



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del
Producto

**Suenasol. Diseño de un dispositivo de
interacción meteorológica que transforma la
luz solar en sonido.**

Autor:

Pascual González, Laura

Tutor(es):

López del Río, Alberto
Departamento de Teoría de la
Arquitectura y Proyectos
Arquitectónicos

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Autor: Laura Pascual González

Tutor: Alberto López del Río

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.



RESUMEN

En el presente documento se lleva a cabo un proyecto de investigación y desarrollo con el objetivo de diseñar un dispositivo de uso doméstico que interactúa con la luz del Sol. Recibe el nombre de Suenasol, y su función consiste en transformar la luz que capta del exterior a través de sonidos que se emitirán en el espacio interior en el que se ubica. El producto reproduce un sonido dependiendo de la intensidad lumínica presente en el exterior. A su vez ofrece al usuario un juego visual de movimientos, asemejándose a la apertura de los pétalos de una flor. Este proyecto surge a partir de la arquitectura de “El Capricho”, edificio diseñado por Antonio Gaudí, que supone un tributo a la distribución solar y la música.

PALABRAS CLAVE

Luz solar Sonido Ambiente Antonio Gaudí Autosuficiencia

SUMMARY

This is a research and development project to design a household device that interacts with sunlight. It is called Suenasol, and its function tries to transform the light that captures from outside through sounds in the inside. The product reproduces a sound depending on the intensity of sunlight. In turn, it offers the user a visual game of movements, resembling the opening of the petals of a flower. This project arises from the architecture of “El Capricho”, a building designed by Antonio Gaudí, which is a tribute to the solar distribution and the music.

KEY WORDS

Sunlight Sound Ambience Antonio Gaudí Self-sufficiency

CONTENIDOS

MEMORIA	9
PRESUPUESTO	75
PLANOS	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Antonio Gaudí	13
Ilustración 2: Interior de la nave diseñada por Gaudí en La Cooperativa Obrera Mataronense	14
Ilustración 3: Farola diseñada por Gaudí en Barcelona	15
Ilustración 4: Exterior Casa Vicens	16
Ilustración 5: Entrada a la Finca Güell	16
Ilustración 6: Exterior del Palacio Episcopal de Astorga	17
Ilustración 7: Pasillo interior del Convento y Colegio de las Teresianas	17
Ilustración 8: Técnica del trencadís aplicada en los bancos del Parc Güell	18
Ilustración 9: La manzana de la discordia, Paseo de Gracia	19
Ilustración 10: Casa Botines, León	20
Ilustración 11: Torreón noreste	21
Ilustración 12: Pasillo que da acceso al interior del torreón noreste	21
Ilustración 13: Fachada delantera Casa Battló, Barcelona	22
Ilustración 14: Patio de luces de la Casa Batlló	23
Ilustración 15: Claraboyas en la Casa Batlló	23
Ilustración 16: Casa Milá, Barcelona	24
Ilustración 17: El Capricho, Comillas	25
Ilustración 18: Barcazas varadas en la arena de la playa, Comillas.	26
Ilustración 19: Plano de la planta baja	27
Ilustración 20: Cara lateral donde se aprecia el desnivel y las dos alturas	28
Ilustración 21: Vista de detalle del corredor circular donde se aprecia el invernadero	29
Ilustración 22: Balcón al que se accede desde el salón principal	29
Ilustración 23: Cúpula final del torreón	30
Ilustración 24: Vidriera musical 1	31
Ilustración 25: Vidriera musical 2	31
Ilustración 26: Detalle ornamental en el marco de una ventana	32
Ilustración 28: Casa Girasol	34
Ilustración 27: Baños árabes	34
Ilustración 29: Simon Scena	35
Ilustración 30: Smartsleep Wake-Up Light	36
Ilustración 31: Somneo Wake-Up Light	37
Ilustración 33: Beosound Balance	38

Ilustración 32: Goove H6022	38
Ilustración 34: Beosound Balance	38
Ilustración 35: Propuesta 1	40
Ilustración 37: Propuesta 3	40
Ilustración 36: Propuesta 2	40
Ilustración 38: Bocetos explicativos de la idea	41
Ilustración 39: Bocetos explicativos de las propuestas	42
Ilustración 40: Espectro visible por el ojo humano	43
Pattini, A. (s.f.). Luz natural e iluminación de interiores (p.2).	44
Pattini, A. (s.f.). Luz natural e iluminación de interiores (p.5).	44
Ilustración 41 y 42: Dibujos del dispositivo y la base [Elaboración propia]	47
Ilustración 43: Posición idónea de la base	47
Ilustración 46: Características del producto	48
Ilustración 44: Funciones de la base	48
Ilustración 45: Funciones del dispositivo altavoz	48
Ilustración 47: Explicación programación automática del producto en caso de mismo ambiente lumínico	49
Ilustración 48: Dibujo esquemático de los grados de apertura	51
Ilustración 49: Variedades de color Suenasol	52
Ilustración 52: Microcontrolador ESP32-A2DP	56
Ilustración 50: Panel solar	56
Ilustración 51: Sensor de luz digital BH1750	56
Ilustración 53: Batería Lipo	56
Ilustración 54: Bobina de carga inalámbrica	56
Ilustración 55: Lector tarjeta SD	57
Ilustración 56: Sistema de apertura-cierre	60
Ilustración 57: Driver	62
Ilustración 58: Módulo receptor de Bluetooth	62
Ilustración 59: Batería Lipo	62
Ilustración 60: Placa PCB	63
Ilustración 61: Amplificador	63
Ilustración 62: Servomotor	63
Ilustración 63: Bobina carga inalámbrica	63
Ilustración 64: Inyectora de plásticos	65
Ilustración 65 y 66: Explicación esquemática del montaje de la base y el altavoz	71
Ilustración 67: Ensamblaje de la abrazadera a la tapa	71
Ilustración 68: Funcionamiento de los tornillos autorroscantes	72

Ilustración 69: Vista de detalle del ensamblaje del enganche inferior mediante un pasador	72
Ilustración 70: Primeros bocetos del imagotipo [Elaboración propia]	73
Ilustración 71: Imagotipo, resultado final [Elaboración propia]	74
Ilustración 72: Composición de los colores de la fachada	74
Ilustración 73: Integración del logotipo	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de luxes asociados con su sonido	50
Tabla 2: Coste de elementos comerciales	95
Tabla 3: Coste demando de obra directa (MOD)	96
Tabla 4: Coste de puesto de trabajo	96
Tabla 5: Coste total de fábrica	97
Tabla 6: Precio de venta al público	98

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

0. PRINCIPIO DE INSPIRACIÓN	10
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	10
OBJETIVOS	11
1. INTRODUCCIÓN	12
 1.1 REFERENCIAS	12
ANTONIO GAUDÍ, SU VIDA	12
ANTONIO GAUDÍ, LA INFLUENCIA DEL MODERNISMO	15
SUS OBRAS PRINCIPALES	16
EL CAPRICHÓ	19
 1.2 INVESTIGACIÓN DE MERCADO	25
INVESTIGACIÓN APLICADA A LA EDIFICACIÓN	25
INVESTIGACIÓN APLICADA AL PRODUCTO	29
2. EL PRODUCTO	32
 2.1 PROCESO DE DISEÑO	32
PRIMERAS IDEAS	32
ASPECTOS GENERALES DEL DISEÑO	35
 2.2 SOLUCIÓN FINAL	37
DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO	37
DISEÑO DE DETALLE	42
Partes	43
Materiales	53
Proceso de fabricación	54
Diagramas de proceso de fabricación	55
Montaje	59

IMAGEN CORPORATIVA	60
CATÁLOGO FOTOGRÁFICO	63

3. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS 64

4. BIBLIOGRAFÍA 66

Libros, revistas y artículos	66
Páginas web	66

0. PRINCIPIO DE INSPIRACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El trabajo se basa en el desarrollo de un producto que consiste en una pequeña estación meteorológica de uso doméstico, que permite determinar el ambiente lumínico exterior y transmitir, en el interior, lo percibido mediante sonidos. Además, cuenta con un mecanismo móvil que se sincroniza con los sonidos, permitiendo un atractivo juego visual.

El producto cubre la función de notificar al usuario las diferentes intensidades lumínicas de la luz solar de una forma novedosa: mediante el sonido.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La idea surgió a partir de investigar los diversos diseños del arquitecto catalán Antonio Gaudí. Finalmente, “El Capricho” (1893-1895), obra situada en Comillas, Cantabria, me resultó un edificio que reúne asombrosas características, las cuales me sirvieron para desarrollar el producto. Entre ellas destacan las ventanas con sistema de cierre sonoro, y la distribución en planta en torno a la actividad solar.

Cabe mencionar, que, en el artista modernista, tan solo buscaba una inspiración con la que poder diseñar un producto independiente a sus obras. Nunca fue mi propósito realizar un producto con la finalidad de usar o implementar en sus diseños.

Sabiendo que la idea surgía a partir de “El Capricho”, obra que se relaciona perfectamente con el entorno en el que se sitúa, tuve claro de que en el producto iba a estar presente la relación con el ambiente exterior y que ello se tradujese en actuar sobre las condiciones del ambiente interior.

En definitiva, he querido desarrollar un producto que relacione el ambiente exterior con el ambiente interior de un hogar, creando a su vez su propio ambiente. Esto lo he logrado a través de la interacción entre luz y sonido, contando con la presencia del movimiento también.

La luz solar no solo nos aporta luminosidad en el día a día, sino que además influye en nuestras emociones y estados de ánimo. Es una de las responsables de regular nuestros ritmos circadianos, indicando cuando estar despierto y cuando descansar. Es por ello que se ha desarrollado un producto que va más allá de reproducir sonidos, o de mecanizar movimientos, es un conjunto.

Además, he implementado la tendencia actual, en la tecnología doméstica, que se inclina por un diseño sencillo y compacto, la cual es una respuesta a la demanda de dispositivos funcionales pero estéticos a la vez.

OBJETIVOS

Con el fin de diseñar y desarrollar un producto innovador, que genere una experiencia novedosa en el usuario, se establecen una serie de objetivos para caracterizar al producto e ir trabajando con unos ideales fijos durante la fase de conceptualización y diseño.

El trabajo busca generar el diseño de un objeto de uso doméstico y de tamaño compacto que cuente con la opción de poder transportarlo entre estancias. Su función es generar un ambiente propio y único en la estancia en la que se ubique, sirviendo para notificar ciertos eventos a lo largo del día. A su vez, la intención es que ese ambiente esté relacionado con la luz solar.

Por supuesto, al tratarse de un proyecto del grado especializado en diseño industrial, es considerable tener en cuenta una estética agradable para el producto.

1. INTRODUCCIÓN

Antes de proceder al desarrollo creativo y constructivo del producto, en este apartado se abordará la fase primitiva de contextualización, inspiración y situación del mercado que proporcione así la base del diseño y sus objetivos. Este es un estudio que muestra la evolución desde la concepción de la idea hasta la consolidación de sus características.

1.1 REFERENCIAS

ANTONIO GAUDÍ, SU VIDA



Ilustración 1: Antonio Gaudí

Infancia y adolescencia (1852-1873)

Antonio Gaudí i Cornet nace el 25 de junio de 1852 en Reus, Tarragona. Hijo de Francesc Gaudí i Serra y Antonia Cornet i Bertran. Desde niño participó en el taller familiar, donde su padre, al igual que sus antepasados y los de su esposa, era artesano **calderero**¹. La elaboración espacial de objetos como las ollas u otros utensilios quedó impresa en la imaginación del niño, y le sirvió para desarrollar la capacidad de representación mental del espacio tridimensional.

Gran parte de esta etapa permaneció en cama debido a sus fiebres reumáticas. El hecho de que se encontrase en ese estado le obligaba a tomar reposo más de lo habitual, es por lo que a una temprana edad ya mostraba un carácter reflexivo y observador.

En 1869, sus padres venden sus bienes para cubrir los estudios de sus hijos, y se mudan a Barcelona, donde Gaudí empieza los cursos preparatorios de acceso a la universidad.

¹ Calderero: fabricante o vendedor de calderas para cocer u otros utensilios.

Estudios de Arquitectura y sus comienzos (1873-1883)

Es en 1873 cuando Gaudí inicia los estudios de arquitectura en la Escola Provincial d' Arquitectura de la Universidad de Barcelona.

A partir de 1874, a través de la cooperativa obrera de producción textil “[La Obrera Mataronense2, entra en contacto con el movimiento obrero. Durante esos años hizo algunos diseños para la cooperativa, y fue en 1878, a punto de finalizar sus estudios, cuando se convirtió en el principal arquitecto. Su trabajo con la cooperativa duraría hasta 1886.](#)

Mientras tanto, para pagarse su formación, colabora como delineante con varios arquitectos, entre ellos, Josep Fontserè, maestro de obras del parque de la Ciutadella.



Ilustración 2: Interior de la nave diseñada por Gaudí en La Cooperativa Obrera Mataronense

En 1878 obtiene el título de arquitecto. Ese mismo año, el joven abre su propio despacho en Barcelona. A partir de entonces comienza a recibir encargos para interiores de iglesias, capillas e incluso la Administración pública barcelonesa se pone en contacto con él.

Gracias a la [Exposición de París de 1878](#)³, Eusebi i Güell conoce a Antonio, al que le confía la realización de pequeños proyectos. A partir de entonces, Güell se convierte en su mecenas.

Entre 1878 y 1883 trabaja en diversos proyectos como, por ejemplo, la iluminación del paseo de la Muralla del Mar de Barcelona, la construcción de un quiosco para la ciudad de Comillas y una propuesta para el concurso de la fachada de la Catedral de Barcelona, entre otros.

² “[La Obrera Mataronense](#)”: Conjunto de cooperativa textil y residencias situado en Mataró, Barcelona.

³ [Exposición de París de 1878](#): Fue la 4^a exposición impresionista, cuya temática fueron la agricultura, las artes y la industria. Tuvo lugar del 1 de mayo al 10 de noviembre.

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

El Ayuntamiento de Barcelona, en 1879, le encarga el diseño de las farolas para la Plaça Reial, el Pla de Palau (encargado una década después) y el Paseo Nacional de Barcelona. De ellas, hoy en día, todavía subsisten algunos ejemplares, catalogados como Bien Cultural de Interés Local.



Ilustración 3: Farola diseñada por Gaudí en Barcelona

En esa época el ambiente geopolítico de España se dividía entre liberales revolucionarios y conservadores. Comienza así el nacimiento de los nacionalismos, entre ellos en Cataluña surge un gran sentimiento patriótico por todo lo catalán, queriendo reivindicar sus raíces. Por esa razón Gaudí se afilia a la Asociación Catalanista de Excusiones Científicas y más tarde al Centro Excursionista de Cataluña.

Su desarrollo como artista: Primeras obras, fase mudéjar

El Capricho, Casa Vicens, Finca Güell

El reusense pasa de ser un arquitecto “de encargos” a un arquitecto de renombre catalán en el año 1883, cuando realiza tres importantes construcciones. Empieza la construcción de la Casa Vicens, de El Capricho y de los pabellones de entrada a la Finca Güell.



Ilustración 4: Exterior Casa Vicens



Ilustración 5: Entrada a la Finca Güell

En estas primeras obras, en el diseño de Gaudí todavía no destaca un estilo puro, sino que mezcla estilos del pasado, sobre todo orientalismo y mudéjar (exotismos). Al arquitecto se le reconoce por el uso de técnicas constructivas tradicionales, en las que destaca el uso de la cerámica. Juega con el uso de la heterogeneidad y el contraste. A la vez, hay características que permanecen intactas desde sus comienzos, como sus referencias a la naturaleza o el recurrir a motivos geométricos como ornamentación.

A propuesta de la promotora, Gaudí fue nombrado arquitecto jefe del templo de la Sagrada Familia.

“A partir de 1883, dado que se encontraba a la cabeza de la construcción de la Sagrada Familia, Gaudí estuvo en contacto con los más altos representantes de la Iglesia española. Si, a principios de su carrera, su sentido de la justicia social y sus orígenes modestos lo acercaron a las cooperativas obreras, su implicación con Eusebi Güell lo iba arrastrando a una aventura que se identificaba, en términos muy personales y como arquitecto, con la afirmación de su identidad catalana, su tradición y, al mismo tiempo, su modernidad”⁴

⁴ Crippa, M. A. (2006). *Antoni Gaudí, 1852-1926: de la naturaleza a la arquitectura* (pp.9-10) Taschen America Llc.

Su desarrollo como artista: Fase de transición, neogótica

Palau Güell, Palacio Episcopal de Astorga, Casa Botines de León, Convento y Colegio de las Teresianas

Fue en 1888, cuando Antonio da un giro a su desarrollo como arquitecto con “el Palau Güell”, de estilo neogótico y más sombrío, aunque sigue habiendo toques de influencia árabe.

Tiene soluciones constructivas y ornamentales que se verán más adelante en las casas modernistas de l’Eixample. Como, por ejemplo, desarrolla su reconocido **arco parabólico**⁵ por primera vez en esta etapa.

Al Palau le suceden el Palacio Episcopal de Astorga, la Casa Botines de León y el Convento y Colegio de las Teresianas entre otros.



Ilustración 6: Exterior del Palacio Episcopal de Astorga



Ilustración 7: Pasillo interior del Convento y Colegio de las Teresianas

“1888 marcó el paso de Gaudí de una fase expresiva, principalmente ecléctica, a una más abiertamente modernista. En ese momento a caballo entre el siglo XIX y XX, afloró su original contribución al modernismo catalán, una variante de un movimiento que se manifestó con diferencias regionales a pesar de compartir una base en común.”⁽⁶⁾

⁵ **Arco parabólico:** tipo de arco en forma de parábola que reparte las cargas de manera muy eficiente.

⁶ Crippa, M. A. (2006). *Antoni Gaudí, 1852-1926: de la naturaleza a la arquitectura* (p.11) Taschen America Llc.

Su desarrollo como artista: Cumbre de su carrera, fase modernista

Casa Calvet, Parc Güell, Casa Batlló, Casa Milá, Colonia Güell, Escuelas provisionales de la Sagrada Familia

Tras la fase neogótica, podemos observar el cenit del artista. La Casa Calvet, el Parc Güell, la Casa Batlló, la Casa Milá, la Colonia Güell o las Escuelas provisionales de la Sagrada Familia son un buen ejemplo de en lo que se había convertido Gaudí.

En estas obras, al igual que en la Sagrada Familia, el modernismo gaudiniano evolucionó hacia un organicismo original. Algunas técnicas permitieron a Gaudí explorar nuevas formas geométricas presentes en la naturaleza, llegando a desarrollar un lenguaje arquitectónico propio, de entre los que destaca también su conocida técnica del trencadís, el arte de hacer mosaicos gracias a trozos irregulares de cerámica.



Ilustración 8: Técnica del trencadís aplicada en los bancos del Parc Güell

“Supo engarzar su arquitectura a un vínculo indisoluble entre estructura estática y forma arquitectónica, entre forma espacial y decoración. Su contribución abarca tanto la arquitectura del edificio en sí mismo como el paisaje que lo envuelve”⁷

La Casa Milá fue su última obra residencial, puesto que después se entregó plenamente al desarrollo de la Sagrada Familia, proyecto con el que se involucró al máximo hasta su fallecimiento el 10 de junio de 1926 a los 74 años, tres días después de haber sido arrollado por un tranvía. Fue un hombre tradicional, pero a la vez un gran innovador.

⁷ Gaudí (p&m ediciones). (2022). (p.20)

ANTONIO GAUDÍ, LA INFLUENCIA DEL MODERNISMO

Gaudí manifestaba una gran aversión por la denominación de “modernista” con la que se empezó a calificar el trabajo de los arquitectos catalanes a finales del siglo XIX. Él se relacionaba con personajes de la Restauración, conservadores y “monárquicos hasta la médula”, como Antonio López (Marqués de Comillas) o Eusebi Güell.

“Puede parecer contradictorio, pero Gaudí es a la vez antimodernista y moderno. Ya sus primeras obras, principalmente El Capricho de Comillas y los pabellones de entrada a la Finca Güell, muestran rasgos originales que hacen que en 1889 el crítico de arte Josep Yxart las incluya en lo que denomina “tendencias arquitectónicas novísimas”⁸

La llamada “llila de la discordia” de Barcelona es un ejemplo del ferviente y estable desarrollo del modernismo en España, sobre todo en Cataluña. En un tramo del Paseo de Gracia se encuentran cinco obras modernistas, cada una de un arquitecto distinto, la Casa Lleó Morera de Lluís Domènech i Montaner, la Casa Mulleras de Enric Sagnier, la Casa Bonet de Marceliano Coquillat, la Casa Amatller de Josep Puig i Cadafalch y la Casa Batlló de Antonio Gaudí. Los artistas consiguieron que el modernismo no fuera solo un estilo de los adinerados, sino que consiguieron que fuera una moda, que hasta un trabajador pudiera contemplar.



Ilustración 9: La manzana de la discordia, Paseo de Gracia

⁸ Gaudí (p&m ediciones). (2022). (p.31)

“El rasgo más genial de Gaudí seguramente fue que, en lugar de ir a beber en las fuentes de la modernidad en Europa, creó una modernidad de cosecha propia, lo que descolocó a muchos de sus colegas coetáneos en Cataluña, y no solo a los noucentistes, como quiere el tópico, sino también a varios modernistas. Sin embargo, en los libros internacionales que analizan el arte de su tiempo, encajar a Gaudí dentro del Art Nouveau no deja de ser una simplificación útil.”⁹

SUS OBRAS PRINCIPALES

Para ver la relevancia que tuvieron y tienen las obras del arquitecto catalán, y familiarizarse con su forma de diseñar, se procede a desarrollar algunas de ellas, dispuestas en orden cronológico.

Casa Botines de León (1891-1892)



Ilustración 10: Casa Botines, León

Dos comerciantes leoneses, Simón Fernández y Mariano Andrés, adquirieron un solar en la plaza de San Marcelo para que albergarse su comercio de tejidos. Gracias a su relación con Eusebio Güell, contactaron con Gaudí para que proyectase el nuevo edificio. Ejecutando como resultado final un palacio neogótico en el corazón de la ciudad.

En la zona baja estarían los espacios comerciales y en las plantas superiores, las viviendas. Este

⁹ Crippa, M. A. (2006). *Antoni Gaudí, 1852-1926: de la naturaleza a la arquitectura* (p.13) Taschen America Llc.

edificio le sirvió al de Reus para realizar diversos ensayos que más adelante aplicaría en la Barcelona burguesa. Por ejemplo, construyó la primera planta libre de su carrera. Abrió cuatro torreones en las esquinas del tejado, dando un aspecto de castillo, y en el torreón más alto usó por primera vez su famoso paraboloide hiperbólico.

Las viviendas cuentan con ornamentación orgánica en los pomos y mirillas. Además, como ha demostrado el historiador e investigador César García Álvarez, "la genialidad temprana de Gaudí hizo que llenase el edificio de referencias astronómicas." ¹⁰



Ilustración 11: Torreón noreste

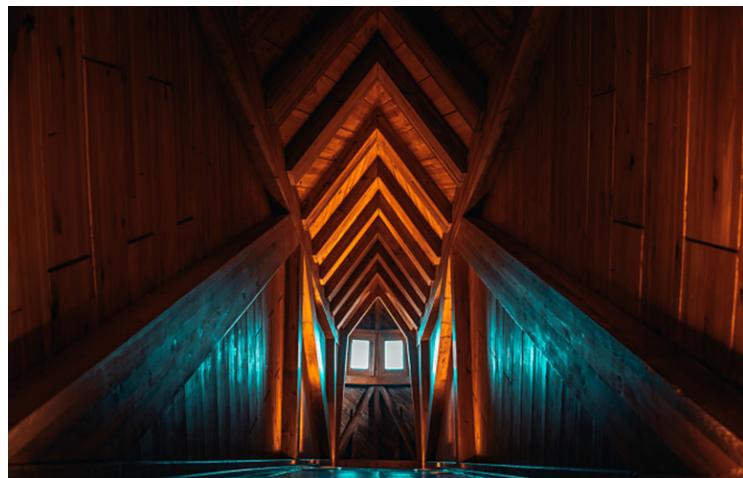


Ilustración 12: Pasillo que da acceso al interior del torreón noreste

Como continuación de su trabajo, Gaudí proyecta en L'Eixample tres viviendas muy dispares entre sí, "la casa Calvet", "la casa Batlló" y "la casa Milá". En estas se pone de manifiesto los precedentes realizados en el Palau Güell. En ambos casos, el arquitecto contaba con un solar entre medianeras, en el centro de Barcelona y con el objetivo de construir para la burguesía. Procedió a desarrollar dos de estas viviendas, que suponen un referente para Modernismo mundial:

¹⁰ REVISTA OFICIAL MUSEO GAUDÍ CASA BOTINES. (2019). Dragón, 001, 6–10. (p.7)

Casa Battló (1904-1906)

La casa fue un encargo de Josep Batlló, el cual quería la unión de dos viviendas. Gaudí, como de costumbre, consigue realizar una reforma integral, pero manteniendo la estructura general. Rompiendo con la disposición de tres esquinas anterior, deja el salón principal abierto, aportando diafanidad a la estancia.

Destaca tanto la fachada delantera como la trasera. La nueva tabiquería y cerramientos tiene un aspecto más fluido.



Ilustración 13: Fachada delantera Casa Battló, Barcelona

Para optimizar el rendimiento de la luz natural, el arquitecto reviste tanto las fachadas, delantera y trasera, como las zonas interiores de cerámicas vítreas dotadas de un tratamiento cromático cambiante. Además, de crear un efecto óptico variando la dimensión de las ventanas. En resumen, hace llevar la luz a sus estancias de maneras majestuosas y poco conocidas. Un claro ejemplo de estas hazañas es la renovación que sufre el patio de luces. Un claro ejemplo de estas hazañas es la renovación que sufre el patio de luces.

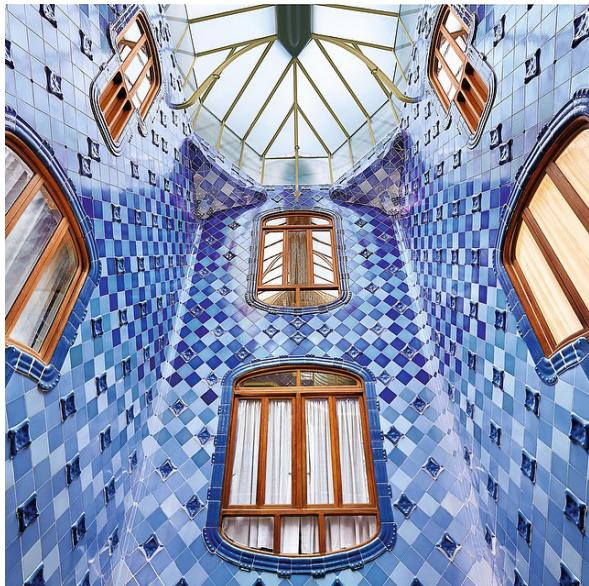


Ilustración 14: Patio de luces de la Casa Batlló



Ilustración 15: Claraboyas en la Casa Batlló

También, cabe mencionar, el imponente trabajo realizado en la cubierta, donde crea un paisaje artificial y singular repleto de armonioso colorido, aprovechando de nuevo el recurso de la cerámica (trencadís), ayudado por su coetáneo Josep M.Jujol.

“Resulta sorprendente el efecto unitario del conjunto, que forma una unidad orgánica sometida a la continua variación de la luz diurna”¹¹

¹¹ Crippa, M. A. (2006). *Antoni Gaudí, 1852-1926: de la naturaleza a la arquitectura* (p.66) Taschen America Llc.

Casa Milá (1906-1912)



Ilustración 16: Casa Milá, Barcelona

Considerada una de sus mejoras obras, “La Pedrera” es un singular edificio situado en la popular avenida, Passeig de Gràcia, en Barcelona. En este caso, el cliente fue el burgués Pere Milà i Camps. Una de las mayores características que hacen destacar a esta vivienda es el hecho de que Gaudí sustituye las paredes de carga por pilares, quitando a la fachada su función estructural. Esta novedad, le permite jugar con la estética de la fachada, en la cual disimula el chaflán y le da un aspecto único y continuo.

El edificio cuenta con dos grandes patios interiores que aportan mucha iluminación, y como elementos ornamentales, se decanta por la temática marina. Aparecen por doquier dibujos de pulpos y flora marina, mientras que las caracolas, que están en relieve, cogen protagonismo en el suelo.

Esta fue la última obra civil de Gaudí antes de que se entregara por completo al desarrollo de la Sagrada Familia. En 1984, la casa fue declarada Bien Cultural del patrimonio mundial por la UNESCO.

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

EL CAPRICO

El edificio, también llamado “Villa Quijano”, localizado en Comillas (Cantabria) y catalogado como “Bien de Interés Cultural” desde 1969, se trata de una de las primeras obras del arquitecto. Además, es de las únicas que se sitúa fuera de Cataluña, junto con la Casa Botines de León y el Palacio Episcopal de Astorga.

Es una casa que se integra perfectamente en el entorno, construida “a medida” y con un análisis inteligente de los espacios y la climatología. Consta de gran riqueza de volúmenes y policromía, de juegos de luz, y de materiales tanto cerámicos como metálicos muy bien trabajados. Todo ello condiciona la arquitectura dando como resultado un extraordinario planteamiento y decoración, dejando ver el comienzo del lenguaje gaudiniano.



Ilustración 17: El Capricho, Comillas

SU HISTORIA

El señor Quijano, Máximo Díaz de Quijano (1838-1885), era un **indiano**¹² adinerado, que a su regreso a España quiso una casa en su localidad natal donde poder retirarse.

Máximo era una persona polifacética, abogado de profesión, se encargó de los asuntos legales del burgués Antonio López y López, Marqués de Comillas. Le encantaba la música y era aficionado al periodismo y a la botánica. Alguno de estos gustos se refleja en “la Villa Quijano”.

Tras su muerte en 1885, hecho que no le permitió disfrutar de su casa, la villa fue heredada por su hermana Benita, y de esta a sus correspondientes herederos. Como resultado del paso de generación en generación, la vivienda ha sufrido numerosos cambios y modificaciones, siendo el más notable la eliminación del invernadero original en 1914.

El Capricho estuvo en desuso hasta su abandono. Entre 1987 y 1989, tras un cambio de propietarios (la compañía japonesa Mido Development Co.), se llevó a cabo un gran proceso de restauración, entre cuyos principales trabajos se encuentra la reconstrucción de un invernadero similar al original.

Tras su rehabilitación, y hasta 2009, albergó un restaurante. Hoy en día el edificio es una casa-museo, dando a conocer esta obra al público y así conservando el patrimonio.



Ilustración 18: Barcas varadas en la arena de la playa, Comillas.

¹² **Indiano:** dicho de un español que emigró a América en busca de fortuna y volvió rico.

SU ARQUITECTURA

Nos encontramos frente a un Gaudí recién graduado, quien se encargó del desarrollo de la vivienda y a la vez de realizar una maqueta a gran escala del edificio, y aunque se dice que se personó en alguna ocasión por la zona, quien estuvo al frente de la construcción fue su amigo de pupitre Cristóbal Cascante i Colom. Antes de construir El Capricho, Gaudí ya había trabajado en dos ocasiones para Comillas, en el diseño de los muebles para la capilla-panteón del Palacio de Sobrellano, y en sus ahora inexistentes kioscos.

