



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TRABAJO FINAL DE GRADO

TÍTULO: Diseño de una lámpara despertador

AUTOR: Verdú Lorenzo, Pau

FECHA DE PRESENTACIÓN: Julio, 2022

APELLIDOS: Verdú Lorenzo

NOMBRE: Pau

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

PLAN: 2022

DIRECTOR: Vilà Martí, Frederic

DEPARTAMENTO: Ingeniería Gráfica y de Diseño

CALIFICACIÓN DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENTE

**Torras Sendra,
Maria Alba**

SECRETARIO

**Martinez Antunez,
Nora Isabel**

VOCAL

**Monjo Mur,
Lluís**

FECHA DE LECTURA: 14 de julio de 2022

Este Proyecto tiene en cuenta aspectos medioambientales: Sí No

RESUMEN

La iluminación juega un papel muy importante en nuestras vidas, nos afecta y nos estimula tanto física como psicológicamente, incidiendo en la salud y el bienestar de las personas. Es por esto que supone un factor clave, disponer de una iluminación flexible y portátil, acorde con la estética propia del ámbito del hogar, que acompañe al usuario y le facilite la conciliación del sueño y, además, le ayude a despertarse cada mañana de una manera natural y paulatina.

Después de analizar detenidamente la problemática, se determinó una frase de utilidad y se procedió a realizar un estudio inicial donde, en primer lugar, se llevó a cabo una documentación acerca de los puntos claves que permitieran materializar la solución. Por otro lado, se identificó a los usuarios potenciales y se analizaron sus hábitos y conductas a través de una encuesta. El estudio inicial se dio por finalizado después de realizar una investigación de las tendencias actuales y la oferta del mercado, con la identificación de los principales competidores. De este modo, se pudieron extraer los puntos débiles y necesidades sin cubrir que mostraba el mercado y que marcaban una premisa fundamental en el desarrollo del producto, la versatilidad y la autonomía en el uso.

Con toda esta información presente se pudo llevar a cabo la fase conceptual y la fase de detalle de la propuesta finalmente seleccionada. Posteriormente, se analizó su viabilidad económica y se validó el diseño mediante una encuesta final a los usuarios.

Finalmente, se concluyó que la solución desarrollada presenta un concepto viable e innovador en el mercado actual que permite ampliar el grupo de usuarios potenciales y resolver una nueva necesidad.

Palabras clave (máximo 10):

Lámpara	Despertador	Portátil	Diseño
Innovación	Iluminación	Versatilidad	Funcionalidad
Estética	Autonomía		

ABSTRACT

Lighting plays a very important role in our lives, it affects and stimulates us both physically and psychologically, influencing people's health and well-being. This is why it is a key factor to have flexible and portable lighting, in accordance with the aesthetics of the home environment, which accompanies the user and makes it easier for them to fall asleep and, in addition, helps them wake up every morning with a natural and gradual way.

After carefully analysing the problem, a useful phrase was determined and an initial study was carried out where, in the first place, a documentation was carried out about the key points that would allow the solution to materialize. On the other hand, potential users were identified and their habits and behaviours were analysed through a survey. The initial study was concluded after conducting an investigation of current trends and market supply, with the identification of the main competitors. In this way, it was possible to extract the weak points and unmet needs that the market showed and that marked a fundamental premise in the development of the product, versatility and autonomy in use.

With all this information present, it was possible to carry out the conceptual phase and the detail phase of the finally selected proposal. Subsequently, its economic viability was analysed and the design was validated through a final user survey.

Finally, it is concluded that the developed solution presents a viable and innovative concept in the current market that allows expanding the group of potential users and solving a new need.

Keywords (10 maximum):

Lamp	Alarm clock	Portable	Design
Innovation	Lightning	Versatility	Functionality
Aesthetics	Autonomy		

Contenido

1. Introducción	8
2. Objetivos.....	9
3. Planificación del proyecto	10
4. Análisis de la problemática	11
4.1. Identificación del problema	11
4.2. Mapa mental.....	12
4.3. Frase de utilidad	12
5. Estudio inicial.....	12
5.1. Principios de la iluminación.....	12
5.2. Influencia de la temperatura de color	16
5.3. Estado del arte	18
5.2.1. Antecedentes.....	18
5.2.2. Despertadores de luz.....	20
5.4. Estudio de usuario	21
5.2.3. Encuesta inicial.....	21
5.2.4. Definición de usuarios potenciales.....	23
5.5. Análisis del mercado.....	24
5.2.5. Análisis preliminar	24
5.2.6. Tendencias 2022/2023	24
5.2.7. Estudio de la competencia.....	25
5.2.8. Benchmarking.....	39
5.2.9. Mapa de posicionamiento	41
5.2.10. Matriz DAFO.....	42
5.6. Briefing	43
6. Diseño conceptual	46
6.1. Moodboard	46
6.2. Ideas generales	47
6.3. Propuestas	48
6.4. Selección de la propuesta final	54
6.5. Propuesta final.....	55
7. Diseño de detalle	56
7.1. Estudio ergonómico	56
7.2. Justificación de las dimensiones del producto	60
7.3. Secuencia de uso	60
7.4. Materiales.....	63

7.5.	Normativa	72
7.6.	Componentes internos.....	74
7.7.	Funcionamiento	81
7.8.	Modelo 3D	82
7.9.	Resistencia.....	88
5.2.11.	Acciones.....	88
5.2.12.	Simulaciones	89
7.10.	Definición de la propuesta final	94
8.	Validación	97
8.1.	Encuesta final	97
9.	Presupuesto	98
10.	Conclusiones.....	103
11.	Trabajo futuro.....	104
12.	Agradecimientos	105
13.	Referencias.....	106
14.	Anexos.....	109
14.1.	Anexo 1.....	109
14.2.	Anexo 2.....	119

Índice de figuras

FIGURA 1. GRÁFICO DEL ESPECTRO VISIBLE POR EL OJO HUMANO.....	13
FIGURA 2. FLUJO LUMINOSO.....	13
FIGURA 3. INTENSIDAD LUMINOSA.....	14
FIGURA 4. ILUMINANCIA.....	15
FIGURA 5. LÁMPARA DE ACEITE (CANDIL).....	19
FIGURA 5. HATCH RESTORE.....	27
FIGURA 6. GRÁFICO DE CARACTERÍSTICAS HATCH RESTORE.....	28
FIGURA 7. PHILIPS WAKE UP LIGHT.....	29
FIGURA 8. LUMIE BODYCLOCK SPARK 100.....	32
FIGURA 9. GRÁFICO DE CARACTERÍSTICAS HATCH RESTORE.....	33
FIGURA 10. CASPER GLOW LIGHT.....	34
FIGURA 11. GRÁFICO DE CARACTERÍSTICAS CASPER GLOW LIGHT.....	35
FIGURA 12. XIAOMI BEDSIDE LAMP 2.....	36
FIGURA 13. GRÁFICO DE CARACTERÍSTICAS XIAOMI BEDSIDE LAMP 2.....	37
FIGURA 13. GRÁFICO COMPARATIVO DE TODOS LOS MODELOS ESTUDIADOS.....	38
FIGURA 14. MAPA DE POSICIONAMIENTO DE LAS MARCAS COMPETIDORAS.....	41
FIGURA 16. MOODBOARD DE PRIMERAS IDEAS DE INSPIRACIÓN.....	46
FIGURA 17. BOCETOS INICIALES DE LAS PRIMERAS IDEAS.....	47
FIGURA 18. BOCETOS DE LA PRIMERA PROPUESTA.....	49
FIGURA 19. BOCETOS DE LA SEGUNDA PROPUESTA.....	51
FIGURA 20. BOCETOS DE LA TERCERA PROPUESTA.....	53
FIGURA 21. BOCETOS DE LA PROPUESTA SELECCIONADA.....	55
FIGURA 22. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO I.....	56
FIGURA 23. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO II.....	58
FIGURA 24. STORYBOARD DEL USO DEL PRODUCTO.....	62
FIGURA 25. GRÁFICO DE LA RELACIÓN ENTRE DENSIDAD Y TENACIDAD A FRACTURA.....	64
FIGURA 26. GRÁFICO DE LA RELACIÓN ENTRE DENSIDAD Y RESISTENCIA A TRACCIÓN I.....	65
FIGURA 27. LISTADO DE MATERIALES PRESENTES EN LA SELECCIÓN.....	65
FIGURA 28. GRÁFICO DE LA RELACIÓN ENTRE DENSIDAD Y RESISTENCIA A TRACCIÓN II.....	66
FIGURA 29. GRÁFICO DE LA RELACIÓN ENTRE DENSIDAD Y RESISTENCIA A TRACCIÓN III.....	67
FIGURA 30. GRADO DE TRANSPARENCIA DE LOS MATERIALES SELECCIONADOS.....	68
FIGURA 31. GRÁFICO RELACIÓN ENTRE TRANSPARENCIA Y MÁXIMA TEMPERATURA EN SERVICIO I.....	69
FIGURA 32. GRÁFICO RELACIÓN ENTRE TRANSPARENCIA Y MÁXIMA TEMPERATURA EN SERVICIO II.....	70
FIGURA 33. GRÁFICO DE LA RELACIÓN ENTRE TRANSPARENCIA Y TENACIDAD A FRACTURA I.....	70
FIGURA 34. GRÁFICO DE LA RELACIÓN ENTRE TRANSPARENCIA Y TENACIDAD A FRACTURA II.....	71
FIGURA 35. IMAGEN DEL MÓDULO BASE DE CARGA TP4056.....	75
FIGURA 36. IMAGEN DEL MICROCONTROLADOR ARDUINO NANO.....	75
FIGURA 37. IMAGEN DEL MÓDULO DS3231.....	76
FIGURA 38. IMAGEN DEL MÓDULO RF 433 MHZ.....	77
FIGURA 39. IMAGEN DE LA PANTALLA LED DEL RELOJ DIGITAL.....	77
FIGURA 40. IMAGEN DEL CONECTOR CIRCULAR RS PRO.....	78
FIGURA 41. IMAGEN DE UN POTENCIÓMETRO.....	79
FIGURA 42. IMAGEN DE LAS BATERÍAS MODELO 18650.....	79
FIGURA 43. IMAGEN DE UNA BOMBILLA LED E17 12 V DE 9W 2500 K.....	80
FIGURA 43. IMAGEN DEL MÓDULO DE POTENCIA LM277S.....	81
FIGURA 44. MODELO EN VISTA FRONTAL DE LA PANTALLA DIFUSORA.....	82
FIGURA 45. VISTA DE LOS ORIFICIOS EN EL MODELO DE LA PANTALLA DIFUSORA.....	83
FIGURA 46. VISTA DEL MODELO DE LA TAPA SUPERIOR.....	83
FIGURA 47. VISTA ISOMÉTRICA DEL MODELO DE LA ESTRUCTURA.....	84
FIGURA 48. DETALLES DEL INDICADOR DE BATERÍA Y DEL BOTÓN ROTATORIO.....	84
FIGURA 48. VISTA INFERIOR DE LA BASE DE LA ESTRUCTURA.....	85
FIGURA 48. VISTA DE LA TAPA DE SUJECIÓN.....	86
FIGURA 49. VISTA FRONTAL E ISOMÉTRICA DE LA BASE DE CARGA.....	86
FIGURA 50. VISTA DEL INTERIOR DE LA BASE DE CARGA DESDE LA PARTE INFERIOR.....	87
FIGURA 51. VISTA DE LA TAPA INFERIOR.....	87

FIGURA 52. EJEMPLIFICACIÓN DE LA PREHENSIÓN DEL ASA.	88
FIGURA 52. MÓDULO DE LA LÁMPARA REPOSANDO SOBRE LA BASE DE CARGA.....	89
FIGURA 52. VISTAS FRONTALES DE LA ESTRUCTURA CON Y SIN MALLADO.....	91
FIGURA 53. RESULTADOS GRÁFICOS	92
DE LA DEFORMACIÓN QUE PRESENTA LA ESTRUCTURA.....	92
FIGURA 53. IMAGEN DE LA BASE DE CARGA	93
CON MALLADO Y FUERZAS DE CARGA APLICADAS.....	93
FIGURA 54. IMAGEN DEL RESULTADO DE LA DEFORMACIÓN.....	93
PRESENTE EN LA BASE DE CARGA.....	93
FIGURA 55. IMAGEN DEL RENDERIZADO REALISTA DE LA PROPUESTA FINAL.	94
FIGURA 56. IMAGEN DE RENDERIZADO	95
DEL ENCAJE ENTRE LOS DOS MÓDULOS.	95
FIGURA 57. IMAGEN DE LA PARTE TRASERA DEL RENDERIZADO.....	96
FIGURA 58. EXPLOSIONADO DEL PRODUCTO.....	96

Índice de tablas

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	10
TABLA 2. VALOR DEL FLUJO LUMINOSO DE DIFERENTES EMISORES.	14
TABLA 3. ILUMINANCIA EN DISTINTOS LUGARES.	15
TABLA 4. ILUMINANCIA RECOMENDADA EN ESTANCIAS DEL HOGAR.	16
TABLA 5. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO HATCH RESTORE.	28
TABLA 6. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO WAKE-UP LIGHT HF3520/01.	30
TABLA 7. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO LUMIE BODYCLOCK SPARK 100.	32
TABLA 8. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO CASPER GLOW LIGHT.	34
TABLA 9. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO XIAOMI BEDSIDE LAMP 2.	37
TABLA 10. ANÁLISIS BENCHMARKING DE LAS MARCAS ESTUDIADAS.....	39
TABLA 11. TABLA RESUMEN DEL ANÁLISIS DE BENCHMARKING.	40
TABLA 12. MATRIZ DE DECISIÓN DE LAS PROPUESTAS PRESENTADAS.	54
TABLA 13. DATOS ERGONÓMICOS APLICABLES AL DISEÑO.	59
TABLA 14. ELEMENTOS DEL PRODUCTO Y SU PESO CORRESPONDIENTE.	89
TABLA 15. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ABS.	90
TABLA 16. COSTES DE INGENIERÍA DEL PROYECTO.	98
TABLA 17. COSTE DE LOS COMPONENTES Y MATERIALES REQUERIDOS.	99
TABLA 18. INVERSIÓN INICIAL PARA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.	100
TABLA 19. PROCESO INTERNO EN LA PRODUCCIÓN.	100
TABLA 20. PRECIO FINAL DE VENTA DESGLOSADO.	101
TABLA 21. DESGLOSE DEL PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO.	102

1. Introducción

La iluminación juega un papel muy importante en nuestras vidas, nos afecta y nos estimula tanto física como psicológicamente. De este modo, se puede afirmar que las funciones de las lámparas van más allá de proveer luz, dado que también inciden en la salud y el bienestar de las personas.

Actualmente, con la tecnología cada vez más presente en el día a día y los hábitos de vida modernos, gran parte de la población, sobre todo concentrada en las ciudades, pasa grandes cantidades de su tiempo en espacios cerrados con una iluminación poco adecuada, ya sea en el trabajo o en el hogar, teniendo un impacto negativo en su salud y bienestar, especialmente en la calidad del sueño.

La luz del Sol y la utilización de luz artificial establecen las funciones fisiológicas del cuerpo humano. El organismo interpreta la luz de acuerdo a su temperatura de color, que varía a lo largo del día con la luz del Sol. En el exterior la mayor parte de luz natural contiene un espectro azul, lo que para el cuerpo significa que es de día. Las luces azules actuales, presentes en lámparas y en dispositivos electrónicos, hacen que el organismo se mantenga activo, aunque sea de noche.

El ser humano se ha adaptado de forma natural a despertarse cuando sale el sol y acostarse cuando éste se pone. Los diferentes ciclos del día provocan que el cuerpo segregue una serie de sustancias, como la melatonina, que tiene una gran influencia en los ciclos del sueño. Cuando el organismo recibe el mismo tipo de luz de forma muy prolongada, ya sea la iluminación convencional en interiores o la luz azul que emiten los dispositivos electrónicos, entiende que es siempre la misma hora y confunde al organismo, haciendo que su funcionamiento deje de ser normal.

Por ello, es importante poder disponer de un punto de luz móvil que nos acompañe a cualquier espacio de nuestro hogar, preparándonos para el descanso, ayudándonos a conciliar el sueño y despertándonos de manera natural por la mañana.

2. Objetivos

El objetivo principal del proyecto reside en crear un dispositivo móvil que, desde un punto estético, una el diseño más funcional de una lámpara con la interacción del usuario con un despertador, adaptándose y proporcionando la luz más adecuada para cada ocasión del día. De este modo, se pretende ayudar a conciliar el sueño y mejorar el descanso, además de otros beneficios en la salud y el bienestar del usuario. Para llevar a cabo este planteamiento se tiene en consideración:

- Analizar la problemática y establecer unas bases estratégicas para llevar a cabo el proceso creativo y el estudio inicial.
- Identificar las necesidades y preferencias de los usuarios potenciales mediante una investigación a partir de encuestas.
- Examinar las necesidades no cubiertas y los puntos débiles mediante la investigación de las tendencias y la oferta actual del mercado.
- Desarrollar un producto versátil en cuanto a portabilidad e interacción con el usuario, optimizando el tamaño del producto y garantizando una funcionalidad intuitiva.
- Minimizar el número de piezas que conforman el producto, abaratando costes, facilitando la producción y el montaje del mismo.
- Prestar atención a los atributos formales para crear una estética moderna que ayude a minimizar cualquier impacto visual del producto y, de este modo, permita adaptarse a cualquier espacio y tipo de hogar, mediante líneas suaves y geometrías simples.

3. Planificación del proyecto

Para llevar a cabo una correcta ejecución de las tareas que se encuentran en el proceso de desarrollo de un proyecto, es importante determinar una buena planificación. De este modo, se puede visualizar de manera previa cada una de las actividades que se van a realizar y así, tener un control del tiempo para cumplir con los objetivos establecidos. En este caso, el proyecto se ha dividido en 13 partes que se distribuirán en 21 semanas de la siguiente manera:

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Introducción	■																					
Objetivos	■	■																				
Estudio Inicial			■	■	■	■																
Investigación de usuario						■	■															
Investigación de mercado							■	■														
Briefing								■														
Propuesta conceptual									■	■	■	■										
Diseño de detalle												■	■	■	■							
Propuesta final															■	■	■	■				
Validación																				■		
Presupuesto																					■	
Mejoras/Trabajo futuro																						■
Conclusiones																						■

Tabla 1. Distribución temporal de las actividades del proyecto.

4. Análisis de la problemática

4.1. Identificación del problema

La luz natural, con su espectro de color e intensidad variable, tiene una influencia positiva en la salud y el bienestar de los seres humanos. De este modo, con su alto componente azul, la luz tiene un efecto activador durante el día. Sin embargo, hacia el atardecer, esta activación natural disminuye hasta que el sol finalmente se pone. Por tanto, es fundamental que en interiores pasemos a una iluminación con colores cálidos y relajantes, como señal para avisar al cuerpo de que el día está terminando.

Un buen descanso supone numerosos beneficios, tanto en nuestra salud como en nuestro estado de ánimo. Es por ello que la iluminación de nuestro hogar es un factor clave para conseguir un sueño reparador y así optimizar nuestros ciclos de sueño. Los seres humanos estamos programados para despertarnos cuando sale el sol y acostarnos cuando éste se pone. Sin embargo, la gran mayoría de veces, esos ciclos no coinciden con nuestros horarios y, debido a esta alteración, podemos sufrir un mal descanso sumado a un rendimiento bajo durante el día, además de influir negativamente en nuestro estado de ánimo. Además, con la tecnología cada vez más presente en el día a día y los hábitos actuales en el estilo de vida moderno, gran parte de la población, sobre todo en las ciudades, pasa la mayor parte de su tiempo en espacios cerrados con iluminación poco adecuada, ya sea en el trabajo o en el hogar, teniendo un impacto negativo en su salud y bienestar, especialmente en la calidad del sueño.

Es por todo ello que resulta un factor clave disponer de una iluminación flexible y adecuada, acorde con la estética propia del ámbito del hogar, que prepare y facilite al usuario la conciliación del sueño y, además, le ayude a despertarse cada mañana de una manera natural y paulatina, influyendo positivamente en su salud y su bienestar.

4.2. Mapa mental



4.3. Frase de utilidad

Dispositivo que permite al usuario conciliar el sueño y despertarse progresivamente mediante la emisión de una luz gradual y que, además, es útil como punto de luz móvil, adaptándose y proporcionando la luz más adecuada para cada ocasión del día, gracias a su iluminación regulable en intensidad, brindando al usuario grandes beneficios en salud y bienestar.

5. Estudio inicial

5.1. Principios de la iluminación

Para el correcto desarrollo del proyecto resulta importante estudiar los principios de iluminación básicos. Como se ha comentado en los apartados anteriores, la luz influye en los seres humanos tanto física como psicológicamente, por lo que se trata de un factor esencial en nuestra salud y bienestar, al igual que un elemento clave en cuanto a funcionalidad y estética.

La luz es la banda del espectro de radiaciones electromagnéticas que las personas pueden percibir. Estas radiaciones visibles por el ser humano, emitidas por el sol y las lámparas, tienen una longitud de onda entre 280 y 780 nm, desde violeta (longitud de onda más corta) hasta rojo (mayor longitud de onda).

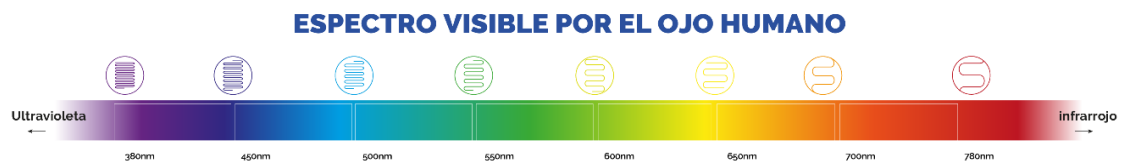


Figura 1. Gráfico del espectro visible por el ojo humano
[Fuente: <https://asselum.com/en/espectro-visible-ojo-humano-2/>]

La luz ha marcado la evolución de la vida en la tierra y es el principal estímulo que interviene en la sincronización de los ritmos circadianos, teniendo un gran efecto en el reloj biológico central y activando la producción de melatonina, segregada en altos niveles durante la noche y en bajos niveles durante el día. La luz diurna estimula la producción de serotonina y dopamina, que inducen a la actividad cerebral y activan la atención. Por otro lado, a medida que la noche se acerca el organismo humano produce melatonina, que ayuda a preparar el cuerpo para dormir, induciendo el sueño y activando los sistemas regeneradores del sistema inmunitario.

En este contexto, las lámparas son elementos que proporcionan luz artificial a partir de energía eléctrica y suponen un factor clave en la determinación de una iluminación adecuada. A continuación, se muestra diversos parámetros que definen la iluminación presente en una lámpara:

- **Flujo luminoso (lm):** El flujo luminoso, expresado en lúmenes (lm), se basa en la potencia de radiación que emite una luminaria. Hace referencia a la cantidad de luz que se emite en todas direcciones por una fuente de radiación.

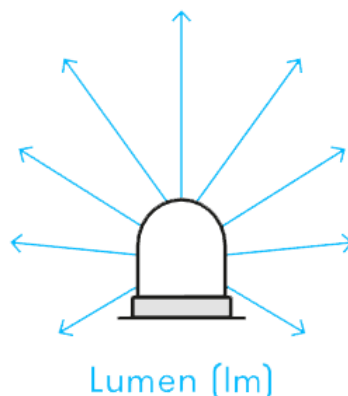


Figura 2. Flujo luminoso
[Fuente: <https://www.auersignal.com/es>]

Tubo fluorescente	3000 lm
Lámpara de bajo consumo (23 W)	1400 lm
Bombilla incandescente (100 W)	1340 lm
Vela	12 lm

Tabla 2. Valor del flujo luminoso de diferentes emisores.

- Intensidad luminosa (cd):** Es la cantidad de flujo luminoso que incide en una dirección y un área de un determinado tamaño, dependiendo de la fuente de luz, la distancia (cuanto mayor es la distancia, mayor número de lúmenes se necesitan) y el ángulo de radiación (cuanto más oblicuo es el haz de luz, más débil es la iluminación). Se basa, por tanto, en la densidad de la luz o la concentración, expresada en Candelas (cd).



Figura 3. Intensidad luminosa
[Fuente: <https://www.auersignal.com/es>]

- Iluminancia (lx):** Es la cantidad de flujo luminoso (lm) de una fuente de luz que llega a una superficie por unidad de área. Podría relacionarse con la medida de luminosidad que permite alumbrar una zona determinada. La unidad de medida es el Lux (lx). La siguiente fórmula expresa el valor de la iluminancia:

$$\text{Lux (lx)} = \text{Intensidad luminosa [cd]} / \text{radio o distancia al cuadrado} = 1 \text{ lumen/m}^2$$

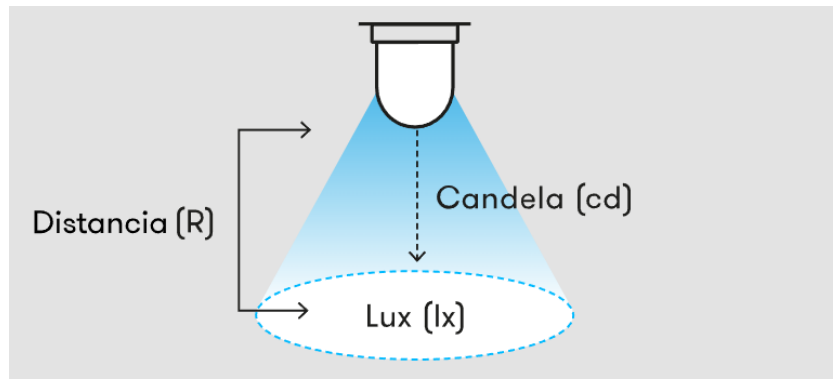


Figura 4. Iluminancia
[Fuente: <https://www.auersignal.com/es>]

Luz solar	40000 lx
Oficina	300-500 lx
Sala de estar	50-200 lx
Luz de la luna (llena)	0,3 lx

Tabla 3. Iluminancia en distintos lugares.

- **Eficiencia o rendimiento luminoso:** Es la relación que existe entre el flujo luminoso (lm) y la potencia, expresada en (lm/W). Hace referencia a la eficacia de una fuente luminosa, siendo más eficiente cuanto mayor sea el valor.

Todas estas magnitudes suponen un factor clave en la elección de una fuente luminosa o lámpara. De este modo, todos estos parámetros además de proporcionar una visibilidad adecuada y una estética concreta, también suponen una influencia para el ser humano, tanto en salud como en bienestar, con su capacidad de crear los ambientes más idóneos en determinados lugares y momentos del día. Así pues, algunas de las iluminaciones recomendadas para cada estancia del hogar podrían ser las siguientes:

Cocina (general)	200-300 lx
Cocina (espacio de trabajo)	500-600 lx
Habitaciones o dormitorios (general)	100-200 lx
Luces de lectura o cabecera de cama	500 lx
Sala de estar (general)	200-300 lx
Zona de estudio/lectura	500 lx
Estancias de paso	100-200 lx

Tabla 4. Iluminancia recomendada en estancias del hogar.

[Fuente: <https://www.lacasadelalampara.com/que-es-en-iluminacion-un-lumen-o-lux-iluminacion-por-zonas/>]

5.2. Influencia de la temperatura de color

La iluminación, además de la propia fisiología humana, resulta un factor esencial que influye en el estado de ánimo de las personas y, generalmente, resulta desapercibido cuando se trata de elegir la iluminación correcta para una estancia o espacio concreto. De este modo, en la luz artificial, la temperatura de color es la medida que hace referencia a la apariencia o tonalidad que adquiere la luz proveniente de una fuente luminosa. Esta medida se expresa en grados Kelvin (K) y su correcta utilización, dependiendo del momento del día y del espacio a iluminar, supone un factor clave. De este modo, las bombillas que poseen un valor Kelvin más elevado producen una luz fría de tonalidad azul, más energizante, mientras que un valor Kelvin más bajo genera una luz más cálida de una tonalidad amarilla, más acogedora.

La temperatura de color es variable según la fuente de luz que emita. Encontramos pues, una referencia a los valores, expresados en Kelvin, de diferentes fuentes de luz:

- Luz de las velas: 1500 K
- Bombilla incandescente: 2600 - 2700 K
- Bombilla halógena: 2700 - 3000 K
- Tubo fluorescente: 4500 - 6500 K
- Luz del día: 5500 - 7000 K

Actualmente, el valor de la temperatura de color de las lámparas se emplea de una manera totalmente premeditada y estudiada para influir en las sensaciones que la iluminación de un espacio puede llegar a transmitir a una persona. Las tonalidades de la iluminación afectan a la secreción de melatonina¹. Mientras que la luz blanca, que

contiene mayor cantidad de espectro azul, nos mantiene alerta al inhibirnos de la secreción de melatonina, la luz cálida nos relaja al tener un efecto moderado sobre la secreción de melatonina. Así pues, en los espacios que sugieren eficiencia y concentración suele usarse una iluminación fría (>5700 K), como hospitales u oficinas, mientras que en espacios que sugieren una mayor intimidad y confortabilidad suele usarse una iluminación cálida (<2700 K), como por ejemplo en hogares (dormitorios) o restaurantes. Por otro lado, existe una iluminación situada en medio del espectro llamada luz neutra, que se encuentra comprendida en un valor entre los 3500 K y los 5000 K, usada principalmente en oficinas, comercios o colegios.

No obstante, desde el punto de vista fisiológico, el organismo suele relacionar las alteraciones en la tonalidad de la luz con el ciclo del día, por lo que no se trata únicamente de una función meramente estética. De este modo, las tonalidades más frías en la luz se asocian a horas de gran actividad, habitualmente durante el día, mientras que las tonalidades más cálidas se asocian a horas de relajación o descanso, simulando el fenómeno natural del atardecer o el amanecer. Por consiguiente, un espacio o estancia iluminada con una tonalidad fría puede influir negativamente en un usuario cansado o con dificultades para descansar de manera adecuada. Por otro lado, si la tonalidad que ilumina el espacio o estancia es muy cálida, puede afectar al usuario de igual manera, provocándole una somnolencia temporal.

La gran mayoría de personas en todo el mundo pasa numerosas horas a lo largo del día en espacios interiores. Los ambientes exteriores dependen de la luz natural y siguen un patrón de color establecido naturalmente, sin embargo, la iluminación en interiores suele depender de una fuente de iluminación fija con una temperatura de color que no varía. De este modo, afectando a los ritmos circadianos² naturales del cuerpo humano, así como en la calidad del descanso y, en definitiva, en la salud. Por este motivo, es sumamente importante elegir una iluminación que nos acompañe durante todo el día y se ajuste adecuadamente a cada estancia y momento del día.

¹La melatonina es una hormona producida por el cuerpo. Regula los ciclos de día y noche o los ciclos de sueño-vigilia.

²Ciclo natural hace referencia a los cambios físicos, mentales y de comportamiento que en un ciclo de 24 horas experimenta el cuerpo. La luz y la oscuridad influyen en los ritmos circadianos, que están controlados por una pequeña parte ubicada en medio del encéfalo.

5.3. Estado del arte

5.2.1. Antecedentes

Los conocidos despertadores de luz son unos dispositivos que han evolucionado de la combinación de una lámpara y un despertador, incorporando las funciones de ambos. Por un lado, se entiende como lámpara a un elemento que actúa como soporte de uno o más dispositivos de luz y que es usado a la hora de iluminar artificialmente un espacio. Por otro lado, se entiende como despertador a un reloj que, momentos antes de la hora previamente fijada, hace sonar un aviso para despertar.

De este modo, para tener una visión global del producto en cuestión, se hará un breve recorrido por la historia de las lámparas y los despertadores, así como los inicios de los primeros despertadores de luz y/o lámparas despertador.

