

Uniendo Energía Solar y Diseño

Iluminación Doméstica mediante Impresión 3D

Estudiante: Federica Rehermann Gallinal

Tutor: Arq. Gonzalo Núñez Bonjour

Asesora: Ayud. Mg. Carolina Frabasile Treutler

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
ESCUELA UNIVERSITARIA CENTRO DE DISEÑO

Montevideo - Uruguay
2025



**Escuela Universitaria
Centro de Diseño**



**Facultad de Arquitectura,
Diseño y Urbanismo**
UDELAR



**UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY**

Indice

1. Introducción	
• Agradecimientos	03
• Motivación	04
• Introducción	05
• Planteamiento del problema	06
• Objetivos	08
• Metodología	09
• Gestión del proyecto	10
2. Marco Teórico	
• Conceptos relevantes de la temática	11
• Actualidad y tendencias en el mercado	13
• Estrategias para acercarse a los usuarios	17
• Antecedentes	18
• Impacto ambiental	21
• Procesos productivos	21
• Gestión de residuos	23
• Ética profesional y ética del diseño	24
3. Relevamiento de datos	
• Observación de entrevistas	25
• Observación de encuestas	26
4. Propuesta y desarrollo	
• Mapa Mental	27
• UPAC	28
• Moodboard	29
• Requisitos de diseño	30
• Caminos proyectuales	31
• Elección del camino proyectual	46
• Exploración paneles solares	47
• Evaluación de eficiencia energética	49
• Sistema de fijación mediante ventosa	50
• Integración del panel en la base y encastrados	51
• Pruebas de calibración	52
• Cambio de nozzle y pruebas de impresión	53
• Propuesta final de diseño	54
• Secuencia de uso	61
• Costos y presupuesto final	62
5. Conclusiones	
• Conclusiones	63
• Valoración crítica del proyecto	64
• Bibliografía	65
• Anexo	67

Agradecimientos

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo de este Trabajo Final de Grado.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi tutor de tesis, el Prof. Adj. Arq. Gonzalo Núñez Bonjour, y a mi asesora, la Ayud. Mg. Carolina Frabasile Treutler, por su invaluable guía, su paciencia y por brindarme siempre sus sabios y oportunos consejos.

Finalmente, quiero expresar mi profunda gratitud a mi familia. A mis padres y hermanos, por su amor incondicional y por enseñarme que, con dedicación y esfuerzo, se pueden alcanzar grandes metas. A mi esposo, quien me ha acompañado a lo largo del camino, siempre confiando en mí y ayudándome a hacer realidad todo lo que me propongo. A mis amigos, por su constante apoyo, paciencia y ánimo en los momentos más complicados.

A todos, gracias por ayudarme a alcanzar este sueño.

Motivación

Mi interés en el tema surge de las experiencias adquiridas durante mi formación en diseño industrial, en particular en el taller de fabricación digital, que despertó mi fascinación por la tecnología de impresión 3D. A esto se suma un interés por la luz, que considero fundamental para la calidad del habitar en los distintos espacios de la vida cotidiana.

De esta manera, nació la búsqueda de fusionar tecnología y luz para contribuir a mejorar la vida cotidiana de las personas. Sin embargo, esta inquietud se amplió hacia un objetivo aún más relevante: ofrecer una solución que, además de funcional, promueva un uso eficiente de la energía. Así, el proyecto busca acercar a las personas a prácticas sostenibles, siendo la energía solar y la impresión 3D los enfoques principales de este Trabajo Final de Grado.

A pesar del notable avance tecnológico en diversas facultades a nivel mundial, especialmente en el cono sur, considero que es un ámbito que aún requiere mayor expansión. Siempre involucrada en laboratorios y materias del área tecnológica, creo que hubiera deseado más horas dedicadas a profundizar mis habilidades, especialmente en herramientas como la impresión 3D, que permiten mejorar tanto la experiencia de las personas como la mía como diseñadora.

Es esencial destacar la necesidad de aprovechar esta tecnología para generar productos de calidad, una tarea que, en la actualidad, cada vez más personas están logrando alcanzar. Mi introducción al diseño de luminarias se remonta al laboratorio de metales I, y profundicé esta experiencia en diseño 3 al crear una luminaria doméstica para usuarios que teletrabajan. En la actualidad, mi objetivo es dar el siguiente paso, integrando los conocimientos adquiridos en la universidad para emprender como diseñadora, buscando un diseño estético y funcional, con especial atención a la eficiencia energética.

Introducción

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2024), en el contexto actual de crisis ambiental y agotamiento de los recursos naturales, la búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles se ha convertido en una prioridad para la sociedad. El impacto negativo de los métodos tradicionales de producción ha puesto en evidencia la necesidad urgente de transitar hacia modelos más responsables con el medio ambiente. En este escenario, la integración de la tecnología emergente en la vida cotidiana juega un papel fundamental para fomentar una mayor conciencia ambiental y promover un cambio en los hábitos de consumo.

Este proyecto se centra en desarrollar luminarias solares domésticas mediante el uso de la impresión 3D, una tecnología versátil que permite crear productos personalizados y adaptados a las necesidades actuales de sostenibilidad. La propuesta busca no solo ofrecer una alternativa energética eficiente y renovable, sino también fusionar la funcionalidad con el diseño moderno, aportando soluciones estéticas y accesibles para los hogares.

La implementación de este tipo de tecnología en productos de uso cotidiano tiene como objetivo acercar a los usuarios a opciones más responsables con el medio ambiente, fomentando la conciencia energética. Este enfoque no solo contribuye a la reducción de la dependencia de fuentes energéticas no renovables, sino que también invita a repensar la manera en que se diseñan y producen los objetos, ofreciendo un camino hacia un futuro más sostenible.

A través de la creación de luminarias solares impresas en 3D, este proyecto busca ser una prueba tangible de cómo la tecnología puede ser aprovechada para impulsar un cambio positivo, tanto en el Diseño Industrial como en la adopción de energías limpias, beneficiando tanto al usuario como al planeta.

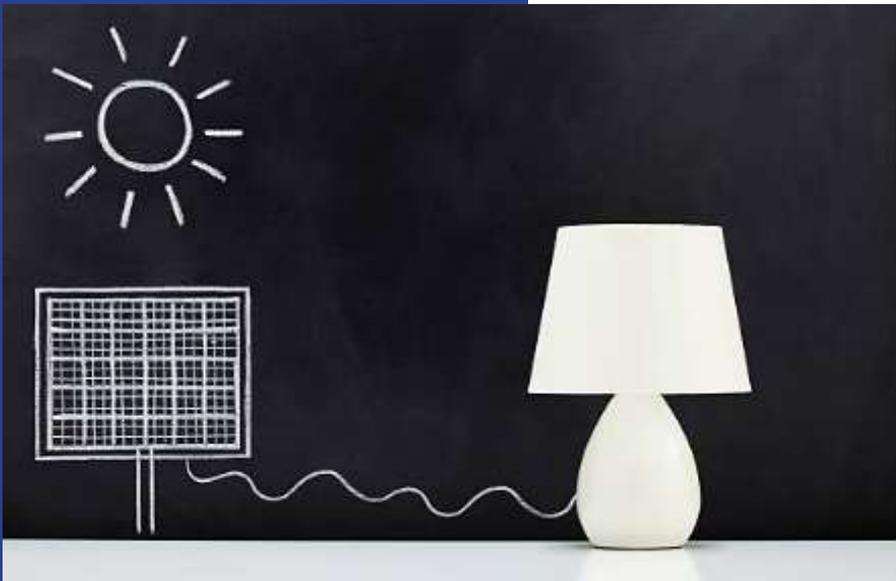


Figura 1. Fuente: Pinterest

Planteamiento del problema

En el actual contexto, la urgencia de transformar nuestros objetos cotidianos hacia alternativas más ecológicas y sostenibles es evidente. Este impulso global surge al reconocer el daño ambiental de nuestros métodos de producción.

Este proyecto se propone integrar la tecnología de impresión 3D para crear luminarias solares domésticas, fusionando funcionalidad, diseño y conciencia energética. Aspiramos a acercar a los usuarios un producto con un diseño novedoso y que también fomente la conciencia ambiental.

Público objetivo

- Demográfico:
 - Edad: Jóvenes adultos y profesionales.
 - Género: Indiferente.
 - Nivel socioeconómico: Clase media-alta, con capacidad para invertir en productos de diseño.
 - Ubicación: Personas que viven en ciudades y valoran la estética en sus espacios.
- Psicográfico:
 - Intereses: Diseño de interiores, decoración, estilo de vida moderno, tecnología y sostenibilidad. Personas preocupadas con el medio ambiente o entusiastas de la tecnología e innovación.
 - Estilo de vida: Personas que buscan productos funcionales pero con un toque artístico que complementen su estilo de vida.
 - Valores: Consumidores conscientes del medio ambiente, que prefieren marcas con un enfoque sostenible y ético.

Condiciones de uso

- Adherida a una ventana: Gracias a una ventosa incorporada, la base puede fijarse al vidrio para una exposición óptima a la luz solar, garantizando una carga eficiente. Deben colocarse en áreas donde reciban al menos 6 horas de luz solar directa al día para garantizar un funcionamiento óptimo.
- Sobre una superficie plana: Si no se desea adherirse a una ventana, la base puede colocarse sobre cualquier superficie expuesta al sol para capturar la energía solar.
- Carga mediante USB: Si bien la lámpara está diseñada principalmente para funcionar con energía solar, cuenta también con la opción de carga a través de un puerto USB. Esta alternativa garantiza su uso continuo en situaciones donde la exposición al sol sea insuficiente o no esté disponible.

Misión

- Innovación y diseño: Crear productos que combinen funcionalidad, estética y tecnología generando calidez y confort en los espacios.
- Sostenibilidad: Contribuir al cuidado del medio ambiente mediante materiales y procesos responsables al igual que ofrecer una alternativa energética eficiente y renovable.
- Experiencia del usuario: Ofrecer productos que mejoren la calidad de vida de los consumidores, adaptándose a las necesidades diarias.

Entorno

- Para salas de estar y zonas comunes, esta lámpara transforma el espacio en un ambiente acogedor y relajante. Perfecta para crear atmósferas envolventes en el hogar.

Estilo

- Diseño orgánico: Las formas curvas y fluidas recuerdan a elementos naturales, por lo que hace recordar a una estética biomórfica.
- Diseño contemporáneo o minimalista: La transparencia del material y la simplicidad de la forma le dan un carácter moderno y elegante.

Material

- La pantalla está fabricada con PLÁ Crystal Clear hecho con ingredientes naturales y es biodegradable mediante compostaje.
- El PLA se fabrica a partir de recursos vegetales como almidón de maíz, caña de azúcar o remolacha (no es derivado del petróleo, a diferencia de otros plásticos).
- Proceso químico: El azúcar de estas plantas se fermenta para obtener ácido láctico, que luego se polimeriza para crear el filamento PLA.

Panel Solar

- Luego de adquirir varios paneles solares de distintas marcas, se optó por el panel solar de la marca Xiaomi MZ-L1802.
- Material: ABS
- Duración: 8 horas aproximadamente.
- Carga: 6 horas aproximadamente.
- Tamaño: 8,4 cm x 2,5 cm

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un proyecto que promueva la sostenibilidad ambiental al integrar la tecnología de impresión 3D en la creación de luminarias solares domésticas, enfocándose en fusionar funcionalidad, diseño y conciencia energética.

Objetivos Específicos

1. Integrar la impresión 3D y la energía solar en una luminaria doméstica que combine funcionalidad, eficiencia energética y diseño contemporáneo.
2. Diseñar un producto adaptable y accesible que funcione principalmente con energía solar, pero que también contemple una alternativa de carga mediante USB para asegurar su uso en diversas situaciones.
3. Promover la sostenibilidad mediante el uso de materiales biodegradables y procesos de fabricación responsables.
4. Fomentar la concientización de los usuarios sobre las energías renovables, acercándolos a prácticas más sostenibles en su vida cotidiana a través del uso del producto.

Metodología

En una primera instancia, se investigó sobre la tecnología actual en energía solar y fabricación aditiva (impresión 3D). Se exploraron estudios previos relacionados con la integración de energía solar en dispositivos de iluminación, así como las aplicaciones de la impresión 3D en el diseño de luminarias.

En una segunda etapa, se realizó una investigación cualitativa con expertos en dichas tecnologías para analizar aspectos técnicos en profundidad. Paralelamente, se llevó a cabo una investigación cuantitativa con distintos usuarios para conocer su percepción y disposición frente a las prestaciones de este tipo de producto.

El tercer paso consistió en el desarrollo de prototipos, con el objetivo de evaluar tanto su eficiencia energética como su calidad estética. Además, se realizaron pruebas de rendimiento en condiciones reales de uso, considerando factores como la captación de energía solar, la durabilidad y la calidad de la luz emitida.

Finalmente, se dio cierre al proyecto mediante ajustes finales y la elaboración de conclusiones basadas en los resultados obtenidos.

Conceptos relevantes de la temática

Recursos renovables

Recursos naturales que se regeneran de manera continua, como la energía solar, permitiendo su uso sin riesgo de agotamiento.

Energía Solar Fotovoltaica

Según el Fondo de Cooperación para Energías Renovables (FOCER, 2002), la energía solar se obtiene del sol y se convierte en energía térmica o eléctrica. Es una fuente renovable, inagotable y respetuosa con el medio ambiente, utilizada principalmente a través de la conversión fotovoltaica y la energía solar térmica.

Panel Solar

Dispositivo compuesto por varias células solares que captan la luz y la transforman en electricidad de corriente continua.

Eficiencia energética

Relación entre la cantidad de energía solar recibida y la electricidad generada.

Batería solar

Dispositivo que almacena la energía generada por los paneles solares para su uso cuando no hay luz solar, como durante la noche o en días nublados.

Sostenibilidad

Principio que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de las futuras generaciones, reduciendo el impacto ambiental y promoviendo el uso responsable de los recursos.

Fabricación Digital

Gibson, Rosen y Stucker (2015) explican que la fabricación digital utiliza máquinas controladas por computadora mediante control numérico computarizado para producir objetos personalizados. Aunque a

menudo se usa como sinónimo de impresión 3D, también se refiere a procesos como el prototipado rápido.

Métodos Tradicionales de Fabricación

Se refiere a técnicas como fundición, inyección y maquinado.

Impresión 3D

Según Chua y Leong (2017), la impresión 3D o fabricación aditiva es un proceso para construir objetos sólidos a partir de un archivo digital, colocando capas sucesivas de material hasta completar la pieza. Es una tecnología que permite fabricar objetos a partir de un modelo digital.

Filamento de Impresión 3D

El filamento termoplástico es la materia prima para impresoras FDM. Se presenta como un cable flexible almacenado en bobinas, disponible en varios materiales y colores según las necesidades de impresión.

El modelado por deposición fundida (FDM)

FDM consiste en la extrusión de un material plástico o metálico que se funde y deposita capa por capa en la plataforma de la impresora. Es ideal para producir piezas funcionales en plásticos como Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) y Políácido Láctico (PLA).

Bioplásticos

Son plásticos fabricados a partir de fuentes renovables como maíz, caña de azúcar o celulosa. No necesariamente son biodegradables, ya que algunos bioplásticos pueden comportarse como plásticos convencionales en términos de degradación. Ejemplos: PLA (ácido poliláctico) Biodegradable bajo ciertas condiciones industriales.

Plásticos biodegradables

Son plásticos que pueden descomponerse en condiciones naturales o industriales mediante microorganismos, convirtiéndose en agua, CO₂ y biomasa. No todos los plásticos biodegradables provienen de fuentes renovables; algunos están hechos de derivados del petróleo.

Ácido Poliláctico (PLA)

Según Gibson, Rosen y Stucker (2015), el PLA es un biopolímero termoplástico de origen vegetal, usado en la impresión 3D por su versatilidad y facilidad de procesamiento. Aunque es compostable bajo condiciones industriales, su biodegradabilidad es limitada en condiciones naturales.

Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)

Gibson, Rosen y Stucker (2015) describen al ABS es un polímero termoplástico derivado del petróleo, conocido por su resistencia al impacto y al calor. Es ampliamente utilizado en la fabricación de piezas en la industria automotriz y otras aplicaciones.

Otros Términos Clave

- Archivo STL: Formato en el que se guarda un modelo 3D para su impresión.
- CAD: Diseño asistidos por computadora.
- CAM: Fabricación Asistida por Computadora
- CNC: Control numérico computarizado.
- DMLS: Sinterización directa de metal por láser.
- SLS/SLM: Sinterización/fusión selectiva por láser.
- Termoplástico: Material que se ablanda con calor y se endurece al enfriarse.

Componentes de un Sistema Solar Fotovoltaico

- Paneles Solares: Captan la luz solar y la convierten en electricidad.
- Inversor Solar: Convierte la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC).
- Baterías de Almacenamiento: Guardan el exceso de energía para uso posterior.
- Regulador de Carga: Protege las baterías de sobrecargas.
- Estructura de Montaje: Sostiene los paneles en su lugar.
- Cableado y Conectores: Conectan los componentes del sistema.
- Eficiencia energética: Uso óptimo de energía para lograr el mismo resultado con menos consumo, costos y desperdicios.

Actualidad y tendencias en el mercado

Energía Solar

Las fuentes tradicionales de energía han generado diversos problemas ambientales como el calentamiento global, la contaminación del aire y del agua, y la pérdida de recursos naturales. Frente a este panorama, los sistemas fotovoltaicos aparecen como una alternativa limpia, sin estos efectos negativos. Actualmente, la mayoría de los módulos solares utilizan silicio como componente principal (Cerdá, 2003, p. 10).

Según economistas citados por Cerdá (2003), la energía fotovoltaica se proyecta como la forma de energía comercial de más rápido crecimiento después del 2030. Se espera que alcance ventas superiores a los cien mil millones de dólares, lo que refuerza su posición como fuente energética del futuro. Hoy en día, la energía solar es una solución cada vez más relevante para la sostenibilidad en el hogar. Aunque inicialmente se empleaba en exteriores, las luminarias solares para interiores son cada vez más populares por ofrecer una iluminación eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Integración de Paneles Solares en el Diseño Interior

Los avances tecnológicos han permitido desarrollar paneles solares delgados y flexibles, ideales para instalar en ventanas o techos sin alterar la estética del hogar. Algunas luminarias incluso incorporan estos paneles en su estructura o presentan acabados decorativos para integrarse mejor en los espacios interiores.

Luminarias Solares Autónomas

Las nuevas generaciones de luminarias solares son totalmente autónomas. Esto significa que pueden tener los paneles integrados en su estructura o en módulos separados, captando energía durante el día para iluminar durante la noche. Equipadas con baterías de alta capacidad, garantizan luz continua sin necesidad de conexión a la red eléctrica.

Tecnología LED y Eficiencia Energética

El uso de LEDs de bajo consumo se ha vuelto esencial. Estas luces permiten un uso eficiente de la energía almacenada y ofrecen una iluminación brillante. Además, muchos modelos permiten ajustar la intensidad lumínica, adaptándose a las preferencias del usuario.

Diseños Innovadores y Funcionales

En respuesta a las necesidades actuales, algunas luminarias solares incorporan funciones adicionales como carga de dispositivos móviles, relojes despertadores o altavoces Bluetooth. Al mismo tiempo, adoptan diseños compactos y modulares, lo que facilita su uso en espacios reducidos y variados dentro del hogar.

Costos y Accesibilidad

La mejora en la tecnología solar y LED ha permitido que las luminarias solares para interiores sean cada vez más asequibles. Existen múltiples opciones en el mercado, desde modelos simples hasta avanzados, lo que facilita su adopción en distintos hogares

Aplicaciones Prácticas

En la práctica, las luminarias de jardín solares, que están equipadas con pequeños paneles solares, baterías y LEDs, se cargan durante el día y proporcionan iluminación durante la noche. Este tipo de iluminación es ideal para jardines y caminos, ofreciendo una solución estética y eficiente. Las luminarias de calle solares, diseñadas para ser utilizadas tanto en áreas urbanas como rurales, cuentan con paneles solares más grandes y sistemas de almacenamiento de mayor capacidad.



Figura 2. Fuente: Pinterest

Estas luminaria son adecuadas para áreas con alta demanda de iluminación y contribuyen a la reducción de costos energéticos. Por otro lado, los sistemas de iluminación interior utilizan paneles solares instalados en techos o paredes exteriores para alimentar luces LED dentro del hogar, representando una alternativa sostenible a la iluminación convencional.

La evolución de la energía solar y el diseño de iluminación doméstica han llevado a soluciones más sostenibles y eficientes.

Los avances en paneles solares, almacenamiento de energía y sistemas de iluminación, junto con la integración de tecnologías innovadoras como la impresión 3D, están transformando la forma en que se diseñan y utilizan los dispositivos de iluminación. Estos desarrollos no solo mejoran la calidad de vida y reducen el impacto ambiental, sino que también promueven un futuro más sostenible y eficiente en términos de consumo energético.



Figura 3. Fuente: Pinterest

Días nublados

Según López (2021), cuando el clima está nublado, los paneles solares experimentan una reducción en su eficiencia y capacidad de generación de energía.

Algunos detalles específicos sobre cómo afecta el clima nublado a los paneles solares:

- Reducción de luz solar directa: Los paneles solares dependen de la luz solar directa para generar electricidad de manera óptima. En un día nublado, las nubes bloquean parte de la luz solar, reduciendo la cantidad de luz directa que llega a los paneles.
- Luz difusa: Aunque la luz solar directa se reduce, los paneles solares todavía pueden generar electricidad a partir de la luz difusa (luz que se dispersa en la atmósfera y llega desde todas las direcciones). Sin embargo, la eficiencia en la conversión de esta luz difusa es entre 30% y 70% menor que la de la luz directa.
- Reducción de eficiencia: La eficiencia de los paneles solares en condiciones nubladas puede disminuir significativamente, típicamente entre un 10% y un 25% de su capacidad máxima, dependiendo de la densidad de las nubes y la tecnología del panel solar.
- Tecnología del panel solar: Algunos tipos de paneles solares, como los de tecnología de silicio amorfo, pueden tener un rendimiento ligeramente mejor en condiciones de baja luz comparado con otros tipos, como los de silicio monocristalino.
- Ubicación geográfica: La ubicación geográfica influye en el diseño de sistemas solares, adaptándolos en regiones nubladas para garantizar suficiente energía durante todo el año.

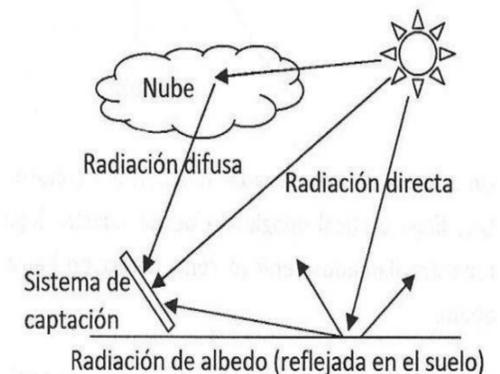


Figura 4. Fuente: Alvarado, J. (s.f.).

Impresión 3D

La integración de la impresión 3D y la innovación en materiales ha generado cambios profundos en distintas industrias, siendo la iluminación una de las más beneficiadas. Hoy en día, esta tecnología impulsa un modelo más sostenible, alineado con la economía circular, la personalización del diseño y el uso de materiales ecológicos (Gibson, Rosen y Stucker, 2015).

Uno de los avances más relevantes es el desarrollo de filamentos biodegradables específicos para impresión 3D. Las empresas buscan mejorar su calidad y funcionalidad para ampliar sus usos, lo que permite que estos materiales sean aplicados en una mayor diversidad de productos.

La impresión 3D favorece prácticas sostenibles al reducir el desperdicio de materiales y posibilitar la producción local. Esto significa que los productos pueden fabricarse cerca de los usuarios finales, disminuyendo así la necesidad de transporte y la consecuente huella de carbono.

En sectores como la construcción, se exploran alternativas para fabricar estructuras con materiales reciclados y biodegradables. Asimismo, en el ámbito educativo y comunitario, la impresión 3D se ha incorporado como una herramienta que fomenta la creatividad y el diseño responsable. Talleres y proyectos artísticos impulsan la creación de productos sostenibles y personalizados que, incluso, pueden fabricarse a partir de materiales reciclados.

En la industria del diseño de interiores, y en especial en la iluminación, el uso de filamentos biodegradables para impresión 3D está en auge. Las luminarias impresas con estos materiales reducen el impacto ambiental sin perder funcionalidad.

Además, la posibilidad de adaptar cada diseño a las preferencias y necesidades del usuario otorga un valor añadido frente a los métodos de producción tradicionales. Los diseñadores aprovechan esta tecnología para crear luminarias exclusivas, que pue-

den lanzarse como ediciones limitadas o colecciones especiales.

Este nivel de personalización es altamente valorado por los consumidores actuales, quienes buscan productos que combinen diseño, funcionalidad y sostenibilidad (Verma & Han, 2016).

En resumen, la impresión 3D con filamentos biodegradables, como el PLA, representa una alternativa ecológica que responde a la creciente demanda de productos responsables con el medio ambiente. Esto es especialmente evidente en el sector de la iluminación, donde los usuarios priorizan cada vez más las opciones que integran eficiencia, personalización y respeto por el entorno.

Para generar un objeto en 3D con tecnología FDM, se requiere un filamento termoplástico, que se presenta en estado sólido con apariencia similar a un cable flexible de 1,75 mm a 3 mm de diámetro y generalmente almacenado en bobinas plásticas o de cartón. Existen diversos materiales y colores para filamentos, cada uno con propiedades específicas de impresión. Los filamentos más comunes son PLA, ABS y PETG/PET.



Figura 5. Fuente: Pinterest.

