



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño y Desarrollo de un dispositivo para la
optimización del entrenamiento deportivo
orientado al esquí

*Design and Development of a sports training
optimization device, focusing on ski*

Autor/es

María Reyes Torrubia Sanz

Director

Daniel Montañés Rocha

Ponente

Eduardo José Manchado Pérez

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
2016/2017



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

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

TRABAJOS DE FIN DE GRADO / FIN DE MÁSTER

D./D^a. MARIA REYES TORRUBIA SANZ,

con nº de DNI 73161951D en aplicación de lo dispuesto en el art.

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

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
GRADO, (Título del Trabajo)

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO PARA

LA OPTIMIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

ORIENTADO AL ESQUÍ

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

Zaragoza, 24 de NOVIEMBRE de 2017

Fdo: _____

resumen

El proyecto parte de la premisa de llevar a cabo el diseño y desarrollo de un dispositivo innovador de optimización del entrenamiento deportivo. El dispositivo final se orienta al esquí y a un usuario amateur pero devoto, mejorando el entrenamiento y la experiencia de uso, utilizando las innovaciones tecnológicas disponibles para facilitar la comprensión de la información que proporciona y transmitir dicha información al usuario durante el entrenamiento sin distracciones.

El producto final se trata de un dispositivo orientado al salto de esquí, con la posibilidad de utilizarlo también para el esquí alpino, el cual se encarga de corregir la postura del usuario a lo largo de la práctica del deporte con el fin de mejorar su técnica.

abstract

The project's initial definition stated that its goal was to design and develop an innovative sports training optimization device. The final product is focused on ski and targeted at an amateur but devoted user; it is intended to help improve training sessions as well as user experience through the latest technological innovations available to enable an understanding of the information the device provides, delivering it to the user during training without causing distraction.

The device that was developed ultimately focuses on jump ski, making it also possible to use it for alpine skiing. Its aim is to correct the skier's position while they are on the slopes, improving their skills and technique.

índice

resumen + abstract	3
introducción	6
objetivo + empresa + alcance + metodología	6
descripción de fases	7
tabla de anexos	8
estudio preliminar	9
FASE 1: INVESTIGACIÓN	
1.1 estudio de mercado	11
el esquí	11
dispositivos existentes	11
buzz report	11
diagnóstico de la industria	12
stakeholders map	12
análogos - antílogos	12
entrevista experto	13
encuestas	13
in/out	14
1.2 perfil de usuario	15
mapa de empatía	15
persona	15
customer journey map	15
FASE 2: CONCEPTUALIZACIÓN	
2.1 especificaciones de diseño	16
2.2 generación de conceptos	17
introducción	17
concepto 1	18
concepto 2	20
concepto 3	22
concepto 4	24

índice

2.3 características comunes	26
2.4 evaluación de conceptos	27
FASE 3: DESARROLLO	29
3.1 desarrollo de concepto	30
3.2 estudio de sensores	31
3.3 estudio ergonómico	33
3.4 principio de funcionamiento	34
3.5 componentes electrónicos	35
3.6 partes y componentes	36
3.7 materiales utilizados	38
3.8 dimensiones generales	39
3.9 diseño gráfico	41
3.10 secuencia de uso	42
3.11 app complementaria	43
3.12 prototipo	45
3.13 visualización	46

introducción

el objetivo

Este trabajo final de grado consiste en el diseño y desarrollo de un **dispositivo de optimización del entrenamiento deportivo** en una o varias disciplinas deportivas, en colaboración con la empresa Aureel. En este caso el producto se centrará en el ámbito del esquí.

El principal objetivo del proyecto es la aplicación de las técnicas y metodologías de diseño y desarrollo de producto adquiridas a lo largo del grado, de forma que el resultado sea un concepto de producto innovador, que cumpla a su vez los requerimientos planteados por la empresa, así como los establecidos en el propio proyecto.

alcance

El desarrollo del producto final en el que se centra el proyecto se ha realizado a nivel conceptual, planteando una forma definitiva y estableciendo los componentes electrónicos comerciales que constituirán, las relaciones entre ellos y su funcionamiento. A nivel de fabricación, se ha realizado un desarrollo del producto a nivel de prototipo, considerando las piezas que lo compondrán y los métodos usados en su fabricación, pero dejando fuera del alcance del proyecto la descripción completa de las piezas.

la empresa

Aureel es una empresa incubada en la Agencia Espacial Europea, formada por egresados de Diseño Industrial de Zaragoza que tienen como misión crear un mundo más saludable a partir de tecnología que optimice los entrenamientos deportivos. Es una empresa enfocada en el desarrollo de soluciones de optimización del rendimiento deportivo. Pretenden desarrollar electrónica deportiva para alto rendimiento, con gamas de alta calidad para gente no especializada. Apuesta por gente joven universitaria con iniciativa y creatividad para iniciar nuevos proyectos e ideas juntos con el fin de continuar con su desarrollo y llegar a diseñar y producir productos competitivos.

la metodología

Se realizará un estudio de los deportes en Europa con el fin de orientar el proyecto y decidir un deporte interesante a nivel de diseño y comercialización. Se dará mucha importancia a la fase de investigación, centrándola en el usuario y sus necesidades y comodidad. Para el diseño se hará uso de metodologías de conceptualización, evaluando las alternativas de acuerdo a su viabilidad técnica y oportunidades de mercado. Se llevará a cabo el desarrollo formal final del producto con la ayuda de prototipos.

introducción

El proyecto elegido tenía como premisa el diseño y desarrollo de un dispositivo de optimización del entrenamiento deportivo, sin limitar el ámbito al que se pudiese aplicar dicho producto. Las distintas fases del proyecto se han estructurado de la misma forma: una investigación en el inicio de la fase, con el fin de adquirir los conocimientos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de la misma, que sería la siguiente etapa y por último la toma de decisiones que condicionarán el camino a tomar en la fase siguiente. El proceso se estructura en forma de pirámide invertida, ya que al principio se tiene en cuenta una gran cantidad de información y conforme avanza el proyecto esta cantidad se va delimitando y concretando.

fase 0

Se realizó una fase previa en la que se pretendía delimitar el entorno de aplicación del proyecto. Para conseguirlo, se realizó un macroestudio de los deportes practicados por la población europea, ya que es en este continente donde la empresa busca implantar el producto.

fase 1

En la primera fase se siguieron los métodos utilizados habitualmente a lo largo del grado. Se comenzó con una investigación y estudio de mercado, procediéndose a recoger información detallada sobre el esquí. Esta investigación se complementó mediante la aplicación de metodología utilizada por la empresa, y consta de un Buzz Report de páginas web y apps, y la aplicación de herramientas POEM de Diagnóstico de la Industria, Análogos y Antílogos, Customer Journey Map, Persona, Mapa de Empatía, Stakeholders Map, así como Encuestas al usuario potencial y Entrevista a Experto.

fase 2

Se partió de una generación de Especificaciones de Diseño a partir de las conclusiones de la *FASE 1*, y a continuación se procedió a la creación y desarrollo de cuatro conceptos diferenciados. Posteriormente se realizó la evaluación de los mismos y selección de concepto final mediante una encuesta a expertos.

fase 3

En la última fase del proyecto se realizó el desarrollo de las características formales y funcionales finales del concepto seleccionado, partiendo de una última fase de investigación tecnológica que condicionó el desarrollo del producto final. En esta fase se completará el proyecto hasta las delimitaciones concretadas en *ALCANCE*.

introducción

tabla de anexos

anexo I __ el deporte en Europa	1-9
anexo II __ el esquí	10 - 25
anexo III __ estudio de mercado	26 - 52
anexo IV __ perfil de usuario	53 - 59
anexo V __ evaluación de conceptos	60 - 64
anexo VI __ tecnologías aplicadas	65 - 67
anexo VII __ estudio de sensores	68 - 88
anexo VIII __ estudio ergonómico	89 - 95
anexo IX __ alternativas funcionales y formales	96 - 103
anexo X __ componentes electrónicos	104 - 109
anexo XI __ materiales	110 - 113
anexo XII __ dimensiones	114 - 116

0.1 estudio preliminar el deporte en Europa

Antes de comenzar la fase de investigación del proyecto, y con el objetivo de delimitar el ámbito deportivo en el que este se centraría, se decidió realizar un estudio preliminar, o *FASE 0*, sobre el deporte a día de hoy en Europa, con la finalidad de decidir a qué deporte área del deporte se orientaría finalmente el dispositivo de optimización del entrenamiento deportivo de manera razonada y objetiva.

En este estudio se planteó primero la cuestión de qué se considera deporte, para posteriormente llevar a cabo un análisis de las motivaciones de las personas para llevar a cabo una actividad deportiva, así como los tipos de usuarios que podemos encontrarnos en la práctica del deporte. Se estudian también qué tipos de deportes podemos encontrar, tanto aquellos que son mayoritarios como nuevas tendencias que están surgiendo, y se clasifican de acuerdo a cuáles son los más practicados. Se realiza también un análisis final de la inversión económica que se suele realizar en cada uno de ellos.

El estudio en su totalidad, así como las conclusiones extraídas, se pueden consultar en **anexo I, páginas 2 a 9**.

En estas conclusiones se valora que, en el caso de orientarse a los deportes en los que la inversión económica es menor, que suelen ser los deportes colectivos, se debería plantear el uso del producto en un ámbito profesional, ya que estarían más dispuestos a realizar una inversión mayor que los otros tipo de usuarios en este caso.

Sin embargo, cuando la inversión que el usuario que realiza el usuario aumenta, puede orientarse el producto ya a deportes individuales, más dispuestos a gastar dinero en comprar algo que complementa al resto de su equipamiento.

Finalmente, de todos los deportes que se tuvieron en cuenta en este estudio preliminar, se consideró que era más viable orientar el producto al **esquí**, ya que es un deporte de gasto alto en el que la gente invierte bastante más dinero en equipamiento, lo que también predispone a los posibles usuarios a comprar productos de este tipo y permitiría establecer un precio más elevado del producto. También se pueden encontrar muchos más usuarios "devotos" del deporte, la tipología de usuario que hacia la que suele buscar orientarse la empresa colaboradora, que suelen invertir dinero en estos dispositivos. Además, se trata de un deporte individual, por lo que se venderían más unidades.

fase 1

investigación

1.1 estudio de mercado

el esquí

Como punto de partida de la fase de investigación, se realiza una búsqueda exhaustiva de información sobre el esquí, en la que se tiene en cuenta en qué consiste este deporte, así como su historia y las distintas modalidades en las que se divide y subdivisiones de estas modalidades. Además, se realiza un recuento de las estaciones de esquí que hay en Europa y de la totalidad de esquiadores, realizando una estimación del número de ellos que podrían estar interesados en el producto. A continuación, se lleva a cabo un estudio de el equipamiento utilizado en el esquí, con el fin de identificar posibles formas de implementar el producto en elementos ya utilizados por el usuario.

Finalmente se realiza una versión reducida de esta investigación previa en un deporte similar, el snowboard, planteando la posibilidad de que el producto pueda ser utilizado no sólo en el ámbito del esquí, sino también en otros deportes de nieve. La totalidad de esta investigación puede encontrarse en el **anexo II, páginas 11 a 25**.

dispositivos existentes

En esta parte del estudio, que puede encontrarse en **anexo III, páginas 27 a 30**, se realiza una recogida de los dispositivos wearables o productos similares existentes orientados específicamente al campo del esquí, en cualquiera de sus modalidades, así como otros deportes de nieve, como el snowboard, y que estén relacionados con la tipología del producto, buscando conocer la oferta existente y tratando de encontrar algún nicho de mercado.

buzz report

Para obtener unas nociones generales de lo que puede resultar interesante para el usuario, se llevó a cabo un buzz report de las páginas web habituales que se consultan en el mundo del esquí y la información que facilitan. Se decidió llevar a cabo también un análisis de las aplicaciones para móvil relacionadas con el esquí, ya que podrían contener información de interés dada la tipología del producto a desarrollar. Este análisis se realizó teniendo en cuenta las funciones que ofertan cada una de ellas. Para ver las distintas páginas web y apps móvil analizadas, consultar **anexo III, páginas 31 a 35**.

Es común en casi todas las aplicaciones encontradas que se recopilen datos estadísticos durante la práctica de esquí. También pueden medir el tiempo empleado en descanso, en el telesilla y el tiempo real de esquí, así como mapear el recorrido realizado por el deportista.

Toda esta información se almacena en el historial del usuario, y algunas aplicaciones no sólo permiten compartir las estadísticas en redes sociales, sino que funcionan ellas mismas como una red social, permitiendo compartir resultados con otros usuarios de la aplicación, haciendo posibles la comparación de las mismas e incluso la organización de competiciones. En este tipo de aplicaciones es usual que sea posible incluso compartir fotos. Es común también que las aplicaciones ofrezcan de forma complementaria información sobre el estado de las estaciones de esquí a tiempo real.

1.1 estudio de mercado

diagnóstico de industria

Se lleva a cabo buscando visualizar los aspectos clave relacionados con el estado y la salud de la industria en el tiempo presente y determinar en qué lugar se encontraría la empresa en este posible mercado.

