



Activador a distancia de juguetes electrónicos para adaptarlos a niños con discapacidad.

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

MARÍA LUZ ZACARÍAS DEBÓN

TUTOR: JAUME GUAL ORTÍ

ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN 1. MEMORIA	7
1. Objetivo	9
2. Justificación y planteamiento inicial de la problemática	9
3. Alcance	10
4. Antecedentes	11
4.1. Discapacidad y tipos	11
4.2. COCEMFE.....	11
4.3. Pulsadores específicos.....	13
5. Normas y referencias	17
5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	17
5.2. Programas de cálculo	19
5.3. Bibliografía	19
5.4. Webgrafía	20
5.5. Otras referencias.....	21
6. Definiciones y abreviaturas.....	22
7. Requisitos de diseño	23
8. Análisis de soluciones.....	24
8.1. Propuesta final	28
9. Resultados finales.....	29
9.1. Explicación de los cambios de diseño	29
9.2. Diseño final.....	30
10. Estudio económico	33
10.1. Coste del producto	33
10.2. Alcance del presupuesto.	35
11. Orden de prioridad entre los documentos	36
VOLUMEN 2. ANEXOS.....	38
1. Anexo 1. Antecedentes y búsqueda de información	41
1.1. Definiciones y tipos de discapacidades	41
1.2. Antecedentes comerciales	42
1.3. Antecedentes caseros	43
1.4. COCEMFE Valencia	44
2. Anexo 2: Diseño conceptual.....	46
2.1. Conocimiento del problema.....	46
2.2. Establecimiento de los objetivos.....	48

2.3.	Convertir los objetivos no cuantificables en cuantificables	55
2.4.	Análisis de soluciones.....	57
2.5.	Conclusión del análisis de soluciones.....	64
3.	Anexo 3. Estudio ergonómico	66
3.1.	Perímetro del velcro.....	66
3.2.	Radio curvatura	72
3.3.	Conclusiones.....	72
4.	Anexo 4. Estudio de los componentes, procesos de fabricación y materiales.	74
4.1.	Elementos comerciales	74
4.2.	Elección del dispositivo	75
4.3.	Proceso de fabricación	76
VOLUMEN 3. PLIEGO DE CONDICIONES.....		80
1.	Introducción	82
2.	Preferencia y compatibilidades entre documentos	82
3.	Objetivos generales del producto	82
4.	Elementos comerciales	83
5.	Máquinas y herramientas para la fabricación.....	84
5.1.	Proceso de fabricación.....	84
5.2.	Máquina FDM	84
6.	Descripción de materiales.....	86
6.1.	Materiales de la carcasa.....	86
7.	Listado de piezas	87
8.	Ensamblaje del producto.....	88
9.	Instalación del dispositivo	89
10.	Condiciones de uso del producto.....	90
11.	Normativas y ensayos	90
VOLUMEN 4. ESTADO DE MEDICIONES.....		94
1.	Listado de piezas y dimensiones	96
2.	Tiempo de fabricación.....	96
VOLUMEN 5. PRESUPUESTO		98
1.	Coste del producto	100
1.1.	Coste de la materia prima	100
1.2.	Coste de los elementos comerciales	100
1.3.	Coste de los elementos auxiliares	101
1.4.	Coste de la mano de obra	102
1.5.	Coste unitario del producto	102

2. Alcance del presupuesto	103
VOLUMEN 6. PLANOS.....	105

VOLUMEN 1. MEMORIA

VOLUMEN 1. MEMORIA	7
1. Objetivo	9
2. Justificación y planteamiento inicial de la problemática	9
3. Alcance	10
4. Antecedentes	11
4.1. Discapacidad y tipos	11
4.2. COCEMFE	11
4.3. Pulsadores específicos.....	13
5. Normas y referencias	17
5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	17
5.2. Programas de cálculo	19
5.3. Bibliografía	19
5.4. Webgrafía	20
5.5. Otras referencias	21
6. Definiciones y abreviaturas	22
7. Requisitos de diseño	23
8. Análisis de soluciones.....	24
8.1. Propuesta final	28
9. Resultados finales.....	29
9.1. Explicación de los cambios de diseño	29
9.2. Diseño final.....	30
9.2.1. Componentes	30
9.2.2. Materiales	30
9.2.3. Proceso de fabricación	31
9.2.4. Ilustraciones del producto final.....	31
10. Estudio económico	33
10.1. Coste del producto	33
10.1.1. Coste de la materia prima	33
10.1.2. Coste de los elementos comerciales	34
10.1.3. Coste de los elementos auxiliares	34
10.1.4. Coste de la mano de obra	35
10.1.5. Costes directos	35
10.1.6. PVP	35
10.2. ALCANCE DEL PRESUPUESTO	35
11. Orden de prioridad entre los documentos	36

1. Objetivo

El objetivo del proyecto es diseñar un botón activador de juguetes para su uso por parte de niños con discapacidad.

Para ello se pretende diseñar un objeto funcional y manejable de formas orgánicas, prestando atención a la ergonomía de su forma, para que el resultado sea un pulsador fácil de depositar sobre el cuerpo sin necesidad de sujetarlo. Además, debe ser versátil, para poder ser utilizado en el mayor número de posiciones posibles, y poder ser accionado con varias partes del cuerpo. También se desea que no esté limitado por cables. Que su acabado, forma y color sean atractivos en el mundo del juguete. Para así dar solución a un problema para el cual no existe ningún producto específico diseñado hasta el momento.

2. Justificación y planteamiento inicial de la problemática

La comercialización de productos y servicios está ligada a la rentabilidad de ellos, por lo que en general se diseña pensando en un público amplio. Esto provoca que la mayoría de productos, como el que aquí se trata, no estén preparados para ser utilizados por personas con necesidades especiales. Aproximadamente un 15% de la población mundial padece algún tipo de discapacidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS). El porcentaje es muy alto, pero el problema deriva en que estas discapacidades son muy diversas: visuales, cognitivas, intelectuales, auditivas, motoras o de movilidad. A esto se añade que dentro de cada discapacidad los niveles y limitaciones son diversos, lo que provoca una gama muy amplia de necesidades específicas en este tipo de usuarios.



Figura 2.1. Informe mundial sobre la discapacidad

Aunque es un problema cada vez más tomado en cuenta sobre todo en países desarrollados, ni si quiera así se llega a adaptar la vida cotidiana a todas estas necesidades especiales. Esto provoca una situación en la cual personas con discapacidad y su entorno necesitan adaptar cantidad de objetos para facilitar la autonomía de estas.

Como ya se ha mencionado, la mayoría de juguetes que se ofrecen en el mercado no se diseñan pensando en incluir a niños con discapacidad (Fig. 2.2.), lo que limita la gama de juguetes que pueden utilizar. De entre todos los juguetes que no permiten su fácil manipulación y uso, los electrónicos son una buena propuesta debido a sus movimientos son autónomos. El único hándicap es adaptar el interruptor de encendido y accionamiento del juguete para hacerlo fácilmente accesible a niños con necesidades especiales, especialmente niños con dificultades en la manipulación y la destreza manual. Así, otro objetivo de nuestro pulsador será ampliar la gama de juguetes a los que pueden acceder estos niños, consiguiendo integración en el ocio.



Figura 2.2. Pulsadores no accesibles

Se pretende, por lo tanto, darles, a este tipo de niños, la opción de divertirse compartiendo con otros niños el momento del juego. Realizando un producto tan útil como atractivo, para el sector del juguete.

3. Alcance

El proyecto pretende alcanzar todas las etapas del desarrollo de un producto. Desde obtener la información y documentación necesaria para el desarrollo del mismo, a partir de la cual nos serviremos para realizar el diseño conceptual del producto hasta el diseño final de éste, estudio de materiales, costes, procesos de fabricación y producción, promoción y proceso de distribución, etc... que ayuden a explicar el producto en su totalidad, provocando que resulte atractivo y útil para el usuario y su entorno. Todas las fases del proyecto serán:

- Búsqueda de antecedentes.
- Diseño conceptual.
- Diseño preliminar.
- Cálculos mecánicos para el diseño.
- Estudio ergonómico.
- Selección de materiales.
- Diseño de detalle.
- Descripción de procesos de fabricación.
- Planos de las piezas.
- Renders y ambientaciones.
- Planificación del proyecto.
- Cálculo del coste del producto.
- Estudio de mercado y viabilidad económica.

En cuanto al alcance del producto, se pretende, dada la gran cantidad de productos específicos necesarios para adaptar la vida cotidiana a personas con discapacidad, que el producto sea de mínimo coste y fácil acceso. Para ello se tendrá muy en cuenta el proceso de fabricación, materiales y montaje del producto para que el resultado sea lo más económico posible. Igual que para dar acceso al producto, se pretende realizar en plataformas gratuitas para que personas sin recursos puedan llegar a la información necesaria para realizárselo ellos mismos para sus hijos con discapacidad.

El pulsador activador debe entenderse como un elemento flexible que se adapta a cualquier juguete electrónico básico, la acción de adaptar el juguete concreto (por ejemplo, un peluche que ladra, una muñeca que habla, un coche de pilas que se mueve y choca contra los obstáculos, etc.)

no es parte del alcance de este proyecto, el cual se centra únicamente en el diseño del pulsador activador.

4. Antecedentes

4.1. Discapacidad y tipos

“Dicho de una persona: Que padece una disminución física, sensorial o psíquica que la incapacita total o parcialmente para el trabajo o para otras tareas ordinarias de la vida.” (RAE)

La discapacidad no es un problema de salud. Es un fenómeno complejo que refleja la interacción entre las características del cuerpo de una persona y las características de la sociedad en la que vive. Superar las dificultades que enfrentan las personas con discapacidad requiere intervenciones para eliminar la barrera ambiental y social.

Se suelen englobar las discapacidades en visual, cognitiva, auditiva y física o motora. Las causas por las que se puede padecer estas discapacidades son por una causa prenatal, natal o posterior al parto. Y su causa también puede ser genética o desconocida. Nosotros centraremos nuestra atención en la discapacidad física y motora, ya que es la que se sufre de problemas para manipular objetos.

- La **discapacidad física** se puede definir como una desventaja, resultante de una imposibilidad que limita o impide el desempeño motor de la persona afectada.

La discapacidad física se origina por una deficiencia física, es decir, la pérdida o anomalía en la estructura anatómica de los sistemas osteoarticular (huesos y articulaciones), nervioso o muscular.

- **Discapacidad motriz** es la dificultad que presenta una persona en el manejo y control de su cuerpo y que por sus características requiere de la implementación de diversas adecuaciones para que pueda desenvolverse en los diversos contextos en los que participa.”

4.2. COCEMFE

El proyecto surge a partir del encargo de la Confederación Española de Personas con Discapacidad Física y Orgánica (COCEMFE), desde este organismo destacan la problemática de muchos niños con discapacidad que no pueden jugar y a los que se les adapta con pulsadores algunos juguetes electrónicos. Este sistema de adaptación es improvisado, así se destaca la necesidad de generar un sistema de accionamiento especialmente proyectado para el caso.

Con estos adaptadores los niños pueden activar el juguete con alguna miembro del cuerpo, a veces con el cuello, otras con la axila, la barbilla, etc. Al activar el juguete pueden por fin interactuar con él y escuchar, por ejemplo, a la muñeca que habla, o al robot que camina, etc...



Figura 4.2.1 Iniciativa de COCEMFE para adaptaciones de material informático y juguetes.

Desde COCEMFE describen situaciones de niños con discapacidad que no han podido jugar en sus primeros años de vida con juguetes electrónicos, y cuando han podido por fin hacerlo su satisfacción ha sido máxima, en algunos casos pueden pasar más de 4 años sin experimentar este tipo de juegos.

Las soluciones desarrolladas por COCEMFE son productos caseros que se desarrollan manualmente. Logran un producto de total utilidad, pero dejando al margen aspectos como el estético, el buen acabado y la seguridad de la instalación. Además, para su montaje se requieren ciertos conocimientos electrónicos y de material específico como soldadores.

En la actualidad, los familiares o asistentes sociales del centro adaptan estos juguetes a partir de información suministrada en video tutoriales y blogs para tal efecto. El resultado de esto es un producto de bajo coste con carácter casero, hecho a mano. En estos blogs informativos se enseña a desmontar el juguete y a encontrar los accionamientos para manipularlos y, normalmente, añadirle un cable extensor que deriva en el pulsador de accionamiento que el niño puede presionar. Este pulsador de accionamiento, que es el objeto de este proyecto, se realiza también manualmente, con los recursos mínimos, como por ejemplo aprovechando la bisagra de una caja porta CD's para emplearla como elemento de accionamiento.



4.2.2. Pulsadores hechos a mano por el asistente social de COCEMFE CV (Valencia)

4.3. Pulsadores específicos

En este sentido, en un sondeo del mercado encontramos más soluciones de este tipo ofrecidas por personas del entorno de niños con discapacidades para solventar las dificultades diarias a las que se enfrentan. Estas soluciones, como ya hemos avanzado, suelen ser apaños caseros de objetos de uso cotidiano. Esto es debido a que los pocos productos diarios diseñados específicamente para estas personas son caros y de difícil acceso, esto es un problema dada la necesidad de adaptar tantos objetos a la vida de estas personas.

En el caso que nos atañe ocurre lo mismo, existen algunos juguetes diseñados específicamente para niños con discapacidades visuales, motoras, cognitivas o auditivas, los cuales son caros y solo se venden en sitios específicos. Tomaremos como referencia estos productos, ya que han sido creados estudiando las necesidades especiales de estos niños.

Un ejemplo de todo esto es la Guía AIJU (Costa, 2007) creada por el citado Instituto Tecnológico especializado en juguete, producto infantil y ocio, la cual recomienda juguetes específicos para las distintas capacidades e incluso adaptaciones de juguetes del mercado. Aun así, el problema de estos productos es la limitación de gama, el niño no puede elegir entre los juguetes de moda, o compartir el momento de juego con otros niños. Esta es una de las carencias en el mercado que justifican el planeamiento de este proyecto.



Figura 4.3.1. Portada guía AIJU

Detectada pues la limitada gama existente de juguetes que permiten compartir el momento de ocio, existen tutoriales que de manera artesanal ayudan a adaptar algunos juguetes. Dado que el problema es la dificultad de manipular los juguetes con la reducida movilidad, los juguetes electrónicos que se mueven por sí mismos son una buena alternativa. La única pega es poder darle al niño el control del mando. Por ello, se realizan extensiones de los interruptores de encendido mediante pulsadores. Esta medida es adoptada, por ejemplo, por la asociación COCEMFE CV en Valencia, como hemos podido observar en la *Figura 4.3.1.*, pero además la encontramos en otros sitios. Estos pulsadores mantienen la característica común de conectarse a los juguetes con un puerto *Jack* tras haber modificado el juguete. Algunas de estas soluciones son las que describimos a continuación:

- Los pulsadores de fabricación casera.

Estos pulsadores son para obtenerlos mediante un video tutorial o unas instrucciones donde se enseña a montar un dispositivo con componentes electrónicos, que mediante un cable con puerto Jack conecta con el juguete, el cual también se explica cómo adaptarlo. Por tanto, estos dispositivos extraen del propio juguete el interruptor, dejándolo al alcance el niño.

En la *Figura 4.3.2.* podemos observar un ejemplo de un montaje casero. El pulsador resultado de un video tutorial explicativo del montaje, muestra un botón pequeño, difícil de pulsar por una persona con poca precisión en sus movimientos. Además, observamos que los componentes quedan al aire y sin protección.



Figura 4.3.2. Pulsador casero de video tutorial explicativo

Otro ejemplo de este tipo de pulsadores es el mostrado en la *Figura 4.3.* también resultado de un tutorial donde explican el proceso de montaje. Este en concreto ha sido pensado para movimientos de dedos. Cabe destacar el buen diseño funcional de este pulsador, ya que con un ligero movimiento de dedo se activa el juguete. Por el contrario, para niños con poca destreza manual queda descartado, ya que la activación podría realizarse por error y no por voluntad. También destacamos, en este sentido, el uso de velcros como una solución para sujetarlo a los miembros del cuerpo del usuario. De hecho, el velcro es utilizado frecuentemente en soluciones de productos para personas con discapacidad.

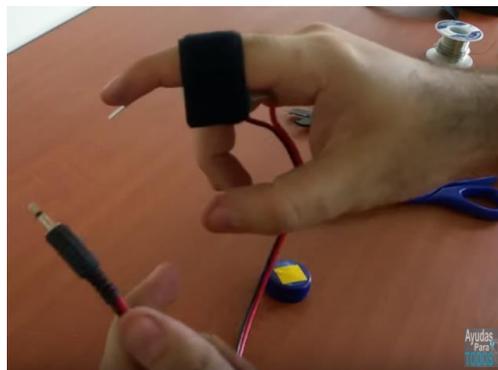


Figura 4.3.3. Pulsador casero para dedo de video tutorial explicativo

Otro tipo de ejemplo de pulsador casero sería el mostrado en la *Figura 4.3.4.* donde el montaje se ha realizado reciclando parte de otro juguete. De entre las soluciones mostradas hasta el momento esta solución es la única que muestra una estética propia del mundo del juguete. Por

el contrario, su diseño no es tan funcional. Su forma cilíndrica dificulta el asirlo durante su utilización. Además, su forma no permite accionarlo con una sola mano, lo que limita el número de niños que podría utilizarlo.



Figura 4.3.4. Pulsador casero reciclando juguete de video tutorial explicativo

Concluimos que estos pulsadores, aunque ingeniosos, carecen de características como una estética propia del mundo del juguete, acabados buenos, seguridad del montaje y facilidad de fabricación. Los componentes electrónicos se dejan al aire, las soldaduras y cables visibles. Carecen de envoltura que tenga color o buen acabado. Los procesos de montaje requieren herramientas concretas como soldadores y conocimientos de electrónica.

Por último, también cabe destacar que para juguetes que no se desplazan, sino que solo se activan en el sitio pueden ser válidos, pero no para juguetes que se muevan recorriendo espacios, ya que el cable limita su rango de uso.

Todas estas carencias que hemos observado serán tomadas en cuenta a la hora de diseñar el nuevo producto para poder resolver todas las dificultades que se plantean.

- **Los pulsadores comerciales.**

Otra alternativa común es el empleo de ciertos pulsadores que se comercializan, y los video tutoriales o instrucciones únicamente enseñan a instalarlos en el juguete. Estos pulsadores únicamente cumplen la característica de ser grandes y por ellos fácilmente accionables. Su acabado y estética colorida si está relacionada con el mundo del juego. Por el contrario, al no estar diseñados para esta función estos pulsadores solo son asentables en superficies planas, lo que limita el juego a una mesa o el suelo. No permiten al usuario asirlo y depositarlo sobre el cuerpo.

En la *Figura 4.3.5.* mostramos distintos pulsadores que se suelen adquirir con este fin. Su tamaño o color los hacen adecuados para el mundo del juego, pero no su forma y modo de empleo.



Figura 4.3.5. Botón para jugar de Amazon.

En la *Figura 4.3.6.* podemos observar el resultado extraído de un video tutorial donde se explica a adaptar los juguetes para conectarlos a este pulsador añadiendo un hembra Jack al muñeco.



Figura 4.3.6. Pulsador comercial adaptado en un video tutorial a juguetes

Por último, dentro de los pulsadores comerciales, destacar algún caso especial como el mostrado en la *Figura 4.3.7.* el cual utiliza un pulsador en forma de pedal para dar solución al problema. Como sucede con otros ejemplos mostrados, para aquellos niños que guarden movilidad en las piernas es una buena solución, pero restringe a un gran número que no lo tiene, limitando su uso a un solo miembro del cuerpo.



Figura 4.3.7. Pulsador casero de pedal de instrucciones de montaje

Por otro lado, recogiendo otros estudios de apoyo, encontramos buenos ejemplos de prácticas del diseño inclusivo planteadas en el artículo (Gual, 2017). Se menciona un producto en concreto para escurrir el agua en verduras para la ensalada, el cual se activa mediante un botón que acciona el giro, el botón se puede accionar de diferentes modos ejerciendo poca presión, con la mano o dedos, con el antebrazo, codo, etc., haciendo de él un producto de uso flexible. Con ello consiguen adaptar un producto a cualquier usuario con capacidades de movilidad especiales. Este tipo de diseño inclusivo es el que nos interesa como referencia de un buen diseño de producto, ya que el objetivo de nuestro proyecto también es adaptar un objeto de uso cotidiano a la normalidad diaria de los niños.



Figura 4.3.8. Escurridor accionable con botón

5. Normas y referencias

En este apartado se van a indicar tanto la normativa seguida durante el proyecto como las fuentes de información relevantes para llevarlo a cabo.

5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Las normas seguidas para la correcta realización del producto son:

NORMATIVAS EUROPEAS

- **Directiva 2001/95/CE:** Sobre la seguridad de los productos en la Unión Europea.
- **Directiva 88/378/CEE:** Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de seguridad de los juguetes (Derogada a partir del 20/7/2011 y 20/7/2013).
- **Directiva 85/374/CEE:** Relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros en materia de responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos.
- **Directiva 76/769/CEE:** Sobre los ftalatos en juguetes y puericultura.
- **Decisión 768/2008/CE:** Declaración de conformidad de los productos.
- **Decisión 2001/579/CE:** Sobre la publicación de la referencia de la norma EN 71-1:2005, "Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades mecánicas y físicas", por lo que respecta a los requisitos técnicos aplicables a los juguetes hemisféricos de conformidad con la Directiva 88/378/CEE del Consejo sobre la seguridad de los juguetes.
- **Decisión 2009/48/CE:** Sobre la seguridad de juguetes.

NORMAS UNE-EN

- **UNE 93020 IN: 2000:** Seguridad de los juguetes. Guía de aplicación de la Norma UNE-EN 71-1:2006.
- **UNE-EN 71-1: 2006+A6: 2009:** Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades mecánicas y físicas.
- **UNE-EN 71-2: 2006+A1: 2009:** Seguridad de los juguetes. Inflamables.

Las normas seguidas para la documentación del proyecto:

- **UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010.** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).
- **UNE 1166-1:1996.** Documentación técnica de productos. Vocabulario. Parte 1: Términos relativos a los dibujos técnicos: Generalidades y tipos de dibujo.
- **UNE-EN ISO 3098-0:1998.** Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:1997).
- **UNE-EN ISO 5455:1996.** Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- **UNE-EN ISO 5457:2000.** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- **UNE-EN 157001:2002.** "Criterios generales para la elaboración de proyectos".
- **UNE-EN ISO 3098-0:1998.** "Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales".
-

La normativa seguida para la presentación de los planos:

- **UNE-EN ISO 128:2000.** Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 20: Convenciones generales para las líneas.
- **UNE 1039:1994.** Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- **UNE-EN ISO 1660:1996.** Dibujos técnicos. Acotación y tolerancias de perfiles. (ISO 1660:1987).
- **UNE-EN ISO 5455:1996.** Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- **UNE 1135:1989.** Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- **UNE 1027:1995.** Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- **UNE 1149:1990.** Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales.
- **UNE-EN ISO 128-20:2002.** Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 20: Convenciones generales para las líneas. (ISO 128-20:1996)
- **UNE-EN ISO 128-21:2002.** Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 21: Preparación de líneas mediante sistemas de DAO (diseño asistido por ordenador). (ISO 128-21:1997).
- **UNE-EN ISO 5845-1:2000.** Dibujos técnicos. Representación simplificada del montaje de piezas mediante elementos de fijación. Parte 1: Principios generales. (ISO 5845-1:1995).
- **UNE-EN ISO 7083:1996.** Dibujos técnicos. Símbolos para las tolerancias geométricas. Proporciones y medidas. (ISO 7083:1983).

5.2. Programas de cálculo

Para el desarrollo de este proyecto se han utilizado diferentes programas, sin los cuales el proyecto no se hubiese podido realizar.

- De Microsoft Office se han utilizado Word y Excel. Word en especial, como soporte de todos los documentos y Excel para algunos cálculos y tablas.



- Del Pack Adobe se ha utilizado Photoshop para el tratamiento de las imágenes. Además, ha sido muy práctico para darle un soporte informático a los bocetos realizados.



- Cabe destacar Solidworks en concreto, ya que ha sido el programa que ha permitido dar la forma al producto en sí.



- Programa de búsqueda en una base de datos antropométricos, PeopleSize, empleado para el apoyo del estudio ergonómico.
- Programas para imprimir con las técnicas de prototipado, Repetier Server 0.80.3 t Simplify 3D, para la creación de los archivos G-CODE y parámetros del proceso.



5.3. Bibliografía

Costa, M. R. (2007). *Juego, juguetes y discapacidad. La importancia del diseño universal*. AIJU, Centro tecnológico.

Gual, J. (2017). Algunas buenas prácticas en el diseño de productos, entornos y arte inclusivos. *Revista Sonda*(6), 115-122.