“Gaudí concibe una casa familiar tradicional, pero implanta las corrientes higienistas más modernas del momento, donde se permita vivir de forma adecuada y salubre”¹³

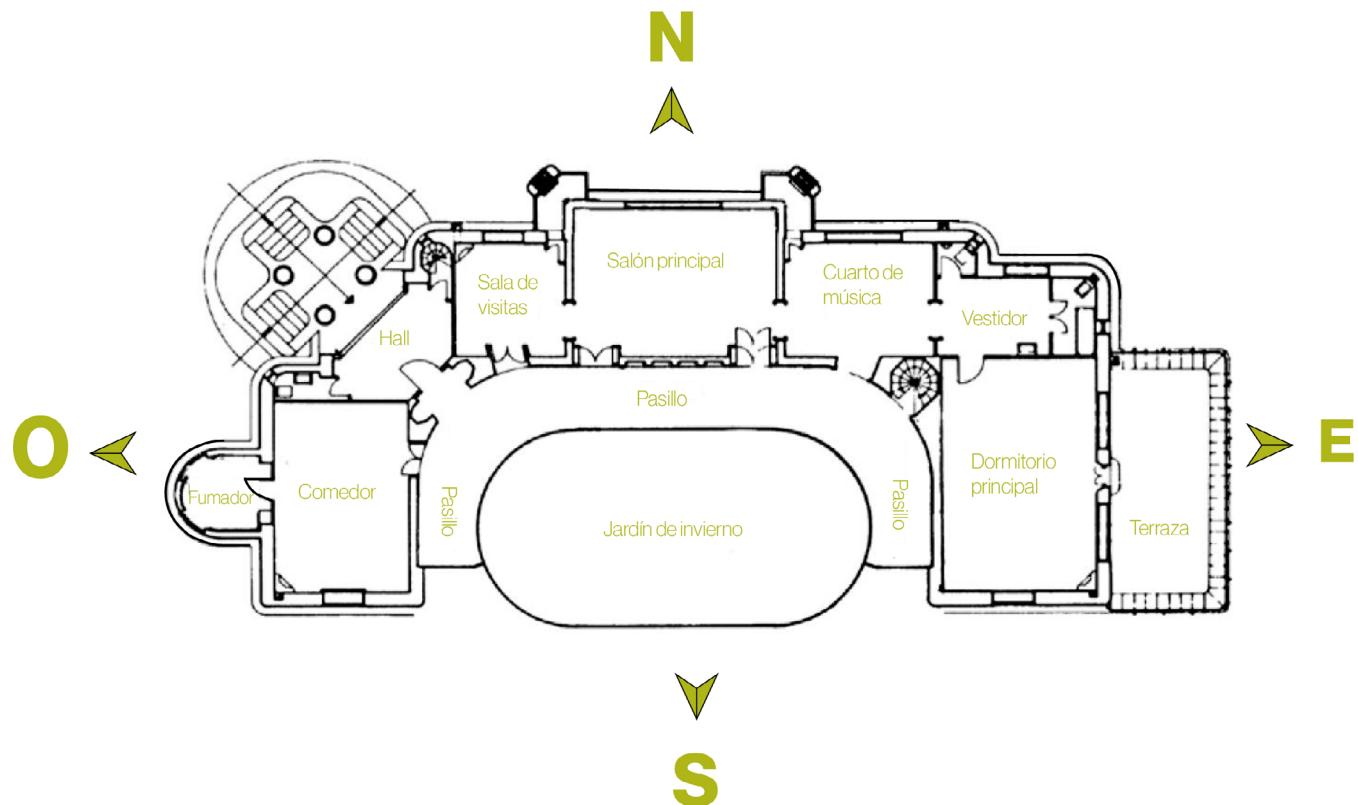


Ilustración 19: Plano de la planta baja

¹³ Sánchez Trujillano, M. T. (1975). “El capricho” de Comillas, de Gaudí. Altamira: Revista Del Centro De Estudios Montañeses, 1.(p.242)

Ubicación e inclinación del terreno

La villa fue construida sobre terrenos del Palacio de Sobrellano, los cuales presentan cierta inclinación. Su singular aspecto destaca frente a un escenario boscoso y acostumbrado a señoriales construcciones neogóticas. Este desnivel se puede apreciar en el semisótano (las dependencias del servicio) que se ciñe al relieve del suelo y a la línea de los cimientos. Ya en la planta principal se supera. Para salvar las diferencias de terreno en el jardín, Gaudí planteó un muro en forma de exedra¹⁴ prolongada en dos alas, con un banco corrido en toda su longitud.

La fachada

La triple organización interior (semisótano, planta baja y planta alta) se manifiesta por fuera en un cambio de material y temas decorativos. En la fachada se pueden apreciar dos alturas, la de la planta baja que cuenta con sillares almohadillados, y el resto que presenta ladrillos macizos separados por franjas horizontales de cerámica vítreas con ornamentación de girasoles, el símbolo de la casa. Este motivo, en el piso alto se convierte en la única ornamentación. A su vez, se puede apreciar también en las chimeneas, resaltando su presencia.



Ilustración 20: Cara lateral donde se aprecia el desnivel y las dos alturas

¹⁴ Exedra: Construcción descubierta, de planta semicircular, con asientos fijos en la parte interior de la curva.

Distribución de los espacios

Como se ha comentado anteriormente, la vivienda consta de tres plantas: semisótano, planta baja y buhardilla. Estos pisos se desarrollan libremente en altura, y se comunican entre sí por medio de una escalera de caracol situada al final de pasillo, y otras dos de más pequeñas dimensiones.

Indudablemente la pieza central en torno a la que se desarrolla todo el esquema distributivo es el invernadero. Alrededor de él se dispone un corredor circular, por el que se tiene acceso al resto de estancias, y por lo que no es necesario el paso entre habitaciones para acceder a otras, a excepción del baño. Por tanto, nos encontramos frente a una organización funcional e higiénica, muy moderna para la época.

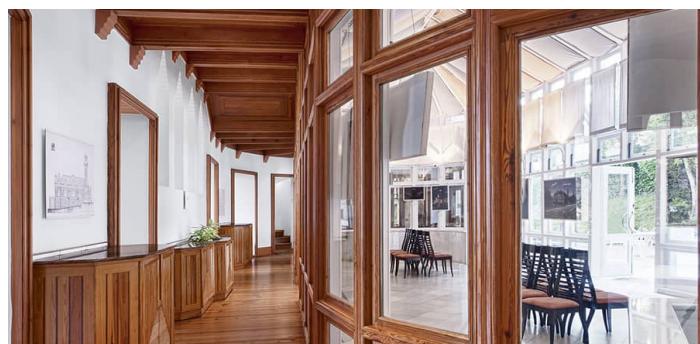


Ilustración 21: Vista de detalle del corredor circular donde se aprecia el invernadero

La planta baja es la planta noble, donde se encuentran todas las estancias, entre las que destaca el salón debido a su gran ventanal situado en el centro, que ocupa dos alturas. De sus extremos se accede a dos originales balcones, con barandilla de hierro forjado que se cohesionan en un banco. El cuarto principal, al igual que ocurre con el salón, presenta una altura mayor al resto de las estancias, dejando claro la jerarquía de estas.

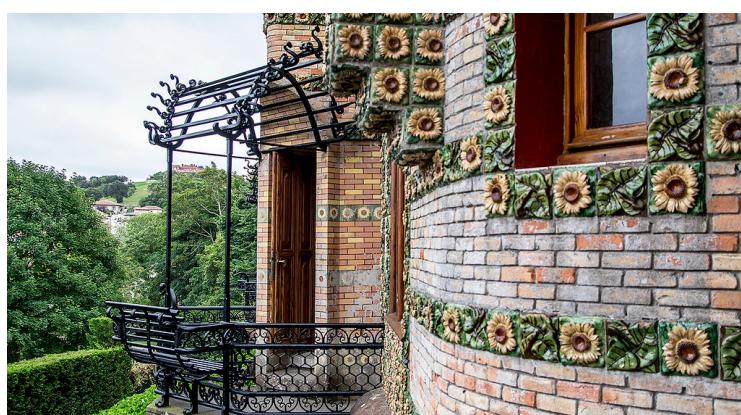


Ilustración 22: Balcón al que se accede desde el salón principal

Las plantas inferior y superior son más reducidas, de forma casi semicircular, dejando el hueco correspondiente al desnivel en el semisótano y al tejado del invernadero en el desván.

Torreón de acceso

Situado en un lateral, se trata del elemento resaltante de la obra, es la entrada a la vivienda y por ello coge tanto protagonismo.

“Los lados de los muros se han curvado para dar paso entre ellos a un porche algo más que semi-circular, con tres tramos de escalones dispuestos perpendicularmente, y apoyado en cuatro pesadas columnas de fuste liso y grandes capiteles vegetales que soportan otros tres arcos. Estos soportes de piedra blanca, como todo el pórtico, forman un contrapunto, pues si bien el contraste de colorido y su posición destacada acentúan el carácter de entrada principal, su falta total de esbeltez choca con el resto del conjunto.”¹⁵

El torreón vuelve a adquirir dinamismo en su parte cilíndrica, que se alza rodeada por una terraza de barandilla de hierro con formas vegetales y termina en unos modillones¹⁶, a partir de los cuales nace una pequeña cúpula, sin más misión que la puramente estética, acabando en un mirador, y que, como influencia del estilo mudéjar, bien recuerda a un minarete¹⁷.

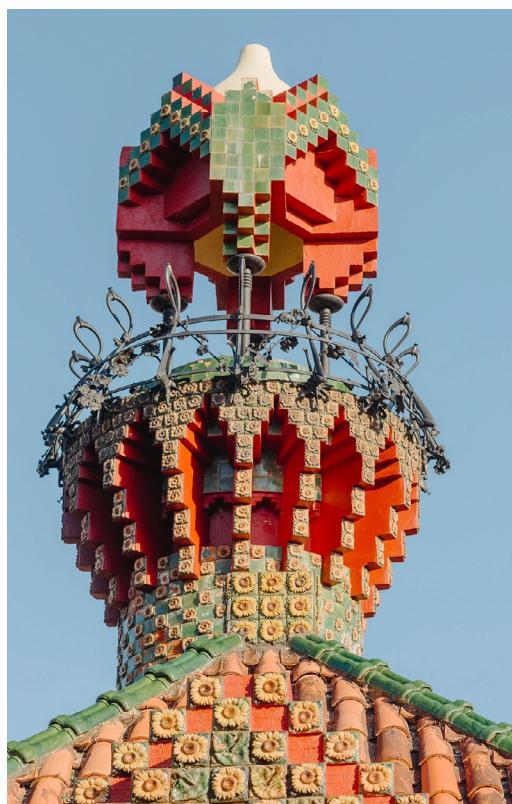


Ilustración 23: Cúpula final del torreón

¹⁵ El Capricho de Gaudí. (2022, Febrero 27). El arquitecto - El Capricho de Gaudí. El Capricho De Gaudí. <https://www.elcaprichodegaudi.com/aprende/el-arquitecto/>

¹⁶ Modillones: voladizos sobre los que se asienta una cornisa.

¹⁷ Miranete: torre de las mezquitas, elevada y poco gruesa.

Detalles ornamentales

Como se ha ido viendo en la arquitectura gaudiniana, la ornamentación es entendida como decoración aplicada, es decir, siempre busca ilustrar ideas secundarias a la vez que adorna los espacios.

Así se exemplifica en las vidrieras del edificio, de las primeras que se conocen del de Reus. Estas presentan motivos relacionados con la música, una de ellas representa un insecto tocando la guitarra y la otra, un ave posada sobre un órgano. Cabe comentar los artesonados de madera ubicados en los techos de las estancias, a modo de decoración.

En cuanto al exterior, la labor de forja que decora las barandillas y los balcones pueden mantener una cierta analogía con la notación musical (notas musicales, pentagrama y clave de Sol). Como se puede apreciar, la casa presenta continuamente metáforas relacionadas con la música y el Sol.



Ilustración 24: Vidriera musical 1

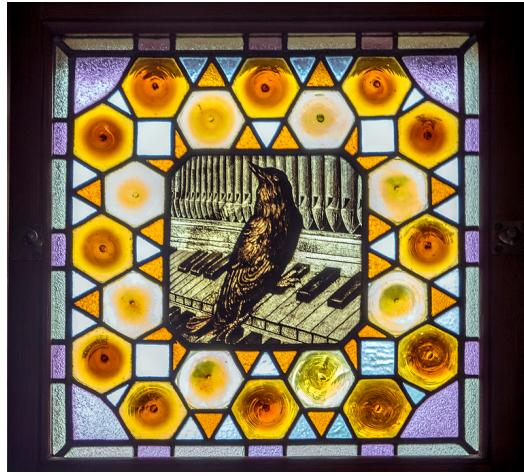


Ilustración 25: Vidriera musical 2

JUSTIFICACIÓN DE LA IDEA DE DISEÑO

Hay dos detalles concretos de la vivienda que hicieron que me inspirase en ellos para desarrollar la finalidad principal del producto. Procedo a describirlos:

Ventanas musicales

En la casa se optó por el uso de ventanas con el sistema guillotina puesto que permanecían abiertas en la posición deseada sin miedo a ser golpeadas. Este aspecto es importante ya que la casa se encuentra en un entorno expuesto a fuertes vientos.

En la sala de música y en el vestidor, Gaudí dotó a las ventanas además con un sistema de cerra-

miento, poniendo unas originales persianas. Y como broche final colocó en el sistema de contrapesos de estas ventanas un órgano musical. Por lo que al subir o bajar las hojas de la ventana, el sonido es producido por el choque entre sí de los contrapesos metálicos.

Gaudí ya había trabajado con un concepto análogo en los kioscos de Comillas, puesto que las bolas de bronce que decoraban estos rincones producían armónicas sonoridades.

Distribución en torno al Sol

Para el trabajo de planificación del plano doméstico, Gaudí recurre al concepto del arquitecto y escritor inglés, Robert Kerr conocido como *Aspect-Compass*¹⁸, pero con algunas diferencias que siguen una tradición más mediterránea.

Robert Kerr (1823-1904), en su obra “The Gentleman’s House (1864)” presta especial atención a la orientación solar como parte clave del diseño de viviendas en la Inglaterra victoriana, valorando la orientación solar como un criterio funcional y social. El término Aspect-Compass fue adoptado más tarde para definir el concepto de esta planificación.

Kerr propone la siguiente orientación: mirando hacia el este se encontrarían los dormitorios principales, idóneo para despertar con el sol de la mañana. Orientado hacia el norte estarían las salas de estar aprovechando la luz de todo el día, hacia el oeste, el comedor y habitaciones secundarias, y finalmente orientado hacia el sur se encontrarían las escaleras y cuartos de servicio.

Para Gaudí, el principal objetivo de la forma circular de la planta es el de la máxima captación de luz y energía solar a través del invernadero y de las abundantes ventanas. Y por eso cada habitación está dispuesta respecto a esa fuente de energía de la forma más apropiada. Con lo que, en definitiva, el girasol no solo es un símbolo ornamental de la villa, sino también metafórico.



Ilustración 26: Detalle ornamental en el marco de una ventana

¹⁸ *Aspect-Compass*: Planificación en torno al curso del sol en las distintas estaciones. La evolución diurna de la exposición solar.

1.2 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

El objetivo de este apartado es conocer elementos y sistemas existentes hoy en día para ver como implementan la técnica, la funcionalidad y la estética entre otras cualidades, de forma que sirva de inspiración y aprendizaje para el producto a desarrollar. Sirviendo así también para concretar la idea y los objetivos.

En los últimos años ha habido una creciente demanda de dispositivos tecnológicos de diversas aplicaciones para el uso doméstico, pero en mi búsqueda por el mercado, no he encontrado ningún producto que cumpliese con todos los requisitos. Es por eso por lo que este estudio consta de una variedad con diferentes alternativas que han ido ayudando a definir el producto.

La investigación se clasifica en elementos aplicados en la edificación y en productos. He tratado de que en ambas búsquedas el principal objetivo del elemento fuese su interacción con el ambiente, y ver que la relación que le aportaba al usuario.

INVESTIGACIÓN APLICADA A LA EDIFICACIÓN

A la hora de descubrir que elementos existen en el mercado que reuniesen los requisitos contemplados, caí en la cuenta de que no solo se aplicaba a productos, sino que también a estancias en general o a sistemas incorporados en ellas.

BAÑOS ÁRABES

Se trata de diferentes salas de baño con diferentes temperaturas, que se encuentran interconectadas y organizadas para que se siga un recorrido gradual. De su arquitectura destaca el perfecto equilibrio entre funcionalidad y estética, decorados al detalle, contienen un complejo sistema hidráulico. Además, permiten la entrada de luz natural gracias a pequeños lucernarios, situados en el techo, en forma de estrella de 8 puntas. Un perfecto y minucioso trabajo que pone en valor la sofisticación y el ingenio de la arquitectura árabe.

Su origen se remonta a las termas romanas, puesto que sentaron las bases para los baños árabes. Durante la época islámica, Al-Ándalus llegó a contar con más de 700 baños los cuales eran espacios de higiene, pero también de descanso y socialización.

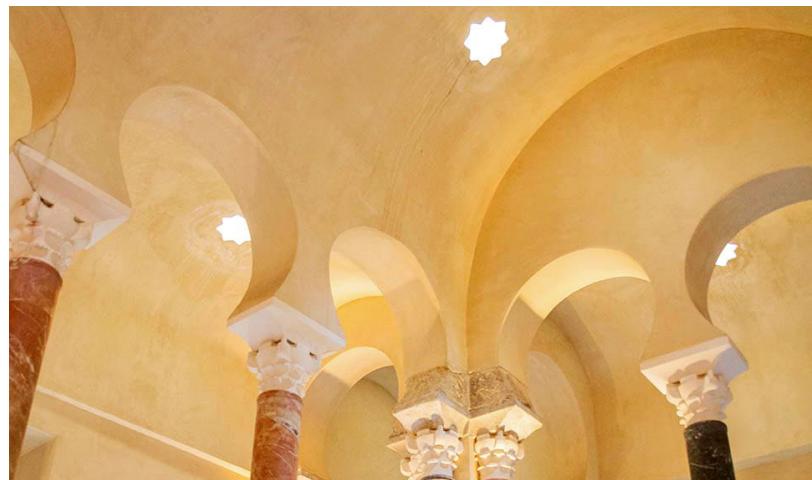


Ilustración 27: Baños árabes

CASA GIRASOL

Diseñado por: KOICHI TAKADA ARCHITECTS

Esta casa se encuentra en la región italiana de Le Marche, zona que destaca por sus campos repletos de girasoles. Realizada por encargo de Bloomberg Green queriendo transmitir el mensaje de un futuro verde, la casa que está inspirada en la característica flor amarilla, por su estética y por su funcionalidad, porque aprovecha la energía solar para abastecerse. Tanto el tejado como cada uno de los pisos giran para aprovechar el máximo rendimiento de la luz solar.

Además, la casa cuenta con un sistema de recolección del agua de lluvia que se emplea para el riego y la descarga de inodoros. La climatización de las estancias también funciona gracias a recursos naturales, en este caso por medio de tubos enterrados en la profundidad de la tierra.



Ilustración 28: Casa Girasol

SIMON SCENA

Diseñado por: SIMON

La consola Scena es un claro ejemplo de interruptor crepuscular. Permite una gestión automática de la luz, generando un espacio de iluminación uniforme, sin contrastes, en función de la luminosidad exterior.

Se puede controlar a través de múltiples interfaces, desde un dispositivo smartphone enfocado en un uso más individual, o desde la pantalla de control, pensado para un uso avanzado como puede ser desde la recepción de un hotel o el encargado de mantenimiento.

Cabe resaltar que se trata de un control compatible con todo tipo de luminarias y ayuda a mantener un correcto ciclo circadiano, pues a lo largo del día regula la temperatura de la luz en función de la localización geográfica indicada.



Ilustración 29: Simon Scena

INVESTIGACIÓN APLICADA AL PRODUCTO

Dentro de la amplia gama de productos que existen, quise investigar sobre aquellos que fuesen dirigidos a su uso y permanencia doméstica y con la característica de que sus funciones se relacionasen o bien entre ellas mismas o bien con el ambiente de la estancia. Sobre todo, he destacado aquellos que emitiesen sonido. Concluí que tanto productos más profesionalizados como de gamas más bajas emplean diversos recursos para hacer que sus productos interaccionen con el ambiente.

SMARTSLEEP WAKE-UP LIGHT

Diseñado por: PHILIPS

Despertador que se ilumina de manera progresiva y simultáneamente a la luz solar. Del color rojizo del alba cambia, mediante intervalos de 30 min, al cálido naranja y consecutivamente al amarillo brillante de la luz del día. Ayudando así al cuerpo a adaptarse al nuevo día, de manera más natural. Todo ello acompañado del sonido natural elegido por el usuario de entre los 7 que dispone el producto.

Funciona de la misma forma cuando atardece, varía la intensidad de la luz artificial desde una luz brillante, a un naranja sutil y atenuado, reduciendo la alteración del sueño.



Ilustración 30: Smartsleep Wake-Up Light

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

SOMNEO WAKE-UP LIGHT

Diseñado por: PHILIPS

Al igual que “Smartsleep”, Somneo simula el anochecer y amanecer, variando gradualmente el brillo de la luz. Además, a mayores del producto anterior, este cuenta con indicaciones de respiración que ayudarán a conciliar aún mejor el sueño: la función Relaxbreathe consiste en una serie de programas de relajación con ritmos de respiración preestablecidos. Por el contrario, en este producto también se puede reproducir música conectando a la toma auxiliar un reproductor.



Ilustración 31: Somneo Wake-Up Light

GOVEE H6022

Diseñado por: GOVEE

Se trata de una lámpara que cuenta con diversos modos de iluminación que se adaptan a cada situación con tal solo “un click”, creando una atmósfera adecuada. Desde colores alegres y dinámicos para celebrar una fiesta, a colores cálidos y de poco brillo para conseguir un ambiente relajado. Contando con hasta 64 modos de escena. Esto se debe gracias a la tecnología RGBICWW que permite mostrar varios colores simultáneamente y ajusta la temperatura de color. Govee H6022 tiene la opción de control por voz, mediante APP o de manera táctil. Además, la lámpara es energéticamente eficiente.



Ilustración 32: Goove H6022

BEOSOUND BALANCE

Diseñado por: BANG&OLUFSEN

El altavoz inteligente 360º Beosound construye un paisaje sonoro. Cuenta con siete unidades de sonido distribuidas de forma estratégica para acentuar el efecto envolvente del producto. Su diseño está a la altura de su funcionalidad, donde B&O ha apostado por un minimalismo escandinavo, rico en texturas. El producto se adapta al entorno, se puede situar en cualquier lugar, además está equipado con una compensación de ruido, por lo que, al variar de estancia, reajustará el sonido.



Ilustración 33: Beosound Balance



Ilustración 34: Beosound Balance

2. EL PRODUCTO

Lo siguiente a detallar será el producto final y todos los aspectos que lo definen, así como el proceso creativo previo llevado a cabo para dar con la propuesta.

2.1 PROCESO DE DISEÑO

Tras indagar sobre el elemento base de partida y recopilar las diversas propuestas presentes en el mercado, se lleva a cabo la fase de diseño, donde se realizan las primeras propuestas acordes al briefing previamente mencionado.

Así como los ejemplos de lucernarios mencionados anteriormente, presentes en la cúpula del salón del Palau Güell o los techos de los baños árabes de Córdoba captan la luz exterior y la emiten en el interior. El concepto planteado del producto funciona de manera similar. Captar la luz del exterior, pero en vez de volver a emitir luz, emitir sonidos dependiendo de la iluminación exterior.

El mecanismo sonoro incorporado en las ventanas de “El Capricho” hace que el sonido sea el componente principal del diseño. Además, como ya se ha comentado, esta villa se caracteriza por hacer alusión a la música en todos sus rincones.

Otro punto importante en la arquitectura de “El Capricho” es la distribución de las estancias dependiendo de la incidencia del Sol en ellas a lo largo del día. La idea de este dispositivo es que se pueda usar en la estancia que se desee en cada momento gracias a su transportabilidad y pequeño tamaño.

Por ello finalmente surge la idea de diseñar un dispositivo que, según su relación con el Sol, emita un sonido diferente.

PRIMERAS IDEAS

Para llegar a la propuesta final, primero realice una serie de bocetos con diferentes diseños, para ver que resultaba llamativo e ir acercándose al diseño final, viendo lo que me convencía y lo que no, siempre siguiendo los conceptos comentados en el apartado anterior.

Gracias a este proceso de “lluvia de ideas” en el que iba dibujando lo que se me ocurría sin pensar en un nivel de detalle, fui descartando algunas opciones y añadiendo otras. Que procedo a comentar.

En un principio además de que emitiera sonido, atraída por su relación con el Sol y las coloridas cerámicas que empleaba Gaudí, quise que el producto incorporaría algún tipo de juego de vidrieras. Como se ve en la imagen de la “propuesta 1”, donde incorporé una especie de móvil de cristales en los que incidiera la luz y reflejase los colores. El mismo efecto quería conseguir con el diseño de la imagen de la “propuesta 2”.



Ilustración 35: Propuesta 1 [Elaboración propia]

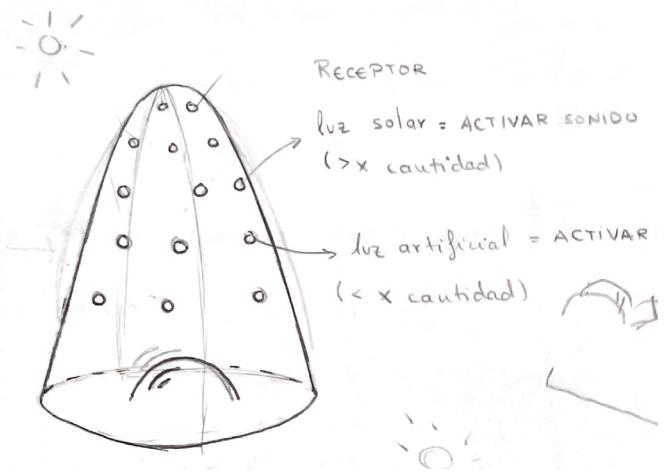


Ilustración 36: Propuesta 2 [Elaboración propia]

El diseño de la imagen de “la propuesta 3” quiere conseguir ese efecto mencionado, pero a la vez hay un componente de movimiento. La idea era que cuando hubiese buena iluminación solar, el producto se “abriese” y dejase reflejar sus colores.

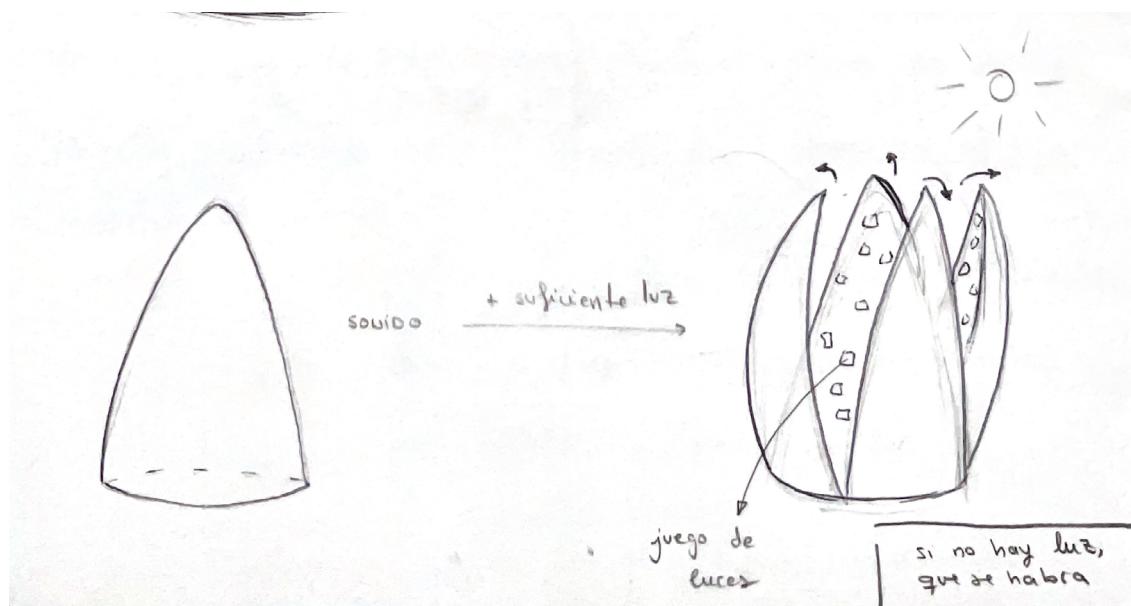


Ilustración 37: Propuesta 3 [Elaboración propia]

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

En estos primeros pasos de ideación también comenzaron a surgir dudas y planteamientos ya más concretos que requerían de un enfoque y estudio más detallado.

- ¿El producto va a tener que estar todo el tiempo cerca de una ventana?
- Además, ¿va a requerir de una toma de electricidad todo el tiempo para funcionar?
- ¿Qué ocurre si no varía la iluminación durante todo el día?
- ¿Podría usarse en un espacio interior que no reciba luz natural?

A la par que desarrollaba estos bocetos y ayudada por las múltiples cuestiones, fui “destripando” el uso que se le iba a dar al producto, y aunque en un primer momento pensase en un dispositivo fijo, me di cuenta de que iba a tener que estar siempre cerca de una fuente de iluminación exterior para no distorsionar la señal y afectar a los resultados de funcionamiento. Fue entonces cuando dividí el producto en dos componentes, uno que pudiera estar siempre cerca de la fuente de luz, y otro, el altavoz propiamente dicho, que se pudiera trasladar al gusto del usuario, al cual no le afectase su posición respecto a la luz, puesto que el elemento fijo sería quien le transmitiese los datos. Imagen de la “propuesta 4”.

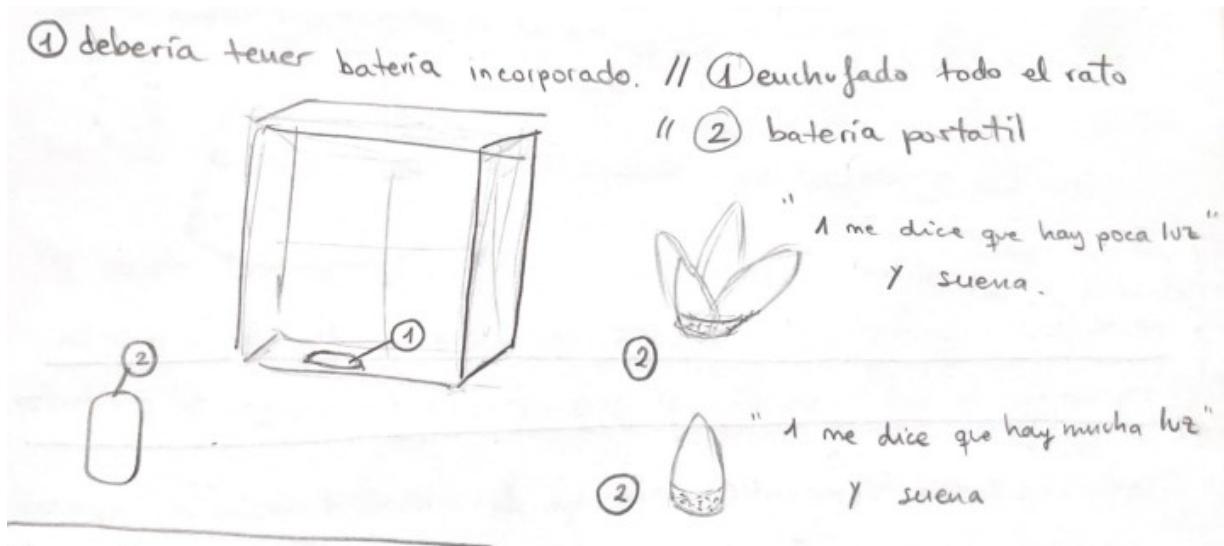
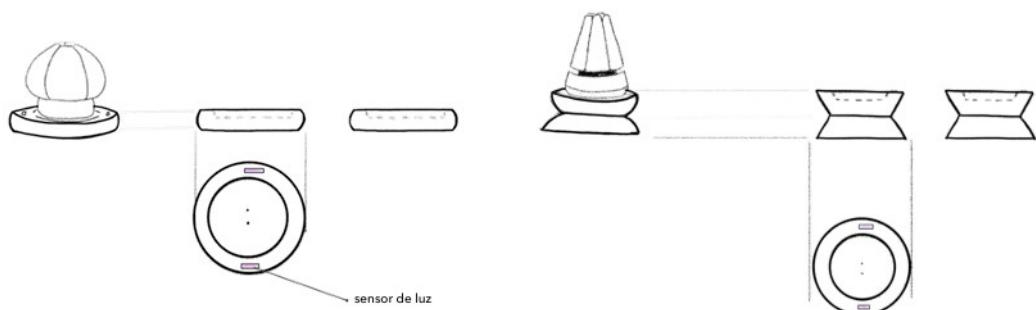


Ilustración 38: Bocetos explicativos de la idea [Elaboración propia]

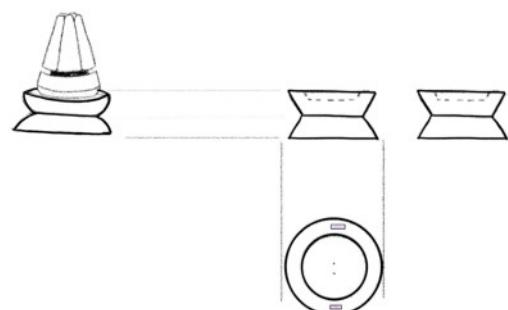
Con este concepto claro, seguí diseñando enfocada en el diseño de la imagen 3. Como se puede ver en los siguientes diseños.

Finalmente, descarté la idea del juego de luces, puesto que hacía perder el significado principal del producto, que es el sonido. Así fue como di con la solución de diseño final.

