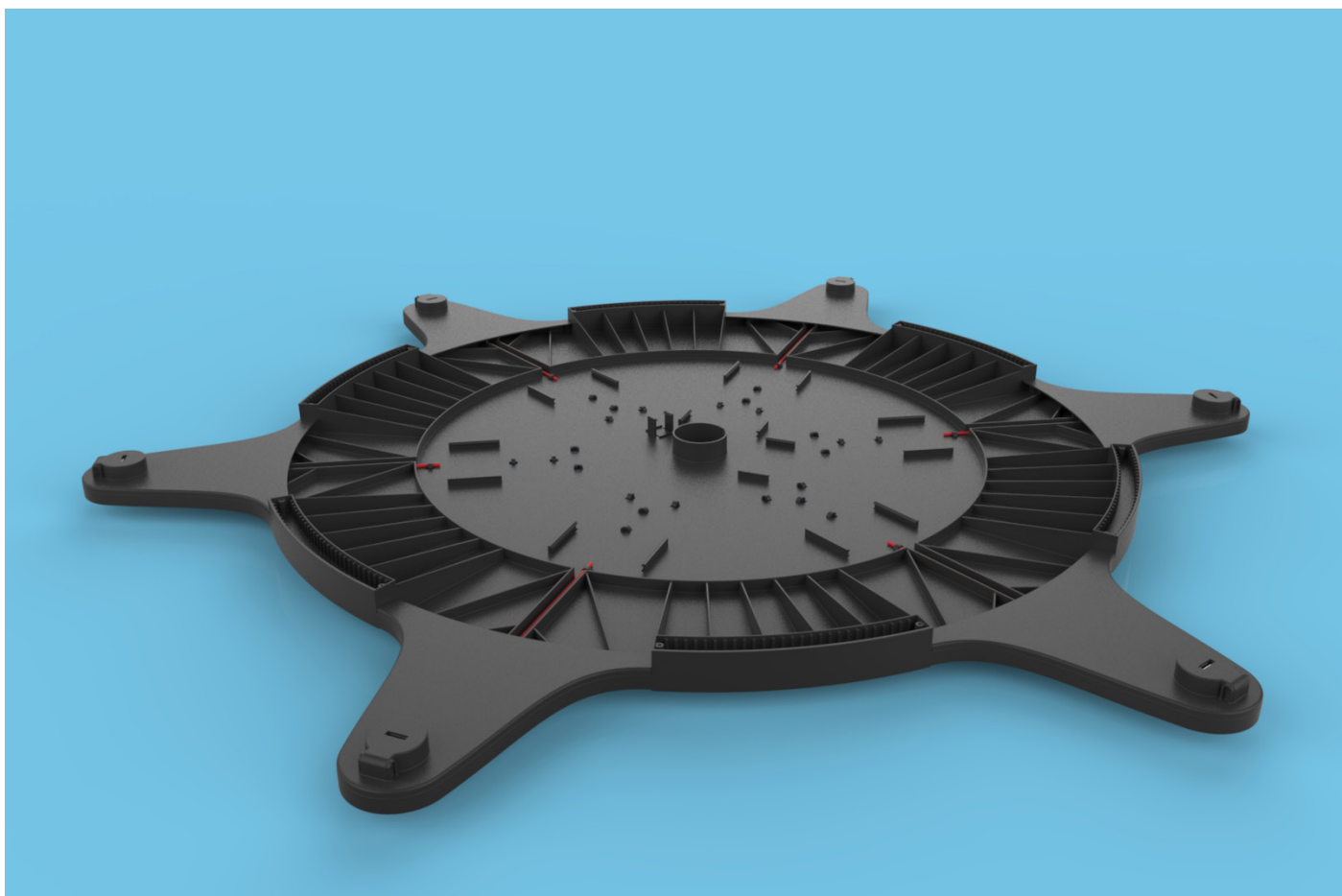
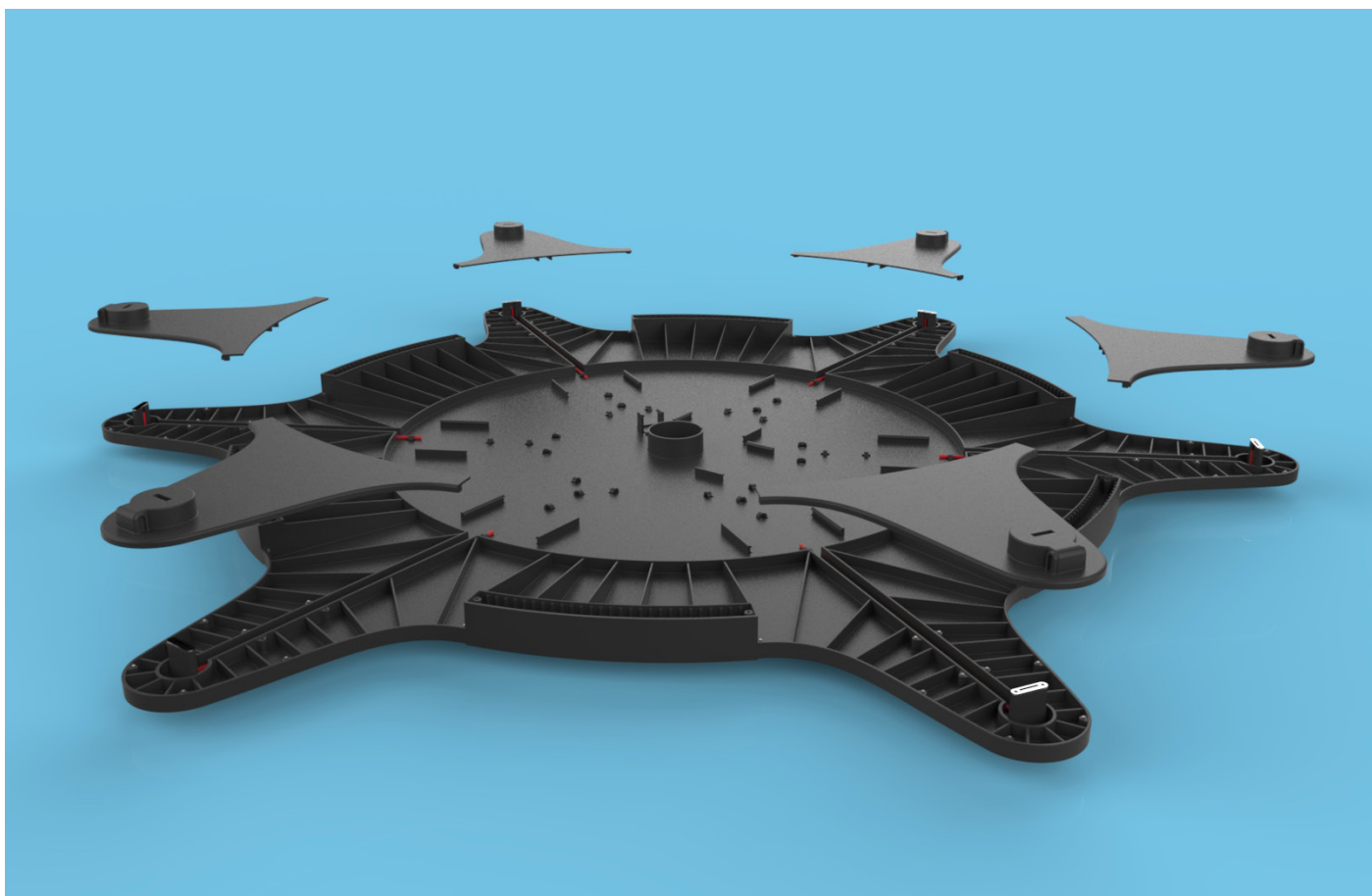
El siguiente paso será colocar la pieza intermedia.

MONTAJE

Para hacerlo se habrán colocado previamente en ella todos los componentes electrónicos que soporta, así como el motor, los rodamientos y las tapas de los salientes para conectar los módulos.

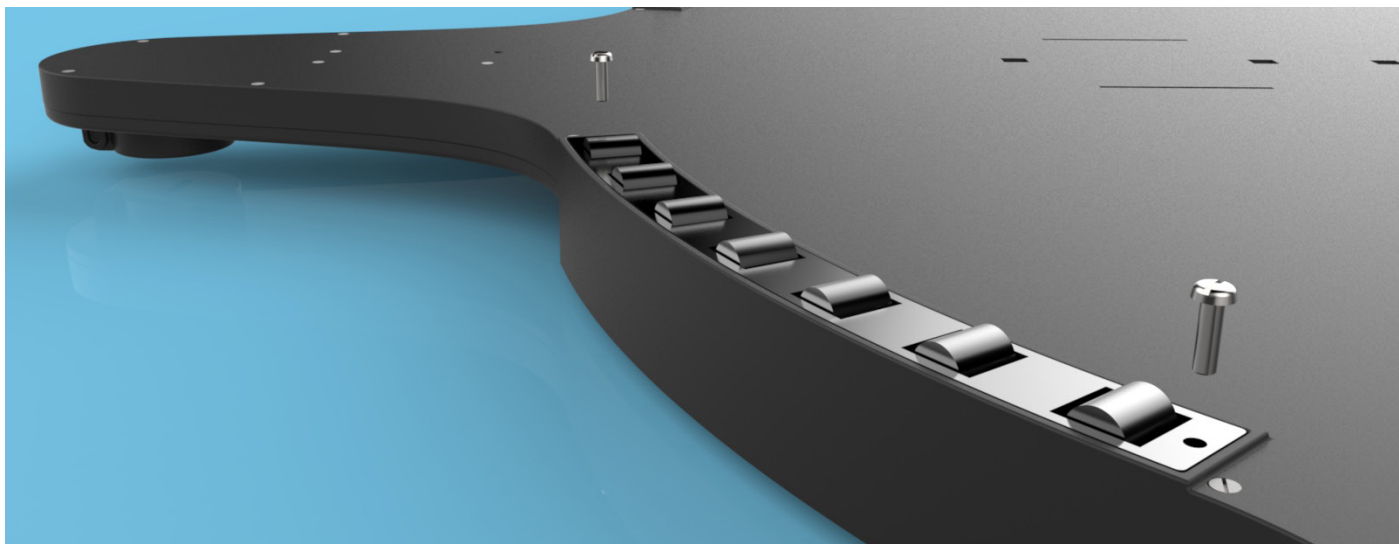
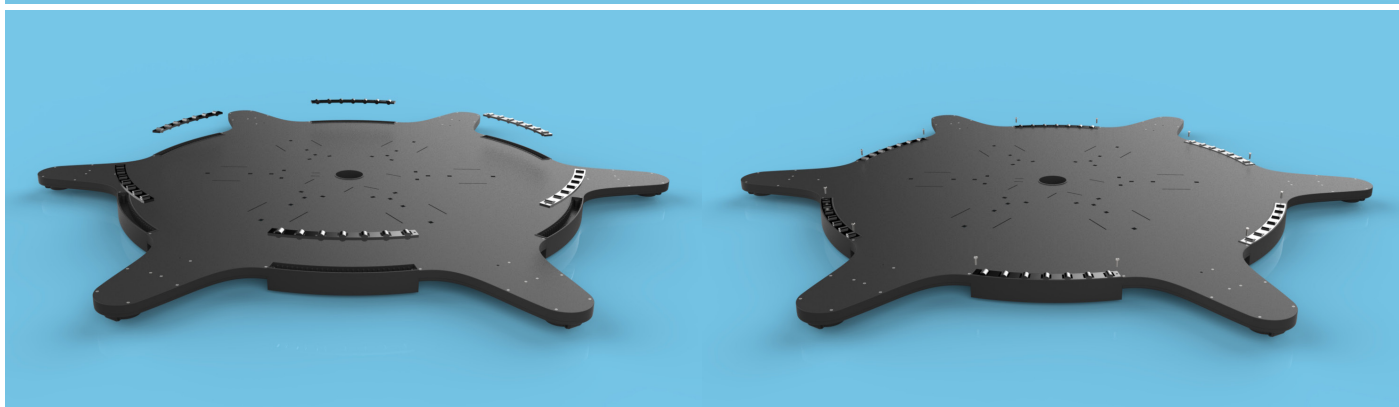
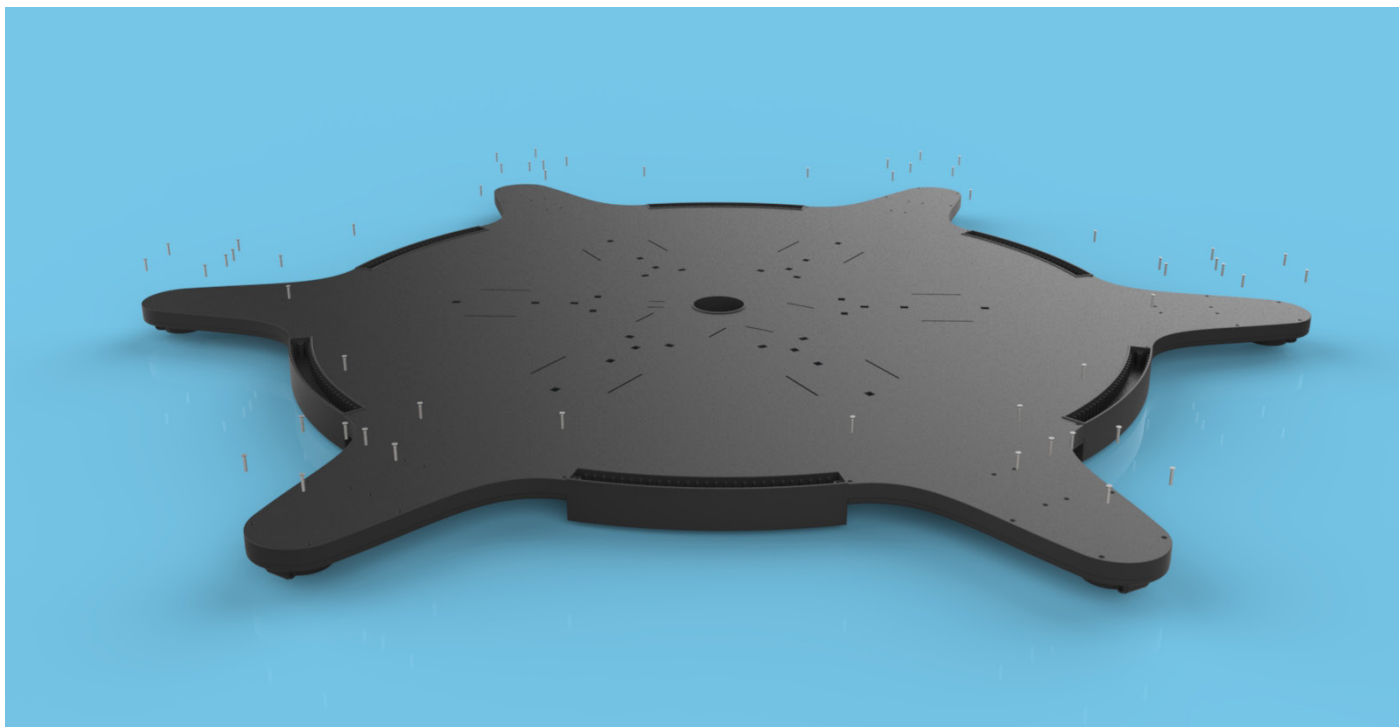
Primero se colocarán las conexiones USB hembras en los salientes, que servirán para conectar los módulos de cámara. Una vez colocadas todas las conexiones se cubrirán con las tapas de los salientes y se dará la vuelta al conjunto, el apriete en los nervios centrales de las piezas evitará que se muevan al girarlos.