5.4. Webgrafía

- Asociación COCEMFE CV Valencia:

<http://www.cocemfevalencia.org/index1.php?s=tad#>

- Adaptación de juguetes:

<https://www.neurorhb.com/blog-dano-cerebral/juguetes-adaptados/>

- Información sobre distintas discapacidades:

<http://tecnoayudas.com/>

- Adaptaciones con jacks:

<http://www.discapnet.es/areas-tematicas/tecnologia-inclusiva/guia-de-juguetes-accesibles/fisica>

- Juguetes inclusivos:

https://www.jugaia.com/es/juguetes-inclusivos/#/juguete_integrador-dificultades_de_socializacion

- Blog con distintas soluciones:

<http://salud.ilunion.com/articulo/2016-05-03/como-adaptar-juguetes-para-ninos-con-discapacidad-motora>

- Estudios sobre motricidad en niños:

<http://www.aiju.info/proyectos/retos-sociales/infancia-y-educacion-sociedad-inclusiva>

- Información del Instituto Tecnológico AIJU:

<http://www.aiju.info/informacion/preguntas-frecuentes>

- Guía AIJU de juguetes especializados:

http://www.guiaaiju.com/2017/articulos/11_juego-y-discapacidad.php

- Juguetes con pulsadores en la guía AIJU:

<http://www.guiaaiju.com/2017/articulos/11-juego-y-discapacidad-motora-juguetes-con-pulsadores.php>

- Video explicativo del montaje de pulsadores:

<https://www.youtube.com/watch?v=3zC6471zilk>

- Video explicativo del montaje de pulsadores:

<https://www.youtube.com/watch?v=Qjign8fphUs>

- Video explicativo del montaje de pulsadores:

<https://www.youtube.com/watch?v=tZKe4ESap4k>

- Artículo informativo sobre adaptaciones con pulsadores:

<http://www.guiaaiju.com/2009/articulos/11-juego-y-discapacidad-motora-juguetes-con-pulsadores.php>

- Información sobre mando a distancia:

<https://curiosoando.com/como-funcionan-los-mandos-a-distancia>

- Información sobre mando a distancia:

<https://blog.ledbox.es/noticias-y-novedades/curiosidades-led/diferencias-entre-control-remoto-ir-vs-rf>

- Información sobre mando a distancia:

<https://www.prometec.net/control-remoto-rf/>

- Información sobre mando a distancia:

<http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>

- Información sobre mando a distancia:

<http://fuhrer-luftwaffe.blogspot.com.es/2009/11/control-remoto-con-rele.html>

- Control remoto:

<https://www.carrod.mx/products/modulo-de-1-relevador-con-control-remoto>

- Control remoto:

<https://www.youtube.com/watch?v=x13yNBL3gdQ>

- Colido 3D:

<http://colido.es/>

- Impresora M2020:

<http://colido.es/impresoras-3d/colido-m2020>

- Impresora Voladora NX:

<https://tumaker.com/es/shop/impresora/bigfoot>

- Amazon:

<https://www.amazon.es/>

- Mando de radio frecuencia:

https://www.amazon.es/dp/B01N33707F/ref=pd_luc_rh_crh_rh_sbs_02_03_t_img_lh?encoding=UTF8&psc=1

5.5. Otras referencias

Los siguientes apuntes del grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Productos:

- DI1003, DI1007 Expresión Gráfica I, II
- DI1011 Empresa
- DI1010, DI1015 Materiales I, II
- DI1012, DI1028 Diseño Asistido por Ordenador I, II
- DI1013 Mecánica y Resistencia de Materiales
- DI1014 Diseño Conceptual
- DI1020, DI1021 Diseño para fabricación. Procesos y Tecnologías I, II
- DI1022 Metodologías del Diseño

- DI1023 Ergonomía
- DI1024 Tecnología Eléctrica aplicada al Producto
- DI1025 Presentación de Productos
- DI1026 Marketing
- DI1027 Diseño Gráfico
- DI1029 Sistemas mecánicos
- DI1030 Producto y Medio Ambiente
- DI1032 Proyectos de Diseño
- DI1034 Sistemas Móviles y Articulados en el Producto
- DI1036 Tecnologías del Plástico y Diseño de Productos
- DI1037 Desarrollo y Prototipado Rápido de Productos

6. Definiciones y abreviaturas

Símbolo	Definición
COCEMFE	Confederación Española de Personas con Discapacidad Física y Orgánica
AIJU	Instituto Tecnológico de producto Infantil y Ocio
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
DIN	Instituto Alemán de Normalización
UNE	Una Norma Española
EN	Norma Europea
<i>customizer</i>	Modificar algo de acuerdo a las preferencias personales.
PVP	Precio de Venta al Público
IVA	Impuesto al Valor Añadido
PDF	Formato de Documento Portátil
mm	Milímetro
cm	Centímetro
m	Metro
m ³	Metro cúbico
''	Segundo
min	Minuto
h	Hora
g	Gramo
kg	Kilogramo
L	Litro
€	Euro
∅	Diámetro
CD	Costes Directos
CI	Costes Indirectos
Vol.	Volumen
Pza	Pieza
Hta	Herramienta
PVC	Policloruro de vinilo
ABS	Acrilonitrilo butadieno estireno
PLA	Ácido poliláctico
SLA	Estereolitografía
SLS	Sinterización Selectiva por Láser
FDM	Modelado por deposición de hilo fundido
3D	3 dimensiones

MJM	Multi-Jet Modeling
n°	número
Fig.	Figura
rf	radiofrecuencia
CC	Corriente Continua
CA	Corriente Alterna
°C	Grados centígrados
MHz	Megahercios
W	Vatio
V	Voltio
Hz	Hercio
E	Campo eléctrico
H	Campo magnético
TPU	Poliuretano termoplástico
.stl	Standard Triangle Language

Tabla 6.1. Abreviaturas

7. Requisitos de diseño

Para el desarrollo del producto final previamente se ha pasado por un proceso de selección que se muestra detalladamente en el documento Anexos, apartado *Diseño conceptual y Análisis de objetivos*. Para obtener la solución óptima de entre las posibles propuestas, se establecen unos objetivos, los cuales son condiciones para la obtención de un buen diseño.

Los objetivos se dividen en tres tipos, las restricciones que son los objetivos no cuantificables, los deseos que son los que no son de obligado cumplimiento y por último las especificaciones que son los cuantificables con criterio variable y escala. A continuación, se muestran los objetivos resultado del proceso de criba descrito en los Anexos 2, apartado *Diseño conceptual*.

- Producto funcional, fácil de manejar (ligero)
 - **Que el producto sea lo más funcional y manejable posible por ser ligero. (E)**
- Diseño inclusivo
 - **Que su diseño sea lo más inclusivo posible. (D)**
- Suave de presionar
 - **Que la fuerza para presionarlo sea la mínima posible. (E)**
- De uso y comprensión intuitiva
 - **Que el producto sea lo más intuitivo para su uso posible. (D)**
- Accionable con cualquier parte del cuerpo (adaptable)
 - **Que sea accionable con cuantas más partes del cuerpo mejor por adaptarse a todas ellas. (E)**
- Diseño innovador
 - **Que su diseño sea lo más innovador posible. (D)**
- Estética de juguete (colores)

- Cuanto más se ajuste a la estética del juguete con variedad de colores mejor. (D)
- Que guste (estimulador y atractivo)
 - Cuento más guste por ser estimulador y atractivo, mejor. (D)
- Componentes normalizados (usos varios)
 - Cuantos más componentes normalizados contenga para ser fácil de obtener y montar mejor. (E)
- Resistente a caídas (duradero)
 - Cuanto más resistente a golpes mejor. (D)
- Rápido y sencillo de fabricar y montar
 - Cuanto más rápido y sencillo de fabricar y montar mejor. (E)
- Que cumpla la normativa (R)
 - Que cumpla la normativa. (R)
- Coste mínimo
 - Cuanto menor sea su precio de fabricación mejor. (D)
- Buena aceptación en el mercado
 - Que la aceptación en el mercado sea la mejor. (D)
- Facilidad de encontrar el producto
 - Cuanto más fácil de obtener el producto en el mercado mejor. (D)
- Cuanto mayor alcance mejor
 - Cuanto mayor alcance de conexión tenga el producto mejor. (E)

8. Análisis de soluciones

Una vez planteados los objetivos, requisitos y especificaciones que debe seguir nuestro diseño, se realizan diferentes propuestas de productos que resuelvan el problema planteado. Estas propuestas de diseño se explican detalladamente junto con los bocetos que mostramos a continuación.

PROPUESTA 1: PULSADOR ESCALABLE

Descripción formal: Se trata de un volumen con una superficie inferior curva, que en su interior contiene el pulsador de activación.

Funcionamiento: La primera propuesta (*Fig.8.1.*) consiste en un diseño de estructura modular. El pulsador puede fabricarse en distintos tamaños según la parte del cuerpo donde se necesite depositar. Por ejemplo, si el pulsador se quiere depositar en la pierna, se escogerá un tamaño más grande, y por tanto con radio más amplio que si se desea para colocar en el hombro (*POSICIONES*). El sistema de sujeción se realizará por ajuste, por ello se deberá elegir bien el tamaño para que el radio encaje con el cuerpo.

El sistema de accionamiento es el de tipo botón, y se podría pulsar ejerciendo ligera presión con cualquier parte del cuerpo que alcance (*RADIO AJUSTABLE SEGÚN PERÍMETRO*).

Además de poder ser colocado sobre zonas curvas del cuerpo, posee dos pequeñas superficies planas que lo hacen apto para poder ser depositado sobre superficies (*APOYABLE EN SUPERFICIES*). Esto los dota al pulsador de una versatilidad de usos para distintas funciones y posiciones de uso. Dado que el pulsador es para utilizar sobre el cuerpo, un cable sería un impedimento, por ello, se pretende inalámbrico.

Materiales previstos: El pulsador estaría fabricado en algún polímero rígido.

Comentarios en relación a los requerimientos: Únicamente es apoyable sobre superficies horizontales por no estar sujeto.

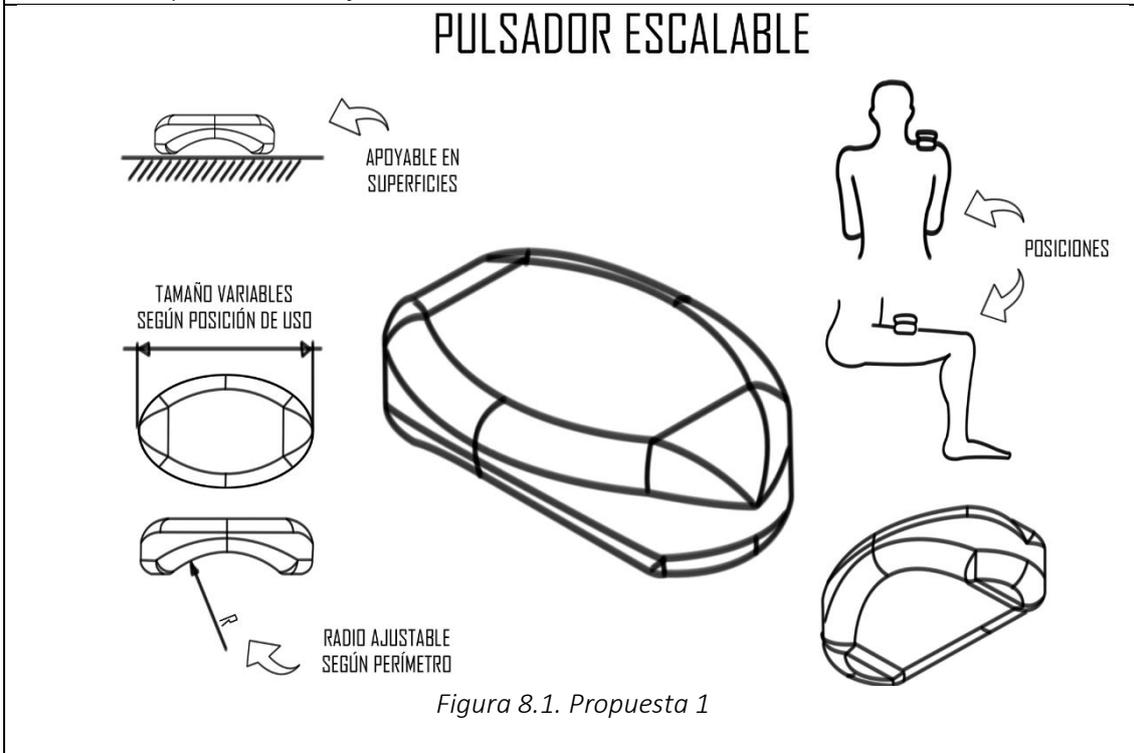


Tabla 8.1. Propuesta 1

PROPUESTA 2: PULSADOR PULSERA

Descripción formal: Se trata de un volumen elipsoide curvado, en su interior se contiene el pulsador de activación.

Funcionamiento: La siguiente propuesta (*Fig. 8.2.*) consiste en un pulsador que se puede fijar al cuerpo. De menor tamaño con respecto a la PROPUESTA 1, también comparte la curvatura para adaptarse a la fisonomía del cuerpo. El tamaño es estándar, ya que no necesita ajustarse para poderse sujetar. El método de sujeción consiste en una cinta de velcro de tamaño variable según la posición en la que se desee fijar (*VELCRO*). Su sistema de sujeción lo dota de mucha versatilidad a la hora de colocarlo en cualquier posición sobre el cuerpo, ya que una vez fijado no se mueve. En el boceto se muestran múltiples posiciones, siendo posibles muchas otras y distintas alturas de estas (*POSICIONES*).

Todo ello permite el movimiento del niño sin que el pulsador se caiga, no es necesario su uso estático como en el resto de propuestas. Por su uso en movimiento y sobre el cuerpo, se pretende incorporar un sistema de accionamiento inalámbrico. Su único inconveniente es que no se puede reposar sobre superficies planas.

Materiales previstos: El pulsador estaría fabricado en algún polímero flexible (elastómero).

Comentarios en relación a los requerimientos: No es posible apoyarlo sobre una superficie.

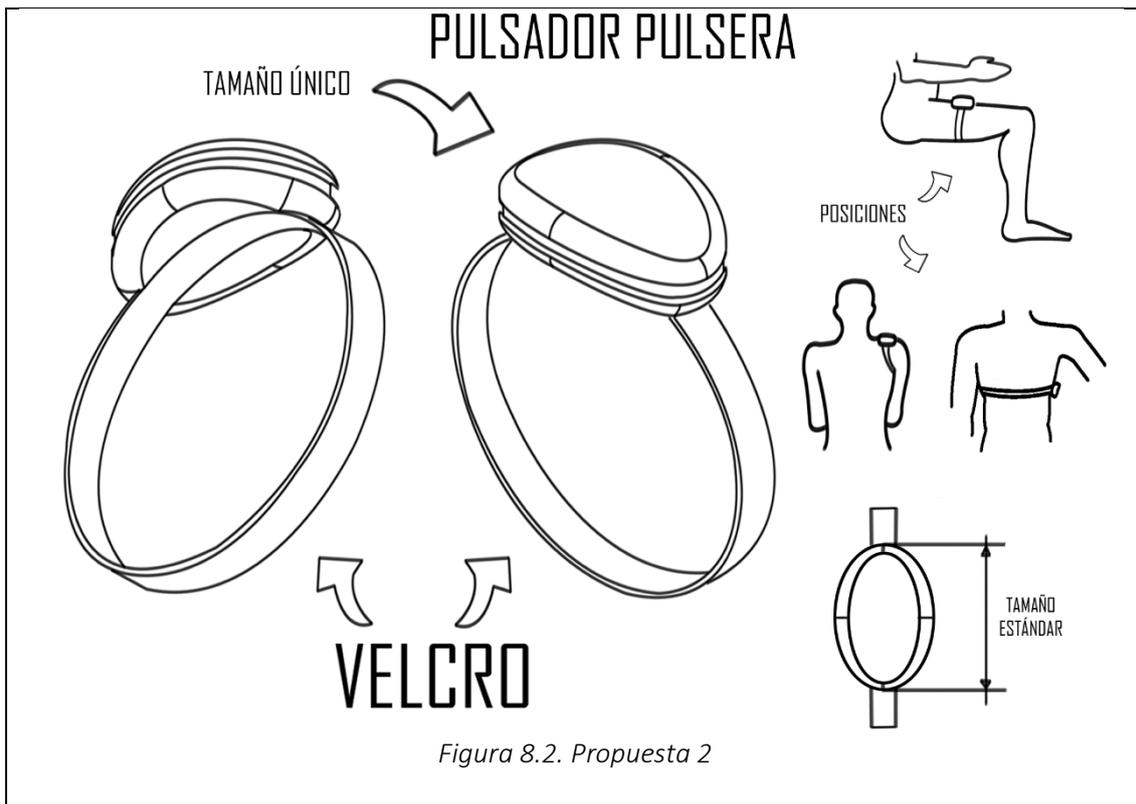


Tabla 8.2. Propuesta 2

PROPUESTA 3: PULSADOR PARA DEDO

Descripción formal: Se trata de un volumen con superficie plana inferior con una extensión de varilla.

Funcionamiento: La propuesta que se muestra a continuación (*Fig. 8.3.*) es un pulsador activable con del dedo. Este pulsador es menos versátil a la hora de posicionarlo, pero su diseño lo hace más sensible y preciso a los movimientos de los dedos. Su larga varilla (*DEFORMABLE*) logra que con muy poca fuerza de presionado el pulsador sea activado. Su modo de empleo es depositado sobre una superficie (*APOYABLE SOBRE SUPERFICIES*), pero añadiéndole velcro se podrían favorecer otras posiciones (*POSIBILIDAD DE AÑADIR VELCRO PARA POER GASTAR FUERA DE SUPERFICIES*). Al estar pensado para superficies no es necesario la eliminación del cable (*CABLE*). Añadido a todo esto, su forma, modo de empleo, y similitud con un ratón de sobremesa lo harían apto para otras funciones como actividades en ordenadores. Su única desventaja es la exclusividad de uso con la mano, lo que excluiría a niños con poco control en el movimiento de los dedos o ninguno.

Materiales previstos: El pulsador estaría fabricado en algún polímero rígido y la varilla de metal.

Comentarios en relación a los requerimientos: Cumple todos los objetivos a excepción de “que sea accionable con cuantas más partes del cuerpo mejor por adaptarse a todas ellas”.

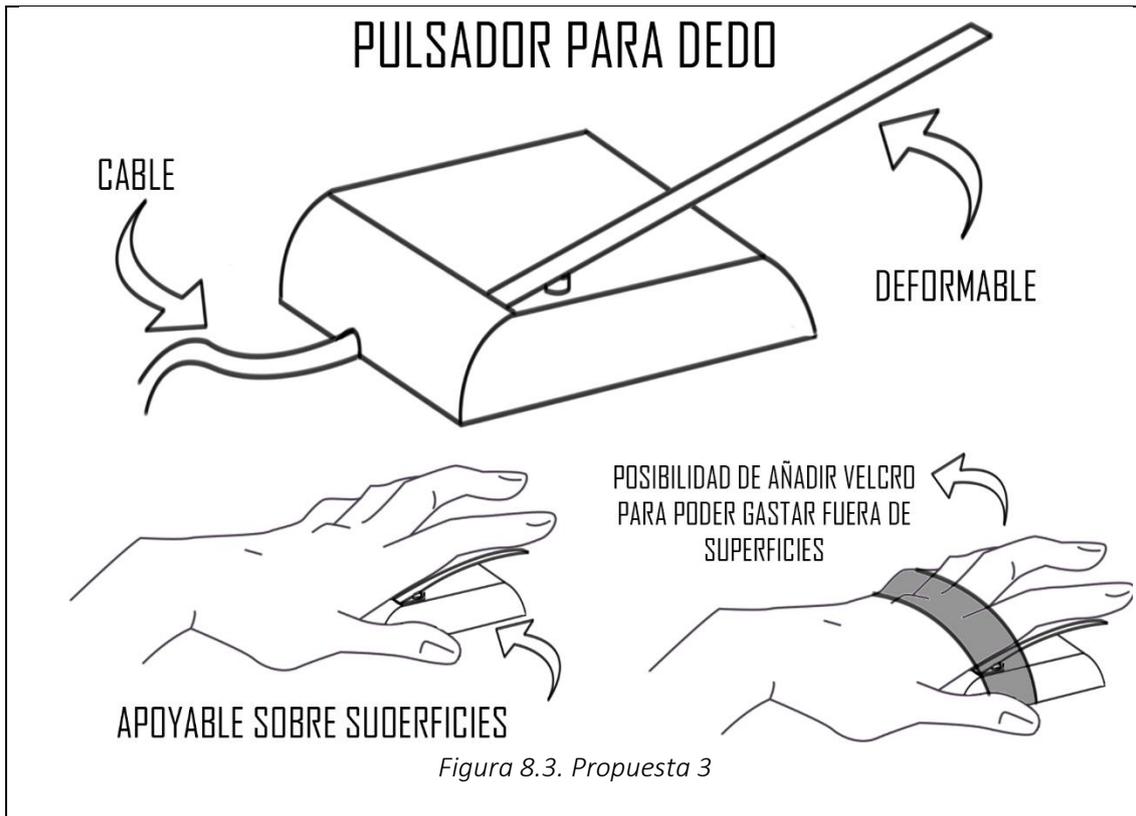


Figura 8.3. Propuesta 3

Tabla 8.3. Propuesta 3

PROPUESTA 4: PULSADOR PEDAL

Descripción formal: Se trata de un volumen con forma de pedal y una superficie inferior plana.

Funcionamiento: La última propuesta es un pulsador que se activa como un pedal. Su modo de empleo únicamente es posible reposado sobre una superficie (*PULSADOR PARA SUPERFICIES*). Dispondría de cable ya que no es necesaria tanta autonomía (*CON CABLE*). Aunque la forma de empleo más común sea con el pie, también se podría presionar con manos o codos (*PARA CODO*). De entre todas las propuestas es el diseño menos versátil, pero dado que lo que se buscaba era cubrir diferentes formas de empleo, era necesario cubrir la opción del pie (*PARA PIE*).

Como en la PROPUESTA 3, el cable permitiría adaptarlo a funciones diversas como el empleo en un ordenador.

Materiales previstos: El pulsador estaría fabricado en algún polímero rígido.

Comentarios en relación a los requerimientos: Cumple todos los objetivos a excepción de “que sea accionable con cuantas más partes del cuerpo mejor por adaptarse a todas ellas”.

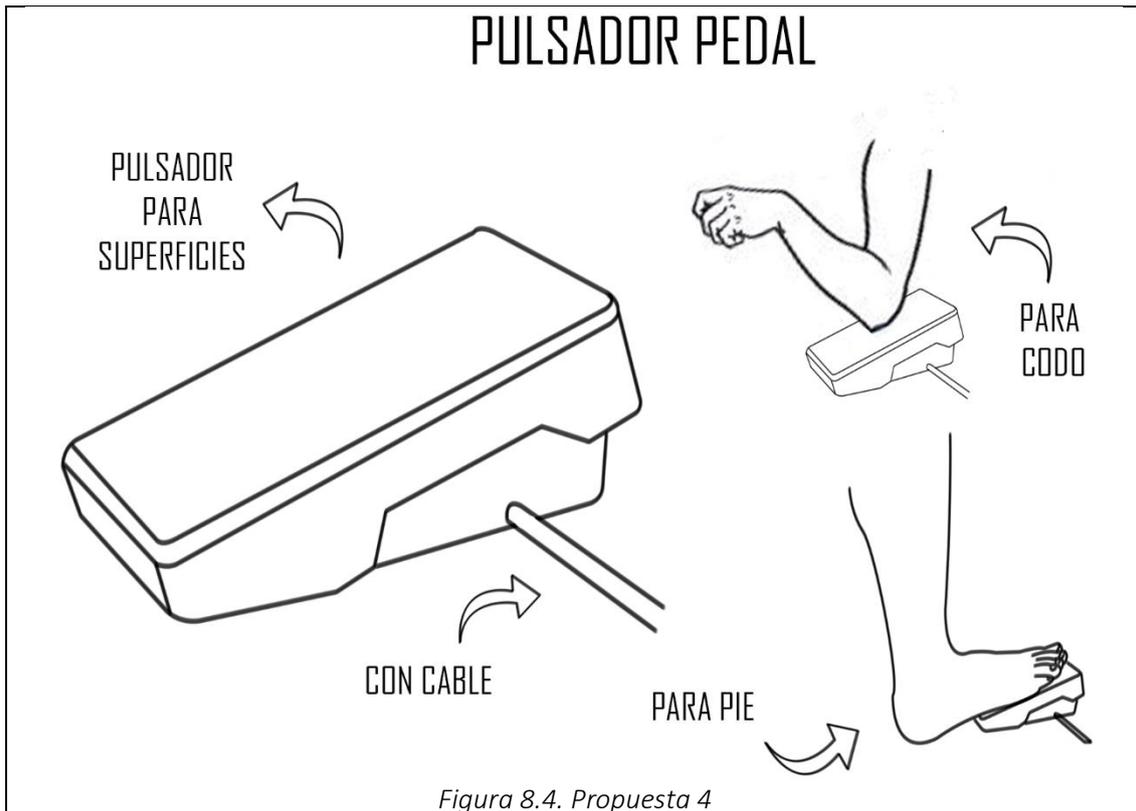


Figura 8.4. Propuesta 4

Tabla 8.4. Propuesta 4

Una vez definidas las posibles alternativas de diseño se someten a un proceso de evaluación de soluciones. Este proceso constará de un método cualitativo, DATUM, y otro cualitativo de objetivos ponderados. Este proceso que se muestra detalladamente en los Anexos apartado de *Selección del diseño final*, será el que nos ayude a decidir, de entre todas las propuestas, la que más se ajusta al cumplimiento de los objetivos.

8.1.Propuesta final

Tras los procesos de evaluación de soluciones, cuantitativo y cualitativo, obtenemos un resultado común, la propuesta 2. Esta propuesta saca mejor puntuación en los dos métodos en comparación con el resto, por ello la adoptamos como idea inicial para desarrollarla y obtener el producto deseado.



Figura 8.1.1. Pulsador pulsera

9. Resultados finales

9.1. Explicación de los cambios de diseño

Para la obtención del resultado final se han realizado distintas pruebas que han ido modificando la propuesta inicial en el producto definitivo.

Tras el análisis de soluciones, se obtiene como propuesta definitiva el pulsador pulsera. Se realiza el primer modelado 3D, el cual se lleva a la empresa de impresión, Colido3D, la cual realiza una primera evaluación. Se detectan problemas en el diseño de carácter de fabricación. Esto es debido a que el diseño inicial se ha planteado prestando atención a su funcionamiento, pero no al proceso de fabricación.

Determinado el material de entre la gama ofrecida por la empresa, se realiza una prueba inicial de tacto. Para comprobar la flexibilidad del material y el grosor a aplicar en toda la pieza, se manipula un muestrario ofrecido por la empresa. Seleccionando finalmente un espesor de 3 mm, por tener la suficiente consistencia para mantener la forma y al mismo tiempo ser flexible para no tener que aplicar mucha presión al pulsar.

Los cambios que se realizan en esta primera etapa son:

- **Cambio de zona de encaje.** La línea de corte pasa a una posición horizontal a una transversal. De esta forma conseguimos que al imprimir las dos partes que conforman la carcasa halla menos espacio en voladizo (*Fig. 11.1.*). De esta forma también reducimos el uso de soporte y por tanto el volumen total de material.

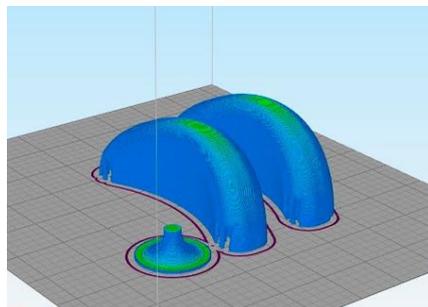


Figura 11.1. Línea de partición de la pieza.

- **Reducción del grosor.** El cambio de lugar de la zona de encaje nos permite reducir la altura del botón, ya que en esta dirección ya no tiene haber espacio para los bordes de encaje (*Fig. 11.2.*).

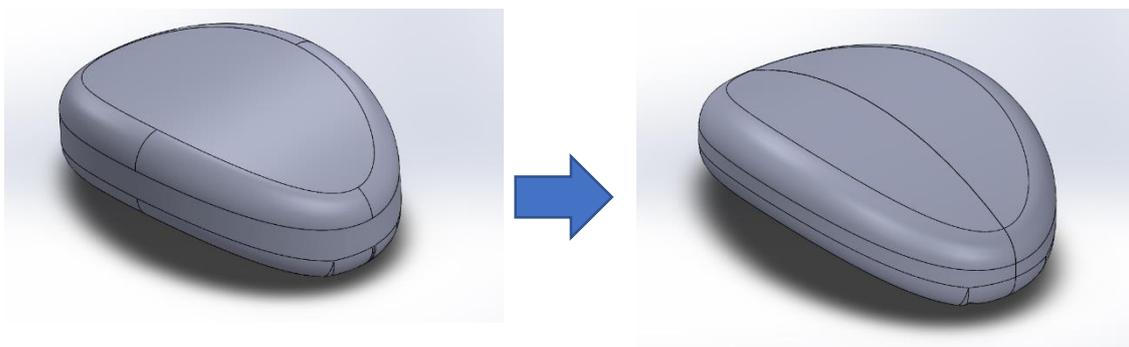


Figura 11.2. Reducción de la altura.

