

Blackbird: diseño de auriculares inalámbricos con ajuste ergonómico



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Autor: Franganillo Peral, Alberto
Tutor: Lafuente Sánchez, Víctor Antonio



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Título:

**Blackbird: diseño de auriculares inalámbricos
con ajuste ergonómico**

Autor:

Franganillo Peral, Alberto

Tutor:

Lafuente Sánchez, Víctor Antonio

Dpto. de Urbanismo y Representación de la Arquitectura

Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica

Valladolid, Junio, 2022.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como fin el diseño y desarrollo de un concepto de auriculares inalámbricos con conexión bluetooth adaptables a la forma de la oreja humana de forma ergonómica.

Hoy en día el ámbito de las comunicaciones y de la música es prácticamente imprescindible para cualquier persona y los avances tecnológicos han hecho que un simple dispositivo que traduce señales eléctricas en ondas sonoras se convierta en un producto muy útil para los fines comentados anteriormente.

El proyecto Blackbird tratará de crear un auricular que se adapte ergonómicamente a cualquier oreja y solventar ciertos hándicaps que tienen otros competentes del mercado actual para ofrecer al usuario potencial una solución alternativa.

PALABRAS CLAVE: auricular · diseño · ergonomía · funcionalidad · sonido

ABSTRACT

The purpose of this project is the design and development of a concept of wireless headphones with bluetooth connection adaptable to the shape of the human ear in an ergonomic way.

Today the field of communications and music is almost essential for anyone and technological advances have achieved that a simple device that translates electrical signals into sound waves becomes to a very useful product for the purposes mentioned above.

The Blackbird project will try to create a headphone that adapts ergonomically to any ear and solve certain handicaps that other competitors in the current market have in order to offer the potential user an alternative solution.

KEY WORDS: headphone · design · ergonomics · functionality · sound

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero dar las gracias a mi tutor, Víctor. Sin ti, este proyecto no habría existido nunca. Por compartir tus consejos y conocimientos, tus correcciones y atenderme siempre de manera impecable a cualquier duda que me surgía..

También quiero agradecer a mis padres. Por la confianza plena que siempre habéis tenido en mí y el apoyo incondicional a lo largo de estos años de carrera.

A mi compañera de vida, Inés. Por escucharme siempre y aconsejarme como solo tú sabes. Has sido un pilar fundamental para que todo esto saliese adelante y nunca dejarme tirar la toalla.

Y por último, no puedo evitar acordarme de mi prima Claudia, porque sé que, allí donde quiera que estés, sé que estarías muy orgullosa del 'tuyo' y lo celebraríamos como merece la ocasión. Te echamos mucho de menos.

ÍNDICE

A. MEMORIA	13
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Justificación del proyecto	13
1.2. Objetivos del proyecto	13
2. ESTUDIO DE MERCADO	15
2.1. Historia de los auriculares	15
2.2. Patentes y modelos de utilidad registrados	16
2.3. Diseños comercializados	18
2.4. Comparativa de modelos	26
2.5. Encuestas	27
2.6. Conclusiones del estudio de mercado	29
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	31
3.1. Público potencial	31
3.2. Ideas previas y bocetaje	31
3.3. Medidas antropométricas significativas	34
3.4. Diseño final	36
3.5. Funda protectora	41
3.6. Imagen corporativa	43
3.7. Renders de detalle e imágenes comerciales	48
4. MATERIALES	53
4.1. Elección de los materiales a utilizar	53
4.2. Carcasa principal	53
4.3. Adaptador de la oreja	55
4.4. Almohadillas	57
5. FABRICACIÓN	59
5.1. Croquis de la carcasa inferior	59
5.2. Croquis de la carcasa superior	63
5.3. Croquis de la pieza elástica	64
5.4. Procesos de fabricación detallados	67
5.5. Montaje de las piezas	80
5.6. Diagrama de procesos	83

ÍNDICE

6. PRESUPUESTO INDUSTRIAL	85
6.1. Costo de fabricación	85
6.2. Mano de obra indirecta	92
6.3. Cargas sociales	92
6.4. Gastos generales	93
6.5. Costo total en fábrica	93
6.6. Beneficio industrial	93
6.7. Precio de venta en fábrica	93
6.8. Precio unitario	94
7. SOFTWARE EMPLEADO	95
8. CONCLUSIONES	97
B. BIBLIOGRAFÍA	99
C. ANEXOS	103
Anexo I : Planos	103
Anexo II : Diagramas sinópticos de proceso	113
Anexo III : Estudio antropométrico	123
Anexo IV : Componentes electrónicos	133
Anexo V : Estudio impacto ambiental	137
D. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	147
E. ÍNDICE DE TABLAS	151

1 . INTRODUCCIÓN.

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto surge en un inicio con la idea de dar un giro a los auriculares que estamos habituados a ver hoy en día, para adaptarlo de una forma orgánica y ergonómica a la forma de la oreja, a pesar de que cada oreja tiene una forma distinta. Se tratará sobre todo el problema que tienen ciertos usuarios de este tipo de productos al hacer uso de ellos mientras realizan actividades deportivas.

Hoy en día, se puede observar gran cantidad de distintos modelos ya patentados y comercializados, por lo cual se procederá a un estudio de mercado con el cual se determinarán las posibilidades del proyecto en cuestión, estudiando las preferencias del usuario y los objetivos que se quieren conseguir.

Los auriculares se pueden clasificar a grandes rasgos en dos tipos: auriculares de diadema (los cuales cubren toda la oreja) y auriculares 'in-ear' (que solo cubren el orificio de entrada al canal auditivo). Para este proyecto se tendrán en cuenta prioritariamente los auriculares 'in-ear' inalámbricos, ya que se tratará de un producto práctico y el tamaño y peso de estos será determinante.

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Este proyecto tendrá como objetivo principal el diseño innovador de unos auriculares adaptables a la oreja, poniendo como premisa una sujeción ergonómica, un diseño sostenible y una estética llamativa.

Para conseguir llegar a este objetivo principal se realizará un estudio de mercado, analizando los productos actuales y se realizará una encuesta al usuario potencial para conocer las preferencias de éste y se marcarán los siguientes objetivos secundarios:

- Muestreo estadístico de las medidas más sugerentes de la oreja de varios sujetos y análisis de los datos recabados, para implantar unas medidas estándar al producto.
- Creación de un diseño que tenga relativa facilidad para ser desmontado y poder ser limpiado fácilmente, evitando de esta forma forzar las piezas y posibles deterioros de las piezas.
- Investigar acerca de las tecnologías punteras en materia de sonido en el mercado actual, para dotar al producto de los componentes electrónicos necesarios para obtener las prestaciones deseadas.
- Creación de la marca asociada al producto final y su respectiva imagen corporativa, dando al producto un valor de marca que cautive al cliente potencial y llame la atención tanto por su practicidad como por su estética.

2 . ESTUDIO DE MERCADO

Para llevar a cabo un desarrollo novedoso, se ha de conocer bien el mercado y tener en cuenta las características más importantes de cada producto y tratar de mejorarlas o dar un cambio en su forma.

De esta forma, se procederá a exponer los productos más relevantes, se estudiarán patentes existentes y se realizará también un estudio de materiales.

2.1. HISTORIA DE LOS AURICULARES

Aunque los auriculares parezcan un producto relativamente nuevo, nos podemos remontar unos años atrás para ver dónde tuvieron su origen. Aunque popularmente se le atribuye la invención de este diseño a Nathaniel Baldwin en 1910, si nos remontamos a unos años atrás podemos ver la verdadera raíz de este producto.

Sería en 1891 cuando Ernest Jules Pierre Mercadier, ingeniero eléctrico francés, creó una patente de unos auriculares inventados para ser utilizados por telefonistas. Ya por aquel entonces se había inventado el teléfono y se había conseguido transmitir mediante impulsos eléctricos el sonido.

Esta patente del francés abrió camino para el resto de inventores de la época y ya sería en 1910 cuando Baldwin, también ingeniero eléctrico diseñara los primeros auriculares de uso personal. Baldwin ofreció su diseño a distintos inversores pero no consiguió que nadie apostara por la idea.

Sin embargo fue la armada estadounidense la que le compró varios auriculares y comprobaron que tenía una buena calidad de sonido para la época.

Poco antes de comenzar la Segunda Guerra Mundial, en 1937 la empresa alemana Beyerdynamic sería la primera en fabricar y vender al público general su modelo DT 48.

Fue ya en 1958 cuando el músico John Koss desarrolló los primeros auriculares estéreo, consiguiendo abarcar un amplio espectro de frecuencias y una buena calidad de sonido. También sería la compañía dirigida por Koss la que creara los primeros auriculares inalámbricos de la historia, los JCK/200, en 1986.

A partir de aquí, han sido muchas las marcas que han desarrollado sus propios auriculares en sus distintas variantes de forma (de diadema o intraurales, por cable o inalámbricos) y de multitud de prestaciones técnicas.

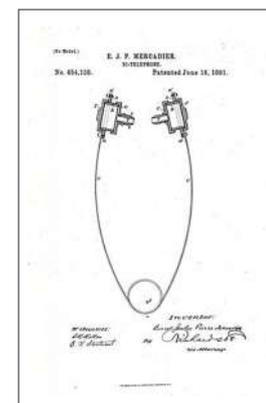


Fig. 1. Mercadier

2.2. PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD REGISTRADOS

Con el objetivo de tener constancia del estado de la técnica y de las propiedades industriales registradas como patentes, se realizará una búsqueda en varias webs tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

- A nivel nacional:
Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM): www.oepm.es
Búsqueda de Invenciones: invenes.oepm.es
- A nivel europeo:
Oficina Europea de Patentes (EPO): www.epo.org
- A nivel mundial:
Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO): www.wipo.int

Tras realizar una búsqueda detallada en estas webs, se han seleccionado varios modelos que tienen relación con el proyecto que se quiere ejecutar y que tienen información valiosa para tener en cuenta de cara al desarrollo del proyecto.

2.2.1. Auricular Inalámbrico

Código de modelo de utilidad: ES 10155298
Fecha de registro: 01/12/2003
Clasificación de Locarno: 14.01

Modelo de auricular inalámbrico con una abrazadera que se adapta a la oreja, posee un micrófono en forma tubular y una rueda para nivelar el sonido.

El dispositivo de salida de sonido no llega a entrar en el orificio del oído.

Se trata de un diseño interesante per quizá algo aparatoso por sus dimensiones según para que contexto se utilice.

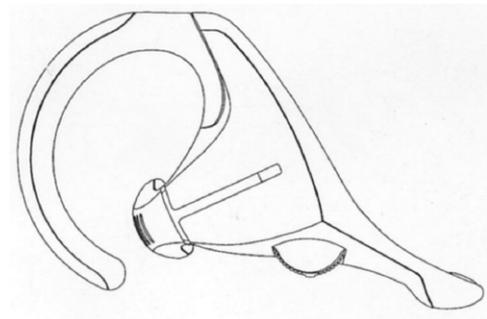


Fig. 2. ES 10155298

2.2.2. Auricular Inalámbrico

Código de patente: US 29267267

Fecha de registro: 01/07/2008

Clasificación de Locarno: 14.01

Modelo de auricular inalámbrico con adaptador intraural y posibilidad de poner o quitar otro componente que funciona a modo de abrazadera para una mayor sujeción a la oreja.

También posee botones de encendido y apagado y para subir o bajar el volumen.

Se trata de un diseño interesante pero probablemente de un tamaño quizá excesivo.

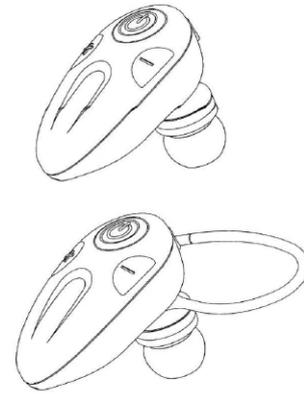


Fig. 3. US 29267267

2.2.3. Auricular Inalámbrico

Código de patente: CN 201530047814.6

Fecha de registro: 09/09/2015

Clasificación de Locarno: 14.01

Modelo de auricular inalámbrico con adaptador intraural y con una patilla que se ajusta a la rama inferior del antehelix.

Es un diseño limitado en el sentido del diseño de la patilla debido a que la geometría de cada oreja es muy distinta y no son todas iguales.

Sin embargo, es una solución a la adaptación del auricular a la oreja interesante si se realizase alguna modificación.

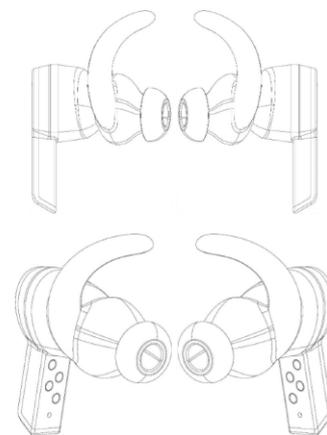


Fig. 4. CN 201530047814.6

Tras realizar una búsqueda exhaustiva, no se ha encontrado una gran variedad de diseños, se han encontrado patentes de diseños muy similares a los que están en el mercado actualmente, por lo tanto se ha decidido realizar un estudio de mercado, para analizar a fondo los auriculares más interesantes que nos podemos encontrar.

2.3. DISEÑOS COMERCIALIZADOS

A la hora de realizar el estudio de mercado, se han tenido en cuenta auriculares 'in-ear' inalámbricos con conexión mediante bluetooth.

Se han encontrado multitud de auriculares con características muy diferentes, tanto a nivel técnico, como a nivel formal y estético, sin embargo se ha decidido seleccionar los que han llamado más la atención a nivel de prestaciones en calidad de sonido y a nivel formal, ya que lo que se busca en este proyecto es conseguir un equilibrio entre estos dos aspectos.

A continuación se exponen los modelos seleccionados para realizar un estudio detallado de las características más reseñables de cada uno.

2.3.1. Sony WF-1000XM4

Sony siempre se ha distinguido por ser una compañía líder en materia de sonido y estos auriculares son una buena prueba de ello.

Son probablemente uno de los diseños más punteros actualmente. La característica más interesante de este modelo es que poseen una tecnología de cancelación de ruido muy puntera, de forma que el sonido ambiente exterior no penetra en el oído y la calidad del sonido que produce el auricular es óptima.

Son ligeros (7,3 gr) y vienen con un estuche que permite carga inalámbrica en el que se incluyen 3 pares de almohadillas de cancelación de ruido de distintos tamaños y un cable de carga del estuche. También permite la carga con cable USB tipo C. La autonomía de la batería es de hasta 8 horas siendo utilizado con la tecnología ANC (Active Noise Cancelling) y su tiempo de carga completa es de 1,5 horas.

El embalaje utilizado para ellos no tiene nada de plástico.

Se trata de un auricular que en gran medida sobresale de la oreja y en ciertas situaciones podría ser incómodo para el usuario. El gran contra sin ninguna duda de este modelo es su precio, de 280 €.



Fig. 5. Sony WF-1000XM4

La navegación en estos auriculares se centra en un sensor táctil en la parte externa del auricular, de forma que cada uno permite distintas funciones: el izquierdo servirá para activar o desactivar la cancelación de ruido y gestionar las llamadas, mientras que el derecho se utilizará para pausar/reproducir y navegar entre canciones y para utilizar el asistente de voz.



Fig. 6. Sony WF-1000XM4 modelo

Poseen micrófonos para reconocimiento de voz y micrófonos que emiten frecuencias al exterior para neutralizar ruidos externos y hacer más efectiva la cancelación de ruido.

La funda diseñada para transportarlos, permite realizar la carga magnética de los auriculares de hasta 16 horas (2 cargas completas) y posee una tapa con cierre magnético para evitar aperturas no deseadas o accidentales. También posee imanes internos para fijar los auriculares en su posición, pero estos pueden llegar a ser demasiado potentes para su finalidad ya que cuesta sacarlos de su sitio.

La ventaja de la funda es su tamaño, tiene unas dimensiones muy manejables de forma que se puede transportar incluso en un bolsillo de pantalón sin ocupar mucho espacio.



Fig. 7. Sony WF-1000XM4 y estuche

2.3.2. AirPods Pro

Tecnológicamente son los top, tanto en cuestión de diseño como en prestaciones técnicas. No es nada nuevo que Apple esté siempre a la vanguardia de la tecnología puntera y estos auriculares son una muestra clara de ello. Lo interesante de este modelo es cómo la compañía estadounidense ha conseguido concentrar todos sus componentes aprovechando el mínimo espacio para conseguir un auricular con un peso unitario de 5,4 gramos.

Estos auriculares poseen una tecnología de cancelación de ruido muy eficiente, de las mejores que se encuentran en el mercado y el chip H1 creado y desarrollado por Apple, que se encarga de procesar todo lo que ocurre en su interior y lo que proviene del exterior.

La novedad en la forma del diseño respecto a modelos anteriores de Apple es la inclusión de almohadillas, las cuales permiten aumentar la eficacia del Active Noise Cancelling que ya implementa.



Fig. 8. AirPods Pro y estuche

Otro aspecto que han mejorado respecto a anteriores modelos es el ajuste ergonómico al oído. Están estudiados al milímetro de forma que su geometría pasa a ser un complemento homogéneo de la geometría de la oreja, consiguiendo de esta forma un ajuste perfecto que se traduce en calidad de aislamiento de ruidos externos.

Su forma de navegación también se realiza mediante un sensor de presión, a través del cual según la forma de tocarlo o las veces que se realice la presión se realiza una acción u otra.



Fig. 9. AirPods Pro estructura interna

Poseen un estuche con conector lightning con el cual se pueden cargar la batería de los Airpods.

La autonomía de la batería de los auriculares permite que duren hasta 4,5 horas, mientras que teniendo el estuche a mano, descargándolo completamente se puede prolongar hasta 24 horas.



Fig. 10. AirPods Pro dentro de estuche

Su precio es de 279 €, siendo de los más caros del mercado, pero claramente de los más completos.

2.3.3. Jabra Elite 85t

Estos auriculares tienen un diseño en cuanto a forma parecido a los de Sony. Se trata de unos auriculares que abultan bastante y no son los más ligeros del mercado, teniendo un peso unitario de 6,9 gramos.

Son totalmente inalámbricos, a diferencia del modelo de SONY el cual cuenta con un conector tipo C para realizar carga alámbrica si se desea.



Fig. 11. Jabra Elite 85t en oreja

Este diseño de Jabra es una declaración de que lo más importante para ellos es el aspecto funcional por encima del estético. Cuentan con la tecnología más avanzada de cancelación de ruido, haciendo que no se pierda nada de la calidad del audio que emite el propio auricular. Para tener una experiencia de sonido enriquecedora han desarrollado un app que te permite modificar distintos parámetros dentro del auricular y así poder disfrutar de una experiencia más personal.

También poseen estuche que permite la carga inalámbrica. La autonomía de los auriculares es de 5 horas manteniendo la cancelación de ruido activa, mientras que con el estuche alcanzan las 20 horas de duración.



Fig. 12. Jabra Elite 85t en estuche

Son unos auriculares cómodos de llevar, que aíslan bien del ruido externo, pero no son los más estéticos del mercado, sin embargo cumplen perfectamente su propósito y se pueden considerar de alta gama, de ahí que su precio sea 230€.

2.3.4. Beats PowerBeats Pro True Wireless

El concepto de diseño de estos auriculares es muy interesante ya que no se parecen nada a lo que estamos acostumbrados a ver. Se trata de un auricular con una parte principal la cual contiene los elementos electrónicos y entra en el oído, y otra parte a modo de patilla que se encarga de abrazar la oreja para conseguir un buen ajuste a esta y evitar que el auricular pueda caerse accidentalmente.



Fig. 13. Beats Powerbeats Pro True Wireless

El diseño de este modelo se centra en el usuario deportista por lo explicado anteriormente.

La calidad de sonido es buena, sin embargo este modelo no cuenta con tecnología de cancelación de ruido activa y en cierto modo puede afectar a la calidad del sonido haciendo que tenga ciertas carencias en determinadas situaciones.

En el apartado de batería pueden situarse en el top ya que al no tratarse de un auricular compacto y tener suficiente espacio para la incorporación de elementos más grandes, han incluido una batería que permite llegar hasta las 10 horas de uso ininterrumpido.

También poseen caja a partir de la cual se realiza la carga de la batería y proporciona hasta 2 cargas completas.



Fig. 14. Beats Powerbeats Pro varios



Fig. 15. Powerbeats Pro y estuche

2.3.5. Bang & Olufsen Beoplay EQ

Estos auriculares tienen una tecnología de cancelación de ruido activa adaptable, es una característica muy interesante ya que en función de las frecuencias sonoras exteriores, adapta automáticamente las frecuencias que emiten los micrófonos que lleva integrados para neutralizarlas de forma óptima.



Fig. 16. B&O Beoplay EQ

Este modelo tiene un peso de 8 gramos por auricular y en cuanto a forma se asemejan a los analizados anteriormente de las compañías Jabra y Sony, tratándose de un auricular, que a pesar de ajustarse bien al oído, puede resultar un poco aparatoso por su tamaño abultado.



Fig. 17. B&O Beoplay EQ en oreja

Tiene una autonomía de hasta 6,5 horas con la cancelación de ruido activada, mientras que la funda que los contiene y permite cargarlos puede elevar hasta las 20 horas de escucha.

Quizá el mayor contra es su precio, de 399€, tratándose de uno de los auriculares más caros del mercado y quizás no tan conocidos a nivel de marca.

2.3.6. Shure Aonic 215

Este modelo peculiar es uno de los más singulares del mercado por su forma. Se centra en el concepto adoptado por Beats en sus Powerbeats Pro de adaptarse a la oreja de forma que permita un ajuste seguro y evite caídas accidentales por ejemplo a la hora de realizar actividades deportivas.

Consta de tres partes principales: el cuerpo principal que encaja en el oído, el puente que abraza la oreja y une el cuerpo principal con el botón.



Fig. 18. Shure Aonic 215

En cuanto al diseño de la forma, puede llegar a ser un poco molesto para ciertos tipos de oreja a causa de las dimensiones del botón. También tienen un peso de 21 gramos, relativamente alto respecto a sus competidores.

Estos auriculares no tienen cancelación de ruido activa, y tienen una calidad de sonido aceptable. También vienen con una funda de carga que permite ampliar su autonomía de 7,5 horas a 30 (tres cargas extra).



Fig. 19. Shure Aonic 215 en oreja

El precio de este modelo es de 229€, que quizás en comparativa con los modelos analizados anteriormente, es un precio exageradamente alto para las prestaciones que ofrece al usuario.



Fig. 20. Shure Aonic 215 y estuche

2.4. COMPARATIVA DE MODELOS

Una vez realizado un análisis detallado de las características más interesantes de cada modelo, se procederá a realizar una tabla comparativa resumen para tener una visión general de los puntos fuertes y los puntos débiles de cada diseño.

Realizando esta comparativa se puede conseguir una visión resumida de las características que puede resultar más interesante aplicar a nuestro proyecto y desarrollarlas.

	Sony WF-1000XM5	AirPods Pro	Jabra Elite 85t	Powerbeats Pro	B&O Beoplay EQ	Shure Aonic 513
Peso unitario (g)	7,3	5,4	6,9	20,3	8	21
Ajuste a la oreja	Oído	Oído	Oído	Oído y oreja	Oído	Oído y oreja
Cancelación de ruido activa	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No
Batería (h)	8	4,5	5	10	6,5	7,5
Distintos tamaños de almohadillas	Sí (3 pares)	Sí (3 pares)	Sí (3 pares)	Sí (3 pares)	Sí (4 pares)	Sí (5 pares)
Estuche de carga (horas de carga)	Sí (16)	Sí (24)	Sí (15)	Sí (20)	Sí (12)	Sí (22,5)
Tipo de carga	Inalámbrica y rápida	Inalámbrica	Inalámbrica	Inalámbrica	Inalámbrica	Inalámbrica
Reconocimiento de voz	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Precio	280 €	279 €	230 €	250 €	399 €	229 €

Tabla 1. Comparativa de modelos

El estudio de mercado ayuda a dar una perspectiva amplia de todas y cada una de las características que pueden tener los auriculares, a entender qué elementos son los que potencian ciertas características, de forma que una vez realizado es mucho más sencillo tomar un rumbo de decisiones que den forma al proyecto.

Este análisis de las características de cada auricular permite comprender mejor qué debe de tener un modelo para ser considerado alta gama o no, tanto en lo respectivo a la tecnología de sonido, como a los materiales utilizados y la estética del mismo.

Para el proyecto que se va a realizar interesa mayoritariamente un modelo ergonómico que permita un buen ajuste a la oreja y que evite caídas accidentales en caso de realizar movimientos de cabeza bruscos, que sea económico y accesible para todo el que desee comprarlo y que tenga unas buenas prestaciones a nivel de sonido.

Sin embargo, también es interesante saber la opinión de la gente acerca del tema para conocer gustos y preferencias de cada uno. Para ello se realizará una encuesta a continuación.

2.5. ENCUESTAS

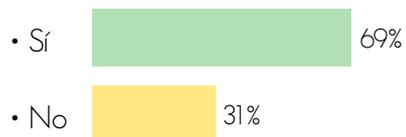
Siempre es interesante conocer la opinión de la gente para tener referencias a tener en cuenta y por ello, para realizar este estudio de mercado más completo, se ha realizado una encuesta acerca de varias cuestiones relacionadas con el tema, de forma que a partir de los resultados se pueden sacar varias conclusiones que nos ayudarán con el rumbo a tomar para formalizar el diseño.

Para esta encuesta se han recibido 417 respuestas de gente de distintas edades y géneros.

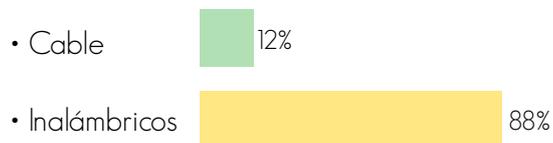
Las cuestiones y sus respectivos resultados obtenidos son los siguientes:

A la hora de realizar deporte,

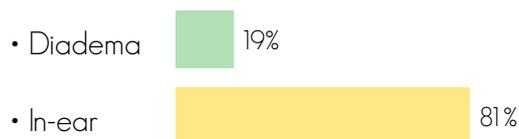
1. ¿Usas auriculares habitualmente?



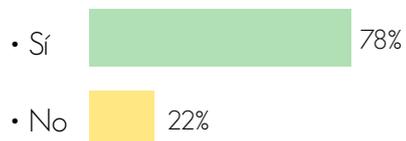
2. ¿Prefieres auriculares de cable o inalámbricos?



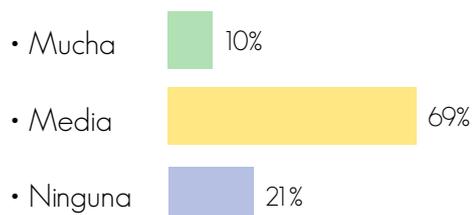
3. ¿Auriculares de diadema o in-ear?



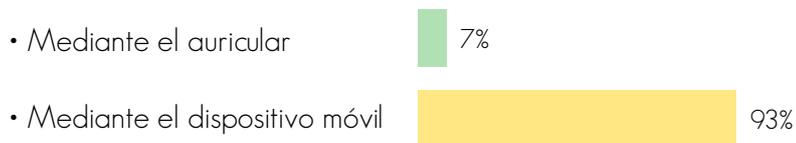
4. ¿Alguna vez se te han caído al suelo porque no se ajustan bien?



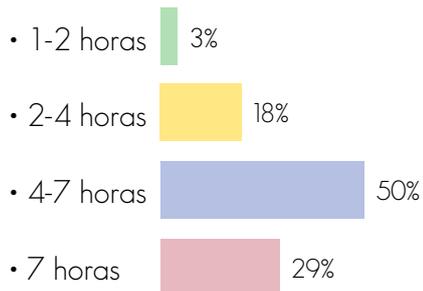
5. ¿Cuánta importancia le das a la cancelación de ruido externo para una mejor experiencia?



6. ¿Como prefieres modificar el volumen y cambiar o pausar la canción?



7. ¿Cuánta duración de la batería estimas que sería la ideal?



8. ¿Prefieres auriculares con almohadillas o sin ellas?



Por suerte los resultados obtenidos en las preguntas realizadas para la encuesta por lo general se decantan muy claramente hacia una opción más que hacia la otra, dando fortaleza a los resultados que tomaremos como referencia para tomar decisiones.

A continuación se analizarán los resultados del estudio de mercado realizado, valorando la situación para tomar un rumbo en el proyecto acorde con la base que proporcionará dicho estudio.

2.6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO

Una vez realizado el análisis detallado de todos los productos estudiados, se ha concluido en que existen muchos modelos de todas las formas posibles, pero sin embargo los nuevos modelos no son más que actualizaciones de los ya existentes, de forma que no existe una gran novedad en cuanto a la forma.

Por ello, uno de los principales objetivos de este proyecto será diseñar unos auriculares que sean novedosos y se asemejen lo menos posible a los modelos ya existentes y patentados.

A la vista de los resultados obtenidos en la encuesta, está claro que la mayoría de los encuestados prefieren auriculares inalámbricos a la hora de hacer deporte, y que los prefieren tipo 'in-ear'.

Al 78% de los encuestados, se les han caído alguna vez de la oreja a la hora de realizar un deporte, es un problema que se puede considerar normal ya que al estar en movimiento es más probable que esto suceda. Este será un objetivo del diseño que se realizará en este proyecto: tratar de diseñarlo de tal manera que se sujete firmemente a la oreja y evitar el riesgo de roturas por caídas no deseadas.

En cuanto a la cancelación de ruido externo, se le da la importancia justa, sin llegar a ser una obsesión, ni algo por lo que despreocuparse. Por lo tanto, en este sentido se buscará una cancelación de ruido pasiva y no activa, abaratando costes de producción como consecuencia también.

Otro resultado mayoritario es el de modificar el volumen y cambiar de canción a través del dispositivo móvil y no a través de botones integrados en el propio auricular. Esto probablemente se deba a que los auriculares al estar situados en el oído, no tenemos visión directa de ellos y por lo tanto al no poder percibir con exactitud donde están los botones del auricular, se hace más cómodo navegar por la interfaz del móvil para modificar el sonido.

Los resultados obtenidos en la encuesta son favorables para la idea inicial del proyecto y ayudan a reafirmar las decisiones que se quieren tomar a la hora de formalizar el diseño del producto. De esta forma, se tratará de diseñar unos auriculares inalámbricos intraurales que se ajusten cómoda y fijamente a la oreja, que tengan los mínimos controles por botón y que el ajuste en el oído sea mediante almohadillas.

3 . DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. PÚBLICO POTENCIAL

Este proyecto se centrará en un mercado específico pero sin necesidad de encasillarse definitivamente en él, pudiendo adaptarse a otros. La principal idea es desarrollar unos auriculares que se adapten ergonómicamente a la oreja del usuario, de forma que se sujeten bien a ésta y que a la hora de realizar actividades deportivas, estos auriculares tengan el mínimo riesgo de caída y pérdida o rotura.

Por lo tanto, el público objetivo va a ser el usuario que utilice auriculares mientras realice actividades físico-deportivas o en situaciones normales.

Uno de los objetivos de este proyecto será el estudio estadístico de las medidas más significativas de la oreja de una muestra de la población, de forma que a partir de estudio se podrán sacar conclusiones acerca de las medidas que deberá de tener el prototipo para poder adaptarse a la mayor parte de las orejas muestreadas.