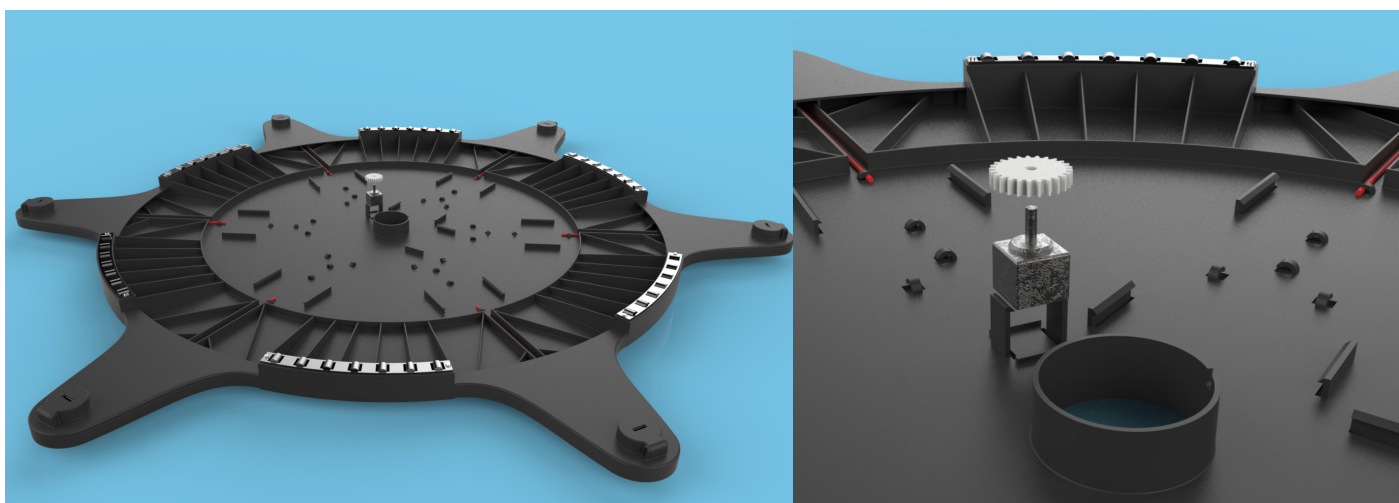
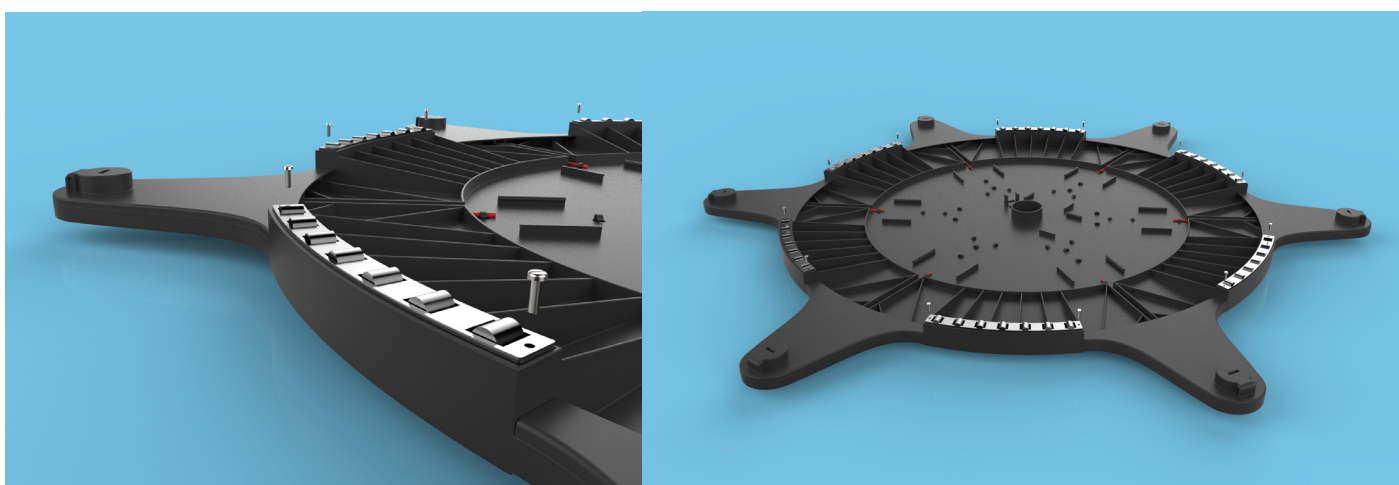
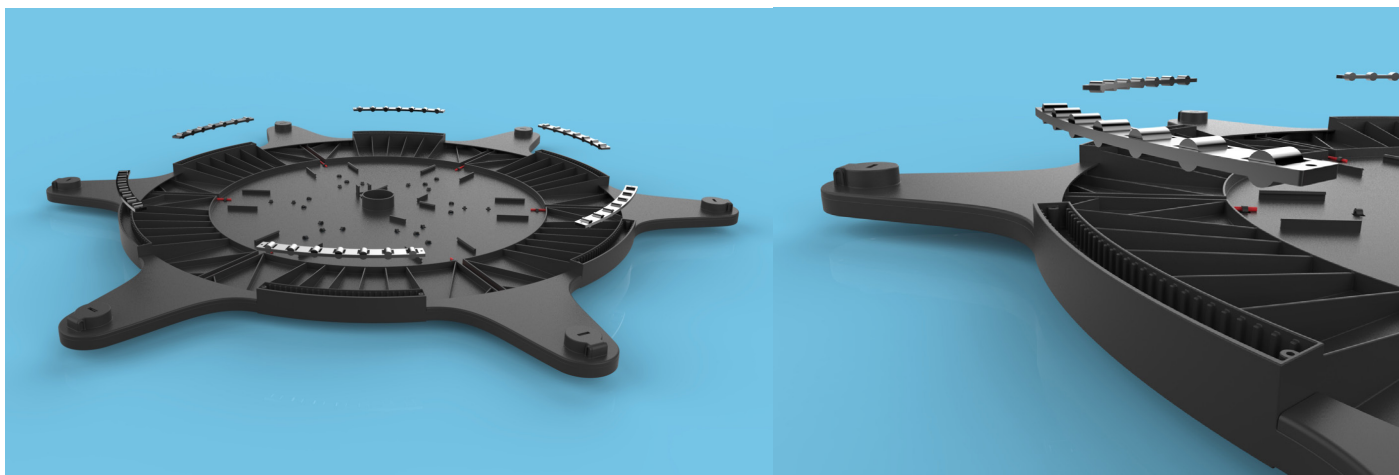
MONTAJE

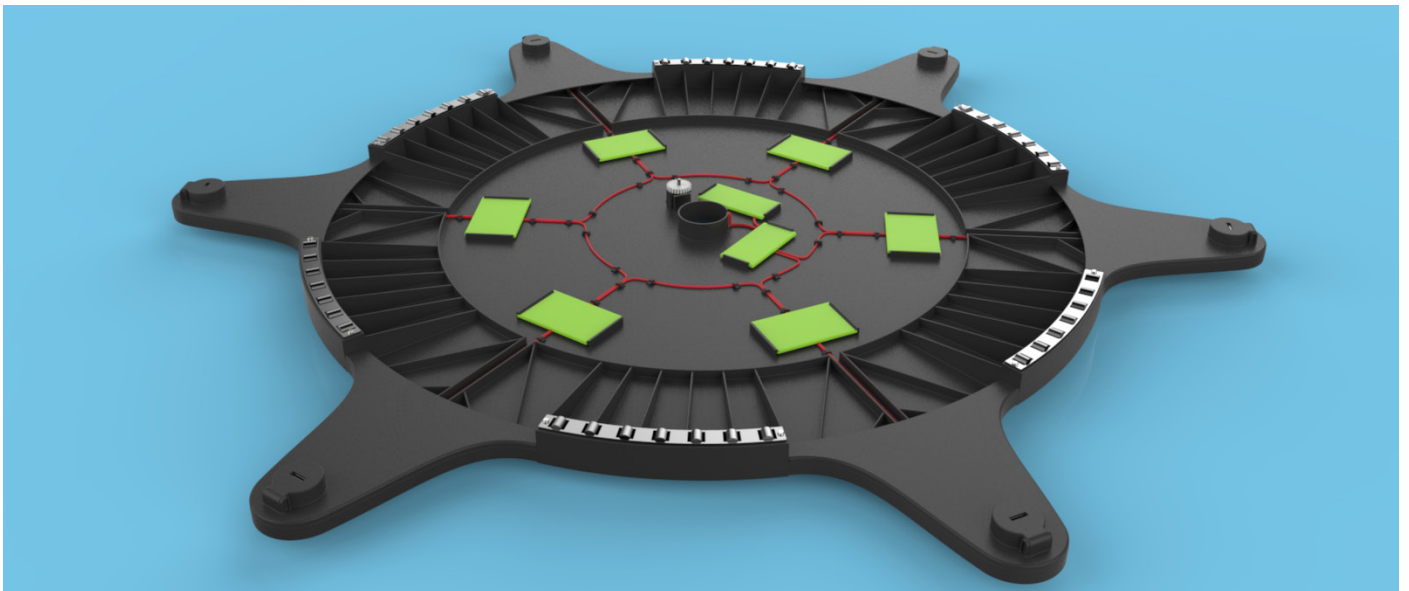
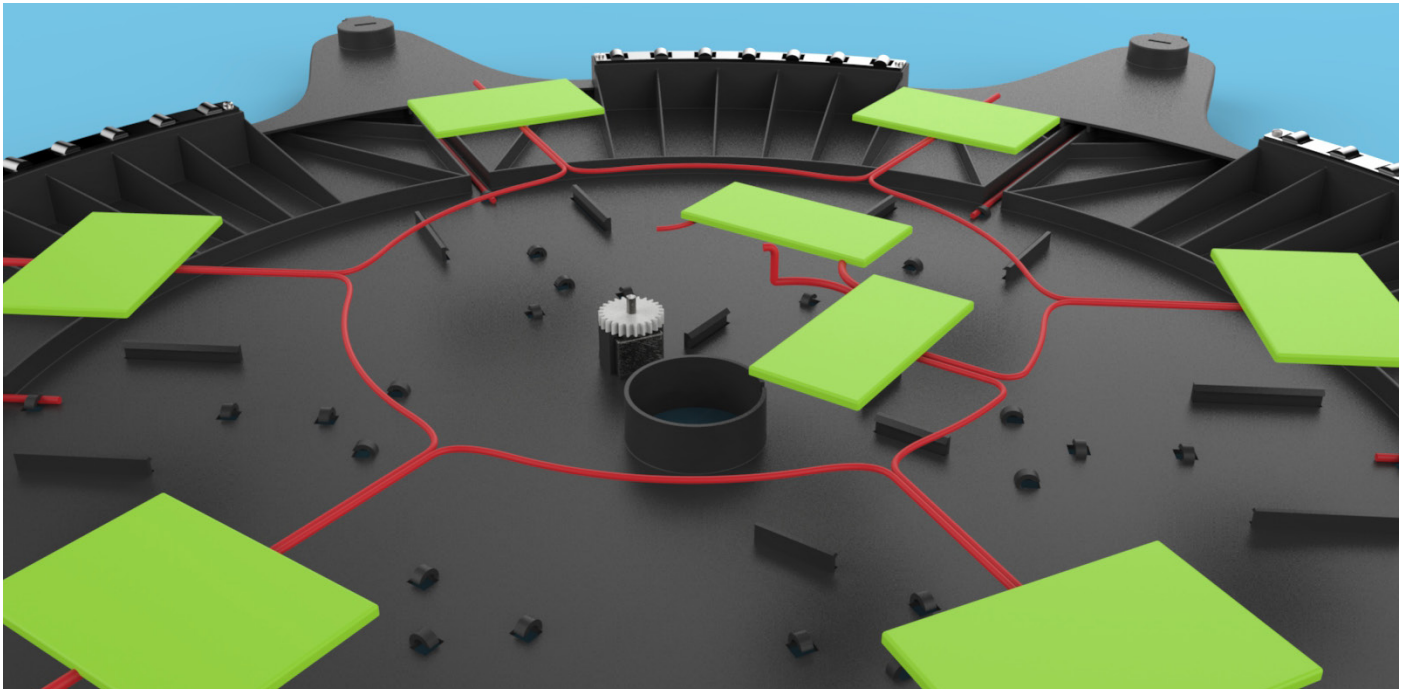
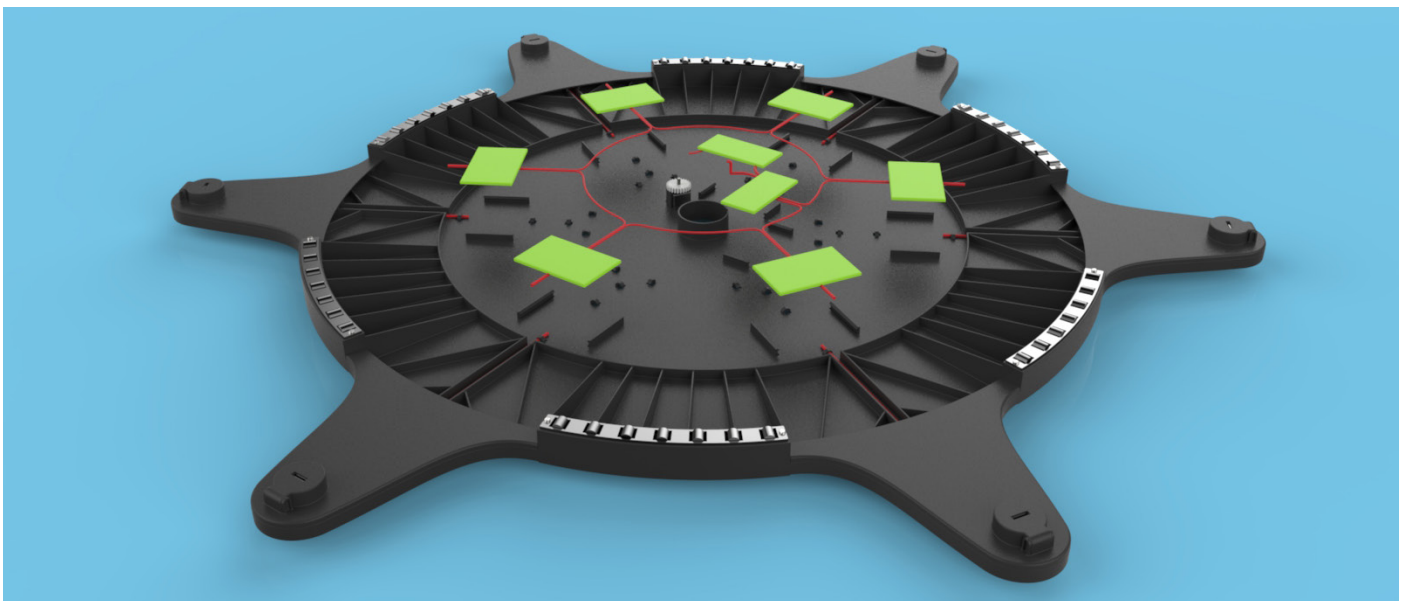
Con la pieza girada se atornillarán las tapas para fijarlas, después se colocarán los rodamientos de la parte inferior, cada uno de ellos con dos tornillos. A continuación podremos girar la pieza de nuevo y colocar los rodamientos de la parte superior, los cuales se atornillarán del mismo modo que los inferiores.