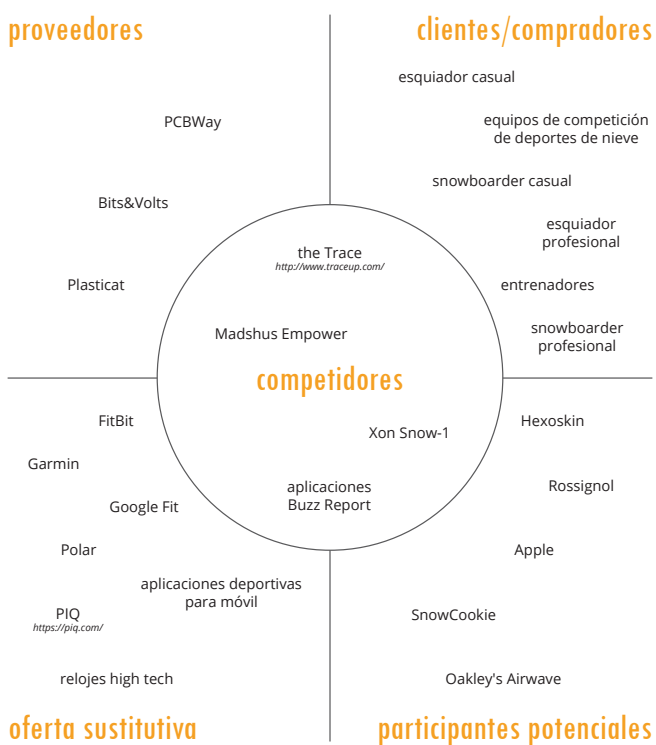


figura 1_ diagnóstico de la Industria

stakeholders map

Esta herramienta se utiliza con la finalidad de establecer relaciones entre los distintos actores que rodean tanto al usuario como al producto, y así poder establecer cuáles ejercen mayor influencia sobre el producto, y por tanto, cuáles se ha de tener más en cuenta en el desarrollo del mismo. En este caso, aunque el producto es el que se encuentra en el centro del esquema, también se estudia de manera detallada los stakeholders que rodean al usuario.



figura 2_stakeholders

análogos - antílogos

El objetivo de esta herramienta es el de entender la realidad actual de la empresa, así como de realizar un posicionamiento de la misma en el mercado, a través de comparaciones con terceros similares o bien pertenecientes a otro sector.

análogos

por la generalización del uso de esta tipología de producto	por la posibilidad de personalización que ofrece	por la asistencia personalizada



algo complicado de programar y poner en funcionamiento



algo que eliges usar pero que a la larga resulta incómodo

antílogos

figura 3_análogos y antílogos

1.1 estudio de mercado

entrevista a experto

Con el fin de obtener una perspectiva de alguien que se dedique o se haya dedicado profesionalmente al esquí, y que pueda ofrecer nuevas perspectivas y posibilidades, se entró en contacto con dos esquiadoras, Clara y Mónica, que respondieron a las preguntas planteadas de forma conjunta. La totalidad de esta entrevista puede consultarse en **anexo III, páginas 39 a 40**.

encuestas

Se realizaron encuestas orientadas a esquiadores posibles usuarios del futuro producto, desde gente con poca experiencia y que no esquían con frecuencia, pasando por el usuario “devoto” que se comentaba previamente, hasta personas con experiencia más o menos profesional en este deporte.

A la hora de distribuir las encuestas, se dividieron las cuestiones en tres apartados distintos: el primero plantea preguntas estadísticas relacionadas con el deporte en general, el segundo se centra en las preguntas sobre el esquí y en el tercero se realizan cuestiones relacionadas con los wearables deportivos. Para consultar las preguntas realizadas, ver **anexo III, páginas 41 a 45**.

De las respuestas a la encuesta, la cual fue rellenada en su mayoría por persona que cumplen el perfil de usuario objetivo del producto, por lo cual pueden considerarse los resultados como relevantes para el proyecto, se extrajeron una serie de conclusiones que posteriormente se utilizarían para generar las *ESPECIFICACIONES DE DISEÑO*. A continuación las más importantes:

- El esquí más practicado es el alpino.
- La mayoría esquía con su propio equipamiento.
- Suelen fijarse ellos mismos los objetivos que quieren cumplir.
- No se suele realizar entrenamiento complementario fuera de pista.
- Se considera que sonido, luz y vibración son las formas más adecuadas de transmisión de la información para evitar distracciones.
- Se prefiere la colocación del dispositivo en extremidades superiores.
- La mayoría estarían dispuestos a gastar entre 100 € y 150 € en el dispositivo.

Para consultar las gráficas de respuestas y el resto de las conclusiones, ver **anexo III, páginas 46 a 51**.

1.1 estudio de mercado

in/out

Esta herramienta busca generar una visualización clara de los objetivos del proyecto, así como sus limitaciones y alcance. De la combinación de esta gráfica con las conclusiones extraídas de los distintos análisis de esta primera fase, se generarán las *ESPECIFICACIONES DE DISEÑO* que servirán como punto de partida para la generación de conceptos.



figura 4_in/out

1.2 perfil de usuario

Con el fin de conocer mejor el usuario objetivo del producto, sus preferencias y aquellas características que podría demandar del producto a diseñar, se utilizaron diversas herramientas para la creación y posterior análisis de un perfil de usuario, que se describen a continuación.

mapa de empatía

Se trata de una técnica que suele utilizarse para visualizar en el mismo plano los aspectos emocionales y racionales del usuario, con el fin de entender su punto de vista. En este caso no se ha orientado únicamente al producto, sino que también se ha tenido en cuenta la actitud del usuario hacia la práctica del esquí.



figura 5_mapa de empatía

persona

El análisis de persona se realiza con el fin de ampliar los conocimientos de las motivaciones y preferencias del usuario, de manera detallada y creando un arquetipo. En este caso se han creado tres personas, teniendo en cuenta las posibles variables de usuario que se han podido observar de acuerdo con las respuestas a la encuesta, es decir, el esquiador social, el profesional y el devoto. Pueden consultarse en detalle en **anexo IV, páginas 55 a 57**.

customer journey map

Tomando como punto de partida las personas creadas en el apartado anterior, se elaboró un estudio en el que se valora cómo cada una de ellas afrontaría la práctica del esquí, qué necesidades podrían surgir a lo largo de este proceso y en qué momentos podrían entrar en contacto con el dispositivo a desarrollar. Pueden consultarse en detalle en **anexo IV, páginas 58 y 59**.

fase 2

conceptualización

2.1 especificaciones de diseño

críticas

- Resistente a golpes.
- Resistente a la humedad.
- Medición
 - Tiempo
 - Velocidad máxima
 - Pulsaciones
 - Desnivel acumulado
 - Contador de giros
 - Distribución de presión plantar
 - Distribución de presión en los esquís
 - Paralelismo de los esquís
- **Historial** mediante gráficas de los datos acumulados (tiempo, velocidad...)
- Visualización de datos a **tiempo real**.
- Sistema de **seguridad** y emergencia en caso de alud.
- Sensor situado en esquís/tabla para unas mediciones con mayor exactitud.
- Utilizar **luz, audio** o **vibración** como método de alerta y transmisión de información.
- El dispositivo debe **complementar** el entrenamiento sin distraer al usuario.
- Detección del **tiempo** de entrenamiento y pausas entre entrenamientos.
- No está orientado para un usuario que no sabe esquiar, sino para un usuario que ya sabe esquiar y quiere mejorar su **técnica**.
- Incluye una serie de entrenamientos **preprogramados** que el usuario puede seguir, con la posibilidad de personalización.
- **GPS** de **precisión** capaz de registrar con exactitud los recorridos realizados así como la distancia esquiada.
- Duración de la **batería** de al menos un día completo de esquí.

deseables

- Compartir en **redes sociales**.
- **App** complementaria que funcione como red de esquiadores.
- Información **climática**.
- Medición
 - Calorías
- Información del **estado de la nieve**.
- Mayor duración de la **batería**.
- Conexiones **inalámbricas** con otros dispositivos del equipamiento de esquí.
- Posibilidad de **crear** tus propias rutas a partir de bajadas realizadas fuera de pista.
- Menor **número de piezas** posible.

2.2 generación de conceptos

introducción

Tomando como punto de partida la conclusiones de los distintos estudios de la *FASE 1*, así como las *ESPECIFICACIONES DE DISEÑO* establecidas en esta fase, se procedió a desarrollar 4 distintos conceptos de producto, cada uno de los cuales se centrará en distintos factores importantes a la hora de entrenar y mejorar la técnica y velocidad en el esquí.

Los conceptos desarrollados están divididos en dos grupos: dos conceptos se centrarán en factores que afectan a la bajada del esquiador, como el recorrido realizado o las diferentes velocidades alcanzadas, mientras que los otros dos se centrarán más específicamente en la técnica del esquiador, buscando ayudar a corregir la postura a la hora de esquiar o la posición de los esquís.

Se ha determinado que para el primer grupo de conceptos, dado que es muy importante no distraer al usuario del recorrido para no causar un accidente, se transmitirá la información buscando que el usuario pueda mantener la concentración en el recorrido, como por ejemplo, por vibración, mientras que en el segundo grupo, dado que se da más importancia a la técnica y por tanto la bajada de la pista puede realizarse de manera más controlada, puede transmitirse la información de manera más directa, como de forma visual o por audio.

2.2 generación de conceptos

concepto 1

El primer concepto desarrollado para el proyecto se trata de un dispositivo que se centra en el **recorrido** que realiza el esquiador.

El concepto parte de que, a la hora de entrenar y bajar la pista, no hay un recorrido marcado, sino que el esquiador efectúa la bajada sobre la marcha. Para un esquiador ocasional al que no le preocupa mejorar no existe problema; sin embargo, si se trata de alguien interesado en perfeccionar la técnica y potenciar distintos factores a la hora de realizar la bajada, supone limitante.

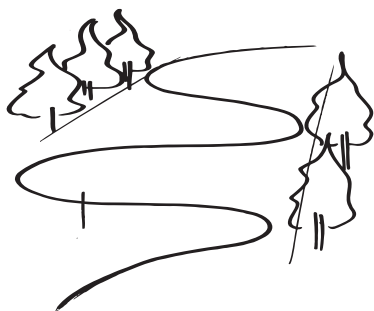


figura 6_bocetos concepto 1

Por tanto, el concepto consistiría en que el dispositivo proporcionara información a tiempo real al usuario para determinar si está cumpliendo el recorrido establecido o no, y qué ha de hacer para corregirlo.

Se plantea que este recorrido pueda ser uno que exista de forma previa y que esté programado en el dispositivo, pudiendo el usuario elegirlo en la app complementaria en el momento de realizar la actividad física, estando las distintas opciones separadas por niveles de dificultad y por tanto, adaptándose al nivel del usuario.

Otra opción sería que el usuario realice un recorrido preliminar para marcar el trazado del mismo, y que este sirva de referencia para las bajadas siguientes. La elección de uno u otro depende en gran medida del alcance de la tecnología de posicionamiento que se disponga, que se tratará más adelante.

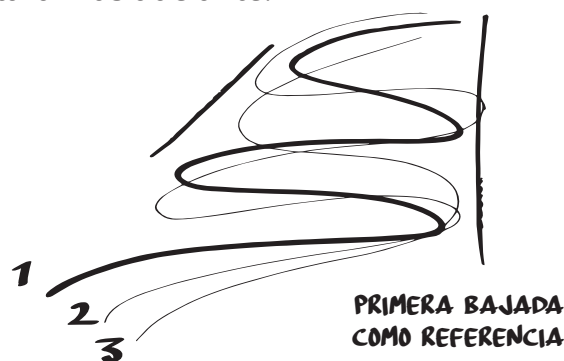


figura 7_bocetos concepto 1

Para una reproducción correcta de estos recorridos y la correcta localización de los mismo en el espacio, se baraja la posibilidad de que sea necesario incluir una serie de balizas a lo largo de la bajada que ayuden a reproducir la posición exacta del usuario en todos los momentos de la bajada.



figura 8_bocetos concepto 1

2.2 generación de conceptos

concepto 1

A pesar de que el dispositivo está orientado al recorrido, se considera la opción de dar al usuario la posibilidad de determinar en la app complementaria cuál es el factor de la bajada (recorrido, velocidad, número de giros...) que se prioriza en la transmisión de información a tiempo real durante el recorrido.



figura 9_bocetos concepto 1

La transmisión de información a tiempo real al usuario se plantea de dos formas distintas: sonido o vibración. En la opción con sonido, la información se transmitiría al usuario cuando fuese necesario mediante un pequeño dispositivo que podría acoplarse a las gafas o al casco.

Si se elige la opción por vibración, el usuario podría llevar puesta una cinta torácica, sujetador o camiseta térmica deportiva o bien un cinturón en el que la zona de la hebilla estaría dividida en cuatro partes.

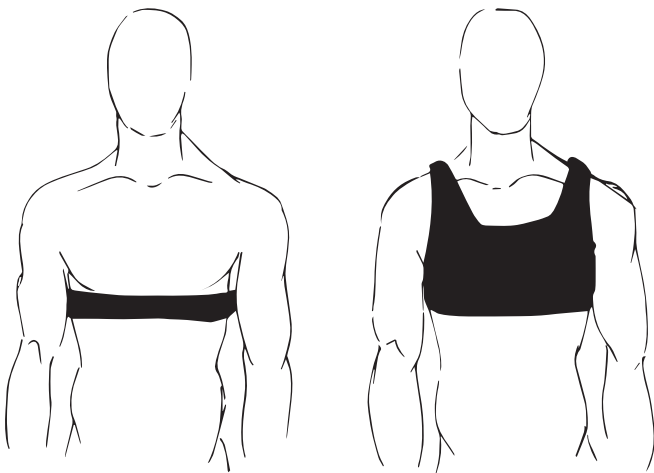


figura 10_bocetos concepto 1

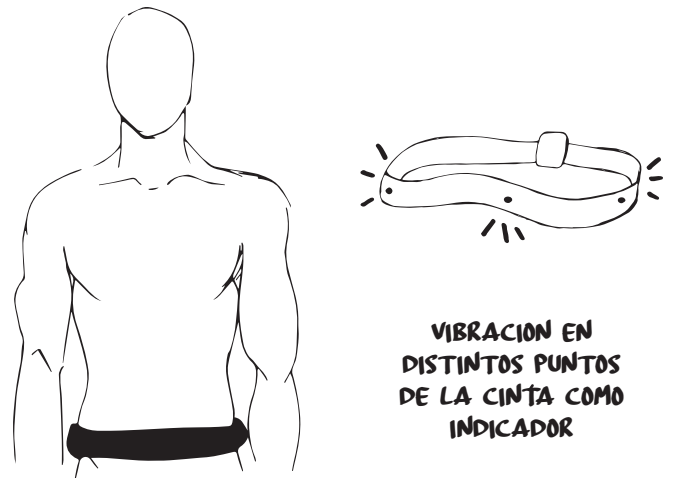


figura 11_bocetos concepto 1

En todas las distintas opciones, distintas áreas del dispositivo vibrarán si el usuario va demasiado lento en la bajada o para indicar la dirección que ha de tomar, dependiendo del factor al que se le haya dado prioridad.