Origen de la lámpara

Las primeras lámparas se inventaron hace alrededor de 50.000 años, utilizando piedras ahuecadas en cuyo cuenco se colocaba una porción de grasa que se prendía para dar luz. Aquellas lámparas carecían de mecha, parte básica del utensilio, que no se incorporó hasta el año 1200 a.C.

Un gran paso hacia adelante fue el origen de la lámpara de aceite, en las cuales el aceite se depositaba en el centro y empleaba mechas de fibra vegetal. Estos utensilios se hacían generalmente de arcilla y se acabaron denominando candil. El candil prosiguió su andadura y no fue hasta el 1784 que el físico suizo Aimé Argand lo dotó de una chimenea y unos huecos con el fin de que a través de ellos ascendiera una corriente de aire, con la intención de aportar oxígeno a la llama. A mediados del siglo XIX, sobre todo en el campo, el uso de candiles estaba generalizado.



Figura 5. Lámpara de aceite (candil).

Posteriormente surgió la lámpara de gas y tiempo después la luz eléctrica, que a día de hoy ilumina por completo todo el planeta Tierra. Este fenómeno ha permitido la evolución de las lámparas actuales, que a pesar de funcionar con el mismo principio físico poseen una gran variedad de diseños.

Origen del reloj despertador

El primer sistema para despertarse a una determinada hora fue inventado por los griegos en el año 250 a. C. y consistía en un pájaro mecánico que sonaba cuando la marea subía de nivel. Por otra parte, se tienen registros del año 725, donde una invención del ingeniero y matemático Yi Xing logró culminar en un reloj despertador cuyos engranajes eran movidos por la corriente del agua, considerado uno de los primeros dispositivos de esa naturaleza en el mundo. De este modo, junto con el reloj de agua de Platón, que solía despertarse para sus legendarias conferencias al amanecer en el siglo IV a. C., es la evidencia de que los humanos han estado buscando formas de levantarse a tiempo durante miles de años.

Sin embargo, el primer inventor conocido del reloj despertador mecánico es Levi Hutchins, un estadounidense que en el año 1787 inventó un dispositivo de alarma personal. Hutchins colocó una palanca en el número cuatro, de modo que cuando la manecilla marcara esa hora, sonase un aviso en forma de campana.

En 1876, el estadounidense Seth E. Thomas patentó su propia versión de reloj despertador mecánico de cuerda que se podía configurar en cualquier momento. Su empresa producía en masa este tipo de despertadores. Así comenzó el amanecer de los relojes de alarma modernos que eran fácilmente accesibles para la gente común.

James F. Reynolds, en la década de 1940, inventó el primer radio reloj despertador. La gente ahora podía elegir despertarse con la transmisión matutina de noticias o música relajante en lugar del sonido estruendoso de la alarma. A pesar de ser una innovadora incorporación al despertador convencional no fue demasiado popular, aunque sí que supuso un nuevo paradigma en la constante evolución de los despertadores y los nuevos métodos para despertarse.

Por amor al sueño, el botón de repetición o posponer apareció en 1956. Pulsando este botón las personas podían, bajo su propio riesgo, elegir quedarse en la cama unos minutos más antes de que sonara la alarma nuevamente.

Más tarde, con la popularización del reloj digital en los años 70, los despertadores fueron siguiendo la línea del modelo básico de reproducción de ruido mediante una alarma o timbre. Aun así, la innovación supuso un reto y una oportunidad para muchos fabricantes de relojes que, en un mercado con mucha competencia, consiguieron evolucionar con nuevas incorporaciones y mejoras.

Como la mayoría de las cosas que nos rodean, los despertadores han recorrido un largo camino. El escenario actual no nos es desconocido. Con el advenimiento de la era digital, los despertadores se han abierto camino en nuestros dispositivos digitales en forma de aplicaciones, herramientas basadas en la web e incluso nuevos dispositivos que usan métodos alternativos en su uso, como los denominados despertadores de luz.

5.2.2. Despertadores de luz

Conocidos alternativamente como despertadores amanecer, despertadores luminosos o despertadores de luz natural, son unos dispositivos que ofrecen una terapia usando como método la emisión de luz. Su mecanismo, además de ser simple, está inspirado en la naturaleza, donde la duración del día y la noche está delimitada por la intensidad y el color de la luz. Estos dispositivos tienen el propósito de ayudar a conciliar el sueño y despertar al usuario progresivamente, ayudando así a mejorar el descanso. Se trata de un concepto relativamente simple; el despertador emite una luz que gradualmente aumenta durante un período de tiempo determinado para simular un amanecer natural y despertar al usuario de manera suave y paulatinamente antes de la hora previamente programada.

Por otro lado, este mecanismo también puede usarse para conciliar el sueño, emitiendo una luz, como si de un atardecer se tratase, que gradualmente va disminuyendo, generando un estado de relajación y ayudando a conciliar el sueño. Este método está

diseñado para combatir el despertar repentino de una alarma proveniente de un despertador convencional, que en ese preciso instante hace que el cuerpo humano genere cortisol, generando una sensación de mal humor y de cansancio general. De este modo, cuando llega la hora de levantarse nuestro cuerpo se siente más descansado porque el reloj ha ido preparándolo para ello.

Además, otra característica que comparten es que en vez de la clásica alarma se puede hacer que suenen sonidos relajantes (programables también) como el cantar de unos pájaros o las olas del mar. Es habitual que algunos modelos se empleen para conciliar el sueño, con un proceso es inverso, e incluso como elemento decorativo al proyectar distintas luces de diferentes tonalidades. Cada marca y modelo de despertador de luz funciona de manera distinta e incorpora mayor o menos número de funciones. Sin embargo, todas las marcas suelen funcionar del mismo modo y su uso acostumbra a ser realmente sencillo.

5.4. Estudio de usuario

5.2.3. Encuesta inicial

Con el objetivo evaluar los hábitos y conductas de los usuarios en su día a día y conocer sus preferencias acerca del producto que se está investigando, se realiza una encuesta (Anexo 1) dirigida a una muestra de 100 personas, comprendidas en una edad entre 18 y 70 años. Los encuestados cumplen un perfil de usuario que desea poder mejorar su descanso, ya sea resultado de un trastorno del sueño o no, o bien buscar un elemento funcional y a la par decorativo que suponga un beneficio en su salud y bienestar. A continuación, se destacan los puntos más importantes:

- Se observa que la gran mayoría de los encuestados (57,1%) tiene esporádicamente dificultad para conciliar el sueño, que coincide en gran medida con un rango de edad comprendido entre los 30 y los 49 años. Por otro lado, un 22,9% de los encuestados afirma tener una dificultad diaria, estos usuarios se encuentran en una edad comprendida entre los 20 y los 29 años. En cambio, la mayoría de los usuarios mayores de 60 afirman no tener ningún tipo de dificultad para conciliar el sueño.

- La dificultad en la conciliación del sueño tiene una relación directa con el hábito de utilizar dispositivos electrónicos 30 minutos o menos antes de acostarse. En este sentido, los usuarios comprendidos entre los 20-29 años, los que pasan más tiempo utilizando dispositivos electrónicos, y los comprendidos entre los 30-49, afirman tener problemas para conciliar el sueño diariamente o esporádicamente.
- Se observa que la mayor parte de los encuestados (37.1%) califica su descanso como aceptable, con una nota de un 3 sobre 5, mientras que un 34.3% lo califica como notable, con una nota de un 4 sobre 5. En este sentido, los usuarios que presentan un peor descanso coinciden con una franja de edad joven, que hacen un gran consumo de dispositivos electrónicos en los minutos previos a acostarse.
- Del total de los encuestados, casi la mitad (45,7%), reporta que suele dormir de 1 a 3 veces por semana de manera insuficiente, un 37.1% lo hace entre 4 y 5 veces por semana y un 5.7% más de 5 veces por semana. De este modo, un 88,5% de los usuarios considera que descansa de manera insuficiente al menos de 1 a 5 veces a la semana. Esto equivaldría, en el peor de los casos, a que los usuarios solamente disfrutaran de 105 noches de pleno y completo descanso, lo que se refleja en el 28% de las noches al año. Un hecho que también se relaciona con que el 88,6% de los encuestados haga uso de algún dispositivo electrónico antes de ir a dormir y repercute en que un 68,6% de los encuestados se sienta cansado durante el día
- En cuanto a las fases del sueño, el 40% de los encuestados indica que el despertarse es la fase que mayor dificultad les supone, mientras que el 28,6% indican que el conciliar el sueño es la fase más crítica. Así pues, se puede decir que el producto es capaz de satisfacer a ambos grupos.
- A pesar de que el 60% de los usuarios no han oído hablar de un despertador de luz y un 94,3% no lo han usado nunca, el 77,1% de los encuestados afirma que suelen usar algún método para despertarse durante la semana, por lo que es una buena oportunidad para dar a conocer el producto que se está desarrollando y que éste se presente como una alternativa innovadora.

- Se puede observar también que los dispositivos o métodos para despertarse son: el móvil (79,8%), seguido por un reloj despertador (11,8%), entre otros que se despiertan sin necesidad de ningún aparato o con simplemente la luz del amanecer. En este sentido, el móvil resulta la pe
- Se aprecia también que un 57,1% de los usuarios no considera tener un sueño profundo, por lo que el dispositivo que se está desarrollando funcionaría de manera óptima en este grupo de usuarios, mientras que en personas que disponen de un sueño profundo resultaría algo más complicado.
- Por último, las preferencias de los usuarios indican que una gran ventaja sería que el producto fuera portátil (97,1%), pudiéndose transportar por diferentes estancias del hogar y potenciando así su versatilidad en cuanto al uso. Además, un 68,6% considera que la estética supone un factor esencial en el diseño del producto, disminuyendo su impacto visual y garantizando una estética armoniosa con la decoración y el mobiliario propio de un hogar.

5.2.4. Definición de usuarios potenciales

Después de analizar la encuesta en profundidad, se puede empezar a extraer ciertas ideas que ayuden a identificar y representar el tipo de usuario al que este producto va destinado. Cabe destacar que el usuario a identificar se encuentra en un amplio grupo, por lo que para establecer un perfil de usuario más detallado habría que hacer un estudio más riguroso y amplio. Sin embargo, sí que es posible deducir dos tipos de usuarios de manera general:

- **Usuario 1:** Se trata de un usuario en edad adulta que desea poder mejorar su descanso, ya sea porque sufre algún trastorno del sueño o bien porque no tiene un sueño reparador debido a otros factores externos, como la alta exposición a la luz azul. En este sentido, este usuario busca un método alternativo que le sirva de terapia para ayudar tanto a conciliar el sueño como a despertarse de manera más eficiente, mejorando así su salud y bienestar.
- **Usuario 2:** Este perfil de usuario, mayormente joven, busca un elemento funcional, tanto como despertador como punto de luz móvil, y a la par decorativo, que además influya positivamente en su bienestar y en su experiencia de uso.

5.5. Análisis del mercado

5.2.5. Análisis preliminar

Encontramos actualmente en el mercado una gran variedad de despertadores que usan la luz como método de terapia, tanto para conciliar el sueño como para despertar al usuario. Todos ellos incorporan la función básica de programación de alarma incluso, los de mayor gama, otras funciones como la implementación de sonidos relajantes.

Estos productos se encuentran habitualmente ubicados de manera fija en los dormitorios, ya que es en ese espacio donde desempeñan su función principal. En este sentido, la gran mayoría de modelos no incorporan baterías y, por tanto, se encuentran prácticamente inservibles durante las horas previas a acostarse. Por otro lado, también se encuentran cada vez más marcas que incorporan sus funciones y controles a través del enlace con un smartphone, suponiendo un hecho diferenciador, innovador y práctico; mientras que otras optan por adaptar sus controles de manera manual, siendo una opción más conservadora pero más fiable. Por último, es observable que el factor estético no está presente en la mayoría de modelos, ya que no se adecúan al mobiliario propio del hogar y suponen un impacto visual en su contexto, dado que se considera que no son productos que deban desempeñar una función estética, sino meramente funcional.

De esta manera, el punto de partida de este proyecto se cimienta en el desarrollo de un producto en el que convivan los aspectos más esenciales del diseño de una lámpara y la funcionalidad de un despertador, combinados con una estética capaz de adaptarse e integrarse en el hogar sin generar ningún tipo de impacto visual y con el objetivo de acompañar al usuario en cualquier momento del día y en cualquier espacio.

5.2.6. Tendencias 2022/2023

Poner atención en las tendencias actuales, en este caso en el campo del diseño, es sumamente importante. Analizar las tendencias ayudará a anticiparse a los cambios en el comportamiento de los consumidores y a adaptarse a las exigencias del mercado para finalmente poder tomar las decisiones más acertadas, creando estrategias y planes de futuro acordes a las especificaciones del producto que se está desarrollando. A continuación, se muestran las tendencias en iluminación de 2022/2023:

Naturalismo

Los materiales naturales como el algodón, la fibra de coco, el sisal o el cáñamo... se han convertido en tendencia. Todos estos materiales consiguen crear ambientes más acogedores, aportan un toque de naturalidad y se integran en la decoración ganando protagonismo. Esta corriente también resulta muy respetuosa con el medio ambiente, ya que los materiales suelen producirse de forma artesanal y conllevan una alternativa a los productos que dejan más residuo y son más contaminantes en su proceso. También, es una manera de llevar un desarrollo social y económico a nivel local.

Minimalismo

La tendencia minimalista, presente desde tiempo atrás, destaca por la extrema simplicidad de sus formas junto al uso de geometrías básicas, líneas puras y colores neutros que generan un ambiente equilibrado y armonioso. Todos los elementos, deben combinar y formar una unidad, priorizando el conjunto del todo sobre las partes individuales. Se trata de una composición funcional con el mínimo número de elementos posible, eliminando elementos decorativos que son superfluos y que saturan visualmente el diseño del producto. El minimalismo se basa en transformar cualquier prestación tecnológica compleja en un lenguaje sobrio. Se usan materiales como el aluminio, acero inoxidable y otros sintéticos, como la fibra de carbono, cerámicas o incluso acrílicos.

Industrial

Este estilo de diseño se caracteriza por la escasez de componentes utilizados, basado en líneas sobrias, claras y esenciales, anteponiendo la funcionalidad por encima de la forma y consiguiendo una simplicidad robusta y tosca. Destaca también la incorporación de materiales duraderos como elemento principal, como los metales y la madera, con el uso de colores negros, tonos bronce y brillantes que nos recuerden a los metales más básicos.

5.2.7. Estudio de la competencia

Este tipo de dispositivos están cada vez más extendidos en un mercado que, no sólo está formado por usuarios que necesiten una terapia para paliar trastornos del sueño, sino también por usuarios que buscan un producto que sirva como alternativa a los convencionales métodos, beneficiándose así de un mejor descanso y un mayor bienestar.

A continuación, se muestran los modelos más representativos de las marcas que actualmente lideran el mercado, mostrándose de manera breve información de la marca en cuestión y especificaciones técnicas con sus características, así como un gráfico de tipo radial en el que de forma visual se comparan los siguientes aspectos:

- **El precio:** relación entre la oferta y la demanda del mercado, así como la calidad de la producción y el valor o prestigio de la marca.
- **La tecnología:** características o atributos que dotan al producto de una mayor funcionalidad entorno a unos factores diferenciales e innovadores en su diseño.
- **La calidad:** aspectos que resultan del proceso de producción que se lleva a cabo al crear un producto, como la durabilidad o el ensamble de los componentes.
- **La estética y diseño:** características formales que generan o transmiten unas sensaciones al usuario y determinan la belleza de un producto.
- **Prestigio:** valor que se mide mediante las opiniones de especialistas, expertos y usuarios que determinan el valor de un producto entorno a diferentes aspectos (imagen de la marca, calidad, exclusividad, precio, etc.).

Restore — Hatch

La compañía Hatch, con sede en Silicon Valley, ofrece una familia de productos para ayudar a las personas a dormir mejor. Hatch ha desarrollado un conjunto de productos inteligentes para conciliar el sueño y para ayudar a usuarios de todas las edades y etapas de desarrollo, desde niños hasta adultos, a promover hábitos de sueño naturales y saludables. Como una solución de sueño todo en uno, estos productos ayudan a las personas a personalizar su noche de descanso perfecta.

Es por ello que, después de realizar una encuesta reciente a 2000 adultos de EE. UU. sobre sus hábitos de sueño nocturno, Hatch desarrolló su primer producto destinado a usuarios adultos, Restore. Se descubrió que el 72 % de los encuestados necesitaban dormir más o con una mejor calidad en general, y que el adulto promedio solo disfruta de 65 noches de descanso completo e ininterrumpido al año, lo que equivale a sólo el 20% de las noches al año. Durante el resto del año, los adultos pasaron un promedio de 90 minutos despiertos en mitad de la noche, despertándose dos veces por noche en promedio y permaneciendo despiertos durante al menos 45 minutos cada vez.

Algunas características de este producto son las siguientes:

- Sonido relajante diseñado para calmar la mente, incluye ruido blanco, lluvia suave, meditaciones guiadas y sonidos naturales.
- Despertador con modo amanecer que despierta gradualmente para levantarse suavemente revitalizado.
- Lámpara de lectura que proporciona un brillo suave sin tonos azules que cansan la vista.
- 31 configuraciones personalizadas para establecer una rutina de relajación y despertar a través de la aplicación móvil Hatch Sleep.
- Control fácil e intuitivo de los ajustes mediante el tacto.



Figura 5. Hatch Restore.
[Fuente: <https://www.hatch.co/>]

INFORMACIÓN	
Fabricante	Hatch
Iluminación	LED
Intensidad luminosa	200 lux
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Función de sonido: ruido blanco, meditaciones, lluvia, etc. • Despertador con modo amanecer (30 min antes de la alarma programada). • Lámpara de lectura (sin luz azul). • App con 31 configuraciones para la rutina de relajación. • Activación/desactivación de la luminosidad con el tacto.
Alimentación	100/240 V
Dimensiones	19,05 x 6,98 x 14,60 cm
Material	ABS y Nailon
Peso (g)	0,539 kg
P.V.P	129,95 €

Tabla 5. Información del producto Hatch Restore.

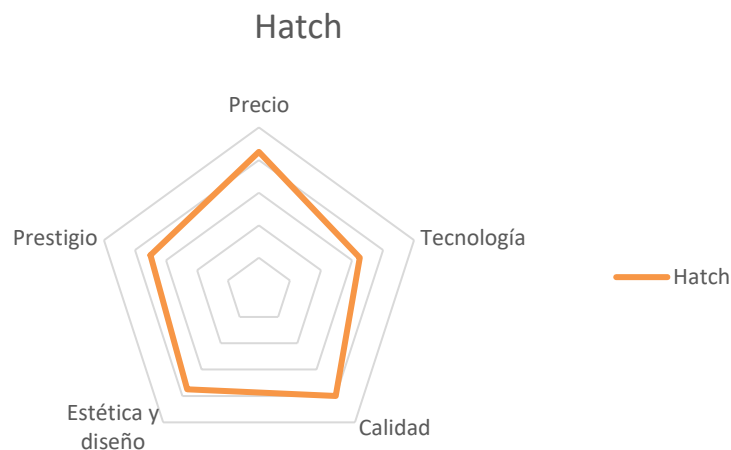


Figura 6. Gráfico de características Hatch Restore.

Wake-up Light HF3520/01 – Philips

Royal Philips Electronics, con sede en los Países Bajos, es una empresa líder en el mercado que tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas proporcionando las innovaciones necesarias en el momento adecuado, entorno a los aspectos de la salud y el bienestar. Tiene gran experiencia en el tratamiento de trastornos de sueño y, sus soluciones innovadoras y su gran conocimiento e investigación en el área del sueño junto a expertos, hace que sean una marca de referencia y prestigio.

La Philips Wake-up Light es un dispositivo para despertarse de forma natural. Está inspirada en el amanecer natural y presenta una combinación extraordinaria de fototerapia y sonido que despierta de una manera más natural. El color de la luz matinal cambia de suave rojo del alba a un cálido naranja y un amarillo brillante. Algunas de sus funciones se muestran a continuación:

- **Simulación del amanecer de colores:** La luz aumenta gradualmente en un intervalo de 30 minutos.
- **7 sonidos naturales:** A la hora establecida para despertarte, el sonido natural se reproducirá para completar y garantizar la experiencia de despertar. El sonido seleccionado aumenta de volumen gradualmente hasta el nivel seleccionado en un minuto y medio.



Figura 7. Philips Wake Up Light.
[Fuente: https://www.philips.es/c-p/HF3520_01/wake-up-light]

INFORMACIÓN	
Fabricante (Diseño)	Philips
Iluminación	LED
Intensidad luminosa	300 lux
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Simulación del amanecer de colores. • 7 sonidos naturales y radio FM. • Alarma diferida y lámpara lectura. • Función de luz de medianoche. • 20 ajustes de brillo para adaptarla a tus preferencias personales. • Simulación amanecer.
Alimentación	100/240 V
Dimensiones	19,2 x 19,9 x 14,6 cm
Material	ABS
Peso (g)	1,113 kg
P.V.P	174,95 €

Tabla 6. Información del producto Wake-up Light HF3520/01.

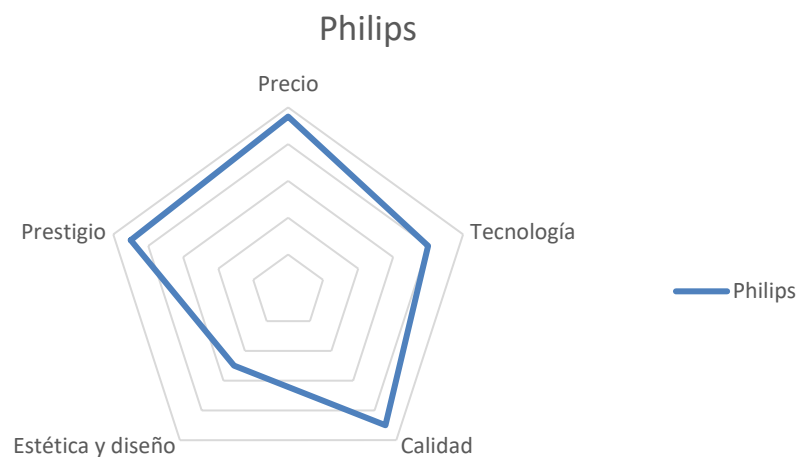


Figura 8. Gráfico de características Hatch Restore.

Bodyclock Spark 100 – Lumie

Lumie es una empresa líder especializada en terapia de luz que ha estado desarrollando y fabricando productos de terapia de luz de alta calidad durante más de 20 años. Desde 1991, Lumie ha estado investigando y diseñando luces brillantes para tratar el trastorno afectivo estacional (SAD) y otras afecciones. Popularizó la terapia de luz gracias a su enfoque: desarrollar productos basados en investigaciones, a través información actualizada y personal que conoce la terapia de luz. Todos los productos de Lumie están completamente certificados según la Directiva de Dispositivos Médicos EC93/42 y están registrados en la Agencia Reguladora de Medicamentos y Productos para el Cuidado de la Salud del Gobierno.

En lugar de que una alarma interrumpa el sueño, Bodyclock Spark 100 hace que el despertar sea gradual y de manera más efectiva con una luz brillante.

- Sentirse despierto durante el día: Despertar con luz aumenta la energía, la productividad y el estado de ánimo.
- Listo para dormir por la noche: Manteniendo el espectro azul de alerta de la luz al mínimo, Bodyclock crea un entorno de sueño saludable al tiempo que proporciona una iluminación de dormitorio totalmente ajustable.
- Iluminación de dormitorio totalmente ajustable, brillante para leer o un brillo suave y relajante.
- Amanecer y atardecer esenciales de 30 minutos más un par de personalizaciones populares.
- Elección de la intensidad de la luz final para el amanecer y una opción de luz nocturna para el final de la puesta del sol, ideal para niños.



Figura 8. Lumie Bodyclock Spark 100
 [Fuente: <https://www.lumie.com/products/bodyclock-spark-100>]

INFORMACIÓN	
Fabricante (Diseño)	Lumie
Iluminación	LED
Intensidad luminosa	270 lux
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación regulable. • Simulación de amanecer personalizable. • Luz nocturna. • Alarma.
Cuerpo	19 x 12 x 16 cm
Material	ABS
Peso (g)	0,350 kg
P.V.P	116,00 €

Tabla 7. Información del producto Lumie Bodyclock Spark 100.

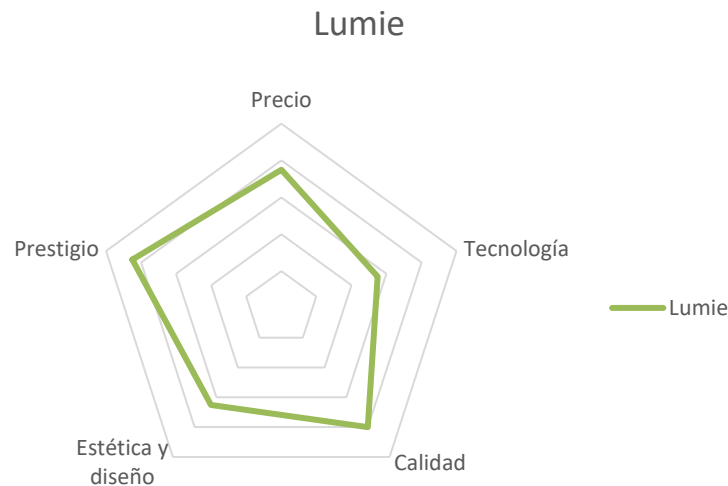


Figura 9. Gráfico de características Hatch Restore.

The Glow Light — Casper

Casper Sleep Inc. es una empresa estadounidense, con sede en Nueva York, que fabrica productos para el hogar en el ámbito del descanso. La empresa diseña, produce y comercializa una gama de productos muy amplia que incluye: colchones, sábanas, almohadas, edredones y armazones de cama.

Sin embargo, Casper, la empresa que reinventó la forma en que compramos colchones, ahora quiere transformar nuestros hábitos de sueño con Casper Glow, un nuevo producto en forma de luminaria con una amplia personalización y con la máxima conectividad. Esta pequeña lámpara sin cables está diseñada para abordar un factor externo que puede obstaculizar un buen descanso durante la noche: la luz. Según la Fundación Nacional del Sueño, un ambiente agradable es la clave para dormir bien, y la luz brillante de las lámparas, los teléfonos celulares y las pantallas de televisión dificultan la conciliación del sueño. No obstante, la luz adecuada, tanto en tonalidad como en intensidad, puede ayudar a mejorar el descanso.

La Glow Light de Casper es un dispositivo simple pero innovador. El dispositivo está formado por un cilindro portátil e inalámbrico. Incorpora luz LED de color blanco cálido y ámbar, así como sensores de movimiento que permiten acceder a los controles con mayor facilidad y rapidez. Además de estos controles manuales, los usuarios pueden programar y ajustar la configuración de su Glow usando la app gratuita Casper Glow. Las funciones de la aplicación también incluyen una alarma programable que activa el brillo gradual por la mañana. El dispositivo se carga de forma inalámbrica a través del contacto con una pequeña base de carga por inducción.



Figura 10. Casper Glow Light
 [Fuente: <https://casper.com/glow-light/>]

INFORMACIÓN		
Fabricante (Diseño)	Casper	
Iluminación	LED	
Intensidad luminosa	280 lux	
Temperatura de color	2700 K	
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación regulable. • Simulación de amanecer personalizable. • Luz nocturna. • Alarma programable. • Conectividad con App (Wifi/Bluetooth). • Control por gestos. • Portabilidad. 	
Cuerpo	Altura	13,3 cm
	Diámetro	9,5 cm
Base de carga	Altura	0,9 cm
	Diámetro	10,2 cm
Material	Policarbonato	
Peso (g)	0,350 kg	
P.V.P	129,00 €	

Tabla 8. Información del producto Casper Glow Light.

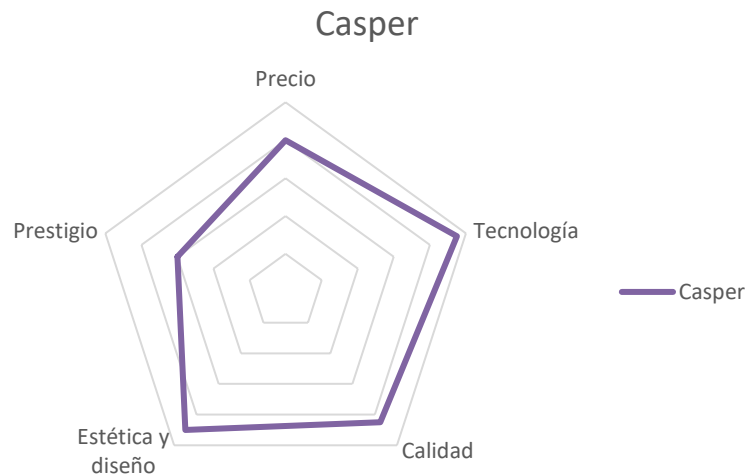


Figura 11. Gráfico de características Casper Glow Light.

Bedside Lamp 2 — Xiaomi

Fundada en abril de 2010, Xiaomi Corporation es una empresa que produce teléfonos inteligentes y dispositivos IoT (inteligencia artificial de las cosas), como dispositivos conectados en el hogar, aspiradoras robotizadas o incluso dispositivos portátiles inteligentes, como relojes u otros accesorios. La misión de Xiaomi es fabricar productos de alta calidad a precios justos y ayudar a los clientes de todo el mundo a disfrutar de una vida mejor a través de tecnología innovadora.

Xiaomi Bedside Lamp 2, su lámpara inteligente más actual, es un dispositivo que permite crear mejores ambientes para el hogar con un simple truco de iluminación. Permite llenar cualquier estancia de luz tenue para crear un ambiente agradable y cálido, o simplemente iluminar para el uso diario. Tiene un diseño sobrio y simple, que pasa totalmente desapercibido en cualquier estancia del hogar. Posee un diseño brillante, práctico y con luminosidad integral.

Su función más destacada es como lámpara de noche, aunque su función como despertador es la más interesante. Se puede configurar para que poco a poco empiece a iluminarse como si estuviera amaneciendo dentro de la habitación. En vez de usar una alarma sonora, Xiaomi Bedside Lamp 2 utiliza algo más sutil para despertar de igual forma como es la iluminación, muchísimo mejor que asustarse con algún sonido imprevisto y molesto.

Se configura y se controla directamente desde la aplicación Mi Home de Xiaomi. Además, es compatible con el asistente de Google, Alexa de Amazon y Siri de Apple. Incluye una amplia opción de funciones, como son:

- Modo despertador con configuración de encendido y apagado: Permite despertarse gradualmente simulando la luminosidad del alba, acompañando al cuerpo en su ritmo cardiaco natural.
- Luz nocturna y asistente de reposo: La luminosidad más tenue de 2 lúmenes permite conciliar el sueño sin perturbar el descanso durante la noche.
- Control del color: La gama de colores permite crear un ambiente confortable y totalmente personalizable adecuado a cualquier situación y espacio, con una iluminación pura y simplificada.
- Intensidad regulable: La opción de regular la intensidad lumínica mediante un control táctil proporciona una experiencia simple y cómoda, adaptada al usuario.
- Control por voz: Mi Bedside Lamp 2 es compatible con el control por voz, que gracias a su control inteligente permite accionar el dispositivo desde cualquier lugar del hogar.
- Controles táctiles intuitivos: Con la lámpara apagada, toca en cualquier parte del control deslizante para encenderla y facilita el encendido en la oscuridad.

