



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de luminaria y realización de su prototipo 3D

Autor: Jose María Diez de Rivera de Solís

Directora: Tamar Awad Parada

Madrid

Julio de 2024

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

Diseño de luminaria y realización de su prototipo 3D

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2023/24 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Jose Maria Diez de Rivera

Fecha: 17/ 07/2024

Autorizada la entrega del proyecto

LA DIRECTORA DEL PROYECTO



Fdo.: Tamar Awad Parada

Fecha: 21./ 07/ 2024



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de luminaria y realización de su prototipo 3D

Autor: Jose María Diez de Rivera de Solís

Director: Tamar Awad Parada

Madrid

Julio de 2024

Agradecimientos

Tras 4 años de carrera y un trabajo de fin de grado me gustaría agradecer a varias personas. Empezando por Jaime García-Palencia e Isabel Escribá de Romaní, amigos de verdad que han sido esenciales durante todo el grado, donde hemos compartido largas noches de estudio y buenos días de ocio. Me gustaría agradecer a Mariano Jiménez y Tamar Awad, sin los que este proyecto hubiese sido imposible, por su apoyo constante y fuente infinita de conocimiento.

No me puedo olvidar de profesores que han marcado mi paso por la carrea, como Ángela Jiménez Casas, profesora de EDO, lo único que supera su interés por los alumnos es su paciencia para explicarnos todo una y otra vez. Estoy muy agradecido también con Santiago Canales, por la ayuda tanto académica como anímica que da en 1º, haciendo que muchos de los alumnos no nos rindamos. En 4º me encontré con Sara Lumbreras, una profesora a la que estaré eternamente agradecido, no solo por ser una excelente profesora y su interés por los alumnos, sino por la ayuda personal que me ofreció a lo largo de el último curso.

DISEÑO DE LUMINARIA Y REALIZACIÓN DE SU PROTOTIPO 3D

Autor: Diez de Rivera de Solís, Jose María
Directora: Awad Parada, Tamar
Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto trata sobre el diseño de una luminaria modular con tecnología de impresión 3D. Se han analizado los distintos tipos de tecnologías de impresión 3D y los distintos materiales para conseguir un diseño simple, útil y estético con gran versatilidad.

Palabras clave: Luminaria, Modular, Impresión 3D.

1. Introducción

Este proyecto surge como respuesta a la creciente demanda y necesidad de soluciones de iluminación versátiles, personalizables y sostenibles. Para cumplir estos objetivos se ha diseñado un prototipo modular que se realizará con tecnología de impresión 3D lo que nos proporcionará una gran flexibilidad en el diseño y en la producción, adoptando medidas de sostenibilidad y eficiencia.

2. Definición del proyecto

El objetivo principal de este proyecto es diseñar una luminaria modular que pueda ser personalizada según las preferencias estéticas y funcionales de los usuarios. Para ello, se emplearán técnicas de modelado 3D para crear un diseño versátil y adaptable a diferentes entornos y usos. La fabricación de la luminaria se llevará a cabo utilizando tecnología de impresión 3D, lo que permitirá una producción eficiente, económica y respetuosa con el medio ambiente.

3. Descripción del modelo

El diseño de la luminaria girará en torno a una estructura modular, que contará con distintas parte.

Batería/Mango: Será una parte opaca donde se integra la batería y tendrá la utilidad de mango cuando se quiera usar la luminaria de forma portátil.

Difusores: Será la parte que difumine la luz, tendremos dos diseños uno recto y otro curvo, estos diseños serán apilables, así pudiendo hacer infinidad de diseños, según la necesidad o gusto de cada uno.

4. Resultados

Tras el estudio y puesta en práctica de la tecnología e impresión 3D se ha conseguido realizar un prototipo 100% funcional. Se ha aprendido los distintos tipos de tecnologías y sus usos.

5. Conclusiones

En este proyecto se ha aprendido y utilizado los conocimientos aprendidos a lo largo del grado para realizar el diseño y prototipado de una luminaria con tecnología 3D. Se ha estudiado a fondo la tecnología de impresión 3D haciendo que en este estudio se haya aprendido a diferenciar las distintas técnicas de impresión.