MONTAJE

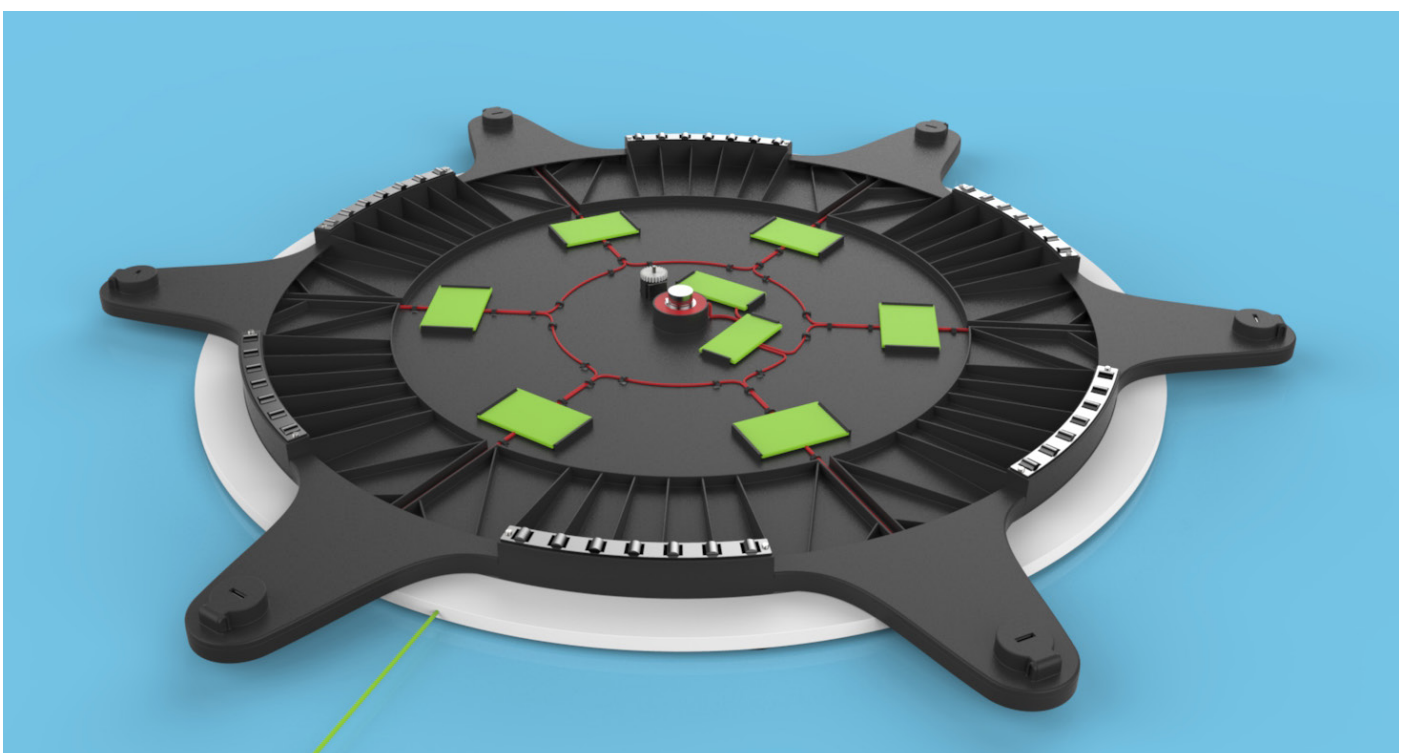
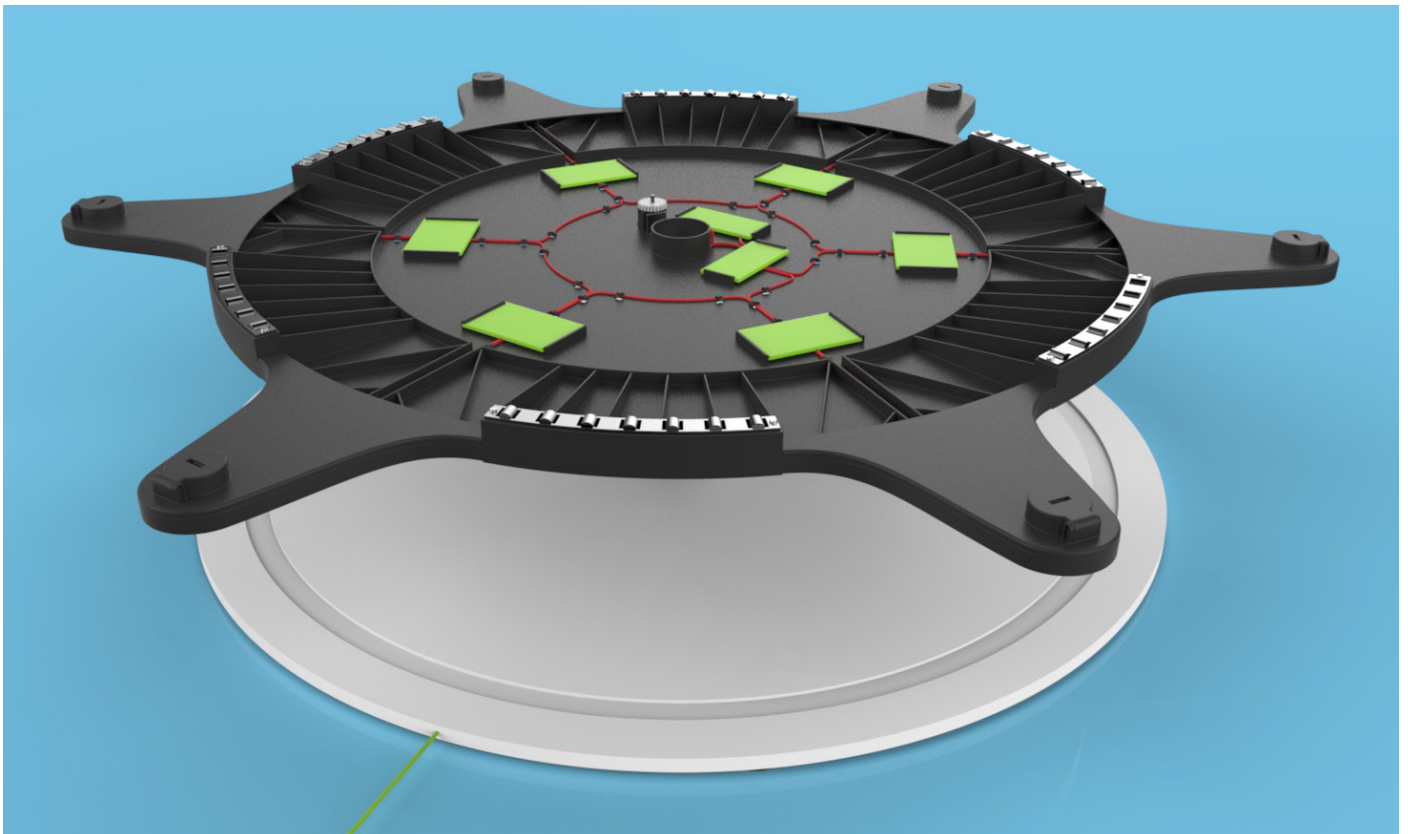
Por último se colocarán los componentes electrónicos y el motor. Como utilizan conexiones clip su fijación será sencilla y no tomará mucho tiempo. Es conveniente seguir este orden para no tener que girar la pieza de forma innecesaria aumentando así el tiempo de montaje.





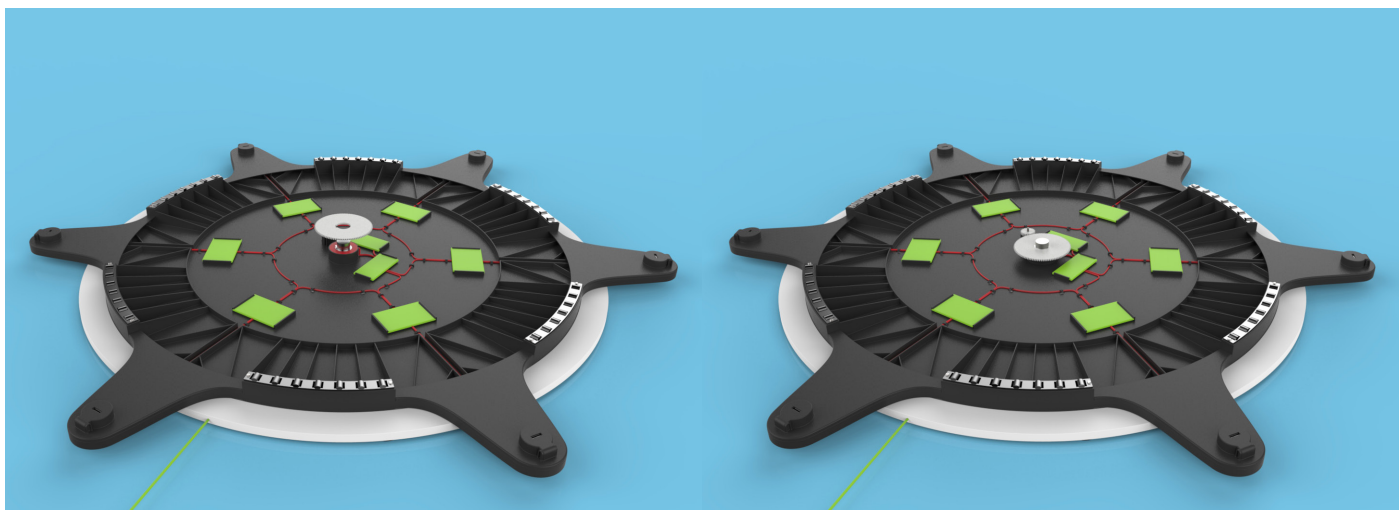
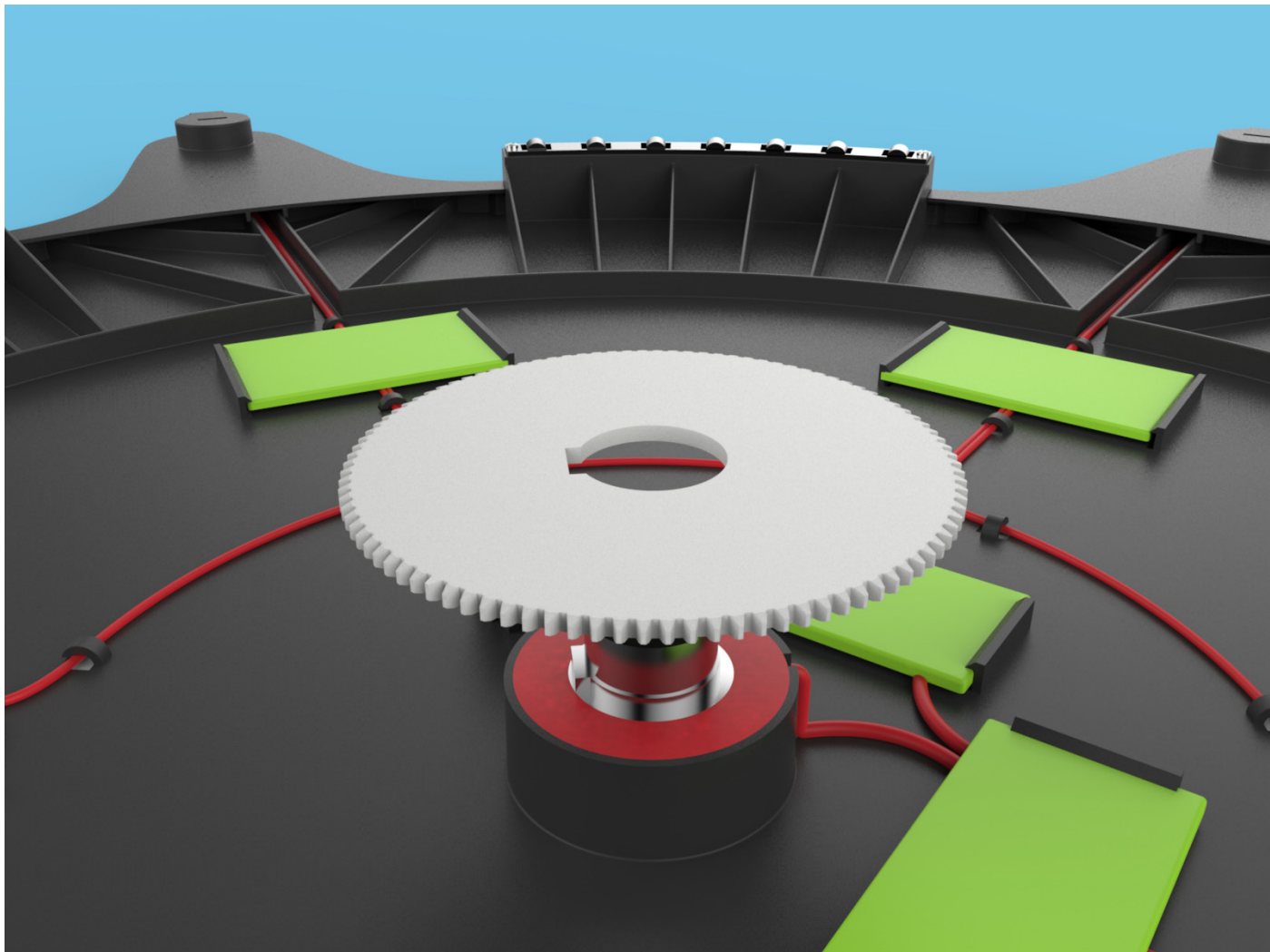
MONTAJE

Tras colocar estas piezas podremos colocar la pieza media sobre la base inferior, para ello se colocará la pieza en el eje, y a continuación se conectará el cable de la conexión axial a las partes electrónicas de la pieza intermedio. La pieza intermedia tendrá una ranura por la que pasará el cable, habrá que colocar el cable en esta ranura para que las piezas que van encima no lo pillen.



MONTAJE

Una vez colocada la pieza central y situado el cable en su lugar correspondiente, podremos colocar el engranaje central en el eje. Habrá que encajarlo en la ranura que evitará que gire, y engranarlo con la rueda del motor.