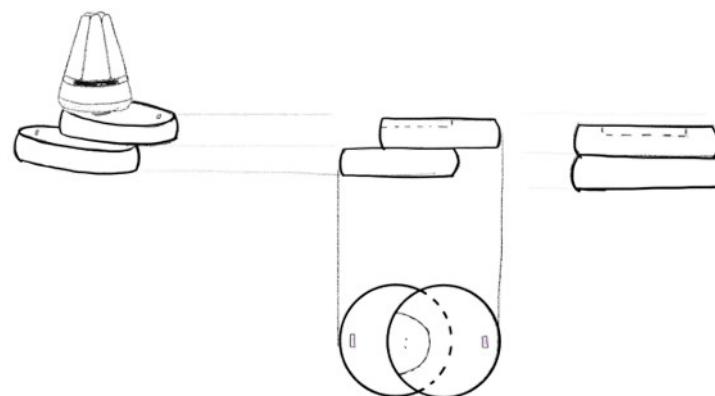
Propuesta 1



Propuesta 2



Propuesta 3



Propuesta 4

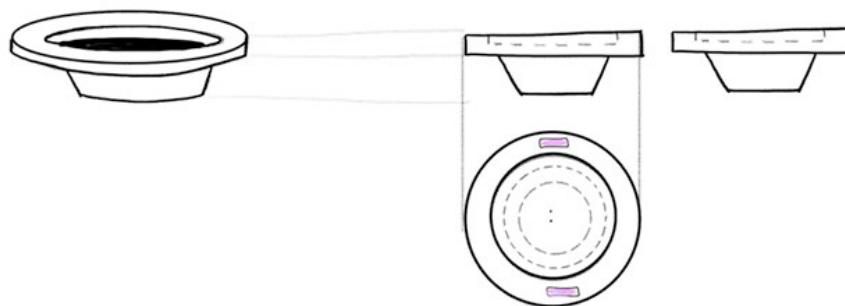


Ilustración 39: Bocetos explicativos de las propuestas[Elaboración propia]

ASPECTOS GENERALES DEL DISEÑO

Para poder seguir desarrollando la propuesta es esencial describir algunos conceptos relacionados con la iluminación y el sonido, que ayudarán a comprender el producto.

LA ILUMINACIÓN

“La iluminación es la cantidad y calidad de luz que incide sobre una superficie. (...) Más del 80% de la información que recibe el hombre es visual.”¹⁹

El ojo humano es capaz de percibir toda superficie que emite o refleja ondas electromagnéticas con longitudes de onda entre los 380 nm y los 780 nm. Dependiendo la longitud de onda, el ojo percibirá la superficie de un color u otro.

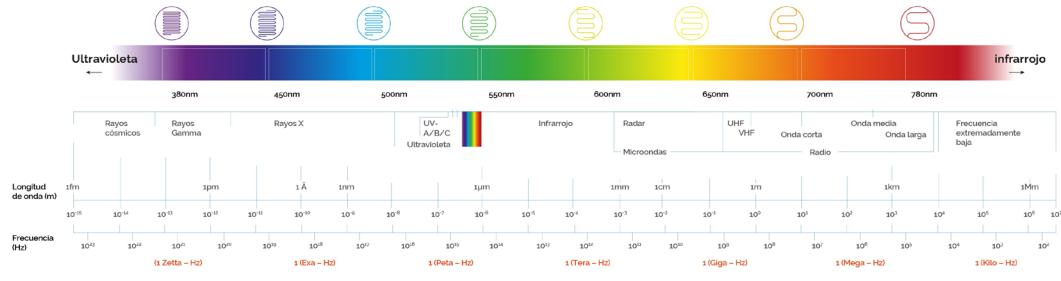


Ilustración 40: Espectro visible por el ojo humano

El ojo humano tiene la capacidad de modificar su comportamiento ante variaciones a la exposición lumínica. Tardamos más en adaptarnos a un entorno oscuro que claro.

El flujo luminoso es la potencia lumínica que se puede emitir por segundo. Su unidad es el lumen (lm). El nivel de iluminación (E) es la cantidad de luz que incide sobre una superficie. En otras palabras, es la iluminación que provoca un lumen en un m². Su unidad es el lux (lx).

Luxes de cada estancia

Con el objetivo de contextualizar la iluminación en el dispositivo. Es conveniente informar acerca de los luxes necesarios en cada estancia de un hogar.

La iluminancia tiene su propia norma europea: DIN EN 12464-1 “Iluminación de lugares de trabajo-Lugares de trabajo en interiores” se tratan de valores orientativos para poder calcular la iluminancia. Hoy en día el nivel de luz más común para el trabajo se sitúa en el rango de 500-1000 lux. En ningún caso se refiere a hogares privados.

¹⁹ Mondelo, P. R., Gregori, E., & Barrau, P. (2001). Ergonomía 1: Fundamentos. UPC Ediciones.(p.114)

Por lo general se suele usar:

- 300 luxes en el salón, dormitorio o comedor. Se trata de una luz, acogedora y de ambiente.
- Para añadir focos concretos para tareas que requieran mayor esfuerzo visual serían 500 luxes, como por ejemplo con lámparas de pie o de mesa.

Iluminación natural

“La iluminación natural constituye una alternativa válida para la iluminación de interiores y su aporte es valioso no solo en relación a la cantidad sino también a la calidad de iluminación.”²⁰

A diferencia de la luz artificial la natural es renovable, implica un ahorro de energía. Puede proporcionar niveles de iluminancia más altos en las horas diurnas. Alrededor de 1000 lux de iluminación homogénea en el interior.

Es remarcable mencionar que la visión humana está adaptada a las características de la luz natural y sus cambios. Está continuamente cambiando a lo largo del año.

La luz natural llega al interior de una estancia dispersada por la atmósfera y reflejada por las diferentes superficies presentes en el ambiente. Estas superficies pueden ser naturales como montañas o árboles, o ser artificiales como muros u otros elementos contruidos. O incluso ser causada por el movimiento de las nubes.

“El tipo de cielo, las superficies de la tierra, plantas y otros edificios son parte de la “luminaria natural”. Estos elementos pueden hacer variar la iluminación interior de un momento a otro y de un caso a otro. Un caso extremo se da cuando no hay obstrucción sobre la abertura (ventana) y la luz natural proviene directamente desde el sol o el cielo.”²¹

La variación de la iluminación natural en interiores puede cambiar parcialmente debido al movimiento del Sol y los cambios en las nubes, por el follaje de las plantas o por la reflexión del suelo. Además, ello cambia con las estaciones del año.

Todas estas obstrucciones o cambios dan lugar a distintos tipos de iluminación natural:

- Luz solar directa: porción de luz natural que incide en un lugar específico proveniente directamente del sol. Continuo cambio de dirección temperatura de color
- Luz solar indirecta: generada por la reflexión en superficies como muros o suelos
- Luz natural difusa: presenta la misma intensidad en diferentes direcciones.

Si nos alejamos de la ventana, el valor de la iluminación directa decrece rápidamente y la proporción relativa de la componente indirecta (reflejada y difusa) se incrementa.

²⁰ Pattini, A. (s.f.). *Luz natural e iluminación de interiores* (p.2).

²¹ Pattini, A. (s.f.). *Luz natural e iluminación de interiores* (p.5).

2.2 SOLUCIÓN FINAL

De la propuesta seleccionada, se desarrollará la solución final, de la cual en el trabajo se recoge el diseño de la parte externa e interna del producto, incluyendo las piezas necesarias para su funcionamiento, así como, el proceso de fabricación y su montaje.

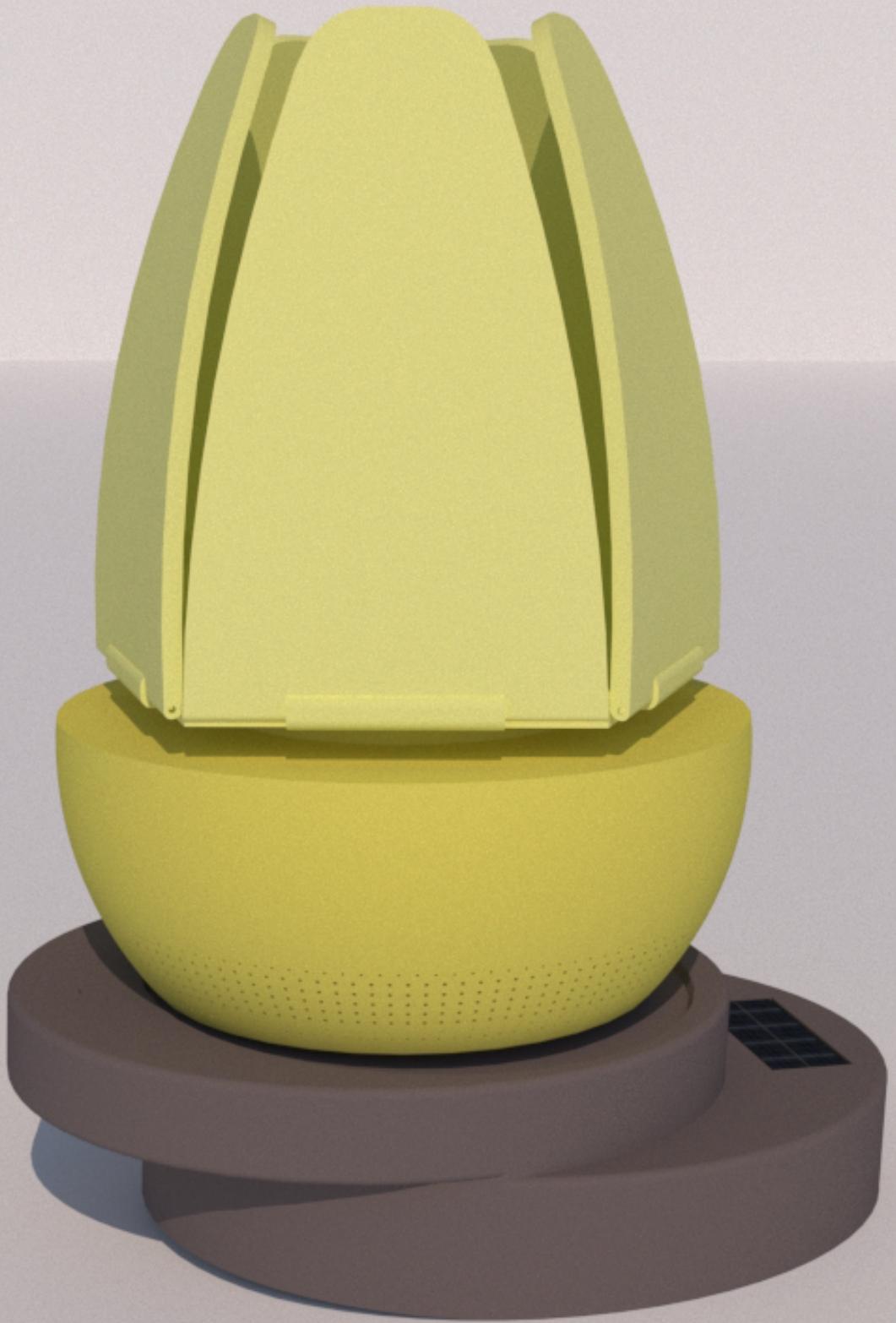
Cabe mencionar que en este proyecto no se entrará en el funcionamiento y la programación de los componentes electrónicos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO

Suenasol es un dispositivo que interactúa con la luz solar, para indicar mediante sonido los cambios de la climatología lumínica exterior. Capta la relación solar diaria y la reproduce a través del sonido. Como referencia auxiliar también causa el movimiento de apertura-cierre de su estructura superior. Haciendo un juego visual que emula la apertura de los pétalos de una flor.

En un dispositivo de uso doméstico, estamos acostumbrados a que una acción ocurra tras un acto provocado por el usuario, por ejemplo, la lámpara se enciende si encendemos el interruptor o la programamos, un dispositivo de asistencia por voz responde a nuestras instrucciones, y así con todos los aparatos electrónicos habituales del hogar. Pero el novedoso concepto de Suenasol se aleja de esa forma de interacción usuario-producto. El usuario no elige cuando va a suceder la acción, sino que esa responsabilidad depende del ambiente y condiciones lumínicas exteriores. No se asigna un sonido a una hora o evento en concreto, sino a un acontecimiento lumínico. Dando lugar a un producto más eficiente y consciente con el entorno, consiguiendo que sea el usuario el que se adapta al producto y no viceversa.

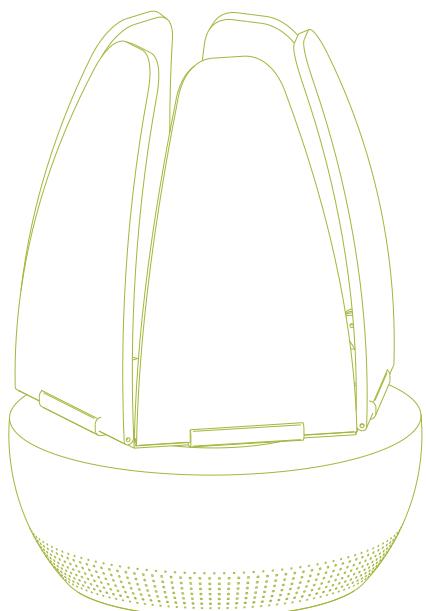
Además, haciendo referencia a sus valores y objetivos, Suenasol es completamente autosuficiente. Se alimenta a partir de energía renovable, energía solar, por lo que no requiere de la dependencia a un enchufe. Cuenta con un sistema de carga inalámbrica por tecnología Qi, permitiendo así la independencia del altavoz respecto a la base. Las señales se transmiten por conexión Bluetooth, las emite la base y las recibe el altavoz.



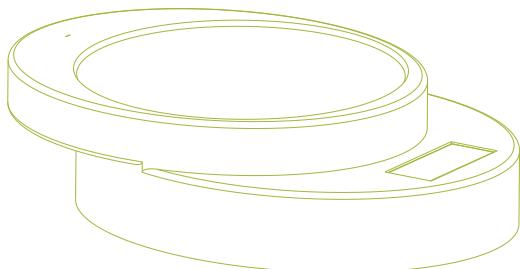
Suenasol

MODO DE USO

Suenasol está compuesto por dos elementos, la base de carga y el dispositivo que funciona de altavoz. Las partes se pueden usar como elementos de manera conjunta, o permitir la independencia de cada uno de ellos, cuando la carga del dispositivo altavoz lo permita.



dispositivo altavoz



base de carga

Ilustración 41 y 42: Dibujos del dispositivo y la base [Elaboración propia]

La base se tiene que colocar en una superficie en la que incida la luz directamente, preferiblemente la repisa de una ventana, o sino la superficie que se presente más cerca de la iluminación natural. Este elemento es el “centro de control” del producto, es el encargado de recoger los datos de iluminación, ejerciendo una función muy similar a la de un luxómetro para después proceder a traducir esa información en la señal del sonido. A su vez es responsable de captar la energía solar y transformarla en la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del dispositivo.

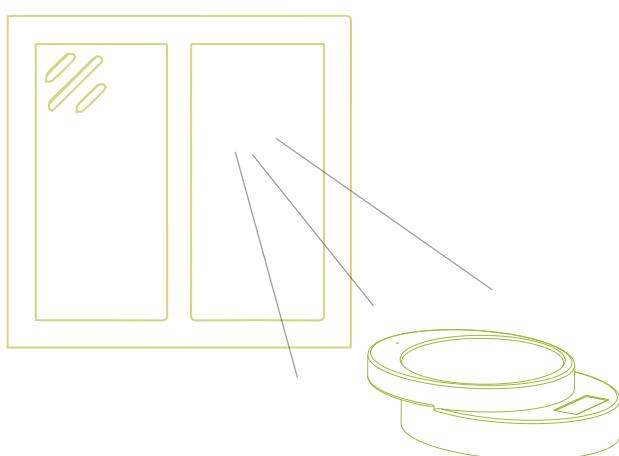


Ilustración 43: Posición idónea de la base [Elaboración propia]

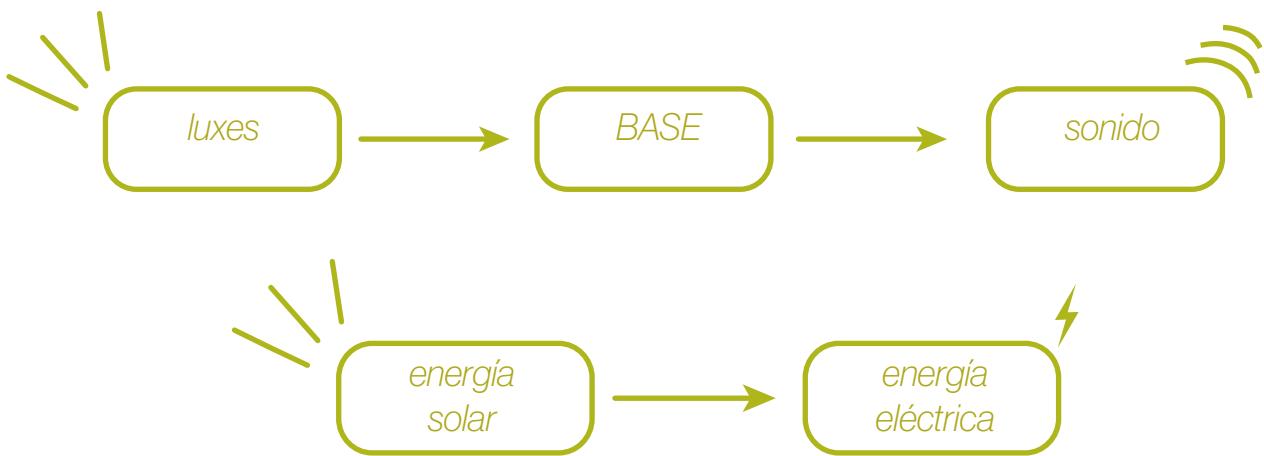


Ilustración 44: Funciones de la base [Elaboración propia]

El altavoz se puede colocar en cualquier superficie que permita su posición y estabilidad, y que los elementos cercanos que lo rodeen no entorpezcan el efecto de apertura-cierre. Es el encargado de recibir los datos proporcionados por la base, y transmitir el sonido. Accionar el mecanismo de pétalos también es su cometido.



Ilustración 45: Funciones del dispositivo altavoz [Elaboración propia]

Tiene una capacidad de alcance de hasta 20 metros, y su batería presenta una autonomía de aproximadamente 6 horas. El tiempo de carga es de una media de 3 horas y 15 minutos. Se recomienda cargarlo durante la noche, pues durante esos momentos no va a tener función alguna.

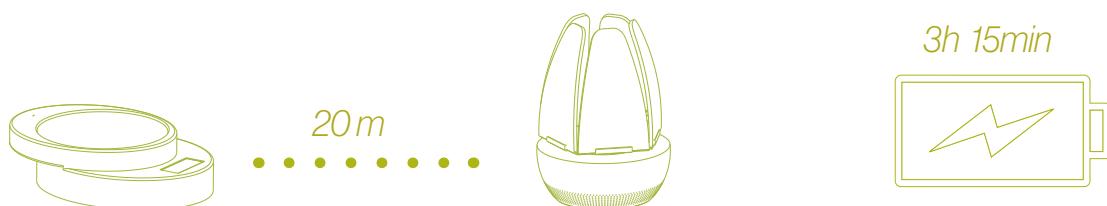


Ilustración 46: Características del producto [Elaboración propia]

El sonido emitido tendrá una duración aproximada de 30 segundos. Es el tiempo idóneo para que no tenga la duración de una canción regular, pero que tampoco sea un aviso que no permita al usuario enterarse.

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

Si el producto detecta que, a las 2 horas, no ha cambiado la intensidad lumínica, se programa para sonar cada hora con el mismo sonido, hasta que la iluminación varíe. Esta función resulta de gran utilidad cuando se trata de días nublados.



A las 2 horas:

MISMO AMBIENTE LUMÍNICO



Ilustración 47: Explicación programación automática del producto en caso de mismo ambiente lumínico
[Elaboración propia]

Para evitar que interfiera con fuentes de luz artificial próximas de gran concentración lumínica como una lámpara de pie (500lx), se recomienda mantenerlas a una cierta distancia. Con la ilumi-

nación cenital (200lx) no habría problema porque el sensor lumínico capta débilmente la luz LED y fluorescente, debido al parpadeo y al tipo de luminaria.

Por último, hay que comentar que cada hogar tiene unas condiciones que no se pueden controlar ni cambiar, y que pueden afectar a la manera en la que inciden los rayos del Sol. Unas estancias pueden presentar una luz solar más directa que en otras donde la luz incide de manera indirecta, esto hará que el producto detecte un valor en una estancia, e igual en otra estancia con las condiciones ligeramente variadas detecte un valor levemente superior o inferior.

Ello se ha tenido en cuenta a la hora de elegir los rangos de luxes que suponen los límites para reproducir un sonido u otro. Se ha procurado que sean rangos amplios, donde la ligera diferencia de condiciones no afecte a los resultados.

	100.000 lux máx.	sonido 1
	32.000 - 20.000 lux	sonido 2
	20.000 - 15.000 lux	sonido 3
	10.000 - 1.000 lux	sonido 4
	750 - 600 lux	sonido 5

Tabla 1: Rangos de luxes asociados con su sonido [Elaboración propia]

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

El producto como se ve en la tabla cuenta con 5 sonidos posibles, asociados al estado meteorológico exterior: soleado despejado, soleado con alguna nube, nublado claro, muy nublado y la iluminación del amanecer o atardecer. Todos los sonidos están asociados con fragmentos de la naturaleza, que aportan tranquilidad y relajación.

Para interaccionar con el sonido, aportar dinamismo y estética y diferenciarse de un simple altavoz, Suenasol cuenta con un diseño que supone un juego de movimientos. Estos movimientos simulan la floración, proceso natural que guarda relación con la luz solar, pero al contrario de lo que sucede en la naturaleza, en el producto la apertura se producirá cuando menor iluminación se presente. Asociadas a los 5 sonidos, habrá 5 posiciones, por lo tanto, el dispositivo presentará su mayor apertura, cercana a 50° , en un ambiente muy nublado.

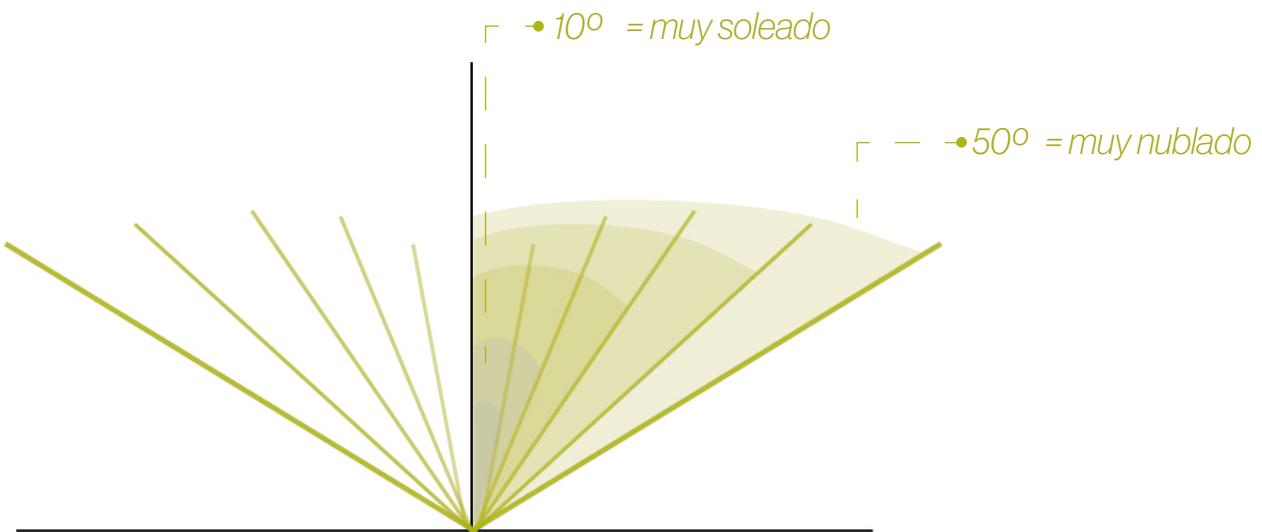


Ilustración 48: Dibujo esquemático de los grados de apertura [Elaboración propia]

Beneficios

A modo de resumen, y a su vez para informar sobre el grado de innovación del dispositivo, se van a nombran las funciones del producto que aportan unas ventajas y utilidades al usuario.

- Ayuda a saber el estado del entorno y a ser más conscientes del ambiente que nos rodea. A dar más importancia a las fuentes de energía naturales.
- Ayudar a estar más conectados con el exterior, mientras se está en el interior, como es el caso del teletrabajo.
- Teniendo en cuenta que la luz es un factor de gran importancia de los ritmos circadianos, con el producto se evitaría su desincronización.
- Sirve de ayuda para las personas invidentes a darse cuenta del ambiente exterior.
- La independencia energética de la que se nutre es otro punto positivo. No requiere de electricidad, ya que se autoabastece gracias a una celda fotovoltaica.
- Sirve para concienciar al usuario de las condiciones lumínicas en las diversas partes del hogar.

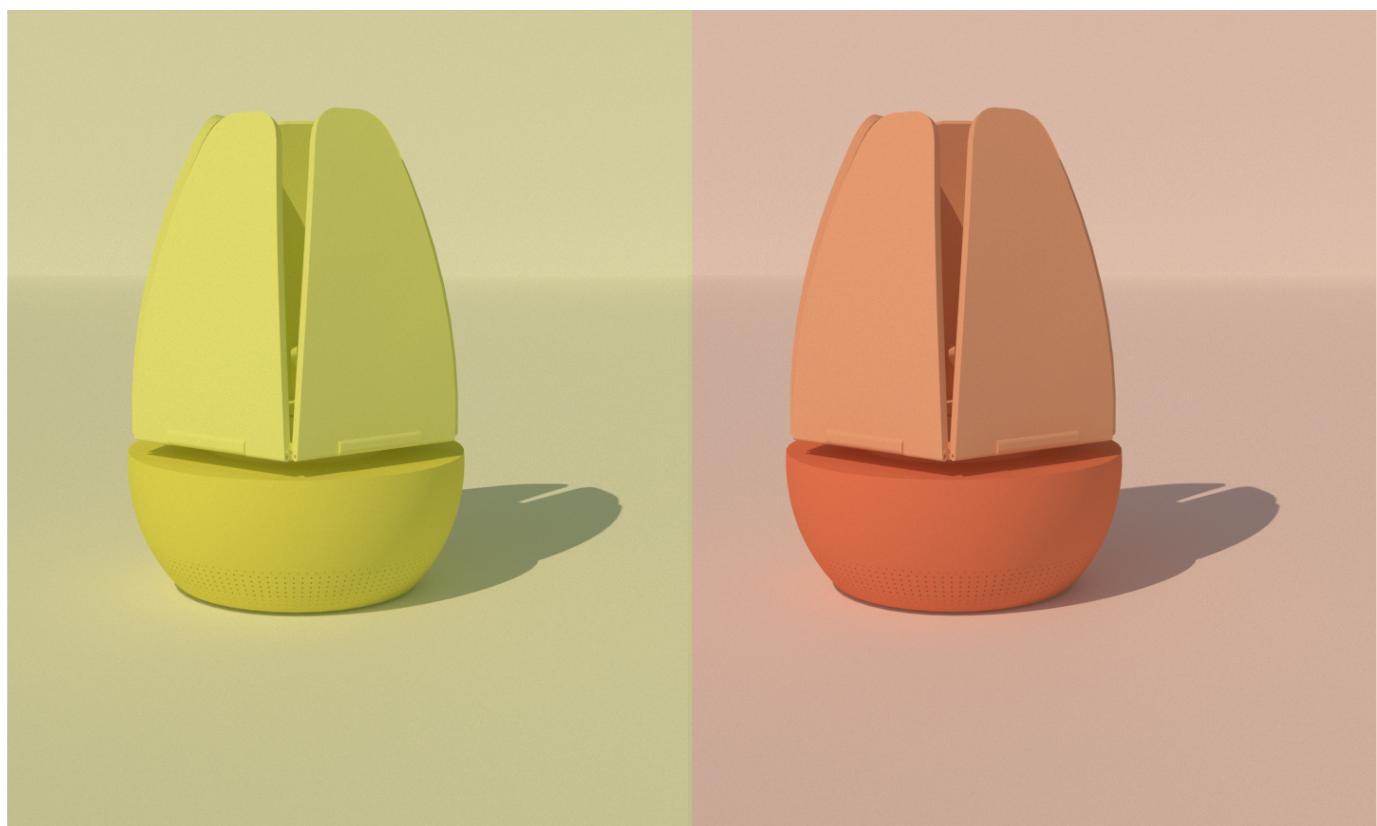


Ilustración 49: Variedades de color Suenasol [Elaboración propia]

DISEÑO DE DETALLE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Para llevar a cabo el diseño y desarrollo de este producto final es necesario cumplir con un proceso técnico y creativo organizado. Como ya se ha visto en los apartados anteriores con el proceso de inspiración y las diferentes ideas se cubre la fase creativa. Posteriormente se va detallando y dando forma a la propuesta elegida. Una vez obtenida la apariencia estética de la propuesta, se pasa a la fase técnica, donde se desarrollan y confeccionan las piezas que componen el producto.

Cada una de las partes ya mencionadas, presentan un proceso de fabricación propio y además cuentan con una serie de componentes electrónicos y de unión mecánica asociados. Este apartado se realiza con el objetivo de definir y detallar cada uno de esos elementos.

El producto debe quedar completamente definido, para ello se deben aportar todos los datos geométricos y dimensionales tanto individualmente como en conjunto. A continuación se especifica el orden de los planos, los cuales se pueden encontrar aquí:

PLANOS

81

1. PLANO DEL CONJUNTO

2. EXPLOSIONADO DE LA BASE

2.1. PLANO CARCASA BASE

2.2. PLANO TAPA BASE

3. EXPLOSIONADO DEL DISPOSITIVO

3.1. PLANO CARCASA ALTAVOZ

3.2. PLANO TAPA ALTAVOZ

3.3. PLANO ABRAZADERA

3.4. PLANO BASE PENTAGONAL

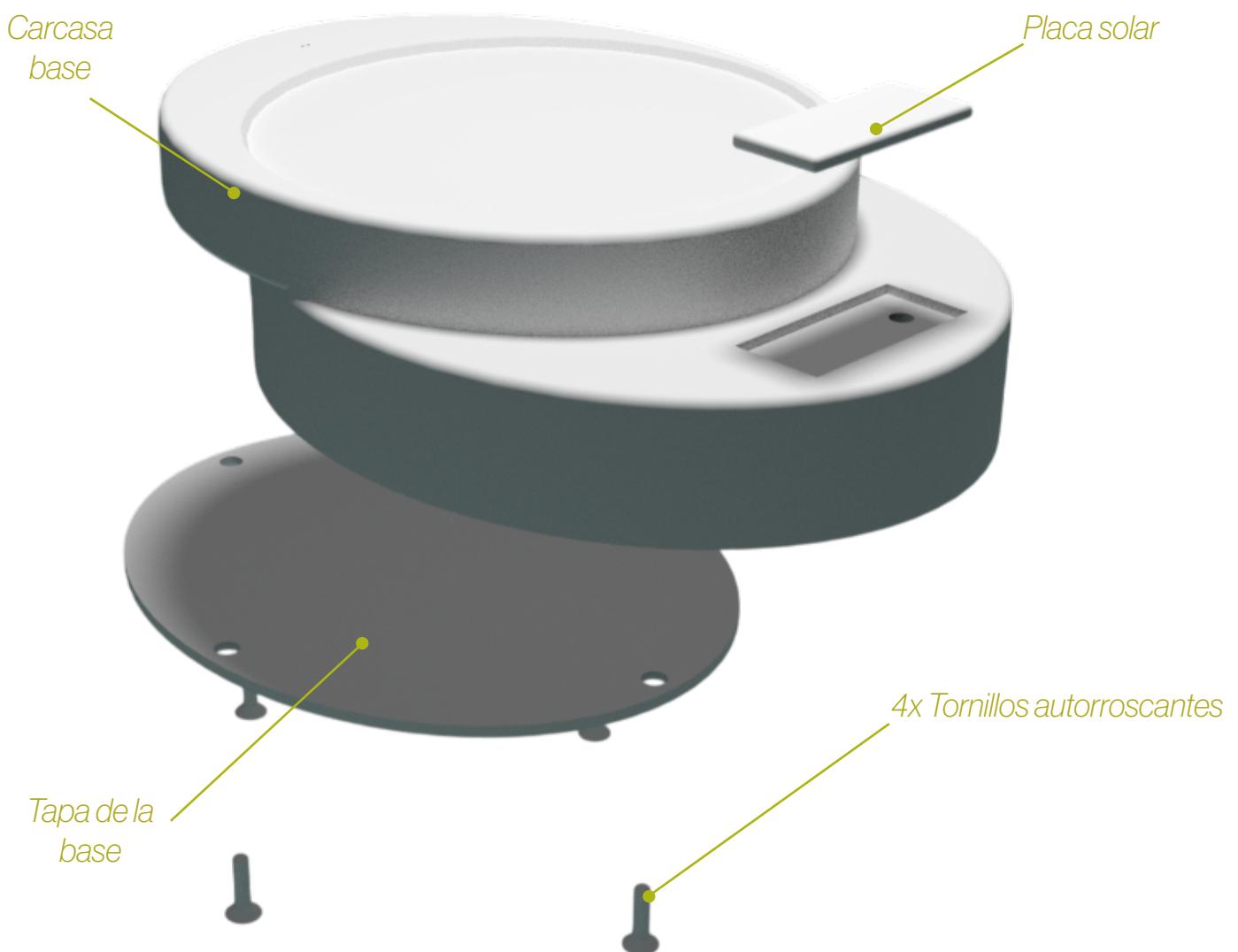
3.5. PLANO PÉTALO

PARTES

Un paso fundamental a la hora de diseñar un producto es analizar de forma detallada los componentes internos necesarios para que sus funciones se cumplan correctamente. En este caso, dichas funciones van desde la reproducción de los sonidos, hasta el juego del movimiento de los pétalos integrados en el mismo producto.