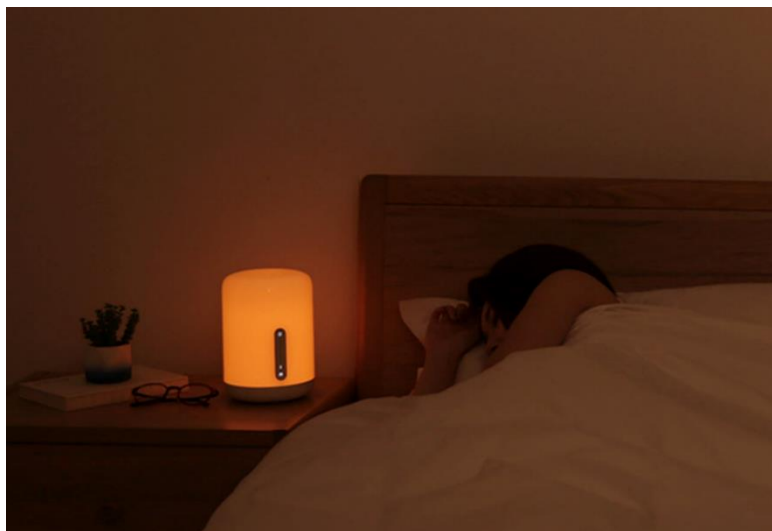


Figura 12. Xiaomi Bedside Lamp 2.
[Fuente: <https://www.mi.com/es/mi-bedside-lamp-2/>]

INFORMACIÓN	
Fabricante (Diseño)	Xiaomi
Iluminación	LED
Intensidad luminosa	400 lux (lm)
Temperatura de color	1700 - 6500 K
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación regulable. • Funcionamiento táctil • Simulación de amanecer personalizable. • Color ajustable. • Temperatura de color ajustable. • Conectividad (Wifi/Bluetooth). • Luz nocturna. • Alarma.
Cuerpo	Altura 20 cm
	Diámetro 14 cm
Material	Policarbonato
Peso (g)	0,777 kg
P.V.P	34,99 €

Tabla 9. Información del producto Xiaomi Bedside Lamp 2.

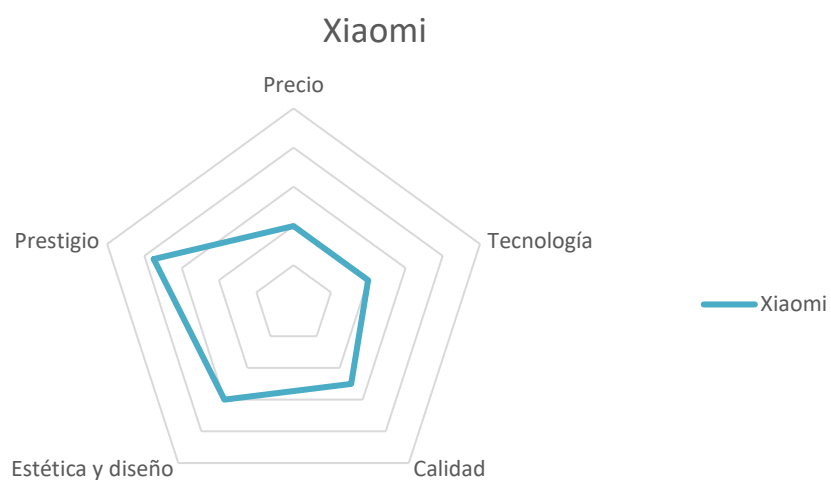


Figura 13. Gráfico de características Xiaomi Bedside Lamp 2.

Como punto final, y con el propósito de comparar de manera más visual los datos analizados entorno a las características que ofrecen los modelos más representativos de las diferentes marcas, se ha elaborado un gráfico que recoge toda la información:

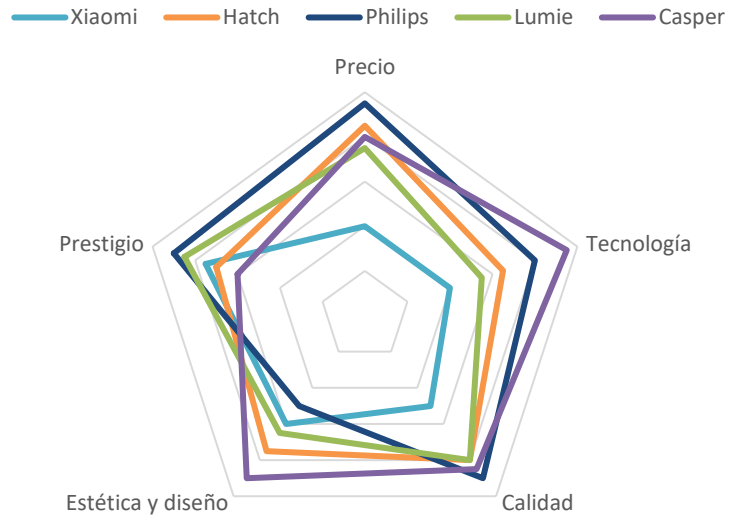


Figura 13. Gráfico comparativo de todos los modelos estudiados.

5.2.8. Benchmarking

	Hatch	Philips	Lumie	Casper	Xiaomi
Radio FM	No	Sí	No	No	No
Función de sonidos	Sí	Sí	No	No	No
Número de sonidos	6	5	-	-	-
Reloj digital	Sí	Sí	Sí	No	No
Base antideslizante	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Portabilidad	No	No	No	Sí	No
Compacto	No	No	No	Sí	Sí
Batería	No	No	No	Sí	No
Controles táctiles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Número de alarmas	1	2	3	1	1
Configuración de alarma manual (botones)	No	Sí	Sí	No	No
Control manual	Limitado	Sí	Sí	Limitado	Limitado
Control por wifi/bluetooth (conectividad)	Sí	No	No	Sí	Sí
App	Sí	No	No	Sí	Sí
Proyección de luz	180°	180°	180°	360°	360°
Control por voz	No	No	No	No	Sí
Gama de colores ajustables	No	No	No	No	Sí
Niveles de intensidad (luminosidad)	100	20	5	10	5
Tiempo simulación del amanecer	45 min.	20 - 40 min.	30 min.	45 min.	30 min.
Modos de amanecer/atardecer	3	3	2	-	-
Atenuación automática	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Opción de luz nocturna	Sí	Sí	Sí	No	Sí

Tabla 10. Análisis Benchmarking de las marcas estudiadas.

A la hora de llevar a cabo la fase de benchmarking, se realiza una comparación detallada de las características y prestaciones que ofrecen los productos de las diferentes marcas a través de una tabla. De este modo, se podrá analizar a la competencia e identificar todas aquellas necesidades que actualmente no están cubiertas, desarrollando así un diseño diferenciador. A continuación, se exponen algunos puntos interesantes del estudio.

En primer lugar, se puede destacar que los productos destinados a esta finalidad suelen ser elementos fijos que se ubican en la mesita de noche, donde cumplen su función. Sin embargo, prácticamente ninguno de ellos contempla la posibilidad de ser un elemento móvil, permitiendo al usuario transportar el producto e interactuar con él en cualquier lugar del hogar.

Por otro lado, se observa que gran parte de la competencia dispone de compatibilidad con el smartphone, siendo el método para configurar todas las opciones de control. En este sentido, resulta contraproducente tener que usar el móvil para gestionar las funciones del dispositivo, ya que la luz que emiten los dispositivos electrónicos perjudica a la calidad del sueño, además de que puede resultar más complejo de usar para personas mayores. No obstante, algunos de los productos que sí incorporan un control manual, sin necesidad de vincular un smartphone, apuestan por los botones táctiles. Se trata de una opción más cómoda dado que es más versátil y ahorra espacio, aunque los fallos electrónicos son más habituales y la tolerancia al error mucho más baja, pudiendo accionar los botones de manera involuntaria. Así pues, se trata de una mejor opción respetar un método más tradicional mediante botones mecánicos que aportan una sensación mucho más directa al interactuar con el usuario.

Por último, se puede apreciar que la tendencia hasta ahora se basa en diseñar estos productos con una proyección de luz que no supere los 180°. Es por esto que ampliar este rango a los 360° puede ser un punto favorable a la hora de iluminar por completo una estancia.

TABLA RESUMEN	
Evidencias positivas	Evidencias negativas
<ul style="list-style-type: none"> - Incorporación reloj digital. - Fácil de transportar. - Volumen compacto. - Modo atardecer. - Controles manuales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control mediante smartphone. - Controles táctiles. - Peso elevado. - Tamaño. - Proyección de luz.

Tabla 11. Tabla resumen del análisis de Benchmarking.

5.2.9. Mapa de posicionamiento

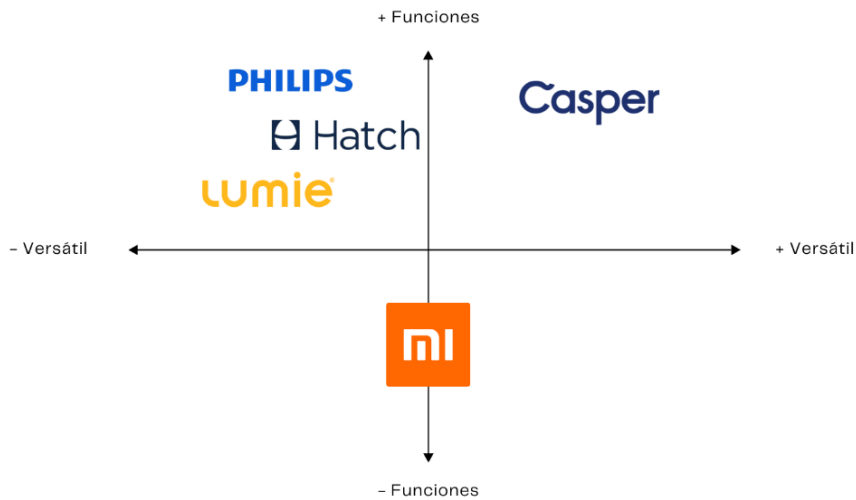


Figura 14. Mapa de posicionamiento de las marcas competidoras.

Los atributos que se disponen en los ejes de coordenadas hacen referencia a dos conceptos, entre otros, que definen los productos de las marcas estudiadas. En el eje X se indica la versatilidad, entendida como la capacidad flexible que tiene un producto al adaptarse de varias maneras al entorno y al uso, ya sea en concepto de movilidad, posición, tamaño, etc. Asimismo, en el eje Y se indica la cantidad y/o diversidad de las prestaciones que incorporan los productos.

Observando el mapa de posicionamiento, se puede apreciar de manera visual la comparación de los productos de las diferentes marcas entorno a los dos criterios seleccionados. De este modo, se puede analizar el comportamiento del consumidor y establecer una estrategia de posicionamiento que permita ubicar el producto que se está desarrollando en una zona nueva y desocupada del mercado.

Gran parte de las marcas que conforman el mercado incorporan un número de funciones excesivo, que la mayoría de usuarios no son capaces de comprender como funcionan o no creen que sean relevantes, y desatienden otros atributos como, en este caso, la versatilidad en cuanto al uso se refiere.

Así pues, encontramos una zona nueva de posicionamiento, donde las prestaciones del producto serán menores, pero donde existirá una gran versatilidad en cuanto al concepto móvil del producto. En este sentido, se pretende dotar al producto de las funciones básicas y añadir un atributo nuevo que permita al producto diferenciarse de la competencia.

5.2.10. Matriz DAFO

La matriz DAFO supone una herramienta muy útil a la hora de analizar una empresa o, en este caso, un producto bajo 4 parámetros (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) que permiten llevar a cabo una toma de decisiones y establecer una estrategia.



Figura 15. Matriz DAFO.

Una vez hecho el análisis se puede observar que las amenazas son pocas, ya que se trata de un producto con algunas características diferenciadoras que permiten distanciarse en términos de diseño. Sin embargo, existe una competencia muy presente formada por marcas muy consolidadas. Muchos usuarios prefieren confiar en marcas con un cierto recorrido que apostar por otras nuevas que emergen en el mercado. En este sentido, habrá que apostar por diferenciarse en el concepto de uso del producto para poder generar una necesidad nueva a los usuarios y así tener una primera toma de contacto. En este caso, los atributos formales, las funciones y la movilidad del producto suponen un elemento diferenciador.

En cuanto a las debilidades, se puede apreciar que el hecho de que el producto se desprenda de toda la tecnología que actualmente se incorpora puede suponer una desconfianza en el usuario. Por otra parte, el hecho de que se trate de un método alternativo para despertarse y conciliar el sueño puede no funcionar en todos los usuarios, ya que se requiere una cierta predisposición a diversos factores.

Por otro lado, las fortalezas se centran en los atributos realmente diferenciadores del producto. En este caso, pueden suponer una ventaja respecto a los competidores que el producto sea compacto, ligero y que las funciones básicas incorporadas sean estrictamente esenciales, facilitando así la comprensión por parte de todos los usuarios y evitando que las funciones sean programadas manualmente con algún tipo de aplicación móvil.

Por último, las oportunidades suponen metas realmente alcanzables y necesidades en los usuarios que todavía no han sido totalmente resueltas por las marcas de la competencia. Así pues, puede resultar un producto atractivo para usuarios con dificultades en el descanso o con algún tipo de trastorno del sueño, siendo un elemento que acompaña en todo momento y prepara al usuario para que el dormir sea una tarea más fácil. Además, se ha tenido en cuenta que los aspectos formales supongan el menor impacto visual posible optando por una estética minimalista y de formas simples que se adapte al mobiliario propio del hogar, pudiendo desempeñar un papel decorativo. También supone un diseño compuesto por pocas piezas y pensado para que pueda ser desmontado para garantizar el mantenimiento adecuado del producto cuando sea necesario.

5.6. Briefing

El briefing es una herramienta esencial a la hora de enfocar el proyecto. Se trata de un breve documento preliminar que describe los requerimientos planteados durante todo el proceso de investigación y permite enfocar todo el trabajo hacia una dirección concreta. Sin embargo, el briefing no es solo un pliego de los condicionantes del entramado del proyecto, sino que supone un paso más en el proceso metodológico del proyecto, marcando una línea estratégica, agilizando la toma de decisiones, aumentando la eficiencia y evitando, en gran medida, los errores.

BRIEFING

Producto: Dispositivo compacto de iluminación móvil que permite al usuario, mediante la emisión de una luz gradual, conciliar el sueño y despertarse paulatinamente, además de servir como punto de luz móvil.

Tipo: Luminaria portátil con función despertador

Problemática: Un buen descanso supone numerosos beneficios, tanto en nuestra salud como en nuestro estado de ánimo. Es por ello que la iluminación de nuestro hogar es un factor clave para conseguir un sueño reparador y así optimizar nuestros ciclos de sueño. Con la tecnología cada vez más presente en el día a día y los hábitos de estilo de vida modernos, gran parte de la población (sobre todo concentrada en las urbes) pasa “gran parte” de su tiempo en espacios cerrados con iluminación incorrecta/no (poco) adecuada, teniendo un impacto negativo en su salud y bienestar, especialmente en la calidad del descanso (sueño).

Objetivo: Disponer de una iluminación móvil y flexible que acompañe al usuario en cada momento del día en el ámbito del hogar, que le prepare y facilite la conciliación del sueño y que, además, le ayude a despertarse cada mañana de una manera natural.

Frase de utilidad: Dispositivo que permite al usuario conciliar el sueño y despertarse progresivamente mediante la emisión de una luz gradual y que, además, es útil como punto de luz móvil, adaptándose y proporcionando la luz más adecuada para cada ocasión del día, gracias a su iluminación regulable en intensidad, proporcionando al usuario grandes beneficios en salud y bienestar.

Requisitos generales:

Funcionales

- Gran versatilidad del producto a través su función de punto de luz móvil, tratándose de una característica que aún no ha sido comúnmente empleada por la competencia que puede suponer un elemento diferenciador.
- Diseño simple e intuitivo, primando las funciones más esenciales y priorizando la proyección de la iluminación.
- Producto compacto y ligero.
- Estandarización de la fuente luminosa y fácil desmontaje para el mantenimiento del producto.

Técnicos

- Establecer las especificaciones técnicas de la fuente luminosa: temperatura de color, flujo luminoso, índice de reproducción cromática, etc.
- Materiales acordes con su función: estructura ligera y resistente, pantalla que permita el paso de luz y estación de carga robusta.

Estéticos

- Generar el menor impacto visual, haciendo uso de líneas suaves y geometrías simples, con una estética apropiada al ámbito del hogar que se armonice con el mobiliario.

Diseño

- Reducir al máximo el número de piezas del producto, facilitando el ensamble y su posterior producción.
- El producto ha de ser compacto, ocupando el espacio justo en su habitual lugar de uso.
- Deben evitarse las aristas y cantos vivos, sobre todo en zonas que estén en contacto directo con el usuario, evitando cualquier lesión al ser manipulado.
- El peso del producto debe poder ser transportado con facilidad y de manera cómoda.
- Producto compacto y ligero, que permite ser transportado de manera fácil y cómoda:
 - o Peso no superior a 1kg.
 - o Medidas máximas: 150x100x270 mm.

Usuario

- El mantenimiento ha de ser intuitivo, facilitando el montaje y desmontaje de las piezas y sin dar lugar a errores o suposiciones.
- Establecer las especificaciones técnicas de la fuente luminosa: temperatura de color, flujo luminoso, índice de reproducción cromática, etc.
- La solución debe adaptarse al máximo a cualquier usuario, independientemente de sus medidas antropométricas.

Tecnología interna: El producto combina la tecnología de una lámpara conjuntamente con la de una alarma despertador convencional. En este caso, la alarma en vez de ser sonora se basa en luz como método para despertar.

6. Diseño conceptual

6.1. Moodboard

Un moodboard es una herramienta visual, física o digital, que permite establecer una estrategia, sintetizar las ideas y servir de inspiración para llevar a cabo la primera fase de ideación de un proyecto a través de un proceso creativo. Tiene la intención de ayudar a definir el estilo, argumentar y establecer el criterio estético de una propuesta de diseño a través de una composición gráfica de elementos o imágenes.

En la creación del moodboard se ha pretendido plasmar los conceptos que influyen en el diseño formal, e incluso funcional, de las propuestas que posteriormente se desarrollarán mediante elementos presentes en la naturaleza y a través, también, de la estética que en un pasado originó las bases que hoy en día marcan las tendencias actuales.



Figura 16. Moodboard de primeras ideas de inspiración.

Haciendo referencia a estos elementos de inspiración, se pretende recurrir a las formas geométricas básicas presentes en la naturaleza con el uso de materiales sencillos. Se rechazarán todo tipo de líneas y ángulos rectos que sugieran tensión, así pues, se

pretende recurrir al uso de líneas y formas suaves que inciten a la tranquilidad, además del uso de materiales naturales cálidos que evoquen una sensación de calma y serenidad en el usuario.

6.2. Ideas generales

A continuación, se pueden apreciar los bocetos de las primeras ideas a partir de las especificaciones establecidas anteriormente. Estas primeras aproximaciones nos permiten ampliar y explorar un gran abanico de soluciones que nos permitirán ir definiendo las características del diseño final.

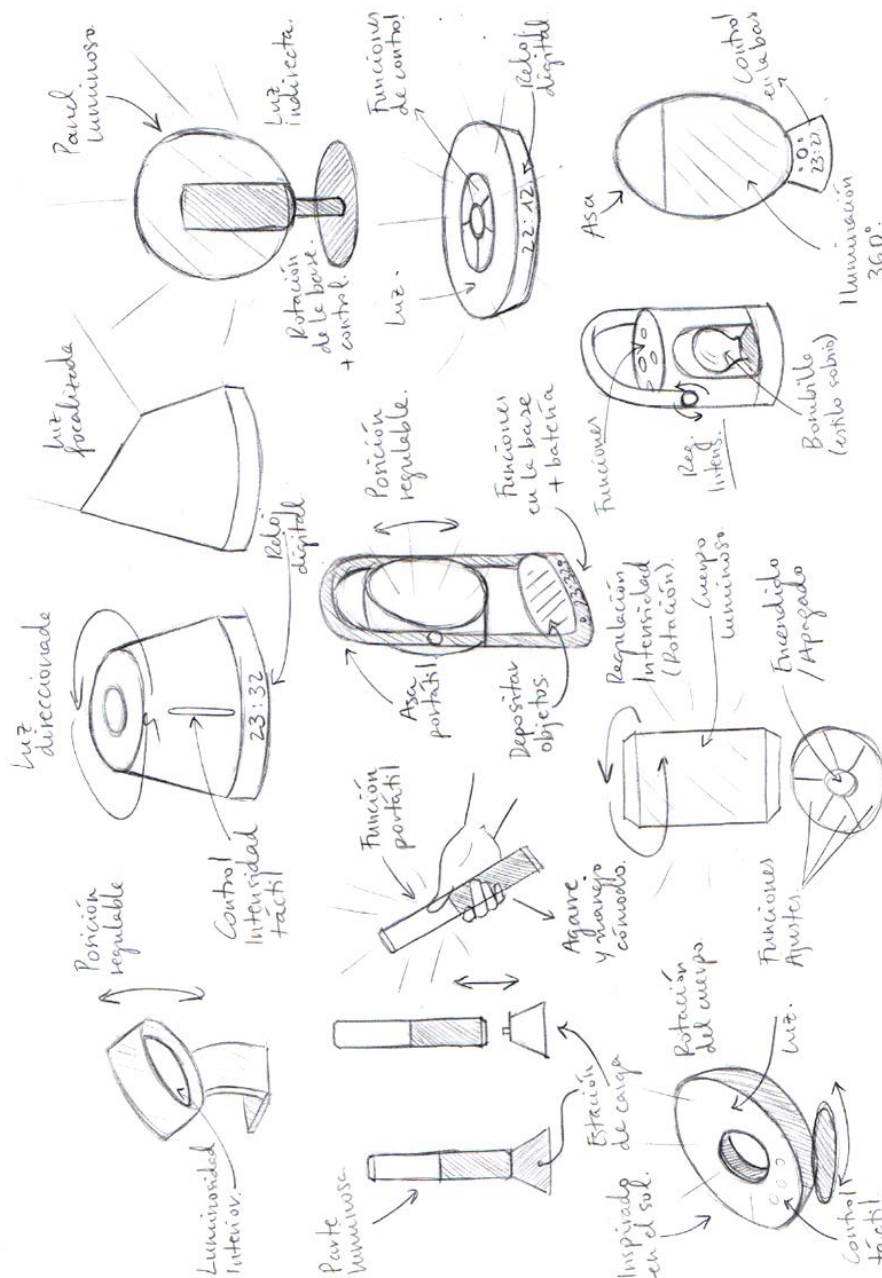


Figura 17. Bocetos iniciales de las primeras ideas.

6.3. Propuestas

Después de explorar diferentes soluciones e ideas generales, se priorizan algunos diseños, mostrados anteriormente, y se procede a definir con más detalle algunas de las propuestas con la intención de ir definiendo el producto final. Una vez realizado este proceso, se llevará a cabo una selección para escoger la propuesta que mejor se ajuste a las especificaciones requeridas.

Propuesta 1

El propósito de esta primera propuesta era crear un producto móvil, compacto y ligero con un diseño intuitivo y minimalista. Ofrece un tamaño reducido que permite optimizar el espacio y favorece la manejabilidad del producto. En cuanto a su aspecto formal está presente la inspiración de la estética de los faros marítimos, que consisten en una torre cuya parte superior proyecta una señal luminosa.

De este modo, el producto se basa en un prisma, simulando una torre, separado por dos franjas, la superior donde se sitúa la señal luminosa con un ángulo de 360° y, por otro lado, la franja inferior, más estrecha, donde se incorporan dígitos a modo de reloj digital. En la parte superior del prisma se sitúan los botones correspondientes a las funciones programables del producto (Alarma 1, Alarma 2, Ajuste del color de temperatura y opción de ajuste del reloj digital " + / - ") dispuestas en 5 divisiones realizadas en la superficie circular. También en el centro se sitúa un botón para el encendido y apagado de la luz.

Con el objetivo de dotar al producto de diferenciación y una mayor interacción con el usuario se ha permitido rotar parte superior con el tronco mediante una unión para ajustar la intensidad de la luz con un simple movimiento, teniendo así mayor precisión y control. El producto cuenta con una batería situada en la base que se carga por inducción mediante una pequeña base de carga donde se deposita el objeto, permitiendo cambiar su ubicación en cualquier momento y garantizando una mayor libertad en su movilidad. El cuerpo del producto está pensado para ser antideslizante y así poder otorgar una manejabilidad y un agarre mayor cuando se transporta haciendo uso de la mano.

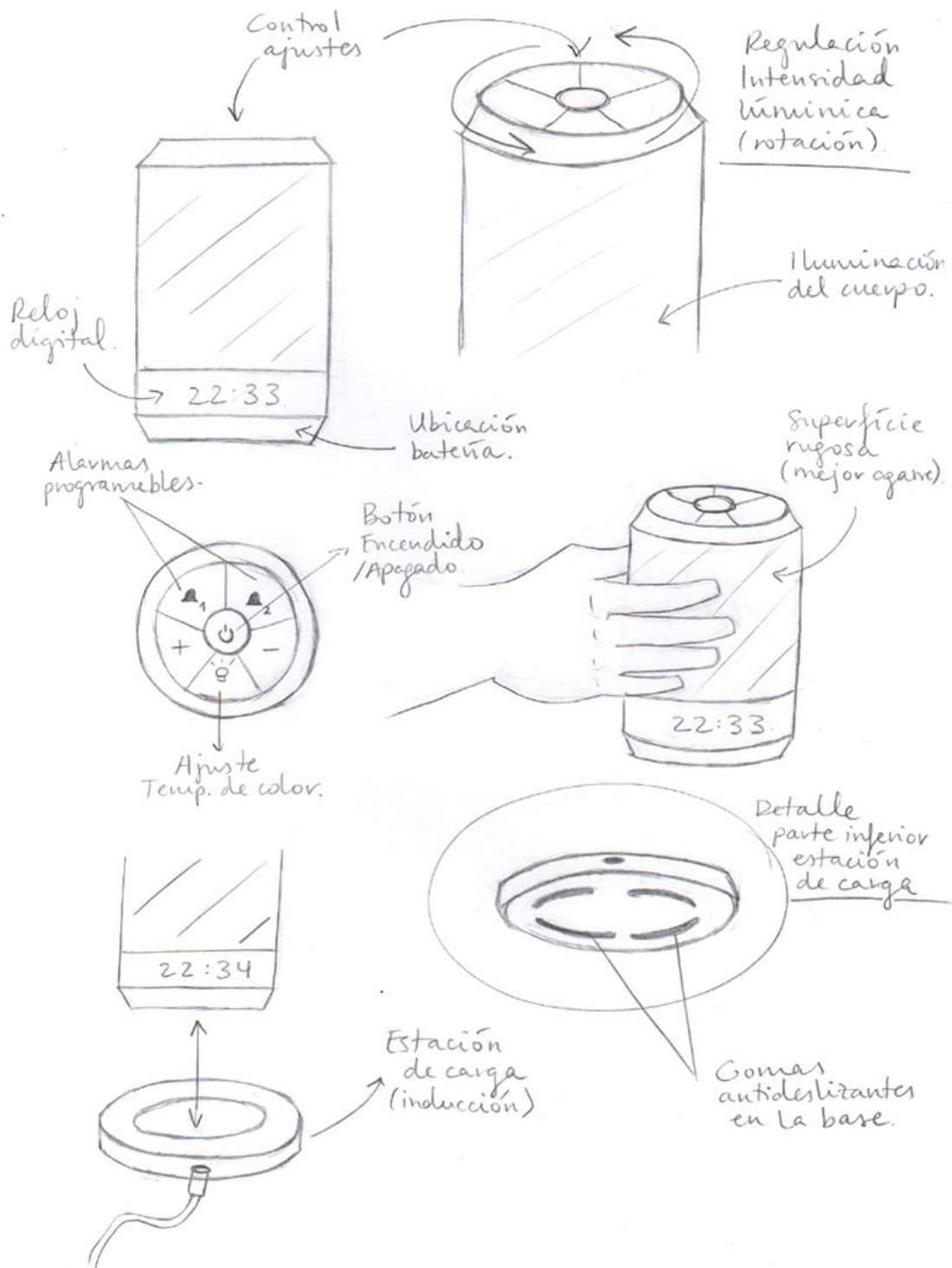


Figura 18. Bocetos de la primera propuesta.

Propuesta 2

En la siguiente propuesta se ha querido primar la comodidad, pensando en la portabilidad y en el manejo, además de potenciar la flexibilidad de uso del producto, dotándolo de diversos escenarios adaptados a las posibles necesidades de los usuarios.

El producto se basa en un cuerpo principal cilíndrico, en cuya base se alberga la iluminación LED, soportado por una estructura que permite su rotación en el eje horizontal y que va desde una base rectangular, que rodea la superficie lateral del cilindro, hasta acabar en una especie de asa.

Por un lado, el cuerpo de la iluminación permite ser rotado en el eje horizontal gracias a dos soportes en ambos extremos, direccionando la luz y otorgando al usuario la posibilidad de regular la posición del foco de luz y adaptarlo a sus necesidades de lectura, de estudio o de ambiente.

Por otro lado, la anchura de la base otorga solidez y su superficie estriada da la posibilidad de depositar encima pequeños objetos. Cuenta con un panel de botones ubicados en un extremo de la parte frontal (), un reloj digital en el centro y el botón de encendido/apagado en el extremo restante. Además, dispone de una entrada de carga USB en la parte trasera, permitiendo al usuario una mayor libertad para poder transportar la lámpara allí donde la necesite. Para ofrecer una mayor sujeción en la superficie donde se vaya a ubicar se ha incorporado en parte de abajo de la base unas gomas antideslizantes.

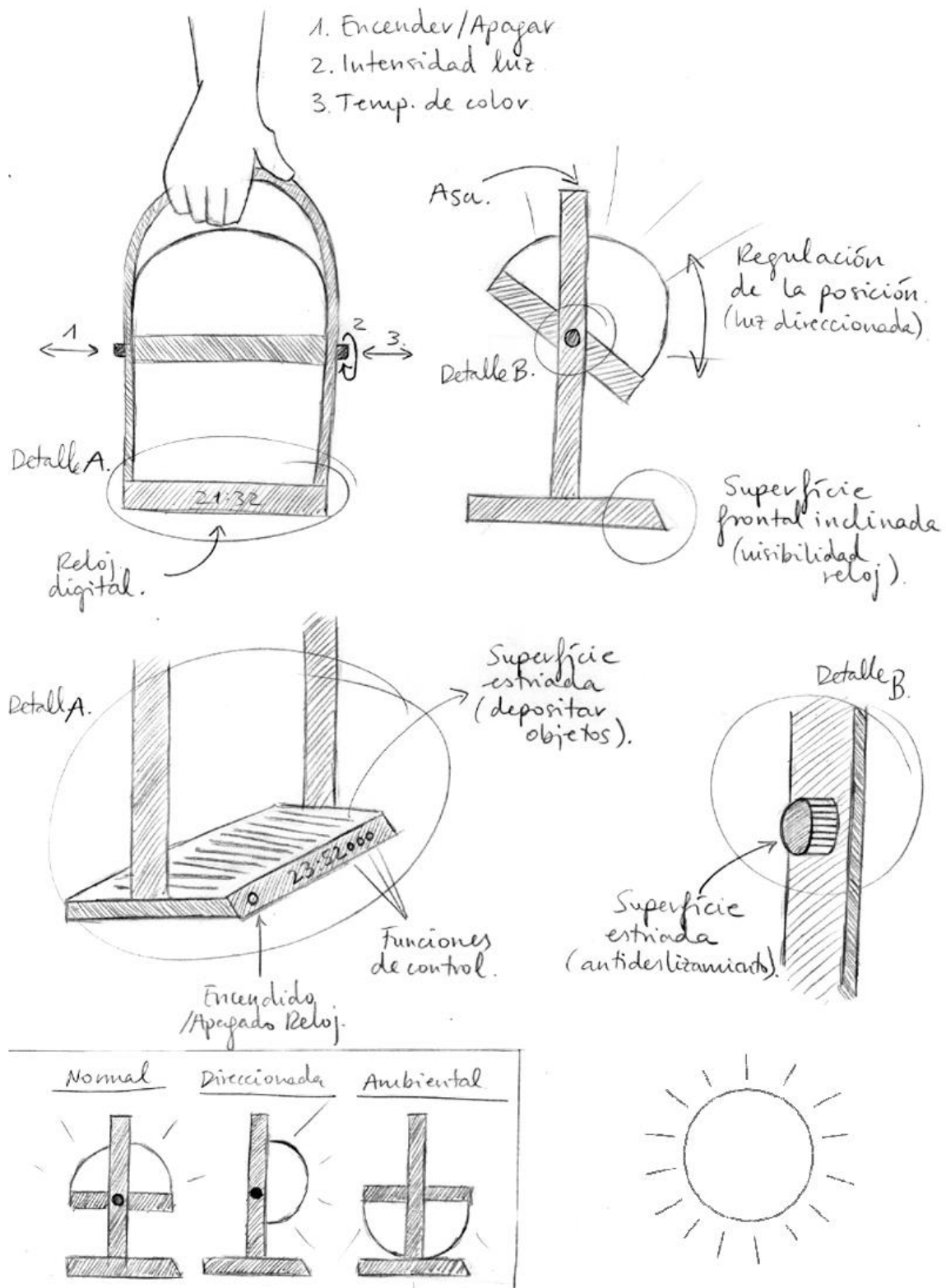


Figura 19. Bocetos de la segunda propuesta.