6. Referencias

- [1] ASTM F2792: Definición y terminología estándar relacionada con la manufactura aditiva y la impresión 3D. [ASTM International](<https://www.astm.org/Standards/F2792.htm>).
- [2] ISO/ASTM 52900: Definición y categorización de términos principales utilizados en impresión 3D. [ISO Standards](<https://www.iso.org/standard/67247.html>).
- [3] ISO/ASTM 52915: Especificación para la preparación de datos de diseño para fabricación aditiva. [ISO Standards](<https://www.iso.org/standard/67249.html>).
- [4] ASTM D638: Prueba de tracción de plásticos, importante para evaluar las propiedades mecánicas de los filamentos utilizados en impresoras 3D. [ASTM International](<https://www.astm.org/Standards/D638.htm>).
- [5] UNE-EN ISO 17296-2:2017: Estándares de proceso y calidad para tecnologías de impresión 3D. [AENOR](<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une?c=N0060027>).
- [6] Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2015). Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. Springer.
- [7] Chua, C. K., & Leong, K. F. (2014). 3D Printing and Additive Manufacturing: Principles and Applications. World Scientific Publishing Company.
- [8] Huang, Y., Leu, M. C., Mazumder, J., & Donmez, A. (2015). Additive Manufacturing: Current State, Future Potential, Gaps and Needs, and Recommendations. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 137(4), 040910.

DESIGN OF A LUMINAIRE AND REALIZATION OF ITS 3D PROTOTYPE

Author: Diez de Rivera, Jose María.

Supervisor: Awad Tamar.

Collaborating Entity: ICAI (Universidad Pontificia Comillas)

ABSTRACT

The project is about the design of a modular luminaire using 3D printing technology. Various types of 3D printing technologies and different materials have been analyzed to achieve a simple, useful, and aesthetically pleasing design with great versatility.

Keywords: Luminaire, Modular, 3D Printing.

1. Introduction

The main objective of this project is to design a modular luminaire that can be customized according to the aesthetic and functional preferences of the users. To achieve this, 3D modeling techniques will be employed to create a versatile design adaptable to different environments and uses. The luminaire will be manufactured using 3D printing technology, allowing for efficient, economical, and environmentally friendly production.

2. Project Definition

The main objective of this project is to design a modular luminaire that can be customized according to the aesthetic and functional preferences of the users. To achieve this, 3D modeling techniques will be employed to create a versatile design adaptable to different environments and uses. The luminaire will be manufactured using 3D printing technology, allowing for efficient, economical, and environmentally friendly production.

3. Model Description

The design of the luminaire will revolve around a modular structure, which will include different parts.

Battery/Handle: This will be an opaque part where the battery is integrated and will serve as a handle when the luminaire is used in a portable manner.

Diffusers: This will be the part that diffuses the light. We will have two designs, one straight and one curved. These designs will be stackable, allowing for an infinite number of configurations, according to the needs or preferences of each user.

4. Results

After studying and implementing 3D printing technology, a fully functional prototype has been successfully created. Different types of technologies and their uses have been learned.

5. Conclusions

In this project, the knowledge gained throughout the degree has been applied to the design and prototyping of a luminaire using 3D technology. The 3D printing technology has been thoroughly studied, leading to an understanding of the different printing techniques.

6. References

- [1] ASTM F2792: Definición y terminología estándar relacionada con la manufactura aditiva y la impresión 3D. [ASTM International](<https://www.astm.org/Standards/F2792.htm>).
- [2] ISO/ASTM 52900: Definición y categorización de términos principales utilizados en impresión 3D. [ISO Standards](<https://www.iso.org/standard/67247.html>).
- [3] ISO/ASTM 52915: Especificación para la preparación de datos de diseño para fabricación aditiva. [ISO Standards](<https://www.iso.org/standard/67249.html>).
- [4] ASTM D638: Prueba de tracción de plásticos, importante para evaluar las propiedades mecánicas de los filamentos utilizados en impresoras 3D. [ASTM International](<https://www.astm.org/Standards/D638.htm>).
- [5] UNE-EN ISO 17296-2:2017: Estándares de proceso y calidad para tecnologías de impresión 3D. [AENOR](<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une?c=N0060027>).
- [6] Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2015). Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. Springer.
- [7] Chua, C. K., & Leong, K. F. (2014). 3D Printing and Additive Manufacturing: Principles and Applications. World Scientific Publishing Company.
- [8] Huang, Y., Leu, M. C., Mazumder, J., & Donmez, A. (2015). Additive Manufacturing: Current State, Future Potential, Gaps and Needs, and Recommendations. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 137(4), 040910.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	14
1.1 Introducción.....	14
1.2 Motivación	15
1.3 Estado de la cuestión	16
1.4 Objetivos	17
Capítulo 2. Estado del arte	19
2.1 Antecedentes Luminarias	19
2.2 Antecedentes Impresión 3D	26
2.3 Análisis del mercado de las luminarias	27
2.3.1 Análisis DAFO.....	28
2.3.2 Tipos de Luminarias	31
2.3.3 Competidores en el Mercado de Luminarias de interiores	33
Capítulo 3. Diseño conceptual	35
3.1 ideas conceptuales	35
3.2 Elección.....	39
Capítulo 4. Diseño Preliminar	41
4.1 Tabla de componentes y organigrama.....	41
4.2 Descripción de piezas.....	43
Capítulo 5. Planos y circuito	53
5.1 Circuito.....	53
5.2 Planos	54
Capítulo 6. Proyecto de diseño y construcción	58
6.1 Objetivo y alcance	58
6.2 Normas de carácter general	59
6.3 Tecnologías	60
6.4 Materiales	73