3.2. IDEAS PREVIAS Y BOCETAJE

En este proyecto partimos de la limitación de la forma de la oreja humana para poder desarrollar el prototipo. Quizá se trata de una de las partes del cuerpo humano que más varía en lo respectivo a la forma de la misma y de ahí la complejidad de diseñar un auricular universal que encaje perfectamente en todas las orejas. Sin embargo, se ha realizado una observación exhaustiva de la estructura anatómica general de la oreja, para poder ver las limitaciones que se tienen.

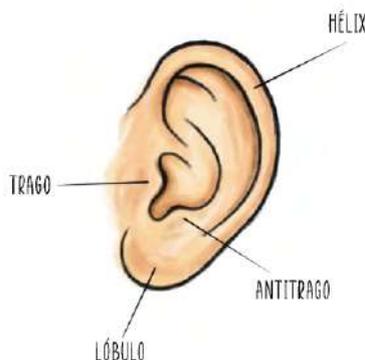


Fig. 21. Esquema partes oreja

Analizando la estructura de la oreja, se ha determinado que las partes más significativas a la hora de tomar una decisión en el diseño serán el hélix, el lóbulo, el trago y el antitrago.

Basándonos en las preferencias de los usuarios encuestados, se ha decidido que el camino a tomar sea el de un auricular 'in-ear' inalámbrico.

La idea inicial, y que por suerte, como se podrá ver, se ha conseguido mantener en su esencia ha sido la de diseñar un auricular que se adapte a la forma de la oreja en su totalidad, de forma que la cubra y permita un buen aislamiento.

La primer toma de contacto se puede ver en los siguientes bocetos:

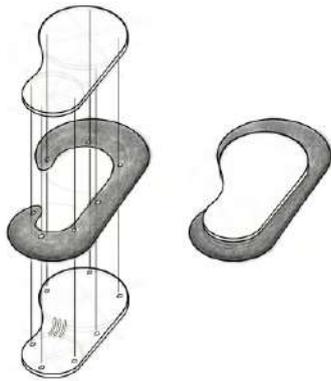


Fig. 22. Sketch colocación carcasa

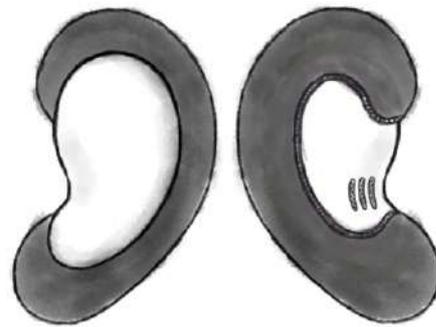


Fig. 23. Sketch conjunto

Como se puede observar la idea del diseño inicial trata de una carcasa que mediante su unión deja fijada una pieza elástica la cual se ajustaría a la oreja adaptándose a la forma particular de cada usuario.

Una decisión a tomar es la de centrar el diseño del auricular en torno a uno cuya prestación principal sea una sujeción firme a la oreja de forma que se eviten caídas inesperadas. Como primera idea se había diseñado un modelo que consta de dos tapas que van unidas de forma que entre medias de ambas, la parte elástica quedaría fija a la carcasa rígida.



Fig. 24. Sketch colocación en oreja

La parte interior de la carcasa es la que tendría un conducto de salida del sonido, cuya posición coincidiría aproximadamente con la del orificio del oído. Sin embargo, este diseño tenía ciertas lagunas sobre todo a la hora de ajustarse al oído ya que en función de cada oreja la posición del conducto de salida de sonido podría quedar en una posición incorrecta.

De esta forma, se decide implementar una parte a la carcasa interior que penetre en el orificio del oído y de forma que el ajuste se realice mediante una almohadilla de silicona.

En un principio se idea que esta parte sea perpendicular al plano de apoyo de la carcasa, pero viendo la forma del oído humano, vemos que el conducto de la oreja va en dirección oblicua, entonces se decide rediseñar el modelo para ajustar a la forma de la oreja para conseguir un diseño ergonómico que se adapta a la forma natural de la oreja.

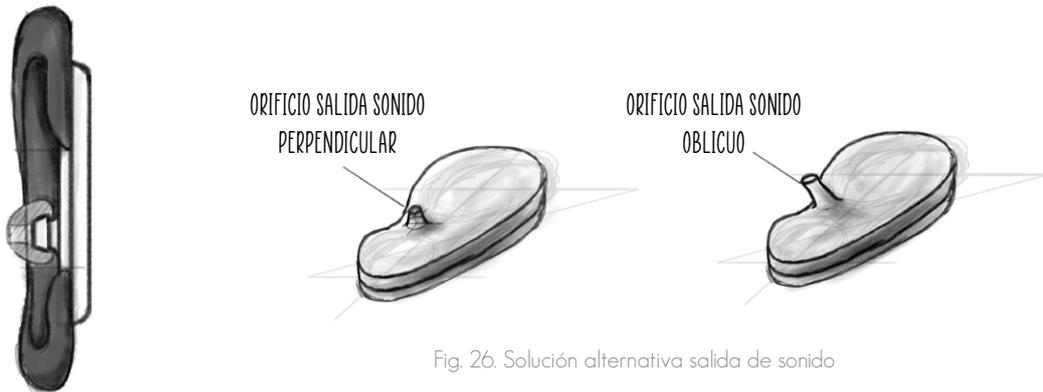


Fig. 25. Sketch perfil

Fig. 26. Solución alternativa salida de sonido

Adaptando el diseño situando el conducto de entrada al oído de forma oblicua se consigue un modelo más ergonómico ya que si se hubiese adoptado la forma perpendicular, al introducirlo en el oído el trago de la oreja pasado unos minutos de uso del auricular se resentiría ya que tendría que adoptar una forma que no es su habitual.

Una vez conseguida la forma externa final, se ha de desarrollar la parte interior que de cabida a todos los componentes internos del auricular (batería, micrófonos, circuito, bobinas), el sistema de cierre y montaje.

Para los componentes internos se ha decidido diseñar un habitáculo dentro de la carcasa que albergue a todos ellos teniendo espacio de sobra, de esta forma se podrán incluir componentes más eficientes y obtener un resultado de rendimiento técnico óptimo.

Todos los componentes internos que integran el auricular irán bajo pedido a proveedores externos que harán cada elemento a medida en función de las características funcionales que se desean obtener.

3.3. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS SIGNIFICATIVAS

Una vez que ya se ha dado forma al diseño inicial, en este proyecto es muy importante conocer la anatomía de la oreja y ver qué medidas son más significativas y relevantes para poder realizar un estudio que nos ayude a tomar una decisión en cuanto a las dimensiones que finalmente tendrá nuestro producto.

Para el modelo que queremos diseñar tenemos que tener en cuenta el dimensionamiento de dos piezas principales: la carcasa y la malla elástica. En la Fig. 27 podemos ver qué medidas son las que se han estimado como más relevantes para el proyecto.

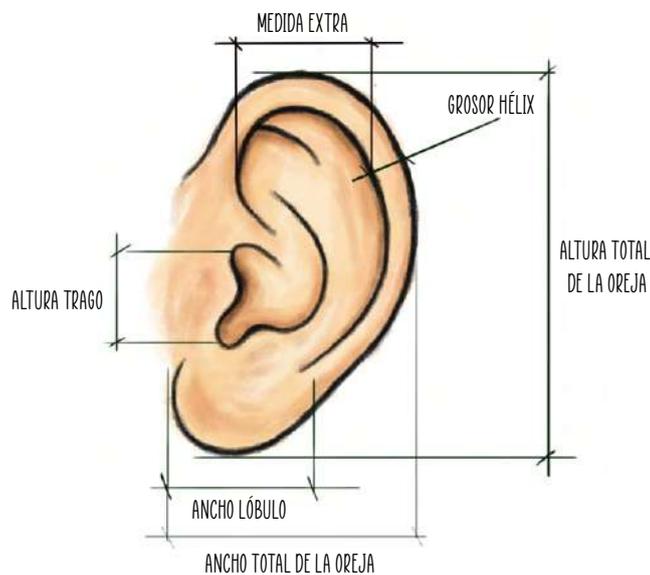


Fig. 27. Esquema medidas significativas oreja

Es complicado realizar una medición exacta para cada medida determinada, ya que al analizar varias orejas se puede comprobar que cada parte puede llegar a ser muy distinta en cada persona, pero las referencias a tomar para cada medida serán las siguientes:

- Altura trago: se tomará la medida vertical de la dimensión del cartílago que constituye esta parte
- Ancho total de la oreja: se realizará una medida horizontal tomando como punto de partida de referencia la zona donde el lóbulo se junta con la parte lateral de la cara y como fin el punto más alejado del hélix.
- Altura total de la oreja: esta medida se tomará verticalmente tomando como inicio de la medición el punto más bajo perteneciente al lóbulo y como final el punto más alto del hélix.

- Ancho lóbulo: esta medida puede ser la más complicada de tomar en ciertos casos en los que el lóbulo no esté bien definido, sin embargo se tratará de aproximar una circunferencia en la que se circunscriba el lóbulo en cuestión, y se tomará como medida el diámetro de dicha circunferencia.
- Grosor del hélix: el hélix se trata de una especie de pliegue que tiene la oreja en su parte externa, y visualmente se asemeja a un tubo cilíndrico. Esta medida será el diámetro de lo que sería la sección del cilindro en el punto de la oreja en el que este resulte ser mayor.
- Medida extra: esta medida servirá de apoyo para que a la hora de dimensionar la carcasa se pueda marcar un límite, el cual no sobrepasar. Para ello se tomará como referencia el punto donde el ramal inferior del antehelix converge con el hélix y trazando una horizontal se medirá hasta el punto coincidente con la cara interna del pliegue del hélix.

En base a estas partes que se han elegido para analizar, se va a realizar una recopilación estadística de las medidas de las orejas de diferentes individuos. La medición se realizará con un pie de rey, ya que para medir diámetros exteriores e interiores es un instrumento ideal. En cuanto a las medidas obtenidas, se realizará una aproximación ya que no es necesaria una precisión muy elevada, ya que las medidas que se desean obtener tienen un carácter orientativo.

Una vez recabada la información se procederá a hacer un estudio estadístico de los datos para sacar conclusiones y poder dimensionar definitivamente el diseño conceptual del auricular. Este análisis estadístico se puede ver reflejado en el Anexo III.

3.4. DISEÑO FINAL

Después de realizar el diseño conceptual del producto y el estudio estadístico de los datos obtenidos, se procede a realizar a través de dibujo geométrico la geometría del diseño teniendo en cuenta las medidas definitivas que se desean implementar.

La geometría de la planta es muy sencilla, ya que consta de 4 circunferencias: dos principales y dos secundarias que unen las principales mediante 4 puntos de tangencia. De esta manera, la planta de la carcasa tiene una forma similar a un haba. Sin embargo, esta forma lo que se pretende es que tenga una forma parecida a la de la oreja humana, de manera que se adapte a ella lo más ergonómicamente posible.

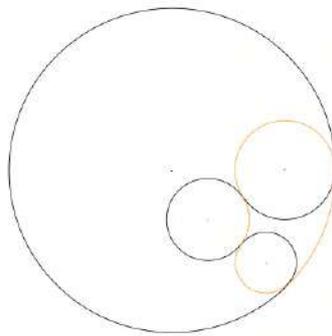


Fig. 28. Geometría del diseño

Una vez determinada la geometría base, se aplicarán los radios de cada circunferencia y los puntos de tangencia de cada una en función de los resultados obtenidos en el análisis estadístico de las mediciones realizadas de las orejas humanas.

Para diseñarlo de manera más exacta se ha utilizado desde el primer momento el programa de modelado 3D CATIA, el cual permite realizar una geometría bien definida de todo el producto. Así se ha llevado a cabo el dimensionamiento de la planta de la carcasa. A partir de esta geometría base se ha ido modelando el resto de las partes.

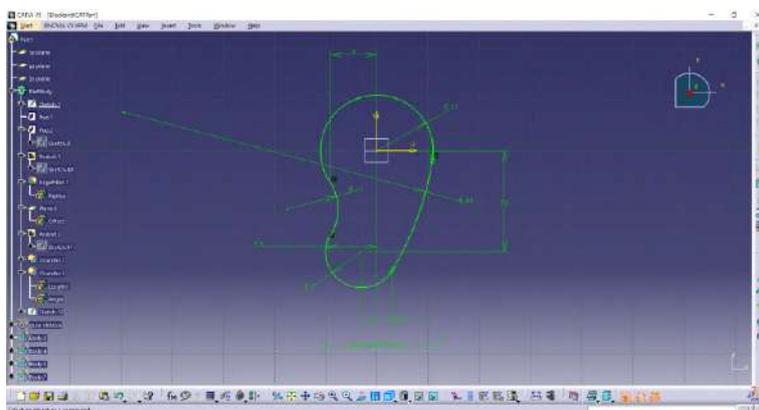


Fig. 29. Captura catia: geometría base

A raíz de esta geometría, se genera una extrusión en dirección perpendicular al plano donde se ha realizado el boceto, de un grosor de 1,5 milímetros, que es el que tendrá la parte fija de la carcasa.

Se genera un agujero justo en la zona que coincidirá con el orificio de entrada al oído y con centro en el mismo agujero se extruye un cilindro oblicuo en dirección al conducto auditivo, de forma que este cilindro será el que contenga la almohadilla de silicona que se adapte al oído.

La geometría del cilindro creado variará desde la base que será una circunferencia hasta el final que será una elipse, de forma que la parte que entra en el oído se ajustará ergonómicamente al orificio auditivo, evitando molestias en el ajuste.



Fig. 30. Captura catia: carcasa inferior 1

También se realizan los taladros donde irán incrustados los tornillos que unen una parte de la carcasa con la otra y se dará un redondeado a las aristas que están en contacto con la oreja de forma que el contacto resulte lo más cómodo posible.

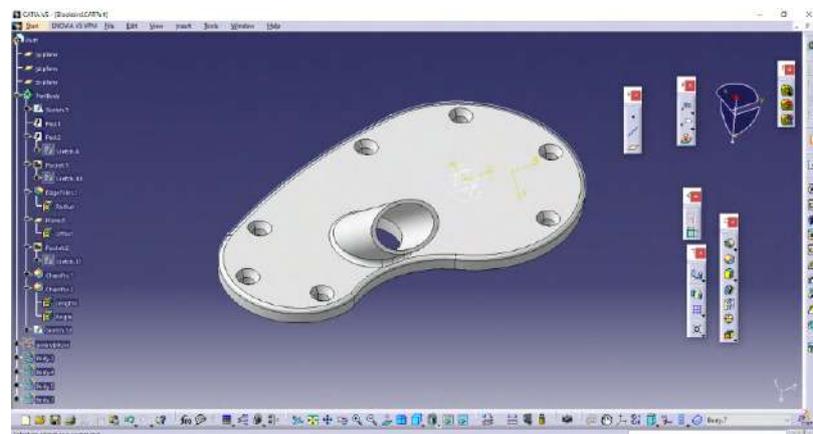


Fig. 31. Captura catia: carcasa inferior 2

Una vez modelada la parte inferior de la carcasa, se procederá a modelar la parte superior, la cual partirá de la misma geometría base que la anterior.

En este caso, al boceto base se le aplica una extrusión de un grosor de 3,5 milímetros. En la cara que contacta con la otra parte de la carcasa se realizarán los taladros cuyos centros coincidirán con los de los agujeros de paso de la pieza inferior y se realizarán un recorte en el que irá albergada la zona de la pieza elástica que queda pillada entre ambas partes.

También se realizará un habitáculo para poder localizar todos los componentes electrónicos del auricular.

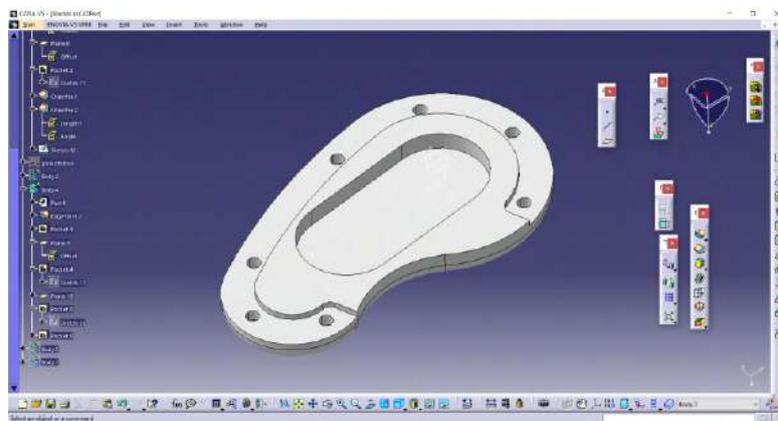


Fig. 32. Captura catia: carcasa superior 1

En la cara externa de la pieza, se le aplicará un redondeado de las aristas exteriores para dar un acabado más fino y se realizará un surco circular meramente estético de forma que dentro de ese círculo se situará la serigrafía del logo del auricular.



Fig. 33. Captura catia: carcasa superior 2

Estas dos piezas son las más importantes ya que es el cuerpo principal del auricular y serán las que sean fabricadas propiamente. Una vez modeladas, la unión se realizará mecánicamente mediante seis tornillos de cabeza avellanada. La elección de este tipo de cabeza para el tornillo es porque quedaría incrustada en el hueco que tiene en la carcasa y se disimula de forma que estéticamente queda un diseño compacto, sin piezas que sobresalgan.

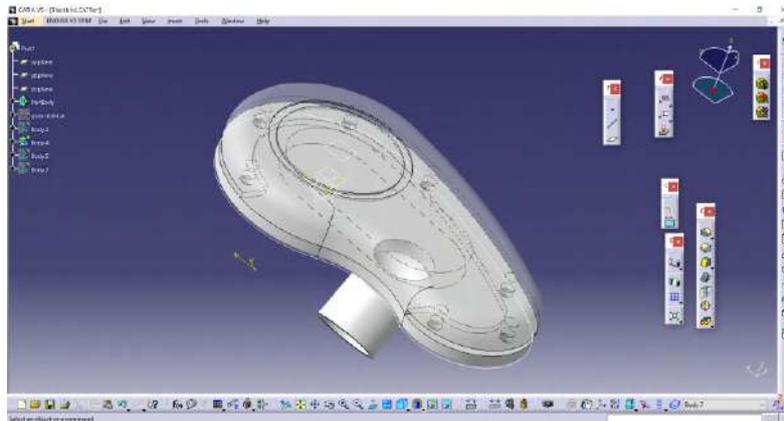


Fig. 34. Captura catia: encaje carcasas

Ambas piezas de la carcasa quedarían dispuestas de la forma que se puede ver en la Fig.34.

Con el mismo programa. Se modelará la almohadilla de silicona y la pieza elástica, para tener el modelo completo de los auriculares y poder desarrollar un render realista a partir del mismo.

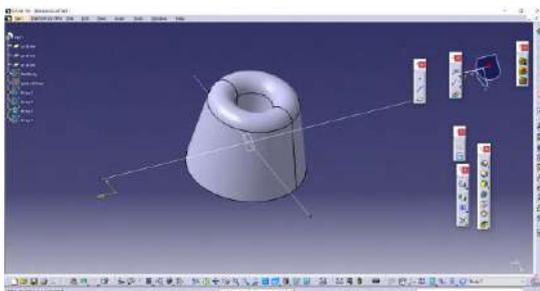


Fig. 35. Captura catia: almohadilla silicona 1

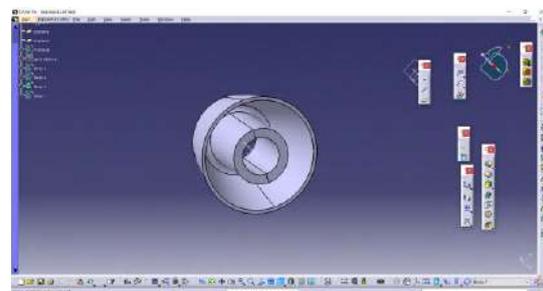


Fig. 36. Captura catia: almohadilla silicona 2

La almohadilla de silicona sin embargo será pedida a un proveedor externo, de forma que no será necesaria la preparación para su producción, de forma que este modelo realizado con catia será lo más similar a una almohadilla ya fabricada.

Para el modelado de la pieza elástica del auricular, se ha utilizado el apartado de diseño de superficies de catia, consiguiendo obtener una forma orgánica similar a la deseada, partiendo de la base de que será una pieza elástica que se ajustará a la forma de la oreja en la que se coloque.

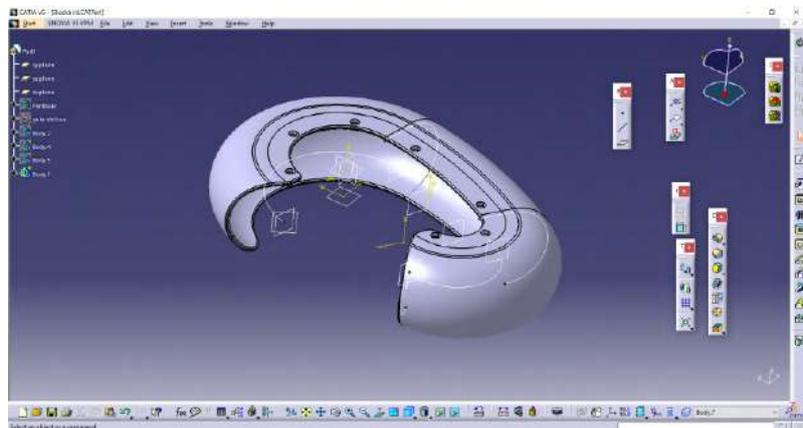


Fig. 37. Captura catia: pieza elástica

Una vez modeladas todas las piezas por separado, se procede al diseño de conjunto, de forma que todas las piezas quedan bien ensambladas.

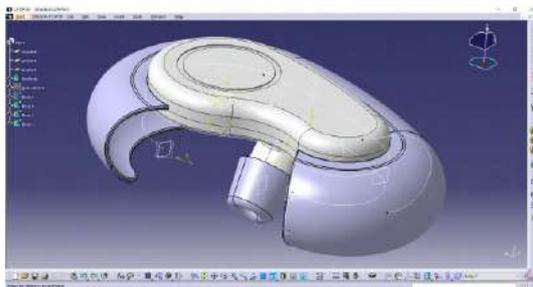


Fig. 38. Captura catia: conjunto auricular 1

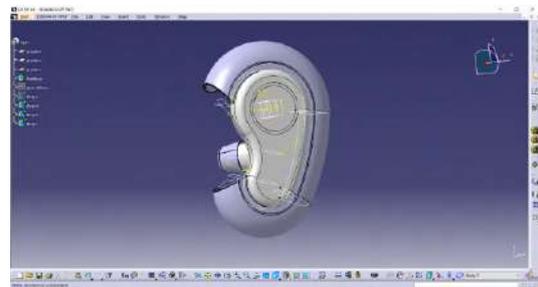


Fig. 39. Captura catia: conjunto auricular 2

Ya diseñado el modelo 3D del conjunto, se procede a hacer renders a modo foto de estudio con el programa 3Ds Max, de esta forma se pueden conseguir fotos más realistas con distintos tipos de iluminación que dotan al producto de una visualización más atractiva que podrá utilizarse con fines comerciales de captar la atención del cliente.

3.5. FUNDA PROTECTORA

Para los auriculares también se ha decidido idear una funda que pueda servir para transportarlos libremente y que, a su vez, permita cargarlos.

Para ello se ha decidido que la funda tenga forma de caja plegable, con un diseño sencillo y que se adapte a la geometría de los auriculares de forma que estos encajen a la perfección.

El tamaño de la funda será lo más pequeño posible, de forma que sea manejable y pueda ser introducida en un bolsillo de pantalón sin ocupar excesivo espacio.

Se ha decidido que la funda tenga forma de prisma rectangular con sus bordes redondeados para hacerla más suave al tacto y que no tenga un aspecto basto, sino más bien todo lo contrario.

Para ello se ha utilizado el programa de modelado 3D catia, y en base a la geometría de los auriculares, se ha diseñado la forma de la funda, como se puede ver en las figuras X e Y.

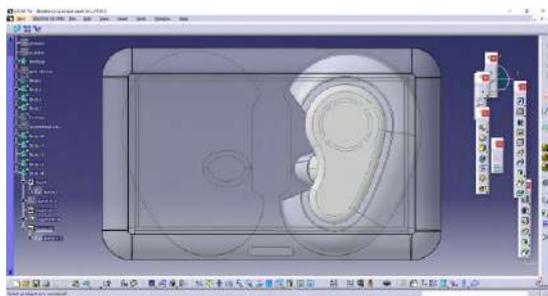


Fig. 40. Captura catia: funda planta

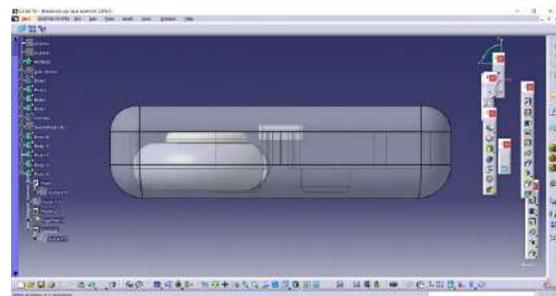


Fig. 41. Captura catia: funda alzado

De esta forma obtendremos finalmente una funda con unas dimensiones de ancho, largo y alto de 58x92x25 milímetros. Se trata de unas dimensiones más grandes que el resto de auriculares del mercado, pero es inevitable debido a la geometría de los mismos.

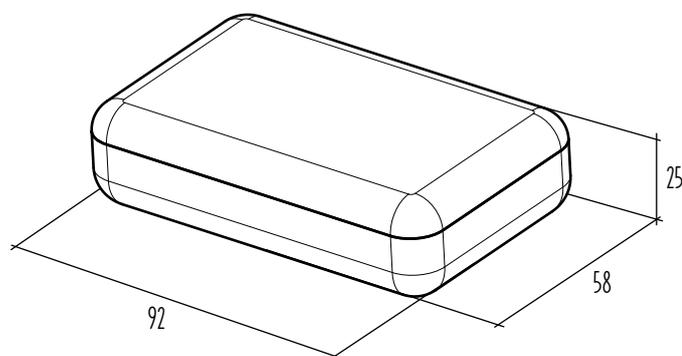


Fig. 42. Dimensiones totales funda

La funda está compuesta de la base y la tapa, ambas se unen mediante un imán que se encarga de mantenerlas unidas y se abre mediante accionamiento manual del usuario.

La base cumple la función de sostener y fijar la posición de los auriculares en la funda, mientras que la tapa se trata de la parte más importante de la funda, ya que es la que contendrá las bobinas que generarán la carga por inducción.

Este sistema de carga por inducción estará compuesto por un adaptador de cable tipo C, una batería que almacenará la energía e irá unida directamente a la corriente que llega del adaptador, y que será la encargada de transmitir corriente eléctrica a las bobinas de forma que produzca inducción a las bobinas de carga que posee cada auricular.

En la tapa, las bobinas que generan la inducción se colocarán justo sobre la posición de los auriculares donde se encuentran las bobinas de carga de los mismos, es decir, justo sobre el círculo que contiene el logo de la marca.

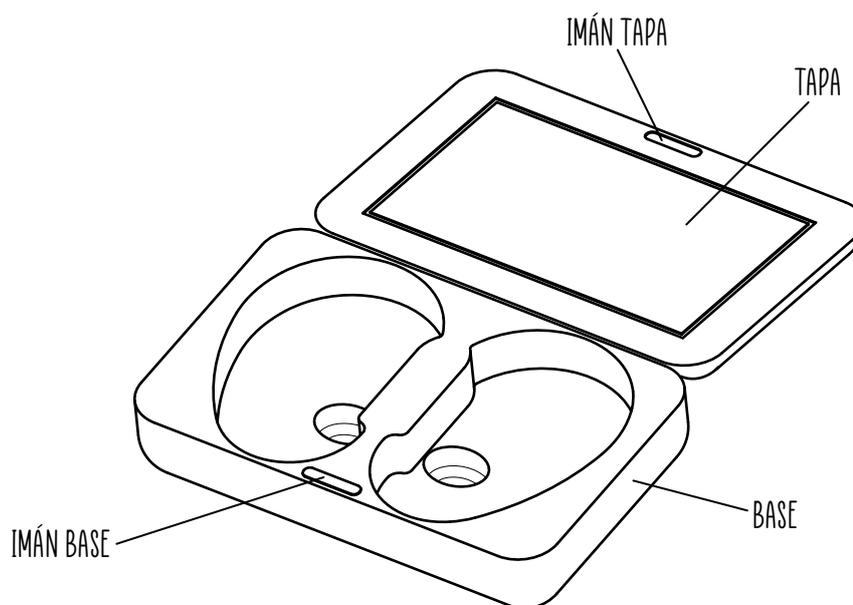


Fig. 43. Croquis funda abierta

3.6. IMAGEN CORPORATIVA

Para este proyecto, no se ha optado únicamente por realizar el diseño del prototipo, sino que también se ha querido dotar al mismo producto de una imagen de marca característica, de forma que entre en acción el apartado artístico dentro del proceso de diseño.

3.6.1. Nombre de la marca. Brainstorming

La metodología a seguir ha sido muy clara desde el principio. En primer lugar se ha buscado un nombre a través de un proceso de 'brainstorming', el cual ha consistido en realizar un bombardeo de conceptos relacionados con el mundo de los auriculares. De esta forma se han obtenido en menos de un minuto multitud de conceptos a partir de los cuales se ha podido encontrar el camino a seguir para encontrar el nombre de la marca.

De todos los conceptos que se obtuvieron en este proceso, se decidió elegir el de pájaro, cuya relación con el mundo de los auriculares viene del sonido, de los cantos de los pájaros. Investigando acerca del canto de los pájaros, la decisión fue elegir como nombre de la marca el nombre de un pájaro que tuviera un canto bonito.

De esta forma, el pájaro escogido finalmente fue el mirlo, un ave de plumaje negro y pico anaranjado, apodado 'el Beethoven de los pájaros' por su gran inteligencia y capacidad para aprender una gran variedad de cantos diferentes.



Fig. 44. Mirlo

Para la elección del nombre se ha barajado la opción de escoger el nombre en español (Mirlo) o el nombre en inglés (Blackbird).

Finalmente se ha escogido la opción inglesa ya que se ha determinado que el nombre da más juego a la hora de poder improvisar un logotipo acorde al mismo nombre de la marca.

3.6.2. Isotipo, logotipo e imagotipo

Para el diseño del logotipo se ha realizado un proceso de bocetaje a partir de dos conceptos claros: la letra 'b' de 'blackbird' y el ojo del mirlo, característico por el aro naranja que lo rodea. De esta manera se han ido adoptando distintas soluciones, de las cuales finalmente se ha optado por desarrollar solamente dos de ellas.



Fig. 45. Sketches para el imagotipo

La primera opción ha sido la de las dos 'b' entrelazadas: una forma de sintetizar el nombre de la marca en un isotipo adquiriendo las dos 'b' de 'blackbird' y consiguiendo un isotipo llamativo.

Para el logotipo se ha escogido la tipografía 'Run Medium', la cual tiene potencia debido al grosor del trazado y se ha modificado el punto de la 'i' por un triángulo haciendo referencia al pico del mirlo, de color naranja también.