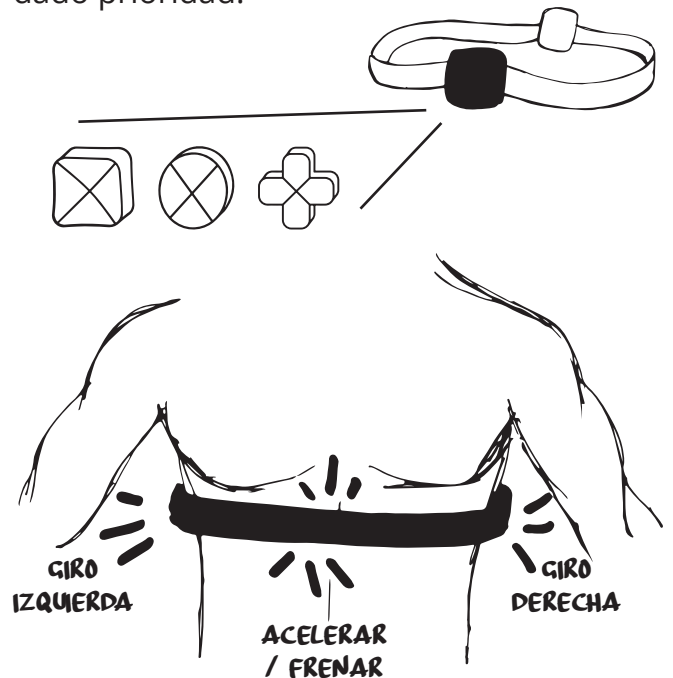


figura 12_bocetos concepto 1

Se prefiere la segunda opción porque se considera que para recorridos de bajada en los que se alcanzan velocidades considerables distrae menos al usuario, pero aún no se ha decidido.

2.2 generación de conceptos

concepto 2

El segundo concepto se centra en la **corrección de la postura** del usuario. En principio, este dispositivo se orienta a usuarios menos experimentados que el anterior, como gente que está empezando a esquiar pero también puede ser usado por usuarios habituales que desean corregir y mejorar su postura durante el ejercicio para evitar lesiones o bien para mejorar sus resultados y corregir sus objetivos.

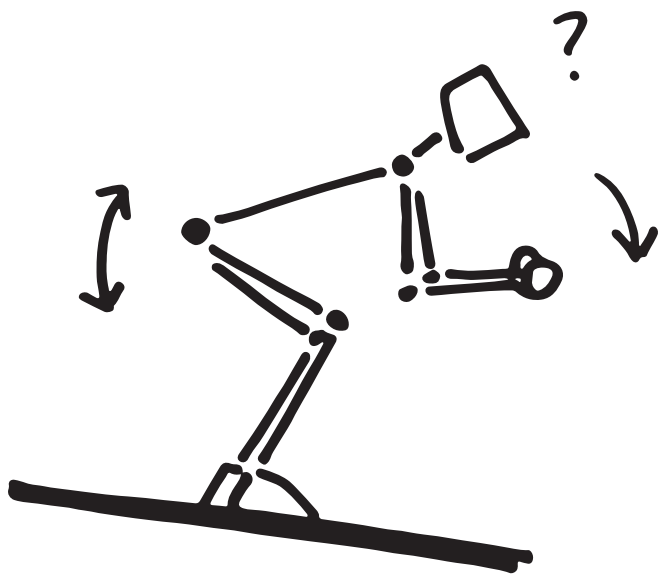


figura 13_bocetos concepto 2

Para poder llevar a cabo un cálculo preciso de la postura correcta para cada persona, sería necesario disponer de una serie de factores fisiológicos del usuario, como altura y peso. Se plantea entonces que sea el mismo usuario quién, de forma previa al ejercicio, introduzca sus datos de altura y peso (y aquellos otros datos que puedan resultar necesarios) en la app complementaria del dispositivo, con el fin de que este pueda estimar la postura más adecuada a través de los datos ergonómicos que estarían almacenados en la misma.

Posteriormente, la postura del usuario sería detectada por unos sensores mientras se realiza la actividad, y la compararían con estos parámetros ya existentes para determinar si es necesario o no realizar cambios posicionales. Estos sensores serían la parte del dispositivo que se comercializaría, y se ha valorado distintas opciones en cuanto a su colocación.

La primera de ellas es que se trate de unos dispositivos de pequeño tamaño colocados en la parte delantera de los esquís, que constarían de un sensor óptico, y que se colocarían a una distancia tal del usuario que, cuando este flexionara las rodillas más de lo adecuado, estas entrarían en la línea de visión del sensor y provocarían que se mandara una señal al usuario en tiempo real. También se valora que haya un rango dentro del campo de visión del sensor donde este espere detectar movimiento, y que sea al salir de ese rango cuando se active la respuesta.

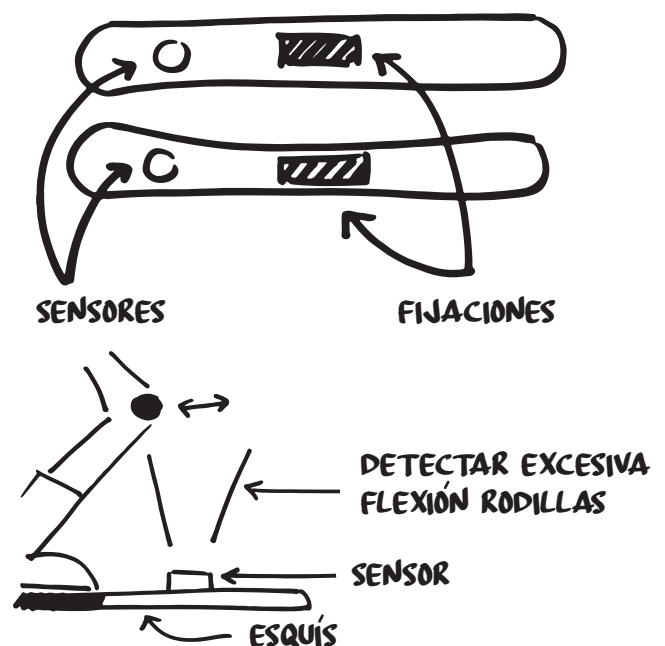


figura 14_bocetos concepto 2

2.2 generación de conceptos

concepto 2

Otra opción es la colocación de un sensor en la espalda, similares a las protecciones *tortuga*, que sea capaz de detectar la inclinación de la misma y transmitir una señal en el caso de que esta no sea la correcta. Este mismo tipo de sensor podría colocarse también en los codos, estimando la flexión de los brazos y comparándola con los datos almacenados.

Se plantea también una tercera opción, que se colocaría en la parte delantera de las botas, y que sería capaz de detectar no solo la posición del usuario, sino también la presión que se está haciendo en ese área, siendo entonces el resultado de la medición más preciso y consiguiendo una mejor corrección de la postura.

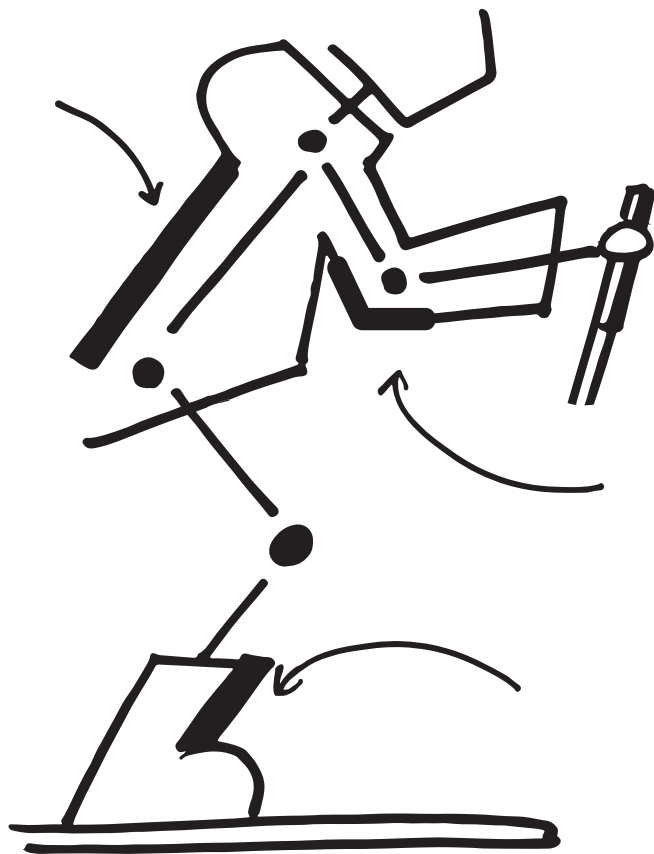


figura 15_bocetos concepto 2

Para la comunicación de información en tiempo real al usuario, se considera utilizar las mismas técnicas que en el concepto anterior. Si se tratara de uno de los casos en los que el dispositivo se encuentra colocado cercano, es decir, en la espalda, codos o parte delantera de las botas, el dispositivo vibraría para comunicar al usuario que la postura no es la correcta.

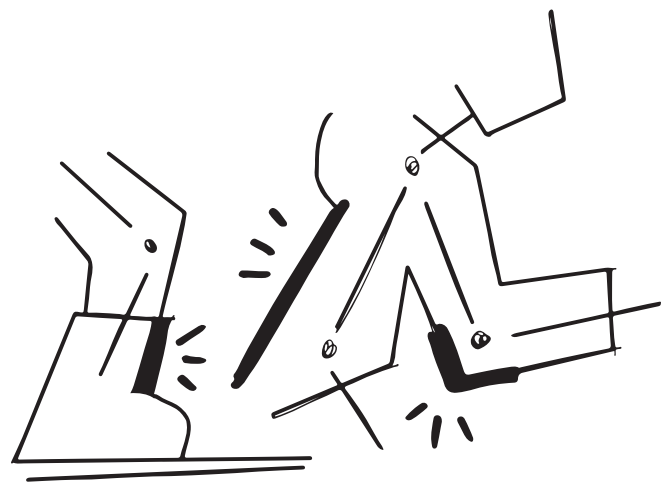


figura 16_bocetos concepto 2

Para todos los casos, podría haber un segundo dispositivo de audio que se pudiese acoplar a otras partes del equipamiento y que transmitiría información al usuario.



figura 17_bocetos concepto 2

2.2 generación de conceptos

concepto 3

El tercer concepto se centraría también en corregir la posición, pero esta vez sería la posición de los esquís. Es un concepto que podría aplicarse tanto al esquí alpino como al esquí de fondo.

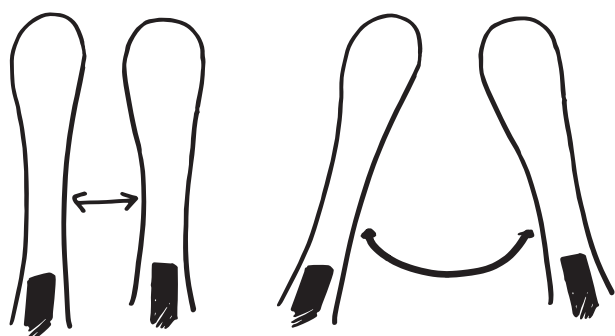
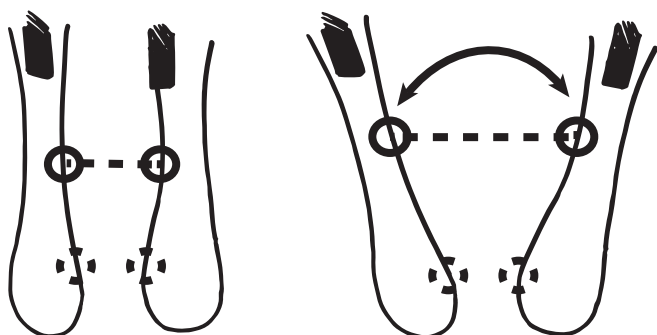


figura 18_bocetos concepto 3

En este caso se plantea el colocar unos sensores directamente en los esquís que, mediante la emisión de una señal (en un primer momento, se considera que lo más adecuado para unas mediciones correctas es que sea una señal óptica), sean capaces de determinar la posición de los esquís uno respecto al otro en cada momento, y evaluar si esta es la correcta para acelerar o girar, dependiendo de la parte del recorrido en la que esté el usuario.



SEGUNDO PAR DE SENSORES PARA DETERMINAR SI LAS TABLAS SE ENCUENTRAN PARALELAS O INCLINADAS

figura 19_bocetos concepto 3

Podría plantearse también, igual que en uno de los conceptos anteriores, que fuera el usuario el que, de manera previa a la práctica del ejercicio, estableciera en la app complementaria al dispositivo el objetivo que busca alcanzar, de manera que la acción del mismo quedase delimitada.

Para este concepto se considera que la transmisión de información al usuario en tiempo real se realice de forma diferente a las anteriores: visual. Este cambio se debe a que, dado que el dispositivo está orientado a la posición de los esquís y no está relacionado con el recorrido, puede utilizarse un método que requiera más atención por parte del usuario a la hora de interpretar la señal que se le está transmitiendo.