El campo de la energía solar y el diseño de iluminación doméstica sigue evolucionando, impulsado por innovaciones tecnológicas y la creciente demanda de soluciones sostenibles. La integración de energía solar en dispositivos de iluminación y el uso de la impresión 3D en el diseño de luminarias representan áreas prometedoras con un impacto significativo en la eficiencia energética y la personalización del hogar.

La evolución de las tecnologías de impresión 3D y la mejora continua en los materiales y métodos de fabricación reflejan un cambio hacia una producción más flexible, eficiente y accesible.



Figura 6 Fuente: Pinterest.

Estrategias para acercar a los usuarios

La creciente accesibilidad de la tecnología solar ha llevado a las marcas a invertir en la educación de los consumidores sobre los beneficios de las luminarias solares para interiores. Estas no solo contribuyen a la reducción de la huella de carbono, sino que también ofrecen ahorros en los costos de electricidad, promoviendo la adopción de tecnologías sostenibles (FasterCapital, 2024).

Muchas de estas luminarias se fabrican utilizando materiales reciclados o biodegradables, alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad. El uso de materiales responsables refuerza la postura ambiental de los fabricantes, quienes también buscan integrar prácticas ecológicas en sus procesos de producción (bnzero, 2024). Las innovaciones tecnológicas, como paneles solares más eficientes y baterías de mayor duración, han mejorado el rendimiento y la atraktividad de estas luminarias. Informar a los consumidores sobre estos avances es esencial para que comprendan su impacto y beneficios (HuffPost, 2025).

Además de reducir la dependencia de las redes eléctricas y los costos de energía, las luminarias solares interiores son ideales en áreas con problemas de suministro eléctrico, proporcionando una solución autosuficiente y sostenible. En varias regiones, existen incentivos y subsidios que facilitan su adopción, haciendo más accesible la inversión inicial (Cadena SER, 2025).

Educar a los consumidores sobre el ciclo de vida de estos productos puede aumentar su conciencia ambiental y su valoración de productos sostenibles. Certificaciones y etiquetas que destacan la eficiencia energética y el uso de materiales biodegradables ayudan a los consumidores a tomar decisiones informadas (Aicad, 2025).

Las estrategias de marketing verde, que destacan la transparencia en la producción y las colaboraciones con organizaciones medioambientales, fortalecen la credibilidad de las marcas.

Iniciativas educativas en escuelas y comunidades sobre tecnología solar también fomentan una mayor conciencia y participación en soluciones energéticas responsables (Ecodes, 2025).

Nuestro objetivo

El objetivo de este proyecto es facilitar la integración de conocimientos sobre tecnologías solares y sostenibilidad en la rutina diaria de las personas. Queremos que, a través del uso del dispositivo, los usuarios no solo se beneficien de las ventajas prácticas de las luminarias solares, sino que también se familiaricen con los conceptos de eficiencia energética, materiales biodegradables y la importancia de la reducción de la huella de carbono.

Este enfoque tiene como meta transformar la manera en que las personas interactúan con su entorno energético, proporcionando información accesible y relevante sobre las últimas innovaciones en tecnología solar y sostenibilidad. Al hacer que estos conocimientos formen parte de la vida cotidiana, el dispositivo no solo educa a los consumidores sobre cómo maximizar el rendimiento y los beneficios de las luminarias solares, sino que también fomenta una mayor conciencia ambiental y un compromiso más profundo con prácticas sostenibles.

Además, al integrar estos temas en la rutina diaria, el dispositivo promueve una comprensión más amplia del impacto ambiental de las decisiones cotidianas, animando a los usuarios a adoptar hábitos más sostenibles y a tomar decisiones informadas sobre los productos que eligen. De este modo, se busca no solo mejorar la experiencia del usuario con la tecnología solar, sino también cultivar una cultura de responsabilidad ambiental y eficiencia energética en la vida diaria.



Figura 7. Fuente: Alvarado, J. (s.f.).

Antecedentes

Para el desarrollo de esta tesis se han seleccionado varios productos que sirven como antecedentes clave, destacando los criterios que resultan relevantes para el enfoque del proyecto. Cada uno de estos objetos, creados por diseñadores y empresas reconocidos, ha sido elegido por su innovación en el uso de tecnologías de impresión 3D, sostenibilidad, y diseño centrado en la funcionalidad y estética.

Estos resultados demuestran la capacidad de la impresión 3D para producir piezas de alta precisión y detallado en los diseños, siendo este un factor clave para la creación de luminarias que aprovechen eficientemente la luz y los materiales. La capacidad de personalización y el enfoque modular también son aspectos que influyen en la dirección de este Trabajo Final de Grado, que busca optimizar tanto los procesos de producción como la integración de energía solar en la estructura de las luminarias.

En conjunto, estos productos ejemplifican las posibilidades creativas y sostenibles que ofrece la impresión 3D y aportan criterios fundamentales como la eficiencia energética, el diseño inspirado en la naturaleza, y la integración de nuevas tecnologías, que guiarán el desarrollo de la luminaria impresa en 3D con energía solar.

Little Sun

Little Sun es un proyecto social fundado por el ingeniero Frederik Ottesen y el artista Ola- fur Eliasson, cuyo objetivo es proporcionar acceso a la luz a comunidades sin electricidad. Según Eliasson, “todos estamos conectados por el sol; de manera que la luz es para todos”, mientras que Ottesen señala que “Little Sun es mucho más que una luminaria solar; es un proveedor de energía solar a gran escala” (Little Sun, n.d.). La visión del proyecto es asegurar el acceso universal a energía limpia, y su misión se centra en diseñar soluciones asequibles que inspiren la acción climática (Little Sun, n.d.).

Las luminarias Little Sun Original, inspiradas en la flor Meskel de Etiopía, tienen un costo de 22€ y ofrecen hasta 50 horas de luz tras una carga de cinco horas (Little Sun, n.d.). Desde su creación, Little Sun ha reducido más de 100 toneladas de CO2 y ahorrado más de 35 millones de dólares en gastos energéticos, además de ser reconocida en los Billion Acts Hero Awards por su impacto social (Little sun, n.d.).

Desde 2012, la organización ha distribuido luminarias solares a niños y educadores en África Subsahariana, mejorando la salud y seguridad al reducir el uso de combustibles tóxicos. Estas luminarias permiten a las familias ahorrar hasta un 20% de sus ingresos, destinados a necesidades básicas (Little Sun, n.d.).

Figura 8. Fuente: Little Sun, n.d.



Mueble entero e impreso en 3D por la empresa llamada Drawn

El objetivo de la empresa que lo fabrica es vender sus propios muebles impresos en 3D, organizar talleres para enseñar cómo diseñar e imprimir sus propios muebles, y finalmente permitir a los artistas y diseñadores utilizar sus servicios para imprimir sus propias creaciones.



Figura 9. Fuente: Dawn, n.d.

La pieza en sí se imprime por capas y utiliza la tecnología FDM. Puede ser impresa en varios colores a la vez y la clave en su diseño se encuentra en su estructura que permite darle rigidez y resistencia a la pieza.

Características clave: las capas de impresión son también las responsables de darle una estructura fuerte a la pieza.

Sillón conceptual diseñado por Lilian van Daal inspirado en células vegetales

Este objeto puede ser impreso a partir de un solo material. Van Daal observó la naturaleza examinando las propiedades de las células vegetales, que son capaces de realizar varias tareas diferentes incluso al mismo tiempo. La naturaleza juega un punto sumamente importante a la hora de analizar este diseño de mobiliario.



Figura 10. Fuente: Lilian van Daal.

Luminaria de mesa llamada Bloom diseñada por Patrick Jouin

Inspirada en flores orgánicas y etéreas realizada en poliamida, esta puede expandirse y contraerse imitando el movimiento natural de las flores. Con un diseño simple y orgánico esta pieza puede adaptarse a cualquier entorno en el hogar. Bloom es parte de una serie



Figura 11. Fuente: Patrick Jouin.

de diseños inspirados en un 100% en la naturaleza. Sus movimientos son los que hacen interesante al objeto teniendo en cuenta que esta ha sido impresa en una pieza única.

Característica/s clave: La imitación de movimientos continuos y sin trabas de la naturaleza. Todas las partes pertenecen a una misma impresión.

Asiento llamado Gaudí Stool and Chair diseñado por el holandés Bram Geenen

Juega con la obra de Antoni Gaudí para crear esta pieza impresa en 3D. Geenen utiliza unas costillas para añadir fuerza al asiento. Establece como prioridad la distribución de fuerzas en toda la superficie de asiento que determinan la altura.

Característica/s clave: La conjunción del arte (lo estético) con las matemáticas y la física (lo funcional).



Figura 12. Fuente: Bram Geenen.

Colección de pantallas para luminarias impresas enteramente en 3D llamadas Dentelle diseñadas por Bernier

Esta colección consta de 12 pantallas diferentes, algunas son completamente sólidas, otras presentan perforaciones variadas. De esta forma, todas las sombras que se presenten en respuesta de la luz serán completamente diferentes.



Figura 13. Fuente: Bernier.

A pesar de que cada pantalla genera diferente sombra, cada una de ellas parte de la misma forma de campana/pantalla, lo cual hace importante el hecho de que bajo la misma inspiración y pieza se puedan generar aspectos completamente diferentes. Características clave: Piezas impresas a partir de un mismo módulo como base. La intervención de la luz y las sombras en el diseño de la pieza.

Luminaria de mesa Eridani, con sus piezas y articulaciones impresas parte por parte en una impresora 3D.

Se ensambla a mano, pero lo interesante de la luminaria es que tornillos, tuercas y encastrados son impresos también en 3D. Esta luminaria nos plantea la idea de olvidar completamente insumos prefabricados como lo son las tuercas y los tornillos, y planificar objetos únicamente con la participación de una impresora 3D.

Característica/s clave: Objeto hecho en un 100% por una impresora 3D, sin necesidad de diseñar teniendo en cuenta herrajes e insumos adicionales.

Al analizar los objetos de referencia, se percibe claramente la diversidad de estilos y las múltiples posibilidades que ofrece hoy la impresión 3D. En general, todos demuestran cómo se han reducido las limitaciones productivas. Actualmente, son pocas las piezas que no pueden fabricarse mediante esta tecnología, aunque el tamaño sigue siendo un desafío, ya que las impresoras de gran formato pertenecen a un sector reducido y especializado.

Algo que me resultó especialmente relevante es la inspiración en la naturaleza, presente tanto por motivos estéticos como funcionales. Considero que este recurso será valioso en la etapa creativa del proyecto, ya que aporta soluciones aplicables al diseño y suele generar buena aceptación en el público.

Otro aspecto importante es que muchas de las piezas estudiadas fueron realizadas íntegramente con impresión 3D. Esto cobra sentido en relación con los objetivos de este Trabajo Final de Grado, especialmente si busco desarrollar un sistema de encastrado sin elementos externos. Por último, observé que el color tiene un rol destacado en varios diseños. Su elección no solo afecta la estética, sino que también incide en la percepción del producto, por lo que será un factor clave a considerar.



Figura 14. Fuente: Eridani.

Impacto ambiental

El manejo inadecuado de desechos representa un problema ambiental importante a nivel global, lo que exige soluciones sostenibles que promuevan un desarrollo responsable (UNEP, 2005). En este contexto, la combinación de impresión 3D y energía solar surge como una alternativa prometedora para reducir el impacto ecológico en la fabricación y el consumo energético.

La impresión 3D ofrece ventajas claras, como la personalización de productos y la producción eficiente, lo que ayuda a disminuir inventarios y residuos. No obstante, su uso intensivo de energía y la generación de plásticos siguen siendo desafíos a superar (Chee Kai Chua & Kah Fai Leong, 2014). Frente a esto, la energía solar complementa sus beneficios al reducir la dependencia de combustibles fósiles, disminuir las emisiones de CO₂ y mejorar la calidad del aire (Kabir, 2015). Además, contribuye a la preservación de los ecosistemas al evitar prácticas como la recolección de leña para iluminación (Baker & Sinclair, 2018).

A pesar de que la impresión 3D genera menos desperdicio que los métodos tradicionales, su impacto ambiental depende en gran medida de los materiales utilizados y del consumo energético (Gibson, Rosen y Stucker, 2015). Por eso, el desarrollo de materiales reciclables y biodegradables, junto con procesos de fabricación más eficientes, es una prioridad para la industria (Verma & Han, 2017).

En esta línea, Harris (2019) señala que combinar impresión 3D con energía solar permite reducir la presión sobre los ecosistemas y aprovechar mejor los recursos. No obstante, aún persisten desafíos. Según Kreikebaum, Givens y Hart (2018), el uso de plásticos derivados del petróleo y el consumo elevado de energía siguen siendo limitantes. Por su parte, Johnson y Lee (2020) destacan que avanzar hacia la utilización de fuentes renovables en iluminación y fabricación es clave para consolidar un modelo productivo más sostenible.

Procesos productivos

Ventajas de combinar impresión 3D y energía solar

La combinación de impresión 3D y energía solar representa una alternativa innovadora y sostenible que aporta notables ventajas frente a los métodos tradicionales de producción y generación energética.

Por un lado, la impresión 3D permite reducir considerablemente los tiempos de producción. Gracias a esta tecnología, es posible fabricar objetos directamente a partir de un archivo digital, sin necesidad de diseñar moldes ni herramientas específicas. Si bien una vez generadas las matrices los tiempos son más cortos en la inyección, la impresión 3D acorta de manera significativa los plazos entre el diseño y la obtención del producto final, permitiendo además realizar ajustes rápidos (Stratasys, 2023). Esta capacidad resulta especialmente valiosa en sectores donde la rapidez y la flexibilidad son esenciales para responder a las demandas del mercado.

Además, esta tecnología presenta claras ventajas en términos de costos iniciales y escalabilidad. La impresión 3D requiere inversiones relativamente bajas en comparación con otros métodos industriales, permitiendo fabricar productos en pequeñas series sin encarecer el proceso (Acelera pyme, 2022). La flexibilidad en el diseño es otro de los grandes beneficios de la impresión 3D. A diferencia de las técnicas tradicionales, esta tecnología no impone restricciones significativas sobre la complejidad de las piezas, permitiendo crear formas intrincadas y altamente especializadas (Dassault Systèmes, 2023).

Asimismo, permite introducir modificaciones sin altos costos. Mientras que en los métodos convencionales cualquier ajuste en el diseño supone gastos importantes, la impresión 3D facilita este proceso mediante la simple modificación de archivos digitales.

Finalmente, la rapidez en la producción también se refleja en el área de prototipado. La impresión 3D acelera significativamente la fabricación de prototipos, lo que permite tomar decisiones de diseño con mayor agilidad y reducir la dependencia de proveedores externos.

Por su parte, los sistemas solares garantizan un funcionamiento autónomo, requieren poco mantenimiento y contribuyen a reducir la huella de carbono en comparación con otras fuentes de energía (Masters in Solar, 2023).

En términos de inversión y expansión, los sistemas solares también presentan ventajas: pueden ampliarse fácilmente mediante la incorporación de nuevos módulos, lo que facilita su adaptación a las necesidades energéticas cambiantes (Sigma Earth, 2024).

De manera paralela, las luminarias solares ofrecen gran versatilidad en su instalación, pudiendo ubicarse en diversos espacios y trasladarse sin dificultad.

Además, la energía solar permite introducir soluciones escalables que se ajustan a diferentes contextos sin necesidad de rediseñar todo el sistema (Sigma Earth, 2024). En el caso de la energía solar, su fiabilidad garantiza un suministro continuo, incluso en condiciones climáticas adversas o durante interrupciones de la red eléctrica (Enel Green Power, 2023).

En conjunto, la sinergia entre impresión 3D y energía solar no solo optimiza los procesos productivos, sino que también impulsa un modelo más sostenible, flexible y accesible para afrontar los desafíos actuales del diseño y la fabricación.

Desventajas de la impresión 3D y la energía solar

A pesar de sus múltiples ventajas, tanto la impresión 3D como la energía solar presentan ciertas limitaciones que es necesario considerar para su adopción a gran escala.

En primer lugar, la impresión 3D aún no resulta eficiente para la producción en masa. Si bien es una excelente herramienta para desarrollar prototipos y series reducidas, cuando se trata de fabricar grandes volúmenes, los métodos tradicionales como el moldeo por inyección siguen siendo más rápidos y económicos (Crónica Global, 2021).

Además, la calidad del acabado superficial y la precisión dimensional no siempre alcanzan los niveles deseados, especialmente en tecnologías accesibles como FDM. Esto implica, en muchos casos, la necesidad de procesos de posproducción para lograr una terminación óptima (Dassault Systèmes, 2023). Otro desafío importante en la impresión 3D es la limitación en la variedad de materiales. Aunque la oferta ha crecido con el tiempo, sigue siendo reducida en comparación con los materiales tradicionales (Dassault Systèmes, 2023).

En cuanto a la energía solar, su principal desventaja es la dependencia de las condiciones climáticas. En días nublados o estaciones del año con menos irradiación, la eficiencia de los paneles solares puede disminuir drásticamente, llegando a operar entre un 10 % y un 30 % de su capacidad (Climalgar Benidorm, 2023). Para garantizar un suministro constante de energía, es necesario incorporar sistemas de almacenamiento como baterías, lo que incrementa los costos y añade complejidad al sistema.

A pesar de estos retos, es importante destacar que ambas tecnologías se encuentran en constante evolución. La investigación y el desarrollo en nuevos materiales, la mejora de la eficiencia energética y la reducción de costos anticipan que estas limitaciones serán cada vez menores, lo que favorecerá su integración en distintos sectores productivos (Hackernoon, 2024).



Figura 15. Fuente: Smartflower.

Gestión de residuos

Materiales biodegradables

Utilizar plásticos biodegradables en la fabricación de luminarias impresas en 3D puede reducir significativamente el impacto ambiental (Kreikebaum, Givens, & Hart, 2018).

Reducción de Desperdicios

La impresión 3D permite una producción precisa bajo demanda, lo que puede minimizar el desperdicio asociado con la fabricación en masa. La optimización de los diseños para reducir el uso de material y la implementación de técnicas de impresión eficientes son cruciales (Gibson, Rosen, & Stucker, 2015).

Eficiencia Energética

Al utilizar energía solar para alimentar las luminarias, se reduce la dependencia de fuentes de energía convencionales, disminuyendo el impacto ambiental asociado con la producción de energía. La integración de sistemas solares eficientes y el uso de baterías recargables son fundamentales para maximizar los beneficios ambientales (Kreikebaum, Givens, & Hart, 2018).

Concienciación del Consumidor

Informar a los consumidores sobre cómo desechar correctamente los productos y sus componentes, así como fomentar el reciclaje, es crucial para la gestión efectiva de residuos (Verma & Han, 2017).

Ética profesional y ética del diseño

La ética profesional y la ética del diseño juegan un papel crucial en el desarrollo de proyectos innovadores, como la creación de luminarias de impresión 3D con energía solar. Estos principios no sólo guían la calidad y la funcionalidad del producto final, sino que también tienen implicaciones profundas para el bienestar social y ambiental.

Desde una perspectiva profesional, en este proyecto se asumirá responsabilidad hacia el medio ambiente. En el caso de las luminarias solares impresas en 3D, esto implica elegir materiales que sean biodegradables y asegurar que los procesos de fabricación minimicen el desperdicio y la contaminación. La tecnología de impresión 3D ofrece la ventaja de personalización y producción bajo demanda, lo que puede reducir el exceso de inventario y el desperdicio asociado, pero también plantea preocupaciones relacionadas con el uso intensivo de energía y la generación de residuos plásticos (Gibson, Rosen, & Stucker, 2015). Por lo tanto, es fundamental la eficiencia energética y la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del producto, desde la producción hasta el desecho.



Figura 16. Fuente: Pinterest.

La transparencia y la honestidad son igualmente cruciales en el ámbito del diseño. Daré información clara sobre los materiales utilizados, el proceso de fabricación y el impacto ambiental del producto. Esto no solo permitirá a los consumidores tomar decisiones informadas, sino que también fortalecerá la confianza y la integridad del producto.

Desde la perspectiva de la ética del diseño, la innovación debe ir acompañada de responsabilidad. La tecnología de impresión 3D y la energía solar ofrecen grandes oportunidades para desarrollar soluciones innovadoras, pero los diseñadores deben equilibrar la creatividad con la responsabilidad social y ambiental. Esto implica realizar evaluaciones de impacto antes de la producción para identificar y mitigar posibles problemas (Kreikebaum, Givens, & Hart, 2018).

En resumen, se requiere una cuidadosa consideración de los impactos ambientales y sociales de los productos. La adopción de prácticas sostenibles, la transparencia en la comunicación y el enfoque en el bienestar de las comunidades son fundamentales para garantizar que estos proyectos contribuyan positivamente al desarrollo sustentable.

Observación de entrevistas

Con el objetivo de fortalecer las decisiones de diseño y producción del proyecto, se realizaron entrevistas con especialistas en las áreas de iluminación, sostenibilidad e impresión 3D. Sus aportes resultaron fundamentales para validar los criterios técnicos y estéticos del desarrollo de la luminaria solar impresa en 3D.

La asesora en iluminación Lic. Elena Diena aportó valiosa información sobre el mercado actual de luminarias solares, señalando que, si bien son populares para exteriores, aún existe un vacío en opciones diseñadas específicamente para interiores en Uruguay. Destacó la importancia del confort visual, sugiriendo evitar el deslumbramiento mediante el uso de temperaturas de color cálidas (entre 2700K y 3000K). Además, hizo hincapié en la necesidad de luminarias reemplazables para facilitar su mantenimiento, y propuso integrar domótica para agregar funcionalidad y valor agregado al producto. La impresión 3D, según Diena, se presenta como una excelente herramienta para personalizar acabados y colores, y así adaptarse mejor a las preferencias del usuario.

En cuanto a los materiales sostenibles y el reciclaje, la entrevista con Timo van der Laak de la empresa 3D Evo, dedicada a la extrusión de plásticos reciclados, fue clave para comprender los desafíos y oportunidades en la producción responsable. Su experiencia en el procesamiento de PET y PLA reciclados reafirma la viabilidad de emplear materiales reciclados en el proyecto, aunque señalaron que la calidad de estos insumos puede variar. Además, se destacó el crecimiento en el desarrollo de nuevos materiales reciclados provenientes de desechos industriales, lo que augura un futuro prometedor para la impresión 3D sostenible.

Por su parte, el Ing. José Pereira, experto en energía solar, abordó aspectos técnicos relacionados con la integración de paneles solares

en luminarias interiores. Explicó que la falta de exposición directa al sol representa un desafío para la carga de las baterías. Por este motivo, recomendó priorizar la selección de baterías de alta duración (como las de litio o sal), junto con paneles solares monocristalinos de alta eficiencia, especialmente en climas nublados. Asimismo, introdujo conceptos innovadores como la transmisión de luz solar por fibra óptica, lo que podría ser una solución futura para optimizar el aprovechamiento de la luz natural sin depender de acumuladores eléctricos.

Finalmente, la entrevista con la Lic. Maite Sosa profundizó en el potencial de la impresión 3D para el diseño de productos sostenibles y personalizados. Subrayó que el PLA y el PETG son los materiales más adecuados para lograr piezas traslúcidas, mientras que la optimización de parámetros como la altura de capa y el grosor de pared es esencial para mejorar la transparencia. Además, hizo énfasis en la importancia de diseñar pensando en las características del proceso de impresión: desde la adhesión a la cama hasta el diseño modular para piezas grandes. También destacó el rol de herramientas como Rhinoceros y Blender para desarrollar geometrías complejas y explorar estrategias de personalización, fundamentales para acercar los productos a las preferencias individuales de los usuarios.

En conjunto, estas entrevistas brindaron un panorama integral sobre los desafíos y oportunidades del proyecto. Desde la eficiencia en la captación solar hasta la optimización de la experiencia de usuario y la sostenibilidad de los materiales, cada profesional aportó una visión específica que nutre el desarrollo de un producto innovador y alineado con las tendencias contemporáneas en diseño, tecnología y responsabilidad ambiental.

Observación de encuesta

Con el objetivo de orientar las decisiones de diseño y garantizar que el producto se adapte a las necesidades reales de los usuarios, se realizaron encuestas que aportaron información clave sobre sus preferencias y expectativas.

Perfil del usuario y contexto de uso

Los resultados indican que la mayoría de los encuestados tiene entre 46 y 60 años, desempeña ocupaciones convencionales y vive en un entorno familiar. Este perfil sugiere que la luminaria debe integrarse de manera natural en espacios domésticos comunes, equilibrando tecnología, estética y facilidad de uso.

Sostenibilidad como valor prioritario

Un aspecto destacado es la fuerte valoración hacia la sostenibilidad. Más del 80% de los participantes consideran importante que los productos sean respetuosos con el medio ambiente, y un notable 93% se mostró dispuesto a utilizar dispositivos que requieran carga solar. Estos datos validan el enfoque del proyecto y evidencian una creciente disposición a adoptar tecnologías limpias. No obstante, el hecho de que un 15% de los encuestados manifestara desconocimiento sobre energía solar resalta la oportunidad de incluir en el diseño elementos educativos o instrucciones claras que faciliten su comprensión y uso.

Aceptación de la impresión 3D y materiales reciclados

La impresión 3D también recibió una respuesta favorable, con un 86% de aceptación, especialmente vinculada al uso de materiales reciclados. Este dato refuerza la idea de que, además de funcional, el producto debe comunicar su valor sostenible, incorporando materiales que refuercen ese mensaje.

Preferencias de diseño y funcionalidad

En términos de diseño, la mayoría se inclinó por luminarias minima-

listas en colores neutros como blanco, gris y negro, aunque también se detectó un grupo que prefiere colores vibrantes. Esto sugiere la posibilidad de ofrecer opciones personalizables. Por otra parte, la funcionalidad es un aspecto crucial: el ajuste de intensidad lumínica fue señalado como una característica especialmente valorada, lo que lo convierte en un elemento a priorizar en el diseño del producto.