Propuesta 3

En esta última propuesta, se ha buscado diseñar un objeto que fuera ligero, potenciando así su portabilidad y su manejabilidad, además de prestar gran atención a los atributos estéticos. En este caso, se ha querido volver a la esencia del origen, por lo que se ha tomado como inspiración uno de los diseños más tradicionales e identificativos en cuanto a iluminación y portabilidad se refiere, las antiguas lámparas de queroseno.

El producto sigue la misma línea estética y formal que su predecesora, pero en este caso dotándola de un toque más moderno y minimalista, eliminando elementos superfluos cuya función era simplemente decorativa. De este modo, consiste en un cuerpo principal de formas suave y redondeada, en cuyo interior se proyecta la luz LED, que reposa sobre una base cilíndrica de cuyos extremos nacen dos brazos metálicos que terminan soldados en la parte superior del cuerpo, formando una estructura que sostiene y protege la lámpara. De la terminación de los dos brazos en la parte superior se encaja una tapa que incorpora un asa para poder transportarlo y, también, para poder acceder al interior del objeto en el caso que sea necesario.

En la base del producto se encuentran las funciones y los controles del producto, además de una batería albergada en su interior. En primer lugar, se ha ubicado un botón en el centro que, rotándolo, permite regular la intensidad de la luminosidad, además del encendido y el apagado en el caso de ser pulsado. En ambos extremos de la base se encuentran las funciones de la lámpara () distribuidas por botones. También se ha tenido en cuenta la incorporación de un reloj digital y de un indicador de batería.

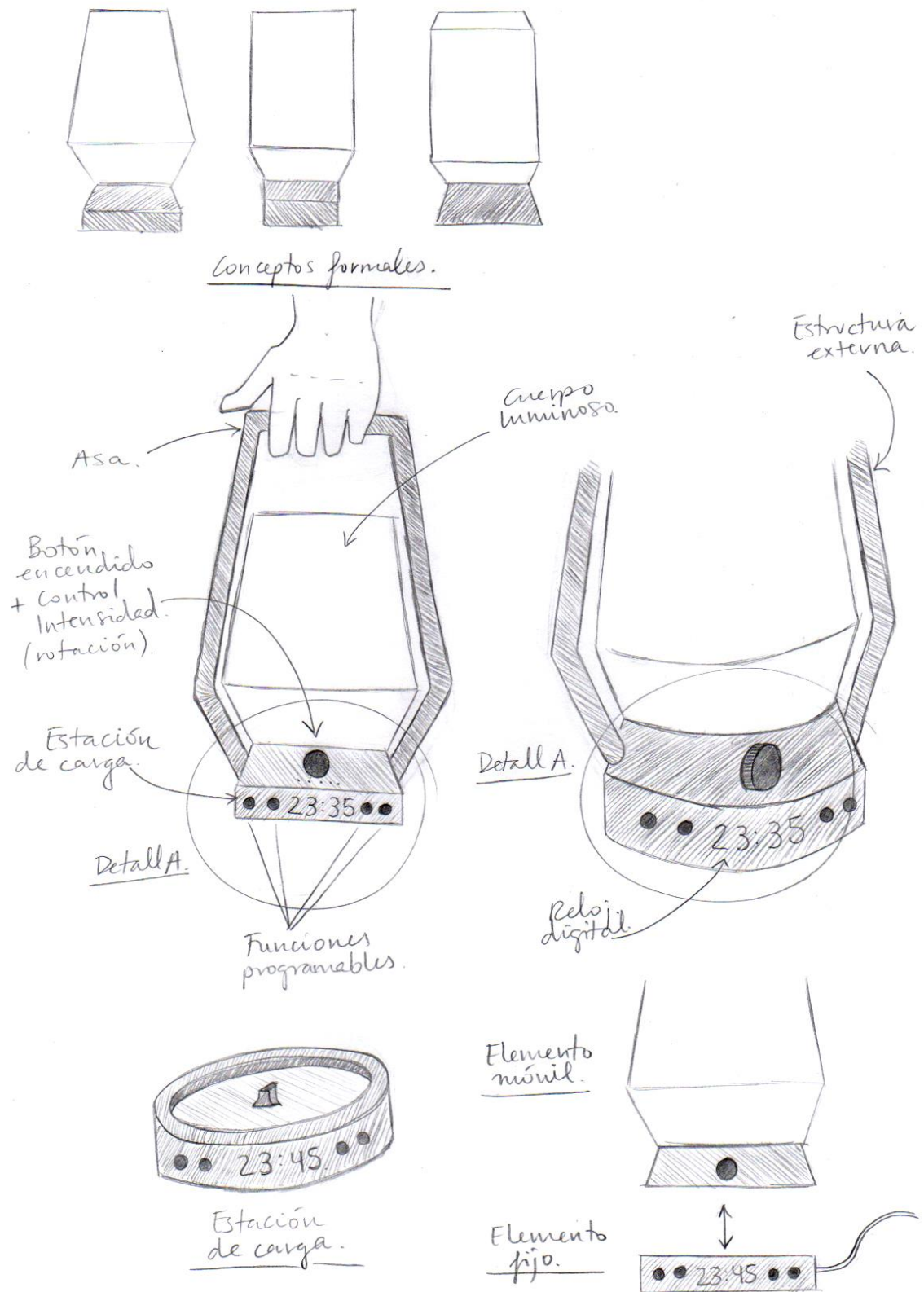


Figura 20. Bocetos de la tercera propuesta.

6.4. Selección de la propuesta final

	Propuesta 1 (1/10)	Propuesta 2 (1/10)	Propuesta 3 (1/10)
Transporte	4	8	9
Compacto	9	7	8,5
Cómodo	7	8	9
Intuitivo	8	8	8,5
Ligero	9	8	8
Tamaño	9	7	8
Facilidad de carga	9	8	9
Montaje/desmontaje fácil	4	7	9
Mayor emisión de luz	8	7	8,5
	7,4	7,6	8,6

Tabla 12. Matriz de decisión de las propuestas presentadas.

Como se puede observar, se ha realizado una matriz de decisión donde se puede apreciar visualmente la comparación entre las diferentes propuestas anteriormente desarrolladas y así, poder elegir finalmente una propuesta en función de sus características. De este modo, se califican del 1 al 10 los diferentes atributos asociados a las diferentes opciones, ubicados en la primera columna, y se genera una nota media para cada propuesta. Finalmente, la propuesta con una mayor calificación es la tercera, dada su alta comodidad en el transporte, facilidad en su carga y montaje/desmontaje.

6.5. Propuesta final

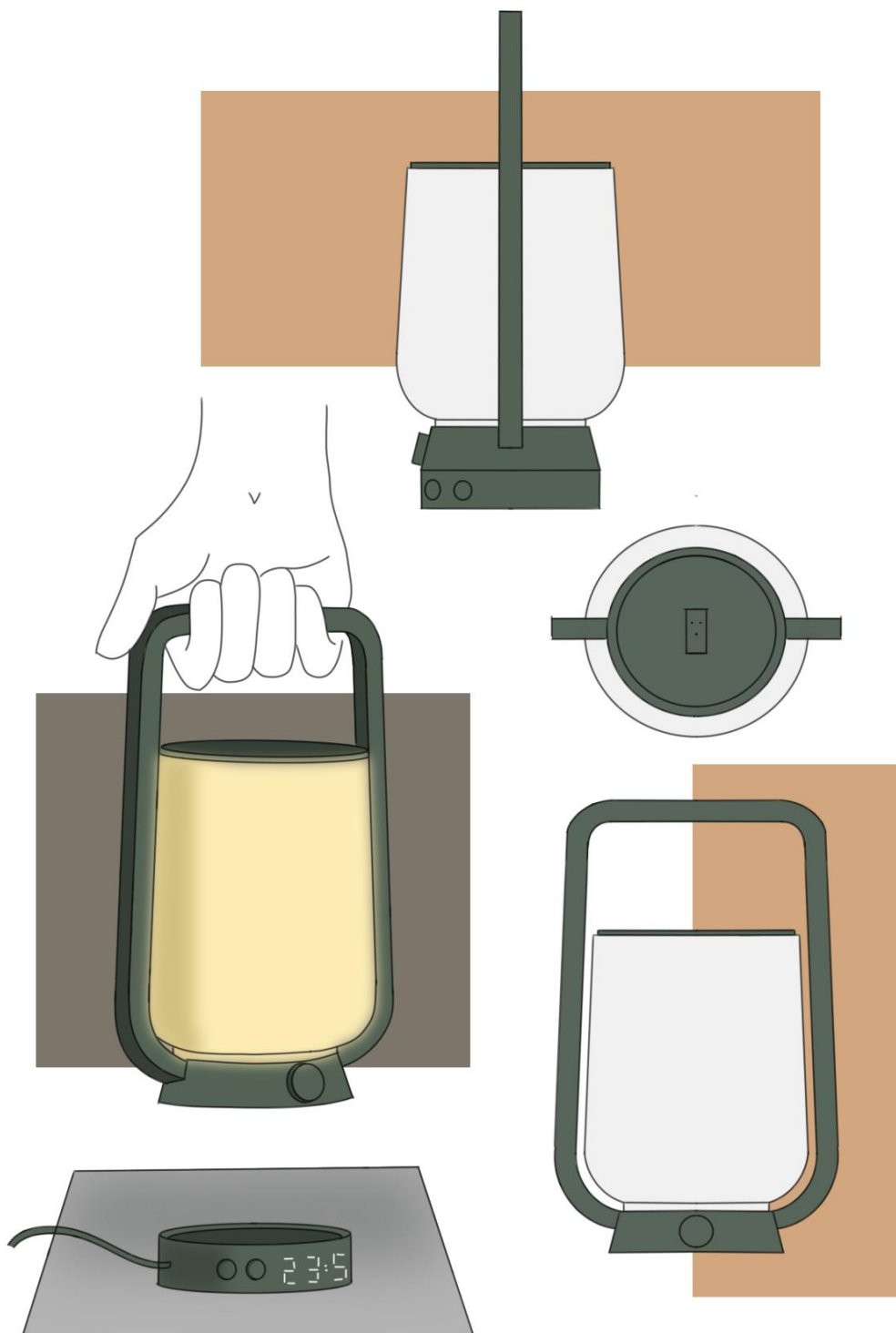


Figura 21. Bocetos de la propuesta seleccionada.

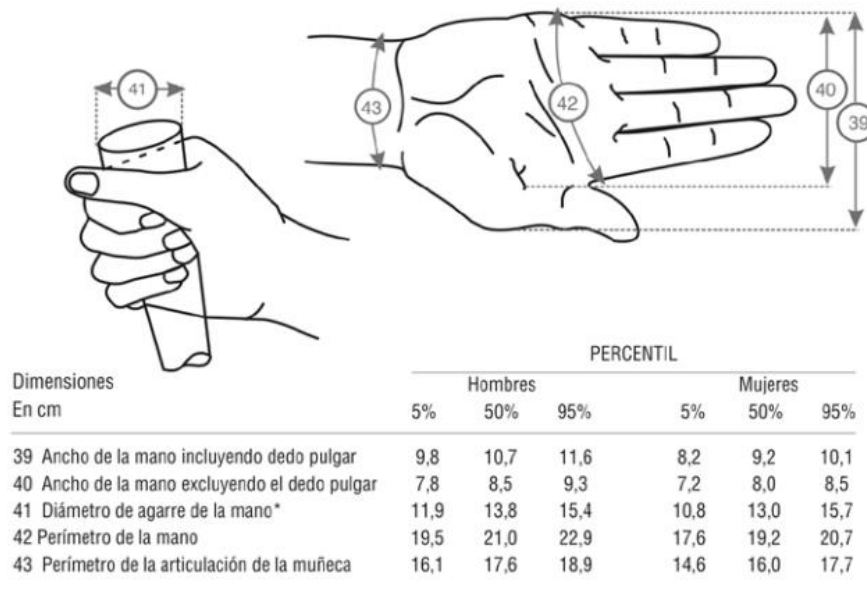
7. Diseño de detalle

7.1. Estudio ergonómico

La ergonomía es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar (Asociación Española de Ergonomía [AEE], 2000).

Para garantizar una óptima ergonomía en el producto que se está desarrollando es sumamente importante prestar atención a los factores antropométricos del cuerpo humano. El diseño está centrado en las personas, por lo que debe asegurar que los productos respeten unas dimensiones acordes con las medidas del cuerpo humano, considerando en todo momento la interacción del usuario con todas aquellas partes que sean susceptibles de ser manipuladas.

En primer lugar, se debe considerar el asa como un elemento esencial en la interacción con el usuario. Las dimensiones acordes con la longitud del asa deben permitir que el usuario pueda disponer el ancho total de la mano, excluyendo el dedo pulgar (figura 22 – medida 39). De este modo, se puede observar que el valor indica que la dimensión debe estar entorno a los 7,2 cm y los 9,3 cm (percentil 5% y 95%* respectivamente – Hombres y Mujeres).



* Las medidas correspondan al anillo descrito por los dedos pulgar e índice

Figura 22. Medidas antropométricas de la mano I.

[Fuente: Melo, J. L. (Ed.). (2010a). *Antropometría. En Ergonomía aplicada a las herramientas* (1a Edición, pp. 18–19). CPL Ediciones.]

Así pues, se establecerá un mínimo de longitud de 9,3 cm, facilitando la interacción a cualquier usuario independientemente de sus dimensiones antropométricas.

Con el fin de asegurar que el agarre sea correcto, se debe considerar el diámetro que origina la mano al empuñar (prehensión) el asa (figura 22 – medida 41). En este sentido, se establecerá que el diámetro del asa no sea superior a los 11,9 cm.

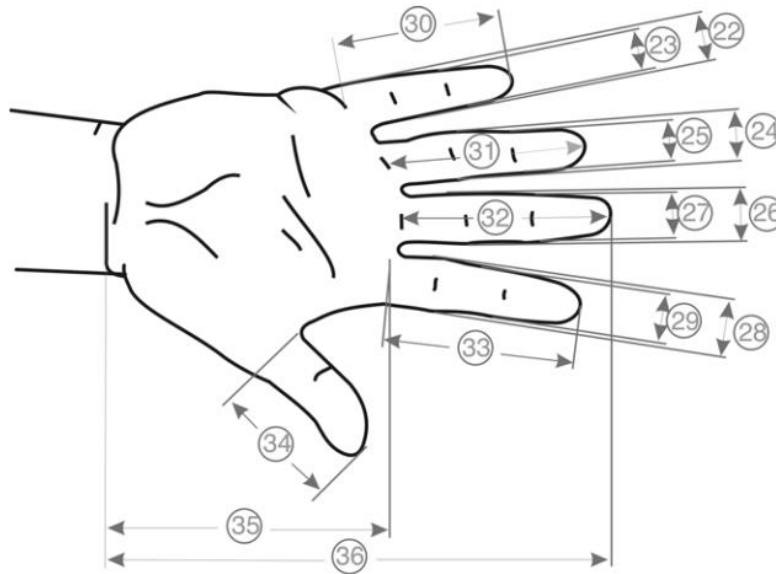
Se debe prever que al agarrar el asa exista un margen de espacio para alojar los dedos de manera holgada, además de que el hueco entre el asa y el orificio para manipular el interior de la pantalla, en el caso de sustituir la fuente luminosa, sea suficientemente amplio. Por consiguiente, el agujero de la pantalla debe disponer de un radio en el que pueda caber la mano por completo (Figura 22 – medida 40), por lo que deberá establecerse un diámetro para el orificio de como mínimo 9,3 cm, siendo recomendable alcanzar los 11,6 cm (medida 39).

Además, debe considerarse fabricar la estructura lo más ligera posible para facilitar su transporte, al igual que evitar las aristas o los cantos vivos para evitar una lesión o incomodidad en la mano del usuario.

Por otro lado, la base de la estructura principal dispondrá de un indicador luminoso formado por 4 leds dispuestos horizontalmente, que indicarán la carga del dispositivo una vez sea retirado de la base o estación de carga. A la hora de depositar la estructura principal en la base de carga, se tendrá en cuenta el encaje de la base con la estación de carga, redondeando las aristas y aplicando un ángulo de desmoldeo.

Se encuentran varios tipos de controles integrados en la base de la estructura y en la base de carga del producto. Se debe considerar que el control de la intensidad luminosa esté formado por un botón de rotación múltiple, en este caso una perilla, que permite al mismo tiempo la acción de rotar, para ajustar la intensidad, y pulsar, para la opción de encendido/apagado. Este tipo de control ofrece un ajuste de gran precisión y no requiere ningún tipo de esfuerzo en su accionamiento. Debe considerarse que la superficie del botón posea una textura estriada para facilitar el agarre y que, además, su tamaño le permita ser identificado rápidamente y fácilmente rotado.

De este modo, teniendo en cuenta que el botón se accionará rotándolo mediante los dedos índice y pulgar, además de ser pulsado con cualquiera de los dos dedos, se debe asegurar que las dimensiones se ajusten a las medidas antropométricas propias de los dedos (figura 23). Se establecerá por tanto un diámetro del botón similar al valor medio de la yema del dedo índice (medida 29), de aproximadamente 1,8 cm, y una profundidad suficiente para que los dedos puedan abarcarlo, de 2 cm.



Dimensiones En cm	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
22 Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8	1,2	1,5	1,7
23 Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,5
24 Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1	1,5	1,6	1,8
25 Ancho del dedo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9	1,3	1,4	1,6
26 Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
27 Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,4	1,5	1,7
28 Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
29 Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,3	1,5	1,7
30 Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0	5,2	5,8	6,6
31 Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6	6,5	7,3	8,0
32 Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2	6,9	7,7	8,5
33 Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3	6,2	6,9	7,6
34 Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6	5,2	6,0	6,9
35 Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7	9,1	10,0	10,8
36 Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1	15,9	17,4	19,0

Medidas respectivamente en la articulación (Según Norma DIN 33402. 2ª parte)

Figura 23. Medidas antropométricas de la mano II.

[Fuente: Melo, J. L. (Ed.). (2010a). *Antropometría. En Ergonomía aplicada a las herramientas* (1a Edición, pp. 18–19). CPL Ediciones.]

En la base de carga también se encuentran varios controles en forma de botón que permiten programar la alarma y configurar los modos de descanso del dispositivo: dos a un lado y, separados por los dígitos del reloj en la parte central, los dos restantes. Así pues, estos botones se accionarán con la yema del dedo índice, por lo que el radio debe ajustarse como mínimo a esta dimensión, en este caso serán de 1,4 cm. Esta dimensión resulta significativamente más pequeña que la del botón que regula la intensidad, pero al requerir menos precisión no resulta necesario, aunque se respetará una distancia de 1,7 cm para evitar que el usuario pueda pulsar dos botones a la vez de manera involuntaria.

Por último, se debe considerar que la tapa que se sitúa en la parte superior de la pantalla, con intención de proteger la fuente luminosa, debe tener unas dimensiones adecuadas que permitan al usuario retirarla de manera fácil y cómoda, en el caso que la fuente luminosa (bombilla) deba ser sustituida. De este modo, el diámetro de la tapa debe coincidir con el valor correspondiente al largo de la mano (Figura 23) que, teniendo en cuenta la mínima medida (Percentil 5%-Mujeres), no debe superar los 15,9 cm. Además, la tapa no se encontrará roscada o anclada de manera que suponga un esfuerzo extra para el usuario, sino que simplemente estará levemente encajada.

Definición datos ergonómicos
<p>Asa y estructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aristas redondeadas. - Longitud mínima: 11,6 cm. - Diámetro máximo < 11,9 cm. - Margen de espacio para alojar los dedos. - Peso ligero para facilitar el transporte.
<p>Controles base:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control ajuste de intensidad luminosa – Botón tipo perilla (acción de rotar y pulsar). - Diámetro: 1,8 cm. - Profundidad: 2 cm.
<p>Controles estación de carga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controles de configuración – Botones pulsador manual. - Diámetro: 1,6 cm. - Separación entre botones: 1,7 cm.
<p>Pantalla difusora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Encaje de tapa suave. - Diámetro orificio < 15,9 cm. - Encaje fácil de la pantalla en la base.

Tabla 13. Datos ergonómicos aplicables al diseño.

7.2. Justificación de las dimensiones del producto

El dispositivo que se está desarrollando está pensado para ser ubicado en diferentes estancias del hogar, aunque su función principal la desempeña en el dormitorio, en este caso sobre la mesita de noche. Resulta complejo poder determinar unas medidas específicas para este tipo de mobiliario, por lo que se tendrá en cuenta dimensiones estandarizadas que puedan servir como referencia. Como punto de partida, cabe respetar las características que debe poseer el producto; siendo un volumen compacto, de tamaño reducido y con un peso ligero para poder ser transportado.

De este modo, para empezar a determinar las dimensiones más adecuadas se debe tener en cuenta que la altura de la mesita de noche no debe superar a la altura del colchón. Las mesitas de noche habitualmente tienen un ancho de 50 cm y una altura que se encuentra entre los 65 y los 72 cm de altura. En este sentido, la intención es que el producto sea lo más estilizado posible, distribuyendo su tamaño verticalmente en vez de horizontalmente, suficiente para que la proyección de la luz se alinee con la cara del usuario y para que el usuario al transportarla independientemente de su altura física. La pantalla difusora debe ser la protagonista en la distribución del diseño, ya que debe proporcionar la luz adecuada para cumplir su función. Además, se pretende que los controles queden a una altura ligeramente superior a la del colchón facilitando la manipulación desde la cama.

Por otro lado, cuando el dispositivo se esté usando a modo de punto de luz las medidas deben respetar las dimensiones del diferente mobiliario del hogar, sin requerir un gran espacio, pero, al mismo tiempo, garantizando una fuerte presencia.

De este modo, teniendo en cuenta los datos antropométricos analizados y el contexto y lugar de uso, las dimensiones generales orientativas deben ser de: **160x100x270 mm**.

7.3. Secuencia de uso

A continuación, se detalla la secuencia de uso del producto en cuestión, con el objetivo de apreciar todos los pasos que lleva a cabo el usuario al utilizar, de un modo habitual, el producto en su del hogar. Los pasos seguidos en la secuencia de uso son los siguientes:

1. El producto se encuentra ubicado en cualquier espacio del hogar, ya sea en una habitación o una estancia, gracias a su batería incorporada que lo convierte en

- un punto de luz móvil. Para encender el dispositivo basta con pulsar el botón central de su base y rotarlo para ajustar la intensidad de la luz.
2. La luminosidad y movilidad que ofrece el producto lo hace ideal para usarlo como luz de lectura, de estudio o, simplemente, como un elemento de decoración ambiental, preparando al cuerpo en las horas de menor luz natural para garantizar un descanso reparador.
 3. En el momento que se acerque la hora de dormir, el producto permite ser transportado fácilmente hasta el dormitorio, donde se pretende generar un ambiente cálido y relajante, mediante su asa en la parte superior.
 4. Para poder usar las funciones de descanso, la alarma programable y el modo amanecer, es necesario conectar la base de carga a la corriente y ubicarla lo más cerca posible de la cama, como por ejemplo en la mesita de noche.
 5. Una vez ubicada y conectada la base de carga, se puede depositar la lámpara en su superficie, alimentando así la batería de la lámpara móvil y habilitando las funciones de descanso.
 6. Estando el módulo de carga acoplado a la lámpara, ya es posible programar la alarma mediante los botones que se encuentran en la base y activar el modo amanecer, que emitirá una luz que progresivamente se atenuará hasta apagarse, ayudando así a conciliar el sueño.
 7. El modo o simulación de atardecer emite una luz que gradualmente va cambiando a una tonalidad cálida, del mismo modo que ocurriría en la naturaleza, además de atenuar la luminosidad progresivamente, consiguiendo así activar la producción de melatonina y ayudando a conciliar el sueño de manera natural.
 8. Aproximadamente 20 minutos antes de la hora programada se empieza emitir una luz cálida que progresivamente va aumentando en intensidad y adoptando una tonalidad cada vez más clara, al igual que un amanecer. De este modo, el cuerpo se despierta de manera suave y paulatina, activando el organismo para empezar el día con energía.
 9. Para desactivar la luminosidad que produce el dispositivo y desconectar la alarma programada, solo basta con pulsar el botón central.

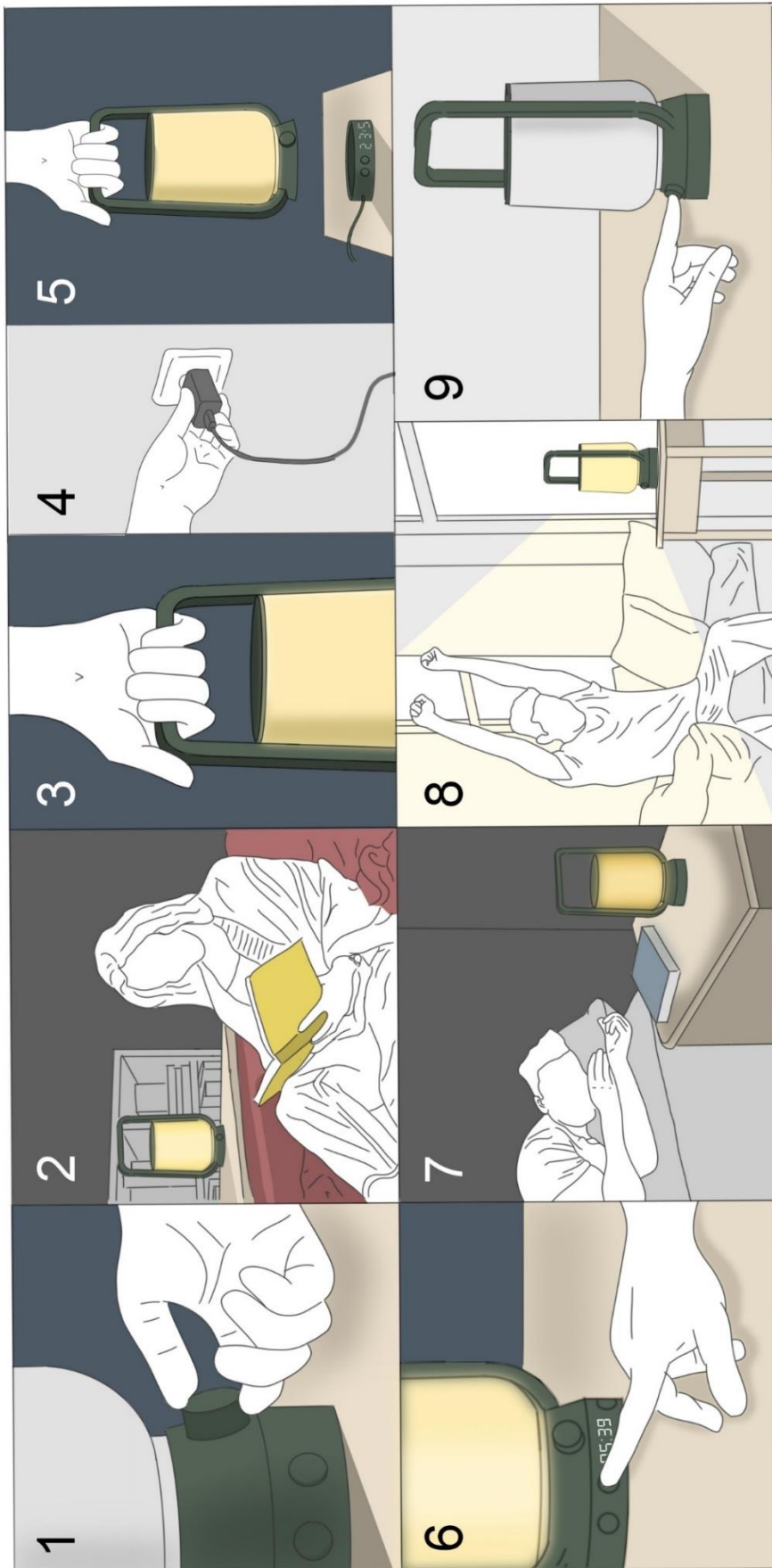


Figura 24. Storyboard del uso del producto.

7.4. Materiales

Para llevar a cabo la selección de materiales se han tenido en cuenta, principalmente, los requerimientos técnicos del producto acordes con su uso y función. En este sentido, al tratarse de un producto formado por dos partes bien diferenciadas se ha procedido a realizar una búsqueda dividida en dos partes: la primera para la estructura y la segunda para el cuerpo o pantalla que cubre la fuente de luz. Para llevar a cabo este proceso, se ha utilizado el programa CES EduPack en su versión 2020, en el que se ha realizado un estudio, un análisis y una selección de los materiales que más se ajustan a las propiedades físicas y mecánicas del producto, ligadas a su usabilidad y funcionalidad.

Estructura

La estructura está formada por una base principal en cuyos extremos opuestos nacen dos brazos que se acaban uniendo en la parte superior, formando una estructura externa en forma de “U” invertida.

Las características mecánicas del producto requieren que la estructura tenga unas propiedades físicas adecuadas a su funcionalidad. En este sentido, al ser un dispositivo portátil, el asa ha de ser suficientemente resistente y robusto, aunque no ha de suponer un gran esfuerzo para el usuario en cuanto al peso.

Etapas

Para llevar a cabo la primera selección se disponen las familias de materiales con mayor opción de producción y fabricación dadas las especificaciones del producto, en este caso: metales y aleaciones conjuntamente con polímeros y elastómeros.

Para proceder a la selección, se genera un gráfico cuyos ejes hacen referencia a propiedades de los materiales previamente escogidas: en el eje X los valores de densidad (kg/m^3) y en el eje Y los valores de la tenacidad a fractura ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$).

