

DISEÑO DE UN ELEMENTO ANTIRROBO INTEGRADO PARA PATINETES XIAOMI



Autor: Jorge Sánchez Carbó

Tutor: Beatriz Sáez Riquelme

JULIO 2020

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA	4
1 OBJETIVOS	6
2 ALCANCE	7
3 ANTECEDENTES	8
4 NORMAS Y REFERENCIAS	22
5 DEFINICIÓN DEL DISEÑO	26
5 DISEÑO DE DETALLE	59
ANEXOS	104
1 CUESTIONARIO A USUARIOS	105
2 LIBRERIAS ELECTRÓNICAS	108
3 CÁLCULOS DE ESFUERZOS	111
PLANOS	115
PLIEGO DE CONDICIONES	126
1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	127
2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COMPONENTES DEL PRODUCTO	128
3 NORMATIVA DE FABRICACIÓN Y CALIDAD	131
4 PRUEBAS DE SEGURIDAD	132
5 CONDICIONES DE USO Y MANTENIMIENTO	133
ESTADO DE MEDICIONES	137

MEMORIA

ÍNDICE

1	OBJETIVO	5
2	ALCANCE	6
3	ANTECEDENTES	7
3.1	TIPOS DE SEGURIDAD ANTIRROBO	7
3.2	TIPOS DE CERRADURAS	12
3.3	MERCADO ACTUAL	15
4	NORMAS Y REFERENCIAS	21
4.1	NORMAS APLICADAS	21
4.2	SOPORTE INFORMÁTICO	22
4.3	BIBLIOGRAFÍA Y ABREVIATURAS	23
5	DEFINICIÓN DEL DISEÑO	25
5.1	METODOLOGÍA DE TRABAJO	25
5.2	REQUISITOS DE DISEÑO	26
5.3	PROPUESTAS CONCEPTUALES	32
5.4	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	38
5.5	ERGONOMÍA Y ESTUDIO DE POSICIONES	44
5.6	CARACTERÍSTICAS Y MATERIALES	46
5.7	ESTUDIO ESTRUCTURAL	55
6	DISEÑO DE DETALLE	59
6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO	59
6.2	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO	62
6.3	ENSAMBLAJE DEL PRODUCTO	81
6.4	PROCESOS DE FABRICACIÓN	85
6.5	FUNCIONAMIENTO	89
6.6	IMAGEN CORPORATIVA	92
6.7	ANÁLISIS ECONÓMICO	94
6.8	DISEÑO FINAL	97
6.9	PLANIFICACIÓN	100

1 OBJETIVO

Actualmente los patinetes eléctricos se han establecido como un medio de transporte habitual en las ciudades dejando a un lado las bicicletas urbanas. Estos vehículos han tenido un crecimiento tan rápido, que ya se han puesto a disposición del usuario empresas de alquiler, estacionamientos, puntos de recarga, accesorios y sistemas de seguridad.

Los modelos actuales cuentan con una gran variedad de versiones, tanto de potencia, tamaño, como de autonomía, pero la empresa pionera en este tipo de proyectos es Xiaomi, con su modelo “Mi Scooter M365” el cual cuenta con una velocidad de 25 Km/h limitado y un alcance de 30 Km de autonomía, pero carece de un sistema de seguridad adecuado cuando se quiere estacionar o almacenar, ya sea en vía pública, lugares privados o en nuestros hogares.

Existen productos y métodos para poder asegurar estos medios de transporte, pero son pesados, incómodos de transportar y muy poco originales; la mayoría siguiendo la misma línea que los dispositivos de seguridad establecidos en las bicicletas.

Para ello con este proyecto se quiere conseguir un primer paso para una seguridad especial focalizado en este tipo de vehículo móvil, una evolución para facilitar un día a día más seguro para los “juguetes” y conseguir mejorar e innovar en el sector.

2 ALCANCE

El desarrollo del proyecto se centra en crear un sistema de seguridad totalmente innovador y que no se encuentre en el mercado, ofreciendo lo mejor de cada elemento de anclaje y antirrobo, mejorando los ya existentes. Como principal análisis, se tiene la ergonomía y geometría del Xiaomi Mi Scooter M365 para conseguir los objetivos especificados.

El proceso consta de varias partes, que son las siguientes:

- Estudio del mercado de todos los elementos de seguridad ya existentes
- Estudio de las posibles soluciones válidas teniendo en cuenta las necesidades del usuario.
- Utilización del modelo base “Mi Scooter M365” y posterior distinción de su medida y geometría.
- Análisis y búsqueda de materiales utilizables que sean resistentes y ligeros.
- Estudio de medidas, distribución y formas correctas para un buen funcionamiento.
- Cumplir la normativa de seguridad válida para este tipo de productos.
- Explicación del montaje.
- Modelar y realizar los planos pertinentes.
- Redactar el proyecto con todos los pasos anteriores.

Para realizar el proyecto se parte de productos existentes, para posteriormente hacer un proyecto innovador a partir de un estudio conceptual y del usuario para cubrir las necesidades anteriormente especificadas.

El público objetivo del producto es todo aquel usuario de patinetes que tiene una serie de dificultad a la hora de asegurar su patinete.

3 ANTECEDENTES

Actualmente, se pueden encontrar diversos elementos de seguridad, la mayoría de ellos centrados en bloquear el sistema motriz del vehículo o utilizar una cadena para sujetarlo a los estacionamientos. En cuanto a la funcionalidad se puede decir que es correcta, pero se puede mejorar, así como la ergonomía, forma de transportar o su adaptabilidad.

A la hora de analizar el mercado, se ampliará la visión hasta el mundo de las motocicletas, ya que es donde estos productos se llevan utilizando más tiempo.

En este caso, con el fin de entender mejor y poder expresar de forma correcta todo lo relacionado con la seguridad en los patinetes, se presentarán diferentes tipos de anclaje utilizados hoy en día.

3.1 TIPOS DE SEGURIDAD ANTIRROBO

Dentro de los diferentes antirrobo que se pueden encontrar en el mercado pueden diferenciar cuatro:

- Candado de tipo U
- Candado plegable
- Candado de cadena
- Candado de pinza

3.1.1 CANDADO DE TIPO U

Los candados de tipo U son los más utilizados, el sistema es muy sencillo, consta de una parte, en forma de U la cual mediante sus dos extremos se queda fija en la base principal. La apertura y el cierre se realizan mediante una llave, la cual conlleva el riesgo de perderla.

En la mayoría de ocasiones, tiene un segundo revestimiento de goma para no dañar los radios, la llanta, o el propio candado de seguridad, ya que con el uso puede acabar desgastando algunas partes.

- Acero 420 recubierto de PVC
- 1,2 Kg
- IP65 resistente a la lluvia
- 224,8x130x32,2 mm



Figura 1 – Candado Xiaomi Aerox

Este tipo de candados se llevan utilizando muchos años, en estos casos la estructura se fabrica en acero 420 y posteriormente recubierta en plástico PVC de diferentes tonalidades. En estos dispositivos se puede encontrar un peso en torno a 1-1.5kg, lo cual es bastante teniendo en cuenta que lo transportamos nosotros cuando no se de uso.

3.1.2 CANDADO PLEGABLE

- Acero 420 recubierto de PVC
- 0,907Kg
- Cierre mediante combinación
- 178x70x33 mm
- Longitud: 900 mm



Figura 2 – Candado Abus Bordo Combo 6100

Este innovador sistema antirrobo lleva poco tiempo en el mercado, es una evolución del candado tipo U, en este caso el sistema es mucho más compacto y flexible, para poder anclar tu vehículo a los distintos aparcamientos, zonas públicas, privadas etc.

Los candados plegables son una innovación en el campo de candados tanto de bicicletas como de patinetes, sus principales ventajas son: compacto, ligero y seguro. Todos ellos cuentan con unas bisagras entre su estructura para poder plegarlo fácilmente. Su tamaño compacto hace posible su transporte en una alforja, mochila, bolsa de transporte... Las principales marcas son: Abus, Trellock, Aim y Axa.

3.1.3 CANDADO DE CADENA



**Figura 3 – Candado Abus
58/140HBIII100**

- Acero endurecido
- 2,72 kg
- 178x70x33 mm
- Longitud: 900 mm

En este caso los antirrobo de cadena son casi tan seguros como los de tipo U. La flexibilidad y la longitud hacen que se puedan anclar a un mayor número de puntos, como puede ser una barra gruesa. Estos modelos no tienen una forma de transporte clara, pero los usuarios lo suelen poner alrededor de la tija del sillín o del manillar de un patinete.

Uno de los principales inconvenientes es que son muy pesados debido al material y la longitud.

3.1.4 CANDADO DE PINZA

- Aleación de aluminio
- 350 gr
- Resistente al agua
- Diferentes medidas según el tipo de candado



Figura 4 – Candado Pinza iWatMotion

Sistema utilizado prácticamente en todas las motos, este sistema antirrobo se caracteriza por bloquear la pinza de freno, ya sea delantera o trasera, y así evitar que la rueda gire, por lo que dificulta el robo. En los patinetes igual que en las motos el funcionamiento es exactamente el mismo, la desventaja principal es el peso, un patinete con una media de peso 12.5 Kg es muy fácil de levantar del suelo, por lo que no es un sistema de seguridad muy eficiente.

Actualmente, se han implementado con un sistema de alarma de movimiento, cualquier movimiento brusco que detecte la pinza activa un sistema de alarma que puede llegar a los 110 dB, esto mejora considerablemente la eficiencia del producto.

3.2 TIPOS DE CERRADURAS

Por otro lado, se pueden diferenciar también 3 tipos de cierre:

- Cerradura mediante combinación
- Cerradura dactilar
- Cerradura mediante llave
- Cerraduras combinadas

3.2.1 CERRADURA MEDIANTE COMBINACIÓN

- 4 dígitos que permiten más de 10,000 combinaciones.
- Cadena entrelazada para mayor seguridad.
- En la mayoría de ocasiones incluyen llaves en caso de olvido del código.



Figura 5 – Cerradura mediante combinación

El bloqueo mediante combinación es un sistema de seguridad muy fácil de ajustar, seguro y cómodo. Permite no hacer uso de una llave, la cual se puede llegar a extraviar.

Este está compuesto mediante un número de ruedas numeradas, los cuales conforman el código el usuario desee. En la mayoría de antirrobo hay entre cuatro y cinco posibles ruedas para la combinación. Una vez puesto bien el código, el candado se abre automáticamente.

3.2.2 CERRADURA DACTILAR



Figura 6 – Cerradura inteligente

La cerradura electrónica inteligente, también llamada cerradura dactilar, permite poder desbloquear el sistema antirrobo con la huella de los dedos, siendo un sistema muy seguro ya que solo lo podrá utilizar un único usuario.

Un lector de huellas digital lleva a cabo diferentes tareas, de las cuales se destacan dos:

- Obtener una imagen de la huella mediante lectores ópticos.
- Comparar los diferentes patrones de valles y crestas de dicha imagen con las almacenadas en el sistema. Estos valles y crestas se forman por una combinación de factores genéticos y ambientales aleatorios, por lo que hacen la huella única para cada usuario.

Una vez comparada esta imagen y comprobada su igualdad, automáticamente el sistema da la señal de apertura al cierre.

Este mismo tipo de bloqueo se utiliza en los dispositivos móviles.

3.2.3 CERRADURA MEDIANTE LLAVE

El método más común es la cerradura mediante llave, mediante el cual se abren y cierran vehículos, domicilios y por supuesto antirrobo de seguridad.

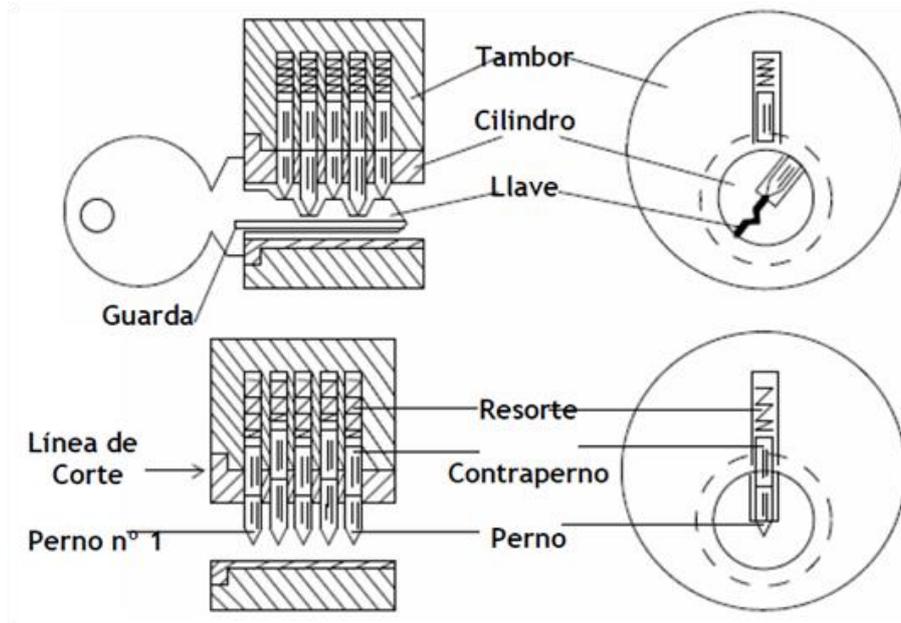


Figura 7 – Cerradura mediante llave

El funcionamiento de este es muy sencillo y se lleva utilizando desde el siglo XVIII con las primeras puertas. La cerradura consta de diferentes partes, cada una de ellas con una función diferente ilustradas en la imagen situada en la parte superior.

Al introducir la llave en la cerradura, esta con los dientes empuja a los pernos y con ello también los contrapernos hasta que los primeros quedan totalmente alineados en la línea de corte, permitiendo el giro al cilindro y abriendo así la cerradura. En muchos casos se puede ver sistemas combinados, como cerradura de combinación y llave.

3.3 MERCADO ACTUAL

En primer lugar, se realiza una búsqueda entre las empresas pioneras que poseen sistemas de antirrobo entre sus productos, para poder delimitar el camino que toma este proyecto. Se analiza la calidad, la funcionalidad, el nivel de seguridad y la facilidad de transportar, entre otras características.



3.3.1 ONGUARD

Onguard es una empresa dedicada exclusivamente a sistemas antirrobo. Cuidando los detalles internos y externos, ofreciendo así lo mejor en seguridad, valor y servicios. En el interior, las cerraduras OnGuard obtienen las calificaciones de seguridad más altas con bloqueo cuádruple. Los cilindros son resistentes a golpes y las cadenas de acero. Igualmente, en la parte exterior las cerraduras están recubiertas por materiales que protegen el vehículo contra rasguños, partes internas etc. Por otro lado, para completar el dispositivo, ofrecen soportes de montajes, programas de antirrobo integrados.



Figura 8 – Logo OnGuard

Onguard ha conseguido crear un sistema de doble sujeción. En la mayoría de cerraduras aseguran solamente un lado del sistema, mientras que OnGuard asegura ambos lados

para así poder evitar el robo. Se definen ellos mismo como “máxima seguridad” en sistemas antirrobo. Tienen una tendencia innovadora continua y progresiva.

Cada una de las empresas puede crear su propia escala de seguridad, en este caso se pueden diferenciar 3 rangos y una escala del 1 al 100. Estos 3 rangos son:

- ROJO: Máxima seguridad para el centro de la ciudad y zonas con alta criminalidad.
- AZUL: Alta seguridad para zonas con peligrosidad media.
- VERDE: Nivel de seguridad básico.



Figura 9 – Nivel de seguridad OnGuard

Cuanto mayor es el número y rango mayor es la seguridad proporcionada. Un dato muy peculiar va relacionado directamente con las diferentes series de esta marca. Los guardianes de algunas viviendas a lo largo de la historia, como chalets, villas y otros, siempre han sido los perros, por lo que las series llevan nombres de diferentes razas. Se pueden encontrar: serie Rottweiler, serie Mastiff y serie Bulldog entre otras.

3.3.2 ABUS

Otra de las empresas más importantes del mundo es Abus, empresa alemana que se dedica a la fabricación de sistemas de seguridad extremadamente fiables y con un manejo muy sencillo. Abus ofrece una amplia gama de soluciones innovadoras de seguridad para distintos ámbitos: hogar, móvil y de inmuebles. Los productos innovadores en seguridad requieren siempre de un trabajo previo muy minucioso, para que siempre prevalezca la efectividad y las soluciones más importantes para que los usuarios tengan una experiencia positiva.

Los centros donde se lleva a cabo el desarrollo y producción tienen lugar en Alemania, repartidos en diferentes sedes cada una especializada en un tipo de seguridad. Todos los materiales se someten a pruebas importantes de materiales en los laboratorios. Los ladrones innovan en sus técnicas de robo, por ello es muy importante que las empresas tengan la palabra innovación al día.



Figura 10 – Empresa Abus

En cuanto a los diferentes productos que ofrece Abus, se pueden encontrar todo tipo de antirrobo: tipo U, plegable, de cadena, cerradura con llave, cerradura con combinación... hay una amplia oferta para la gran demanda que hay hoy en día.


Figura 11 – Candados Abus

En cuanto a la medida del nivel de seguridad, se pueden diferenciar 2 escalas, del 1 al 15 y del 1 al 20. La primera de ellas es para antirrobos de carácter estándar, para bicicletas, patinetes... y el segundo para el tema relacionado con motocicletas. En cuanto a los grupos de niveles se agrupan en 3, como en la empresa anteriormente nombrada. En este caso son:

- 1-4: Proporcionan protección básica contra el robo y son mas adecuadas para áreas de bajo riesgo. Estas cerraduras a menudo estan pensadas para su uso en bicicletas para niños o como una opción de bloqueo secundaria.
- 5-9: Estas cerraduras ofrecen un nivel adicional de seguridad y son válidas para áreas de un mayor riesgo de robo y para un uso diario. Igualmente como las anteriores, es recomendable usarlo como elemento secundario.
- 9-15: En este nivel se ofrece la máxima protección tanto de patinetes cómo bicicletas.


Figura 12 – Niveles de seguridad Abus

3.3.3 KRYPTONITE



Figura 13 – Logo Kryptonite

Empresa fundada en 1971 creada por Michael Zane en Nueva York. Una de las primeras pruebas realizadas se denominó “30 días y 30 noches”, la tienda de bicis situada en la Segunda Avenida de Nueva York aseguró una bicicleta a un letrero. Aunque en la primera noche todas las partes móviles fueron robadas por ladrones, la bicicleta permaneció durante treinta días y treinta noches. El antirrobo de esta marca y el cuadro de la bicicleta estuvieron intactos hasta el último día, aunque recibió numerosos intentos de robo.

En 1977 Kryptonite creó el primer candado en forma de U, fue revolucionario en la industria de la seguridad tanto por el material usado, acero de alto grado endurecido, como por su forma de bloqueo. Este invento supuso numerosos premios para la marca en los años 80.



Figura 14 – Primer candado en forma de U

En el año 2001 lanzó su programa Llave Segura, donde se permite a los ciclistas registrar sus llaves para que en caso de pérdida se puedan reemplazar de forma segura y eficaz. Tres años más tarde se produjo el reemplazo de más de 400.000 antirrobo de forma gratuita en 21 países ya que se observó que el candado cilíndrico podría verse afectado con un problema de seguridad.

En la actualidad, Kryptonite es una de las empresas líderes en el mercado de antirrobo, ampliando el mercado con sus luces (seguridad pasiva) y nuevos antirrobo más eficaces y con mayor seguridad.

El nivel de seguridad de antirrobo Kryptonite tiene diversos niveles, del 1 al 10, siendo 1 el mas bajo y 10 el más alto. Se dividen estos niveles en 5 grupos:

- 1-3: Seguridad disuasoria; recomendado para paradas rápidas.
- 4-6: Seguridad moderada; recomendado para paradas rápidas, por las noches en zonas rurales.
- 7-8: Seguridad alta; recomendado para todo el día y por la noche en zonas metropolitanas.
- 9-10: Seguridad óptima: para cualquier lugar y hora del día.



Figura 15 – Nivel de seguridad 8/10

En la mayoría de casos, se puede observar diferencias a la hora de evaluar la seguridad, esto se debe a que no hay ninguna norma a nivel internacional o nacional con unos patrones fijos para realizar esta evaluación. Lo que sí deben pasar son unas pruebas de calidad estándar, si las superan estas se considerarán aptas, y a partir de ahí las empresas de forma individual, realizan diversas comparativas entre sus artículos.

4 NORMAS Y REFERENCIAS

4.1 NORMAS APLICADAS

- **UNE-EN ISO 11442:2006.** Documentación técnica de productos. Gestión de documentos
- **UNE 157001:2014.** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- **UNE 1032:1982.** Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- **UNE-EN ISO 8402:1995.** Gestión y aseguramiento de la calidad.
- **UNE-EN ISO 9001:2000.** Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- **UNE-EN ISO 9004:2000.** Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño.
- **UNE-EN ISO 10007:1997.** Gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la configuración.
- **UNE-EN 45020:1998.** Normalización y actividades relacionadas.

4.2 SOPORTE INFORMÁTICO

Los programas utilizados han sido:

- SolidWorks 2018: Para realizar el modelado en 3D.
- AutoCAD 16: Para realizar los planos de los diferentes productos.
- Cinema 4D: Diseñar el ambiente y crear efectos con mejor acabado.
- Adobe Photoshop/Illustrator: Para hacer montajes de imágenes, retoques de iluminación...
- Microsoft Excel 2016: Con este programa se llevan a cabo todos los cálculos del proyecto y un seguimiento correcto.
- Microsoft Word 2016: Realizar el documento principal
- Docs: Para poder realizar guardados en la nube.



Figura 16 –Programas informáticos

4.3 BIBLIOGRAFÍA Y ABREVIATURAS

Páginas web

- <https://xiaomi4mi.com/tag/aerox/>
- <https://www.xiaomiadictos.com/ya-puedes-comprar-el-nuevo-candado-con-lector-de-huellas-de-xiaomi/>
- <https://www.abus.com/eshttps://classicbike.fi/en/tuote/abus-bordo-combo-6100-folding-lock/>
- <https://www.amazon.es/Abus-58-140HBIII100-12KS-Horquilla/dp/B00DSGI9PQ/>
- <https://www.iwatboard.com/es/comprar-iwatroad/7418-candado-de-pinza-rojo-iwatroad.html>
- <https://www.elcorteingles.es/deportes/A24381585-cadena-antirrobo-con-candado-combinacion-8x1200-mm-b-pro/>
- <https://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0903-bio.htm>
- <https://www.kryptonitelock.com.co/servicio-al-cliente/>
- <http://www.onguardlock.com/>
- <https://www.rae.es/>
- <https://www.ferreteriairisarri.es/>
- <https://www.imamagnets.com/producto/base-magnetica-recubierta-de-nylon-imandag/>
- <https://www.alu-stock.es/es/>
- <https://www.goodfellow.com/sp/>
- <https://es.farnell.com/w/c/fijacion-mecanica/>
- <https://www.supermagnete.es/faq/Por-que-no-sujeta-un-iman-pegado-a-la-pared-toda-la-carga>
- <http://www.fingerprint-sensor.com/sale-10778231-cama-afm31-capacitive-fingerprint-reader-with-fpc1020-fingerprint-sensor.html>
- <https://jlcpcb.com/>

- <https://www.tornilleriamalaguena.com/tienda/home/2754-tuerca-din-985-m3-freno.html>
- <https://www.abus.com/es/Guia/Comprobado-y-demostrado/En-el-laboratorio-de-ensayos>
- <https://www.cyesa.com/productos-de-elevacion/cables-de-acero-c48458>
- <https://www.shoptronica.com/reguladores-de-tension-y-corriente/4511-lm2596-s-to-263-smd-regulador-de-voltaje-0689593953209.html>
- <https://www.imamagnets.com/producto/base-magnetica-recubierta-de-nylon-imandag/>
- <https://www.europeansprings.com/springs/other-springs/clock-springs/>

Libros / Documentos

- DI 1010: Materiales I
- DI 1013: Mecánica y Resistencia de Materiales
- DI 1014: Diseño Conceptual
- DI 1020 y 1021: Diseño para fabricación: Procesos y Tecnologías I y II

Abreviaturas

VMP: Vehículo de movilidad personal.

INE: Instituto nacional de estadística.

IMC: Índice de masa corporal.

UV: Ultravioleta

PP: Polipropileno

AL: Aluminio

VAN: Valor actual neto

5 DEFINICIÓN DEL DISEÑO

5.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Mediante la metodología de trabajo se consigue definir las pautas y procedimientos necesarios para elaborar por completo el producto. Una metodología clara y precisa es capaz de establecer prioridades, optimizar tiempos, recursos y subsanar posibles errores para obtener un producto final adecuado.

Siguiendo de manera efectiva una metodología durante todo el proceso, no solo ayuda al lector a entender el citado proyecto al disponer de un documento más claro y eficiente, si no que el producto final también mejorará.

Para una metodología de trabajo correcta se seguirán en el proyecto varios puntos que se consideran importantes.

En primer lugar, se establecerán los **requisitos de diseño** en función de las ventajas y desventajas que se encuentran en el estudio de mercado y de producto. A continuación, se prosigue con las **propuestas conceptuales** y los respectivos bocetos. Una vez se encuentren definidas será el momento de realizar el **análisis de soluciones**, y así obtener la propuesta que más se adapta al proyecto a realizar. Para conseguir datos relevantes que hagan decidir una propuesta u otra estas propuestas se someterán al **DATUM**, una metodología de evaluación cuantitativa, paralelamente se utilizan referencias cualitativas para obtener el resultado final.

Partiendo de los datos obtenidos anteriormente se procede a la **selección de materiales**, aportan requisitos de diseño relacionados con las dimensiones, mecanizado, prestaciones y utilidades para una mejor fabricación. Los materiales se encontrarán mediante una búsqueda personalizada y haciendo uso de programas adecuados para ello.

Por último, se realizará un estudio o **revisión** de funcionalidad, a fin de solucionar algún aspecto a mejorar/resolver o añadir alguna característica que ayude a la seguridad del producto (revisión de sistemas eléctricos, anclajes...).



Figura 17 – Metodología de trabajo

5.2 REQUISITOS DE DISEÑO

5.2.1 SITUACIÓN ACTUAL

Hoy en día, no hace falta irse muy lejos en alguna de las ciudades de España para poder ver un patinete eléctrico en sus calles. Este tipo de vehículo se ha convertido en una opción segura, rápida y fiable dentro del transporte.

El bajo coste que tienen estos vehículos junto a la comodidad y la sostenibilidad junto a otros factores, han conseguido convencer a muchos usuarios, uno de los datos más relevantes se encuentra en idealo.es, comparador de precios online, donde queda reflejado que la demanda ha aumentado en un 1021.81% desde enero de 2019 hasta ahora. El incremento ha sido tan rápido y brusco que las autoridades han tenido que tomar medidas en cuanto al reglamento de circulación, mejorando así la convivencia entre los viandantes y los usuarios de patinetes. Estos últimos pertenecen al grupo VMP (Vehículo de Movilidad Personal), es un vehículo de una o más ruedas dotado de una única plaza y propulsado exclusivamente por motores eléctricos que pueden

proporcionar al vehículo una velocidad máxima por diseño comprendida entre los 6 y los 25 km/h, explicación totalmente detallada en la página web de la DGT.

Por otro lado, ha permitido también la creación de empresas “renting” de este tipo de vehículos en las grandes ciudades como Madrid, Barcelona o Valencia, no obstante, es un negocio no del todo rentable, ya que los robos están a la orden del día. Según las empresas, de los cerca de 10.000 patinetes repartidos por la capital de España, más de 3.000 ya han sido robadas.

Es por ello que actualmente es necesario ampliar el campo de seguridad en los vehículos eléctricos, actualizar los ya utilizados anteriormente en otro tipo de vehículos a dos ruedas como son las motocicletas o las bicicletas.

5.2.2 PÚBLICO OBJETIVO

El público objetivo al que está orientado el producto es muy amplio en cuanto a rango de edades, por otro lado, está centrado en los usuarios de patinetes y basado en el modelo Xiaomi M350, igualmente puede ser válido para la mayoría de vehículos como este. El usuario debe hacer un uso elevado del patinete y tener diferentes zonas “parking”, es decir, utiliza el patinete para ir a trabajar, de compras o a la Universidad y necesita una zona para poder estacionarlo. El nivel adquisitivo no tiene por qué ser alto, pero si sus expectativas hacia un dispositivo de seguridad innovador y fiable, por otro lado se puede encontrar productos más baratos y de menor calidad pero carecen de muchas características y funciones.

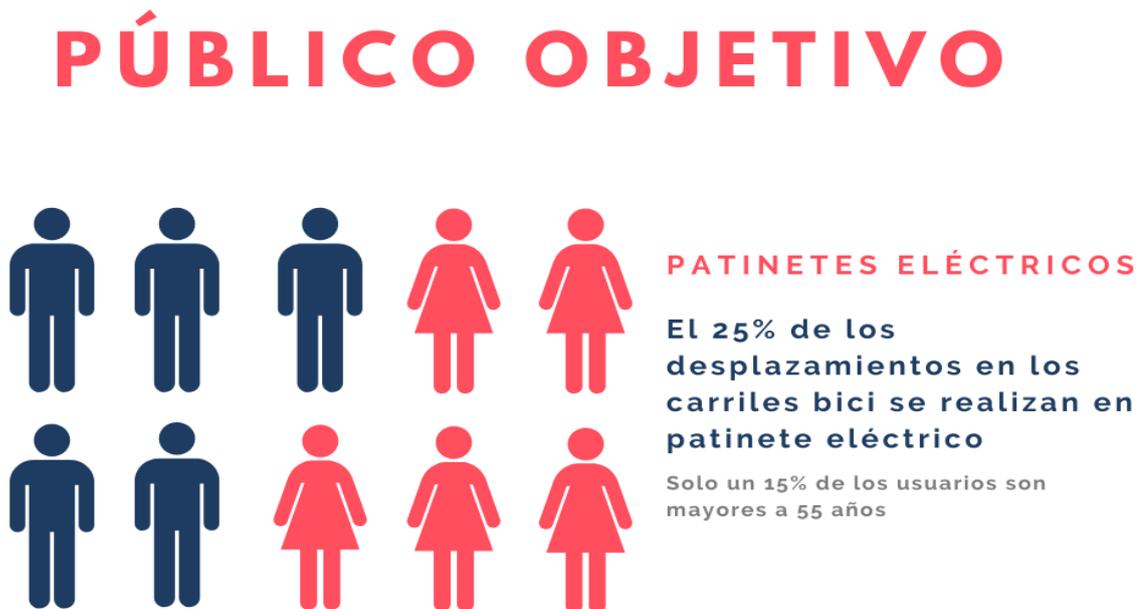


Figura 18 – Público objetivo



Figura 19 – Criterios sociodemográficos



Figura 20 – Criterios socioeconómicos

5.2.3 OBJETIVOS Y ESPECIFICACIONES

Con el fin de establecer y presentar los diferentes objetivos del proyecto se realizan una serie de objetivos y especificaciones de este. En este caso los objetivos principales se centrarán en la funcionalidad, seguridad y estética del producto para garantizar el perfecto funcionamiento del dispositivo.

Gracias al amplio mercado que hay en la actualidad, muchas de las características escogidas son compartidas con otros dispositivos, ya que realmente el fin es el mismo, dar la mayor seguridad de forma eficaz.

Mediante apartados anteriores donde se recoge toda la información posible sobre tipos de dispositivos, usuarios, mercado actual y necesidades. Finalmente se llega a establecer los siguientes requisitos de diseño.

REQUISITOS ESTÉTICOS

1. Que sea un producto novedoso y llame la atención.
2. Diseño con sistema plegable de la cadena/cuerda/arco.
3. Sistema de sujeción innovador.
4. Estéticamente lo más atractivo posible.
5. Mantenga la línea estética de la marca Xiaomi.

OBJETIVOS DE DISEÑO

6. Producto debe ser seguro para el usuario.
7. Obtener un producto referente en el mercado de dispositivos de seguridad.
8. Que el precio se sitúe en la media del mercado.
9. Proyecto debe tener validez y rentabilidad económica.
10. Dispositivo que resista condiciones de lluvia leve.
11. Que el diseño ocupe el menor espacio posible.
12. Que tenga un nivel de seguridad que se encuentre en la media de los dispositivos ya en el mercado.
13. Debe ser estable con el patinete en marcha.
14. Debe transmitir sensación de seguridad y robustez.

OBJETIVOS DE USUARIO

15. Diseño cómodo.
16. Que sea fácil de transportar.
17. Que tenga lector de huellas o algún sistema de apertura diferente al de la llave.
18. Producto fácil de quitar y poner del patinete.
19. Que disponga de una segunda opción de apertura, por si el primero falla.
20. Que tenga el mínimo mantenimiento, ninguno en la medida de lo posible.
21. Precio de fábrica razonable.
22. Que se pueda regular en altura respecto al mástil del patinete.
23. Se debe accionar de forma rápida y sencilla.

REQUISITOS TÉCNICOS

24. Obtener un producto de calidad.
25. Priorizar el uso de materiales resistentes y ligeros.
26. Uso de materiales de bajo coste, pero sin perder las características de seguridad.
27. Obtener un buen acabado superficial.
28. Estructura resistente a impactos y golpes.
29. Los materiales deben ser fáciles de mecanizar.
30. Minimizar las uniones complejas.
31. Debe resistir a la humedad/agua en sobre la mayor medida de lo posible.
32. Producto fácil de ensamblar.

Una vez realizada la lista de especificaciones se procede a escoger aquellas restricciones más importantes de cara a la correcta realización del proyecto. A continuación, se mostrarán las más primordiales de cara al usuario final, para complacer los deseos e inquietudes de cada uno de una forma eficaz y universal dando estos una valoración a cada especificación descrita anteriormente.