Ubicación y flexibilidad

La conveniencia es otro factor clave. La mayoría de los encuestados consideró adecuado ubicar las luminarias en ventanas o mesas cercanas a fuentes de luz natural. Esto subraya la importancia de desarrollar un diseño versátil que se adapte a diferentes espacios del hogar.

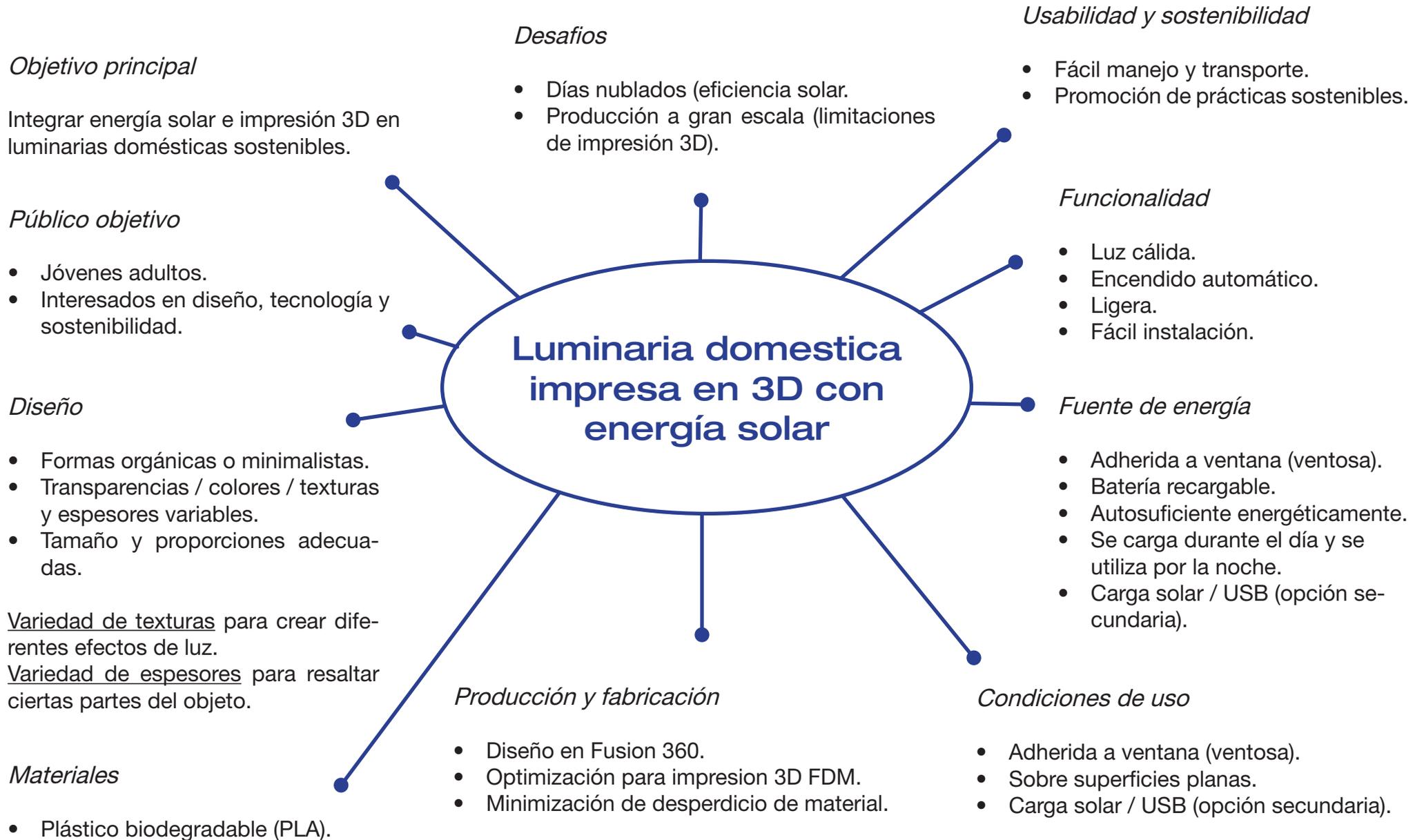
Motivaciones de compra y disposición a pagar

Entre los factores que motivan la compra se destacan el ahorro de energía y el apoyo a tecnologías sostenibles. La funcionalidad se posiciona como la principal prioridad, seguida del diseño y el precio. Además, el 90% expresó estar dispuesto a pagar un precio superior por productos sostenibles, lo que respalda la viabilidad comercial de una luminaria que combine eficiencia, estética y compromiso ambiental.

Conclusión

Los datos relevados a través de las encuestas permiten perfilar un usuario exigente, con alta conciencia ambiental y expectativas claras en cuanto a funcionalidad y diseño. Estos resultados no solo respaldan el planteo conceptual del proyecto, sino que también orientan su desarrollo hacia soluciones que combinen tecnología, sostenibilidad, adaptabilidad y una experiencia de usuario clara y accesible.

Mapa Mental



Actividad

Actividad Meta: Iluminar espacios domésticos utilizando energía solar para promover el uso de energías renovables.

Acciones:

- Colocación y uso: Los usuarios colocan la luminaria en una superficie plana.
- Carga y mantenimiento: El panel solar requiere una exposición solar de 6-8 horas diarias para su carga óptima. Como opción secundaria tiene carga USB.

Producto

Concepto de producto: Luminaria solar doméstica fabricada mediante tecnología de impresión 3D, que combina sostenibilidad, funcionalidad y diseño estético.

Requisitos:

- Uso de plástico biodegradable
 - Luz cálida
 - Solución estético y funcional
 - Autosuficiencia energética (energía solar).
 - Producción con impresión 3D
 - Panel con ventosa para adherirse a superficies y optimizar la exposición sol
1. Diseño orgánico: Las formas curvas y fluidas recuerdan a elementos naturales, por lo que hace recordar a una estética biomórfica.
 2. Diseño minimalista: La transparencia del material y la simplicidad de la forma le dan un carácter moderno y elegante.

Usuario

Principal: Jóvenes adultos y profesionales, interesados en diseño de interiores, sostenibilidad y tecnología. Viven en ciudades, valoran la estética y buscan productos funcionales pero con un toque artístico.

Secundario: Personas preocupadas por el medio ambiente, entusiastas de la tecnología e innovación, que prefieren marcas con un enfoque ético y sostenible.

Factores Humanos: Uso de la luminaria en espacios domésticos para iluminación y decoración. No solo ilumina, sino que transforma el espacio en un ambiente acogedor y relajante.

Antropométricos:

- Alcance manual para colocar y retirar el panel fotovoltaico de ventanas o superficies expuestas al sol.
- Alcance manual para prender y apagar la lámpara.

Psicológicos:

- Visual
- Conexión emocional con productos sostenibles y responsables con el medio ambiente.

Contexto

Factores Ambientales:

- Físico: Necesidad de exposición directa al sol para cargar. Adherida a una ventana o sobre una superficie plana.

Características del lugar:

- Hogares que buscan integrar energía renovable en su consumo diario, priorizando tanto la funcionalidad como la estética.
- Uso en espacios interiores como salas de estar, comedores o áreas comunes.

Moodboard



Figuras pg 29. Fuente: Pinterest.

Requisitos de diseño

Para desarrollar la luminaria, se creó una lista de requisitos que define las condiciones necesarias para que el producto solucione adecuadamente el problema identificado. Esta lista se basó en la información obtenida del marco teórico, así como de entrevistas y encuestas.

Una vez elaborada, los requisitos se agruparon en tres categorías: indispensables, deseables y opcionales. Los indispensables son las condiciones que el producto debe cumplir necesariamente para resolver el problema principal. Los deseables son características importantes que optimizan el diseño, pero no son esenciales. Los opcionales son características adicionales que se valoran, pero cuya ausencia no comprometería la funcionalidad del producto.

Requisitos indispensables

Uso de plástico biodegradable	Material principal, Son plásticos que pueden descomponerse en condiciones naturales o industriales.
Luz cálida	La luminaria emitirá una luz agradable y confortable, ideal para uso doméstico y ambientes acogedores.
Panel solar con ventosa	Facilita la colocación en ventanas o superficies lisas para maximizar la captación de luz solar.
Solución estética y funcional	El diseño debe ser atractivo y fácil de integrar en cualquier hogar, manteniendo un costo razonable.
Producción con impresión 3D	Uso de tecnología 3D para fabricar de manera precisa y eficiente los componentes de la luminaria.
Acercar a las personas a prácticas sostenibles	Integrar a los usuarios a soluciones energéticas limpias como la solar en su vida cotidiana.
Autosuficiencia energética	Recarga diurna mediante el sol y uso nocturno.

Requisitos deseables

Variedad de colores	Ofrecer opciones de personalización en colores para adaptarse a distintos gustos y decoraciones.
Variedad de espesores	Permitir diferentes niveles de translucidez en los materiales para ajustar la intensidad de la luz.
Variedad de texturas	Permite resaltar detalles visuales, la distribución de la luz, y la sensación táctil, agregando profundidad.
Forma orgánica o minimalista	Diseños que sean atractivos visualmente, ya sea con formas naturales o de estilo más sencillo y moderno.
Forma geométrica	Diseño que aporta orden, simetría y facilitan la fabricación.
Opción de carga secundaria por USB.	Mayor versatilidad y seguridad de uso, permitiendo que la luminaria funcione incluso en días nublados.

Requisitos opcionales

Fácil manejo y transporte	Brinda comodidad y practicidad al permitir mover y ajustar la luminaria con facilidad.
Ligereza	La luminaria debe ser fácil de transportar y manejar, sin comprometer su funcionalidad o durabilidad.

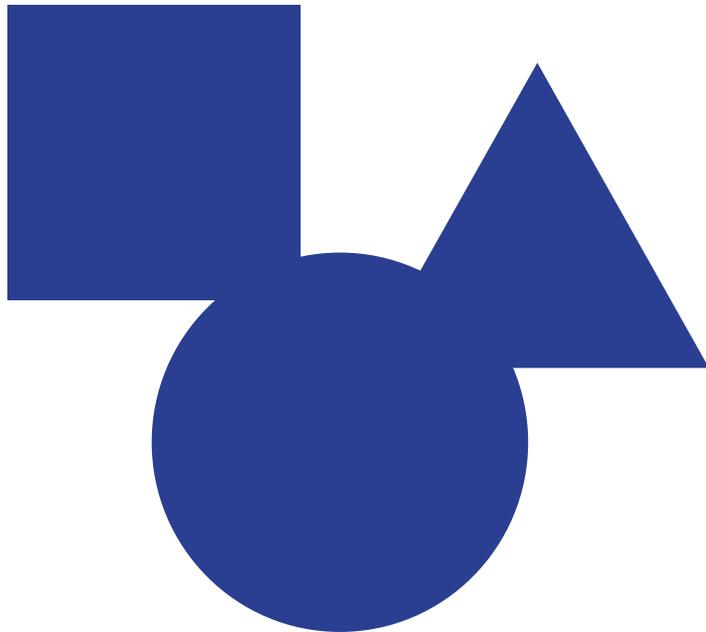
Caminos proyectuales

Considerando la problemática planteada y los requisitos definidos, el proceso de diseño se desarrolló en dos caminos complementarios. Cada uno aportó aprendizajes y permitió tomar decisiones que condujeron a la definición del producto final.

Cabe destacar que tanto las pruebas impresas como las piezas resultantes de ambos caminos fueron realizadas en mi propia impresora 3D (Ender 3 V2 Neo), lo que implicó un trabajo directo sobre el proceso productivo y aportó un aprendizaje profundo sobre el manejo de la tecnología en condiciones reales de fabricación.

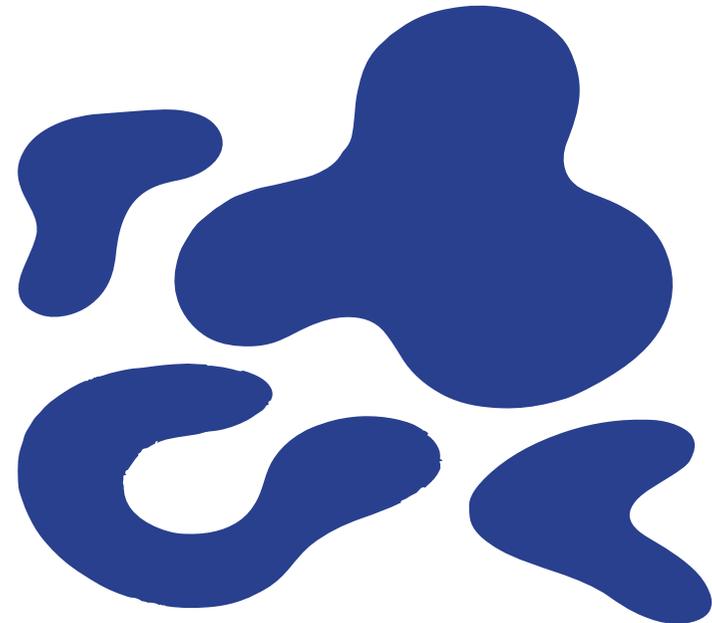
1.

Formas geométricas



2.

Formas orgánicas



Camino proyectual 1

Formas geométricas: investigación estructural y técnica

En esta primera etapa, el proyecto se orientó a la exploración de geometrías controladas y patrones estructurados. La intención fue comprender las posibilidades formales, materiales y lumínicas que ofrece la impresión 3D, así como evaluar los límites productivos y estéticos de la tecnología.

Las exploraciones incluyeron:

- Exploración de patrones y texturas en Blender, con el objetivo de estudiar efectos lumínicos y su impacto visual al ser impresos.
- Pruebas paramétricas en Rhino + Grasshopper, en las que se buscó manipular parámetros como altura, curvatura y espesores para generar variaciones formales dinámicas.
- Modelado en Fusion 360 e impresión de cubos en distintas medidas (100x100 mm, 150x150 mm, 120x120x180 mm), que permitieron ensayar combinaciones de grosores, inclinaciones y configuraciones para optimizar la distribución de la luz.

Estas instancias fueron fundamentales para evaluar cómo la impresión 3D responde a diseños complejos, qué materiales son más adecuados para lograr transparencias y cómo los patrones afectan la percepción de la luz.

La calibración de parámetros como temperatura, retracción, velocidad y espesor fue clave en la etapa de experimentación. Sin embargo, en base a la experiencia y a los objetivos del proyecto, se decidió descartar el enfoque paramétrico por su complejidad y dificultades de producción. Esto permitió enfocar los esfuerzos en una propuesta más accesible, simple y adecuada para el entorno doméstico.

Exploración de patrones y texturas en Blender

Se realizaron pruebas en Blender explorando diversas figuras y texturas para analizar su comportamiento en el diseño. Se experimentó con formas geométricas, evaluando cómo influían en la impresión 3D.

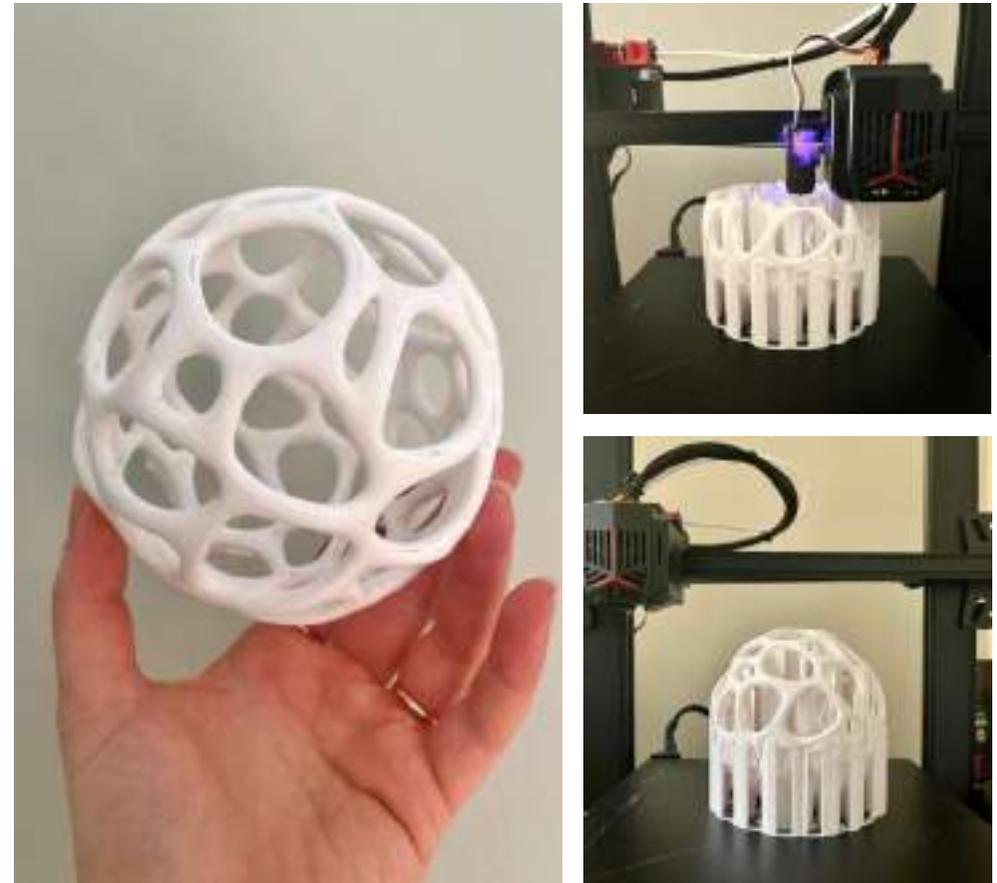
En particular, se estudiaron configuraciones específicas para formas esféricas, con el objetivo de comprender las capacidades y limitaciones de la impresora 3D en la reproducción de detalles, superficies y transiciones entre volúmenes. Estas pruebas permitieron optimizar el diseño para lograr una impresión precisa y estéticamente equilibrada.



Exploración blender Voronoi

Exploración final con Voronoi: Se buscó analizar cómo la impresora 3D reproducía la forma generada con Voronoi, evaluando tanto la precisión del diseño como su viabilidad de impresión. Voronoi (o diagrama de Voronoi) es un concepto matemático. Es una forma de dividir un espacio en regiones según la cercanía a ciertos puntos.

Al mismo tiempo, se realizaron pruebas de velocidad, retracción y temperatura para optimizar el proceso. Tras varios intentos, se lograron ajustar los parámetros adecuados, permitiendo una impresión estable.



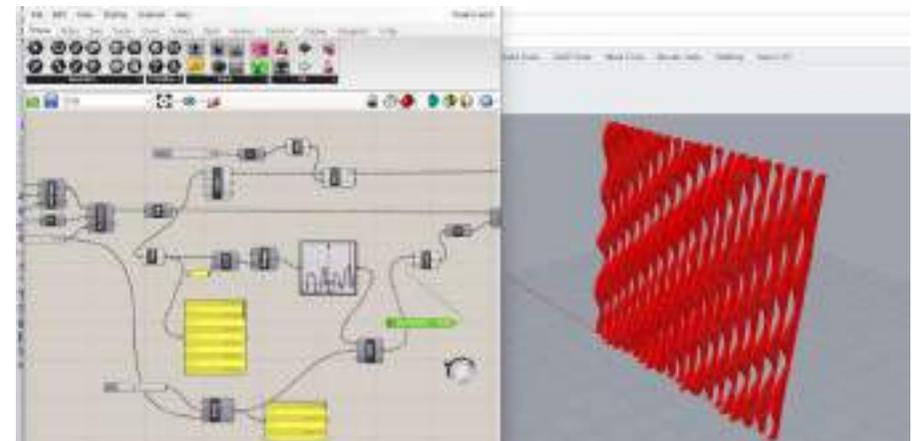
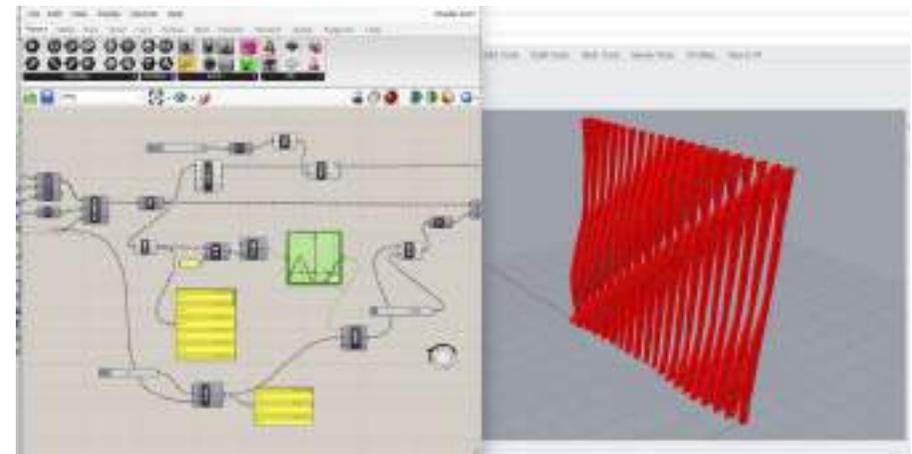
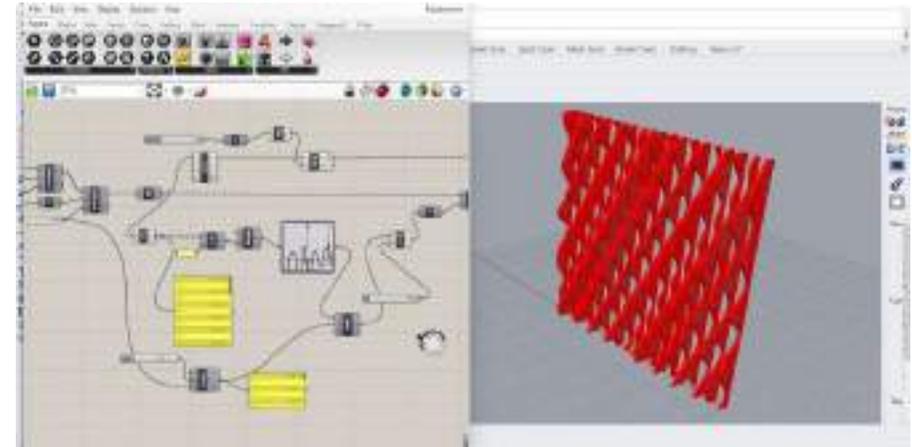
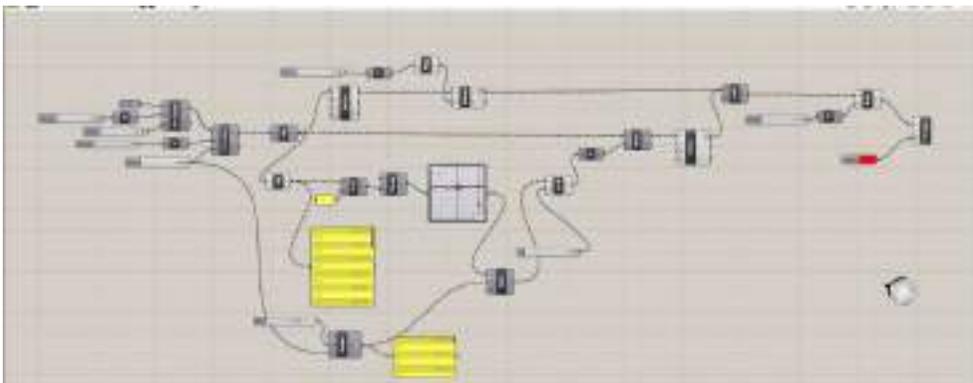
Imágenes: Elaboración propia

Pruebas paramétricas en Rhino + Grasshopper

En el desarrollo del proyecto, se utilizó Rhino y Grasshopper como herramientas principales para acercar el diseño a un enfoque paramétrico, explorando desde cero esta metodología y su potencial en la creación de formas complejas y adaptables. A partir de una figura base relativamente simple, se implementaron distintos controladores paramétricos que permitieron modificar aspectos clave del diseño, como la altura, las curvas, el ancho y el grosor, entre otros.