- **Se separación del tetón.** El tetón pasa de ir integrado en las dos partes de la carcasa a ser una pieza independiente (Fig. 11.3.).

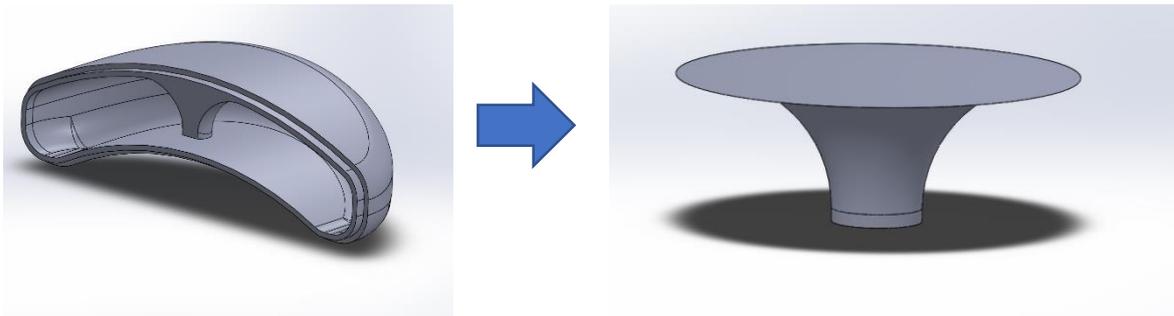


Figura 11.3. Tetón como pieza independiente.

9.2. Diseño final

El producto final tiene forma orgánica, similar a una alubia. Sus dimensiones han sido establecidas mediante una calculo ergonómico definido en el Anexo 3, *Estudio ergonómico*. Las dimensiones principales las podemos ver en la *Figura 9.2.1.*, y el resto de dimensiones vienen especificadas en el Volumen 6, *Planos*. Este tamaño lo hace fácilmente depositable en cualquier parte del cuerpo.

El producto es totalmente inalámbrico, de sencillo montaje e instalación, los pasos de los cuales vienen especificados en el Volumen 3, *Pliego de condiciones*.

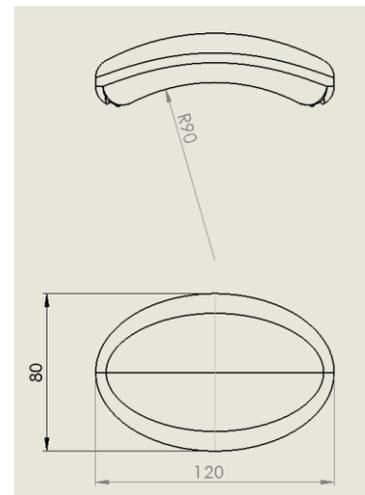


Figura 9.2.1. Dimensiones generales

9.2.1. Componentes

El producto final está conformado por los siguientes componentes:

Carcasa parte 1	Carcasa parte 2	Tetón	Mando RF	Receptor RF	Velcro
					
1 unidad	1 unidad				

9.2.2. Materiales

Los materiales y volúmenes que ocupan las piezas son los mostrados en la tabla, el producto en total tiene una masa de aproximadamente 140g.

Piezas	Empresa	Nº piezas	Medidas generales	Masa (g)
Carcasa parte 1	TPU	1	30134.77 mm ³	35.83

Carcasa parte 2	TPU	1	27660.35 mm ³	32.92
Tetón	TPU	1	2513.35 mm ³	2.99
Mando rf	-	1	56.36 x 31.58 x 11.03 mm	20
Receptor rf	-	1	55 x 51 x 25 mm	48
Velcro	-	1	20 x largo variable mm	variable

9.2.3. Proceso de fabricación

La máquina de Modelado por Deposición de hilo Fundido (FDM) funciona con materiales termoplásticos, en estado de semifusión, que es extruido a través de una boquilla caliente depositándolo capa por capa hasta completar el modelo.

El cabezal de la máquina se calienta por encima de la temperatura de fusión. Cuando el cabezal deposita el material, ejerce una presión sobre el mismo, consiguiendo que el material quede adherido entre sí, y definiendo el ancho de capa deseado.

La máquina utilizada en nuestro caso se llama CoLiDo X3045, y pertenece a la empresa Colido3D

9.2.4. Ilustraciones del producto final

En el siguiente apartado mostramos unos renders realizados para simular distintos colores, iremos mostrando además distintas posiciones.

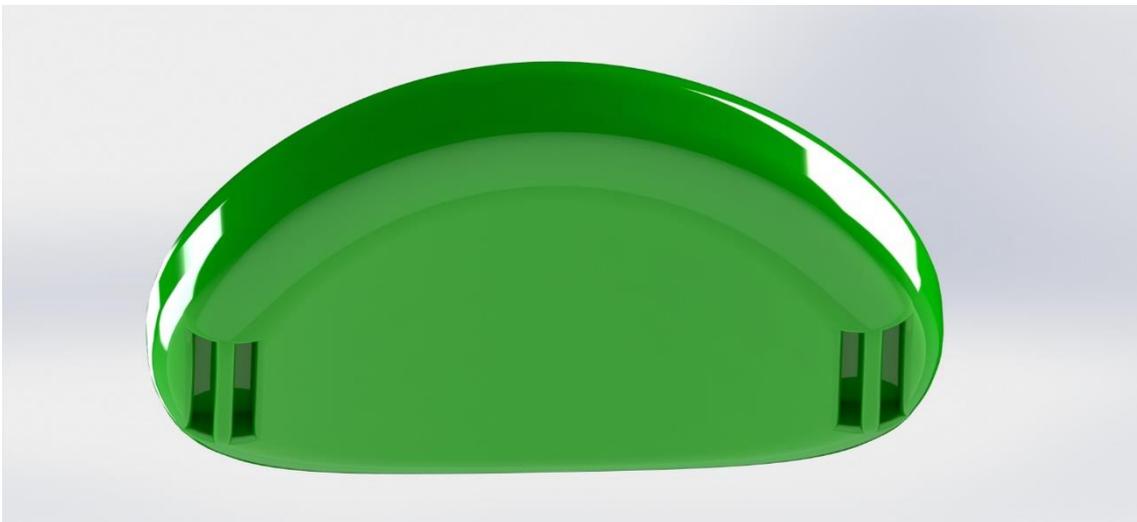


Figura 9.2.4.1. Carcasa verde, vista desde abajo.



Figura 9.2.4.2. Carcasa verde, vista alzado.



Figura 9.2.4.3. Carcasa azul



Figura 9.2.4.1. Carcasa amarilla

10. Estudio económico

10.1. Coste del producto

10.1.1. Coste de la materia prima

En primer lugar, se va a mostrar el coste de la materia prima de las piezas que se fabrican por impresión 3d, en una empresa externa. Para el cálculo del coste de la materia prima tendremos en cuenta el volumen total de las piezas. Debido al proceso que utiliza, técnica de FDM, el volumen total a tener en cuenta es el de la pieza más los soportes necesarios para su correcta fabricación que, posteriormente, se eliminan. El volumen de la pieza sin soportes viene especificado en el volumen *Estado de mediciones*.

En la siguiente tabla especificamos el volumen total necesario para la fabricación de las piezas, para poder calcular directamente el precio unitario:

Pieza	Código	N° pza	Volumen (mm ³)	Densidad (g/mm ³)	Masa (g)	Precio (€/g)	Precio unitario (€)
 Carcasa parte 1	PZA-1	1	30134.77	0.00119	35.86	0.05492	1.97
 Carcasa parte 2	PZA-2	1	27660.35	0.00119	32.92	0.05492	1.81
 Tetón	PZA-3	1	2513.35	0.00119	2.99	0.05492	0.16
							3.95 €

Tabla 10.1.1.1. Costes unitarios de la materia prima.

10.1.2. Coste de los elementos comerciales

En segundo lugar, se establecen los costes de los elementos comerciales, que se realizan por empresas externas. Al igual que en el apartado anterior, se calcula el precio por unidad necesaria para el producto. Los siguientes productos se venden directamente por unidad, por tanto, en la tabla no es necesario especificar cantidad, únicamente número de piezas.

Aunque en otros apartados hemos considerado como piezas independientes el mando y el receptor de radiofrecuencia, a la hora de adquirirlos se venden juntos, por tanto, los valoraremos como un único producto en este apartado.

Pieza	Código	Referencia del proveedor	Proveedor	Nº pza	Precio unitario
	PZA-1 PZA-2	EBE115C2E	Amazon.es	1	15.99 €/producto
	PZA-3	B01AR9NVNQ	Amazon.es	1	2 €/m
					17.99 €

Tabla 10.1.2.1. Tabla costes unitarios de los elementos comerciales.

10.1.3. Coste de los elementos auxiliares

Seguidamente se va a mostrar el coste de los elementos auxiliares necesario para la fabricación del producto. El producto mediante el cual pegaremos el tetón, el mando y cerraremos la carcasa es el LOCTITE 406.

Elemento	Referencia del proveedor	Proveedor	Cantidad necesaria (g)	Precio €/20g	Precio unitario (€)
	EBE115C2E	Amazon.es	5	10	2.5
					2.5 €

Tabla 10.1.3.1. Costes unitarios de los elementos auxiliares.

Las herramientas necesarias para la instalación del producto vienen referenciadas en el volumen *Estado de mediciones*. Las cuales no son tenidas en cuenta en los costes ya que se suponen herramientas básicas a las cuales se tiene acceso.

10.1.4. Coste de la mano de obra

Por último, para el cálculo de los costes directos faltaría calcular el coste de la mano de obra. Los productos comerciales ya llevan incorporado este coste en su precio, por tanto, únicamente vamos a tener en cuenta la mano de obra necesaria por la empresa de fabricación por impresión 3D.

Pieza	Código	Nº pza	Tiempo operario (h)	Coste mano de obra (€/h)	Precio unitario (€)
 Carcasa parte 1	PZA-1	1	0.50	60	30
 Carcasa parte 2	PZA-2	1			
 Tetón	PZA-3	1			
					30 €

Tabla 10.1.4. Costes unitarios de la mano de obra.

10.1.5. Costes directos

Tras haber calculado todos los costes que constituyen los costes directos del producto se procede a realizar el computo de la suma de todos ellos para hallar el coste total del producto.

	Materia prima (€)	Elementos comerciales (€)	Elementos auxiliares (€)	Mano de obra (€)	Coste total (€)
PULSADOR	3.95	17.99	2.5	30	54.94

Tabla 10.1.5. Costes directos.

10.1.6. PVP

Por último, como los costes indirectos, beneficios de empresa y el IVA va incluido en el precio de cada producto obtenido de las empresas, el precio final del producto es únicamente los costes básicos de su obtención. Así, conseguimos cumplir el objetivo impuesto inicialmente de mínimo coste posible.

PVP: 54.94 €

10.2. Alcance del presupuesto.

Aun habiendo especificado en cada apartado los costes tenidos en cuenta, se ve necesario especificar quien asume el resto de gastos que se suelen prever en la obtención de un producto.

- El **proceso de diseño**, incluyendo el desarrollo del proyecto y todas aquellas pruebas que se han realizado para la correcta obtención del proyecto los asume el diseñador. Esto incluiría gastos como el ordenador, los programas utilizados o el tiempo empleado por el diseñador. Debido al carácter desinteresado de beneficio del proyecto, estos gastos los asume el autor, como gastos "*sine qua non*" de la realización del Trabajo Fin de Grado (TFG) del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.
- La **comercialización y oferta** del producto se realiza por parte de la asociación COCEMFE, una organización sin ánimo de lucro, por lo que el producto lo ofrecerán a las familias que forman parte de ella.
- El **transporte y embalaje**, tampoco se tiene en cuenta debido a que el producto se obtiene enviando el fichero que se ofrece a alguna empresa con esta tecnología. Existen empresas de este tipo online, por tanto, el transporte y embalaje iría integrado en el presupuesto. En caso contrario, el transporte iría a cargo del cliente, el cual sería el que se desplazase hasta la empresa para la obtención del producto.
- El **montaje y la instalación** son costes que asumiría el cliente por su cuenta. En el volumen *Pliego de condiciones* vienen especificadas las herramientas necesarias para el montaje y la instalación del producto, todas ellas herramientas comunes que se supone su posesión por parte de un cliente común. Por ello, no se considera necesario añadirlo al coste del producto, ya que no es una inversión específica.
- Por último, conceptos como **gastos generales, beneficio industrial, impuestos, seguros, permisos, licencias** o cualquier **otro** concepto que influya en el coste final, no se tienen en cuenta debido a la no comercialización del producto.

11. Orden de prioridad entre los documentos

Frente a posibles discrepancias entre los volúmenes, el orden de prioridad entre estos será el siguiente:

1º Volumen 1. MEMORIA

2º Volumen 6. PLANOS

3º Volumen 3. PLIEGO DE CONDICIONES

4º Volumen 4. ESTADO DE MEDICIONES

5º Volumen 5. PRESUPUESTO

6º Volumen 2. ANEXOS

VOLUMEN 2.

ANEXOS

VOLUMEN 2. ANEXOS.....	38
1. Anexo 1. Antecedentes y búsqueda de información	41
1.1. Definiciones y tipos de discapacidades	41
1.2. Antecedentes comerciales	42
1.3. Antecedentes caseros	43
1.4. COCEMFE Valencia	44
2. Anexo 2: Diseño conceptual.....	46
2.1. Conocimiento del problema.....	46
2.1.1. Nivel de generalidad del problema	46
2.1.2. Estudio de las expectativas y razones	46
2.1.3. Estudio de las circunstancias que rodean al diseño	46
2.1.4. Estudio de los recursos disponibles	47
2.2. Establecimiento de los objetivos.....	48
2.2.1. Análisis de los objetivos	49
2.3. Convertir los objetivos no cuantificables en cuantificables	55
2.4. Análisis de soluciones.....	57
2.4.1. Aplicación método cualitativo - DATUM	58
2.4.2. Aplicación método cuantitativo – Objetivos ponderados.....	60
2.4.2.1. Matriz de comparación	60
<i>Tabla 2.4.2.1.2. Orden de prioridades.</i>	61
2.4.2.2. Ponderación de los objetivos	61
2.4.2.3. Escala de cumplimiento de objetivos.....	61
2.4.2.4. Cálculo de adaptación	63
2.4.2.5. Selección del diseño	63
2.5. Conclusión del análisis de soluciones.....	64
3. Anexo 3. Estudio ergonómico	66
3.1. Perímetro del velcro.....	66
3.1.1. Perímetro mínimo	66
3.1.2. Perímetro máximo.....	70
3.2. Radio curvatura	72
3.2.1. Radio de curvatura mínimo.....	72
3.2.2. Radio máximo.....	72
3.3. Conclusiones.....	72
4. Anexo 4. Estudio de los componentes, procesos de fabricación y materiales.	74
4.1. Elementos comerciales	74
4.1.1. Funcionamiento de la radiofrecuencia.	74

4.1.2.	Funcionamiento infrarrojos.....	74
4.1.3.	Comparación entre radiofrecuencia e infrarrojos	74
4.2.	Elección del dispositivo	75
4.3.	Proceso de fabricación	76
4.3.1.	Elección del método de fabricación	76
4.3.2.	Elección de la técnica	76

1. Anexo 1. Antecedentes y búsqueda de información

1.1. Definiciones y tipos de discapacidades

En la búsqueda de información comenzaremos por la definición de discapacidad, en la cual iremos profundizando durante la búsqueda.

“Dicho de una persona: Que padece una disminución física, sensorial o psíquica que la incapacita total o parcialmente para el trabajo o para otras tareas ordinarias de la vida.” (RAE)

La discapacidad no es un problema de salud. Es un fenómeno complejo que refleja la interacción entre las características del cuerpo de una persona y las características de la sociedad en la que vive. Superar las dificultades que enfrentan las personas con discapacidad requiere intervenciones para eliminar la barrera ambiental y social.

Se suelen englobar las discapacidades en visual, cognitiva, auditiva y física o motora. Aunque dentro de estos bloques existen problemas y necesidades muy diferentes como, por ejemplo:

- Visual: deficiencias visuales que incluyen ceguera, varios tipos comunes de baja visión y mala vista, varios tipos de daltonismo.
- Cognitivo / intelectual: discapacidades del desarrollo, problemas de aprendizaje (dislexia, discalculia, etc.) y discapacidades cognitivas de diversos orígenes, que afectan la memoria, la atención, la "madurez" del desarrollo, la resolución de problemas y habilidades de lógica, etc.
- Auditivo: sordera o problemas de audición, incluidas las personas con dificultades auditivas.
- Motor / movilidad: por ejemplo, dificultad o incapacidad para usar las manos, incluidos temblores, lentitud muscular, pérdida del control muscular, etc., debido a enfermedades como la enfermedad de Parkinson, distrofia muscular, parálisis cerebral, accidente cerebrovascular.

Las causas por las que se puede padecer estas discapacidades son por una causa prenatal, natal o posterior al parto. Y su causa también puede ser genética o desconocida.

Nosotros centraremos nuestra atención en la discapacidad física y motora, ya que es la que se sufre de problemas para manipular objetos.

Antes de comenzar, resaltar las definiciones y diferencias de una discapacidad física o una discapacidad motora:

- La **discapacidad física** se puede definir como una desventaja, resultante de una imposibilidad que limita o impide el desempeño motor de la persona afectada. La discapacidad física se origina por una deficiencia física, es decir, la pérdida o anomalía en la estructura anatómica de los sistemas osteoarticular (huesos y articulaciones), nervioso o muscular.
- **Discapacidad motriz** es la dificultad que presenta una persona en el manejo y control de su cuerpo y que por sus características requiere de la implementación de diversas adecuaciones para que pueda desenvolverse en los diversos contextos en los que participa.”

1.2. Antecedentes comerciales



Figura 1.2.1. Pulsadores comerciales

Se puede observar que los pulsadores comerciales utilizados para la adaptación de juguetes cumplen varias características comunes. Para comenzar la característica más resaltante es el tamaño, todos los pulsadores tienen un diámetro notable para facilitar su accionamiento. Otra característica reseñable es el uso de colores variados y vivos, ya que están enfocados al mundo infantil y del juego.

Aun así, estos pulsadores que cumplen ciertas características necesarias para la adaptación de juguetes, no han sido diseñados únicamente para cubrir esta función. Por ello cabe destacar otras características que no cumplen, como su forma plana que solo permite su uso sobre una superficie como una mesa o el suelo. Esto hace que el pulsador no sea cómodo para apoyar sobre el cuerpo o manipularlo fuera de una superficie.

Concluimos que en la búsqueda de productos comerciales ya existentes hay ciertos pulsadores que se podrían utilizar adaptar a la función requerida, pero que al no haber sido diseñados con este propósito tienen ciertas carencias funcionales.

Estos pulsadores rondan los 45€ de precio, según el tipo y la página donde se ofertan.

1.3. Antecedentes caseros

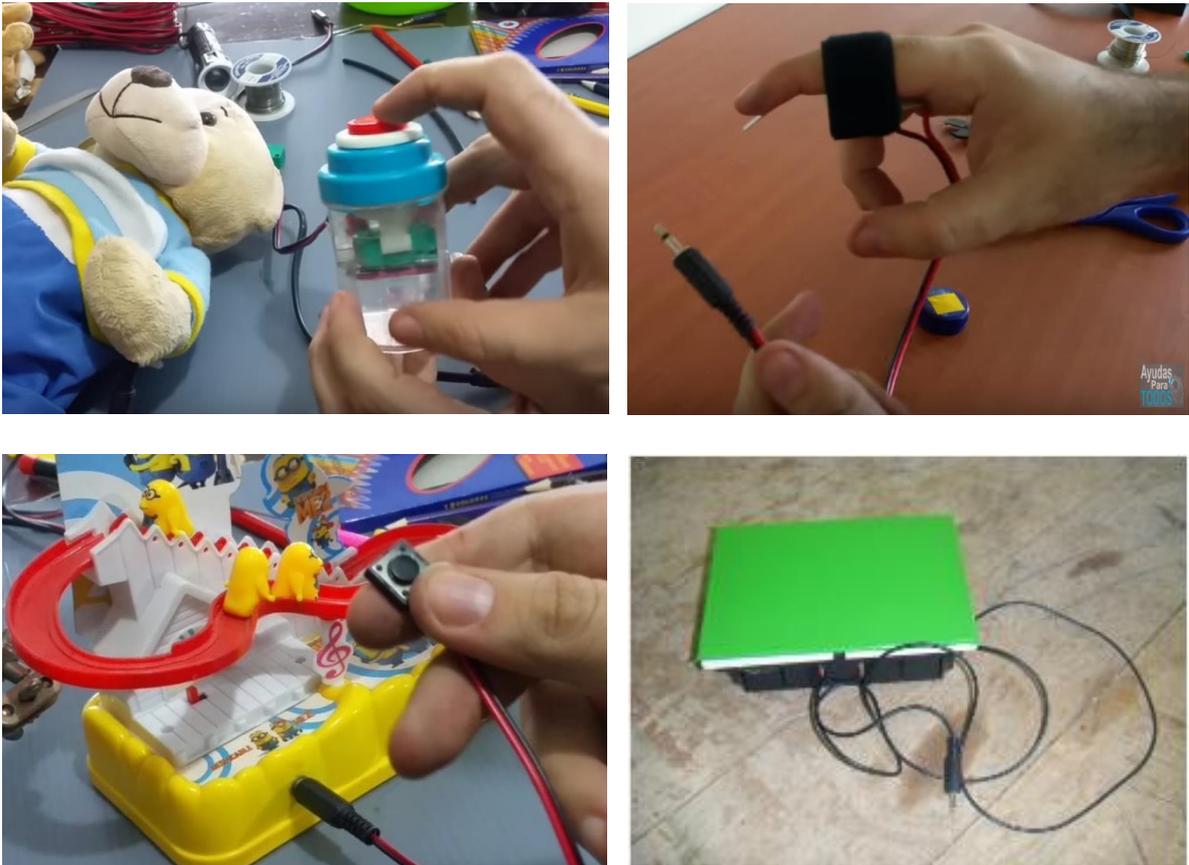


Figura 1.3.1. Pulsadores caseros

Comprobamos que, tras la búsqueda de pulsadores caseros para adaptar juguetes, encontramos dispositivos mucho más funcionales. Estos pulsadores la mayoría de veces están pensados por familiares o personas cercanas al discapacitado que conocen perfectamente el problema. Además, estos pulsadores tienen un diseño específico para la capacidad que tenga cada niño, para dedos, con velcros, muy sensibles, etc.

Por contra estos pulsadores caseros carecen de estética propia del juego, su terminación es basta y están realizados con materiales básicos poco resistentes.

Concluimos tras la búsqueda de pulsadores producidos artesanalmente que son más funcionales que los comerciales. Por contra no tienen una estética atractiva, tan importante para el mundo infantil del juguete.

1.4. COCEMFE Valencia



COCEMFE Valencia, se constituyó en 1994 por un grupo de asociaciones de discapacidad física de la Provincia de Valencia con el fin de defender los derechos de las personas con discapacidad física. En 1995, se realiza el registro oficial de la entidad y se empiezan a gestionar proyectos de intervención social y laboral dirigidos al colectivo de discapacidad física y orgánica. En 2007 COCEMFE Valencia es declarada Entidad de Utilidad Pública. Su ámbito territorial de actuación es Provincial, está integrada en COCEMFE Comunitat Valenciana y actualmente cuenta

con 42 asociaciones federadas, que suman 17 patologías distintas, con una representación de más de 7.715 personas en toda la Provincia.

COCEMFE-Valencia es una entidad, cuyas acciones diarias se ejecutan con una elevada vocación de servicio a las asociaciones que nos integran, extendiéndose a las personas con discapacidad.

Las soluciones desarrolladas por COCEMFE para nuestra situación son productos caseros que se desarrollan manualmente. Logran un producto de total utilidad, pero dejando al margen aspectos como el estético, el buen acabado y la seguridad de la instalación. Además, para su montaje se requieren ciertos conocimientos electrónicos y material específico como soldadores.

Los familiares o asistentes sociales del centro adaptan estos juguetes a partir de información suministrada en video tutoriales y blogs para tal efecto. El resultado de esto es un producto de bajo coste con carácter casero, hecho a mano. En estos blogs informativos se enseña a desmontar el juguete y a encontrar los accionamientos para manipularlos y, normalmente, añadirle un cable extensor que deriva en el pulsador de accionamiento que el niño puede presionar. Este pulsador de accionamiento, que es el objeto de este proyecto, se realiza también manualmente, con los recursos mínimos, como por ejemplo aprovechando la bisagra de una caja porta CD's para emplearla como elemento de accionamiento.



Figura1.4.1. Pulsadores de la asociación COCEMFE.

2. Anexo 2: Diseño conceptual

2.1. Conocimiento del problema

2.1.1. Nivel de generalidad del problema

El nivel de generalidad del problema es medio-alto, ya que el producto no existe como tal en el mercado, pero del cual sí existen remedios caseros.

Por tanto, será un producto con características innovadoras en cuanto al diseño para su función, que toma bases en productos ya existentes.

2.1.2. Estudio de las expectativas y razones

- **Objetivo principal**

Diseñar un pulsador que active con **facilidad** juguetes electrónicos.

- **Otros objetivos**

- El pulsador deberá tener la **forma** adecuada para poder ser depositado y accionado con distintas partes del cuerpo.
- El producto deberá mantener una **estética** acorde con el mundo del juguete.
- El producto resultante deberá tener un **precio** asequible para todo el mundo.
- Deberá estar acorde con las **normas de seguridad** para la fabricación de juguetes.

Las razones de todo ello es obtener un producto útil para incluir en el entorno de juego toda clase de niños sin diferenciación a la hora de jugar.

2.1.3. Estudio de las circunstancias que rodean al diseño

Hay algunas circunstancias del entorno que pueden influir en el diseño del producto, por tanto, se ha hecho un estudio de los principales factores que lo rodean para tenerlos en cuenta a la hora de realizar las propuestas.

- Factores sociales. La circunstancia más importante que influyen en nuestro proyecto es la social, esto es debido al carácter inclusivo del producto.

La mayoría de juguetes no están preparados para niños con necesidades especiales, lo que restringe su elección de juguete. Por otro lado, los juguetes especializados no tienen una amplia gama, además de en ocasiones ser más caros y difíciles de encontrar. Todo ello lleva a una situación de exclusión social. Para el entorno es difícil ofrecerles juguetes a estos niños. Y lo que es más importante, los niños no tienen la posibilidad de participar en el juego con todos.

Por todo ello, la situación de desintegración social que padecen los discapacitados a la hora de desenvolverse en la vida cotidiana, es la circunstancia que más vamos a tener en cuenta, intentando solventar al menos una de estas situaciones.