<i>Capítulo 7. Presupuesto.....</i>	<i>76</i>
<i>Capítulo 8. Producto final.....</i>	<i>78</i>
<i>Capítulo 9. ODS.....</i>	<i>79</i>
<i>Capítulo 10. Conclusiones y futuro</i>	<i>82</i>
10.1 Conclusiones	82
10.2 Pasos futuros.....	83
<i>Capítulo 11. Bibliografía.....</i>	<i>84</i>

Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1: FUEGO	19
ILUSTRACIÓN 2: CANDIL PRIMITIVO	20
ILUSTRACIÓN 3: VELA	20
ILUSTRACIÓN 4: LÁMPARA DE ACEITE ROMANA	21
ILUSTRACIÓN 5: LÁMPARA DE QUEROSENO	22
ILUSTRACIÓN 6: FAROLA POR ILUMINACIÓN DE GAS	22
ILUSTRACIÓN 7: LÁMPARA DE ARCO	23
ILUSTRACIÓN 8: BOMBILLA INCANDESCENTE	23
ILUSTRACIÓN 9: TUBOS FLUORESCENTES	24
ILUSTRACIÓN 10: BOMBILLA ALÓGENA	24
ILUSTRACIÓN 11: BOMBILLA HID	25
ILUSTRACIÓN 12: PANEL LED	25
ILUSTRACIÓN 13: ANTORCHA	35
ILUSTRACIÓN 14: ESPADA LÁSER	36
ILUSTRACIÓN 15: SOLLUX LIGHTING	36
ILUSTRACIÓN 16: FOLLOWME	37
ILUSTRACIÓN 17: MAGLITE	38
ILUSTRACIÓN 18: ANTORCHA DE BAMBÚ	38
ILUSTRACIÓN 19: LÁMPARA DE COBRE	39
ILUSTRACIÓN 20: BATERÍA NI-MH	44
ILUSTRACIÓN 21: INTERRUPTOR	45
ILUSTRACIÓN 22: POTENCIÓMETRO	46
ILUSTRACIÓN 23: LED	48
ILUSTRACIÓN 24: CONECTOR DE CARGA	49
ILUSTRACIÓN 25: DIFUSOR RECTO Y CURVO IMPRESOS	49
ILUSTRACIÓN 26: LOGO SHAPR3D	60
ILUSTRACIÓN 27: DISEÑO 3D CARCASA	62
ILUSTRACIÓN 28: SLICER BAMBUSTUDIO	62

ILUSTRACIÓN 29: SLICER BAMBU PASO 1	63
ILUSTRACIÓN 30: SLICER BAMBU PASO 2	64
ILUSTRACIÓN 31: SLICER BAMBU PASO 3	64
ILUSTRACIÓN 32: SOPORTE DE ÁRBOL ORGÁNICO	65
ILUSTRACIÓN 33: MATERIAL CONSUMIDO PLA	65
ILUSTRACIÓN 34: IMPRESORA BAMBU X1 CARBON	66
ILUSTRACIÓN 35: DISEÑO 3D DIFUSOR	68
ILUSTRACIÓN 36: SLICER PREFORM	68
ILUSTRACIÓN 37: IMPRESORA FORMLABS	69
ILUSTRACIÓN 38: PIEZAS EN LA IMPRESORA FORMLABS	70
ILUSTRACIÓN 39: PIEZAS CON SOPORTE	70
ILUSTRACIÓN 40: MATERIAL DE LIMPIEZA MANUAL	71
ILUSTRACIÓN 41: FORMLABS FORM WASH L	71
ILUSTRACIÓN 42: PISTOLA DE AIRE	72
ILUSTRACIÓN 43: FORMLABS FORM CURE L 230V	72
ILUSTRACIÓN 44: MATERIAL DE LIMADO	73
ILUSTRACIÓN 45: RESINA CLEAR FORMLABS	74
ILUSTRACIÓN 46: FILAMENTOS DE PLA	75
ILUSTRACIÓN 47: LUMINARIA	78
ILUSTRACIÓN 48: LUMINARIA A MÁXIMA INTENSIDAD	78