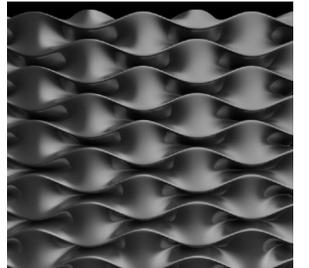
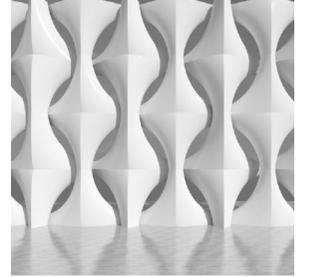
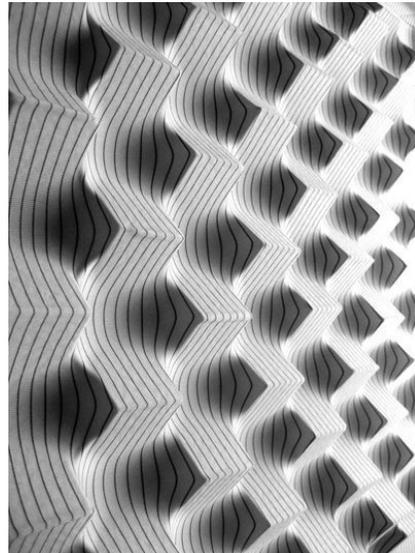
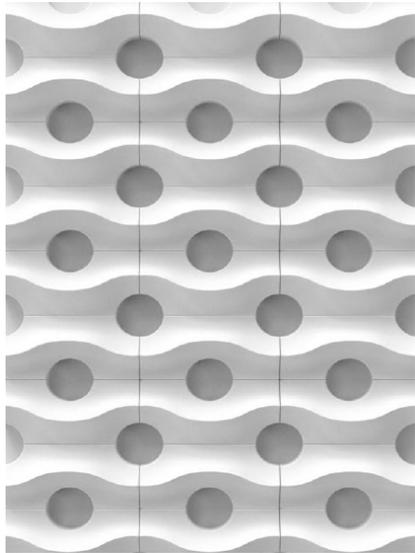
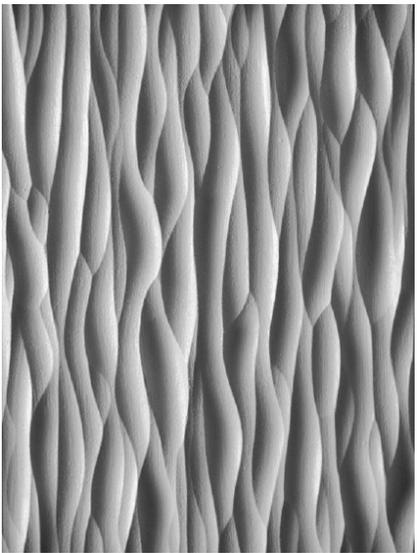
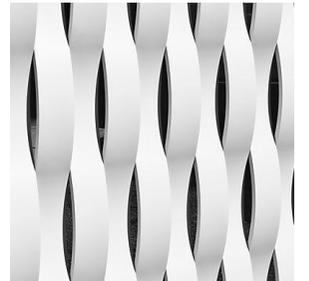
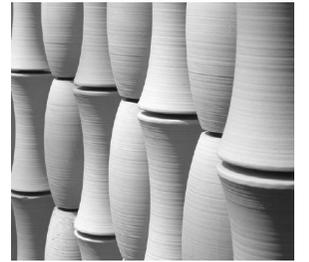
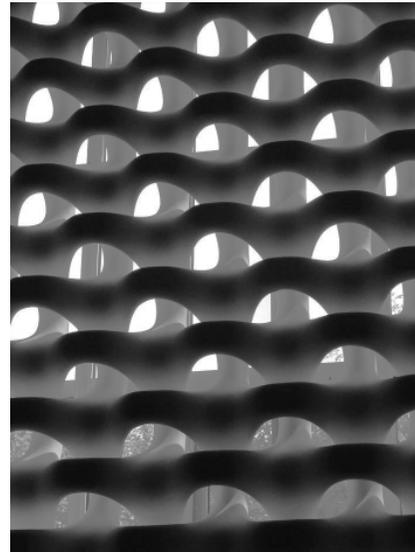
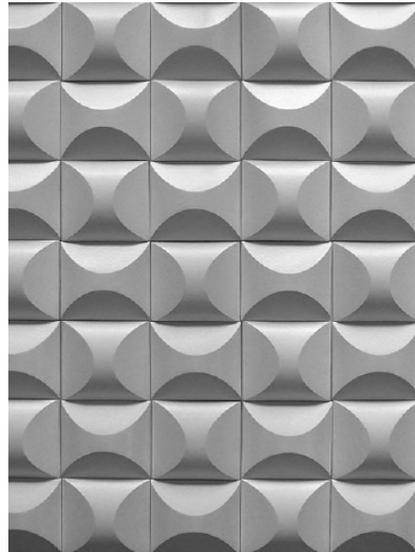
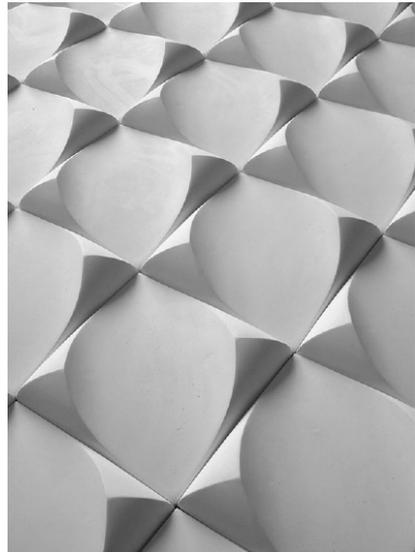
El objetivo de estas exploraciones formales fue no solo comprender las posibilidades que ofrece el diseño paramétrico, sino también generar una amplia variedad de variaciones estructurales dentro de un mismo concepto. A través de estos experimentos, se buscó enriquecer el proceso creativo y evidenciar el grado de investigación y desarrollo aplicado en este Trabajo Final de Grado, demostrando la versatilidad y profundidad de las herramientas digitales en la construcción del proyecto.

Decidí no utilizar un diseño paramétrico para este Trabajo Final de Grado, ya que requería una inversión considerable de tiempo en el aprendizaje de nuevos programas, y ese no era un aspecto prioritario dentro de mis objetivos principales. Sin embargo, lo aprendido en el proceso me ha servido como base para futuros desarrollos. Opté por enfocarme en los elementos esenciales del proyecto para evitar complicaciones innecesarias y asegurar su avance sin generar frus-



Imágenes: Elaboración propia

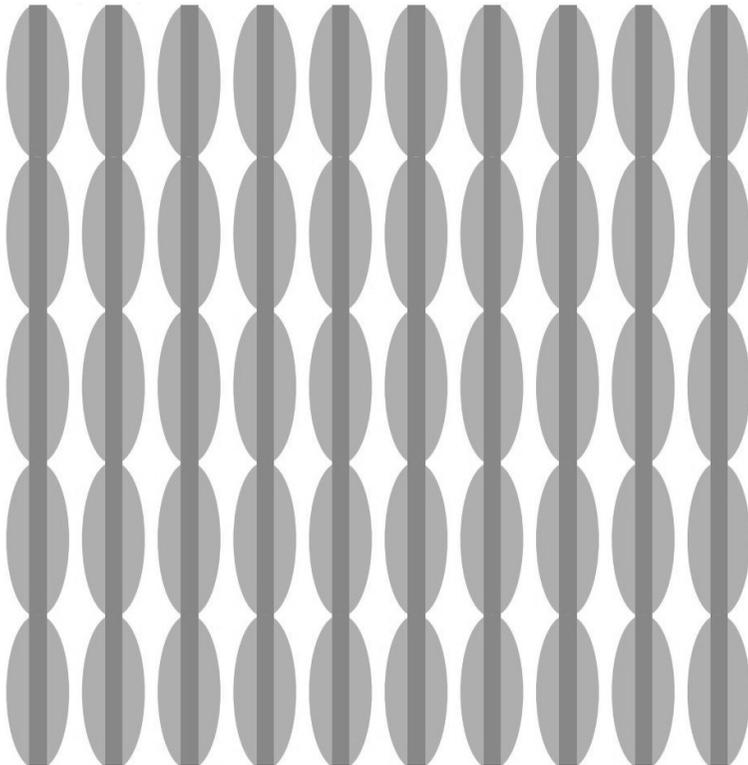
Exploración patrones



Modelado en Fusion 360

Para continuar con la experimentación de formas, se utilizó Fusion 360, dando continuidad a las exploraciones previas realizadas en Blender y Rhino. El objetivo era generar efectos visuales dinámicos al ser impresos en 3D. Inicialmente, la experimentación se centró en diseñar un cubo cerrado de 15x15 cm que contuviera formas orgánicas, integradas dentro de la geometría.

Tras analizar diversos patrones (página anterior), se seleccionó uno y se realizó un boceto para determinar la cantidad y disposición óptima de las formas dentro del cubo. En las primeras pruebas, se utilizó PLA blanco, ya que en ese momento aún no se habían adquirido los filamentos más adecuados para el proyecto.



Primer prueba impresa

Esta primera prueba impresa en 3D tenía como objetivo principal evaluar la forma del diseño antes de avanzar con más detalles o ajustes en la funcionalidad. Se centró en comprobar cómo se comporta la geometría ondulada para luego replicarla en un modelo más grande.



Figuras 17, 18. Elaboración propia

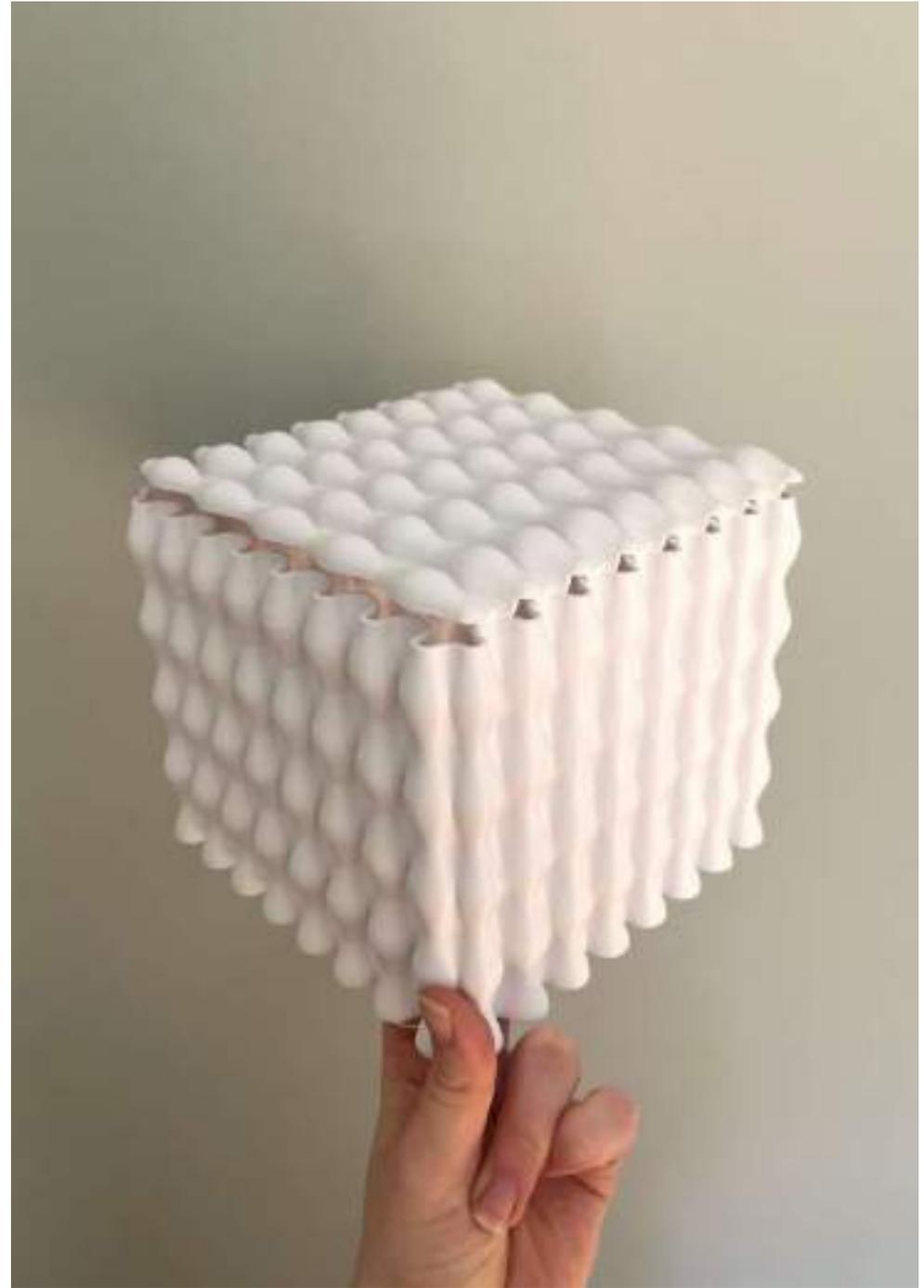
Segunda prueba impresa en cubo 150 x 150 mm

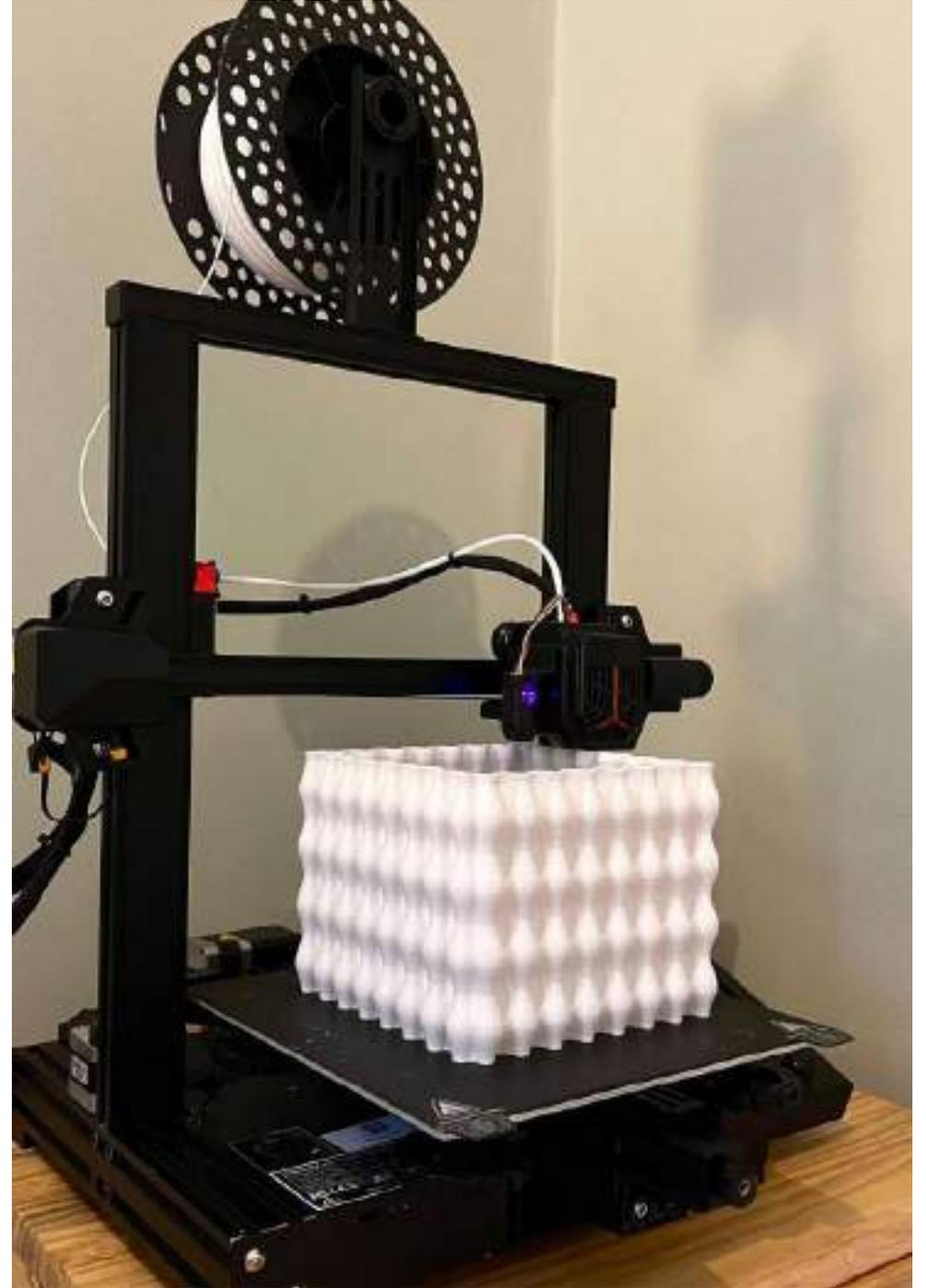
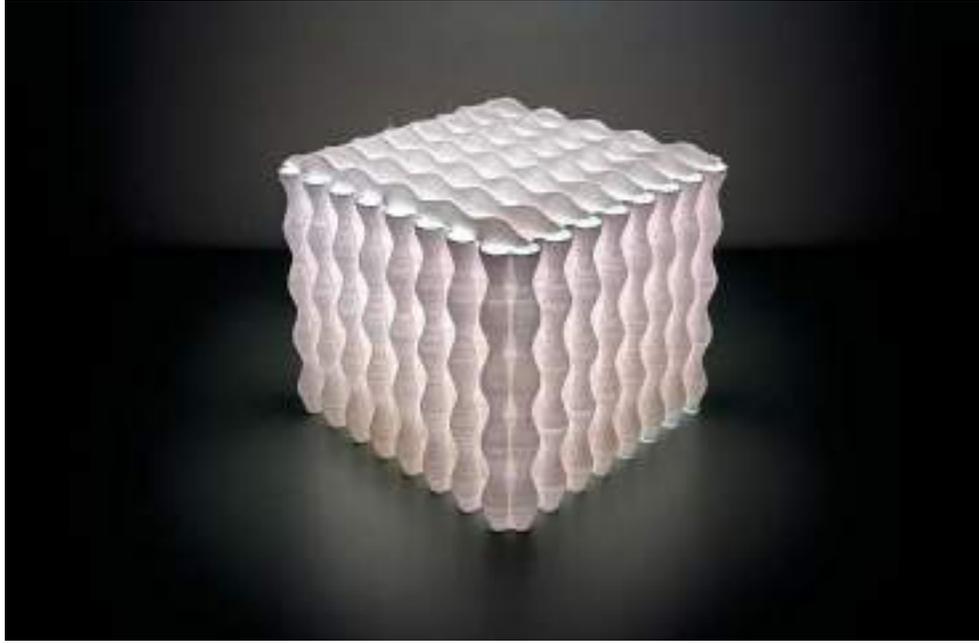
La intención de esta prueba era evaluar cómo se comporta la geometría en un volumen cerrado y su impacto en la distribución de la luz.

Se logró integrar el patrón en las caras laterales del cubo, generando una textura dinámica y atractiva que podría potenciar el efecto lumínico. Sin embargo, la continuidad del diseño en la parte superior presentó desafíos, ya que la transición entre las superficies no fue completamente uniforme.

Este modelo permite analizar cómo la luz interactúa con las ondulaciones y detectar posibles ajustes en la estructura o el patrón para futuras iteraciones. Además, es una referencia valiosa para optimizar la forma y funcionalidad en el desarrollo de la luminaria final.

La temperatura de extrusión fue de 220°C, mientras que la velocidad de impresión se configuró en 40 mm/s.





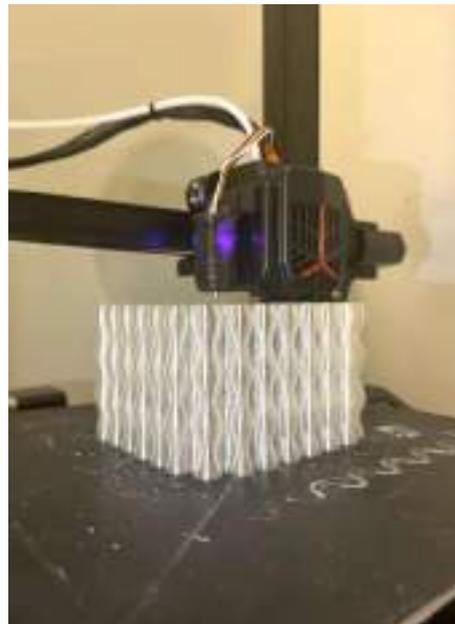
Imágenes: Elaboración propia

Tercer prueba impresa en cubo 100 x 100 mm

Para este modelo, se eligió el PLA biodegradable y se realizaron varias pruebas de calibración, ya que no fue fácil que la impresora imprimiera correctamente. Finalmente, se ajustaron los parámetros a una temperatura de extrusión de 220°C, la temperatura de la cama a 60°C y la velocidad de impresión a 40 mm/s, lo que permitió lograr la configuración adecuada. Sin embargo, lo que faltaba para obtener un buen resultado era ajustar la retracción de la impresión, ya que sin esto, el plástico no salía de manera consistente.

Una vez realizado este ajuste, se consiguieron las transparencias deseadas en el prototipo, lo que permitió apreciar mejor cómo se distribuiría la luz a través del material.

En los bordes, se aplicó un patrón con una inclinación de 45°, lo que generó una continuidad más curva en las esquinas, mejorando la estética y el acabado del diseño.



Cuarta prueba impresa en prisma 120 x 120 mm x 180 mm

En esta prueba, se continuó utilizando las mismas temperaturas, pero se aumentó el tamaño del modelo para seguir experimentando con las formas y explorar nuevas opciones de diseño.



Imágenes: Elaboración propia

Camino proyectual 2

Formas orgánicas: exploración proyectual y orientada al usuario

Este camino representó una instancia de exploración diferente, orientada a definir un lenguaje formal más fluido, cálido y armónico para el usuario. A partir de estas búsquedas, se establecieron criterios proyectuales que permitieron equilibrar sostenibilidad, funcionalidad y una estética orientada a generar confort y cercanía con el entorno doméstico.

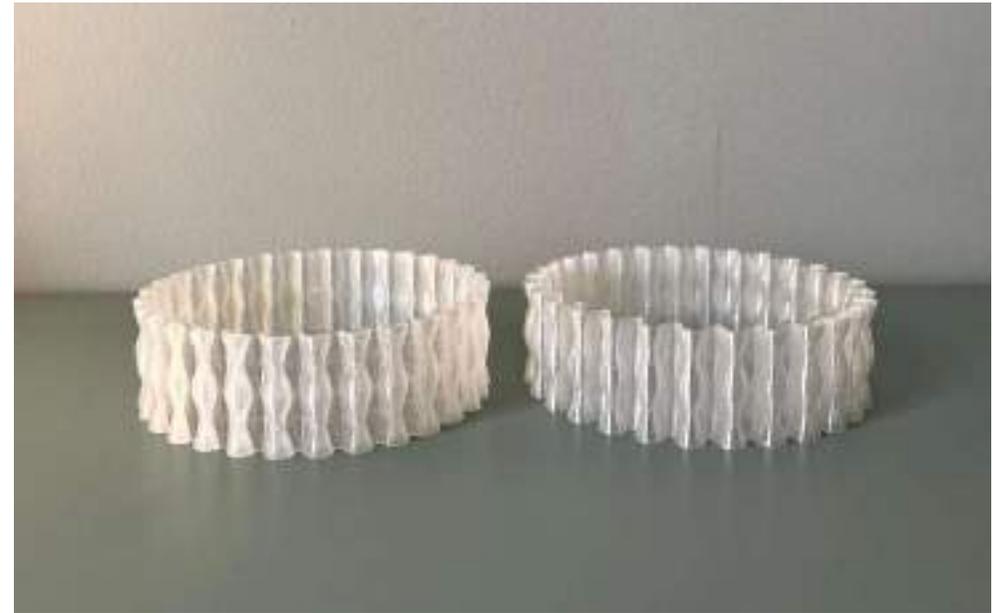
Primer prueba impresa

En estas pruebas se agregó un grosor adicional al patrón original de forma intercalada, con el objetivo de compararlo con otro que no lo tiene. Este ajuste permitió observar las diferencias en la distribución de la luz y, a su vez, abrió la posibilidad de experimentar con las distintas transparencias en el diseño. De esta manera, se pudo explorar cómo el grosor influye en la estética y funcionalidad del prototipo. Además, se comenzaron a probar nuevas formas y variaciones en los espesores, lo que permitió analizar el impacto que estos cambios tienen tanto en la apariencia como en el rendimiento de la luminaria, ampliando las posibilidades de diseño.

A partir de este mismo patrón inicial, en el desarrollo del segundo camino se buscó reinterpretarlo para explorar formas más suaves y fluidas. Conservando ciertos elementos de la geometría original, se adaptaron sus características para generar un diseño menos estructurado, que aportara mayor naturalidad y calidez visual. Esta transición permitió mantener la investigación sobre la interacción entre luz y material, pero orientándola hacia una propuesta que se integrara mejor en ambientes domésticos y que resultara más cercana al usuario.



A la izquierda se aplicaron dos espesores distintos al patrón, mientras que a la derecha se dejó uno.



Imágenes: Elaboración propia

El patrón con un solo grosor se utilizó al principio para evaluar cómo quedaba formalmente, proporcionando una base inicial para observar la distribución de la luz y la estética general del diseño sin ninguna variación en el espesor. Esta fase permitió entender la forma básica y establecer un punto de partida antes de experimentar con diferentes espesores y otros ajustes.

El patrón con dos espesores distintos presenta beneficios al generar una variación en la transparencia y distribución de la luz, lo que permite un efecto visual más interesante y dinámico en el diseño.

Proceso de diseño de pantalla y transparencia

La idea para diseñar la pantalla surgió a partir de una etapa de investigación en la que exploré distintas formas. En ese proceso, encontré la luminaria Macaron, un diseño retro que me llamó la atención por su forma fluida y sencillez. A partir de ahí decidí tomarla como referencia para empezar a probar variaciones en Fusion 360. En ese camino, fui reinterpretando la forma para llevarla a algo más propio y acorde a lo que buscaba: una pantalla que se integrara mejor al patrón de la base.

La versión final resultó más orgánica y fluida, pensada para que no se viera como un elemento aislado, sino como una extensión natural del conjunto.

Además, en la investigación busqué qué pasaba en el mercado con las luminarias hechas con impresión 3D y el uso de transparencias. En esa búsqueda encontré la luminaria Helios, del estudio Far From Earth, que justamente trabaja el juego entre luz, forma y transparencia. Esto me llevó a explorar con el objetivo de que el patrón de la base pudiera verse a través de la pantalla de una manera sutil. Así surgió la idea de mezclar lo translúcido con las formas.



Figura 19. Pinterest

Figura 20. Elaboración propia



En el boceto se aprecia la intención de que el patrón que se venía trabajando en la base continúe por detrás de la pantalla, con el objetivo de resaltar distintas transparencias y texturas en la luminaria.

Figura 21. Elaboración propia



Figura 22. Far From Earth

Segunda prueba impresa

La segunda prueba se construyó en un tamaño más pequeño debido a la escasez de material disponible, lo que limitó la posibilidad de realizar una versión a escala completa. A pesar de esta limitación, el prototipo sirvió para evaluar las proporciones generales del diseño, así como para observar cómo interactuaban las texturas y cómo se distribuía la luz a través de los diferentes volúmenes y espesores.