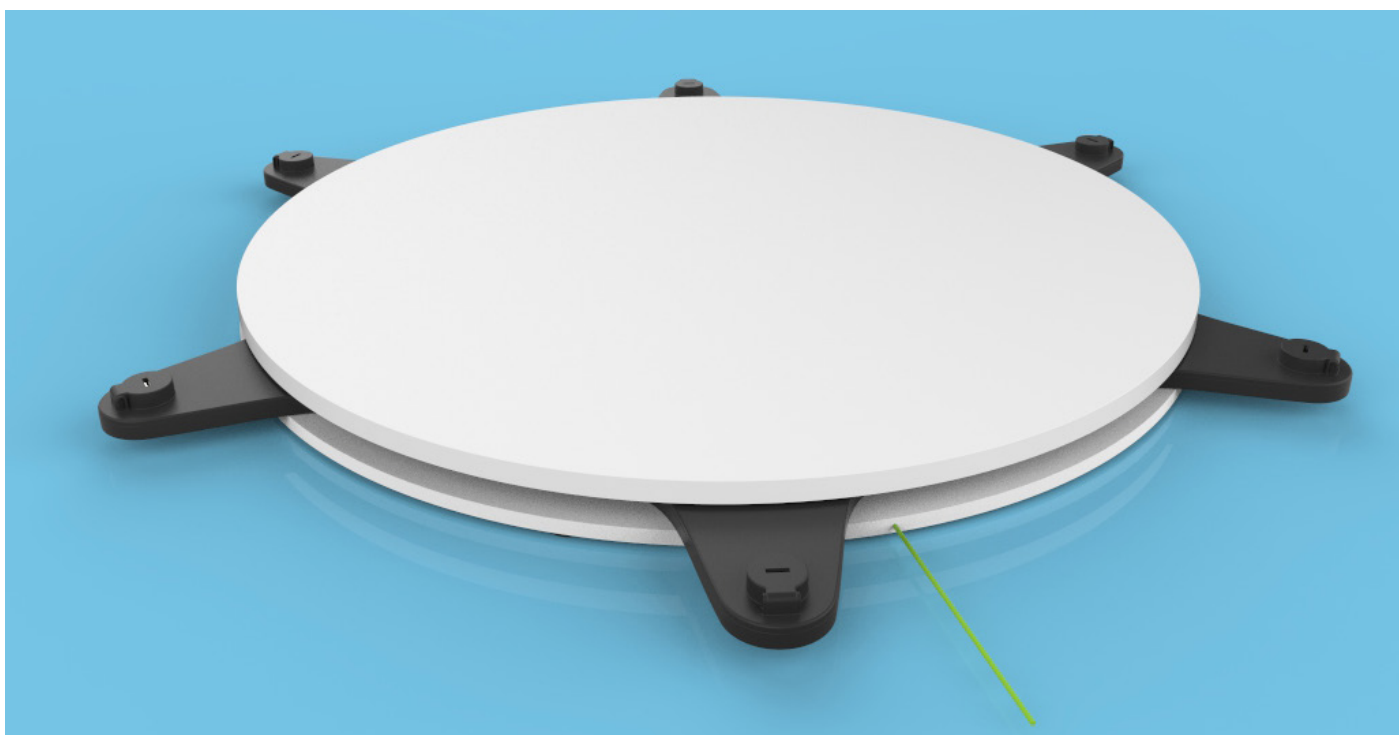
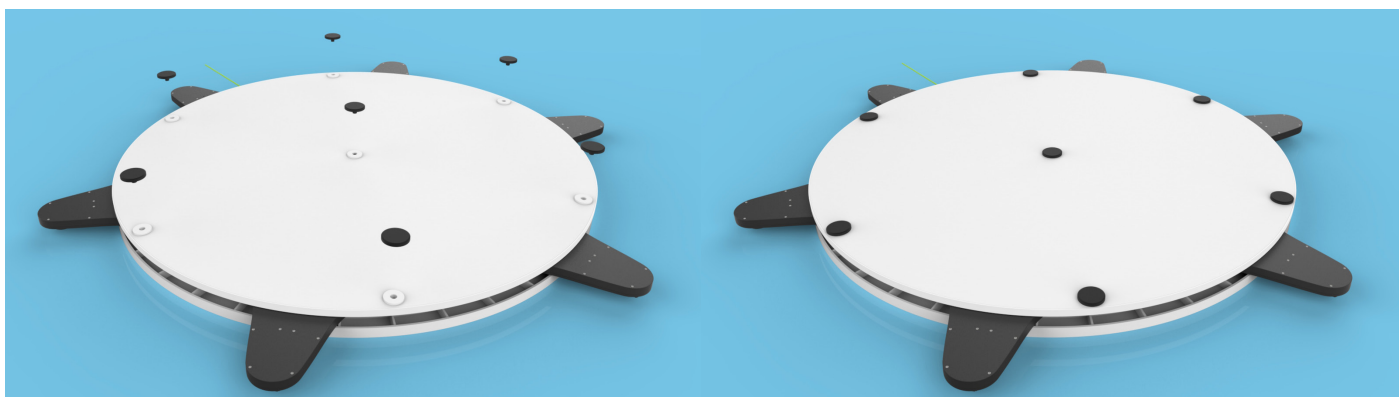


MONTAJE

Se colocará la tapa de la base, que roscará en el eje. Al fijar esta pieza apretará el engranaje y el mecanismo quedará fijo.



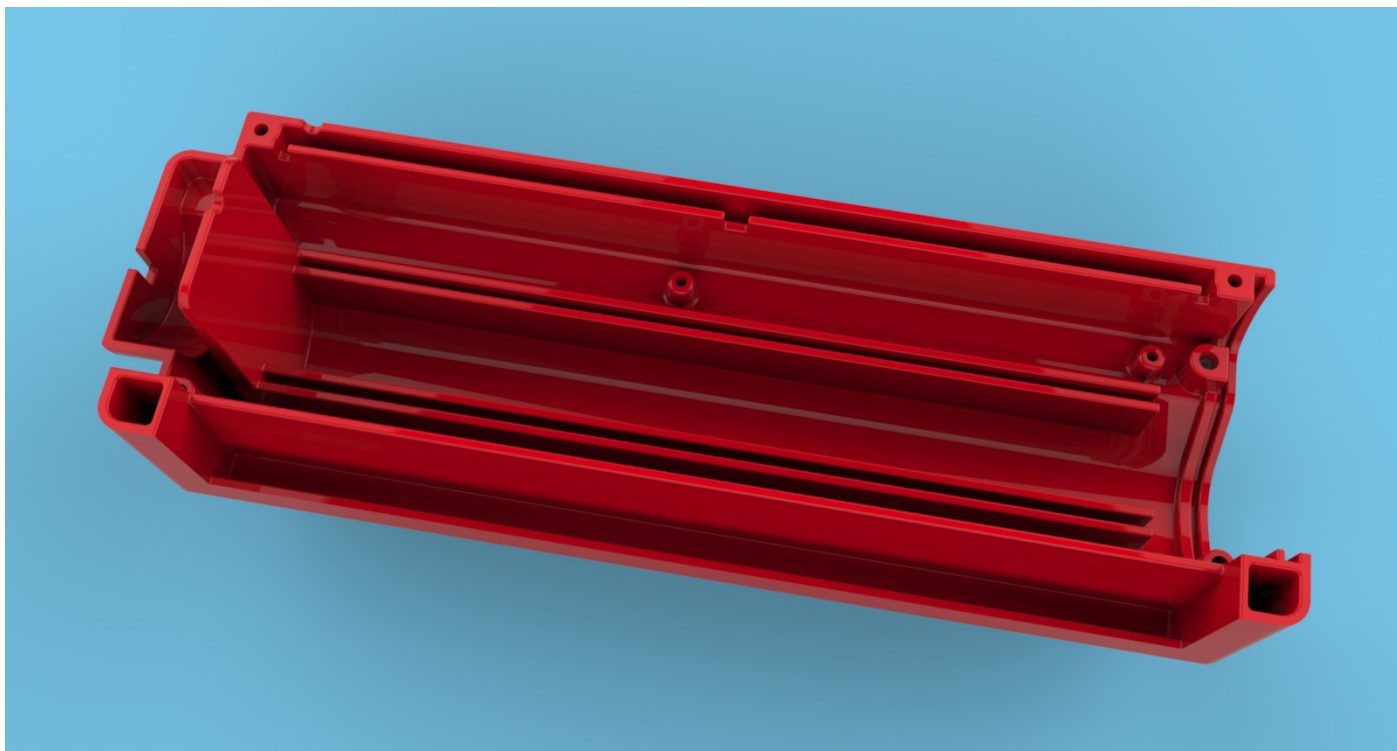
Por último se dará la vuelta al conjunto y se colocarán las patas.



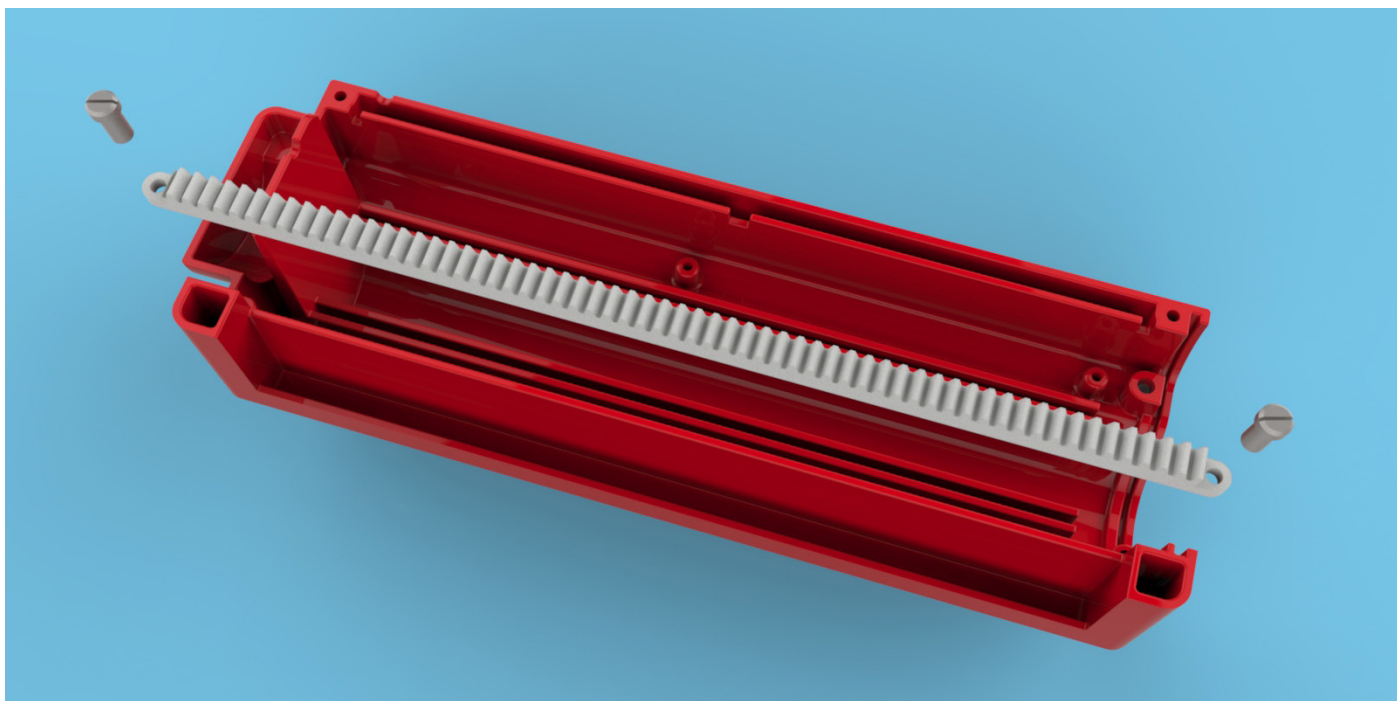
MONTAJE

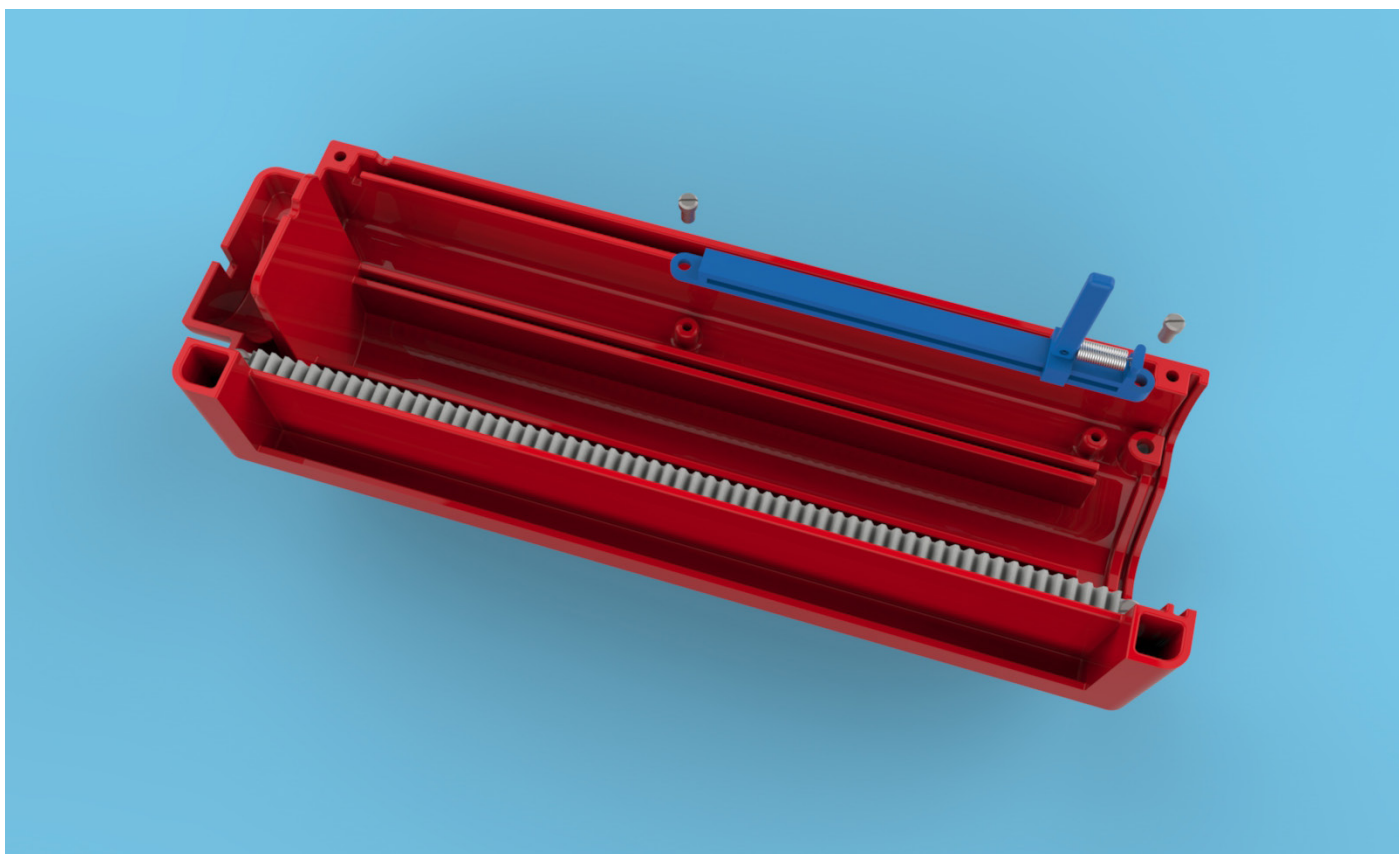
Módulos de cámara

El montaje de los módulos de cámara comenzará situando la pieza base de la carcasa con la parte hueca de la curvatura hacia arriba. Será sobre esta pieza donde se monten los demás componentes.

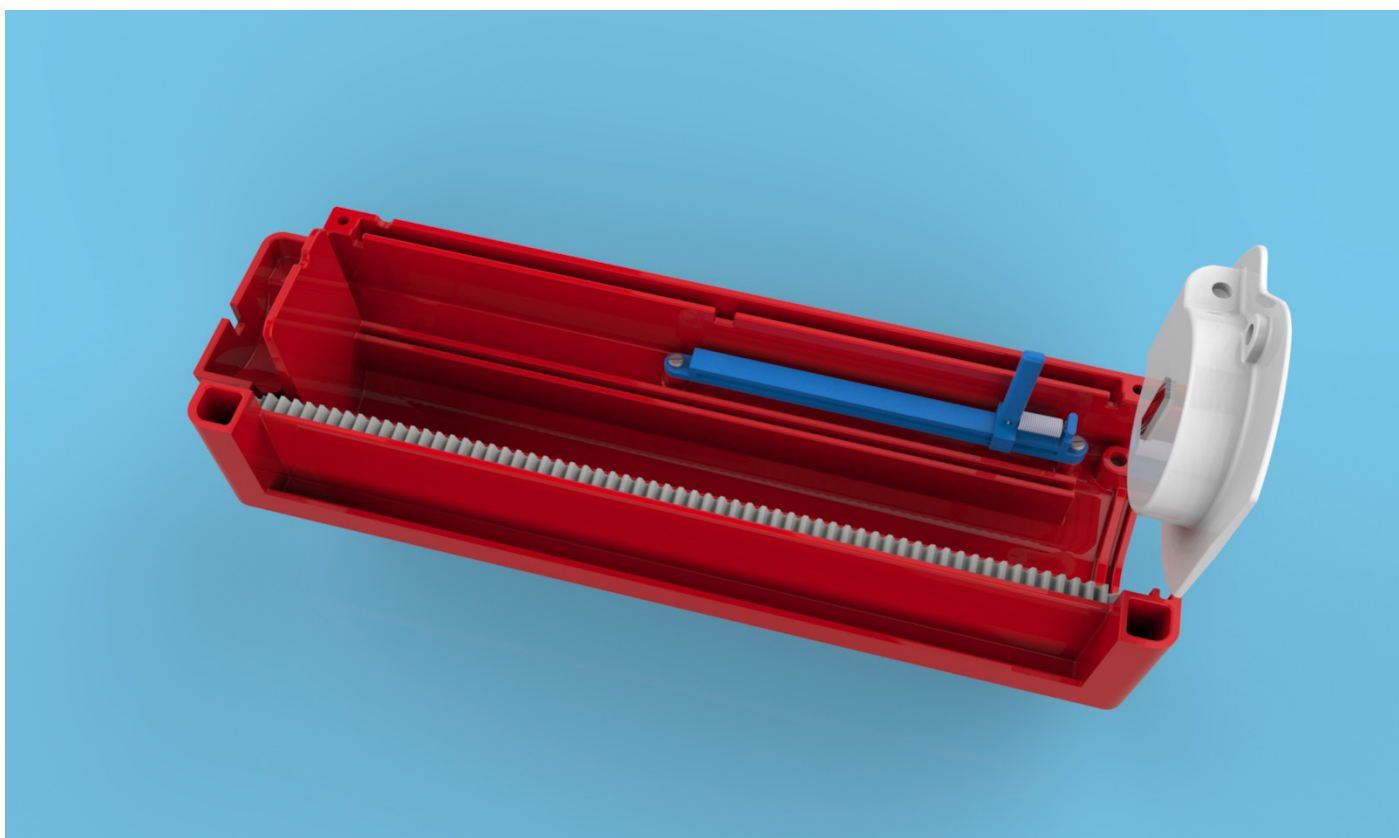


Primero se colocará el engranaje de cremallera y se fijará con dos tornillos, del mismo modo se colocará el tensor en sus tornillos correspondientes.