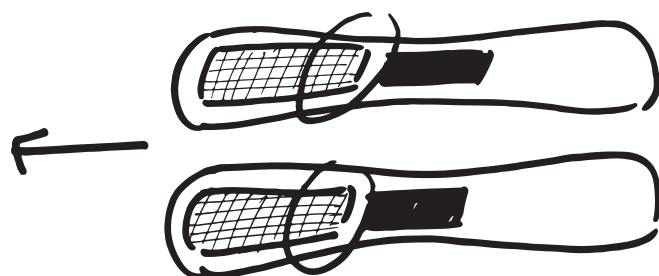


figura 20_bocetos concepto 3

Se ha pensado en la inclusión de unos LED en la parte delantera de los esquís, lo cual además permitiría transmitir la información en una escala gradual, es decir, no consistiría únicamente en informar al usuario de que está haciendo algo bien o mal, sino que posibilitaría que el usuario fuese capaz de percibir qué parte del esquí necesita una mayor corrección de la posición, así como intuir qué tiene que hacer para llevar a cabo esta corrección.

2.2 generación de conceptos

concepto 3

La localización de los LED, que se encontrarían en todo momento colocados directamente sobre los esquí, podría ser concentrados en unos puntos en la parte delantera de la tabla, que a la vez podría actuar de sensores; colocados en unas lengüetas que se encajasen en la parte delantera de los esquí, facilitando su intercambiabilidad; o, por último, en forma de lámina adheridas a la parte delantera del esquí, siendo esta posibilidad la que mejor se ajusta a la transmisión de la información graduada.

Para la iluminación de estos LED se utilizaría un código de color rojo-amarillo-verde, como el de los semáforos, que permitiría al usuario una fácil comprensión de la información que se le está transmitiendo sobre qué es lo que debe corregir respecto a la posición de los esquí de forma intuitiva, ya que es un código al que está habituado.

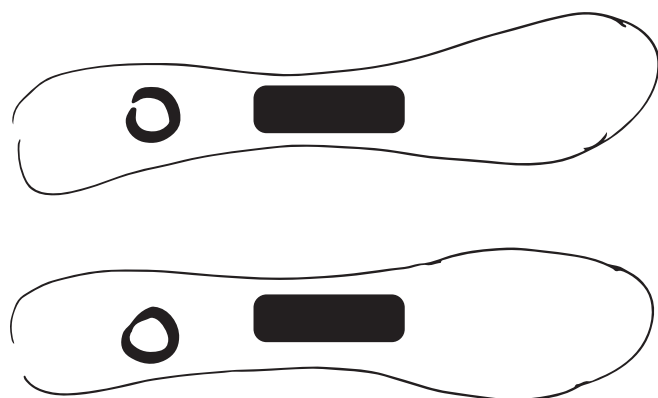
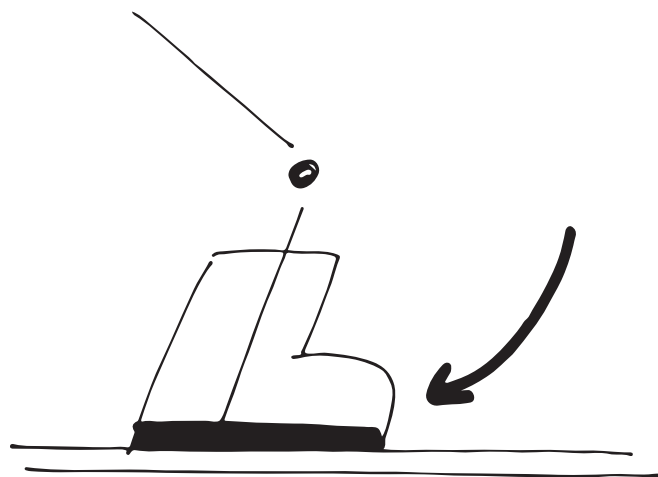
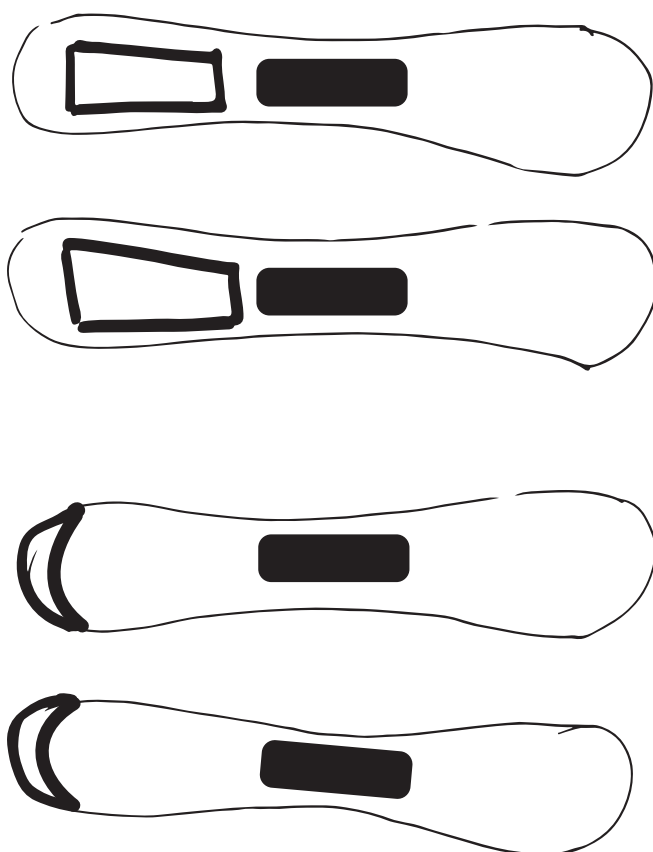


figura 21_bocetos concepto 3

2.2 generación de conceptos

concepto 4

El cuarto y último concepto busca centrarse en la **velocidad** que el usuario alcanza o mantiene durante el recorrido.

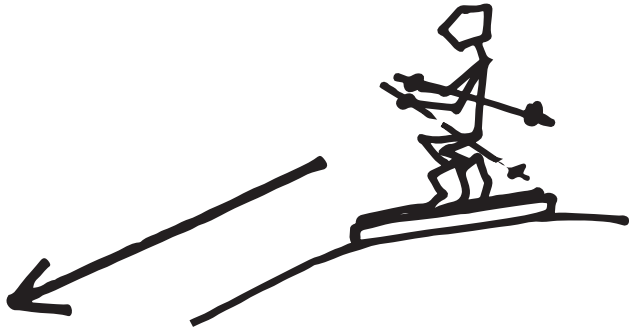


figura 22_bocetos concepto 4

Este concepto se enfoca de forma exclusiva en la medición y seguimiento de las distintas velocidades del usuario a lo largo del trazado.

Con el fin de lograr una medición más precisa de las velocidades alcanzadas por el usuario, se ha decidido que el sensor cuyo propósito es recoger la información ha de estar situado lo más cerca posible de la superficie de esquí, y por tanto, se colocará en la zona de la bota o en la misma tabla de esquí.

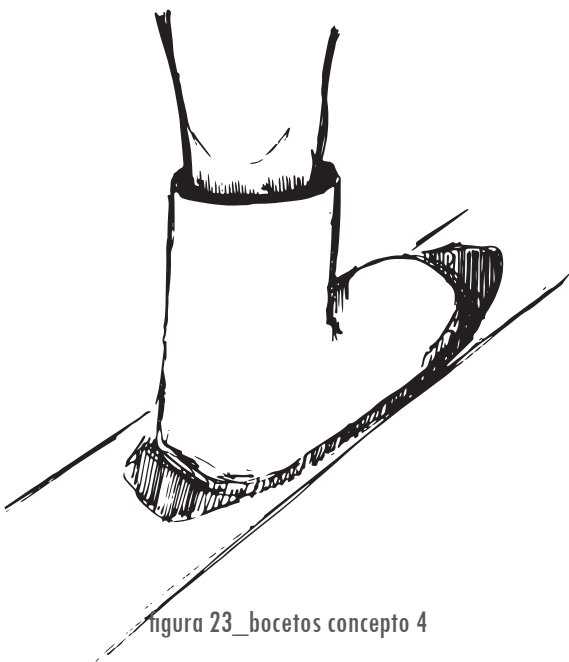


figura 23_bocetos concepto 4

La colocación directa en la tabla de esquí podría realizarse de distintas formas, como por ejemplo mediante ventosa o por adherencia.

Otra posibilidad sería la de colocar el sensor en un brazaletes elástico o similar, pudiendo colocarla alrededor de la pierna del esquiador, entre la rodilla y la bota.

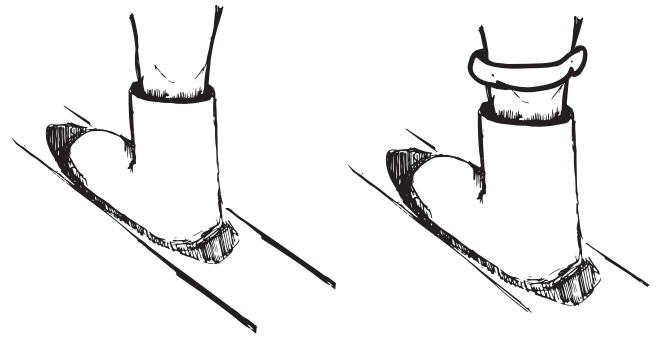


figura 24_bocetos concepto 4

También se considera opción de desarrollar un sensor que pudiera acoplarse a la bota del esquiador, lo cual evitaría molestias.

Por último, se ha planteado también el desarrollo de un sensor con forma de plantilla, que se coloque dentro de ambas botas; este último facilitaría también la medición de otros parámetros, como el reparto del peso que lleva a cabo el usuario en los distintos momentos del recorrido.

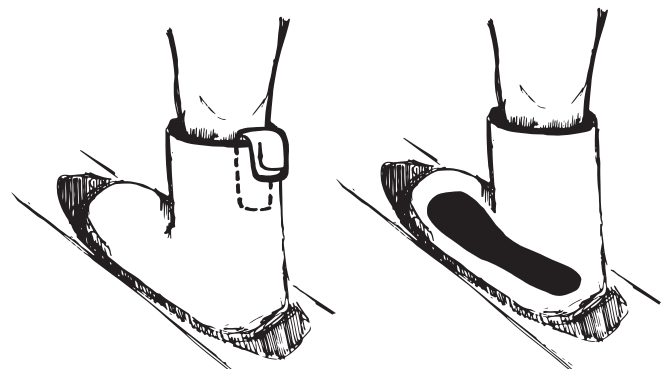


figura 25_bocetos concepto 4

2.2 generación de conceptos

concepto 4

En cuanto a la comunicación en tiempo real de información al usuario, y como se ha planteado también en otros conceptos, este realizaría una configuración en la app complementaria al dispositivo de manera previa a la actividad deportiva, indicando el factor al que quiere dar predominancia en la medición y transmisión de información, el cual sería, bien la velocidad media a lo largo de todo el recorrido, o bien la velocidad máxima que lleva el esquiador en los distintos puntos del trazado.

Para la transmisión de esta información al usuario, se plantea que pueda ser de forma visual, de la misma manera que se describió en el concepto anterior, y teniendo en cuenta las mismas alternativas de transmisión, o bien mediante vibración, de forma similar a la descrita en los dos primeros conceptos.

En principio, se plantea que el método visual se use para el esquí de fondo, que consta de recorridos más largos y es por tanto una variedad centrada más en la resistencia y no en la explosividad, permitiendo que la señal que se transmite al usuario pueda suponer de mayor atención por parte de este, mientras que el método de vibración se centraría más en la modalidad alpina, donde las carreras no son tan largas y se alcanza más velocidad en la bajada.

Este dispositivo (igualmente que todos los anteriores) recogerá más datos a lo largo del recorrido, y los mostrará en la app complementaria. En este caso en concreto, mostrará gráficas con la velocidad en todos los puntos del recorrido, así como la velocidad media obtenida, y mapas del recorrido en los que se especificara también la velocidad que el usuario ha llevado en los distintos puntos.

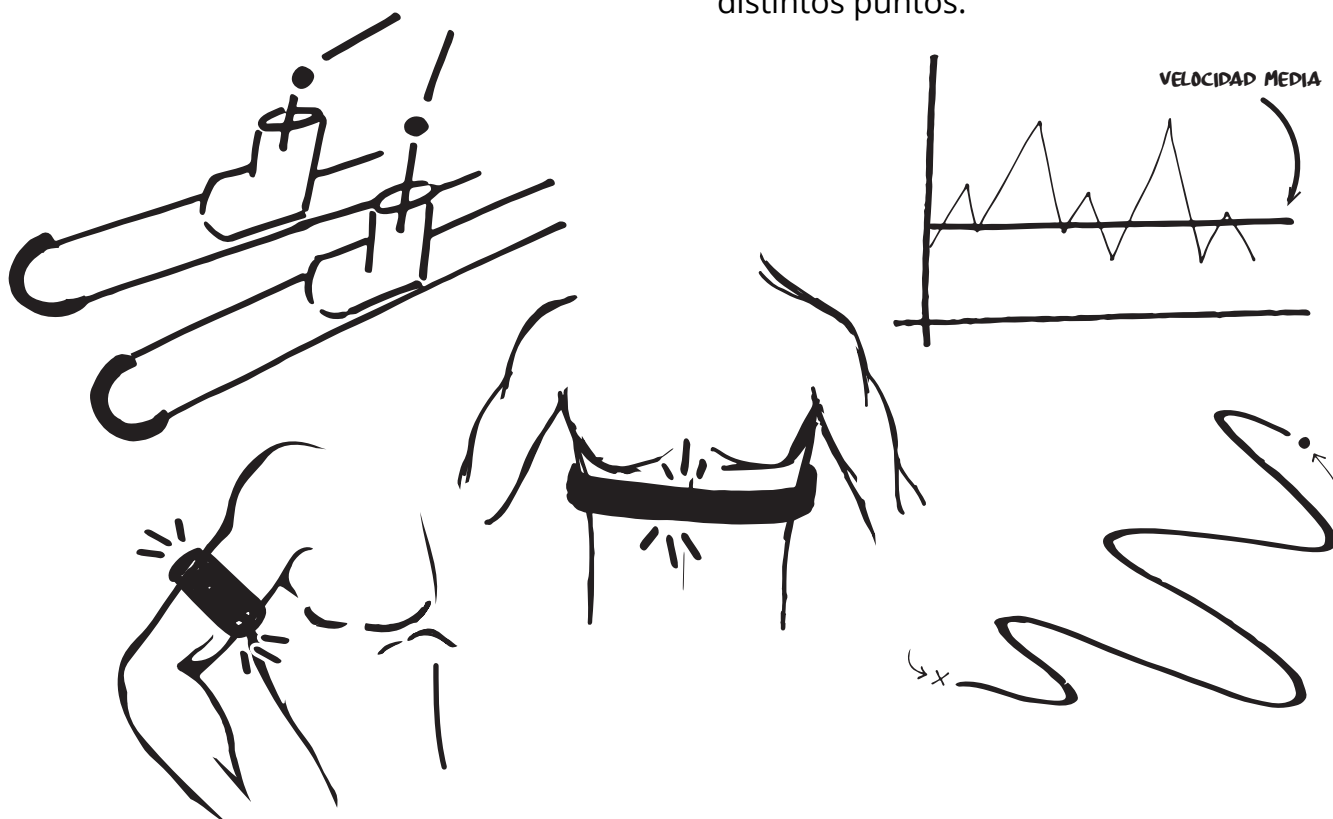


figura 26_bocetos concepto 4

2.3 características comunes

transmisión de información en tiempo real

En los distintos conceptos propuestos, se describen diversos posibles métodos para transmitir información en tiempo real al usuario durante el recorrido. Estos métodos están relacionados con la **visualización**, **audición** o percepción por **vibración** de la información y respuestas generadas por el dispositivo. En las descripciones de los conceptos, se tiene en cuenta una u otra alternativa teniendo en cuenta las características del concepto en cuestión, pero en fases posteriores del desarrollo del dispositivo es posible que se elija una alternativa distinta a la propuesta inicialmente, por lo que puede afirmarse, que, en cierta manera, son intercambiables.