- Factores culturales. El producto no se debería restringir a ninguna cultura concreta, ya que el público objetivo de este producto se encuentra por todo el mundo. Por ello,

se deberá tener cuidado a la hora de diseñar sin dañar la sensibilidad de ninguna cultura.

- Factores geográficos. Como ya hemos dicho el producto está enfocado a nivel global. Ya que se carece del poder de difusión suficiente para ofrecerlo en otros países, el producto comenzará ofertándose en España. Pero, se deberá tener en cuenta qué si el producto se desea obtener por cualquier persona de otro lugar, este proceso sea lo más sencillo posible.
- Factores económicos. Esta es otra de las circunstancias más importantes que rodean a nuestro proyecto, junto con las situaciones que explicábamos en los factores sociales de dificultades a la hora del desarrollo de la vida cotidiana. Estas situaciones crean la necesidad de comprar objetos específicos que faciliten la autonomía de estas personas. Estos productos debido a su carácter tan específico, resultan caros y muy difíciles de encontrar en el mercado. Por otro lado, otra solución es la adaptación casera por parte del entorno. Aun siendo esta solución la más asequible, no deja de ser un valor económico añadido a productos que los demás no tenemos que pagar. En conclusión, se crea una situación de mayor valor económico a los productos que rodean a estas personas, por lo que nuestro producto pretenderá ser lo más asequible posible.
- Factores medioambientales. En la sociedad actual existe una creciente preocupación por el medio ambiente. Por lo que se tendrán en cuenta tanto los materiales elegidos como los procesos de fabricación utilizados para obtener un producto con el menor impacto ambiental posible.

2.1.4. Estudio de los recursos disponibles

Los recursos tomados en cuenta son:

- **En la fase de diseño:**
 - El diseño y la elaboración del proyecto será realizado por el autor con apoyo del tutor.
 - Para el desarrollo del proyecto se dispondrán de ordenador con disponibilidad de programas como: SolidWorks...
 - Toda la información adquirida durante la formación en la carrera de las asignaturas dadas.
 - Máquinas de prototipado 3D, para pruebas de diseño.
 - Asesoramiento de las asociaciones
 - Biblioteca (UJI)
- **En la fase de producción y fabricación:**
 - Para la difusión del producto, internet, como lugar idóneo para la mejor distribución y mayor alcance sin ningún coste añadido.
 - Para su producción, las empresas emergentes de impresión 3D, que aportando el fichero únicamente se paga el coste de la producción.
 - Plataformas de difusión de productos orientados a adaptar productos para discapacitados.

2.2. Establecimiento de los objetivos

En este apartado se van a establecer los objetivos y deseos que se pretende que cumpla el producto, con el fin de especificar todos los objetivos sin excepción, se clasificarán en categorías según los distintos aspectos que se desean conseguir en el diseño.

Funcionalidad

1. Que sea un producto funcional
2. Su diseño sea inclusivo
3. Estimule al cliente al juego y la diversión
4. Producto sencillo, de fácil uso
5. Diseño accesible para todos los usuarios posibles
6. Compatibilidad con el mayor número de juguetes electrónicos
7. Fácil de conectar
8. Facilidad de obtención del producto
9. No requiera concentración para su uso
10. No requiera razonamiento para interactuar
11. Fácil de limpiar
12. Posibilidad de distintos usos
13. No presente un diseño segregatorio

Ergonomía

14. Buena adaptabilidad
15. Tenga estabilidad en la deposición sobre el cuerpo
16. Ligereza de presionado
17. Buena compresión del funcionamiento
18. Que sea de uso intuitivo
19. De fácil manejo y manipulación
20. No requiera precisión en el presionado
21. No requiera fuerza
22. No se deba pulsar específicamente con la mano
23. Se pueda accionar con cualquier parte del cuerpo
24. Cuanto mayor alcance mejor
25. Presente dimensiones suficientes para facilitar el uso
26. No presente nada que posibilite la lesión
27. Sea lo más ligero posible

Estética

28. Que guste
29. Que se ofrezca variedad de colores
30. Formas redondeadas y suaves
31. Que se ajuste a la estética de mundo del juguete
32. Sea atractivo para niños

Fabricación y montaje

33. Buena calidad
34. Buen acabado
35. Que sea resistente

36. Que sea duradero
37. Pueda soportar golpes y caídas
38. Rápido y sencillo de fabricar
39. Fácil de montar
40. Componentes normalizados
41. Que cumpla la normativa
42. Su fabricación sea lo más ecológica posible
43. Menor número de piezas posibles
44. Necesarias el menor número de herramientas posible

Coste y comercialización

45. Buena calidad
46. Diseño innovador
47. Buena aceptación en el mercado
48. Coste mínimo
49. Acceso sencillo y gratuito al archivo
50. Acceso a los componentes electrónicos sencillo

2.2.1. Análisis de los objetivos

Establecidos todos los objetivos por categoría, se realiza un análisis más exhaustivo para poder eliminar aquellos que se hayan repetido o que estén relacionados. Así se ajustan los objetivos en una dirección común que resuelvan todos los problemas que se pueden plantear. Para ello realizaremos otra clasificación, ahora solo tomando en cuenta la importancia de cumplir dichos objetivos. Así los organizaremos en tres categorías: OBJETIVOS ESENCIALES, OBJETIVOS SECUNDARIOS Y OBJETIVOS TERCARIOS. Y dentro de estas categorías relacionaremos objetivos para quedarnos con el menor número posible de ellos que delimiten totalmente el problema.

OBJETIVOS ESENCIALES

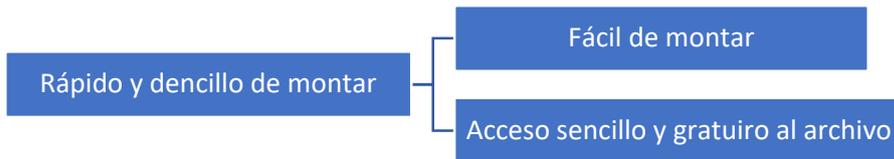
En primer lugar, los **objetivos esenciales**. En este grupo se incluirán todos aquellos objetivos indispensables sin el cumplimiento de los cuales el producto se daría por invalidado.

- Que sea un producto funcional
- Su diseño sea inclusivo
- Producto sencillo, de fácil uso
- Diseño accesible para todos los usuarios posibles
- No presente un diseño segregatorio
- Ligereza de presionado
- Buena comprensión del funcionamiento
- Que sea de uso intuitivo
- De fácil manejo y manipulación
- No requiera precisión en el presionado
- No requiera fuerza
- No se deba pulsar específicamente con la mano
- Se pueda accionar con cualquier parte del cuerpo
- No presente nada que posibilite la lesión
- Que se ajuste a la estética del mundo del juguete
- Que sea resistente
- Pueda soportar golpes y caídas

- Rápido y sencillo de fabricar
- Fácil de montar
- Componentes normalizados
- Que cumpla la normativa
- Acceso sencillo y gratuito al archivo
- Acceso a los componentes electrónicos sencillo

Observamos que dentro de todos los objetivos primarios muchos se parecen, hacen alusión a lo mismo e incluso marcan el mismo objetivo, pero utilizando distintas palabras. Por ello, vamos a filtrar los objetivos principales señalados anteriormente para dejarlos en los mínimos posibles, pero totalmente especificados.





Por tanto, los objetivos esenciales quedarían resumidos en:

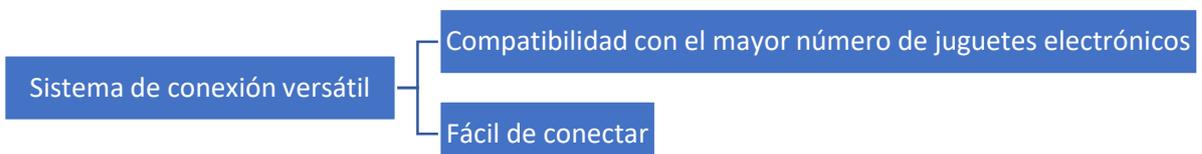
- Producto funcional, fácil de manejar
- Diseño inclusivo
- Suave de presionar
- De uso y comprensión intuitiva
- Accionable con cualquier parte del cuerpo
- Que cumpla la normativa
- Que sea resistente a caídas
- Componentes normalizados
- Rápido y sencillo de fabricar y montar
- Que se ajuste a la estética del mundo del juguete

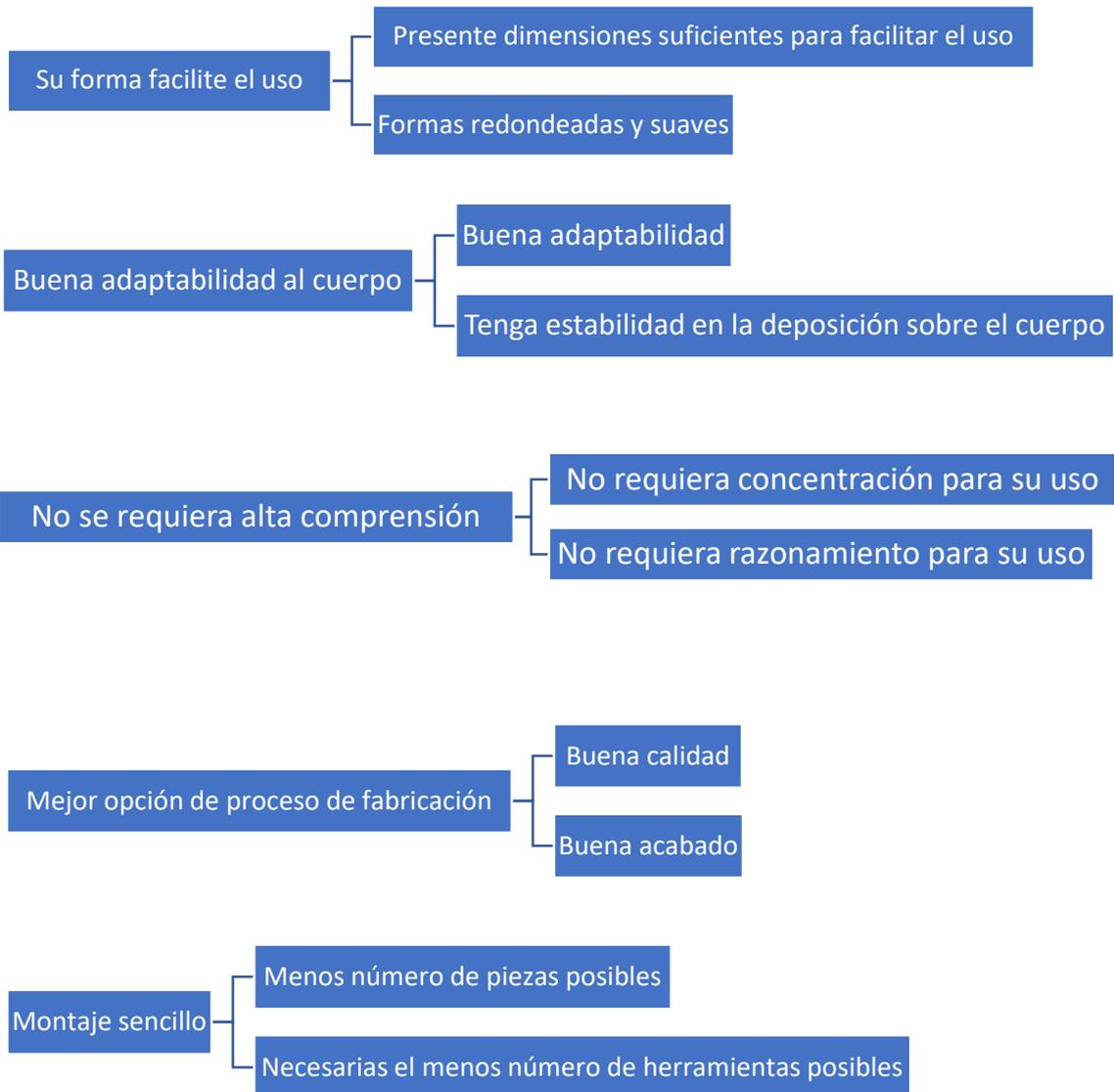
OBJETIVOS SECUNDARIOS

En los **objetivos secundarios** clasificaremos aquellos objetivos que su cumplimiento mejoraría sustancialmente el producto, pero no son indispensables. Son aquellos sin los cuales el objeto sería válido, pero si son importantes para que el resultado sea el óptimo. Y son los siguientes:

- Compatibilidad con el mayor número de juguetes electrónicos
- Fácil de conectar
- No requiera concentración para su uso
- No requiera razonamiento para interactuar
- Fácil de limpiar
- Buena adaptabilidad
- Tenga estabilidad en la deposición sobre el cuerpo
- Presente dimensiones suficientes para facilitar el uso
- Que se ofrezca variedad de colores
- Formas redondeadas y suaves
- Buena calidad
- Buen acabado
- Menor número de piezas posibles
- Necesarias el menor número de herramientas posibles
- Coste mínimo

Observamos que los objetivos secundarios guardan relaciones entre ellos, y además muchos de ellos están sujetos no solo a ellos mismos sino a otro objetivo común. Analizaremos y relacionaremos los objetivos de tal forma que podamos resumirlos en un objetivo único:





Simplificados los objetivos secundarios, el listado de estos concluye como:

- Sistema de conexión versátil
- No se requiera alta comprensión
- Buena adaptabilidad al cuerpo
- Su forma facilite el uso
- Mejor opción de proceso de fabricación
- Montaje sencillo
- Fácil de limpiar
- Que se ofrezca variedad de colores
- Coste mínimo

OBJETIVOS TERCARIOS

Por último, recogeremos aquellos objetivos que se pueden considerar como menos importantes, debido a que su cumplimiento no está sujeto solo al buen diseño del producto, sino a otras variables no controlables. Y estos son los siguientes:

- Estimule al cliente al juego y la diversión
- Facilidad de obtención del producto
- Posibilidad de distintos usos
- Cuanto mayor alcance mejor
- Sea lo más ligero posible
- Que guste
- Sea atractivo para los niños
- Que sea duradero
- Su fabricación se lo más ecológica posible
- Diseño innovador
- Buena aceptación en el mercado

Ya se han establecido todas las relaciones entre objetivos clasificados en sus categorías. Por último, realizaremos un esquema donde sintetizaremos las relaciones entre las distintas categorías y sus jerarquías de prioridad.

CATEGORÍA — JERARQUÍA DE OBJETIVOS



Con el último esquema jerarquizado concluimos las últimas relaciones entre objetivos encontradas. Con ello hemos conseguido definirlos con el fin de obtener el mínimo número de objetivos que define inequívocamente el problema. Teniendo estas categorías en cuenta y evaluándolos en los siguientes apartados se debe llegar a la solución de diseño óptima que se ajuste a todos ellos de la mejor forma posible. Para ellos el listado de objetivos resultante sería:

- **Producto funcional, fácil de manejar (ligero)**
- **Diseño inclusivo**
- **Suave de presionar (forma)**
- **De uso y comprensión intuitiva**
- **Accionable con cualquier parte del cuerpo (adaptable)**
- **Diseño innovador**
- **Estética del juguete (colores)**
- **Que guste (estimulador y atractivo)**
- **Componentes normalizados (usos varios)**
- **Resistente a caídas (duradero)**
- **Rápido y sencillo de fabricar y montar**
- **Que cumpla con la normativa**
- **Coste mínimo**
- **Buena aceptación en el mercado**
- **Facilidad de encontrar el producto**
- **Cuanto mayor alcance mejor**

2.3. Convertir los objetivos no cuantificables en cuantificables

Para poder evaluar las propuestas de diseño en base a los objetivos que se han determinado es necesario que estos tengan carácter cuantificable. Por ello reformularemos los objetivos en especificaciones dotándolos de una variable y una escala que permita evaluarlos. Además, distinguiremos de entre las especificaciones en restricciones (*R*), esenciales (*E*) y deseos (*D*).

OBJETIVOS PRINCIPALES

- Producto funcional, fácil de manejar (ligero)
 - **Que el producto sea lo más funcional y manejable posible por ser ligero. (*E*)**
 - Variable: **facilidad de manejo**
 - Escala: **de intervalos**
- Diseño inclusivo
 - **Que su diseño sea lo más inclusivo posible. (*D*)**
 - Variable: **que incluya mayor diversidad posible**
 - Escala: **ordinal**
- Suave de presionar
 - **Que la fuerza para presionarlo sea la mínima posible. (*E*)**
 - Variable: **fuerza aplicada**
 - Escala: **de intervalos**
- De uso y comprensión intuitiva
 - **Que el producto sea lo más intuitivo para su uso posible. (*D*)**
 - Variable: **rapidez de comprensión**

- Escala: **ordinal**
- Accionable con cualquier parte del cuerpo (adaptable)
 - **Que sea accionable con cuantas más partes del cuerpo mejor por adaptarse a todas ellas. (E)**
 - Variable: **partes del cuerpo con las que se puede accionar**
 - Escala: **ordinal**
- Diseño innovador
 - **Que su diseño sea lo más innovador posible. (D)**
 - Variable: **innovación**
 - Escala: **ordinal**
- Estética de juguete (colores)
 - **Cuanto más se ajuste a la estética del juguete con variedad de colores mejor. (D)**
 - Variable: **variedad de colores que ofrezca el proceso de fabricación**
 - Escala: **de intervalos**
- Que guste (estimulador y atractivo)
 - **Cuanto más guste por ser estimulador y atractivo, mejor. (D)**
 - Variable: **opinión del usuario**
 - Escala: **ordinal**
- Componentes normalizados (usos varios)
 - **Cuantos más componentes normalizados contenga para ser fácil de obtener y montar mejor. (E)**
 - Variable: **número de componentes de fácil acceso**
 - Escala: **parcialmente ordenada**
- Resistente a caídas (duradero)
 - **Cuanto más resistente a golpes mejor. (D)**
 - Variable: **resistencia del material y la forma de fabricación**
 - Escala: **de intervalos**
- Rápido y sencillo de fabricar y montar
 - **Cuanto más rápido y sencillo de fabricar y montar mejor. (E)**
 - Variable: **tiempo de fabricación y montaje**
 - Escala: **de intervalos**
- Que cumpla la normativa (R)
 - **Que cumpla la normativa. (R)**
- Coste mínimo
 - **Cuanto menor sea su precio de fabricación mejor. (D)**
 - Variable: **tiempo de fabricación y montaje**
 - Escala: **de intervalos**
- Buena aceptación en el mercado
 - **Que la aceptación en el mercado sea la mejor. (D)**
 - Variable: **aceptación**

- Escala: **ordinal**
- Facilidad de encontrar el producto
 - **Cuanto más fácil de obtener el producto en el mercado mejor. (D)**
 - Variable: **lugares donde se ofrezca**
 - Escala: **de intervalos**
- Cuanto mayor alcance mejor
 - **Cuanto mayor alcance de conexión tenga el producto mejor. (E)**
 - Variable: **sistema de conexión**
 - Escala: **proporcional**

2.4. Análisis de soluciones

Una vez expuestas las diferentes alternativas (*ver Volumen 1. Memoria*) en sus bocetos explicativos, se evalúan las distintas propuestas de diseño que podrían dar solución al problema planteado, seleccionando así la más idónea. Para realizar esta selección vamos a utilizar dos métodos distintos. El primero, un método cualitativo, en este caso el DATUM, donde se compararán unas con otras las propuestas. El segundo, un método cuantitativo de ponderación de objetivos, donde se va a comparar el grado de adaptación de cada propuesta a los objetivos.

Comenzamos recordando las propuestas realizadas, las cuales vamos a someter a la comparación:

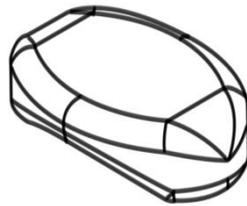


Figura 2.4.1. Propuesta de diseño 1.



Figura 2.4.2. Propuesta de diseño 2.

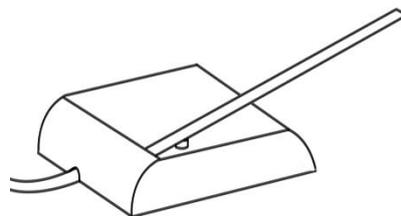


Figura 2.4.3. Propuesta de diseño 3.

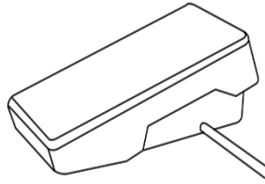


Figura 2.4.4. Propuesta de diseño 4.

También vamos a recordar los objetivos resultado del proceso de diseño conceptual:

- O₁→ Que el producto sea lo más funcional y manejable posible por ser ligero.
- O₂→ Que su diseño sea lo más inclusivo posible.
- O₃→ Que la fuerza para presionarlo sea la mínima posible
- O₄→ Que el producto sea lo más intuitivo para su uso posible
- O₅→ Que sea accionable con cuantas más partes del cuerpo mejor por adaptarse a todas ellas
- O₆→ Que su diseño sea lo más innovador posible
- O₇→ Cuanto más se ajuste a la estética del juguete con variedad de colores mejor
- O₈→ Cuanto más guste por ser estimulador y atractivo, mejor
- O₉→ Cuantos más componentes normalizados contenga para ser fácil de obtener y montar mejor
- O₁₀→ Cuanto más resistente a golpes mejor
- O₁₁→ Cuanto más rápido y sencillo de fabricar y montar mejor
- O₁₂→ Que cumpla la normativa
- O₁₃→ Cuanto menor sea su precio de fabricación mejor
- O₁₄→ Que la aceptación en el mercado sea la mejor
- O₁₅→ Cuanto más fácil de obtener el producto en el mercado mejor
- O₁₆→ Cuanto mayor alcance de conexión tenga el producto mejor

2.4.1. Aplicación método cualitativo - DATUM

El método DATUM consiste en establecer una matriz de comparación y evaluación de conceptos, de modo que se comparan las distintas soluciones generadas frente a los criterios de evaluación. Para ello se elige una solución como punto de partida para comparar el resto con respecto a esta en el cumplimiento de los diferentes objetivos.

La comparación la vamos a realizar en una tabla (*Tabla 2.4.1.1.*), donde hemos elegido la propuesta 2, Pulsador pulsera, como DATUM, ya que a simple vista parece una de las mejores opciones, y así someterla a evaluación por comparación. El código de signos para la evaluación es el siguiente:

- Si la propuesta cumple mejor el objetivo (+).
- Si la propuesta se adapta peor al objetivo (-).
- Si no existe gran diferencia (s).

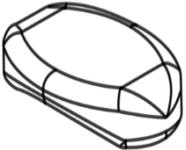
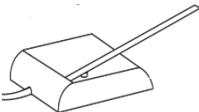
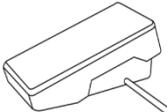
OBJETIVOS	PROPUESTAS			
				
O ₁	s	D	-	-
O ₂	s		-	-
O ₃	s		+	s
O ₄	-		-	+
O ₅	s	A	-	-
O ₆	+		-	-
O ₇	+		-	-
O ₈	s		s	s
O ₉	s	T	+	+
O ₁₀	s		+	+
O ₁₁	-		+	+
O ₁₂	s		s	s
O ₁₃	-	U	+	+
O ₁₄	s		s	s
O ₁₅	s		+	+
O ₁₆	s		-	-
		M		
TOTAL (+)	2		6	6
TOTAL (-)	3		7	6
TOTAL (s)	11		3	4

Tabla 2.4.1.1. DATUM

Tras realizar el método comparativo podemos obtener las siguientes conclusiones:

- La primera propuesta obtiene un elevado número de (s), lo que nos indica que las propuestas se parecen mucho al DATUM. Únicamente destaca la propuesta elegida como DATUM en que su diseño más sencillo ahorra costes, y resulta más fácil de montar, fabricar y utilizar.
- Las propuestas tercera y cuarta obtienen resultados parecidos, su diseño más parecido a objetos ya existentes, facilita su comprensión. Además, los hace más fácilmente obtenibles incluso por encontrar productos semejantes. Pero al mismo tiempo obtienen un alto índice de (-) lo que nos indica que con respecto a la propuesta DATUM tienen muchas deficiencias, esto es debido a su diseño menos versátil. Para manos o para pies, estos pulsadores restringen posibilidades, y los convierte en inclusivos únicamente para ciertos aspectos, una característica que no deseamos ya que acaba segregando a ciertas funciones motoras.

Por tanto, podemos concluir de método cualitativo que la propuesta de diseño 2, el pulsador pulsera, es mejor comparativamente con el resto.

2.4.2. Aplicación método cuantitativo – Objetivos ponderados

El método de objetivos ponderados consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para el producto. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes características. Permite ponderar factores de preferencia para la evaluación y la toma de decisión.

2.4.2.1. Matriz de comparación

A continuación, en la siguiente tabla (*Tabla 2.4.2.1.1.*) se comparan los objetivos según la importancia que tienen en el diseño. El criterio de puntuación de los objetivos es según el diseñador. Se adopta el siguiente convenio para construir la matriz de comparación:

1 Si se prefiere el de la fila al de la columna

0 Si se prefiere el de la columna al de la fila

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	TOTALES
O1	-	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	11
O2	1	-	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	13
O3	1	0	-	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	12
O4	0	0	0	-	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	6
O5	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	14
O6	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O7	0	0	0	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O8	0	0	0	0	0	1	1	-	0	0	0	0	0	1	0	0	3
O9	0	0	0	1	0	1	1	1	-	1	0	0	0	0	1	0	6
O10	0	0	0	1	0	1	1	1	0	-	0	0	0	1	1	0	6
O11	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	-	0	0	1	1	0	8
O12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	15
O13	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	-	1	1	0	8
O14	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	-	0	0	3
O15	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	-	0	4
O16	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	-	10

Tabla 2.4.2.1.1. Matriz de comparación.

De la tabla deducimos el orden de importancia de los objetivos, el cual queda:

1º	O12→ Que cumpla la normativa	15 punto
2º	O5→ Que sea accionable con cuantas más partes del cuerpo mejor por adaptarse a todas ellas	14 puntos
3º	O2→ Que su diseño sea lo más inclusivo posible	13 puntos
4º	O3→ Que la fuerza para presionarlo sea la mínima posible	12 puntos
5º	O1→ Que el producto sea lo más funcional y manejable posible por ser ligero	11 puntos
6º	O16→ Cuanto mayor alcance de conexión tenga el producto mejor	10 puntos
7º	O11→ Cuanto más rápido y sencillo de fabricar y montar mejor	8 puntos
7º	O13→ Cuanto menor sea su precio de fabricación mejor	8 puntos
8º	O4→ Que el producto sea lo más intuitivo para su uso posible	6 puntos
8º	O9→ Cuantos más componentes normalizados contenga para ser fácil de obtener y montar mejor	6 puntos

8º	O ₁₀ → Cuanto más resistente a golpes mejor	6 puntos
9º	O ₁₅ → Cuanto más fácil de obtener el producto en el mercado mejor	4 puntos
10º	O ₈ → Cuanto más guste por ser estimulador y atractivo, mejor	3 puntos
10º	O ₁₄ → Que la aceptación en el mercado sea la mejor	3 puntos
11º	O ₇ → Cuanto más se ajuste a la estética del juguete con variedad de colores mejor	1 puntos
12º	O ₆ → Que su diseño sea lo más innovador posible	0 puntos

Tabla 2.4.2.1.2. Orden de prioridades.