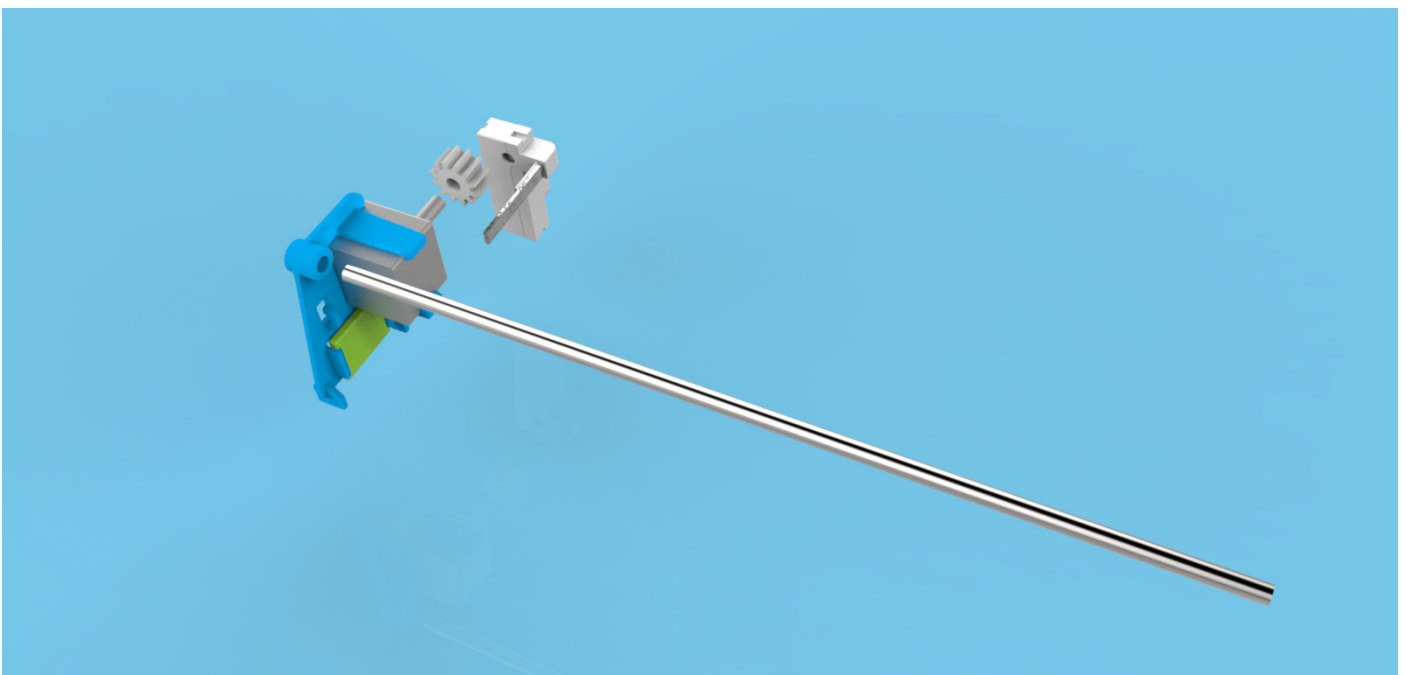
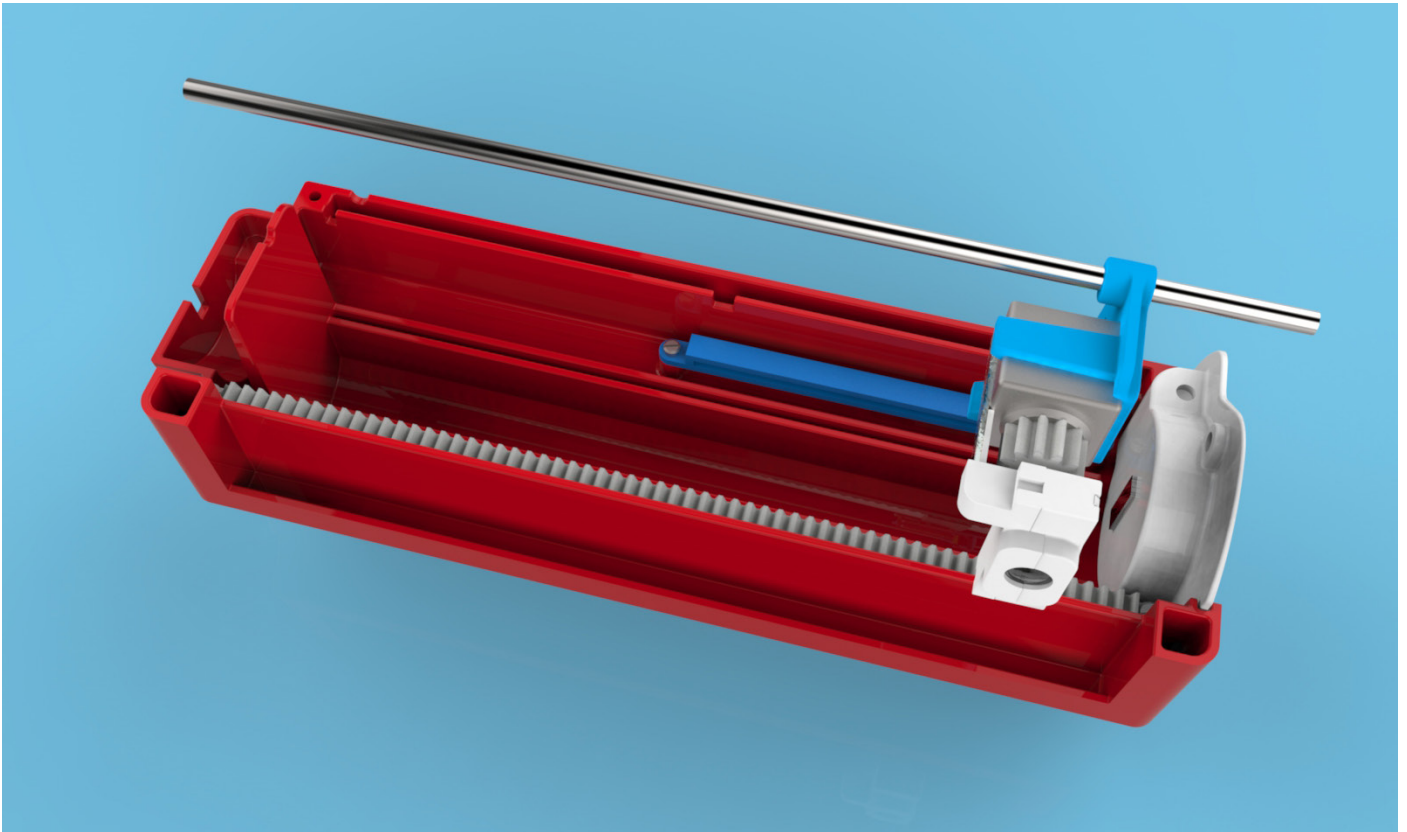


A continuación se colocará la parte inferior de la carcasa, en la que previamente se habrá colocado una conexión USB macho.



MONTAJE

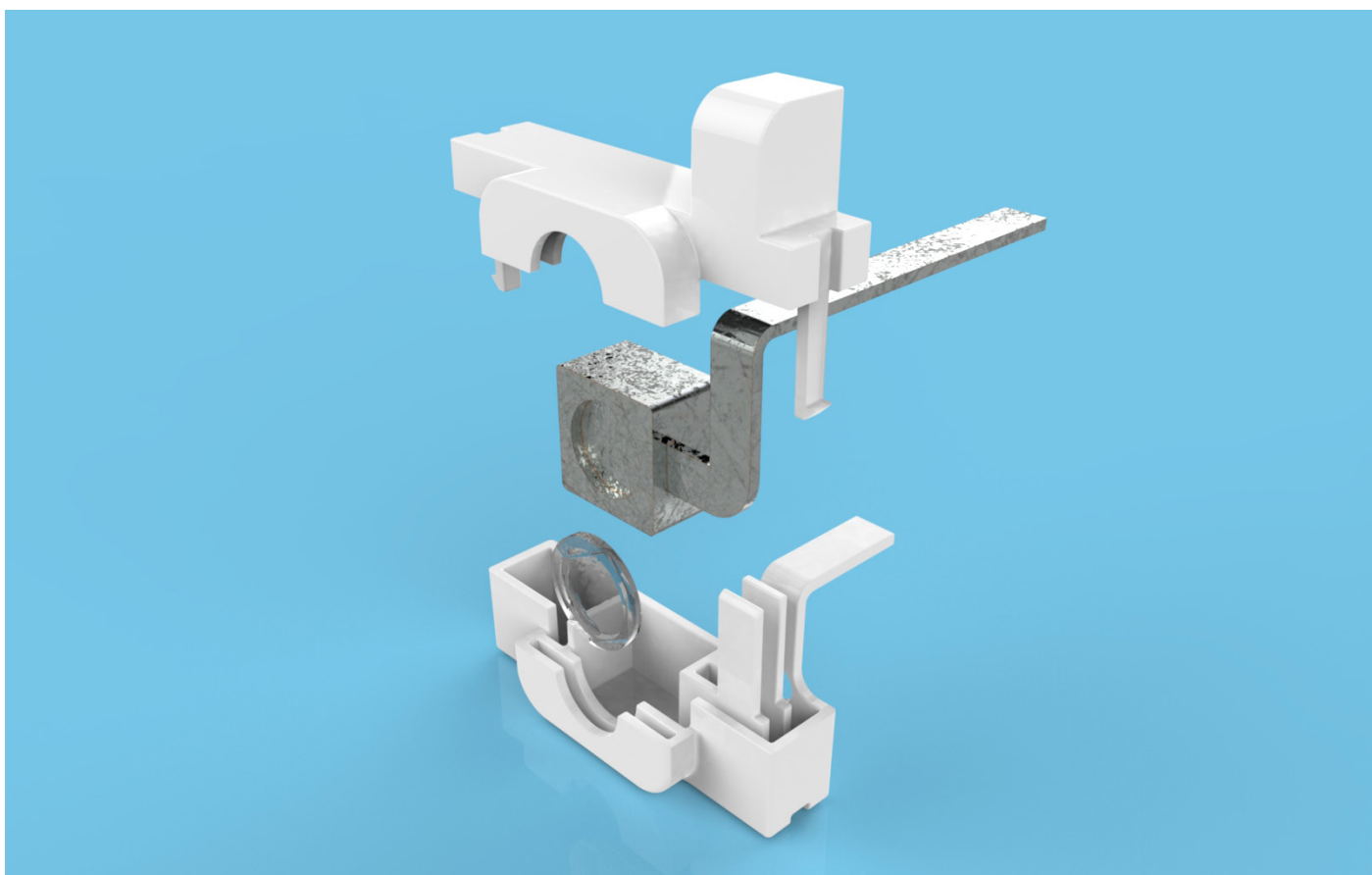
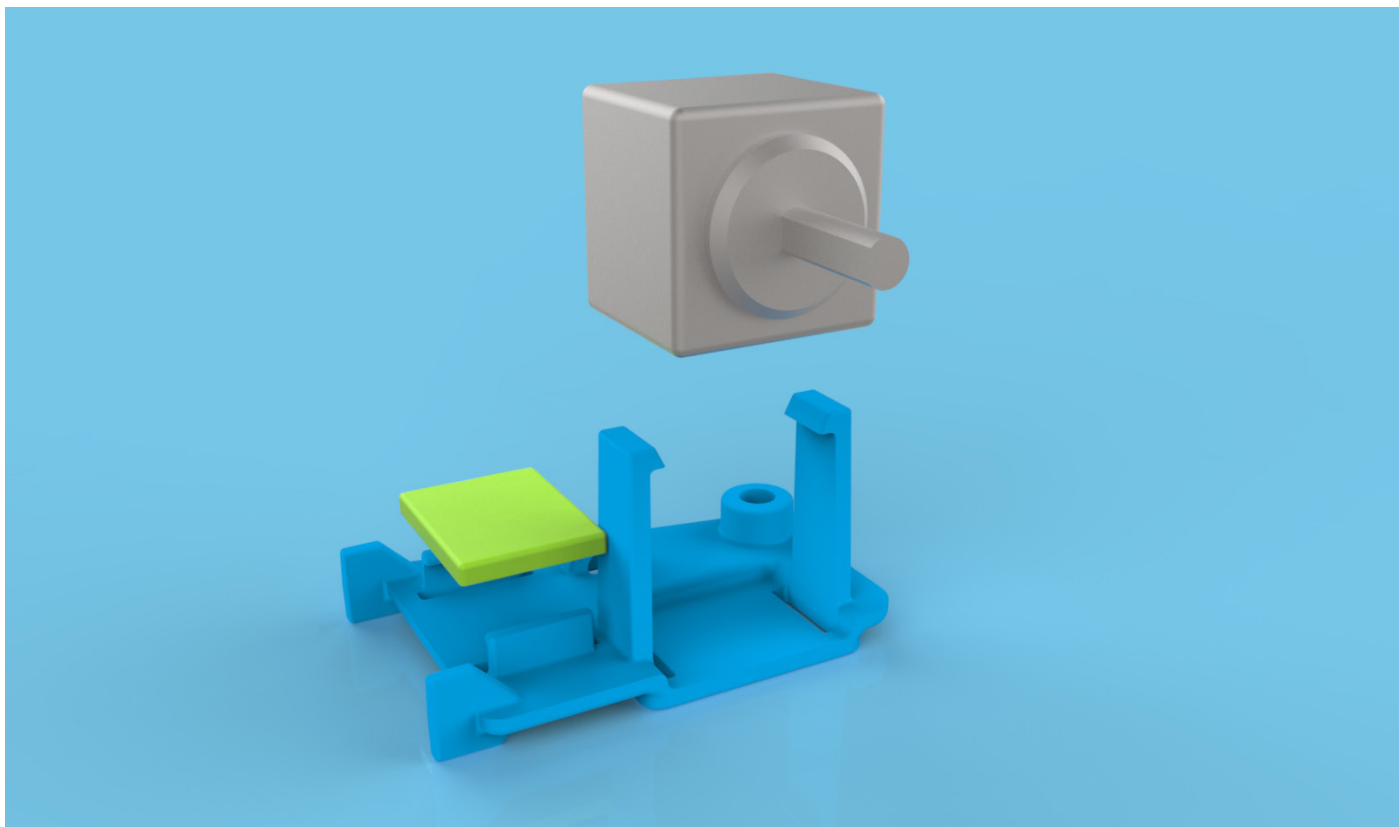
Una vez colocada la parte inferior de la carcasa habrá que situar el conjunto del eje. Este conjunto habrá que montarlo previamente y tendrá tres partes, el eje, el carro del motor y el carro de la cámara.