Índice de tablas

TABLA 1: EMPRESAS ANALIZADAS.....	33
TABLA 2: PROPIEDADES LED.....	47
TABLA 3: COSTES	77

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El diseño y fabricación de luminarias modulares se trata de una revolución en la industria de la iluminación gracias a su combinación de: estética, funcionalidad y su capacidad de adaptación. Además, la utilización de tecnologías de impresión 3D también aporta un enfoque distinto a esta convergencia entre diseño, ingeniería y nuevos procesos de manufactura. En este proyecto se quiere analizar y explorar las posibilidades de diseño y el potencial de la impresión 3D para innovar, personalizar y sostener el sector de la iluminación.

En los últimos años, el método de fabricación de la impresión 3D ha evolucionado rápidamente. Su evolución ha resultado significativa, convirtiéndolo de una técnica innovativa basada en la investigación y experimentación exhaustiva a una herramienta accesible y sencilla para los fabricantes y diseñadores del mundo. Esta técnica permite la creación e impresión de componentes únicos y personalizados. Ofrece una oportunidad única para diseñar piezas de grande complejidad y mucho detalle, imposibles de obtener con otros métodos de fabricación. Además, el coste de esta técnica resulta relativamente bajo en comparación con otros métodos de fabricación para este tipo de piezas.

El modularidad se trata de una característica que ofrece varias ventajas a la hora de diseñar y fabricar lámparas y sistemas de iluminación. En primer lugar, ofrece una gran versatilidad y adaptabilidad a los distintos espacios o a las diferentes necesidades de iluminación que se tengan. También, la existencia de distintos componentes facilita la reparación y la actualización de las distintas piezas, ofrece la posibilidad de normalizar los distintos componentes y la creación de repuestos. Además, el producto resultante puede llegar a ser estéticamente personalizable, adaptándose también a las necesidades específicas del consumidor. Por último, esta característica ofrece también la posibilidad de personalizar la funcionalidad de la lámpara.

Las luminarias modulares se caracterizan por ser sistemas de iluminación que se componen de varios módulos intercambiables, con infinitas combinaciones y configuraciones. Permiten al usuario que las posee adaptarlas a su gusto y conseguir sistemas de iluminación únicos y exclusivos.

En conclusión, el trabajo se centra, principalmente, en el desarrollo de una luminaria modular. Se quiere explorar el diseño y proceso de fabricación mediante impresión 3D. Además, se hará un análisis exhaustivo de los distintos materiales disponibles, las tecnologías de impresión 3D existentes y técnicas de ensamblaje de los módulos que se pueden llevar a cabo. Todo lo anterior se llevará a cabo con el objetivo principal de

optimizar la funcionalidad, estética y sostenibilidad del producto final. Se analizarán los inconvenientes y ventajas de realizar este tipo de productos mediante la tecnología de impresión 3D. Por último, se analizarán las posibles líneas de desarrollo y mejoras posibles para el prototipo generado a lo largo de este proyecto.

1.2 MOTIVACIÓN

La motivación que surge para la realización de este proyecto se apoya en la combinación de varias necesidades: innovación, aprendizaje e investigación de nuevos métodos de fabricación, sostenibilidad, versatilidad y adaptabilidad de los productos, etc.

En primer lugar, el mercado de los sistemas de iluminación cuenta con un crecimiento exponencial de la demanda de soluciones personalizables y versátiles, que ofrezcan la posibilidad de adaptar los productos a cualquier ambiente y estilo, cubriendo las necesidades de iluminación requeridas. Se buscan productos que llamen la atención, que revolucionen la estética tradicional y aporten modernidad a las estancias, además de proporcionar la luz necesaria.

En segundo lugar, la decisión de ahondar en el concepto de modularidad está motivado por la oferta de beneficios que aumentan la funcionalidad y sostenibilidad de los productos finales. Las luminarias modulares permiten la modificación y actualización de las distintas piezas y componentes de los sistemas de iluminación, ofreciendo al consumidor un gran abanico de opciones. Además, todas estas adaptaciones se pueden realizar sin el cambio de todo el producto lo cual reduce el coste para el cliente y, también, facilita el mantenimiento y reparación, y prolonga la vida útil del producto al tratarse de componentes individuales. Por otro lado, se busca aumentar la sostenibilidad en los métodos de fabricación y reducir el impacto ambiental. La impresión 3D puede ser una gran opción para combatir este desafío ya que es capaz de minimizar el desperdicio de material y permite trabajar con materiales reciclados o que tengan un menor impacto en el medio ambiente gracias a su biocompatibilidad.