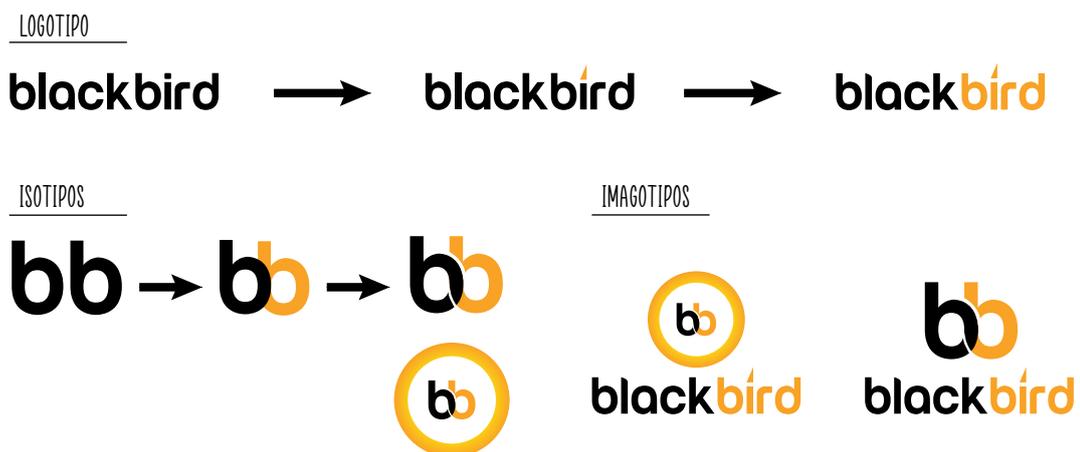


Fig. 46. Opción 1 imagotipo

De esta opción, solamente nos quedamos con el logotipo y se buscará implementarlo en la segunda opción que se seleccionó de los bocetos.

La razón de más peso para descartar los isotipos desarrollados para esta opción es su similitud con otras marcas como Beats, el cual además sería competencia directa dentro del mercado de dispositivos electrónicos de sonido.



Fig. 47. Comparativa opción 1 con Beats

Descartada la primera opción, se procede a desarrollar la segunda, la cual hace referencia al ala del ave y tiene también una forma de 'b'.

Se desarrollan varias opciones, de las cuales la opción 1 se diseña con la propia 'b' de la tipografía utilizada para el logotipo, con otros dos elementos con un degradado de color de amarillo a naranja.

El degradado de color finalmente se decidirá no utilizarlo y seleccionar un color plano para que el isotipo no pierda vistosidad.

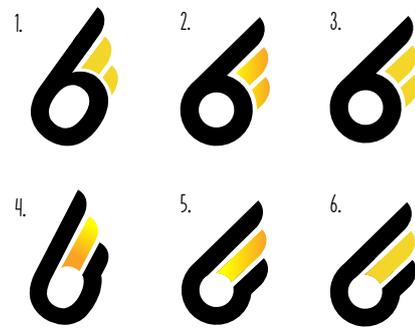


Fig. 48. Distintas soluciones para la opción 2

Se modificará también la forma de la 'b' de manera que sea un círculo perfecto atendiendo a un principio de simplificación de los elementos, de esta forma se consigue unificar todos los elementos del isotipo para conseguir un diseño integral.

Finalmente se decantará la elección definitiva del isotipo por la opción 3 mostrada en la Fig. 48. De esta forma, ya tenemos el isotipo y el logotipo, que al unir ambos resultan en el imagotipo.

El logotipo para esta opción será modificado de forma que la palabra 'bird' aparecerá en un tono gris.

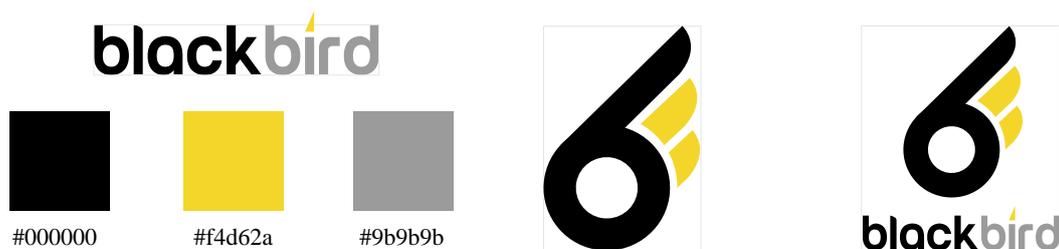


Fig. 49. Solución definitiva del imagotipo, logotipo y colores corporativos

3.6.3. Tipografía

La tipografía seleccionada para el logotipo de la marca es la Run Medium, con un tracking (separación entre caracteres) de 0. Se ha modificado levemente la tipografía original, en la parte superior de la letra 'l' realizando un corte ovalado para conseguir un aspecto no tan basto.

También se ha modificado el punto de la 'i' de forma que en vez de ser un cuadrado con sus vértices redondeados, pasa a ser un triángulo rectángulo alargado, consiguiendo de esta forma dotar al logotipo de un elemento diferencial que resalte sobre el resto de la tipografía.



Fig. 50. Variación de la tipografía para crear el logotipo

La elección de esta tipografía para el logotipo está motivada por el deseo de poseer una tipografía que por sí sola, en ausencia del isotipo, sea potente y tenga presencia.

En cuanto a la tipografía utilizada para todos los elementos complementarios de comunicación escrita, como por ejemplo manuales de uso, cartas informativas, etc. será la tipografía GeosansLight Regular, la misma que se está utilizando para redactar esta memoria.

La elección de esta tipografía es debido a su aspecto sencillo y formal, con caracteres basados en torno a la figura de la circunferencia, que es base en el diseño del producto.

Se utilizará con un tracking de 0 y el resto de propiedades variará en función del formato que se vaya a emplear.



Fig. 51. Tipografía GeosansLight Regular

3.6.4. Colores corporativos.

Los colores escogidos para dar distinción a la marca serán los mismos que se han seleccionado en el imatipo.

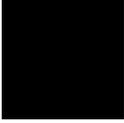
		
#000000	#f4d62a	#9b9b9b
C: 0%	C: 5%	C: 35%
M: 0%	M: 14%	M: 25%
Y: 0%	Y: 85%	Y: 22%
K: 100%	K: 0%	K: 7%

Fig. 52. Colores corporativos CMYK

La elección de estos colores es debida al deseo de dar una visión al cliente de un diseño sobrio y discreto, por ello el color negro, el cual es ideal para conseguir lo expuesto anteriormente y un tono amarillo con el que se consigue un un toque de color llamativo que hace referencia al color del pico y el aro que rodea el ojo del mirlo.

El tono gris se utilizará para hacer contraste en con el color negro y de esta forma no tener un diseño muy pesado visualmente.

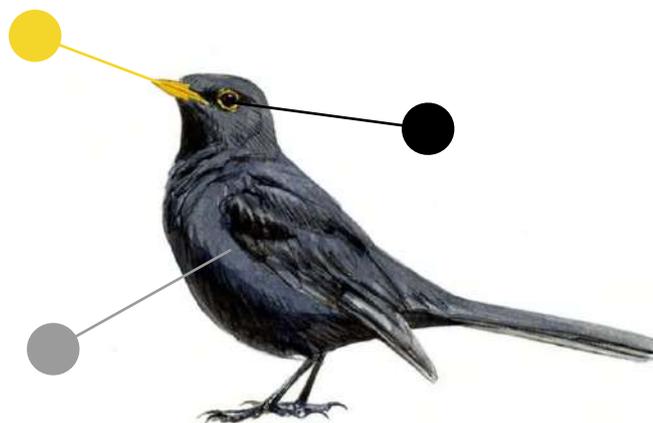


Fig. 53. Colores corporativos en mirlo

No se utilizarán más colores que los tres seleccionados para dotar a la integridad del diseño del producto de la máxima simplicidad posible sin llegar a entrar en un minimalismo aburrido.

3.7. RENDERS DE DETALLE E IMÁGENES COMERCIALES

Una vez que ya se ha diseñado el modelo 3D del producto y todos los componentes, se procede a realizar mediante un programa de renderizado una serie de imágenes de estudio dando la importancia visual al producto que se merece.

En la Fig. 54 podemos ver los auriculares sobre un fondo iluminado de color dorado, una imagen con un contraste de colores potente que con el tono dorado da una visión de valor, de prestigio.



Fig. 54. Render Blackbird sobre fondo dorado

Como contraste, en las figuras 55 y 56, se pueden ver los auriculares sobre un fondo menos llamativo, más discreto, para poder resaltar más los propios auriculares. En este caso, se pueden apreciar en posición frontal y lateral.



Fig. 55. Render Blackbird frontal sobre fondo azul



Fig. 56. Render Blackbird sobre fondo azul

Para la Fig. 57 se ha decidido mostrar la cara interna de los auriculares, la cual no tiene una toma tan llamativa como la externa, pero tampoco resulta muy relevante ya que esa cara al colocar el auricular en la oreja no se ve.

Por otra parte, en la Fig. 58 se ha introducido otro tipo de iluminación de forma que se obtiene un fondo oscuro y una luz justo detrás de los auriculares que genera unos reflejos que resultan llamativos.

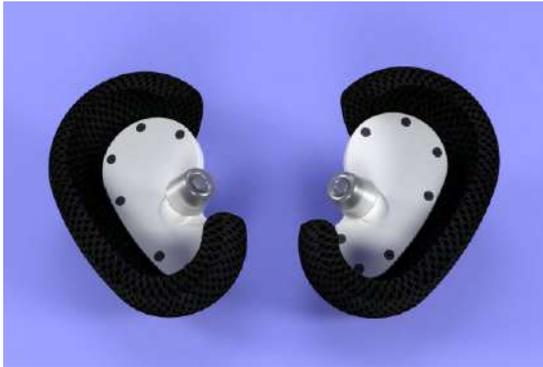


Fig. 57. Render Blackbird vista interior



Fig. 58. Render Blackbird iluminación nocturna

También se ha decidido realizar imágenes de referencia en un modelo 3D de una cabeza humana para tener una idea de como serían los auriculares en proporción. De forma que esto se puede ver en las figuras 59 y 60, cuya diferencia entre una y otra es el color del modelo de la cabeza, en uno blanco y en otro negro, de esta forma se puede ver el distinto contraste que se genera según el color de piel oscuro o claro.



Fig. 59. Render Blackbird en modelo cabeza clara



Fig. 60. Render Blackbird en modelo cabeza oscura

Para la funda también se ha desarrollado el modelo 3D. Se ha decidido colocar el imago tipo en color dorado sobre fondo negro para dar un toque de elegancia y prestigio.

En las figuras 61 y 62 podemos ver la funda cerrada y abierta sin auriculares.



Fig. 61. Render funda Blackbird cerrada



Fig. 62. Render funda Blackbird abierta

A continuación, se muestran más imágenes, esta vez con los auriculares presentes. En la Fig. 63 podemos ver la funda cerrada y los auriculares fuera apoyados sobre ella.



Fig. 63. Render funda Blackbird y auriculares fuera

Como contraste, en la Fig. 64, podemos ver los auriculares dentro de la funda, cada uno en su posición correspondiente. Será al cerrar la funda, cuando los auriculares comienzan su carga.



Fig. 64. Render funda Blackbird y auriculares dentro

Por último, en la Fig. 65, se muestran los auriculares fuera de su funda, apoyados en la misma, estando esta abierta.

Todas estas imágenes se pueden utilizar para promocionar en catálogos de venta y similares, siendo imágenes realistas que dan una visión leal del producto y llaman la atención de los clientes potenciales.



Fig. 65. Render funda Blackbird abierta y auriculares fuera

4 . MATERIALES

4.1. ELECCIÓN DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

Para tomar una decisión acerca de los materiales que se utilizarán para fabricar cada componente, hay que tener claro la función que se quiere que cumpla el material, las dimensiones del producto y en base a ello elegir.

Una de las premisas en este proyecto es la de tomar como guión un diseño en torno a la economía circular. Se tratará de utilizar materiales de productos reciclados y que puedan volver a ser reciclados una vez que la vida útil del auricular termine.

En este proyecto se distinguen dos partes principales: la carcasa que contiene todos los elementos internos del auricular y la parte elástica que se adapta a la oreja. También para las juntas se utilizarán tornillos pequeños para proporcionar una unión mecánica que permita un desmontaje sencillo y seguro.

Para el adaptador al oído se deberá utilizar otro material específico que se ajuste a las prestaciones necesarias.

4.2. CARCASA PRINCIPAL

Para esta carcasa se utilizará un material principalmente resistente a golpes que puedan ser provocados por caídas accidentales, de forma que asegure la integridad de todos los componentes internos.

Se ha tomado como propuesta definitiva el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) como el material para la elaboración de este componente, ya que se trata de un termoplástico con propiedades de reciclaje muy buenas, que se puede derretir y volver a utilizar para nuevos objetos.



Fig. 66. Gránulos de ABS

Se trata de un plástico muy resistente y no se corroe con facilidad cuando entra en contacto con un material corrosivo. Además no es tóxico, lo cuál es importante al estar en contacto directo con una parte del cuerpo como es la oreja que da acceso al interior del cuerpo. Es un plástico económico lo cual también es interesante para no elevar excesivamente el precio final del producto.

El ABS también es muy resistente a temperaturas altas, lo cual es ideal cuando va a contener en su interior elementos electrónicos que pueden recalentarse, evitando una deformación plástica indeseada. Los bloques de butadieno que contiene este plástico dotan de tenacidad a cualquier temperatura, lo cual es muy interesante también para temperaturas bajas, en las que otros plásticos se pueden convertir en quebradizos.

Según el proceso de fabricación de la pieza que se quiera seguir, el ABS será adquirido de una forma o de otra, ya que se suministra principalmente de dos formas distintas: mediante partículas granuladas o mediante filamentos de varios grosores.



Fig. 67. Gránulos de ABS 2



Fig. 68. Filamentos de ABS

En nuestro caso se pedirá al proveedor mediante gránulos ya que a la hora de realizar el moldeo por inyección será más cómodo trabajar con partículas pequeñas en lugar de filamentos.

4.3. ADAPTADOR DE LA OREJA

Para esta parte del auricular se busca un material que sea flexible, agradable al contacto con la piel y acolchado de forma que sea lo más cómodo para el usuario.

Una propiedad también clave en el material a elegir será que, a parte de ser elástico y permitir un ajuste relativo a cada oreja, no se deforme con el uso.

De esta manera se ha decidido que este elemento tendrá 2 capas: una externa que será de una tela de malla elástica y otra capa interna que será envuelta por la tela anteriormente nombrada, la cual será de espuma.

La tela será una tela específica de malla elástica transpirable de dos vías, y tendrá una composición de un 84% de poliéster y 16% de elastano.

Esta tela es ideal ya que el alto porcentaje en poliéster le proporciona una gran ligereza, elasticidad y durabilidad además de tener propiedades que ayudan a repeler la humedad, evitando generar hongos, moho, bacterias o el mal olor.

Su mínimo porcentaje en elastano ayuda a dotar de aún más elasticidad al compuesto y hacer que no se deforme plásticamente, de forma que al estirar la tela, ésta recupere su forma inicial sin ningún problema.



Fig. 69. Tela de malla elástica

Este tipo de tela es similar a las telas utilizadas para ropa deportiva de élite, las cuales son telas muy ligeras, con tecnología dry-tech la cual se caracteriza por una gran transpirabilidad y un secado muy rápido en caso de humedecerse, para evitar los efectos del sudor.

Para la parte interior de esta pieza se empleará una espuma de poliuretano basado en éter de un grosor muy fino. Se ha seleccionado una espuma debido a su gran ligereza y la comodidad que proporciona a la pieza en su conjunto, ya que esta va a estar en contacto con la oreja y deberá resultar cómoda y ergonómica.

En concreto se ha seleccionado una espuma de poliuretano a base de éter, ya que este tipo de espumas proporcionan una mayor flexibilidad y tienen una mayor permeabilidad, ayudando a la transpirabilidad de la pieza.



Fig. 70. Plancha espuma PUR



Fig. 71. Diferentes grosores espuma PUR

El cordón elástico que se utilizará para coser en el borde del perímetro de las piezas será una goma elástica de cierre de forma de anillo con la longitud deseada. Con esta goma se conseguirá una pieza ajustable a cualquier tipo de oreja según el tamaño.



Fig. 72. Cordón elástico

4.4. ALMOHADILLAS

Para las almohadillas que se adaptan al orificio de entrada se han investigado distintas soluciones posibles, como las almohadillas de silicona y las almohadillas de espuma viscoelástica, que son las más extendidas en el mercado actual.

Las almohadillas de espuma viscoelástica se adaptan perfectamente a la forma del oído ya que se trata de un material con facilidad de adaptarse a geometrías variadas.

Las ventajas de este tipo de almohadillas es que tienen 'memoria' al adaptarse a la forma del oído, cuando recuperan su forma original, son capaces de volver a recuperar la forma del oído sin deformarse plásticamente. Otra ventaja es que resultan muy cómodas al oído ya que dan esa sensación de acolchado.

Por otra parte, tienen desventajas como la durabilidad, ya que al tratarse de una espuma es un material vulnerable a ser trizado o rasgado con el simple roce con el oído. A pesar de adaptarse bien al oído, no tienen un coeficiente de rozamiento que permita una sujeción segura al oído.

Otra desventaja de este material es que, a pesar de ser un buen aislante térmico, para nada es un buen aislante acústico, lo cual, teniendo en cuenta que para el proyecto, no se va a desarrollar un sistema de cancelación de ruido activo, sino pasivo, esta característica es fundamental.



Fig. 73. Almohadillas de espuma viscoelástica

Son más las desventajas que las ventajas que encontramos en las almohadillas hechas de espuma viscoelástica, por lo tanto se ha decidido descartarlas y estudiar otras opciones.

Por otro lado, las almohadillas de silicona son más resistentes al deterioro y ofrecen un mejor agarre al oído debido a que su coeficiente de rozamiento es mas grande que el de las almohadillas de espuma viscoelástica.

Por otro lado, las almohadillas de silicona son más resistentes al deterioro y ofrecen un mejor agarre al oído debido a que su coeficiente de rozamiento es más elevado que el de las almohadillas de espuma viscoelástica.

Si bien es cierto que respecto a las almohadillas de espuma viscoelástica no es más cómodo y quizá no se adapta tan bien al oído como estas, la diferencia de comodidad no es excesivamente diferente, y las propiedades que ofrecen las almohadillas de silicona son más atractivas para nuestro proyecto.

Este tipo de almohadillas si ofrece gracias al material del que están hechas (silicona) un aislamiento acústico, que actuará como cancelación de ruido pasiva, generando una especie de vacío al colocarlas dentro del oído que permita aislar lo suficiente de ruidos externos para poder obtener una experiencia de sonido agradable al oído.



Fig. 74. Almohadillas de silicona

5 . FABRICACIÓN

Para la planificación de la fabricación de cada pieza hay que tener en cuenta dos elementos imprescindibles: los materiales que se van a utilizar en cada pieza y los detalles de la geometría de cada pieza.

También se tendrán en cuenta otros aspectos secundarios que influirán a la hora de determinar qué procesos de fabricación serán los más adecuados para cada caso.

Para este proyecto, se deberán fabricar tres piezas independientes que finalmente irán fijadas mediante una unión mecánica de tornillos.

Estas tres piezas son: la parte superior de la carcasa, la tela elástica ajustable a la oreja y la parte inferior de la carcasa.

Las almohadillas de silicona para ajustar en el oído irán bajo pedido a un proveedor externo de forma que no será necesario preocuparse de la gestión de fabricación de estos elementos.

5.1. CROQUIS DE LA CARCASA INFERIOR.

La parte inferior de la carcasa es el elemento con una geometría más compleja y por lo tanto habrá que tener en cuenta todos sus detalles para seleccionar un proceso de fabricación que nos permita obtener un resultado óptimo en el acabado de la pieza.



Fig. 75. Croquis carcasa inferior 1



Fig. 76. Croquis carcasa inferior 2

En esta pieza los elementos a tener en cuenta son los taladros con chaflán, el redondeo de la arista exterior y la parte más compleja: el tubo que se inserta en el orificio de entrada del oído.

Esta parte y su geometría poco habitual va a ser la que determine su proceso de fabricación.

Lo complejo de esta pieza reside en que el tubo en cuestión no es un cilindro normal de sección circular, sino que se trata de una geometría interpolada entre dos bases circulares de planos oblicuos y una línea que actúa como guía sobre la cual se genera por barrido la geometría.

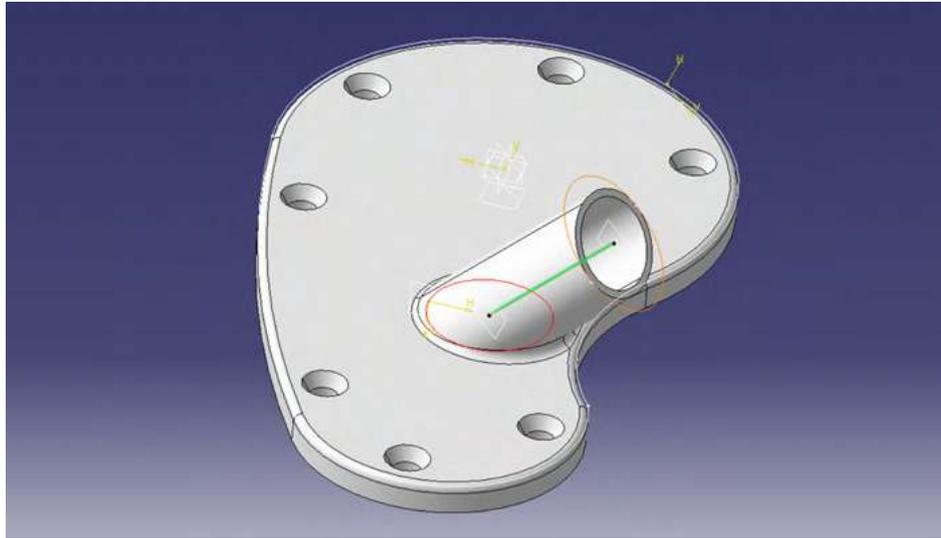


Fig. 77. Detalle tubo carcasa inferior

Como se puede apreciar en la Fig. 77 en color rojo se muestra la circunferencia de base con apoyo en el plano de la otra parte plana de la pieza, la otra circunferencia, de color naranja, será la forma sobre la que se generará la interpolación de la otra a través de la línea verde, la cual es oblicua respecto a la normal del plano sobre el que se apoya la circunferencia roja.

De esta manera, si vamos realizando secciones a lo largo del tubo nos vamos a encontrar con algo como lo que se muestra en el boceto de la Fig. 78. No se trata de un elemento con una sección constante, ya que no es un cilindro hueco perfecto, sino que su sección terminará siendo una elipse.

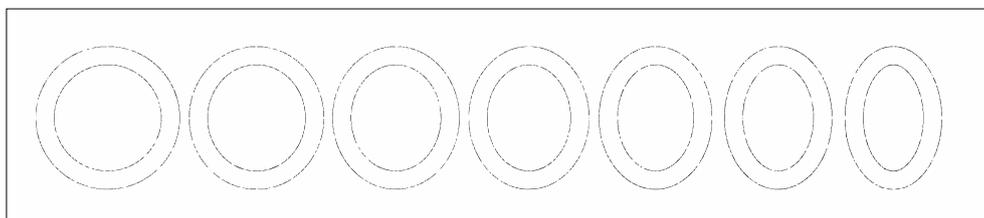


Fig. 78. Variación de la sección del tubo

Como se puede apreciar en la Fig. 78 , la sección del tubo, según a que altura se realice, es más o menos parecida a un círculo o una elipse.

Sin embargo, aunque sea una sección no constante, hay dos zonas que siempre están en contacto, en la Fig. 79 se señalan con la letra A y B, de esta forma el tubo tiene una continuidad geométrica, pero consiguiendo que su sección final sea una elipse con las dimensiones ideales para ajustarse a la forma del orificio de entrada del oído de una forma más ergonómica que si se tratase de una sección circular.

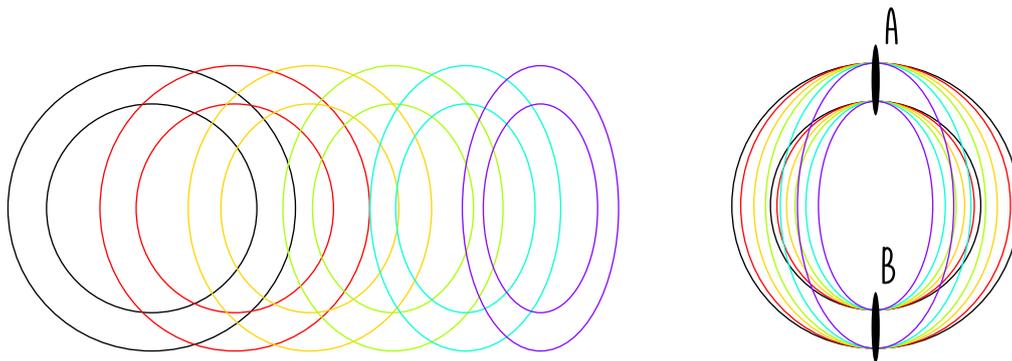


Fig. 79. Detalle de continuidad geométrica en la variación de la sección del tubo

Teniendo en cuenta todos los elementos importantes de la pieza se ha decidido optar por la opción de realizarla mediante moldeo por inyección, ya que consiguiendo un molde con la geometría bien definida se puede conseguir un acabado superficial fino y preciso como el que se desea obtener.

Sin embargo, esta pieza se deberá realizar en dos partes, ya que la geometría del tubo no permite un desmoldeo coherente. Para esta pieza se deberán diseñar dos moldes que se encarguen de generar cada parte de la pieza.

El diseño del molde para el tubo será uno y el diseño del molde para la otra parte plana será otro distinto.

Como el agujero del tubo no es vertical ni horizontal, sino oblicuo (teniendo en cuenta que la mayoría de los moldes funcionan con movimientos horizontales o verticales), este molde deberá de ser diseñado de una forma particular de forma que al retirar el mismo, este movimiento sea oblicuo en la dirección de la línea guía verde que se muestra en la Fig. 77

Una vez realizado el moldeo de cada parte de la pieza se deberán realizar los taladros de la parte plana: el que dará lugar a la cavidad que se introduce en el oído y los que alojarán los tornillos que se encargarán de la unión de ambas partes de la carcasa. También se mecanizarán los respectivos chaflanes en cada taladro.

Ya moldeadas las dos partes de la pieza, solo quedará unir ambas en su posición correcta. La unión de ambas partes de ABS se realizará mediante acetona pura ($\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$), de manera que se aplicará con un pincel acetona a la superficie de contacto del tubo con la otra parte plana y se colocará en su sitio correspondiente.

Lo que genera la acetona sobre el ABS es una fundición de las partículas que están en contacto con ella de forma que resulta como una especie de masa, que si se junta con otra pieza de ABS y se mantiene hasta que se evapore la acetona y se solidifique el ABS se consigue una unión homogénea de las partes sin necesidad de utilizar adhesivos.

De esta forma, se consigue una fusión de las piezas, dando lugar a una unión duradera y resistente.

5.2. CROQUIS DE LA CARCASA SUPERIOR.

La parte superior de la carcasa se trata de una pieza muy similar a la carcasa inferior, pero con una geometría más sencilla. El bruto de esta pieza se realizará de una sola vez, teniendo que realizar solamente un proceso de moldeo.



Fig. 80. Croquis carcasa superior 1



Fig. 81. Croquis carcasa superior 2

Como se puede apreciar en las figuras 80 y 81, los elementos más característicos de esta pieza a tener en cuenta son los huecos donde se albergarán los componentes electrónicos, la pieza elástica y los taladros que irán roscados posteriormente y permitirán la unión de todas las piezas mediante tornillos que encajarán en los mismos.

Para ambas partes de la carcasa será muy importante determinar tolerancias que permitan que la geometría de ambas piezas sea muy precisa ya que son dos piezas que deberán encajar a la perfección y coincidir en sus geometrías análogas.

Al tratarse de piezas de dimensiones y geometrías muy pequeñas se necesita una precisión muy exacta en todos los parámetros de los procesos de forma que se pueda alcanzar un nivel de detalle y acabado superficial óptimo.

5.3. CROQUIS DE LA PIEZA ELÁSTICA.

Esta pieza tendrá una forma inicial plana, pero una vez conformada tendrá otra forma completamente distinta, como la que se muestra en el boceto de la Fig. 82



Fig. 82. Croquis pieza elástica

Esto se deberá a la inclusión de una goma elástica que acortará su perímetro inicial para poder dar un juego elástico finalmente de forma que se pueda ajustar a cada oreja en función del tamaño de esta.

El procedimiento que se deberá seguir para desarrollar esta pieza será el siguiente: se pedirá a proveedores externos existencias de rollo de tela de malla elástica y planchas de espuma de poliuretano basado en éter de un grosor de 1 milímetro.

Se envolverá la plancha de espuma con dos capas de tela, una en su parte superior y otra en la inferior de, forma que resultaría como se muestra en la Fig. 83



Fig. 83. Esquema capas de la pieza elástica

Una vez se haya realizado esta colocación por capas, el siguiente paso será realizar el corte con las dimensiones adecuadas. A primera vista resultará algo pequeño, pero se tendrá en cuenta la elasticidad de los materiales para ajustarlo.

El corte de las capas de tela y de espuma se realizará con una cortadora láser que proporcionará un precisión muy exacta y un acabado limpio.

La forma que se obtendrá después del corte será similar a la que se muestra en la Fig. 84. De forma que la longitud de ambas líneas rojas será la misma, consiguiendo así cuadrar en el hueco que se ha diseñado dentro de la carcasa el tamaño de la parte de tela que se alberga dentro de él.

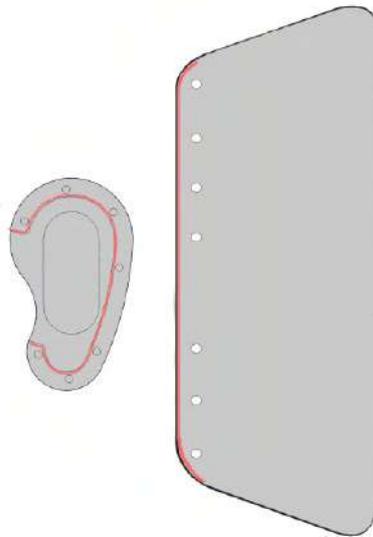


Fig. 84. Perímetro coincidente de la pieza elástica y la carcasa

Ya realizado el corte, se introducirá un cordón muy fino de la tela elástica que será el que le dé la forma definitiva que permitirá un ajuste firme a la oreja.

Este cordón se ha decidido que sea de nylon y licra ya que la otra opción era escoger una goma elástica de caucho, pero este tipo de gomas está comprobado que con el tiempo se acaban deteriorando y rompiendo, lo cual sería un contra en el diseño. De esta manera, con el cordón elástico de nylon y licra se consigue una durabilidad excelente frente al estiramiento de la pieza a la hora de ser ajustada a la oreja.

El cordón elástico se deberá colocar a lo largo del perímetro de la forma de corte que se le ha dado a la tela y la espuma, de forma que quede en tensión elástica. Para colocarlo y que mantenga la tensión se utilizarán punzones que lo fijen, y una vez que este fijada su posición se procederá a coser el conjunto de forma que quede todo bien fijado.

Una vez se han cosido todas las partes a lo largo de todo el perímetro, el cordón elástico recuperará su forma de reposo y el conjunto de la tela con la espuma adoptará su forma, encogiéndose.