2.4.2.2. Ponderación de los objetivos

A continuación, se van a ponderar los objetivos, para ello se reparten 100 puntos entre ellos, utilizando la jerarquía de importancia establecido en la tabla anterior. De esta forma se crea una escala donde cada objetivo tiene un valor.

O ₁₂ → Que cumpla la normativa	13 puntos
O ₅ → Que sea accionable con cuantas más partes del cuerpo mejor por adaptarse a todas ellas	12 puntos
O ₂ → Que su diseño sea lo más inclusivo posible	11 puntos
O ₃ → Que la fuerza para presionarlo sea la mínima posible	10 puntos
O ₁ → Que el producto sea lo más funcional y manejable posible por ser ligero	9 puntos
O ₁₆ → Cuanto mayor alcance de conexión tenga el producto mejor	8 puntos
O ₁₁ → Cuanto más rápido y sencillo de fabricar y montar mejor	6.5 puntos
O ₁₃ → Cuanto menor sea su precio de fabricación mejor	6.5 puntos
O ₄ → Que el producto sea lo más intuitivo para su uso posible	4.5 puntos
O ₉ → Cuantos más componentes normalizados contenga para ser fácil de obtener y montar mejor	4.5 puntos
O ₁₀ → Cuanto más resistente a golpes mejor	4.5 puntos
O ₁₅ → Cuanto más fácil de obtener el producto en el mercado mejor	4 puntos
O ₈ → Cuanto más guste por ser estimulador y atractivo, mejor	3 puntos
O ₁₄ → Que la aceptación en el mercado sea la mejor	2 puntos
O ₇ → Cuanto más se ajuste a la estética del juguete con variedad de colores mejor	1 punto
O ₆ → Que su diseño sea lo más innovador posible	0.5 puntos
	100 puntos

Tabla 2.4.2.2.1. Ponderación de los objetivos

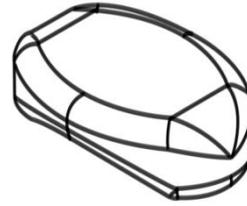
2.4.2.3. Escala de cumplimiento de objetivos

En el siguiente paso se establece una escala ordinal común de medición de los objetivos para poder evaluar la adecuación de las propuestas a estos. Para ello crearemos una escala común con 5 categorías que va desde el 0 al 4, siendo cada valor lo siguiente:

- 0 → Definitivamente no satisfactorio
- 1 → Probablemente no satisfactorio
- 2 → Dudoso
- 3 → Satisfactorio
- 4 → Definitivamente satisfactorio

Por otro lado, para facilitar el completado de la tabla, vamos a recordar las propuestas:

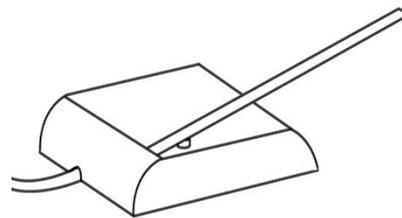
- Propuesta 1. Pulsador escalable → P₁



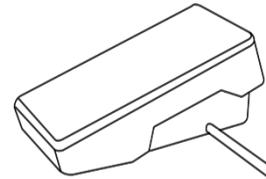
- Propuesta 2. Pulsador pulsera → P₂



- Propuesta 4. Pulsador para dedo → P₃



- Propuesta 5. Pulsador pedal → P₄



En la siguiente tabla se muestra la puntuación que obtiene cada propuesta en el cumplimiento de los objetivos. La puntuación obtenida se obtiene de la valoración y criterio del propio diseñador.

	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆	O ₇	O ₈	O ₉	O ₁₀	O ₁₁	O ₁₂	O ₁₃	O ₁₄	O ₁₅	O ₁₆
P ₁	4	3	3	3	3	4	4	4	2	2	2	4	2	2	4	4
P ₂	4	4	3	3	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	4	4
P ₃	2	4	4	3	2	3	4	3	4	2	3	4	4	2	4	1
P ₄	0	2	1	4	2	0	4	3	4	4	3	4	4	2	4	1

Tabla 2.4.2.3.1. Puntuaciones de las propuestas en el cumplimiento de los objetivos.

2.4.2.4. Cálculo de adaptación

Para el cálculo de la adaptación de las propuestas a los objetivos se necesita la ponderación de objetivos del apartado 3.2.2. y unos porcentajes de cumplimiento de los objetivos. Dichos porcentajes se van a asignar proporcionalmente según el grado de cumplimiento:

0 → Definitivamente no satisfactorio	0%
1 → Probablemente no satisfactorio	25%
2 → Dudoso	50%
3 → Satisfactorio	75%
4 → Definitivamente satisfactorio	100%

Teniendo todo esto en cuenta, el cálculo y resultado de las medidas ponderadas es:

PROPUESTA 1

$$[(9 \times 100) + (11 \times 75) + (10 \times 75) + (4,5 \times 75) + (12 \times 75) + (0,5 \times 100) + (1 \times 100) + (3 \times 100) + (4,5 \times 50) + (4,5 \times 50) + (6,5 \times 50) + (13 \times 100) + (6,5 \times 50) + (2 \times 50) + (4 \times 100) + (8 \times 100)] / 100 =$$

77,625 puntos

PROPUESTA 2

$$[(9 \times 100) + (11 \times 100) + (10 \times 75) + (4,5 \times 75) + (12 \times 100) + (0,5 \times 100) + (1 \times 100) + (3 \times 100) + (4,5 \times 50) + (4,5 \times 100) + (6,5 \times 100) + (13 \times 100) + (6,5 \times 50) + (2 \times 50) + (4 \times 100) + (8 \times 100)] / 100 =$$

89,88 puntos

PROPUESTA 3

$$[(9 \times 50) + (11 \times 100) + (10 \times 100) + (4,5 \times 50) + (12 \times 50) + (0,5 \times 75) + (1 \times 100) + (3 \times 75) + (4,5 \times 100) + (4,5 \times 50) + (6,5 \times 75) + (13 \times 100) + (6,5 \times 100) + (2 \times 50) + (4 \times 100) + (8 \times 25)] / 100 =$$

75,7 puntos

PROPUESTA 4

$$[(9 \times 0) + (11 \times 50) + (10 \times 25) + (4,5 \times 100) + (12 \times 50) + (0,5 \times 0) + (1 \times 100) + (3 \times 75) + (4,5 \times 100) + (4,5 \times 100) + (6,5 \times 75) + (13 \times 100) + (6,5 \times 100) + (2 \times 50) + (4 \times 100) + (8 \times 25)] / 100 =$$

62,125 puntos

2.4.2.5. Selección del diseño

Tras aplicar el método cuantitativo al análisis de nuestras propuestas, se puede concluir que la solución más idónea es la propuesta 2 con casi 90 puntos, seguida de cerca por la propuesta 1 con casi 78 puntos, por la propuesta 3 con unos 76 y por último la propuesta 4 con aproximadamente unos 62 puntos.

2.5. Conclusión del análisis de soluciones

Una vez aplicados el método cuantitativo DATUM y el método cualitativo de ponderación de objetivos obtenemos un resultado común, la propuesta 2.

Aunque desde un principio esta propuesta había sido escogida como DATUM por ser, a primera vista, la mejor solución, ahora queda confirmado. Por lo que podríamos concluir que de entre las propuestas expuesta la mejor opción es la propuesta 2.

Y así, seleccionada la mejor opción, continuaremos desarrollando el pulsador pulsera en los siguientes apartados.

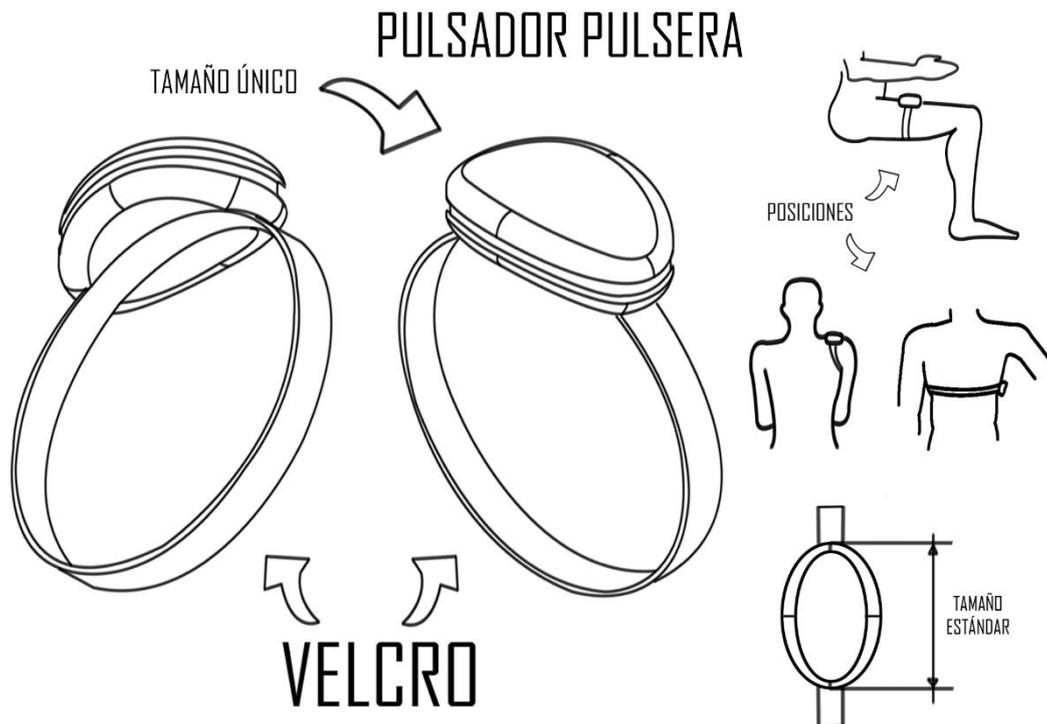


Figura 2.5.1. Pulsador pulsera

3. Anexo 3. Estudio ergonómico

Para establecer las dimensiones de algunos aspectos del diseño se han realizado estudios ergonómicos para asegurar la correcta interacción entre el usuario y el producto.

Los aspectos que se va a analizar son los perímetros de distintas partes del cuerpo, y el radio de estas zonas. Esto nos servirá para determinar la curvatura inferior del pulsador y la largaría del velcro que sujeta el pulsador al cuerpo. Para la obtención de estos datos ergonómicos hemos utilizado el programa *PeopleSize*, una base de datos antropométricos. Esta base de datos es limitada, por lo que hemos escogido perfiles de personas aproximados.

Debemos tener muy presente que estos cálculos ergonómicos son aproximativos. Esto es debido a que la versatilidad de posiciones del pulsador no permite calcular dimensiones únicas. Además, el campo de edades que abarca es de 2 años a 18, edades de desarrollo donde las medidas son muy variables. Por ello la característica del material elegido es la flexibilidad, de esta forma permitimos una mejor adaptación a las diferentes posiciones. Igualmente, con la largura de la cinta de velcro que puede variar.

3.1. Perímetro del velcro

El perímetro que vamos a calcular es necesario para hallar un valor mínimo y máximo de la largura del velcro que es necesario.

3.1.1. Perímetro mínimo

Para el cálculo del perímetro mínimo hemos escogido un perfil de infante de hasta dos años, debido a que los datos del programa no abarcaban edades mayores de infantes. A continuación, vamos a mostrar los datos seleccionados por ser las posibles posiciones, marcados en las imágenes con las flechas color rojo.

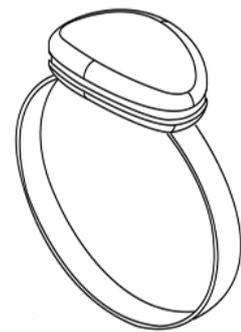


Figura 3.1.1. Cinta de velcro.

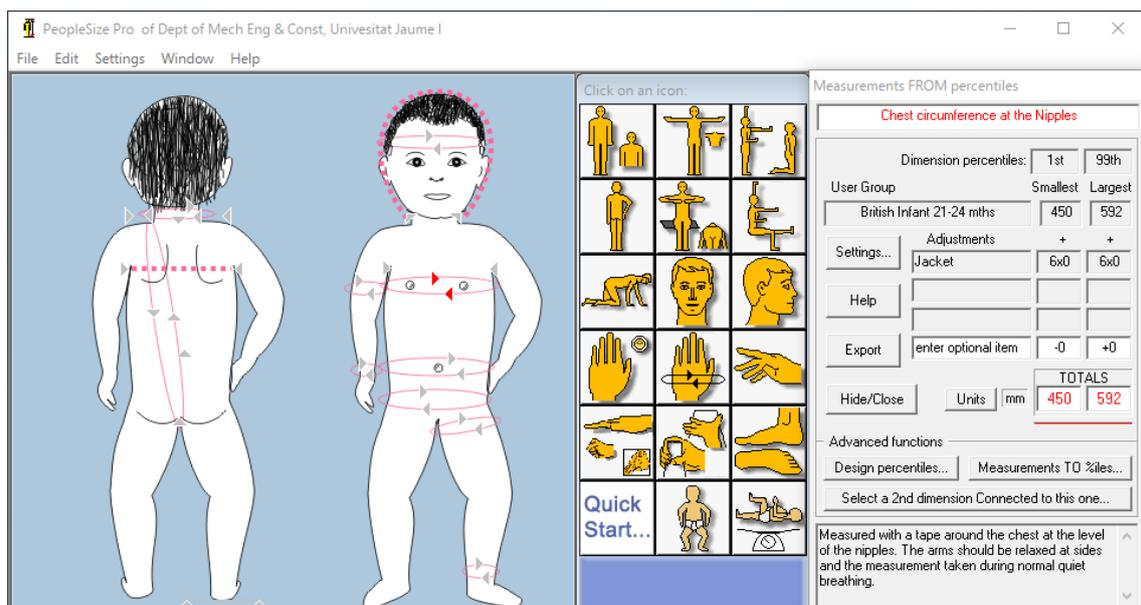


Figura 3.1.1.1. Perímetro torso.

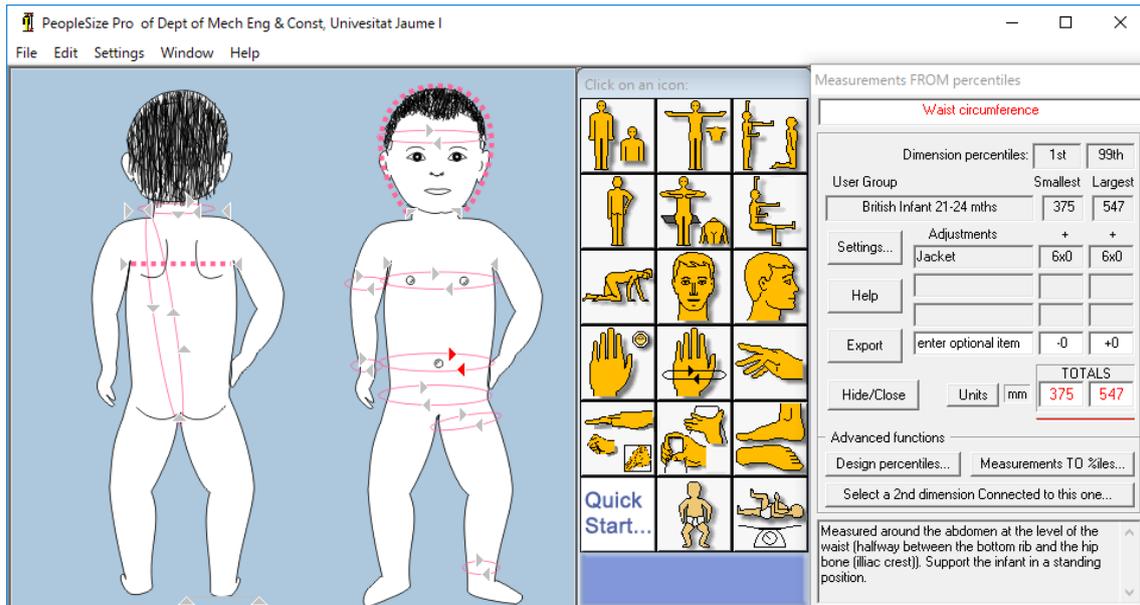


Figura 3.1.1.2. Perímetro cintura.

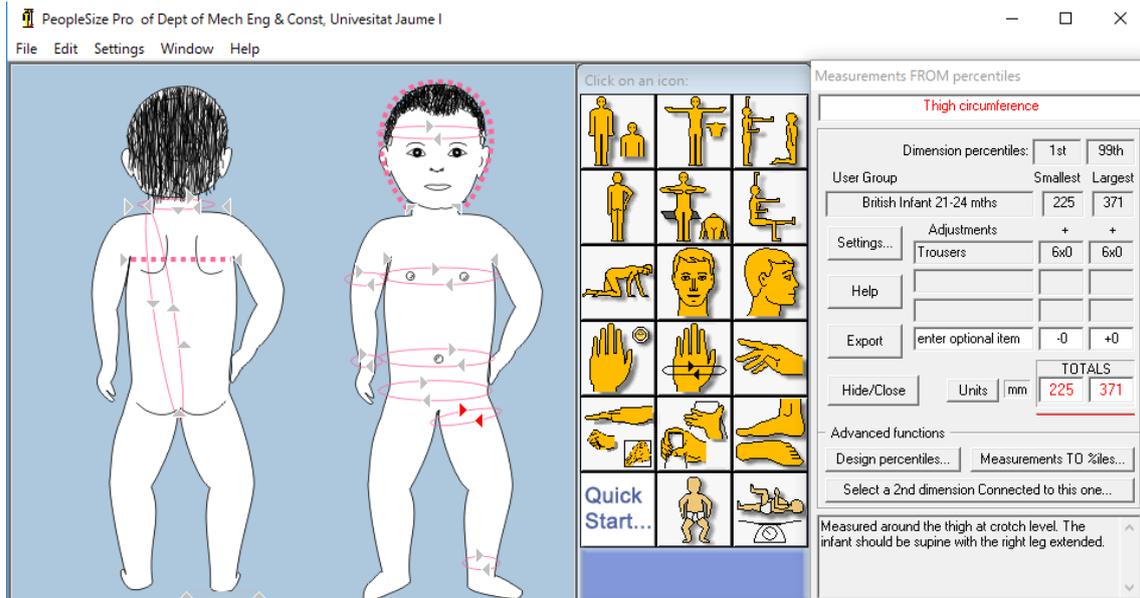


Figura 3.1.1.3. Perímetro muslo.

PeopleSize Pro of Dept of Mech Eng & Const, Univesitat Jaume I

File Edit Settings Window Help

Click on an icon:

Measurements FROM percentiles

Ankle circumference, just above joint (minimum)

Dimension percentiles: 1st 99th

User Group	Smallest	Largest
British Infant 21-24 mths	115	177

Settings... Adjustments + +

Trousers 6x0 6x0

Help

Export enter optional item -0 +0

Hide/Close Units mm **TOTALS** 115 177

Advanced functions

Design percentiles... Measurements TD %iles...

Select a 2nd dimension Connected to this one...

The minimum circumference around the ankle, just above the ankle bones. The infant's leg should be supported but the foot left free.

Figura 3.1.1.4. Perímetro tobillo.

PeopleSize Pro of Dept of Mech Eng & Const, Univesitat Jaume I

File Edit Settings Window Help

Click on an icon:

Measurements FROM percentiles

Upper Arm circumference, at the midpoint

Dimension percentiles: 1st 99th

User Group	Smallest	Largest
British Infant 21-24 mths	133	202

Settings... Adjustments + +

Jacket 6x0 6x0

Help

Export enter optional item -0 +0

Hide/Close Units mm **TOTALS** 133 202

Advanced functions

Design percentiles... Measurements TD %iles...

Select a 2nd dimension Connected to this one...

The maximum circumference around the upper arm, perpendicular to the long axis, halfway between the bony tip of the shoulder (acromion) and the elbow (olecranon). The infant's should be held straight and should be relaxed.

Figura 3.1.1.5. Perímetro brazo.

PeopleSize Pro of Dept of Mech Eng & Const, Univesitat Jaume I

File Edit Settings Window Help

Click on an icon:

Measurements FROM percentiles

Wrist circumference, over prominent bony protrusions

Dimension percentiles:	1st	99th
User Group	Smallest	Largest
British Infant 21-24 mths	92	153
Settings...	Adjustments	+
Help	Mittens	6x0 6x0
Export	enter optional item	-0 +0
Hide/Close	Units	mm
		TOTALS
		92 153

Advanced functions

Design percentiles... Measurements TO %iles...

Select a 2nd dimension Connected to this one...

Measured around the wrist, over the two most prominent parts of the two forearm bones (the radius and the ulna). Support the baby's arm and take care not to compress any overlying fat.

Figura 3.1.1.6. Perímetro muñeca.

PeopleSize Pro of Dept of Mech Eng & Const, Univesitat Jaume I

File Edit Settings Window Help

Click on an icon:

Measurements FROM percentiles

Head circumference (just above Brow ridges)

Dimension percentiles:	1st	99th
User Group	Smallest	Largest
British Infant 21-24 mths	441	547
Settings...	Adjustments	+
Help	Hood/hat	4x0 4x0
Export	enter optional item	-0 +0
Hide/Close	Units	mm
		TOTALS
		441 547

Advanced functions

Design percentiles... Measurements TO %iles...

Select a 2nd dimension Connected to this one...

Measured around the head, just above the brow ridges and including the prominence at the back of the head. The hair should be compressed.

Figura 3.1.1.7. Perímetro craneal.

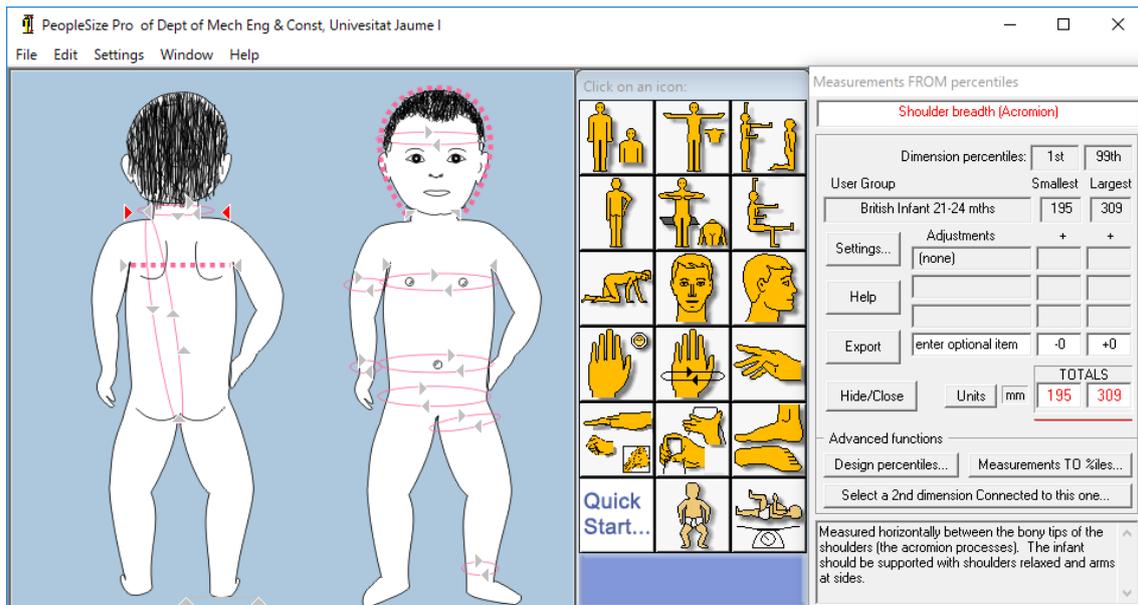


Figura 3.1.1.8. Perímetro cuello.

Como dato mínimo del perímetro, vamos a escoger la dimensión del brazo (Fig. 3.1.1.5.), del cual vamos a sacar el percentil 50 para hallar un valor medio. De entre los menores perímetros que son brazo (Fig. 3.1.1.5), muñeca (Fig. 3.1.1.6.) y cuello (Fig. 3.1.1.8.) escogemos esta dimensión y no otra, por ser la posición más común.

$$\text{Niños (P50)} = (133 + 202) / 2 = \mathbf{167.5 \text{ mm}}$$

Con este valor hallamos la largura mínima del velcro que ceñirá el pulsador al cuerpo.

3.1.2. Perímetro máximo

Para el cálculo del perímetro máximo hemos escogido el siguiente rango de edad que ofrecía el programa que incluye la edad de 18 años. En adultos los datos vienen separados en femeninos y masculinos. A continuación, mostramos la selección de datos.