Por último, el desafío que presentan este tipo de lámparas ha motivado enormemente el trabajo. Basado en una perspectiva de diseño y manufactura, las luminarias modulares permiten aplicar técnicas de diseño y fabricación complicadas y avanzadas. Se tiene la oportunidad de utilizar y analizar herramientas de modelado e impresión 3D, además de simular la iluminación del producto y llevar a cabo un análisis del ciclo de vida del producto. Se quiere fabricar el prototipo con el objetivo de analizar de forma experimental y práctica el diseño y método determinado para la manufactura del producto propuesto.

1.3 ESTADO DE LA CUESTIÓN

En este apartado se analiza el estado de actual de dos conceptos clave que se analizarán y profundizarán a lo largo del desarrollo del trabajo.

En primer lugar, la tecnología de impresión 3D ha tenido un avance considerable desde que se comenzó a utilizar. Además, se han distinguido varios tipos y formas de realizar este proceso de manufactura. En sus inicios, se utilizaba únicamente para la creación de prototipos sencillos y rápidos, de fácil modelado. Hoy en día sus ámbitos de trabajo se han expandido a sectores muy especializados como la biomedicina o la industria aeroespacial y de automoción, entre muchos otros.

En el ámbito y sector de la iluminación se ha querido integrar la impresión 3D como método principal de fabricación y modelado de los productos. Se ha explorado la compatibilidad de esta tecnología y los productos requeridos en esta área, considerando enormemente la necesidad de resultados complejos, ligeros y estéticamente personalizables que resultan imposibles de lograr con otros métodos de fabricación.

La impresión 3D ofrece su capacidad de producir e imprimir geometrías caracterizadas por su detalles y complejidad sin necesidad de utilizar herramientas externas como una gran ventaja y posibilidad innovativa en los diseños del sector.

Sin embargo, a pesar de sus numerosas ventajas y beneficios, existen ciertos desafíos en la fabricación de luminarias modulares con este tipo de tecnología de fabricación. Entre ellos se destaca: la velocidad de impresión y la durabilidad de las piezas y componentes impresos. Además, se debe realizar un análisis en profundidad de las normativas y restricciones de seguridad y eficiencia energética. Esto se traduce en la necesidad de realizar un diseño enfocado en el cuidado y cumplimiento de dichas normas.

Por otro lado, el diseño y fabricación de luminarias también ha evolucionado mucho en los últimos años gracias a los avances en tecnologías y las cambiantes necesidades de iluminación de los consumidores del mercado. Debe tenerse en cuenta que, hoy en día, la industria se caracteriza por la promoción de la eficiencia, versatilidad, adaptabilidad y durabilidad de los productos ofrecidos.

El diseño de luminarias caracterizadas por su modularidad no se trata de un concepto nuevo, pero sí uno que ofrece una gran cantidad de opciones innovativas, sostenibles y personalizables. Por esta razón, actualmente, ha ganado una gran relevancia en este sector gracias al auge de estas características de los productos finales (innovación, sostenibilidad, adaptabilidad y personalidad). Anteriormente, la modularidad se utilizaba con un enfoque comercial e industrial, priorizando características esenciales para estas aplicaciones como la flexibilidad y adaptabilidad. Sin embargo, se ha redefinido el enfoque utilizado para el diseño de las luminarias modulares, queriendo extender su venta a mercados residenciales y de diseño de interiores. Esto se traduce a una priorización de características como la estética y, sobre todo, la gran importancia de la fase de diseño.

Las luminarias modulares ofrecen una infinidad de productos y aplicaciones que cubren desde lámparas de techo hasta lámparas de noche o de mesilla e incluso de pie. Por esto, es importante que se identifique el producto que se lleva a cabo para maximizar su funcionalidad y versatilidad.

A pesar de los grandes avances, existen también ciertos desafíos y desventajas en el diseño de estos productos tan especiales. La integración de los sistemas eléctricos y electrónicos puede llegar a ser compleja, lo que puede suponer una amenaza para la fiabilidad y durabilidad de las conexiones realizadas.