1. BASE

Como ya se ha comentado, la base es el elemento que se queda cerca de una ventana u otra fuente lumínica natural para captar los datos acerca de la luz solar y operar con ellos, para más tarde mandar las señales al dispositivo altavoz. Además, cuenta con la función de base de carga. Para su materialización procedo a nombrar de forma visual los componentes de los que se dota:



Carcasa base

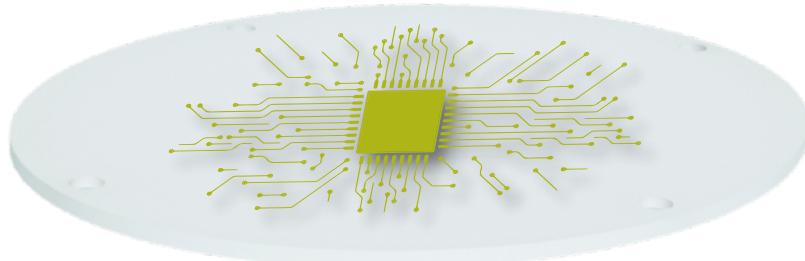
Sirve de alojamiento para los componentes electrónicos. Consta de una forma peculiar y atractiva, pero de fácil fabricación.

Cuenta con un ligero rebaje en el centro de la superficie para que sea más ergonómico el apoyo del dispositivo altavoz a la hora de cargar. Incluye los huecos pertinentes para adaptar la placa solar y los orificios para permitir la entrada de luz solar en el sensor digital de luz capaz de detectar la intensidad lumínica exterior.



Tapa de la base

Ensamblada a la carcasa anterior mediante tornillos autorroscantes, supone la superficie para comenzar a montar el circuito.



Componentes electrónicos

- *Panel solar: (1)*

Su función es la de alimentar al microcontrolador y genera la energía eléctrica necesaria. Se trata de un panel de tipo monocristalino puesto que es más eficiente y cuenta con una vida útil más larga.



Ilustración 50: Panel solar

- *Sensor digital de luz BH1750: (2)*

Permite realizar mediciones del flujo lumínico, en otras palabras, detecta la cantidad de luz. Entrega la intensidad luminosa directamente en unidades de lux.



Ilustración 51: Sensor de luz digital BH1750

- *Microcontrolador ESP32-A2DP: (3)*

Su función principal es controlar el dispositivo permitiendo un control autónomo. Actúa de “cerebro” del circuito. El ESP32 incluye soporte A2DP y tiene integrado con él, el emisor de Bluetooth, responsable de mandar los datos al altavoz

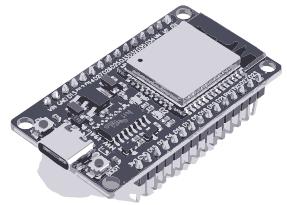


Ilustración 52: Microcontrolador ESP32-A2DP

- *Batería Lipo de 3.7V: (4)*

Almacena la energía recogida por la placa solar y la que no es empleada en el momento por el microcontrolador, es para ser usada luego por la bobina de carga de tecnología Qi



Ilustración 53: Batería Lipo

- *Bobina emisora de carga inalámbrica: (5)*

Transmite el voltaje recogido por la célula solar. Previamente la energía es almacenada por la batería interna, para no perder eficiencia. Esta bobina de inducción electromagnética tan solo permitirá el paso de energía cuando el receptor se encuentre cerca. Mientras tanto la energía es almacenada en la batería interna para no perder la eficiencia. El soporte de carga conectando a la batería convierte la electricidad en corriente alterna y a su vez genera un campo electromagnético que queda latente a la espera de la bobina receptora.



Ilustración 54: Bobina de carga inalámbrica

- *Tarjeta SD + lector tarjeta SD: (6)*

Los 5 sonidos diferentes se encuentran grabados en la tarjeta SD. El microcontrolador manda una señal al lector de la tarjeta para reproducir el sonido que corresponda.



Ilustración 55: Lector tarjeta SD

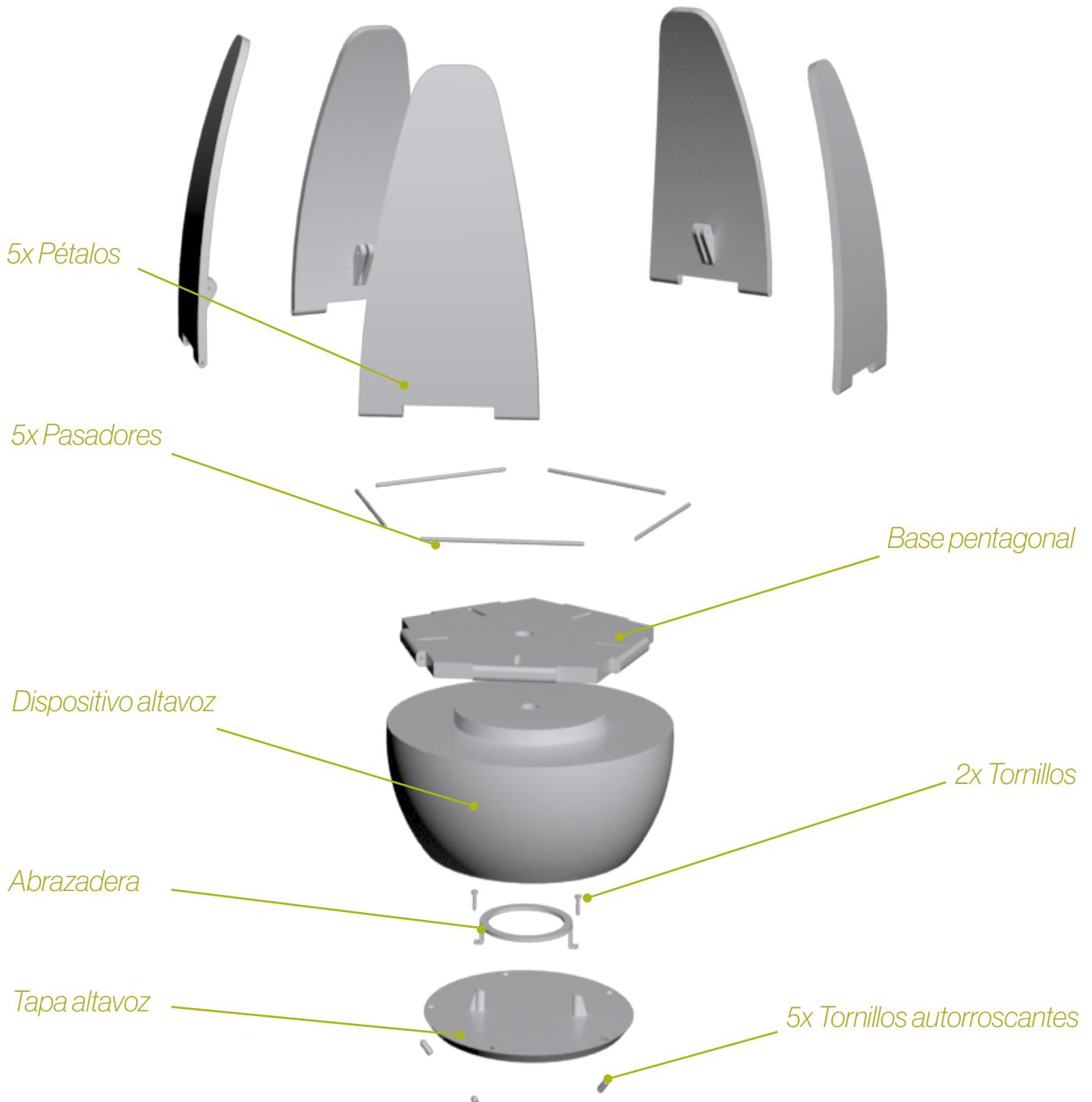
Componentes de unión

- *4 Tornillos autorroscantes avellanados M6x10mm*

2. DISPOSITIVO ALTAZOZ

El dispositivo que incorpora tanto el altavoz como el juego de movimientos de apertura-cierre es el responsable de recibir los datos enviados por la base, y transmitirlos en forma de sonido y movimiento. Su autonomía aguanta aproximadamente 6 horas, dependiendo el estado de la batería.

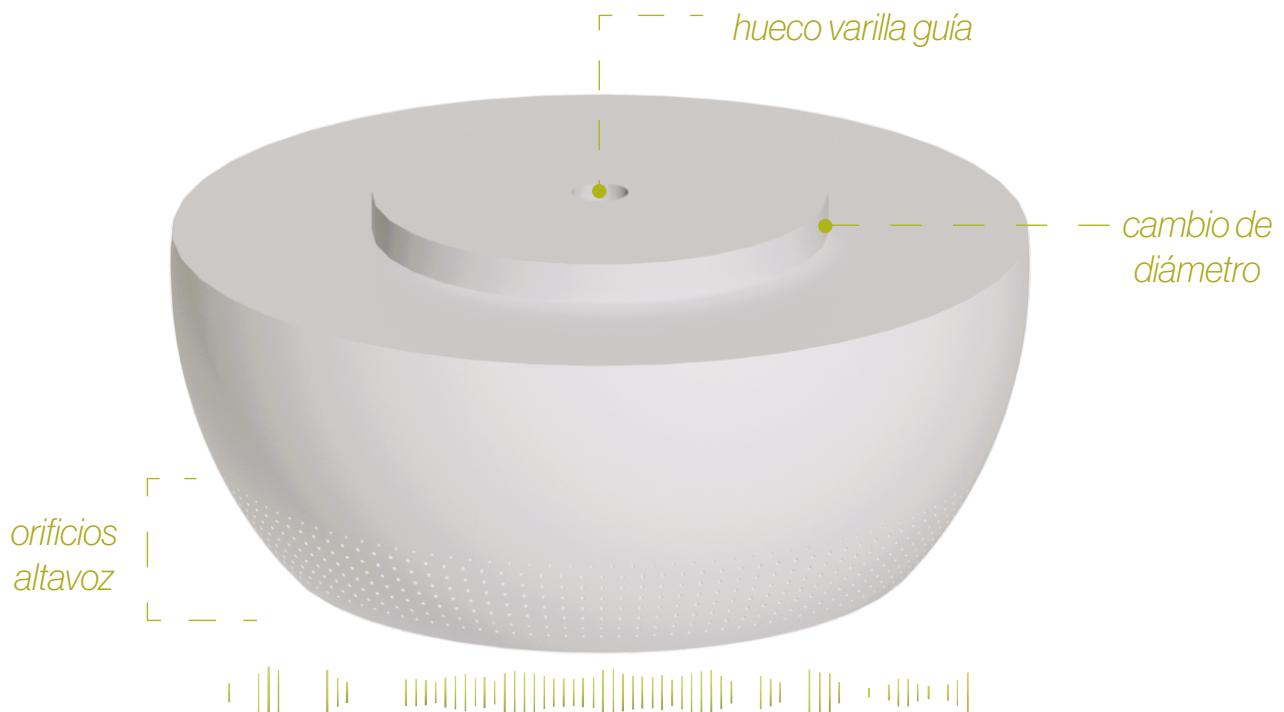
Se procede a desglosar cada uno de los elementos de los que se compone:



Carcasa del altavoz

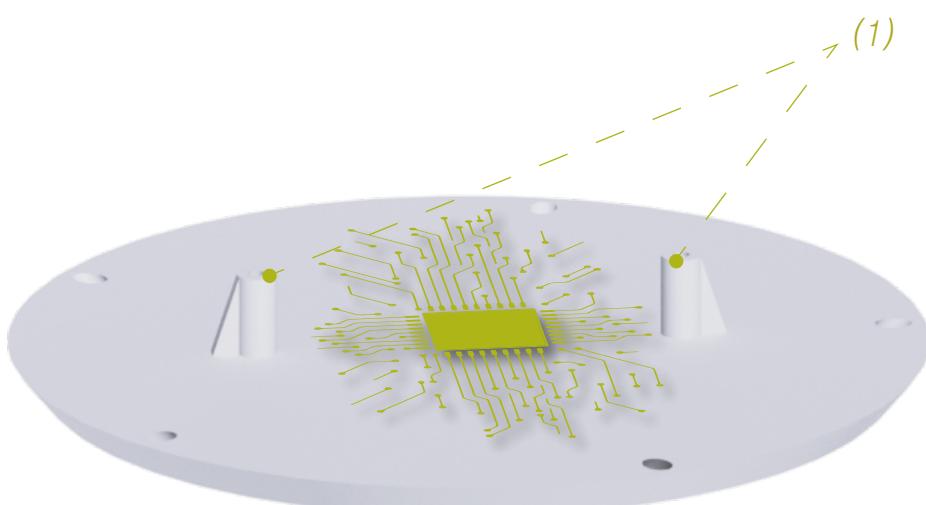
Carcasa que acoge a todo el circuito electrónico, incluido el altavoz en sí (driver) y al mecanismo de cierre-apertura de los pétalos. Cuenta con pequeños orificios para hacer pasar el sonido. El cambio de diámetro en la zona superior tiene su justificación para que el pétalo al “abrirse” no colisione con la carcasa.

Su forma cilíndrica se justifica puesto que es la forma más idónea de repartir equitativamente el sonido.



Tapa del altavoz

La tapa se ensambla a la carcasa mencionada anteriormente. Supone la superficie base donde se comienza a colocar todo el sistema electrónico. Tiene dos orificios con altura (1) donde se une la abrazadera, con la ayuda de un par de tornillos.



Suspensión para el driver

Se trata de una abrazadera. Mantiene el driver en su lugar para evitar vibraciones que puedan modificar el sonido. Se atornilla a la tapa del dispositivo.

Mecanismo de apertura-cierre

Es un mecanismo radial articulado que cubre la función de apertura y cierre que causa el juego de movimientos similares al de la floración.

Se compone de:

- Una varilla guía deslizable, ubicada en el centro de la carcasa del dispositivo altavoz.
- Varillas radiales, las causantes del cierre-apertura que van ensambladas al enganche superior de los pétalos (9) Código de números para explicar el explosionado por un extremo, y a la cabeza de la varilla guía por el otro.

Están articuladas en su extremo inferior y se mueven en función del eje vertical (varilla guía). Son las que forman el ángulo de apertura o cierre pertinente A medida que la varilla guía coge altura, van formando un ángulo creciente.

El ángulo de apertura máxima dependerá directamente de la longitud de las varillas radiales (L) y el máximo recorrido realizado por la guía. Teniendo en cuenta que las varillas radiales miden 4cm, y el máximo recorrido que puede alcanzar la guía es de 6,2cm, el máximo ángulo de apertura será de 49.8° , aproximadamente 50° .

Si el servomotor empieza a funcionar produciendo un movimiento descendente en la guía los pétalos se irán cerrando. Mientras que si el movimiento de la guía es ascendente esto produce la apertura de los pétalos. La guía cuenta con una altura tope de 6.2cm que será la que delimita el máximo ángulo de apertura. Cuando se programe el movimiento del servomotor con el Arduino, se deberá escribir el código de forma que, en la posición más alta, la cabeza de la varilla-guía quede alineada con la cara superior de la base pentagonal.

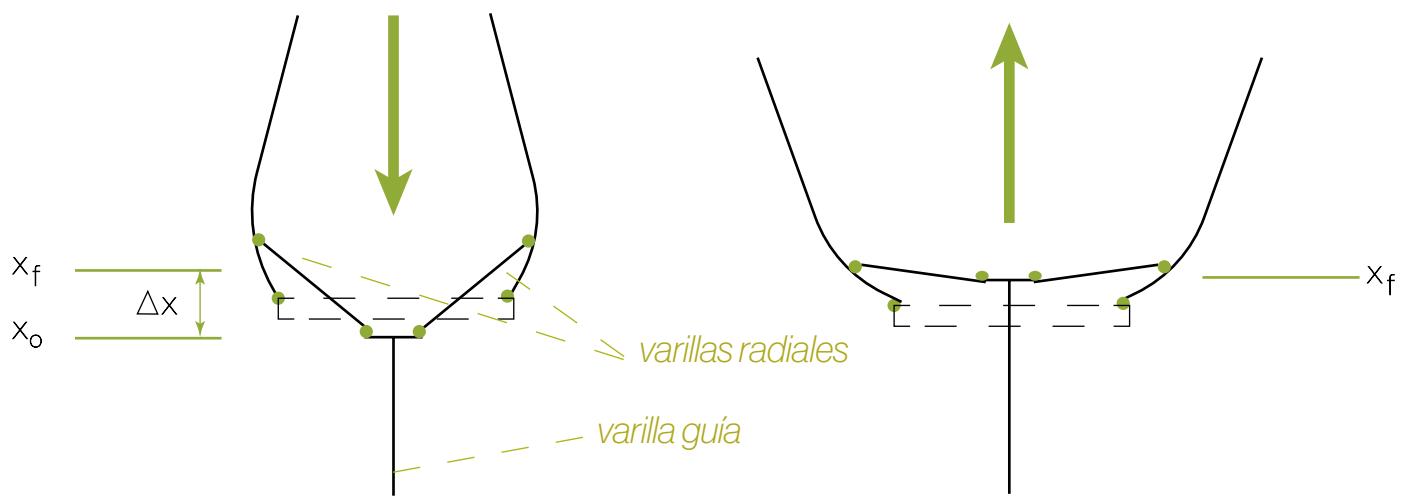
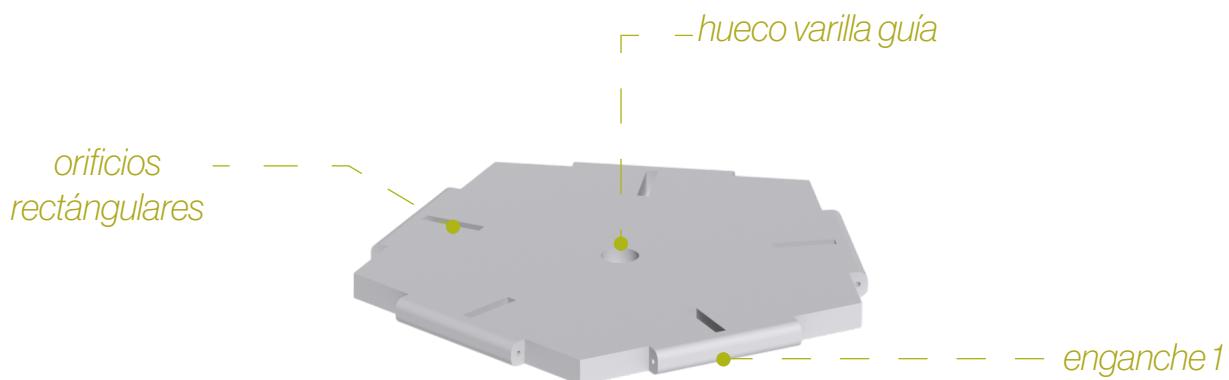


Ilustración 56: Sistema de apertura-cierre
[Elaboración propia]

Base pentagonal

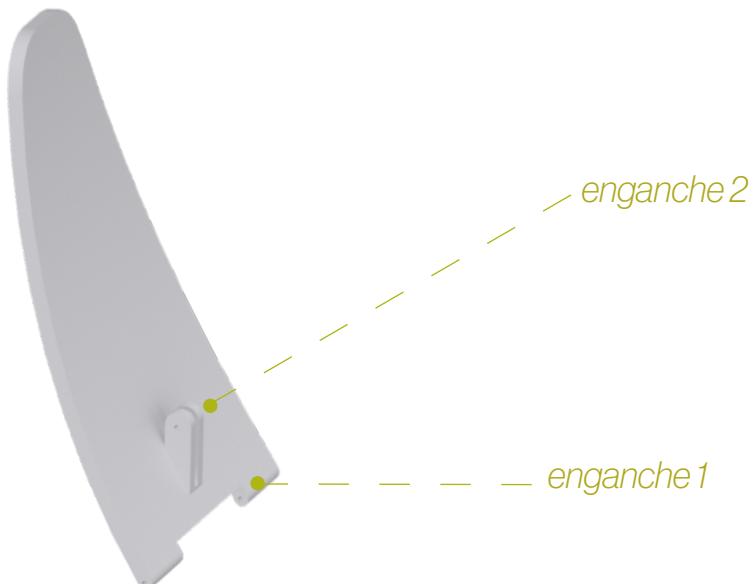
Esta pieza es uno de los puntos de sujeción para los pétalos, formando un sistema de bisagras, aportando un grado de libertad en la rotación. Sus orificios rectángulares son imprescindibles para permitir el paso de las varillas radiales, las cuales suponen el movimiento del segundo sistemas de bisagras. El agujero central por el que pasa la varilla guía, la máxima altura de la guía es hasta la cara superior de esta base.



Pétalos

Todos los pétalos deberán ser exactamente iguales. Sino al cerrarse, se podrían atascar. El lateral no se presenta muy curvado para seguir dando una imagen de esbeltez.

A los 24.9 mm de altura desde el extremo inferior, cada pétalo está provisto de una extensión que sirve de enganche (enganche 1) para las varillas radiales. Y en el extremo inferior se sitúa el otro enganche.



Cabe mencionar que tanto la base pentagonal como los pétalos (5) tienen su propio proceso de fabricación como más tarde se apreciará en los diagramas de procesos.

Componentes electrónicos

- *Driver: (1)*

Es el componente principal de un altavoz, compuesto por una membrana o cono, una bobina móvil y un imán permanente. El sonido se produce cuando se aplica una señal eléctrica que hace que la bobina, ubicada dentro del campo magnético del imán, vibre y que por consecuencia, el diafragma genere ondas sonoras.. La disposición del driver hacia arriba puede ayudar a evitar la interferencia de obstáculos y lograr una mejor dispersión del sonido.



Ilustración 57: Driver

- *Receptor de Bluetooth: (2)*

La forma en la que la base Suenasol establece la comunicación con el altavoz es mediante la conexión Bluetooth, una tecnología muy empleada hoy en día en numerosos dispositivos electrónicos. La conexión Bluetooth trata de una tecnología de radio inalámbrica de corto alcance (de 10 a 30 metros) que permite la comunicación entre aparatos electrónicos. Utiliza ondas de radio para transmitir datos y conectar de una forma más sencilla y simple. La frecuencia dedicada a Bluetooth es una banda que oscila entre los 2.40 y los 2.48 GHz. El establecimiento de la conexión se efectúa de media en 1.28 segundos. Su uso es ideal para aparatos que requieran de audio y/o sensores, puesto que su velocidad de datos no es tan alta como puede ser la de la conexión Wifi. A diferencia de esta última, el consumo de energía en la conexión Bluetooth es bajo.

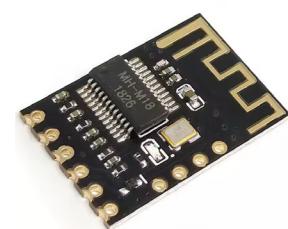


Ilustración 58: Módulo receptor de Bluetooth

En el caso de este diseño, la tecnología Bluetooth va a ser empleada tanto para vincular el sensor al microcontrolador como para transmitir los datos y audios al aparato altavoz.

- *Batería Lipo de 3.7V: (3)*

Aporta la energía eléctrica proporcionada por la carga inalámbrica. Alimenta al altavoz, servomotor y resto de componentes para su correcto funcionamiento.



Ilustración 59: Batería Lipo

- *Placa PCB:* (4)

Placa PCB o placa de circuito impreso es un componente interno que conecta y controla todos los elementos electrónicos del dispositivo.

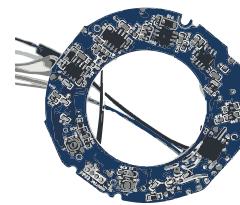


Ilustración 60: Placa PCB

- *Amplificador:* (5)

Responsable de aumentar la intensidad de la señal de audio para que sea capaz de mover el altavoz, y con ello producir un sonido audible y potente.



Ilustración 61: Amplificador

- *Servomotor:* (6)

Es un dispositivo que permite controlar con máxima precisión la posición y movimientos de su eje. Esto significa que este se puede controlar con precisión la posición angular y/o lineal, la velocidad y la aceleración del eje. En este caso el eje es la varilla guía.



Ilustración 62: Servomotor

- *Bobina de receptor de carga inalámbrica:* (7)

Esta bobina de inducción electromagnética tan solo permitirá el paso de energía cuando el emisor se encuentre cerca.

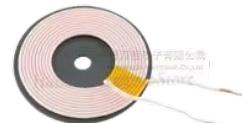


Ilustración 63: Bobina carga inalámbrica

Componentes de unión

- 5 Tornillos autorroscantes M3,5x8mm
- 2 Tornillos de cabeza alomada M2x8mm
- 5 Pasadores de 8mm y 5 Pasadores de 80mm

MATERIALES

La elección de material desempeña un importante papel tanto en la funcionalidad del producto como en su estética.

Tras plantearse diferentes opciones de materiales, decidí descartar los metales, porque aunque hubiese sido una buena elección igualmente, en los plásticos contemplé una mayor posibilidad de técnicas de fabricación que conformarían un mejor acabado. Además, el producto va a estar expuesto a altas temperaturas y los metales son buenos conductores del calor por lo que podría llegar a alterar el sistema electrónico y también hacer un uso más incómodo para el usuario.

Una vez seleccionado el plástico como materia prima de la composición de las piezas, se especifican ciertas características que se buscan:

Ligero, que resista a altas temperaturas, que permita la transmisión de carga inalámbrica, de fácil procesado, y que permita cierto acabado y apariencia.

Por todo ello el plástico elegido ha sido un polietileno (PE), concretamente el HDPE: Polietileno de alta densidad.

Es un termoplástico común para la fabricación de carcasas, envases o piezas técnicas, gracias a su baja viscosidad, capacidad de fundir más de una vez (característica común de los termoplásticos). A diferencia del ABS resiste mejor a los impactos, y tiene una menor densidad lo que lo hace más ligero. Este material presenta gran versatilidad en la fase de fabricación, se pueden conseguir piezas por extrusión, soplado, moldeado, etc...

Aunque el ABS presenta mayor rigidez y resistencia mecánica, las carcasas a fabricar tampoco van a tener que soportar grandes fuerzas, por lo que no es decisivo el uso de ABS. Además, el polietileno elegido: HDPE, sí que presenta cierta rigidez y resistencia estructural.

El plástico es uno de los materiales más adecuados y comunes para la carga inalámbrica Qi. Además, el grosor de la carcasa es mínimo, por lo que tampoco interfiere, y por tanto no reduce la eficiencia de carga.

La incorporación controlada de aditivos ayuda a modificar las propiedades de un plástico. En este caso, como parte del producto va a estar expuesto continuamente a la luz solar, es conveniente incorporar al HDPE, un estabilizante a la luz, previniendo reacciones de degradación por UV. El más común de esta gama es el tipo HALS, un estabilizante a la luz de amina impidiada. Para su incorporación al plástico base (PE) se mezcla en caliente, hasta 140°C, de forma que se consiga un resultado lo más homogéneo posible.

PROCESO DE FABRICACIÓN

Para la fabricación de este producto se llevaría a cabo una producción en serie. Donde se automatizaría el proceso, gracias a máquinas, líneas de montaje y sus correspondientes operarios, y se alcanzaría una mayor producción en un menor tiempo.

En este caso, ambas piezas se realizarán del mismo material, y se conformarán de la misma forma. En concreto las partes a conformar serán: la base y su tapa correspondiente, los pétalos, la parte del altavoz y su tapa correspondiente y la base pentagonal donde se acoplan los pétalos.

Los plásticos tienen la ventaja de que son fáciles de moldear, casi en cualquier forma. Por lo que el proceso industrial elegido es el moldeo mediante inyección de plásticos.

Inyección de plástico

Este proceso permite obtener piezas sin rebabas y de geometría compleja en una sola producción. Además, no necesita ningún trabajo de retoque posterior. Las piezas resultantes son de elevada calidad.

La máquina de inyección, la inyectora, está enfocada en la fabricación a partir de masas previamente fundidas, introducidas a presiones elevadas. Su funcionamiento se podría dividir en dos etapas.

En la primera, la unidad de inyección ejecuta la fusión controlada del plástico, junto con su aditivo, homogeneizando la mezcla. La masa fluida es transferida e inyectada en el molde.

En la segunda, la unidad de cierre es la encargada de dar la forma definitiva del molde y el proceso de solidificación, gracias a los accionamientos hidráulicos de los que dota la máquina.



Ilustración 64: Inyectora de plásticos

Lógicamente, cabe mencionar que los moldes deben fabricarse independientemente, en base a cada pieza y/o material específico.

Cuando las piezas salen de la inyectora, estas ya tienen la forma deseada pero les faltaría conformar los agujeros de montaje antes de pasar a la fase de acabados. Este paso es sencillo y rápido, tan sólo se mecanizan los agujeros necesarios. Durante el mecanizado habrá que tener cuidado con la velocidad de corte debido al calor producido durante la fricción plástico-herramienta. Para evitar una dilatación excesiva no deseada la zona de conformado ha de ser refrigerada constantemente.

Proceso de acabado

Se quiere conseguir un acabado liso y semi mate, Acabado Soft-touch. Se caracteriza por tener una textura suave al tacto, que embellece el producto, aportándole un efecto elegante. Además, es más resistente a ralladuras.

El HDPE tiene una superficie poco adherente, por lo que en primer lugar se debe someter a un tratamiento de adhesión superficial, mediante una imprimación. Se trata de un tratamiento químico que requiere de 6 horas de espera para que el efecto sea eficaz..

Una vez tratada la superficie ya se puede aplicar el acabado Soft-Touch, por sobremoldeo con TPE (Elastómero termoplástico). El TPE se inyecta sobre la pieza de HDPE conformada, creando una unión química que aporta ese característico tacto suave. El TPE inyectado, ya tiene incorporado el color deseado. Esta técnica confiere a la pieza final un resultado más duradero.

DIAGRAMAS DE PROCESO DE FABRICACIÓN

Véanse los correspondientes diagramas analíticos en blanco de los diferentes procesos de fabricación de cada pieza. Representar de manera concisa y clara cada uno de los pasos desde que se tiene la materia prima hasta que se ensambla el último componente.

La pieza de base pentagonal y el pétalo presentan pasos muy similares por lo que comparten hoja de desarrollo.