De esta manera se consigue el objetivo, que es una pieza que en reposo sea relativamente pequeña para albergar una oreja y en estado de elongación abarque toda la dimensión de la oreja, ajustándose a esta de forma elástica firmemente.

Otro elemento de esta pieza a tener en cuenta serán los agujeros que deberán de coincidir en cuanto a la posición con los taladros realizados en las piezas de la carcasa. Como es algo complicado de indicar debido a que cuando coinciden, la tela se encuentra deformada elásticamente, se realizará una primera prueba colocando la pieza de tela en su zona de albergue dentro de la carcasa sin haber realizado los pertinentes agujeros y se marcarán las siete zonas de la tela que coinciden con la localización de los taladros de la carcasa.

Una vez se han marcado, ya tenemos localizada la geometría donde se deberán realizar los agujeros en la tela. El procedimiento a seguir será descoser la pieza y retirar el cordón elástico, de forma que la tela y la espuma vuelvan a su posición original de reposo y ya se tiene constatación del centro de cada agujero que hay que realizar.

De esta forma para el resto de la cadena de producción ya no será necesario tener que desmontar la pieza ya conformada.

Los agujeros en cuestión se realizarán también mediante corte por láser, ya que a parte de la alta precisión de corte que se obtiene, el calor del láser quema las fibras plásticas consiguiendo que el contorno del corte sea resistente y no se deshilache.

5.4. PROCESOS DE FABRICACIÓN DETALLADOS.

Como se ha explicado anteriormente, los procesos de fabricación que se utilizarán para cada pieza serán los siguientes:

- Moldeo por inyección para las dos partes de la carcasa.
- Taladrado y chaflanado para la parte inferior de la carcasa.
- Unión de las partes de la carcasa inferior.
- Taladrado y roscado para la parte superior de la carcasa.
- Corte por láser de las planchas de tela y espuma
- Pegado y cosido para la unión de la tela, la espuma y el cordón elástico

5.4.1. Moldeo por inyección

Como ya se ha expuesto antes, el moldeo por inyección será el proceso de fabricación que se utilizará para dar forma a las dos piezas de la carcasa.

El material que se utilizará será el plástico ABS. Este material será pedido a un proveedor externo y será suministrado en forma de granos pequeños de forma que su calentamiento hasta estado fluido será más rápido y sencillo.

En este proceso hay que tener ciertos parámetros en cuenta y para ello se detallarán cuáles son y cómo se controlarán para que el resultado de moldeo sea el óptimo. Entre ellos están la temperatura de fundición del material que se va a utilizar, la presión que se aplicará para inyectar el plástico fundido, la temperatura del molde..

En primer lugar, se tendrá en cuenta la temperatura a la que se querrá fundir los gránulos de ABS. Una cosa es la temperatura de fusión del plástico en sí, que en el caso del ABS es de en torno a 200 °C y otra es la temperatura de fusión del proceso, la cual es la temperatura real que tiene el plástico cuando es extruido por la boquilla y accede al molde.

Sin embargo, el factor más determinante en el proceso de moldeo por inyección de plástico ABS será la temperatura del molde, la cual determinará en gran medida las propiedades que se obtendrán en la pieza moldeada, lo cual se debe a la velocidad de enfriamiento de la pieza.

De esta manera, la temperatura real del proceso de fusión del plástico será mayor a la temperatura de fusión del ABS (en torno a 200 °C) para que esta se mantenga por encima y no solidifique antes de tiempo, con lo cual se producirían imperfecciones en la pieza y su estructura interior.

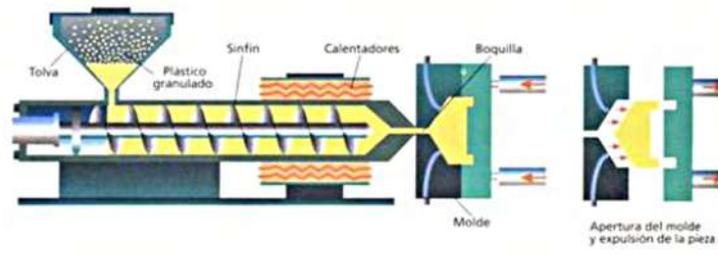


Fig. 85. Esquema proceso de moldeo por inyección

La temperatura del molde deberá ser una temperatura también elevada para que no se produzca un enfriamiento repentino, lo cual provocaría una baja cristalinidad del polímero. Por lo que se determinará que la temperatura del molde será de en torno a unos 150 °C. Con esto conseguimos un enfriamiento más lento, pero una cristalinidad alta lo cual da al polímero unas cualidades excelentes y se consigue un acabado opaco, como es el resultado que se desea obtener.

La presión que se ha de aplicar también es fundamental, ya que si no se alcanza la presión óptima posiblemente el plástico no rellene todas las cavidades del molde de forma que la geometría de la pieza resulte defectuosa, por lo tanto será un parámetro importante a tener en cuenta durante el proceso.

Otro aspecto importante es el cómo se realizará la alimentación del polímero fundido al molde. Lo ideal será realizarlo desde el centro geométrico del molde, para que solidifique todo el volumen de la pieza con la menor diferencia de tiempo posible entre unos puntos y otros.

También se controlará que la parte más próxima del molde a la boquilla de extrusión sea la que una vez hecha la pieza no se vea de cara al exterior, de forma que si se produce alguna imperfección en la inyección, se trate de un defecto que no va a quedar a la vista.

Por último, otro factor no menos importante será el del ángulo de desmoldeo. A la hora de diseñar el molde se deberá dar una inclinación a las paredes con una mínima inclinación de 2° , de forma que el desmoldeo de la pieza se pueda realizar sin provocar desperfectos en esta.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros se proceden a realizar el moldeo mediante inyección de las piezas.

Como ya se ha explicado anteriormente, se realizarán tres procesos de moldeo distintos, de forma que se obtendrán 3 piezas, de las cuales dos de ellas se unirán posteriormente.

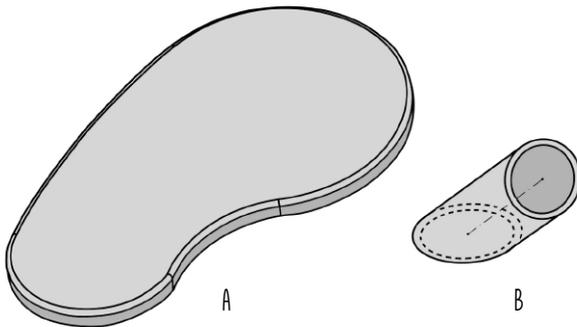


Fig. 86. Piezas de moldeo carcasa inferior

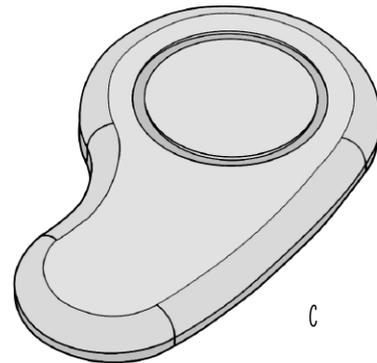


Fig. 87. Pieza de moldeo carcasa superior

En las figuras 86 e 87 se muestra un croquis de las piezas en bruto obtenidas tras el proceso de moldeo por inyección.

Cabe recordar que las piezas obtenidas mediante este proceso no serán las definitivas ya que habrá que mecanizarlas para realizar los taladros y las roscas. De esta forma se conseguirá simplificar la geometría de los moldes y abaratar costes en este sentido.

Los moldes se deberán diseñar teniendo en cuenta lo anterior y se realizará un negativo de las piezas brutas que se quieren obtener. El molde en cuestión deberá tener una cavidad hembra que es fija y otra macho, la cual contiene la parte móvil del molde y permite la extracción de la pieza del mismo.

El molde en cuestión será de acero para conseguir un acabado superficial fino que no necesite de rectificación.

Un parámetro importante a la hora de diseñar el molde será el coeficiente de contracción del material que se utilizará en el proceso, en este caso el ABS. Es importante saber que el polímero al fundirse se expande, mientras que en el proceso de enfriamiento del mismo, la reagrupación de sus partículas generan una contracción que aunque pueda ser mínima, generará diferencias entre la geometría deseada y la obtenida.

Por esto se suele decir que 'el molde no es un verdadero negativo de la pieza diseñada', y es por este motivo que a la hora de diseñar el molde se deberá tener en cuenta el coeficiente de contracción del ABS que tiene un valor en torno al 0,5 %.

Esto indica que el volumen de la pieza utilizada como referencia para diseñar el molde deberá ser un 0,5 % mayor al volumen de la pieza real, de forma que una vez que el plástico se enfríe y se produzca la contracción volumétrica del mismo se obtendrán las dimensiones exactas especificadas en los planos.



Fig. 88. Ejemplo molde de acero para inyección

Para optimizar los costes del proceso de moldeo, teniendo en cuenta que se deben moldear 3 piezas para cada pareja, se realizará en dos moldes distintos.

En un molde se contendrán las piezas 'a' y 'c' que muestran las figuras 86 y 87, ya que ambas tienen la misma dirección de desmoldeo, de esta manera se consigue hacer de una vez dos piezas y producir un molde en vez de dos.

La pieza 'b' que muestra la Fig. 86 al tener una dirección de desmoldeo oblicua y por lo tanto diferente a las otras dos piezas, se realizará en otro molde distinto.

5.4.2. Taladrado y chaflanado parte inferior de la carcasa

Para la parte inferior de la carcasa, que como ya se ha expuesto anteriormente consta de dos partes, antes de unir ambas usando acetona, se realizarán los taladros para generar los agujeros pasantes.

Uno de ellos será de diámetro 6 milímetros y será el agujero que coincida con el tubo hueco que se soldará con la acetona, y el resto serán siete taladros de diámetro 1,4 milímetros, que serán los que alberguen los tornillos.

Los taladros se realizarán en primer lugar como se puede apreciar en la Fig. 89 para los tornillos y también serán mecanizados posteriormente para realizarles un chaflán en la cara externa de la pieza como muestra la Fig. 90. El chaflán servirá como superficie de apoyo para la cabeza de los tornillos que será avellanada.



Fig. 89. Taladrado carcasa inferior



Fig. 90. Chaflanado carcasa inferior

Los taladros se realizarán mediante una fresadora CNC para obtener una precisión de posicionamiento óptima. Una fresadora CNC es una mejora y automatización de las fresadoras convencionales, que sustituye las manivelas y palancas de accionamiento manual por un panel de control numérico que utiliza un código informático específico para llevar a cabo cada operación.



Fig. 91. Fresadora CNC

Se utilizará una herramienta de corte específica para plásticos: una fresa cilíndrica para realizar los taladros de 1 milímetro de diámetro para realizar los taladros de diámetro 1,4 y otra fresa cilíndrica de 4 milímetros de diámetro para realizar el taladro de diámetro 6.

Ambas fresas serán de dos dientes, opción ideal para realizar operaciones de taladrado en materiales plásticos.



Fig. 92. Fresa para taladros



Fig. 93. Fresa para chaflanado

La fresa cónica tendrá un ángulo entre filos de 60° de forma que el chaflán que se obtendrá será de 30° , consiguiendo así las especificaciones geométricas de la pieza.

Los taladros y los chaflanes se reallizarán mediante una fresadora CNC para obtener una precisión de posicionamiento óptima.

A la hora de realizar la operación de fresado se deberá tener en cuenta ciertos aspectos como la velocidad de corte, la velocidad de rotación, la velocidad de avance y la profundidad de desbaste.

En el caso de la profundidad, para los taladros sabemos que tendrá que ser todo el grosor de la pieza ya que será un agujero pasante. Sin embargo, a la hora de realizar los chaflanes con la fresa cónica, se deberá tener en cuenta con la geometría de la fresa, la dimensión que habrá que profundizar para que la altura del chaflán sea de 0,7 milímetros como se especifica en los planos.

5.4.3. Unión de las partes de la carcasa inferior.

Como se ha explicado anteriormente, debido a las condiciones geométricas de la pieza de la carcasa inferior, se decidió realizarla de dos partes y posteriormente unir las.

Tras valorar distintas opciones con adhesivos para plásticos, se ha optado por otra opción que dado que el material de la pieza es ABS, se puede conseguir un acabado pulido con el que apenas se note que hay una unión de piezas.

Este método se trata de utilizar acetona pura que genera una fusión del polímero, de forma que al unirlo a la otra parte se consigue una unión homogénea, resistente y duradera. Dicho procedimiento sería como un análogo a realizar una soldadura en cualquier pieza metálica.

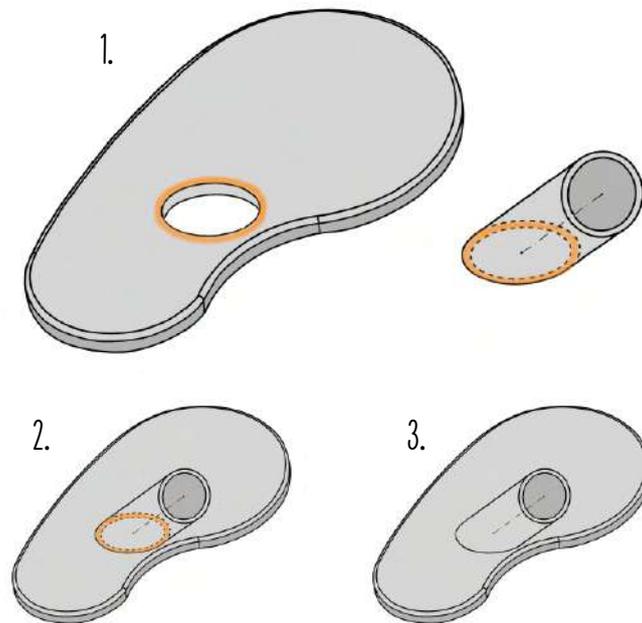


Fig. 94. Unión partes carcasa inferior

Como se muestra en la Fig. 94 , los pasos a seguir son los siguientes:

1- Aplicar con un pincel acetona en la superficie de la parte tubular que estará en contacto con la otra parte de la pieza.

2- Situar la pieza en su lugar exacto.

3- Aplicar presión y mantener en el sitio hasta que solidifique la zona y se haya producido la unión de ambas partes.

5.4.4. Taladrado y roscado parte superior carcasa.

Para la parte superior de la carcasa se realizarán taladros en la misma posición que en la carcasa inferior de forma que los ejes de estos coincidan, ya que son los que albergarán los tornillos.

En esta parte de la carcasa como será donde los tornillos vayan empotrados, los taladros no serán pasantes sino que tendrá una profundidad limitada, estudiada anteriormente en función del material en el que se va a realizar la rosca y el grosor de la pared donde se realizará.

Los taladros se realizarán con la misma fresa de diámetro 1,2 milímetros y posteriormente se realizará el roscado con una fresa específica para roscado de materiales plásticos, la cual tendrá un diámetro nominal de 1,4 milímetros que serán las dimensiones de los tornillos que se utilizarán.



Fig. 95. Fresa para roscado

5.4.5. Corte por láser de las planchas de tela y espuma.

Para este proceso, con anterioridad se han pedido a proveedores externos los rollos de tela y las planchas de espuma de 1 milímetro de grosor.



Fig. 96. Planchas de espuma PUR apiladas



Fig. 97. Tela de malla

Los rollos de tela de malla elástica de dos vías se suministrarán en dimensiones de 1,6 metros x 3,2 metros, de manera que optimizando todo el área proporcionada para aprovechar todo el espacio y desperdiciar el mínimo material posible, se podrán obtener de cada plancha de tela unos 2300 trozos de tela que darán lugar a 575 pares de auriculares.

Las planchas de espuma de poliuretano a base de éter vendrán suministradas en otras dimensiones que serán las siguientes: 1 metro x 2 metros y un grosor de 1 milímetro. De esta forma, y aplicando el mismo principio de aprovechamiento óptimo del área del material, se podrán obtener 260 trozos de espuma, los cuales darán lugar a 130 pares de auriculares.

Los trozos de tela y los de espuma se obtendrán mediante un proceso de corte mediante una cortadora láser CNC.



Fig. 98. Cortadora láser CNC

Esta máquina mediante un programa informático de control numérico, escaneará la geometría de las piezas que deberá cortar y automáticamente realizará los cortes mediante un láser que proporcionará un corte preciso y limpio.

Se deberá tener en cuenta que la velocidad de avance del láser deberá ser alta para evitar producir quemaduras en el material mecanizado.

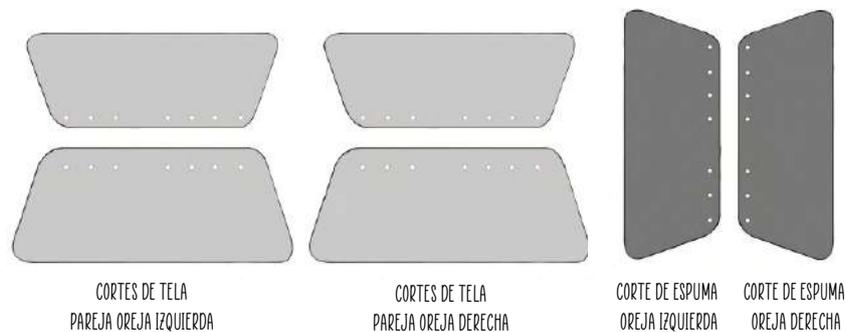


Fig. 99. Cortes resultantes

Una vez finalizadas las operaciones de corte, se obtendrán para cada par de auriculares, 4 cortes de tela y 2 cortes de espuma tal y como se muestran en la Fig.99.

Estos cortes se deberán montar tal y como se indica en la Fig.100 mediante un proceso específico que se explicará detalladamente a continuación.



Fig. 100. Montaje de los recortes

5.4.6. Pegado y cosido.

Para la unión del recorte de la tela elástica con el de espuma y el cordón elástico se deberá realizar una operación de cosido como se indica en la Fig. 101 se muestra una sección del borde de la pieza para entender cómo se ha de realizar.

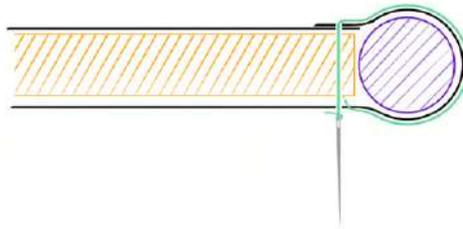


Fig. 101. Detalle esquemático de cosido

Se ha de colocar la lámina de tela de mayor dimensión en la mesa de trabajo y encima el recorte de espuma, al cual se le habrá aplicado un adhesivo en la cara de contacto con la tela para fijar su posición conjuntamente.

Una vez fijada la posición, se colocará el recorte en una prensa cuya geometría será idéntica y de mismas dimensiones que la lámina de tela de menor dimensión.

En el borde de la parte superior de la prensa se colocará el cordón elástico de forma que estará en estado de tensión elástica y no en su forma original. Una vez se ha colocado, se bajará la parte superior de la prensa haciendo contacto con las láminas de tela y espuma.

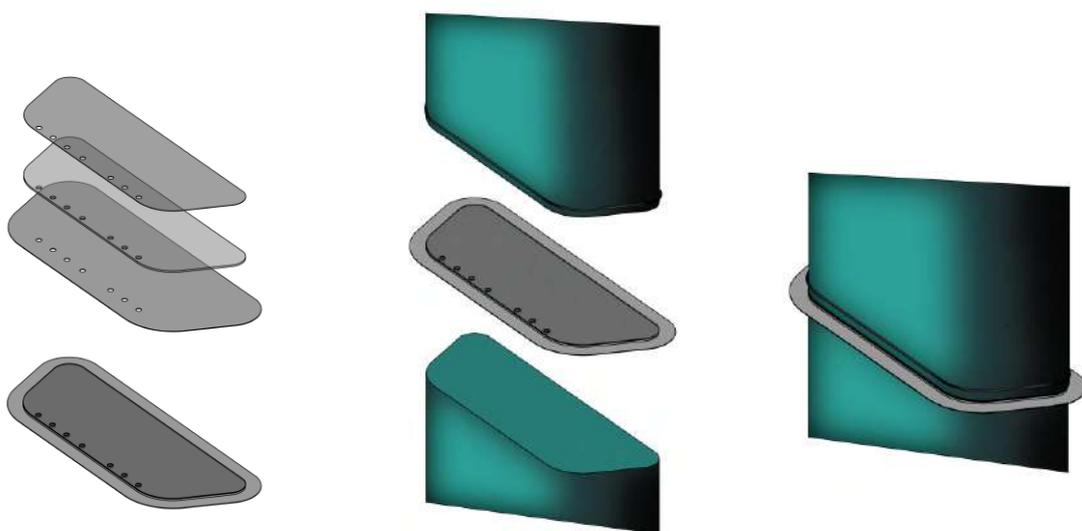


Fig. 102. Esquema proceso de colocación y prensado de los recortes

Teniendo ya fijada la prensa se puede ver como sobresale un trozo de tela con el cual se abrazará el cordón ajustado a su posición exacta y se procederá al cosido manual que deberá realizar un operario, debido a que este proceso será diseñado específicamente para esta pieza por su morfología complicada y no se han encontrado procesos automatizados que puedan realizar esta tarea en dicho contexto.

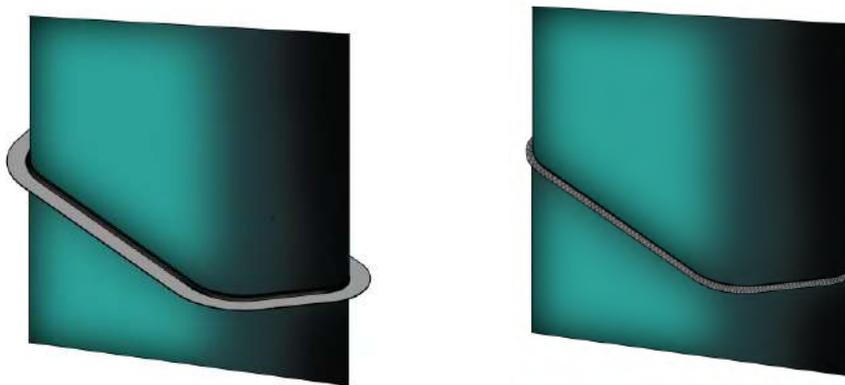


Fig. 103. Esquema proceso de colocación y cosido

El cosido se realizará a lo largo de todo el perímetro de la pieza de forma que todo el borde que coincide con el cordón elástico esté cosido. Gracias a esto conseguimos finalmente una pieza que encoge en forma de habichuela, y que gracias a la elasticidad de los materiales que la componen puede variar su forma.

La inclusión del cordón elástico es clave en la consecución de una pieza que se adapte muy bien a la oreja humana.



Fig. 104. Pieza elástica resultante

5.4.7. Imprimación del imagotipo en la carcasa.

Como se muestra en la Fig. 105 el imagotipo de la marca irá impreso a color en la parte externa de la carcasa superior.

El proceso de pintura que se llevará a cabo será el siguiente:

- 1- Se encargará a una empresa externa el corte de vinilo adhesivo con los contornos del imagotipo.
- 2- Comprobar que la superficie que se va a pintar está bien limpia y seca.
- 3- Pegar el vinilo adhesivo justo coincidente con el círculo de la carcasa habilitado para colocarlo.
- 4- Retirar las zonas de vinilo cortadas donde se deberá aplicar la pintura.
- 5- Aplicar pintura en spray específica para imprimación en plástico, por colores, primero el negro, después el gris y por último el amarillo, tal y como se muestra en la Fig.X. Se deberá aplicar a una distancia de 25-30 centímetros.
- 6- Dejar secar a una temperatura de en torno 20 °C, con humedad relativa del 50%, unos 15 minutos según indica el fabricante de la pintura.

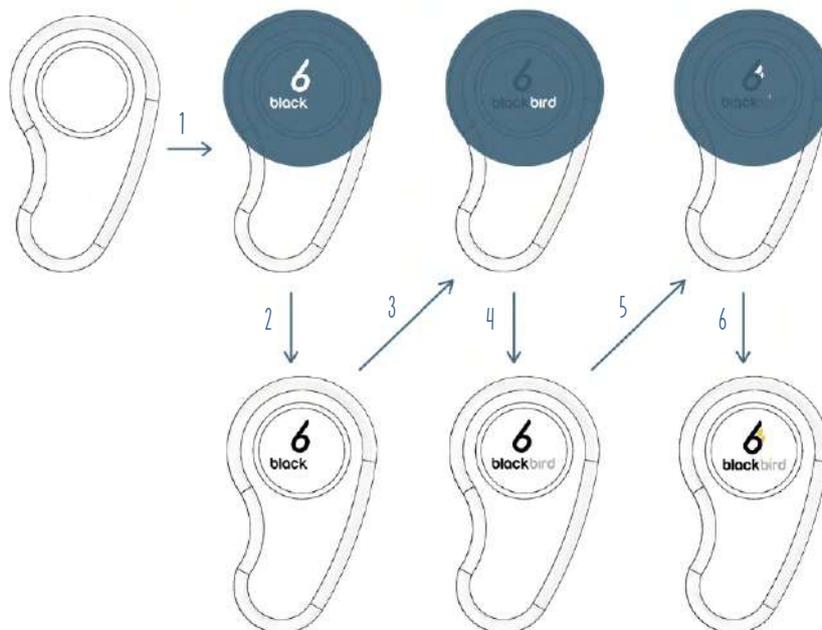


Fig. 105. Esquema orden de imprimación

5.5. MONTAJE DE LAS PIEZAS

Después de realizar todos los procesos de fabricación y de adquirir las piezas restantes a proveedores externos, se debe realizar el montaje.

Cabe destacar que en este proyecto nos hemos centrado en la carcasa del auricular y no en sus componentes electrónicos, pero obviamente se deben de tener en cuenta para el montaje.

De esta manera, se seguirá un orden concreto de forma que el auricular quede bien montado. Como muestra la Fig. 106 las piezas de la carcasa se disponen sobre una mesa para su montaje, se realizará el recuento y se comprobará que hay dos almohadillas, dos carcasas inferiores, dos carcasas superiores, dos telas elásticas y catorce tornillos. Con estos elementos se podrá montar una pareja de auriculares simétricos: uno para cada oreja.



Fig. 106. Piezas de los auriculares

El resumen de piezas para cada pareja de auriculares será este:

- 2 x carcasas superiores
- 2 x carcasas inferiores
- 2 x telas elásticas
- 2 x almohadillas
- 14 x tornillos

La forma de montarlo será la siguiente:

En primer lugar tendremos que coger la carcasa superior y ponerla con su cara externa (la que lleva el logo) apoyada en una superficie plana. En esta posición se realizará la colocación de todos los componentes electrónicos que albergará en su interior el auricular, que irán pegados de forma que queden bien fijados.

Todos estos componentes se pedirán a un proveedor externo a medida y se detallan las características de cada componente en el Anexo IV.

Una vez colocados los componentes electrónicos, se pondrá en primer lugar la tela elástica de forma que los agujeros hechos para los tornillos se ajusten con la posición de los agujeros de la carcasa. Una vez colocada la tela se sitúa la carcasa inferior fijando su posición también con respecto a los agujeros.



Fig. 107. Colocación pieza elástica



Fig. 108. Colocación carcasa inferior

El siguiente paso es colocar los tornillos en cada agujero y por último se colocará la almohadilla para el oído, consiguiendo así el montaje definitivo del auricular.



Fig. 109. Colocación tornillos



Fig. 110. Colocación almohadilla

Una vez se ha terminado el proceso de montaje se ha de revisar que la unión de los tornillos sea firme y se haya realizado correctamente.

Este proceso de montaje para cada pareja de auriculares se deberá de hacer dos veces ya que nos encontramos con el auricular de la oreja izquierda y el de la oreja derecha.

Para comprobar que funciona correctamente se deberá encender y comprobar que efectivamente todo está correcto.



Fig. 111. Auriculares montados

5.6. DIAGRAMA DE PROCESOS.

Para esquematizar y controlar el orden del proceso de fabricación, se realizará una tabla resumen que recoja todos los procesos, su duración y su orden de realización.

El orden de las tareas se ajustará teniendo en cuenta los tiempos de fabricación de cada elemento, la disponibilidad de las máquinas y operarios de forma que se consiga optimizar el tiempo y reducir los tiempos de fabricación.

En este proyecto se incluirán dos tipos de diagramas de procesos, un diagrama de Gantt que nos permite una visión conjunta de todos los procesos, y diagramas sinópticos de cada pieza para tener una visión más detallada en cada pieza del producto.



Tabla 2. Diagrama de Gantt proceso fabricación

El diagrama que se muestra en la tabla 2 muestra el proceso de fabricación de las piezas del producto, obteniendo un tiempo total de 1414 segundos por unidad de auricular, que en el caso de calcular el tiempo de fabricación unitario para cada pareja de auricular izquierdo y derecho serían 2828 segundos.

Como se puede apreciar en la tabla 2, los procesos que más tiempo requieren son los siguientes:

- Unión de las partes de la carcasa inferior: debido al tiempo de secado de la acetona hasta que las piezas queden bien adheridas.
- Cosido de la tela elástica: debido a que se trata de una tarea en la que se ha de ser muy meticuloso y perfeccionista y el trabajo en gran medida es manual.
- Imprimación de la pintura: básicamente el tiempo tan extenso se debe a la necesidad de un tiempo de secado de 15 minutos según indica el fabricante de la pintura.

Sin embargo, este tiempo total obtenido no representa todo el proceso. Por ello se ha de incluir también los tiempos de realización de pedidos de material y suministros, los tiempos de la fabricación como tal, los tiempos de montaje de las piezas y de embalaje.

De esta forma al tiempo total por pareja de auriculares (que es de 47,1 minutos) se deberá sumar el resto para obtener un total de conjunto.

Para el tiempo de pedido de materiales se han estimado unos 4 días, que es el promedio de cualquier envío estándar hoy en día con margen de un día de retraso.

El montaje de las piezas se estima de unos 10 minutos, dedicándole la mayor parte del tiempo a la colocación de los componentes electrónicos.

El embalaje constará de una funda-estuche no desechable y un envoltorio de cartón rígido desechable. Se introducirán los auriculares en la funda con sus componentes y se realizará el envoltorio con el cartón. Este proceso se estima en una duración de aproximadamente 7 minutos.

El resumen del tiempo total se determina en la tabla 3.

Actividad	Denominación	Tiempo	Actividad previa
Pedido materias primas y componentes	A	96 horas	-
Proceso de fabricación	B	47,1 min	A
Montaje	C	10 min	B
Packaging	D	7 min	C



Tabla 3. Diagrama de Gantt proceso total

De esta manera, desde que se piden las materias primas y los componentes hasta que el producto está disponible para ser enviado a las tiendas para su venta al público, transcurre un tiempo aproximado de 97 horas.

6 . PRESUPUESTO INDUSTRIAL

Una vez determinados los planos de las piezas, los materiales y los procesos de fabricación necesarios para llevar a cabo la materialización del producto, se debe realizar el presupuesto correspondiente para conocer el precio de venta del producto.

Para conocer el presupuesto se han de tener claros varios conceptos a través de los cuales ir realizando los cálculos.

6.1. COSTO DE FABRICACIÓN

El costo de fabricación representa la cantidad de dinero que se gasta en la elaboración directa del propio producto. Este se compone de tres elementos que son: el costo del material, el costo de la mano de obra directa (m.o.d.) y el costo del puesto de trabajo.