Por último, la investigación en este campo está en constante evolución. Los numerosos estudios se centran desde, la mejora de los materiales y ensamblaje de las piezas, hasta la maximización de la adaptabilidad de los productos y su sostenibilidad. Además, esta evolución y crecimiento se centra en la tendencia hacia un mercado luminoso caracterizado por la sostenibilidad, incentivando el desarrollo de luminarias modulares creadas a partir de materiales reciclados o biocompatibles.

1.4 OBJETIVOS

El objetivo principal se centra en el diseño y fabricación de una luminaria modular que se caracterice por su funcionalidad, estética personalizada y sostenibilidad.

A continuación, se enumeran los objetivos que se quieren alcanzar con el proyecto planteado:

- **Investigación y selección de los materiales:** analizar los componentes de la luminaria y realizar un ejercicio de descarte e identificación de los materiales idóneos para su fabricación. Este proceso debe estar basado en la funcionalidad de cada pieza y su propósito individual, además de considerar factores como la durabilidad, sostenibilidad y la estética.
- **Análisis de integración:** crear varias opciones de diseño modular, analizar el gran abanico de configuraciones y métodos de integración y ensamblaje de los distintos componentes. Se debe enfocar en facilitar la personalización del producto final al usuario.
- **Diseño detallado:** diseñar cada componente modular por separado, haciendo hincapié en sus detalles. Se utilizarán herramientas de modelado 3D con el objetivo de optimizar la estructura obtenida.
- **Creación de un prototipo:** tras realizar el diseño y elegir los materiales idóneos, se quiere fabricar un prototipo de los componentes de la luminaria. Se quieren evaluar en términos de ensamblaje, estética, estabilidad y calidad de la iluminación.
- **Integración de los sistemas eléctricos y electrónicos:** se quieren diseñar los circuitos y las conexiones necesarias para el correcto funcionamiento del prototipo. Se debe considerar la compatibilidad con la modularidad del producto y las normativas de eficiencia energética y seguridad.

- **Análisis del impacto ambiental:** se realizará un análisis de la sostenibilidad del diseño y el proceso de manufactura y fabricación llevado a cabo. Se obtendrán conclusiones sobre la minimización de este impacto.
- **Documentación:** se realizará una documentación y presentación de todos los procesos realizados para obtener el prototipo. Se presentarán los planos utilizados, los desafíos encontrados...
- **Líneas futuras de investigación:** se quiere determinar las futuras líneas de investigación y las formas de mejorar el prototipo obtenido. Se llevará a cabo un análisis de todos los aspectos que podrían optimizar el proyecto y el producto resultado.

Capítulo 2. ESTADO DEL ARTE

2.1 ANTECEDENTES LUMINARIAS

Lo que ahora se conoce como lámparas es el fruto de millones de años de evolución y de diversos avances tecnológicos que comenzó con el fuego. A continuación se detalla un recorrido histórico desde su inicio con el fuego, has las modernas lámparas que conocemos hoy en día.

Descubrimiento del Fuego y Lámparas Primitivas

Prehistoria y edad Antigua

Descubrimiento del Fuego (~1.7 millones de años atrás):

- Nuestros ancestros, como el Homo erectus, aprendieron a controlar el fuego, lo que proporcionó luz, calor y protección contra depredadores.



Ilustración 1: Fuego

Lámparas Antiguas

- Las primeras lámparas eran recipientes simples hechos de piedra o conchas llenos de grasa animal y con una mecha de musgo o hierba. Estas lámparas primitivas proporcionaban luz al quemar la grasa.
- En la antigua Mesopotamia, se comenzaron a usar lámparas de aceite hechas de arcilla, con una mecha sumergida en aceite vegetal o animal. Estas lámparas evolucionaron en diseño, volviéndose más elaboradas en Egipto, Grecia y Roma.



Ilustración 2: Candil primitivo

Velas (c. siglo I):

- Las velas de cera de abejas y sebo comenzaron a ser usadas ampliamente, proporcionando una fuente de luz más limpia y manejable que las lámparas de aceite.



Ilustración 3: Vela

Lámparas de aceite en la Antigüedad Clásica:

- Las lámparas griegas y romanas mejoraron con diseños de cerámica y bronce, algunas con múltiples boquillas para mechas, mejorando la eficiencia y duración de la iluminación.



Ilustración 4: Lámpara de aceite romana

Edad Media y Renacimiento

Lámparas de aceite medievales:

- Durante la Edad Media, las lámparas de aceite continuaron siendo populares. Se mejoraron en términos de materiales y diseños, utilizando hierro y bronce.

Revolución Industrial y Avances Tecnológicos

Lámparas de aceite de ballena (siglo XVIII):

- Con la caza de ballenas, el aceite de ballena se convirtió en una fuente común para lámparas, conocido por su brillo y menor humo.