Dispositivo altavoz

DIAGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO		METODOS Y TIEMPOS			
PIEZA O CONJUNTO <u>Pieza altavoz</u>	DEPARTAMENTO				
PLANO <u>1</u>	EMPIEZA <u>Taller de piezas</u>	EFFECTUADO POR	ESTUDIO		
PROCESO <u>Fabricación y Montaje</u>	TERMINA <u>Taller de montaje</u>	<u>Laura Pascual González</u>	Nº <u>1</u>		
METODO <u>Actual</u>	UNIDAD DE COSTO				
	PRODUC. ANUAL	FECHA <u>Junio 2025</u>	HOJA <u>1/3</u>		
<pre> graph TD A[1 Sensor de luz digital BH1750] --> B[1 Micro servomotor 360° SG90] B --> C[1 Altavoz 41mm] C --> D[1 Bobina receptora de carga inalámbrica] D --> E[1 Amplificador de audio mini PAM8403] E --> F[1 Batería LIPo 3,7V] F --> G[1 PCB Rendonda] G --> H[1 Carcasa Pieza altavoz] H --> I1((1)) Inyectar Polietileno (HDPE) I1 --> I2((2)) Imprimación (tratamiento superficial) I2 --> I3((3)) Sobremoldeo con TPE I3 --> I4((4)) Mecanizado de agujeros I4 --> I5[5 Montar circuito electrónico] I5 --> I6[2 Inspección (funcionamiento)] I6 --> I7[Al centro de montaje (m)] I7 --> J1((1)) Inyectar polietileno (HDPE) J1 --> J2((2)) Imprimación (tratamiento superficial) J2 --> J3((3)) Sobremoldeo con TPE J3 --> J4((4)) Mecanizado de agujeros J4 --> J5[4 Inspección (visual)] J5 --> J6[Al centro de montaje (m)] J6 --> K1((1)) Montaje K1 --> K2[3 Inspección (funcionamiento)] K2 --> K3[6 Montaje] K3 --> K4[Al centro de montaje (m)] K4 --> L1((1)) Unión mecánica L1 --> L2[4 Inspección (visual)] L2 --> L3[13 Unión mecánica] L3 --> L4[Al centro de montaje (m)] L4 --> M1((1)) Unión mecánica M1 --> M2[5 Inspección (mecánica)] M2 --> M3[14 Unión mecánica] M3 --> M4[5 Inspección (mecánica)] </pre> <p>The diagram illustrates the assembly process for the speaker component. It starts with a list of parts: a sensor, a micro servo, an antenna, an amplifier, a battery, and a circular PCB. These are followed by the main assembly steps: 1. Injecting HDPE into the speaker housing, 2. Priming and surface treatment, 3. Over-molding with TPE, 4. Drilling holes, 5. Mounting the electronic circuit board, and 6. Initial assembly and inspection. This is followed by secondary operations: 7. Injecting HDPE into the top housing, 8. Priming and surface treatment, 9. Over-molding with TPE, 10. Drilling holes, 11. Injecting HDPE into the abutment, 12. Drilling holes, and 13. Mechanical connection. Finally, 14. Mechanical connection and 5. Mechanical inspection are performed.</p>					
CROQUIS		RESUMEN POR UNIDAD DE COSTO			
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA
			Nº dmh	Nº dmh	Nº dmh
OPERACION					
INSPECCION					
TIEMPO TOTAL dmh					
M.O.D. euros					
MATERIAL euros					
UNIDAD DE COSTO: ECONOMIA euros					
PRODUCCION ANUAL: ECONOMIA euros					
OBSERVACIONES					

Base

DIAGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO		METODOS Y TIEMPOS																																																															
PIEZA O CONJUNTO Base <hr/> PLANO 1 PROCESO Fabricación y Montaje METODO Actual	DEPARTAMENTO <hr/> EMPIEZA Taller de piezas TERMINA Taller de montaje UNIDAD DE COSTO <hr/> PRODUC. ANUAL	EFECTUADO POR Laura Pascual González <hr/> ESTUDIO Nº 1 <hr/> FECHA Junio 2025 HOJA 2/3																																																															
<p>The diagram illustrates the assembly sequence for the 'Base' component. It starts with the 'Carcasa Base' (1) which contains various electronic components: Sensor de luz digital BH1750, Micro mini célula panel solar 3V, Microcontrolador ESP32, Bobina transmisora de carga inalámbrica, Módulo lector de tarjeta SD, and Batería LiPo 3,7V. This is followed by the 'Tapa carcasa base' (1). The assembly steps are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> Step 1: Inyectar Polietileno (HDPE) Step 2: Imprimación (tratamiento superficial) Step 3: Sobremoldeo con TPE Step 4: Mecanizado de agujeros Step 5: Montar circuito electrónico Step 6: Montaje Step 7: Inyectar polietileno (HDPE) Step 8: Imprimación (tratamiento superficial) Step 9: Sobremoldeo con TPE Step 10: Mecanizado de agujeros Step 11: Unión mecánica <p>Inspection steps are indicated by boxes with numbers:</p> <ul style="list-style-type: none"> Step 1: Inspección (visual) Step 2: Inspección (funcionamiento) Step 3: Inspección (funcionamiento) Step 4: Inspección (visual) Step 5: Inspección (mecánica) <p>Assembly points are marked with arrows pointing to 'Al centro de montaje (m)'.</p>																																																																	
CROQUIS 		RESUMEN POR UNIDAD DE COSTO <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ACTIVIDAD</th> <th colspan="2">ACTUAL</th> <th colspan="2">PROPUESTO</th> <th colspan="2">ECONOMIA</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>dmh</th> <th>Nº</th> <th>dmh</th> <th>Nº</th> <th>dmh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OPERACION</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>INSPECCION</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TIEMPO TOTAL dmh</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>M.O.D. euros</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>MATERIAL euros</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>UNIDAD DE COSTO: ECONOMIA euros</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>PRODUCCION ANUAL: ECONOMIA euros</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>		ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA		Nº	dmh	Nº	dmh	Nº	dmh	OPERACION							INSPECCION							TIEMPO TOTAL dmh							M.O.D. euros							MATERIAL euros							UNIDAD DE COSTO: ECONOMIA euros							PRODUCCION ANUAL: ECONOMIA euros						
ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA																																																												
	Nº	dmh	Nº	dmh	Nº	dmh																																																											
OPERACION																																																																	
INSPECCION																																																																	
TIEMPO TOTAL dmh																																																																	
M.O.D. euros																																																																	
MATERIAL euros																																																																	
UNIDAD DE COSTO: ECONOMIA euros																																																																	
PRODUCCION ANUAL: ECONOMIA euros																																																																	
OBSERVACIONES																																																																	

Pétalo y base pentagonal

DIAGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO		METODOS Y TIEMPOS	
PIEZA O CONJUNTO <u>Pétalo</u>	DEPARTAMENTO EMPIEZA <u>Taller de piezas</u> TERMINA <u>Taller de piezas</u> UNIDAD DE COSTO _____ PRODUC. ANUAL _____	EFFECTUADO POR <u>Laura Pascual González</u>	ESTUDIO Nº <u>1</u> HOJA <u>3/3</u>

5 Pétalo

- 1 Inyectar Polietileno (HDPE)
- 2 Imprimación (tratamiento superficial)
- 3 Sobre moldeo con TPE
- 4 Mecanizado de agujeros
- 1 Inspeccionar (visual)

CROQUIS

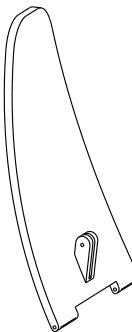


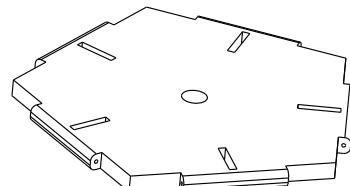
DIAGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO

DIAGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO		METODOS Y TIEMPOS	
PIEZA O CONJUNTO <u>Base pentagonal</u>	DEPARTAMENTO EMPIEZA <u>Taller de piezas</u> TERMINA <u>Taller de piezas</u> UNIDAD DE COSTO _____ PRODUC. ANUAL _____	EFFECTUADO POR <u>Laura Pascual González</u>	ESTUDIO Nº <u>1</u> HOJA <u>3/3</u>

1 Base Pentagonal

- 1 Inyectar Polietileno (HDPE)
- 2 Imprimación (tratamiento superficial)
- 3 Sobre moldeo con TPE
- 4 Mecanizado de agujeros
- 1 Inspeccionar (visual)

CROQUIS



MONTAJE

Una vez se tienen en cuenta todas las piezas, se procede al su ensamblaje y montaje. En este apartado es de gran importancia que el diseño realizado sea el adecuado, con el fin de obtener un ensamblaje preciso y funcional.

La instalación eléctrica, como ya se ha mencionado, no va a ser especificada en este proyecto, pero si se ha de tener en cuenta la correcta formación del técnico encargado, así como el empleo de herramientas y técnicas que cumplan las normas y procedimientos de seguridad.

A continuación, se detallan los pasos de montaje de cada uno de los elementos:

Primero se crearán las carcasas de plástico mediante inyección, en las que se insertarán los circuitos, anteriormente montados. Algunos componentes electrónicos irán fijados a la placa base y/o microcontrolador gracias a la soldadura. [Véase la ilustración del paso 1]

Las bobinas de carga (tecnología Qi) irán acopladas a las carcasas, junto con el circuito, gracias a una silicona para componentes electrónicos, facilitando el montaje. El adhesivo ha de ser resistente al calor, que soporte temperaturas mayores a 80°C, y que no interfiera eléctricamente (conductividad cero). La silicona dieléctrica o silicona para componentes electrónicos, es un material comúnmente usado en la electrónica para proteger, sellar, aislar y fijar las diversas partes del circuito.

En la base, el hueco realizado para la adaptación de la placa solar cuenta con un orificio por el que pasa todo el cableado pertinente. La base, a su vez, cuenta con dos agujeros de 0.8 mm de diámetro con una separación de 1.6mm para permitir la entrada de luz al sensor digital de luz y que pueda recoger los datos.

En el dispositivo altavoz, la abrazadera que sirve de suspensión para el driver, se atornilla a la tapa mediante dos tornillos M2x8mm. Además para su aseguramiento, los cilindros que hacen de agujero conformados en la tapa, cuentan con unos nervios para mayor estabilidad. [Véase la ilustración del detalle paso 1]

PASO 1

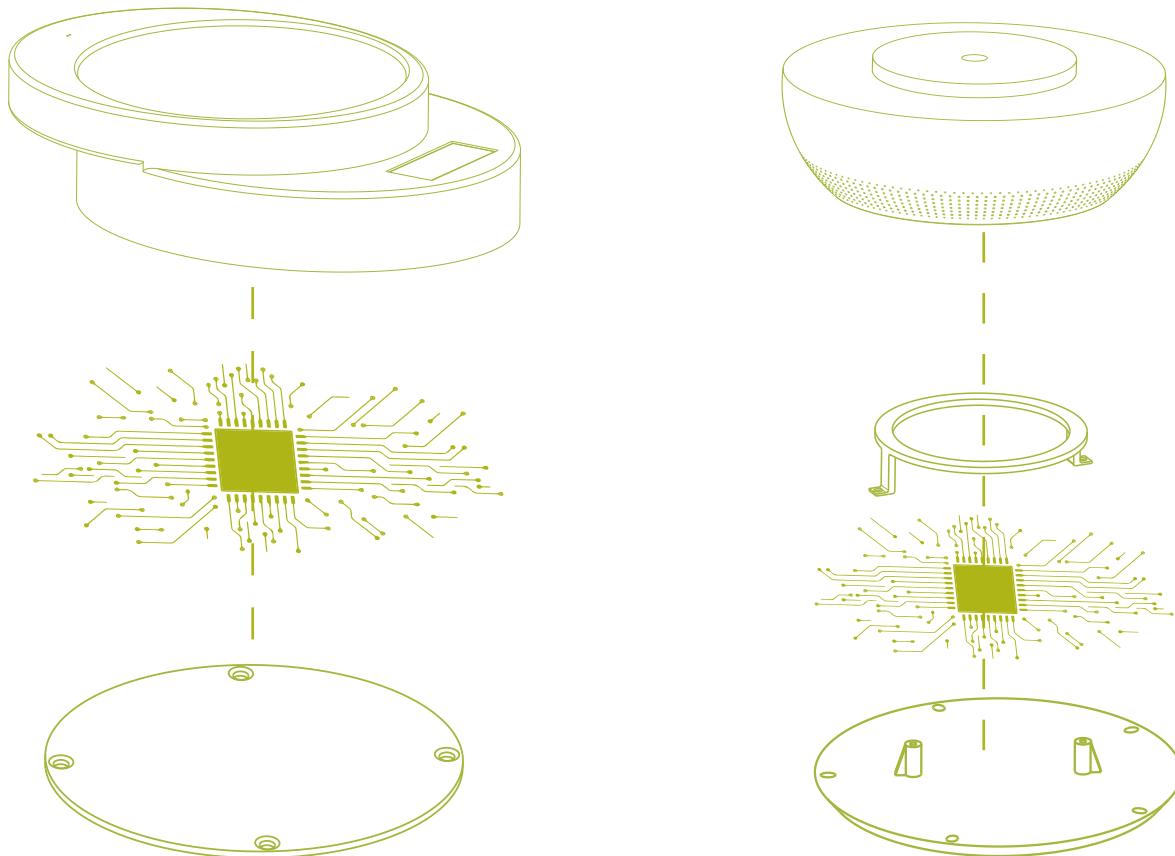


Ilustración 65 y 66: Explicación esquemática del montaje de la base y el altavoz
[Elaboración propia]

DETALLE PASO 1



Ilustración 67: Ensamblaje de la abrazadera a la tapa
[Elaboración propia]

PASO 2

Después, se ensamblará la base junto con la tapa empleando tornillos autorroscantes avellanados para plásticos (M6x10mm). El tornillo se introduce en el agujero liso (cilíndrico y recto) conformado en la tapa durante la inyección, creando a su paso la rosca interna deseada, sin necesidad de usar tuerca. Conseguirá pasar la tapa y alcanzar la base, quedándose firme gracias a la presión de contacto entre sus filos y el plástico [Véase la ilustración del paso 2]. Esta manera de montaje se emplea de igual forma para el dispositivo altavoz, con unos tornillos autorroscantes avellanados M3,5x8mm.

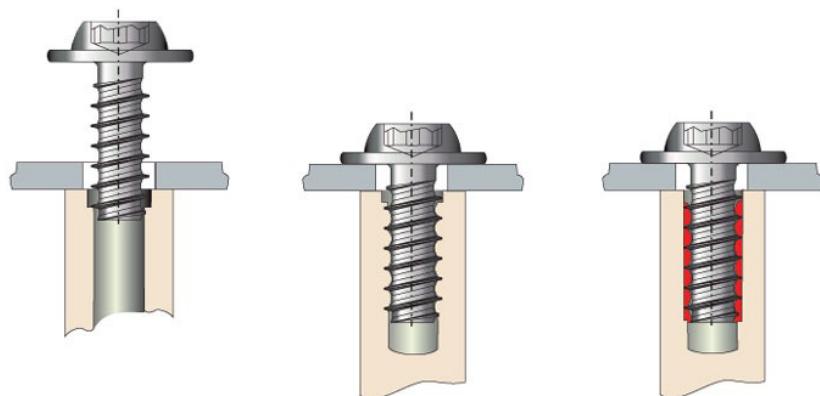


Ilustración 68: Funcionamiento de los tornillos autorroscantes

PASO 3

Seguidamente, en la zona superior del altavoz (los pétalos) de forma manual, mediante presión se encajarán ambas partes, las bielas a los pétalos, y los pétalos a la base pentagonal [Véase ilustración del paso 3]. Finalmente, para mayor fijación y seguridad, se hará pasar una varilla metálica (pasador) entre pétalo y biela, impidiendo así su movimiento de izquierdas o derechas. La base pentagonal se acoplará al dispositivo altavoz mediante soldadura térmica, puesto que el HDPE se puede unir de forma permanente gracias a esta técnica. Funciona de forma que se calientan los extremos de las piezas a ensamblar y se presionan entre sí. Se ha de evitar realizar estas tareas de soldadura a temperaturas superiores a los 260-280º, ya que el HDPE se podría comenzar a degradar. Por último mencionar que se trata de una soldadura homogénea donde el material de aporte es también HDPE.

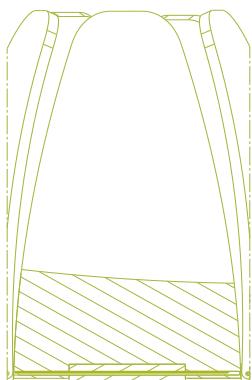


Ilustración 69: Vista de detalle del ensamblaje del enganche inferior mediante un pasador
[Elaboración propia]

IMAGEN CORPORATIVA

La imagen corporativa es una forma de presentar al público el producto. Los elementos que lo conforman, nombre y logotipo, transmiten un mensaje visual que refleja la identidad del dispositivo.

El nombre elegido, Suenasol, surge de la palabra girasol, haciendo guiño a su simbología en el Capricho, y por consiguiente a su relación con la luz solar. Se trata de un nombre sencillo y explicativo, que pone al usuario en antemano de lo que va a tratar el producto.

Acorde a las tendencias actuales, además teniendo en cuenta su cierto grado de innovación esta imagen corporativa refleja un diseño moderno, dinámico, simple y acogedor. Acercándose a los objetivos de diseño marcados para el diseño del producto.

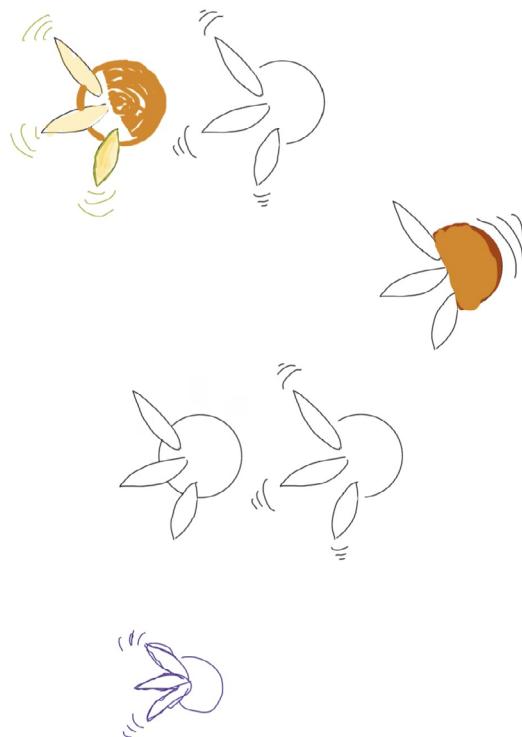


Ilustración 70: Primeros bocetos del imagotipo [Elaboración propia]

Tras una primera fase de bocetado donde surgen las primeras ideas sin fijarse en detalles o colores, se pasa a converger el imagotipo en una sola propuesta, mezcla de las distintas ideas primigenias. Esta idea final seleccionada reúne el concepto del sol, del sonido, y de la flor (girasol) usándose como referencia a “El Capricho” en una imagen sencilla y clara basada en las formas

geométricas y los colores tierra. Ello se ha conseguido uniendo los iconos más representativos del sonido: las ondas, y la mezcla entre un ícono del sol y de la flor, ese círculo central, junto con los tres “pétalos”, que pueden asemejarse a los rayos solares. En definitiva, el imagotipo quiere transmitir el mensaje de que la luz [rayos naranjas] se pasa a sonido [ondas], de ahí que cada ícono se encuentre en un extremo.



Ilustración 71: Imagen final [Elaboración propia]

COLORES CORPORATIVOS

La elección de los colores corporativos ha sido en base a la fachada del edificio “El Capricho”, que a su vez son los colores que componen el producto. Esta ha sido una elección coherente puesto que esos mismos colores guardan relación con los de la luz solar, buscando mantener en todo momento el principal concepto del producto. Como se puede apreciar, la fachada cuenta con tonalidades tierras, además del amarillo vibrante de las cerámicas.



Ilustración 72: Composición de los colores de la fachada

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

Finalmente, se han elegido tres tonos. La sutil presencia del verde tierra hace que las ondas tengan mayor peso visual, mientras que el amarillo por su claridad se mantiene más nuelto, haciendo que finalmente vuelva a destacar, en este caso los “pétalos” en un tono teja casi naranja.

C77236

888647

E8D067

TIPOGRAFÍA

El imagotipo se presenta junto a una tipografía Sans Serif redondeada, llamada Quity. Quity aporta modernidad y simplicidad, pero sin parecer la típica fuente de rasgos serios asociada al mundo de las tecnologías y avances electrónicos. Al mismo tiempo, comunica cercanía y neutralidad, pues el producto está enfocado a su uso en el hogar.

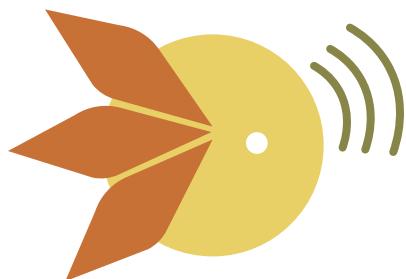
Quity Light

A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n ñ o p q r s t u v w x y z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