El costo del material y el costo de la mano de obra directa es un coste variable, que según la cantidad de unidades fabricadas, será uno u otro, ya que, por ejemplo, cuando se pide a un proveedor, cuantas más unidades de un material se piden más barato nos sale.

De esta forma el costo de fabricación será el siguiente:

$CF = \text{coste material} + \text{m.o.d.} + \text{coste puesto de trabajo}$

De esta forma, se desglosará cada componente del costo de fabricación para ver detalladamente el presupuesto de cada elemento.

6.1.1. Costo de materiales.

Para determinar el coste total de los materiales se deberá realizar una división entre los componentes que fabricaremos nosotros por nuestra cuenta y los que se adquieren a proveedores externos.

Para determinar los costes de cada pieza que debemos de fabricar se han de tener en cuenta las dimensiones de cada una.

En el caso de las carcasas calcularemos el peso de cada pieza y se determinará según el precio del ABS en euros por kilogramo.

En el caso de la tela elástica y la espuma de poliuretano, el proveedor facilita precios por metro cuadrado de suministro, entonces deberemos determinar las dimensiones en metros cuadrados de cada pieza.

Hay que destacar que el presupuesto unitario que se calculará será para cada pareja de auriculares. Se ha determinado que se realizará por lotes de 5000 unidades.

Los precios que se ha determinado son los siguientes:

- ABS: 1,73 €/kg.
- Tela de malla elástica: 3,69 €/m².
- Plancha de espuma de poliuretano de grosor 1 milímetro: 2,25 €/m².

Con los precios ya podemos calcular el coste material, como se indica en la tabla 4.

Piezas de fabricación							
Componente	Marca	Material	Peso/ Ud (kg)	Uds	Peso total (kg)	Precio (€/kg)	Total (€)
Carcasa superior	1	ABS	0,002	1	0,002	1,73	0,00346
Carcasa inferior	2	ABS	0,0009	1	0,0009	1,73	0,001557
							0,005017

Piezas de fabricación							
Componente	Marca	Material	Medida (m2)	Uds	Medida total (m2)	Precio (€/m2)	Total (€)
Tela de malla superior	3	Tela elástica	0,008	1	0,008	3,69	0,02952
Tela de malla inferior	4	Tela elástica	0,011	1	0,011	3,69	0,04059
Plancha espuma	5	Espuma PUR	0,008	1	0,008	2,25	0,018
							0,08811

TOTAL (€)	0,093127
------------------	-----------------

Tabla 4. Coste del material

Los componentes comerciales que se adquieren de proveedores externos ya fabricados son las almohadillas para el oído, el cordón elástico para la pieza elástica y todos los componentes electrónicos que van en el interior del auricular.

Componentes comerciales			
Componente	Uds	Precio (€/Ud)	Total (€)
Almohadilla silicona	1	0,035	0,035
Batería 100 mAh	1	3,21	3,21
Circuito electrónico	1	4,35	4,35
Módulo receptor bluetooth 5.1	1	2,55	2,55
Módulo amplificador	1	0,9	0,9
Diafragma	4	3,22	12,88
Bobina carga inalámbrica	1	2,46	2,46
Cordón elástico	1	0,109	0,109
TOTAL (€)			26,494

Tabla 5. Coste componentes comerciales

Si sumamos el precio del material y el de los componentes comerciales, obtenemos el costo unitario y el costo para el lote de 5000 unidades. Hay que recordar que el costo unitario es lo que cuesta la pareja de auriculares (será multiplicar lo obtenido por dos).

	Fabricación (€)	Comercial (€)	TOTAL (€)
Coste material unitario (pareja)	0,186254	52,988	53,174
Coste material lote 5000	931,27	264940	265871,27

Tabla 6. Coste de material total

6.1.2. Costo de mano de obra directa.

La mano de obra directa se considera todo el conjunto de operarios que cumplen su función en la cadena de producción y que tienen responsabilidad dentro de su puesto de trabajo. Dependiendo de la tarea a desarrollar se necesitarán distintos perfiles de cualificación profesional de forma que cada uno según su función tendrá una remuneración u otra.

Para realizar los cálculos de la m.o.d. se ha de tener en cuenta ciertos elementos que se detallan a continuación:

1. Días reales de trabajo al año (D_r): es la deducción a los 365 días del año de fines de semana, vacaciones y festivos. En el siguiente desglose se puede apreciar con detalle.

Días naturales (D_n)	365
Deducciones (D)	132
Domingos	52
Sábados	52
Festivos	8
Vacaciones	20
Días reales ($D_r = D_n - D$)	233

Tabla 7. Cálculo días reales

2. Horas de trabajo efectivas al año (H_e): se establecen en concreto para según qué sector industrial o empresa con convenio colectivo.

En nuestro caso se tomará un valor de 1800 horas.

3. Jornada efectiva / día (J_d): es el cociente de dividir la horas de trabajo efectivas (H_e) entre los días reales de trabajo (D_r).

Se obtiene un valor de 7,73 horas.

4. Salario / día (S_d): se compone del salario base diario (S_{bd}) y el plus por día (P_d), que se establecen según la categoría del operario en cuestión.

$$S_d = S_{bd} + P_d$$

5. Paga extraordinaria (Pe): se asocia a la retribución de 30 días trabajados. Se suelen dar dos pagas extraordinarias al año.

$$2 Pe = 30 Sd$$

6. Remuneración anual (Ra): es el total de sumar 365 días de salario diario y 60 días correspondientes a las dos pagas extraordinarias, de igual retribución diaria.

$$Ra = 365 Sd + 2 Pe = 365 Sd + 60 Sd = 425 Sd$$

7. Salario / hora (S): es la división de la remuneración anual (Ra) entre las horas de trabajo efectivas al año (He).

$$S = Ra / He$$

Una vez tenemos estos conceptos, se calculan los salarios por hora en función de cada tipo de operario y los recogemos en una tabla detallando cada elemento.

Concepto (sin costes ocultos)	Oficial de 1ª	Oficial de 2ª	Oficial de 3ª	Especialista	Peón	Aprendiz	Pinche
Salario base por día (Sbd)	19,38	18,08	16,96	15,84	15,1	11,18	10,25
Plus por día (Pd)	24,67	23	21,58	20,16	19,21	14,23	13,04
Salario por día (Sd)	44,05	41,08	38,54	36	34,31	25,41	23,29
Remuneración anual (Ra)	18720	17460	16380	15300	14580	10800	9900
Salario por hora (S)	10,4	9,7	9,1	8,5	8,1	6	5,5

Tabla 8. Salarios según operario

Como se puede apreciar en la tabla 8, según la cualificación del operario el sueldo será uno u otro, obviamente teniendo un salario más elevado los operarios cuya cualificación es superior.

Anteriormente se ha mostrado un diagrama de Gantt en el cual se han expuesto todos los procesos que se realizarán en la cadena de fabricación, con el tiempo estimado de cada uno y el orden de secuencia.

Estos datos nos servirán de gran ayuda para poder calcular el presupuesto de la mano de obra directa ya que dependerá directamente del tiempo concedido para cada proceso de fabricación y el de montaje.

En la tabla 9 se muestra un resumen detallado de todas las operaciones que se han de realizar, el tipo de operario encargado para cada una de ellas, el tiempo de proceso y su coste en función del sueldo del operario.

Tarea	Tiempo (s)	Operario	Jornal (€/h)	Tiempo (h)	Total Jornal (€)
Moldeo por inyección 1	17	Especialista	8,5	0,005	0,040
Moldeo por inyección 2	28	Especialista	8,5	0,008	0,066
Moldeo por inyección 3	14	Especialista	8,5	0,004	0,033
Inspección moldeo	60	Oficial 1ª	10,4	0,017	0,173
Taladrado carcasa superior	98	Especialista	8,5	0,027	0,231
Roscado carcasa superior	154	Especialista	8,5	0,043	0,364
Inspección carcasa superior	120	Oficial 1ª	10,4	0,033	0,347
Taladrado carcasa inferior	76	Especialista	8,5	0,021	0,179
Chafanado carcasa inferior	27	Especialista	8,5	0,008	0,064
Inspección carcasa inferior	120	Oficial 1ª	10,4	0,033	0,347
Unión partes carcasa inferior	420	Peón	8,1	0,117	0,945
Inspección	20	Oficial 1ª	10,4	0,006	0,058
Corte láser de la tela	26	Especialista	8,5	0,007	0,061
Corte láser de la espuma PUR	11	Especialista	8,5	0,003	0,026
Inspección de los cortes	120	Oficial 1ª	10,4	0,033	0,347
Pegado tela y espuma	30	Peón	8,1	0,008	0,068
Cosido pieza elástica	600	Especialista	8,5	0,167	1,417
Inspección pieza elástica	30	Oficial 1ª	10,4	0,008	0,087
Imprimación pintura	944	Peón	8,1	0,262	2,124
Inspección pintura	10	Oficial 1ª	10,4	0,003	0,029
Montaje	600	Especialista	8,5	0,167	1,417
COSTO M.O.D. UNITARIO					16,84
COSTO M.O.D. LOTE 5000 UDS.					84213,61

Tabla 9. Cálculo coste de mano de obra directa

Fijándonos en los cálculos de la tabla, podemos ver que una unidad de auriculares tendrá un costo de mano de obra directa de 16,84 €.

De esta forma, del costo de fabricación ya se han desglosado el costo de materiales, tanto de fabricación como comerciales, y el costo de la mano de obra directa.

Nos falta calcular el presupuesto del costo del puesto de trabajo, que se expondrá con detalle a continuación.

6.1.3. Costo del puesto de trabajo.

Cada puesto de trabajo y su equipamiento específico también originan un costo económico durante su funcionamiento que varía en función de las características del propio puesto, por lo cual también es considerado un costo variable.

La empresa por lo general establece sus propios conceptos del costo de funcionamiento: interés de la inversión, amortización, mantenimiento y energía consumida.

Para el proyecto que estamos realizando se establecerá un interés de la inversión (r) del 10%, un período de amortización de las máquinas (p) lineal de 10 años, mientras que el porcentaje de mantenimiento establecido será del 4%.

Los conceptos básicos del costo del puesto de trabajo se exponen a continuación detalladamente:

1. Precio de adquisición o capital invertido (C): cada máquina tendrá un precio específico según sus características.

2. Amortización en años (p): se trata del tiempo de vida útil de cada máquina y/o equipos de los puestos de trabajo durante el cual recupera su valor. La ley considera un período estándar de amortización de 10 años.

3. Horas anuales de funcionamiento (H_f): es la estimación del total de horas de funcionamiento de la máquina en un año.

4. Vida prevista en horas (H_t): es el resultado de multiplicar el tiempo de amortización en años (p) por las horas anuales de funcionamiento (H_f).

$$H_t = p * H_f$$

5. Interés de la inversión (I): es el interés que se hubiera obtenido en caso de que el capital invertido (C) se hubiera utilizado para otro tipo de inversión. El interés anual se reparte entre las horas anuales de funcionamiento, determinando el interés por hora (I_h)

$$I_h = I / H_f = C * m / H_f$$

6. Amortización (A): determina el costo anual que supondría recuperar el valor de la inversión C en p años. Su costo horario o amortización horaria (A_h) se determina dividiendo el costo de amortización A por las horas anuales H_f del puesto.

$$A_h = A / H_f = (C/p) / H_f$$

7. Mantenimiento (M): para ello se tiene en cuenta los elementos a sustituir como puede ser lubricantes u otras piezas, la mano de obra del personal de mantenimiento, etc. Cada empresa fija un porcentaje medio anual aplicable. También se reparte entre las horas de funcionamiento anuales H_f para determinar el costo horario de mantenimiento (M_h).

$$M_h = M / H_f = (C^*m) / H_f$$

8. Energía consumida (E_h): determina el consumo anual de cada puesto de trabajo, con un costo actualizado del kWh industrial (en 2022 el precio es de 0,256 €/kWh)

9. Costo horario de funcionamiento del puesto de trabajo (F_h): es el total de todos los costos horarios anteriormente descritos.

$$F_h = I_h + A_h + M_h + E_h$$

10. Costo del puesto (F): es el producto del costo horario (F_h) por el tiempo que está en funcionamiento la máquina (H_f).

$$F = F_h * H_f$$

Equipamiento	Moldeo inyección	Fresadora CNC	Cortadora láser CNC
Precio adquisición (C)	25.800	5700	2900
Amortización (p)	10	10	10
Horas anuales de funcionamiento (H_f)	770	2300	240
Vida prevista en horas (Ht)	7700	23000	2400
Interés de la inversión (I_h)	3,351	0,248	1,208
Amortización (A_h)	3,351	0,248	1,208
Mantenimiento (M_h)	1,34	0,10	0,48
Consumo (kW)	11	8	12
Coste energía (€ kWh)	0,256	0,256	0,256
Energía consumida (E_h)	2,816	2,048	3,072
Costo horario funcionamiento (F_h)	10,858	2,643	5,972
Costo puesto (F)	8360,32	6078,4	1433,28
		TOTAL (€)	15872

Tabla 10. Cálculo coste del puesto de trabajo

Una vez ya hemos desglosado el costo de fabricación en sus componentes, se hará la suma total de costos obteniendo así el costo total de fabricación de un lote de 5000 unidades:

Costo materiales	Costo mano de obra directa	Costo puesto de trabajo	COSTO TOTAL FABRICACION
265871,27	84213,61	15872	365956,88

Tabla 11. Coste total de fabricación

Este costo total de fabricación es la base de partida para determinar el presupuesto industrial final.

Para ello hay que tener en cuenta unos porcentajes que cada empresa establece anualmente para aplicar al cálculo de la mano de obra indirecta, cargas sociales, gastos generales y de beneficio industrial.

6.2. MANO DE OBRA INDIRECTA

Este concepto se aplica al equipo de operarios que tienen relación directa con la producción pero que no tienen ninguna responsabilidad sobre los puestos de trabajo.

Para hallar el coste de la mano de obra indirecta se debe aplicar un porcentaje estimado sobre el coste de mano de obra directa, en nuestro caso ese porcentaje será del 34%.

$$M.O.I = 0,34 * M.O.D.$$

6.3. CARGAS SOCIALES

Este elemento del presupuesto representa todas las aportaciones que hace la empresa a departamentos y organismo oficiales, de forma que se cubran las necesidades de seguridad social (28,14%) , accidentes de trabajo (7,6%) , seguro de desempleo (2,35%) , responsabilidad civil (1%) , formación profesional (0,6%), garantía salarial (0,2%), etc.

Al igual que para la mano de obra indirecta, para hallar el valor de las cargas sociales, se aplicará un porcentaje , en nuestro caso de un 37% , sobre las suma de la m.o.d y la m.o.i.

$$C. S. = 0,37 * (M.O.D. + M.O.I.)$$

6.4. GASTOS GENERALES

Este concepto está relacionado con el costo total que se necesitará para el correcto funcionamiento de la empresa. Entre estos gastos se encuentran, por ejemplo: personal directivo y ejecutivo, administrativo, técnico, de almacenes, informático, comercial, etc.

Para hallar los gastos generales también se aplicará un porcentaje sobre la m.o.d., que en nuestro caso será del 47 %.

$$G.G. = 0,47 * M.O.D.$$

6.5. COSTO TOTAL EN FÁBRICA

Este costo se trata de la suma total de los costos de fabricación, de la mano de obra indirecta, las cargas sociales y los gastos generales.

$$C.T. = CF + M.O.I. + C.S. + G.G.$$

6.6. BENEFICIO INDUSTRIAL

Se trata del beneficio que la empresa confía en obtener sobre el costo total. Habitualmente suelen ser de entre 10 - 20 %. En nuestro caso aplicaremos un 15 % para no obtener un precio de venta al público muy elevado y poder ser buenos competidores en el mercado respecto a otros productos.

$$B.I. = 0,15 * C.T.$$

6.7. PRECIO DE VENTA EN FÁBRICA

Es la suma del costo total de fábrica y el beneficio industrial.

$$P.V. = C.T. + B.I.$$

6.8. PRECIO UNITARIO

El precio unitario será equivalente al precio de venta en fábrica dividido entre el número total de unidades fabricadas (en nuestro caso se ha decidido fabricar por lotes de 5000 unidades).

$$P.V.U. = P.V. / 5000$$

Una vez detallados todos los conceptos necesarios para poder confeccionar el presupuesto industrial, se realizan todos los cálculos necesarios.

En la tabla 12 se recogen los resultados obtenidos con el desglose de cada gasto.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
Costo de fabricación	Costo Material	265671,27
	Costo m.o.d.	84213,61
	Costo puesto de trabajo	365956,88
M.O.I.	m.o.i. = 0,34 * m.o.d	28632,63
C.S.	C.S. = 0,37 * (m.o.d. + m.o.i.)	41753,11
G.G.	G.G. = 0,47 * m.o.d.	39580,40
C.T.	C.T. = C.F. + m.o.i. + C.S. + G.G.	475923,01
B.I.	B.I. = 0,15 * C.T.	71388,45
P.V.	P.V. = C.T. + B.I.	547311,47
	P.V.U. = P.V. / 5000	109,46

Tabla 12. Cálculo del precio unitario de venta

De esta forma podemos comprobar que el precio unitario de venta de una pareja de auriculares Blackbird® será de 109,46 €.

7 . SOFTWARE EMPLEADO

Parte muy importante con la que sería imposible realizar todo este proyecto es la tecnología de los programas empleados para cada tarea.

A continuación se detallan todos los programas que se han utilizado y su fin:

- Catia V5: se ha utilizado para realizar el modelado 3D de la pieza, dando forma al diseño conceptual. También se ha empleado para tener en detalle los datos de cada pieza en cuanto a volúmenes y pesos. A mayores, este programa nos permite realizar los planos de las piezas.
- Autodesk 3ds Max: se ha empleado para realizar renders y fotos de estudio del modelo.
- Adobe Illustrator: se ha empleado para realizar la imagen corporativa de la marca y para editar los planos para ciertos elementos que el catia no ofrecía. Además, ha servido como herramienta para la maquetación de la memoria del trabajo de fin de grado presente.
- Adobe Photoshop: ha servido de apoyo para modificar algunas fotografías hechas en 3ds max, para realizar sketches y bocetos. También para crear y dibujar imágenes explicativas que se han incluido en la memoria.
- Statgraphics: ha sido un programa muy útil para el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en la medición de las dimensiones de las orejas de una población.
- Excel: para realizar tablas, gestionar las respuestas obtenidas en las encuestas y para realizar los presupuestos.

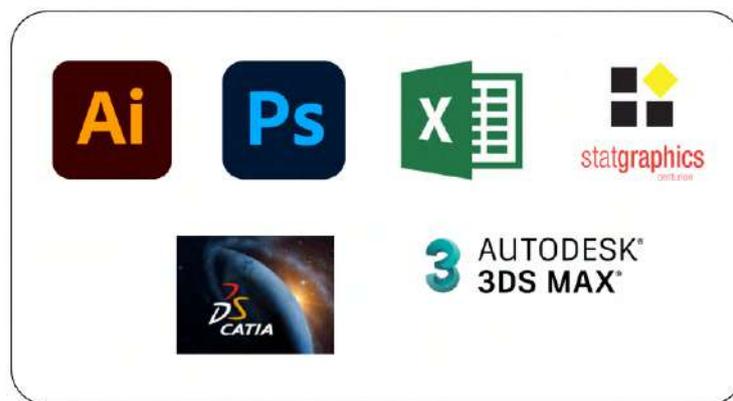


Fig. 112. Software empleado

8 . CONCLUSIONES

Para extraer conclusiones del proyecto realizado se deberá poner el foco en los objetivos que se marcaron en un inicio, valorar la consecución de los mismos y la forma en que se ha procedido.

En lo relativo al objetivo principal, basado en conseguir un diseño innovador, ergonómico y sostenible con una estética llamativa, podemos afirmar que se ha logrado alcanzar satisfactoriamente.

Si observamos el estudio de mercado realizado de patentes y productos comercializados y comparamos con el producto desarrollado en el proyecto 'Blackbird' podemos afirmar sin ninguna duda que se trata de un diseño innovador que no tiene competencia directa en el mercado gracias a su diseño distintivo del resto.

También se ha conseguido realizar un diseño ergonómico, y esto ha sido gracias a la consecución de otro objetivo secundario: llevar a cabo un muestreo estadístico de medidas de orejas humanas. Se ha logrado un ajuste ergonómico y adaptable a cada oreja gracias a la pieza elástica que se ajusta en función del tamaño de la oreja.

Si analizamos los resultados obtenidos en el estudio de impacto ambiental, podemos sacar en conclusión que nuestro producto es más solidario con el medioambiente que otros productos del mercado, con lo cual podemos afirmar que se ha conseguido realizar un diseño sostenible.

El diseño de los auriculares se ha realizado de forma que la unión de las piezas sea mecánica, mediante tornillos, de forma que para abrirlo no es necesario forzar piezas, y se ha conseguido con esto una facilidad de desmontaje superior a la de otros modelos; por lo tanto ese objetivo también ha sido logrado.

Otro objetivo secundario conseguido es el de la creación de una marca asociada a los auriculares. No solamente se ha conseguido crear una marca, sino que además se ha creado toda la imagen corporativa de la misma, dotando de un valor único al producto 'Blackbird'.

En cuanto a la investigación de tecnologías punteras de sonido, se ha realizado un análisis no muy exhaustivo pero necesario para conocer cómo funciona un auricular a nivel de componentes electrónicos y tener una noción básica de los elementos que deben formar parte del mismo para tener un funcionamiento óptimo.

En definitiva, podemos concluir que todos los objetivos que se marcaron en el inicio del proyecto se han cumplido satisfactoriamente, de forma que el proyecto se ha completado sin inconvenientes.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS DE CONSULTA

- Elam, K. (2014). *La geometría del diseño: Estudios sobre la proporción y la composición*, Barcelona: GG.
- Hudson, J. (2009). *Proceso: 50 productos de diseño del concepto a la fabricación*, Barcelona: Blume.
- Maeda, J. (2009). *Las leyes de la simplicidad: Diseño, tecnología, negocios, vida*, Barcelona: Gedisa.
- Wilhide, E. (2016). *Diseño. Toda la historia*, Barcelona: Blume.

WEBS DE CONSULTA

-Historia de los auriculares

- Alexmetric (2017). Historia de los auriculares. Recuperado el 14/01/2022 en <http://www.alexmetric.com/historia-de-los-auriculares/>
- Ihodl (2016). Breve historia de los auriculares. Recuperado el 14/01/2022 en <https://es.ihodl.com/technologies/2016-09-18/breve-historia-de-los-auriculares/>
- Lara V. (2014). La peculiar historia de los primeros audífonos. Recuperado el 14/01/2022 en <https://hipertextual.com/2014/08/audifonos-nathaniel-balwin>

- Búsqueda de patentes

- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) www.oepm.es
- Oficina Europea de Patentes (EPO) www.epo.org
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) www.wipo.int

- Estudio de mercado

- Álvarez, R. (2019). Beats Powerbeats Pro. Recuperado el 27/01/2022 de <https://www.xataka.com/audio/beats-powerbeats-pro-caracteristicas-precio-ficha-tecnica>
- Aragonés, J. (2018). Tipos de auriculares. Recuperado el 20/01/2022 de <https://headphoniaks.com/tipos-de-auriculares/>

- García, J. (2021). Jabra Elite 85t, análisis. Recuperado el 27/01/2022 de <https://www.xataka.com/analisis/jabra-elite-85t-analisis-caracteristicas-precio-especificaciones>
- García, J. (2021). Sony WF-1000XM4, análisis. Recuperado el 27/01/2022 de <https://www.xataka.com/analisis/sony-wf-1000xm4-analisis-caracteristicas-precio-especificaciones>
- Penalva, J. (2021). AirPods Pro, análisis. Recuperado el 27/01/2022 de <https://www.xataka.com/analisis/airpods-pro-analisis-caracteristicas-precio-especificaciones>
- Pérez, E. (2021). Bang & Olufsen Beoplay EQ. Recuperado el 27/01/2022 de <https://www.xataka.com/audio/bang-olufsen-beoplay-eq-caracteristicas-precio-ficha-tecnica>
- Rojas, M. (2022). Análisis Shure Aonic 215 Auriculares True Wireless. Recuperado el 03/02/2022 de <https://elenbyte.com/descripcion-shure-aonic-215-auriculares-true-wireless/>

- Materiales

- López, J. (2020). En auriculares gaming, ¿qué tipo de materiales para almohadillas hay?. Recuperado el 15/02/2022 de <https://hardzone.es/tutoriales/componentes/materiales-almohadillas-auriculares-gaming/>
- Polipiel (2022) Tejido transpirable rejilla 3D. Recuperado el 16/02/2022 en <https://www.polipiel.com/tejido-transpirable-rejilla-3dpl720625.htm>
- Techfoam (2022). PurTec 25 KA GRIS. Recuperado el 16/02/2022 en <https://www.techfoam.net/producto/purtec-25-ka-gris>
- Valades, B. (2020). Todo lo que necesitas saber sobre el plástico ABS. Recuperado el 12/02/2022 de <https://globoplast.com.mx/todo-saber-sobre-plastico-abs>
- Xerri espumas (2021). Espuma de poliuretano D25 Autoextinguible. Recuperado el 16/02/2022 en <https://www.xerriespumas.com/wp-content/uploads/2021/01/FICHA-TECNICA-7145-ESPUMA-POLIURETANO-GR-D25.pdf>

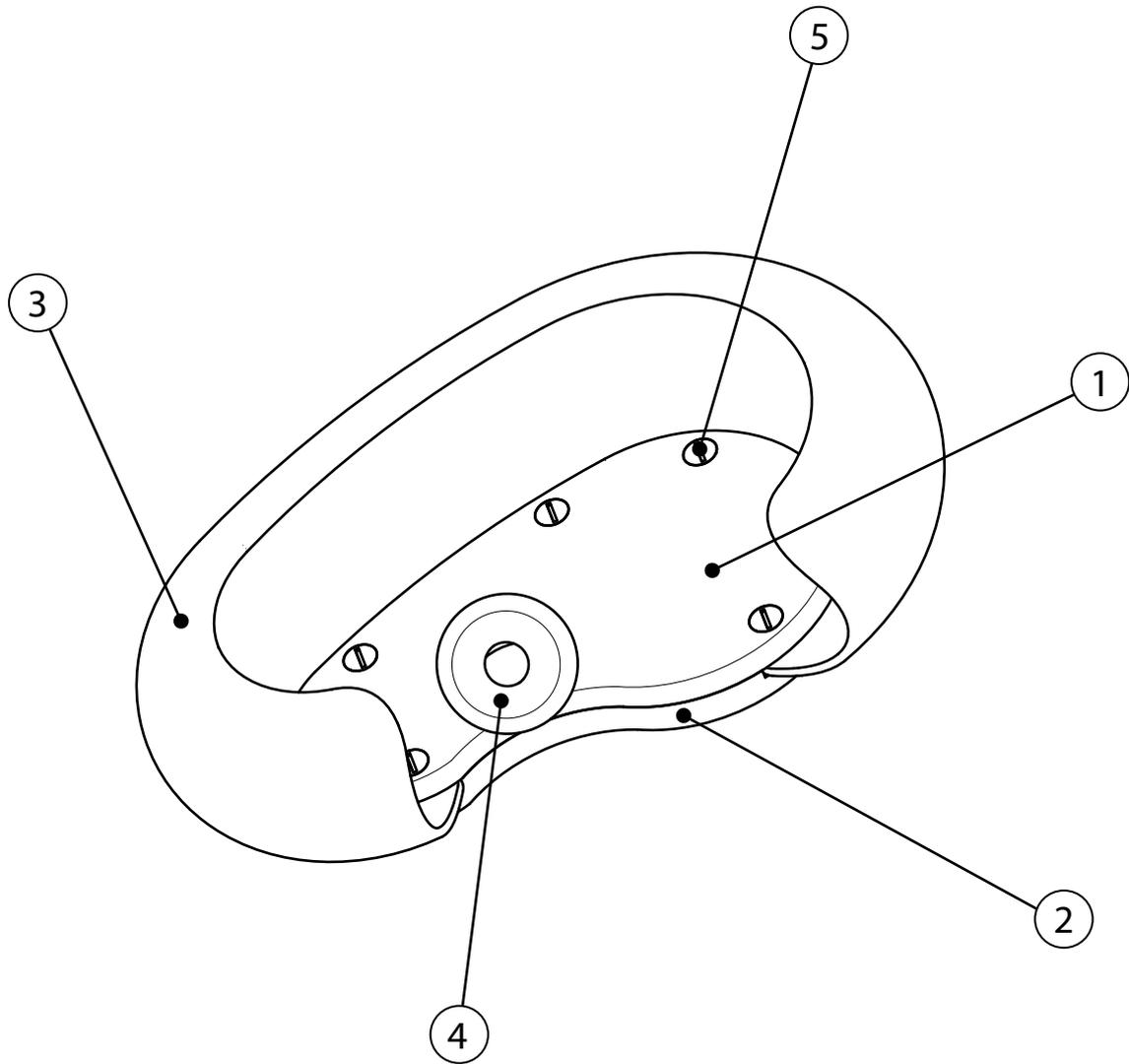
- Procesos de fabricación

- Daya Machinery (2019). Parámetro de moldeo por inyección para producto ABS. Recuperado el 09/03/2022 en <http://www.dayamachinery.com/es/injection-molding-parameter-for-abs-product/>
- Tecnocorte (2021). Velocidad de corte y de avance en fresadora CNC: como calcularlas fácilmente. Recuperado el 11/03/2022 en <https://tecnocorte.com/blog/fresadora-cnc-calculas-velocidad-de-corte-y-de-avance/>
- Tecnología de los plásticos (2011). Inyección de materiales plásticos II. Recuperado el 09/03/2022 en <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html>
- Uni-Her (2022). Imprimación profesional para plásticos spray 400 mL. Recuperado el 15/02/2022 en <https://www.uni-her.com/imprimaciones/720-plastic-primer-profesional-spray.html#>

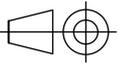
- Especificaciones técnicas de los auriculares