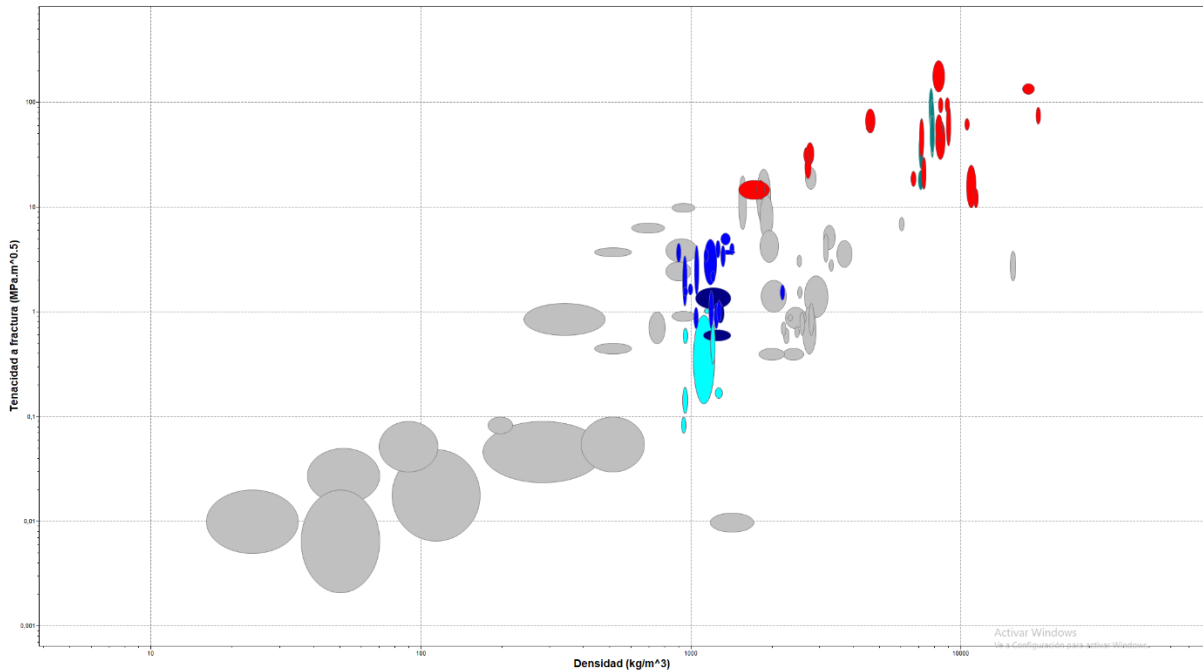


Figura 25. Gráfico de la relación entre densidad y tenacidad a fractura.

Se observa que la familia de los metales y aleaciones presentan una gran densidad, pero también una gran tenacidad a fractura. En cambio, la familia de los polímeros presenta una densidad media con una tenacidad a fractura considerablemente buena. De este modo, al no ser un producto que vaya a sufrir deformaciones ni impactos no se requiere una excelente tenacidad a fractura. Sin embargo, el factor del peso resulta importante al tratarse de un dispositivo portátil que es susceptible de ser transportado con frecuencia, por lo que una densidad menor nos garantizará mayor ligereza. Así pues, la familia de los polímeros resulta la más idónea.

Etapa 2

Para llevar a cabo esta segunda etapa en la selección, se genera un segundo gráfico con la familia de polímeros en los que se compara la densidad (Kg/m^3) en el eje X y la resistencia a tracción (MPa) en el eje Y.

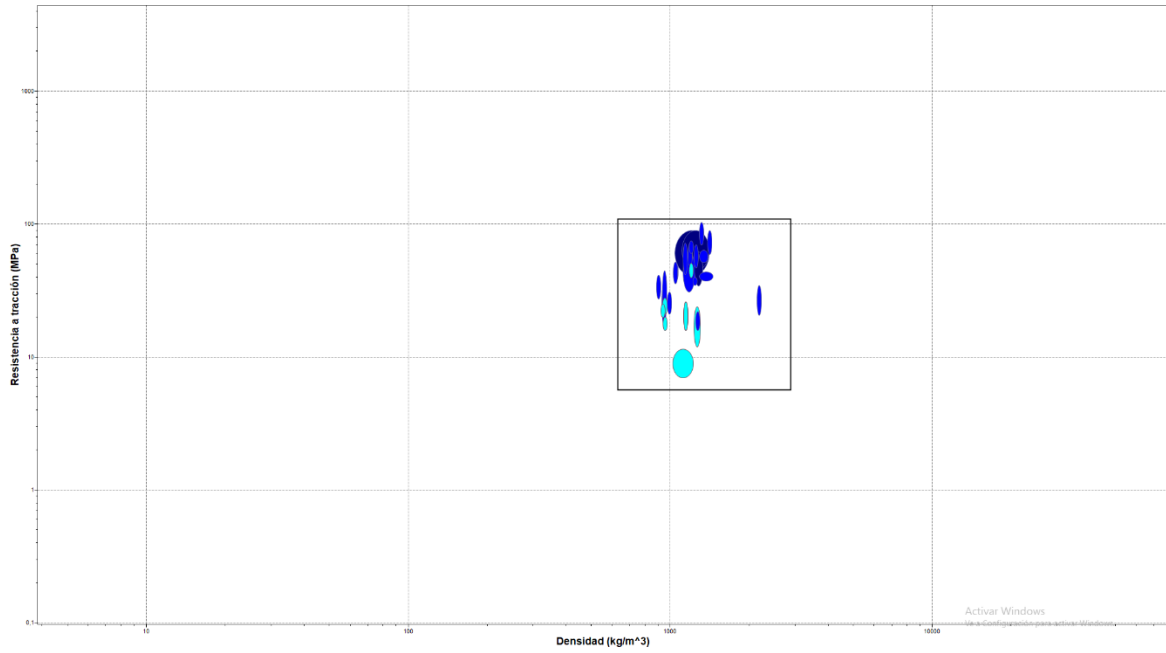


Figura 26. Gráfico de la relación entre densidad y resistencia a tracción I.

- Nombre
- Caucho o goma de butilo, polímer...
- Caucho o goma de polisopreno (II...
- Caucho o goma natural NR
- Elastómeros de silicona (SI, Q)
- Epoxis o resinas epoxídicas
- Fenolicos
- Goma EVA (Copolímero de acetato...
- Goma o caucho SBR (copolímero d...
- Ionómeros (I)
- Neopreno (CR: Goma de Cloropre...
- Poliamida de nailon o nilón
- Policarbonato (PC)
- Poliestireno o Polímero PS
- Poliétileno (PE)
- Polipropileno o polímero PP
- Poliuretano elastomérico o polimer...
- Poliuretano o polímero PUR (tpPU...
- Poliéster
- Polímero ABS (Termoplástico de A...
- Polímero PEEK (Termoplástico de c...
- Polímero PET (Tereftalato de polie...
- Polímero PLA (poliácido láctico o á...
- Polímero PMMA o Acrílico (Polimeta...
- Polímero POM o Acetal (Polioximeti...
- Polímero PVC o cloruro de polivinil...
- Polímeros de celulosa (CA: Acetat...
- Polímeros PHA y PHB (Polihidroxiál...
- Teflón o polímero PTFE (politetrafl...
- Termoplásticos basados en almidó...

Figura 27. Listado de materiales presentes en la selección.

Como se puede observar en el gráfico (Figura 26) la mayoría de polímeros se sitúan muy próximos en la referencia de la densidad, pero en cuanto a resistencia a tracción hay una notable diferencia. En este caso, se trata de una propiedad mecánica que repercute en el factor de la transportabilidad, ya que todo el peso recae sobre el asa. Es por esto que se rechazan los polímeros con menos de 48 MPa (referencia aproximada).

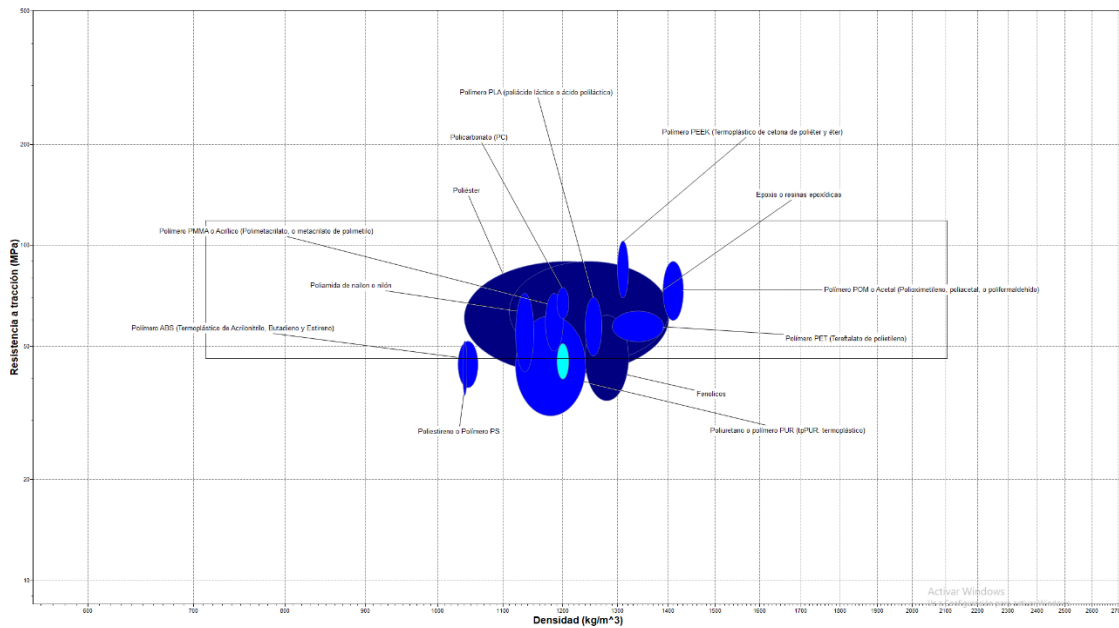


Figura 28. Gráfico de la relación entre densidad y resistencia a tracción II.

Por otro lado, se tiene en cuenta de nuevo el factor de la densidad para conseguir encontrar un material con buenas prestaciones mecánicas y, al mismo tiempo, lo más ligero posible. Se aplica un límite referencial (Figura 28) y se rechazan los materiales con más de 1150 Kg/m³ de densidad.

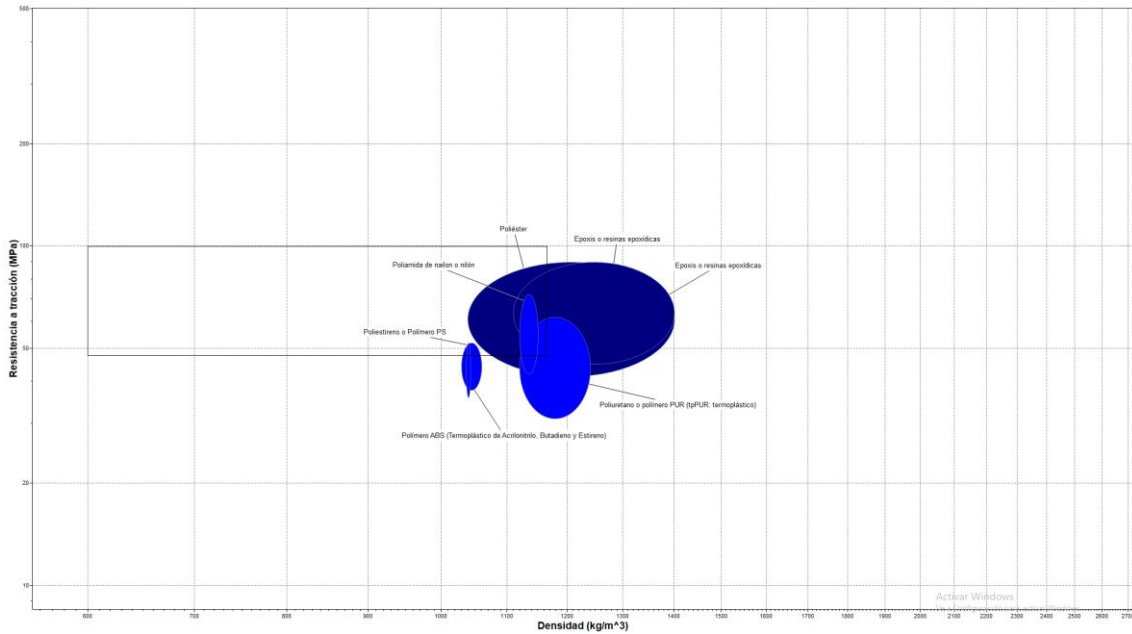


Figura 29. Gráfico de la relación entre densidad y resistencia a tracción III.

Etapa 3

Se puede observar (Figura 29) que, en este punto, se dispone de una selección muy reducida de materiales (Poliéster, Epoxis, Poliuretano, ABS, Poliestireno y Poliamida de nailon). Es por esto que se realiza un gráfico acerca de las propiedades ópticas de la familia de los polímeros para poder acotar más esta selección. En este sentido, se busca un polímero que, sin necesidad de ningún tratamiento superficial o recubrimiento, sea totalmente opaco.

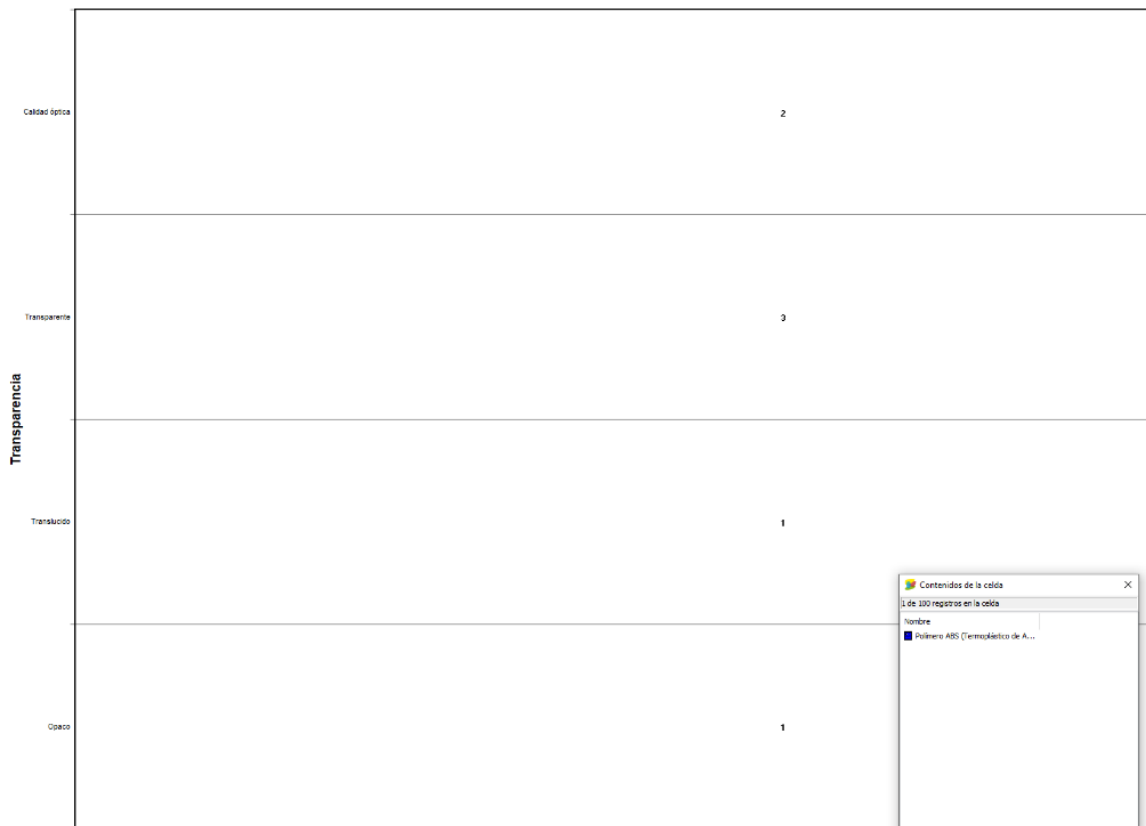


Figura 30. Grado de transparencia de los materiales seleccionados.

Finalmente, tal y como se indica en el gráfico (Figura 30), el único polímero que cumple con este requisito sería el ABS. Este material se caracteriza por su tenacidad y resistencia a impactos, dispone de una buena rigidez y maquinabilidad que lo hace idóneo para aplicarlo al producto que se está desarrollando. Además, posee una gran facilidad para ser moldeado y procesado.

Pantalla difusora

La pantalla difusora de la fuente de luz está formada por un cuerpo principal que va encajado en la base de la estructura. Se trata de un volumen de formas redondeadas que actúa como difusor de la fuente de luz y la protege de cualquier tipo de impacto.

Las características mecánicas de este producto requieren que esta pantalla sea lo suficientemente robusta para absorber posibles impactos y suficientemente transparente para que deje pasar gran cantidad de luz que, posteriormente, poder ajustar mediante tratamientos el oscurecimiento más adecuado para la función del producto. Por lo tanto, el punto de partida es estudiar la familia de polímeros de nuevo.

Etapa 1

Para llevar a cabo esta primera etapa de selección se dispone de los diferentes materiales de la familia de polímeros ubicados en un gráfico (Figura 31), donde se muestra la relación entre la temperatura máxima de servicio (°C) en el eje X y la transparencia en el eje Y. De este modo, se busca un material que soporte la leve disipación de calor de una bombilla LED y que sea lo suficientemente transparente para dejar pasar la luz en gran cantidad.

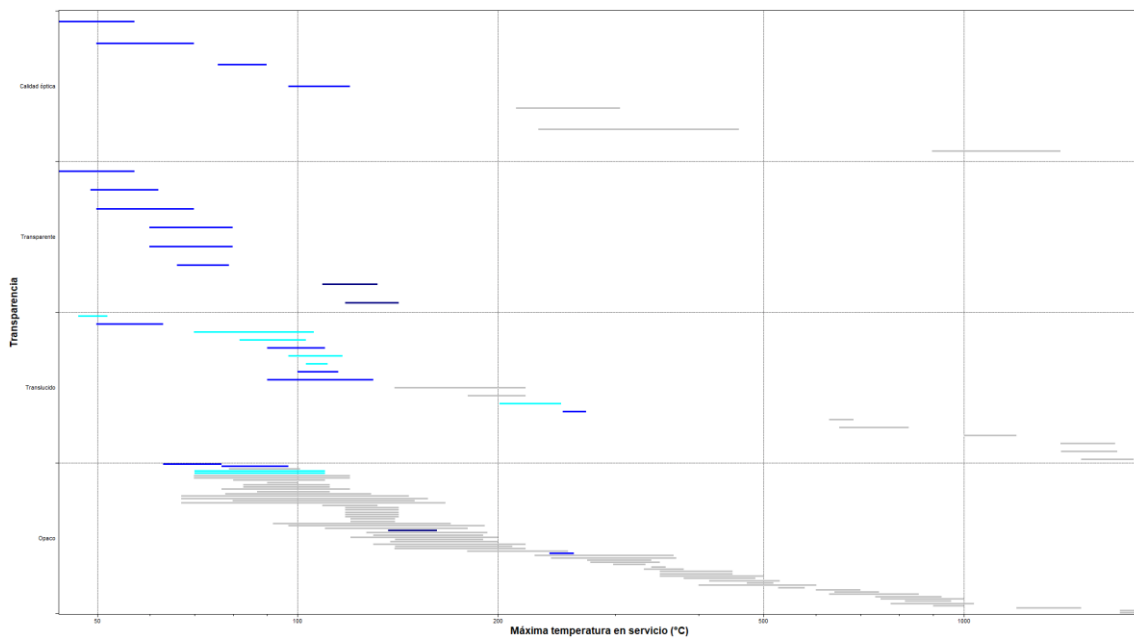


Figura 31. Gráfico relación entre transparencia y máxima temperatura en servicio I.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el objetivo es seleccionar un polímero que deje pasar una gran cantidad de luz, por lo que se rechazan todos los polímeros translucidos u opacos, disponiendo así de una selección de 10 polímeros restantes.

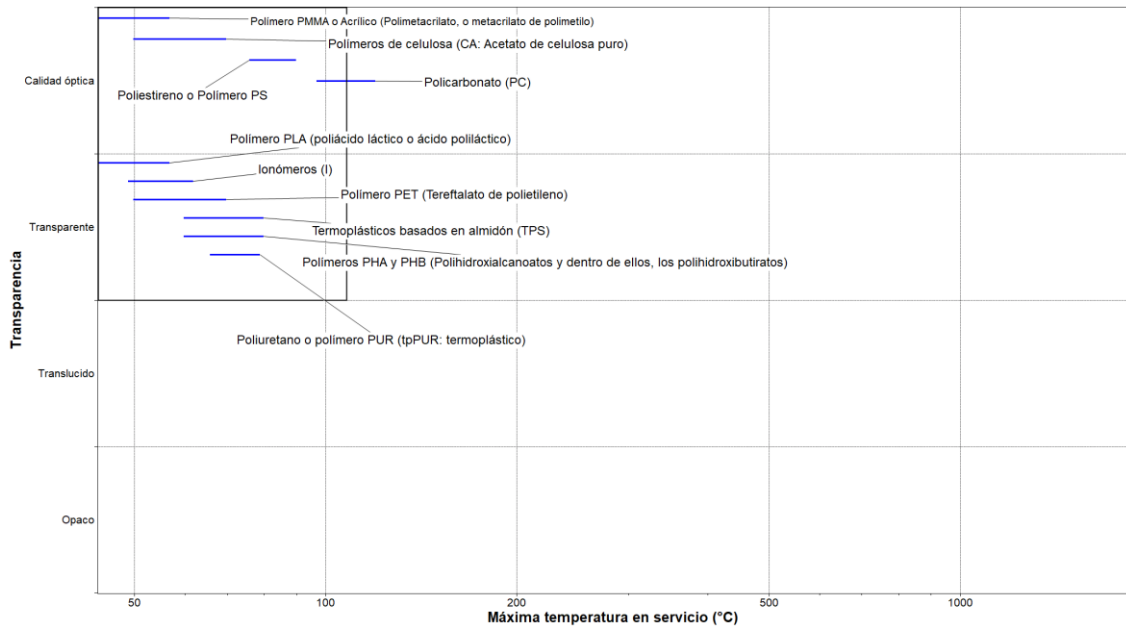


Figura 32. Gráfico relación entre transparencia y máxima temperatura en servicio II.

Etapa 2

A continuación, se genera otro gráfico (Figura 33) donde se visualiza la relación entre la transparencia, ubicada en el eje Y, y la tenacidad a fractura ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$), ubicada en el eje X.

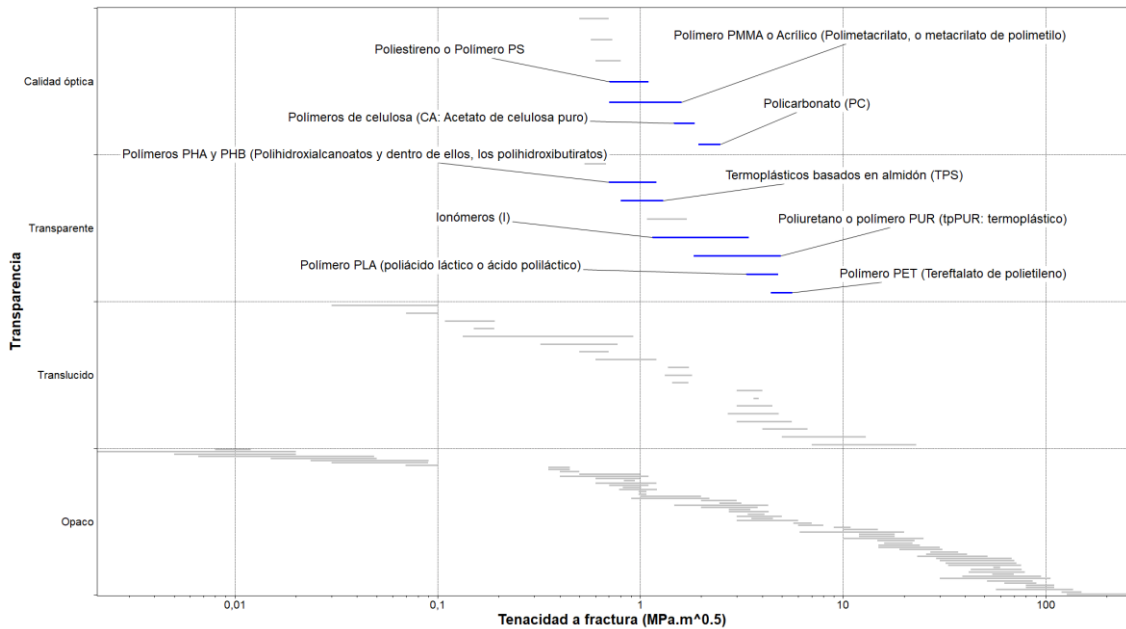


Figura 33. Gráfico de la relación entre transparencia y tenacidad a fractura I.

Para conseguir una aproximación mayor a la selección del material final se opta por establecer un límite, en cuanto a la tenacidad a fractura, y se rechazan los materiales por debajo de $2 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$. De este modo, se encuentra una selección con un reducido número de materiales, que son: Policarbonato, los Ionómeros, PLA, Poliuretano y PET.

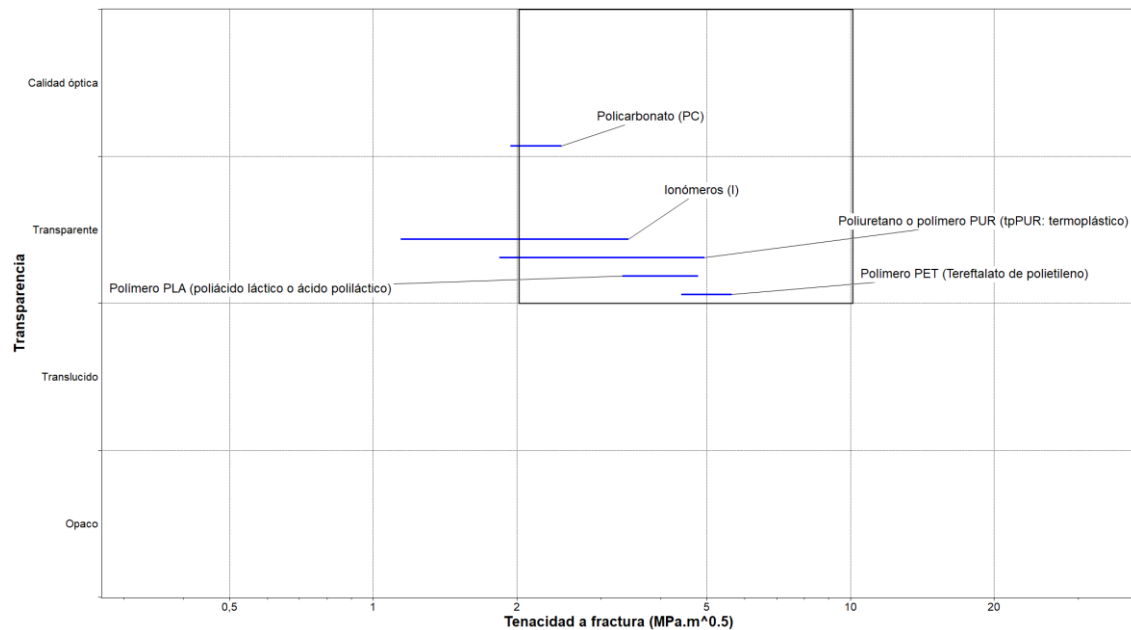


Figura 34. Gráfico de la relación entre transparencia y tenacidad a fractura II.

Finalmente, se considera que las propiedades ópticas suponen un factor fundamental para la funcionalidad del producto, por lo que se prima esta característica por encima de la tenacidad de fractura, seleccionando así el Policarbonato (PC). Este material tiene una gran resistencia al impacto, una gran transparencia y una elevada resistencia a la deformación térmica, que lo hacen idóneo para su aplicación al producto que se está desarrollando. Además, permite una gran variedad de procesos de fabricación para llegar a la forma deseada, como el moldeo por inyección o el moldeo por estirado y soplado.

7.5. Normativa

En cuanto a normativa, todas las fases presentes en el proceso y desarrollo del producto deben estar sujetas a las siguientes normas, tanto en el ámbito nacional, europeo o internacional:

- **UNE-EN 60598-1 Luminarias. Requisitos generales y ensayos:**

“Esta parte 1 de la norma internacional IEC 60598 especifica los requisitos generales para las luminarias que incorporan fuentes de luz eléctrica cuyo funcionamiento sea con tensiones de alimentación no superiores a los 1000 V. Los requisitos y los ensayos correspondientes que esta norma considera son: clasificación, marcado, construcción mecánica y construcción eléctrica.”
(Normas UNE, 2015).

- **Reglamento (CE) n.o 244/2009** de la Comisión, de 18 de marzo de 2009, por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para lámparas de uso doméstico no direccionales (DO L 76 de 24.3.2009, p. 3). (Comisión de las Comunidades Europeas, 2009)

“El presente Reglamento establece requisitos de diseño ecológico para la comercialización de lámparas de uso doméstico no direccionales, también cuando se comercializan para usos no domésticos o cuando se integran en otros productos. Asimismo, establece los requisitos de información sobre el producto aplicables a las lámparas para usos especiales.”

- **Reglamento (UE) n.o 1194/2012** de la Comisión, de 12 de diciembre de 2012, por el que se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y a sus equipos (DO L 342 de 14.12.2012, p. 1). (Comisión de las Comunidades Europeas, 2012).

“El presente Reglamento establece requisitos de diseño ecológico para la comercialización de los productos eléctricos de iluminación siguientes: lámparas direccionales, lámparas de diodos emisores de luz (LED), y equipos diseñados para su instalación entre la red y las lámparas.”

- **Directiva para Baja Tensión 2014/35/UE:**

“La Directiva sobre baja tensión (LVD) (2014/35/UE) garantiza que los equipos eléctricos dentro de determinados límites de tensión proporcionen un alto nivel de protección a los ciudadanos europeos y se beneficien plenamente del mercado único. Describe los requisitos esenciales de seguridad para equipos eléctricos que funcionan con un voltaje de entre 50V y 1000V para corriente alterna y 75V y 1500V para corriente continua. El equipo cubierto por la Directiva de Baja Tensión incluye: electrodomésticos, equipos de iluminación, cables eléctricos, unidades de suministro de energía, equipo láser y componentes eléctricos. Es aplicable desde el 20 de abril de 2016.”

- **Directiva para el Etiquetado energético 2010/30/EU:**

“La presente Directiva establece un marco para la armonización de las medidas nacionales relativas a la información al usuario final, en especial por medio del etiquetado y la información normalizada sobre el consumo de energía y, cuando corresponda, otros recursos esenciales por parte de los productos relacionados con la energía durante su utilización, así como otra información complementaria, de manera que los usuarios finales puedan elegir productos más eficientes.”
(Consejo de la Unión Europea, 2017).

En este caso, el producto que se está desarrollando no necesitará disponer de un etiquetado energético, ya que según la normativa se considera una luminaria o producto continente y no una lámpara o fuente luminosa. De este modo, solamente será necesario asegurar que la fuente luminosa, en este caso la bombilla, presente su etiquetado energético por parte del fabricante.

- **Reglamento (UE) 2019/2015** relativo al etiquetado energético para fuentes de luz: de ahora en adelante, la etiqueta energética solo deberá incorporarse en las fuentes luminosas, mientras que para las luminarias (entendidas como producto continente) dicha etiqueta energética dejará de existir y ya no será necesaria.

A continuación, se muestra las definiciones de fuente luminosa y producto continente:

- La **fuentes luminosa** es un producto que utilizando energía eléctrica emite luz, dentro de unos rangos de cromaticidad y potencia, definidas en el propio reglamento.