Tanto el carro del motor como el de la cámara tendrán que montarse con anterioridad antes de unirlos al eje. El primero simplemente colocando el motor y los componentes

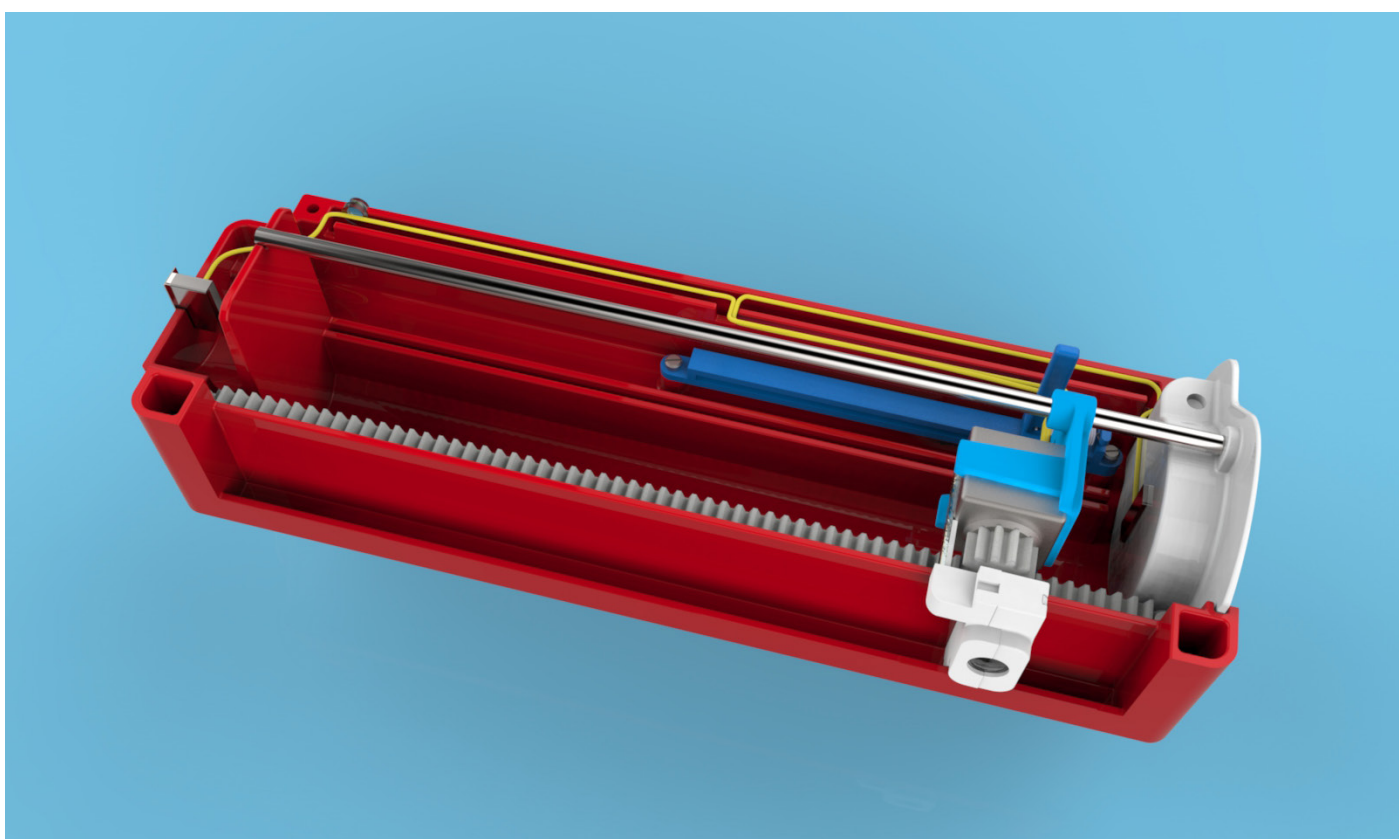
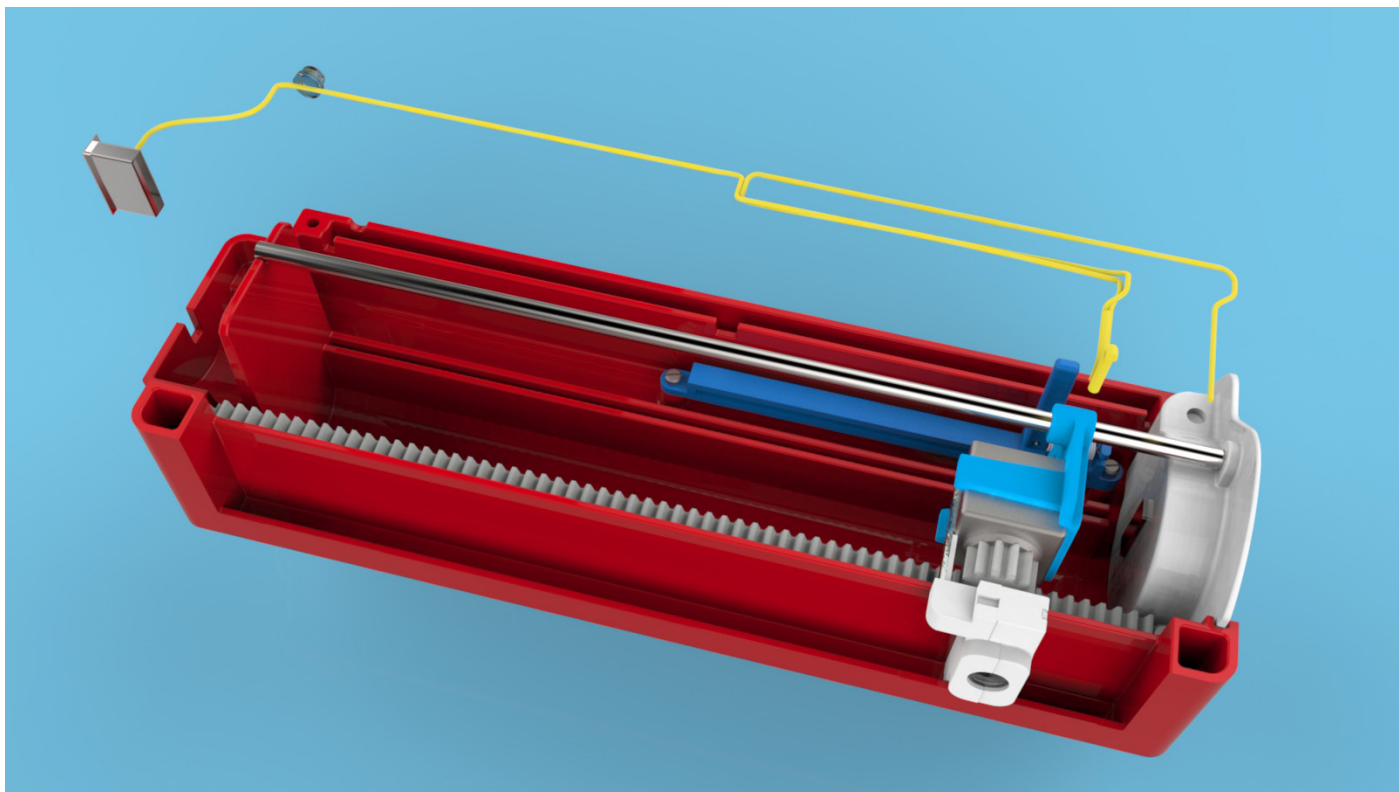
MONTAJE

electrónicos en sus conexiones, y el segundo introduciendo la cámara y la lente en la pieza inferior, para después cerrarlos con la pieza superior.



MONTAJE

Se pondrá el USB hembra en la parte superior, y a continuación se conectará el cableado a los distintos componentes. El cable se enganchará en el tensor, y se pasará por el hueco que se había preparado en la carcasa. También se colocará el led que conformará la luz de encendido y apagado del módulo.



MONTAJE

Por último se colocará la pieza que tapa la carcasa, y se girará el conjunto para atornillarlo.



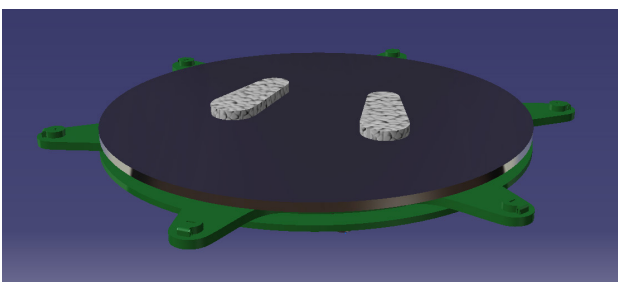
Con el conjunto cerrado podremos añadir las roscas de apriete que permitirán fijar los módulos a la base y entre sí.



ANÁLISIS FINAL

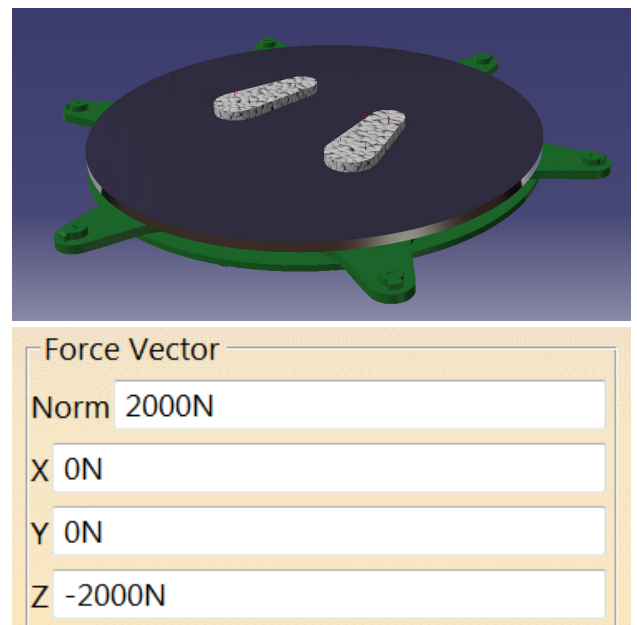
Al completar el modelado final se realizó al igual que sobre el primero un análisis de elementos finitos para comprobar la resistencia del conjunto y sus piezas.

Esta vez, para dar mayor realismo a la simulación se repartieron las fuerzas según la forma aproximada de la pisada de un adulto, de modo que el reparto de las mismas a lo largo del conjunto sea más próximo a la realidad. También se ha sustituido el polietileno de alta densidad de la base y el disco intermedio por ABS, ya que tiene unas mejores propiedades mecánicas, tanto de resistencia mecánica como de estabilidad dimensional. Además acepta la pintura, cosa que el PE-HD no.



La fuerza que se ha utilizado para esta simulación es de 2000N, equivalente al peso de una persona de 200kg. Se utiliza este peso para asegurarnos con un 100% de certeza de que pueda aguantar a una persona de aproximadamente 100kg, que será el peso máximo recomendado. También

se añadió a la simulación el peso de los propios componentes, de manera que el realismo de la distribución de pesos sea total.

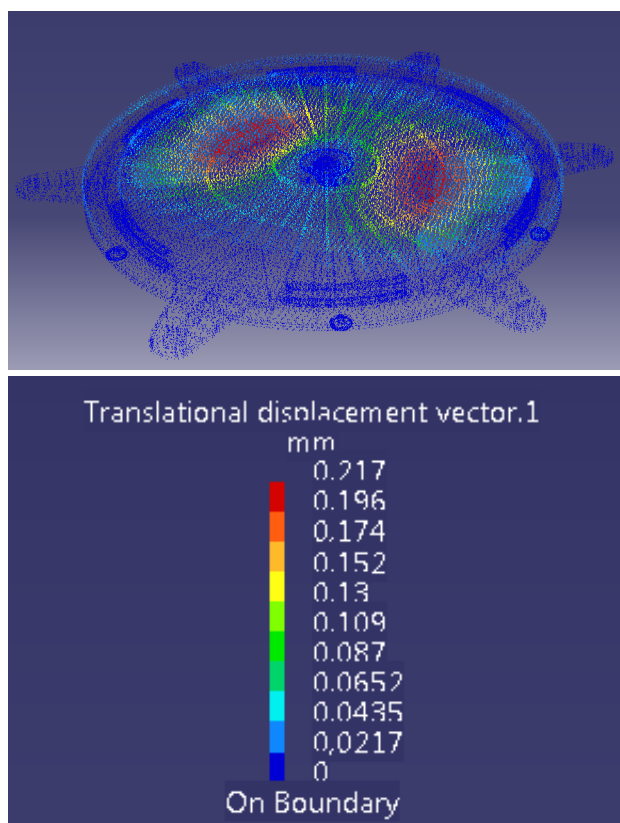


En esta simulación se analizó únicamente la base, ya que los módulos no soportarán más que su propio peso y este no será de ningún modo suficiente para poner en peligro su integridad. Aun así se han calculado el peso de sus componentes el del módulo en total, de forma que en un análisis posterior se pueda calcular la respuesta de la base al peso de los módulos.

En el análisis de desplazamiento pudimos ver que las máximas deformaciones se encuentran en la plataforma superior y son de 0,22 mm justo debajo del lugar donde

ANÁLISIS FINAL

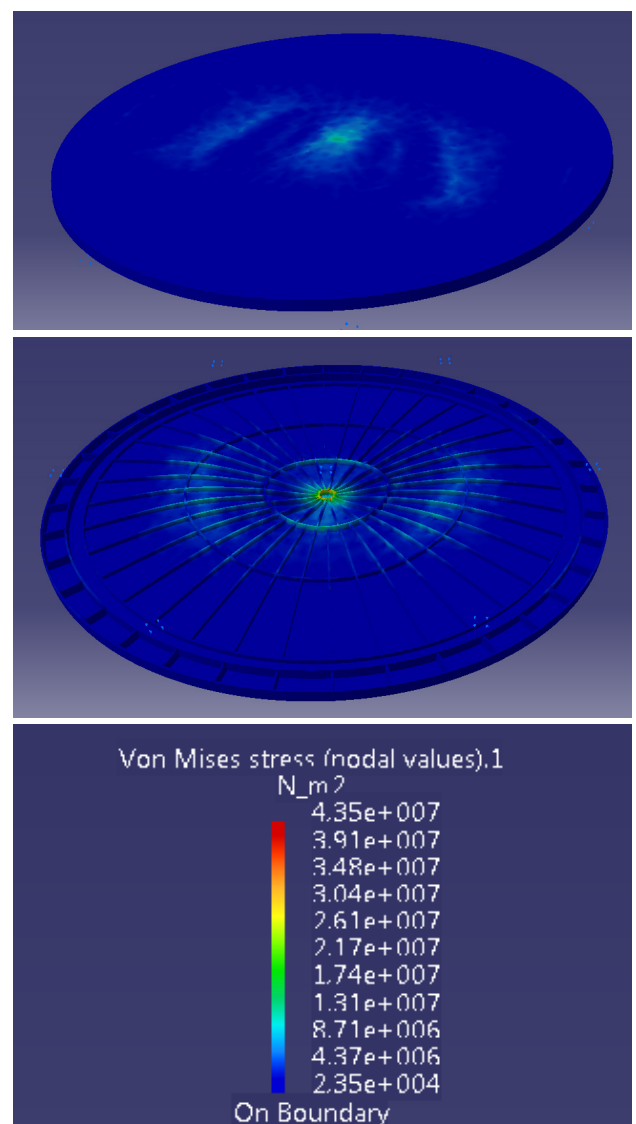
se sitúe el peso, es decir las suelas de la supuesta persona. Estas deformaciones no son demasiado importantes, especialmente teniendo en cuenta que el diámetro de esta plataforma es de 900mm. Además estos desplazamientos estarán situados encima de los chips de la pieza central, y dado que tienen suficiente espacio hasta la plataforma no afectarán al funcionamiento del sistema.