OBJETIVO	VARIABLE	ESCALA	CRITERIO
3. Sistema de sujeción innovador.	Nivel de innovación.	Ordinal (Muy innovador, innovador, poco innovador, existente)	Cuanto mayor nivel de innovación, mejor.
4. Estéticamente lo más atractivo posible.	Personas a las que atraiga el diseño.	Ordinal (1, 2, 3, ...)	El mejor diseño será aquel que haya atraído a un mayor número de personas.
10. Que el diseño ocupe el menor espacio posible.	Volumen ocupado por el producto.	Multidimensional (cm ³)	Cuanto menos volumen ocupe, mejor.
13. Debe ser estable con el patinete en marcha	Nivel de sujeción al patinete.	Ordinal (Muy estable, estable, poco estable, nada estable)	Cuanto mayor sea la estabilidad, mejor.
16. Que sea fácil de transportar.	Facilidad a la hora de transportar el dispositivo.	Ordinal (Muy fácil, fácil, difícil, muy difícil)	El diseño con mayor facilidad para transportar será mejor valorada.
17. Que tenga lector de huellas o algún sistema de apertura diferente al de la llave.	Sistema de apertura alternativo a la llave.	Ordinal (Muy importante, importante, indiferente, poco importante)	Cuanto más importante, mejor.
18. Producto fácil de quitar y poner del patinete.	Facilidad y rapidez en situar y preparar el dispositivo.	Ordinal (Muy fácil, fácil, difícil, muy difícil)	Cuanto mayor sea la facilidad del montaje mejor.
24. Obtener un producto de calidad.	La calidad del artículo de cara al usuario.	Ordinal (1, 2, 3, ... 10)	Cuanto mayor sea el número, mejor es la calidad.
28. Estructura resistente a impactos y golpes.	Resistencia de la estructura	Proporcional-Multidimensional (Kg-cm ³)	Cuanto mayor resistencia a impactos/golpes mejor valoración obtendrá.

29. Los materiales deben ser fáciles de mecanizar.	Facilidad a la hora de mecanizar la pieza.	Ordinal (Muy mecanizable, mecanizable, poco mecanizable, nada mecanizable)	Los materiales mejor mecanizables tendrán una valoración mejor.
---	---	---	--

Tabla 1 – Objetivos y especificaciones

Por otro lado, se nombran las diferentes obligaciones/restricciones del proyecto, los cuales se han de cumplir en cualquiera de los casos.

1. Producto debe ser seguro para el usuario.
2. Que el precio se sitúe en la media del mercado.
3. Dispositivo que resista condiciones de lluvia leve.
4. Que se pueda regular en altura respecto al mástil del patinete.

5.3 PROPUESTAS CONCEPTUALES

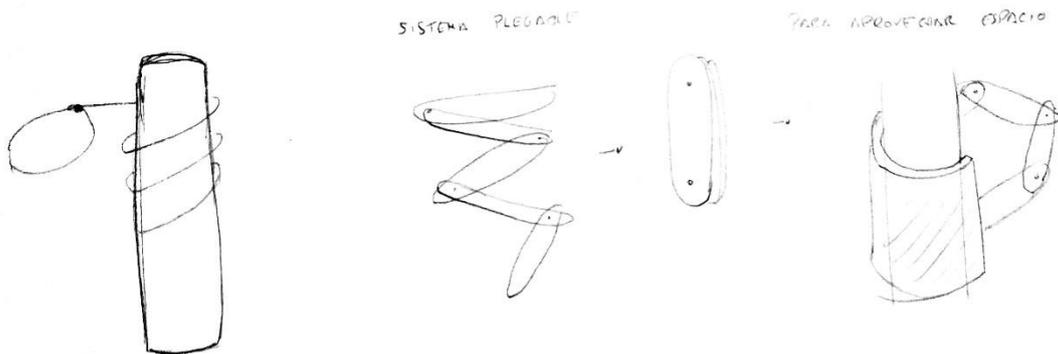
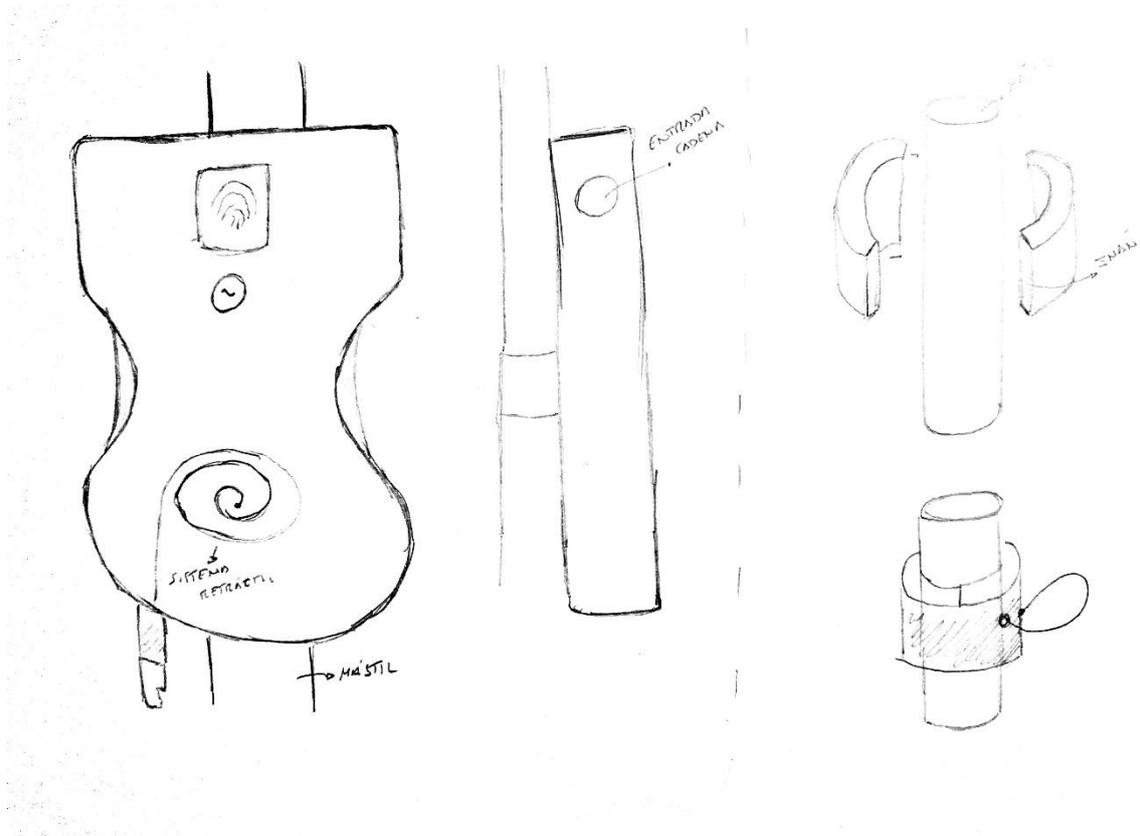
Para la realización de las propuestas conceptuales se realizan diferentes técnicas y metodologías apropiadas. Es importante la lluvia de ideas, bocetar, abrir la mente y realizar diferentes propuestas sin tener un límite. En este caso se utilizan 3 técnicas básicas y sencillas pero muy esclarecedoras. En un primer lugar se utiliza la metodología llamada “**Brainstorming**”, a continuación, se utilizará la técnica “**S.C.A.M.P.E.R**” y por último se realizarán borradores y la selección de las propuestas definitivas junto a la ponderación.

Brainstorming: Es una técnica creativa la cual se basa en la interacción conjunta de los diferentes integrantes del grupo, en este caso se hará de forma individual creando varias ideas sobre el mismo concepto. Igualmente, para este proyecto se ha realizado un brainstorming con usuarios habituales de patinetes, para poder conocer su opinión sobre los productos ya en el mercado y lo que encontraban en falta en la mayoría de ellos. Mediante esta técnica se consigue generar una gran cantidad de ideas, mejorar la creatividad y buscar nuevas oportunidades para solucionar problemas o mejorar algún proceso/parte.

S.C.A.M.P.E.R: Sustituir, Combinar, Adaptar, Modificar, Proponer, Eliminar, Reordenar, estas son las palabras que se sitúan detrás de las siglas. Mediante esta técnica se puede trabajar sobre el mismo boceto/idea e ir avanzando y mejorándola poco a poco, mediante las palabras iniciales se consigue tener un camino claro hacia la idea final.

A continuación, se presentan las alternativas junto una breve descripción.

BOCETOS PREVIOS



5.3.1 PROPUESTA 1

Este dispositivo destaca por ser muy compacto, su forma cilíndrica facilita su transporte. Una de las características principales es su hueco interior, el cual permite su rápido acople al mástil principal del patinete eléctrico. Aprovechando el espacio interno se sitúa la cadena plegable, un sistema que permite su apertura de una manera sencilla y así mismo cuando esté no se esté utilizando se quede lo más plegado posible.

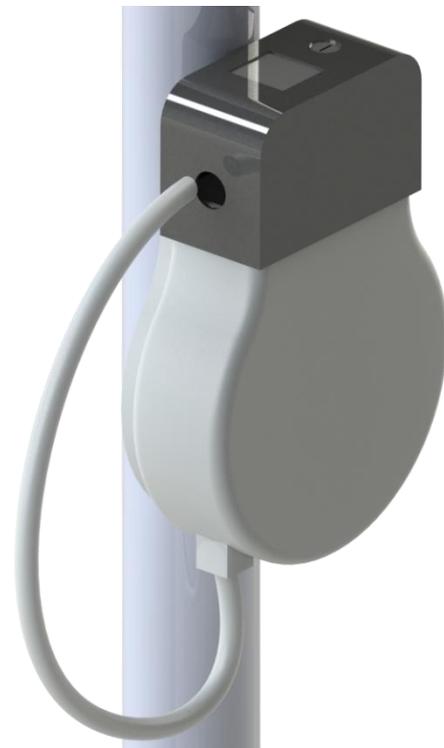
Por otro lado, consta de un lector de huellas para su uso y una cerradura como uso secundario. La altura se regula desde el interior del producto mediante un tornillo a presión situado en el lateral de la cadena. Tanto la cadena como el sistema principal están contruidos en acero inoxidable con opción a recubrirlo con plástico para darle un acabado. Gracias a su forma comentada anteriormente, su transporte en bolsas, mochilas, etc. Es muy sencillo ocupando muy poco espacio.



5.3.2 PROPUESTA 2

La principal característica de este dispositivo se encuentra en su candado enrollable tipo cable. Por su parte trasera cuenta con un imán para poder regularlo en altura en el mástil del patinete. En este caso el cable sale de la parte inferior, se sitúa alrededor del lugar a anclar el patinete y la punta de la cadena se introduce en la cerradura que se encuentra en el lateral de la superficie superior. Al ser una cadena más fina que las cadenas que se pueden encontrar en el mercado, esta puede ir con hilo conductor dentro de la misma cadena, que, en caso de hurto, corte de la cadena etc.... haga sonar un dispositivo sonoro que avise al usuario o alerte a los viandantes más próximos.

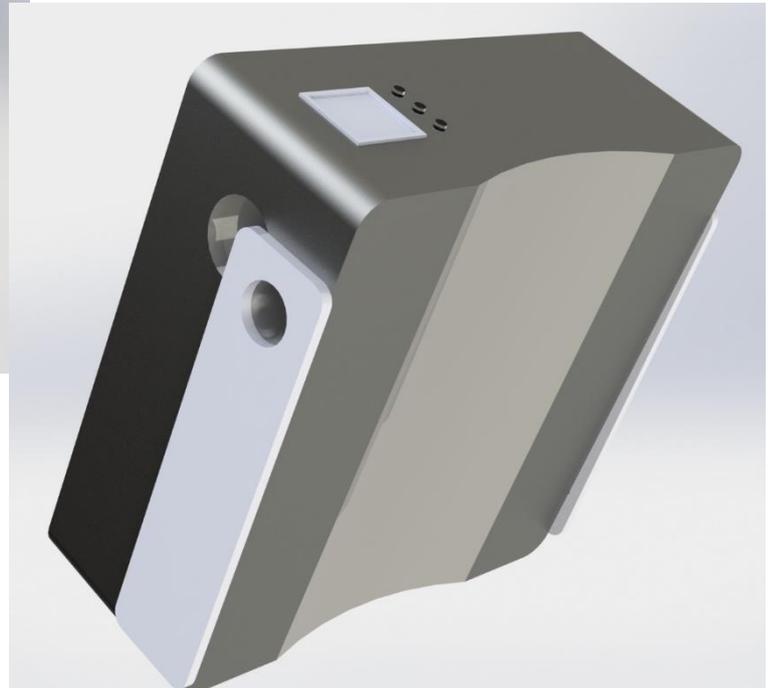
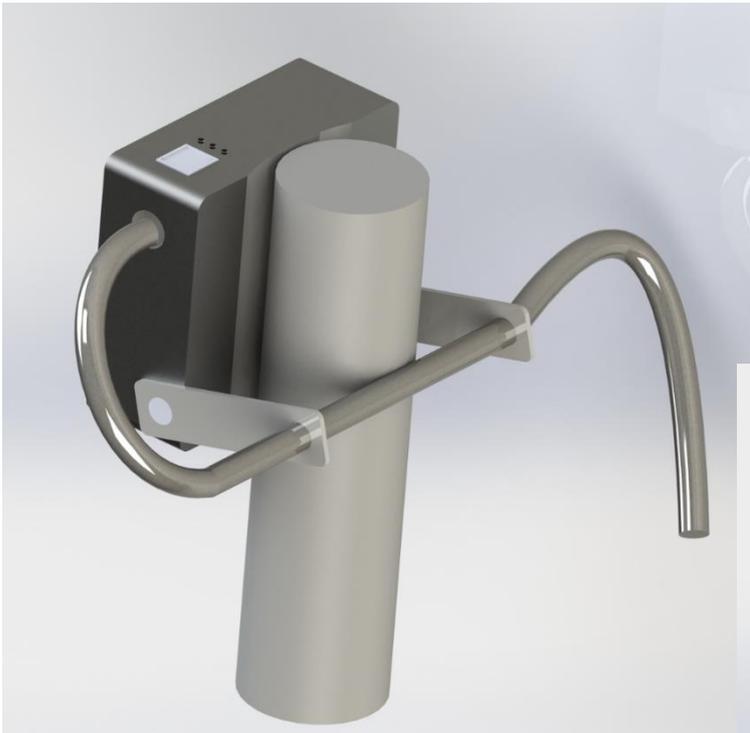
Además, el sistema cuenta con lector de huellas digital y cerradura como segunda opción. Las partes principales de este sistema son 3, la parte superior fabricada en acero, donde se sitúan los elementos principales; la parte inferior de plástico donde se situaría el muelle retráctil y el cuerpo de la cadena y por último la cadena.



5.3.3 PROPUESTA 3

Esta alternativa surgió después de las dos anteriores, en este caso el dispositivo es muy pequeño, consta también de un imán para poder regular la altura en el patinete. Los laterales se encuentran dos pestañas plegables con un orificio en la parte final, esto sirve para poder pasar la cadena entre estos dos y que el dispositivo se encuentre asegurado en el mástil. Una vez se pase la cadena por estos pliegues, un extremo de la cadena se anclará en una de las cerraduras laterales y el otro extremo por el lado contrario, así el patinete queda totalmente anclado.

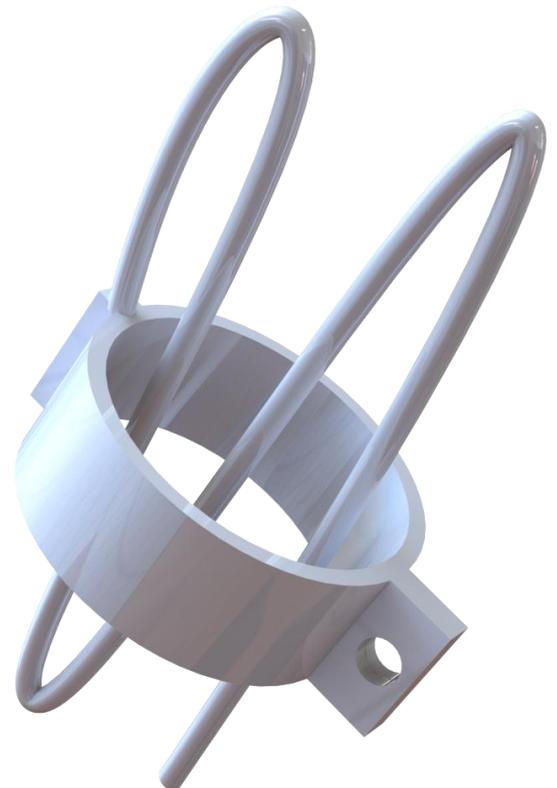
Para guardarlo se desbloquea la cadena, se pliegan las pestañas y así se consigue poder situarlo en cualquier lugar sin ocupar apenas espacio. El material principal es el acero, tanto para el bloque principal como para las pestañas, para dar más resistencia al conjunto.



5.3.4 PROPUESTA 4

Un diseño totalmente minimalista, con un sistema de apertura y enganche totalmente sencillos este dispositivo de seguridad se encuentra entre una de las alternativas más fuertes. El sistema consta de dos partes simétricas, estas por uno de los lados cuentan con una unión abatible y un hueco del ancho de la cadena.

Para engancharlo únicamente hay que adaptarlo al mástil, pasar la cadena por el otro extremo para que quede cerrado el sistema. Cuando se tiene en desuso y está situado en el mástil, la cadena se puede mantener anclada al orificio, si por el contrario se necesita guarda, la cadena se quedaría guardada en el hueco del bloque principal. El material utilizado es el acero.



5.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En el siguiente apartado se analizan las diferentes alternativas para decidir el diseño del producto final. Para ellos se realizarán diferentes métodos comparativos conceptuales para elegir el producto ganador.

En primer lugar, se analizarán individualmente según los criterios explicados posteriormente:

- **Cumple: 1 punto**
- **A medias/ Mejorable: 0,25 puntos**
- **No cumple: 0 puntos**

A continuación, se realizará un DATUM y ponderación para hallar la solución que mejor se adapte a las necesidades de los usuarios. Finalmente, con los resultados obtenidos, se llevará a cabo la elección de la propuesta, la cual se desarrollará con mayor detalle.

Listado de objetivos:

1. Sistema de sujeción innovador.
2. Estéticamente lo más atractivo posible.
3. Que el diseño ocupe el menor espacio posible.
4. Debe ser estable con el patinete en marcha.
5. Que sea fácil de transportar.
6. Que tenga lector de huellas o algún sistema de apertura alternativo al de la llave.
7. Producto fácil de quitar y poner del patinete.
8. Obtener un producto de calidad.
9. Estructura resistente a impactos y golpes.
10. Que no suponga una dificultad extra para entender su funcionamiento.

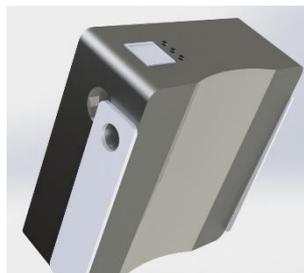
Listado de alternativas:



1



2



3



4

ALTERNATIVA 1

Sistema de sujeción innovador	1
Estéticamente lo más atractivo posible	0.25
Que el diseño ocupe el menor espacio posible.	1
Debe ser estable con el patinete en marcha	0.25
Que sea fácil de transportar.	1
Que tenga lector de huellas o algún sistema de apertura diferente al de la llave	1
Producto fácil de quitar y poner del patinete.	0.25
Obtener un producto de calidad	1
Estructura resistente a impactos y golpes.	0.25
Que no suponga una dificultad extra para entender su funcionamiento	0.25

TOTAL: 6.25

Tabla 2 – Análisis de alternativas

ALTERNATIVA 2

Sistema de sujeción innovador	1
Estéticamente lo más atractivo posible	1
Que el diseño ocupe el menor espacio posible	1
Debe ser estable con el patinete en marcha	1
Que sea fácil de transportar	0.25
Que tenga lector de huellas o algún sistema de apertura diferente al de la llave	1
Producto fácil de quitar y poner del patinete	1
Obtener un producto de calidad	1
Estructura resistente a impactos y golpes	0.25
Que no suponga una dificultad extra para entender su funcionamiento	1

TOTAL: 8.5

Tabla 3 – Análisis de alternativas

ALTERNATIVA 3

Sistema de sujeción innovador	1
Estéticamente lo más atractivo posible	0.25
Que el diseño ocupe el menor espacio posible	1
Debe ser estable con el patinete en marcha	1
Que sea fácil de transportar	0.25
Que tenga lector de huellas o algún sistema de apertura diferente al de la llave	1
Producto fácil de quitar y poner del patinete	0.25
Obtener un producto de calidad	1
Estructura resistente a impactos y golpes	1
Que no suponga una dificultad extra para entender su funcionamiento	0.25

TOTAL: 7

Tabla 3 – Análisis de alternativas

ALTERNATIVA 4

Sistema de sujeción innovador	0.25
Estéticamente lo más atractivo posible	0.25
Que el diseño ocupe el menor espacio posible	1
Debe ser estable con el patinete en marcha	1
Que sea fácil de transportar	0.25
Que tenga lector de huellas o algún sistema de apertura diferente al de la llave	0
Producto fácil de quitar y poner del patinete	0.25
Obtener un producto de calidad	0.25
Estructura resistente a impactos y golpes	0.25
Que no suponga una dificultad extra para entender su funcionamiento	1

TOTAL: 4.5

Tabla 5 – Análisis de alternativas

El resultado obtenido anteriormente de las cuatro alternativas muestra como la número dos es la que más cumple con todos los objetivos estipulados, por lo que esta será la elegida como referente para realizar los siguientes métodos de evaluación cualitativos.

5.4.1 DATUM

A través del método cualitativo DATUM se puede comparar la alternativa dos con el resto de alternativas. Si la alternativa cumple mejor el objetivo que la referencia se pondrá un (+), si cumple de la misma manera se pondrá un (=) y si es peor un (-).

		PROPUESTAS			
OBJETIVOS	1	2	3	4	
1	=	D A T U M	=	-	
2	-		-	-	
3	=		=	=	
4	-		=	=	
5	+		=	=	
6	=		=	-	
7	-		-	-	
8	-		=	-	
9	=		+	=	
10	-		-	-	
Σ(+)	1		1	0	
Σ(=)	4		6	4	
Σ(-)	5		3	6	

Tabla 6 – DATUM

Tras la anterior evaluación se observa como la alternativa escogida como referencia sigue manteniéndose como mejor opción, seguido de la referencia número 3 con un diseño similar, pero con un pequeño cambio en su forma de agarre, y, por último, las alternativas

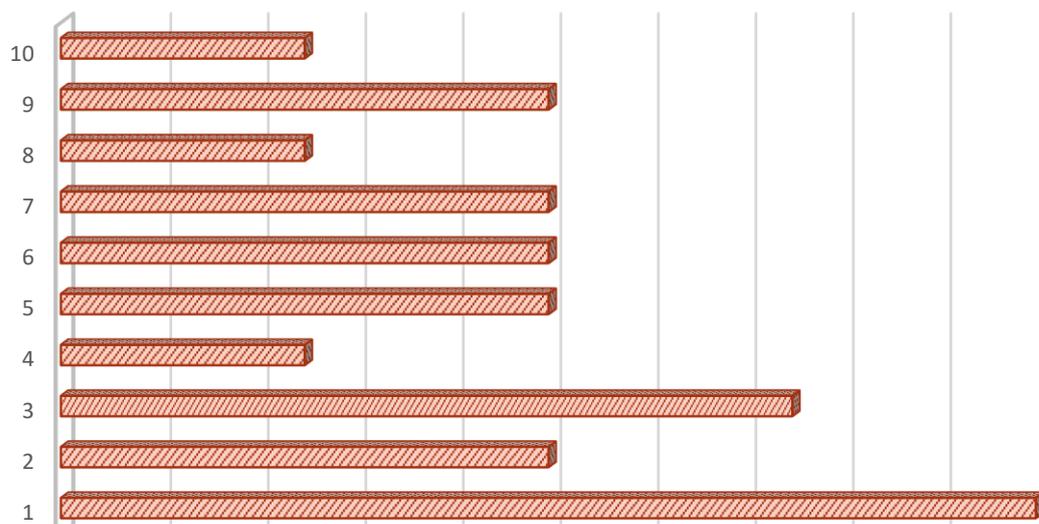
1 y 4 son las peores valoradas, ya que sobre todo la número 4 contiene un diseño muy pobre con muy poco que aportar al campo de dispositivos de seguridad.

5.4.2 EVALUACIÓN CUANTITATIVA - PONDERACIÓN

Mediante este sistema se desea obtener otra evaluación distinta, se debe evaluar a los objetivos postulados anteriormente. Una vez realizada la puntuación se valorará de nuevo, pero en función de lo que se puedan adaptar las alternativas a los objetivos.

OBJETIVOS	PORCENTAJE
1. Sistema de sujeción innovador.	20%
2. Estéticamente lo más atractivo posible.	10%
3. Que el diseño ocupe el menor espacio posible.	15%
4. Debe ser estable con el patinete en marcha.	5%
5. Que sea fácil de transportar.	10%
6. Que tenga lector de huellas o algún sistema de apertura diferente al de la llave.	10%
7. Producto fácil de quitar y poner del patinete.	10%
8. Obtener un producto de calidad.	5%
9. Estructura resistente a impactos y golpes.	10%
10. Que no suponga una dificultad extra para entender su funcionamiento.	5%

Tabla 7 – Porcentaje de objetivos



Gráfica 1 – Porcentaje de objetivos

Alternativa 1: $20 \cdot 1 + 10 \cdot 0,5 + 15 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5 = 67,75$ PUNTOS

Alternativa 2: $20 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 15 \cdot 1 + 5 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,5 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 10 \cdot 0,5 + 5 \cdot 1 = 87,5$ PUNTOS

Alternativa 3: $20 \cdot 1 + 10 \cdot 0,5 + 15 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,5 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 0,5 + 5 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 5 \cdot 0,5 = 72,5$ PUNTOS

Alternativa 4: $20 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,5 + 15 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0 + 10 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0 + 10 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5 = 42,5$ PUNTOS

Con todo lo visto con anterioridad, se observa como la alternativa número 2 es la que mejor calificación ha obtenido en todos los apartados y metodologías. Su diseño innovador, sencillo y seguro hacen que sea la alternativa más válida. Por detrás se encuentran las alternativas 1 y 3, con resultados muy parejos, pero que por algún objetivo o especificación quedan por detrás del número 2. Por último, cabe añadir que la alternativa escogida no es del todo perfecta, por lo que a lo largo del proyecto se irán mejorando ciertos aspectos.



5.5 ERGONOMÍA Y ESTUDIO DE POSICIONES

5.5.1 POSICIÓN DE LOS ELEMENTOS

POSICIÓN DE USO

Una vez escogida la alternativa base y establecer los objetivos y restricciones a cumplir, se va a realizar un estudio de las diferentes posiciones de uso y transporte para poder subsanar las restricciones. La posición de uso ha de ser con el dispositivo colocado en el mástil en modo funcionamiento, con el usuario de pie y preparado para manipularlo. Debido a que el dispositivo está mayormente orientando a un público adulto/joven, se estudiarán las medidas comunes de entre estos usuarios.

En primer lugar, al utilizar un imán como principal sistema innovador de agarre, se tiene en cuenta la superficie disponible si se sitúa el dispositivo en vertical o en horizontal, como se observa en las imágenes en la posición vertical se obtiene un mejor amarre por superficie, manteniendo el centro de gravedad más cercano al mástil. De igual manera su orientación vertical permite una mayor integración con el propio patinete eléctrico.

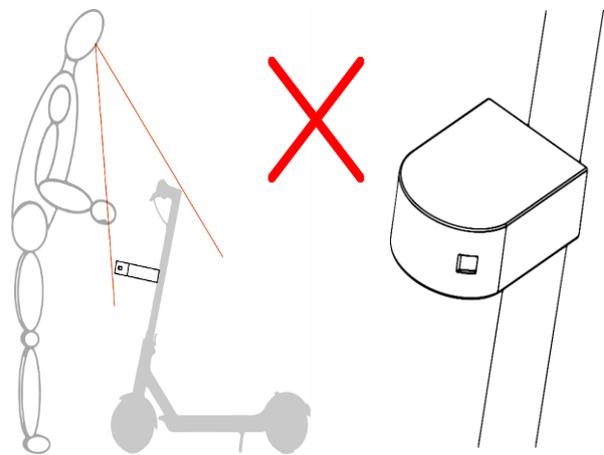


Figura 21 – Posición horizontal

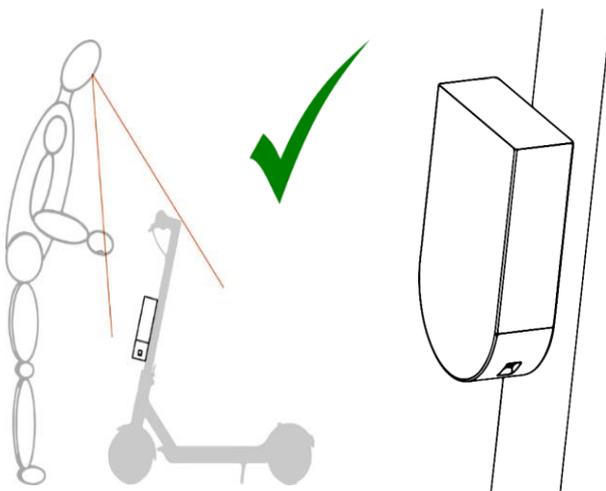


Figura 22 – Posición horizontal

Con la posición de uso en vertical se cumple el objetivo nº3: Que el diseño ocupe el menor espacio posible y el nº4: Debe ser estable con el patinete en marcha. La altura a la que se sitúa el dispositivo es relativa, ya que dependiendo del usuario se puede colocar a una altura u otra.

POSICIÓN DE AGARRE/TRANSPORTE

La posición de agarre, aunque no sea la más importante, hace más fácil de amarrar y transportar el dispositivo de un lugar a otro, ya sea para situarlo en el mástil, guardarlo en alguna bolsa/mochila o manipularlo en el momento que no esté en el patinete. Por lo tanto, se estudiará el grosor máximo mediante un análisis ergonómico de la palma de la mano, en este caso se hace referencia a la zona comprendida entre la muñeca y el comienzo de los dedos.

Al tener que flexionar los dedos y parte de la palma se considera como la dimensión correcta un tercio de la medida de la palma, por lo que se obtiene aproximadamente **40mm**.

La pequeña curvatura generada en los bordes del dispositivo permite un mejor agarre, evitando zonas punzantes con ángulos agudos y aportando una mayor comodidad al usuario.

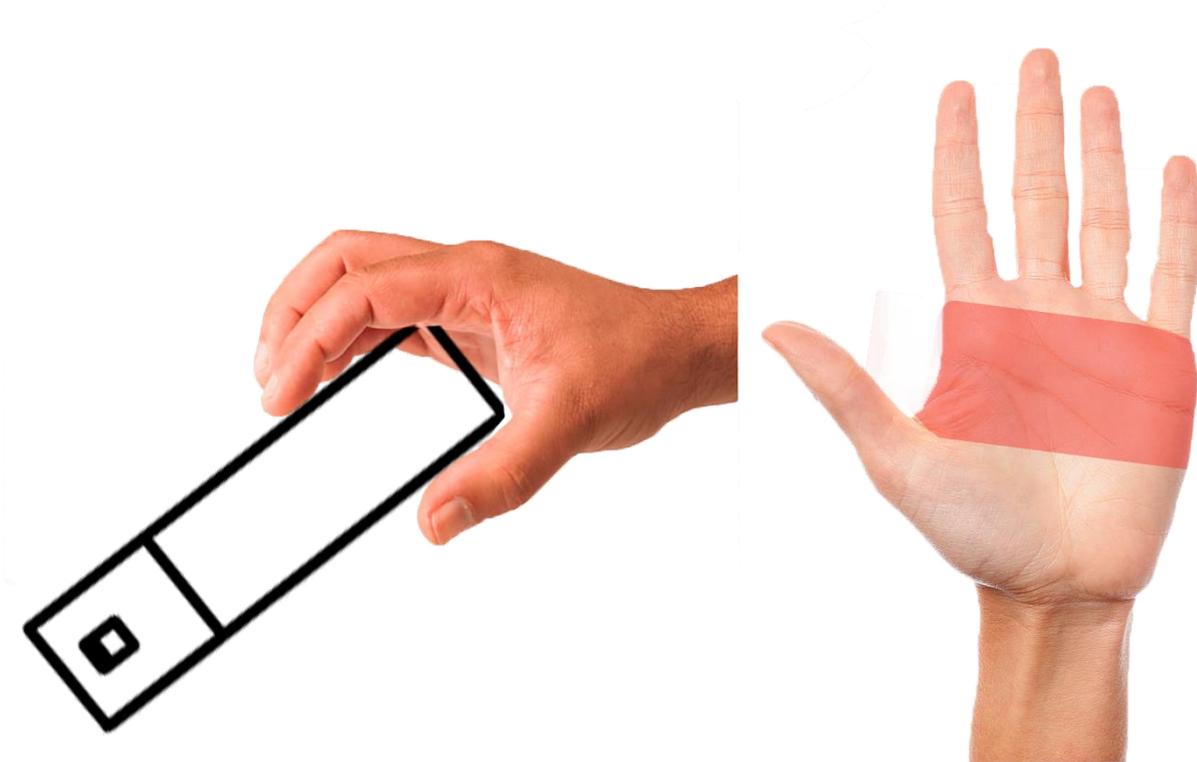


Figura 23 – Posición de agarre

Al estar pensado para poder transportarlo fácilmente en el mástil o llevarlo en una mochila/bolsa. El sistema de agarre se usará apenas durante el momento en el que se pone en el patinete o se quita, por lo que no se presta una atención especial en la ergonomía, evitando realizar hendiduras para la forma de los dedos, zonas con un mayor agarre que complicarían el proceso de fabricación.

5.6 CARACTERÍSTICAS Y MATERIALES

La selección de los materiales posee una gran importancia sobre el producto, ya que estos aportarán unas propiedades u otras para poder cumplir los requisitos del producto, para que el funcionamiento sea óptimo.

Para el estudio de materiales se proponen unas demandas para acotar, y así poder observar de una manera más fácil los materiales que realmente si cumplen los requisitos. En este caso se representan 4 objetivos principales:

-DUREZA: Para la carcasa exterior, es muy importante que tenga una dureza aceptable, al ser un dispositivo de seguridad este requisito es fundamental para evitar posibles manipulaciones, hurtos u otros.

-PRECIO: El producto va a contener diversos elementos eléctricos que suponen un coste adicional, por lo que el precio de los materiales deberá ajustarse.

-RESISTENCIA A LA CORROSIÓN: Dado que es un producto de exterior debe ser muy resistente a la corrosión.

-RESISTENCIA A LA RADIACIÓN UV: Al igual que en el caso anterior, y sobre todo en zonas costeras y en España, el índice de radiación UV es un requisito muy importante.

-FACILIDAD DE MOLDEADO: Cuanto mayores procesos para moldear permita el material, más fácil es encontrar un método que se adecue a las formas y al presupuesto inicial.

-LIGEREZA: Al ser un dispositivo portátil, la ligereza debe ser un aspecto importante a tener en cuenta.