Lámparas de queroseno (c. 1850):

- La invención del queroseno por Abraham Gesner revolucionó la iluminación, proporcionando una fuente de luz más segura y eficiente que los aceites tradicionales.



Ilustración 5: Lámpara de queroseno

Iluminación de gas (c. 1790):

- William Murdoch y otros desarrollaron la iluminación de gas, primero utilizando gas de carbón. Las lámparas de gas se convirtieron en la norma para el alumbrado público en el siglo XIX.



Ilustración 6: Farola por iluminación de gas

Iluminación Eléctrica

- Humphry Davy inventó la lámpara de arco, una de las primeras formas de iluminación eléctrica, utilizando un arco eléctrico entre dos electrodos de carbono.

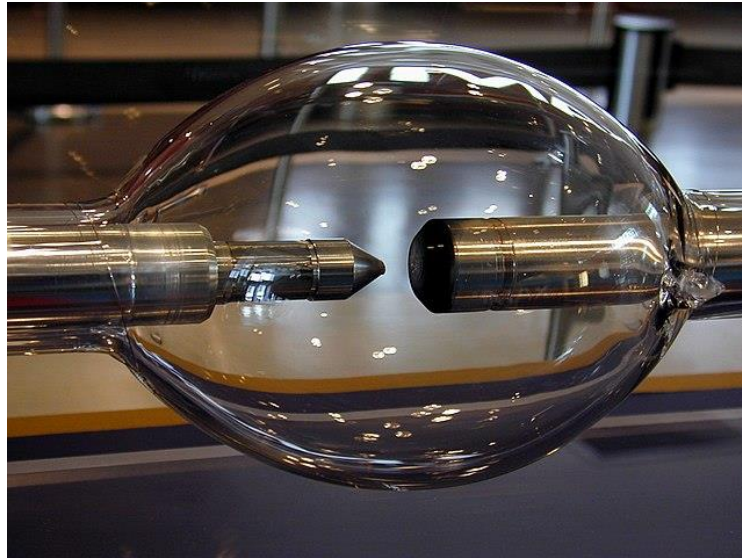


Ilustración 7: Lámpara de arco

Lámpara incandescente (c. 1879):

- Thomas Edison y Joseph Swan, de manera independiente, desarrollaron la lámpara incandescente de filamento de carbono, que se convirtió en la primera fuente de luz eléctrica práctica para uso doméstico y comercial.



Ilustración 8: Bombilla incandescente

Siglo XX y XXI

Lámparas fluorescentes (c. 1930):

- Introducción de las lámparas fluorescentes, que utilizan electricidad para excitar vapor de mercurio, produciendo luz ultravioleta que luego se convierte en luz visible a través de un recubrimiento fluorescente.



Ilustración 9: Tubos fluorescentes

Lámparas halógenas (c. 1950):

- Evolución de las lámparas incandescentes con la adición de halógenos para mejorar la eficiencia y duración.



Ilustración 10: Bombilla alógena

Lámparas de descarga de alta intensidad (HID) (c. 1960):

- Utilizadas principalmente en iluminación industrial y de exteriores, incluyendo lámparas de vapor de sodio y de mercurio.



Ilustración 11: Bombilla HID

Diodos emisores de luz (LED) (c. 1990):

- Revolucionaron la iluminación con su eficiencia energética, larga vida útil y versatilidad. Las lámparas LED se han convertido en el estándar en muchos contextos, desde iluminación doméstica hasta pantallas electrónicas.

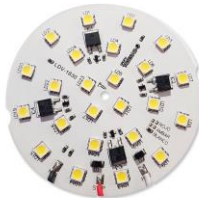


Ilustración 12: Panel LED

2.2 ANTECEDENTES IMPRESIÓN 3D

Uno de los factores diferenciadores de la lámpara es su fabricación mediante una impresora 3D. A continuación se detalla un recorrido histórico de la impresión 3D.

Invención y Primeros Años:

- 1984: La impresión 3D fue inventada por Charles Hull, quien desarrolló la estereolitografía (SLA), un proceso que permitía a los objetos ser creados capa por capa utilizando un polímero líquido curado por luz ultravioleta. Hull fundó la compañía 3D Systems para comercializar su invento.