Si bien, como mencioné anteriormente, aún no se había impreso en el tamaño final, era conveniente avanzar primero en los procesos técnicos, como la elaboración de la base que alojará el dispositivo solar, antes de desarrollar una pantalla con las medidas definitivas.



Esta impresión se llevó a cabo utilizando un nozzle de 0,4 mm, lo que resultó en un tiempo de impresión considerablemente largo, alcanzando los 2 días y 12 horas de trabajo continuo. Debido a este extenso tiempo de producción, y con el fin de optimizar el proceso y hacerlo más eficiente, se adquirió un nozzle de 0,8 mm con el que se harán las futuras pruebas. Se cree que esta elección permitirá reducir de manera significativa los tiempos de impresión.

Al utilizar un nozzle más grande, hay una mayor fluidez en la extrusión del material, lo que optimiza la deposición de las capas y mejora la resolución en las áreas de mayor volumen.

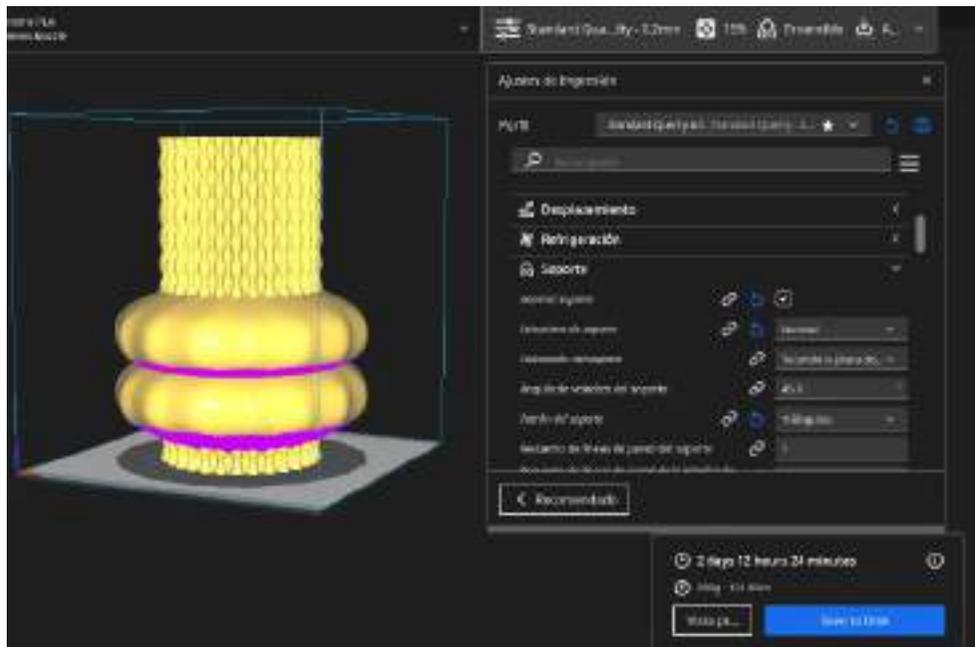


Figura 23. Diseño en Cura (invertido para reducir el uso de soportes). Este programa es el encargado de preparar y enviar los datos de impresión a la impresora 3D. *Elaboración propia.*

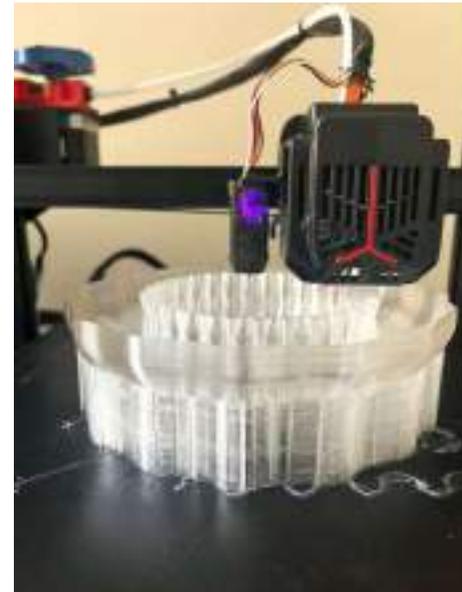


Figura 24. Proceso de impresión del diseño. *Elaboración propia*



Figura 25. Proceso de impresión del diseño. *Elaboración propia*



Figura 26. Diseño finalizado con los soportes en la parte inferior. *Elaboración propia*



Figura 27. Restos de soportes retirados después de la impresión. *Elaboración propia*

Elección del camino proyectual

Después de haber explorado distintos caminos, tanto con formas geométricas como con propuestas más orgánicas, decidí seguir adelante con el Camino 2 porque era el que mejor lograba un equilibrio entre lo funcional, lo estético y lo cotidiano.

Las pruebas del Camino 1 fueron muy importantes para entender hasta dónde podía llevar la impresión 3D, cómo funcionaban los espesores, los patrones y la luz. Sin embargo, ese enfoque más estructurado y técnico no terminaba de generar la sensación que buscaba para el producto. Las formas más geométricas se sentían un poco frías o distantes para un objeto pensado para el hogar.

En cambio, al trabajar en el Camino 2, las formas más fluidas empezaron a darme respuestas que se sentían más naturales y agradables. Además, me permitió integrar mejor la tecnología, como el panel solar con ventosa, sin comprometer la estética.

Otro punto importante es que todas las pruebas y la pieza final las hice en mi impresora 3D (Ender 3 V2 Neo). Eso hizo que el proceso fuera muy real y tangible para mí, porque tuve que ajustar parámetros, probar materiales y resolver problemas mientras imprimía. Eso también fue parte de definir qué camino era el más viable y accesible para fabricar.

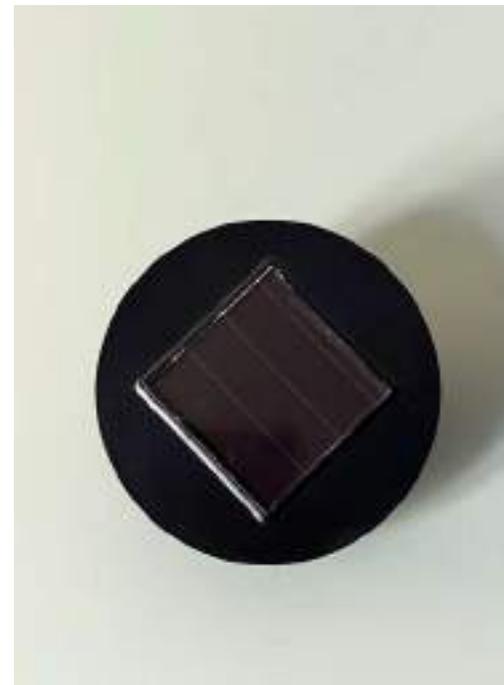
En resumen, elegí el Camino 2 porque combina todo lo que buscaba: un diseño cálido, práctico, sostenible y que se integre naturalmente en los espacios del día a día.

Exploración paneles solares

Little sun

Hace más de un año adquirí mi primera iluminación potenciada con luz solar: la luminaria Little Sun, diseñada por Olafur Eliasson. Durante todo este tiempo, la la ha funcionado de manera constante, captando la luz solar desde mi ventana sin presentar fallos en su desempeño nocturno. Este pequeño dispositivo, más que una simple fuente de luz, representa una solución innovadora y sostenible para el acceso a la iluminación.

La experiencia con esta luminaria fue clave en mi interés por la iluminación solar y me motivó a explorar más sobre el uso de energías renovables en el diseño de productos. Este aprendizaje influyó directamente en el desarrollo de mi proyecto.



Durante la búsqueda de dispositivos adecuados para este proyecto, se han adquirido varios modelos similares a los presentados aquí. Sin embargo, la calidad de estos ha resultado ser insuficiente.

Algunos dispositivos llegaron defectuosos desde el primer momento, mientras que otros se rompieron tras un corto período de uso.

Esta experiencia evidencia la necesidad de seleccionar cuidadosamente los componentes para garantizar la durabilidad y funcionalidad del producto final.

Imágenes: Elaboración propia

Panel XIAOMI MZ-L1802

Después de probar con distintas opciones, encontré el panel solar de Xiaomi, que resultó ser el más adecuado para lo que necesitaba. Este panel ofrece un buen rendimiento dentro de los parámetros que requiere la luminaria, permitiendo una carga estable incluso con luz moderada, lo que asegura la autosuficiencia del sistema. Además, su tamaño (8,4 cm x 2,5 cm) y peso (55 g) son ideales para el diseño, ya que se puede integrar fácilmente sin afectar la estética ni la funcionalidad del producto.



El panel es compacto y liviano, y al estar hecho con celdas de silicio monocristalino, logra una buena conversión de energía, incluso en situaciones donde la luz no es tan intensa. Esto, sumado a su durabilidad y su costo accesible, lo convirtió en la opción más viable para cumplir con los objetivos de sostenibilidad y accesibilidad que plantea este Trabajo Final de Grado.



Material: ABS
Duración: 8 horas, según el fabricante
Carga: 6 horas, según el fabricante
Tamaño: 8,4 cm x 2,5 cm

Imágenes: Elaboración propia

Evaluación de eficiencia energética

Se realizó una prueba de carga del panel solar durante 6 horas al sol. Posteriormente, se instaló en la luminaria para comprobar tanto el tiempo de duración como la intensidad de la luz. La luminaria se encendió a las 12:45 del mediodía y se apagó a las 00:00 horas.

Aunque en teoría la duración estimada era de 8 horas, sorprendentemente logró mantenerse encendida durante 11 horas y 15 minutos. Cabe destacar que en la última media hora la intensidad de la luz comenzó a disminuir, como se puede observar en la última foto que se adjunta.



12:45 pm



16:45 pm



20:45 pm



22:45 pm

Imágenes: Elaboración propia

Sistema de fijación mediante ventosa

Elegí utilizar un sistema de fijación mediante ventosa porque me pareció la solución más adecuada para garantizar que la luminaria pudiera captar la mayor cantidad de luz solar posible dentro del hogar. La posibilidad de adherirla directamente a las ventanas permite ubicarla en el lugar donde la luz solar es más directa, lo que mejora significativamente su eficiencia de carga durante el día.

Además, este sistema aporta versatilidad al diseño, ya que el usuario puede retirarla o cambiarla de posición fácilmente según las condiciones de luz o sus necesidades. Me interesaba especialmente ofrecer una alternativa que no implicara instalaciones permanentes ni complicadas, respetando la idea de un producto accesible, práctico y adaptable a distintos espacios interiores.



Prototipos

Diseño final
Vista frontal y posterior



Se introduce la ventosa en la parte más ancha de la ranura ejerciendo presión



Una vez fijada, la ventosa se desliza hacia el centro de la ranura



Luego, se adhiere al panel solar utilizando adhesivo instantáneo



Una vez adherida la ventosa al panel, se puede fijar directamente en la ventana

Integración del panel en la base y encastrés

La integración del panel solar con la base y la luminaria supuso un desafío. Desde el inicio del proyecto, se buscó desarrollar un sistema que incorporara tanto una ranura para cargador USB como un mecanismo de encendido funcional.

Durante el proceso de diseño, se exploraron distintas alternativas en plataformas especializadas en archivos para impresión 3D, con el objetivo de encontrar interruptores imprimibles en una sola pieza que permitieran movimiento mecánico. Finalmente, se identificó un sistema viable (Figura 28) y se adaptó específicamente para esta luminaria. Sin embargo, su implementación fue descartada, ya que la integración con el botón deslizante del panel resultaba excesivamente compleja y podía afectar la usabilidad del producto.

Como resultado, se optó por una solución más sencilla y eficaz: se diseñó una base en la que el panel solar se inserta directamente, y luego se une a la pantalla de la luminaria mediante un sistema de encastre macho-hembra (Figura 29). Este mecanismo permite fijar los componentes de forma segura, con una simple presión hasta su cierre, manteniendo tanto la funcionalidad como la estética del diseño.



Figura 28. Interruptor.



Figura 29. Encastre macho-hembra.



Si bien el interruptor de encendido y apagado impreso se desplazaba correctamente y la ranura para carga USB funcionaba adecuadamente, resultaba demasiado complejo lograr que coincidiera de manera precisa con el botón de encendido del panel.



Diseño final de la base con sistema de encastre macho-hembra, sin soportes y optimizado para reducir el consumo de material.

Imágenes: Elaboración propia

Pruebas de calibración

Las calibraciones fueron una parte fundamental del proyecto. Adquirí la impresora hace un año, por lo que todas las pruebas y la práctica se desarrollaron a lo largo de este Trabajo Final de Grado. A medida que avanzaba en mis conocimientos sobre la impresora, también progresaba en el desarrollo del proyecto.

Se realizaron numerosas pruebas de calibración, pero ninguna daba buenos resultados al principio. Con PLA blanco, la primera pieza se imprimió correctamente, pero al cambiar a PLA transparente, la impresión comenzó a fallar.

Luego de varios intentos, mi asesora, la Ayud. Mg. Carolina Frabasile, me recomendó revisar la retracción, un ajuste que hasta ese momento no había tenido en cuenta, ya que solo había modificado temperaturas y velocidades. Una vez que realicé este cambio, la impresión comenzó a funcionar correctamente.



Figura 30. Elaboración propia

Cambio de nozzle y pruebas de impresión

Cambiar el nozzle o boquilla de 0.4 mm a 0.8 mm en una impresora 3D puede aportar varias ventajas importantes. Por un lado, la velocidad de impresión aumenta notablemente, ya que al extruir más material por capa se puede imprimir mucho más rápido sin perder demasiada calidad. Esto es útil para proyectos de gran tamaño o cuando se busca reducir el tiempo total de producción.

Además, un nozzle más grande mejora la adhesión entre capas, logrando piezas más sólidas y resistentes. La mayor cantidad de material extruido permite que las capas se fusionen mejor, aumentando la durabilidad.

Sin embargo, en el caso de este Trabajo Final de Grado, aunque se cambió el nozzle teniendo en cuenta todos estos beneficios y con la idea de optimizar el proceso, el resultado no fue el esperado. La luminaria, al tener muchas texturas y detalles, requería un nivel de definición mayor. Por lo tanto, aunque la impresión fue más rápida (se completó en un día), la calidad obtenida fue muy inferior. Esto nos llevó a reimprimir el prototipo final con un nozzle de 0.4 mm para garantizar un acabado adecuado.

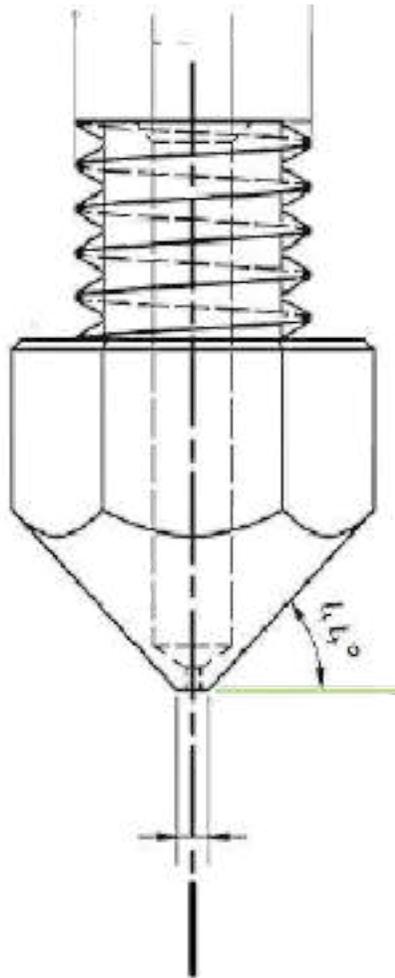


Figura 31. Fuente: Dassault Systèmes. (2023).



Figura 32. Elaboración propia

Propuesta final de diseño

El diseño de esta luminaria fue concebido para aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la impresión 3D, integrando geometrías complejas y texturas variadas. La forma elegida responde tanto a criterios estéticos como funcionales, logrando una dispersión eficiente de la luz y una identidad visual distintiva.

La pantalla está compuesta por dos partes principales: una base texturizada y un cuerpo superior de mayor volumen. La base presenta un patrón ondulado repetitivo que aporta estabilidad estructural y acentúa las cualidades visuales del material. Además, la variación de espesores a lo largo de la superficie permite un juego lumínico interesante: las zonas más delgadas dejan pasar mayor cantidad de luz, mientras que las más gruesas la difuminan suavemente, generando un degradado que resalta la forma general y aporta profundidad al diseño.

En la parte superior, el volumen redondeado permite una distribución más uniforme de la luz, evitando sombras marcadas y generando una iluminación cálida y envolvente. Esta forma más orgánica no solo mejora la calidad lumínica, sino que también aporta un carácter estético refinado. Además, la continuidad de la textura en el interior de la luminaria suma una capa visual y táctil que enriquece la experiencia del usuario.

Desde el inicio del proyecto se priorizó la eficiencia material: la geometría fue optimizada para reducir el consumo de filamento sin comprometer la resistencia ni la estabilidad del conjunto.

En resumen, esta luminaria fue diseñada para combinar estética, funcionalidad y eficiencia, aprovechando al máximo el potencial de la impresión 3D. El resultado es un objeto innovador que fusiona diseño, tecnología y sostenibilidad.

Busqueda de filamentos reciclados y filamentos biodegradables

Durante la fase inicial del proyecto se evaluaron diversas opciones de plásticos reciclados que cumplieran con los requisitos de calidad, estética y funcionalidad. Aunque se consideró la compra de filamentos reciclados y la producción propia, se encontraron obstáculos como la inconsistencia del material, falta de colores disponibles y escasez de proveedores confiables.

Ante estas limitaciones, se optó por explorar materiales biodegradables. El PLA (ácido poliláctico) se destacó por su origen renovable, facilidad de impresión y capacidad de degradarse en condiciones industriales.

Finalmente, se seleccionó el filamento Fillamentum Crystal Clear por su alta transparencia, buena difusión de la luz y excelente rendimiento en impresión. Esto permitió alcanzar una iluminación cálida y uniforme, en línea con la estética y los valores sostenibles del proyecto.

Duración de impresión y peso por componente según CURA

1. Pantalla: Link <https://a360.co/4k3allg>

Duración: 2 días, 12 horas

Peso: 393 gramos

Soporte: Triángulo

2. Base: Link <https://a360.co/43plZGk>

Duración: 5 horas, 41 minutos

Peso: 48 gramos

Relleno: Giroide

3. Fijación ventosa: Link <https://a360.co/4dqD8E4>

Duración: 14 minutos

Peso: 4 gramos

Relleno: Giroide

Tamaño final de lampara: 24 cm x 18,5 cm



Imágenes: Elaboración propia



Imágenes: Elaboración propia



Imágenes: Elaboración propia



Imágenes: Elaboración propia





Imágenes: Elaboración propia

Secuencia de uso

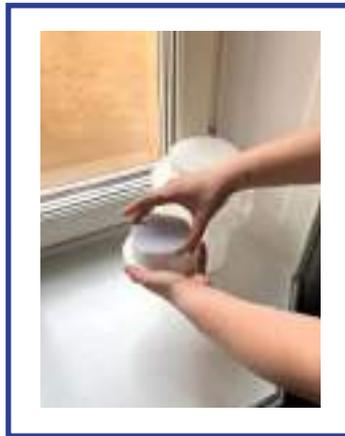
AGARRAR LUMINARIA



SEPARAR BASE DE PANTALLA



SACAR PANEL



PRESIONAR



MANTENER



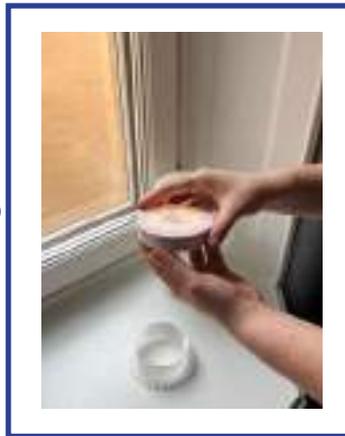
DESPEGAR



ENCENDER PANEL



COLOCAR



ENSAMBLAR BASE A PANTALLA



SITUAR LUMINARIA



Costos y presupuesto final

El cálculo del costo se realizará en base a la cantidad de gramos efectivamente utilizados para la fabricación de la luminaria.

Dado que actualmente resido en Suecia y no en Uruguay, los valores de los costos serán expresados también en SEK (corona sueca), ya que los insumos utilizados fueron adquiridos en este país.

Ítem	Precio (SEK)	Envío (SEK)	Total (SEK)	Precio (UYU)	Envío (UYU)	Total (UYU)
Fillamentum PLA Crystal Clear (445 g)	142	0	142	612	0	612
Panel Solar XIOMI	74	0	74	319	0	319
Ventosa	20	0	20	86	0	86
Totales generales			236 SEK			1017 UYU

Conclusiones

Este Trabajo Final de Grado permitió explorar y materializar la integración entre la impresión 3D y la energía solar en el diseño de una luminaria doméstica. A lo largo del proceso se abordaron no solo los aspectos técnicos y formales del producto, sino también dimensiones fundamentales como el impacto ambiental, la usabilidad y la estética en contextos reales.

El desarrollo de prototipos permitió comprobar que la impresión 3D es una herramienta versátil para personalizar diseños, reducir desperdicios y optimizar el uso de materiales como el PLA biodegradable. A su vez, se validó la viabilidad de integrar paneles solares como fuente de energía principal, combinando eficiencia y autosuficiencia energética.

Las entrevistas con expertos y encuestas a potenciales usuarios aportaron insumos valiosos que guiaron decisiones proyectuales clave, desde el tipo de luz hasta la elección de formas y modos de uso. El resultado es una propuesta que no solo cumple con requisitos funcionales y formales, sino que también promueve prácticas sostenibles y accesibles para el entorno doméstico.

Valoración crítica del proyecto

El proceso de desarrollo de esta luminaria solar evidenció importantes aprendizajes técnicos y proyectuales. La exploración de herramientas como Rhino, Blender y Fusion 360 permitió ampliar los límites del diseño, aunque también puso de manifiesto las limitaciones propias del enfoque paramétrico, que fue descartado para priorizar una propuesta más directa y factible. Si bien se alcanzaron buenos resultados en cuanto a funcionalidad y estética, surgieron desafíos técnicos en la calibración de la impresora y en la integración precisa del sistema de carga, que exigieron adaptaciones durante el proceso.

Uno de los logros más destacables fue la optimización de las propiedades del PLA transparente, que permitió una distribución cálida y efectiva de la luz. No obstante, aspectos como la dependencia de condiciones óptimas de iluminación solar o la escalabilidad de la producción siguen siendo puntos de mejora para versiones futuras. Además, se debe considerar que la impresión completa de una unidad demanda aproximadamente dos días de trabajo continuo, lo que implica un consumo energético a tener en cuenta. Sin embargo, el gasto eléctrico de una impresora 3D doméstica es relativamente bajo, y resulta más eficiente en términos energéticos si se lo compara con otros métodos de fabricación tradicionales como el moldeo por inyección o procesos industriales a gran escala.

En definitiva, el proyecto demuestra que es posible conjugar innovación tecnológica, conciencia ambiental y diseño responsable en un producto atractivo y funcional, aunque también revela la importancia de seguir profundizando en la investigación de materiales, eficiencia energética y estrategias de producción sostenible.

Bibliografía

Alvarado, J. (s.f.). Diseño y Cálculo de una instalación fotovoltaica aislada - UPM. Recuperado de: https://oa.upm.es/52204/1/PFC_JORGE_ALVARADO_LADRON_DE_GUEVARA.pdf

Azarello, N. (2018). Olafur Eliasson Launches Little Sun Foundation, bringing thousands solar light in rural Rwanda. Recuperado de: <https://www.designboom.com/design/olafur-eliasson-little-sun-foundation-solar-light-03-15-2018/>

Baker, K., & Sinclair, M. (2018). Renewable energy and sustainable development. Routledge.

Cerda, E. (2003). Fotovoltaica: Manual de diseño e instalación. Recuperado de: <https://www.solarenergy.org/es/tienda/publicacion/fotovoltaica-manual-de-diseno-e-instalacion/>

Chua, C. K., & Leong, K. F. (2017). 3D printing and additive manufacturing: Principles and applications. World Scientific Publishing.

Fernández, M. (2020). Tecnologías y aplicaciones de la energía solar. Editorial Energía y Futuro.

Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2015). Additive manufacturing technologies: Rapid prototyping to direct digital manufacturing. Springer.

Gómez, J. (2019). Sostenibilidad en sistemas fotovoltaicos. Editorial Ecoenergía.

Harris, L. (2019). Solar energy: The impact on global sustainability. Cambridge University Press.

Hausman, K. K., & Horne, R. (2014). 3D printing for Dummies. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Johnson, R., & Lee, T. (2020). Environmental impact of solar energy systems. Wiley.

Johnson, S., & Harris, M. (2020). Assessment of photovoltaic lighting systems: Energy savings and emission reduction. Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Kabir, E. (2015). Sustainable energy technologies and applications. Springer.

Kreikebaum, J. F., Givens, M. R., & Hart, S. C. (Eds.). (2011). Handbook of sustainable engineering. Springer.

Lopez, M. E. C. (2021). Instalación Solar Fotovoltaica para Vivienda. Cálculo y Diseño de una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo en Vivienda. Recuperado de: <https://acortar.link/ziFLRD>

Martínez, L. (2021). La evolución de la tecnología LED. Editorial Tecnología y Diseño.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2024). Miradas sostenibles. PNUD.

Suardíaz Muro, J., Pérez Gomáriz, M., Cabrera Lozoya, A., & Do Carmo Trolle, R. O. (2021). Uso combinado de impresión 3D y electrónica para enriquecer el proceso de aprendizaje. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1).