A continuación, se muestra una gráfica con los materiales más comunes y su capacidad para cumplir los requisitos:

	DUREZA	PRECIO	LIGEREZA	RESIST. UV	RESIST. CORROSIÓN
METAL	ALTA	MEDIO/ALTO	BAJA	ALTA	MEDIA
PLASTICO	MEDIA	MEDIO/BAJO	MEDIA/ALTA	MEDIA/BAJA	MEDIA/ALTA
CERÁMICA	BAJA	MEDIO/ALTO	BAJA	ALTA	MEDIA

Tabla 8 – Capacidad de los materiales

Por lo tanto, se puede observar como el metal y el plástico son las que mejor cumplimentan los requisitos del producto.

A la hora de elegir el material adecuado, se divide en 4 partes principales y más importantes. Las partes son las siguientes:

- Carcasa exterior
- Estructura interior
- Imán
- Cadena

5.6.1 CARCASA EXTERIOR

La carcasa exterior es el elemento más importante del proyecto, ya que es la parte externa la encargada de proteger la parte interna y todos los componentes que conforman el dispositivo. Esta protección tiene que ser total y debe cumplir diferentes requisitos.

Al tratarse de la parte más compleja en cuanto a características, deberá ser de un metal, por las capacidades técnicas de estos. Deberá ser lo más ligero posible, soportar los agentes externos de una forma correcta (lluvia, polvo, arañazos, esfuerzos por cizalladura...), el precio se debe ajustar al presupuesto del proyecto, al situarse el patinete en espacios exteriores se debe considerar el efecto del sol, por lo que la resistencia UV es muy importante. Por último, deberá ser fácil de moldear y deberá ser lo más duro posible para hacer frente a hipotéticas manipulaciones de terceros.

Se hace uso del programa CES EduPack para la obtención de los diferentes materiales, este sistema permite introducir filtros y valores específicos para conseguir el más apropiado. En este caso los filtros utilizados son los siguientes:

Filtro CES EduPack:

- **Base de datos (Material Universe):** All materials.
- **Hardness - Vickers:** 150-200HV.
- **Maximum service temperatura:** 50-200 °C.
- **Resistencia al agua:** Excelente.
- **Resistencia a la radiación UV:** Excelente.
- **Inflamabilidad:** No inflamable.
- **Mecanizado:** Aceptable/Excelente

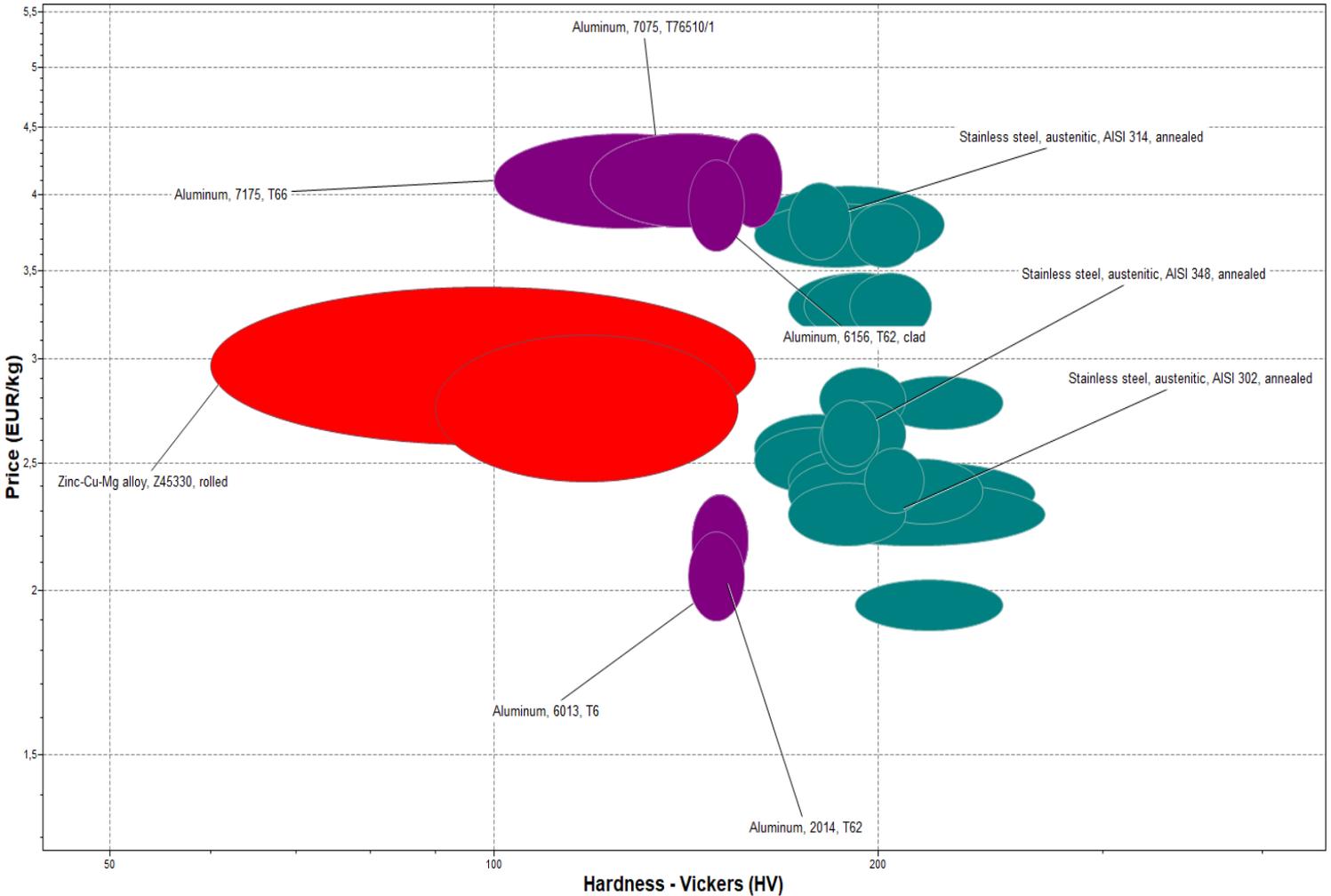
A continuación, se explican algunos de los criterios más importantes citados anteriormente:

Dureza de Vickers: El ensayo de dureza Vickers, llamado el ensayo universal, es un método para medir la dureza de los materiales, es decir, la resistencia de un material al ser penetrado. Importante para cualquier mala manipulación, golpe o impacto.

Resistencia al agua: La capacidad de aguante al agua dulce (lluvia) sin que las propiedades del material se vean mermadas.

Resistencia a la radiación UV: La capacidad del material para poder mantener sus propiedades bajo la radiación UV a lo largo del tiempo, ya que interesa que el producto aguante lo máximo posible.

Mecanizado: El mecanizado debe ofrecer diversos métodos de moldeo y mecanizado y de una forma eficiente.



Gráfica 2 – Metales

Mediante el programa utilizado anteriormente se pueden realizar gráficas comparativas para observar fácilmente los resultados obtenidos y que más interesan. En este caso en el eje X se sitúa la dureza de Vickers y en el eje Y el precio por Kilogramo de material, estos dos datos han sido escogidos por considerarse los más importantes dentro de los objetivos del proyecto. Una vez observada la gráfica se ven los materiales que se sitúan dentro de los filtros realizados y se comparan el resto de características como pueden ser la resistencia UV, la corrosión...

Nombre	Price (EUR/kg)
Stainless steel, austenitic, AISI 20...	1,87 - 2,04
Aluminum, 6013, T6	1,9 - 2,22
Aluminum, 2014, T62	2,02 - 2,36
Aluminum, 2014, T651	2,02 - 2,36
Aluminum, 2014, T652	2,02 - 2,36
Aluminum, 2014, T6510	2,02 - 2,36
Aluminum, 2014, T6	2,02 - 2,36
Aluminum, 2014, T6511	2,02 - 2,36
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,17 - 2,41
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,17 - 2,41
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,24 - 2,51
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,24 - 2,51
Stainless steel, austenitic, Nitronic...	2,25 - 2,52
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,29 - 2,57
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,29 - 2,57
Stainless steel, austenitic, AISI 32...	2,32 - 2,61
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,37 - 2,66
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,42 - 2,72
Zinc-aluminum alloy, superplastic, ...	2,42 - 3,13
Stainless steel, austenitic, AISI 30...	2,46 - 2,77
Stainless steel, austenitic, AISI 34...	2,48 - 2,78
Stainless steel, austenitic, AISI 34...	2,49 - 2,79

Tabla 9 – Precios de los metales

En la gráfica anterior se pueden observar los materiales válidos, en este caso se diferencian dos claramente, el aluminio (color morado) y el acero (color verde) y en la tabla de la izquierda se pueden ver los valores del precio en el momento de realizar este proyecto, en este caso el Aluminio es el más económico entre los metales seleccionados.

El aspecto económico es importante, pero también se tienen en cuenta otras variables para decidir el material definitivo. La densidad del material Aluminio también es significativamente menor que el Acero, por lo que el conjunto tendrá un peso final menor.

Para ver con más claridad el resto de especificaciones se presenta la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICAS	ALUMINIO	ACERO
DENSIDAD	2,69E3 - 2,73E3 Kg/m³	7,81E3 - 8E3 Kg/m ³
PRECIO/KG	1,9 - 2,22 €/Kg	2,17 - 2,41 €/Kg
DUREZA DE VICKERS	142 - 160 HV	170 - 210 HV
PROCESADO/MECANIZADO	ACEPTABLE/EXCELENTE	ACEPTABLE/LIMITADO
RESISTENCIA UV	EXCELENTE	ACEPTABLE
RESISTENCIA AL AGUA	EXCELENTE	EXCELENTE
TEMPERATURA DE SERVICIO	130 - 150 °C	750 - 925 °C

Tabla 10 – Comparación de características Aluminio - Acero

En la comparativa se marcan en negrita los valores favorables para ese material, en este caso el factor del precio, procesado/mecanizado y resistencia a UV son los valores que decantan al aluminio como el material válido.

El material escogido finalmente es: **Aluminio 6013.**

Por último, se representa en la tabla las diferentes series de aleaciones de aluminio con sus características más destacadas.

Serie	Principal aleante	Resistencia a tracción (MPa)	Características
Serie 1000	99% aluminio puro	90	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia a la corrosión. - No tóxico. - Excelente acabado. - Excelente maleabilidad. - Alta conductividad térmica y eléctrica.
Serie 2000	Cobre	185	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia mecánica. - Alta resistencia a la corrosión. - Buena maquinabilidad.
Serie 3000	Manganeso	110	<ul style="list-style-type: none"> - Buena resistencia mecánica. - Alta resistencia a la corrosión. - Buena maleabilidad.
Serie 4000	Silicio	-	Alta resistencia al calor.
Serie 5000	Magnesio	200	<ul style="list-style-type: none"> - Buena resistencia mecánica. - Alta resistencia a la corrosión, sobre todo al agua de mar. - Muy buena soldabilidad.
Serie 6000	Silicio y Magnesio	110	<ul style="list-style-type: none"> - Buena resistencia mecánica - Buena maquinabilidad. - Muy buena soldabilidad. - Buena resistencia a la corrosión.

Tabla 11 – Aleaciones de aluminio

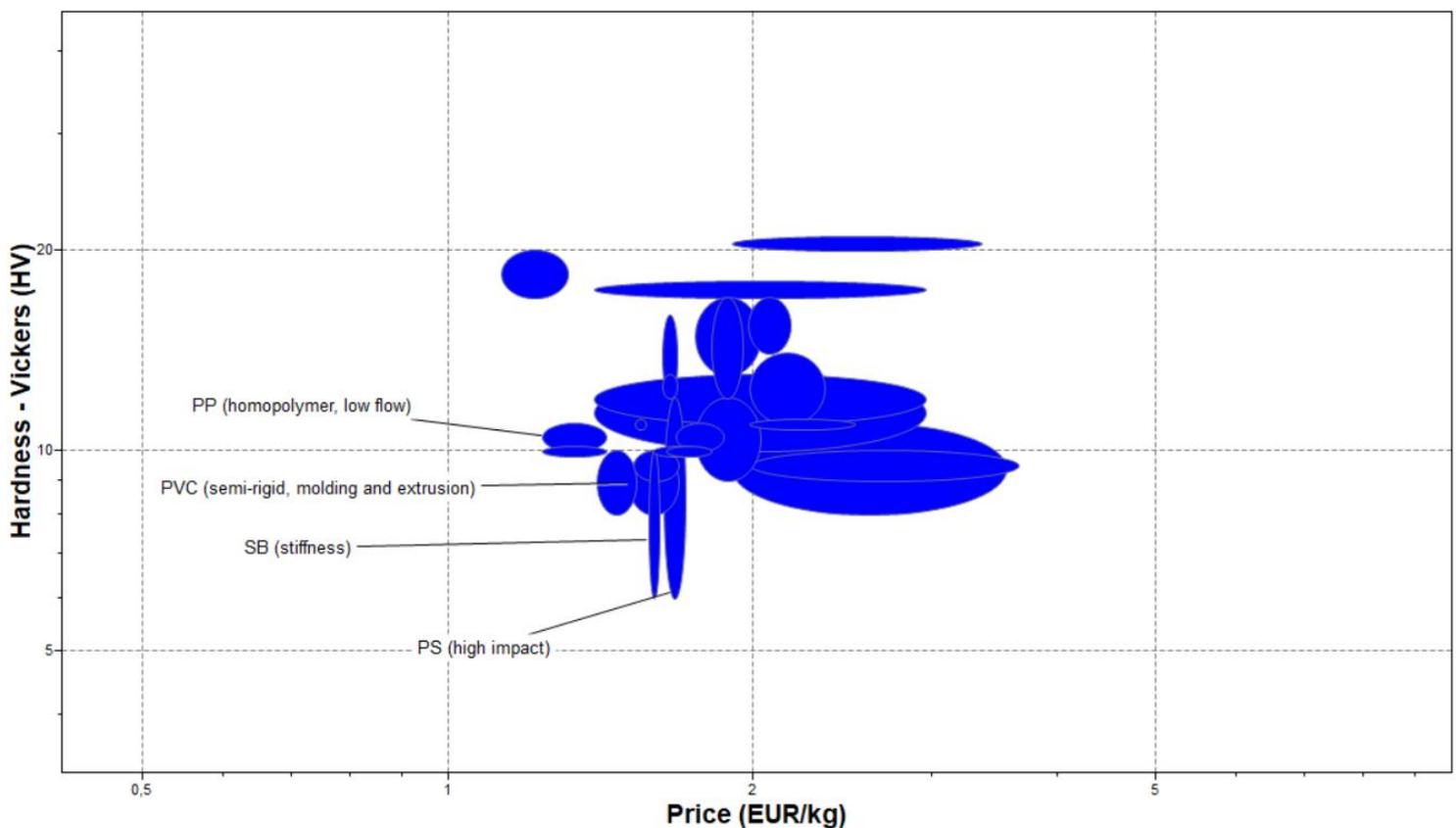
5.6.2 ESTRUCTURA INTERIOR Y ELEMENTOS DE UNIÓN

Al tratarse de la estructura que contenga todos los elementos eléctricos y situarse en el interior de la carcasa principal, debe soportar temperaturas relativamente elevadas, ser resistente a posibles filtraciones de agua en caso de fractura de la carcasa exterior, y fácil de mecanizar.

Filtro CES Edupack:

- **Base de datos (Material Universe):** All materials.
- **Hardness - Vickers:** 20-50 HV.
- **Maximum service temperatura:** 50-200 °C.
- **Resistencia al agua:** Excelente.
- **Resistencia a la radiación UV:** Excelente.
- **Mecanizado:** Aceptable/Excelente

El material finalmente escogido es el PP con fibra de vidrio, un material resistente y fácil de moldear.



Gráfica 2 – Comparación materiales poliméricos

Como se puede observar en el gráfico, los materiales que mejor se adaptan son los presentados.

En este caso los materiales más comunes con las características apropiadas son el PP y el PVC, mediante la siguiente tabla se pueden comparar las ventajas y desventajas que obtienen uno sobre el otro, para poder escoger más fácilmente el material final.

CARACTERÍSTICAS	PP	PVC
DENSIDAD	898 - 908 Kg/m ³	1,3E3 - 1,32E3 Kg/m ³
PRECIO/KG	1,24 - 1,43 €/Kg	1,51 - 1,69 €/Kg
DUREZA DE VICKERS	10 - 12 HV	8 - 10 HV
PROCESADO/MECANIZADO	ACEPTABLE/EXCELENTE	ACEPTABLE/EXCELENTE
RESISTENCIA AL AGUA	EXCELENTE	EXCELENTE
TEMPERATURA DE SERVICIO	EXCELENTE	EXCELENTE

Tabla 11 – Comparación de las características PP - PVC

Al obtener mayores beneficios el PP sobre el PVC, el material escogido para la estructura interna es el **PP**.

5.6.3 IMÁN

Uno de los sistemas más innovadores del proyecto, se encuentra en la forma de sujeción del dispositivo de seguridad, en este caso consta de un imán en la parte trasera para poder anclarlo al mástil del patinete y a la altura que el usuario desee. El material del imán debe cumplir las características de este proyecto (COMPARACION MATERIALES ANEXOS) y es por ello que el material escogido ha sido el neodimio. Al tratarse de un patinete eléctrico se estudia la posibilidad de posibles caídas, golpes, frenazos y otros tipos de movimientos bruscos que puedan limitar el uso del imán, pero al usar neodimio estos obstáculos quedan minimizados totalmente.



Los imanes de neodimio están considerados los imanes más fuertes existentes en la actualidad, es por ello que su uso se ha extendido en todos los ámbitos, pero sobre todo en el industrial. Este material es fabricado en los países orientales (97% de todos los imanes) y se realiza a partir de una aleación de neodimio, hierro y boro, los cuales una vez combinados pasan a formar un compuesto que cristaliza en el sistema cristalino tetragonal.

Figura 24 – Imanes

Las aplicaciones de este tipo de imán se centran en la industria moderna y aquellas situaciones donde se requiera mayor potencia de imantación como pueden ser: motores, herramientas inalámbricas, discos duros, sellos magnéticos, cerraduras y otros. A lo largo de los años y después de varios estudios sobre los imanes de neodimio, los profesionales se dieron cuenta de que puede llegar a ser muy peligroso, ya que con imanes de poco más de 2cm se han llegado a producir lesiones importantes.

Existen otro tipo de material de imanes denominados de ferrita, estos son más tradicionales y se llevan utilizando desde hace muchos años, pero para el proyecto sus características no cumplen los objetivos mínimos. En la siguiente tabla se observan con mayor detalle las diferencias que se pueden encontrar entre los imanes de ferrita y neodimio.

CARACTERÍSTICAS	NEODIMIO	FERRITA
PRECIO	ALTO	MEDIO/BAJO
TEMPERATURA	-10 / 80 °C	-40 / 250 °C
FRAGILIDAD	FRAGIL	MUY RESISTENTE
FUERZA	ALTA	MEDIO/BAJO
TAMAÑO	PEQUEÑO TAMAÑO MANTENIENDO FUERZA	PARA FUERZAS GRANDES SE NECESITAN TAMAÑOS GRANDES
DURABILIDAD	ALTO	MEDIO/BAJO

Tabla 12 – Comparación entre imanes Neodimio - Ferrita

Como se puede observar en la tabla, el precio es mayor si se utilizan imanes de neodimio, pero la diferencia no es significativa ya que no es la característica más importante. Por otro lado, la temperatura de servicio válida se mantienen dentro de los estándares.

En cuanto a la fragilidad de estos el imán de neodimio tiene un hándicap importante, pero se puede subsanar fácilmente recubriendo este con una pequeña capa de nylon/caucho para mantenerlo protegido de los agentes externos. Por último y más importante la fuerza de este, los imanes de neodimio pueden llegar a fuerzas de atracción mayores con una dimensión mucho menor que un imán de ferrita.

El material del imán será el **NEODIMIO**.

5.6.4 CADENA

La parte de la cadena se encarga de poder asegurar el patinete a cualquier zona que desee el usuario, es una parte muy expuesta al exterior y debe ser resistente a manipulaciones, fuerzas cortantes o agentes externos.

Durante toda la existencia de los candados de seguridad mediante una cadena, se ha utilizado acero trenzado para su fabricación, por lo que en este dispositivo se utilizará el mismo procedimiento y material. La flexibilidad, durabilidad y la opción de poder plegarla son factores claves para la decisión de este material.

El material de la cadena será el **ACERO TRENZADO RECUBIERTO**.

5.7 ESTUDIO ESTRUCTURAL

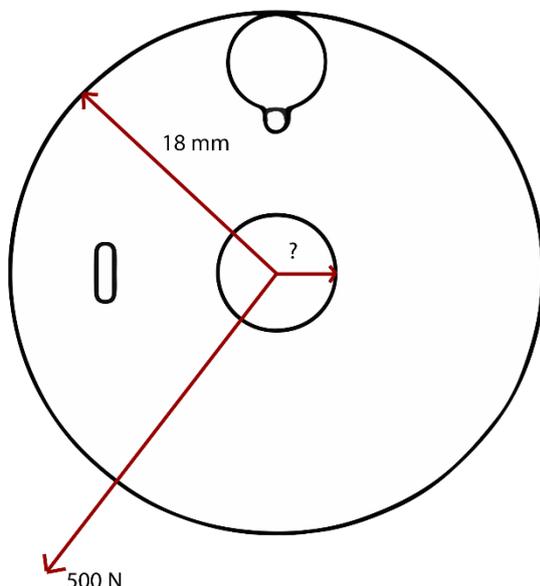
El cálculo estructural permite analizar las diferentes fuerzas que se producen en el producto, para valorar si este es capaz de soportar las cargas a las que está sometido y que mantenga su función. Al tratarse de un dispositivo de seguridad se comprueba tanto el grosor mínimo del eje del soporte como la fuerza que es capaz de soportar el imán a cortarte.

Para simplificar el sistema de fuerzas, se ha despreciado la curvatura del imán al ser de un valor muy pequeño, igualmente al no apoyar el 100% del imán en el mástil se considera su valor máximo de esfuerzo en un 60% (aprox. el valor que apoya en el mástil) del dado por el fabricante.

Para el cálculo estructural del soporte de la cadena se ha tenido en cuenta

5.7.1 ESTRUCTURA DE LA CADENA

Para la estructura del soporte de la cadena se realiza el estudio estructural para el diámetro interior, este debe de aguantar una fuerza de 500N, esta fuerza simula el estirón de una persona intentando sacar la cadena de este. Para ello se debe saber el diámetro mínimo interno permisible para soporta esta fuerza. Se calculan también las fuerzas de inercia equivalentes.



DATOS

$$F = 500\text{N}$$

$$E = 40\text{ MPa} = 40 \cdot 10^6\text{ Pa}$$

$$L = 18\text{ mm}$$

$$\Delta L = 4\text{ mm como dato aproximado.}$$

Figura 25 – Fuerzas del soporte de la cadena

En primer lugar, se obtienen los momentos de inercia de la pieza.

$$I = \frac{1}{2} * \pi * R^4$$

$$I = \frac{1}{2} * \pi * (18)^4$$

$$I = 1,6 \times 10^{-7} \text{ Kgm}^2$$

A continuación, se calcula el mínimo diámetro que necesitaría el eje para poder aguantar esa fuerza.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L}$$

$$R = \sqrt{\frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 500}{\pi \cdot 60 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}} = 3,45 * 10^{-3} \text{ m} = 3,45 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 3,45 \text{ mm}$$

Por lo tanto, sabiendo este resultado se puede calcular el diámetro como el doble del radio.

$$D_{\text{min}} = 6,90 \text{ mm}$$

El mínimo diámetro del eje deberá ser 6,90mm.

5.7.2 ESTRUCTURA DEL IMAN

El imán de neodimio tiene que tener unas características de fuerza específicas para poder aguantar el peso del dispositivo. Es por ello que se toma la superficie imantada totalmente plana, ignorando la pequeña curvatura. Igualmente, no toda la superficie del imán estará en contacto con el mástil, por lo que se supondrá un 50% de superficie en contacto del total.

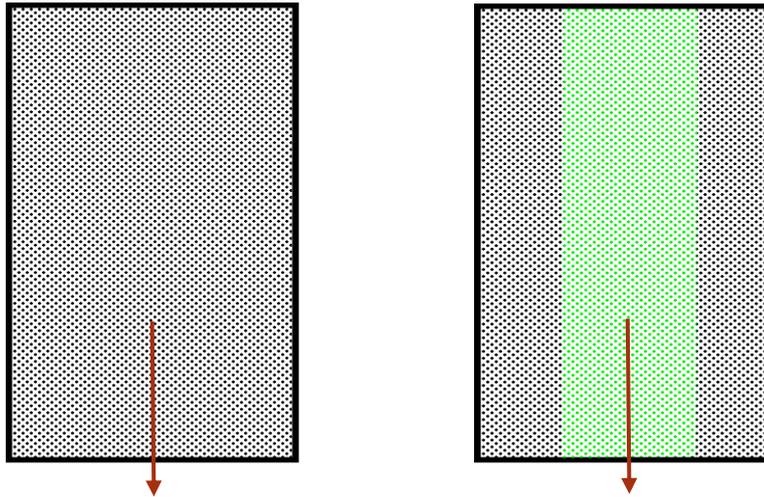


Figura 26 – Disposición del imán

En la imagen de la izquierda se observa la superficie imantada del imán, mientras que en la derecha se encuentra en color verde la superficie de contacto con el mástil.

El fabricante confirma que el total de la superficie a despegue de este imán es de 11Kg y que este pierde un 30% de capacidad al trabajar a cortante. Por lo que:

$$11 * 0,7 = 7,7\text{Kg}$$

El total que el imán puede soportar a cortante es 7,7Kg por lo que en principio es suficiente. Igualmente se considera la superficie en contacto en un 50% del total, por lo que:

$$7,7 * 0,5 = 3,85\text{Kg}$$

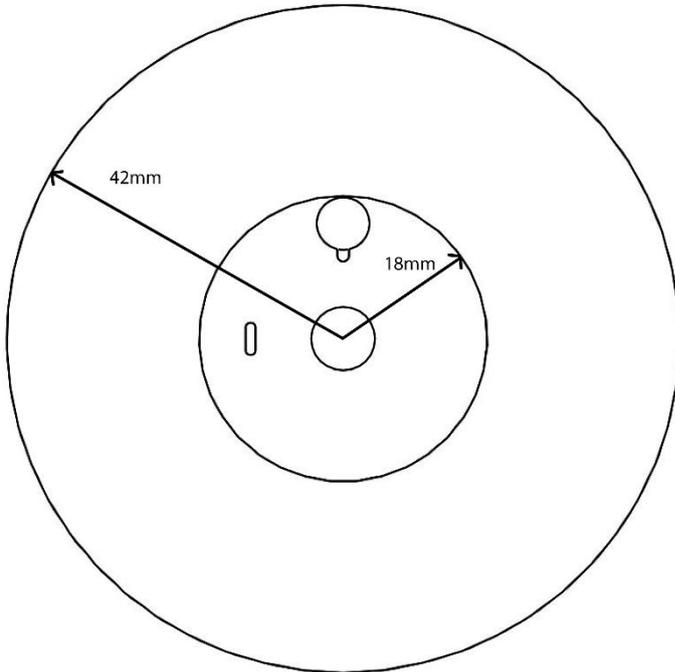
El peso total del dispositivo es de: 820gr, por lo que:

$$3,85\text{Kg} > 0,820\text{Kg}$$

Soportará a la perfección el peso del producto.

5.7.3 LONGITUD DEL CABLE

ESTRUCTURA BOBINA



En este apartado se calculará la longitud de cable que puede albergar el soporte con las medidas dadas. Se redondeará a la baja para asegurar la cadena.

Figura 27 – Longitud del cable

- **Diámetro exterior (De) = 84mm**
- **Diámetro interior (Di) = 36mm**
- **Anchura de la rueda (h) = 8 mm**
- **Diámetro del cable (d) = 7 mm**

$$L = (2 \cdot \pi \cdot h) / d [Di + (Di + d) + (Di + 2d) + (Di + 2d) + \dots + (Di + nd)]$$

Siendo (Di+nd) el diámetro exterior (De)

$$L = [(2 \cdot \pi \cdot h) / d] \cdot [Di + De];$$

$$L = [(2 \cdot \pi \cdot 8) / 7] \cdot [84 + 36];$$

$$L = [(50,26) / 7] \cdot [120];$$

$$L = 0,86m = \mathbf{86cm}$$

Por lo tanto, la cadena tendrá una longitud aproximada de 86cm, con esta medida es más que suficiente para poder anclar el patinete a cualquier lugar.

6 DISEÑO DE DETALLE

Una vez superadas las necesidades y objetivos de los usuarios, requisitos de diseño y optimizada la viabilidad del proyecto, se elabora el diseño final en base a los estudios realizados. Para ello se analizan las piezas por separado para entender mejor el funcionamiento en su conjunto.

6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

Para facilitar el entendimiento del proyecto, se han diferenciado dos partes principales, la parte trasera y delantera, ya que cada una de estas contiene un ensamblaje propio y su unión se hace mediante tornillos.

PARTE TRASERA

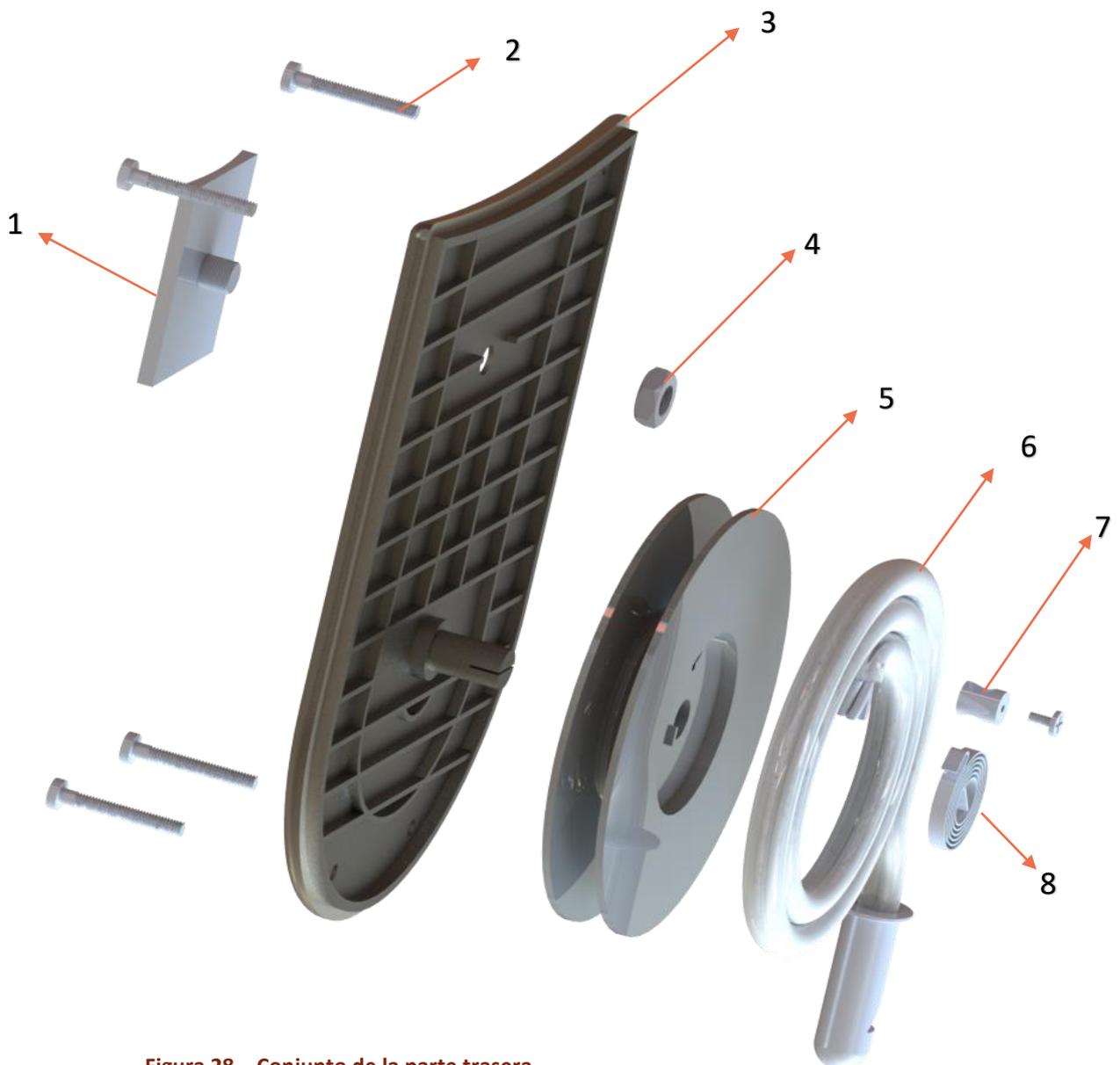


Figura 28 – Conjunto de la parte trasera

PARTE DELANTERA

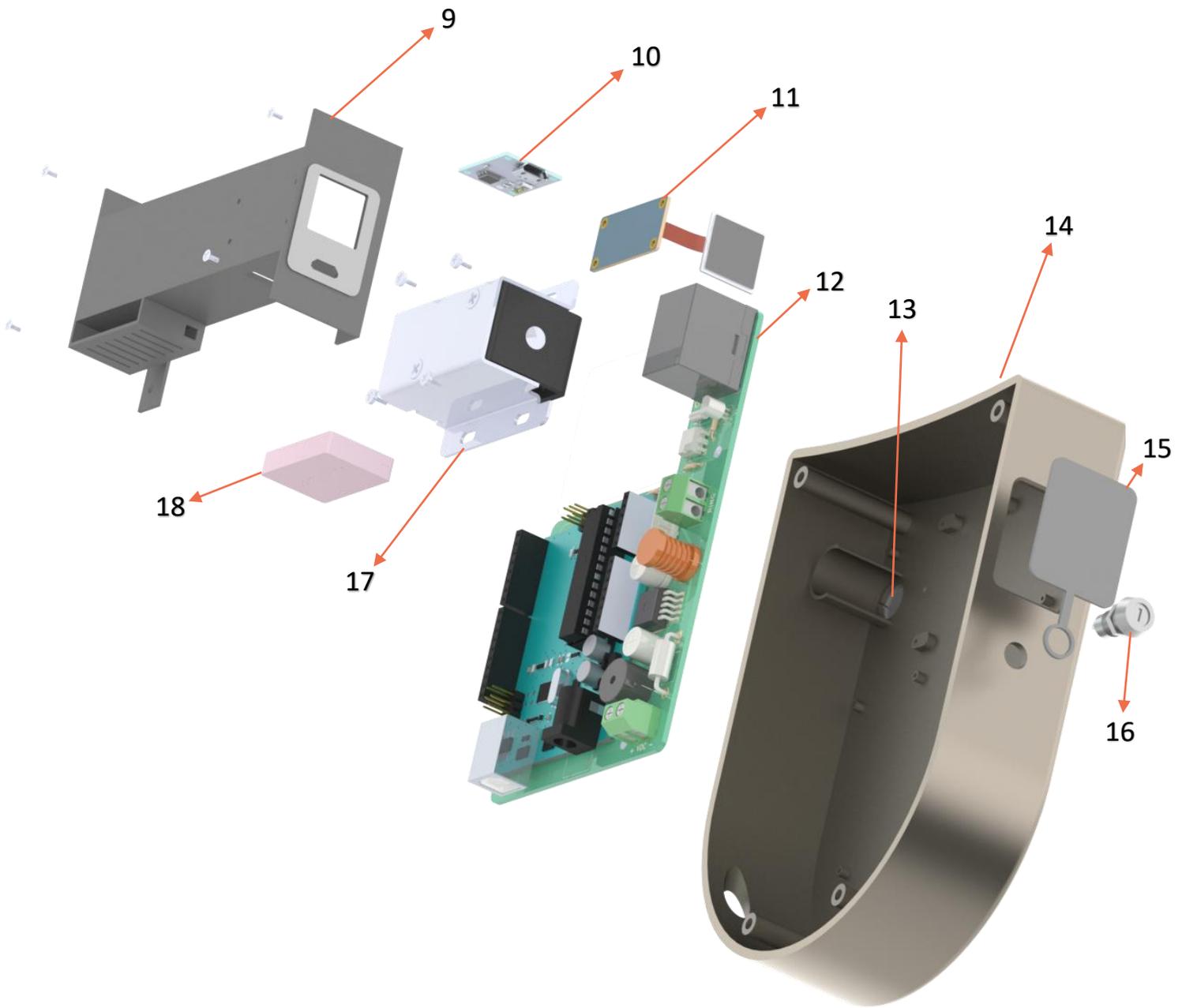


Figura 29 – Conjunto de la parte delantera

A continuación, se nombra cada parte para poder identificar más fácilmente a lo largo del diseño de detalle.