- Un **producto continente** es un producto que puede contener una o varias fuentes luminosas, que pueden desmontarse para permitir su verificación independiente, sin destruir el aparato y sin necesidad de utilizar herramientas especiales.
- **IP UNE-EN 60529:2018:**

“El código IP es el sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por una envolvente contra el acceso a partes peligrosas, la penetración de cuerpos sólidos extraños, la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección. El código está formado por las letras IP seguidas de dos números de una cifra y a veces de una o dos letras opcionales que proporcionan información adicional.”
(Normas UNE, 2018)

7.6. Componentes internos

En el siguiente apartado se especifican los componentes internos y externos que incorporará el dispositivo, justificando su elección. La gran mayoría de componentes internos son comunes en los diferentes productos que se encuentran en el mercado. Sin embargo, no se ha llevado a cabo un análisis en profundidad de la tecnología interna, por lo que todo el diseño electrónico no se ha estudiado con detenimiento. Así pues, los componentes que conformarían el producto, separados en dos módulos, son los siguientes:

Módulo base de carga

- **Módulo de carga TP4056:**
Se ha seleccionado el módulo TP4056, un chip capaz de gestionar la carga de baterías de iones de litio, soportando los modos de intensidad y tensión constantes durante la operación de carga. Dispone de una tensión de 4,2 V y ofrece una corriente de carga de 1 A, adecuado para la mayoría de baterías de litio que se usan en la industria electrónica.

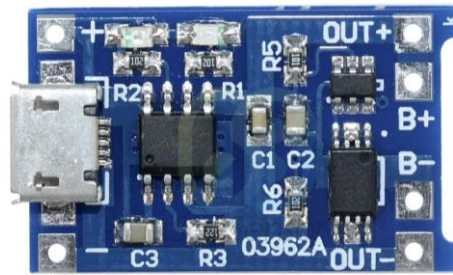


Figura 35. Imagen del módulo base de carga TP4056.

En este caso se alimentará a través de su entrada, ya sea a partir de los terminales (IN+ e IN-) o mediante un cable mini USB, con un suministro de 5 V. Se usarán dos terminales de salida para cargar los polos de la batería, que se encuentra en el módulo de la lámpara, mediante la conexión con un conector circular. Con los dos terminales restantes se alimentará el microcontrolador del módulo de la base de carga.

- **Microcontrolador Arduino NANO:**

El Arduino UNO es una placa de desarrollo microcontroladora de código abierto basado en el microchip ATmega328P, desarrollado por la empresa Arduino. Es una herramienta que resulta un referente a la hora de crear prototipos que necesiten un microcontrolador fácil de usar. La placa está formada por 8 pines de entrada analógicos, 14 pines de entrada/salida digitales, una conexión mini-USB, un puerto ICSP y un botón de Reset. Puede ser alimentado a través del puerto mini-USB o, como en este caso, por una fuente de alimentación externa al conector de 5 V. De todos modos, se aconseja alimentar la tarjeta en valores de tensión entre los 7 V y 12 V.

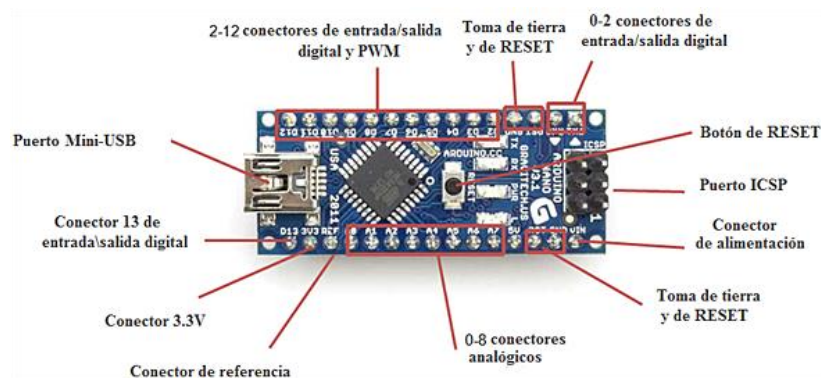


Figura 36. Imagen del microcontrolador Arduino NANO.

[Fuente: <https://www.edicioneseni.com/open/mediabook.aspx?idR=802a107cd2f6ec083b84fc5bd787325b>]

Este primer microcontrolador, situado en la base de carga, servirá para poder controlar y configurar las opciones de alarma y los modos de descanso, a través de los botones, y visualizarlos en la pantalla LED. Al mismo tiempo, enviará información al módulo de la lámpara para encender o apagar la luz, dependiendo de la programación de la alarma o el modo seleccionado.

- **Módulo DS3231:**

Para poder llevar a cabo de manera correcta la programación de la alarma por parte del usuario es necesario integrar el módulo DS3231. Se trata de un reloj en tiempo real de gran precisión que asegura el registro correcto a largo plazo de los segundos, minutos, horas, semanas e incluso meses y años. El módulo DS3231 cuenta con 2 alarmas programables que pueden intervenir, en el tiempo estipulado, el microcontrolador instalado.

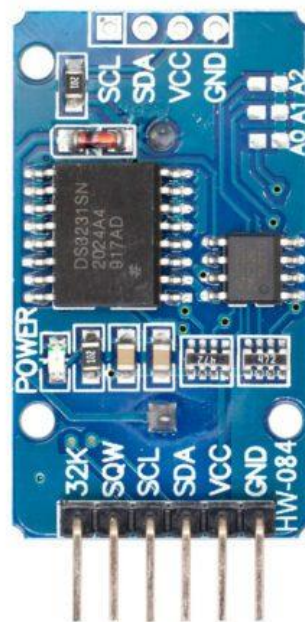


Figura 37. Imagen del módulo DS3231.

- **Módulo RF 433MHZ:**

El módulo de radio frecuencia RF 433MHZ es un transmisor/receptor que permite la comunicación inalámbrica, en este caso entre dos microcontroladores Arduino, uno en la base carga y otro en la base de la lámpara. Este tipo de módulos tiene un bajo coste y su frecuencia de operación es de 433MHz. El alcance entre el emisor y el receptor depende principalmente del voltaje que se

suministre al módulo, en este caso con una tensión de 5 V no se excederá de los 2 m, ideal para la aplicación que se desarrolla en este proyecto. En el módulo de carga se ubicará el emisor, que transmitirá la información al receptor incorporado en el módulo de la lámpara.

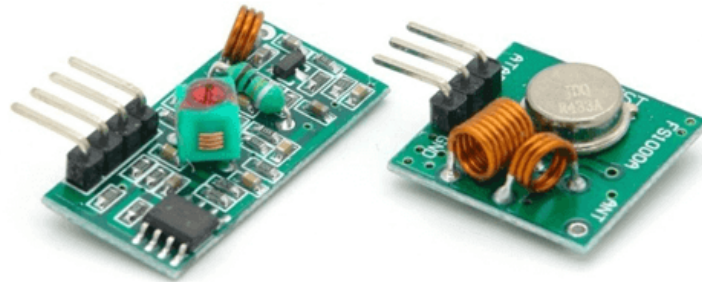


Figura 38. Imagen del módulo RF 433 MHz.

- **Pantalla LED reloj digital:**

La pantalla o display con los dígitos correspondientes al reloj digital irán encajados en la pared frontal interna de la base de carga, entre los botones. Tal y como se puede apreciar en el modelo más reciente de Alexa Echo Dot, la pantalla está formada por una placa de circuito impresa flexible con 30 LEDs dispuestos en cuatro grupos, correspondientes a 4 números. Los números están formados por 7 segmentos y dos LED divisorios en el medio.

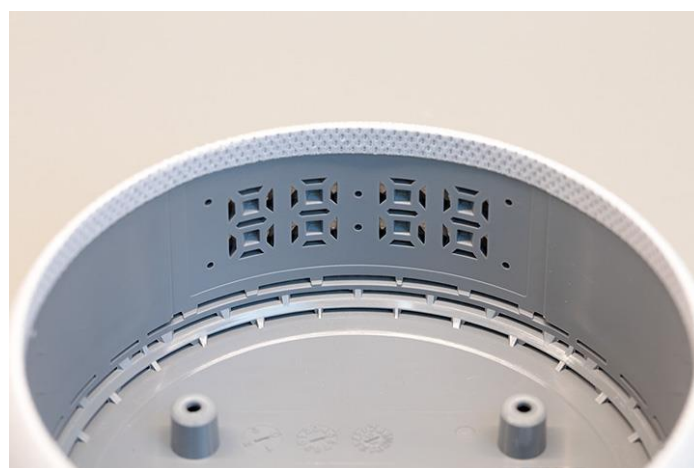


Figura 39. Imagen de la pantalla LED del reloj digital.

[Fuente: <https://www.briandorey.com/post/echo-dot-3rd-gen-smart-speaker-with-clock-teardown>]

- **Conector circular cable alimentación:**

Para cargar la batería del módulo de la lámpara, a través del módulo de la base de carga, se realiza con un conector circular de un cable de alimentación DC/5,5x2,5 de 12 V. En la superficie de la base de carga se situará el macho y en la base de la lámpara la hembra.



Figura 40. Imagen del conector circular RS PRO.

Módulo lámpara

- **Microcontrolador Arduino NANO:**

En el módulo de la lámpara se instala también un microcontrolador Arduino NANO, al igual que en el módulo de la base de carga. En este caso, la función del microcontrolador es regular la intensidad luminosa al accionarse la alarma para despertarse o el modo atardecer/amanecer, que atenúa la luz.

- **Potenciómetro:**

Un potenciómetro se basa en el principio de un resistor eléctrico que tiene un valor de resistencia variable y que se ajusta manualmente. Estos elementos usan 3 terminales y habitualmente funcionan en circuitos de baja intensidad. En este caso, para la función de la regulación de la intensidad luminosa se ha elegido un potenciómetro giratorio o rotatorio de 10 K Ω , ya que ocupa poco espacio, es un elemento realmente duradero y ofrece una buena precisión de ajuste.



Figura 41. Imagen de un potenciómetro.

- **Batería 18650:**

Se trata de una batería recargable de iones de litio de 18 mm de diámetro y 65 mm de longitud. Este tipo de batería tiene una mayor capacidad que las pilas AA, tienen una alta durabilidad y ocupan poco espacio, un punto a favor para seleccionarlas. Esta batería tiene una capacidad de 2200 mAh y proporciona un voltaje nominal de 3,7 V DC. En este caso, se incorporan dos baterías al módulo de la lámpara.



Figura 42. Imagen de las baterías modelo 18650.

- **Módulo Shield para batería 18650:**

La tensión nominal que proporciona una batería de litio se encuentra entorno a los 3,7 V. De este modo, este módulo proporciona salidas de voltaje de 5 V suficientes para alimentar el microcontrolador del módulo de la lámpara. Este módulo se indica expresamente para proyectos realizados con Arduino.

- **Módulo RF 433MHZ:**

En el módulo de la lámpara se ubicará el receptor RF 433MHZ que recibirá la información del módulo de la base de carga a la hora de regular la intensidad de la luz cada vez que la alarma programada se active.

- **Fuente de luz:**

Para la fuente luminosa se ha elegido una bombilla LED de 12 V DC. En este caso, al tener una tensión suministrada de 3,7 V por la batería supone una mejor opción que las bombillas LED de 220 AC. A la hora de escoger la fuente de luz más adecuada se ha en tenido en cuenta varios factores como el espacio, el flujo luminoso y la temperatura de color. Para iluminar con una bombilla LED una habitación de tamaño estándar, entre los 9 m² y los 11m², se necesita como mínimo una potencia de flujo luminoso de 1200 lm (150 lux * 8 m²), aunque esta potencia requeriría una tensión muy elevada. No obstante, un flujo luminoso de unos 800 lúmenes es capaz de despertar a una persona. Por otro lado, se ha seleccionado una temperatura sutilmente cálida de 2700 K, adecuada para cualquier momento del día y útil para preparar el cuerpo para descansar. Por último, al tratarse de un dispositivo compacto de dimensiones reducidas se opta por seleccionar el casquillo E17 y con forma de tubo o vela, que permite distribuir mejor la luminosidad en la pantalla difusora.



Figura 43. Imagen de una bombilla LED E17 12 V de 9W 2500 K.

- **Módulo de potencia Boost Volt convertidor LM2577S:**

La tensión que suministra la batería es de 3,7 V, por lo que la mejor opción es añadir un convertidor de potencia. Este tipo de convertidor trabaja con rangos de conversión de 3,5-35V a 4-35V y con una intensidad de 3^a. De este modo, se obtiene en la salida una tensión continua mayor que en la entrada. En este caso, se necesitaría un voltaje de salida de 12 V para alimentar a la fuente de luz.

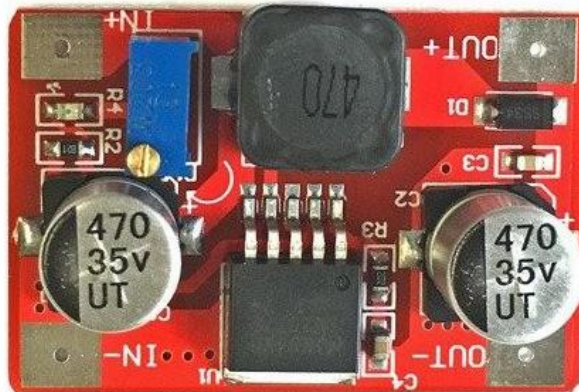


Figura 43. Imagen del módulo de potencia LM2577S.

7.7. Funcionamiento

El producto se divide en dos módulos bien diferenciados, el módulo de carga y el módulo de la lámpara. En el módulo de carga se encuentran todos los controles que permiten programar la alarma y configurar los modos de descanso, a través de los botones y la pantalla LED. Por otro lado, el módulo de la lámpara, independientemente, posee un control en forma de botón rotatorio que permite regular la intensidad luminosa. De este modo, el usuario puede disponer libremente de la lámpara, usando el dispositivo como punto de luz móvil. Cuando llega la hora de dormir, el módulo de la lámpara se deposita encima del módulo de carga, el cual alimentará su batería. El usuario programará en el módulo de carga la alarma y/o algún modo de descanso, cuya información se transmitirá del microcontrolador del módulo de carga al microcontrolador del módulo de la lámpara, despertando al usuario con una emisión de luz justo a la hora programada.

7.8. Modelo 3D

Para realizar el modelado 3D se ha dividido en 3 bloques principales las partes que conforman el conjunto del producto: pantalla difusora, estructura principal y base o estación de carga.

Pantalla difusora

En primer lugar, se realiza el modelado de la pantalla difusora de la luz, siendo visualmente la parte más predominante y la que determina el aspecto formal del producto. La forma se basa en un cono truncado vacío con su base inferior levemente redondeada y suavizada, inspirándose en las antiguas lámparas de aceite, como los candiles o los quinqués. La base inferior del cono termina unida a un pequeño anillo circular que permite encajarse en la base de la estructura mediante un cierre o montaje en bayoneta.

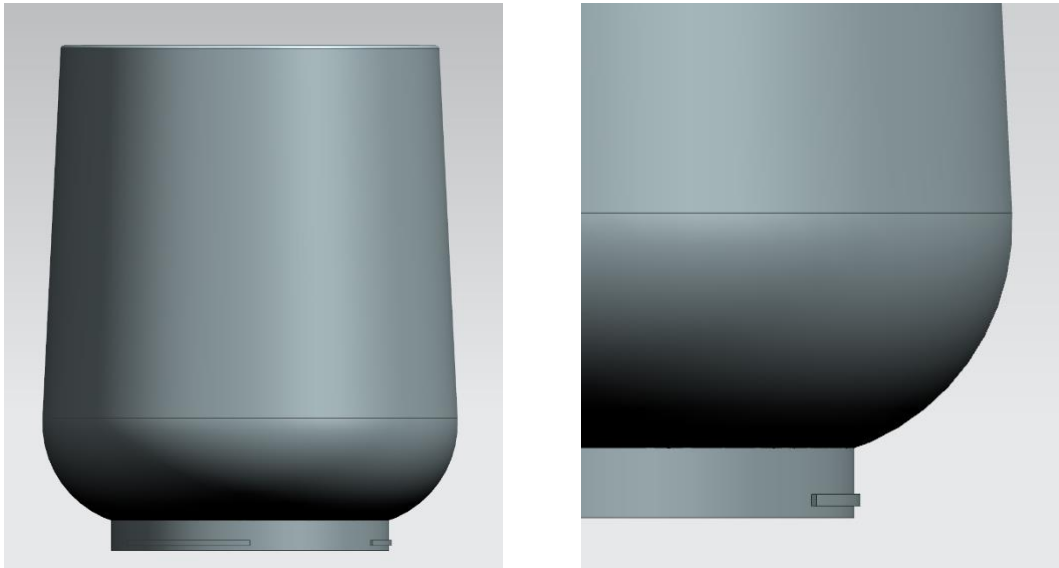


Figura 44. Modelo en vista frontal de la pantalla difusora.

En la parte superior del volumen existe un agujero, en el que se encaja una tapa para poder manipular la fuente luminosa, en este caso una bombilla, cuando requiera ser sustituida por otra, alargando así la vida útil de producto y facilitando el mantenimiento del producto.

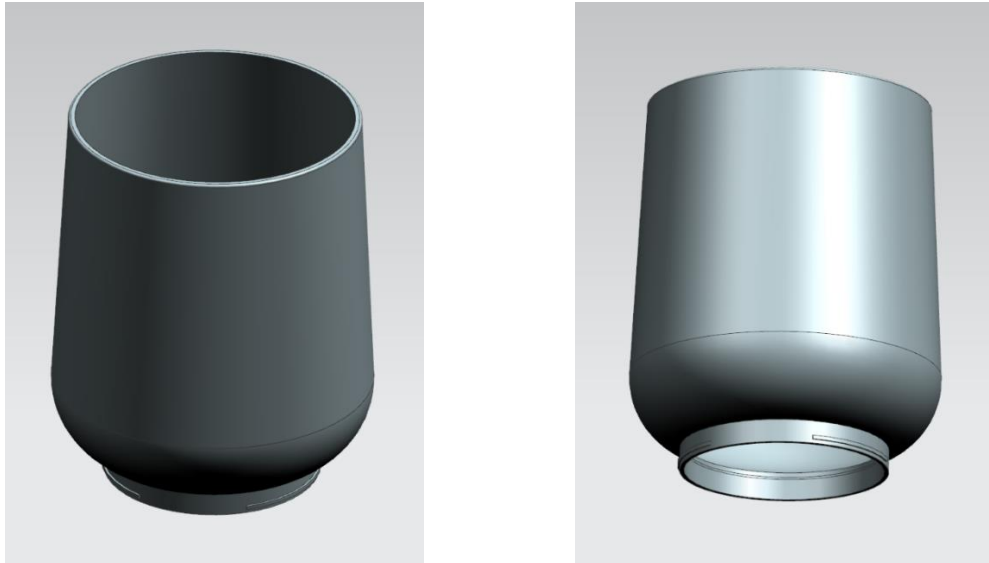


Figura 45. Vista de los orificios en el modelo de la pantalla difusora.

Tapa superior

Esta tapa va alojada en el orificio superior de la pantalla, de modo que el interior pueda ser manipulado pudiendo sustituir la fuente de luz en caso de ser necesario. El ángulo de desmoldeo aplicado permite que la tapa pueda ser ajustada y retirada de manera fácil sin suponer un esfuerzo para el usuario.

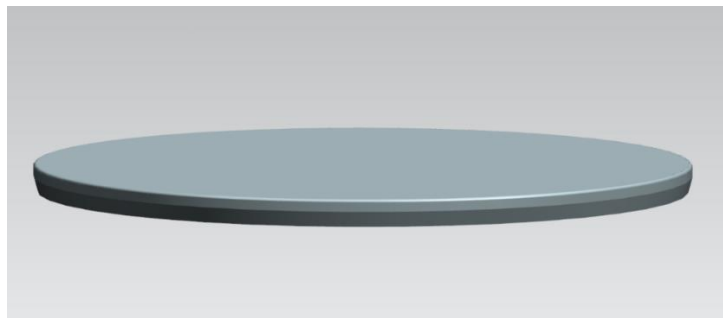


Figura 46. Vista del modelo de la tapa superior.

Estructura principal

La estructura está compuesta a partir de una base, con forma de cono truncado, de la cual nacen dos brazos de manera opuesta en cada extremo que, siguiendo longitudinalmente las curvas de la pantalla, acaban uniéndose en la parte superior formando una estructura externa protectora. En la unión de los dos brazos acaba generándose el asa que dota de movilidad al producto, pudiendo ser transportado de manera cómoda.



Figura 47. Vista isométrica del modelo de la estructura.

En la parte central de la base se encuentra el control principal, formado por un botón de rotación de tipo perilla, destinado al ajuste de la intensidad luminosa. En la cara opuesta se ubican varias perforaciones que mediante LEDs indicaran el porcentaje de la batería restante del dispositivo de la lámpara.

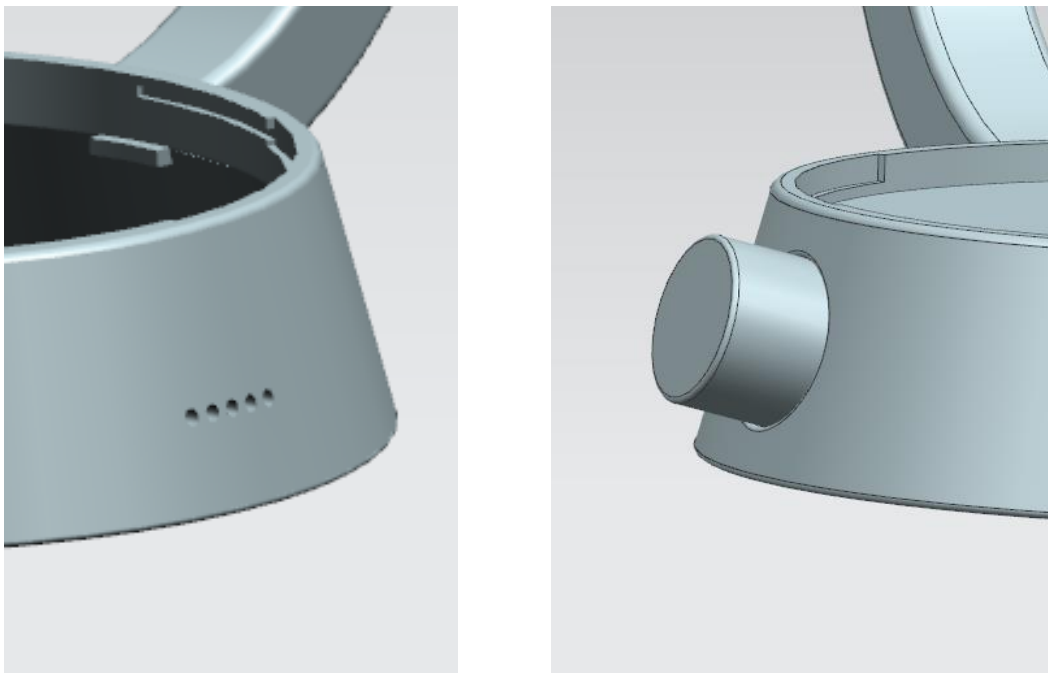


Figura 48. Detalles del indicador de batería y del botón rotatorio.

Como se puede apreciar en la figura 48 (izquierda) el anillo interior del agujero de la base de la estructura corresponde con el de la base de la pantalla, formando así una unión en bayoneta que garantice la correcta sujeción del volumen. Además, en ambos extremos opuestos del anillo interior se han creado unas pestañas para que la tapa de sujeción pueda reposar encima a una altura determinada.

En la parte inferior de la base se ha incorporado un orificio para albergar un conector circular que permita cargar la batería de la base de la estructura a partir de la base de carga. Conjuntamente con la hendidura que se ha realizado, en la superficie inferior de la base, se ajustan de manera perfecta los dos módulos.



Figura 48. Vista inferior de la base de la estructura.

Tapa de sujeción

La tapa de sujeción se encaja en el anillo interior de la base de la estructura, apoyada entre las dos pestañas internas (figura 48). Su función principal es sujetar el portalámparas que alberga la base encajándose como un eje en el orificio central de la tapa y recoger los componentes internos. En ambos extremos se han añadido dos orificios extras, antropométricamente estudiados, que permiten poder extraer la tapa de manera fácil insertando los dedos.

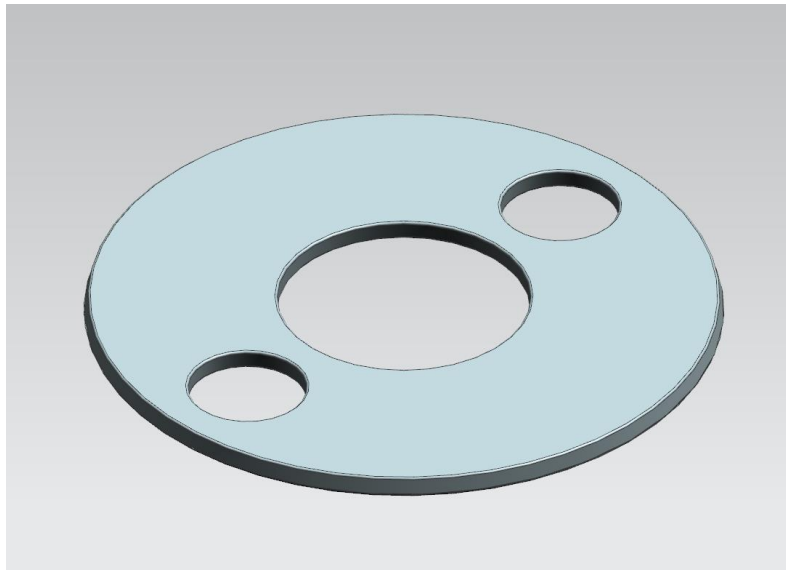


Figura 48. Vista de la tapa de sujeción.

Base o estación de carga

La base de carga se ha generado a partir de un cilindro en el que se han añadido, en su cara frontal, varios controles en forma de botón para configurar las diferentes opciones del dispositivo. Este elemento del conjunto, conectado a una toma de corriente, permite cargar la batería del módulo de la lámpara mediante un conector circular ubicado en su superficie (Figura 49).

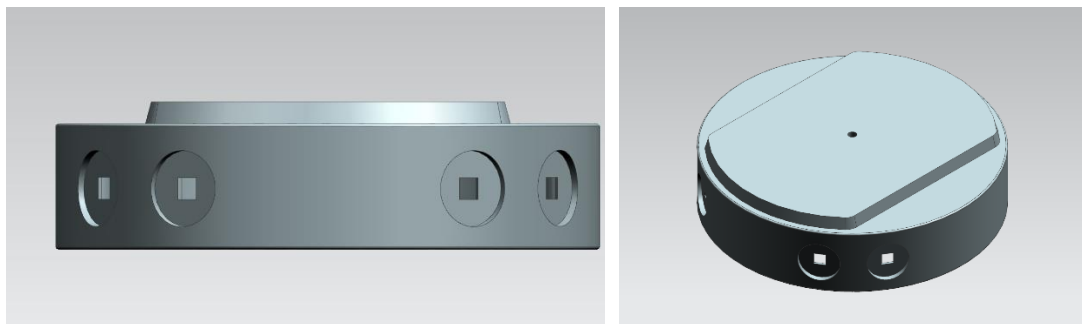


Figura 49. Vista frontal e isométrica de la base de carga.

Entre los botones, en la parte central, se ubica un reloj digital que sirve como herramienta visual para configurar la alarma del dispositivo. Para conseguir esta función se vació la parte donde se ubicará la pantalla LED del reloj digital reduciendo su espesor (figura 50), de este modo los dígitos iluminados por LEDs se transparentarán por la delgada pared.

En el interior del volumen se han creado unos nervios que sustenten la hendidura y refuercen la pieza, ya que el espesor de la pared puede resultar débil dado que es un punto que se someterá al peso del módulo de la lámpara.

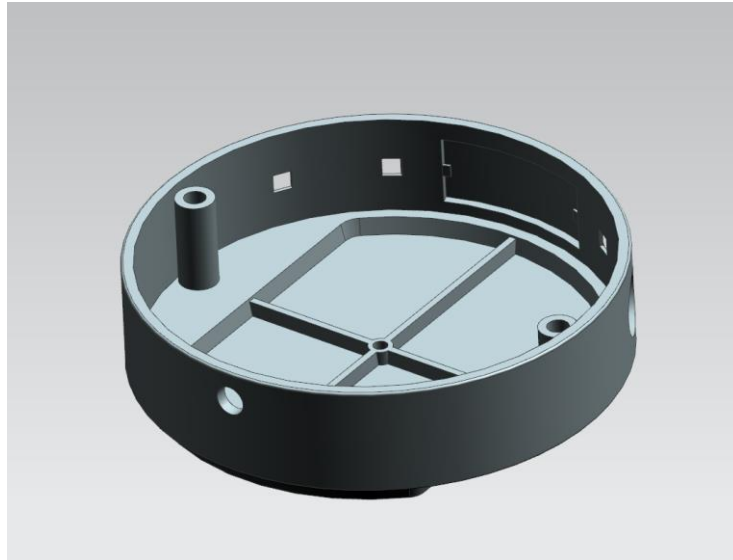


Figura 50. Vista del interior de la base de carga desde la parte inferior.

Tapa inferior

Esta tapa protege y permite acceder al interior de la base de carga, donde se encuentran todos los componentes internos. Se sujeta mediante dos tronillos que se sitúan de manera opuesta en cada extremo de la circunferencia, anclando de manera segura la tapa al cuerpo de la base de carga. Bajo esta tapa también se adherirán unas láminas de goma que eviten el deslizamiento en cualquier superficie y garanticen que el módulo se mantenga fijo.

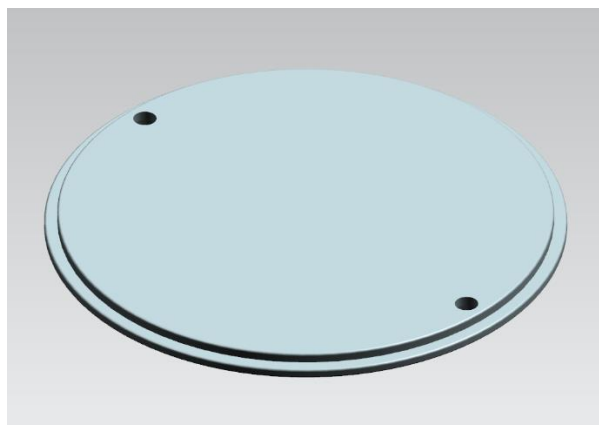


Figura 51. Vista de la tapa inferior.

7.9. Resistencia

Previamente, antes de finalizar el proceso de diseño, es esencial identificar los puntos más críticos y analizar las fuerzas a las que se someten ciertas partes. Se trata de un producto que no será habitualmente sometido a ninguna fuerza crítica, aunque es necesario estudiar las acciones durante el transporte, durante el reposo sobre la base de carga y tener en cuenta posibles accidentes.

5.2.11. Acciones

A lo largo de su vida útil el producto será sometido a diversas acciones. Se trata de un producto que pasa gran parte del tiempo estático, por lo que sólo se someterá de manera puntual a fuerzas externas.

El peso es la principal fuerza que actúa en el producto cada vez que es transportado, así pues, se deberá tener en cuenta la resistencia del asa externa, que dependerá del peso de la estructura con todos los componentes montados.



Figura 52. Ejemplificación de la prehensión del asa.

Por otro lado, la base de carga se verá sometida al peso del módulo completo de la lámpara cada vez que los dos módulos estén acoplados cargándose la batería. Además, habrá que identificar y analizar aquellas partes que puedan ser susceptibles de recibir cualquier impacto, ya sea por un uso inapropiado o por una acción involuntaria.