Verma, P. A. G. B., & Han, M. N. S. P. M. (2016). Sustainable design through process integration: Fundamentals and applications to industrial sustainability. Springer.

Williamson, C. (2016). An intuitive, solar powered, Motion Sensor Light. Recuperado de: <https://design-milk.com/intuitive-solar-powered-motion-sensor-light/>

Crónica Global. (2021). La impresión 3D, ¿mala alternativa para la producción en serie? https://cronicaglobal.lespanol.com/creacion/vida-tecky/20210409/la-impresion-mala-alternativa-para-produccion-serie/572442800_0.html

Dassault Systèmes. (2023). Ventajas e inconvenientes de la impresión 3D. <https://www.3ds.com/es/make/solutions/blog/pros-and-cons-3d-printing>

Climalgar Benidorm. (2023). ¿Cómo funcionan los paneles solares en días nublados y en invierno? <https://climalgardenidorm.es/como-funcionan-los-paneles-solares-en-dias-nublados-y-en-invierno>

Hackernoon. (2024). Cómo la impresión 3D está impactando las cadenas de suministro. <https://hackernoon.com/lang/es/como-la-impresion-3d-esta-impactando-las-cadenas-de-suministro>

Ramos, S. (2018). Lámparas solares. Diseño y tecnología. Editorial Innovación Verde.

ANEXO

Entrevistas

LIC. ELENA DIENA - ASESORA DE ILUMINACIÓN

1- *¿Cuáles son las tendencias actuales en iluminación para el hogar?*

Hay varios niveles en tendencia. A nivel regional los proveedores intentan imponer el LED integrado en los hogares. De esta manera queda el cliente atado al proveedor por cambios o reparaciones. Yo personalmente recomiendo la utilización de luminarias que en caso de quemarse se cambian lo que le facilita al cliente el uso.

En cuanto a temperatura de color en nuestra region se usa generalmente 2700 o 3000k generando un espacio armonico y calido.

2- *¿Qué tipo de luminarias solares son más populares en el mercado residencial? ¿Debería enfocarme en algún diseño o tecnología en particular?*

La tecnología solar se usa más que nada en lo que es iluminación exterior. Lamentablemente a la región no llegan grandes opciones de productos o diseños.

Se puede sustituir bolardos, pinchos y algún elemento decorativo por luminarias solares.

Te dejo un link de una empresa que tiene buenas cosas
<https://lesjardins.solar/collections/architectural>

3- *¿Qué aspectos de diseño consideras clave para crear luminarias que sean atractivas para los consumidores?*

- El confort visual es clave, que no encandile al usuario.
- La temperatura de color
- Fácil posible reparación

4- *¿Qué tipos de iluminación (directa, indirecta, ambiental) son más adecuados para diferentes espacios dentro de un hogar? ¿Cómo puedo diseñar luminarias que cubren estas necesidades?*

El tipo de iluminación depende principalmente de qué tarea se va a hacer en ese espacio.

por ejemplo en una mesada de cocina la iluminación directa es la correcta, ahora para un espacio de TV, de relax iluminación ambiente o indirecta genera mayor confort al usuario.

Por otro lado, a veces se deja iluminación ambiente en la noche a modo de seguridad. Eso depende mucho de los usuarios.

El diseño de la luminaria depende mucho de su principal función. Pero también entra en juego el consumo y la estética. Se puede generar una luminaria con iluminación indirecta para una oficina. Probablemente esa luminaria tenga un mayor consumo y LM que una luminaria de iluminación directa

5- *¿Cómo puedo diferenciar mis productos de iluminación en un mercado competitivo? ¿Es mejor enfocarse en la personalización, innovación o estética?*

Creo que depende del producto que estés ofreciendo. ¿Quieres que sea algo masivo o exclusivo? Hoy en día la combinación de la estética y la innovación son claves en el diseño.

6- *¿Cómo puedo incorporar opciones de personalización en mis productos para que los clientes puedan adaptar la iluminación a sus preferencias y espacios?*

Hoy en día la utilización de impresiones 3D ayuda mucho a la personalización. Podes adaptar un mismo producto con diferentes terminaciones en el exterior. Puede ser una diferente textura o color. Eso ayuda a la customización. También si adaptar la luz a que sea con domótica el cliente lo ve como un plus.

7-¿Es recomendable ofrecer un servicio de instalación junto con la venta de las luminarias? ¿Qué necesitaría tener en cuenta si decido hacerlo?

La clave es tener un electricista de confianza, que sea prolijo con su trabajo y cuidadoso con la casa del cliente.

Yo recomiendo ofrecer el servicio pero la decisión final siempre está del lado del cliente.

8-¿Qué estrategias de marketing y ventas podrían funcionar mejor en este nicho de luminarias para hogares?

El vínculo con arquitectos e interioristas siempre ayuda. Ellos son los primeros en presentar sus productos al cliente final. También casas de diseño o de venta de productos de iluminación.

9-¿Cómo puedo asegurarme de que mis productos sean sostenibles desde una perspectiva ambiental, tanto en la fabricación como en el uso?

La utilización de materiales reciclados es una buena opción, para garantizar la menor tasa de fallas técnicas y del sistema eléctrico. En cuanto al diseño tener en cuenta lo que es “Light pollution”.

10- ¿Qué certificaciones ambientales debería buscar para que mis productos tengan una ventaja competitiva?

Depende de donde quieras introducir el producto pero por ejemplo considerar el concepto de Dark Sky, Lighting pollution ayudan a ser más considerados con el medio ambiente y ofrecer un plus.

Pueden ser certificados de hermetismo de la luminaria o de calidad de materiales. Hay empresas que tienen uno que se llama BUG rating. Las empresas que se dedican a la iluminación exterior tienen varios certificados que te pueden guiar. Pero eso depende de donde quieras introducir el producto y tu cliente objetivo. Porque todos esos certificados requieren un costo, lo que se transmite en un costo a la luminaria.

Timo van der Laak - 3D EVO - EMPRESA DE RECICLAJE DE PLÁSTICOS PARA IMPRESIÓN 3D

3D Evo es una empresa holandesa que se especializa en el desarrollo y fabricación de máquinas para la extrusión de plásticos reciclados con el fin de producir filamentos para impresoras 3D. Su principal enfoque es la sostenibilidad mediante el reciclaje de plásticos y otros materiales como metales, cerámicos y fibras, para su uso en la impresión 3D.

Además de fabricar máquinas de extrusión, 3D Evo trabaja en la innovación de procesos para permitir el reciclaje de una amplia variedad de materiales, incluidos residuos industriales, con el objetivo de promover la economía circular y reducir el desperdicio. También desarrollan filamentos personalizados según las especificaciones de los clientes.

1- ¿Qué tipos de plásticos reciclados pueden procesar sus máquinas de extrusión?

Nuestras máquinas pueden procesar diversos tipos de plásticos reciclados, incluidos PET, PLA, ABS, y policarbonatos. Sin embargo, no trabajamos con PVC ni PDEF debido a su incompatibilidad en procesos de extrusión. Estamos especialmente enfocados en plásticos reciclables que se usan comúnmente en la industria.

2- ¿Es posible desarrollar un filamento personalizado hecho completamente de plástico reciclado?

Sí, podemos desarrollar filamentos personalizados utilizando plásticos reciclados al 100%. Por ejemplo, hemos creado filamentos a partir de desechos plásticos de botellas de PET y otros materiales reciclados industriales.

3- ¿Recomiendan utilizar plástico reciclado o pellets vírgenes en las impresoras 3D?

Recomendamos el uso de plástico reciclado cuando sea posible, ya que contribuye a la sostenibilidad y puede ser igual de eficiente que los pellets vírgenes, siempre y cuando se procese adecuadamente. El reciclado es más económico y amigable con el medio ambiente, aunque requiere de un control más estricto de la consistencia.

4- ¿Qué desafíos enfrentan al trabajar con plásticos reciclados en comparación con materiales vírgenes?

Uno de los mayores desafíos es la variabilidad en la calidad del plástico reciclado. Es fundamental asegurarse de que los plásticos reciclados estén limpios y bien procesados para evitar problemas de consistencia en el filamento. Esto incluye la verificación del punto de fusión y la homogeneidad del material.

5- ¿Se pueden mezclar diferentes tipos de plásticos reciclados para producir filamento?

Sí, pero es crucial verificar la compatibilidad entre los plásticos, especialmente en lo que respecta a sus puntos de fusión y características mecánicas. Si los materiales son compatibles, pueden mezclarse para crear nuevos filamentos reciclados con propiedades específicas.

6- ¿Han desarrollado nuevas tecnologías enfocadas en el reciclaje de plásticos para impresión 3D?

Sí, hemos implementado tecnologías avanzadas que optimizan la conversión de plásticos reciclados en filamentos para impresión 3D. Estas incluyen sistemas de control mejorados para asegurar la calidad del filamento reciclado, lo que permite una producción más eficiente y precisa.

7- ¿Tienen planes para introducir nuevos materiales reciclados en sus productos de impresión 3D?

Estamos en constante búsqueda de nuevas fuentes de plásticos reciclados, como desechos industriales y residuos postconsumo. Además, estamos desarrollando tecnologías para reciclar materiales compuestos y plásticos difíciles de reciclar, como el polipropileno y el policarbonato.

8- ¿Ofrecen filamentos hechos de plásticos reciclados además de plásticos vírgenes?

Sí, ofrecemos una línea completa de filamentos hechos a partir de plásticos reciclados. Estos incluyen filamentos fabricados con PET reciclado, PLA reciclado y mezclas de polímeros reciclados diseñados para diversas aplicaciones en impresión 3D.

9- ¿Qué porcentaje del plástico reciclado que utilizan proviene de fuentes postconsumo?

Aproximadamente el 60% de los plásticos reciclados que utilizamos provienen de fuentes postconsumo, como botellas de plástico y empaques. El resto proviene de residuos industriales procesados para convertirlos en filamento de alta calidad.

10- ¿Qué oportunidades ven en el futuro para el uso de plásticos reciclados en la impresión 3D?

Creemos que el futuro de la impresión 3D será cada vez más sostenible, con un enfoque en el uso de plásticos reciclados y la creación de un ciclo cerrado de fabricación. Estamos invirtiendo en nuevas tecnologías que permitirán reciclar no solo plásticos convencionales, sino también materiales compuestos y plásticos avanzados.

ING. JOSÉ PEREIRA - EXPERTO EN ENERGÍA SOLAR

1- ¿Qué desafíos de instalación suelen presentarse con las luminarias solares en interiores? ¿Cómo se pueden superar?.

El principal desafío para las luminarias solares en interiores es la falta de exposición directa a la radiación solar, lo que impide que los paneles solares capturen la energía necesaria para alimentar las luminarias. Una solución es instalar los paneles solares en el exterior de la vivienda y transmitir la energía a las luminarias mediante un cableado adecuado.

Para optimizar la instalación, es recomendable que la batería esté cerca de la luminaria y que esta se sitúe cerca de una ventana o fuente de luz natural. Además, es fundamental calcular el tamaño de la batería según la duración e intensidad de la bombilla. Se debe evaluar la potencia lumínica necesaria y el tiempo de encendido de la luminaria, lo cual permitirá seleccionar el tamaño de batería adecuado.

2- ¿Qué características técnicas debo priorizar al seleccionar luminarias solares para hogares?.

- Duración de la batería: Se necesita una batería que proporcione suficiente energía durante la noche o en días nublados. Baterías de larga duración como las de litio o las nuevas opciones de baterías de sal.
- Potencia lumínica: Es clave conocer la intensidad de luz requerida en cada espacio. Las luminarias solares con LED de alta eficiencia suelen ser las mejores.
- Temperatura del color: Escoge luminarias que permitan ajustar la temperatura del color según el ambiente deseado, variando entre iluminación cálida o fría.
- Eficiencia energética: Luminarias que aprovechen bien la energía captada por el panel solar, como los paneles monocristalinos.

3- ¿Qué tecnologías solares son más eficientes para iluminación doméstica y cuál sería una buena inversión para el largo plazo?.

Paneles monocristalinos PER o monocristalino NTOP. En términos de eficiencia, los paneles solares monocristalinos son actualmente los más eficientes. Dentro de este tipo, los paneles PER y NTOP son dos tecnologías emergentes. Los paneles monocristalinos NTOP ofrecen mayor eficiencia energética y mejor rendimiento en condiciones de baja luz solar, lo que los hace ideales para climas variables. Invertir en estos tipos de paneles garantiza una mejor relación costo-beneficio a largo plazo debido a su durabilidad y eficiencia.

4- ¿Qué paneles solares preensamblados son los más recomendables para integrar en la estructura de las luminarias?.

En cuanto a paneles solares preensamblados, es importante buscar opciones de buena eficiencia y durabilidad. Algunas opciones que destacan en el mercado son los paneles de celdas cuadradas monocristalinas que se pueden encontrar en plataformas como Alibaba, que ofrecen soluciones preensambladas a precios competitivos. Es recomendable optar por fabricantes conocidos y paneles que incluyan certificaciones de calidad.

5- ¿Qué tipo de mantenimiento requieren las luminarias solares y cómo puedo garantizar que sean productos fáciles de mantener para los clientes?.

El principal componente de mantenimiento en las luminarias solares es la batería. Las baterías, como las de litio KTL o LGI (como el modelo 16680 utilizado en los vehículos Tesla), deben revisarse periódicamente y reemplazarse cuando su capacidad de carga disminuye significativamente. El panel solar (como los de marca LONGI) también debe limpiarse ocasionalmente para asegurar su máxima eficiencia. Los LEDs (como los de marca CRY) suelen tener una vida útil larga, pero se debe garantizar que el sistema tenga la disipación térmica adecuada para evitar sobrecalentamientos.

6- ¿Cómo se puede garantizar que las luminarias solares proporcionen una iluminación adecuada durante todo el año, incluso en climas nublados o con poca luz solar?

Es difícil garantizar una iluminación óptima durante todo el año en climas nublados debido a la reducción de radiación solar. Sin embargo, se puede mitigar este problema con paneles solares de alta eficiencia, como los monocristalinos, que funcionan mejor en condiciones de poca luz. También es útil tener baterías de mayor capacidad que almacenen suficiente energía para cubrir periodos prolongados de baja luz solar.

7- ¿Existen incentivos fiscales o subvenciones para empresas que comercializan productos de iluminación solar?

En la mayoría de los países, los incentivos fiscales y las subvenciones suelen estar dirigidos a las empresas que instalan sistemas solares fotovoltaicos en lugar de aquellas que venden productos de iluminación solar. Estos incentivos buscan fomentar la demanda de energía renovable. Las empresas que comercializan luminarias solares podrían beneficiarse indirectamente a medida que crece el mercado de energía solar, pero actualmente no existen incentivos directos específicos.

8- ¿Cómo está evolucionando la tecnología de energía solar para iluminación y cuáles son las innovaciones más prometedoras en este campo?

Una de las innovaciones más interesantes en el campo de la iluminación solar es la transmisión de luz solar por fibra óptica. Este sistema utiliza ópticas instaladas en el techo que concentran la luz solar y la transmiten a través de fibras ópticas directamente al interior del hogar, sin necesidad de baterías ni LEDs. Esto ofrece una solución completamente sostenible y puede reducir costos de mantenimiento a largo plazo.

9- ¿Cómo puedo asegurarme de que mis productos sean 100% reciclables o reutilizables?

Para garantizar que los productos de iluminación solar sean 100% reciclables o reutilizables, es recomendable utilizar baterías de sal y agua en lugar de baterías de litio, que son menos ecológicas. También es importante seleccionar materiales reciclables para los cuerpos de las luminarias, como plásticos reciclados o aluminio, y asegurarse de que los componentes electrónicos puedan desmontarse y reciclarse fácilmente.

10- ¿Cómo se está desarrollando el mercado de productos de iluminación solar para el hogar? ¿Cuáles son las principales tendencias que debería seguir?

El mercado de productos de iluminación solar está en constante crecimiento, impulsado por la conciencia ambiental y el aumento de la eficiencia de las tecnologías solares. Las principales tendencias incluyen el uso de paneles solares más eficientes, sistemas autónomos de iluminación solar para jardines y exteriores, y la integración de sistemas de gestión inteligente de energía que optimizan el uso de la energía almacenada. La creciente demanda de productos sostenibles y fáciles de mantener también está impulsando innovaciones en baterías ecológicas y en sistemas de iluminación solar que se integran estéticamente en los hogares modernos.

LIC. MAITE SOSA METHOL -Ayudante en Laboratorio de Fabricación Digital (FabLab MVD), Centro de Integración Digital (CID), FADU, UdelaR.

1- ¿Existen materiales de impresión 3D que sean especialmente adecuados para productos que requieren transparencia?

Para impresoras FDM, a nivel comercial existen filamentos termoplásticos que vienen en color transparente, como PLA, ABS y PETG. El PLA transparente puede lograr un grado de claridad similar al vidrio, aunque no es completamente translúcido y presenta cierta opacidad. El PETG es reconocido por su transparencia y resistencia, siendo una de las mejores opciones para aplicaciones que requieren mayor claridad. El TPU (poliuretano termoplástico), un material elástico, también puede conseguirse en color transparente, aunque es difícil lograr un producto totalmente transparente.

Además, para productos que requieran transparencia, se pueden variar parámetros de impresión, como el grosor de las paredes, la densidad de relleno y la orientación de las capas, ya que estos influyen en la calidad de la transparencia. Se pueden usar configuraciones específicas para minimizar imperfecciones y burbujas.

A nivel experimental, actualmente se están desarrollando bioplásticos translúcidos.

Además, hoy en día existen impresoras 3D que utilizan vidrio fundido para crear piezas completamente transparentes, aunque estas tecnologías no son tan comunes en la impresión 3D comercial actual.

2- ¿Qué innovaciones recientes en materiales de impresión 3D podrían ser útiles para mejorar la sostenibilidad y eficiencia?

En materia de sostenibilidad, asegurar que un material de impresión 3D sea totalmente reutilizable y reciclable es clave. En ese sentido, está habiendo un enfoque creciente en la creación de materiales de impresión 3D más sostenibles.

Filamentos como PET reciclado están ganando popularidad. Estos filamentos se producen a partir de materiales de desecho y pueden ser reciclados nuevamente, reduciendo así el impacto ambiental.

Otra innovación es el desarrollo de materiales biodegradables, como el PLA, que se descomponen más rápidamente en comparación con otros plásticos. También se están explorando técnicas para imprimir con biomateriales, como algas y fibras naturales, que ofrecen alternativas ecológicas a los plásticos convencionales.

En términos de eficiencia, la impresión 3D ha mejorado con el desarrollo de tecnologías que optimizan el proceso, como la impresión FDM de alta velocidad y técnicas avanzadas de curado para impresoras de resina, ayudando a reducir el tiempo de impresión y el consumo de energía.

3- ¿Qué aspectos clave deben tenerse en cuenta al diseñar un objeto para impresión 3D, en comparación con métodos tradicionales de fabricación?

La impresión 3D presenta varias ventajas en relación con métodos tradicionales de fabricación, especialmente en lo que se conoce como procesos de producción masiva personalizada, es decir, la capacidad de imprimir productos personalizados con características específicas, variadas dimensiones y atributos, pero en grandes cantidades. Esto es difícil de lograr en la industria actual, donde se requieren miles de productos idénticos para que la fabricación sea rentable, debido a la necesidad de moldes o patrones.

Existen formas complejas que no se pueden materializar con otro método de fabricación que no sea la fabricación digital, particularmente la impresión 3D, como morfologías complejas generadas a partir de diseño generativo.

Al diseñar el producto, la impresión 3D tiene sus propias especificidades, que dependen de cada tipo de impresora: no es lo mismo imprimir con impresoras FDM que con impresoras de resina u otros tipos.

Personalmente, solo tengo experiencia con impresoras FDM, por lo que puedo mencionar algunas de estas especificidades. Los modelos digitales deben ser mallas cerradas; no pueden presentar ninguna cara abierta ni huecos. La impresora no puede imprimir en el aire, por lo que los modelos deben tener una base, una superficie de adherencia con la cual adherirse a la cama. El diseño debe considerar la necesidad de soportes para partes voladizas y la orientación del modelo en la cama de impresión. El tamaño del objeto también debe ser considerado, ya que los objetos grandes pueden necesitar ser seccionados en partes más chicas para poder ser impresos.

Finalmente, es importante tener en cuenta las propiedades del material y las especificaciones de cada tipo de impresora, ya que no todas las impresoras 3D tienen las mismas capacidades y restricciones.

4- ¿Cómo puedo optimizar los diseños para que sean más eficientes en términos de uso de material y tiempo de impresión?

Para optimizar el diseño en impresión 3D, es necesario ajustar varios parámetros para equilibrar calidad, material y tiempo. La escala del objeto afecta directamente la cantidad de material necesario y el tiempo de impresión; cuanto más grande sea el objeto, más material se requerirá y más tiempo tomará imprimirlo. La altura de capa también es vital; una menor altura de capa resulta en mayor resolución y detalle, pero aumenta el consumo de material y el tiempo de impresión. Por el contrario, una altura de capa mayor reduce el tiempo y el material, pero disminuye la calidad del detalle. La densidad de relleno es otro aspecto importante; se puede ajustar para reducir el material utilizado en el interior del modelo. La impresión puede ser completamente sólida o utilizar una densidad de relleno reducida, dependiendo de la función del objeto. En el FabLab MVD, por ejemplo, se utiliza una densidad de relleno del 10% para reducir el material y el tiempo de impresión sin comprometer la integridad del objeto.

5- ¿Qué herramientas o software de diseño 3D recomendarías para crear estructuras complejas?

Para el diseño de estructuras complejas, se recomiendan varias herramientas. Rhinoceros es excelente para el modelado 3D preciso y su complemento Grasshopper permite el diseño generativo y algorítmico, facilitando la creación de patrones complejos y formas geométricas avanzadas. Blender es ideal para diseños más libres y artísticos, por ejemplo para modelar y esculpir formas orgánicas y detalladas.

6- ¿Qué nuevas tecnologías están surgiendo en el campo de la impresión 3D que podrían impactar el diseño de productos?

Entre las nuevas tecnologías emergentes en impresión 3D, se destacan las impresoras de gran escala, capaces de producir objetos mucho más grandes que antes, lo cual expande las aplicaciones a la construcción y fabricación de componentes grandes. También están surgiendo impresoras que reducen significativamente los tiempos de impresión, mejorando la eficiencia del proceso. La impresión multi-material permite la combinación de diferentes materiales en una sola impresión, facilitando la creación de piezas con propiedades diversas.

7- ¿Cómo puede la impresión 3D contribuir a la sostenibilidad en la fabricación de productos? ¿Qué prácticas o materiales sustentables recomendarías?

La impresión 3D contribuye a la sostenibilidad al reducir el desperdicio de material, ya que solo se imprime el volumen necesario del objeto. Para mejorar la sostenibilidad, es importante utilizar materiales reciclables, como el PET reciclado, y considerar el uso de materiales biodegradables como el PLA, que se descomponen más rápidamente en comparación con plásticos tradicionales.

La optimización del diseño para evitar el uso excesivo de soportes y la colocación eficiente de piezas en la cama de impresión también son prácticas clave. Además, recolectar y reciclar residuos de impresión, como soportes y errores, y enviarlos a centros de reciclaje especializados ayuda a minimizar el impacto ambiental.

8- ¿Qué técnicas de post-procesamiento se pueden aplicar a las piezas impresas en 3D para mejorar su acabado y apariencia estética?

Para mejorar el acabado y la apariencia estética de las piezas impresas en 3D, se pueden aplicar varias técnicas de post-procesamiento. El lijado es una técnica común que ayuda a suavizar la superficie y eliminar imperfecciones, preparándola para pintura o recubrimiento. Los baños químicos, como el baño de vapor con cloroformo para PLA, pueden suavizar la superficie, aunque esta técnica, además de experimental, puede generar riesgos para la salud. Aplicar recubrimientos como pinturas o resinas epoxi puede mejorar el acabado y la durabilidad de la pieza. Por último el pulido puede dar un acabado de alto brillo a las piezas, aunque es importante considerar cómo estas técnicas afectan las ventajas inherentes de la tecnología de impresión 3D.

9- ¿Es posible personalizar cada pieza de iluminación para adaptarla a las preferencias del cliente a través de impresión 3D? ¿Qué estrategias de diseño recomendarías para lograrlo?

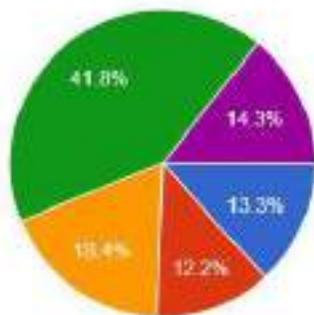
Sí, la impresión 3D ofrece la capacidad de personalizar piezas de iluminación para adaptarlas a las preferencias del cliente. Una estrategia efectiva es utilizar diseño generativo o algorítmico, que permite crear formas que pueden ser fácilmente modificadas cambiando parámetros en el diseño. Esto facilita la adaptación de productos a las necesidades y preferencias del cliente sin necesidad de rediseñar cada pieza completamente.

Otra estrategia es el uso de configuraciones modulares, donde los componentes pueden combinarse de diferentes maneras para ofrecer opciones personalizadas. Ofrecer herramientas de diseño en línea también permite a los clientes ajustar aspectos específicos del producto, como el color y el patrón. Aunque el proceso de diseño puede llevar más tiempo, las variaciones y adaptaciones se realizan de manera más eficiente durante la fase de impresión.

Encuestas

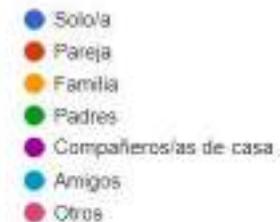
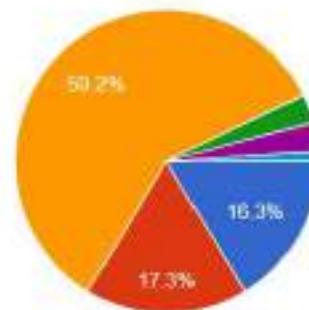
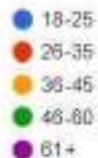
¿Cuál es tu rango de edad?