PARTE TRASERA:

- 1- Imán.
- 2- Tornillos de seguridad.
- 3- Carcasa trasera.
- 4- Tuerca del imán.
- 5- Soporte de la cadena.
- 6- Cadena.
- 7- Pisa-cables.
- 8- Muelle retráctil.

PARTE DELANTERA:

- 9- Soporte principal.
- 10- Cargador USB.
- 11- Lector de huellas.
- 12- Base eléctrica.
- 13- Tapón trasero.
- 14- Carcasa delantera.
- 15- Tapón lateral.
- 16- Cerrojo automático.
- 17- Locker.
- 18- Batería.

El producto contiene en total 16 partes diferenciadas más a parte diferentes elementos de unión secundarios como son tornillería de pequeña dimensión o remaches. Por otro lado, tampoco se diferencian cableados y conexiones eléctricas que si se podrán ver en los siguientes apartados de una forma más técnica y específica.

Al realizarse el ensamblaje en 2 partes diferentes, trasera y delantera, en el diseño de detalle se mantienen estos conjuntos por separado. Los elementos electrónicos han sido testeados y simulados mediante softwares, los cuales proporcionan valores para poder analizar si el proyecto es o no viable.

6.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO

6.2.1 PARTE TRASERA

6.2.1.1 IMAN Y TUERCA DEL IMAN.

El imán es el elemento de sujeción entre el dispositivo de seguridad y el mástil del patinete. El imán está compuesto por una base de neodimio con roscado exterior que permite enroscar la base a una rosca interior (1), y en su parte superior hay una capa de nylon (2) para mejorar su durabilidad y uso. Son bases magnéticas aptas para ser utilizadas hasta 80°C y tienen una fuerza de sujeción de 5 a 15kg.

Las bases magnéticas recubiertas de Nylon permiten hacer miles de operaciones sin desgastarse alargando así la vida del imán y aumentando el ciclo de vida del producto.

Son resistentes a la corrosión por lo que el uso de estos imanes es muy adecuado en superficies que se sitúen en el exterior. Además, el revestimiento de Nylon que cubre el imán, elimina los ruidos metálicos, por lo que estos quedarán eliminados cuando el usuario coloque o retire el candado. El recubrimiento no solo permite proteger al imán de agentes externos, sino que también permite conseguir mayor fuerza cortante, un imán aproximadamente de 50Kg de fuerza, al trabajar a cortante, este pierde en torno al 80%

de su efectividad, mientras que con un recubrimiento logra mantener más del 50% gracias a su rugosidad.

Al mantener una pequeña curvatura en la parte exterior, se adapta mucho mejor a la forma del mástil del patinete, logrando que la gran superficie del imán este en contacto y cumpla su función.

En color rojo se puede observar el nailon, el cual hace de conexión entre el neodimio, en color verde, y el mástil, en color gris.

a = Fuerza de sujeción del imán

b = Fuerza de carga máxima

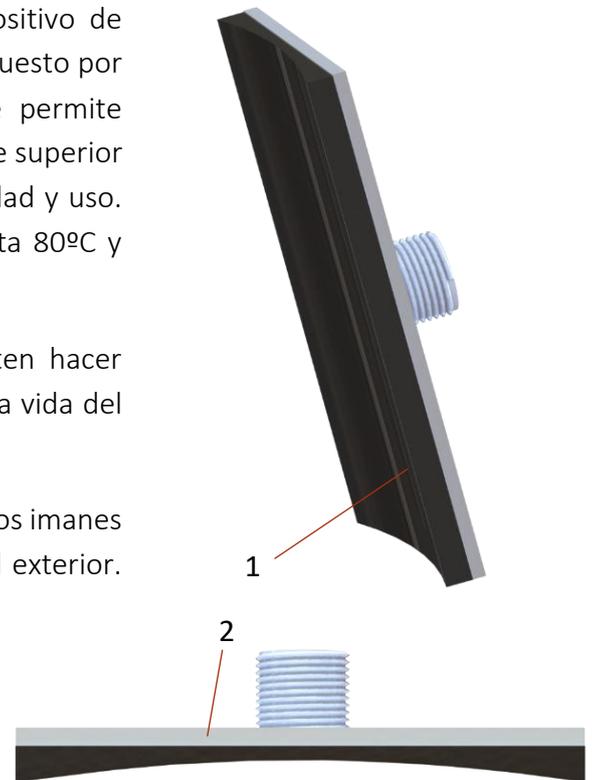


Figura 30 – Pieza imán

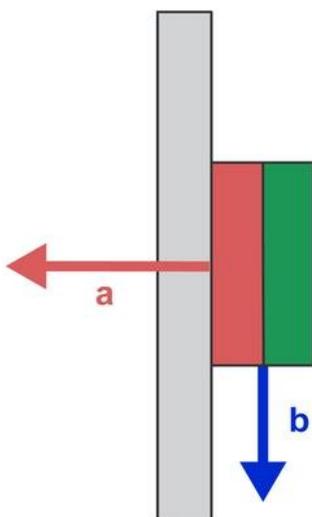


Figura 31 – Esfuerzos del imán

Para este caso se utiliza un imán de unas medidas dadas por la empresa fabricante, en este caso son:

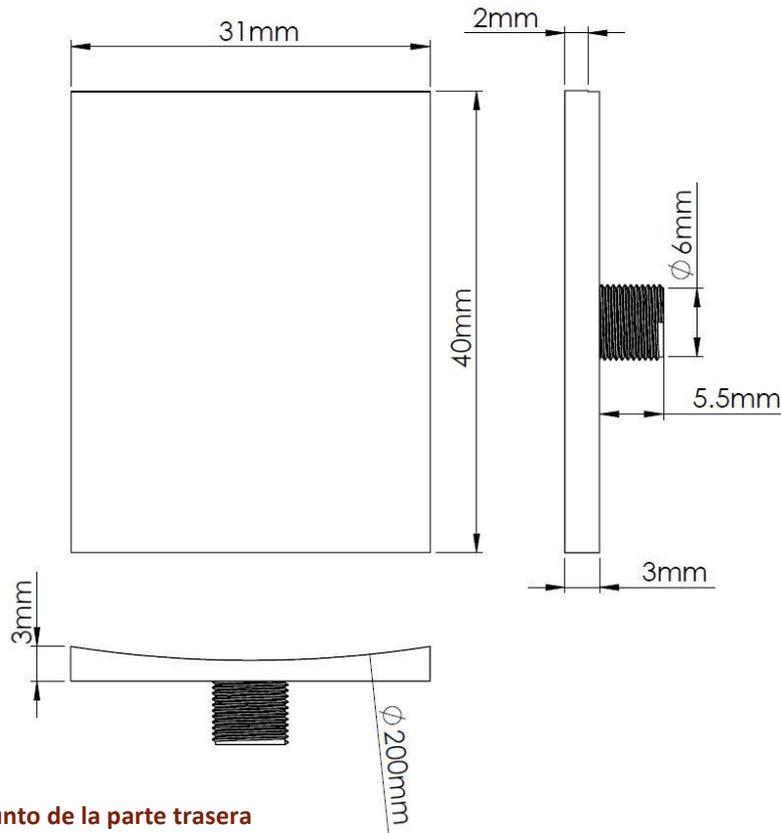


Figura 32 – Conjunto de la parte trasera

Se puede observar que para la fuerza necesaria no se requieren de unas medidas muy grandes, esto es a causa del material utilizado: neodimio. Y por igual manera, este imán no produce interferencias o daños en equipos electrónicos que estén a más de 1cm de distancia, con esta forma y ubicación esta regla se cumple.

El imán se coloca desde la parte exterior y se une a la carcasa trasera mediante una tuerca, la peculiaridad de esta tuerca es que tiene una función autoblocante, la cual no permite desenroscar la tuerca a causa de vibraciones u otras fuerzas. Consta de 2 partes, la tuerca (1) y el resorte de nailon (2). La tuerca tiene medida **M3** para su rosca interior.



Figura 33 – Tuerca autoblocante
<https://suministrosgt.eu/products/tuerca-autoblocante-din985>

Las principales ventajas de este tipo de tuercas son:

- Las tuercas de seguridad se utilizan cuando se espera que el tornillo no se afloje por el régimen de trabajo. Para que un tornillo no se afloje se utilizan tuercas con alma plástica de teflón.
- En piezas giratorias se utilizan tornillos que tengan una rosca orientada al contrario del sentido de giro para evitar que el giro los afloje.
- Son idóneas para aplicaciones que enfrentan vibración.
- Ideales para exteriores.
- Resistentes a la corrosión, abrasión y a la mayoría de las sustancias químicas.
- Se utilizan para acoplar a un tornillo de forma permanente o escurridiza, es un elemento que permite sujetar y fijar uniones de elementos removibles.

Como se puede observar se adapta perfectamente a las necesidades del producto, aparte de ser resistente mantiene al imán sujeto a la carcasa trasera durante un tiempo ilimitado, por lo que es preferible ante una tuerca convencional.

6.2.1.2 TORNILLOS DE SEGURIDAD.

Para la unión entre las dos carcasas se utilizan tornillos de seguridad a prueba de manipulaciones, estos económicamente tienen un precio superior en el mercado, pero, por otro lado, ofrecen una gran seguridad y no permiten el uso de herramientas cotidianas para poder realizar su extracción.

Al ser únicamente cuatro tornillos exteriores, estos serán de seguridad, mientras que los internos serán convencionales ya que es inviable su sustracción. Estos tornillos serán todos de acero inoxidable para evitar dañar la estructura del mismo.



Figura 34 – Tornillo seguridad M3
<https://es.rs-online.com/web/p/tornillos-de-seguridad/>

6.2.1.3 CARCASA TRASERA

La carcasa trasera es una parte fundamental del dispositivo, la parte externa que contiene el imán, el soporte de la cadena y la cadena. Fabricado en Aluminio 6013, es capaz de soportar todo tipo de agentes externos y manipulaciones. Tiene un acabado de arenado para evitar que se vean las marcas de los flujos producidos durante el moldeo.

En la parte interna de la carcasa se puede encontrar cuatro partes fundamentales, los agujeros (1) por donde pasan los tornillos de seguridad y juntar ambas carcasas. En el centro de esta se encuentra otro orificio (2) por donde pasa la rosca del imán.

Como se observa en la imagen el mecanizado a realizar es muy pequeño, lo que supone un ahorro económico importante. Uno de los procesos más importantes en esta pieza ha sido la realización diferentes nervios (3) a lo largo de la pared interna de la carcasa, para ofrecer una



Figura 36 – Composición de los nervios

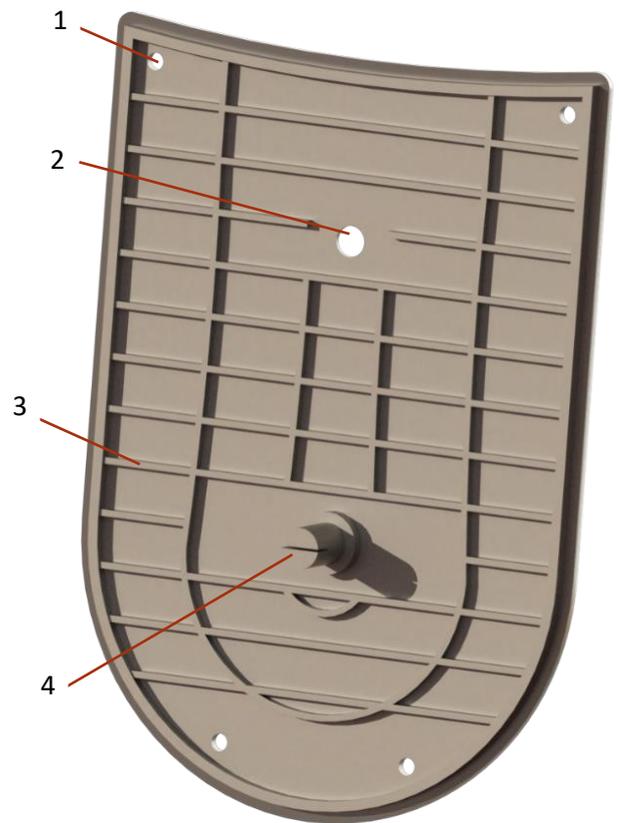
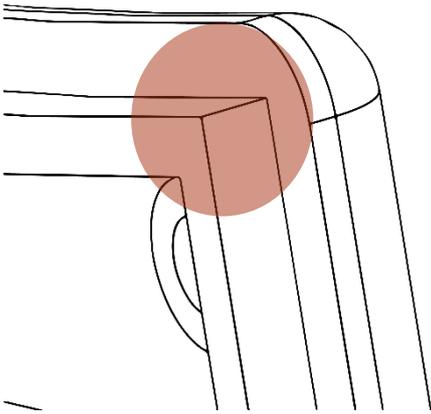


Figura 35 – Carcasa trasera

mayor

resistencia estructural y poder resistir golpes o manipulaciones. Estos nervios se han realizado siguiendo dos patrones, el primero de ellos se han realizado nervios totalmente horizontales, manteniendo la misma distancia entre si paralelamente, y por otro lado se opta por unos nervios que acompañen a la forma externa de la carcasa, formando ligeras curvaturas en los nervios.

La carcasa contiene un saliente (4) en la parte inferior y en el centro de la pared interna, en la cual se sostendrá el soporte de la cadena y se enganchará el muelle retráctil, su forma cilíndrica permite el giro del soporte del muelle para extraer o recoger la cadena.

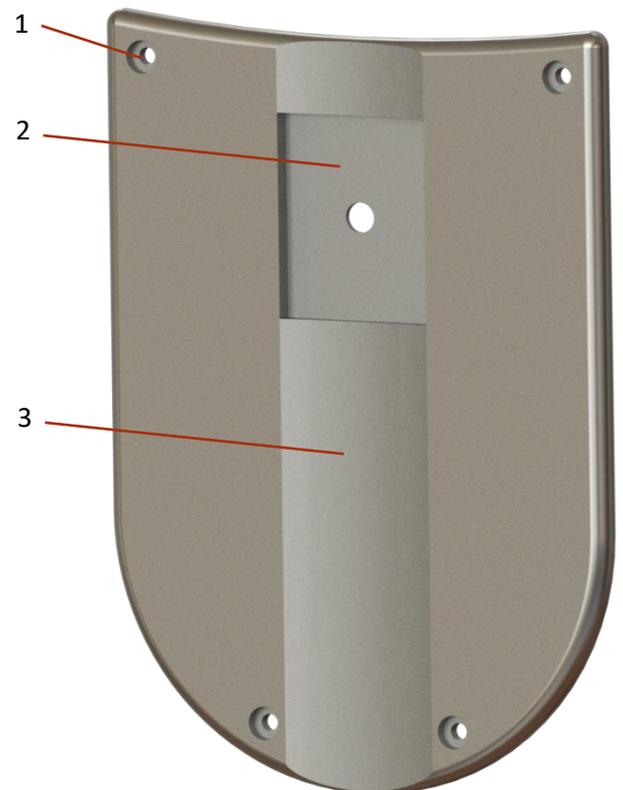

Figura 37 – Resalte exterior

Por último, la pieza contiene un pequeño borde/saliente en el extremo, el cual permite que al unir la carcasa trasera con la delantera se cree una estanqueidad válida para el proyecto. No permitiendo que entre polvo o agua al dispositivo y así resguardar todos los elementos electrónicos que contiene su interior.

Por otro lado, en la parte externa se observan tres partes diferentes. En primer lugar, la hendidura (1) por donde acopla el tornillo de seguridad, este contiene una ranura donde la cabeza del tornillo apoya, hay un total de cuatro.

Por otro lado, el hueco donde ira colocado el imán (2), este está hecho a medida para evitar filtraciones de agua o polvo. En último lugar se encuentra la zona central curvada (3), fabricada a conciencia para acompañar la curvatura del mástil y del imán, y obtener un mejor agarre e integración del dispositivo.

Los bordes de la parte externa contienen un pequeño redondeo para facilitar el agarre, obtener una mejor salida en el moldeo y evitar zonas punzantes o restrictivas.


Figura 38 – Parte trasera de la carcasa

6.2.1.4 CADENA Y SOPORTE

La cadena es la parte de seguridad activa más importante de todo el proyecto, se encarga de enganchar el patinete a cualquier lugar y proporcionar protección. El cable está formado por 6 hilos de acero trenzado (1) entre sí, para aumentar la fuerza de resistencia. La peculiaridad es que en su interior contiene un cable de alimentación (3) de pequeño tamaño para realizar la función explicada en “MEMORIA”. Este cable tiene una medida toda de 70cm de largo desde el inicio de la cadena hasta la cabeza de esta.

Ofrece también una cobertura de plástico (2) para proteger la integridad de la cadena de agentes externos como lluvia o polvo y dificultar la manipulación incorrecta de esta.

El interior de la cadena tiene un diámetro de 5.5mm y un diámetro exterior de 7mm contando la capa protectora de plástico y gracias a su fabricación llega a obtener una fuerza mínima de rotura de 1770 N/mm², la cual es suficiente para mantener el patinete seguro.

El extremo de la cadena que se sitúa en el interior del dispositivo, se encuentra asegurado en el soporte principal mediante un pisa-cables con tornillo (imagen), para que la cadena no se salga en ningún momento del interior y quede correctamente amarrada.



Al tener que albergar la cadena un cable de alimentación recubierto en su interior, para ofrecer una mayor seguridad eléctrica se procede a la utilización de un regulador de tensiones para el tramo del cable en la cadena, y así reducir el voltaje y evitar daños en el usuario si por algún casual se produjesen daños en el recubrimiento del cable o de la cadena.

Todas las piezas que conforman la cadena, pisa-cables y cabeza son fabricadas por empresas dedicadas a este sector y que ya existen dentro de su catálogo de producción.

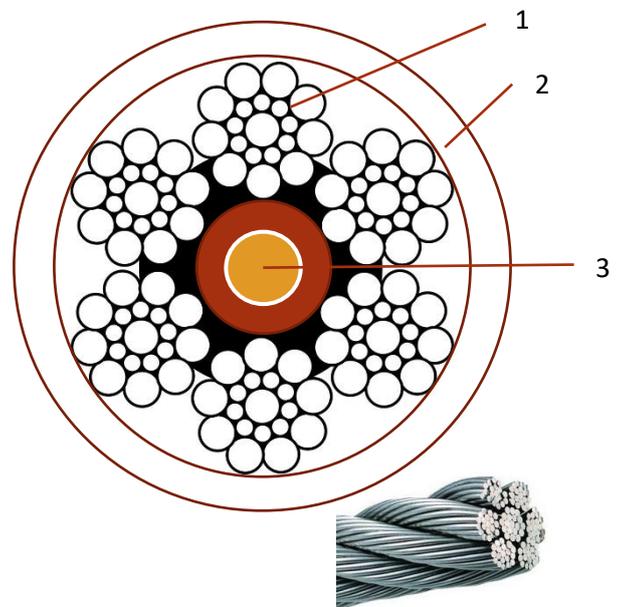


Figura 39 – Composición de la cadena

<https://www.cyesa.com/productos-de-elevacion/cables-de-acero-c48458>

Por otro lado, la cabeza de la cadena y la cual se introduce por la parte delantera del dispositivo para enganchar con el locker no tiene una forma cilíndrica en su totalidad, sino que contiene un pequeño resorte en un lateral (1) para asegurar la correcta posición en la entrada de la carcasa delantera y así ayudar al usuario en el momento del anclaje. En el otro lateral contiene la misma cuña que se usa en todas las cadenas, para poder enganchar con el locker y que este no se salga del sitio. Por último, contiene en la punta un conector del final de cable (3), el cual hará contacto con un soporte metálico que continuará conduciendo la electricidad.

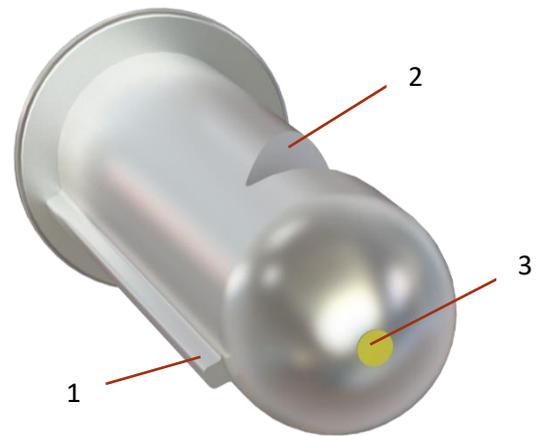


Figura 40 – Cabeza de la cadena

La cadena, al ser retráctil, necesita un sistema que recoja la cadena automáticamente, por lo que se hace uso de un muelle retráctil de gran grosor para que la fuerza sea mayor y sea capaz de hacer su función con el propio peso de la cadena. Los muelles retráctiles funcionan todos de la misma forma, por un lado, se enganchan al soporte o estructura que vaya a contener la cadena y gira (1), y por otro lado a un elemento fijo independiente al giro (2).

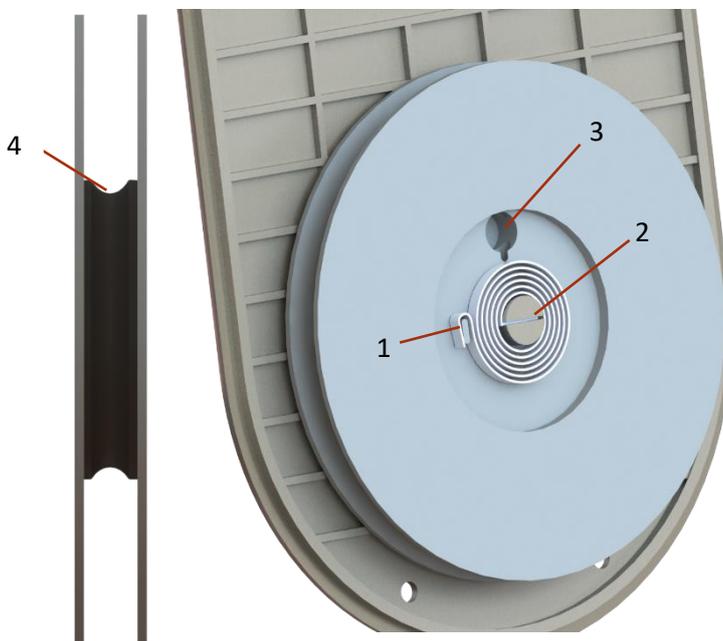


Figura 41 – Composición muelle y soporte

El soporte de la cadena tiene un orificio frontal donde se situará el pisa-cables (3) y, uno superior por donde pasará el final de cadena, y un ranurado medio (4) donde apoyará la cadena. Se realiza la pieza con el diámetro exterior mas grande posible, para que la pieza sea lo menos ancha y ocupe el menor espacio posible. El material del soporte de la cadena es el PP de alta densidad, que aporta una propiedades a la pieza adecuadas para las fuerzas a las que puede someterse.

En este caso el soporte que gira contiene un resorte para un extremo del muelle retráctil, y la carcasa trasera que no gira, contiene el resorte donde va el otro extremo del muelle retráctil.

El soporte de la cadena tiene un orificio frontal donde se situará el pisa-cables (3) y, uno superior por donde pasará el final de cadena, y un ranurado medio (4) donde apoyará la cadena. Se realiza la pieza con el diámetro exterior mas grande posible, para que la pieza sea lo menos ancha y ocupe el menor espacio posible. El material del soporte de la cadena es el PP de alta densidad, que aporta una propiedades a la pieza adecuadas para las fuerzas a las que puede someterse.

6.2.2 PARTE DELANTERA

6.2.2.1 SOPORTE PRINCIPAL

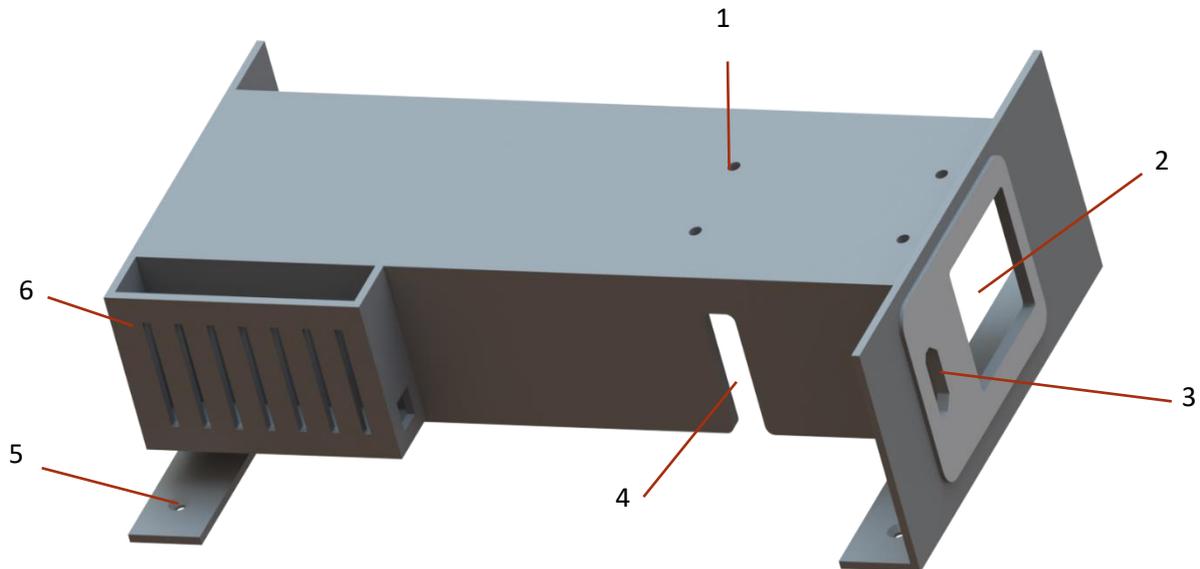


Figura 42 – Soporte principal

El soporte principal se encuentra en el interior del dispositivo, éste contiene y protege diferentes partes internas importantes, y permite anclar varias piezas eléctricas en su cuerpo mediante agujeros pasantes. Las partes destacadas de esta pieza son los agujeros en los cuales se colocan los remaches de plástico (1), para poder poner tanto el cargador USB como el lector de huellas. En el lado derecho se observa como el espesor es mayor al resto de la estructura, ya que es la parte que queda en el exterior, se crean dos huecos, uno que se adapta a la forma del lector de huellas (2) y otro para el cargador USB (3).

A continuación, como vía pasa-cable, se crea la ranura (4) por donde pasará el cable conector desde la placa PCB hasta el lector de huellas, se aprovecha la misma ranura para pasar el cable de alimentación que va desde la PCB hasta el conector de la cadena.

Por último, en la parte izquierda, se ven claramente los agujeros con chaflán (5), para poder atornillar el soporte a la carcasa delantera. Situado en la parte de arriba se encuentra la cavidad donde va colocada la batería (6), las ranuras realizadas se utilizan para disipar el calor que esta pueda desprender. En la parte derecha inferior de esta cavidad se observa una ranura cuadrada para poder pasar los cables salientes de la batería.

La pieza en su totalidad está fabricada con PP mediante inyección de plásticos, su forma tan extraña se debe a la realización de un molde en el que se crean la mayoría de formas posibles a partir de la línea de partición de este. Por lo que solo cabría mecanizar las ranuras y la cavidad de la batería, ahorra procesos costosos y desperdiciar material innecesariamente.

 6.2.2.2 CARCASA DELANTERA


Figura 43 – Carcasa delantera

La carcasa trasera es una pieza fundamental en el proyecto, contiene la mayor superficie que se encuentra al exterior y contiene todos los componentes electrónicos y mecánicos excepto la cadena y el imán. La carcasa está fabricada en Aluminio 6013, ofreciendo al producto un buen acabado y un buen nivel de seguridad al producto. En su interior se pueden observar diferentes salientes, hendiduras, roscados...

En primer lugar, se encuentran los cuatro salientes (1) que conforman el anclaje de los tornillos de seguridad. Para no crear puntos de calor y que el proceso de fabricación se haga correctamente estos se han separado una distancia respecto a los laterales de la estructura, permitiendo así su buen procesamiento, del mismo modo se han realizado los diferentes roscados y agujeros para sujetar el resto de piezas en el interior (3).

A continuación, en la parte superior izquierda se observa el saliente para la cadena (2), este permite acompañar la entrada de la cabeza de la cadena y evitar que terceros fueren el sistema interno del dispositivo. Igualmente, la entrada tiene la misma forma que la cadena, para posicionar bien la cadena en su entrada y bloquee correctamente.

En términos generales, con tornillo de acero y rosca de aluminio, siempre la zona roscada tiene que ser igual al doble de la métrica del tornillo, por lo que esta consideración de diseño se ha seguido a lo largo de todo el proyecto.

El agujero pasante de la parte inferior izquierda (4) alberga la salida de la cadena hacia el exterior.

Las superficies huecas de la parte de superior derecha, situadas en el lateral, albergan el lector de huellas, cargador USB (5) y cerrojo automático (6), estas partes se han realizado en el lateral en lugar de en la parte superior para evitar filtraciones y acumulación de agua, al ser un dispositivo de exterior se debe evitar este tipo de incidentes.

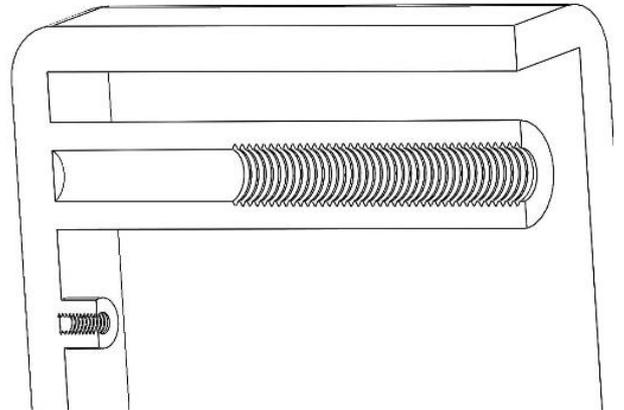


Figura 44 – Detalle de la rosca

6.2.2.3 TAPONES DE SILICONA

Los tapones fabricados en silicona tienen la función de proteger y resguardar las partes internas del dispositivo de agentes externo como polvo o agua.

En primer lugar, el tapón rectangular corresponde a la parte donde van situados el lector de huellas y el puerto USB. Se aprovecha el cerrojo para la sujeción. Por otro lado, el tapón circular corresponde al agujero donde entra la cabeza de la cadena, este va sujetado en un pequeño orificio situado al lado, el saliente de silicona se introduce a presión y queda perfectamente fijo.

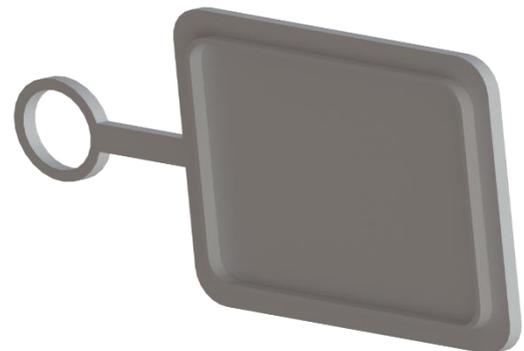


Figura 45 – Tapón de la huella



Figura 46 – Tapón de la cadena

6.2.2.4 COMPONENTES ELECTRONICOS

La parte encargada del funcionamiento del sistema es el sistema electrónico. Este consta de varias piezas ensambladas en una placa PCB y diferentes conectores y cables.