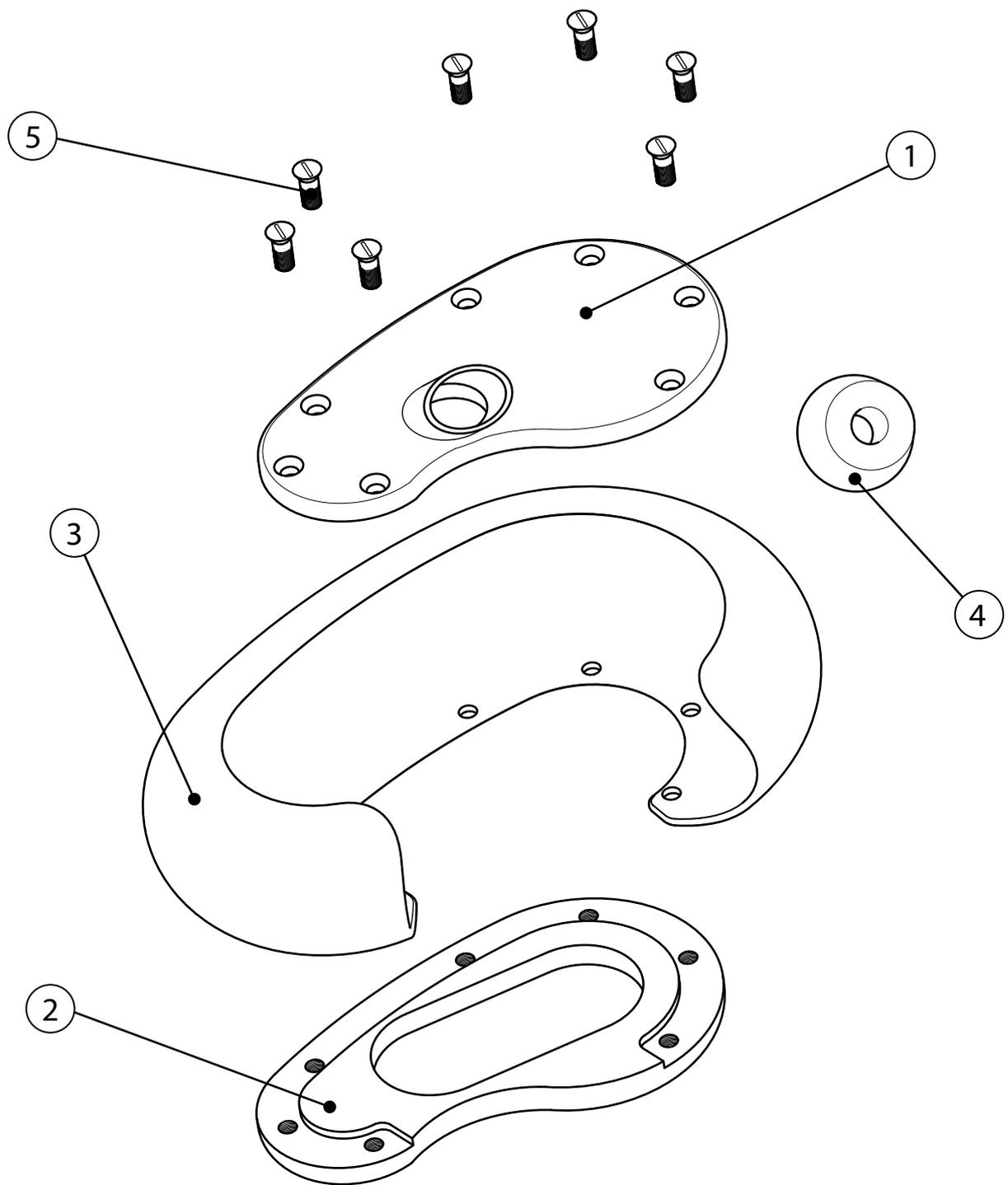
- Alonso, R. (2021). ¿Más grande es siempre mejor? Así funciona el diafragma de tus auriculares. Recuperado el 01/03/2022 de <https://hardzone.es/tutoriales/componentes/diafragma-calidad-sonido-auriculares/>
- NeoTeo (2009). Construye tus propios auriculares inalámbricos. Recuperado el 11/03/2022 en <https://www.neoteo.com/construye-tus-propios-auriculares-inalambricos/>
- Techlandia (2019). ¿Cómo se hacen los auriculares?. Recuperado el 22/02/2022 en https://techlandia.com/auriculares-como_26797/
- Vallejo, A. (2021). Cancelación activa de ruido o ANC: qué es y cómo funciona. Recuperado el 04/02/2022 de <https://www.xatakahome.com/altavoces/cancelacion-activa-ruido-anc-que-como-funciona>

ANEXO I: PLANOS



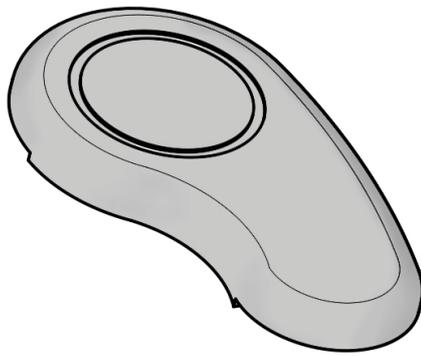
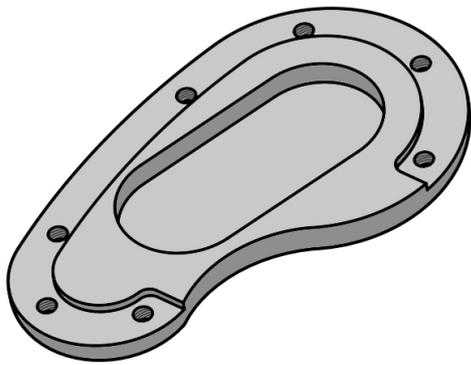
5	Tornillo	7	Comercial	Acero inoxidable
4	Almohadilla	1	Comercial	Silicona
3	Pieza elástica	1	8	Tela y PUR
2	Carcasa inferior	1	4	ABS
1	Carcasa superior	1	3	ABS
Marca	Denominación	Nº piezas	Nº plano	Material
Fecha 05/05/2022	TRABAJO FIN DE GRADO	Diseño de auriculares inalámbricos ajustables a la oreja - Blackbird		

Nº Plano 1		Denominación CONJUNTO	Alberto Franganillo Peral
Escala 3:1	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	

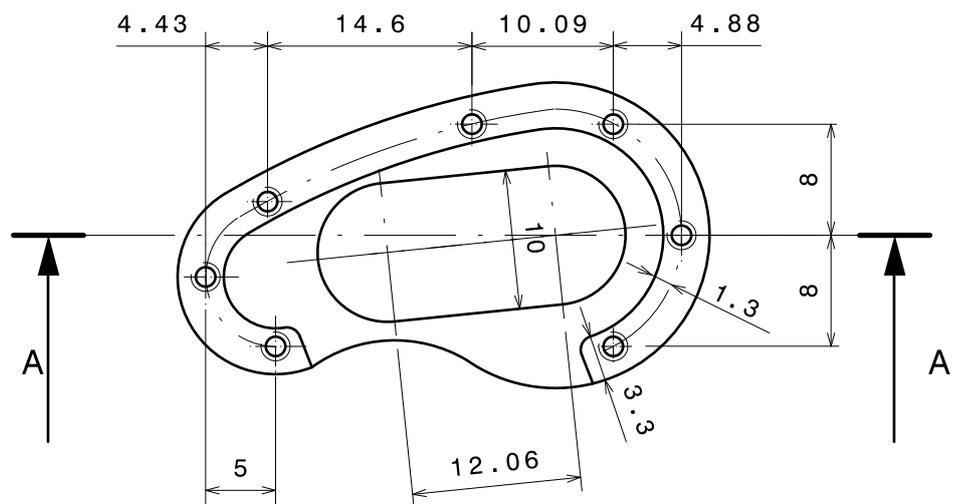
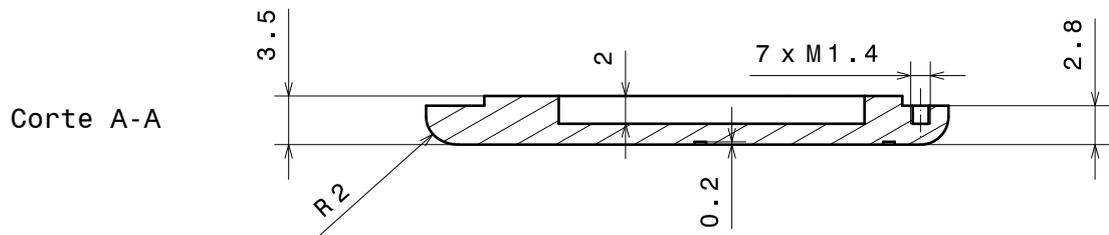
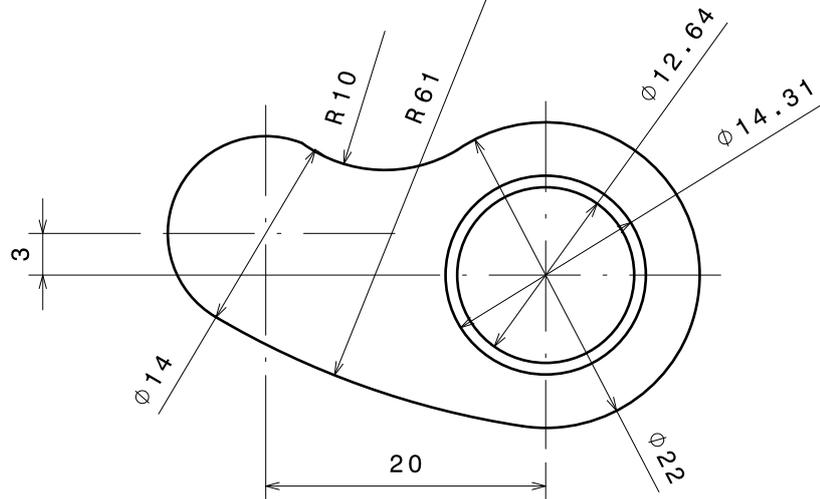


5	Tornillo	7	Comercial	Acero inoxidable
4	Almohadilla	1	Comercial	Silicona
3	Pieza elástica	1	8	Tela y PUR
2	Carcasa inferior	1	4	ABS
1	Carcasa superior	1	3	ABS
Marca	Denominación	Nº piezas	Nº plano	Material
Fecha 05/05/2022	TRABAJO FIN DE GRADO	Diseño de auriculares inalámbricos ajustables a la oreja - Blackbird		

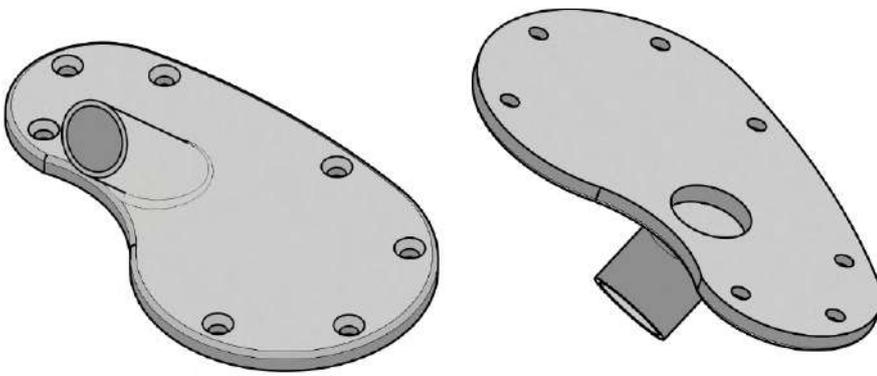
Nº Plano 2		Denominación CONJUNTO EXPLOSIONADO	Alberto Franganillo Peral
Escala 3:1	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	



Vistas isométricas
Escala 1:2

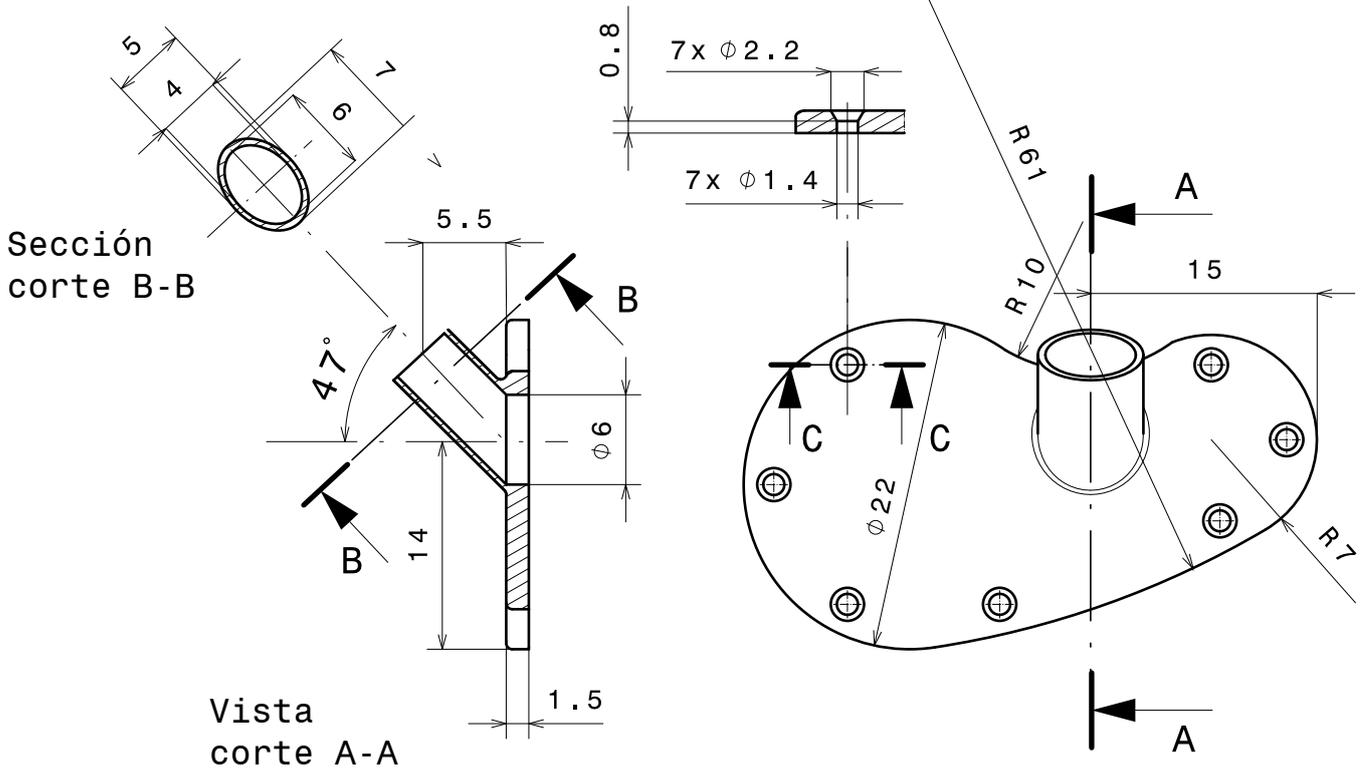


Nº Plano 3		Fecha 05/05/2022	TRABAJO FIN DE GRADO	Diseño de auriculares inalámbricos ajustables a la oreja - Blackbird
Material ABS	Denominación Carcasa superior (Auricular)		Alberto Franganillo Peral	
Escala 2:1	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	

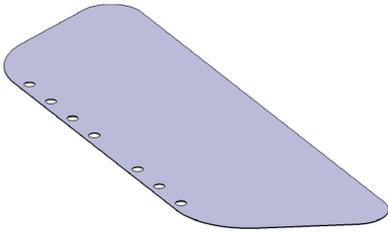


Vistas isométricas
Escala 1:2

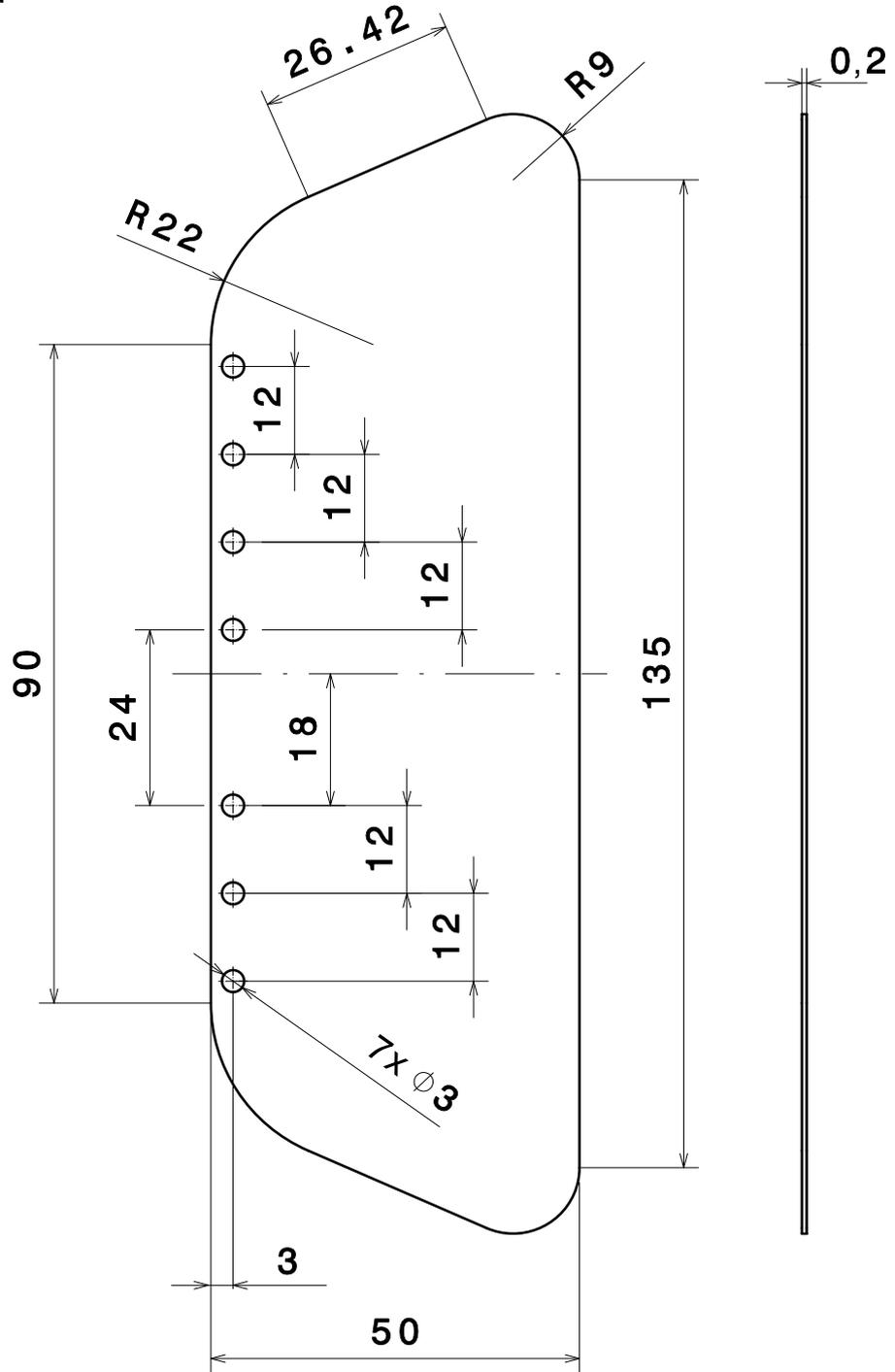
Vista detalle
corte C-C



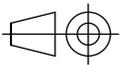
Nº Plano 4		Fecha 05/05/2022	TRABAJO FIN DE GRADO	Diseño de auriculares inalámbricos ajustables a la oreja - Blackbird
Material ABS		Denominación Carcasa inferior (Auricular)		Alberto Franganillo Peral
Escala 2:1	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	



Vista isométrica
Escala 1:2



Nº Plano
5



Fecha
05/05/2022

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de auriculares inalámbricos
ajustables a la oreja - Blackbird

Material
Tela poliéster

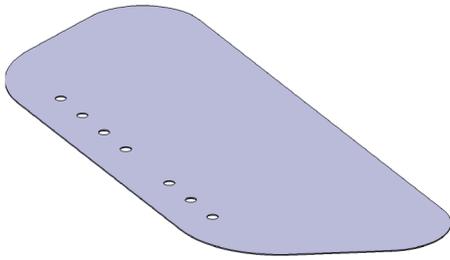
Denominación
Tela de malla superior (Auricular)

Alberto Franganillo Peral

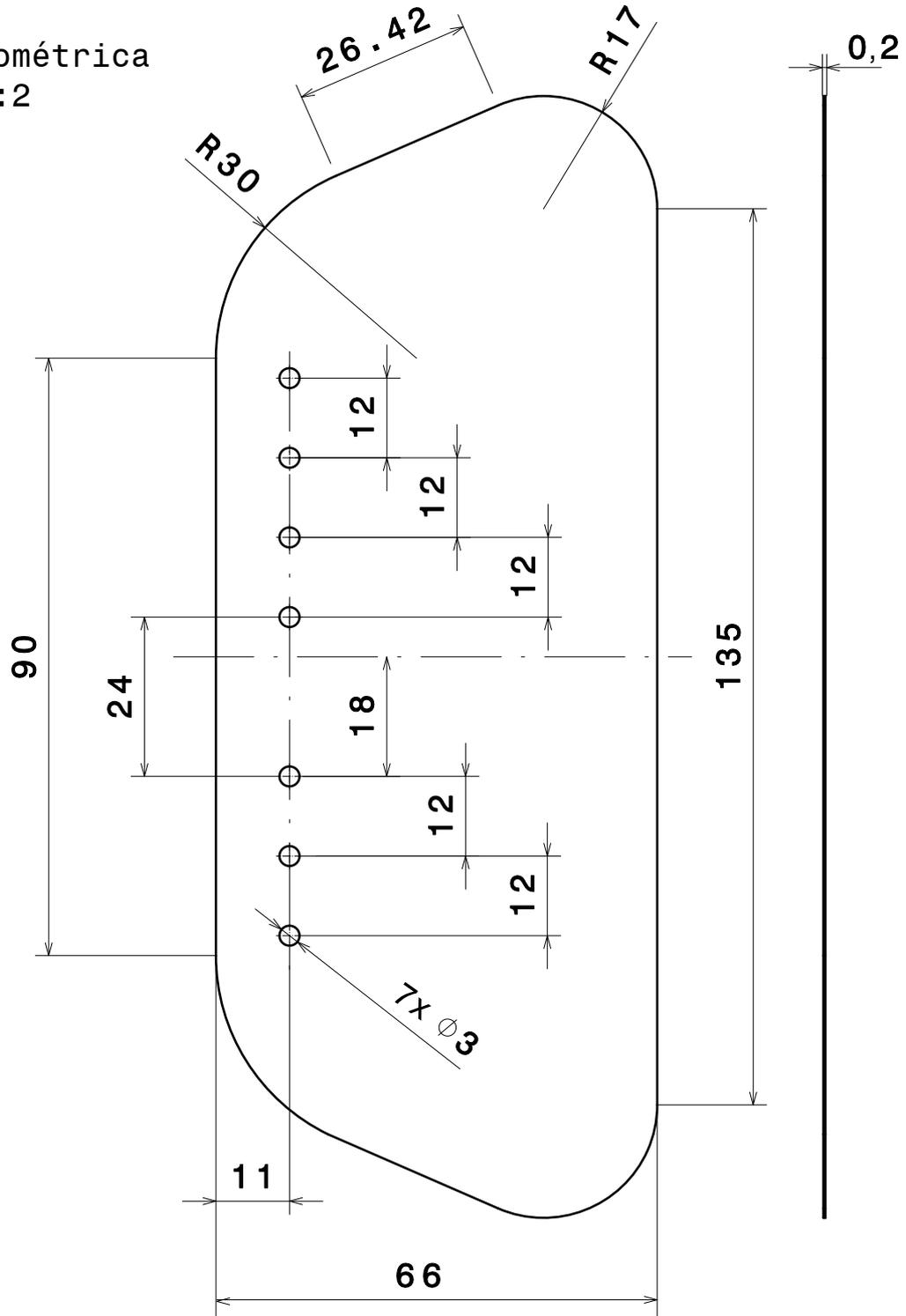
Escala
1:1

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y
DESARROLLO DE PRODUCTO



Vista isométrica
Escala 1:2



Nº Plano
6



Fecha
05/05/2022

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de auriculares inalámbricos
ajustables a la oreja - Blackbird

Material
Tela poliéster

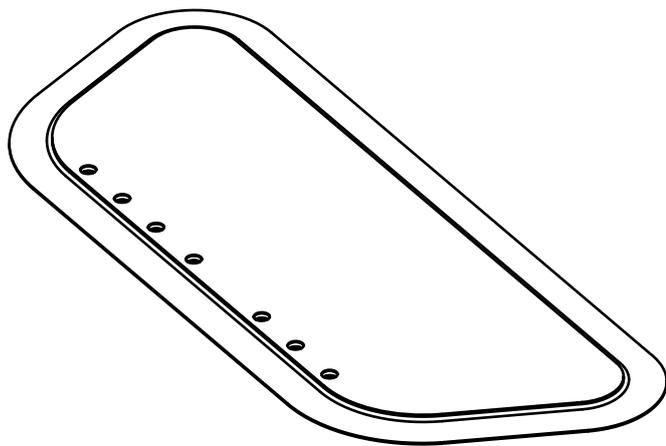
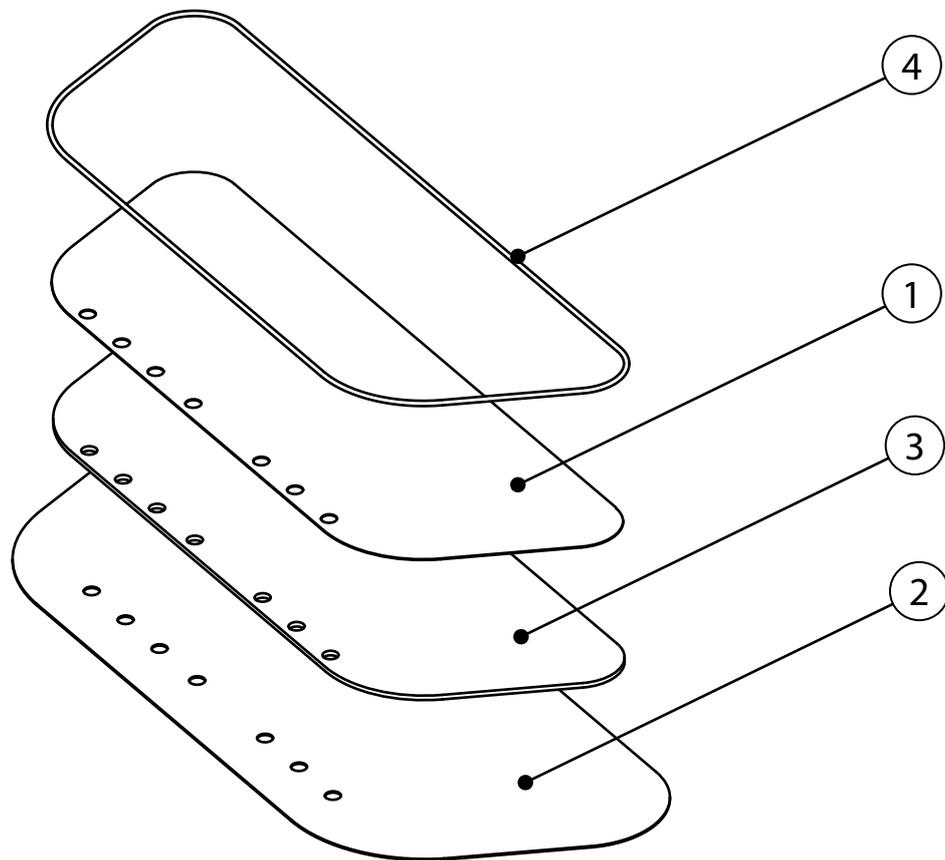
Denominación
Tela de malla inferior (Auricular)

Alberto Franganillo Peral

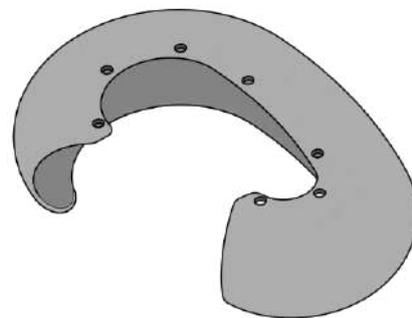
Escala
1:1

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y
DESARROLLO DE PRODUCTO

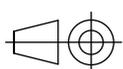


Pieza elástica resultante
Tolerancia dimensional elástica



4	Cordón elástico	1	Comercial	Poliéster
3	Plancha espuma	1	7	PUR
2	Tela de malla inferior	1	6	Poliéster
1	Tela de malla superior	1	5	Poliéster
Marca	Denominación	Nº piezas	Nº plano	Material
Fecha 05/05/2022	TRABAJO FIN DE GRADO	Diseño de auriculares inalámbricos ajustables a la oreja - Blackbird		

Nº Plano
8



Denominación
PIEZA ELÁSTICA (SUBCONJUNTO)

Alberto Franganillo Peral

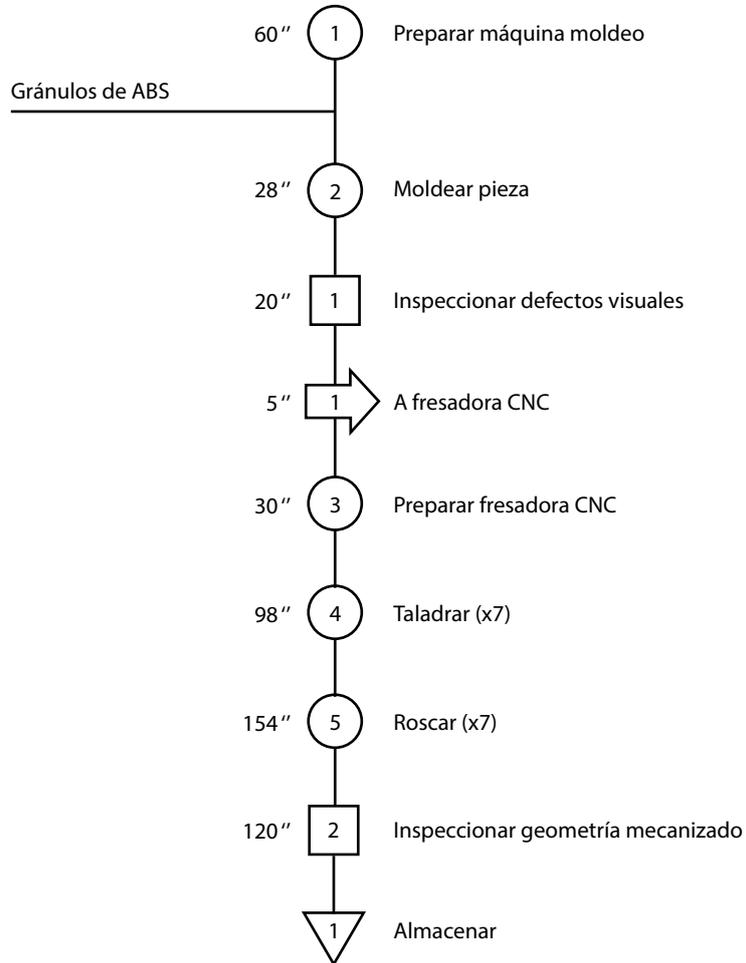
Escala
1:1

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y
DESARROLLO DE PRODUCTO

ANEXO II:
DIAGRAMAS
SINÓPTICOS
DE PROCESO

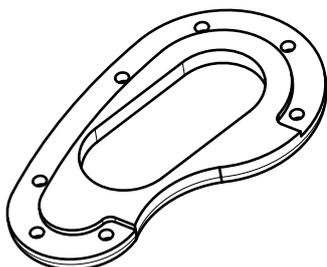
Pieza: Carcasa superior	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		
		MÉTODOS Y TIEMPOS		
Plano: 1	Finaliza en: Planta de producción	Realizado por:	Hoja:	Estudio:
Proceso: Fabricación		Alberto Franganillo Peral	1/1	nº 1



Observaciones:

Este diagrama sirve también para la pieza simétrica, por lo que el tiempo para cada pareja de piezas será el doble del indicado.