98 respuestas



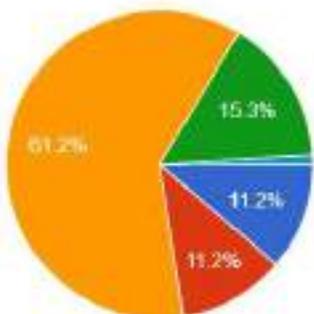
¿Con quiénes vives en tu hogar?

98 respuestas



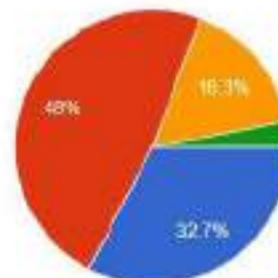
¿Cuál es tu ocupación principal?

98 respuestas



¿Cuán importante es para ti que los productos que consumes sean sostenibles y respetuosos con el medio ambiente?

98 respuestas



¿Qué tan dispuesto/a estarías a utilizar un producto que requiere carga solar?

99 respuestas



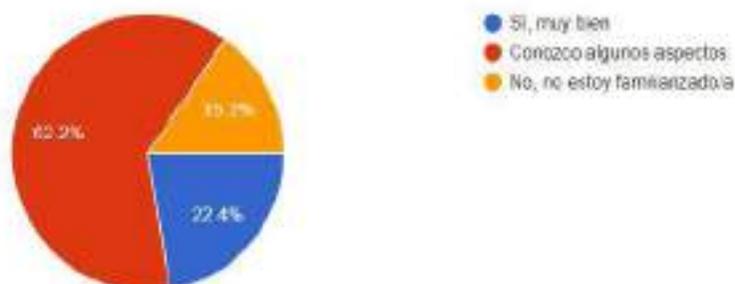
¿Te parece conveniente el hecho de que necesites cargar la lámpara con energía solar?

98 respuestas



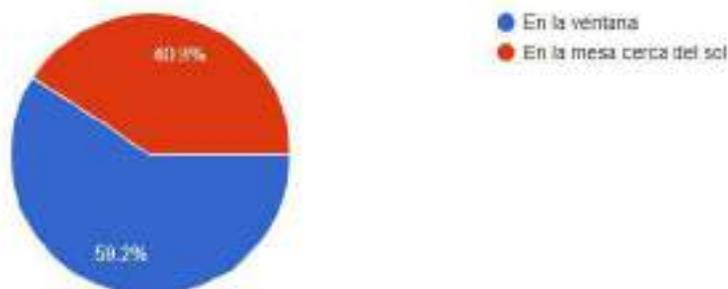
¿Conoces los beneficios de los dispositivos de energía solar (como las lámparas solares)?

98 respuestas



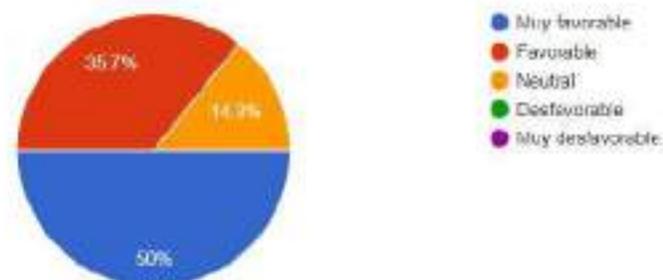
Este dispositivo de carga solar está diseñado para colocarse en una ventana o en una mesa cerca del sol. ¿Qué ubicación prefieres para un dispositivo de este tipo?

98 respuestas



¿Cómo te sientes acerca de la impresión 3D con plástico reciclado como una solución sostenible?

98 respuestas



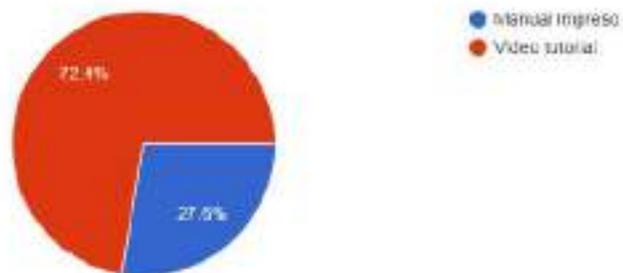
¿Qué tan adecuado consideras un dispositivo de carga solar pequeño para usar en tu entorno actual (ventana, mesa cerca del sol, etc.)?

98 respuestas



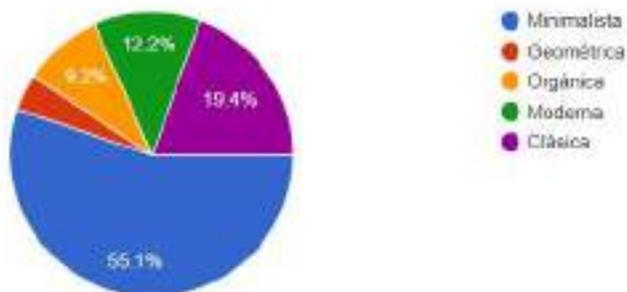
¿Qué tipo de instrucciones o soporte necesitarías para utilizar la lámpara correctamente?

96 respuestas



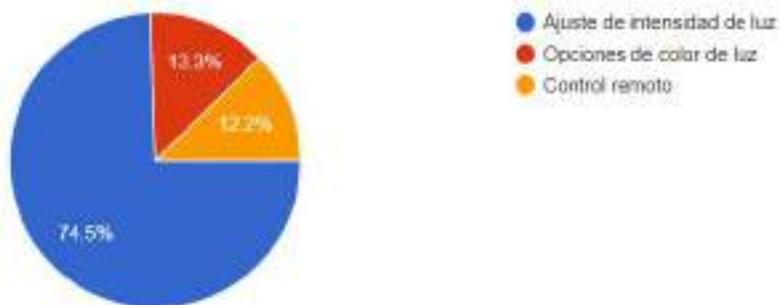
¿Qué formas prefieres para una lámpara?

98 respuestas



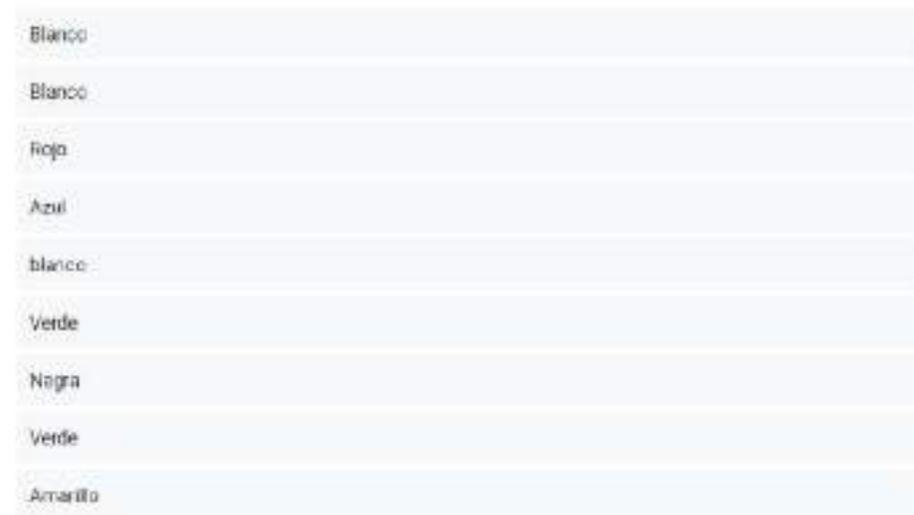
¿Qué características adicionales valoras en una lámpara?

98 respuestas



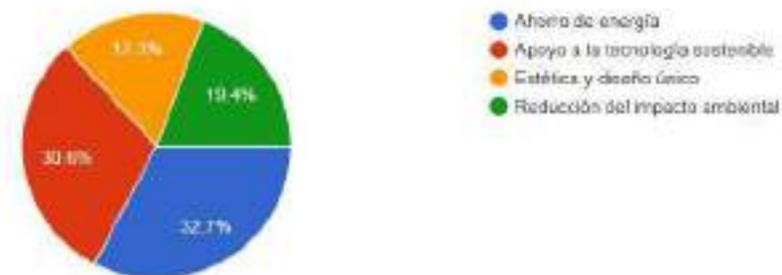
¿Qué colores te gustaría ver en la lámpara?

98 respuestas



Si tuvieras la opción de comprar una lámpara solar creada mediante impresión 3D, ¿qué te motivaría más a hacerlo?

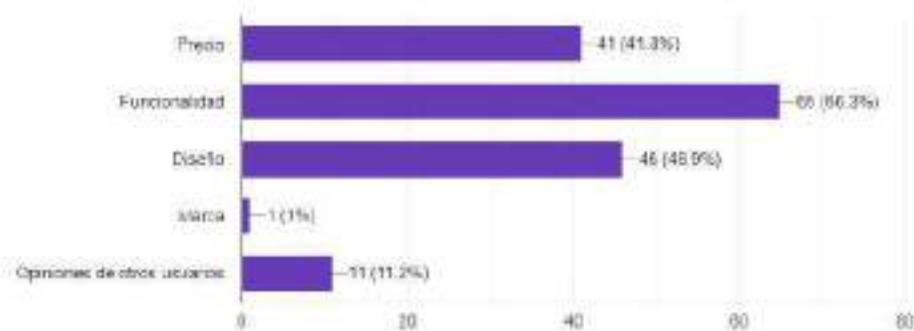
98 respuestas



¿Qué aspectos consideras más importantes al elegir un producto?

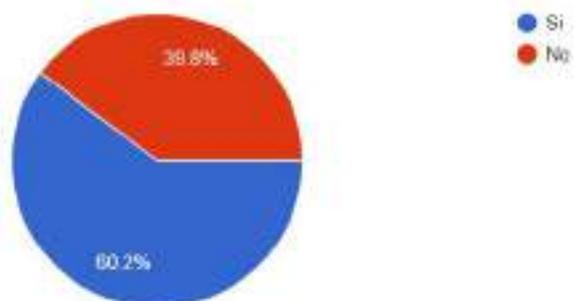


98 respuestas



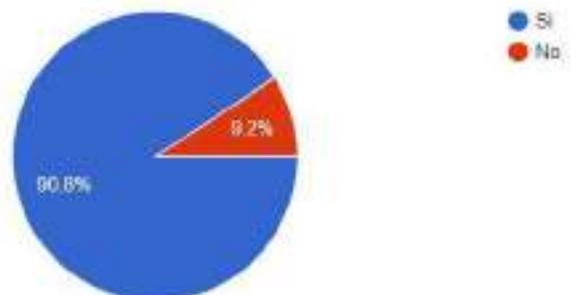
¿Alguna vez has comprado un dispositivo de energía solar?

98 respuestas



¿Estarías dispuesto/a a pagar un poco más por productos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente como las lámparas solares domésticas?

98 respuestas



PLA Crystal Clear

Description:

Filamentum PLA Crystal Clear is a material for the FFF (also known as FDM) 3D printing technology.

The advantage of this material is that it can be used in 3D printers easily, that it allows a high quality of printing even in tricky details and an excellent lamination of the printed object.

PLA Crystal Clear is made from material with improved heat resistance in comparison with standard PLA filaments.

Thanks to its optical properties, objects printed from this filament have high clarity and gloss. In thin layer, the product excels by its transparency.

PLA Crystal Clear filament is made of natural ingredients and is easily biodegradable by composting. It complies with the requirements for food contact.

Filamentum guarantees high precision of filament dimensions within the tolerance of ± 0.05 mm, which is strictly controlled throughout the production.



Physical properties	Typical Value	Test Method	Test Condition
Material density	1.24 g/cm ³		
Nominal diameter	0.2 g/1.0 mm	ISO 10374	20 °C, 2.5 kg
Actual diameter	0.2 g/1.0 mm	ISO 10374	20 °C, 2.5 kg
Diameter tolerance	± 0.05 mm		
Weight	250 g of filament (± 3.00 g tolerance)		

Mechanical properties	Typical Value	Test Method	Test Condition
Tensile strength	60 MPa	ISO 527-1	
Elongation at break	4.5%	ISO 527-1	
Tensile modulus	2600 MPa	ISO 527-1	
Charpy impact strength	0.5 kJ/m ²	ISO 179-1e4	20 °C, notched

Thermal properties	Typical Value	Test Method	Test Condition
Glass transition temperature	55-65 °C	DSC	
Heat deflection temperature	55-65 °C	ISO 717	without it: 0.5 MPa, 30% RH
	100-110 °C	ISO 717	with 50 it: 0.5 MPa, 50% RH, cyclic time

Printing properties	Recommended	Notes
Print temperature	210-230 °C	See recommended settings
Retract	60-68 °C	If only 100% retraction is used, the filament will be slightly thicker than 0.2 mm.
Bed adhesion	None	

Workability of 3D printing filament is at least 12 months from delivery. The information was processed with the best knowledge of the manufacturer and it is for information only.

Filamentum Manufacturing Czech s.r.o.
nam. Míru 121, 738 24 Hulen
Czech Republic

(+420) 730 050 041
helpdesk@filamentum.com
www.filamentum.com

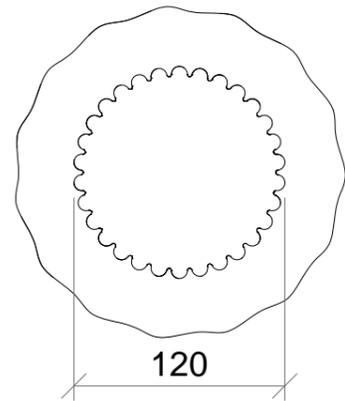
Especificaciones panel solar

Product Information Sheet			
COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2019/2015 with regard to energy labelling of light sources			
Supplier's name or trade mark: Zhongshan Mingzhi Lighting Co. LTD			
Supplier's address: eValMaster Consulting GmbH, Raiffeisenstraße 2 B11 63110 Rodgau, DE			
Model identifier: MZ-L1802			
Type of light source:			
Lighting technology used:	LED	Non-directional or directional:	NDLS
Light source cap-type (or other electric interface)	N/A		
Mains or non-mains:	MMS	Connected light source (CLS):	No
Colour-tunable light source:	Yes	Envelope:	-
High luminance light source:	No		
Anti-glare shield:	No	Dimmable:	No
Product parameters			
Parameter	Value	Parameter	Value
General product parameters:			
Energy consumption in on-mode (kWh/1000 h), rounded up to the nearest integer	1	Energy efficiency class:	G
Useful luminous flux (Φ_{use}), indicating if it refers to the flux in a sphere (360°), in a wide cone (120°) or in a narrow cone (90°)	75 in Sphere (360°)	Correlated colour temperature, rounded to the nearest 100 K, or the range of correlated colour temperatures, rounded to the nearest 100 K, that can be set.	3 000
On-mode power (P_{on}), expressed in W	1,0	Standby power (P_{sb}), expressed in W and rounded to the second decimal	0,00
Networked standby power (P_{net}) for CLS, expressed in W and rounded to the second decimal	-	Colour rendering index, rounded to the nearest integer, or the range of CRI values that can be set.	80
Outer dimensions without separate control gear, lighting control parts and non-lighting control parts, if any (millimetre)	Height	365	Spectral power distribution in the range 250 nm to 800 nm, at full-load
	Width	365	
	Depth	365	
Claim of equivalent power ^(a)	-	If yes, equivalent power (W)	-
		Chromaticity coordinates (x and y)	0,440 0,403
Parameters for LED and OLED light sources:			
R9 colour rendering index value	15	Survival factor	1,00
the lumen maintenance factor	0,96		

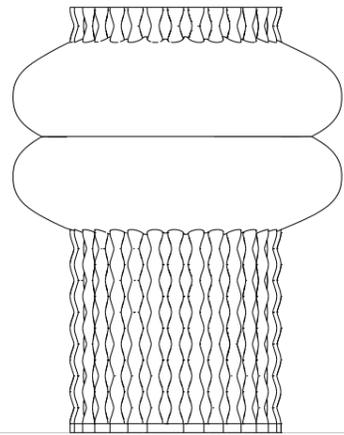
(a): - : not applicable;

(b): - : not applicable;

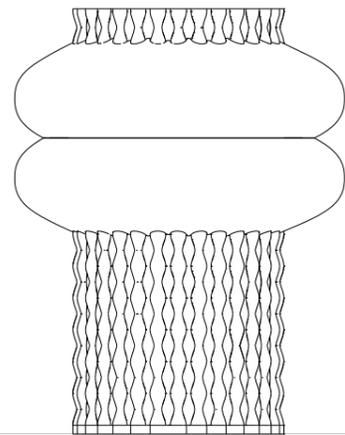
Vista inferior



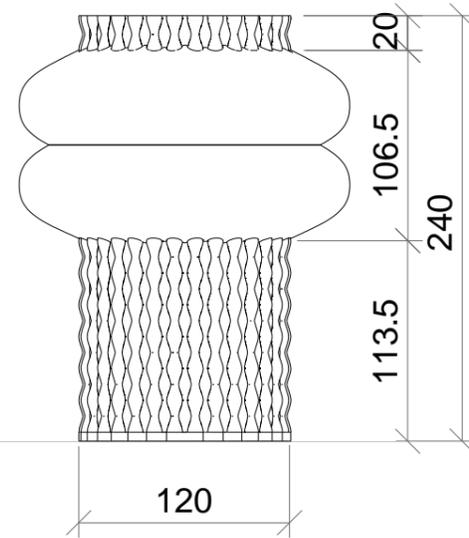
Vista lateral



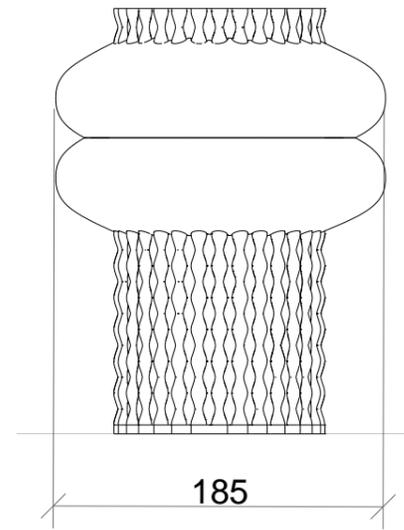
Vista frontal



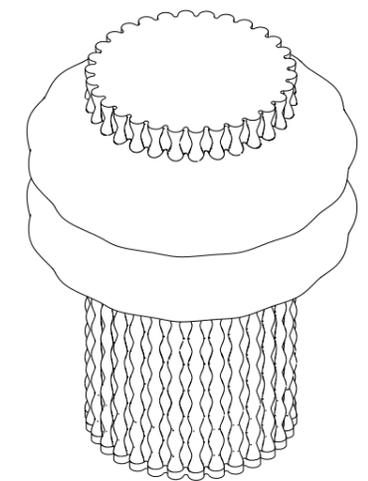
Vista lateral



Vista posterior



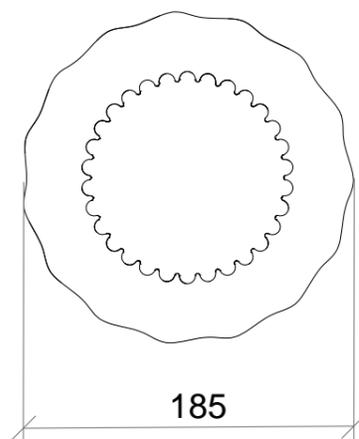
Perspectiva



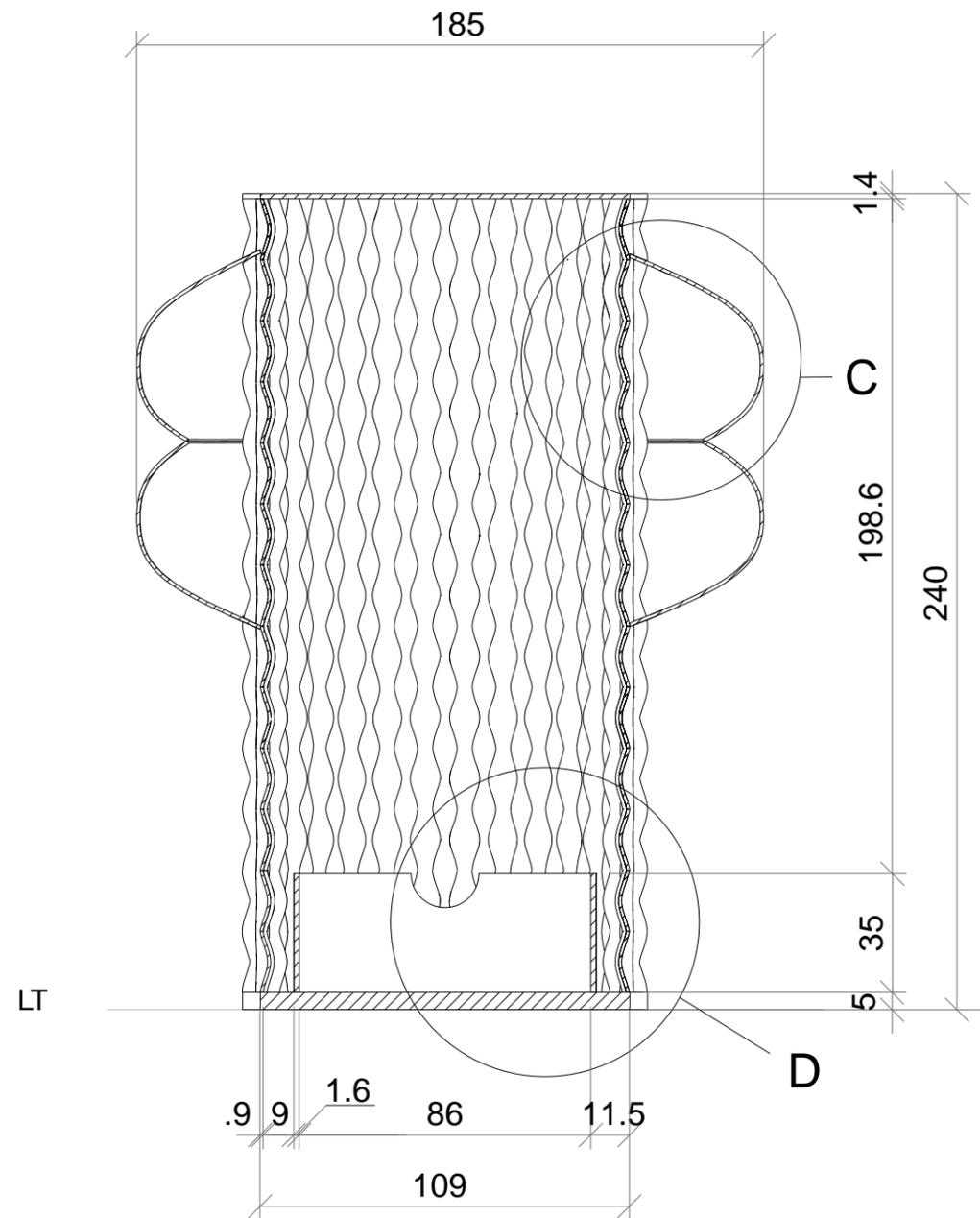
LT



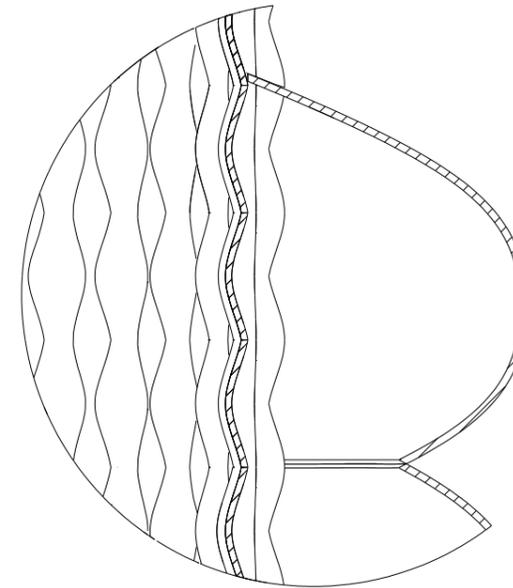
Vista superior



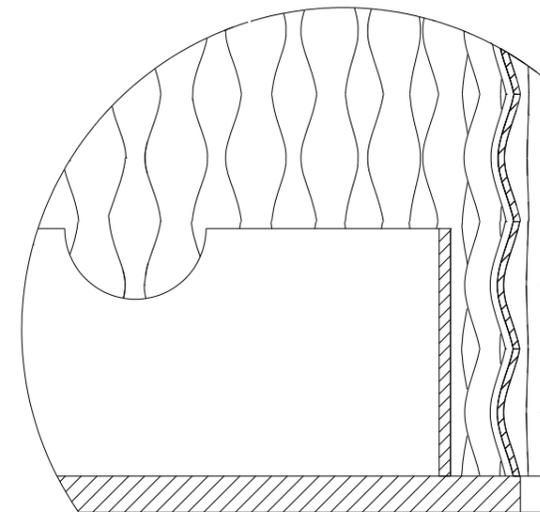
Propietario legal:  Escuela Universitaria Centro de Diseño  Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY	Tipo de documento: Especificación técnica	TFG		
	Vistas generales	Departamento responsable: Dibujo técnico		
	Creado por: Federica Rehermann	Escala: 1/4	Rev.: -	Estado del documento: Publicado
				Hoja: 01



A-A (1:2)