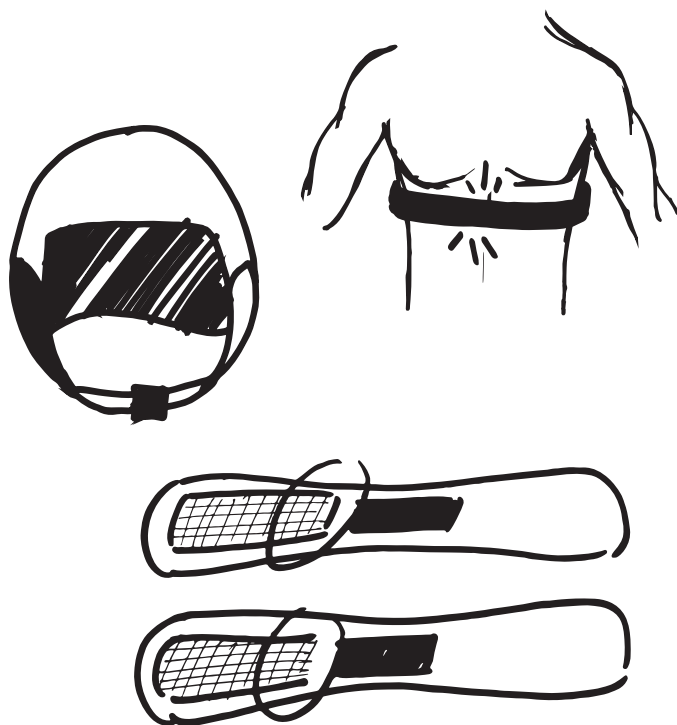


figura 27_bocetos transmisión tiempo real

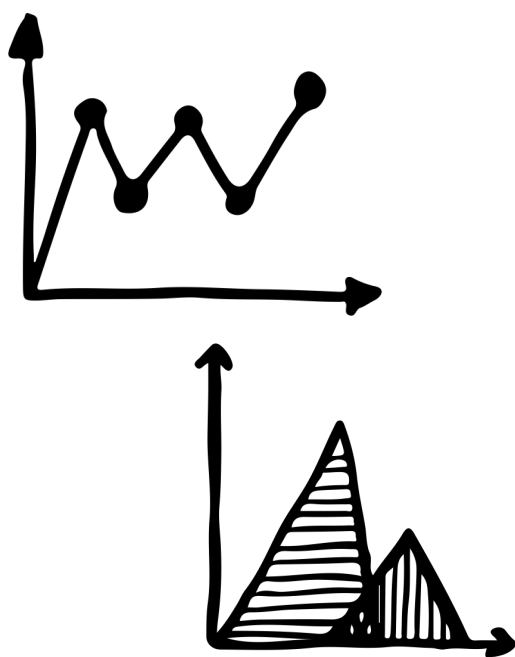


figura 28_graficas estadísticas

recogida de datos

Como se indica en la descripción del último concepto, todos los conceptos planteados en esta fase constarán, no sólo de un sistema de transmisión de información en tiempo real al usuario de uno de los factores del recorrido en concreto, sino que además recopilarán el resto de datos pertinentes a lo largo del recorrido, pudiéndolos mostrar al usuario de forma posterior de distintas formas, como a través de tablas o gráficas, con el fin de que la persona que utiliza el dispositivo sea capaz también de determinar qué factores necesita mejorar a la hora de practicar el deporte.

2.4 evaluación de conceptos

Para la evaluación de los conceptos y la elección de final de uno de ellos, se requirió de la participación de una serie de expertos, practicantes habituales del deporte y personas que esquían con frecuencia y que además suelen hacer uso de dispositivos electrónicos que les ayudan a mejorar en la práctica del deporte y el rendimiento. Con este fin, se expuso a estas personas en qué consistían los conceptos desarrollados, y se les pidió que evaluaran del 1 al 7, siendo 1 la peor puntuación y 7 la mejor, una serie de características de los mismos. Para ver las cuestiones planteadas y las gráficas de las respuestas que se obtuvieron, consultar **anexo V, páginas 61 a 63**.

En las opiniones recibidas referentes a la **utilidad** de los distintos conceptos, se observa que el *concepto 2* es el mejor valorado, siendo además en el que parece haber un mayor acuerdo en la puntuación.

Respecto a la **innovación**, destacan también los resultados obtenidos en el *concepto 2*, ya que a pesar de ser similares a los del *concepto 1* o el *concepto 3*, una vez más podemos observar que hay menos disparidad de opiniones.

En cuanto a la **usabilidad**, hay más diferencia de opiniones en todos los conceptos. Si se atiende a la media aritmética de las puntuaciones obtenidas, es una vez más el *concepto 2* el mejor valorado.

Por último, los resultados obtenidos en la **adaptación a las necesidades** también son bastante similares, y si se tiene en cuenta la media aritmética como en la categoría anterior, se obtiene que el *concepto 2* es el mejor valorado por los entrevistados.

En cuanto al **precio máximo** que estarían dispuestos a pagar, todos los conceptos oscilan entre 50 € y 200 €, siendo predominante en todos ellos el intervalo entre 150 € y 200 €.

Basándose en los resultados obtenidos de las encuestas a distintos expertos en el ámbito del esquí y los dispositivos electrónicos deportivos, se decide elegir el *concepto 2* para desarrollar en la fase final del trabajo.

Para el desarrollo de distintas alternativas de diseño en la fase 3, se realizará primero un estudio de la tecnología existente para conseguir los objetivos marcados para el dispositivo.

Valorando el alcance y las especificaciones de esta tecnología, y teniendo en cuenta las limitaciones que suponga su implementación, se establecerán las alternativas de diseño del dispositivo, así como el posible alcance del producto final, pudiendo este limitarse solamente al ámbito del esquí, o pudiendo ser ampliado al resto de deportes de nieve e incluso a deportes de otros ámbitos.

fase 3

desarrollo

3.1 desarrollo de concepto

Se toma como punto de partida de la tercera y última fase del proyecto la investigación sobre las tecnologías existentes que posibilitan la obtención de los objetivos establecidos para el producto en la fase anterior.

Se buscará información sobre qué tecnología se puede aplicar, cómo ha de aplicarse y cómo esta tecnología determina o limita la forma y funciones del producto. Se intentará hacer uso de ella de manera que el producto final sea lo más universal posible, partiendo de las limitaciones impuestas por la **tecnología**.

Es decir, a pesar de que este proyecto en concreto esté centrado en el desarrollo de un dispositivo de entrenamiento deportivo orientado al esquí, se intentará que la aplicación del producto final sea lo más amplia posible, buscando extenderlo al resto de deportes de nieve o incluso a otros deportes que puedan precisar de necesidades parecidas, en las que es necesario mantener una postura específica de forma precisa para asegurar el éxito y la correcta práctica de los mismos.

La primera idea del concepto que se ha elegido finalmente surgió en base a las necesidades de aquellos esquiadores que se dedican, normalmente a nivel profesional, al **salto de esquí**. En este deporte, que consiste en descender sobre esquís por una rampa para coger velocidad y luego iniciar el vuelo con el objetivo de aterrizar lo más lejos posible, es crítico para el esquiador conseguir una posición lo más correcta posible.

Es una prueba que tiene una gran dificultad técnica y que por ello requiere mucha preparación, pues el objetivo del esquiador no es únicamente saltar lo más lejos posible, sino que además debe hacerlo en condiciones seguras y aterrizar sin contratiempos. Un accidente no sólo le restaría puntuación al esquiador, sino que a menudo tiene consecuencias trágicas para el deportista.

Además, durante el vuelo se debe cuidar la armonía y la estética del movimiento, ya que además de la distancia recorrida, los jueces valorarán el estilo, influyendo ambos factores en la puntuación final. Por ello, como se comentaba, la posición que adopta el esquiador tanto en el tramo inicial de bajada como en el vuelo es crucial tanto a nivel deportivo como a nivel de su seguridad personal. Lo que se busca es entonces, partiendo de este deporte en el que es muy clara la posición que se ha de adoptar y cómo esta influye en el resultado, progresar hacia un concepto que se adapte a un ámbito deportivo más amplio.

Para esto, y como se ha comentado al principio, se procederá a hacer un estudio de las tecnologías disponibles que permitan conocer la **posición relativa** del usuario durante el recorrido. De manera preliminar, se llevará a cabo una investigación (ver **anexo VI, páginas 66 y 67**) sobre las tecnologías de seguimiento, localización y posicionamiento existentes y disponibles, así como sobre los métodos matemáticos de triangulación y trilateración, con el fin de entender el funcionamiento interno de estas tecnologías.

3.2 estudio de sensores

Para la evaluación y selección final del sensor a utilizar en el producto, se tendrán en cuenta varios factores.

En primer lugar, se partirá de las características necesarias en el producto que se establecieron en las especificaciones de diseño y que puedan ser relevantes en este apartado. Por tanto, el sensor finalmente elegido deberá ser uno que sea resistente a golpes, resistente a la humedad y a entornos desfavorables, capaz de funcionar incluso si la visibilidad no es buena (ya que puede ser obstaculizada por la nieve u otros factores), con una velocidad de transmisión alta que permita que el usuario reciba información en tiempo real o con el menor desfase posible y por último, con un consumo no muy elevado, de forma que sea capaz de soportar un día entero de esquí.

De la información recopilada respecto a los distintos sensores con capacidad para la localización y posicionamiento de objetos, el cálculo de distancias y la detección de proximidad, se tendrán en cuenta las ventajas e inconvenientes listados al final de cada apartado, y se compararán con las especificaciones del producto para ver cuál es el más adecuado. Para consultar la totalidad del archivo, ver **anexo VII, páginas 69 a 88**.

Primero, destacar que tanto el acelerómetro como el giroscopio serán utilizados en el producto, ya que son imprescindibles para el cálculo de factores como la velocidad o la aceleración en el recorrido. Se estudiará la posibilidad de que vayan integrados en el mismo dispositivo o bien que puedan acoplarse en otra posición, dependiendo del tamaño requerido.

De los sensores estudiados, los que se han considerado los más adecuados para el producto, debido a sus características, son los siguientes.

Por un lado, se encuentran los encoders, que a pesar de ser también afectados por la humedad, son dispositivos muy resistentes, lo cual evita fallos por golpes, factor por el que se ha determinado podrían utilizarse, al contrario que algunos de los anteriores. Destacan por su exactitud y precisión, sin embargo, en determinados casos, podría necesitarse de instalaciones adicionales para una toma de datos correcta.

Por otro lado, se encuentran los sensores de ultrasonidos, cuyo uso se ve favorecido por el entorno de uso, ya que el sonido se transmite más fácilmente en frío que en caliente, debido a la densidad del aire. Cabe destacar la obtención de medidas precisas en amplias distancias, así como su fácil integración gracias a su forma y tamaño. En contra de estos sensores estaría que constan de una zona ciega, en la que no pueden tomar medidas, que se deberá estudiar si afectaría al correcto funcionamiento del dispositivo, además de que tienen un tiempo de respuesta ligeramente mayor y que ruidos altos puede provocar falsas alarmas, aunque en el esquí, excepto por caídas, no suele haber excesivo ruido.

3.2 estudio de sensores

Se ha observado que el rango de dimensiones de los encoders oscila entre los 20 mm y casi los 100 mm en los sensores de mayor tamaño. Dado que para la finalidad que se le va a dar se necesita un sensor incremental, y no un sensor absoluto, ya que se necesita conocer la posición relativa de los sensores unos respecto a otros y no la posición absoluta del sensor en el espacio, se considerará el rango de menor tamaño, debido a que los encoders incrementales no necesitan de instalaciones adicionales para realizar mediciones precisas.

Los sensores ultrasónicos más pequeños que se encuentran son también de alrededor de 20 mm, y los más grandes alcanzan hasta los 60 mm de ancho.

Dado que las medidas de ambos dispositivos son similares y por tanto, no hay una ventaja de uno frente a otro respecto al tamaño, se compara la precisión de las mediciones obtenidas por dispositivos de similar tamaño y se presentan alternativas funcionales del producto usando ambos dispositivos, para poder determinar cuál será el más adecuado una vez se implementen en el producto final.