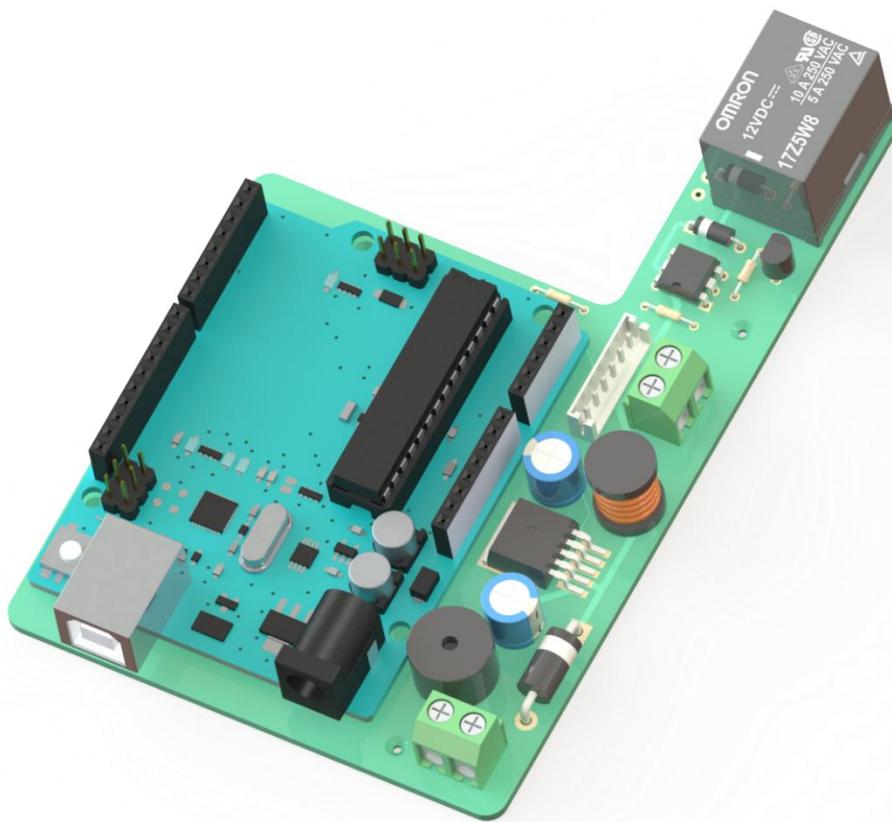


Figura 47 – Dispositivo electrónico

- **ARDUINO UNO R3**

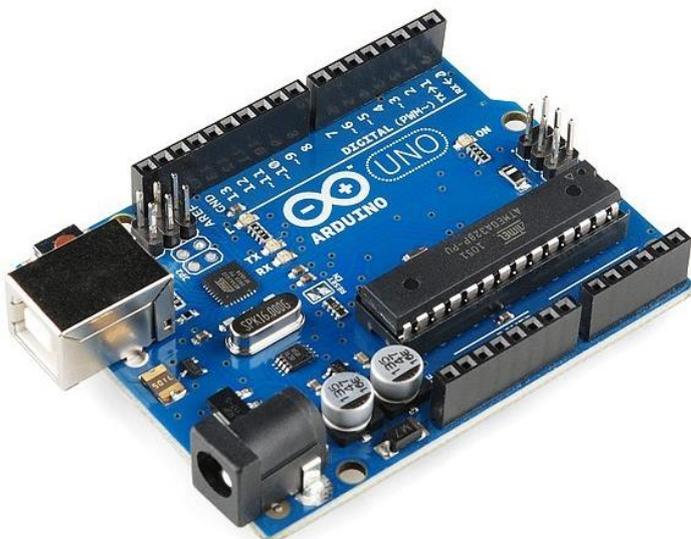


Figura 48 – Arduino UNO R3

<https://tienda.bricogeek.com/arduino/305-arduino-uno.html>

En la parte izquierda se puede observar el ensamblaje de todos los componentes electrónicos, a continuación, se hará una breve explicación del funcionamiento e importancia de cada pieza.

Algunas de las piezas no aparecen, pero igualmente se explican, como son el lector de huellas, módulo de carga USB, cerrojo automático y batería.

La placa Arduino Uno es una placa electrónica basada en el chip de Atmel ATmega328. Tiene 14 pines digitales de entrada / salida, es el Arduino Pinout de los cuales 6 los puede utilizar como salidas PWM, 6 entradas analógicas, un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reset. El software de la placa incluye un controlador USB que puede simular un ratón, un teclado y el puerto serie.

La placa puede funcionar con una alimentación externa de 6 a 20 voltios o una batería. Sin embargo, si se suministra con menos de 7V, la clavija de 5V puede suministrar menos de cinco voltios y la placa puede ser inestable. Si se utilizan más de 12V, el regulador de voltaje puede sobrecalentarse y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

El Arduino Uno R3 viene siempre de “vacío”, por lo que hay que programar para que cumpla los requisitos y ordenes que el usuario desee, para ello existen muchas librerías creadas por profesionales y terceros que facilitan la programación. En este caso se ha hecho uso de dos librerías. Una primera para cumplir la función del lector de huellas y otra para que este entre en modo SLEEP cuando no se esté utilizando.

El Arduino R3 necesita un estímulo que lo despierte, por ello esta función se realizará una vez el usuario haya introducido el cable en el enganche, el cable de la cadena conducirá la energía desde la batería hacia el Arduino y lo encenderá. El Arduino mediante la librería Sleep controlará los niveles de batería, para que así cuando este tenga menos de un porcentaje mande la orden de apagar el Arduino y ponga en marcha el cerrojo automático, el cual consume mucha menos energía.

- **PLACA PCB**

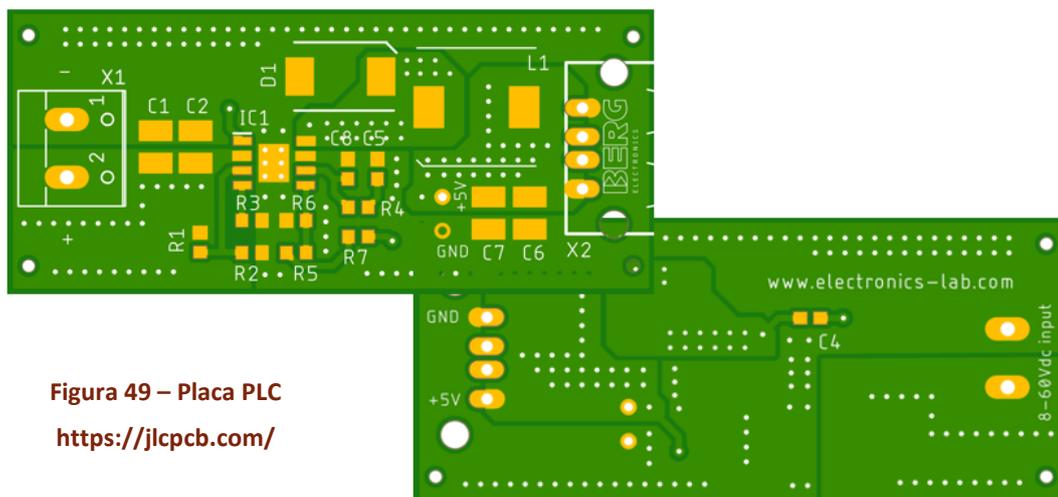


Figura 49 – Placa PLC
<https://jlcpcb.com/>

En electrónica, una placa de circuito impreso es una superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora. El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Las pistas son generalmente de cobre, mientras que la base se fabrica generalmente de resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica, plástico, teflón o polímeros como la baquelita.

En este caso la placa PLC utilizada ha sido mecanizada previamente y diseñada con las diferentes pistas a partir de un esquema eléctrico, evitando así el uso de cableado.

- **BATERIA 400mAh**



El sistema electrónico es alimentado mediante una batería de 400 mAh de hasta 3.7V, esta se puede recargar completamente mediante un cargador tipo USB.

Figura 50 – Batería 400mAh
<https://spanish.alibaba.com/>

- **BUZZER 100dB**



Un zumbador (en inglés: buzzer) es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono (generalmente agudo). Sirve como mecanismo de señalización o aviso y se utiliza en múltiples sistemas, como en automóviles o en electrodomésticos, incluidos los despertadores.

En este proyecto se hace uso de un buzzer de 100dB para que el sonido sea potente y se pueda escuchar a cierta distancia.

Figura 51 – Buzzer 100dB
<https://spanish.alibaba.com/>

- **CONDENSADOR 330 F**

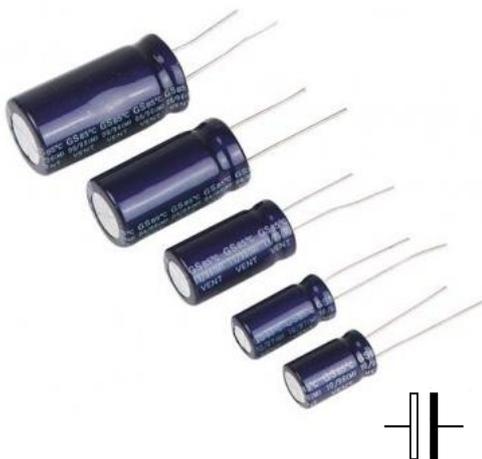


Figura 52 – Condensador 330F
<https://spanish.alibaba.com/>

Un condensador eléctrico (también conocido como capacitor) es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra) separadas por un material dieléctrico o por la permitividad eléctrica del vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total. Sirve como almacenaje de energía, el cual se carga y cuando deja de recibir energía se vacía.

- **DIODO 2A**



Figura 53 – Diodo 2A

<https://spanish.alibaba.com/>

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido, bloqueando el paso si la corriente circula en sentido contrario, no solo sirve para la circulación de corriente eléctrica, sino que este la controla y resiste. Esto hace que el diodo tenga dos posibles posiciones: una a favor de la corriente (polarización directa) y otra en contra de la corriente (polarización inversa).

- **OPTOACOPLADOR 4N35**

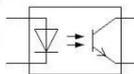
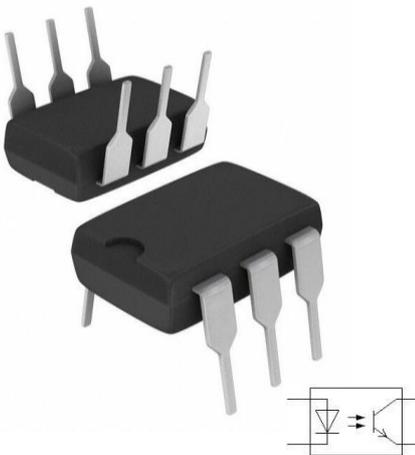


Figura 54 – Optoacoplador 4N35

<https://spanish.alibaba.com/>

Un optoacoplador también llamado optoaislador, es un circuito electrónico que funciona como un interruptor aislado ópticamente. Es decir, que permite una conexión eléctricamente aislada entre dos circuitos que operan a distintos voltajes. Esta construido por un led y un circuito de control activado por luz infrarroja. Entre otras cosas, una de las ventajas principales de los optoacopladores es su aislación eléctrica entre la carga y la electrónica de control. La única conexión entre ambos elementos es la luz del led que activa al foto-transistor.

- **TRANSISTOR BC547**

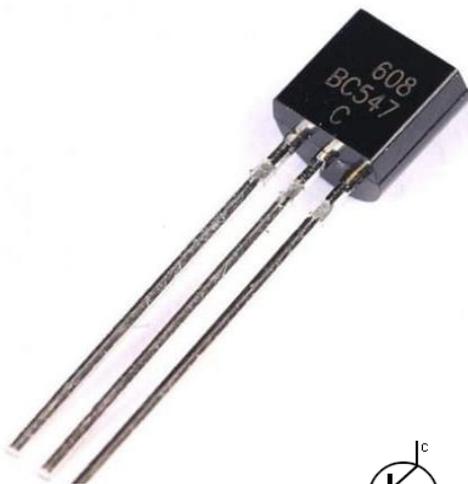
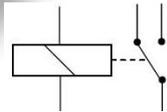


Figura 55 – Transistor BC547

<https://spanish.alibaba.com/>

El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada. Cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término «transistor» es la contracción en inglés de transfer resistor («resistor de transferencia»). Actualmente se encuentra prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario tales como radios, televisores, reproductores de audio y video, relojes de cuarzo, computadoras, lámparas fluorescentes, tomógrafos, teléfonos celulares, aunque casi siempre dentro de los llamados circuitos integrados (PCB).

- **RELÉ**



El relé funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente

procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. En este caso se utiliza para que, si en algún casual se cortase el cable de la cadena, a partir de un hurto etc.... este active el circuito que pone en funcionamiento el buzzer o alarma y así alertar al usuario.

Figura 56 – Relé

<https://spanish.alibaba.com/>

- **RESISTENCIA 100-470ohm**



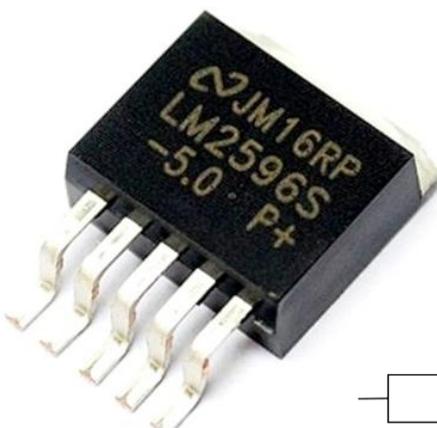
Se denomina resistencia o resistor al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Para caracterizar un resistor hacen falta tres valores: resistencia eléctrica, disipación máxima y precisión o tolerancia. Estos valores se indican normalmente en el encapsulado dependiendo del tipo de este, estos valores se representan mediante franjas de colores.

Figura 57 – Resistencia 100hm 

<https://spanish.alibaba.com/>

- **REGULADOR DE VOLTAJE**



Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de tensión constante.²³

Los reguladores electrónicos de tensión se encuentran en dispositivos como las fuentes de alimentación de los computadores, donde estabilizan las tensiones de Corriente Continua usadas por el procesador y otros elementos. En este caso su uso es fundamental para controlar y reducir la tensión en el tramo de la cadena, por si ocurre cualquier fallo que

este no dañe al usuario.

Figura 58 – Regulador de voltaje

<https://spanish.alibaba.com/>

- **LECTOR DE HUELLAS FPC 1020**

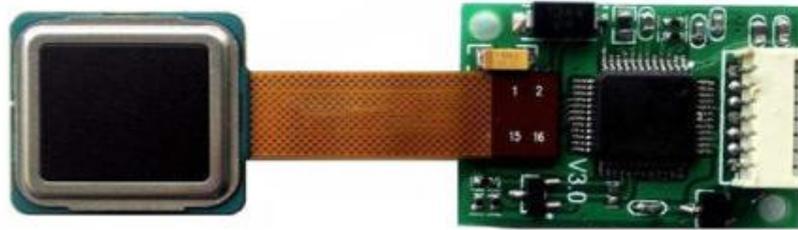


Figura 59 – Lector de huellas FPC1020 - <https://spanish.alibaba.com/>

El lector de huellas FPC es el encargado de leer las huellas y procesarla, para así saber si esta es válida o no. Este lector es ideal ya que tiene una respuesta rápida tanto de lectura como de envío de datos.

Tiene un tamaño pequeño, un consumo reducido y una alta fiabilidad. Este modelo es capaz de reconocer hasta 100 huellas dactilares, y puede identificarla en menos de 1s. El lector de huellas va conectado a la placa PCB y por lo tanto al Arduino mediante un conector de 4 salidas.

- **MODULO DE CARGA USB TP4056**

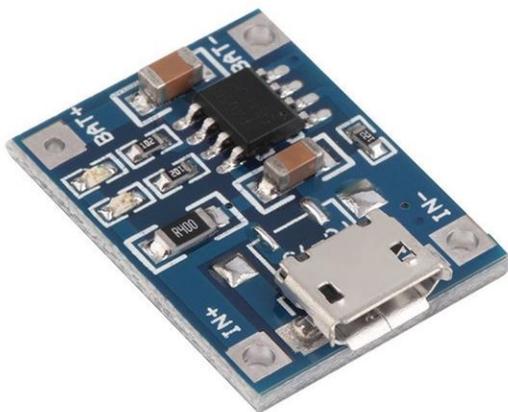


Figura 60 – Módulo de carga TP4056
<https://spanish.alibaba.com/>

El puerto mini USB permite cargar la batería de una manera sencilla y rápida, para facilitar al usuario su uso.

Para su correcto funcionamiento únicamente se debe conectar los bornes de la batería con los del módulo de carga (BAT+ y BAT-). Si por un casual se pudiera recargar con un panel solar u otros elementos, se utilizarían los bornes IN+ e IN-.

El TP4056 es un chip encapsulado en formato SOP-8 que es capaz de gestionar la carga de una batería. Es decir, adecua la entrada de energía para el estándar de 1A de la mayoría de baterías de litio que se usan en la industria electrónica, y también es capaz de controlar la temperatura.

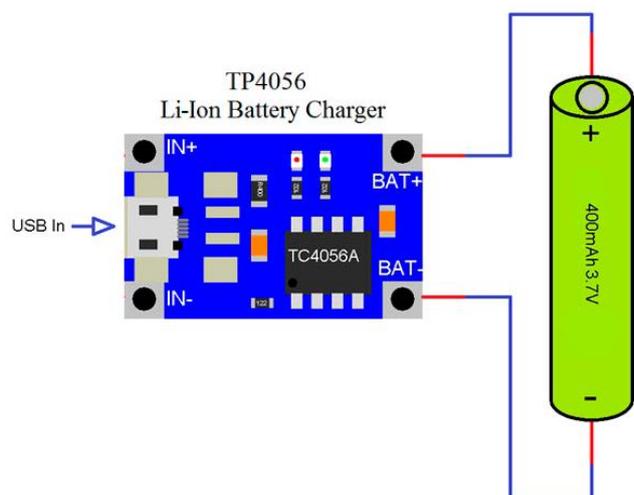


Figura 61 – Esquema eléctrico de carga

<https://www.hwlibre.com/tp4056/>

- **CERROJO AUTOMÁTICO**



El cerrojo automático funciona como segunda opción de apertura, este se alimenta de la batería cuando el Arduino detecta un porcentaje de seguridad y se apaga. El cerrojo funciona a través de una llave, la cual cierra el circuito y activa el mecanismo retráctil del locker.

Figura 62 – Esquema eléctrico de carga

<https://spanish.globalsources.com/Keylock-switch>

Para la sujeción de las placas PCB de los componentes FPC1020 y TP4056 se hace uso de unos remaches de plástico que se introducen en la carcasa principal.



Figura 63 – Remache de plástico

<https://spanish.alibaba.com/>

ESQUEMA ELÉCTRICO

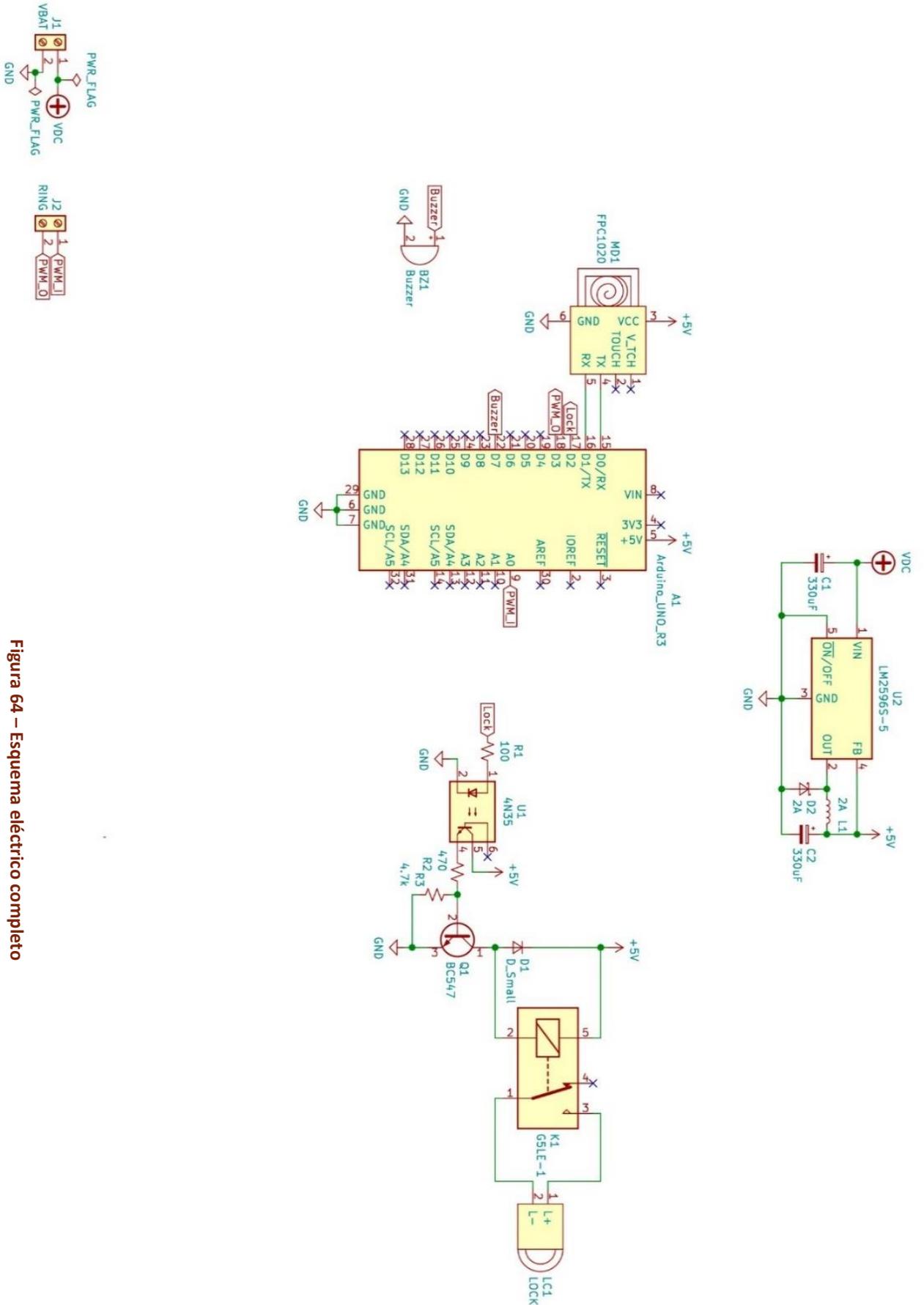


Figura 64 – Esquema eléctrico completo

Una vez conocidos los materiales y dimensiones de todas las partes que conforman el proyecto, se puede aproximar el peso total de este. Las piezas que se venden por separado se averigua el peso por el fabricante, y las piezas conformadas se puede averiguar el peso sabiendo la densidad del material y utilizando el programa correspondiente.

	CANTIDAD	PESO UNIDAD
IMAN	1	0,04Kg
TUERCA IMAN	1	$4,9 \times 10^{-4}$ Kg
TORNILLOS SEGURIDAD	4	0,02Kg
CARCASA TRASERA	1	0,15Kg
CADENA	1	0,12Kg
SOPORTE CADENA	1	0,09Kg
SOPORTE PRINCIPAL	1	0,05Kg
CARCASA DELANTERA	1	0,20Kg
COMPONENTES ELECTRONICOS	1(14)	0,10Kg
TAPONES DE SILICONA	2	0,03Kg
TORNILLOS	8	$7,2 \times 10^{-4}$ kg
REMACHES	8	2.1×10^{-4} kg
TOTAL		0,82Kg=820g

Tabla 12 – Peso unidad de los materiales

PESO TOTAL: 820g aproximadamente.

Se mantiene por debajo de 1Kg, por lo que se sitúa en un rango inferior de los diferentes dispositivos que ahora mismo se encuentran en el mercado, facilitando el transporte, evitando esfuerzos extremos del imán y mejorando su manipulación.

6.3 ENSAMBLAJE DEL PRODUCTO

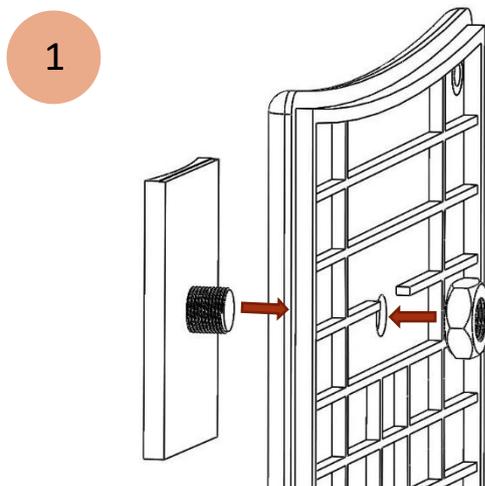
En el siguiente apartado se muestra el ensamblaje a seguir de todo el dispositivo, por pasos y siguiendo un orden adecuado. Para aclarar un poco el proceso, se han omitido los cableados y conectores en las ilustraciones.

PARTE TRASERA:

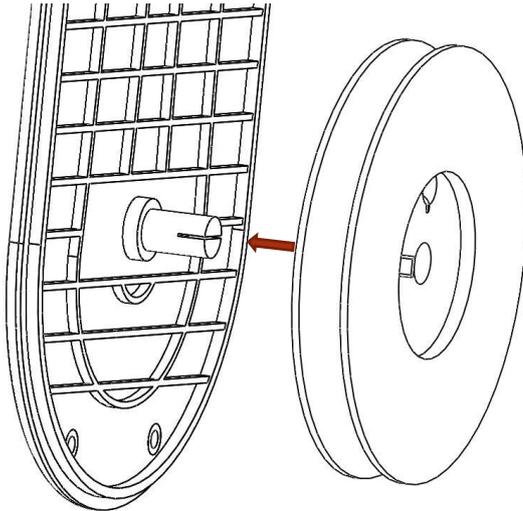
- 1- Imán.
- 2- Tornillos de seguridad.
- 3- Carcasa trasera.
- 4- Tuerca del imán.
- 5- Soporte de la cadena.
- 6- Cadena.
- 7- Pisa-cables.
- 8- Muelle retráctil.

PARTE TRASERA:

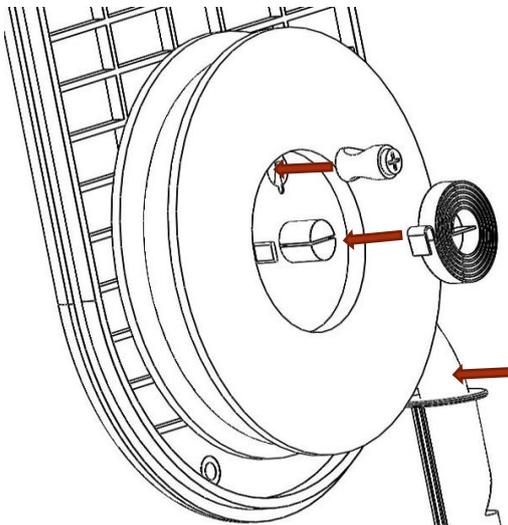
- 9- Soporte principal.
- 10- Cargador USB.
- 11- Lector de huellas.
- 12- Base eléctrica.
- 13- Tapón trasero.
- 14- Carcasa delantera.
- 15- Tapón lateral.
- 16- Cerrojo automático.
- 17- Locker.
- 18- Batería.



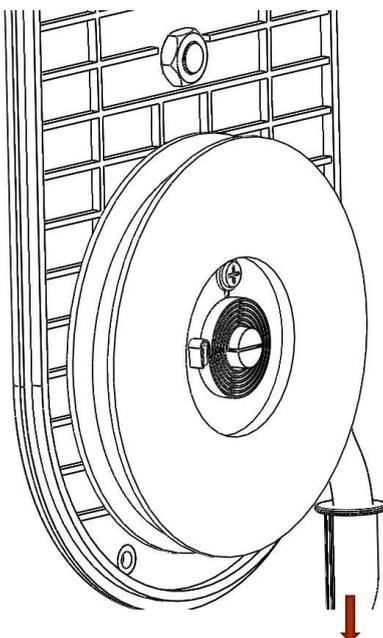
En primer lugar, se coloca el imán en la carcasa trasera. Para ello se pone primero la pieza imantada (1) pasando la parte cilíndrica por el agujero de la carcasa, y a posteriori se ancla poniendo la tuerca (4).

2


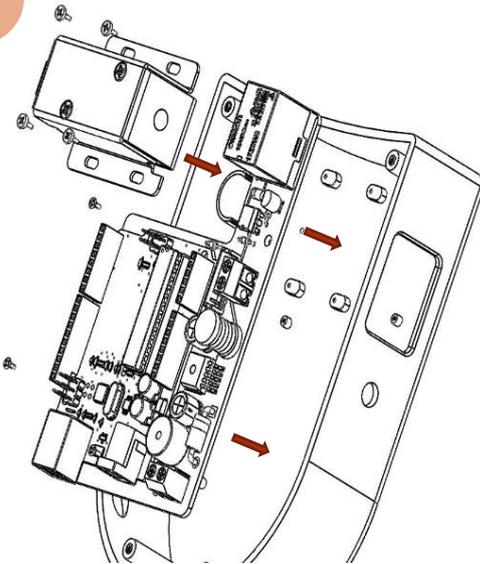
Se coloca el soporte de la cadena (5) en la carcasa trasera (3), manteniendo la cara mecanizada siempre a la vista. Se introduce hasta que haga tope en el eje.

3


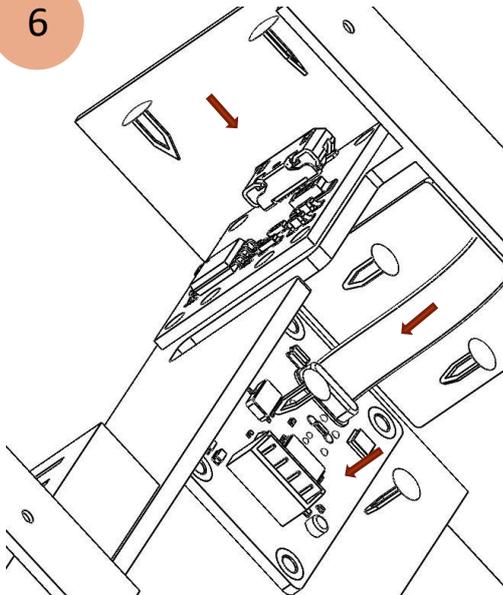
Se coloca el pisa-cables (7) en el orificio superior del soporte y se enrolla la cadena (6) introduciendo el final de cadena en el orificio superior del soporte. A continuación, se aprieta el pisa-cables para dejar el sistema fijo. Por último, se coloca el muelle retráctil (8) a presión de manera sencilla, ya que tiene una única posición.

4


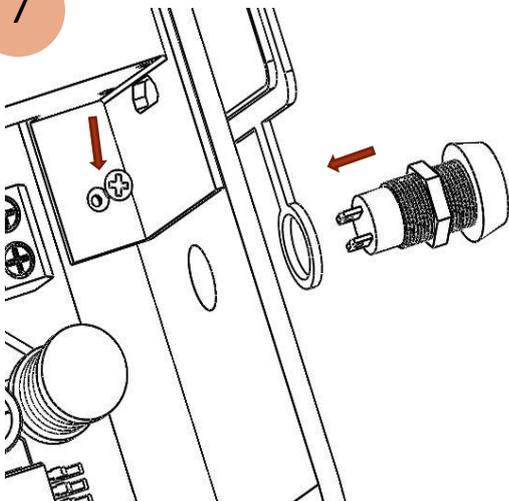
Se comprueba que el sistema retráctil funciona correctamente realizando movimientos en la cadena. Comprobar si el pisa-cables realiza su función correctamente.

5


Para la carcasa delantera (14), se sitúa primero el locker (17) en las 4 ranuras y se sujeta mediante 4 tornillos. Posteriormente, se realiza la misma operación para la base eléctrica (12) en los agujeros correspondientes.

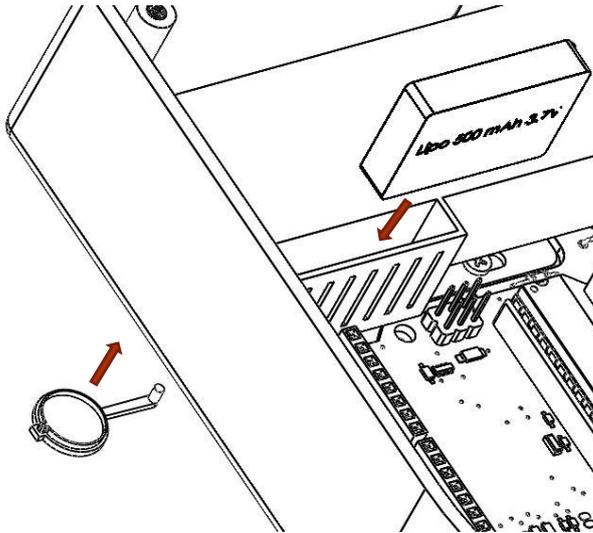
6


De manera paralela, se procede al ensamblaje del soporte principal (9), se hace uso del módulo USB (10) y del lector de huellas (11), se procede a su enganche con el soporte mediante remaches de plástico, estos sirven ambos por igual, por lo que no hay error a la hora de ensamblar. El lector que se sitúa en la parte lateral entra a presión.

7


Se atornilla el soporte principal a la carcasa. Posteriormente, se introduce el aro del tapón rectangular (15) en el eje del cerrojo (16), para anclarlos en la carcasa mediante la rosca del cerrojo. La posición del tapón no importa ya que este se puede mover y ajustar.

8



Se coloca la batería (18) de 400 mAh en el hueco realizado en el soporte, esta se queda bien sujeta gracias a la presión superior que ejerce la carcasa trasera. Por otro lado, el tapón trasero (13) se introduce en un pequeño orificio situado al lado del agujero delantero, para que quede bien sujeto.

9

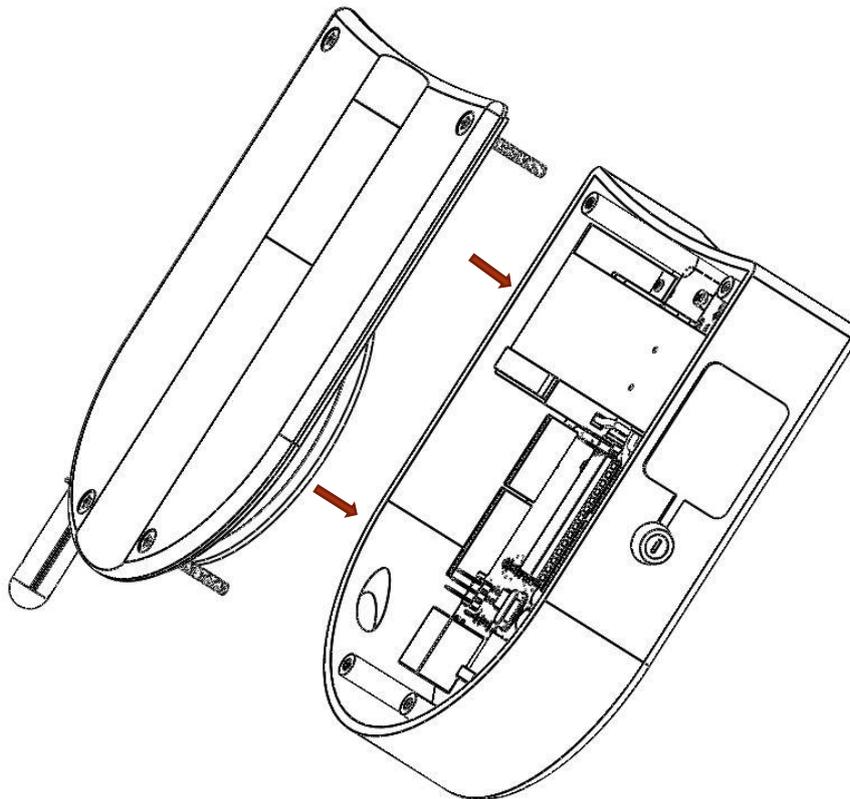


Figura 65 – Ensamblaje del dispositivo

Por último, se unen las dos partes mediante 4 tornillos de seguridad (2).