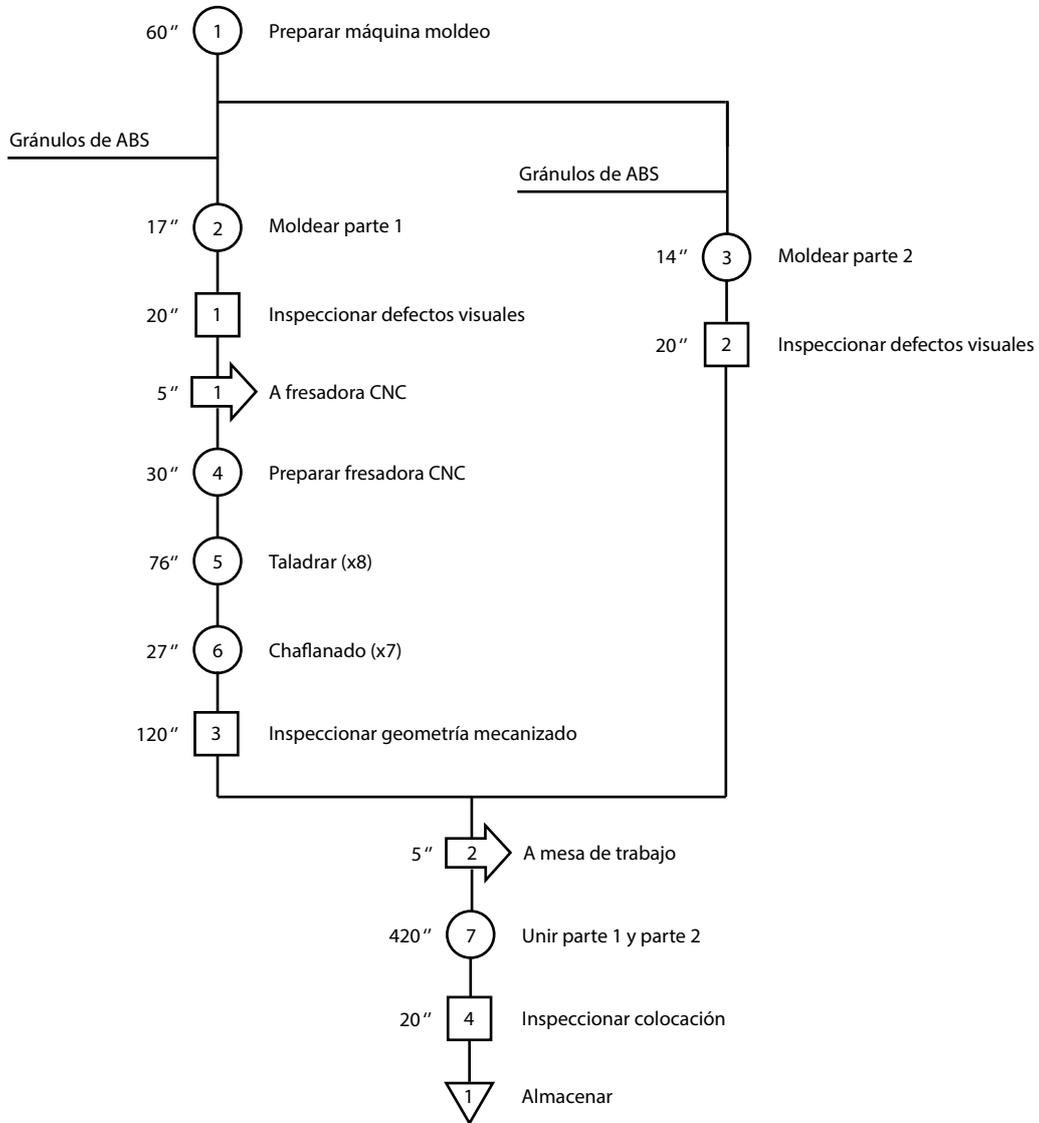
Croquis:



Resumen por UNIDAD de costo

ACTIVIDAD	Nº	Tiempo (s)
Operación ○	5	370
Inspección □	2	140
Transporte ⇨	1	5
Almacenamiento ▽	1	-
Espera □	0	-
TIEMPO TOTAL		515 s

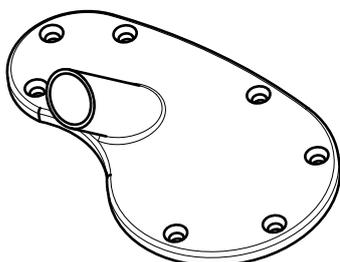
Pieza: Carcasa inferior	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		
		MÉTODOS Y TIEMPOS		
Plano: 2	Finaliza en: Planta de producción	Realizado por:	Hoja:	Estudio:
Proceso: Fabricación		Alberto Franganillo Peral	1/1	nº 1



Observaciones:

Este diagrama sirve también para la pieza simétrica, por lo que el tiempo para cada pareja de piezas será el doble del indicado.

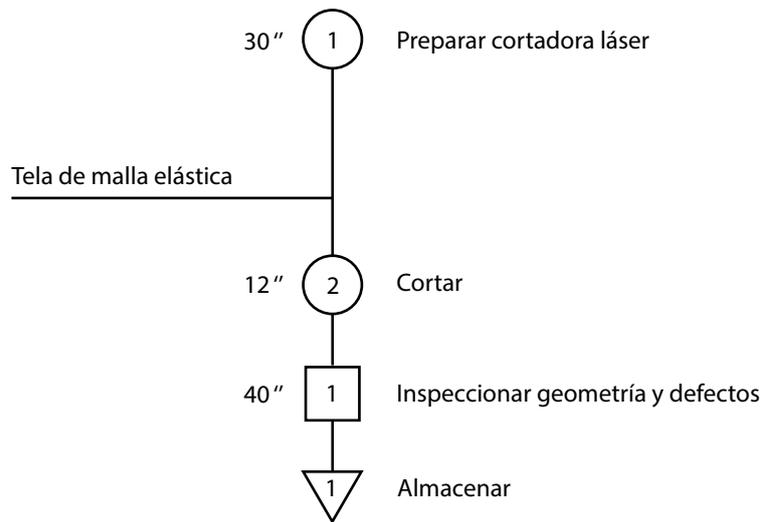
Croquis:



Resumen por UNIDAD de costo

ACTIVIDAD		Nº	Tiempo (s)
Operación	○	7	644
Inspección	□	4	180
Transporte	➡	2	10
Almacenamiento	▽	1	-
Espera	□	0	-
TIEMPO TOTAL			834 s

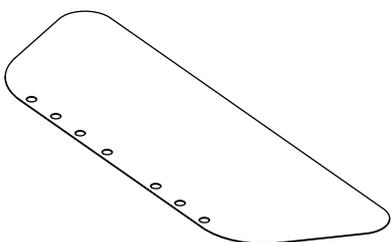
Pieza: Tela de malla superior	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		
		MÉTODOS Y TIEMPOS		
Plano: 3	Finaliza en: Planta de producción	Realizado por:	Hoja:	Estudio:
Proceso: Fabricación		Alberto Franganillo Peral	1/1	nº 1



Observaciones:

Este diagrama sirve también para la pieza simétrica, por lo que el tiempo para cada pareja de piezas será el doble del indicado.

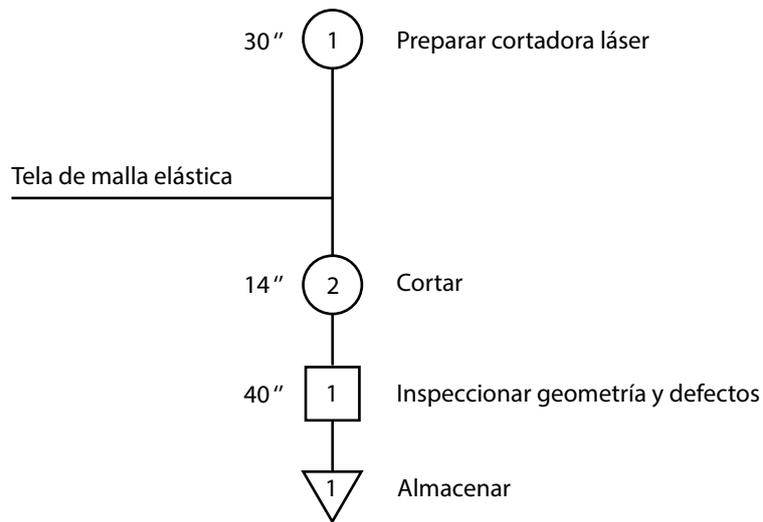
Croquis:



Resumen por UNIDAD de costo

ACTIVIDAD	Nº	Tiempo (s)
Operación ○	2	42
Inspección □	1	40
Transporte →	0	-
Almacenamiento ▽	1	-
Espera □	0	-
TIEMPO TOTAL		82 s

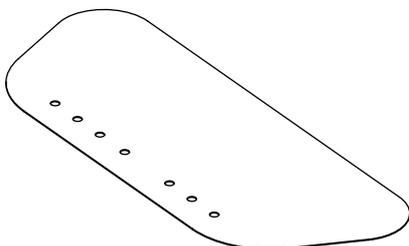
Pieza: Tela de malla inferior	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		
		MÉTODOS Y TIEMPOS		
Plano: 4	Finaliza en: Planta de producción	Realizado por:	Hoja:	Estudio:
Proceso: Fabricación		Alberto Franganillo Peral	1/1	nº 1



Observaciones:

Este diagrama sirve también para la pieza simétrica, por lo que el tiempo para cada pareja de piezas será el doble del indicado.

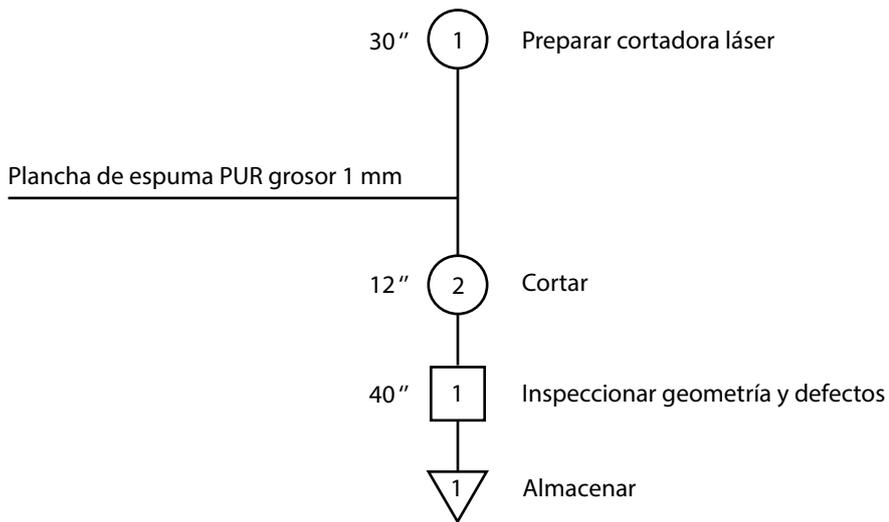
Croquis:



Resumen por UNIDAD de costo

ACTIVIDAD		Nº	Tiempo (s)
Operación	○	2	44
Inspección	□	1	40
Transporte	➡	0	-
Almacenamiento	▽	1	-
Espera	◻	0	-
TIEMPO TOTAL			84 s

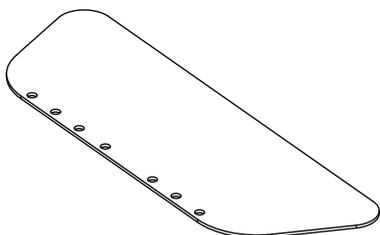
Pieza: Espuma PUR	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		
		MÉTODOS Y TIEMPOS		
Plano: 5	Finaliza en: Planta de producción	Realizado por:	Hoja:	Estudio:
Proceso: Fabricación		Alberto Franganillo Peral	1/1	nº 1



Observaciones:

Este diagrama sirve también para la pieza simétrica, por lo que el tiempo para cada pareja de piezas será el doble del indicado.

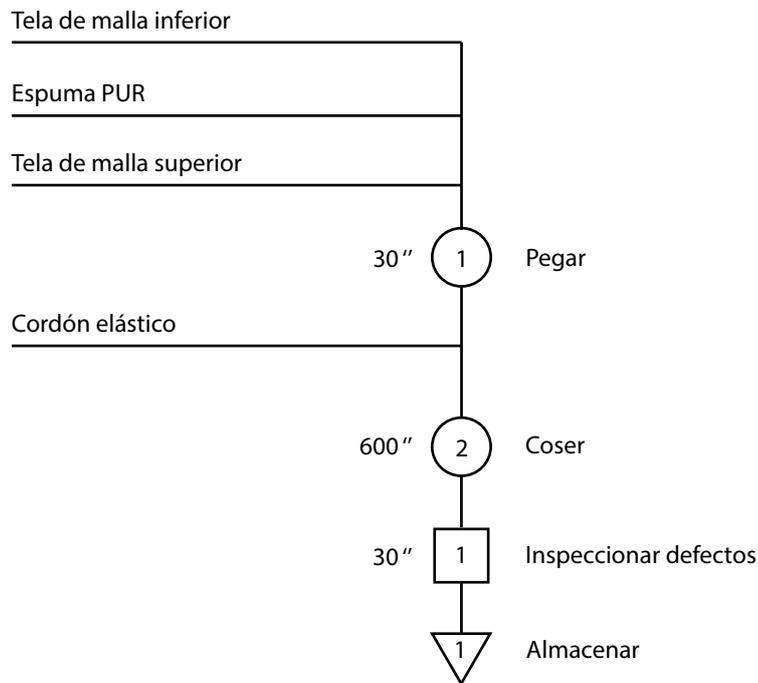
Croquis:



Resumen por UNIDAD de costo

ACTIVIDAD		Nº	Tiempo (s)
Operación	○	2	42
Inspección	□	1	40
Transporte	➡	0	-
Almacenamiento	∇	1	-
Espera	⊖	0	-
TIEMPO TOTAL			82 s

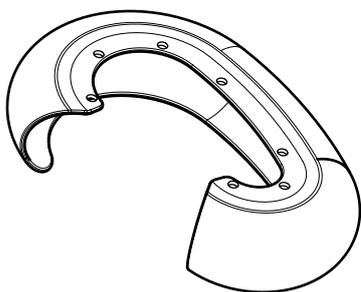
Pieza: Conjunto elástico	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		
		MÉTODOS Y TIEMPOS		
Plano: 5	Finaliza en: Planta de producción	Realizado por:	Hoja:	Estudio:
Proceso: Fabricación		Alberto Franganillo Peral	1/1	nº 1



Observaciones:

Este diagrama sirve también para la pieza simétrica, por lo que el tiempo para cada pareja de piezas será el doble del indicado.

Croquis:

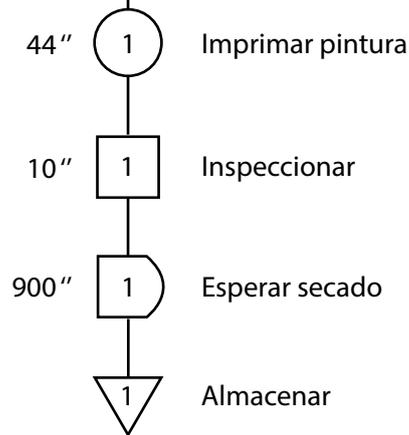


Resumen por UNIDAD de costo

ACTIVIDAD		Nº	Tiempo (s)
Operación	○	2	630
Inspección	□	1	30
Transporte	➡	0	-
Almacenamiento	▽	1	-
Espera	◻	0	-
TIEMPO TOTAL			660 s

Pieza: Carcasa superior	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		
		MÉTODOS Y TIEMPOS		
Plano: 1	Finaliza en: Planta de producción	Realizado por:	Hoja:	Estudio:
Proceso: Fabricación		Alberto Franganillo Peral	1/1	nº 1

Carcasa superior



Observaciones:

Este diagrama sirve también para la pieza simétrica, por lo que el tiempo para cada pareja de piezas será el doble del indicado.

Croquis:



Resumen por UNIDAD de costo

ACTIVIDAD		Nº	Tiempo (s)
Operación	○	1	44
Inspección	□	1	10
Transporte	➡	0	-
Almacenamiento	▽	1	-
Espera	◻	1	900
TIEMPO TOTAL			954 s

Pieza: Auricular conjunto	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		
		MÉTODOS Y TIEMPOS		
Plano: 6	Finaliza en: Planta de producción	Realizado por:	Hoja:	Estudio:
Proceso: Montaje		Alberto Franganillo Peral	1/1	nº 1

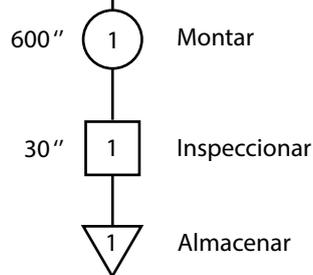
Carcasa superior

Carcasa inferior

Conjunto elástico

Tornillo de cabeza achaflanada M1,4 X 3,5

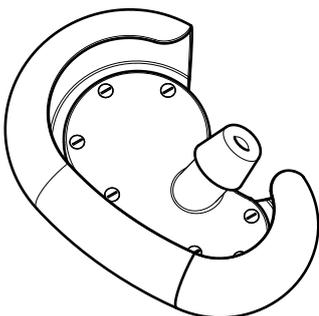
Componentes comerciales



Observaciones:

Este diagrama sirve también para la pieza simétrica, por lo que el tiempo para cada pareja de piezas será el doble del indicado.

Croquis:



Resumen por UNIDAD de costo

ACTIVIDAD		Nº	Tiempo (s)
Operación	○	1	600
Inspección	□	1	30
Transporte	➡	0	-
Almacenamiento	▽	1	-
Espera	◻	0	-
TIEMPO TOTAL			630 s

ANEXO III:
ESTUDIO
ANTROPOMÉTRICO

ANEXO III : ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO

Una de las partes más importantes de este proyecto ha sido tratar de obtener una medidas relativas del producto muy fieles a los datos que se han obtenido en la medición de las dimensiones de las orejas de 50 individuos.

Para este estudio se ha analizado la morfología de la oreja humana, llegando a la conclusión de qué medidas son las más interesantes para recabar información que se pueda llevar a la práctica en la modelación del producto.

Una vez claro cuáles son las medidas que se deben analizar, se ha llevado a cabo el proceso de medición y recopilación de las medidas de una población de 50 individuos voluntarios.

Estos datos obtenidos, posteriormente se han registrado en una base de datos para ser analizados mediante el programa estadístico Statgraphics.

Este programa nos permite realizar un análisis estadístico detallado de cada medidas teniendo en cuenta todos los resultados.

Sin embargo, todo el análisis que realiza el programa nos serviría de poco si no le damos una interpretación personalizada a los resultados obtenidos.

De esta forma, se ha dado a cada medida realizada una correspondencia con las medidas características de los planos del producto, para poder obtener unas dimensiones finales que se ajusten estadísticamente con los datos analizados y así poder obtener un diseño lo más ergonómico posible.

A continuación se detallan estas correspondencias para entenderlas mejor:

En lo que se refiere a la geometría base de las carcasas, podemos ver que se basa en dos circunferencias y la distancia que hay entre ellas.

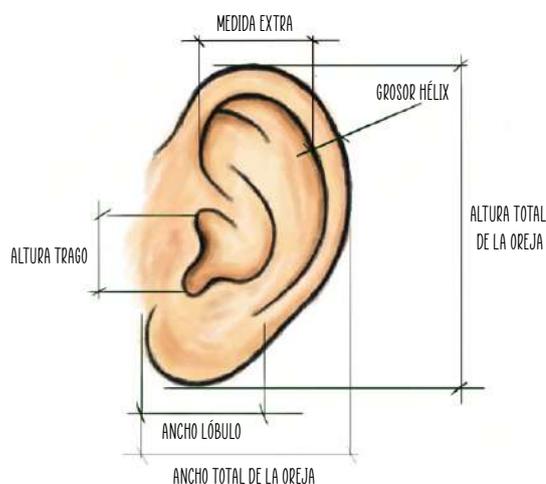


Fig. 113. Medidas oreja relevantes

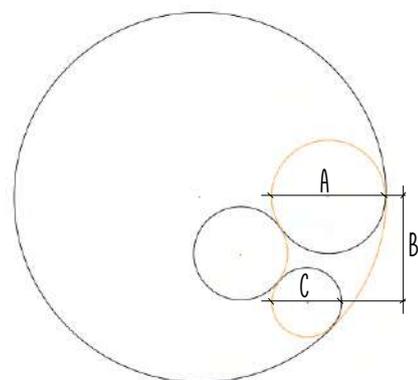


Fig. 114. Medidas base del diseño

Como se puede apreciar en la Fig. 114 la geometría de la carcasa se basa en esas tres medidas A, B y C.

De esta manera, la medida A se asociará al análisis de los datos que obtendremos para la 'medida extra' que se muestra en la Fig. 113.

La medida B se asociará a la 'altura del trago' que muestra la Fig. 113.

Y por último, la medida C se asociará al 'ancho del lóbulo' que muestra la Fig. 113.

A continuación se muestran los resultados estadísticos obtenidos de cada medida y la decisión que se ha tomado en función de la valoración de cada una. Los datos se pueden interpretar de muchas maneras, pero en este caso el gráfico que mejor visión nos dará de la agrupación de los datos será el diagrama de caja y bigotes.

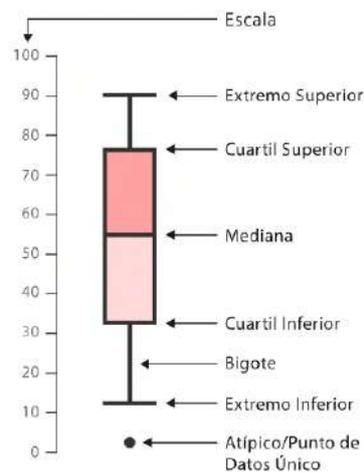


Fig. 115. Diagrama de caja y bigotes

Este gráfico nos proporciona información de valores atípicos, de la media, de la mediana y de dónde encuentran los cuartiles superior e inferior de forma que sabemos la situación esquemática de los valores respecto de la media.

Como se puede apreciar en la Fig. 116 se han introducido los valores en un StatFolio para poder manipularlos.

El procedimiento será el de analizar por columnas, seleccionando Describir > Datos numéricos > Análisis de una variable y marcando la columna que queremos estudiar, y después eligiendo los análisis que queremos realizar, en nuestro caso se realizará el de 'Resumen estadístico' y el de 'Gráfico de caja y bigotes'.

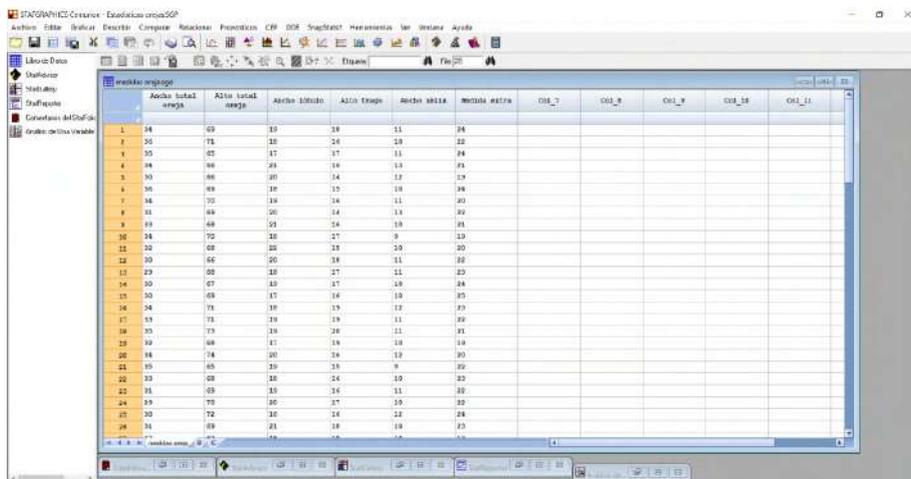


Fig. 116. Datos de las medidas tomadas

En primer lugar, realizamos el análisis estadístico de la medida extra, obteniendo los resultados que se muestran en la Fig. 117 y la tabla 13.

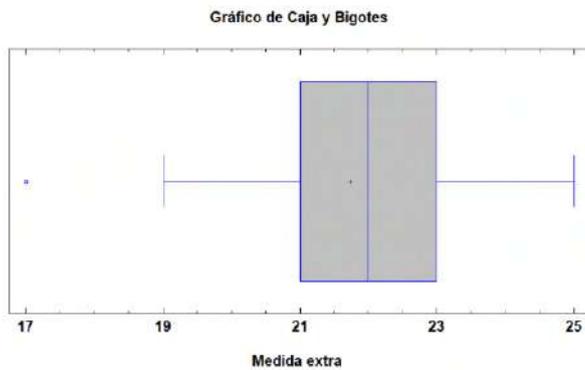


Fig. 117. Diagrama caja y bigotes medida extra

Recuento	50
Promedio	21,74
Desviación Estándar	1,68801
Coefficiente de Variación	7,76455%
Mínimo	17,0
Máximo	25,0
Rango	8,0
Sesgo Estandarizado	-1,36798
Curtosis Estandarizada	0,110226

Tabla 13. Resumen estadístico medida extra

Analizando los resultados, se ha determinado que la medida sea de 22 milímetros, ya que se ajusta al valor de la mediana, que en este caso es el valor intermedio de los cuartiles superior e inferior, obteniendo un gráfico muy equilibrado y siendo la media prácticamente el valor elegido (~ 21,74).

De esta manera, el valor de la medida A será de 22 milímetros, teniendo el círculo base un radio de 11 milímetros.

Volvemos a hacer lo mismo pero esta vez seleccionamos los datos recopilados para el valor de 'Alto trago' para asociar a la medida B.

Los resultados que se obtienen se muestran en la Fig. 118 y en la tabla 14:

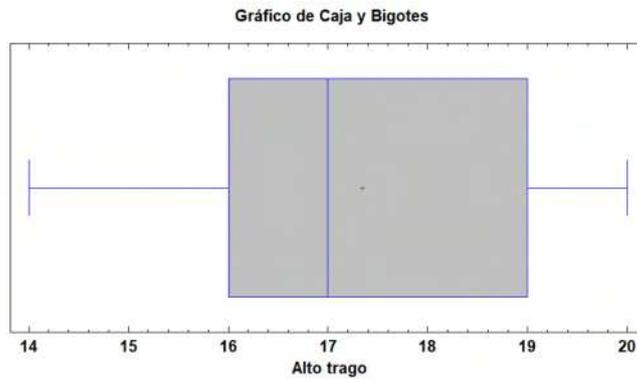


Fig. 118. Diagrama caja y bigotes alto trago

Resumen Estadístico para Alto trago

Recuento	50
Promedio	17,34
Desviación Estándar	1,5986
Coefficiente de Variación	9,21913%
Mínimo	14,0
Máximo	20,0
Rango	6,0
Sesgo Estandarizado	-0,430973
Curtosis Estandarizada	-1,12883

Tabla 14. Resumen estadístico alto trago

En este caso obtenemos un valor promedio de 17,34 milímetros y una variación con respecto del valor de la mediana de 17 milímetros hacia valores superiores.

Para la medida B se quiere un valor que sea mayor que el estándar obtenido en las mediciones, por lo tanto se va a aplicar un margen de 3 milímetros más aproximadamente sobre la mediana, obteniendo un valor de 20 milímetros.

De esta forma, el valor final de la medida B será de 20 milímetros.

Para la medida C analizamos como se ha expuesto antes los datos recopilados para el 'ancho del lóbulo', obteniendo los siguientes resultados en la figura 1 y la tabla 1:

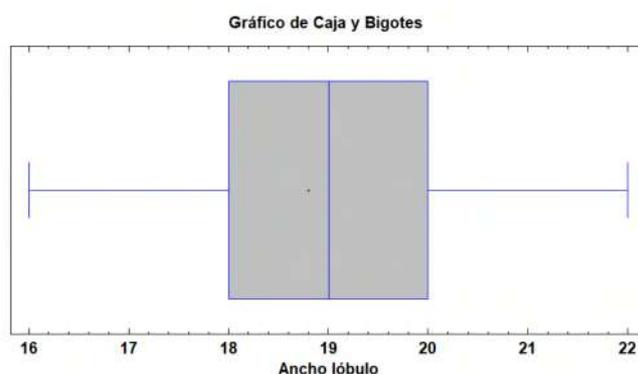


Fig. 119. Diagrama caja y bigotes ancho lóbulo

Resumen Estadístico para Ancho lóbulo

Recuento	50
Promedio	18,8
Desviación Estándar	1,48461
Coefficiente de Variación	7,89689%
Mínimo	16,0
Máximo	22,0
Rango	6,0
Sesgo Estandarizado	0,697659
Curtosis Estandarizada	-0,785683

Tabla 15. Resumen estadístico ancho lóbulo

En este caso, se ha obtenido un gráfico similar al de la medida A pero sin valores atípicos, lo cual es incluso mejor.

Sin embargo, para esta medida C, tomaremos un valor más pequeño que el promedio del ancho del lóbulo, ya que la forma que deseamos que tenga esa parte del auricular debe ser más pequeña que el lóbulo, aproximadamente de medio centímetro menos.

El promedio obtenido es de 18,8, siendo la mediana 19 milímetros. La distribución de los datos de esta medida sigue una distribución normal así que adoptaremos el valor de 19 milímetros y le restaremos medio centímetro como se ha expuesto.

De esta forma, la medida C será de 14 milímetros, de forma que la circunferencia base pequeña tendrá un radio de 7 milímetros.

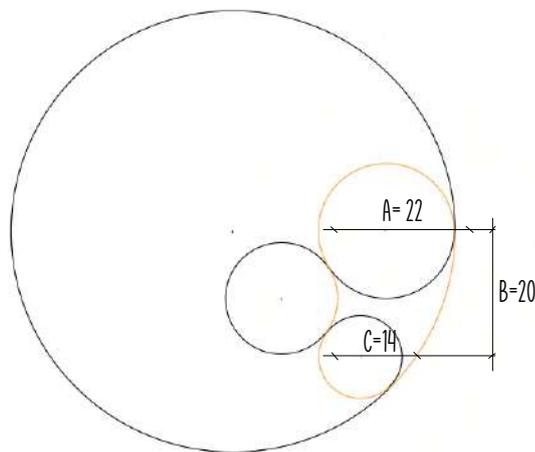


Fig. 120. Medidas base definitivas

En resumen, las medidas más relevantes de la geometría de las carcasas del auricular serán las que se muestra en la fig.X.

En el caso de las medidas de las piezas elásticas hay más flexibilidad a la hora de definir las por el mero hecho de ser una pieza elástica, sin embargo se tendrán en cuenta las medidas tomadas en el estudio para adoptar unos valores correspondidos.

En este caso para el ancho de la pieza, la medida D que se indica en la Fig. 121, se tendrá en cuenta la medida del ancho del hélix, mientras que para la medida E se tendrá en cuenta varias medidas: el alto total de la oreja, el ancho total y el ancho del lóbulo.