A través del planteamiento de unas alternativas funcionales, las cuáles pueden consultarse en **anexo IX, páginas 100 a 103**, se estudió las posibilidades de colocación y aplicación de ambos tipos de sensores, y la precisión y comodidad del dispositivo final.

Finalmente, y de acuerdo a la comparación de las alternativas funcionales mencionadas anteriormente, se decidió utilizar encoders en el dispositivo.

Se podría argumentar que este planteamiento del producto puede resultar más limitante para el movimiento; sin embargo, se ha considerado que gracias a que el dispositivo estaría articulado en la zona central de la protección, la limitación de movimiento resultaría mínima, aunque siempre será mayor que la que se produzca en la otra alternativa de concepto en la que se usan sensores ultrasónicos.

En esta alternativa, el resultado de la medición sería más preciso que en la que usa ultrasonidos, ya que no dependería de factores externos al usuario que puedan modificar o crear una mala lectura de la información. Además, no se producirían errores por una mala colocación del dispositivo ya que la existencia de una parte rígida guiaría al usuario a, de forma intuitiva, colocar el dispositivo en el lugar correcto.

En esta opción no existiría diferencia de colocación del sensor entre el salto de esquí y el esquí alpino, ya que, al no verse influida por factores externos que puedan crear una lectura falsa, los sensores pueden calcular la flexión o distancia de las distintas articulaciones de la misma manera en las dos variedades del deporte. Esto permite afirmar que, en este aspecto, esta alternativa del dispositivo tendría un nivel de aplicación más universal.

3.3 estudio ergonómico

Para determinar cuál es la postura idónea que debería adoptar el esquiador durante la bajada y tratar de acotar los rangos de movimiento que se pueden permitir, en los cuales estaría basado el dispositivo, se ha realizado un estudio ergonómico, en el que se incluirán primero un serie de indicaciones generales sobre la postura que se ha de mantener en todo momento en el esquí, ampliándolas posteriormente con instrucciones específicas para las posiciones básicas del esquí. La totalidad del estudio puede consultarse en el **anexo VIII, páginas 90 a 95**.

Como se ha establecido de forma previa, el producto está orientado al salto de esquí, en el cual la postura está claramente definida, y por tanto es más fácil delimitarla. Se plantea también la aplicación en el esquí de fondo, ampliando los rangos de movimiento permitidos.

En el caso del salto de esquí, se ha observado que el esquiador tiene en todo momento los brazos completamente estirados, exceptuando en el momento del aterrizaje, que es cuando los flexiona para mantener el equilibrio y evitar lesiones. Por tanto, el dispositivo avisará al usuario en el momento que flexione los brazos más de lo debido. Se ha estimado que para que la flexión de los brazos no afecte al equilibrio del esquiador durante la bajada y el salto, se permitirá como máximo una flexión de 20°, momento en el que el dispositivo comenzará ya a vibrar de forma leve, aumentando la intensidad de la vibración en intervalos de 10°.

En cuanto a la posición de las piernas, se han de tener en cuenta dos diferentes: la primera de flexión en el momento de la bajada y la segunda de extensión total en el aire, con el objetivo de conseguir la mayor aerodinámica posible en ambas situaciones. Se ha establecido que el acelerómetro sea el encargado de detectar, a partir de la aceleración alcanzada por el esquiador, en qué momento se encuentra.

En el caso de la flexión, se ha observado que la posición que adoptan es casi la de flexión completa, en el que las rodillas formarían un ángulo de alrededor de 50°, mientras que cuando están en el aire es necesario que tengan las piernas completamente estiradas en un ángulo de 180°. En este caso es más crítico que en el de el tronco superior que se mantenga la flexión o extensión adecuada, por lo que el dispositivo emitirá una señal en el momento en el que haya una desviación de más de 10° en la postura del esquiador.

Para el esquí alpino, en el que no hay una postura definida de forma completa, se ha decidido que el sistema funcione mediante unas tolerancias. Es interesante entonces que se establezca una "posición base", a partir de la cual se establece que la vibración irá aumentando en intervalos de 15° conforme el usuario se aleje de esta base. Para poder llevar a cabo este planteamiento, se ha decidido que en ambos casos el usuario calibre de forma previa una base a partir de la cual se realizarán los cálculos.

3.4 principio de funcionamiento

Finalmente se ha decidido que se optará por los encoders para realizar la detección y medición de la posición del usuario, debido a que los ultrasónicos exigían una colocación precisa del sensor, que sería complicada debido a que el usuario va a encontrarse en constante movimiento y podría mover el sensor durante el recorrido, y además podrían producirse errores de medida si algún objeto se interpusiese en su camino. La alternativa del encoder puede generar una ligera incomodidad en el usuario, pero asegura una colocación correcta del sensor y una medición más precisa.

Por tanto, en el dispositivo final se utilizará un encoder óptico, que se colocaría en la parte articulada y se haría coincidir con la articulación en la que se colocaría el dispositivo. Esta parte articulada conectaría dos pequeñas placas metálicas que serían las que rotarían con la articulación. Se fijaría la placa situada en la parte superior del brazo y en la parte inferior de la pierna, dejando libre para rotar la placa situada en la zona del antebrazo y en el muslo.

Al producirse un flexión o extensión de la articulación, el encoder será capaz de detectar y medir el cambio de posición, y transformar esa información a un ángulo que pudiese ser contrastado por el sistema de procesamiento del dispositivo para ver si se encuentra dentro de los valores aceptables o no.

Para poder medir ángulo absoluto y no únicamente el avance, ya que la flexión puede ir de más a menos abierto y viceversa, cada sector del sensor debe estar identificado. Esto se consigue de manera que cada sector circular tenga una combinación de blancos y negros, teniendo cada sector varios colores, y haciendo corresponder cada una de estas combinaciones con un número binario, tal que blanco = 0 y negro = 1. De esta forma puede identificarse el sector circular en el que se encuentra el dial, y de ahí el ángulo específico. Para esto, será necesario un sensor óptico por cada corona, que en este caso serán tres.

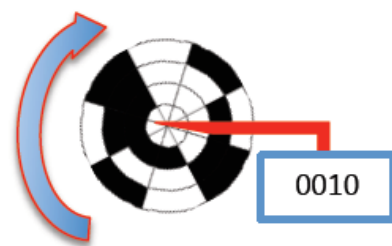


figura 30_encoder óptico

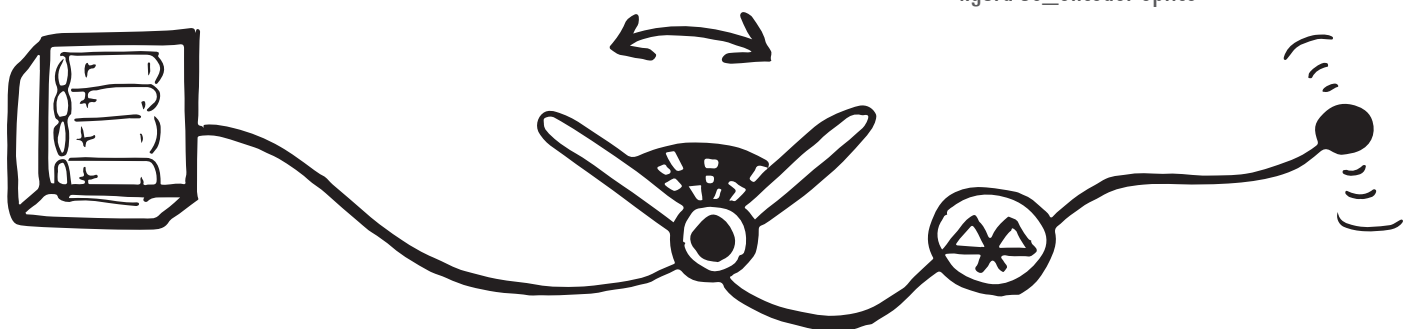
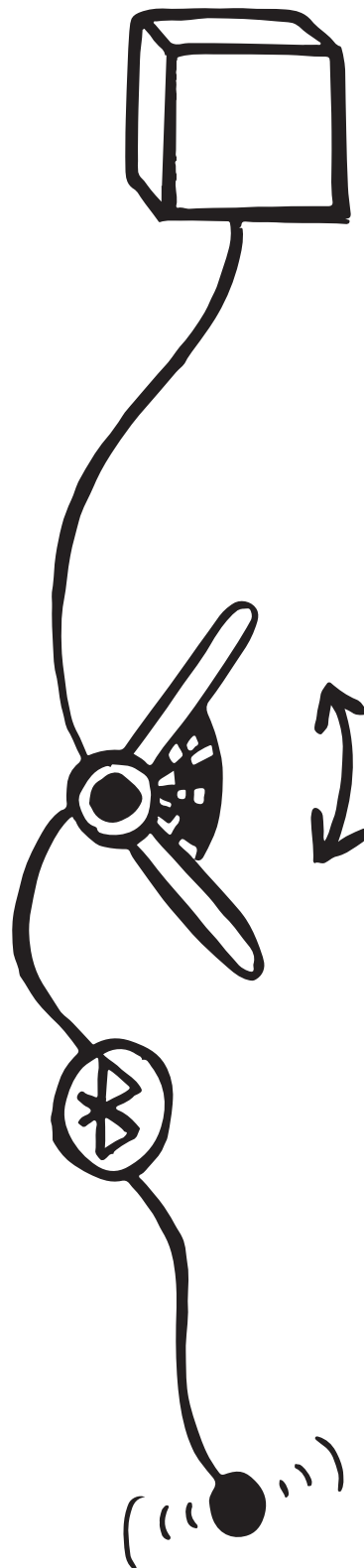


figura 29_configuración electrónica del dispositivo

3.5 componentes electrónicos

En el **anexo X, páginas 105 a 109**, puede encontrarse una explicación detallada de los distintos elementos que conformarán el sistema electrónico del dispositivo y los criterios que se han seguido para seleccionarlos. A continuación se presentan únicamente las características técnicas de los mismos, ya que serán todos ellos elementos comerciales.



batería

UBP053450/PCM
54 x 36 x 6.20 mm
Mouser Electronics

encoder

688-EC11E15244B2
30 x 12 x 15 mm
Mouser Electronics

bluetooth

SESUB-PAN-D14580 TDK
3.5 x 3.5 x 1.0 mm
Mouser Electronics

motor vibración

CMT-8530S-SMT
8.5 x 8.5 x 3 mm
Mouser Electronics

figura 31_configuración electrónica del dispositivo

3.6 partes y componentes

En cuanto a las distintas partes y componentes del producto y su distribución, se plantea que se organicen de la siguiente manera.

Todo el producto estaría montado sobre una base de tela, que sería la que iría en contacto con el brazo o la pierna del usuario y que, en la cara que entra en contacto con el cuerpo del usuario, constaría de una serie de tiras de silicona que funcionarían como sistema antideslizamiento y garantizarían que el producto se mantiene en su sitio durante la práctica del ejercicio.

Sobre esta tela se colocará una capa de silicona, de alrededor de 1-2 mm de grosor, que busca amortiguar y a la vez ejercer de aislante para los componentes del dispositivo.

Posteriormente se colocarán los distintos componentes. En primer lugar, la batería, que irá insertada dentro de una carcasa de plástico inyectado que consta de unas patas a ambos lados, que permitirán que se pueda coser sobre una banda elástica, la cual a su vez irá cosida sobre la protección y la tela. Esta banda elástica cumplirá una doble función de asegurar que la batería está bien colocada y no molesta al usuario, además de asegurar que el dispositivo se mantiene colocado en su sitio a pesar del peso añadido.

Conectado a la batería y colocado en la zona de la articulación se encuentra el sensor y las dos placas articuladas que permiten al dispositivo medir el ángulo de flexión o extensión de las articulaciones del usuario.

En este caso, el sensor y una de las placas se encontrarán unidos de tal manera que el movimiento de la placa respecto al sensor esté bloqueado. La otra placa sin embargo se dejará libre respecto al sensor para que pueda girar de forma solidaria a la articulación y pueda realizar las mediciones.

Se plantea que estos componentes se encuentren protegidos en un primer momento por un recubrimiento que fuera lo suficientemente rígido como para crear una primera capa de protección, pero lo suficientemente flexible como para que no limite los movimientos del usuario. Para poder cumplir estos requerimientos, se decidió realizar esta parte del dispositivo también en silicona.

Sobre esta primera protección se situarán cosidos una serie de aros plásticos, con forma de un cierto arco de circunferencia, que permiten la flexión de la articulación pero que a la vez ofrecen una mayor protección a esta zona. Se coserán a la zona en la que se quieren situar.

Se desestima la colocación de carcasas ya que limitaría el movimiento de las placas y por tanto causaría mediciones erróneas. Por encima de todos estos componentes se colocaría una última capa de tela, que sellaría la zona.

Por último, existiría un cableado que saldría de la zona del sensor y que comunicará con la muñeca o la zona del muslo, dependiendo de la variante del producto que sea. Estos cables, que son los encargados de conectar con el motor de vibración que transmitirá información al usuario, estarían situados dentro de un bolsillo reforzado cosido sobre la tela, que los protegería.

3.6 partes y componentes

Se ha considerado que en esta zona no sólo se encuentre situado el motor de vibración sino también el sensor Bluetooth que comunicará con el teléfono móvil del usuario. Ambos se colocarían en el interior de una carcasa similar a la que se ha comentado anteriormente que se usará para la batería, y que irá cosida a la tela y cubierta.

Se ha planteado también dejar un cierre de velcro en la parte en la que se encuentra situada la batería, con el fin de poder abrirlo y recargar la batería con facilidad cuando esta esté gastada.