6.4 PROCESOS DE FABRICACIÓN

En este apartado, el objetivo es explicar brevemente los procesos de fabricación escogidos para la obtención de las diferentes partes del dispositivo, así como de algunas consideraciones necesarias para cada uno.

Como todo proceso, en la fabricación de un producto hay que establecer ciertos parámetros y límites para aprovechar al máximo todo el desarrollo del mismo. Desde diferentes técnicas de diseño hasta la instauración de diferentes restricciones, todas las normas se hacen para mejorar la eficiencia de todo el proceso de fabricación.

Los resultados de un correcto proceso se ven en las reducciones de tiempo y costes, lo que afecta positivamente a la viabilidad del producto.

Igualmente se presentan las consideraciones para los procesos de fabricación que se necesitan realizar para la obtención del producto. Algunas de estas medidas pueden repercutir en el aspecto del diseño preliminar. No obstante, los posibles cambios son para mejorar la calidad final del producto, la seguridad y la rentabilidad.

Por otro lado, únicamente se tendrán en cuenta las piezas no comerciales, es decir, la carcasa delantera y trasera, el soporte de la cadena y el soporte principal. Los tapones de silicona los realiza una empresa especializada la cual contiene un abanico de medidas válidas que se pueden adaptar a este proyecto.

Los procesos de fabricación son los siguientes:

- **Proceso de fabricación para la carcasa delantera y trasera, fabricadas en Aluminio: Moldeo por inyección.**
- **Proceso de fabricación para los soportes: Inyección de plásticos.**
- **Mecanizado del Aluminio y PP: Fresadora CNC.**

Para todos los procesos de fabricación y mecanizado necesarios se procede a la entrega de los diferentes planos de estas piezas, para minimizar errores y ajustar valores de medición.

6.4.1 MOLDEO POR INYECCIÓN DE METALES

Uno de los procesos primarios de la fabricación es el proceso de conformado por moldeo, en el cual se funde un material sólido hasta una determinada temperatura, la cual debe ser adecuada para una perfecta fluidez del material. Este material fundido se vierte en la cavidad de un molde para obtener, tras la solidificación y enfriamiento, una pieza la cual es una reproducción de la cavidad molde.

Los procesos de moldeo están caracterizados por:

- Poderse utilizar para formas complejas y simples.
- Reducir o eliminar costes para procesos posteriores, como el mecanizado o soldadura.
- Ser factible e incluso rentable para bajos volúmenes de producción.
- Reducir desperdicios generados en el proceso.

Por último, cabe destacar la importancia del proceso de solidificación, de él depende que no existan restricciones en la contracción que se produce durante el enfriamiento, que pueden dar lugar a grietas y deformaciones, además de evitar la aparición de porosidad o rechupes que se pueden producir por la contracción durante la solidificación.

A continuación, se detallan las consideraciones de diseño que se toman de referencia para este proceso:

- Utilizar refuerzos o nervios cuando sea necesario, para incrementar la rigidez y la resistencia de la pieza, pero reduciendo el peso de esta.
- Los espesores de las paredes deben los menores posibles.
- Evitar puntos calientes, situando enfriadores en las partes donde las formas o uniones presenten una mayor dificultad.
- Mantener las secciones lo más uniforme posibles.
- Utilizar radios de acuerdo cuando se produzcan curvaturas o intersecciones, al igual que redondear las esquinas.
- La línea de partición se debe diseñar para facilitar la separación de las dos mitades del molde y la extracción de la pieza. Para ello se deben evitar machos (como en este caso), el molde debe tener una extracción fácil.

Todas las piezas realizadas se han fabricado y diseñado a conciencia para que la salida del molde sea lo más sencilla posible y evitando machos. Esto permite ahorrar en gastos de fabricación y poder invertir en la seguridad del dispositivo.

El arenado es un proceso mediante el cual se erosiona la parte más externa y superficial de un material mediante una abrasión generada por un chorro de arena y aire. El arenado se utiliza, sobre todo, para tratar superficialmente los metales.

En general, en el sector mecánico, el arenado es un procedimiento intermedio del ciclo de mecanizado del producto y solo muy de vez en cuando se efectúa como una operación final.

Al término de la operación, el material presente debajo de la capa eliminada queda completamente a la vista y con una rugosidad que depende de la granalla utilizada y de la presión del chorro, pero, en cualquier caso, es muy marcada en relación con los valores típicos de los mecanizados.

El arenado proporciona una textura de acabado muy aceptable y sirve también para ocultar las marcas de flujo que se producen durante el moldeo.



Figura 66 – Chorreado por aire

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

6.4.2 MOLDEO POR INYECCIÓN DE PLÁSTICOS

Es el proceso más común entre los termoplásticos, aunque también se aplica en ocasiones a los termoestables. Este procedimiento es utilizado cuando se quieren obtener formas geométricas complicadas para evitar mecanizados posteriores.

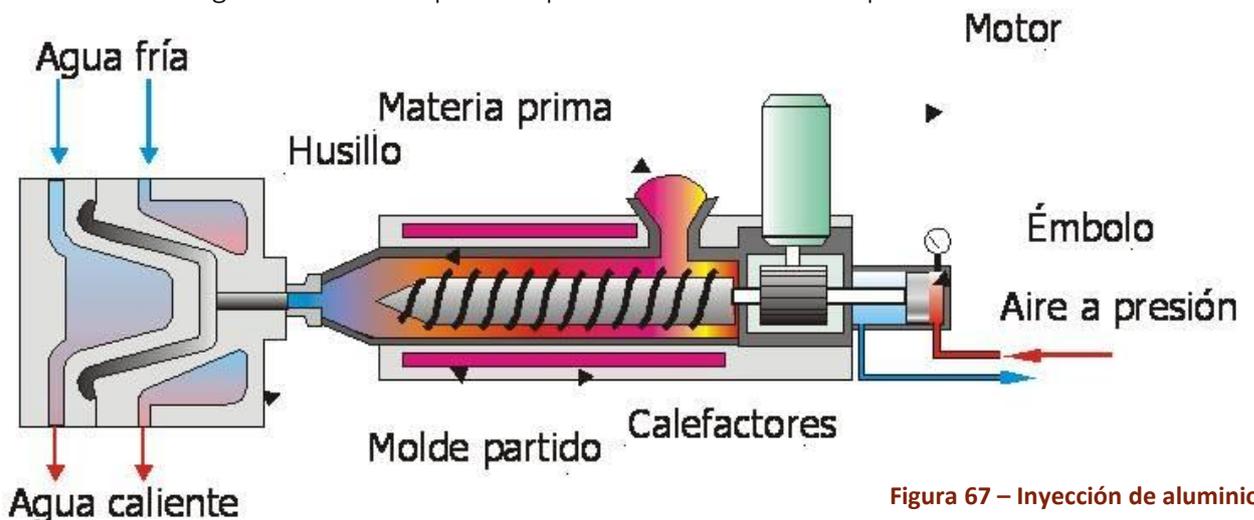


Figura 67 – Inyección de aluminio

<https://constructor.educarex.es/>

La ventaja del método por inyección radica en la velocidad de fabricación de las piezas, ya que la velocidad de enfriamiento de los termoplásticos es casi inmediata.

Igual que en el moldeo de metales, para los termoplásticos también se aplican recomendaciones importantes de diseño-

- Contracciones: Debido al proceso de solidificación del material deben dejarse amplitudes para la contracción y encogimiento del material. A parte, estas contracciones pueden afectar a las tensiones internas que pueden hacer la pieza inservible.
- El espesor de la pared depende del material a inyectar, en este caso los espesores gruesos conllevan tiempos de solidificación mayores, por lo que se forman contracciones y tensiones internas no deseadas. Es importante que el espesor de la pieza sea uniforme, y si existe un cambio de espesor, este se realice de forma suave.
- Se deben evitar agujeros, es preferible realizar un mecanizado mediante fresadora.
- La línea de partición debe ser plana y su colocación óptima.
- Se deben evitar cantos vivos y si son necesarios, no deben colocarse en la línea de partición.

6.4.3 MECANIZADO DE METALES Y TERMOPLÁSTICOS

Para el mecanizado de las carcasas y termoplásticos se hace uso de la herramienta fresadora. Mediante esta máquina se pueden realizar todas las ranuras, agujeros para los tornillos y ranuras por donde van a ponerse los elementos eléctricos. Al tratarse de la misma operación en todas las piezas, esta se programa para cada pieza una única vez, para posteriormente utilizar la configuración más apropiada.

El fresado de polímeros conlleva algunas características especiales. En comparación con los metales, los plásticos exhiben una conductividad térmica mucho menor. Por lo tanto, el calor generado durante el proceso de mecanizado debe ser evacuado a través de las virutas. Un factor decisivo en el mecanizado de estos materiales es mantener la temperatura de mecanizado al mínimo, de lo contrario el material podría sobrecalentarse, ablandarse y deformarse. Si no se utilizan los parámetros de corte adecuados en el mecanizado de termoplásticos es posible que la pieza no pueda volver a su forma original.

Las características del aluminio favorecen el recrecimiento del filo. Este indeseable fenómeno incrementa la carga mecánica sobre el filo de corte, dificultando el control de viruta, perjudicando el equilibrio de la herramienta y disminuyendo la eficiencia de todo el proceso de mecanizado.

La evacuación de las virutas del aluminio puede verse afectada si no se utiliza la fresa correcta.

6.5 FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento del dispositivo es muy simple y sencillo, para ello se diferencian 2 partes, la parte de la cadena y anclaje y por otro lado el paso opuesto, en este caso el des anclaje.

En primer lugar, se coloca el dispositivo a la altura que se desee, la que mayor comodidad ofrezca al usuario, gracias al sistema imantado esto es posible de realizar. La colocación del imán debe ser siempre en el mástil principal, se ha de evitar el manillar o la parte estructural inferior.

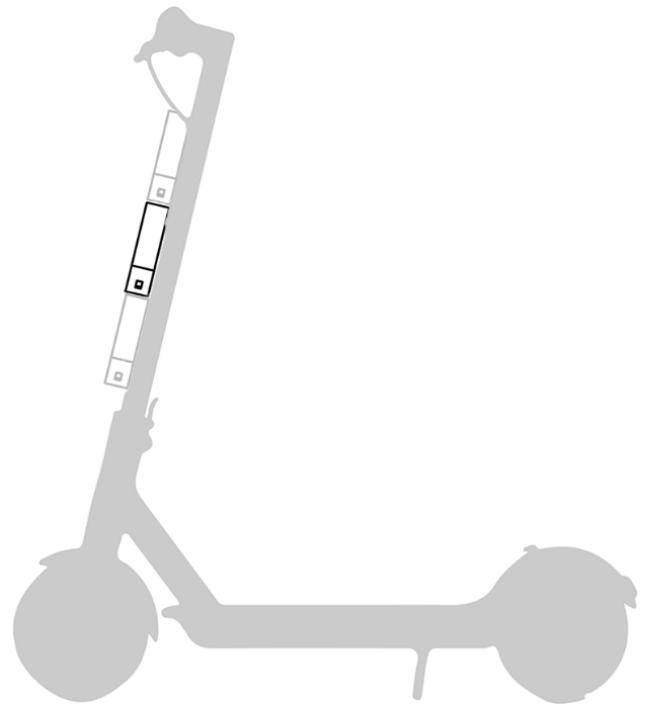


Figura 68 – Colocación del dispositivo



Figura 69 – Anclaje del dispositivo

En segundo lugar, se coloca la cadena, en este caso se debe enrollar o enganchar en lugares u estructuras altas y no muy gruesas (máximo largo de cable 70 cm). Es recomendable el anclaje a parkings de patinetes, y si no es posible se deberá hacer a farolas o árboles. Como requisito principal para el buen funcionamiento del dispositivo se deberá colocar este en la parte opuesta del mástil de donde se encuentra el objeto a anclar.

En la *figura 69* se muestra como se realiza el anclaje, pero igualmente no hace referencia a como se ha de dejar anclado, tiene que haber el menor espacio posible entre el patinete

y el lugar donde se va a anclar, la recomendación para que tenga una seguridad elevada es dejar como máximo un 10 cm de distancia entre el mástil y el anclaje. Si sobra cable, este deberá enrollarse alrededor del mástil. Para una mejor señalación, se coloca una marca roja cuando la cadena esté llegando a su fin, para así evitar al sistema retráctil.

Al introducir la cadena por el agujero principal, este hace contacto con el saliente metálico y activa todo el sistema electrónico que comenzará a funcionar, activando el lector de huellas. Gracias a este sistema la autonomía de la batería se incrementa considerablemente.



Figura 70 – Zona lateral del dispositivo



Figura 71 – Zona lateral del dispositivo

Para desactivar el anclaje únicamente se debe colocar el dedo encima del lector y activará el sistema retráctil del locker dejando libre la cadena.

El sistema eléctrico contiene una librería especial para bajos niveles de batería, cuando la batería se sitúa por debajo del 15% el sistema eléctrico se desactiva pasando a funcionar únicamente el cerrojo automático. Con el 15% de batería el cerrojo tendría hasta 10 pulsaciones hasta agotarse la batería, con este número es más que suficiente para poder realizar el des anclaje.

Una vez colocado todo el dispositivo, el usuario se puede quedar tranquilo por posible robos o cortes de la cadena, si esta fuese manipulada o cortada, activaría una alarma sonora potente que avisaría a los viandantes mas cercanos y al propio dueño. Este sistema es eficaz pero una vez recuperado el dispositivo, este se deberá llevar al proveedor mas cercano para que instale una cadena nueva.

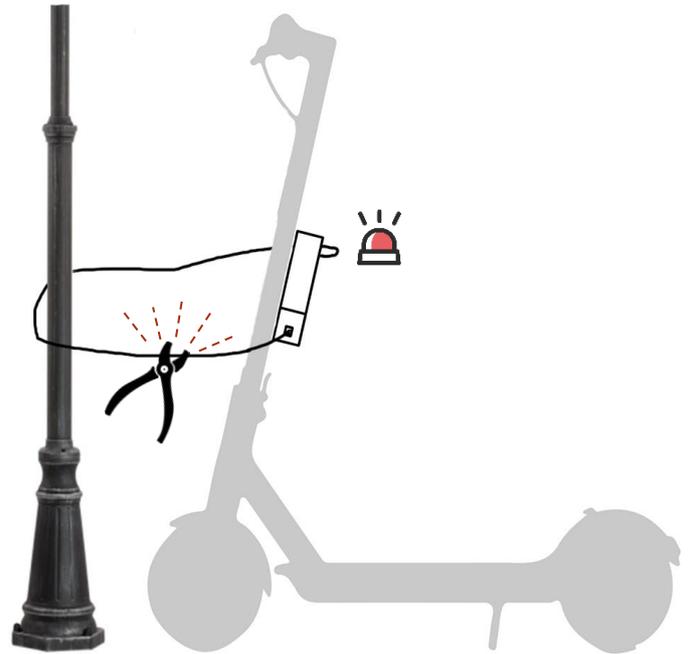


Figura 72 – Sistema de alarma

DATOS INTERESANTES:

- Las grabaciones de huellas se deberá realizar en el primer uso, una vez tengamos el dispositivo en nuestras manos, se introduce la cadena por la el agujero principal, esperamos 5 segundos, a continuación, se coloca la huella que queramos hacer uso en diferentes posiciones, una vez el sistema tenga registrada la huella el locker se retraerá dejando libre la cadena, este será el aviso de que nuestra huella ha sido registrada correctamente.
- El cargador se puede utilizar únicamente con cable tipo USB, no se permite el uso de cable tipo C o similar.
- El juego de llaves del cerrojo se ofrecerá dentro del propio embalaje.



Figura 73 – Cable USB

<https://spanish.alibaba.com/>

6.6 IMAGEN CORPORATIVA

En este apartado se explicará de manera detallada la creación de la imagen corporativa, en este caso el producto al estar asociado a la marca Xiaomi se hará uso de marcas y colores que utilizan hoy en día.

La marca e imagen deben transmitir las ventajas del dispositivo y la función más válida de este, como puede ser el lector de huellas. Por otro lado, debe dejar claro que es lo que hace el producto, y por último para que marca de patinetes ha sido realizado.

En primer lugar, la función principal del producto es proteger a los patinetes eléctricos, y bloquearlos para dejarlos inutilizados a terceros. Por eso, se hace uso de la palabra BLOCK – BLOQUEAR, al hacer uso del lenguaje internacional (que es similar al castellano) puede ser identificado por la mayoría de la población. Por otro lado, debe quedar reflejado el sistema innovador del proyecto, el lector de huellas para el desbloqueo, es por ello que se incorpora una huella dentro de la palabra BLOCK.



Figura 74 – Construcción del logo

El uso de la O como parte para colocar la huella se hace para que esta quede integrada en el logo, y quede justo en la parte central de la palabra.

La segunda parte del logo lo conforma la palabra MI, Xiaomi utiliza esta palabra para todas las series de teléfonos móviles, patinetes, ordenadores... es por eso que en este producto se va a hacer uso. Paralelamente a la palabra, se utiliza un parámetro de tres colores base, el color negro como principal, el azul como color alternativo y por último el naranja, color que la marca Xiaomi utiliza en su logo.

A continuación, se muestran los 3 logos como propuestas finales del dispositivo de seguridad.



Figura 75 – Patinete Xiaomi M365
<https://novaenergiamallorca.es/>

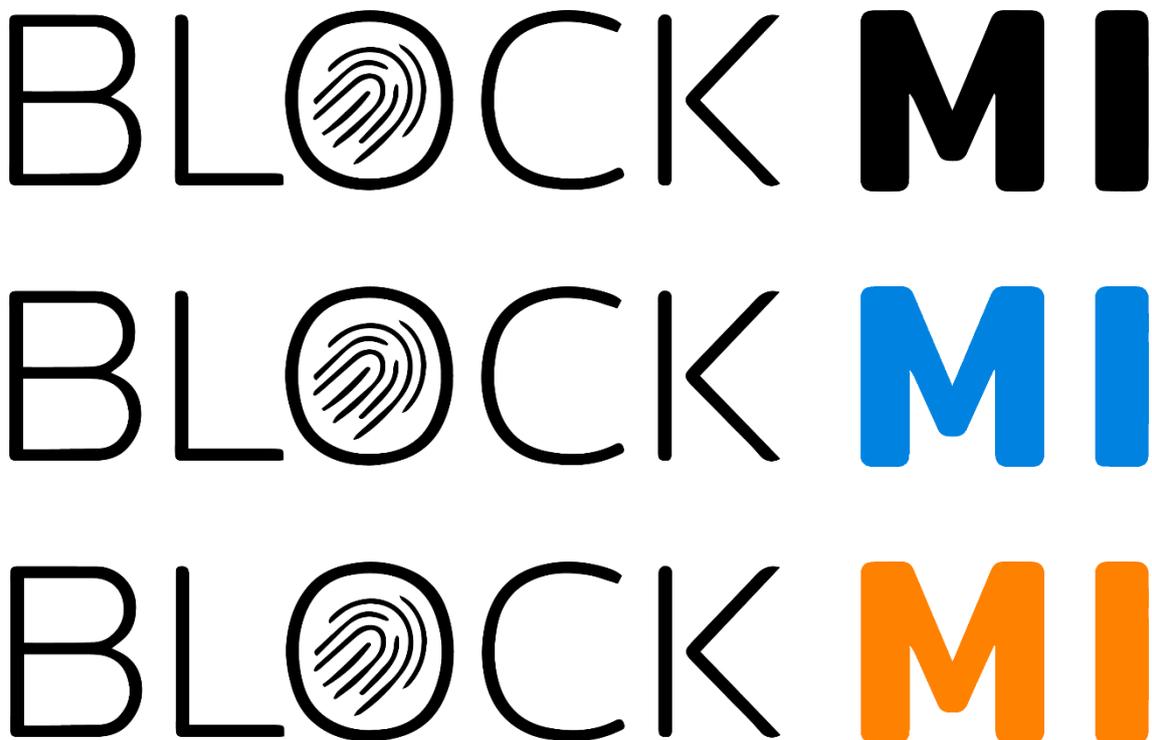


Figura 76 – Colores del logo

6.7 ANALISIS ECONÓMICO

En este apartado se realizarán diferentes análisis para calcular el PVP del producto. En este caso, se tienen en cuenta diferentes datos como: coste de las piezas, costes de los elementos comerciales, coste del material de embalaje y el coste de la mano de obra.

<u>COSTES DIRECTOS</u>	<u>COSTE (€)</u>
1 COSTE DE LAS PIEZAS	0,847
2 COSTES ELEMENTOS COMERCIALES	26,164
3 COSTES MATERIAL EMBALAJE	2,1
4 COSTE DE MANO DE OBRA	1,93
TOTAL	30,90
<u>COSTES INDIRECTOS (10%)</u>	3,09
TOTAL COSTES INDUSTRIALES	34
<u>DISTRIBUCION Y MARKETING (15%)</u>	5,1
TOTAL	39,1
<u>BENEFICIO INDUSTRIAL (30%)</u>	11,73
PVP	50€

Tabla 13 – PVP del dispositivo

VIABILIDAD DEL PRODUCTO

La viabilidad del producto se realiza para ver si este es rentable o no, se estudiará su viabilidad a 5 años, comprobando los beneficios y las pérdidas que ofrece.

- El proveedor dispondrá de toda la infraestructura necesaria para la fabricación de las piezas pedidas.
- El número de ventas cambiará cada año, se espera unas ventas de 1000 unidades el primer año, un incremento del 15% el segundo, un 5% el tercer año y un estancamiento los últimos años de su vida.
- Se calculará una inflación del 2% cada año.
- El molde para la espuma se alquilará, ya que las medidas son “estándar”.

La inversión inicial se calcula a partir de los gastos previstos en los moldes y alquiler de maquinaria. En este caso, el molde para las piezas de aluminio, al ser de doble cavidad sale más rentable. Por otro lado, el precio del molde para inyección de plástico igualmente es de medidas pequeñas, por lo que la inversión no es mucho mayor.

MOLDE ALUMINIO: 17.658,20€.

MOLDE PLÁSTICO: 15.253,25€.

ALQUILER Y RECAMBIO HERRAMIENTAS: 6.537€.

Suman un total de: 39.445€. Para redondear y tener un pequeño margen para imprevisto durante el proyecto, se redondea la inversión inicial a 42.000€.

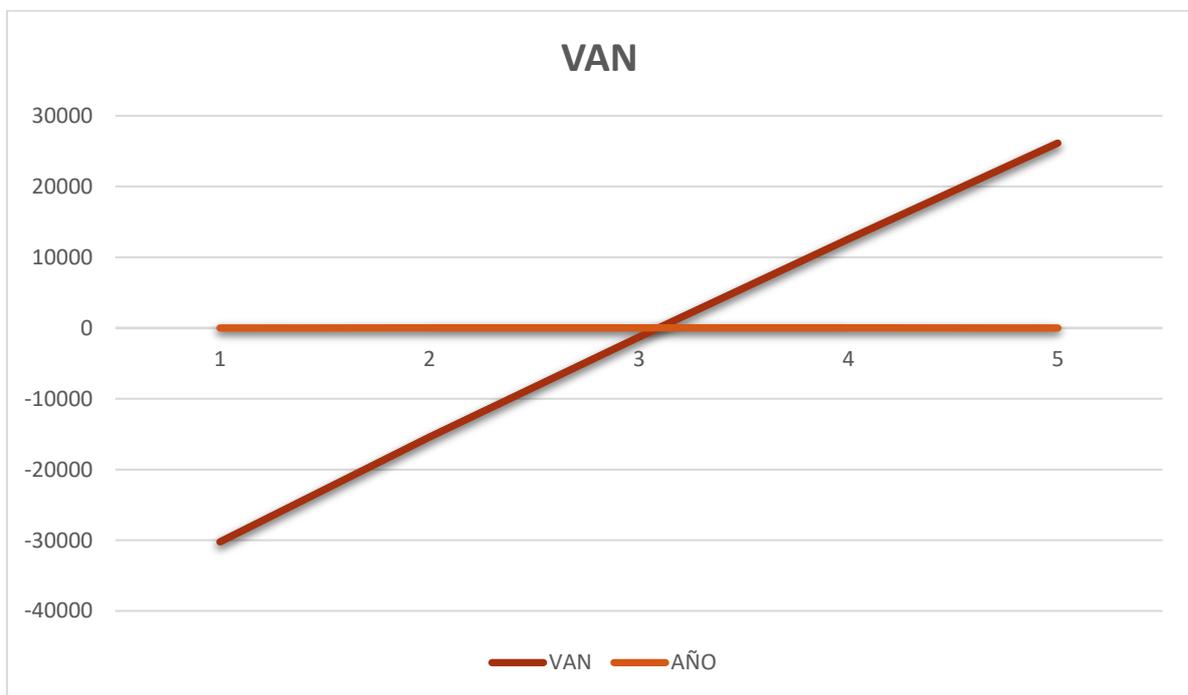
AÑO	PREVISION DE VENTAS	INGRESOS POR VENTAS	COSTES TOTALES	BENEFICIO NETO
1	1.000	50.000	35.000	15.000
2	1.150	57.500	39.100	18.400
3	1.200	60.000	42.000	18.000
4	1.200	60.000	42.000	18.000
5	1.200	60.000	42.000	18.000
			TOTAL	87.400

Tabla 14 – Beneficio neto

AÑO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSION	42.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
UDS VENDIDAS	0	1.000	1.150	1.200	1.200	1.200
GASTOS		35.000	39.100	42.000	42.000	42.000
INGRESOS VENTAS		50.000	57.500	60.000	60.000	60.000
BENEFICIOS		15.000	18.400	18.000	18.000	18.000
FLUJO CAJA	42.000	12.000	15.400	15.000	15.000	15.000
VAN		-30235.29	-15433.29	-1298.45	12559.23	26145.19

Tabla 15 – Viabilidad del producto

La recuperación de la inversión inicial se empieza a producir al inicio del tercer año. A partir de entonces es viable.


Gráfica 4 – Viabilidad del producto

6.8 DISEÑO FINAL





Figura 77 – Renderizado en diferentes vistas



Figura 78 – Dispositivo integrado en el patinete

6.9 PLANIFICACIÓN

En el siguiente apartado se muestra la planificación y calendario que se ha seguido a lo largo del proyecto para su correcta elaboración. Mediante el uso del software Gantt Project se ha confeccionado una lista con las tareas a realizar y las fechas de cada una.

Tareas a realizar:

- Lluvia de ideas.
- Tema del proyecto.
- Título del TFG.
- Búsqueda de información.
- Establecimiento de los requisitos de diseño.
- Diseños precios y análisis de soluciones.
- Desarrollo del diseño conceptual.
- Estudio del mercado.
- Estudio ergonómico.
- Parón de verano.
- Parón por motivos laborales.
- Comienzo de la redacción de la memoria.
- Selección de materiales.
- Cálculos estructurales.
- Elaboración del sistema electrónico.
- Estudio de fabricación de la carcasa.
- Elaboración de planos.
- Renderizado del dispositivo.
- Redacción de anexos.
- Revisión de la memoria.
- Unificación de la memoria.
- Maquetación del documento.
- Revisión final del TFG.
- Entrega del TFG al tutor.
- Entrega del TFG al registro.
- Elaboración de la presentación.



Gráfica 5 – Diagrama de Gantt

ANEXOS

ÍNDICE

1	CUESTIONARIO A USUARIOS	106
2	LIBRERIAS ELECTRÓNICAS	109
3	CALCULOS DE ESFUERZOS	111

1 CUESTIONARIO A USUARIOS

Al inicio de este proyecto se decidió realizar un cuestionario a diferentes usuarios de patinetes eléctricos, estos son de todas las edades, pero hacen un uso casi a diario del patinete, por lo que les surgen diferentes situaciones interesantes que sirven de ayuda a la hora de controlar las necesidades de los usuarios.

Los usuarios elegidos fueron en total 30, todos ellos haciendo uso del patinete Xiaomi M365.

PREGUNTA 1

- ¿Cuántas veces a la semana haces uso del patinete eléctrico?
 - 1- 1-2 veces por semana
 - 2- 2-4 veces por semanas
 - 3- 5-6 veces por semana
 - 4- A diario

RESPUESTA

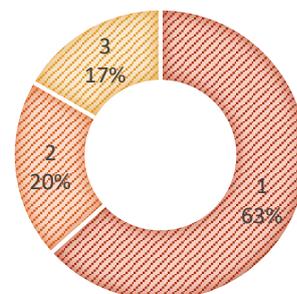


Gráfica 6 – Pregunta 1

PREGUNTA 2

- ¿Haces uso de algún sistema de seguridad para patinetes?
 - 1- Sí
 - 2- No
 - 3- Estoy pensando en hacer uso de ellos

RESPUESTA

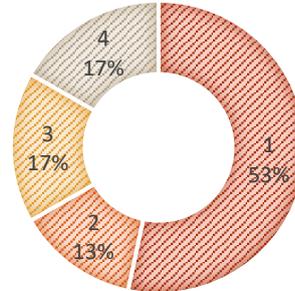


Gráfica 7 – Pregunta 2

PREGUNTA 3

- ¿Cuál es la característica más importante que debe tener un sistema de seguridad para patinetes?
 - 1- La seguridad
 - 2- La estética
 - 3- La facilidad de transportarlo
 - 4- La forma de anclaje

RESPUESTA

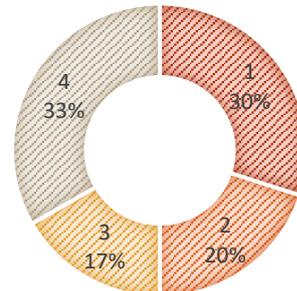


Gráfica 8 – Pregunta 3

PREGUNTA 4

- ¿Qué tipo de candados te gusta más?
 - 1- Candados en U
 - 2- Candados de cadena
 - 3- Candados para pinza de freno
 - 4- Candados plegables

RESPUESTA

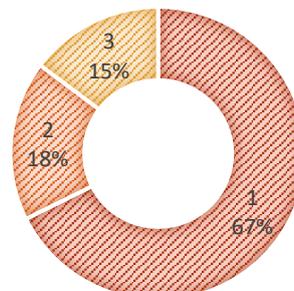


Gráfica 9 – Pregunta 4

PREGUNTA 5

- ¿Te parece el peso un problema a la hora de transportar un candado?
 - 1- Sí
 - 2- No
 - 3- NS / NC

RESPUESTA

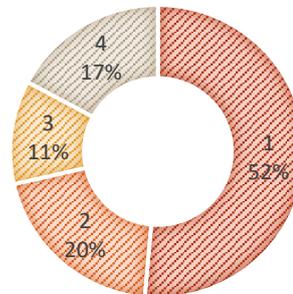


Gráfica 10 – Pregunta 5

PREGUNTA 6

- ¿Cómo de interesante te resulta el uso de un imán como método para enganchar el candado al patinete?
 - 1- Muy interesante
 - 2- Interesante
 - 3- Poco interesante
 - 4- Indiferente

RESPUESTA



Gráfica 11 – Pregunta 6

PREGUNTA 6

- ¿Te parece la alarma sonora un sistema fiable y funcional para los candados?
 - 1- Sí
 - 2- No
 - 3- NS / NC

RESPUESTA



Gráfica 11 – Pregunta 7

2 LIBRERIAS ELECTRÓNICAS

En este apartado se presentan las librerías electrónicas utilizadas en el Arduino R3 para el correcto funcionamiento de la huella dactilar. Esta librería de programación se ha realizado exclusivamente para este proyecto, por lo que no se recomienda su uso para otros dispositivos que utilicen el lector de huellas FPC 1020.

```

#include <Arduino.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_Fingerprint.h"

SoftwareSerial mySerial(2, 3);
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);

int getFingerprintIDez();

void setup()
{
    pinMode(2, OUTPUT); // Set lock pin as input
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial)
        ;
    delay(100);
    Serial.println("\n\nAdafruit finger detect test");

    // set the data rate for the sensor serial port
    finger.begin(57600);
    delay(5);
    if (finger.verifyPassword())
    {
        Serial.println("Found fingerprint sensor!");
    }
    else
    {
        Serial.println("Did not find fingerprint sensor :(");
        while (1)
        {
            delay(1);
        }
    }

    finger.getTemplateCount();
    Serial.print("Sensor contains ");
    Serial.print(finger.templateCount);
    Serial.println(" templates");
    Serial.println("Waiting for valid finger...");
}

void loop() // run over and over again
{
    getFingerprintIDez();
    delay(50); //don't ned to run this at full speed.
}

uint8_t getFingerprintID()
{
    uint8_t p = finger.getImage();
    switch (p)
    {
        case FINGERPRINT_OK:
            Serial.println("Image taken");
            break;
        case FINGERPRINT_NOFINGER:
            Serial.println("No finger detected");
            return p;
        case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
            Serial.println("Communication error");
            return p;
        case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
            Serial.println("Imaging error");
            return p;
        default:
            Serial.println("Unknown error");
            return p;
    }

    // OK success!

    p = finger.image2Tz();
    switch (p)
    {
        case FINGERPRINT_OK:
            Serial.println("Image converted");
            break;
        case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
            Serial.println("Image too messy");
            return p;
        case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
            Serial.println("Communication error");
            return p;
        case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
            Serial.println("Could not find fingerprint features");
            return p;
        case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
            Serial.println("Could not find fingerprint features");
            return p;
        default:
            Serial.println("Unknown error");
            return p;
    }

    // OK converted!
    p = finger.fingerFastSearch();
    if (p == FINGERPRINT_OK)
    {
        Serial.println("Found a print match!");
    }
    else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR)
    {
        Serial.println("Communication error");
        return p;
    }
    else if (p == FINGERPRINT_NOTFOUND)

```

```

        Serial.println("Did not find a match");
        return p;
    }
    else
    {
        Serial.println("Unknown error");
        return p;
    }

    // found a match!
    Serial.print("Found ID #");
    Serial.print(finger.fingerID);
    Serial.print(" with confidence of ");
    Serial.println(finger.confidence);

    // INSERT ELECTRONIC LOCK LOGIC
    digitalWrite(2, HIGH);

    return finger.fingerID;
}

// returns -1 if failed, otherwise returns ID #
int getFingerprintIDez()
{
    uint8_t p = finger.getImage();
    if (p != FINGERPRINT_OK)
        return -1;

    p = finger.image2Tz();
    if (p != FINGERPRINT_OK)
        return -1;

    p = finger.fingerFastSearch();
    if (p != FINGERPRINT_OK)
        return -1;

    // found a match!
    Serial.print("Found ID #");
    Serial.print(finger.fingerID);
    Serial.print(" with confidence of ");
    Serial.println(finger.confidence);
    return finger.fingerID;
}

```

3 CALCULOS DE ESFUERZOS

CALCULOS FUERZAS G:

Mediante las tablas del INE obtenemos que la media del IMC entre ambos sexos en la población española es del: 11.43% IMC. Por otro lado, sabemos que la altura media española también ofrecida por la INE es de 1,75cm en ESPAÑA. El peso medio de la población española es de 75kg entre hombres y mujeres según la INE.