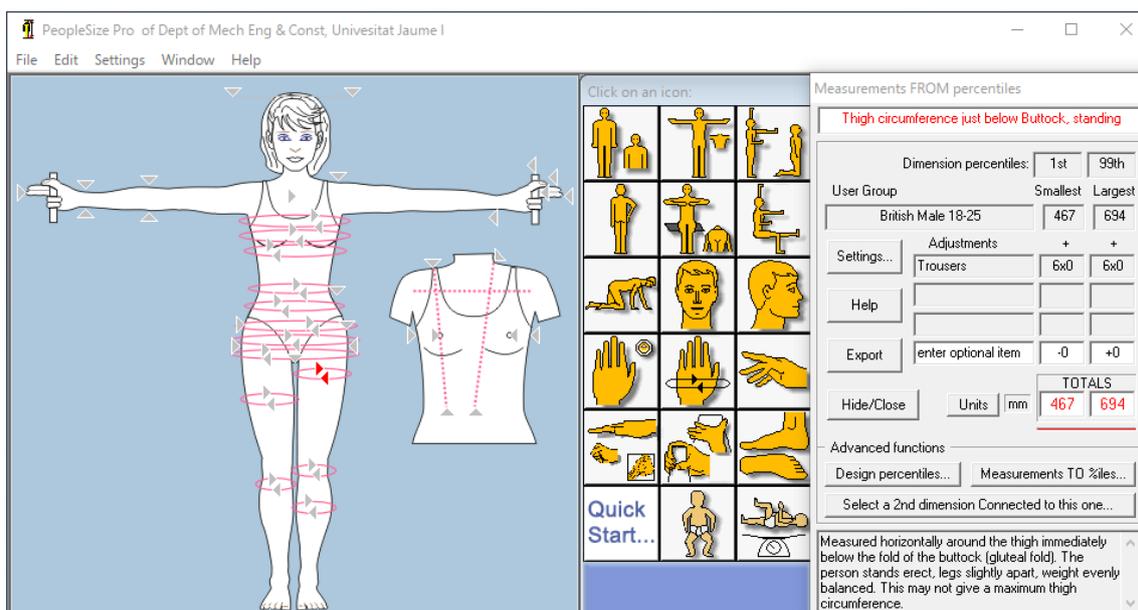


Figura 3.1.2.1. Perímetro muslo mujer

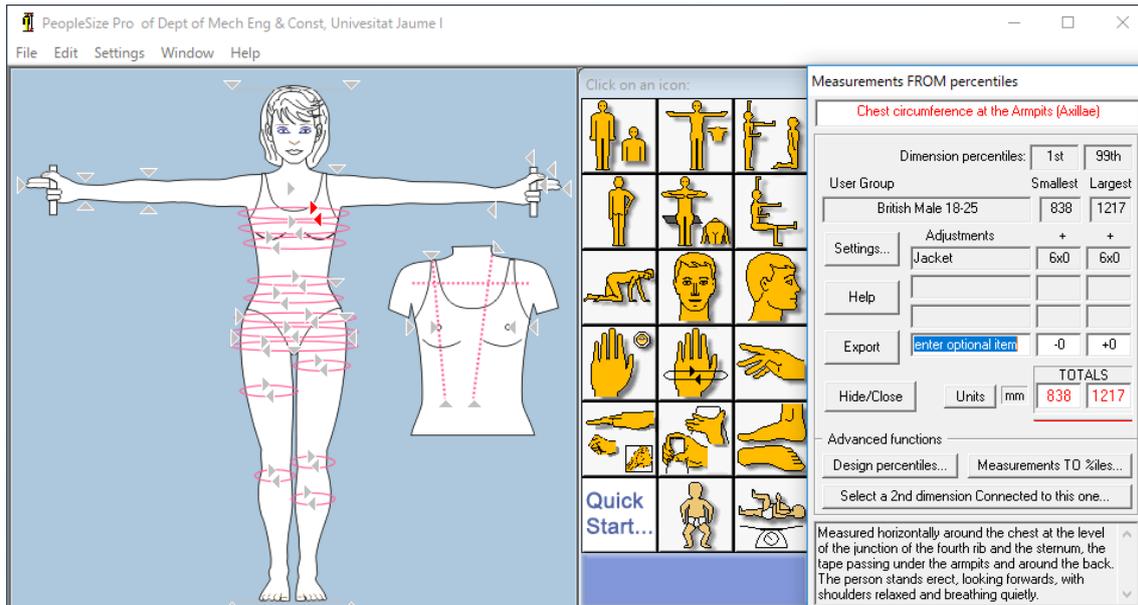


Figura 3.1.2.2. Perímetro pecho mujer

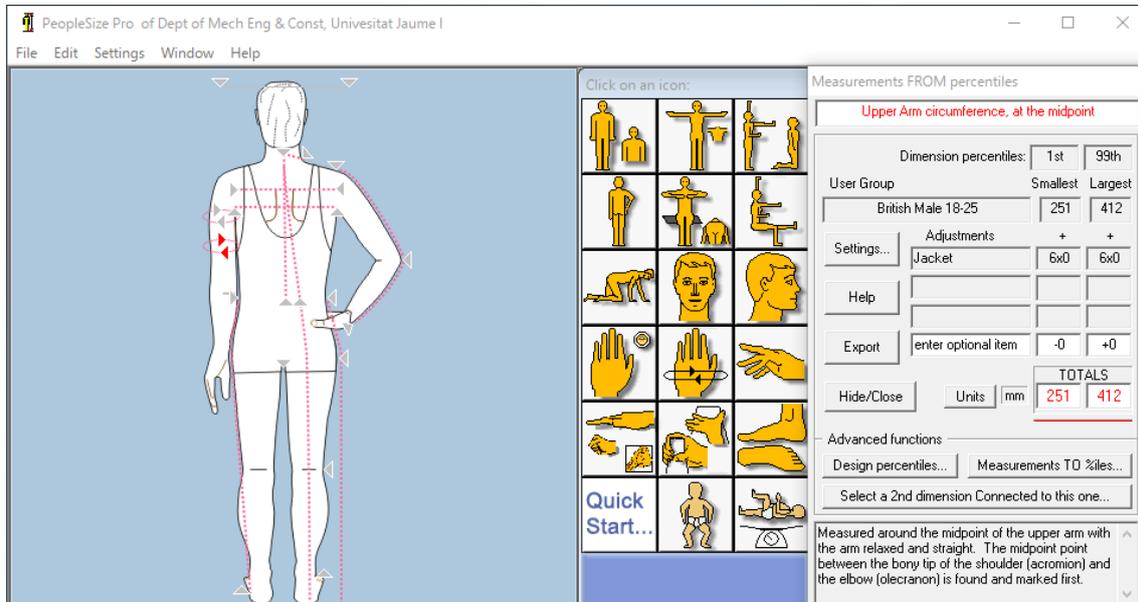


Figura 3.1.2.3. Perímetro brazo hombre

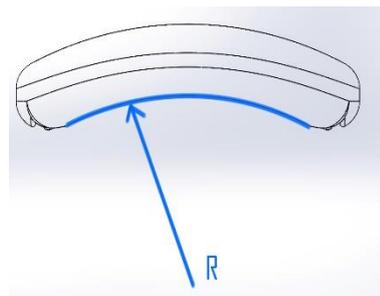
Como dato máximo del perímetro, vamos a escoger la dimensión del pecho de mujer (Fig. 3.1.2.2.), del cual vamos a sacar el percentil 50 para hallar un valor medio.

$$\text{Mujer (P50)} = (838 + 1217) / 2 = 1027.5 \text{ mm}$$

Con este valor hallamos la largura máxima del velcro que ceñirá el pulsador al cuerpo.

3.2. Radio curvatura

Como ya hemos comentado anteriormente el radio de curvatura de la superficie inferior del pulsador (Fig. 3.1.) es aproximado ya que se debe ajustar a múltiples y muy diferentes zonas del cuerpo. Algunas de ellas las vamos a mostrar a continuación.



3.2.1. Radio de curvatura mínimo

Con el mismo valor del perímetro anterior vamos a obtener un radio aproximado, realizando la suposición de que el brazo fuese un cilindro perfecto. Para ellos utilizaremos la fórmula para calcular el perímetro del círculo y despejaremos el radio.

$$P_c = 2\pi * r; \quad r = P_c / 2\pi; \quad r = 167.5 / 2\pi = \mathbf{26.66 \text{ mm}}$$

Y así obtenemos el radio mínimo de curvatura de la superficie inferior del pulsador.

3.2.2. Radio máximo

Al igual que en el apartado anterior, partimos del perímetro máximo hallado en el punto 3.1.2., y suponemos un cilindro perfecto, para poder hallar el radio.

$$P_c = 2\pi * r; \quad r = P_c / 2\pi; \quad r = 1027.5 / 2\pi = \mathbf{163.53 \text{ mm}}$$

Y así obtenemos el radio máximo de curvatura de la superficie inferior del pulsador.

3.3. Conclusiones

Los valores obtenidos del perímetro son representativos para tener indicaciones de cuáles podrían ser la largarías mínima y máxima a comprar de velcro.

	Mínimo	Máximo
Largo de la cinta de velcro	167.5 mm	1027.5 mm

Aun así, se recomienda tomar medidas del propio niño para asegurar las dimensiones de la cinta.

Y, por el otro lado, los valores de radio de curvatura obtenidos son:

	Mínimo	Media	Máximo
Radio de curvatura	26.66 mm	95 mm	163.53 mm

De los valores de radio debemos obtener una medida media, ya que el pulsador tendrá únicamente una dimensión. Obteniendo como media de 95 mm, se llega a la decisión por parte del diseñador, de optar por un radio un poco más pequeño, ya que las zonas más comunes para colocarlo serán brazos y piernas con radio menores. Por tanto, el radio definitivo serán 90mm, que se puede observar mejor en el volumen *Planos*.

4. Anexo 4. Estudio de los componentes, procesos de fabricación y materiales.

El siguiente ANEXO va dirigido al apoyo del *Vol 3. Pliego de Condiciones*. Antes de especificar las condiciones técnicas del objeto en el pliego de condiciones, se va a realizar un estudio de las diferentes posibilidades que se han barajado antes de determinar su fabricación final.

4.1.Elementos comerciales

Como hemos explicado brevemente en la *Introducción* de este volumen, el pulsador contiene un mando de radiofrecuencia. Estos dispositivos están formados por un emisor, llamado mando, y un receptor.

4.1.1.Funcionamiento de la radiofrecuencia.

Las ondas de radiofrecuencia (RF) se generan cuando una corriente alterna pasa a través de un conductor. Las ondas electromagnéticas se componen de dos diferentes, pero relacionados campos: un campo eléctrico (conocido como el campo "E"), y un campo magnético (conocido como el campo "H"). El campo eléctrico se genera por las diferencias de voltaje. Dado que una señal de radiofrecuencia es una alternancia, el constante cambio de tensión crea un campo eléctrico que aumenta y las disminuye con la frecuencia de la señal de radiofrecuencia. El campo eléctrico irradia desde una zona de mayor tensión a una zona de menor voltaje.

Cuando un lector emite señales de radiofrecuencia, provoca variaciones en los campos eléctricos y magnéticos. Cuando un conductor, como la antena, se encuentra dentro del mismo campo variable, se genera una corriente en su antena.

4.1.2.Funcionamiento infrarrojos

La señal infrarroja transmite un código en forma de radiación electromagnética y lo transmite al dispositivo en forma de una serie de impulsos de luz infrarroja. Los pulsos de luz infrarroja transmitidos son de dos tipos, los llamados 0 y 1. Los 0 podrían verse como los tonos cortos y los 1 como los tonos largos. Un receptor recibe la serie de impulsos de infrarrojos y los pasa a un procesador que descodifica la serie de 0 y 1 en los bits digitales que activarán una determinada función del dispositivo.

4.1.3.Comparación entre radiofrecuencia e infrarrojos

Los mandos infrarrojos necesitan que apuntes directamente al dispositivo a controlar. Esto no se debe a otra cosa que a la debilidad de la señal emitida. El nivel de batería también influye, pues a medida que la energía se va agotando la señal se va haciendo cada vez más débil.

La mayoría de controles remotos de radiofrecuencia abarcan un ángulo más amplio que los mandos a distancias de infrarrojos. Los obstáculos entre el mando y el dispositivo a controlar también son importantes ya que los infrarrojos son luz y, como tal, rebota en los objetos. A diferencia de la luz infrarroja, las ondas de radiofrecuencia pueden atravesar obstáculos como paredes y puertas y además llegan más lejos.

Por todas estas ventajas el dispositivo de radio frecuencia suele ser más caro que el de infrarrojos. Por lo tanto, dependiendo las prestaciones que se necesiten se valorará la diferencia de precio.

4.2. Elección del dispositivo

Nuestra elección va a ser el dispositivo de radiofrecuencia. Aun teniendo en cuenta la diferencia de precio, las ventajas que ofrece la radiofrecuencia compensan. La ventaja más importante es la de que no haya necesidad de apuntar al receptor, ya que el usuario no tiene por qué poder realizar este gesto.

Además, el mayor campo que abarcan los dispositivos de radiofrecuencia permitirán el juego en espacios abiertos y grandes. Sin interrupción de su funcionamiento si hay más niños o juguetes de por medio.

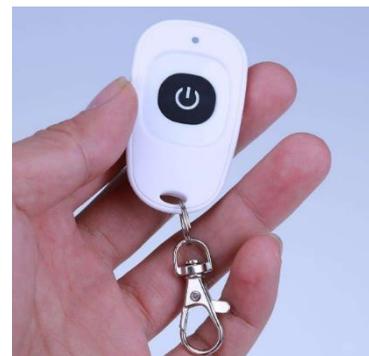
Realizada la justificación de la elección pasamos a mostrar el dispositivo elegido y su funcionamiento. El dispositivo mostrado en la Figura 1.4.1., muestra el pulsador de radiofrecuencia elegido. Existen muchos modelos similares que podrían cumplir la función en sí, pero se ha seleccionado el siguiente modelo por ciertas características. La primera característica a destacar es la dimensión del botón, otros contaban con botones de mayor tamaño. Además, es mono-canal, por lo que solo tiene un botón y una sola función. La siguiente característica es la finura del mando, que nos facilita su acoplamiento dentro de la carcasa. Y, por último, el tamaño del receptor también tiene un tamaño manejable.



Figura 4.1.1. Dispositivo de radiofrecuencia

A continuación, vamos a especificar los datos técnicos del producto. Comenzamos con los datos del control remoto:

- Voltaje: 6 V (CC)
- Corriente de funcionamiento: $\leq 15\text{mA}$
- Frecuencia de funcionamiento: 433 MHz
- Tipo de Chip: código fijo (por defecto 2260)
- Resistencia a las vibraciones 4.7m
- Distancia de operación de control remoto: 30-50 m (en entorno abierto)
- Modulación: ASK
- Tamaño: 56.36 x 31.58 x 11.03 mm
- Temperatura de trabajo: $-20 \sim 60 \text{ }^\circ\text{C}$
- Peso: aprox. 20g



Continuamos especificando los parámetros del receptor:

- Corriente máxima: 10 A (CA)
- Voltaje operativo: 80-260 V (CA)
- Frecuencia de funcionamiento: 433 MHz
- Carga máxima: $\leq 2000 \text{ W}$
- Tamaño: 55 x 51 x 25 mm
- Temperatura de trabajo: $-20 \sim 60 \text{ }^\circ\text{C}$
- Peso aprox. 48



4.3. Proceso de fabricación

4.3.1. Elección del método de fabricación

El proceso de fabricación, donde se barajan dos alternativas, moldeo por inyección o técnicas de prototipado. Hay determinadas características que se desean conseguir en el producto que desencadenan en una sencilla decisión.

En primer lugar, el objeto no está dirigido a ninguna empresa, no se ha pensado como comercialmente rentable. Para que a una empresa de tamaño medio o grande le resultase rentable el objeto debería haber un volumen de ventas considerable. Con ello, se podría realizar una inversión en un molde para inyección y poder rentabilizarlo. Pero en este caso el volumen de ventas no se prevé muy grande, con lo que el precio por unidad se dispararía, y el público al cual está enfocado no tiene por qué tener un nivel adquisitivo alto. Por ello, se prefiere el prototipado en este caso.

En segundo lugar, el planteamiento inicial del proyecto surge a partir del encargo de la Confederación Española de Personas con Discapacidad Física y Orgánica (COCEMFE), una asociación que plantea la problemática e intenta realizar sistemas improvisados como solución sin ánimo de lucro. Por esto, resultaría inmoral intentar convertir un proyecto con esta base en una idea de negocio.

Por otro lado, aunque durante el desarrollo del proyecto la versatilidad del producto ha sido una máxima, la amplia gama de las diferentes necesidades, hacen difícil adaptarlo para todos. De entre las propuestas se eligió una que se adaptaba a casi todas las partes del cuerpo. Aun así, este tipo de productos siempre necesitar un cierto “*customize*” para que se amolde al usuario. El formato digital con posibilidad de modificación, deja una puerta abierta a la posible innovación, lo que nos lleva de nuevo al prototipado.

Por último, su difusión se desea que se realice en plataformas o foros de padres de niños con discapacidad. No existen muchas tiendas que se dediquen a la venta de objetos tan específicos, lo que haría difícil hallar el producto. Y el público al cual está dirigido no está localizado, sino disperso en la geografía. Una plataforma como internet, permite el acceso al producto con mayor facilidad. Todo esto vuelve a desembocar en la preferencia del prototipado frente al moldeo por inyección.

4.3.2. Elección de la técnica

Justificada la elección del proceso de prototipado, nos hayamos ahora en la criba de entre todas las técnicas que existen. Esta elección de la técnica va a estar limitada por las características del material que se desee, ya que no todas las técnicas pueden imprimir en cualquier material. A continuación, vamos a mostrar una tabla donde se explican los materiales, características y precisión de algunas técnicas:

TÉCNICA	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECISIÓN
Estereolitografía (SLA, Stereo Lithographic Apparatus) Alta, de 0,1 % en los ejes X e Y, y	Resina líquida fotopolimerizable epoxi y acrílicas	✓ Acabado superficial y defin. de pequeños detalles. ✓ Bastante buena precisión dimensional (2ª) ✓ Muy adecuadas como másteres ✗ Requiere soportes ✗ Estructura relativamente frágil	Alta, de 0,1 % en los ejes X e Y, y ±0,1 mm en el eje Z.

±0,1 mm en el eje Z.		<ul style="list-style-type: none"> ✗ Requiere proceso de post-curado ✗ Pueden deformarse durante el post-curado ✗ Absorben humedad y deform. (resina higroscópica) ✗ Siguen fotopolimerizando y fragilizan 	
Sinterización Selectiva por láser (SLS, Selective Laser Sintering)	Poliamida, policarbonato, PVC, ABS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No requiere post-curado ✓ No necesita soportes ✓ Puede producir pzas resist. utilizadas como finales ✓ Posible que el material tenga carga del 30% FV ✗ Baja calidad superficial, porosa ✗ Tiempo elevado de Q y enfriamiento de la máquina ✗ Coste elevado (ambiente inerte) ✗ Poca variedad de mat. utilizables (campana estrecha) 	Media, entre 0,1 – 0,15 % en los ejes X/Y/Z
Modelado por deposición de hilo fundido (FDM, Fused Deposition Modeling)	ABS, PLA, poliamidas, y otros termoplásticos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Variedad de materiales y gran facilidad de cambios ✓ Máquinas pequeñas y sencilla utilización ✓ Precisión en ancho de capa variable durante ✓ Pueden utilizarse como másteres ✓ Puede producir pzas resist. utilizables como finales ✗ Calidad superficial bastante baja (capas marcadas) ✗ Requiere soportes ✗ Lento en la producción e piezas voluminosas ✗ Problemas de deformación en pzas grandes o pared gruesa (enfriar contrae) 	Media, de unos 0,15 mm en los ejes X/Y/Z
Impresión en 3D	Polvo de: yeso, cerámicas específicas, plástico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alta producción, posibilidad de varios cabezales ✓ Materiales de consumo de bajo coste relativo ✓ Puede eliminar moldes de cera por molde cerámicos ✓ Algunas variantes permiten piezas policromáticas ✓ Algunas variantes permiten piezas flexibles ✗ Puede requerir post-curado ✗ Baja calidad superficial de los modelos ✗ Cierta fragilidad de los modelos según mat. y post-proceso 	Media, unos 0,15 mm en los ejes X/Y/Z
>>Inkjets: Modelado multibocilla	Polímero de bajo punto de fusión + Parafina (cera) para los soportes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rapidez ✓ Bajo coste relativo ✓ Facilidad de uso ✓ Muy limpia 	Menor que la SLA

(MJM, Multi-Jet Modeling)		<ul style="list-style-type: none"> ✗ Espesor de capa entre 0,013 y 0,1 ✗ No demasiada buena calidad superficial ✗ Post proceso para limpiar ✗ Para piezas pequeñas ✗ Fragilidad ✗ Para modelos de microfusión (cera perdida) en joyería y otras de precisión 	
>>Inkjets: Impresión por Cabio de Fase de Fotopolímero o Polyjet	Fotopolímeros + otro fotopolímero que se quita con agua a presión	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Excelente acabado sin marcas de curvas ✓ Espesor de capa 0,015 mm ✓ Permite pequeños grosores de pared (hasta 0,6 mm) ✓ No necesita soporte ni post-curado ✓ Muy rápida ✓ Mayor precisión y mejore acabado superficiales (1º) ✓ Resinas con amplia gama de colores ✓ Pueden utilizarse materiales similares a los elastómeros ✗ Tamaños máximos menos que SLA ✗ Robustez inferior que SLA 	Mejor que la SLA

De entre todas las técnicas de prototipado expuestas, la que más se ajusta a las características que deseamos conseguir en nuestro producto es la técnica Modelado por deposición de hilo fundido (FDM). Esta técnica funciona con material termoplástico en estado de fusión, que es extruido y depositado capa por capa. El cabezal es alimentado en forma de hilo (de 1,25 ó 1,75 ó 3 mm de diámetro), o pastillas trituradas. El cabezal es calentado por encima de la temperatura de fusión. Al mismo tiempo que deposita ejerce una ligera presión, consiguiendo el soldado con la capa anterior. La rigidez de este proceso permite utilizarlas como prototipos funcionales o piezas finales, aunque su precisión no es alta.

Realizada la justificación de la elección tanto del proceso de fabricación como de la técnica, se especificarán las características de este proceso más exhaustivamente en el *Vol.3. Pliego de Condiciones*.

VOLUMEN 3.
PLIEGO DE
CONDICIONES

VOLUMEN 3. PLIEGO DE CONDICIONES	80
1. Introducción	82
2. Preferencia y compatibilidades entre documentos	82
3. Objetivos generales del producto	82
4. Elementos comerciales	83
5. Máquinas y herramientas para la fabricación.....	84
5.1 Proceso de fabricación.....	84
5.2. Máquina FDM	84
6. Descripción de materiales.....	86
6.1. Materiales de la carcasa.....	86
7. Listado de piezas	87
8. Ensamblaje del producto.....	88
9. Instalación del dispositivo	89
10. Condiciones de uso del producto.....	90
11. Normativas y ensayos	90

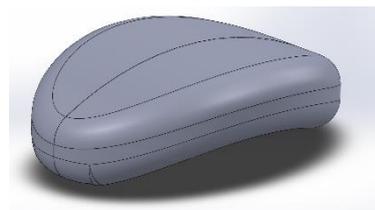
1. Introducción

En este documento se definen por completo los materiales, procesos de fabricación y maquinaria, ensamblaje e instalación del proyecto al completo, para que no exista lugar al equívoco. Para ello recordamos el objetivo planteado inicialmente en la Memoria:

El objetivo del proyecto es diseñar un botón activador de juguetes para su uso por parte de niños con discapacidad.

Para facilitar la explicación del producto vamos a diferenciar en tres partes el objeto:

- La **carcasa**, la cual va a conformar las dos partes que envuelvan el mecanismo del pulsador. La función de la carcasa es darle la forma ergonómica al pulsador, para que pueda ser utilizado con este fin.



- El **pulsador de radiofrecuencia**, el cual es un producto ya fabricado que vamos a hacerlo servir para nuestros intereses.

- La **cinta velcro**, producto ya fabricado del cual se especificarán las medidas necesarias.



2. Preferencia y compatibilidades entre documentos

Para una correcta comprensión del proyecto, la relación entre los documentos que lo conforman se establecen ciertas prioridades ante contradicciones y/o incompatibilidades.

Las prioridades que se establecen sobre las dimensiones de las piezas que conforman el producto es la preferencia del Vol. Planos frente a cualquier otro documento del proyecto.

Sobre los materiales y procesos de fabricación, se establece la prioridad del Vol. Pliego de condiciones frente a cualquier otro documento.

3. Objetivos generales del producto

Los objetivos a cumplir por el producto en cuando a su acabado final se muestran definidos en el documento *Memoria* apartado *Requisitos de diseño* junto al resto de objetivos, por lo que todas las partes que conformen el producto deberán cumplirlos. Dichos objetivos se muestran a continuación:

- Que el producto sea lo más funcional y manejable posible por ser ligero.
- Que su diseño sea lo más inclusivo posible.
- Que la fuerza para presionarlo sea la mínima posible.
- Que sea accionable con cuantas más partes del cuerpo mejor por adaptarse a todas ellas.
- Que su diseño sea lo más innovador posible.
- Cuanto más se ajuste a la estética del juguete con variedad de colores mejor.

- Cuantos más componentes normalizados contenga para ser fácil de obtener y montar mejor.
- Cuanto más resistente a golpes mejor.
- Cuanto más rápido y sencillo de fabricar y montar mejor.
- Que cumpla con la normativa.
- Cuanto mayor alcance de conexión tenga el producto mejor.

4. Elementos comerciales

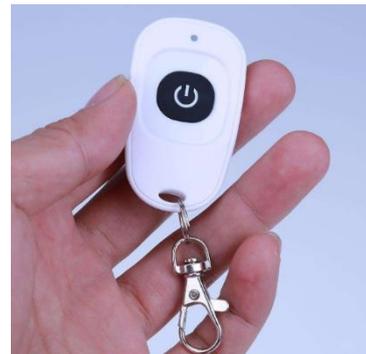
En el *Anexo 4 (1. Elementos comerciales)*, viene detallado la comparativa entre los dispositivos inalámbricos de radiofrecuencia e infrarrojo, concluyendo en la elección de radiofrecuencia. Esta elección es debida a las siguientes ventajas con respecto a la tecnología de infrarrojos:

- No es necesario apuntar al receptor con el mando.
- No influye en la sensibilidad la batería del dispositivo.
- Abarca un ángulo más amplio.
- No influyen los obstáculos entre mando y receptor.
- Llega a más distancia.

El dispositivo de radiofrecuencia elegido es de tipo mono-canal. Las especificaciones técnicas del mando y el receptor se especifican a continuación:

CONTROL REMOTO

- Voltaje: 6 V (CC)
- Corriente de funcionamiento: ≤ 15 mA
- Frecuencia de funcionamiento: 433 MHz
- Tipo de Chip: código fijo (por defecto 2260)
- Resistencia a las vibraciones 4.7m
- Distancia de operación de control remoto: 30-50 m (en entorno abierto)
- Modulación: ASK
- Tamaño: 56.36 x 31.58 x 11.03 mm
- Temperatura de trabajo: $-20 \sim 60$ °C
- Peso: aprox. 20g



RECEPTOR

- Corriente máxima: 10 A (CA)
- Voltaje operativo: 80-260 V (CA)
- Frecuencia de funcionamiento: 433 MHz
- Carga máxima: ≤ 2000 W
- Tamaño: 55 x 51 x 25 mm
- Temperatura de trabajo: $-20 \sim 60$ °C
- Peso aprox. 48g



La empresa elegida como suministradora por simplicidad de acceso, y fiabilidad en el envío es **Amazon**. Donde referencia del fabricante es **EBE115C2E**. El link directo se puede consultar en el volumen *Memoria, Webgrafía*.

Otro elemento comercial, que forma parte de nuestro producto, pero se compra ya fabricado es la **cita de velcro**. Al ser un producto tan común, adquirible en cualquier mercería, tienda de bricolaje o “Todo a cien” se deja abierto el lugar de adquisición. Pero sí vamos a determinar unas características mínimas que debe cumplir:

- Tipo: doble cara
- Ancho de cinta: ≤ 20 mm
- Largo: variable



5. Máquinas y herramientas para la fabricación

5.1. Proceso de fabricación

En el *Anexo 4 (2. Proceso de fabricación)*, viene detallado la elección entre el moldeo por inyección o técnicas de prototipado. Concluyendo como mejor alternativa el Prototipado Rápido. Y de entre las técnicas de prototipado se selecciona el Modelado por Deposición de hilo Fundido (FDM).

La máquina de Modelado por Deposición de hilo Fundido funciona con materiales termoplásticos, en estado de semifusión, que es extruido a través de una boquilla caliente depositándolo capa por capa hasta completar el modelo.