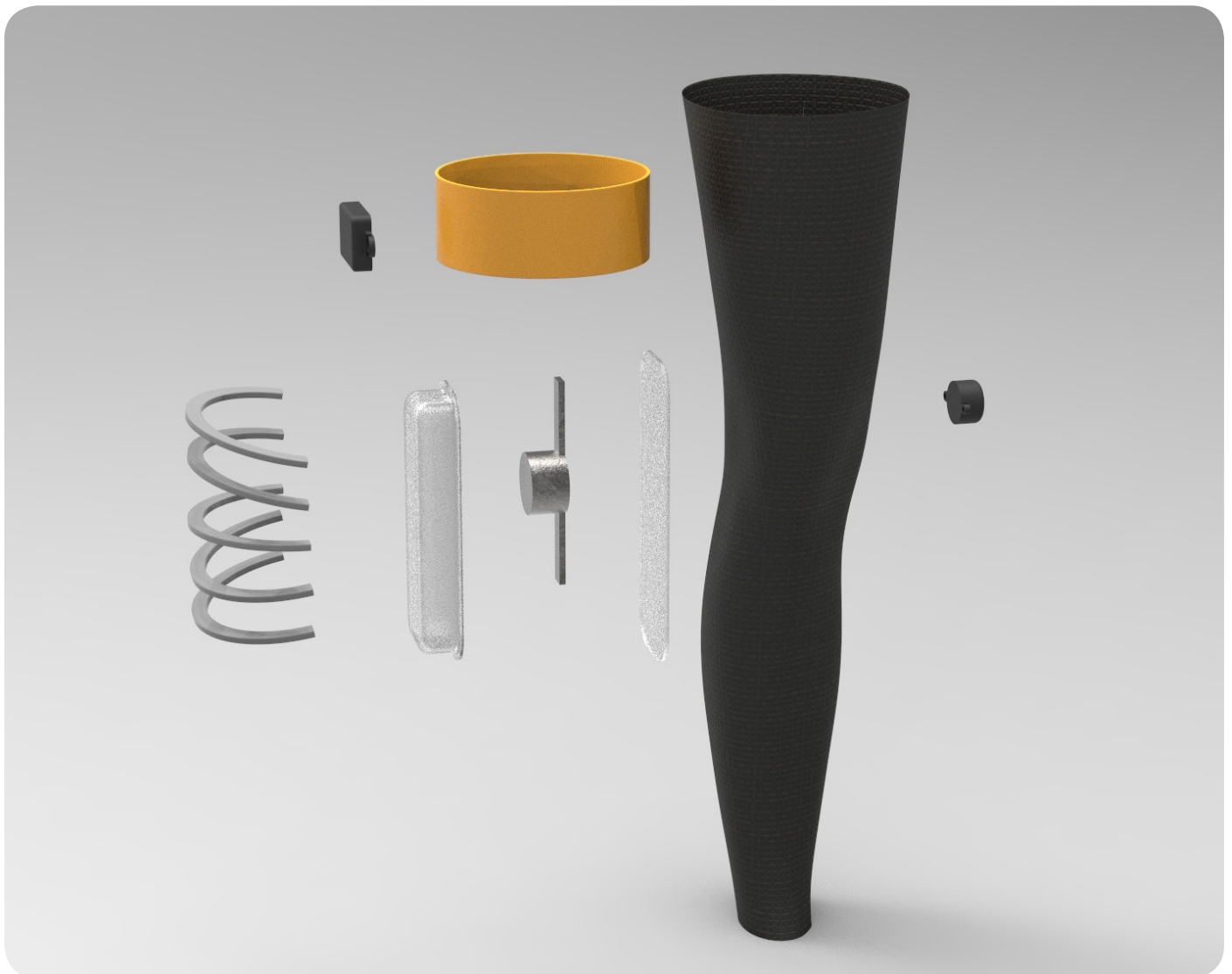


figura 32_vista explotada de piezas

3.7 materiales utilizados

textil base

Para el tejido del producto se puede distinguir entre dos casos distintos: el de la protección articular y el caso de la ropa térmica. En un principio se planteó el uso de distintos tejidos en los dos casos, pero tras realizar un pequeño análisis (ver **anexo XI, páginas 111 a 113**) acerca de los tipos de materiales usados en esas situaciones, se pudo observar que se solía usar el mismo tipo de fibra sintética en ambos y se determinó unificar el material para facilitar la producción. Por ello, y con el fin de asegurar unas buenas propiedades de elasticidad, flexibilidad y resistencia, finalmente se decidió que el tejido base del dispositivo fuese una combinación de 80% nailon y 20% lycra.

material protección

Con el fin de asegurar una buena protección tanto de las articulaciones del usuario en caso de caída como de los propios componentes electrónicos que irán situados en el interior, y además conseguir esto de tal manera que el movimiento del usuario durante la práctica del esquí se vea limitado lo menos posible, se utilizará un protección de espuma, del tipo que se puede encontrar en elementos de protección articular media.

A partir de un estudio de cuáles son las más usadas en productos de este tipo, se ha podido observar que lo más común, debido a las buenas propiedades de amortiguación y flexibilidad, es la silicona.

otros

estructura protección

Para la protección de los componentes electrónicos situados en el interior del dispositivo se toma como referencia los refuerzos utilizados en chaquetas de motoristas profesionales, que los protegen en caso de caídas, y se busca implementar algo similar en el dispositivo final. Por eso, se decide utilizar una serie de aros, colocados de forma estratégica y cosidos al textil base, que protegerán los componentes de la zona de la articulación sin limitar el movimiento de la misma.

antideslizante

En el caso de coderas y rodilleras, y para evitar una mala colocación de las mismas, causada por el deslizamiento del producto a lo largo de la extremidad debido al sudor o al movimiento, se ha decidido incluir un sistema **antideslizante**, muy común en los productos de este tipo. De esta manera se asegura que la lectura obtenida por el producto es la correcta.

refuerzos

Los refuerzos y carcasas dentro de los cuales se colocaran los distintos componentes electrónicos y que servirán de protección se realizarán en PVC por sus propiedades aislantes y de resistencia.

3.8 dimensiones generales

Al tratarse de un producto que el usuario va a llevar puesto, ya sea en la alternativa de ropa térmica o en la alternativa de protección articular (como se establece en las alternativas formales, **anexo IX, páginas 98 y 99**) no se pueden establecer unas medidas únicas, de forma que todos los usuarios lleven el mismo producto, sino que es necesario crear un sistema de tallas.

Para hacerlo, se tomará como referencia los tallajes ya existentes en otras marcas de ropa deportiva y ropa térmica, y se determinará el tallaje de este producto, estableciendo unas medidas de referencia.

**medidas en mm*

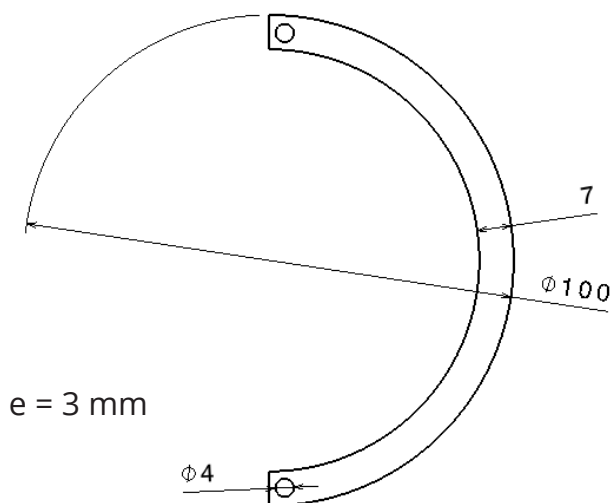


figura 32_medidas generales aros

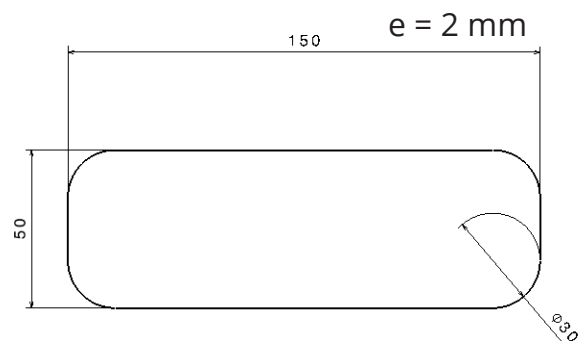


figura 33_medidas generales base silicona

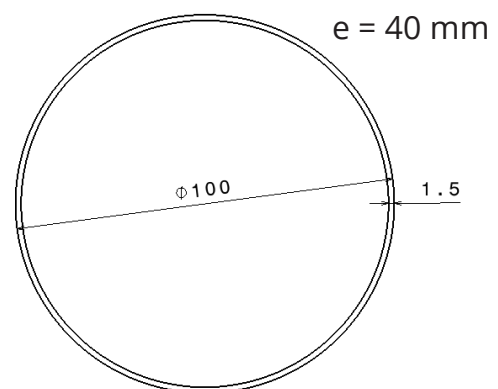


figura 34_medidas generales banda elástica

Debido a que este tipo de ropa es, por lo general, ajustada, se ha decidido realizar una diferenciación entre hombres y mujeres, buscando la comodidad del usuario y además, asegurando mediante la adaptación del producto al usuario que este se encuentra posicionado de manera correcta y obtiene mediciones relevantes.

Para consultar el tallaje y las distintas medidas que lo determinan, ver **anexo XII, páginas 115 y 116**.

A partir de estos tallajes, se han determinado las dimensiones generales del dispositivo con el fin de que pueda usarse un único estándar para todos ellos.

3.8 dimensiones generales

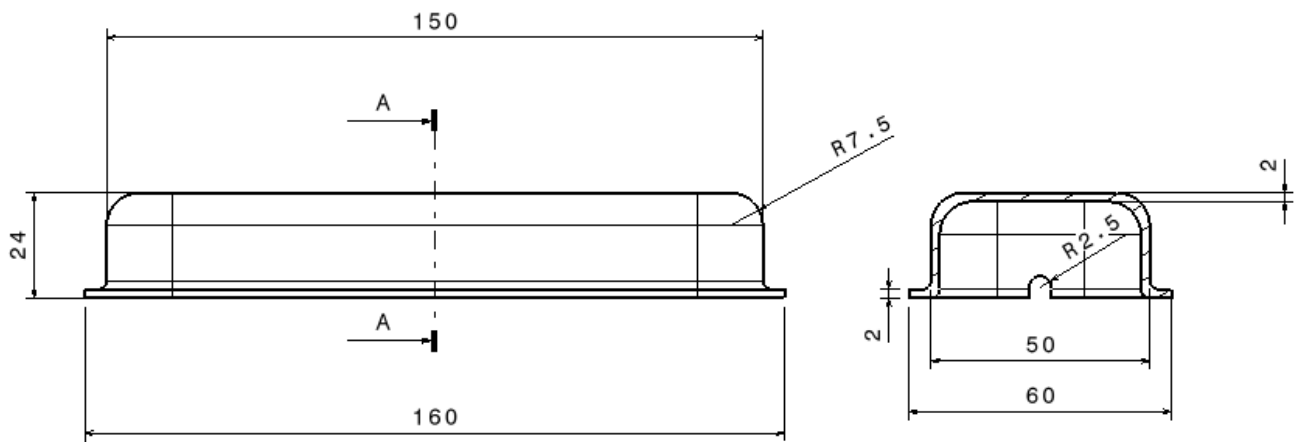


figura 35_medidas generales tapa silicona

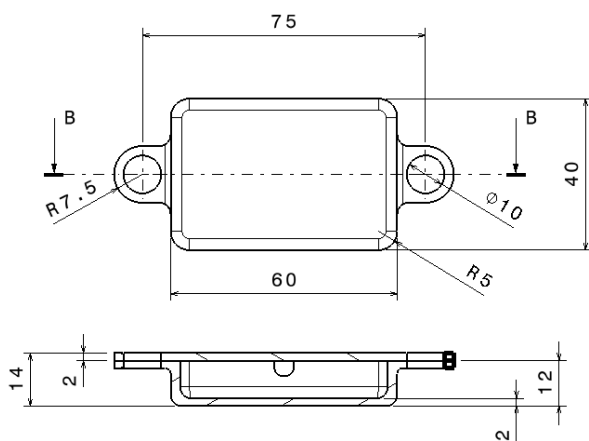


figura 36_medidas generales carcasa batería

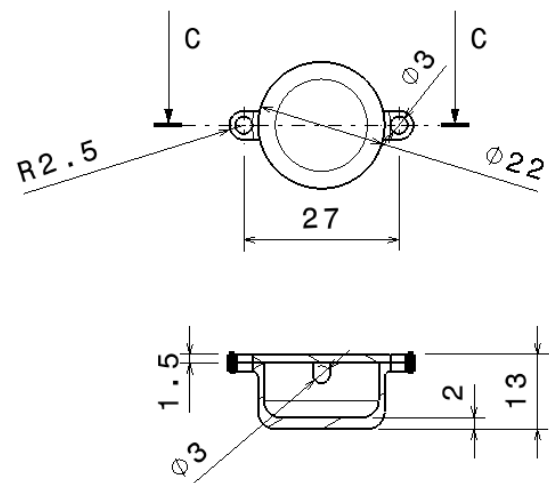


figura 36_medidas generales carcasa motor vibración

3.9 diseño gráfico

imagen, nombre y paleta de colores

La empresa Aureel ya tiene una imagen corporativa propia, por lo que el diseño gráfico que se plantee para este producto buscará seguir las pautas ya marcadas por dicha imagen corporativa.

Por tanto, los colores utilizados para los distintos aspectos de imagen del producto serán combinaciones de los que aparecen en el imagotipo de la empresa.