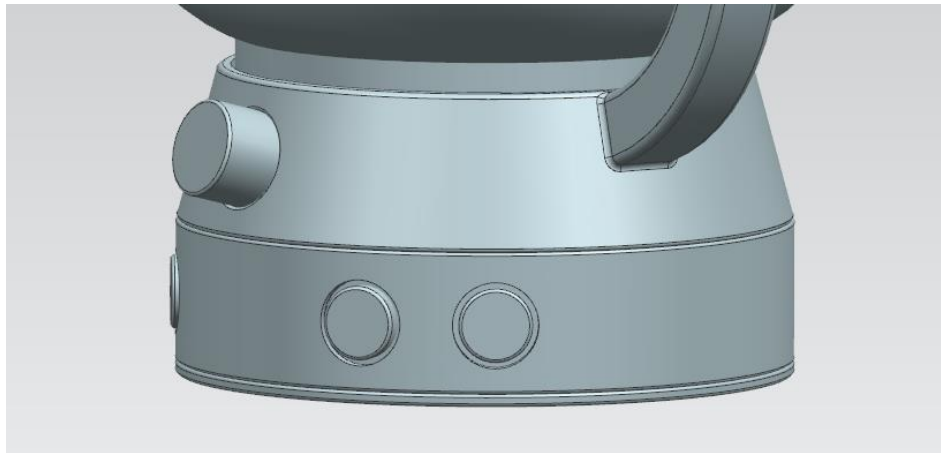


Figura 52. Módulo de la lámpara reposando sobre la base de carga.

5.2.12. Simulaciones

Para comprobar la resistencia de las partes más críticas se divide el estudio en dos partes. Por un lado, el análisis de las fuerzas a las que se somete el asa al ser transportada y, por otro lado, la fuerza que actúa cuando el módulo de la lámpara reposa sobre la base de carga.

El peso del dispositivo, sin incluir la base de carga, se ha calculado teniendo en cuenta los materiales que conforman todos los componentes incluidos en el módulo de la lámpara.

Elemento	Peso
Pantalla	0,1 kg
Bombilla	0,06 kg
Portalámpara	0,05 kg
Componentes internos	0,06 kg
Tapa superior	0,05 kg
Tapa de sujeción	0,05 kg
Estructura	0,2 kg
TOTAL	0,57 kg

Tabla 14. Elementos del producto y su peso correspondiente.

Para obtener el cálculo de la fuerza que se aplicará en la simulación, unidades en Newtons, se multiplica el peso del producto (0,57 kg) por la fuerza de gravedad (9,8 m/s²). De este modo, el resultado obtenido es de 5,56 N de fuerza.

Para llevar a cabo la simulación se ha aplicado el material que conforma estos dos elementos, en este caso el plástico ABS. Las propiedades de este polímero son las siguientes:

Propiedades	Unidades	Valor
Módulo de elasticidad	MPa	1700
Resistencia a tracción	MPa	32
Tensión límite elástico	MPa	32
Elongación a rotura	%	49
Módulo de compresión	MPa	1400
Resistencia al impacto	J/m	200
Dureza	HRC (Rockwell)	105-110
Coefficiente de expansión térmica	x10 ⁵ cm/C ^o	7,0-8,8

Tabla 15. Características del material ABS.

Estructura

En esta primera simulación se estudia cómo se comportan los brazos externos de la estructura al ser sometidos a la fuerza del peso cuando se transporta el producto. De este modo, se podrá ver cuáles son las partes más críticas y encontrar una solución en el caso que la deformación sea extrema.

Para realizar la simulación se utiliza un mallado tetraédrico de 10 nodos, que nos permite mallar cualquier tipo de geometría a una mayor velocidad que una mallado hexagonal. Este primer mallado tiene un tamaño de elemento de 10, un valor que nos aporta cierta precisión a la hora de estudiar las diferentes secciones críticas de la pieza. Por otro lado, permite tener una malla de un tamaño adecuado sin suponer una gran carga computacional.

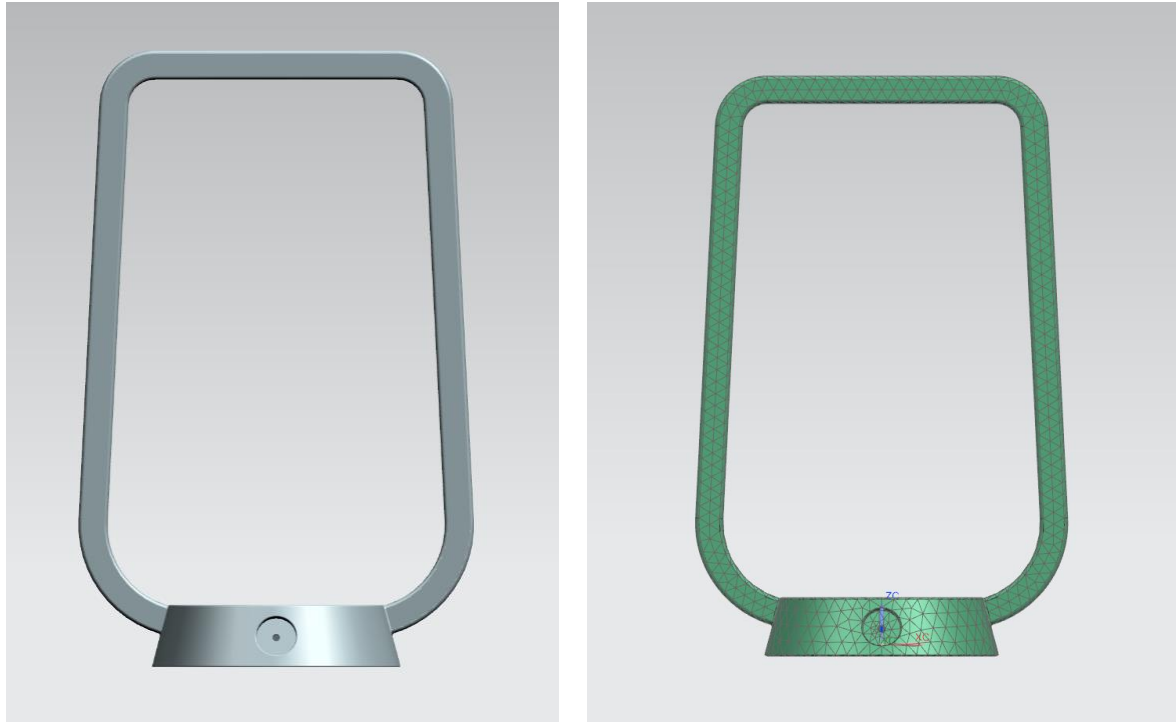


Figura 52. Vistas frontales de la estructura con y sin mallado.

En este siguiente paso, se inserta la carga de fuerza de 5,56 N en la base de la estructura y se aplica una restricción en la parte superior del asa, por donde se sujetará. Como se puede observar (Figura 52) el peso del módulo de la lámpara es completamente soportado por la estructura, habiendo una mínima deformación. Los puntos que a mayor deformación se someten se encuentran en los radios de los brazos.

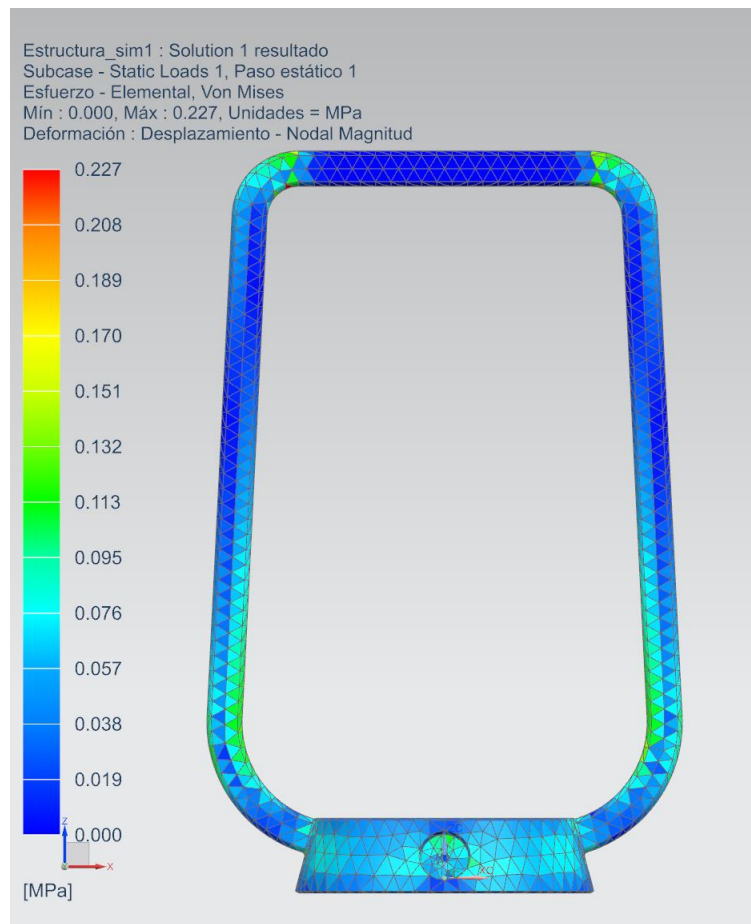


Figura 53. Resultados gráficos de la deformación que presenta la estructura.

Base de carga

En esta segunda simulación se pretende estudiar el comportamiento de la superficie de la base de carga al someterse al peso del módulo de la lámpara cada vez que se acople para cargar la batería.

Para llevar a cabo la simulación se aplicó un mallado tetraédrico de 10 nodos con un tamaño de elemento de 5, ya que al tratarse de una parte significativamente de tamaño más pequeño en procesamiento computacional será medianamente rápido y obtendremos una precisión en el estudio. Se aplica posteriormente una carga de fuerza en la superficie de 5,56 N, correspondiente al peso del módulo de la lámpara conjuntamente con todos los componentes, y se restringe la parte inferior de la base.

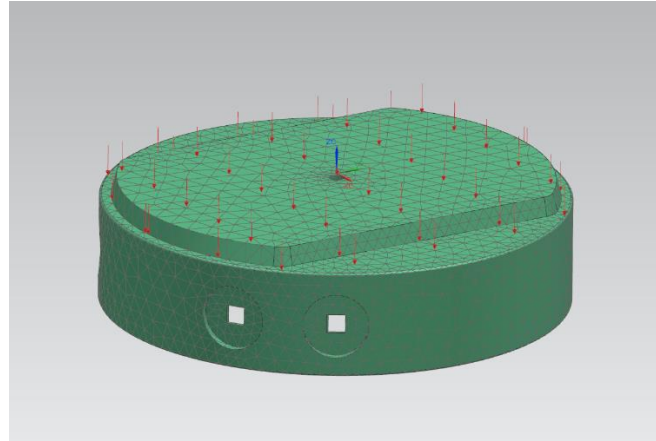


Figura 53. Imagen de la base de carga con mallado y fuerzas de carga aplicadas.

Como se observa a continuación, la base de carga soporta de manera adecuada el peso del módulo de la lámpara, visualizándose una mínima deformación en algunas secciones del mallado. La parte más crítica podría resultar la parte central de la superficie, ya que es una pared de un espesor muy pequeño que puede verse afectada. Sin embargo. Al insertar dos nervios longitudinalmente y transversalmente (Figura 50), como refuerzo bajo la superficie, se ha conseguido que la deformación sea muy baja.

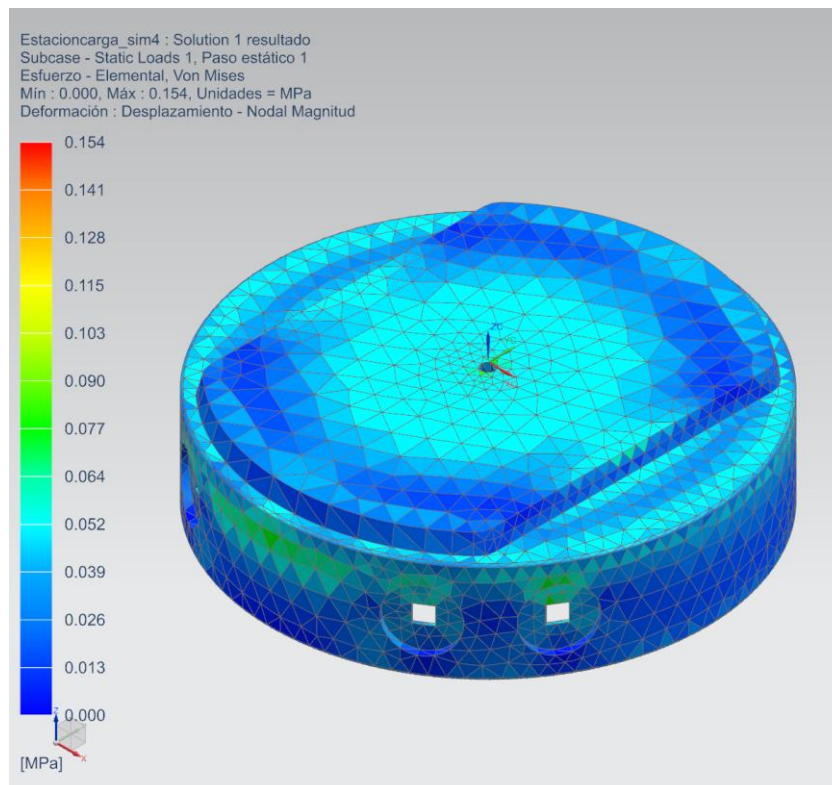


Figura 54. Imagen del resultado de la deformación presente en la base de carga.

7.10. Definición de la propuesta final

Una vez el diseño de detalle ha sido completado, se muestran los renderizados del modelo 3D para visualizar de un modo más realista el producto y poder contextualizarlo al máximo.



Figura 55. Imagen del renderizado realista de la propuesta final.

En una primera visualización general del frontal del producto se pueden apreciar las funciones que permite llevar a cabo el dispositivo mediante los botones en su base de carga. La pantalla del reloj digital permite visualizar la configuración de la alarma y disponer siempre de la hora en la mesita de noche.



Figura 56. Imagen de renderizado del encaje entre los dos módulos.

En la siguiente captura se pueden observar los dos módulos, base de carga y lámpara, y como se encajan entre ellos, permitiendo así la carga del módulo de la lámpara, con el objetivo de poder disponer de libertad de movimiento y autonomía cuando se desee.



Figura 57. Imagen de la parte trasera del renderizado.

En la parte trasera del módulo de la lámpara (Figura 57), se hayan cinco perforaciones que, mediante iluminación LED, permiten visualizar en todo momento la carga de batería.



Figura 58. Explosionado del producto.

Por último, se presenta en forma de explosionado (Figura 58), todas las partes y piezas que conforman el producto, sin incluir los componentes internos.

8. Validación

8.1. Encuesta final

Por último, con el principal objetivo de evaluar el concepto y el diseño del producto que se ha desarrollado, se ha consultado (Anexo 2) a los mismos usuarios que nos permitieron delimitar y establecer las especificaciones iniciales. De esta manera, se podrá evaluar el trabajo realizado a través de las valoraciones de los usuarios acerca de la propuesta finalmente realizada y, así, poder extraer unas conclusiones que permitan identificar los puntos críticos del trabajo y las posibles mejoras a incorporar. Se muestra a los encuestados diferentes capturas referentes a los renderizados del modelado 3D para que se pueda visualizar, de una manera más realista, el producto y así poder contextualizarlo. A continuación, se muestra los puntos más destacados:

- Una amplia mayoría de los encuestados (95,6 %), considera que las funciones son totalmente comprensibles e intuitivas de usar, considerando la alarma programable la función más importante (43,3%), seguido del hecho de disponer de una lámpara portátil (33,4%) y el modo atardecer (23,3%).
- Una gran parte de los usuarios (40%) valora positivamente el hecho de que se trate de un producto con una gran versatilidad en su uso, además de la funcionalidad (28,6%) y el transporte del dispositivo (17,1%). También, aunque en menor medida, se destaca el diseño estético (11,4%) y el tamaño compacto (2,9%).
- Por otro lado, al 94,3% de los usuarios les parece una solución adecuada para la problemática estudiada, considerando que se incentiva la interacción del usuario con el dispositivo. Sin embargo, los aspectos que gustan menos del producto son el hecho de incorporar pocas funciones (40%), el tamaño de la pantalla del reloj digital (28,6%) y el peso total (28,6%).
- En el siguiente punto se les pide a los usuarios que califiquen, con una nota del 1 al 5, el diseño del producto. Se obtiene una nota de 5 por el 25,7% de los encuestados, una nota de 4 por el 71,4% y, finalmente, una nota de 3 por el 2,9%. En este sentido, se puede considerar una nota media muy positiva.
- Por último, se pregunta a los encuestados a qué precio estarían dispuestos a pagar el producto. La opción más seleccionada se encuentra en un precio en un rango entre 90 € y 110 €. En este caso, el producto tiene un precio de venta algo mayor, pero reduciendo costes sería posible cumplir con las expectativas de los usuarios.

9. Presupuesto

A continuación, se realiza un presupuesto general del proyecto, desglosado en varias partes: costes de ingeniería, compra de componentes y materiales, coste de fabricación, inversión inicial y proceso interno.

Costes de ingeniería

Actividad	Tiempo (h.)	Coste (€/h)	Coste total (€)
Planificación del proyecto	35	25,00	875,00
Estado del arte	65	30,00	1.950,00
Investigación del usuario	40	30,00	1.200,00
Investigación del mercado	30	30,00	900,00
Identificación del problema	35	35,00	1.225,00
Diseño conceptual	100	35,00	3.500,00
Diseño de detalle	120	30,00	3.600,00
Modelado	60	30,00	1.800,00
Validación	15	25,00	375,00
Documentación y elaboración del informe	65	25,00	1.625,00
SUBTOTAL			17.050,00

Tabla 16. Costes de ingeniería del proyecto.

Coste de componentes y materiales

Con el objetivo de determinar el precio final del producto, se ha realizado una aproximación del coste de todos los componentes y materiales que lo conforman. Los componentes y materiales han sido seleccionados desde varios puntos de venta, obteniendo así un valor medio de compra.

Componentes			
Descripción	€/ud.	Uds.	Total (€)
Módulo de carga de batería de litio TP4056	0,27	1	0,27
Cable de alimentación 5 V	0,98	1	0,98
Conector circular DC/5,5x2,5 12 V	1,20	1	1,20
Arduino NANO	20,70	2	41,40
Módulo DS3231	2,47	1	2,47
Módulo transmisor/receptor RF 433MHz	0,83	1	0,83
Módulo convertidor de potencia LM2577S	2,64	1	2,64
Potenciómetro 10 kΩ	0,34	1	0,34
Portalámparas E17 12 V DC	1,43	1	1,43
Fuente de luz LED E17 12v 9w 2700k	11,2	1	11,20
Pantalla LED	0,76	1	0,76
Diodo LED Ø1,8 mm	0,19	5	0,95
Batería 18650 2200 mAh	2,25	2	4,50
Botones pulsador Ø14 mm	0,42	4	1,68
Botón rotatorio – Perilla Ø18 mm	1,60	1	1,60
Tiras de goma antideslizante	0,47	2	0,94
Tornillo DIN7985 M2x6	0,02	2	0,04
Tornillo DIN84 M4x10	0,02	2	0,04
Materiales			
Descripción	€/kg.	Peso (kg)	Total (€)
Polímero ABS	1,20	0,45	0,54
Polímero Policarbonato	0,90	0,10	0,09
SUBTOTAL			73,9

Tabla 17. Coste de los componentes y materiales requeridos.

Como se puede apreciar, se obtiene un coste unitario de 73,9 € referente a todos los componentes, internos y externos, necesarios para poder montar un conjunto. Estos precios pueden variar según el proveedor y/o las condiciones del mercado.

Inversión inicial

Piezas	Inversión			
	Mecanizado	Moldes	Útiles	Total (€)
Estructura	1.000	30.000	800	31.800
Base de carga	1.500	20.000	800	22.300
Tapa Superior	500	20.000	-	20.500
Tapa Inferior	-	20.000	-	20.000
Tapa de sujeción	-	20.000	-	20.000
SUBTOTAL				114.600

Tabla 18. Inversión inicial para maquinaria y herramientas.

En la inversión inicial se muestra el coste de inversión necesario para poder llevar a cabo los procesos de fabricación de las piezas que componen el producto. Estos valores son aproximados y se han estimado en base al tipo de material, el proceso seleccionado y la complicación geométrica de cada pieza. En este caso, el coste de la inversión es de 114.600 €, incluyendo el proceso de fabricación y, para algunas piezas, el mecanizado posterior y la maquinaria necesaria.

Proceso interno

Proceso Interno			
Descripción	€/h	Seg. (s)	Total
Ensamblado de las piezas	24,00	60	0,40
Montaje de los componentes externos	25,00	30	0,21
Montaje de los componentes internos	24,00	900	6,00
Embalaje	24,00	60	0,40
SUBTOTAL			7,01

Tabla 19. Proceso interno en la producción.

Por otro lado, se ha tenido en cuenta el proceso interno de montaje y embalaje que se lleva a cabo en cada producto producido, teniendo en cuenta el tiempo en realizar la acción y el precio por hora de los operarios. El coste, por tanto, sería de 7,01 € por producto completo.

Una vez recogida la información acerca de los costes, se puede llevar a cabo el cálculo de los costes directos totales del producto, sumando el coste fabricación junto al coste del proceso interno de montaje.

$$\text{Costes directos: } 73,9 + 7,01 = \mathbf{80,91 \text{ €}}$$

Por último, para obtener el precio final de venta, se suponen varios valores como los costes fijos y el transporte, a los que se les asigna un porcentaje orientativo. Además, se establece un beneficio del 4,8% que se suma al precio de venta del producto sin amortización. Por otra parte, se calcula el precio de venta estimado con amortización, suponiendo una fabricación de 7.000 unidades al año, que suman 16,29 € al precio final debido a la inversión inicial de 114.600 €. De este modo, el precio de venta estimado de cada producto sería de 131,54 €.

Total Costes Directos (CD)	80,91 €
Costes fijos (35%)	28,35
Transporte (2,6%)	2,07
Beneficio (4,8%)	3,92
Precio de Venta Estimado (S/Amort.)	115,26€
Amortización (Inv/ventas)	16,29 €
Precio de Venta Estimado (C/Amort.)	131,54 €

Tabla 20. Precio final de venta desglosado.

Precio final de venta

Para terminar de definir el precio final de venta al público cabe tener en consideración varios aspectos. En primer lugar, es importante analizar el rango de precios que tiene la competencia respecto a su calidad, prestigio y prestaciones. Como se indica en el apartado (benchmarking), las marcas mejor posicionadas y con más prestigio tienen unos precios que superan los 100 €. Sin embargo, ninguna marca de la competencia dispone de características que permitan diferenciarse y aportar un valor añadido al producto. En este sentido, teniendo en cuenta que el producto que se ha desarrollado, no dispone de numerosas prestaciones, pero sí de un factor diferenciador que es el concepto del transporte, puede ser una oportunidad para posicionar el producto en una gama media. Por otro lado, se trata de un elemento tan funcional como decorativo, que incorpora todas las funciones de manera manual a través de la tecnología integrada internamente. Así pues, a pesar de que se debería realizar un estudio en profundidad para definir el precio más adecuado, se considera aceptable un precio de 135,99 €.

Precio final de venta	135,99 €
Beneficio por unidad	3,92 €
Costes de Ingeniería	17.050,00 €
Unidades para amortizar costes de Ingeniería	4.337 uds.

Tabla 21. Desglose del Precio de Venta al Público.

10. Conclusiones

A lo largo del trabajo desarrollado se ha llevado a cabo una importante tarea de investigación sobre los métodos actuales que desempeñan los despertadores luz, su principio básico de funcionamiento, la influencia de la luz en los seres humanos y los principales hábitos y conductas de los usuarios. De este modo, se ha pretendido crear un producto innovador que se diferencie de los competidores bajo la premisa de la versatilidad y la autonomía en el uso.

La validación por parte del usuario, durante y una vez finalizado el desarrollo del producto, ha sido clave en el transcurso del proyecto. Así pues, en un principio permitiendo identificar a los usuarios potenciales y conocer sus hábitos y sus conductas entorno a la problemática planteada, consiguiendo así trabajar en los aspectos funcionales y formales de la propuesta, además de optimizar al máximo la experiencia de usuario. Por otro lado, una vez realizada la propuesta final, permitió validar la viabilidad del diseño y el cumplimiento de las expectativas y necesidades planteadas desde un inicio.

En líneas generales, el desarrollo del trabajo ha cumplido las expectativas depositadas desde un inicio. A pesar de que se dejan varias vías de mejora en ciertos aspectos, la solución finalmente desarrollada presenta un concepto viable e innovador en el mercado actual que permite ampliar el grupo de usuarios potenciales y resolver una nueva necesidad. Además, se ha conseguido simplificar al máximo su fabricación y su montaje, alargando la vida útil del producto, pero sin dejar de prestar atención a los aspectos formales y funcionales, que lo hacen una propuesta realmente simple e intuitiva.

11. Trabajo futuro

El producto desarrollado deja varias vías a posibles mejoras, que pueden ser consideradas y estudiadas en profundidad en un trabajo futuro. En el proyecto desarrollado se han tomado decisiones entorno a las capacidades, recursos y tiempo disponibles, por lo que muchas ideas y propuestas no han podido ser desarrolladas.

En primer lugar, numerosos aspectos en la electrónica que integra el dispositivo no han sido estudiados ni desarrollados en profundidad, dado que el principal objetivo del proyecto se basaba en desarrollar un producto, ciertamente desconocido en el mercado, en el cual potenciar tanto los aspectos funcionales como formales y bajo un nuevo concepto de uso, la portabilidad. Así mismo, se trata de una disciplina que requiere un nivel más alto del que se imparte en el grado de Diseño Industrial. Sin embargo, se deja una vía abierta para el futuro desarrollo e implementación, así como validación, de los aspectos electrónicos necesarios para el funcionamiento del dispositivo desarrollado.

Por último, el prototipaje resultaba un parte de la validación muy recomendable en el proyecto, aunque su creación conllevaba grandes recursos, medios y tiempo. En este sentido, no se ha podido llevar a cabo un prototipaje con el que poder valorar el trabajo realizado de manera física, aunque sí que se han desarrollado pequeñas maquetas formales durante el transcurso del proyecto. Sin embargo, es un aspecto pendiente materializar la solución a la que finalmente se ha llegado, a través de un prototipo con el que poder acabar de evaluar las características formales y funcionales del diseño mediante la interacción directa con el usuario.

12. Agradecimientos

Me gustaría transmitir mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me han ayudado y acompañado durante el transcurso de este proyecto.

A mis amigos que, con su paciencia y apoyo, han estado presentes durante todo el recorrido y han hecho que este trabajo sea una realidad.

A mi familia, que siempre ha estado ahí, por brindarme su apoyo incondicional y ser un elemento clave que me ha mantenido motivado e ilusionado en los momentos más difíciles. En especial a mi hermana, por creer siempre en mí, por ser un referente y un pilar fundamental en mi vida.

A mi tutor Frederic por acompañarme con ilusión durante todo el transcurso de este proyecto.

Y, por último, agradecer a la universidad por estos últimos cuatro años llenos de aprendizaje y de experiencias inolvidables y, sobre todo, a los profesores que han formado parte de este camino, sin ellos nada de esto sería posible.

13. Referencias

Asselum. (2020, 4 junio). *Espectro visible ojo humano*. Recuperado 18 de marzo de 2022, de <https://asselum.com/en/espectro-visible-ojo-humano-2/>

Hernández Díaz, S. (2015, 14 febrero). La importancia de la luz artificial. La Voz de la Palma. Recuperado 15 de marzo de 2022, de <http://lavozdelapalma.com/2015/01/05/la-importancia-de-la-luz-artificial/>

Comité Científico de Sanidad y Consumidores. (2013, 22 diciembre). Efectos de la luz artificial sobre la salud. Comisión Europea. Recuperado 26 de marzo de 2022, de https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/artificial-light/es/index.htm

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (2015, 13 abril). Los efectos de la luz en el comportamiento humano. CONICET. Recuperado 28 de marzo de 2022, de <https://www.conicet.gov.ar/los-efectos-de-la-luz-en-el-comportamiento-humano/#:~:text=La%20luz%20es%20el%20principal,y%20activan%20la%20producci%C3%B3n%20r%C3%ADmica>

Auer Signal. (2021, 25 junio). Intensidad luminosa y flujo luminoso. Recuperado 30 de marzo de 2022, de <https://www.auersignal.com/es/datos-tecnicos/indicacion-luminosa/intensidad-luminosa/#licht>

BenQ. Las luces blancas/cálidas no afectan solo a los colores. (2019, 3 junio). BenQ. Recuperado 3 de abril de 2022, de <https://www.benq.eu/es-es/knowledge-center/knowledge/light-affects-day-night-rhythm.html>

iLamparas *¿Cómo influye la temperatura cromática de una bombilla en el día a día?* (2014, 8 mayo). Recuperado 2 de abril de 2022, de <https://ilamparas.com/blog/como-influye-la-temperatura-del-color-en-el-dia-a-dia/#:~:text=Los%20colores%20m%C3%A1s%20c%C3%A1lidos%20los,en%20la%20mitad%20del%20d%C3%ADa>

Lamparayluz. (s. f.). *¿Qué es la temperatura de color?* Recuperado 22-04-05, de <https://www.lamparayluz.es/todo-sobre-iluminacion/que-son-los-grados-kelvin>

Smith, E. (2018, 4 febrero). Digital Alarm Clock History. Medium. Recuperado 6 de abril de 2022, de <https://shortformernie.medium.com/digital-alarm-clock-history-b47d3f9f370a>

De Miguel, R. (2021, 20 mayo). Los mejores despertadores de luz solar. *El País*.

Recuperado 10 de abril de 2022, de <https://elpais.com/escaparate/2021-05-20/los-mejores-despertadores-de-luz-solar-para-empezar-el-dia-con-buen-animo.html#>

Tejo, L. (2022, 11 abril). El despertador de luz con simulación de amanecer. *Glamour España*. Recuperado 11 de abril de 2022, de <https://www.glamour.es/articulos/despertador-de-luz-que-es>

Philips. (s. f.). Wake-up Light. Philips España. Recuperado 15 de abril de 2022, de https://www.philips.es/c-p/HF3520_01/wake-up-light

Melo, J. L. (Ed.). (2010a). Antropometría. En *Ergonomía aplicada a las herramientas* (1a Edición, pp. 18–19). CPL Ediciones.