El cabezal de la máquina se calienta por encima de la temperatura de fusión. Cuando el cabezal deposita el material, ejerce una presión sobre el mismo, consiguiendo que el material quede adherido entre sí, y definiendo el ancho de capa deseado.

5.2. Máquina FDM

En este apartado se van a especificar las máquinas que se necesitan para la producción de nuestro pulsador. Nosotros hemos seleccionado una empresa concreta, pero cualquier empresa con maquinaria de iguales prestaciones o semejantes sería válida para la fabricación de nuestro producto. En nuestro caso es la empresa Colido3D, de la cual existe el enlace directo en la *Webgrafía* de la *Memoria*.

La máquina utilizada por esta empresa se llama CoLiDo X3045, y sus características, repetibles por máquinas semejantes son las siguientes:

TECNOLOGÍA

- Volumen de construcción: 300 x 300 x 450 mm
- Tamaño de impresora: 630 x 630 x 795 mm
- Peso de la impresora: 43 Kg

IMPRESIÓN

- Resolución de capa: 0.1 – 0.4 mm
- Posición exacta: XY:0.011 Z:0.0025 mm
- Diámetro de la boquilla: 0.4 mm

FILAMENTO

- Diámetro del filamento: 1.75 mm

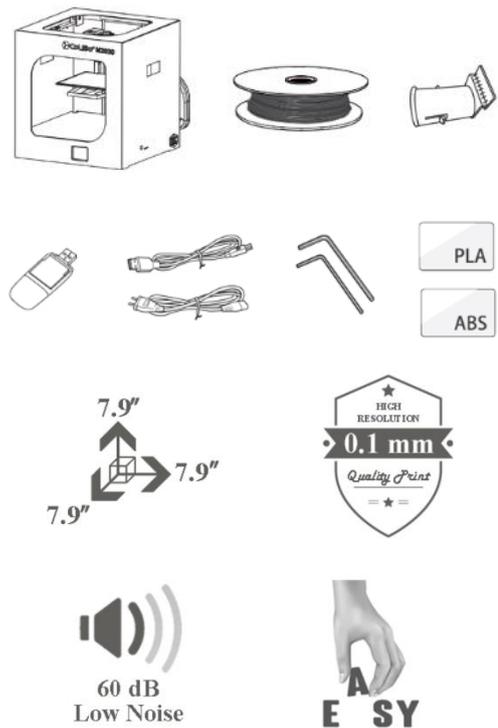
- Material del filamento: PLA/ABS
- MECÁNICA
- Estructura: acero
- Plataforma de producción: cristal
- Plataforma de construcción: vidrio revestido
- Rodamiento XYZ: acero

SOFWARE

- Software: REPETIER-HOST
- Tipos de archivos: .STL, G-Code
- Sistemas operativos: WINDOWS 7, LINUX, MAC OS
- Conectividad: SD Card, USB

ELECTRÓNICA

- Temperatura del depósito: 0º-32ºC
- Temperatura de impresión: 21º-32ºC
- Voltaje de entrada: 110-240V, 50/60Hz
- Potencia: 300W



6. Descripción de materiales

6.1. Materiales de la carcasa

El material elegido para la carcasa ha sido un material flexible. El polímero es poliuretano termoplástico (TPU). Un polímero elastómero lineal y, por ello, termoplástico. Se caracteriza por su alta resistencia a la abrasión, al oxígeno, al ozono y a las bajas temperaturas. Se extruye con facilidad lo que lo hace idóneo para filamentos de impresión 3D.



Figura 6.1.1. Bobina TPU de Colido3D

A continuación, mostramos la ficha técnica del material (Fig. 6.1.1.) cedida por la empresa Colido3D. De la cual resaltaremos los datos más importantes a continuación (Tabla 6.1.1.):

ColiDo Universal 3D Printing Filament																				
Version	Filament	Color	Packing	Mechanical Properties							Printing Temperature (°C)		Weight (g)		Size (mm)		Compatible			
				Tensile Strength (MPa)	Elongation at break (%)	Flexural Strength (MPa)	Flexural Modulus (MPa)	Heat Deflection Temp (°C)	Izod Notched Impact Strength (KJ/m ²)	Density (g/cm ³)	Melt Flow Rate (g/5min)	platform Temp	Nozzle Temp	Net Weight	Shipping Weight	Hub Hole Diameter		Filament Diameter	Shipping Dimension (Length*Width*Height)	
Gold	PLA	Black/ Blue/ Green/ Red/ White/ Yellow/ Orange/ Pink/ Purple/ Grey/ Brown		50	8	86	3000	60	5.5	1.23	6	60°C~70°C	190°C~210°C	500g	890g	φ 83	φ 1.75	206*50*210mm	Using FDM technology such as Printo, Rise ColiDo, MakerBot, UP 1, Ultimaker, Reprap, FlashForge, etc.	
				1000g	1440g	φ 83	φ 1.75	206*50*210mm												
				500g	1060g	φ 83	φ 1.75	240*60*235mm												
	ABS	Black/ Blue/ Green/ Red/ White/ Yellow		47	20	77	/	88	19.8	1.06	22	100°C~110°C	220°C~230°C	500g	890g	φ 83	φ 1.75	206*50*210mm		
				1000g	1440g	φ 83	φ 1.75	206*50*210mm												
				500g	1060g	φ 83	φ 1.75	240*60*235mm												
	Wood PLA	Wood		35	6	60	3000	60	3	1.26	4.5									
	Translucent PLA	Translucent White/ Red/ Yellow/ Blue		60	6	83	3800	55	1.6	1.24	6	60°C~70°C	190°C~210°C	500g	1060g	φ 83	φ 1.75	240*60*235mm		
	Luminous PLA	Luminous PLA - Green		60	8	86	3000	60	5.5	1.23	6	60°C~70°C	190°C~210°C	500g	1060g	φ 83	φ 1.75	240*60*235mm		
	Temperature change PLA	Temperature change PLA: Orange - Yellow - Pink - White		63.2	<620	/	/	<73	/	1.19	/	60°C~70°C	210°C~230°C	500g	1060g	φ 83	φ 1.75	240*60*235mm		
PA	White		54	250	56	1.42GPa	146	6.9	1.02	13	110°C~120°C	240°C~260°C	520g	1360g	φ 83	φ 1.75	206*50*210mm			
460g	1010g	φ 83	φ 1.75	240*60*235mm																
PC+	White		46	/	70	/	100	17	1.1	20	110°C~120°C	240°C~260°C	1000g	1440g	φ 83	φ 1.75	206*50*210mm			
500g	1060g	φ 83	φ 1.75	240*60*235mm																
Prem	PLA	Black/ Blue/ Green/ Red/ White/ Yellow		56	3	90	3000	60	3	1.24	6	60°C~70°C	190°C~210°C	1000g	1440g	φ 83	φ 1.75	206*50*210mm		
	ABS	Black/ Blue/ Green/ Red/ White/ Yellow		46	15	86	/	83	16	1.04	20	100°C~110°C	220°C~230°C	1000g	1440g	φ 83	φ 1.75	206*50*210mm		
3D.P	φ 1.75mm (3D Pen filament)	PLA : 1) Wood Translucent White (Red/Yellow/Blue) 2) Red/Yellow/Blue/Green/White 3) Orange/Pink/Purple/Grey/Brown (20pcs per color) ABS : 1) Red/Yellow/Blue/Green/Black (20pcs per color)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	75g	99g	/	φ 1.75	φ 26*360mm	ColiDo 3D pen and other using φ 1.75mm 3D pen		

Figura 6.1.1. Ficha técnicas de filamentos que ofrece Colido3D

Color	Resistencia a tracción	Alargamiento de ruptura	Temperatura de deflexión	Densidad	Temperatura de la plataforma	Temperatura de la boquilla
Blanco	53.2 MPa	<620 %	<73 °C	1.19 g/cm ³	60°C~70°C	190°C~210°C

Tabla 6.1.1. Datos técnicos ampliados

7. Listado de piezas

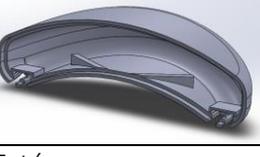
Piezas	Material	Nº piezas	Medidas generales	Peso	Código
Carcasa parte 1 		1	30134.77 mm ³		PZA-1
Carcasa parte 2 		1	27660.35 mm ³		PZA-2
Tetón 		1	2513.35 mm ³		PZA-3
Mando rf 	-	1	56.36 x 31.58 x 11.03 mm	20 g	M-1
Receptor rf 	-	1	55 x 51 x 25 mm	48 g	R-1
Velcro 	-	1	20 x largo variable mm	variable	V-1

Tabla 7.1. Listado de piezas.

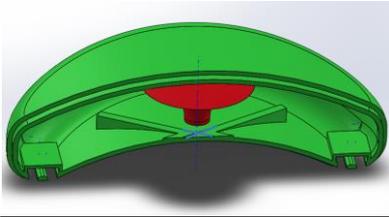
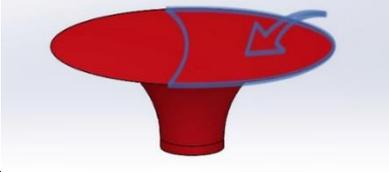
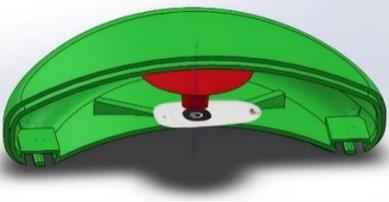
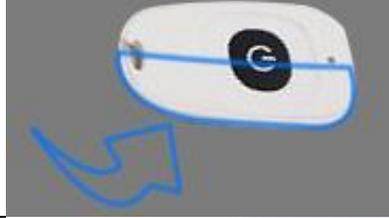
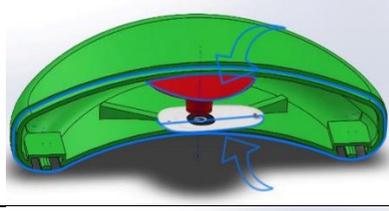
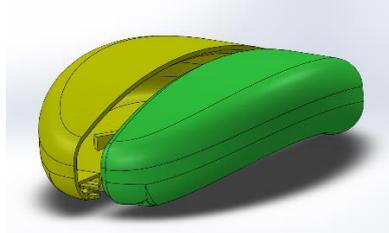
8. Ensamblaje del producto

Dado que el producto ha sido pensado para su ensamblaje e instalación en casa, su diseño ha sido orientado a un montaje intuitivo y sencillo.

Para facilitar la distinción de las piezas les hemos aplicado colores, donde la correspondencia es la siguiente:

Carcasa parte 1	verde
Carcasa parte 2	amarillo
Tetón	rojo
Pegamento	azul

A continuación, vamos a enumerar los pasos necesarios para montar el dispositivo pulsador.

<p>1. Hacer coincidir el eje de rotación del tetón con el centro de la X de la carcasa parte 1.</p>	
<p>2. Aplicar pegamento sobre mitad superficie del tetón y presionar en el lugar anteriormente marcado.</p>	
<p>3. Hacer coincidir el pulsador del mando bajo el centro del tetón.</p>	
<p>4. Aplicar pegamento en la parte inferior del mando y presionar contra la superficie de la X de la carcasa.</p>	
<p>5. Aplicar pegamento en la mitad restante del tetón y del mando, además de por toda la</p>	
<p>6. Hacer coincidir las dos partes de la carcasa y presionar en todos los sitios donde se ha aplicado pegamento.</p>	

9. Instalación del dispositivo



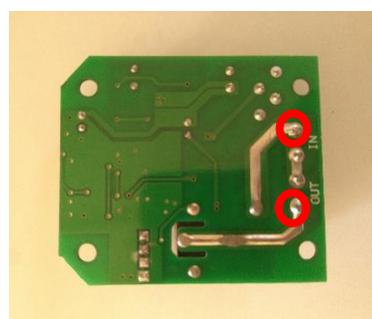
Para la instalación del producto debemos tener en cuenta ciertas precauciones, ya que manipularemos elementos eléctricos. Se necesitan ciertos conocimientos eléctricos, si se carecen de ellos es mejor pedir opinión a un electricista.

Las instrucciones de instalación son genéricas, ya que dependiendo del juguete donde se quiera instalar los pasos pueden variar.

Para cualquiera de los juguetes es necesario previamente localizar el interruptor (pulsador, sensor, etc.) que activa el dispositivo, ya que este deberá ser sustituido por el receptor para dotar al producto del control del juguete.

Los pasos a seguir para la instalación del receptor son los siguientes:

1. En el receptor se indican dos canales de entrada (IN) y dos de salida (OUT). Seleccionaremos los de los extremos. Se debe comenzar la instalación sin pilas en el dispositivo por precaución.



2. En el canal donde del extremo de la entrada (IN), vamos a conectar el cable que hallamos cortado previamente y provenga de la petaca de pilas. El cable debe pelarse e introducirse en la ranura, para después sujetarlo con el tornillo.



3. En el canal de salida conectaremos el cable que conduzca hacia el dispositivo que queremos conectar.*

* El dispositivo realiza la función de un interruptor, por lo que, si se desea dar el control al mando, el interruptor inicial debe ser sustituido por este.



4. Una vez conectado el receptor podemos poner las pilas en el juguete. A continuación, presionar el botón del receptor durante 10 segundos hasta que el indicador de señal se ilumine y luego se apague. Así, conseguimos eliminar cualquier código anterior del receptor.



5. Volver a presionar dicho botón durante 3 segundos hasta que el indicador rojo se encienda. Presionar dos veces el botón del mando. El indicador del receptor se debe apagar. Con ello, hemos emparejado los dispositivos.



6. Comprobar que al pulsar el mando el dispositivo se conecta, si es así, volver a montar la carcasa del receptor. Cerrar el juguete de nuevo.



Si tras los pasos descritos el juguete no funciona, avisar a un eléctrico cualificado.

El dispositivo también permite una instalación en corriente alterna hasta un voltaje de 240V, ya que dispone de dos entradas y dos salidas. El montaje a esta tensión es más peligroso, por lo que se recomienda directamente avisar a un eléctrico cualificado.

10. Condiciones de uso del producto

El diseño del producto asegura un funcionamiento seguro. Una vez montada y pegada la carcasa el pulsador se puede mojar sin sumergir. Esto se asegura cuando el pegamento ha sido uniformemente repartido a lo largo de toda la zona de encaje.

Al realizarse el montaje y la instalación por parte del cliente no se puede asegurar estas condiciones, por lo que se recomienda tener precaución ya que el dispositivo es eléctrico y se maneja por niños.

Se recomienda en la instalación en el juguete no dejar ningún cable al aire, ni el receptor en el exterior. Si el juguete se cierra como al inicio, el juguete debería mantener todas las condiciones de seguridad del comienzo.

11. Normativas y ensayos

Para la obtención del resultado final se han realizado distintas pruebas que han ido modificando la propuesta inicial en el producto definitivo. El proceso de todos estos cambios realizados por ensayos lo vamos mostrar a continuación

Tras el análisis de soluciones, se obtiene como propuesta definitiva el pulsador pulsera. Se realiza el primer modelado 3D, el cual se lleva a la empresa de impresión, Colido3D, la cual realiza una primera evaluación. Se detectan problemas en el diseño de carácter de fabricación. Esto es debido a que el diseño inicial se ha planteado prestando atención a su funcionamiento, pero no al proceso de fabricación.

Determinado el material de entre la gama ofrecida por la empresa, se realiza una prueba inicial de tacto. Para comprobar la flexibilidad del material y el grosor a aplicar en toda la pieza, se manipula un muestrario ofrecido por la empresa. Seleccionando finalmente un espesor de 3

mm, por tener la suficiente consistencia para mantener la forma y al mismo tiempo ser flexible para no tener que aplicar mucha presión al pulsar.

Los cambios que se realizan en esta primera etapa son:

- **Cambio de zona de encaje.** La línea de corte pasa a una posición horizontal a una transversal. De esta forma conseguimos que al imprimir las dos partes que conforman la carcasa halla menos espacio en voladizo (Fig. 11.1.). De esta forma también reducimos el uso de soporte y por tanto el volumen total de material.

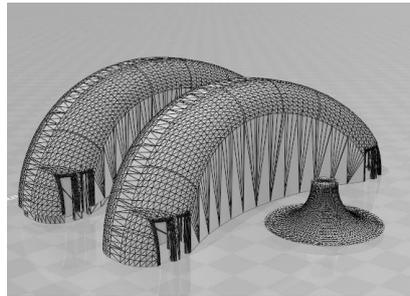


Figura 11.1. Línea de partición de la pieza.

- **Reducción del grosor.** El cambio de lugar de la zona de encaje nos permite reducir la altura del botón, ya que en esta dirección ya no tiene haber espacio para los bordes de encaje (Fig. 11.2.).

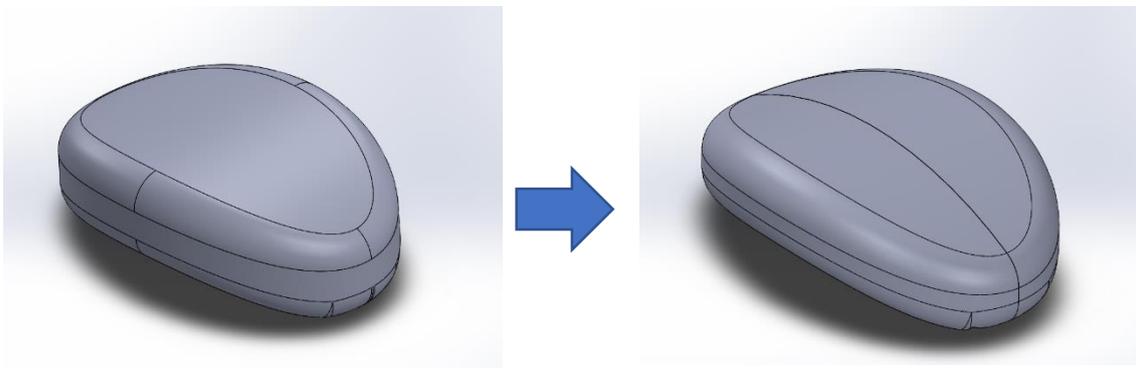


Figura 11.2. Reducción de la altura.

- **Se separación del tetón.** El tetón pasa de ir integrado en las dos partes de la carcasa a ser una pieza independiente (Fig. 11.3.).

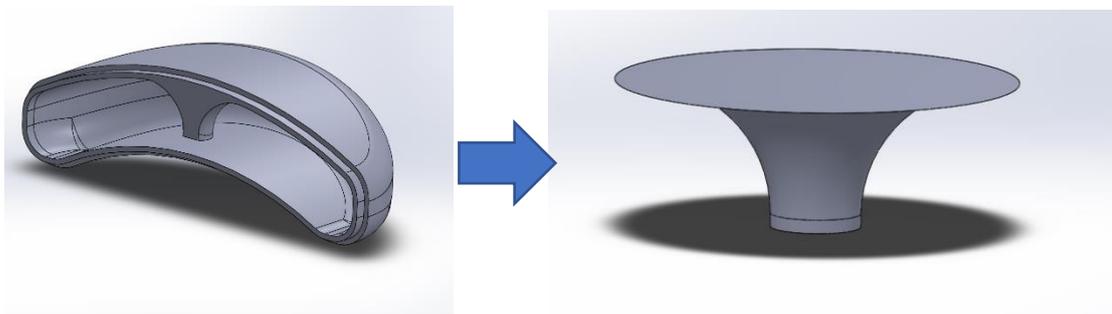


Figura 11.3. Tetón como pieza independiente.

Por otro lado, realizados los cambios del diseño, se procede a probar las condiciones en las cuales se va a imprimir la carcasa. Para establecer los parámetros de impresión se realizan varias pruebas imprimiendo únicamente los 6 primeros milímetros. Esto se realiza de esta forma ya que es la zona de encaje y por tanto la más crítica.

Mediante el programa Simplify, se introducen los parámetros de impresión. En la figura 11.4. aparece como material PLA, pero en nuestro caso es TPU, esto se debe a que el programa no tiene esta opción.

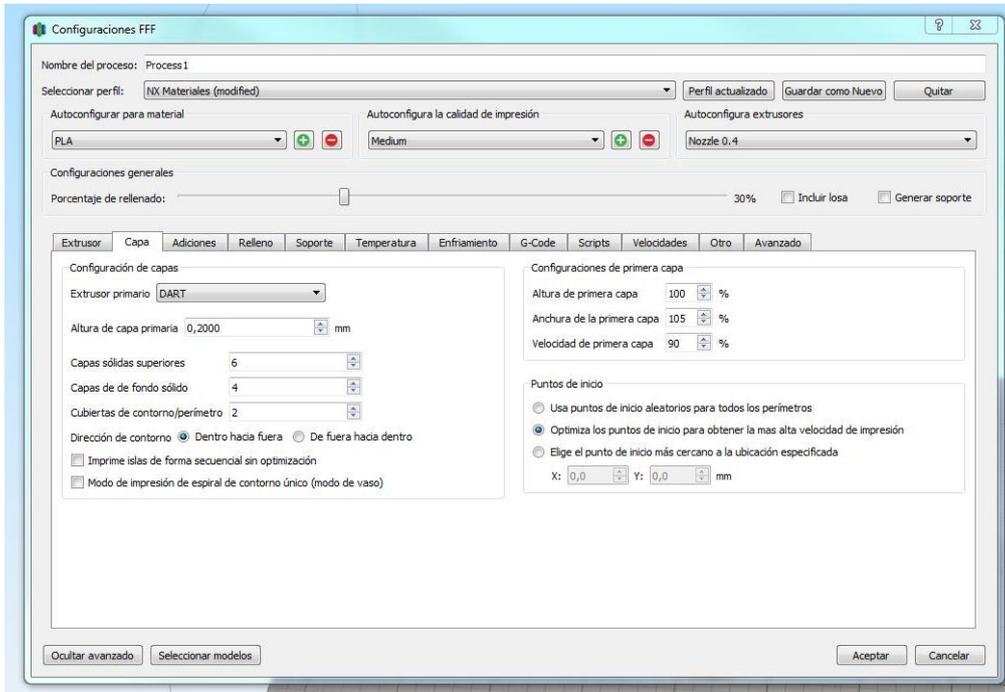


Figura 11.4. Parámetros de impresión

VOLUMEN 4.
ESTADO DE
MEDICIONES

VOLUMEN 4. ESTADO DE MEDICIONES.....	94
1. Listado de piezas y dimensiones	96
2. Tiempo de fabricación.....	96

1. Listado de piezas y dimensiones

En este apartado se especifican todos los componentes que constituyen el producto, tanto los que se fabrican, como los elementos comerciales, indicando el material, las dimensiones principales y el código asignado.

Piezas	Material	Nº piezas	Medidas generales	Masa (g)	Código
Carcasa parte 1 	TPU	1	30134.77 mm ³	35.83	PZA-1
Carcasa parte 2 	TPU	1	27660.35 mm ³	32.92	PZA-2
Tetón 	TPU	1	2513.35 mm ³	2.99	PZA-3
Mando RF 	-	1	56.36 x 31.58 x 11.03 mm	20	M-1
Receptor RF 	-	1	55 x 51 x 25 mm	48	R-1
Velcro 	-	1	20 x largo variable mm	variable	V-1

2. Tiempo de fabricación

A continuación, se indicará el tiempo empleado para la fabricación de las piezas fabricadas por modelado mediante la técnica de deposición por hilo fundido, sin contar los tiempos adicionales que la máquina no está funcionando.

Los datos del proceso son obtenidos de la empresa citada en el *Pliego de condiciones*, Colido 3D. Estos datos solo son válidos para el modelo de máquina X3045, perteneciente a dicha empresa. Los datos pueden ser parecidos para máquinas de prestaciones semejantes, los cuales están especificados en el *Pliego de condiciones*.

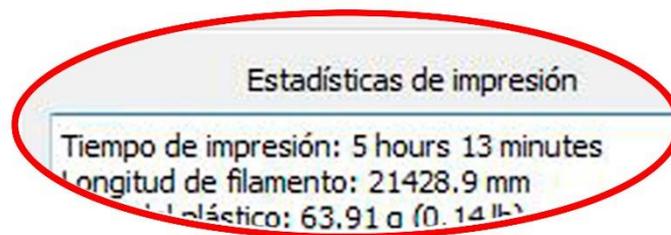
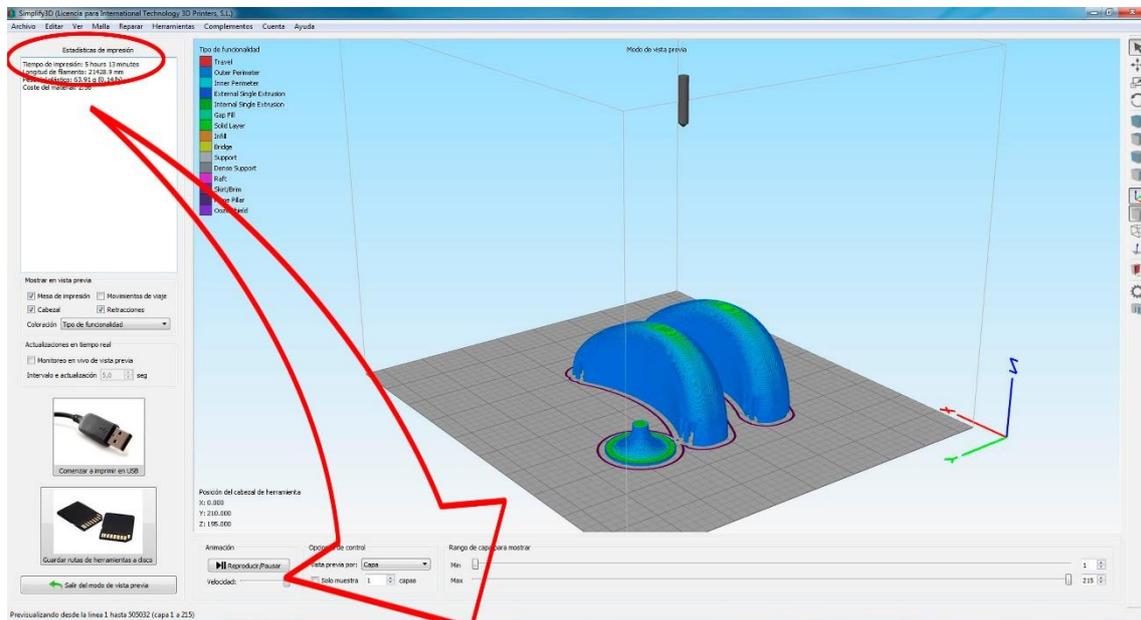


Figura 2. Tiempo de impresión.