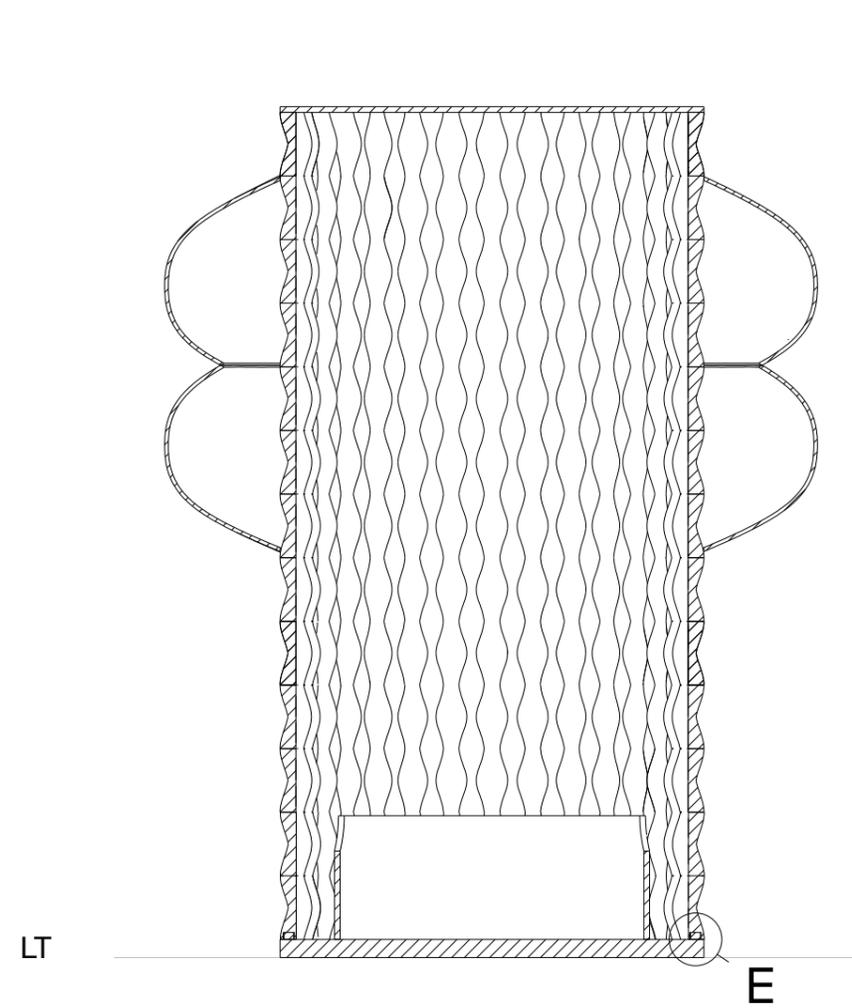


C (1:1)

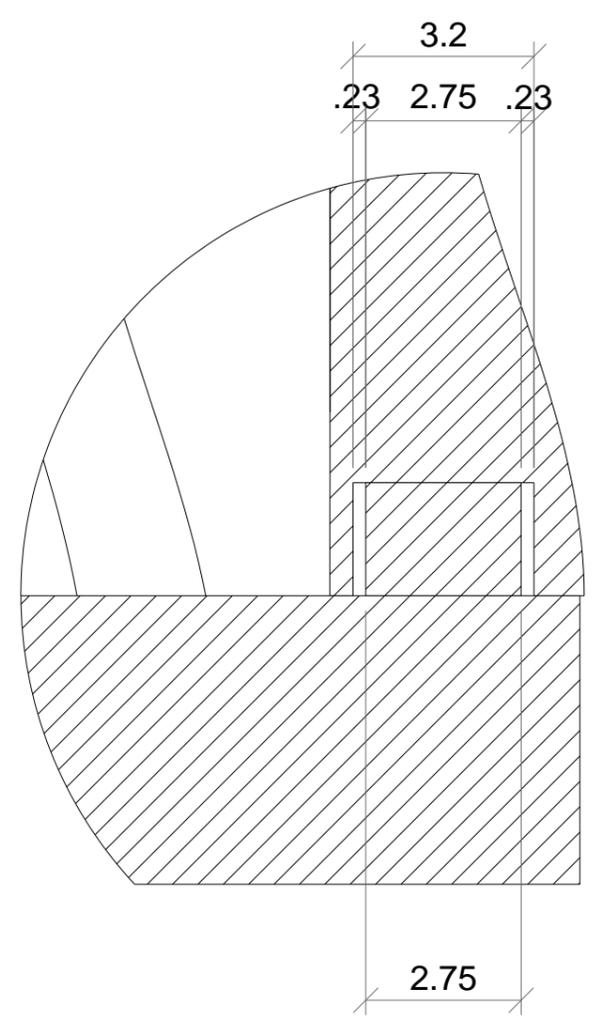


D (1:1)

Propietario legal:  Escuela Universitaria Centro de Diseño  Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo UDIAF  UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY	Tipo de documento: Especificación técnica	TFG		
	Corte AA y detalles	Departamento responsable: Dibujo técnico		
	Creado por: Federica Rehermann	Escala:	Aprobado por: -	Estado del documento: Publicado



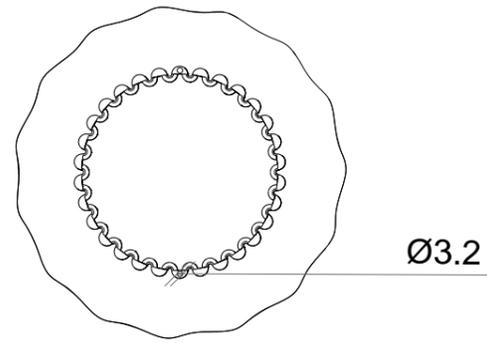
B-B (1:2)



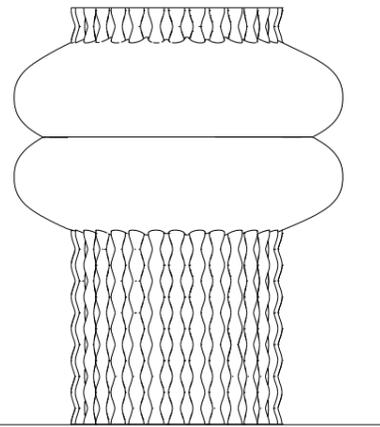
E (8:1)

Propietario legal:  Escuela Universitaria Centro de Diseño  Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY	Tipo de documento: Especificación técnica	TFG		
	Corte BB y detalles	Departamento responsable: Dibujo técnico		
		Aprobado por: -	Estado del documento: Publicado	
	Creado por: Federica Rehermann	Escala:	Rev.:	Fecha de edición: 13/05/2025

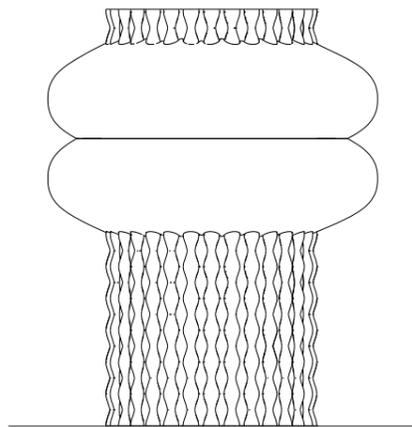
Vista inferior



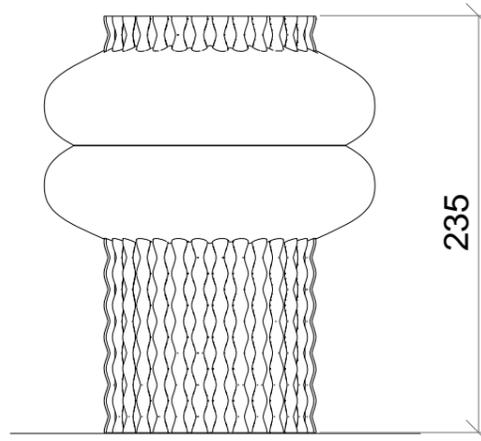
Vista lateral



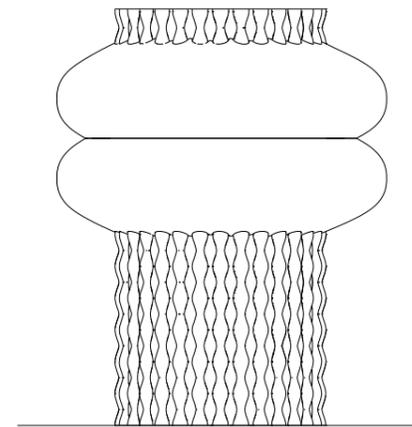
Vista frontal



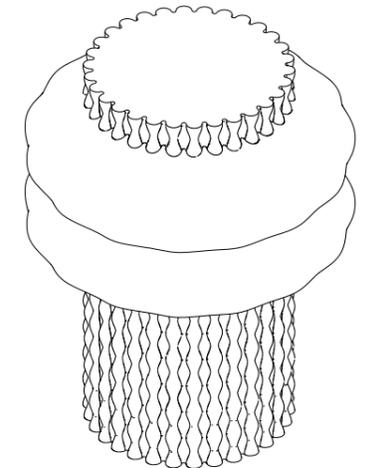
Vista lateral



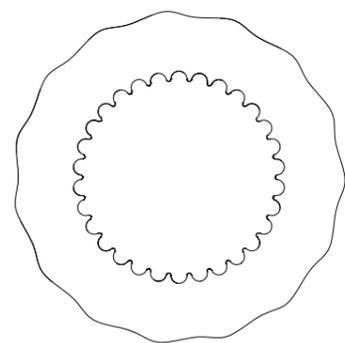
Vista posterior



Perspectiva



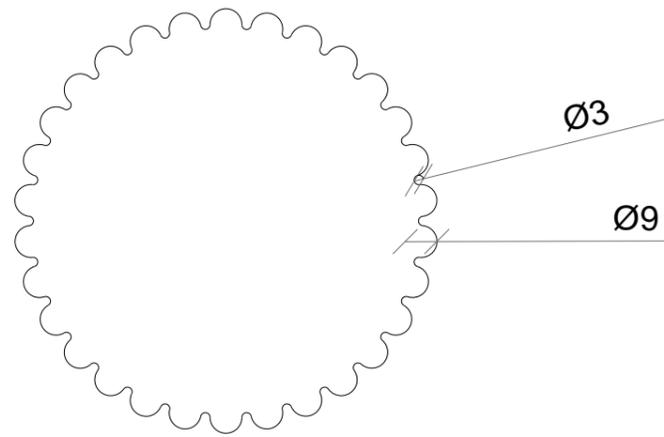
Vista superior



LT

Propietario legal:  Escuela Universitaria Centro de Diseño  Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo JOFIAR  UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY	Tipo de documento: Especificación técnica	TFG		
	Pieza 1	Departamento responsable: Dibujo técnico		
	Creado por: Federica Rehermann	Escala: 1/4	Aprobado por: -	Estado del documento: Publicado
				Hoja: 04

Vista inferior



Vista lateral

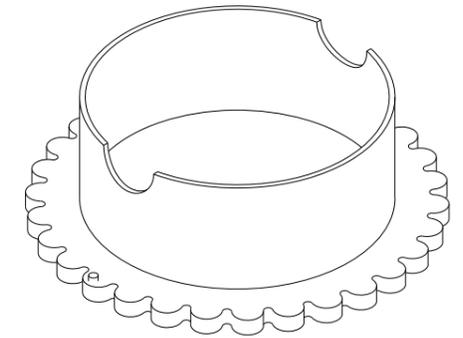
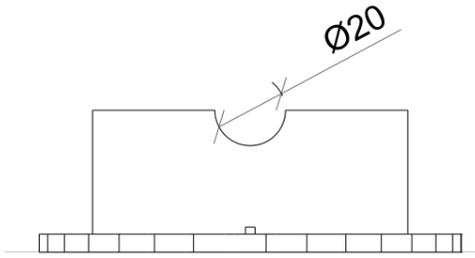
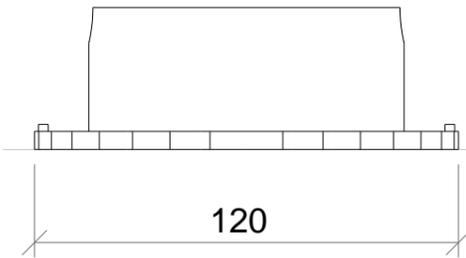
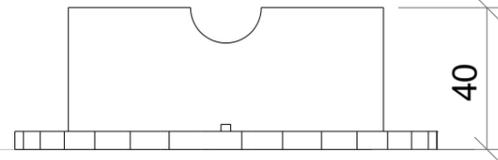
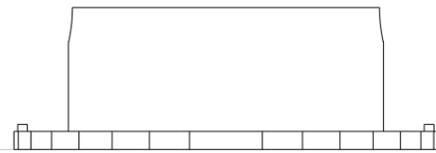
Vista frontal

Vista lateral

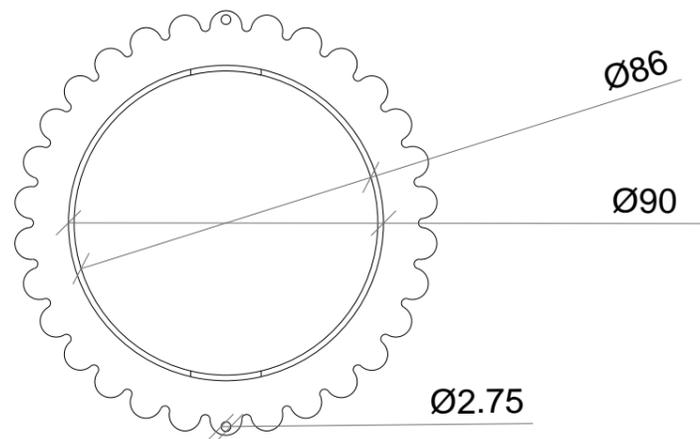
Vista posterior

Perspectiva

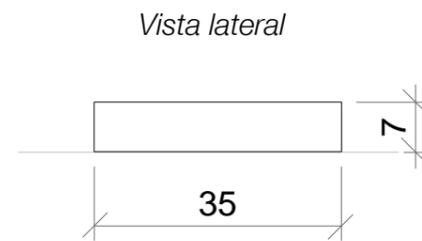
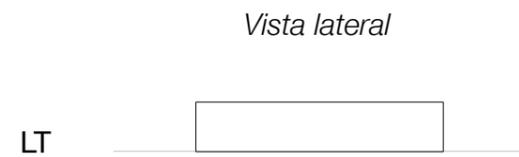
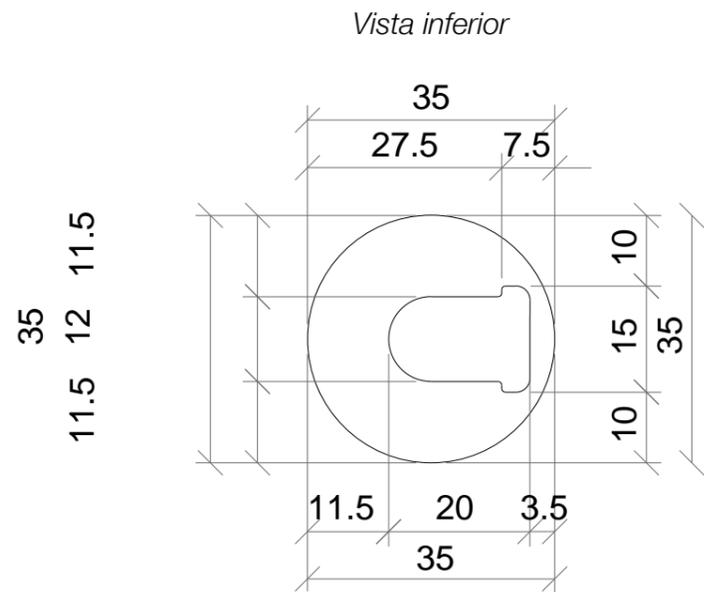
LT



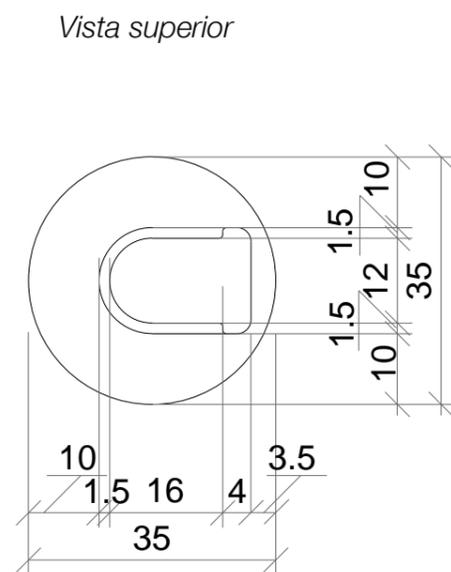
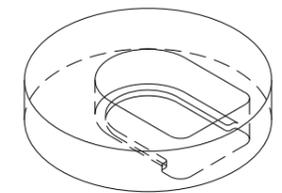
Vista superior



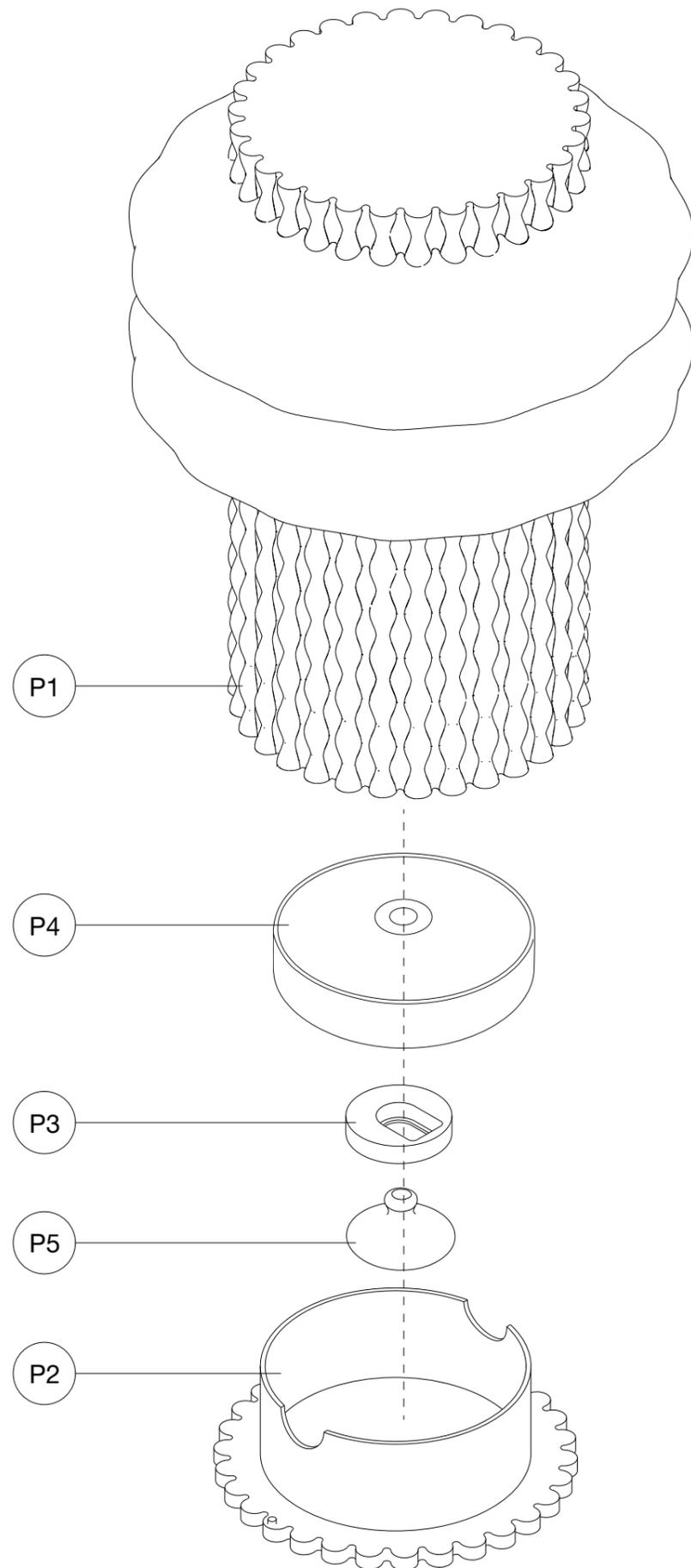
Propietario legal:  Escuela Universitaria Centro de Diseño  Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY	Tipo de documento: Especificación técnica	TFG		
	Pieza 2	Departamento responsable: Dibujo técnico		
	Creado por: Federica Rehermann	Escala: 1/2	Aprobado por: -	Estado del documento: Publicado
		Fecha de edición: 13/05/2025	Hoja: 05	



Perspectiva

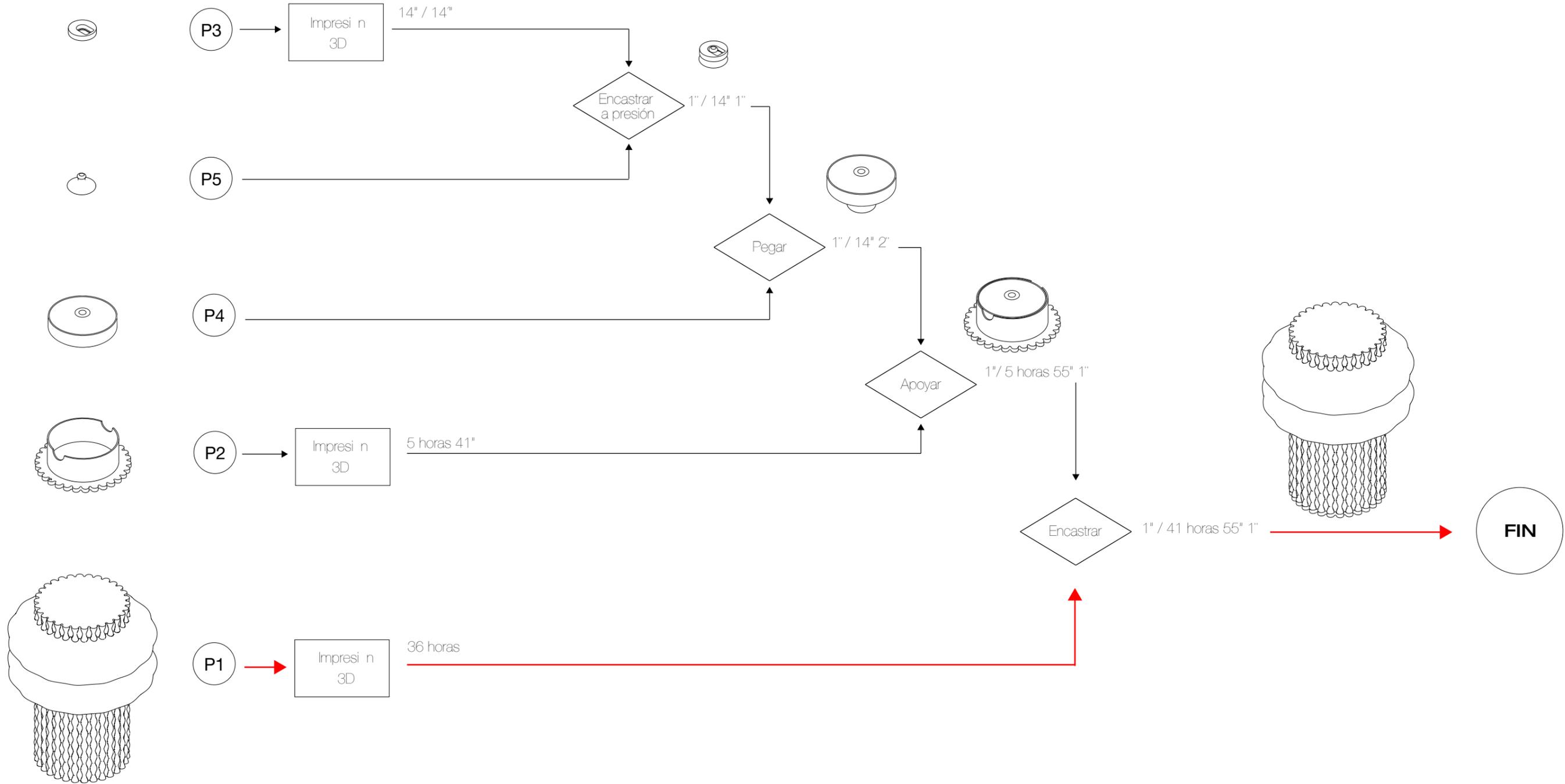


Propietario legal:  Escuela Universitaria Centro de Diseño  Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY	Tipo de documento: Especificación técnica	TFG				
	Pieza 3	Departamento responsable: Dibujo técnico				
	Creado por: Federica Rehermann	Escala: 1/2	Rev.: -	Estado del documento: Publicado	Fecha de edición: 13/05/2025	Hoja: 06



Descripción	Código	Cantidad	Tipo	Material
Pantalla	P1	1	Pieza	PLA
Base	P2	1	Pieza	PLA
Fijación ventosa	P3	1	Pieza	PLA
Panel solar	P4	1	Insumo	ABS
Ventosa	P5	1	Insumo	Silicona

Propietario legal:  Escuela Universitaria Centro de Diseño  Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo FDIAU  UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY	Tipo de documento: Especificación técnica	TFG		
	Explotada	Departamento responsable: Dibujo técnico		
	Creado por: Federica Rehermann	Aprobado por: -	Estado del documento: Publicado	
	Escala: 1/2	Rev.:	Fecha de edición: 13/05/2025	Hoja: 07



Propietario legal:  Escuela Universitaria Centro de Diseño  Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY	Tipo de documento: Especificación técnica	TFG			
	Flujo productivo	Departamento responsable: Dibujo técnico			
		Aprobado por: -	Estado del documento: Publicado		
	Creado por: Federica Rehermann	Escala:	Rev.:	Fecha de edición: 13/05/2025	Hoja: 08