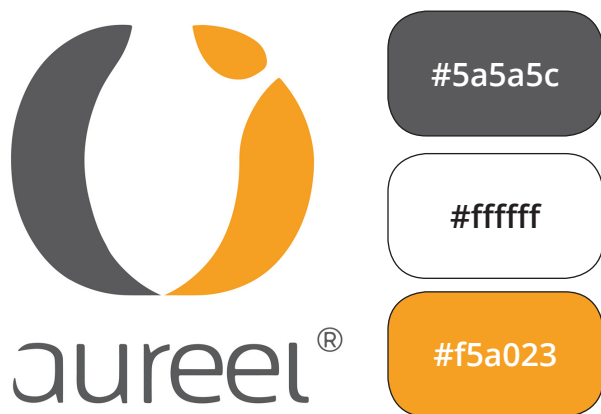


figura 37 _imagotipo y colores de la empresa

Para el nombre del producto se decide también tomar como punto de partida el nombre del producto ya existente de la empresa, buscando hacer un juego de palabras con la doble e de su nombre y el deporte al que está orientado, el esquí. Con el fin de estilizar el nombre final, se decide utilizar la traducción al inglés, *ski*. Se obtiene entonces el nombre de **skee**. Para su representación en el producto o en la comercialización del mismo se plantea la estilización con la tipografía y colores de la empresa. A continuación se plantean dos posibles versiones.

skee skee

figura 37 _estilización nombre producto

A pesar de la creación de un nombre para el dispositivo a desarrollar, se plantea que en el propio dispositivo no aparezca este nombre sino únicamente el símbolo de la empresa, con el fin de facilitar la identificación. Se plantean los siguientes casos de posibles combinaciones de colores.

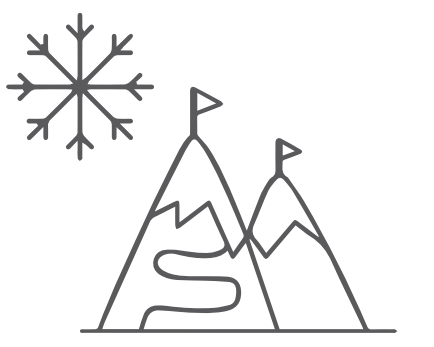


figura 38 _variaciones imagotipo en el producto

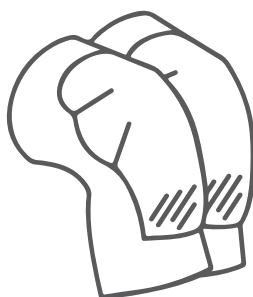
3.10 secuencia de uso

A continuación se determinará la secuencia de uso del producto final, que se tomará como referencia para el desarrollo de las pantallas principales de la aplicación complementaria, cuyo proceso de diseño se realizará en paralelo.

1. viaje a la nieve



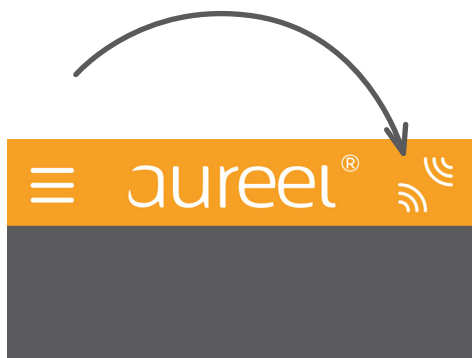
2. colocación del dispositivo



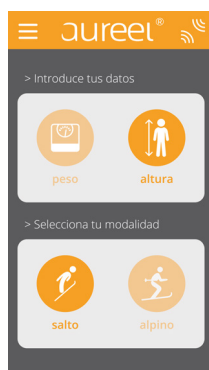
3. resto de ropa



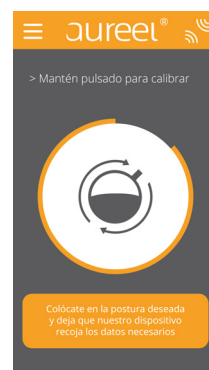
4. conexión con la app



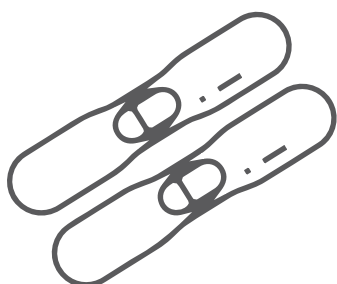
5. configuración: datos



6. configuración: calibrar



7. colocación de esquís



8. bajada



9. consulta estadísticas



figura 39_secuencia de uso

3.11 app complementaria

De forma paralela al establecimiento de la secuencia de uso, se han determinado las pantallas principales para la comprensión del funcionamiento del dispositivo que se encontrarían en la aplicación móvil complementaria.

La empresa Aureel, con la que se colabora, plantea la creación de una app de telefonía unitaria para todos los productos que ofrezca al público. Dicha app sería capaz de detectar qué dispositivo es el que se está conectando para la práctica del deporte, y mostraría al usuario unas pantallas u otras, según correspondiera. Para el desarrollo de las pantallas, se tomará la estética de esta app como referencia.

elementos comunes

La estética de la app se basa en los colores de la empresa Aureel, es decir, gris, naranja y blanco. Aparece también el logotipo de la empresa en la barra superior de la app. A la izquierda, en esa misma barra, se encuentra el icono de menú, que permitirá al usuario navegar a través de las distintas funciones que ofrece la app. A la derecha se observa otro icono, que indicará al usuario si se encuentra algún dispositivo conectado con la app o no, según su opacidad, y por tanto también, si tiene acceso a las funciones de medición si únicamente puede navegar el historial de estadísticas.



figura 40_close-up pantalla

configuración

La primera de las pantallas principales que se plantea es la de configuración de la app. Se ha mencionado ya anteriormente que, para un correcto funcionamiento del dispositivo, sería necesario que el usuario introdujese datos fisiológicos como altura y peso del usuario, para poder determinar de forma definitiva si la postura que está adoptando es la correcta, y esta es la pantalla en la que se realizará esa acción. También en esta pantalla podrá elegir el usuario entre las dos modalidades de esquí disponibles para la evaluación de la postura. Esta pantalla es la primera en aparecer cuando se conecta un dispositivo.



figura 41_pantalla inicio

3.11 app complementaria

calibración

La pantalla de calibración aparece en la app una vez el usuario indica que va a proceder a la práctica de ejercicio.

En esta pantalla es necesario que el usuario se coloque en la posición base o posición de referencia, con la que se compararán las medidas de posición y movimiento obtenidas a lo largo del recorrido, y una vez colcoado en esa posición, mantenga presionado el círculo central para que el sistema electrónico del dispositivo sea capaz de grabar la posición en la memoria.

estadísticas

Esta última pantalla será la que aparecerá al final de la práctica del ejercicio y mostrará estadísticas de las distintas variables medidas por el dispositivo a lo largo del recorrido (establecidas en las EDPS críticas) y también podrán ser consultadas en modo offline por el usuario.

Se plantea también que sean interactivas y que ofrezcan al usuario la posibilidad de personalizar el tipo de visualización, con el fin de ayudar a comprender mejor los datos que muestran.



figura 42_pantalla calibración



figura 43_pantalla estadísticas

3.12 prototipo

Como se estableció en la propuesta del proyecto, se ha realizado un prototipo formal, en el que se puede observar cómo se encuentran distribuidos los distintos componentes en el producto, y que se ha utilizado para comprobar la ergonomía final del mismo.



figura 44_motor vibración prototipo formal



figura 45_banda elástica prototipo formal

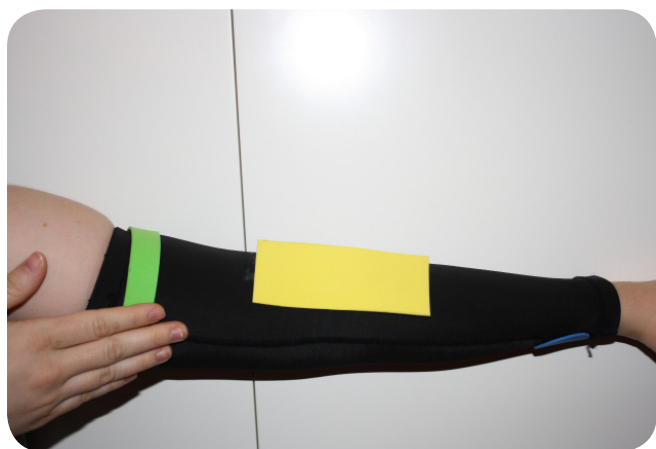


figura 46_base silicona prototipo formal



figura 47_encoder prototipo formal

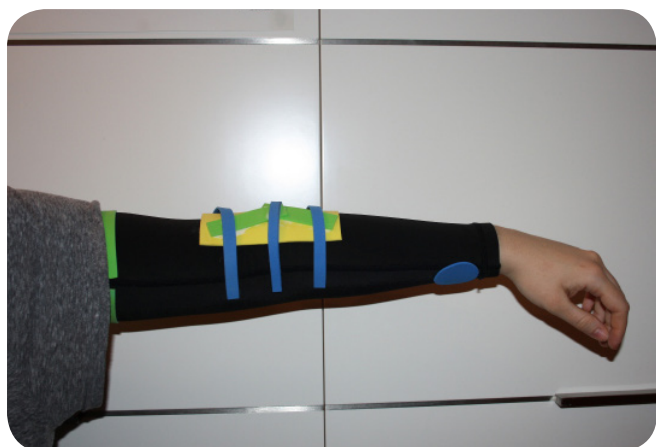


figura 48_aros protección prototipo formal



figura 49, 50_flexión prototipo formal

3.13 visualización



figura 51_render sin capa de tela superior



figura 52_close-up render sin capa de tela superior



figura 53_render producto final

bibliografía

esquí

- <https://franciscojaviertostado.com/2014/01/17/esqui-el-nacimiento-de-uno-de-los-deportes-mas-antiguos/>
- <http://www.xports.es/esqui-modalidades/>
- <http://www.infonieve.es/estaciones-esqui/>
- <http://www.skiinfo.es/estaciones-abiertas-europa.html>
- <http://www.nevasport.com/estaciones/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Esqui%C3%AD#Competiciones_de_esqui. C3.AD
- <http://www.candanchu.com/es/blog/64/Tipos%20de%20competiciones%20de%20esqui%C3%AD/>
- <https://www.base.net/movimientobase/tipos-de-competiciones-de-esqui/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Esqui%C3%AD#Equipo_b.C3.A1sico
- <https://www.vitonica.com/equipamiento/el-equipamiento-adecuado-para-la-practica-del-esqui>
- <http://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/vida-activa/material-necesario-para-practicar-esqui-10435>
- <http://www.soloski.net/index.php/esqui-travesia/20000466-equipa-necesario-para-practicar-esqui-de-montana>
- <https://www.a-alvarez.com/blog/esqui/el-esquiador/la-tabla-de-esqui%C2%AD-a-fondo/4032>
- <http://deadspin.com/the-non-skiers-guide-to-ski-racing-and-ski-crashing-1519289681>
- <https://www.statista.com/statistics/660546/europe-number-of-people-skiing-by-country/>
- <http://www.skinet.com/warrenmiller/5-ways-to-train-like-a-professional-skier>

estudio de mercado

- <http://desnivel.com/material/noticias/video-dispositivo-pomocup-para-esqui-de-montana>
- <http://www.ekosport.es/N1-shop/N11-material/N107-seguridad/N1054-dispositivo-dva.html>

técnicas fase I

- Buzz Report, Diagnóstico de Industria, Análogos - Antílogos, Stakeholders Map, Entrevista a Expertos, In/Out, Persona, Mapa de Empatía y Customer Journey Map realizados de acuerdo a DESIGNPEDIA, por Juan Gasca y Javier Zaragozá.
- <http://designpedia.info/>

buzz report

- <http://www.snowheads.com/>
- <https://www.tetongravity.com/forums/forumdisplay.php/8-Tech-Talk>
- <http://saveoursnow.com/>
- <http://www.doglotion.com/>
- <http://www.powder.com/>
- <https://www.cnet.com/pictures/best-high-tech-ski-gear-pictures/>
- <http://www.independent.co.uk/travel/skiing/solden-austria-ski-resort-world-s-fastest-gondola-ice-q-restaurant-spectre-a7511936.html>
- <http://freeskier.com/product-reviews/the-top-25-gadgets-of-2017>
- Ski Tracker
- Ski Pursuit
- Trace Snow Ski Snowboard Track
- Ski Tracks
- Esqui.com
- Ski France
- Subaru Ski
- Esquiinfo

bibliografía

ergonomía

- <https://woman.thenest.com/right-posture-skiing-19091.html>
- http://www.mechanicsofsport.com/skiing/basic_mechanics/stance.html
- <http://www.warrensmith-skiacademy.com/tutorial/ski-biomechanics-range-tests/>
- <http://www.e4s.co.uk/docs/top-skiing-tips.htm>
- <http://www.mechanicsofsport.com/skiing>
- http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol7_2_03/san13203.htm
- <https://www.nevasport.com/salud/art/3012/Tecnica-de-esqui-Posicion-Fundamental-3/>
- <http://esquiesther.blogspot.com.es/2013/01/tecnica-de-base.html>

snowboard

- <http://www.deportesextremos.net/snowboarding/que-es-el-snowboard.php>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Snowboarding>
- <http://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/vida-activa/snowboard-12556>

componentes electrónicos

- [http://www.mouser.com/ds/2/419/uploads_downloads_files_UBI-05196_UBBL20_1\[1\]-482860.pdf](http://www.mouser.com/ds/2/419/uploads_downloads_files_UBI-05196_UBBL20_1[1]-482860.pdf)
- <http://www.prowave.com.tw/english/products/ut/open-type/400s160.htm>
- <http://www.prowave.com.tw/pdf/T400S16.PDF>

materiales

- <http://www.kommerling.es/profesionales/arquitectura-sostenible/materia-prima/pvc>

iconos

- <https://thenounproject.com/>

fuentes generales

- Wikipedia
- Google Images
- GrabCAD

otros

- <http://www.shape.com/celebrities/interviews/olympic-skier-julia-mancuso-trains-sand-not-snow>
- <http://skicanadamag.com/author/martinolson/>
- <https://books.google.es/books?id=j-QI04Vh-LAC&pg=PA194&lpg=PA194&dq=skier+reference&source=bl&ots=9IoxF7IO-F&sig=Id7YzurQEQEsvDplwiy0VD0IFM8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjskavj>
- <http://www.skipeak.net/blog/the-modern-day-ski-lingo-language>
- <https://www.youtube.com/watch?v=d1IXMk6uSAU>