RESULTADO FINAL



imagotipo



Suenasol

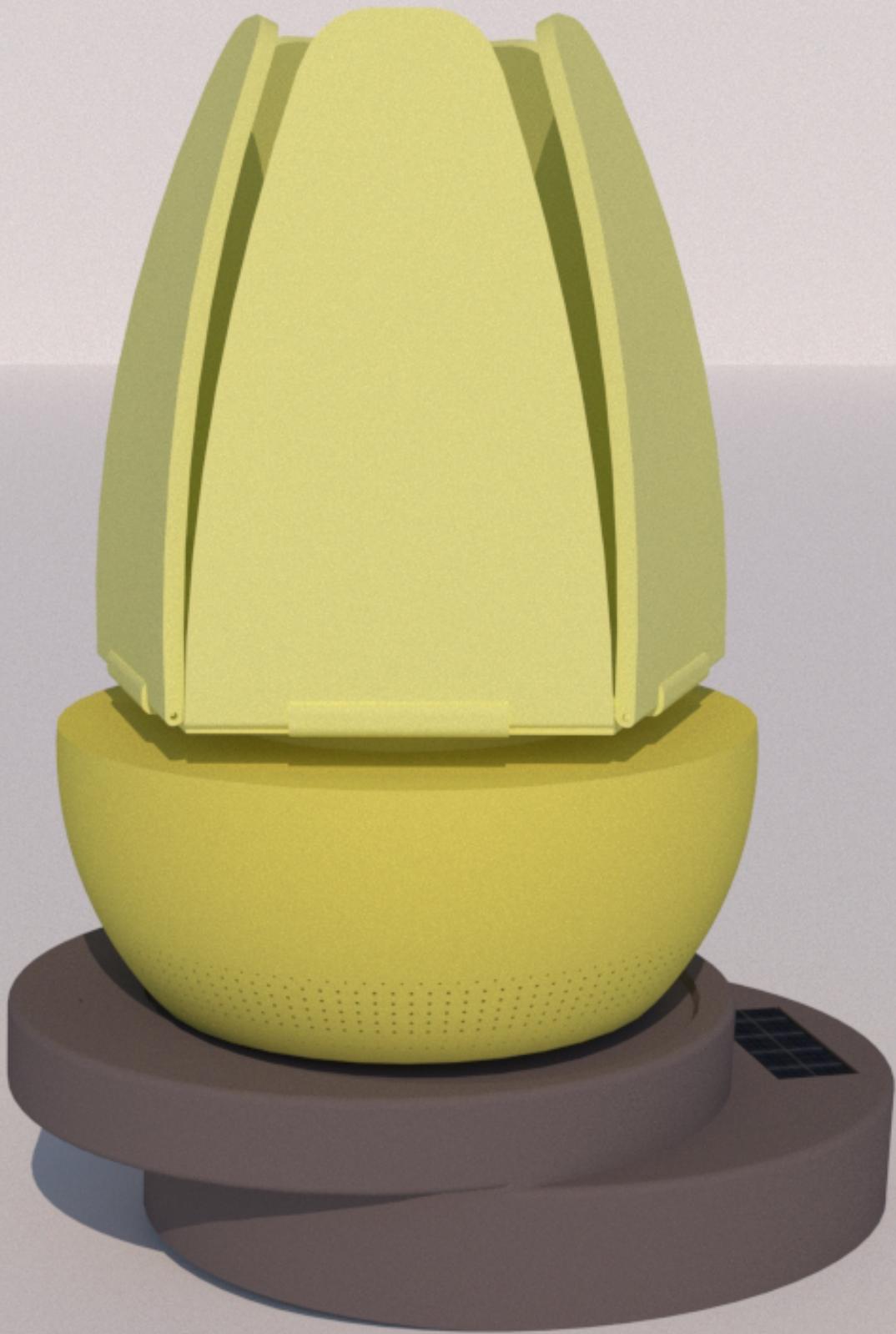
logotipo



Ilustración 73: Integración del logotipo

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

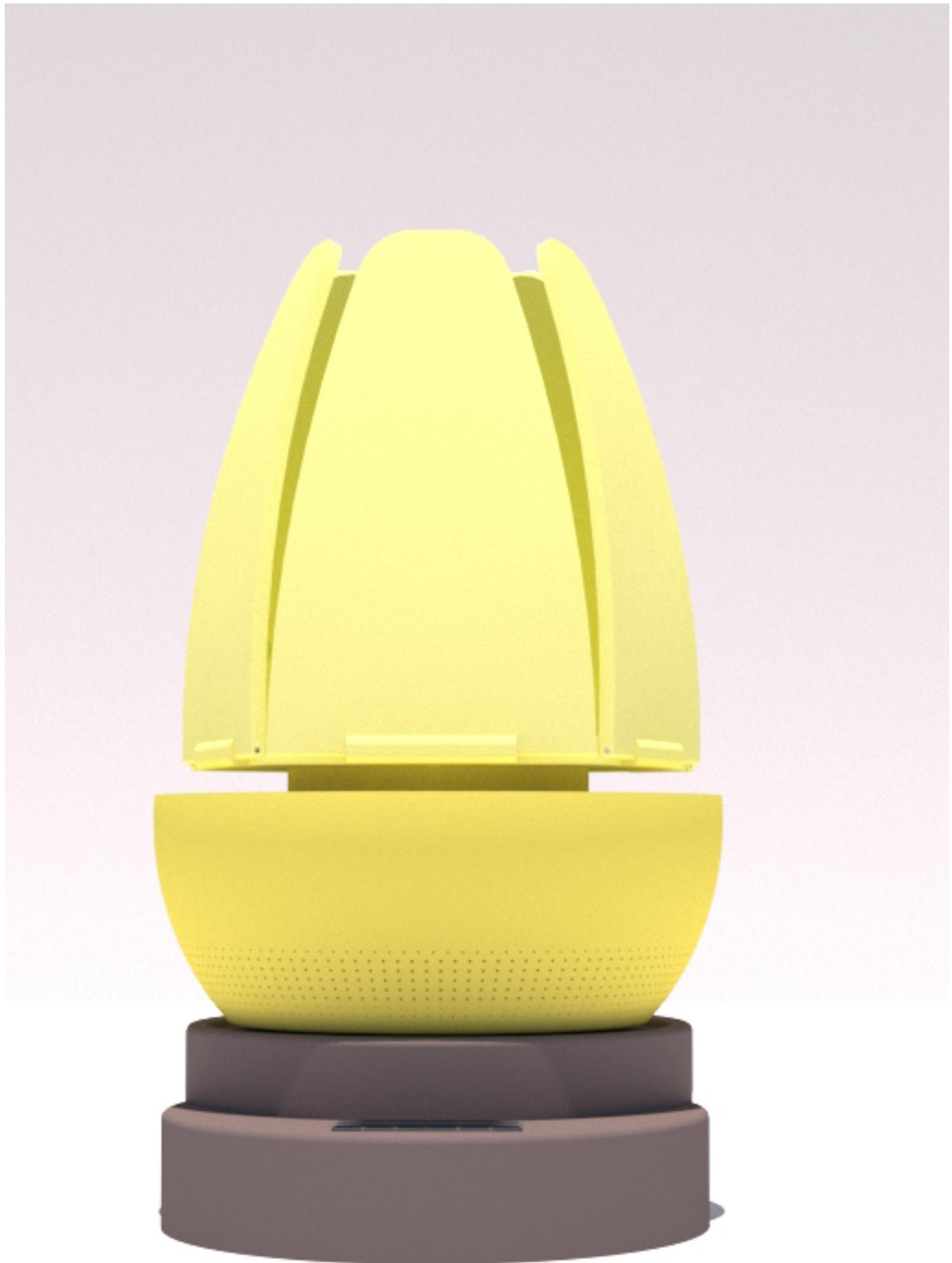
CATÁLOGO FOTOGRÁFICO

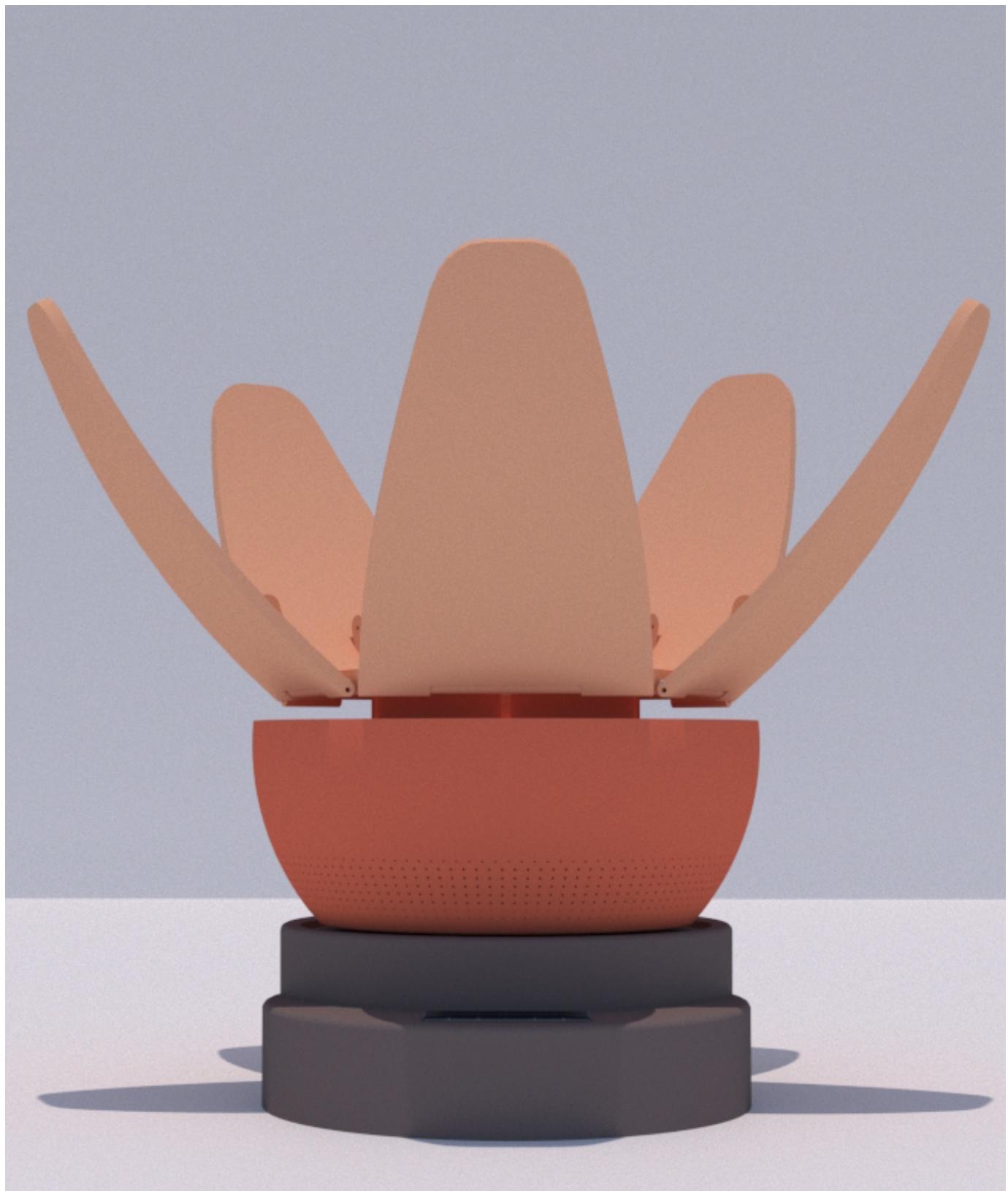


Suenasol

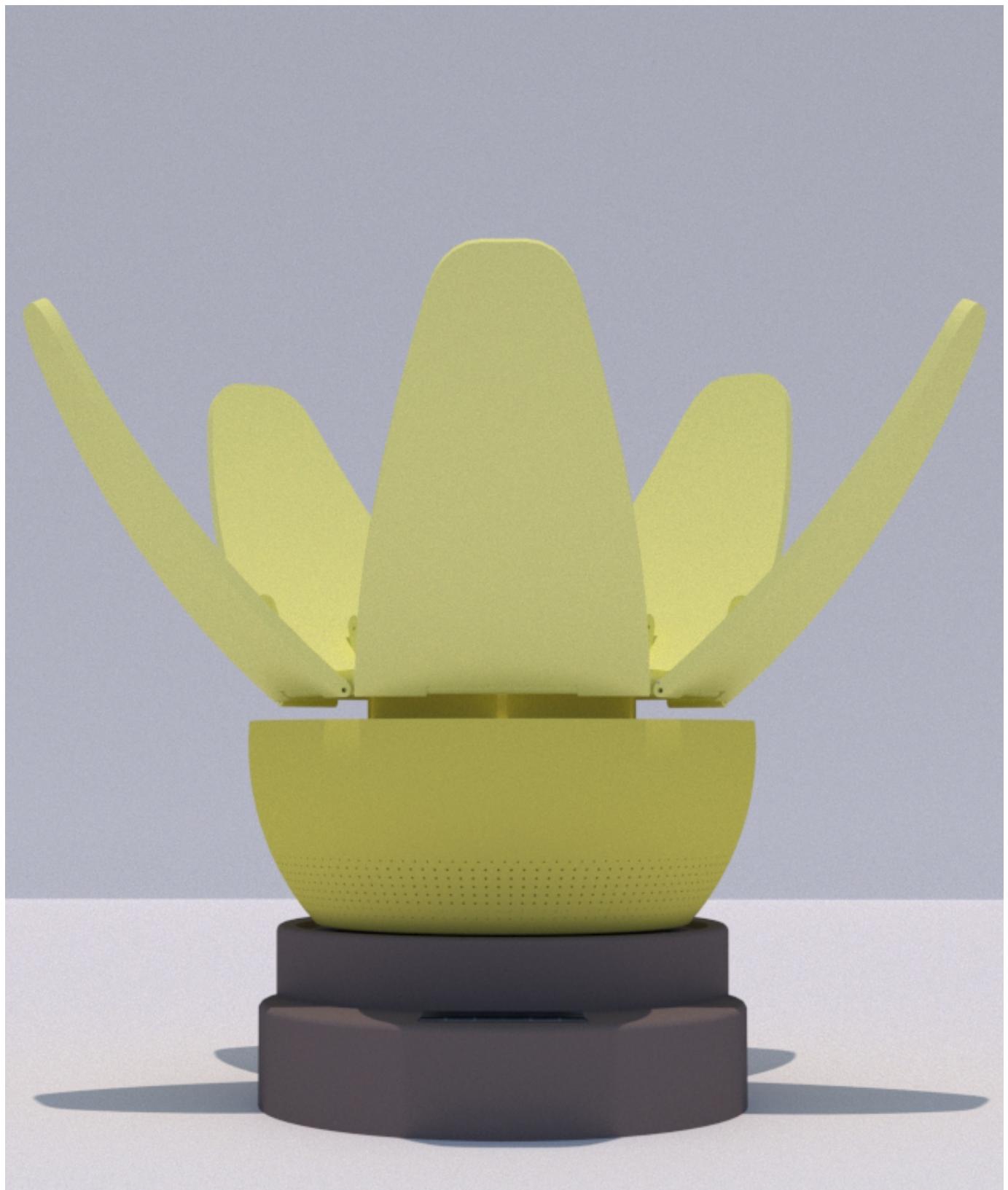


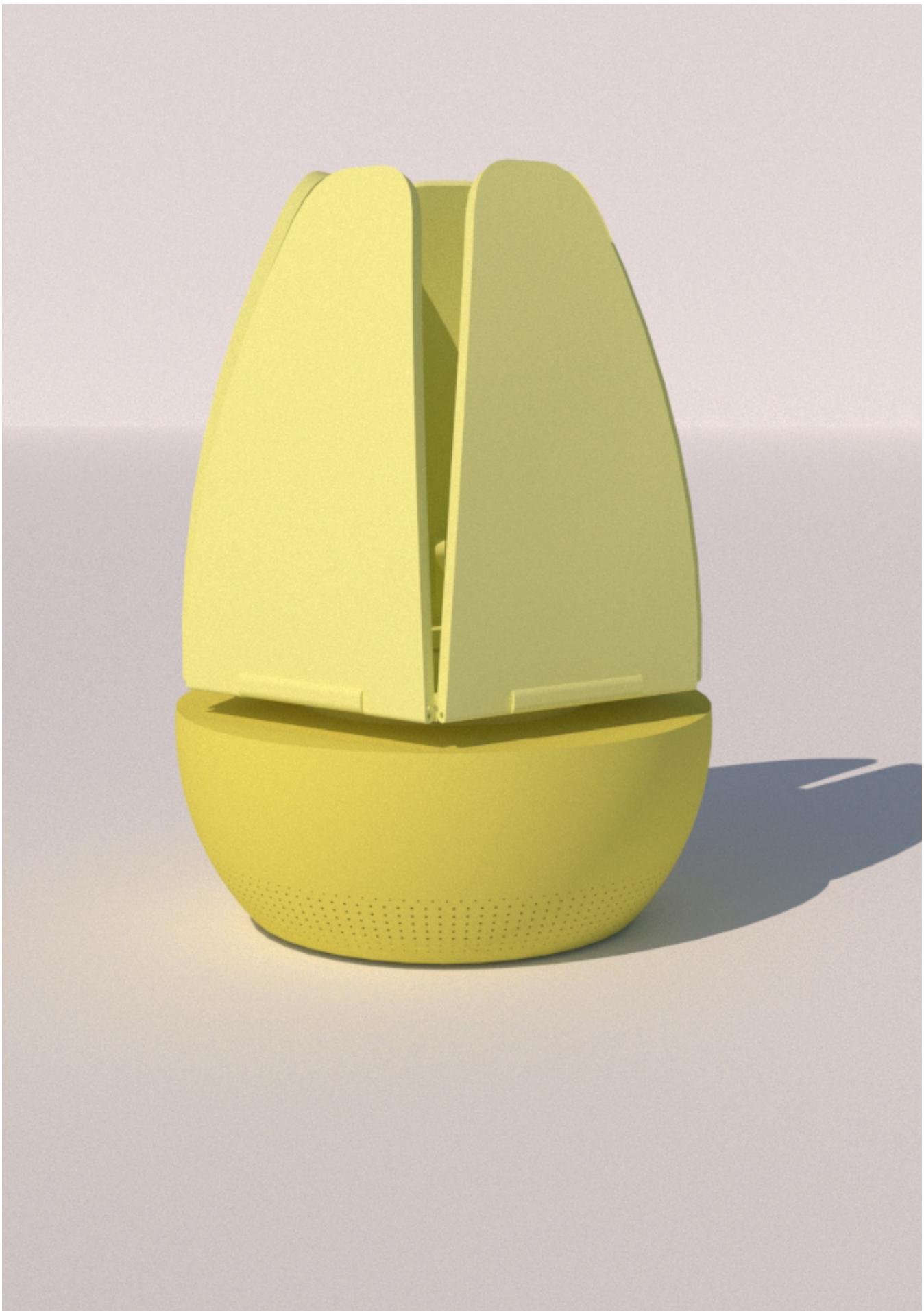
Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

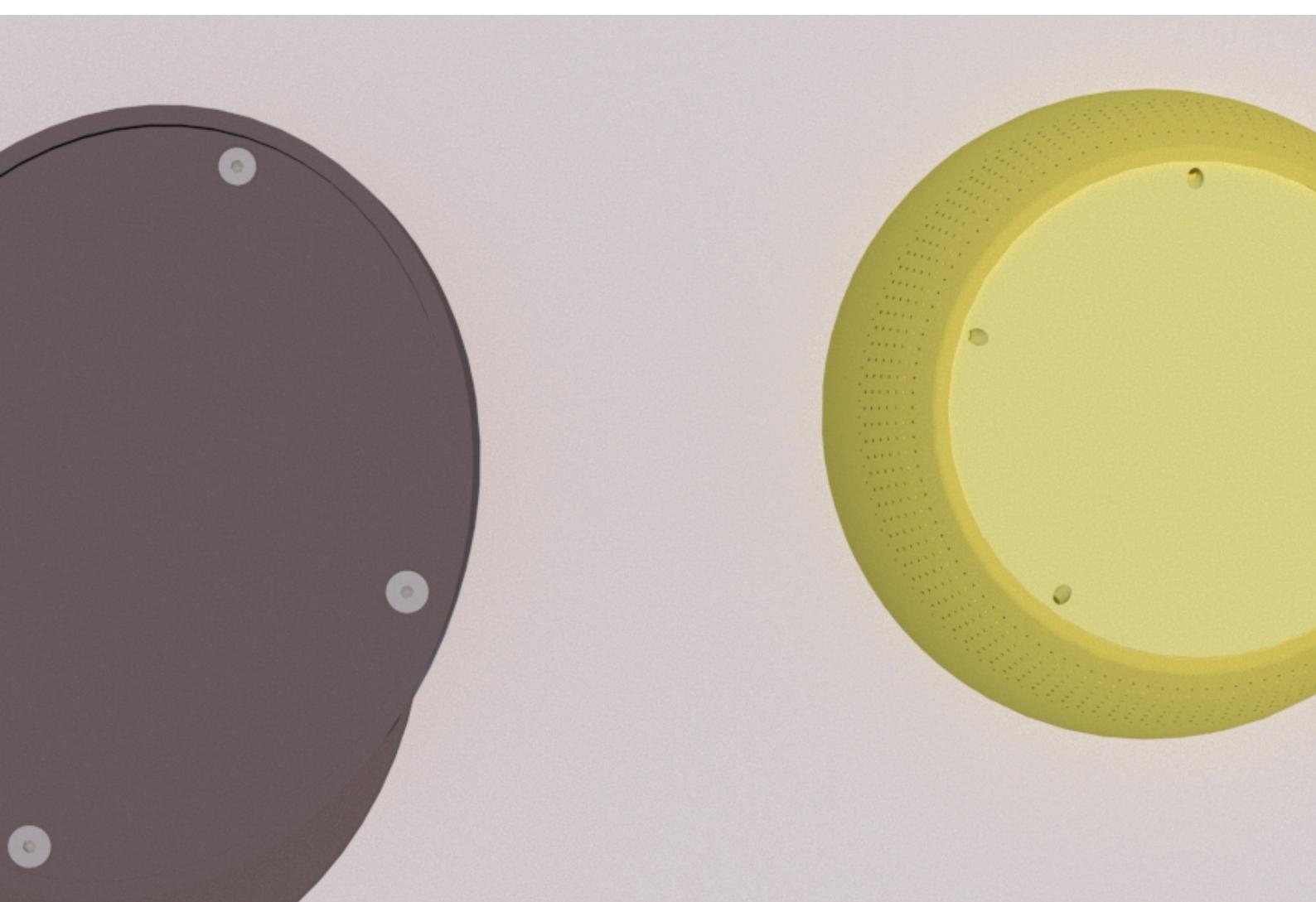
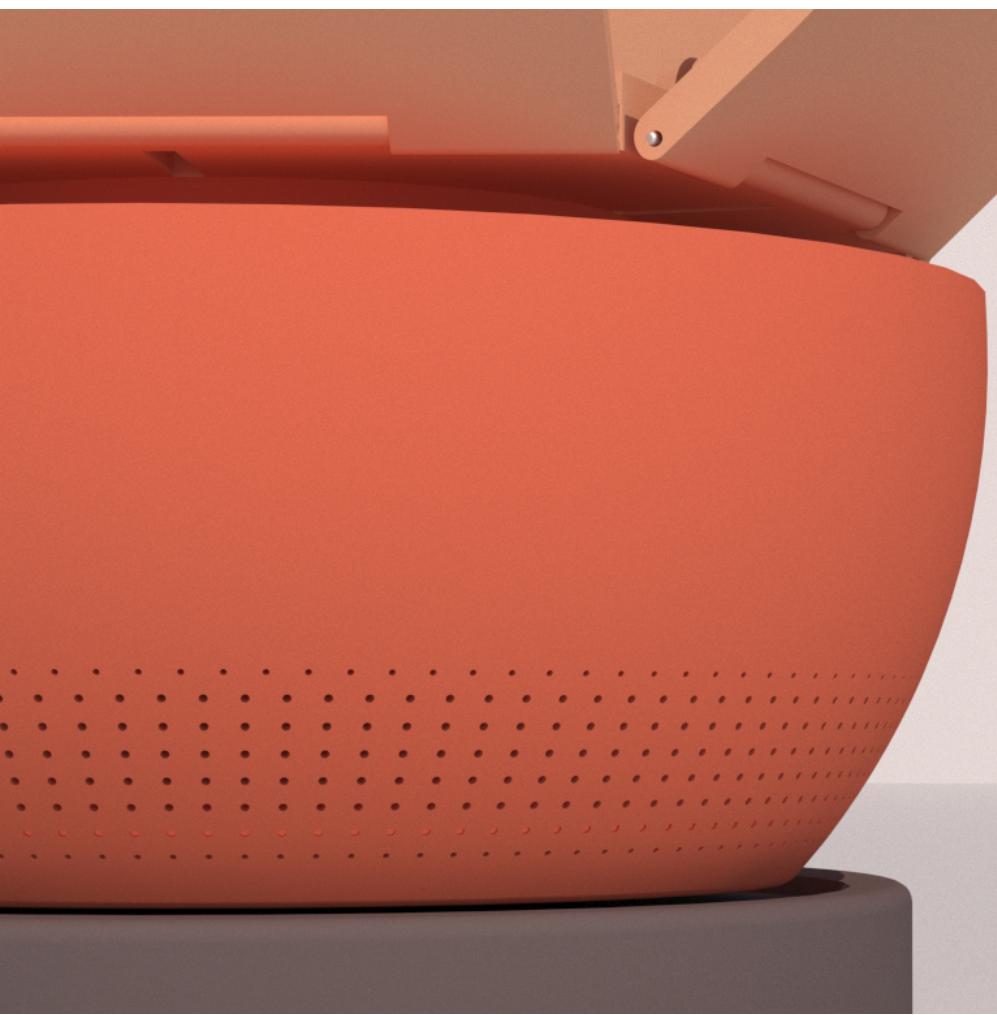


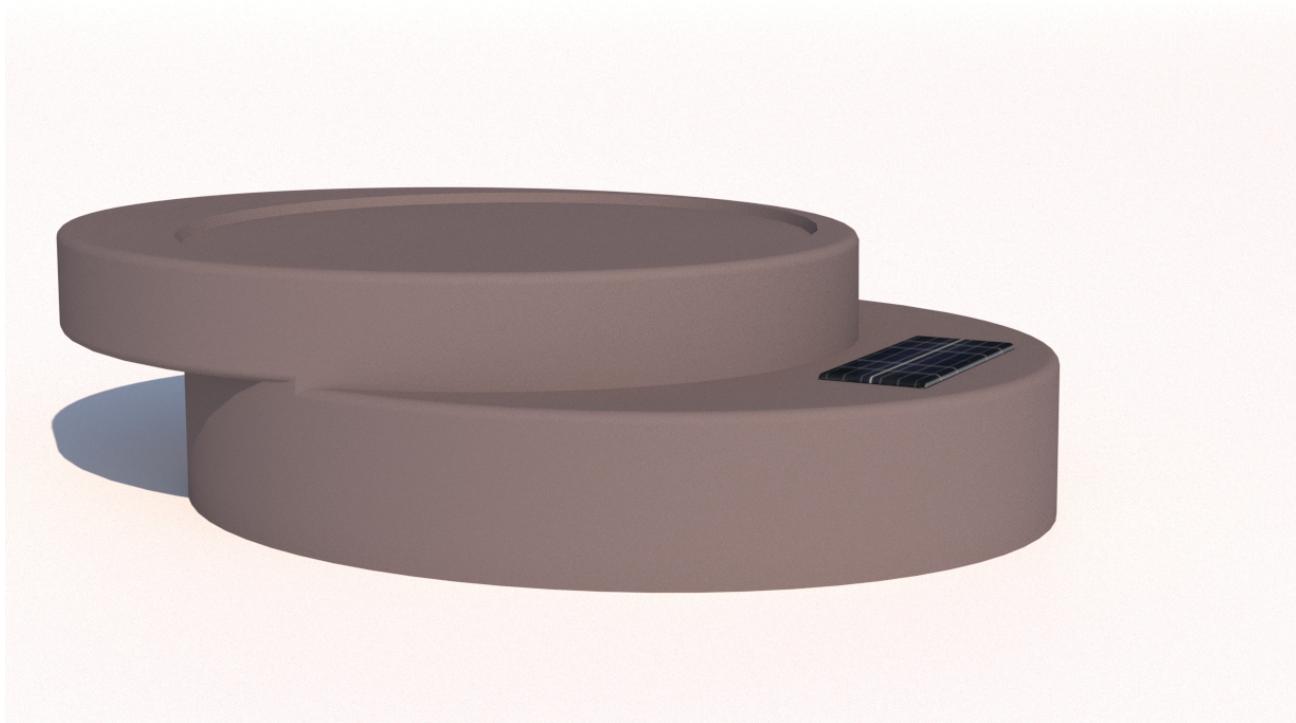


Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

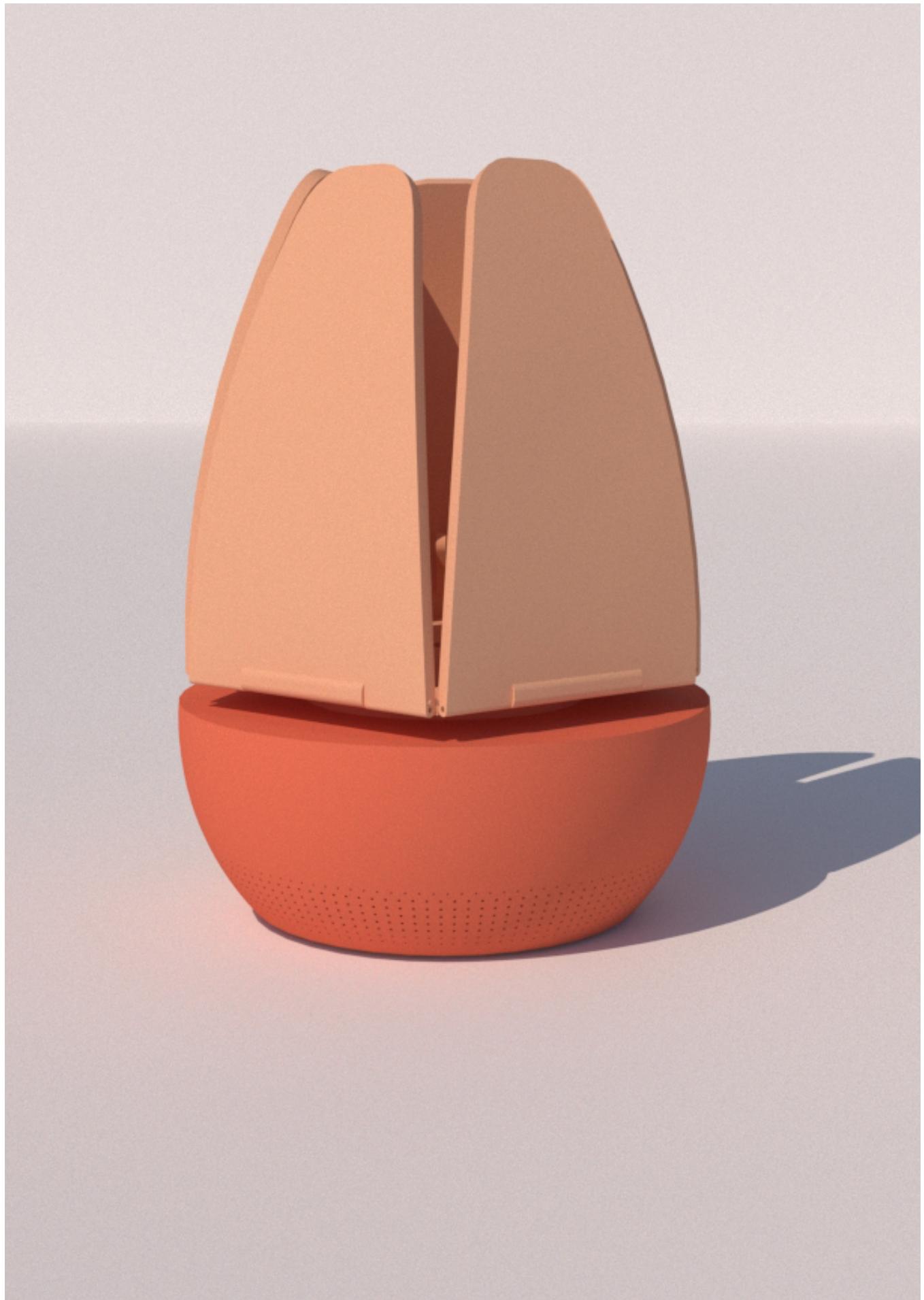






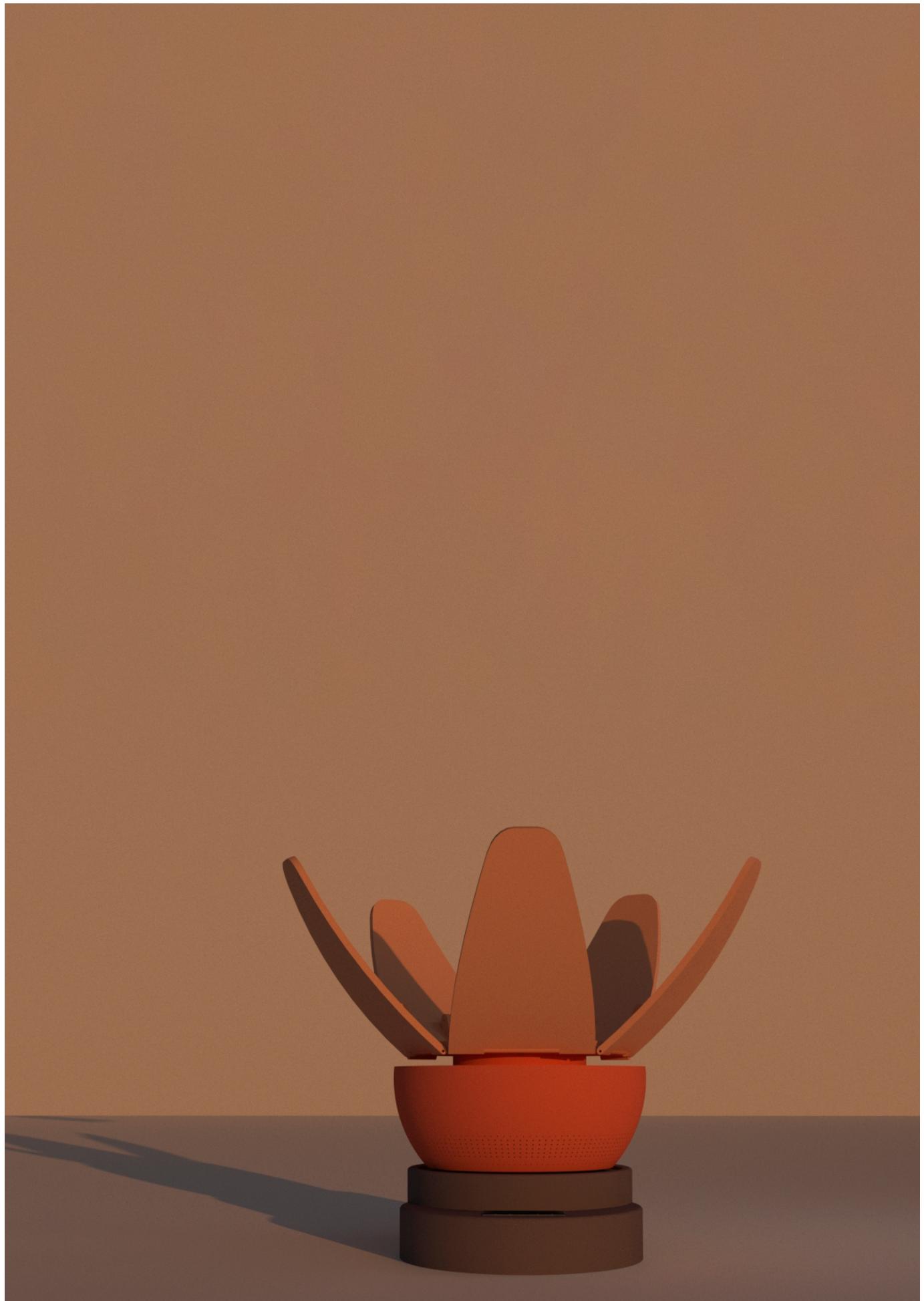


Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.





Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.



3. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

El proyecto desarrollado en este documento ha cumplido con los requerimientos marcados, he conseguido diseñar un producto inspirado en el funcionamiento de la vivienda “El Capricho”, del arquitecto Gaudí. La idea ha sido trabajada desde cero, partiendo de la búsqueda del concepto y llegando hasta la definición de la fabricación y el montaje del producto, así como su uso.

Suenasol mantiene una relación con la luz solar en todo momento, ya no solo con su propio comportamiento, sino que aparece implícitamente en el logotipo, e incluso en el nombre comercial. Realizar este producto ha supuesto un gran aprendizaje en general. Más teniendo en cuenta la complejidad de desarrollar un dispositivo electrónico, lo que supone un gran número de elementos a tener en cuenta y relacionar entre sí. El sistema de apertura-cierre también ha supuesto bastante razonamiento para ver cual era la forma más idónea de hacerlo funcionar y que no provocase colisiones entre sí. Ambas tareas, una vez resuelta y desarrollada la memoria, pueden parecer simples, pero han requerido de un gran proceso de investigación y comprobación para ver si realmente se trataba de un diseño viable.

Finalmente se llega a un producto interactivo, dinámico y estéticamente agradable que teóricamente llevan al producto a su correcta composición. No obstante, es cierto que ciertos componentes electrónicos o el sistema mecánico podrían ser estudiados más en profundidad para obtener una mayor precisión y fiabilidad. Aunque ello ya implicaría su desarrollo en otros proyectos aparte.

Cabe señalar que Suenasol es un objeto pensado con una intención industrial, donde cabe la posibilidad de ciertas mejoras o el hecho de extrapolar su uso a otros espacios, u otras capacidades a mayores.

Así como ocurre con el altavoz Beosound de Bang&Olufsen, u otros productos similares, se abre la posibilidad a que se puedan sincronizar varios dispositivos Suenasol a la vez.

Otra opción para tratar podría ser que el dispositivo contuviera un accesorio soporte para ser suspendido en techos y por tanto, funcionase con la posición opuesta a la planteada en este trabajo, es decir el dispositivo estaría “boca abajo”.

Otra posibilidad planteada es su comercialización para el uso en grandes espacios como puede ser un centro comercial o un edificio de oficinas. En estos espacios, Suenasol serviría para que las

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

personas tengan un poco más de conciencia sobre el ambiente exterior mientras desarrollan sus actividades en un espacio interior desde el que, en ocasiones, apenas se percibe el exterior. Por último, la posibilidad de que actuase para educar medioambientalmente en escuelas o centros culturales se podría incluir como una línea futura a trabajar.

4. BIBLIOGRAFÍA

Libros, revistas y artículos

Coral Hinojosa, S. (2018). El patio de luz como elemento de control lumínico al interior de los espacios arquitectónicos, caso de estudio: la Casa Batlló. Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.

Crippa, M. A. (2006). Antoni Gaudí, 1852-1926: de la naturaleza a la arquitectura. Taschen America Llc.

Gaudí (p&m ediciones). (2022).

Giordano, C., Palmisano, N., & Remacha, R. J. (2012b). El Capricho: una casa con influencias de la arquitectura árabe y el arte oriental : guía visual : Villa Quijano : colección Antoni Gaudí.

Pattini, A. (s.f.). Luz natural e iluminación de interiores

REVISTA OFICIAL MUSEO GAUDÍ CASA BOTINES. (2019). Dragón, 001, 6-10

Sánchez Trujillano, M. T. (1975). “El capricho” de Comillas, de Gaudí. Altamira: Revista Del Centro De Estudios Montañeses, 1, 337–343.

Sama, A. (2023). El manifiesto del girasol. Una obra maestra de Gaudí: El Capricho de Comillas. Ed. Universidad de Cantabria.

Sánchez Trujillano, M. T. (1975). “El capricho” de Comillas, de Gaudí. Altamira: Revista Del Centro De Estudios Montañeses, 1, 337–343.

Páginas web

Beosound Balance - Altavoz inalámbrico para interiores | B&O. (n.d.). <https://www.bang-olufsen.com/es/es/altavoces/beosound-balance>

Casa Botines. (2025, Junio 20). Museo Gaudí - Museo Casa Botines Gaudí en León. Museo Casa Botines Gaudí. <https://www.casabotines.es/>

Casbas, M. (2021, Febrero 23). La casa inspirada en un girasol donde girar y ser feliz. Traveler. <https://www.traveler.es/experiencias/articulos/sunflower-house-casa-girasol-carbono-positivo-koichi-takada/20265>

Comprar Philips SmartSleep Wake-up Light HF3531/01 Wake-up Light. (n.d.). Philips. https://www.philips.es/c-p/HF3531_01/smartsleep-wake-up-light

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

Diferencias entre los códigos inalámbricos Bluetooth | Audio-Technica. (n.d.). <https://www.audio-technica.com/es-es/support/diferencias-entre-los-codecs-inalambricos-bluetooth>

El Capricho de Gaudí | Historia y Arquitectura en Comillas. (n.d.). El Capricho De Gaudí | Historia Y Arquitectura En Comillas. <https://www.elcaprichodegaudi.com/el-capricho>

Introducción a los parlantes, Driver tipos de drivers. (n.d.). <https://www.musicworld.cl/blog/post/introduccion-a-los-parlantes-1-drivers-#:~:text=El%20conjunto%20de%20partes%20que,-que%20tiene%20a%20su%20alrededor>.

Jorge. (2024, Marzo 11). Qué son las fotocélulas: Todo lo que necesitas saber. Safety Global. <https://www.safetyglobal.com/que-son-fotocelulas/>

Lyu, K. (2022, Septiembre 14). Estabilizadores UV para plásticos: lo que necesita saber. EyouAgro. <https://es.eyouagro.com/academia/estabilizadores-uv-para-pl%C3%A1sticos/>

Lux-iluminancia explicada de forma sencilla.(n.d.).<https://www.lampara.es/inspiracion/lux-que-significa>

Philips | ¿Qué es un lux? (n.d.). Philips. <https://www.philips.es/c-f/XC000002361/%C2%BF-qu%C3%A9-es-un-lux#:~:text=La%20iluminaci%C3%B3n%20t%C3%ADpica%20de%20una,lux%20en%20un%20d%C3%ADa%20soleado>.

Photocollection. (2022, January 23). Kioskos de Gaudí en Comillas con motivo de las visitas de Alfonso XII. Recreación virtual, importancia de las fotografías en su realización. @cant_infinita. AlonsoRobisco. <http://photoblog.alonsorobisco.es/2022/01/kioskos-de-gaudi-en-comillas-con-motivo.html>

Simon Scena | SIMON. (2025, Junio 5). Simon Scena | SIMON. <https://www.simonelectric.com/simon-scena>

Tabla de luminosidades x área. (n.d.). <https://todovisual.com/luminosidades-x-area.htm>

Thermistors and LDRs - Electric circuits – WJEC - GCSE Physics (Single Science) Revision - WJEC - BBC Bitesize. (2023, February 21). BBC Bitesize. [https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zqxb4qt/revision/8#:~:text=LDRs%20\(light%2Ddependent%20resistors\),current%20can%20flow%20through%20it](https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zqxb4qt/revision/8#:~:text=LDRs%20(light%2Ddependent%20resistors),current%20can%20flow%20through%20it).

¿Qué es la compatibilidad A2DP en mis auriculares inalámbricos? (n.d.). https://support-es.panasonic.eu/app/answers/detail/a_id/11625/~/%C2%BFqu%C3%A9-es-la-compatibilidad-a2dp-en-mis-auriculares-inal%C3%A1mbricos%3F#:~:text=A2DP%20admite%20la%20transmisi%C3%B3n%20de,de%20audio%20con%20buena%20fidelidad

Qué es el polietileno de alta densidad HDPE ó PEAD. (n.d.). <https://www.envaselia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. COSTE DE FABRICACIÓN

- 1.1. COSTE DE MATERIALES
- 1.2. COSTE DE MANO DE OBRA DIRECTA (MOD)
- 1.3. COSTE DE PUESTO DE TRABAJO

2. COSTE TOTAL DE FÁBRICA

3. PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO

Para obtener el precio de venta del producto para su posible comercialización, se ha calculado su presupuesto. Se han tenido en cuenta el coste de fabricación, la mano de obra indirecta, las cargas sociales y los gastos generales para conseguir el precio que le supondría a la planta de producción su fabricación. Después se ha obtenido también el precio de venta al público.

Se procede a desarrollar de manera desglosada cada uno de los bloques que participan en el presupuesto.

COSTE DE FABRICACIÓN

Se trata del conjunto de gastos asociados con la producción del producto. Se descompone en: coste del material comercial (no fabricado), coste de la mano de obra directa (MOD) y coste del puesto de trabajo. Dicha estimación se calculará en base a una producción de 5000 unidades anuales.

En resumen, el coste de fabricación será el resultado de sumar los tres tipos de gastos mencionados: material + mano de obra directa + puesto de trabajo.

COSTE DE MATERIALES

El coste de material se refiere a todas aquellas adquisiciones necesarias para la producción del producto pero que no se fabrican en la planta industrial, sino que son compradas a diversos proveedores.

En este caso los materiales comerciales son aquellos que forman parte de la fabricación (plástico granulado para la inyección), los que componen el circuito electrónico y todos los elementos de unión mecánica. Los cálculos se han realizado pensando en una producción anual de 5000 unidades.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente a los componentes adquiridos, indicando su proveedor, el precio por unidad y la cantidad necesaria para el montaje de una unidad. Los elementos están distribuidos dependiendo a la parte a la que pertenezcan, la base de carga o el dispositivo que contiene el altavoz.