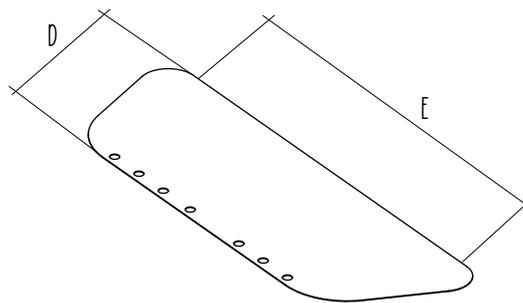


Fig. 121. Medidas base tela elástica

El estudio estadístico de la medida del ancho de hélix se muestra en la siguiente Fig. 122 y la tabla 16:

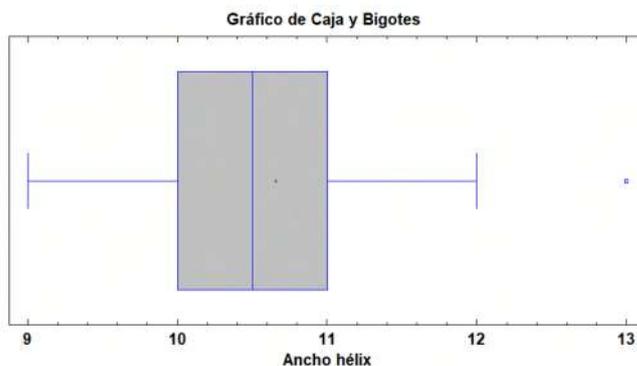


Fig. 122. Diagrama caja y bigotes ancho hélix

Resumen Estadístico para Ancho hélix

Recuento	50
Promedio	10,66
Desviación Estándar	1,00224
Coefficiente de Variación	9,4019%
Mínimo	9,0
Máximo	13,0
Rango	4,0
Sesgo Estandarizado	1,77809
Curtosis Estandarizada	0,138833

Tabla 16. Resumen estadístico ancho hélix

Se obtiene un promedio de 10,6 milímetros. Haciendo una interpolación del hélix cuya sección se podría asemejar a un cilindro hueco, esta medida sería el diámetro externo, siendo el radio 5,3 milímetros. El semiperímetro de esa circunferencia sería $\pi \cdot r$, el cual tendría un valor de 16,6 milímetros, que si multiplicamos por tres (uno equivaldría a lo longitud para llegar a la carcasa y el otro para abrazar lo suficiente la oreja por su cara trasera).

De esta manera si multiplicamos, obtenemos una medida muy aproximada a 50 que será el valor que tendrá la medida D: 50 milímetros.

Para la medida E se realizará el estudio estadístico del ancho de la oreja y del alto.

En primer lugar se muestra la Fig.123 y la tabla 17 como resumen del estudio para el ancho de la oreja:

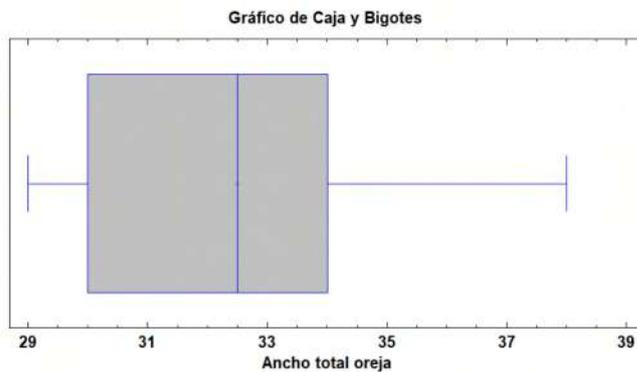


Fig. 123. Diagrama caja y bigotes ancho total oreja

Resumen Estadístico para Ancho total oreja

Recuento	50
Promedio	32,5
Desviación Estándar	2,27004
Coefficiente de Variación	6,98472%
Mínimo	29,0
Máximo	38,0
Rango	9,0
Sesgo Estandarizado	0,598066
Curtosis Estandarizada	-1,17392

Tabla 17. Resumen estadístico ancho total oreja

Y por último se muestran los gráficos de las medidas de la altura total de la oreja en la Fig.124 y la tabla 18:

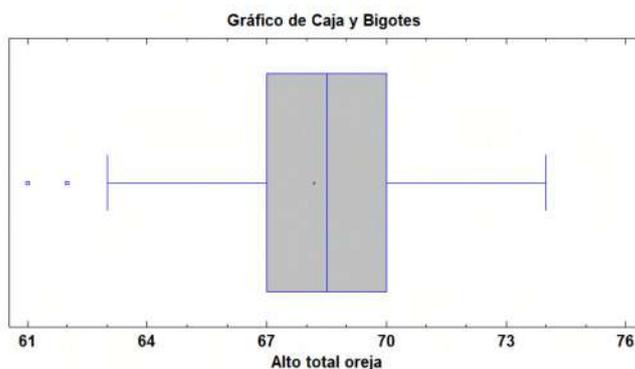


Fig. 124. Diagrama caja y bigotes alto total oreja

Resumen Estadístico para Alto total oreja

Recuento	50
Promedio	68,18
Desviación Estándar	2,7307
Coefficiente de Variación	4,00514%
Mínimo	61,0
Máximo	74,0
Rango	13,0
Sesgo Estandarizado	-1,23747
Curtosis Estandarizada	0,409296

Tabla 18. Resumen estadístico alto total oreja

Los valores promedios obtenidos en el análisis de estas medidas son de 32,5 milímetros para el ancho total y 68,2 milímetros para el alto total.

Si a estos dos valores unimos el promedio del ancho del lóbulo que es 18,8 milímetros, obtenemos un valor total de 119,5 milímetros.

Sin embargo, este valor aproximado de 120 milímetros, teniendo en cuenta que al incluir el cordón elástico en el ensamblaje de las partes de la pieza, esta encojerá, deberemos dar un margen aproximado de mayor longitud.

Se ha decidido que este margen sea de 7,5 milímetros por arriba y por abajo, teniendo un resultante de 135 milímetros.

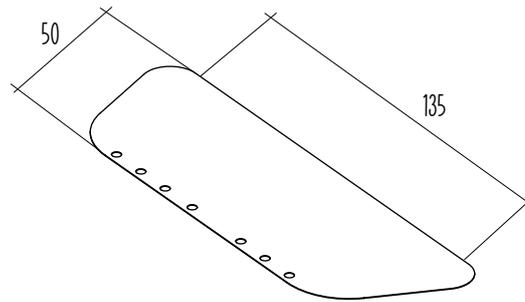


Fig. 125. Medidas base tela elástica definitivas

ANEXO IV:
COMPONENTES
ELECTRÓNICOS

ANEXO IV : COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Este proyecto se ha basado principalmente en el diseño del cuerpo externo de unos auriculares. Sin embargo, con esto solo no se podría dar vida a estos auriculares, que necesitarían unos componentes electrónicos.

Como ya se ha explicado en el presupuesto, hay ciertas piezas que se fabrican propiamente pero hay otras que son pedidas a proveedores externos. Este es el caso de los componentes electrónicos.

A continuación se exponen detalladamente todos los componentes electrónicos que se implementarán en los auriculares con su función y sus características más importantes.

1. Batería:

Se tratará de una batería de litio de 3,7 V y una capacidad de 90 mAh.

Esta batería tiene las mismas características que la batería que utilizan los Powerbeats, consiguiendo una autonomía para los auriculares muy interesante en el mercado.



Fig. 126. Batería 90 mAh

2. Módulo receptor de bluetooth 5.1:

Esta pieza es la encargada de recibir las ondas de bluetooth que emite el teléfono móvil o el dispositivo desde el cual se reproduce el audio y transmitir las a la placa electrónica de control, para transmitir esa frecuencia bluetooth a una señal eléctrica.



Fig. 127. Módulo receptor bluetooth

3. Módulo amplificador:

Este módulo se encarga de elevar la señal recibida para que los altavoces del auricular puedan convertirla en ondas sonoras.

El módulo que se adquirirá será de 107 mW de potencia y 16 ohmios de impedancia, suficiente para que el auricular no necesite demasiada energía para funcionar.



Fig. 128. Módulo amplificador

4. Circuito electrónico:

Será la placa receptora y conductora de todos los componentes electrónicos, estará programado de fábrica para recibir todas las señales y administrarlas a los distintos componentes.

Será compatible con transmisión de audio bluetooth 5.1.



Fig. 129. Circuito electrónico

5. Bobina de carga inductiva:

Para conseguir esta característica de carga inalámbrica por inducción se deberá implementar una bobina que cumpla esta función.

Para este proyecto se seleccionará una bobina de diámetro 7 milímetros, con una inductancia de $27 \mu\text{H}$ y una resistividad máxima de 1,1 ohmios.

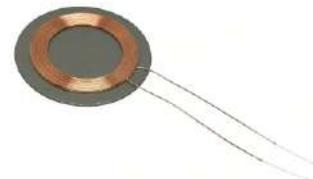


Fig. 130. Bobina de carga

6. Sensor de proximidad capacitivo:

Se incluirá un sensor de proximidad en la zona que se sitúa justo debajo del logo impreso en la carcasa, de forma que al pasar el dedo sobre el logo el sensor se active y permita el encendido o apagado del sistema eléctrico.

Este tipo de sensor permite detectar la proximidad a través de paredes no metálicas en un rango de 12 milímetros, lo cual es ideal para lo que se busca.



Fig. 131. Sensor de proximidad

7. Diafragma o driver:

Quizá el elemento más importante para conseguir una buena calidad de sonido. Esta pieza se compone a su vez de otras tres: imán, bobina y membrana.

Cuanto más grande sea mejor se escucharán los bajos, pero los agudos se pueden distorsionar si se excede. Por ello se han seleccionado de un tamaño intermedio de 10 milímetros. Será un diafragma de armadura, ideal para auriculares de este tipo.

Se utilizarán 4 ejemplares en cadena para conseguir una calidad de sonido excelente.



Fig. 132. Diafragmas

ANEXO V:
ESTUDIO
IMPACTO
AMBIENTAL

ANEXO V: ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL

Para conocer el impacto que puede llegar a tener la producción de los auriculares en el medioambiente se realizará un estudio de impacto ambiental que nos permita ver la posición del producto dentro de este ámbito.

En este caso, se realizará una rueda de LiDS y una matriz MET.

Rueda de LiDS.

La rueda de LiDS (Life cycle Design Strategies) se trata de un gráfico analítico que nos proporciona información acerca de la producción sostenible que presenta la cadena de fabricación de un producto.

Se puede llegar a utilizar como herramienta para el rediseño de un producto comparado con su anterior. Sin embargo, en nuestro caso será una comparación respecto a un modelo de auriculares estándar actual.

Este gráfico permite evaluar cualitativamente el impacto ambiental de un producto teniendo en cuenta ocho criterios básicos que se representan en cada extremo de la rueda, generando en función de la valoración de cada apartado áreas más o menos extensas. De esta forma, cuanto más área de la rueda sea cubierta, menos impacto negativo sobre el medioambiente tendrá nuestro producto.

Los ocho criterios básicos en los que se basa esta rueda son los siguientes:

0. Desarrollo de un nuevo concepto.
1. Selección de materiales de bajo impacto.
2. Reducción del uso de materiales.
3. Optimización de técnicas de producción.
4. Optimización de sistemas de distribución.
5. Reducción del impacto durante su uso.
6. Optimización de vida útil.
7. Optimización de su fin de vida.

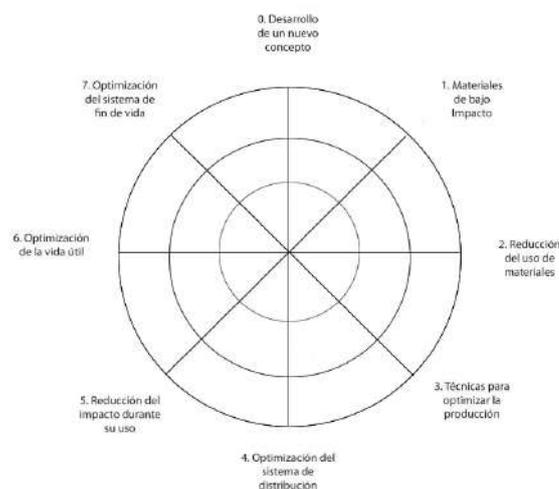


Fig. 133. Rueda de LiDS

Cada criterio, a su vez se puede encuadrar en tres apartados más genéricos:

A. NIVEL COMPONENTE DEL PRODUCTO

1. Selección de materiales de bajo impacto

Se analizan los materiales utilizados para el producto y el cómo afectan al medio ambiente, directa o indirectamente. La presencia de sustancias tóxicas hará que se de una valoración baja en este aspecto. Por el contrario, el uso de materiales que no necesiten de grandes cantidades de energía para su obtención, materiales reciclados y reciclables darán una valoración alta.

2. Reducción de uso de materiales

Se analiza la reducción de las dimensiones del producto conservando su estructura y optimizando su geometría para no hacer un gasto de materiales innecesariamente. La reducción de las dimensiones del producto también implica directamente una reducción en el material que se utilizará para realizar el envase y el embalaje.

3. Técnicas para optimizar la producción

Una optimización de los procesos de producción se traduce en una minimización del impacto ambiental en la producción. Nos encontramos con diversas alternativas de producción para reducir el número de pasos de cada proceso productivo, su consumo de energía y utilizar materiales limpios y más eficientemente.

B. NIVEL ESTRUCTURA DE PRODUCTO

4. Optimización del sistema de distribución

Se trata de utilizar estrategias que van dirigidas a lograr una distribución del producto lo más ecológica posible, reduciendo el número de envases y embalajes, introduciendo la posibilidad de hacerlos reutilizables y gestionando con eficiencia el modo de transporte.

C. NIVEL SISTEMA DE PRODUCTO

5. Reducción del impacto durante el uso

Para estudiar la reducción del consumo energético, las emisiones que contaminan el medioambiente y la posibilidad de aprovechamiento de estas. Ejemplos que puedan dar una buena valoración en este ámbito es la utilización de energías limpias como la eólica o la solar y utilización de baterías o pilas recargables en lugar de desechables.

6. Optimización de la vida útil

Se trata de intentar estirar la vida del producto lo más posible para evitar que tenga que ser cambiado frecuentemente. Esto se puede conseguir dando al usuario información detallada y comprensible en lo referido al montaje, desmontaje, mantenimiento y reparación del producto, con el objetivo de no actuar de forma inconsciente e incurrir en posibles fallos del producto.

7. Optimización del sistema de fin de vida

Una vez que la vida útil del producto pone fin, se trata de dar la posibilidad de que los materiales o las propias piezas se puedan reutilizar o desmontar fácilmente para su correcto reciclado.

0. Desarrollo de un nuevo concepto

Será importante saber cómo funcionará el producto y cómo deberá utilizar. Tendrá buena valoración el hacer un uso racional del producto, el uso compartido, la integración de funcionalidades, la optimización funcional de los componentes...

De esta manera, se procede a valorar cada criterio, teniendo en cuenta lo expuesto, dando valores del 1 al 5, siendo este último la mejor valoración posible. Así, se obtendrá una valoración del impacto ambiental de nuestro producto, y se comparará con otro producto distinto estándar para obtener una perspectiva de la situación respecto de otros competidores.

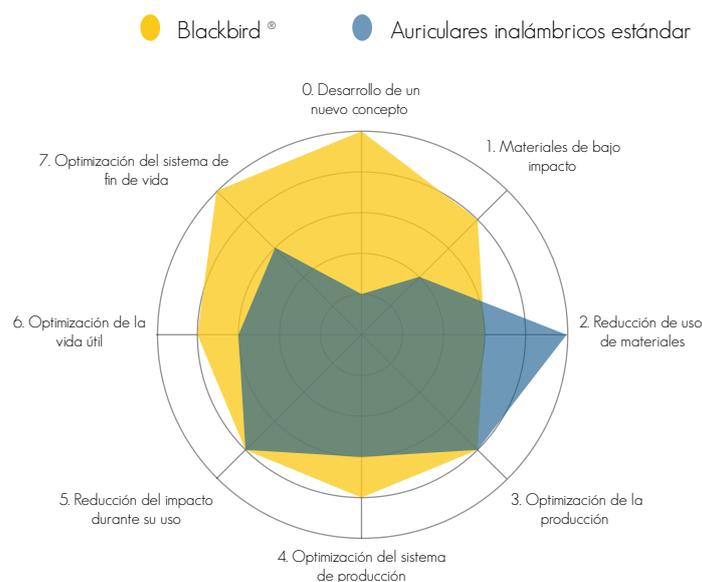


Fig. 134. Rueda de LiDS Blackbird vs estándar

A continuación se explican las valoraciones dadas a cada criterio:

1. Selección de materiales de bajo impacto:

El ABS se trata de un plástico no tóxico, con muy buenas propiedades de reciclaje, la silicona de las almohadillas no es biodegradable pero es inerte, apenas tiene impacto en el medioambiente. Se valorará con un 4 respecto a un 2 de otros auriculares que están fabricados con materiales que tienen mayor impacto en el medioambiente.

2. Reducción del uso de materiales:

Se ha tratado de reducir el peso la utilización de materiales al mínimo ajustando la geometría a los componentes electrónicos internos, pero el propio diseño de los auriculares hace que en comparativa con otros del mercado, el uso de materiales sea mayor y por lo tanto el envase y los materiales utilizados para su embalaje sea superior. Tendrá una valoración de 3 frente a 5 de otros auriculares.

3. Optimización de la producción:

Se han escogido procesos de fabricación con bajo impacto ambiental, como el corte láser que es un proceso muy respetuoso, que no contamina directamente, el mayor impacto es el consumo energético que posee. La fresadora y la máquina de moldeo por inyección tampoco generan contaminación directa y se consigue no necesitar muchos pasos para producir las piezas, consiguiendo gran eficiencia. Este apartado tendrá una valoración de 4, al igual que otros auriculares, hoy en día en las fábricas se trata de utilizar máquinas muy eficientes que producen una contaminación mínima.

4. Optimización del sistema de distribución:

Se gestionará el transporte utilizando para el embalaje materiales de segundas vidas y se optimizará el espacio disponible en los camiones de carga para no realizar gastos innecesarios. Se utilizarán materiales biodegradables para su empaquetamiento. Se valorará con un 4 frente a un 3 de otros auriculares que poseen envoltorios en muchas ocasiones excesivos simplemente por estética.

5. Reducción del impacto durante su uso:

Durante el uso del auricular apenas existe impacto ambiental. El único sería a la hora de cargar la batería del mismo, generando un consumo energético que tiene un impacto, pero que en este caso es mínimo. Se valorará con un 4 al igual que otros auriculares ya que, aunque es un impacto mínimo, no llega a ser nulo.

6. Optimización de la vida útil:

En este caso para alargar la vida útil del producto se facilitará la información del uso adecuado del producto al usuario, su procedimiento para el desmontaje, el cual será sencillo ya que se ha diseñado de tal forma que su desmontaje no pueda causar daños al auricular como se produce en otros auriculares del mercado. Este criterio se valorará con un 4 respecto un 3 de auriculares estándar, sobre todo por el hecho del desmontaje, por lo general, para desmontar los actuales auriculares del mercado, hay que forzar la carcasa y en ocasiones puede llegar a romperse.

7. Optimización del sistema de fin de vida:

Una vez el producto pasa a ser inservible, es importante conocer qué se hará con los residuos que genera. En el caso de la carcasa, será 100% reciclable debido a las buenas propiedades del ABS. En el caso de la tela elástica, debido a la peculiaridad de su forma no se podrá reutilizar en su forma íntegra pero se triturará y los restos obtenidos se podrán utilizar para relleno de embalaje ya que la espuma proporciona un acolchamiento muy bueno. La valoración de este apartado será de 5 ya que se optimiza al máximo todas las piezas para darle una segunda vida y no contaminar el medioambiente.

8. Desarrollo de un nuevo concepto:

El punto fuerte de los auriculares Blackbird[®] es su forma innovadora respecto a los demás auricular, un diseño que no se ha llevado nunca a cabo y en ese sentido le dota de novedad conceptual respecto del resto de auriculares que a pesar de ser diferentes entre sí, no presentan más que ligeras variaciones de unos a otros. Por ello la valoración que se le dará será de un 5, respecto un 1 de los ya presentes en el mercado que obviamente a día de hoy no son conceptos nuevos sino pasados.

Observando la rueda de LiDS podemos tomar como conclusiones que los auriculares Blackbird[®] tienen bastante menos impacto ambiental que unos auriculares estándar sobre todo a nivel sistema de producto y que el punto más débil respecto a otros es el de la reducción de uso de materiales, que inevitablemente debido a la morfología del diseño no se puede modificar.

Cabe destacar que esta herramienta de análisis es cualitativa y por ello los resultados se deben interpretar con cierta cautela, ya que no se trata de una valoración objetiva al cien por cien y sus conclusiones deben ser más orientativas que definitivas.

Matriz MET.

Esta otra herramienta también cualitativa nos permite tener una visión más general de las entradas y salidas en cada fase del ciclo de vida del producto, teniendo en cuenta tres parámetros básicos que analizar:

- **Materiales:** se exponen todos los materiales consumidos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto priorizados según la cantidad, toxicidad o el agotamiento de los mismos.
- **Energía:** se exponen las actividades en las que se consume energía, el tipo de energía y se priorizan según el impacto que suponen.
- **Tóxicos:** listado de todas las emisiones tóxicas generadas en cada actividad, incluyendo emisiones, vertidos y residuos tóxicos, y también priorizados según su toxicidad.

Para interpretar esta matriz se ha de tener en cuenta que los materiales y la energía son inputs o entradas en el ciclo de vida del producto, mientras que las emisiones tóxicas son outputs o salidas. De esta forma, una baja cantidad tanto en salidas como en entradas se traduce en un bajo impacto medioambiental, ya que las entradas también resultan un impacto ambiental por sí mismas y no solamente las emisiones generadas.

Se analizarán los tres parámetros anteriores en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto, obteniendo la matriz definitiva:

	Material	Energía	Residuos tóxicos
Obtención de materiales	ABS Tela de malla elástica Espuma de PUR Componentes comerciales	Energía de fabricación de los materiales importados Energía de transporte de los materiales importados	Residuos de la extracción y procesamiento de los materiales importados Emisiones del transporte
Producción en fábrica	Aceites hidráulicos Lubricantes Agua Nitrógeno gaseoso	Energía de los procesos de producción	CFC's de los sprays Restos de tela y espuma Virutas de plástico Restos de lubricantes
Distribución	Cartón	Energía de transporte del producto a tiendas	Emisiones del transporte
Uso	-----	Energía para cargar la batería del auricular	-----
Fin de vida	-----	-----	Ciertos componentes electrónicos

Tabla 19. Matriz MET

Las conclusiones que se pueden sacar de esta matriz son las siguientes:

- Los materiales utilizados directamente para fabricar el producto no son tóxicos, a excepción de los componentes electrónicos, que al finalizar la vida del producto, los que no estén dañados se les buscará otra vida para evitar que sean residuos directos. Los demás son reciclables o reutilizables, lo cual no supone un gran impacto ambiental negativo.
- En cuanto a la energía, se puede diferenciar entre la energía de transporte (carburantes) y la energía para la fabricación (eléctrica). Esta última no tendrá un gasto muy elevado debido a que el consumo de las máquinas que se han utilizado en los procesos es muy bajo.
- En lo relativo a los residuos generados a lo largo del ciclo de vida del producto, nos encontramos con los más preocupantes que son los clorofluorocarburos que emiten los sprays de pintura, aunque en este caso la superficie a pintar es muy reducida con lo cual el impacto es mínimo. Los otros residuos más a tener en cuenta son los de los componentes electrónicos inutilizables, será los que más impacto tengan, aunque se deberá gestionar adecuadamente su reciclaje, el cual si es posible, y si se realiza de una forma correcta se puede llegar a recuperar hasta un 70% de los componentes que estén en buen estado para poder volver a ser utilizados por otros aparatos.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Fig. 1. Mercadier	15
Fig. 2. ES I0155298	16
Fig. 3. US 29267267	17
Fig. 4. CN 201530047814.6	17
Fig. 5. Sony WF-1000XM4	18
Fig. 6. Sony WF-1000XM4 modelo	19
Fig. 7. Sony WF-1000XM4 y estuche	19
Fig. 8. AirPods Pro y estuche	20
Fig. 9. AirPods Pro estructura interna	20
Fig. 10. AirPods Pro dentro de estuche	21
Fig. 11. Jabra Elite 85t en oreja	21
Fig. 12. Jabra Elite 85t en estuche	22
Fig. 13. Beats Powerbeats Pro True Wireless	22
Fig. 14. Beats Powerbeats Pro varios	23
Fig. 15. Powerbeats Pro y estuche	23
Fig. 16. B&O Beoplay EQ	23
Fig. 17. B&O Beoplay EQ en oreja	24
Fig. 18. Shure Aonic 215	24
Fig. 19. Shure Aonic 215 en oreja	25
Fig. 20. Shure Aonic 215 y estuche	25
Fig. 21. Esquema de la oreja	31
Fig. 22. Sketch colocación carcasa	32
Fig. 23. Sketch conjunto	32
Fig. 24. Sketch colocación en oreja	32
Fig. 25. Sketch perfil	33
Fig. 26. Solución alternativa salida de sonido	33
Fig. 27. Esquema medidas significativas oreja	34
Fig. 28. Geometría del diseño	36
Fig. 29. Captura catia: geometría base	36
Fig. 30. Captura catia: carcasa inferior 1	37
Fig. 31. Captura catia: carcasa inferior 2	37
Fig. 32. Captura catia: carcasa superior 1	38
Fig. 33. Captura catia: carcasa superior 2	38
Fig. 34. Captura catia: encaje carcadas	39
Fig. 35. Captura catia: almohadilla silicona 1	39
Fig. 36. Captura catia: almohadilla silicona 2	39
Fig. 37. Captura catia: pieza elástica	40
Fig. 38. Captura catia: conjunto auricular 1	40
Fig. 39. Captura catia: conjunto auricular 2	40
Fig. 40. Captura catia: funda planta	41
Fig. 41. Captura catia: funda alzado	41
Fig. 42. Dimensiones totales funda	41
Fig. 43. Croquis funda abierta	42
Fig. 44. Mirlo	43
Fig. 45. Sketches para el imago tipo	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Fig. 46. Opción 1 imagotipo	44
Fig. 47. Comparativa opción 1 con Beats	45
Fig. 48. Distintas soluciones para la opción 2	45
Fig. 49. Solución definitiva del imagotipo, logotipo y colores corporativos	45
Fig. 50. Variación de la tipografía para crear el logotipo	46
Fig. 51. Tipografía GeosansLight Regular	46
Fig. 52. Colores corporativos CMYK	47
Fig. 53. Colores corporativos en mirlo	47
Fig. 54. Render Blackbird sobre fondo dorado	48
Fig. 55. Render Blackbird frontal sobre fondo azul	48
Fig. 56. Render Blackbird sobre fondo azul	48
Fig. 57. Render Blackbird vista interior	49
Fig. 58. Render Blackbird iluminación nocturna	49
Fig. 59. Render Blackbird en modelo cabeza clara	49
Fig. 60. Render Blackbird en modelo cabeza oscura	49
Fig. 61. Render funda Blackbird cerrada	50
Fig. 62. Render funda Blackbird abierta	50
Fig. 63. Render funda Blackbird y auriculares fuera	51
Fig. 64. Render funda Blackbird y auriculares dentro	51
Fig. 65. Render funda Blackbird abierta y auriculares fuera	52
Fig. 66. Gránulos de ABS	53
Fig. 67. Gránulos de ABS 2	54
Fig. 68. Filamento ABS	54
Fig. 69. Tela de malla elástica	55
Fig. 70. Plancha espuma PUR	56
Fig. 71. Diferentes grosores espuma PUR	56
Fig. 72. Cordón elástico	56
Fig. 73. Almohadillas de espuma viscoelástica	57
Fig. 74. Almohadillas de silicona	58
Fig. 75. Croquis carcasa inferior 1	59
Fig. 76. Croquis carcasa inferior 2	59
Fig. 77. Detalle tubo carcasa inferior	60
Fig. 78. Variación de la sección del tubo	60
Fig. 79. Detalle de continuidad geométrica en la variación de la sección del tubo	61
Fig. 80. Croquis carcasa superior 1	63
Fig. 81. Croquis carcasa superior 2	63
Fig. 82. Croquis pieza elástica	64
Fig. 83. Esquema capas de la pieza elástica	64
Fig. 84. Perímetro coincidente de la pieza elástica y la carcasa	65
Fig. 85. Esquema proceso de moldeo por inyección	68
Fig. 86. Piezas de moldeo carcasa inferior	69
Fig. 87. Pieza de moldeo carcasa superior	69
Fig. 88. Ejemplo molde de acero para inyección	70
Fig. 89. Taladrado carcasa inferior	71
Fig. 90. Chaflanado carcasa inferior	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Fig. 91. Fresadora CNC	71
Fig. 92. Fresa para taladros	72
Fig. 93. Fresa para chaflanado	72
Fig. 94. Unión partes carcasa inferior	73
Fig. 95. Fresa para roscado	74
Fig. 96. Planchas de espuma PUR apiladas	75
Fig. 97. Tela de malla	75
Fig. 98. Cortadora láser CNC	75
Fig. 99. Cortes resultantes	76
Fig. 100. Montaje de los recortes	76
Fig. 101. Detalle esquemático de cosido	77
Fig. 102. Esquema proceso de colocación y prensado de los recortes	77
Fig. 103. Esquema proceso de colocación y cosido	78
Fig. 104. Pieza elástica resultante	78
Fig. 105. Esquema orden de imprimación	79
Fig. 106. Piezas de los auriculares	80
Fig. 107. Colocación pieza elástica	81
Fig. 108. Colocación carcasa inferior	81
Fig. 109. Colocación tornillos	81
Fig. 110. Colocación almohadilla	81
Fig. 111. Auriculares montados	82
Fig. 112. Software empleado	95
Fig. 113. Medidas oreja relevantes	125
Fig. 114. Medidas base del diseño	125
Fig. 115. Diagrama de caja y bigotes	126
Fig. 116. Datos de las medidas tomadas	127
Fig. 117. Diagrama caja y bigotes medida extra	127
Fig. 118. Diagrama caja y bigotes alto trago	128
Fig. 119. Diagrama caja y bigotes ancho lóbulo	128
Fig. 120. Medidas base definitivas	129
Fig. 121. Medidas base tela elástica	130
Fig. 122. Diagrama caja y bigotes ancho hélix	130
Fig. 123. Diagrama caja y bigotes ancho total oreja	131
Fig. 124. Diagrama caja y bigotes alto total oreja	131
Fig. 125. Medidas base tela elástica definitivas	132
Fig. 126. Batería 90 mAh	135
Fig. 127. Módulo receptor bluetooth	135
Fig. 128. Módulo amplificador	135
Fig. 129. Circuito electrónico	136
Fig. 130. Bobina de carga	136
Fig. 131. Sensor de proximidad	136
Fig. 132. Diafragmas	136
Fig. 133. Rueda de LiDS	139
Fig. 134. Rueda de LiDS Blackbird vs estándar	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de modelos	26
Tabla 2. Diagrama de Gantt proceso fabricación	83
Tabla 3. Diagrama de Gantt proceso total	84
Tabla 4. Coste del material	86
Tabla 5. Coste componentes comerciales	86
Tabla 6. Coste de material total	86
Tabla 7. Cálculo días reales	87
Tabla 8. Salario según operario	88
Tabla 9. Cálculo coste de mano de obra directa	89
Tabla 10. Cálculo coste del puesto de trabajo	91
Tabla 11. Coste total de fabricación	92
Tabla 12. Cálculo del precio unitario de venta	94
Tabla 13. Resumen estadístico medida extra	127
Tabla 14. Resumen estadístico alto trago	128
Tabla 15. Resumen estadístico ancho lóbulo	128
Tabla 16. Resumen estadístico ancho hélix	130
Tabla 17. Resumen estadístico ancho total oreja	131
Tabla 18. Resumen estadístico altoo total oreja	131
Tabla 19. Matriz MET	144



blackbird