Asociación Española de Ergonomía [AEE]. (s. f.). ¿Qué es la ergonomía? Asociación Española de Ergonomía. Recuperado 23 de abril de 2022, de <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20Asociaci%C3%B3n%20Espa%C3%B1ola%20de,la%20eficacia%2C%20seguridad%20y%20bien%20estar.>

Reglamento (CE) nº 244/2009 de la Comisión, de 18 de marzo de 2009, requisitos de diseño ecológico para lámparas de uso doméstico no direccionales. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 24 de marzo de 2009. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-80479>

Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos, de julio de 2015. *Normas UNE*, 76, de 24 de marzo de 2015. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0055203>

Reglamento (CE) nº 244/2009 de la Comisión, de 18 de marzo de 2009, requisitos de diseño ecológico para lámparas de uso doméstico no direccionales. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 24 de marzo de 2009. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-80479>

Reglamento (UE) No 1194/2012 de la Comisión, de 12 de diciembre de 2012, requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y a sus equipos. *Boletín Oficial del Estado*, 342, de 14 de diciembre de 2012. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2012-82539>

Reglamento (UE) 2017/1369 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2017, por el que se establece un marco para el etiquetado energético. *Boletín Oficial del Estado*, 198, de 28 de julio de 2017. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2017-81472>

Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP), de 25 de julio de 2018. Normas UNE. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060015>

Eni Ediciones. (s. f.). Arduino Nano. Eni. Recuperado 22 de junio de 2022, de <https://www.edicioneseni.com/open/mediabook.aspx?idR=802a107cd2f6ec083b84fc5bd787325b>

Llamas, L. (2017, 30 octubre). *Comunicación inalámbrica en Arduino con módulos RF 433MHz*. Luis Llamas. Recuperado 24 de junio de 2022, de <https://www.luisllamas.es/comunicacion-inalambrica-en-arduino-con-modulos-rf-433mhz/>

Dorey, B. (2020, 18 diciembre). *Amazon Echo Dot Clock Teardown*. Brian Dorey Blog. Recuperado 25 de junio de 2022, de <https://www.briandorey.com/post/echo-dot-3rd-gen-smart-speaker-with-clock-teardown>

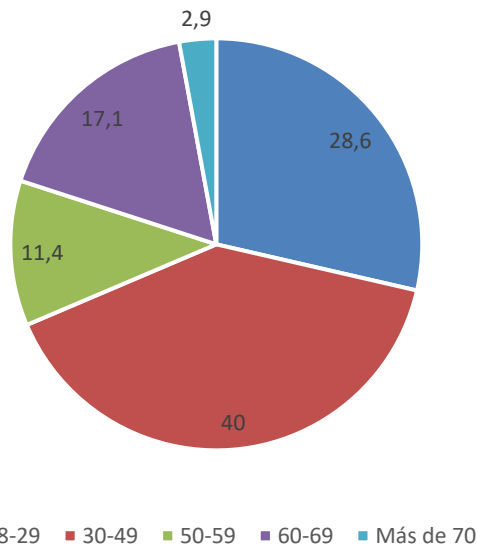
García, M., V. T. M. (2011, 8 junio). *Polímero ABS*. Tecnología de los Plásticos. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/abs.html>

Plasticker. (s. f.). *Raw Materials & Prices*. https://plasticker.de/preise/pms_en.php?show=ok&make=ok&aog=A&kat=Mahlgut

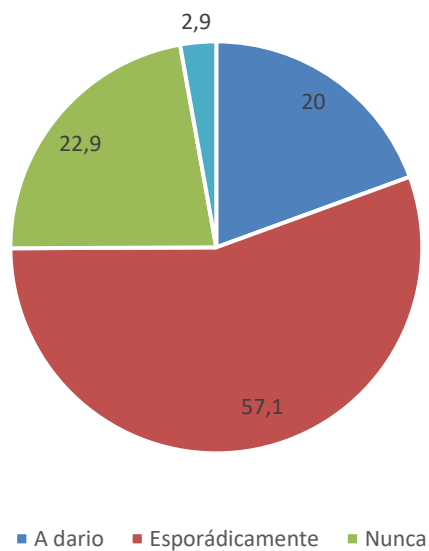
14. Anexos

14.1. Anexo 1

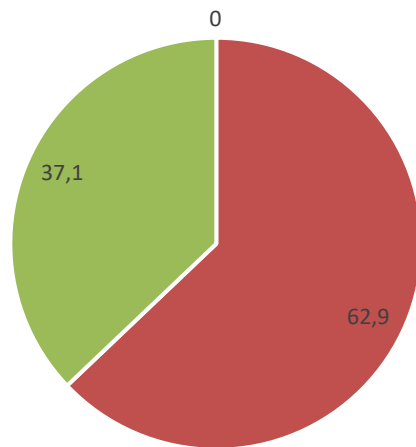
¿Qué edad tienes?



¿Tienes dificultad para conciliar el sueño?

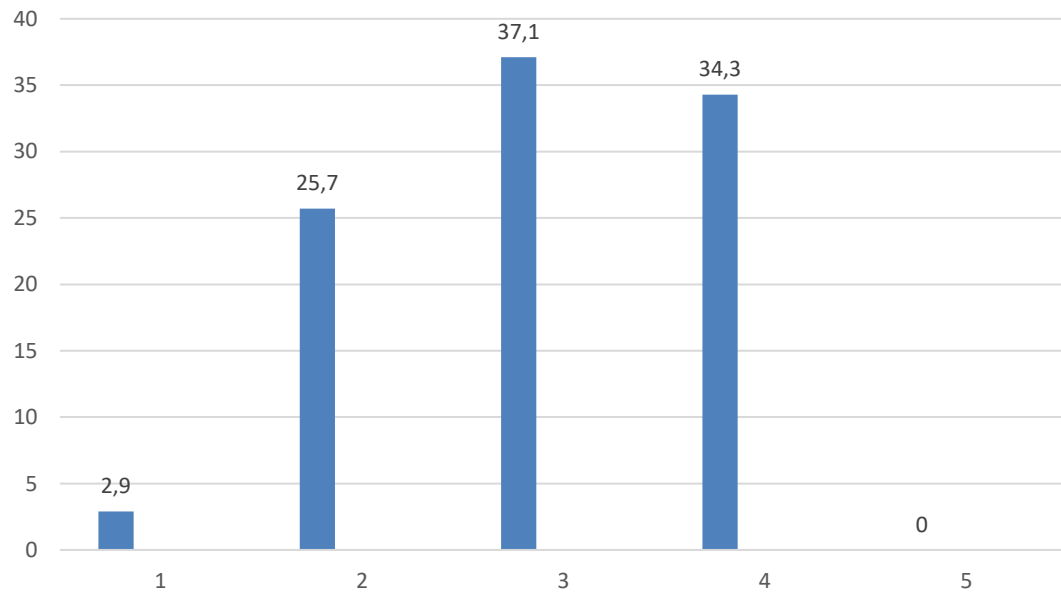


¿Qué cantidad de horas diarias duermes habitualmente durante la semana?

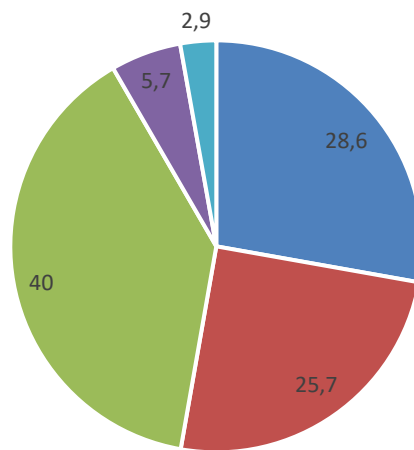


■ Más de 9 h. ■ Entre 6 y 8 h. ■ Menos de 6 h.

¿Cómo de reparador consideras tu descanso?

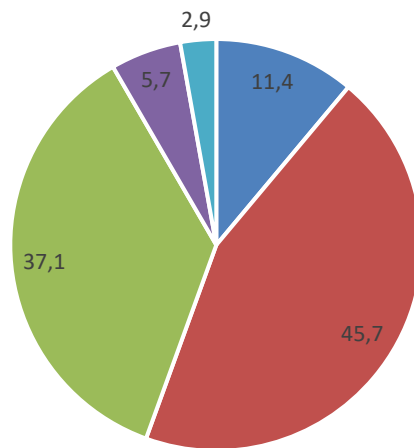


¿Qué fase del sueño te supone un mayor problema?



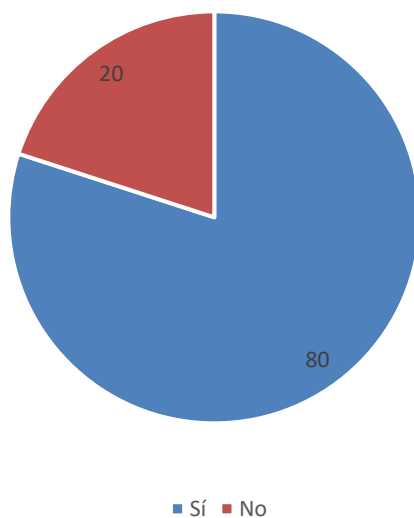
■ Conciliar el sueño ■ Mantenerte dormido ■ Despertarte ■ Ninguna

¿Cuántos días duermes de manera insuficiente durante la semana?

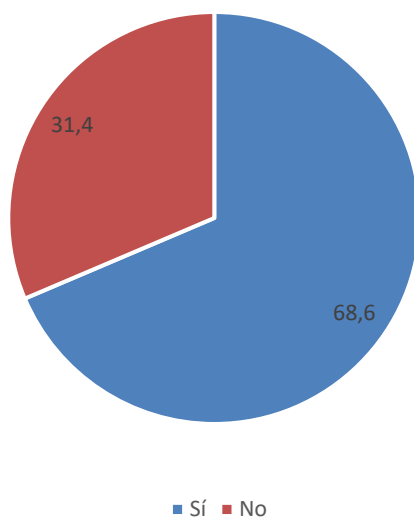


■ 0 ■ 1-3 ■ 4-5 ■ Más de 5

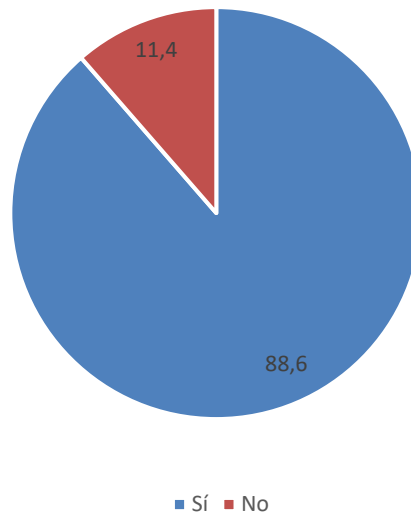
¿Sufres algún trastorno del sueño?



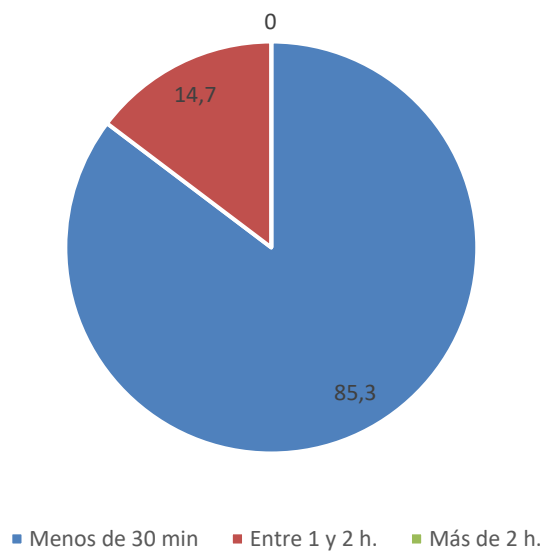
¿Te sientes cansado habitualmente durante el día?



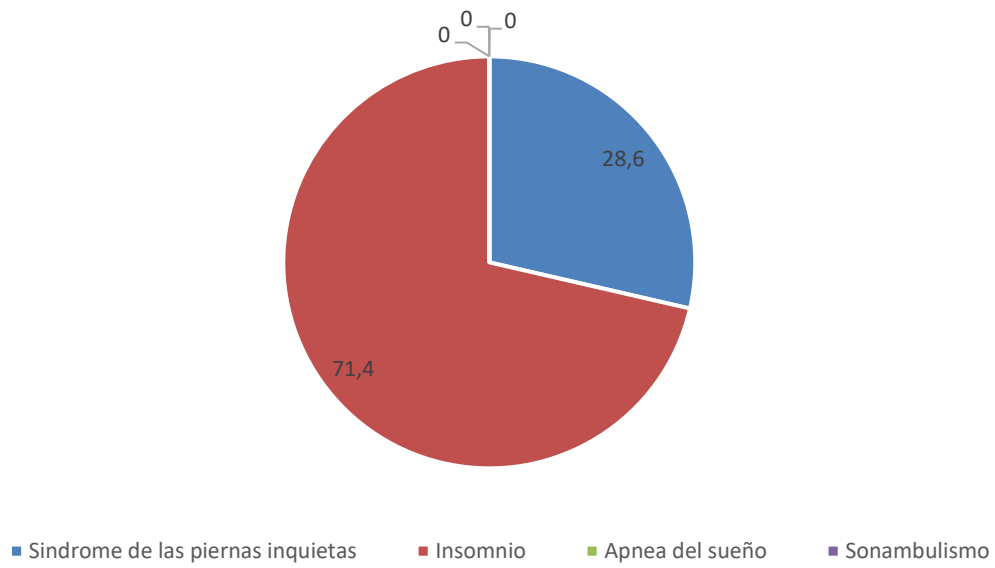
¿Consultas algún dispositivo electrónico justo antes de ir a dormir (móvil, ordenador, tablet, tv, etc.)?



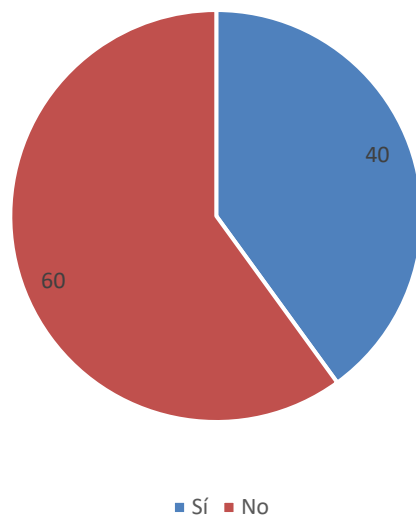
¿Cuánto tiempo transcurre desde que consultas algún dispositivo electrónico hasta que te acuestas?



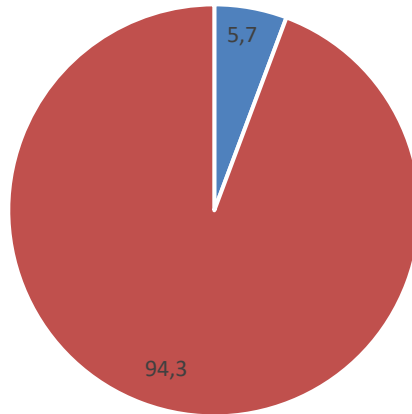
¿Podrías indicar si tu trastorno se relaciona con alguno de los siguientes?



¿Has oído hablar de los despertadores de luz?

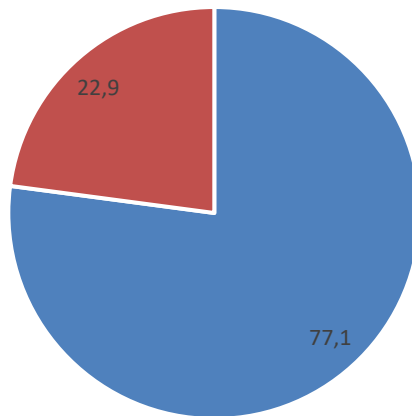


¿Has usado alguna vez un despertador de luz?



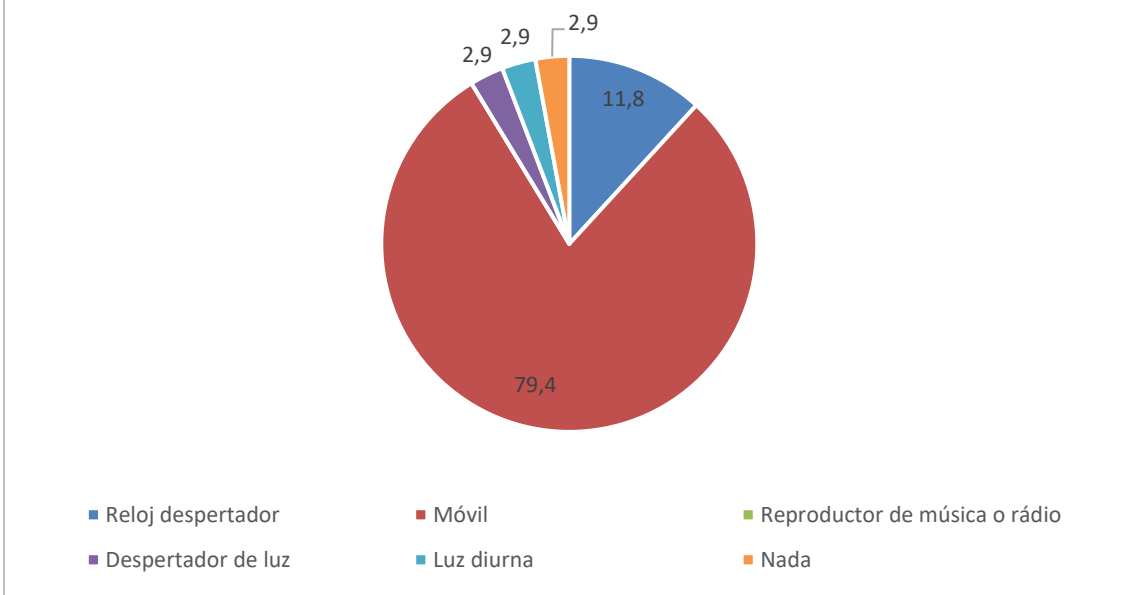
■ Sí ■ No

¿Usas habitualmente durante la semana un despertador?

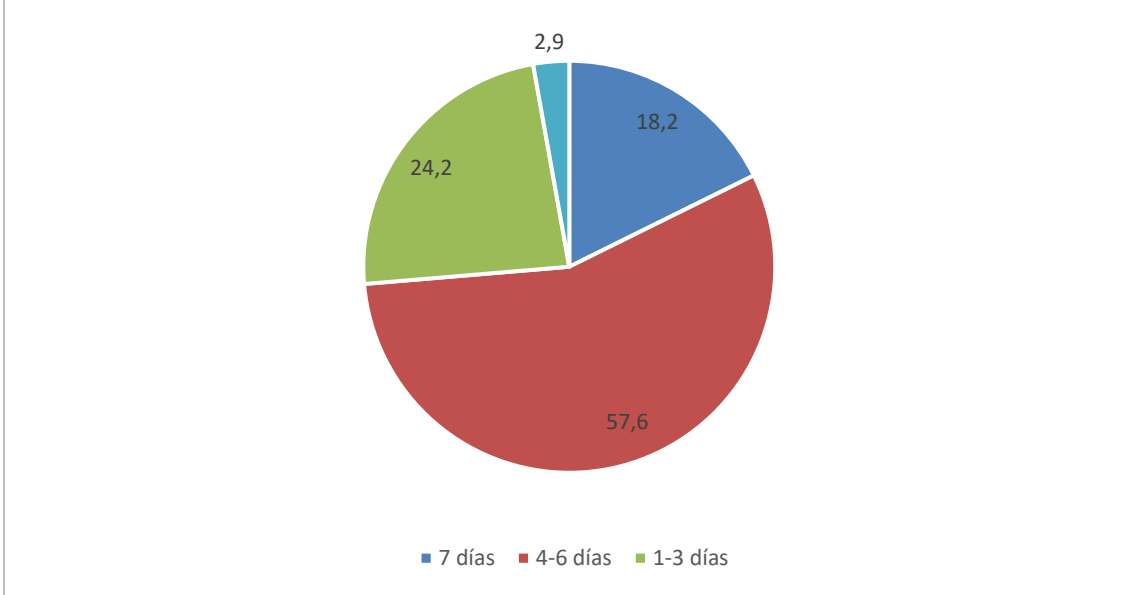


■ Sí ■ No

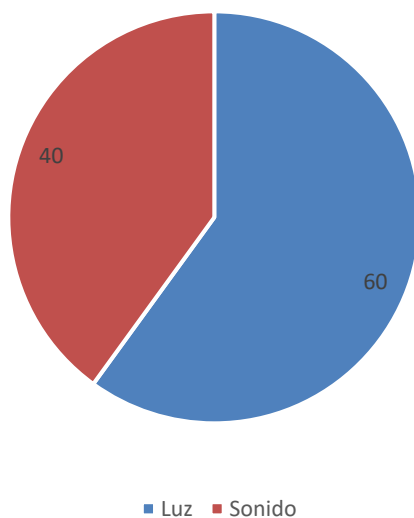
¿Qué utilizas para poder despertarte?



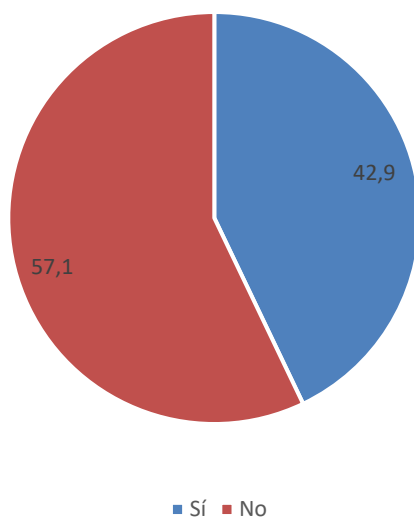
¿Cuántos días a la semana tienes que levantarte muy temprano o haciendo uso de un despertador?



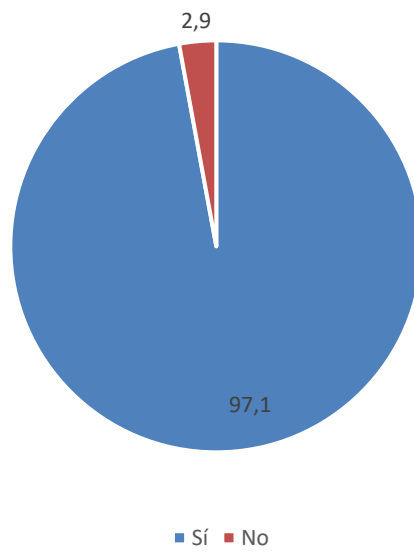
¿Preferirías levantarte mediante luz o sonido?



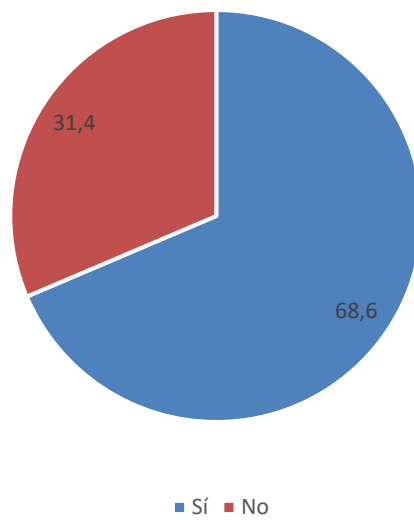
¿Consideras que tienes un sueño profundo?



¿Si tuvieras un despertador de luz te gustaría que fuera portátil?

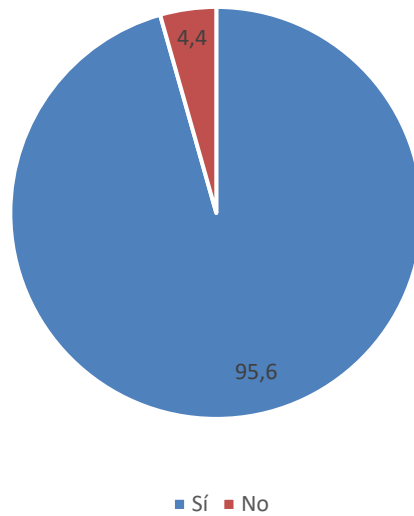


¿Supone la estética para ti un factor esencial en este producto?

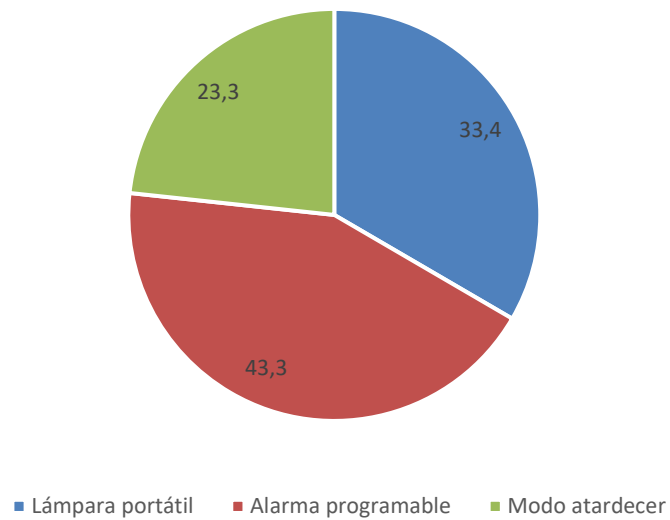


14.2. Anexo 2

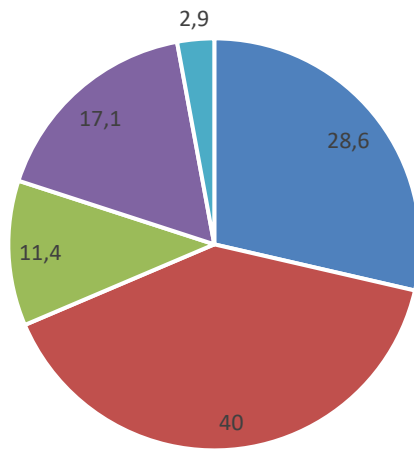
¿Te parecen comprensibles e intuitivas las funciones que incorpora el producto?



¿Bajo tu criterio qué función encuentras más útil?

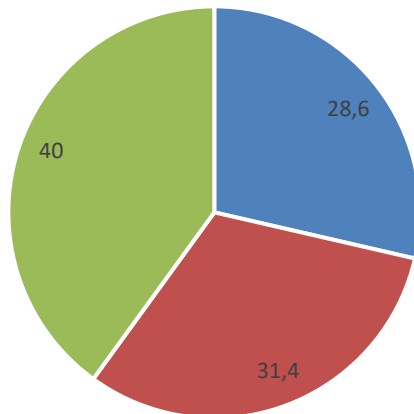


¿Qué aspectos te gustan más de la propuesta desarrollada?



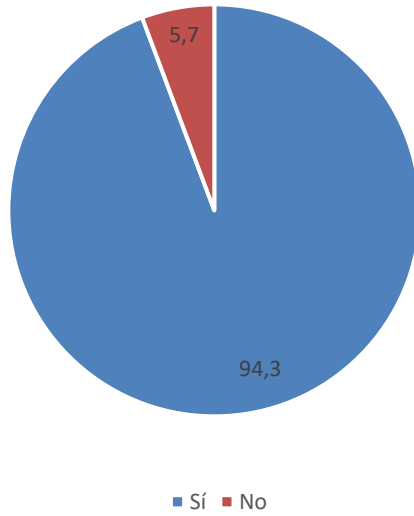
■ Funcionalidad ■ Versatilidad en el uso ■ Diseño estético ■ Transporte ■ Tamaño

¿Qué aspectos te gustan menos de la propuesta desarrollada?

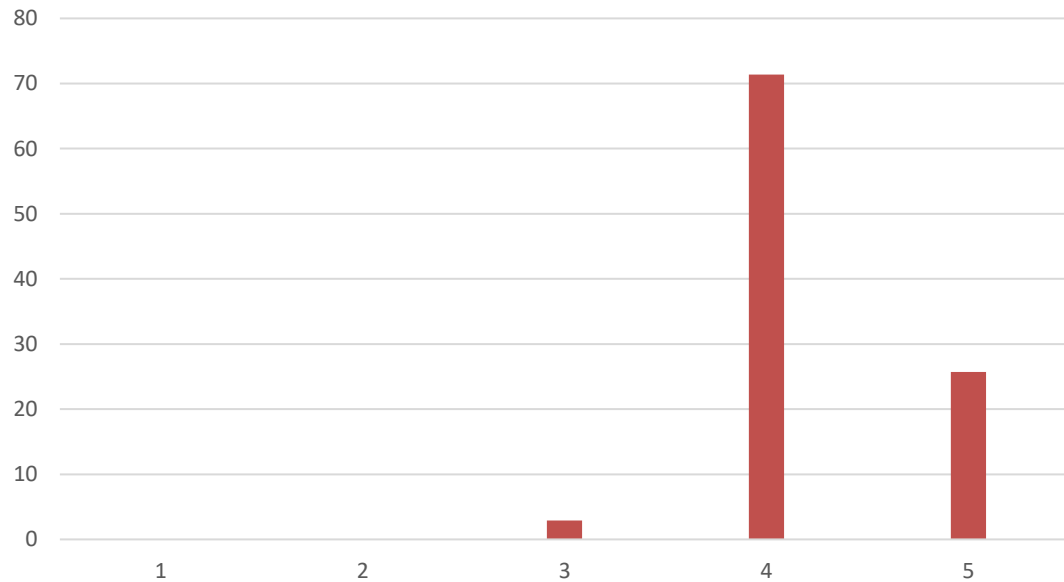


■ Peso ■ Pantalla pequeña ■ Pocas funciones

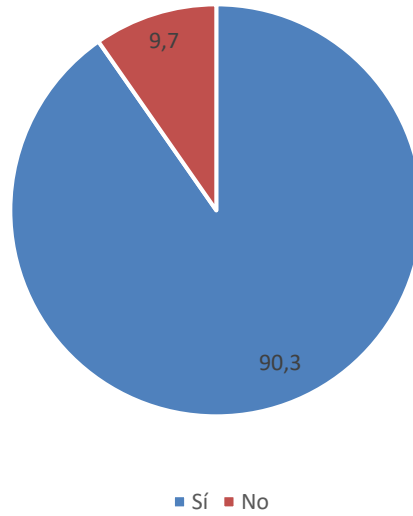
¿Te parece una buena solución para la problemática planteada?



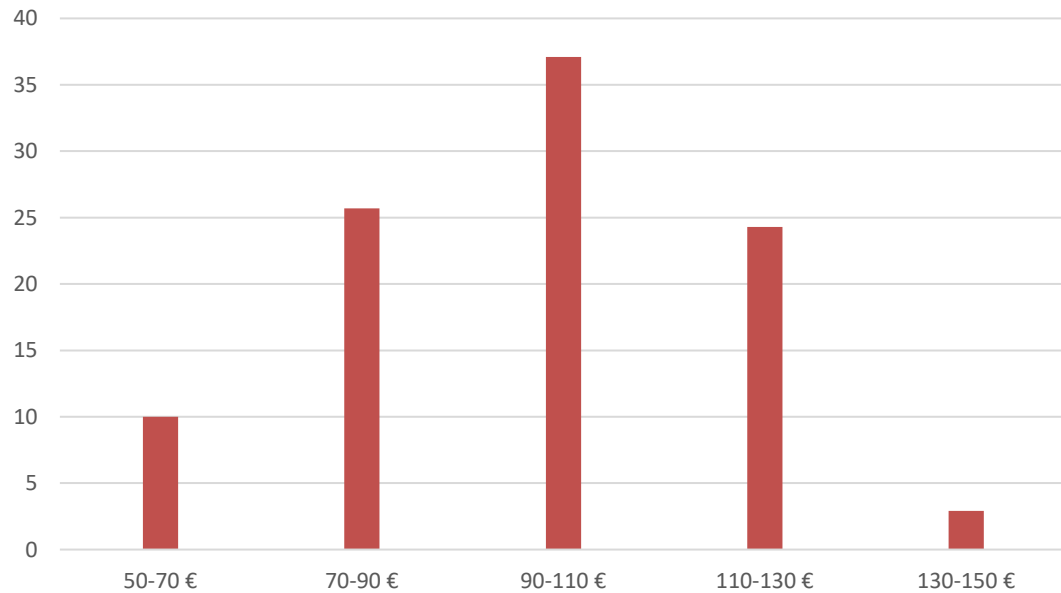
¿Del 1 al 5 como de atractivo te parece el diseño?



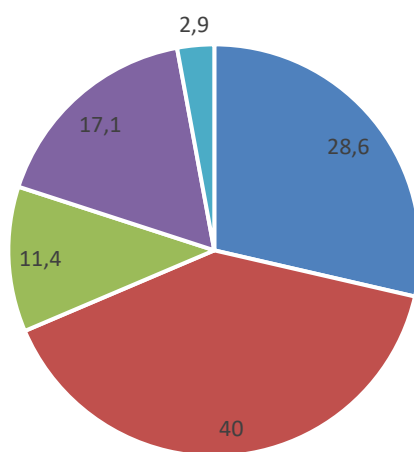
¿Crees que la solución incentiva una mayor interacción del usuario con el producto?



¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el producto?



¿Qué mejoras incorporarías?



■ Regulación temperatura de color ■ 30-49 ■ 50-59 ■ 60-69 ■ Más de 70