COSTE DE ELEMENTOS COMERCIALES				
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PRECIO UNIDAD (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
1 BASE DE CARGA				
Polietileno HDPE granulado	Xiamen Keyuan Plastic	1,31 €/kg		
Pieza tapa base			0,047 kg	0,06
Pieza carcasa base			0,261 kg	0,34
Sensor de luz digital BH1750	Naylamp Mechatronics	2,42	1	2,42
Micro mini célula panel solar 3V	GTIWUNG	1,83	1	1,83
Microcontrolador ESP32	A+ Dropship Store	3,6	1	3,6
Bobina transmisora de carga inalámbrica	Huixin Electronic Store	0,99	1	0,99
Módulo lector de tarjeta SD	Aquasat	2,3	1	2,3
Batería LiPo 3,7V	AutoSA Official Battery Store	2,14	1	2,14
Tornillo autorroscante avellanado M6x10mm	Dold Mechatronik	0,3	4	1,2
2 DISPOSITIVO ALTAVOZ				
Polietileno HDPE granulado	Xiamen Keyuan Plastic	1,31 €/kg		
Pieza carcasa altavoz			0,331 kg	0,43
Pieza tapa altavoz			0,044 kg	0,06
Pieza base pentagonal			0,081 kg	0,11
Pieza péntalo Polietileno			5x0,033 kg	0,22
Pieza abrazadera Polietileno			0,0009 kg	0,001
Bobina receptora de carga inalámbrica	Huixin Electronic Store	0,99	1	0,99
Batería LiPo 3,7V	AutoSA Official Battery Store	2,14	1	2,14
Micro servomotor 360° SG90	Cynwarm House	0,96	1	0,96
Módulo inalámbrico receptor de audio Bluetooth	Leantec Robotics	3,99	1	3,99
Amplificador de audio mini PAM8403	Funduino	1,84	1	1,84
Altavoz 41mm	Fly up Electronic	1,39	1	1,39
PCB redonda	Shenzhen Wonstron Technology	1,5	1	1,5
Tornillo autorroscante avellanado M3,5x8mm	Dold Mechatronik	0,3	5	1,5
Tornillo de cabeza alomada M2x8mm	RS Pro	0,04	2	0,08
Pasador metálico	Pandahall	0,006	10	0,06
				COSTE TOTAL 30,151

Tabla 2: Coste de elementos comerciales

COSTE DE MANO DE OBRA DIRECTA (MOD)

La mano de obra directa es el conjunto de operarios que cumplen su función en la cadena de producción. Esta consiste en las diferentes operaciones para conformar las piezas con el plástico base, HDPE. Dependiendo del nivel de cualificación y perfeccionismo de la tarea, hay un perfil de trabajador u otro, por lo que el sueldo por hora variara.

En la tabla se explican las operaciones, el numero de veces que han de realizarse, el tiempo empleado por cada pieza en minutos, el trabajador encargado de realizarlo y su correspondiente salario por hora trabajada.

COSTE MANO DE OBRA DIRECTA							
OPERACIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min/Ud.)	TIEMPO TOTAL (h)	OPERARIO	SALARIO(€/h)	COSTE(€)	
Inyección de HDPE	10	2	0,33	Oficial	11,25	3,7125	
Revisar imprimación	10	1	0,17	Oficial	11,25	1,9125	
Sobremoldeo con TPE	10	0,5	0,08	Oficial	11,25	0,9	
Inspección visual	10	0,5	0,08	Oficial	11,25	0,9	
Mecanizado de agujeros	22	0,2	0,073	Peón	9,12	0,66576	
Traslado a zona de montaje	2	2	0,066	Peón	9,12	0,60192	
Configuración y montaje del circuito eléctrico	2	3	0,1	Especialista	10,52	1,052	
Inspección funcionamiento	2	1,5	0,05	Especialista	10,52	0,526	
Unión mecánica	2	1	0,033	Peón	9,12	0,30096	
Unión manual	5	1	0,08	Peón	9,12	0,7296	
							COSTE TOTAL 11,30124

Tabla 3: Coste demano de obra directa (MOD)

COSTE DE PUESTO DE TRABAJO

El gasto invertido en maquinaria e instalaciones se tiene en cuenta en el bloque de coste de puesto de trabajo. Se ha considerado que la puesta en marcha de una planta industrial que se dedique a la fabricación del producto supondrá una inversión de 100.000 €.

Es importante fijar ciertos datos con vistas a la adecuada gestión del taller. El periodo de amortización de la maquinaria es a 10 años, el porcentaje de mantenimiento(m) es del 4%, el gasto energético por hora de las instalaciones es de 7KWh y el interés de la inversión es del 10%. También se tendrá en cuenta el funcionamiento al año de la planta industrial (en horas). Para ello se ha revisado el número de días laborales del año 2025, 249 días (año de la realización de este presupuesto). Considerando que la jornada laboral es de 8 horas al día, sale como resultado, 1992 horas de desempeño anual. La vida prevista mencionada en la siguiente tabla se refiere al funcionamiento en horas durante los años de amortización.

COSTE PUESTO DE TRABAJO								
PRECIO (€)	AMORTIZACIÓN	FUNCIONAMIENTO (h/año)	VIDA PREVISTA (h)	INTERÉS	AMORTIZACIÓN	MANTENIMIENTO	ENERGÍA	COSTE(€)
100.000	10	1992	19920	5,02	5,02	2	0,53	12,57
rentabilidad=10%								
m=4%								
Coste de energía= 0,076€								
KWh= 7								

Tabla 4: Coste de puesto de trabajo

COSTE TOTAL DE FÁBRICA

Una vez calculado el coste de fabricación, para obtener el coste total de fábrica intervienen otros parámetros: la mano de obra indirecta (MOI), las cargas sociales y los gastos generales. Estos tienen relación con la mano de obra directa (MOD).

La mano de obra indirecta se trata de todos aquellos trabajadores que no realicen ninguna operación de conformación de la pieza, pero que su tarea sea imprescindible para la comercialización del producto. Se traduce en un 20% sobre MOD.

Las cargas sociales son las aportaciones de la empresa para cubrir necesidades de seguridad social, seguros y accidentes laborales, formaciones, etc. Estas suponen un 35% sobre la suma de MOD y MOI, previamente calculada.

Y los gastos generales son inversiones diarias que se necesitan para el funcionamiento del taller que no se asignan a una tarea concreta como, por ejemplo, gastos de agua, gas, de viajes, marketing y publicidad, etc. Se aplica un 16% sobre MOD.

La suma de los parámetros mencionados da como resultado un coste total de fábrica de 62.84€, como se puede observar en la tabla.

PRESUPUESTO INDUSTRIAL		
CONCEPTO	PRECIO (€)	
Coste de fabricación	Elementos	30,151
	M.O.D	11,30124
	Puesto de trabajo	12,57
Mano de obra indirecta M.O.I (20%)	2,260248	
Cargas sociales (35%)	4,7465208	
Gastos generales (16%)	1,8081984	
Coste total de fábrica		62,8372072

Tabla 5: Coste total de fábrica

PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO

Al coste de la producción completa del dispositivo se le añade el beneficio industrial (15%) dando como resultado el coste de venta en fábrica de 72.26€.

Finalmente, incorporando también el impuesto sobre el valor añadido (I.V.A) del 21% sobre el precio de venta en fábrica, el producto queda a un precio de venta de 87.44€.

PRESUPUESTO INDUSTRIAL		
CONCEPTO		PRECIO (€)
Coste de fabricación	Elementos	30,151
	M.O.D	11,30124
	Puesto de trabajo	12,57
Mano de obra indirecta M.O.I (20%)		2,260248
Cargas sociales (35%)		4,7465208
Gastos generales (16%)		1,8081984
Coste total de fábrica		62,8372072
Beneficio industrial (15%)		9,42558108
Precio de venta en fábrica		72,26278828
I.V.A (21%)		15,17518554
Precio venta al público		87,43797382

Tabla 6: Precio de venta al público

Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

PLANOS

ÍNDICE DE LOS PLANOS

1. PLANO DEL CONJUNTO

2. EXPLOSIONADO DE LA BASE

2.1. PLANO CARCASA BASE

2.2. PLANO TAPA BASE

3. EXPLOSIONADO DEL DISPOSITIVO

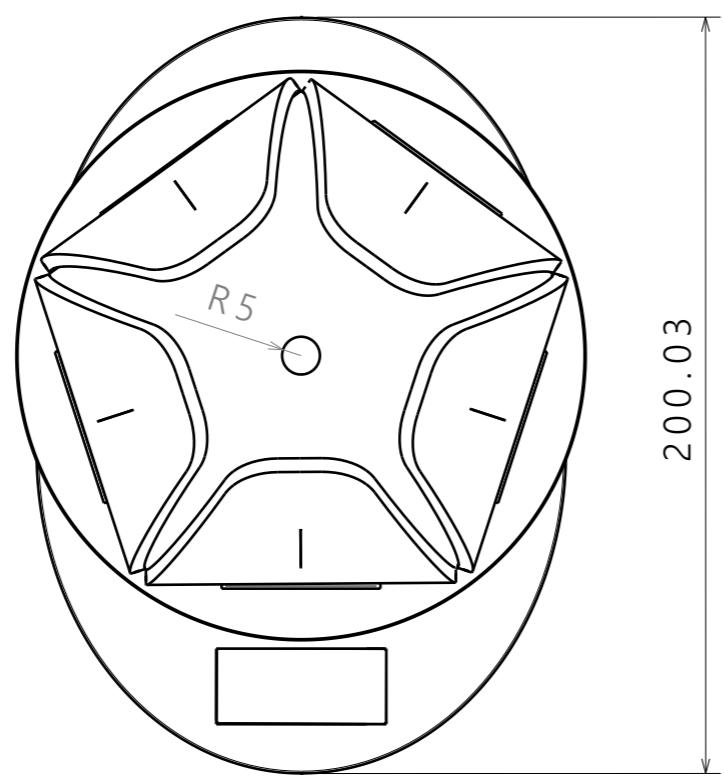
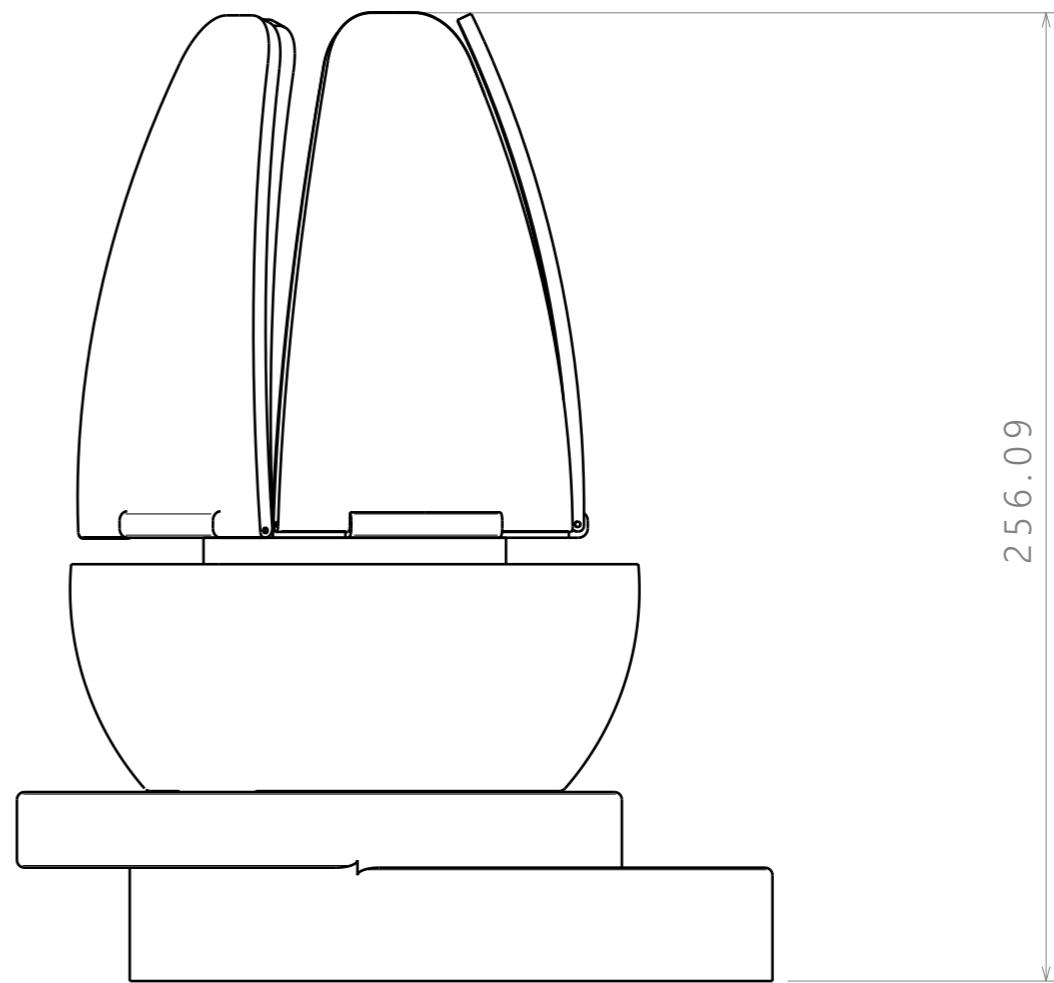
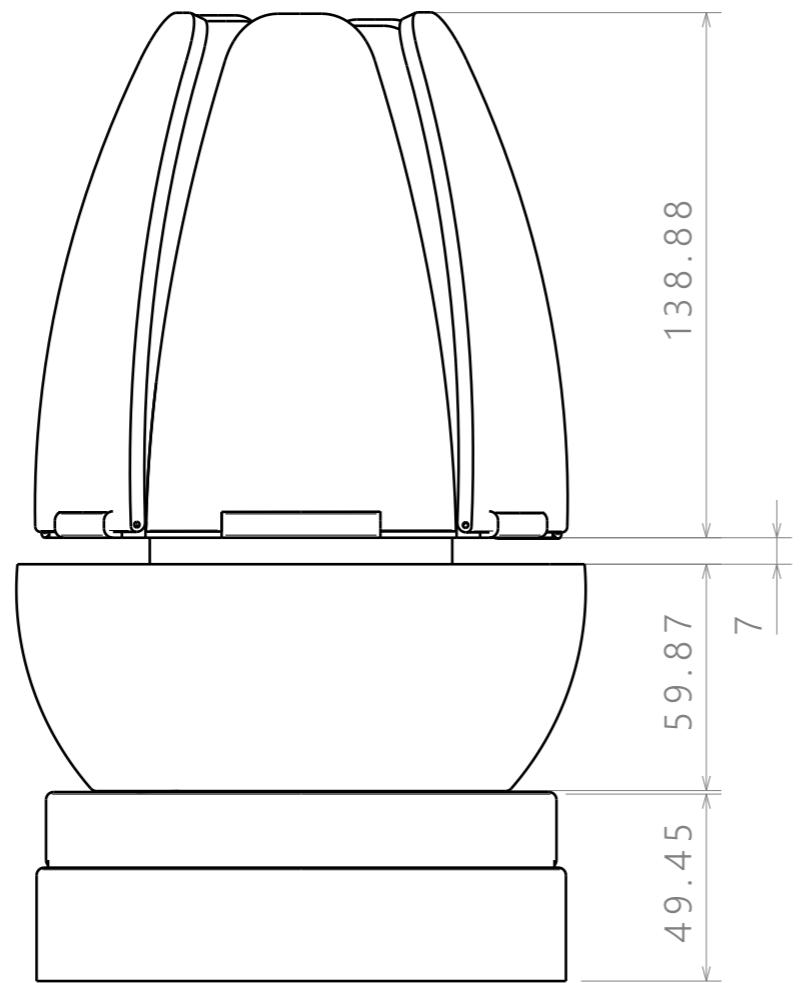
3.1. PLANO CARCASA ALTAZOZ

3.2. PLANO TAPA ALTAZOZ

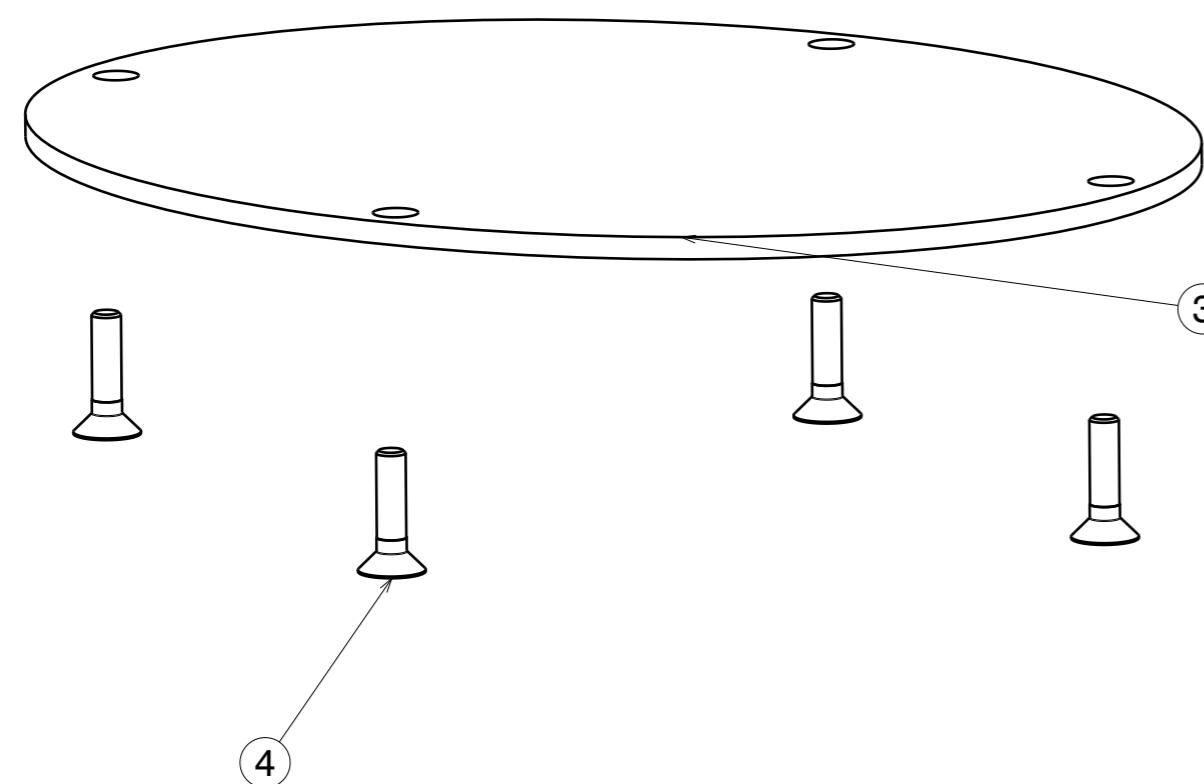
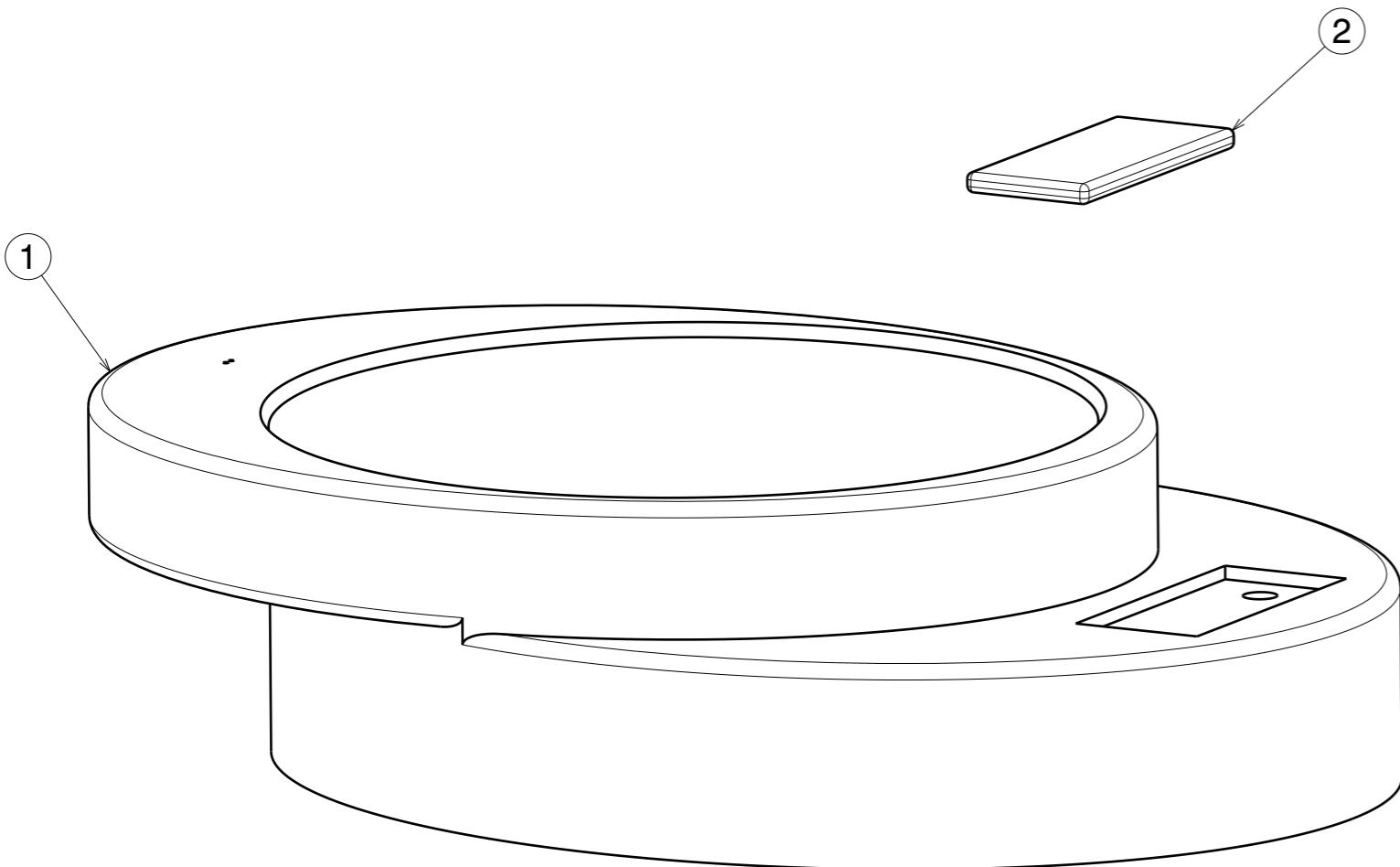
3.3. PLANO ABRAZADERA

3.4. PLANO BASE PENTAGONAL

3.5. PLANO PÉTALO

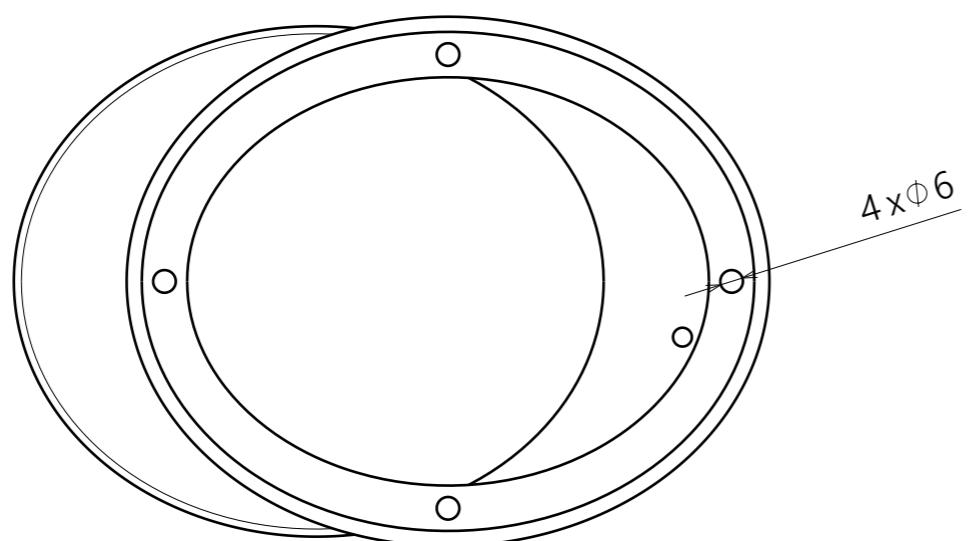


Firmado	Laura Pascual González		I	
Fecha:	Junio 2025	Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.	H	
A3		CONJUNTO	G	
Escala	1:2	Plano 1	F	
		Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto	E	
			D	
			C	
			B	
			A	
			Hoja	1/10

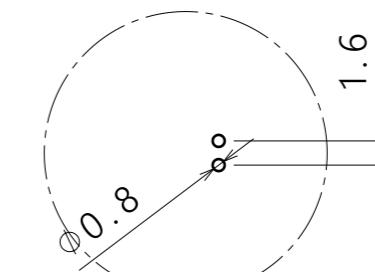
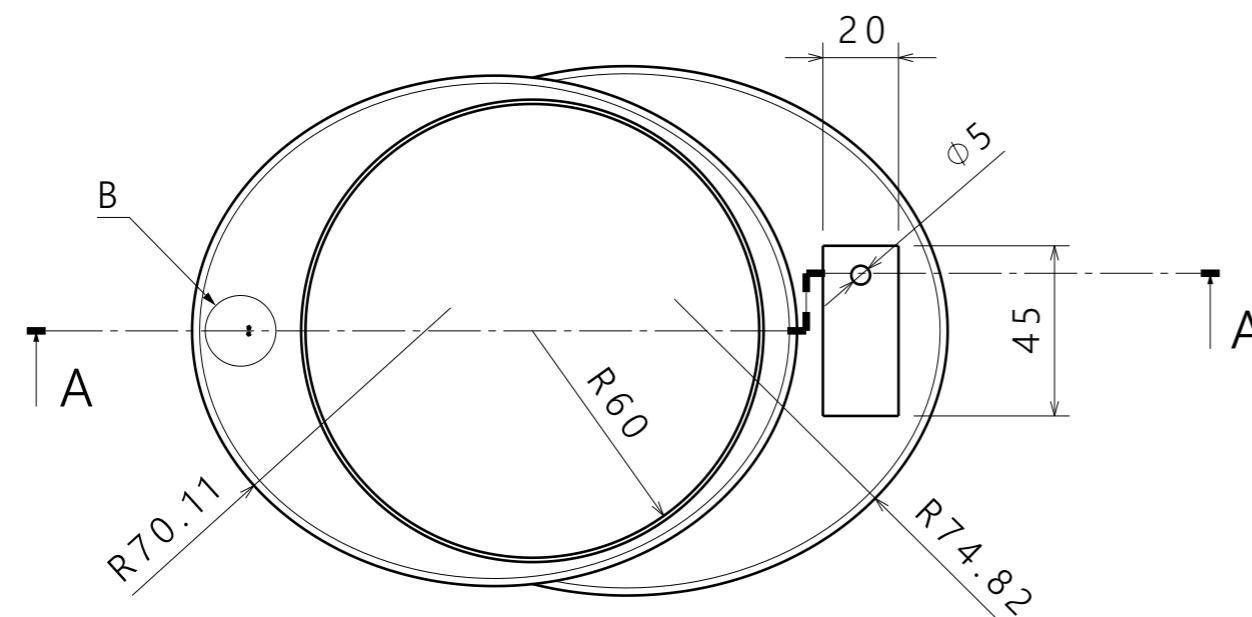
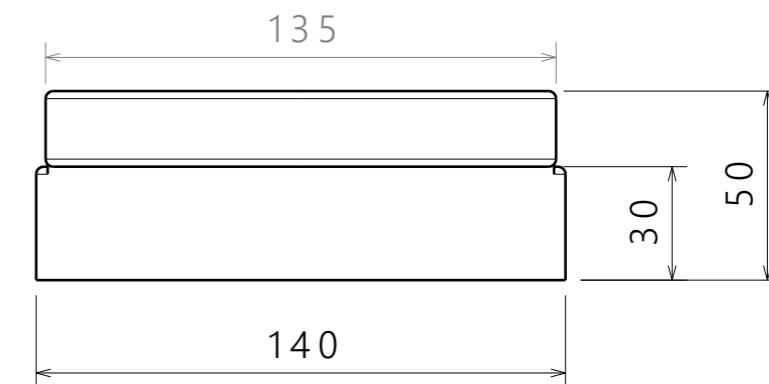
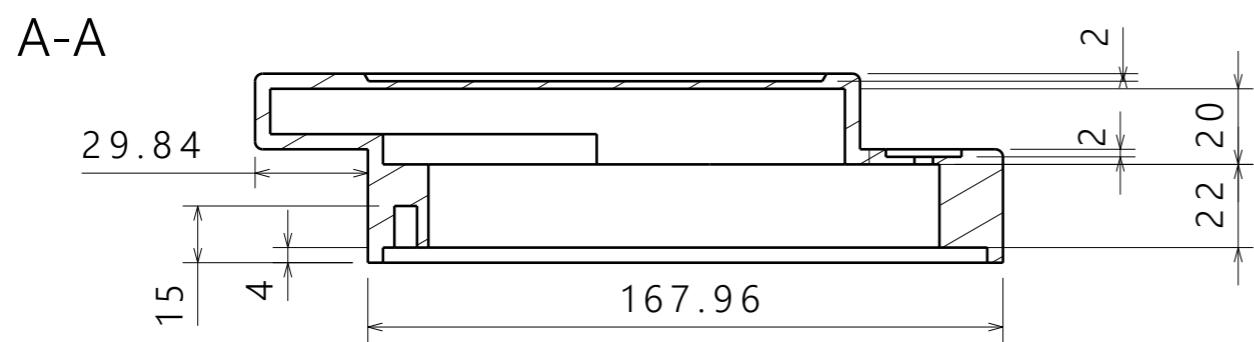


Marca	Denominación	Cantidad	Material	Referencia
1	Base	1	Polipropileno (HDPE)	Plano 1
2	Placa solar	1		
3	Tapa	1	Polipropileno (HDPE)	Plano 2
4	ISO 10642 SCREW M4x16 STEEL HEXAGON SOCKET COUNTERSUNK HEAD	4	Acero cincado	ISO 10642

Firmado:	Laura Pascual González	Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.	I
Fecha:			H
	Junio 2025		G
A3		DESPIECE BASE	F
Escala	1 : 1	Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto	E
			D
			C
			B
			A
		2/10	



Radios de redondeo no acotados= 2mm

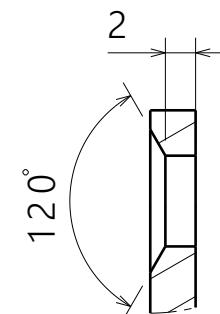
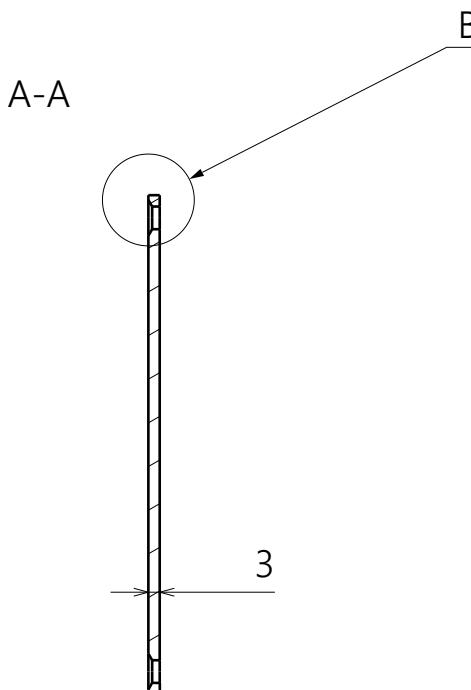
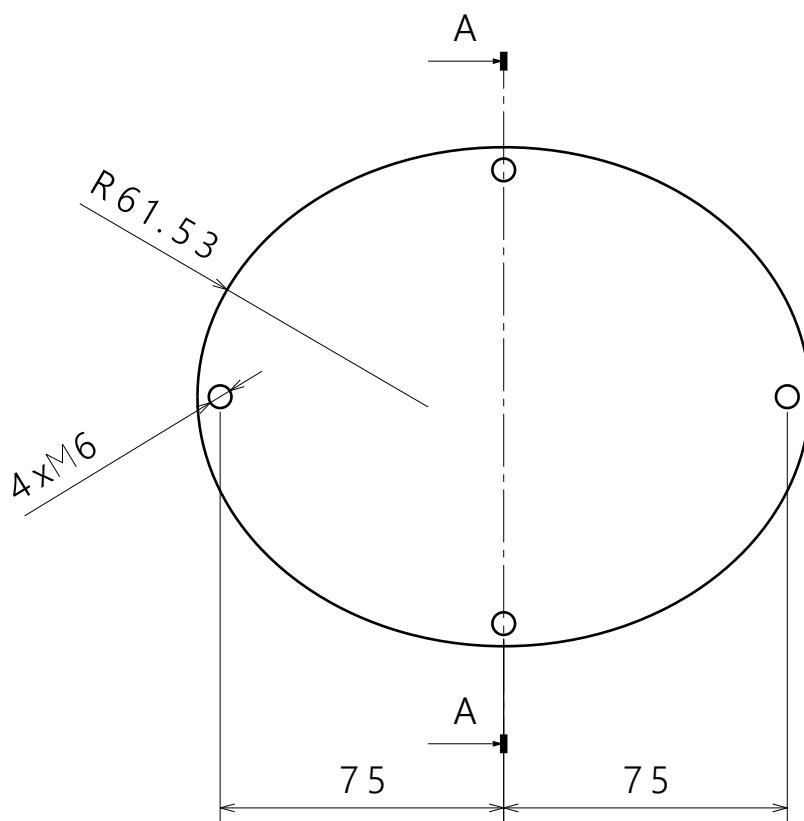


Detalle B Escala
2:1

Firmado	Laura Pascual González			I
Fecha	Junio 2025			H
A3	CARCASA BASE			G
Escala	1:2	Plano 1	Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto	F
			Hoja	E
				D
				C
				B
				A

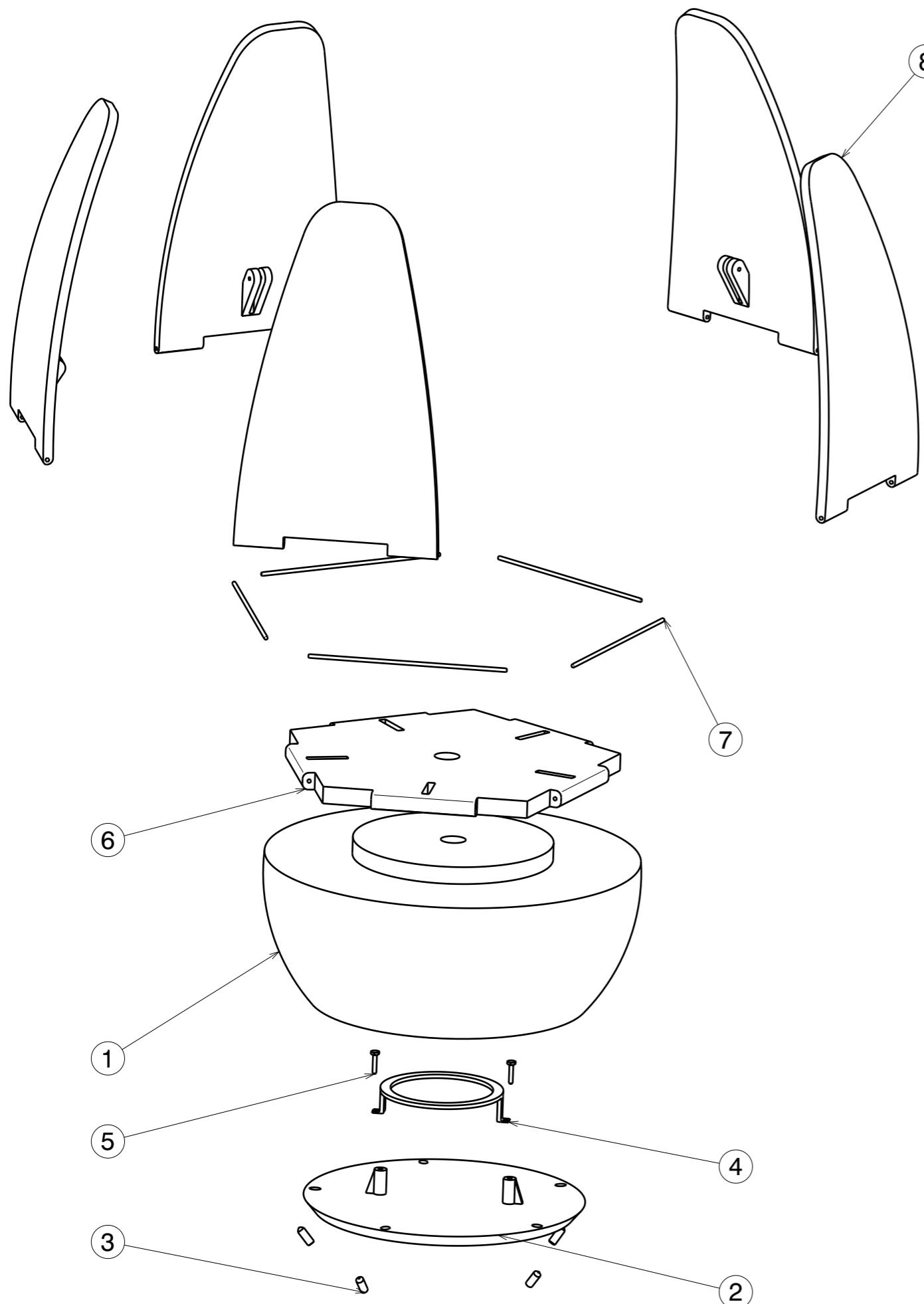
Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.