VOLUMEN 5. PRESUPUESTO

VOLUMEN 5. PRESUPUESTO	98
1. Coste del producto	100
1.1. Coste de la materia prima	100
1.2. Coste de los elementos comerciales	100
1.3. Coste de los elementos auxiliares	101
1.4. Coste de la mano de obra	102
1.5. Coste unitario del producto	102
1.5.1. Costes directos	102
1.5.2. PVP	103
2. Alcance del presupuesto	103

1. Coste del producto

En el siguiente volumen se van a determinar el coste de todos aquellos componentes que conforman el coste total del producto. Como el producto va orientado a difundirse en plataformas de asociaciones sin ánimo de lucro, no se van a tener en cuenta ciertos costes indirectos del proceso. Esto es debido a que la fabricación es contratada a empresas externas que incluyen estos costes en su precio. Y a que el resto de costes se suponen gratuitos porque no se subcontratan a ninguna empresa. Además, del producto no se espera ningún beneficio añadido. Más tarde, en los siguientes puntos, especificaremos de quién dependen esos costes.

1.1. Coste de la materia prima

En primer lugar, se va a mostrar el coste de la materia prima de las piezas que se fabrican por impresión 3d, en una empresa externa. Como ya hemos resaltado en otros apartados del *Pliego de condiciones*, la empresa elegida para este proyecto es Colido3D, pero podría contratarse cualquier otra empresa con maquinaria de características similares. Por tanto, el coste podría variar según la empresa seleccionada.

Para el cálculo del coste de la materia prima tendremos en cuenta el volumen total de las piezas. Debido al proceso que utiliza la técnica de FDM, el volumen total a tener en cuenta es el de la pieza más los soportes necesarios para su correcta fabricación que, posteriormente, se eliminan. El volumen de la pieza sin soportes viene especificado en el volumen *Estado de mediciones*.

En la siguiente tabla especificamos el volumen total necesario para la fabricación de las piezas, para poder calcular directamente el precio unitario:

Pieza	Código	Nº pza	Volumen (mm ³)	Densidad (g/mm ³)	Masa (g)	Precio (€/g)	Precio unitario (€)
 Carcasa parte 1	PZA-1	1	30134.77	0.00119	35.86	0.05492	1.97
 Carcasa parte 2	PZA-2	1	27660.35	0.00119	32.92	0.05492	1.81
 Tetón	PZA-3	1	2513.35	0.00119	2.99	0.05492	0.16
							3.95 €

Tabla 1.1.1. Costes unitarios de la materia prima.

1.2. Coste de los elementos comerciales

En segundo lugar, se establecen los costes de los elementos comerciales, que se realizan por empresas externas. Al igual que en el apartado anterior, se calcula el precio por unidad

necesaria para el producto. Los siguientes productos se venden directamente por unidad, por tanto, en la tabla no es necesario especificar cantidad, únicamente número de piezas.

Aunque en otros apartados hemos considerado como piezas independientes el mando y el receptor de radiofrecuencia, a la hora de adquirirlos se venden juntos, por tanto, los valoraremos como un único producto en este apartado.

Pieza	Código	Referencia del proveedor	Proveedor	Nº pza	Precio unitario
	PZA-1 PZA-2	EBE115C2E	Amazon.es	1	15.99 €/producto
	PZA-3	B01AR9NVNQ	Amazon.es	1	2 €/m
					17.99 €

Tabla 1.2.1. Costes unitarios de los elementos comerciales.

1.3. Coste de los elementos auxiliares

Seguidamente se van a calcular el coste de los elementos auxiliares necesario para la fabricación del producto. El producto mediante el cual pegaremos el tetón, el mando y cerraremos la carcasa es el LOCTITE 406.

Elemento	Referencia del proveedor	Proveedor	Cantidad necesaria (g)	Precio €/20g	Precio unitario (€)
	EBE115C2E	Amazon.es	5	10	2.5
					2.5 €

Tabla 1.1.1. Costes unitarios de la materia prima.

Las herramientas necesarias para la instalación del producto vienen referenciadas en el volumen *Estado de mediciones*. Las cuales no son tenidas en cuenta en los costes ya que se suponen herramientas básicas a las cuales se tiene acceso.

1.4. Coste de la mano de obra

Por último, para el cálculo de los costes directos faltaría calcular el coste de la mano de obra. Los productos comerciales ya llevan incorporado este coste en su precio, por tanto, únicamente vamos a tener en cuenta la mano de obra necesaria por la empresa de fabricación por impresión 3D.

En la siguiente tabla determinaremos el coste unitario por producto mediante el cálculo de coste por hora del trabajador. Debido a que la cama (superficie de la máquina donde se imprime la pieza) es de tamaño suficiente para imprimir las 3 piezas a la vez, comparten tanto el tiempo de fabricación como el coste de mano de obra. Por ello, valoraremos el coste unitario englobando las 3 piezas al mismo tiempo. Además, dado que el proceso no necesita supervisión, únicamente se tiene en cuenta el tiempo de las siguientes labores:

- Introducir el programa G-CODE en la máquina, junto con los parámetros necesarios.
- Una vez acabado, sacar la pieza de la máquina
- Limpiar cualquier tipo de hilo, soporte o imperfecto que haya podido quedar.

Pieza	Código	Nº pza	Tiempo operario (h)	Coste mano de obra (€/h)	Precio unitario (€)
 Carcasa parte 1	PZA-1	1	0.50	60	30
 Carcasa parte 2	PZA-2	1			
 Tetón	PZA-3	1			
					30 €

Tabla 1.4.1. Costes unitarios de la mano de obra.

1.5. Coste unitario del producto

1.5.1. Costes directos

Tras haber calculado todos los costes que constituyen los costes directos del producto se procede a realizar el computo de la suma de todos ellos para hallar el coste total del producto.

	Materia prima (€)	Elementos comerciales (€)	Elementos auxiliares (€)	Mano de obra (€)	Coste total (€)
PULSADOR	3.95	17.99	2.5	30	54.94

Tabla 1.5.1. Costes directos.

1.5.2.PVP

Por último, como los costes indirectos, beneficios de empresa y el IVA va incluido en el precio de cada producto obtenido de las empresas, el precio final del producto es únicamente los costes básicos de su obtención. Así, conseguimos cumplir el objetivo impuesto inicialmente de mínimo coste posible.

PVP: 54.94 €

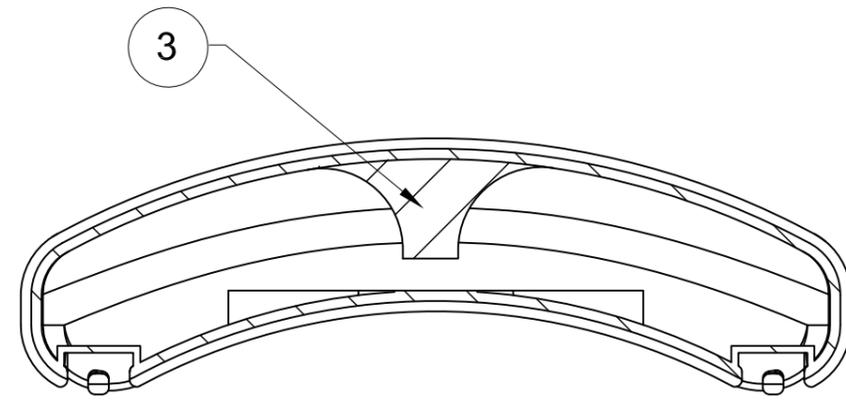
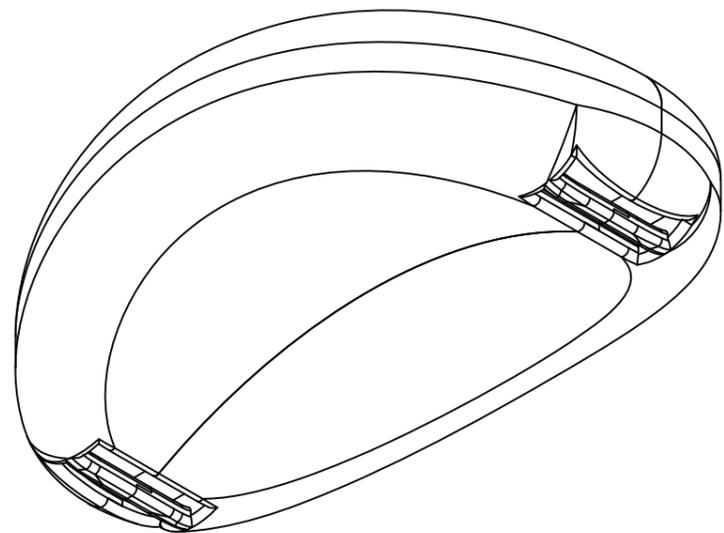
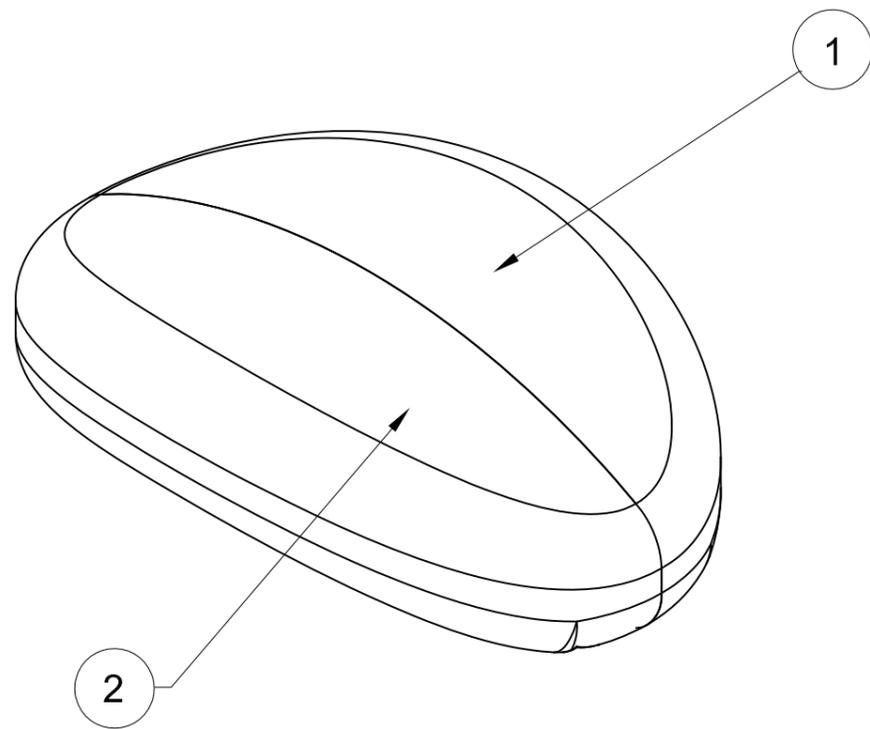
2. Alcance del presupuesto

Aun habiendo especificado en cada apartado los costes tenidos en cuenta, se ve necesario especificar quien asume el resto de gastos que se suelen prever en la obtención de un producto.

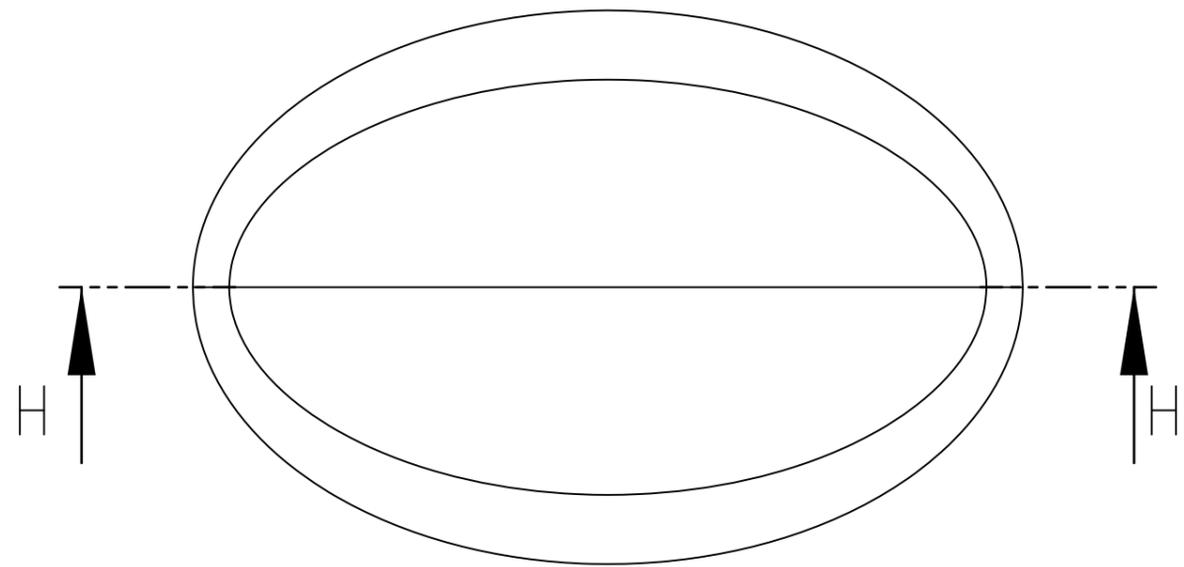
- El **proceso de diseño**, incluyendo el desarrollo del proyecto y todas aquellas pruebas que se han realizado para la correcta obtención del proyecto los asume el diseñador. Esto incluiría gastos como el ordenador, los programas utilizados o el tiempo empleado por el diseñador. Debido al carácter desinteresado de beneficio del proyecto, estos gastos los asume el autor, como gastos "*sine qua non*" de la realización del Trabajo Fin de Grado (TFG) del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.
- La **comercialización y oferta** del producto se realiza por parte de la asociación COCEMFE, una organización sin ánimo de lucro, por lo que el producto lo ofrecerán a las familias que forman parte de ella.
- El **transporte y embalaje**, tampoco se tiene en cuenta debido a que el producto se obtiene enviando el fichero que se ofrece a alguna empresa con esta tecnología. Existen empresas de este tipo online, por tanto, el transporte y embalaje iría integrado en el presupuesto. En caso contrario, el transporte iría a cargo del cliente, el cual sería el que se desplazase hasta la empresa para la obtención del producto.
- El **montaje y la instalación** son costes que asumiría el cliente por su cuenta. En el volumen *Pliego de condiciones* vienen especificadas las herramientas necesarias para el montaje y la instalación del producto, todas ellas herramientas comunes que se supone su posesión por parte de un cliente común. Por ello, no se considera necesario añadirlo al coste del producto, ya que no es una inversión específica.
- Por último, conceptos como **gastos generales, beneficio industrial, impuestos, seguros, permisos, licencias** o cualquier **otro** concepto que influya en el coste final, no se tienen en cuenta debido a la no comercialización del producto.

VOLUMEN 6.

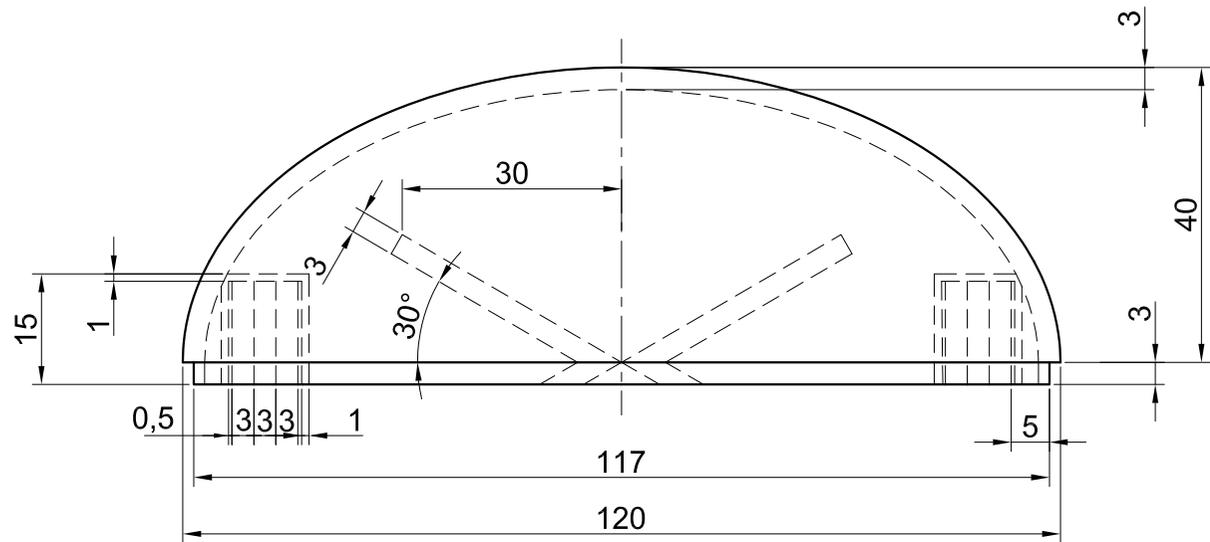
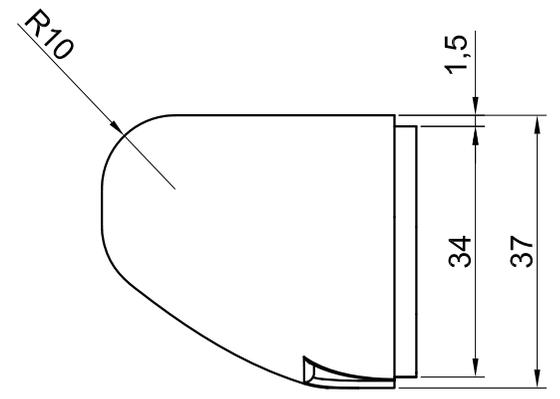
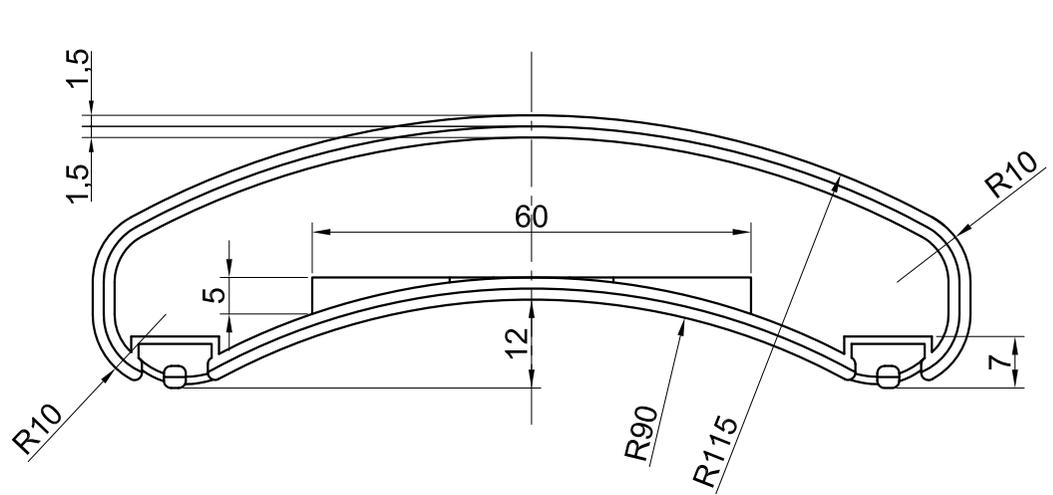
PLANOS



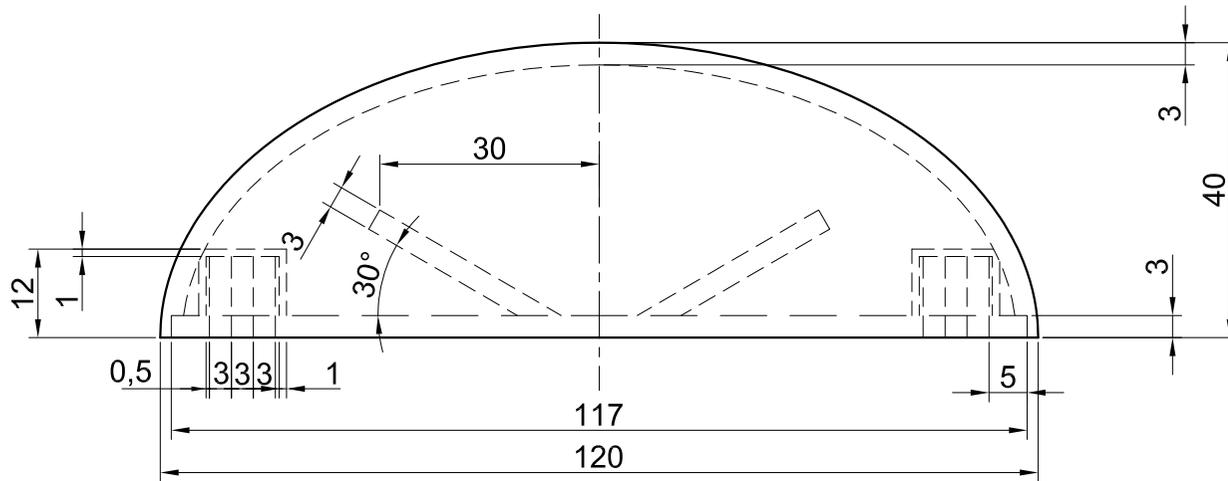
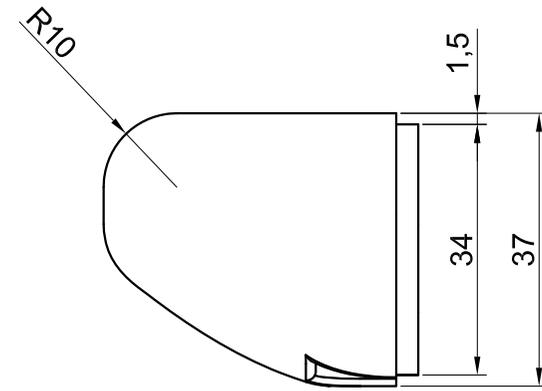
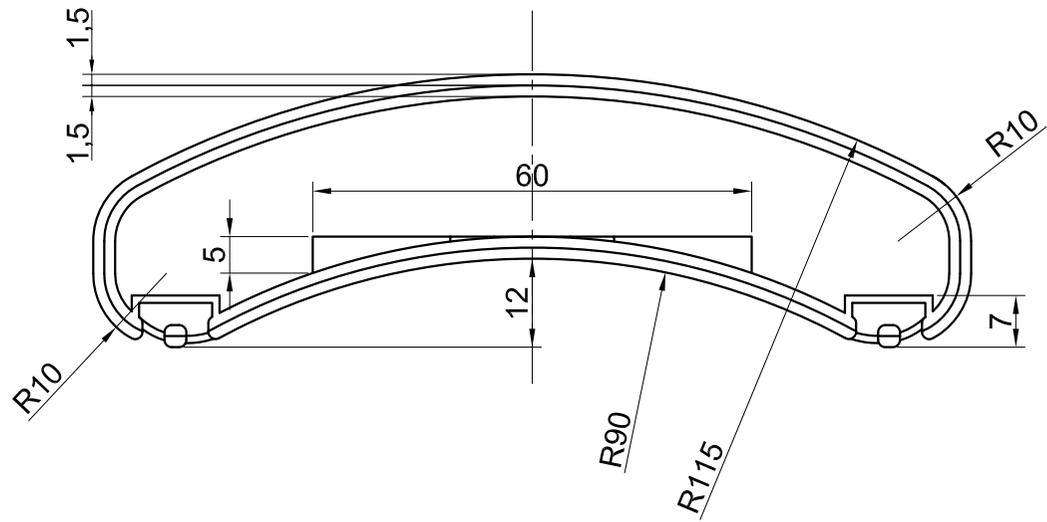
SECCIÓN H-H



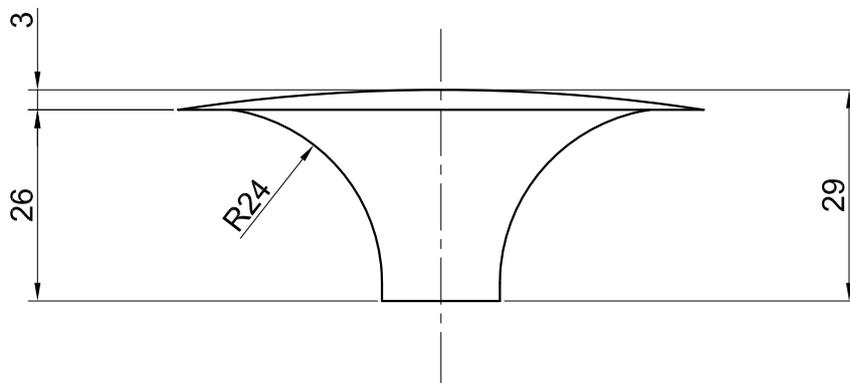
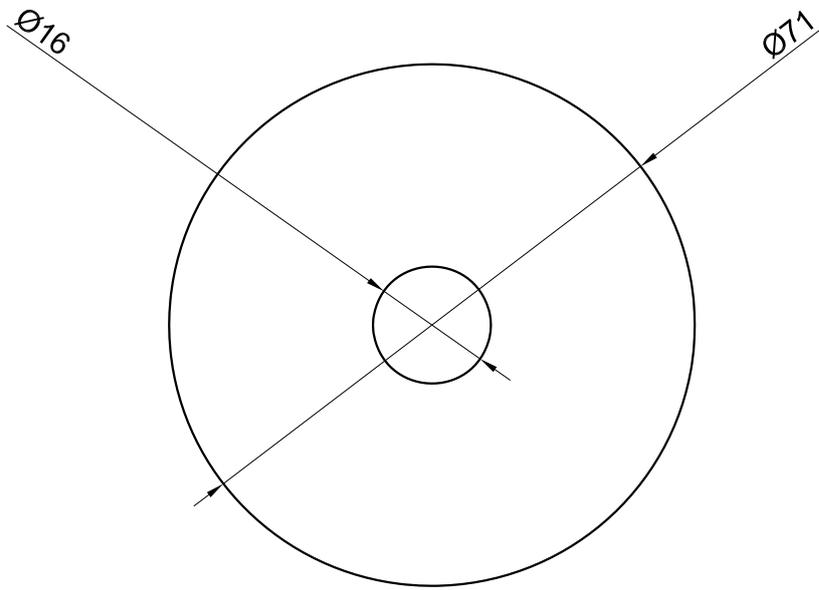
3	Tetón (T-1)	Plano 1.3.
2	Carcasa Parte 2 (PZA-2)	Plano 1.2.
1	Carcasa Parte 1 (PZA-1)	Plano 1.1.
Marca	Denominación	Observaciones
Observaciones	Título: Carcasa del pulsador	
		Plano nº: 1
		Hoja nº: 101
Escala 1:1	Un. dim. mm	Dirigido por: María Zacarías
		Comprobado por:
		Fecha: 17/7/18
		Fecha: 18/7/18



Observaciones		Título: Carcasa Parte 1 (PZA-1)		Plano nº: 1
Escala 1:1		Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Hoja nº: 101
				Dirigido por: María Zacarías
			Comprobado por:	Fecha: 18/7/18



Observaciones		Título: Carcasa Parte 2 (PZA-2)		Plano nº: 1
				Hoja nº: 101
Escala 1:1	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: María Zacarías	Fecha: 17/7/18
			Comprobado por:	Fecha: 18/7/18



Observaciones		Título: Tetón (T-1)		Plano nº: 1
				Hoja nº: 101
Escala 1:2	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: María Zacarías	Fecha: 17/7/18
			Comprobado por:	Fecha: 18/7/18