Las tensiones se estudiarán pieza por pieza, pues al tener distintos materiales sus módulos de elasticidad y por lo tanto la tensión crítica serán diferentes,

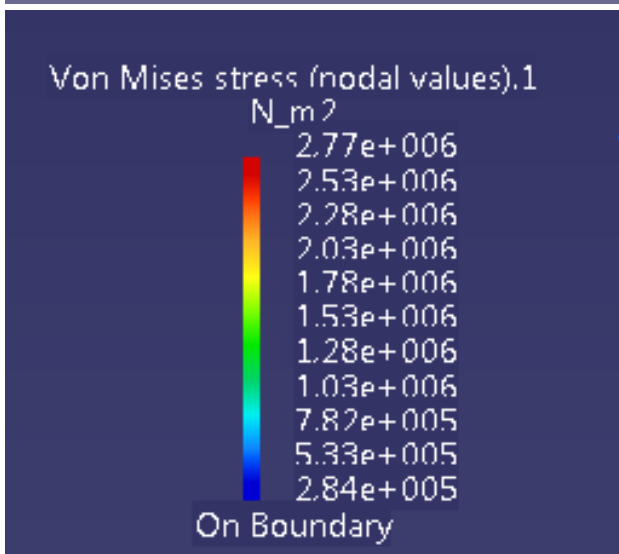
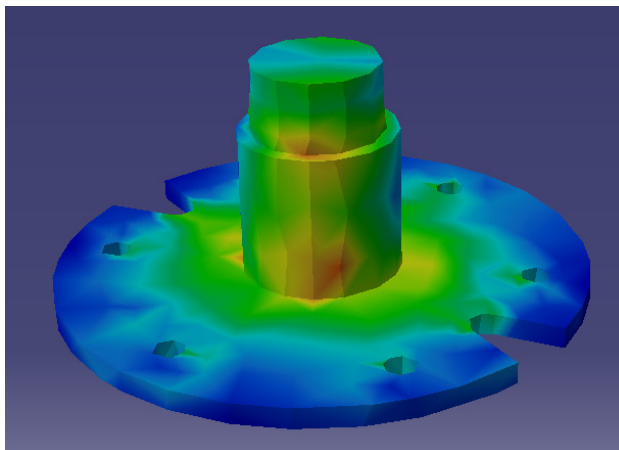
En la plataforma encontraremos las tensiones máximas acumuladas en la parte inferior del punto central, donde

se une con el eje principal de la base. Estas tensiones serán de 44m Pa en sus puntos máximos, cantidad que aunque se aproxima al límite elástico del aluminio (55mPa) no llega a superarlo. Esto podría plantear un problema si las tensiones estuviesen repartidas en una zona muy extensa, pero al estar localizadas en pequeños puntos de la conexión con el eje no supone riesgo. El resto de la pieza no acumula tensiones demasiado grandes ni preocupantes. El peso de la plataforma será de unos 7 kg.

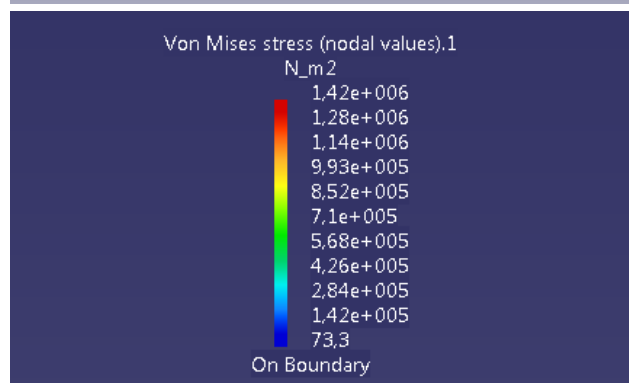
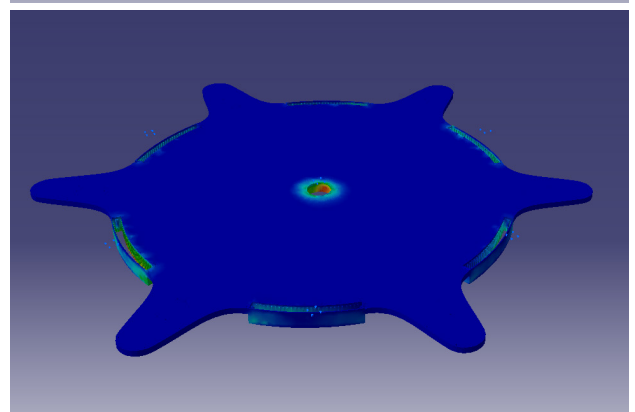
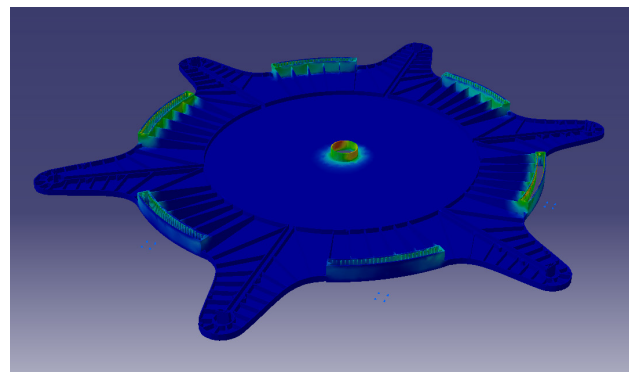


ANÁLISIS FINAL

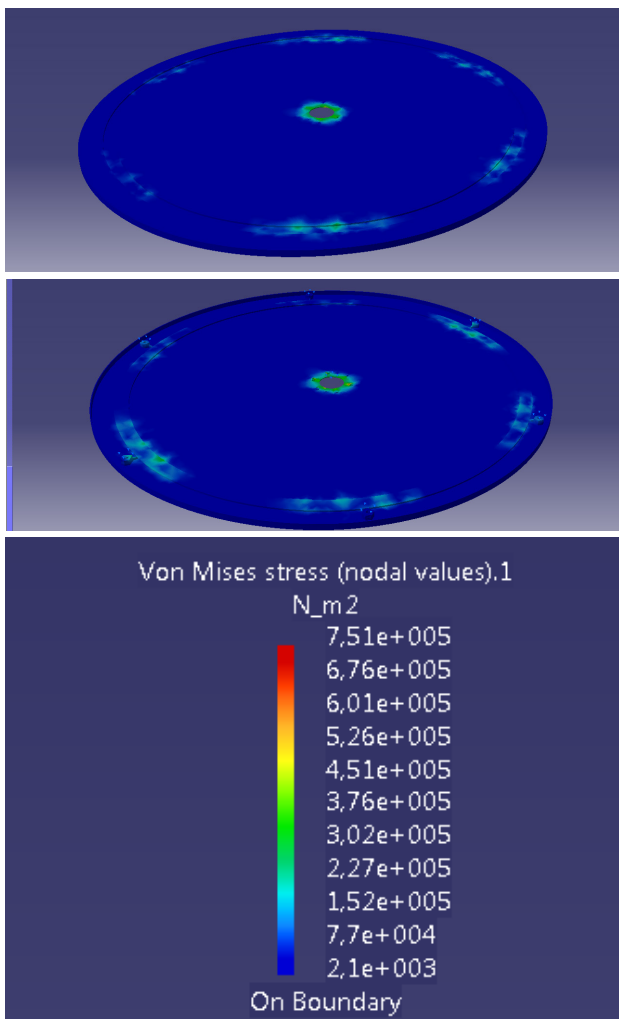
El eje, que finalmente se realizará en aluminio, acumulará unas tensiones máximas de 2,77 Mpa, estas estarán muy alejadas del límite elástico del aluminio y no supondrán ningún riesgo para la integridad estructural del sistema. El eje pesará 0,43 kg.



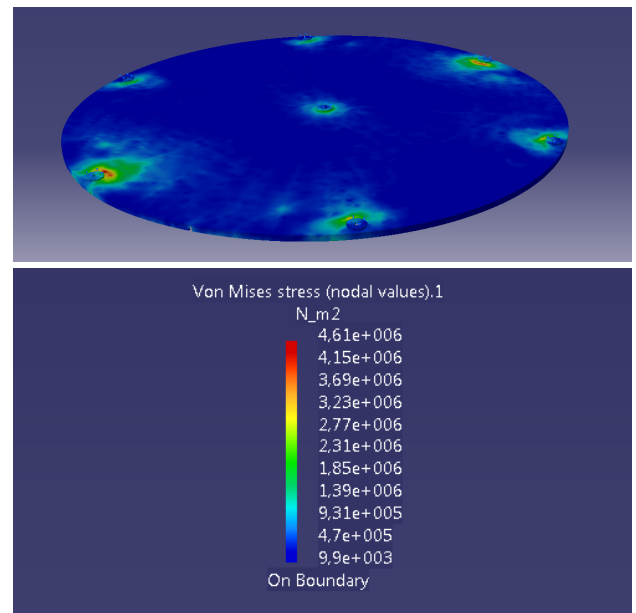
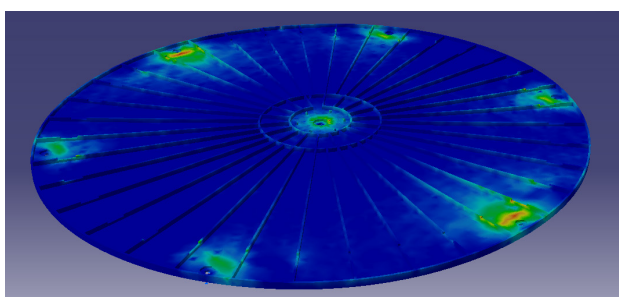
En el disco central las tensiones máximas se situarán en el centro y en los soportes de los rodamientos. Esas tensiones serán de 1,4 Mpa como máximo, y por lo tanto no se acercarán a la resistencia máxima del ABS (34 MPa) en el que estará fabricada esta pieza. El peso del disco central será de 1,8 kg.



La pieza superior de la base, la cual está realizada en ABS no acumulará prácticamente tensiones, pues las transmitirá directamente a la parte inferior de aluminio. Por lo tanto las tensiones máximas serán de tan solo 0.75 Mpa, y se encontrarán en las uniones de las roscas centrales y de las patas. También habrá algunas tensiones en los puntos de contacto de los rodamientos pero serán incluso menores. Esta pieza tendrá un peso de 1,25kg.



En pieza inferior de la base las tensiones se acumulan en torno a las patas, tanto la central como las excéntricas. Estas tensiones llegarán hasta 4,6 MPa, y por lo tanto no se acercarán a los 55 MPa que representan el límite elástico del aluminio. El peso de esta pieza será de 6,2kg.



Contando con todas estas piezas, junto con las 6 tapas de las conexiones, que pesarán 0,05kg cada una. y con aproximadamente 0,3kg del cableado y los componentes electrónicos tendremos un peso total de 17kg para el conjunto de la base.

Aunque pueda parecer un peso algo elevado, si tenemos en cuenta las dimensiones de la base podemos decir que es bastante ligera.

En cuanto a los módulos de las cámaras, no se ha realizado sobre ellos ningún tipo de simulación de esfuerzos, pues no tienen que soportar grandes cargas. Pero sí que se ha calculado el peso de cada uno de sus componentes según el material que se ha elegido para ellos.

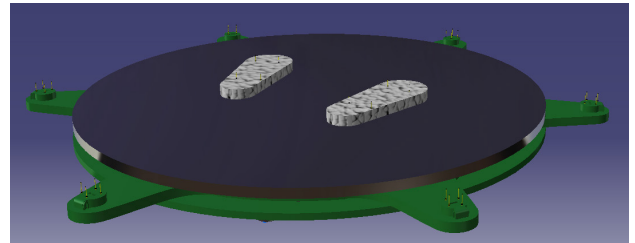
Las piezas "base" "inferior" y "tapa" que conforman la carcasa estarán realizadas en ABS, ya que el PE-HD en el que están realizados los

componentes plásticos de la base ofrece un peor acabado superficial y no acepa bien la pintura. Estos tres componentes tendrán un peso de 0,12kg 0,08kg y 0,01kg respectivamente, sumando un total de 0,21 kg para la carcasa.

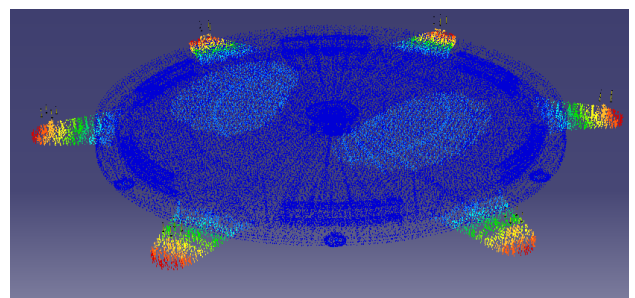
A este peso habrá que añadir el de los componentes internos, el eje de aluminio pesará 0,007kg, los engranajes fabricados en nylon pesarán 0,009 entre la cremallera y el disco, el soporte del motor, fabricado en PE-HD pesará 0,03, el carro de la cámara pesará 0,006 kg 2 de las piezas del carro (que estará fabricado en ABS) y 4 de la cámara, el tensor (fabricado en PE-HD) pesará otros 0,003kg. Si a esto añadimos 40 gramos correspondientes al motor y 23 de la tornillería, cableado y conexiones USB, tendremos un peso total para cada módulo de 0,328 kg por módulo. Vemos así que nuestros módulos son ciertamente ligeros, y que podremos apilar varios para que nuestro escáner gane altura, sin que se acumule demasiado peso.

Una vez calculado el peso de los módulos se realizó una simulación, añadiendo una fuerza equivalente en la posición que tendrían que ocupar estos en la base. En cada una de las conexiones de la base se simuló una fuerza de 30 N es decir 3kg que simulaban el peso de 10 módulos apilados unos sobre otros. Se ha utilizado esta cantidad ya que al ser los módulos de 20cm de altura, al apilar 10 obtendríamos una altura

total de 2m, más que suficiente para escanear a una persona adulta.



En esta última simulación vemos como el peso de los módulos doblará ligeramente las conexiones de la base, de esta forma se acumulará una deformación de hasta 1mm. Es una deformación considerable pero que no afecta al funcionamiento del sistema pues simplemente inclinará muy ligeramente los módulos. Aun así en revisiones posteriores, que no entrarán en este proyecto, podría ser conveniente reforzar la pieza central para reducir estas deformaciones y que los pilares que formarán los módulos queden lo más rectos posible.



PRESUPUESTO

Para concluir el proyecto se realizará una aproximación de presupuesto.

El objetivo de este presupuesto es obtener un precio estimado de fabricación y por lo tanto de venta para nuestro escáner, pero hay que tener en cuenta que esta aproximación puede distar bastante de la realidad, ya que el precio de la maquinaria, y especialmente el de los moldes es muy variable y no se puede calcular sin pedir un presupuesto directo a fábrica. Aun así se estimarán el precio de los mismos según los precios encontrados en distintos proveedores.

Se calculará por separado el presupuesto de la base y de los módulos, ya que a pesar de funcionar como un conjunto se venderán por separado y su fabricación será independiente.

Para calcular el presupuesto será necesario establecer la cantidad que se va a producir. Como hemos dicho anteriormente este producto está planteado para una producción en serie a gran escala, pero su mercado no será tan amplio como para utilizar una producción automatizada, por lo menos en lo referente a la base.

La cantidad seleccionada para la producción será de 10.000 unidades

para la base, y de 200.000 unidades para los módulos. Se producirán 20 módulos por base, ya que es una buena cantidad media con la que los escáneres podrían funcionar.

Base

Como ya hemos dicho anteriormente la base está compuesta por 4 piezas de 900 mm de diámetro, dos de ellas fabricadas en aluminio y dos en ABS.

Para todas ellas será necesario un molde de acero de gran tamaño, pero muy simple, ya que la dirección de desmoldéo es única, y no necesitará de carros o mecanismos auxiliares. Aun así se ha estimado el precio de estos cuatro moldes en 100.000 \$, 81.000 €, el precio más alto que encontrado entre los distintos moldes vistos.