Para los cálculos de estructura y materiales se escoge el dato más desfavorable, ya que, cumpliendo con este valor, cumplirá con el resto. Se estudia en el valor más desfavorable tanto para el peso como para la altura del escalón, en este caso el modelo Xiaomi M365 tiene un peso máximo de 100kg y el peso del patinete son 12,5kg, la suma total son 112.5kg que como máximo el patinete puede soportar.

Se hace uso de estos datos para calcular la fuerza g que debe soportar el dispositivo de seguridad con el imán colocado en el mástil.

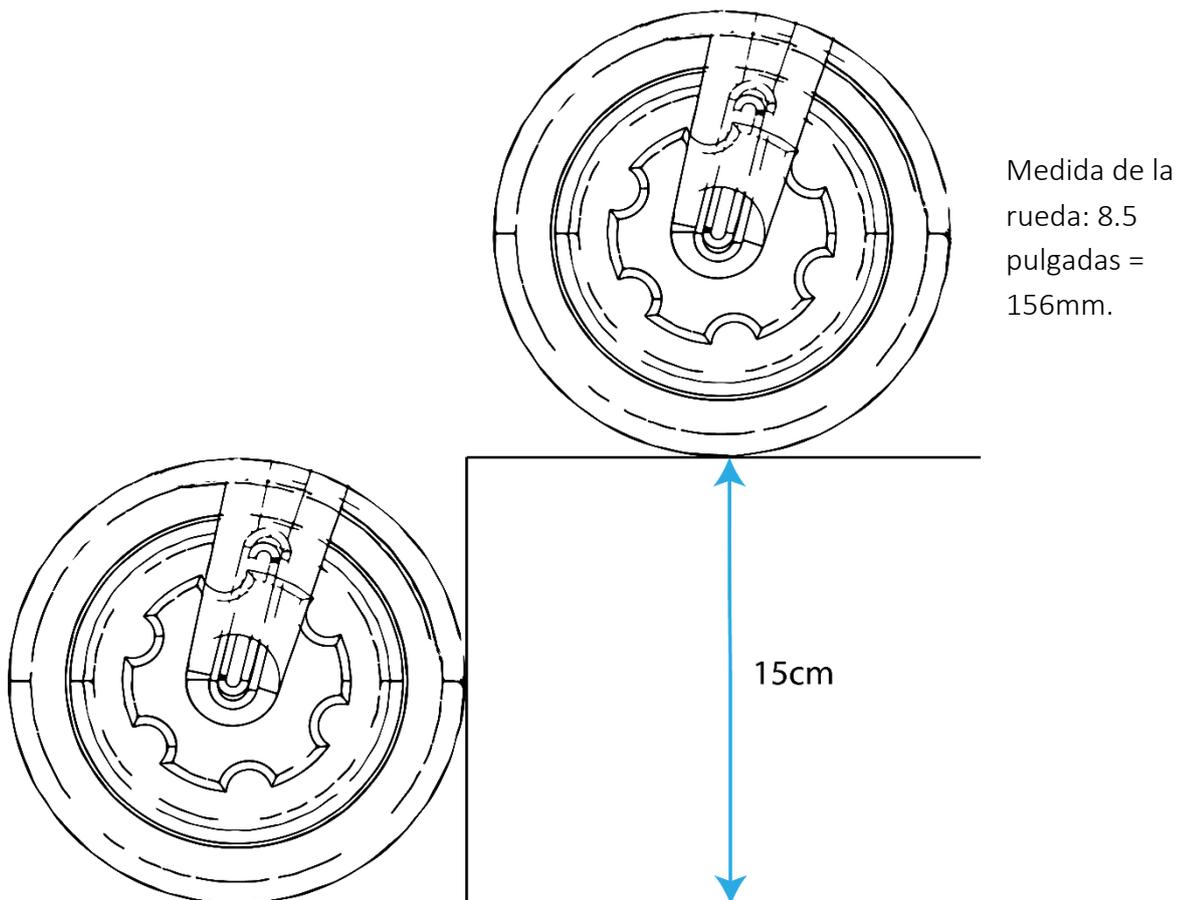
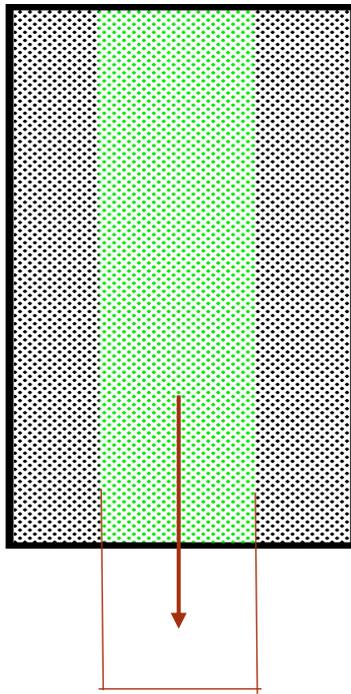


Figura 79 – Esquema del escalón

A continuación, se calcula el peso que tendrá el dispositivo junto al imán al descender por un escalón con una altura máxima de 15cm.

El peso del patinete es de 0,820Kg. Por lo que:



$$F = m * a = 0,820 * 9,8 = 8,036 \text{ N}$$

Se considera como todo el conjunto en caída libre.

$$V_0 = 0$$

$$H = 0,015\text{m}$$

$$G = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$t=?$$

$$v=?$$

Figura 80 – Esquema del imán

$$H = \frac{g * t^2}{2}$$

$$0,015 = \frac{9,8 * t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{0,015 * 2}{9,8}} = 0,05\text{s tardará en tocar suelo el patinete.}$$

$$v^2 = g * t = 2 * g * h = 2 * 9,8 * 0,015$$

$$v = \sqrt{0,294} = 0,542 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = \frac{v}{t} = \frac{0,542}{0,05} = 10,84 \text{ m/s}^2$$

La aceleración a la que se ve sometido el conjunto del patinete es de casi la misma que la gravedad, alrededor de 10 m/s^2 . Por lo que el dispositivo de seguridad estará sometido a $2g$, es decir, 2 veces su peso.

$$2 * 0,820 = 1,64 \text{ Kg}$$

El imán aguanta más allá de los 3 Kg de peso, por lo que es suficiente para poder pasar un escalón.

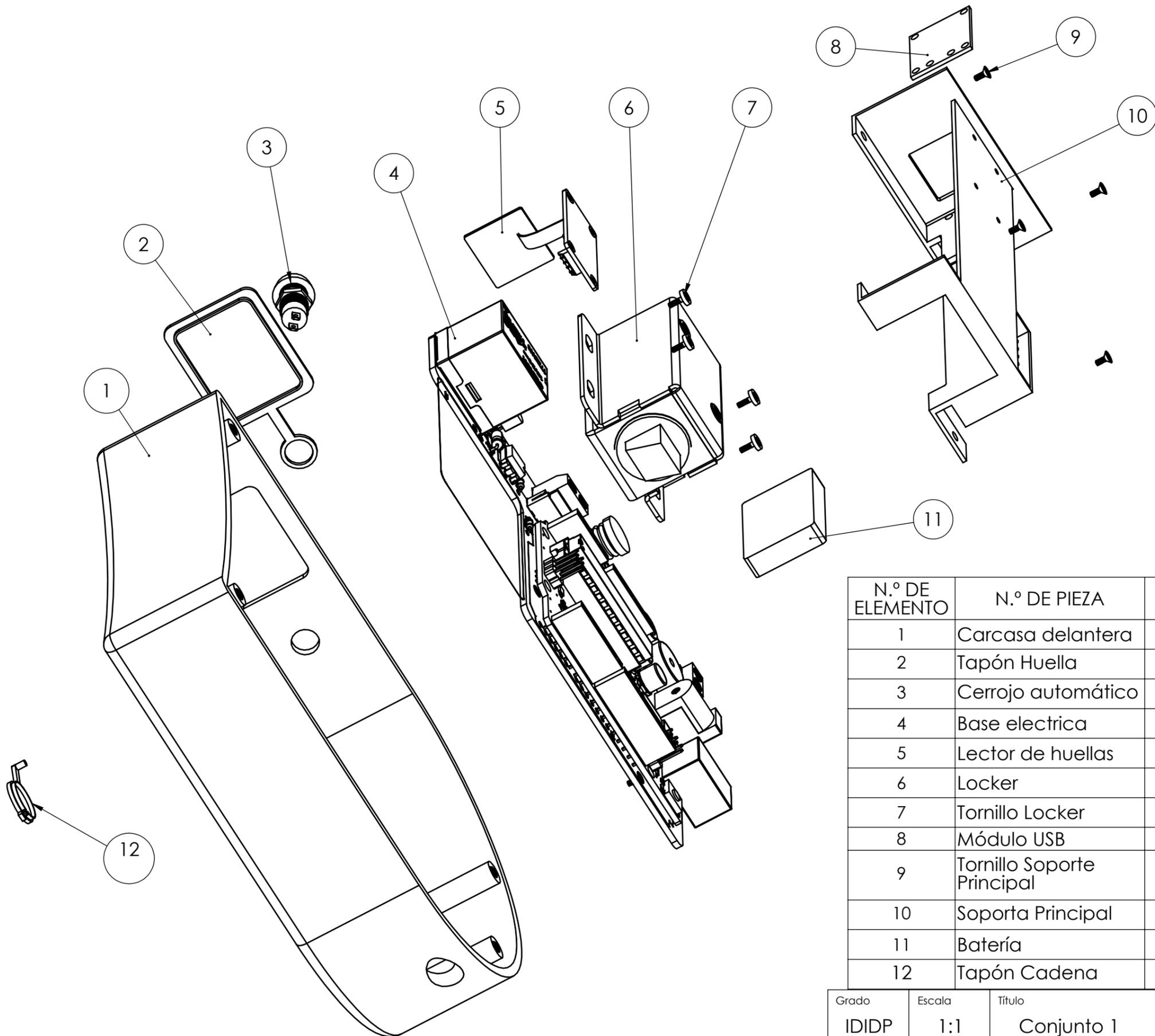
Son valores muy pequeños, por lo que el patinete al bajar un escalón no va a producir que el dispositivo se mueva del sitio, igualmente el margen de trabajo del imán es elevado para poder hacer frente a este tipo de situaciones. A continuación, se presenta la tabla con las pendientes de las rampas urbanas.

Ancho mínimo libre (m)	1,00	0,92 1,00	0,92	-	1,50	1,80
Longitud máxima por tramo (m)	9,00 (rampas de 7%) 15,00 (rampas de 5%)	9,00	9,00	10,00	10,00	10,00
Pendiente longitudinal	7% - 5%	8% - 5%	8%	-	5%	10%-8%
Pendiente transversal	2,5%	2%	2%	-	2%	2%
Pasamanos a ambos lados de la rampa	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Altura de pasamanos (m)	0,665 0,70 - 0,865 1,00	0,86 - 0,92	0,865 - 0,965	-	0,90 - 0,70	0,95 1,05 - 0,65 0,75

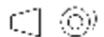
Tabla 16 – Accesibilidad en los espacios públicos urbanizados – Ministerio de Vivienda/ NIPO: 751-10-026-3

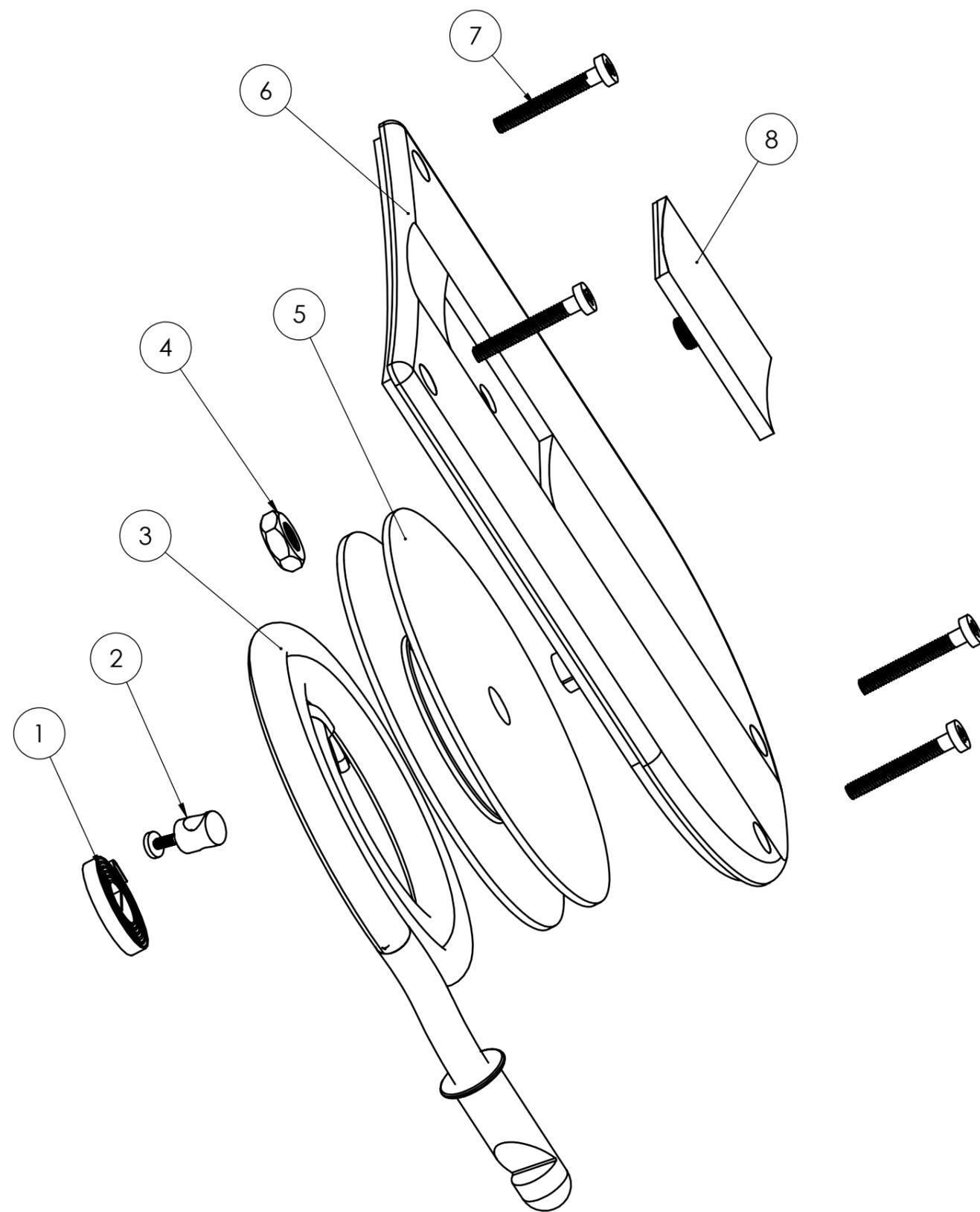
Las rampas con mayor pendiente que se puede encontrar en las aceras y rampas urbana son de entre el 8% y el 10%. Estos valores son generosos por lo que no supone un obstáculo al dispositivo de seguridad.

PLANOS

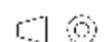


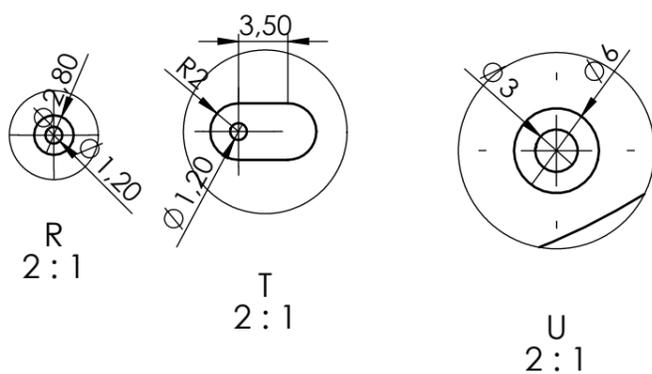
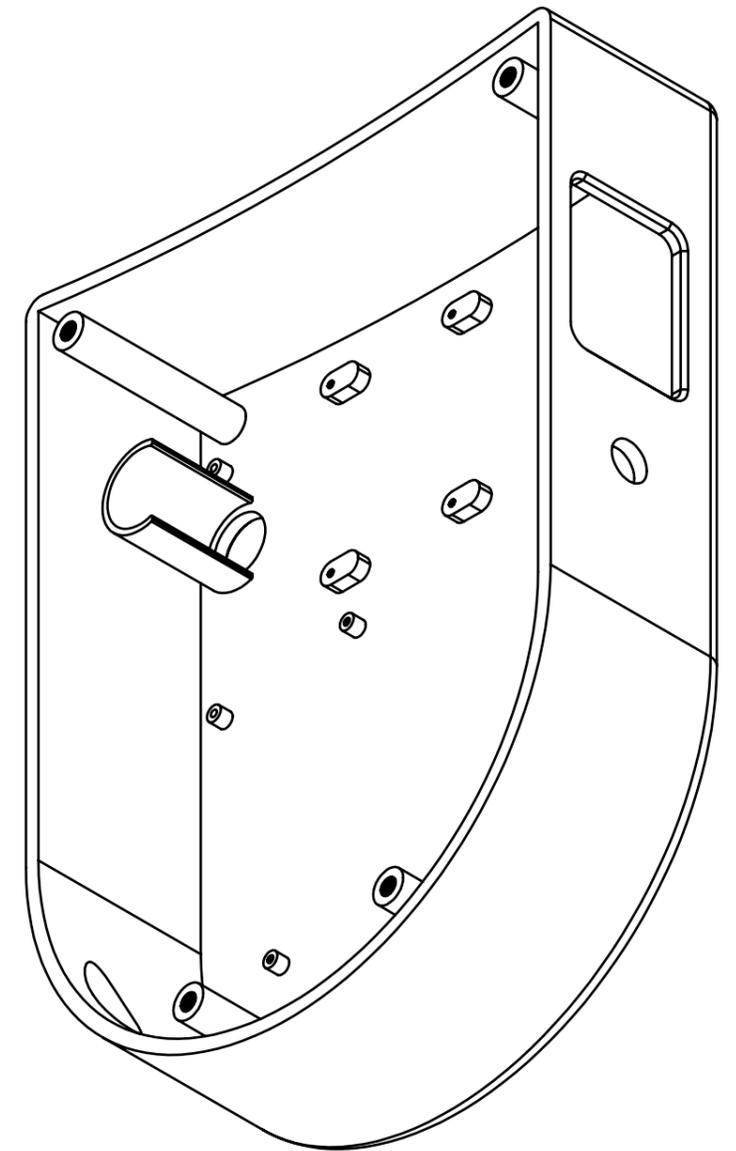
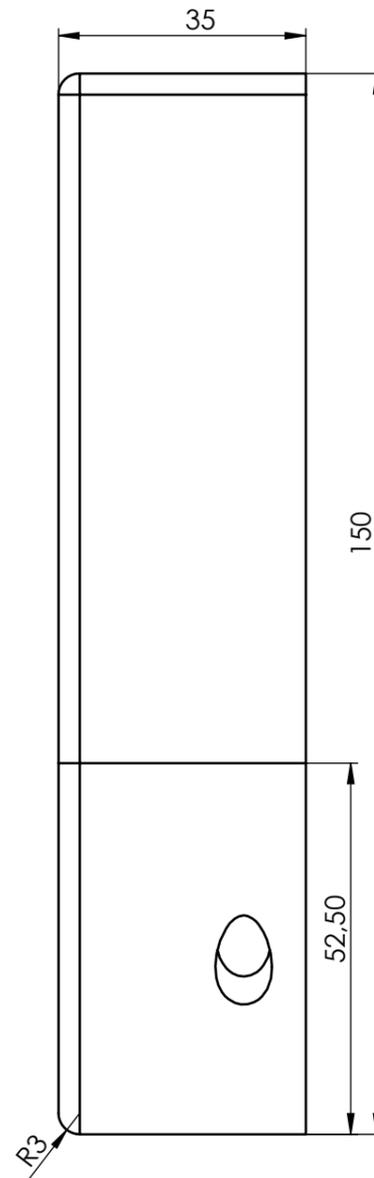
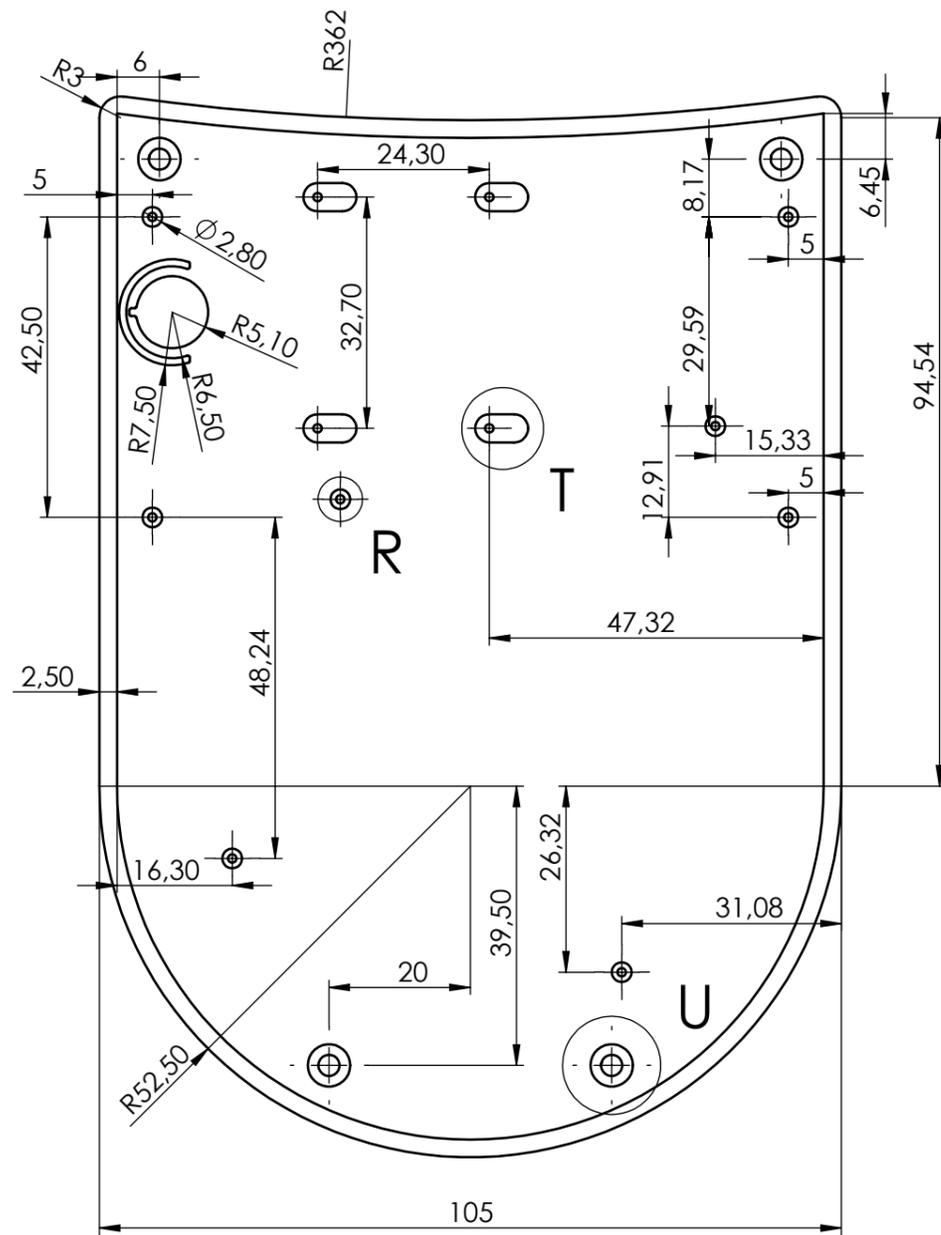
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Carcasa delantera	Aluminio 6013	1
2	Tapón Huella	Silicona	1
3	Cerrojo automático	-	1
4	Base electrica	-	1
5	Lector de huellas	-	1
6	Locker	-	1
7	Tornillo Locker	Acero	4
8	Módulo USB	-	1
9	Tornillo Soporte Principal	Acero	4
10	Soporta Principal	PP	1
11	Batería	-	1
12	Tapón Cadena	Silicona	1

Grado IDIDP	Escala 1:1	Título Conjunto 1		Formato papel A3
		Apellidos, Nombre Sánchez Carbó, Jorge	Fecha 25/06/2020	Plano nº 1
		Profesor/a responsable Sáez Riquelme, Beatriz		

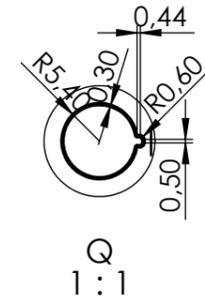
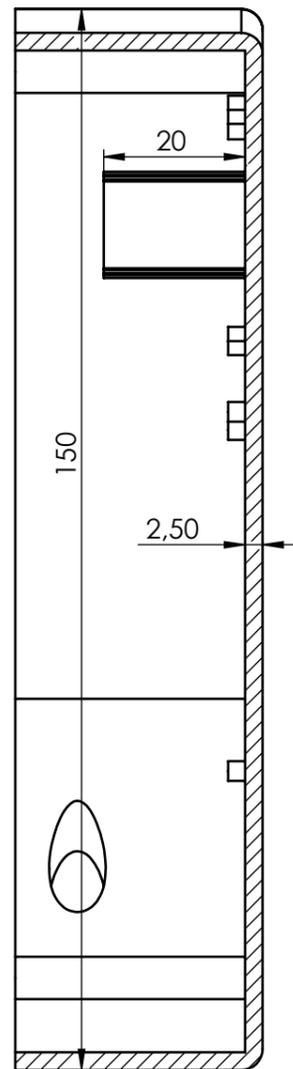
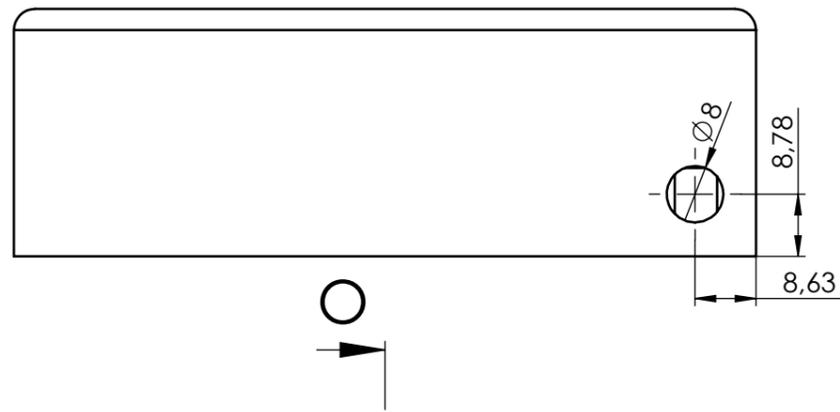
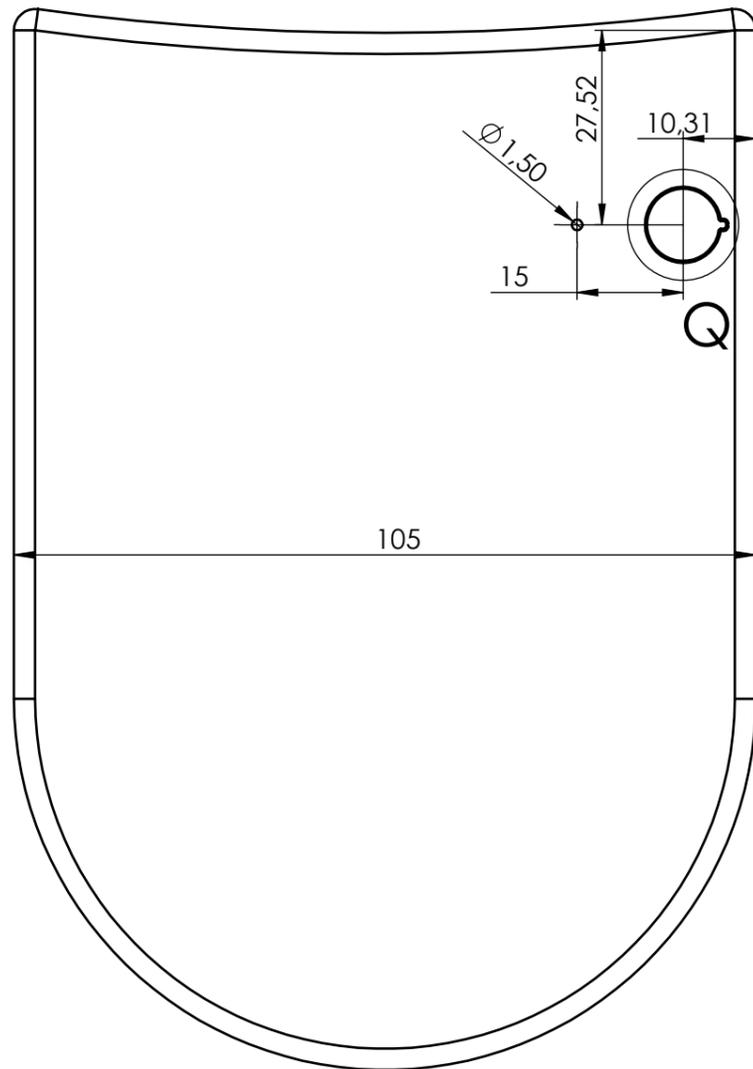
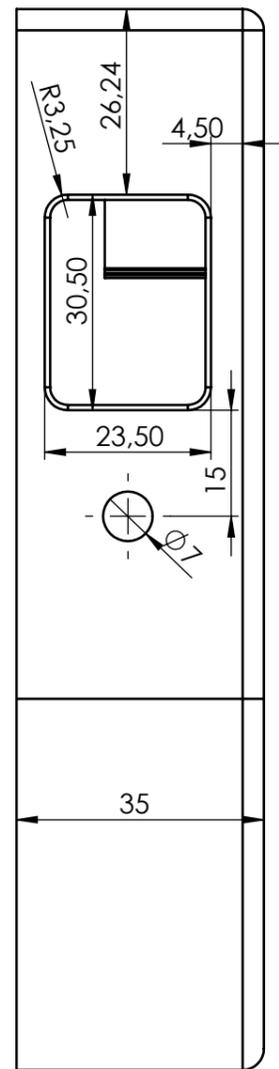


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Muelle Retráctil	-	1
2	Pisacables	-	1
3	Cadena	-	1
4	Tuerca Imán	-	1
5	Lector de huellas	-	1
6	Carcasa trasera	Aluminio 6013	1
7	Tornillo Seguridad	Acero	4
8	Imán	Neodimio	1

Grado IDIDP	Escala 1:1	Título Conjunto 2		Formato papel A3
		Apellidos, Nombre Sánchez Carbó, Jorge	Fecha 25/06/2020	Plano nº 2
		Profesor/a responsable Sáez Riquelme, Beatriz		



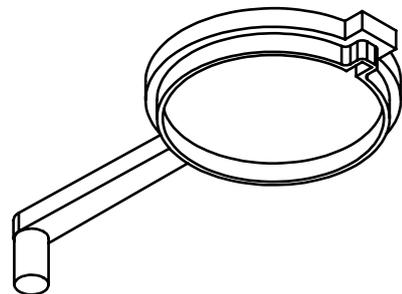
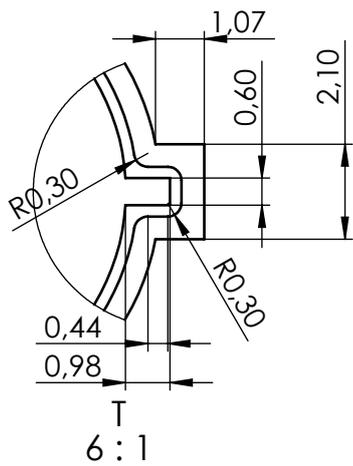
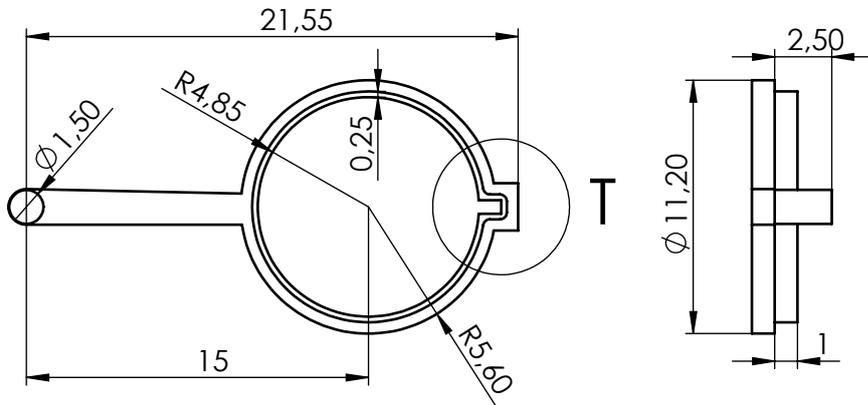
Grado IDIDP	Escala 1:1	Título Carcasa delantera 1		Formato papel A3
		Apellidos, Nombre Sánchez Carbó, Jorge	Fecha 29/06/2020	Plano nº 3
		Profesor/a responsable Sáez Riquelme, Beatriz		