3/10



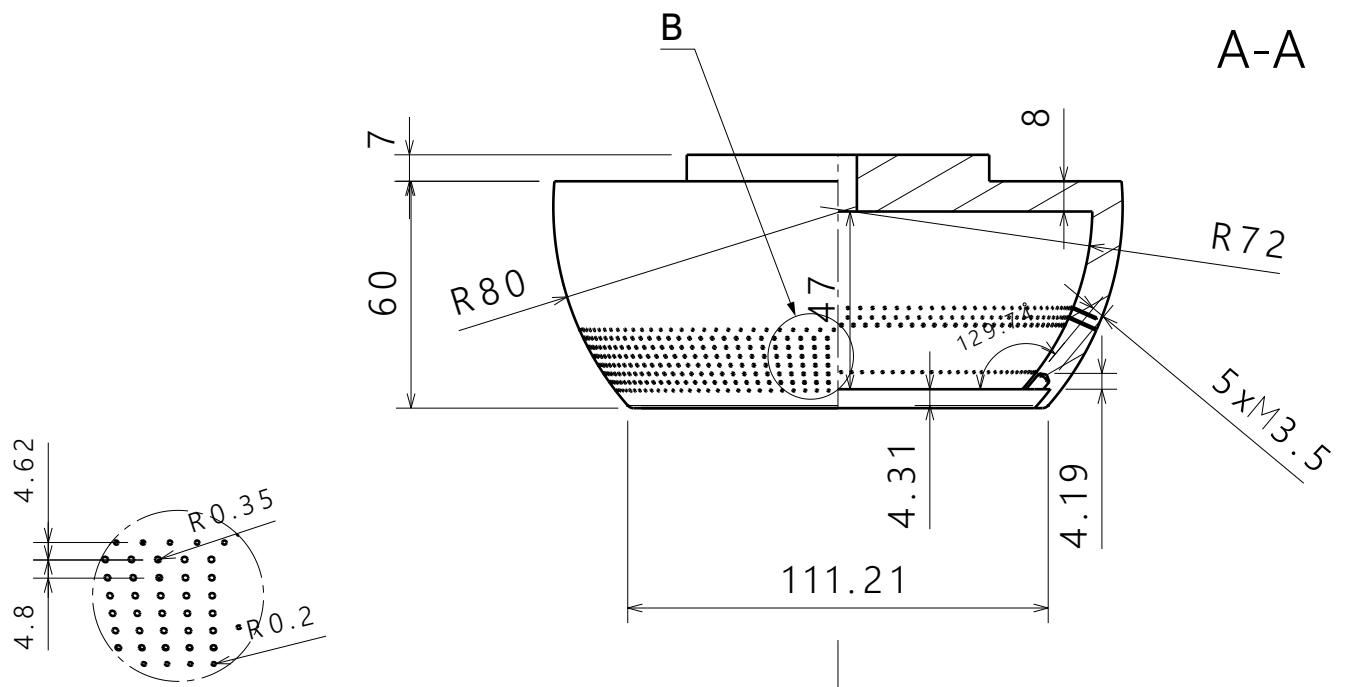
Detalle B Escala
2:1

Firmado:	Laura Pascual González			I
Fecha:	Junio 2025		Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.	H
A4		TAPA BASE		G
SCALE	1:1	Plano 2	Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto	F
				E
				D
				C
				B
				A



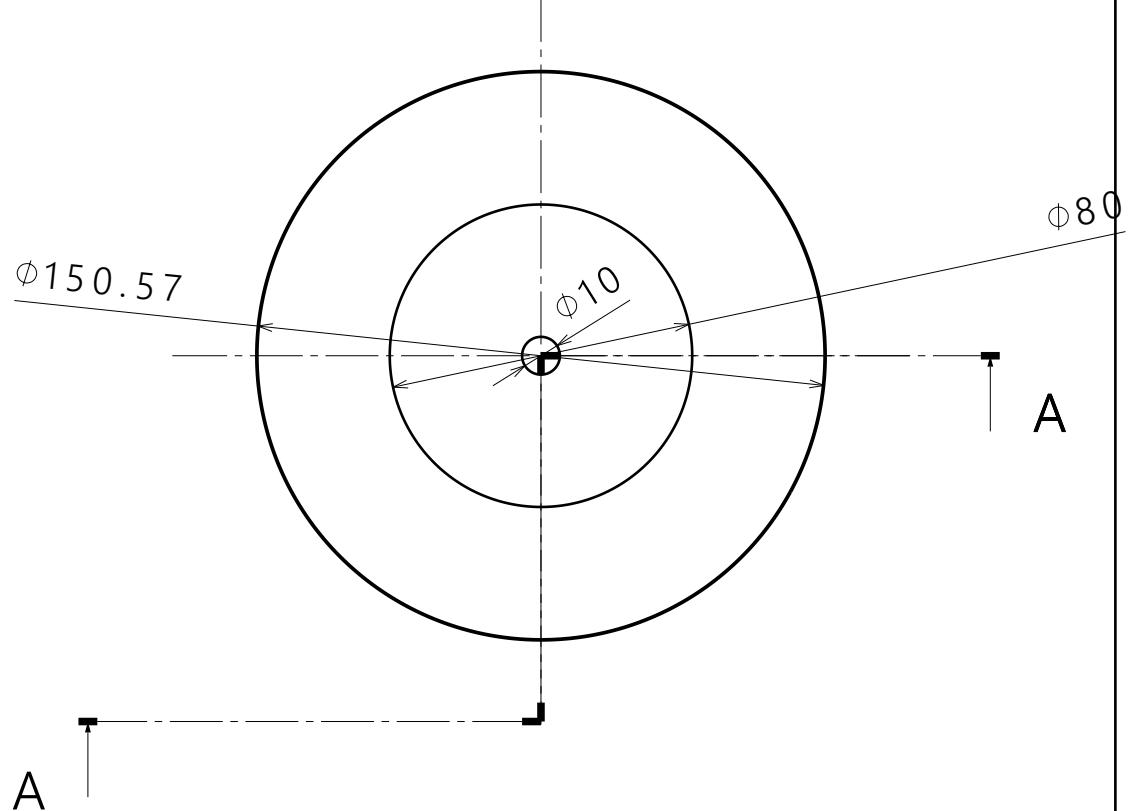
Marca	Denominación	Cantidad	Material	Referencia
1	Altavoz carcasa	1	Polipropileno (HDPE)	Plano 1
2	Tapa altavoz	1	Polipropileno (HDPE)	Plano 2
3	ISO 10642 SCREW M3.5X8 STEEL HEXAGON SOCKET	5	Acero cincado	ISO 10642
4	Abrazadera	1	Polipropileno (HDPE)	Plano 3
5	UNE EN 4017 M2X8	1	Acero cincado	UNE EN 4017
6	Base pentagonal	1	Polipropileno (HDPE)	Plano 4
7	Pasador	1	Acero cincado	
8	Pétalo	6	Polipropileno (HDPE)	Plano 5

Firmado:	Laura Pascual González	I
Fecha:	Junio 2025	H
A3		G
Escala	1:2	F
	Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto	E
		D
		C
		B
		A
DESPIECE DISPOSITIVO		Hoja 5/10



Detalle B

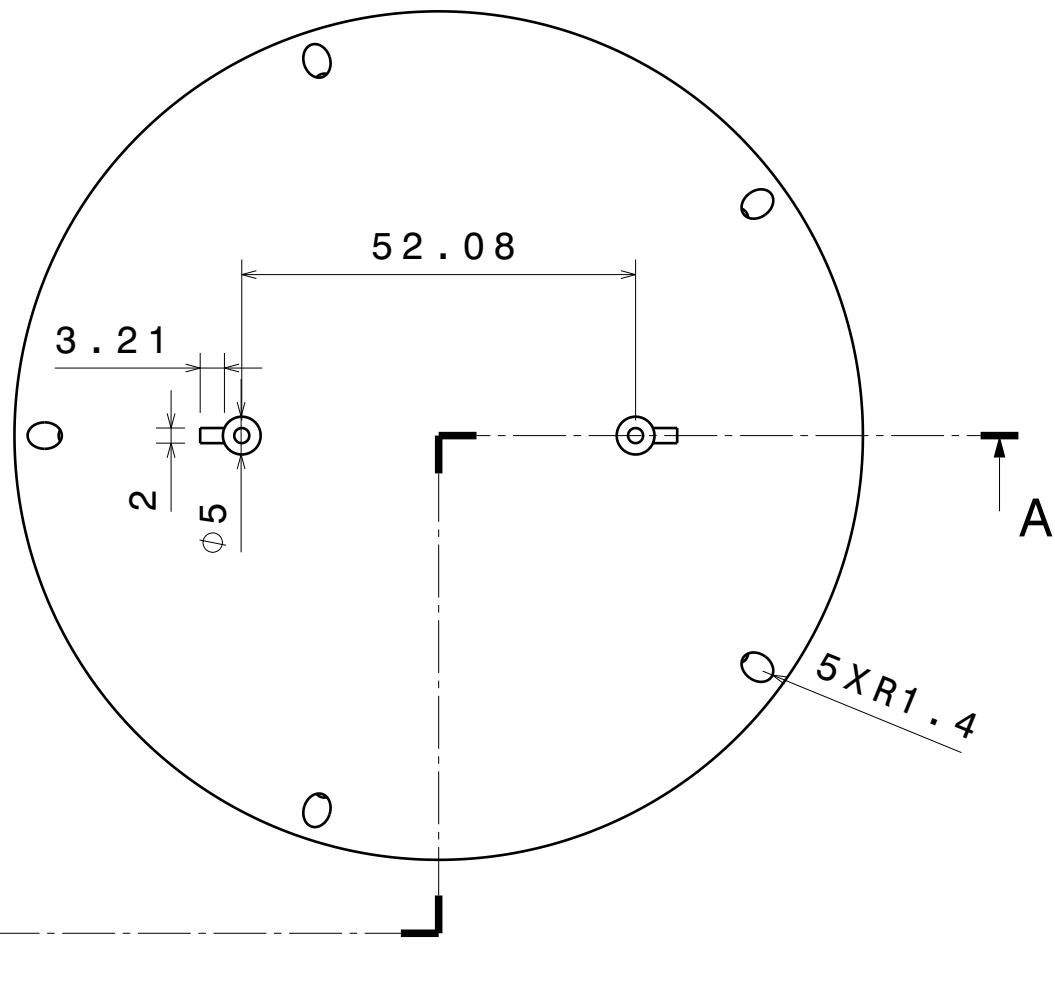
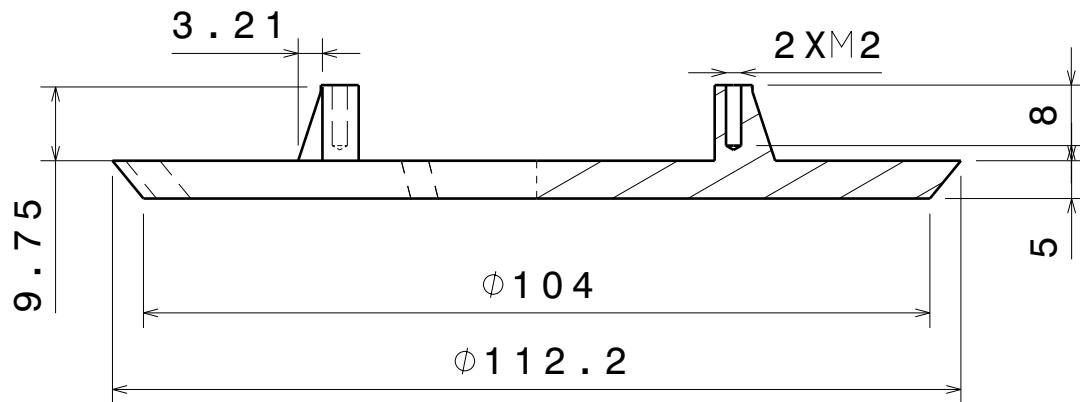
Escala: 1:1



Radios de redondeo no acotados= 2mm

Firmado:		I	
Laura Pascual González	Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.	H	
Fecha:		G	
Junio 2025		F	
A4		E	
Escala		D	
1:2	Plano 1	C	
	Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto	B	
		A	
		Hoja	6/10

A-A



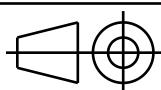
Firmado:

Laura Pascual González

Fecha:

Junio 2025

A4



TAPA ALTAZOZ

Escala

1:1

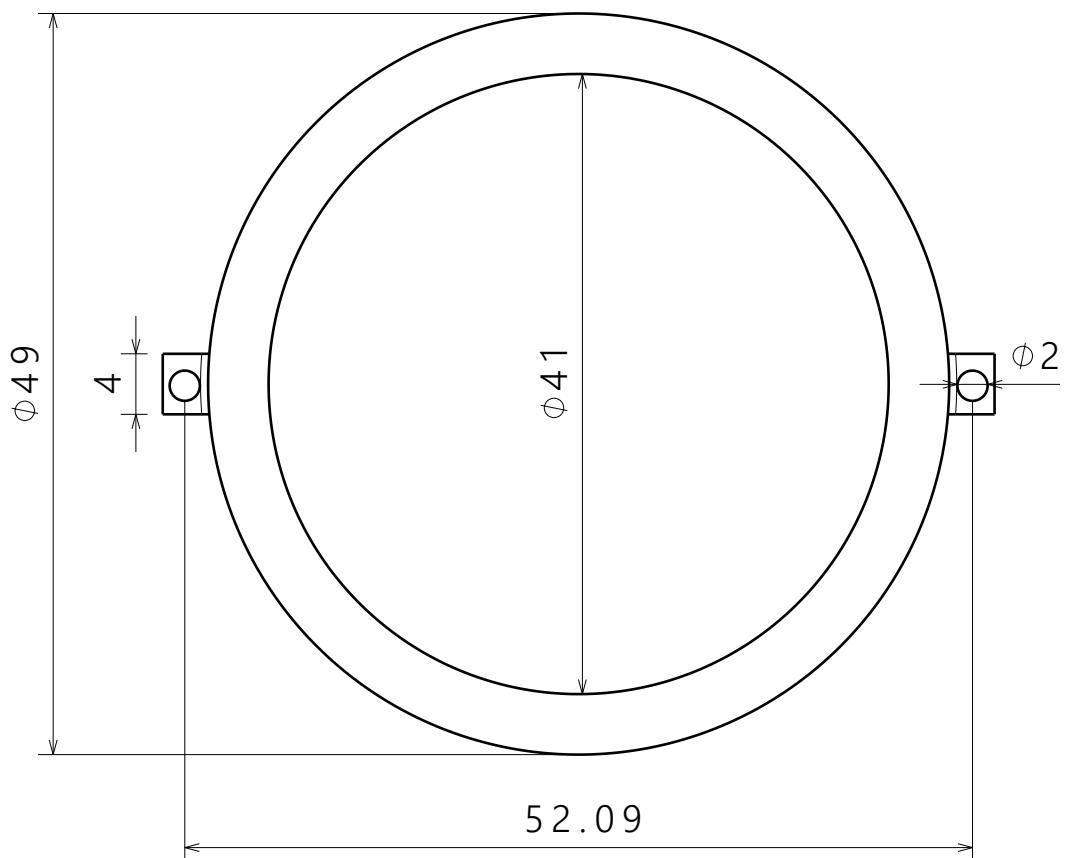
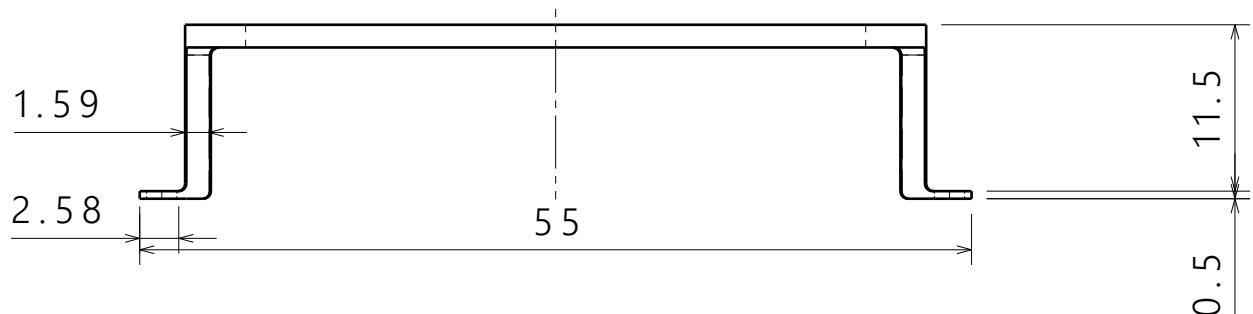
Plano 2

Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto

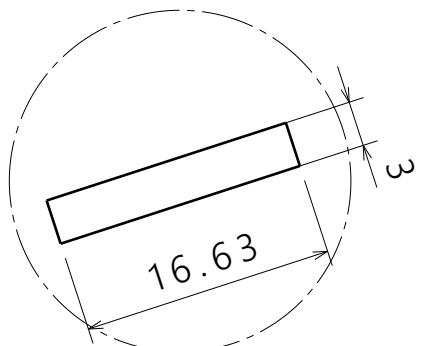
Hoja

7/10

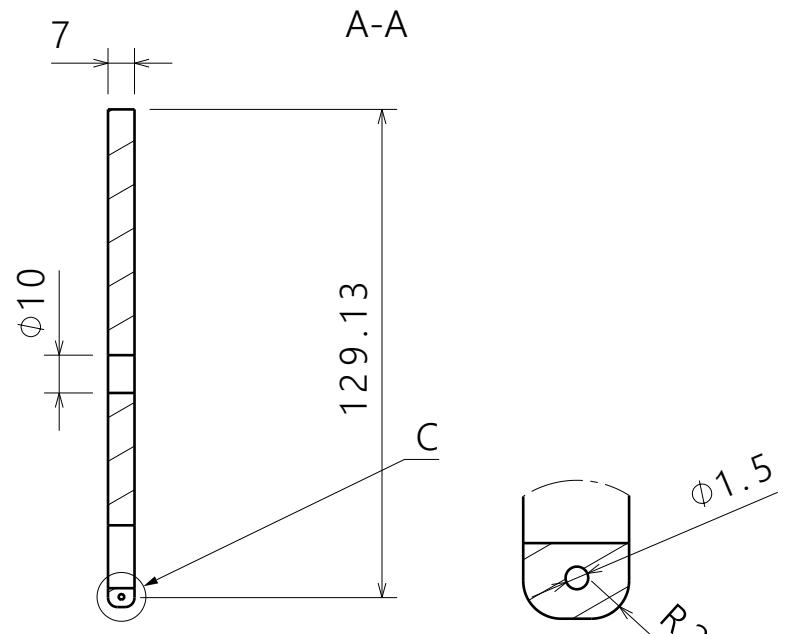
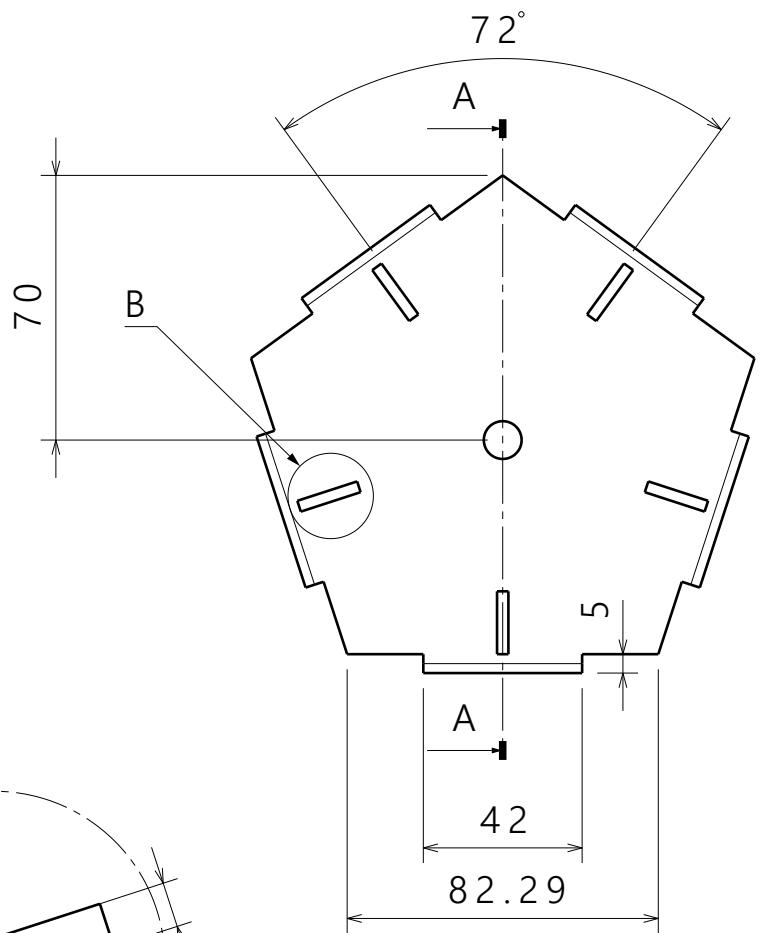
I
H
G
F
E
D
C
B
A



Firmado:		I	
Laura Pascual González	Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.	H	
Fecha:		G	
Junio 2025		F	
A4		E	
Escala	Plano 3	D	
2:1	Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto	C	
		B	
		A	
		Hoja	8/10

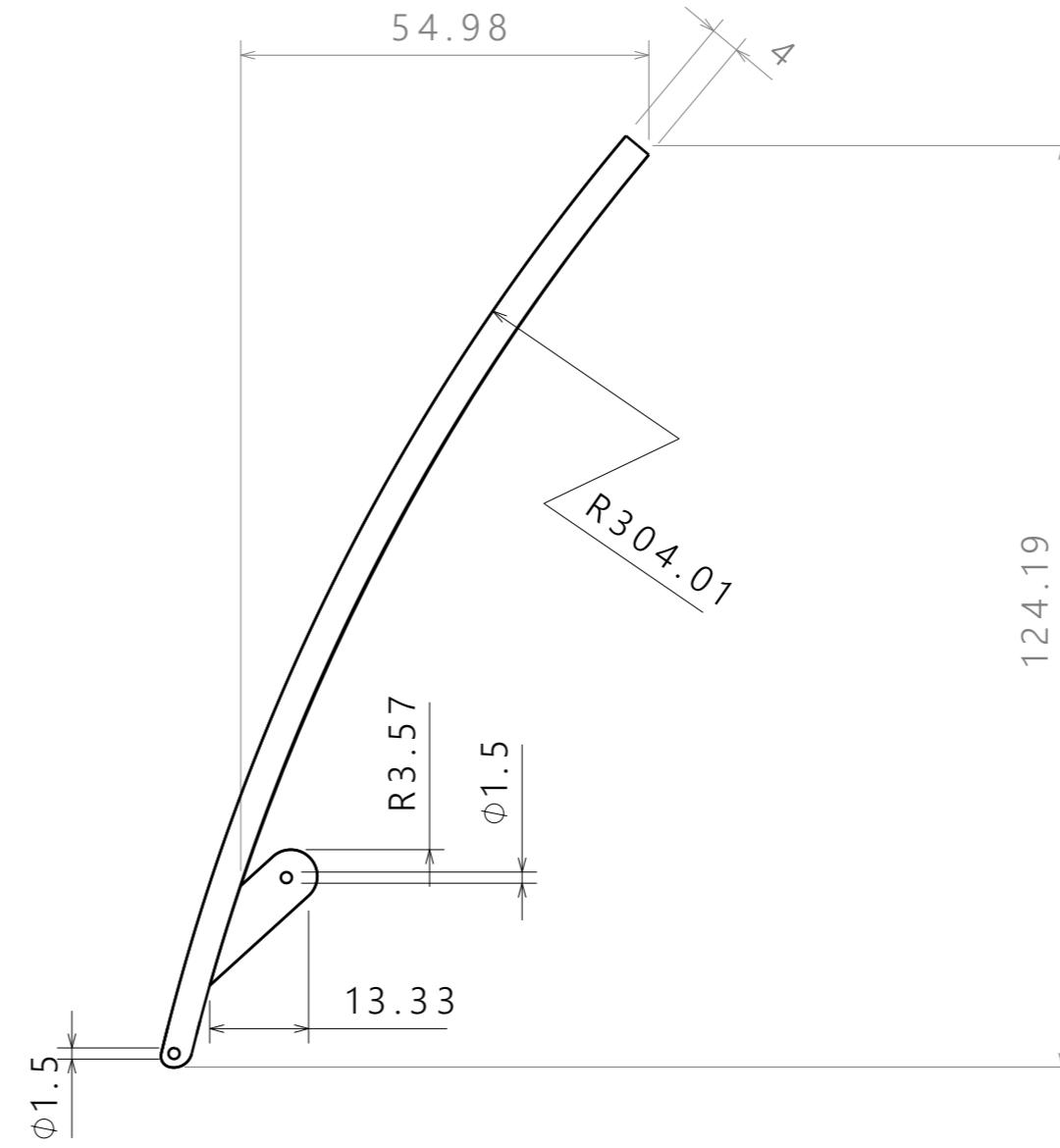
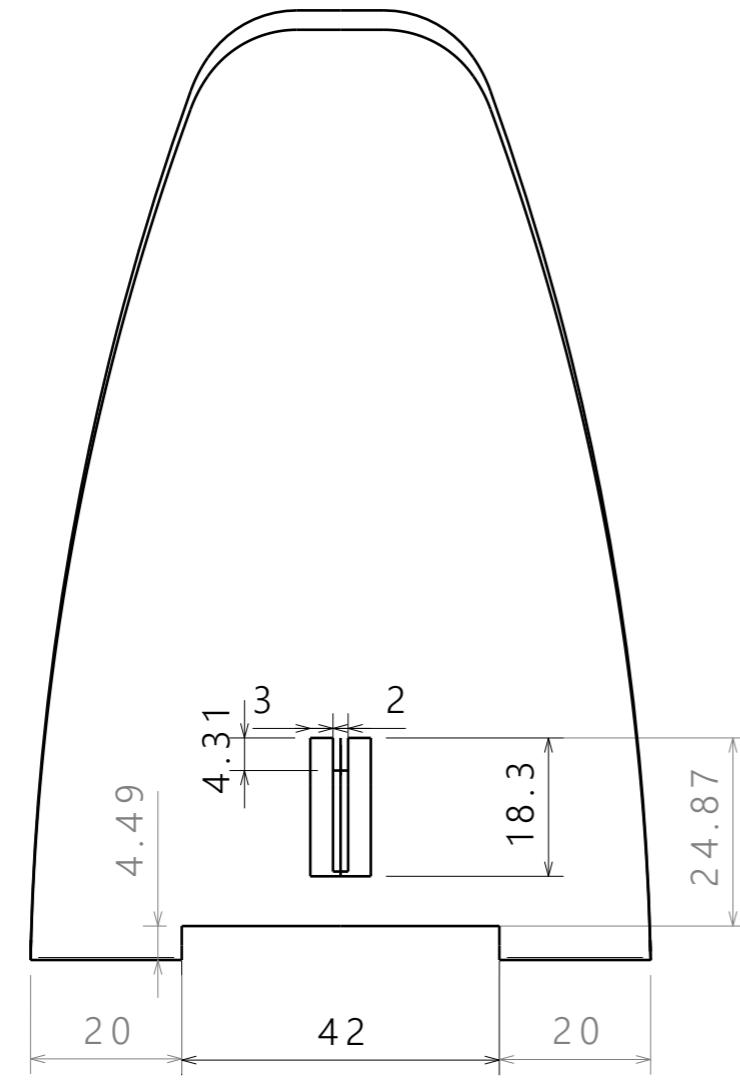


Detalle B Escala
2:1



Detalle C
Escala 2:1

Firmado:	Laura Pascual González			I
Fecha:	Junio 2025		Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.	H
SIZE	A4		BASE PENTAGONAL	G
SCALE	1:2	Plano 4	Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de producto	F
				E
				D
				C
				B
				A
			Hoja	
			9/10	



Firmado:			I
Laura Pascual González			H
Fecha:	Suenasol. Diseño de un dispositivo de interacción meteorológica que transforma la luz solar en sonido.		G
Junio 2025			F
SIZE		PÉTALO	E
SCALE	Plano 5	Ingeniería de diseño y desarrollo de producto	D
1:1		Hoja 10/10	C
			B
			A