Las otras piezas que necesitarán de moldes serán el eje central y las tapas para las conexiones. En ambos casos será necesario un molde de acero de tamaño medio, el molde del eje será simple, por otra parte el molde de la tapa necesitará dos carros laterales dada su geometría, estos carros son simples y no incrementarán el precio del molde demasiado.

El precio del molde del eje se estimará en 15.000 \$ 12.000 € ya que

es el precio de los moldes básicos encontrados, el de las tapas de las conexiones se estimará en 30.000 \$, 24000 € ya que los carros laterales incrementarán su precio.

Para todos estos moldes se necesita un horno de fundición, el precio orientativo que se ha seleccionado es de 95000 \$ 77000 €, este precio se ha tomado de un horno de fusión para metales y plásticos de 750 kg de capacidad, el proveedor de este horno es la empresa De Song Technology Trading Co., Ltd. Este precio no se cargará entero a nuestro producto, ya que esta máquina será utilizada para la fabricación de otros productos, en su lugar se estimará su amortización según las horas de trabajo empleadas.

También será necesaria una prensa para los moldes, del proveedor Maanshan Mbetter 16800 €, un horno de secado 2500 € del proveedor Dongguan Kejian Instrument, y un horno de secado para pintura de 7800 € según Xián LIB Environmental Simulation. El precio de toda esta maquinaria se calculará según su amortización por hora de trabajo, la cual se intentará aproximar según los datos de los que se disponen, pero sin poder calcularlos de forma exacta, pues dependerán en gran medida del tiempo de enfriamiento de la pieza y otros factores desconocidos.

A todo este conjunto de maquinaria se añadirá un 20% más en concepto de maquinaria menor.

El precio de la maquinaria junto con su consumo eléctrico formará el coste del puesto de trabajo. A este tendremos que añadir el coste de la mano de obra directa, los materiales y las piezas comerciales.

Como mano de obra directa necesitaremos los siguientes operarios, dos especialistas, uno que se encargue del modelado de las piezas, y otro de la pintura, un oficial de 2ª que se encargará del mecanizado de los taladros en aquellas piezas que lo requieran, un peón encargado del montaje del conjunto y un oficial de 1ª encargado del control de calidad e inspección de las piezas.

El precio por hora trabajada de estos operarios se ha tomado de tablas utilizadas como guía, y el tiempo que necesitará cada uno para realizar su labor se ha estimado según el tipo de tarea que tendrá que realizar, hay que tener en cuenta que varios operarios similares pueden estar trabajando en piezas distintas al mismo tiempo y que esto no aumentara el número de operarios en nuestro cálculo, sino las horas trabajadas por unidad fabricada.

Añadiendo a estos datos el precio de las piezas comerciales y del material utilizado podemos pasar a calcular el presupuesto de la base.

PRESUPUESTO

COSTE PUESTO DE TRABAJO

h/unidad	Nº maquinas	Precio €	Amortización /H (amortización / Pieza)	Maquina	Marca	Interés/h	Gasto/h Trabajo	Coste Eléctrico (0,14 €/kW)	TOTAL
1	4	81.000 €	8,10 €	molde de acero simple gran tamaño	Ningbo Beilun Saige Machine	1,62 €	0kw	- €	34,02 €
1	1	12.000 €	1,20 €	molde de acero simple medio	Ningbo Beilun Saige Machine	0,24 €	0kw	- €	1,44 €
1	1	24.000 €	2,40 €	molde de acero medio con carros laterales	Ningbo Beilun Saige Machine	0,48 €	0kw	- €	2,88 €
0	1	77.000 €	4,28 €	horno de fusión	De Song Technology Trading Co.	0,86 €	400kw	1,68 €	2,66 €
2,4	1	16.800 €	0,93 €	prensa para moldes de inyección	Maanshan Mbetter	0,19 €	5,5kw	0,77 €	3,20 €
2,4	1	2.500 €	0,14 €	horno de secado para aluminio	Dongguan Kejian Instrument	0,03 €	0,95kw	0,13 €	0,49 €
1	1	7.800 €	0,43 €	horno de secado para pintura	Xián LIB Environmental Simulation	0,09 €	2,6kw	0,36 €	0,88 €
20% total			3,50 €			0,70 €	81,81kw	0,59 €	9,12 €
									54,69 €

M.O.D.

h/unidad	nº operarios	Precio/hora	Calificación	Operación	TOTAL
2,4	1	8,5 €	especialista	inyección de piezas	20,4 €
1	1	9,7 €	oficial 2º	mecanizados	9,7 €
0,5	1	8,5 €	especialista	pintura	4,3 €
1,5	1	8,1 €	peón	montaje	12,2 €
1	1	10,4 €	oficial 1º	montaje y revisión	10,4 €
					56,9 €

MATERIALES

Cantidad neto	Cantidad bruto +10	Referencia	Material	empresa	Precio venta	TOTAL
14kg	14,96kg	1 Tonelada 6061 T6	aluminio 6061	Chengdu Bizconqueror Science & Technology Trade Co., Ltd.	2.000,0 €/ton	29,92 €
3,4kg	3,685kg	ABS materia prima/reciclaje	ABS	San Ya Plastic Masterbatch Co. Ltd. Changzhou	0,8 €/kg	2,95 €
						32,87 €

PRESUPUESTO

PIEZAS COMERCIALES

Cantidad	Referencia	Material	Empresa	Precio Unidad	Total
60	tornillo ISO 2009 M2x12	acero	westfieldfasteners	0,02 €	1,14 €
24	tornillo ISO 1580 M3x19	acero	westfieldfasteners	0,03 €	0,65 €
6	Pata fijada de goma SR 5726 - Rubber	Acero-goma	essentra components	1,94 €	11,64 €
2	engranajes	nylon	mootio-components	1,17 €	2,34 €
6	conexiones USB Hembra		Shenzhen City Xiangyunfeiwu Technology Co., Ltd	0,02 €	0,12 €
1	motor		Changzhou Sutai Electrical Appliance Co., Ltd.	12,00 €	12,00 €
1	eje conexión radial		SHUAICHI	10,19 €	10,19 €
8	placas electrónicas		pcbway	1,32 €	10,56 €
					48,64 €

PRECIO TOTAL

Materiales	32,87 €
MOD	56,90 €
Puesto de Trabajo	54,69 €
Piezas Comerciales	48,64 €
Total Precio de fabricación	193,10 €

%M.O.I.

Mano de obra indirecta	28,45 €
Total Mano de obra	85,35 €

%C.SOCIALES

Seguridad SOCIAL	28,14%	24,02 €
Accidentes de Trabajo	7,60%	6,49 €
Formación Profesional	0,60%	0,51 €
Seguro de Desempleo	2,35%	2,01 €
Fondo de Garantía Salarial	0,20%	0,17 €
Responsabilidad Civil	1%	0,85 €
TOTAL	39,89%	34,05 €
Gastos generales 30%		25,61 €

Embalaje

Corcho separador	1 €
Caja 1100x1100x180	2 €
Coste total de fabrica	284,20 €
Beneficio Industrial 20%	56,84 €
IVA 25%	71,05 €

Precio de venta Fábrica 412,09 €

Podemos ver como el precio de venta en fábrica de la base ascenderá hasta 412 €, es un precio elevado, pero mucho menor que el de los otros modelos de escaner 3D, especialmente que los de plataforma.

A este precio habra que añadir el de los tantos módulos de cámara como el usuario quiera utilizar, pero es un buen punto de partida, ya que se mantiene incluso por debajo del precio previsto.

Módulo cámara

Para calcular el precio del módulo se seguirá el mismo proceso que con la base, comenzando por calcular el precio del puesto de trabajo.

Esta vez serán necesarios 3 moldes simples de tamaño medio para la carcasa del escáner, y dos pequeños para las piezas del carro de la cámara (dado su pequeño tamaño se realizarán las dos piezas en un mismo molde de manera simultánea) y el carro interior que soporta el motor, el precio de estos moldes será de 12.000 € para los moldes medios y 6.000 € para los pequeños.

Se utilizará un horno de fundido similar al utilizado para las piezas de la base al igual que la prensa hidráulica para los moldes. Como el módulo no utilizará piezas de aluminio no será necesario un horno para tratarlo térmicamente, pero si uno de secado para la pintura.

El personal necesario como M.O.D. también será prácticamente el mismo, aunque esta vez el montaje correrá completamente a cargo de un oficial de 1º que también se encargará de revisar su funcionamiento, por lo que ya no se necesitará el trabajo de un peón como ocurría con la base. Se seguirán necesitando dos especialistas para el molde y la pintura, y un oficial de primera encargado de mecanizar los taladros y eliminar las rebabas de los moldes.

Si a la M.O.D. y al precio del puesto de trabajo le añadimos las piezas comerciales y la materia prima podremos calcular el precio de fabricación del módulo de cámara.

El precio obtenido para los módulos de cámara será de 105 €. Esta vez sí que es algo más elevado que lo que se preveía, pero aun así entra dentro de lo que podemos aceptar.

Si tenemos en cuenta estos precios, y contando con que un escáner para personas adultas necesitará al menos 10 módulos. Podemos decir que se podrá tener un escáner a partir de los 1462 €, Un precio aún muy alejado del resto de escáner 3d de cuerpo completo que hay en el mercado. A partir de este precio, los usuarios podrían seguir añadiendo módulos hasta contar con 60 cámaras, en este caso el precio sería de 6712 €.

PRESUPUESTO

COSTE PUESTO DE TRABAJO

h/unidad	Nº maquinas	Precio €	Amortización /H (amortización / Pieza)	Maquina	Marca	Interés/h	Gasto/h Trabajo	Coste Eléctrico (0,14 €/kW)	TOTAL
1	3	12.000,00 €	0,06 €	molde de acero simple medio	Ningbo Beilun Saige Machine	0,01 €	0	- €	0,19 €
1	2	4.000,00 €	0,02 €	molde de acero simple pequeño	Ningbo Beilun Saige Machine	0,00 €	0	- €	0,04 €
0,0003	1	77.000,00 €	4,28 €	horno de fusión	De Song Technology Trading Co.	0,86 €	400	0,02 €	0,87 €
1	1	16.800,00 €	0,93 €	prensa para moldes de inyección	Maanshan Mbetter	0,19 €	5,5	0,77 €	1,89 €
1	1	7.800,00 €	0,43 €	horno de secado para pintura	Xián LIB Environmental Simulation	0,09 €	2,6	0,36 €	0,88 €
		20% totas	1,14 €			0,23 €	81,62	0,23 €	0,78 €
									4,66 €

M.O.D.

h/unidad	nº operarios	Precio/hora	Calificación	Operación	TOTAL
0,8	1	8,50 €	especialista	inyección de piezas	6,80 €
0,2	1	9,70 €	oficial 2º	mecanizados	1,94 €
0,2	1	8,50 €	especialista	pintura	1,70 €
0,5	1	10,40 €	oficial 1º	montaje electrónica y revisión	5,20 €
0,8	1	8,50 €	especialista	inyección de piezas	15,64 €
					6,80 €

MATERIALES

Cantidad neto	Cantidad bruto +10	Referencia	Material	empresa	Precio venta	TOTAL
0,03kg	0,033kg	HDPE gránulos	PE-HD	Dalian Bona Biological Technology Co., Ltd.	0,60 € /kg	0,07 €
0,212kg	0,2332kg	ABS materia prima/reciclaje	ABS	San Ya Plastic Masterbatch Co., Ltd. Changzhou	0,80 € /kg	0,19 €
						0,25 €

PRESUPUESTO

PIEZAS COMERCIALES

Cantidad	Referencia	Material	Empresa	Precio Unidad	Total
6	tornillo ISO 2009 M4x12	acero	westfieldfasteners	0,02 €	0,11 €
1	eje aluminio	acero	hepcomotion	0,50 €	0,50 €
1	cámara		Guangzhou Sincere Information Technology Ltd.	10,00 €	10,00 €
2	engranajes	nylon	mootio-components	1,17 €	2,34 €
2	conexiones USB		Shenzhen City Xiangyunfeiwu Technology Co., Ltd	0,02 €	0,04 €
1	motor		Changzhou Sutai Electrical Appliance Co., Ltd.	12,00 €	12,00 €
2	placas electrónicas		pcbway	1,32 €	2,64 €
6	tornillo ISO 2009 M4x12	acero	westfieldfasteners	0,02 €	27,63 €
					0,11 €

PRECIO TOTAL

Materiales	0,25 €
MOD	15,64 €
Puesto de Trabajo	4,66 €
Piezas Comerciales	27,63 €
Total Precio de fabricación	48,19 €

%M.O.I.

Mano de obra indirecta	7,82 €
Total Mano de obra	23,46 €

%C.SOCIALES

Seguridad SOCIAL	28,14%	6,60 €
Accidentes de Trabajo	7,60%	1,78 €
Formación Profesional	0,60%	0,14 €
Seguro de Desempleo	2,35%	0,55 €
Fondo de Garantía Salarial	0,20%	0,05 €
Responsabilidad Civil	1%	0,23 €
TOTAL	39,89%	9,36 €
Gastos generales 30%		7,04 €

Embalaje

Corcho separador	0,1€
Caja 250x100x100	0,3€
Coste total de fabrica	72,80 €
Beneficio Industrial 20%	14,56 €
IVA 25%	18,20 €
Precio de venta Fábrica	105,56 €

CONCLUSIONES

Como conclusiones de este proyecto me gustaría destacar el trabajo que se ha realizado, tanto en las tareas de investigación como de diseño y desarrollo. Se ha creado un producto que podría entrar en el mercado, y aunque su apartado electrónico no se ha desarrollado, pues no formaba parte de las competencias propias de la titulación, se han diseñado sus componentes mecánicos y el funcionamiento de los mismos de una forma metódica y minuciosa. Obteniendo un producto final muy elaborado y en el que cada una de sus partes no solo funciona, si no que podría ser fabricada sin ningún problema según el modelo 3d que se ha producido.

Además se han realizado varios análisis para comprobar la resistencia del producto, y asegurarnos de que su funcionamiento no es comprometido por el peso que se depositara sobre él. Se han seleccionado los materiales para su fabricación y finalmente se ha desarrollado un pequeño presupuesto que nos permite obtener un precio orientativo para el producto.

Con todo esto podemos decir que el escáner 3d desarrollado cumple tanto los objetivos marcados al inicio del proyecto, pues se ha desarrollado su hardware y mecanismos, como los planteados durante el análisis de mercado, ya que tendría un lugar en el mismo gracias a su diferenciación respecto a los ya existentes, pues su precio es menor, se puede adaptar a distintas necesidades al ser modular, ocupa menos espacio que los otros modelos de escáner de cuerpo completo y permitiría su producción en serie para poder llegar a un público mayor.

En el mercado de nuestro escáner podríamos encontrar desde estudios profesionales que se dediquen a labores de modelado para cine o videojuegos, clínicas médicas que necesiten realizar escaneados a sus pacientes, centros formativos como universidades que precisen de un sistema de escaneado de menor precio o incluso tiendas de ropa o estudios de confección que permitan comprobar cómo quedan sus prendas en una persona sin que tenga que estar presente, lo cual sería muy útil para la venta online, por ejemplo. También habrá particulares que al ver el precio más reducido de este escáner puedan animarse a adquirir uno, y otros negocios que vean en el escaneado 3d una oportunidad con la que no se haya contado hasta el momento, las tiendas de figuras personalizadas podrían dejar de ser tan extrañas y pasar a ser algo habitual entre los recuerdos y suvenires que encontramos normalmente en cualquier lugar turístico.

Podemos ver por lo tanto que al reducir el precio, y hacer un escáner más sencillo

CONCLUSIONES

y adaptable el mercado se amplía y nuestro producto puede tener un buen lugar en el. Además la modularidad de sus componentes podría crear un modelo de negocio en el que nuevos modelos de cámaras, de distintos tamaños y calidad permitan una mayor personalización, pero también un mayor número de ventas.

FIN