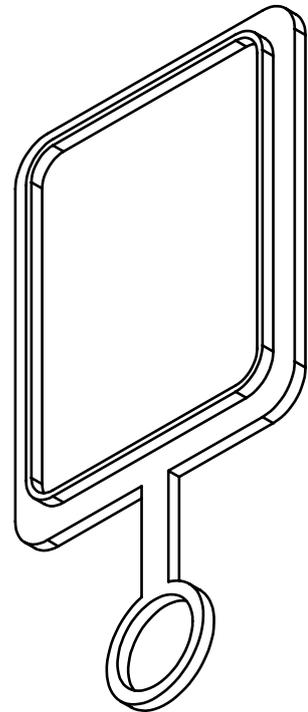
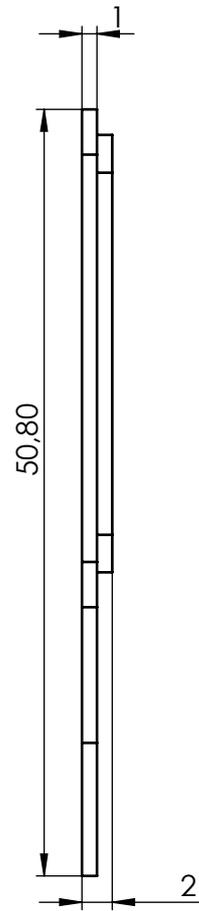
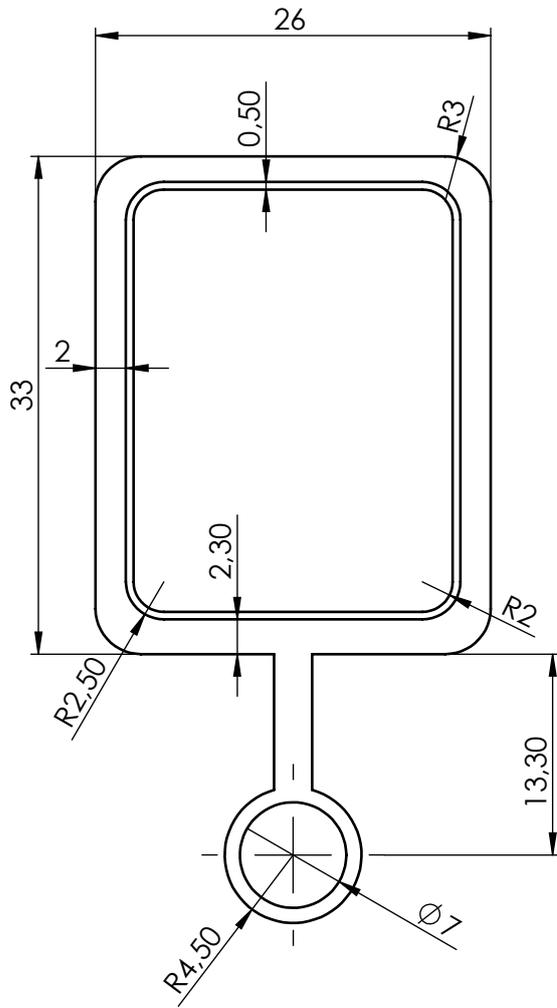
O-O

O-O

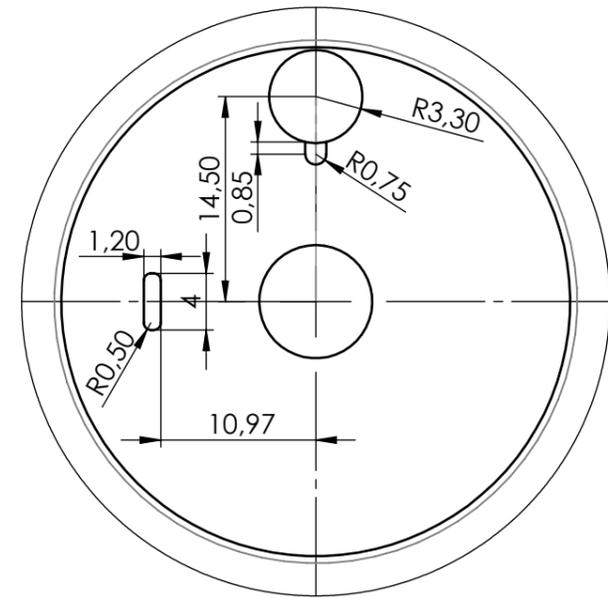
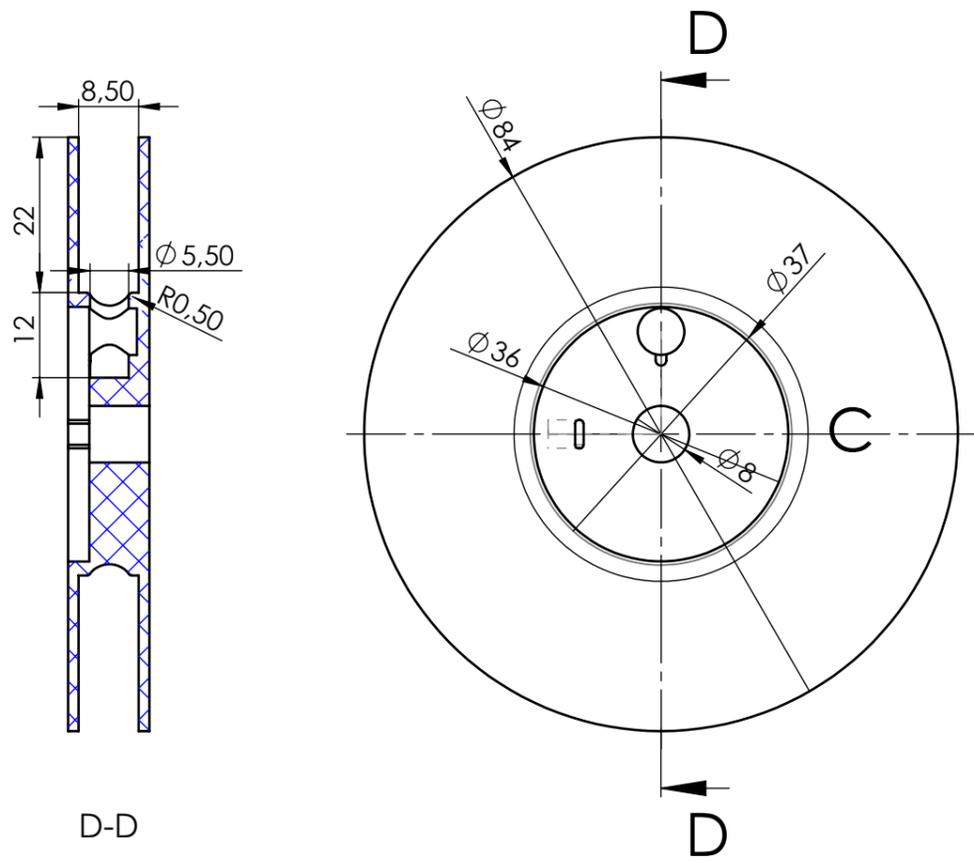
Grado IDIDP	Escala 1:1	Título Carcasa delantera 2		Formato papel A3
		Apellidos, Nombre Sánchez Carbó, Jorge	Fecha 29/06/2020	Plano nº 4
		Profesor/a responsable Sáez Riquelme, Beatriz		



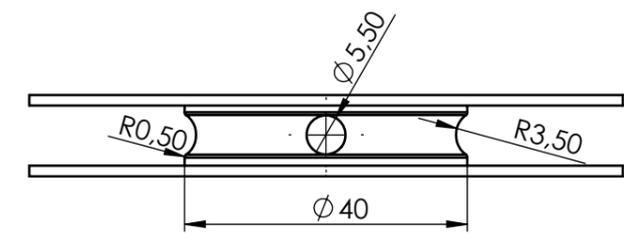
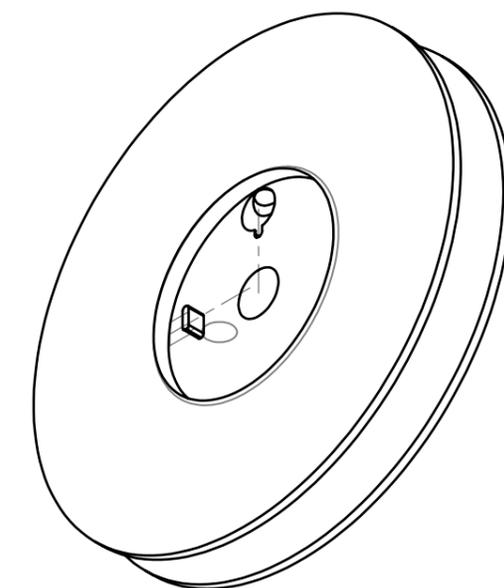
Grado IDIDP	Escala 3:1	Título Tapón cadena		Formato papel A4
		Apellidos, Nombre Sánchez Carbó, Jorge	Fecha 24/06/2020	Plano nº 6
		Profesor/a responsable Sáez Riquelme, Beatriz		

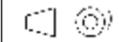


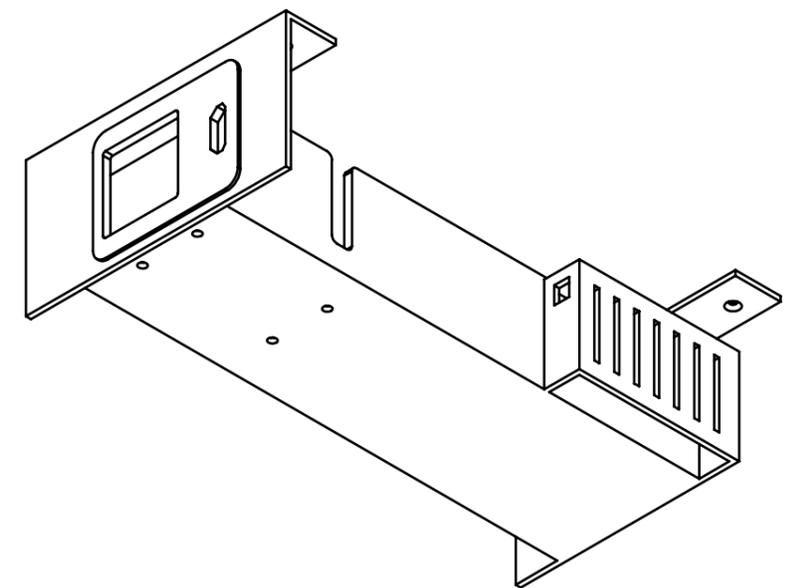
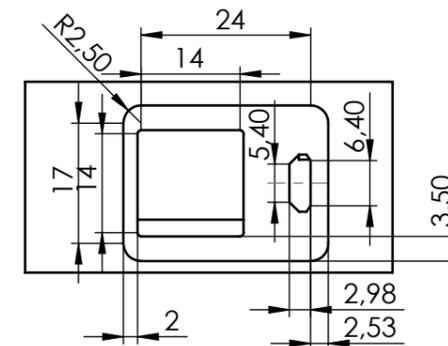
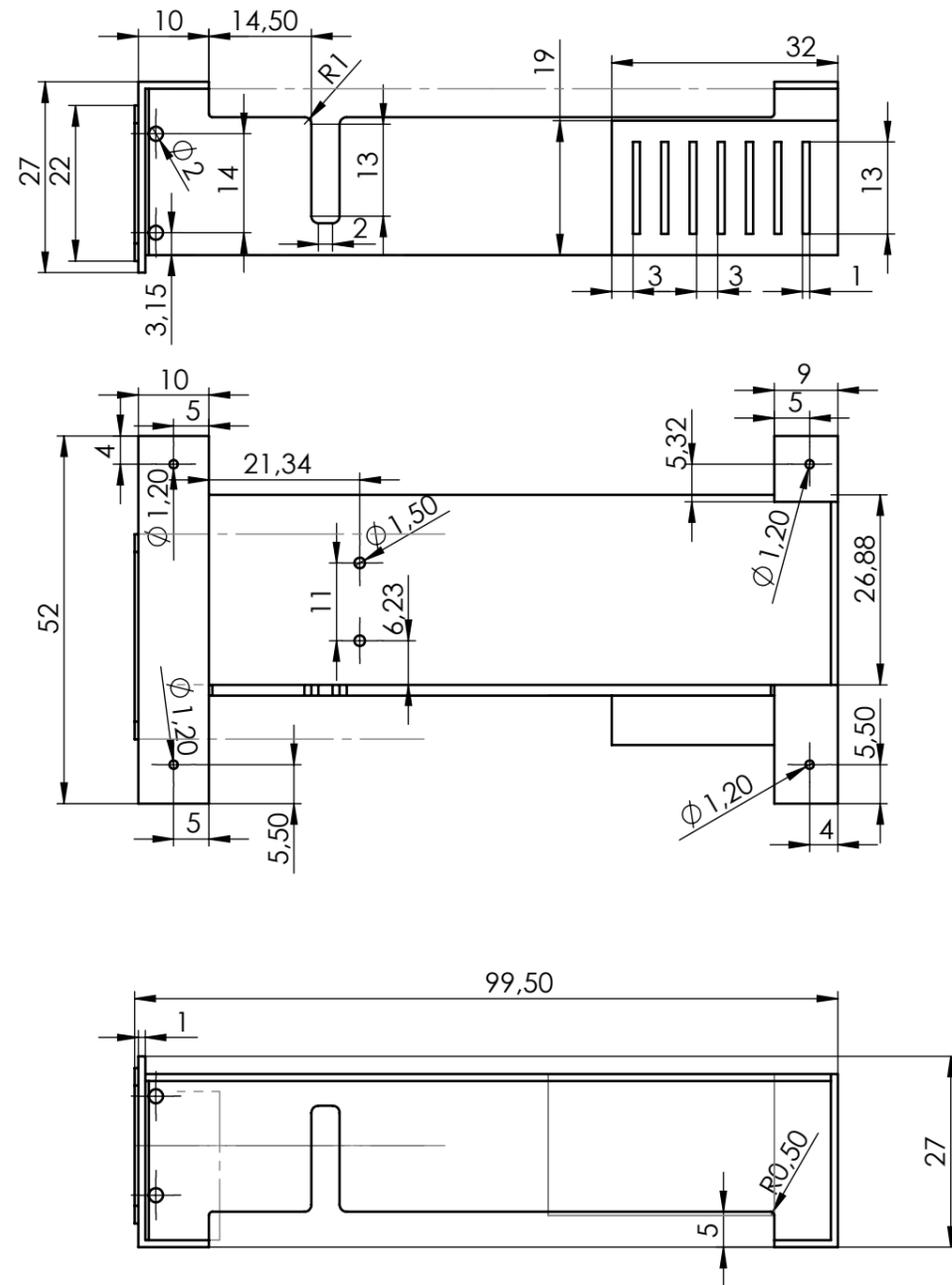
Grado IDIDP	Escala 3:1	Título Tapón huella		Formato papel A4
		Apellidos, Nombre Sánchez Carbó, Jorge	Fecha 29/06/2020	Plano nº 7
		Profesor/a responsable Sáez Riquelme, Beatriz		

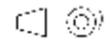


C
2:1



Grado IDIDP	Escala 1:1	Título Soporte Muelle		Formato papel A3
		Apellidos, Nombre Sánchez Carbó, Jorge	Fecha 29/06/2020	Plano nº 8
		Profesor/a responsable Sáez Riquelme, Beatriz		



Grado IDIDP	Escala 1:1	Título Soporte Principal		Formato papel A3
		Apellidos, Nombre Sánchez Carbó, Jorge	Fecha 29/06/2020	Plano nº 9
		Profesor/a responsable Sáez Riquelme, Beatriz		

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	128
2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COMPONENTES DEL PRODUCTO	129
3	NORMATIVA DE FABRICACIÓN Y CALIDAD	132
4	PRUEBAS DE SEGURIDAD	133
5	CONDICIONES DE USO Y MANTENIMIENTO	134

En este apartado se desarrollan las condiciones que se deben cumplir para la correcta fabricación del producto. Para ello se explicarán diferentes normas, pruebas de seguridad, materiales, especificaciones técnicas...

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A continuación, se muestra una tabla con diferentes datos que se deberán cumplir para el correcto funcionamiento del dispositivo.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	150 x 100 x 40 mm Largo de la cadena: 86cm
MATERIALES	ALUMINIO 6013, PP Y SILICONA
PESO	0,82 Kg
MAX. TEMPERATURA USO	80 °C
IMPERMEABILIDAD	IP65
RESISTENCIA A GOLPES	SI
Nº COMPONENTES	95
PESO MÁXIMO DE AGUANTE DEL IMÁN	3,85 Kg
MÁXIMA TENSIÓN SOPORTABLE	500N
MATERIAL DEL IMÁN	NEODÍMIO
MATERIAL DE LA BATERÍA	LITIO

Tabla 17 – Especificaciones técnicas

2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COMPONENTES DEL PRODUCTO

En este apartado se nombran los materiales y componentes junto a sus propiedades más importantes. Esto permite que los límites, rangos de uso etc. funcionen correctamente. El proveedor será Alu-Stock.

- **ALUMINIO 6013**

El aluminio 6013 se caracteriza por tener:

- Buena resistencia mecánica
- Buena maquinabilidad.
- Muy buena soldabilidad.
- Buena resistencia a la corrosión.

Las normativas a seguir con este material son las siguientes:

- Aluminio y aleaciones de aluminio, varillas, barras y tubos, características mecánicas: **UNE-EN 754**.

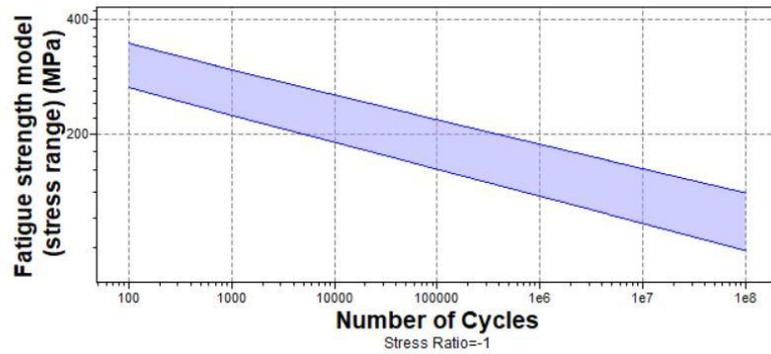
- Designación del Aluminio y sus aleaciones: **UNE EN 755**.

En este caso la composición de este material es el siguiente:

%	Al	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Si	Ti	Zn	Otros
<i>Mínimo</i>	94,8		0,6	0	0,8	0,2	0,6	0	0	0
<i>Máximo</i>	97,8	0,1	1,1	0,5	1,2	0,8	1	0,1	0,25	0,15

MATERIAL	PIEZA	PROPIEDAD	VALOR
ALUMINIO 6013	CARCASA DELANTERA CARCASA TRASERA	Fuerza específica (kN*m/Kg)	119 - 139
		Límite elástico (MPa)	324 – 378
		Módulo elástico (GPa)	66,6 - 70
		Alargamiento (%)	7,18 - 10,3
		Límite a fatiga	130
		Resistencia a cizalladura (N/mm ²)	150
		Resistencia a los UV	Excelente

Tabla 18 – Aluminio 6013


Gráfica 12 – Nº ciclos por rango de estrés

- **POLIPROPILENO**

El proveedor que suministrará este material será GoodFellow. Las características son las siguiente:

MATERIAL	PIEZA	PROPIEDAD	VALOR
POLIPROPILENO (PP)	SOPORTE PRINCIPAL SOPORTE DE LA CADENA	Densidad (g/cm ³)	0,9
		Resistencia a la tracción (MPa)	25 – 50
		Resistencia a la radiación	Aceptable
		Temperatura máxima de servicio	99 - 120
		Módulo de tracción (GPa)	0,9 – 1,5

Tabla 19 – Polipropileno

La normativa para su designación será: UNE EN ISO 14910 1: 2014.

- **TORNILLERIA**

MATERIAL	PIEZA	VALOR
ACERO INOXIDABLE	TORNILLO SEGURIDAD M3 X 20mm DIN 7380	Debe cumplir en mayor medida la norma DIN 7380
	TORNILLOS INTERIORES M1.2 DIN 7985	Debe cumplir en mayor medida la norma DIN 7985
	TUERCA M3 DIN 985	Debe cumplir en mayor medida la norma DIN 985

Tabla 20 – Tornillería

- **SILICONA**

MATERIAL	PIEZA	PROPIEDAD	VALOR
SILICONA	TAPÓN HUELLA TAPÓN CADENA	Impermeabilidad	Excelente
		Temperaturas de servicio (°C)	-60 / 120
		Resistencia a la radiación	Excelente
		Resistencia a la tracción (kg/m ²)	72

Tabla 21 – Silicona

En los procesos de fabricación se deberán seguir unas recomendaciones del propio diseñador.

En cuanto a todas las piezas inyectadas, ya sea de Aluminio o PP, deberán seguir unas fases y condiciones apropiadas, para garantizar la correcta fabricación.

- Ausencia de rechupes, puntos calientes, grietas...
- Uso de planos para las correctas dimensiones.

Para otras piezas:

- Certificado de seguridad para la cadena.
- Validez de los componentes electrónicos, se han de evitar cortocircuitos, filtraciones de agua...

3 NORMATIVA DE FABRICACIÓN Y CALIDAD

En este apartado se detallan las normas utilizadas en el proyecto para la correcta fabricación. Estas normativas son de obligatorio cumplimiento sea cual sea el proveedor o fabricante. Una vez fabricado el producto, este debe ser revisado en su totalidad para aprobar que cumple con la calidad deseada.

Igualmente se deben de seguir unas normativas específicas para su ensamblaje.

Normativa de carácter general

UNE EN 20286-2. Sistemas ISO de tolerancias y ajustes.

UNE 121-91. Dibujos técnicos. Tolerancias geométricas. Tolerancias de forma, orientación, posición y oscilación. Generalidades, definiciones, símbolos e indicaciones en los dibujos.

UNE 1032. Dibujos técnicos. Principios generales de representación.

UNE-EN ISO 6433. Dibujos técnicos. Referencia de los elementos.

UNE 1135. acotación, principios generales, definiciones, métodos.

ISO 9001:2015. Regulación de los sistemas de gestión de calidad.

IEC 60 529. Grados de protección IP.

UNE-EN 60601-1:2008. Equipos electrónicos. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial.

Normativa para este dispositivo

UNE-EN 12320:2015. Herrajes para la edificación. Candados y accesorios para candados. Requisitos y métodos de ensayo.

UNE-EN ISO 225:2011. Elementos de fijación. Pernos, tornillos de seguridad, espárragos y tuercas. Símbolos y designación de las dimensiones.

4 PRUEBAS DE SEGURIDAD

Al tratarse de un dispositivo de seguridad se realiza una prueba aleatoria a uno de los dispositivos fabricados en un lote, en este caso se escogerá 1 de cada 200 productos fabricados y se procederá a las pruebas.

Las pruebas a realizar en el laboratorio de ensayos permiten saber si los productos cumplen los estándares internacionales, y si este cumple los objetivos del proyecto. Las pruebas se llevan a cabo en el laboratorio de la empresa ABUS, la cual cuenta con el mejor equipo puntero para pruebas de candados y cadenas.

Las pruebas son las siguientes:

- **PRUEBA CONTÍNUA:** Al tratarse de un producto que se activa mediante huella digital o micro-cerrojo estos se accionarán hasta 25.000 veces para comprobar que su funcionamiento, fiabilidad y duración es la correcta.
- **PRUEBA DE APRIETE:** En la prueba de apriete se emplea un hidráulico que aprieta el dispositivo hasta su rotura, en este caso se hará únicamente uso de la carcasa vacía y de la cadena.
- **PRUEBA DE SERRADO:** A lo largo de un tiempo se acciona una sierra dentada para comprobar la resistencia de la carcasa y de la cadena.
- **PRUEBA DE IMPACTOS:** Para comprobar la cerradura y el efecto de la cadena se deja caer varias veces un peso de tres kilos desde varias alturas. Esto se realiza en hasta cuatro posiciones distintas.
- **PRUEBA DE SOFTWARE:** Mediante un programa interno se comprueban las librerías y el funcionamiento correcto de todo el sistema electrónico.
- **PRUEBA DE MANIPULACIÓN:** Con herramientas especiales de manipulación, se prueba si el mecanismo de bloqueo se puede manipular mediante métodos inteligentes (sin fuerza bruta).
- **PRUEBA CLIMÁTICA:** Con una temperatura límite de funcionamiento, se comprueba el sistema en diferentes temperaturas para comprobar que todo el dispositivo funcione sin fallas también en valores límite.



Figura 81 – Pruebas de seguridad

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

- **PRUEBA DE TRACCIÓN:** Para determinar la seguridad ante las cargas de tracción, el dispositivo se tensa/estira hasta el fallo de rotura, en este caso se realizará únicamente de la cadena.

5 CONDICIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

- Para el correcto funcionamiento del dispositivo se recomienda utilizar el método principal de apertura, en este caso el lector de huellas.
- No colocar la cadena alrededor de objetos punzantes o con astillas, ya que pueden provocar la rotura de la cadena.
- No abrir el dispositivo en caso de fallo en el sistema, acudir al proveedor más cercano para su reparación.
- Todos los componentes electrónicos son oficiales, de marcas testeadas y certificadas, por lo que, si repara a partir de un particular, siempre es recomendable utilizar las mismas piezas con referencias iguales.
- A la hora de la limpieza, se ha de evitar los chorros a presión, por posibles filtraciones entre los tapones de silicona.
- A la hora de transportar sin uso el dispositivo en el patinete, es recomendable hacerlo con la cadena desanclada, ya que, al contrario, podría provocar tensiones no deseadas.

ESTADO DE MEDICIONES

En el siguiente apartado se detalla el coste de las piezas fabricadas, los elementos comerciales, el embalaje y la mano de obra. Las piezas comerciales son aquellas que se pueden comprar a terceros y no es necesaria su propia fabricación.

COSTE ELEMENTOS COMERCIALES:

NOMBRE	UD	COSTE UNITARIO (€)	Nº DE PIEZAS	COSTE (€)
TORNILLO SEGURIDAD A2 304 M3X20MM	€/ud	0,021	4	0,084
TUERCA AUTOBLOCANTE DIN985 M3	€/ud	0,02	1	0,02
IMAN	€/ud	1,60	1	1,60
CADENA CON CABEZA Y CABLE (80CM)	€/ud	2,25	1	2,25
PISACABLE	€/ud	0,55	1	0,55
MUELLE RETRACTIL	€/ud	0,20	1	0,20
BATERIA 400 mAh	€/ud	2	2	2
LECTOR HUELLAS FPC1020	€/ud	5,15	1	5,15
MODULO CARGA USB TP4056	€/ud	0,25	1	0,25
CERROJO AUTOMATICO	€/ud	0,30	1	0,30
REGULADOR VOLTAJE	€/ud	1,02	1	1,02
RESISTENCIA	€/ud	0,10	3	0,30
RELÉ	€/ud	1,65	1	1,65
TRANSISTO BC547	€/ud	0,13	1	0,13
OPTOACPOPLADOR 4N35	€/ud	0,20	1	0,20
DIODO 2A	€/ud	0,32	2	0,64
CONDENSADOR 330µf	€/ud	0,90	3	2,70
BUZZER 100dB	€/ud	0,67	1	0,67

PLACA ARDUINO O SIMILAR	€/ud	4,38	1	4,38
PLACA PCB	€/ud	0,42	1	0,42
CABLEADO	€/ud	0,05	4	0,20
TORNILLOS M1,2 CABEZA GRANDE	€/ud	0,11	4	0,44
REMACHE	€/ud	0,05	6	0,30
TORNILLOS M1,2 ESTANDAR	€/ud	0,15	4	0,60
RESORTE ELÉCTRICO	€/ud	0,11	1	0,11
			TOTAL	26,164

Tabla 22 – Coste de los elementos comerciales

COSTE DE LAS PIEZAS:

NOMBRE	MATERIAL	UD	COSTE UNITARIO (€/Kg)	CANTIDAD MATERIAL (Kg)	Nº DE PIEZAS	COSTE (€)
CARCASA DELANTERA	ALUMINIO 6013	€/Kg	1,90	0,200	1	0,380
CARCASA TRASERA	ALUMINIO 6013	€/Kg	1,90	0,150	1	0,285
SOPORTE PRINCIPAL	PP	€/Kg	1,24	0,050	1	0,062
SOPORTE DE LA CADENA	PP	€/Kg	1,24	0,090	1	0,120

TAPON LATERAL	SILICONA	€/Kg g	1,67	0,030	1	0,050
TAPON FRONTAL	SILICONA	€/Kg g	1,67	0,018	1	0,030
					TOTAL	0,847

Tabla 23 – Coste de las piezas
COSTE DEL EMBALAJE:

NOMBRE	COSTE UNITARIO (€/Kg)	Nº DE PIEZAS	COSTE (€)
CAJA	0,5	1	0,50
CARCASA ESPUMA	0,750	2	1,60
		TOTAL	2,1

Tabla 24 – Coste del embalaje
COSTE MANO DE OBRA:

OPERARIO	SALARIO (€/h)	TIEMPO POR PRODUCTO (mins)	COSTE (€)
OPERARIO DE ENSAMBLAJE	7,5	5	0,30
OPERARIO INYECTORA	8	1	0,50
OPERARIO FRESADORA	8	1	0,50
OPERARIO DE PRUEBAS	8	0,15	0,020
SUPERVISOR DE CALIDAD	7,5	5	0,63
		TOTAL	1,93

Tabla 25 – Coste de la mano de obra

El supervisor de calidad será el encargado de realizar 2 ensayos de seguridad por cada 100 productos fabricados, para así testear su calidad.

COSTES TOTALES:

<u>COSTES DIRECTOS</u>	COSTE (€)
1 COSTE DE LAS PIEZAS	0,847
2 COSTES ELEMENTOS COMERCIALES	26,164
3 COSTES MATERIAL EMBALAJE	2,1
4 COSTE DE MANO DE OBRA	1,93
TOTAL	30,90
<u>COSTES INDIRECTOS (10%)</u>	3,09
TOTAL COSTES INDUSTRIALES	34
<u>DISTRIBUCION Y MARKETING (15%)</u>	5,1
TOTAL	39,1
<u>BENEFICIO INDUSTRIAL (30%)</u>	11,73
PVP	50€

Tabla 26 – Costes totales

VIABILIDAD DEL PRODUCTO

La viabilidad del producto se realiza para ver si este es rentable o no, se estudiará su viabilidad a 5 años, comprobando los beneficios y las pérdidas que ofrece.

- El proveedor dispondrá de toda la infraestructura necesaria para la fabricación de las piezas pedidas.

- El número de ventas cambiará cada año, se espera unas ventas de 1000 unidades el primer año, un incremento del 15% el segundo, un 5% el tercer año y un estancamiento los últimos años de su vida.
- Se calculará una inflación del 2% cada año.
- El molde para la espuma se alquilará, ya que las medidas son “estándar”.

La inversión inicial se calcula a partir de los gastos previstos en los moldes y alquiler de maquinaria. En este caso el molde para las piezas de aluminio, al ser de doble cavidad sale más rentable. Por otro lado, el precio del molde para inyección de plástico igualmente es de medidas pequeñas, por lo que la inversión no es mucho mayor.

MOLDE ALUMINIO: 17.658,20€.

MOLDE PLÁSTICO: 15.253,25€.

ALQUILER Y RECAMBIO HERRAMIENTAS: 6.537€.

Suman un total de: 39445€. Para redondear y tener un pequeño margen para imprevisto durante el proyecto, se redondea la inversión inicial a 42.000€

A continuación, se calcula la rentabilidad del producto:

$$\text{Rentabilidad} = \text{Beneficio Neto} / \text{Inversión}$$

$$\text{Rentabilidad} = 11,73 / 39,1 = \mathbf{0,3 (30\%)}$$

En la siguiente tabla se calcula el beneficio neto del producto.:

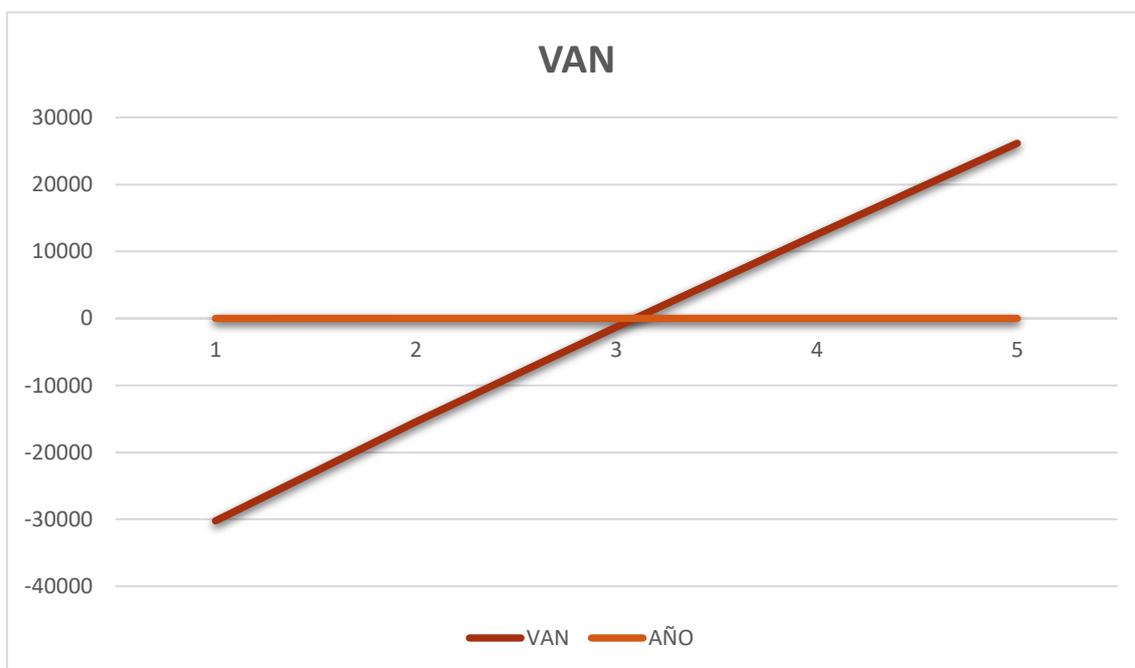
AÑO	PREVISION DE VENTAS	INGRESOS POR VENTAS	COSTES TOTALES	BENEFICIO NETO
1	1.000	50.000	35.000	15.000
2	1.150	57.500	39.100	18.400
3	1.200	60.000	42.000	18.000
4	1.200	60.000	42.000	18.000
5	1.200	60.000	42.000	18.000
			TOTAL	87.400

Tabla 27 – Beneficio neto

AÑO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSION	42.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
UDS VENDIDAS	0	1.000	1.150	1.200	1.200	1.200
GASTOS		35.000	39.100	42.000	42.000	42.000
INGRESOS VENTAS		50.000	57.500	60.000	60.000	60.000
BENEFICIOS		15.000	18.400	18.000	18.000	18.000
FLUJO CAJA	42.000	12.000	15.400	15.000	15.000	15.000
VAN		-30235.29	-15433.29	-1298.45	12559.23	26145.19

Tabla 28 – PVP

La recuperación de la inversión inicial se empieza a producir al inicio del tercer año. A partir de entonces es viable.


Gráfico 13 – VAN