Evolución de la Tecnología:

- Década de 1990: Durante esta década, se desarrollaron otras tecnologías de impresión 3D, como la modelación por deposición fundida (FDM), patentada por S. Scott Crump, y la sinterización selectiva por láser (SLS), que utiliza un láser para fusionar material en polvo.
- Años 2000: La tecnología avanzó significativamente, y las impresoras 3D comenzaron a ser más accesibles para pequeñas empresas y consumidores individuales. Se experimentó con nuevos materiales, incluyendo metales y cerámicas.

Popularización y Expansión del Mercado:

- 2010 en adelante: La expiración de patentes clave permitió una explosión de innovación y reducción de costos en la industria. Empresas como MakerBot popularizaron las impresoras 3D a nivel de consumidor, promoviendo la adopción generalizada y el movimiento maker.
-

- Educación y Prototipado Rápido: Las instituciones educativas empezaron a incorporar la impresión 3D en sus currículos, fomentando una nueva generación de diseñadores e ingenieros familiarizados con estas tecnologías.

Últimos Modelos y Avances Tecnológicos:

- Impresoras Multimaterial: Los modelos más recientes pueden imprimir utilizando múltiples materiales a la vez, permitiendo la creación de objetos con propiedades variadas en una sola impresión.
- Mayor Precisión y Resolución: Las impresoras actuales ofrecen resoluciones mucho más altas que los modelos anteriores, permitiendo detalles finos y acabados de alta calidad.
- Impresión 3D a Gran Escala: Se han desarrollado técnicas para la construcción de estructuras a gran escala, incluyendo edificios y componentes estructurales.
- Bioprinting: El avance en la impresión de tejidos y órganos biológicos es uno de los campos más prometedores, con potencial para revolucionar la medicina regenerativa y los trasplantes.

La impresión 3D continúa evolucionando rápidamente, con nuevas aplicaciones siendo exploradas en campos tan diversos como la medicina, la construcción, la moda, y la gastronomía, lo que la convierte en una de las tecnologías más transformadoras de nuestro tiempo.

2.3 ANÁLISIS DEL MERCADO DE LAS LUMINARIAS

Después de revisar brevemente la historia del producto y de su fabricación, se procede con un análisis exhaustivo del mercado actual. Comenzaremos con un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades). A continuación se analizarán los principales competidores en el mercado.

Posteriormente, compararemos las lámparas más vendidas con la propuesta en este proyecto, identificando posibles diferenciadores que podrían asegurar su éxito en caso de ser lanzada al mercado

Por últimos, realizaremos un análisis detallado de una variedad de productos que son pertinentes para este proyecto, evaluando a los competidores potenciales en función de las características específicas de la lámpara que estamos desarrollando. Este método nos ayudará a comprender más profundamente el entorno competitivo y, al mismo tiempo, nos permitirá descubrir nichos o áreas de innovación que podrían aprovecharse para enriquecer el proyecto.

2.3.1 ANÁLISIS DAFO

Debilidades:

- **Altas Barreras de Entrada:** La industria de la iluminación requiere inversiones significativas en materias primas, instalaciones de producción y distribución. Además, la tecnología LED demanda una fuerte inversión inicial en I+D para mantenerse actualizada y competitiva.

- **Complejidad Tecnológica:** Las soluciones modernas de iluminación pueden necesitar conocimientos técnicos especializados tanto para su instalación como para su mantenimiento, lo que puede limitar su adopción por parte de usuarios no especializados.

- **Dependencia de Avances Tecnológicos:** La rápida obsolescencia tecnológica puede hacer que las inversiones en tecnología se deprecien rápidamente.

- Sensibilidad a las Fluctuaciones Económicas Globales: La demanda de productos de iluminación puede ser volátil y está sujeta a las condiciones económicas globales, como recesiones o cambios en el costo de las materias primas.

Oportunidades:

- Creciente Conciencia Ambiental: La demanda de productos sostenibles y eficientes energéticamente está en aumento a medida que los consumidores se vuelven más conscientes de los temas ambientales.
- Expansión en Mercados Emergentes: Hay oportunidades de crecimiento significativas en mercados emergentes, donde la infraestructura de iluminación todavía está en desarrollo.
- Innovaciones en IoT y Smart Lighting: La integración de la iluminación con tecnologías de Internet de las Cosas y sistemas de hogares inteligentes abre nuevas oportunidades de mercado.
- Demandas de Funcionalidad y Estética Mejoradas: A medida que los consumidores buscan productos que combinen funcionalidad con diseño atractivo, hay oportunidades para innovar en productos que ofrezcan ambas características.

Amenazas:

- Regulaciones Estrictas: Los cambios en las regulaciones ambientales y de eficiencia energética pueden aumentar los costos de producción y afectar la distribución de ciertos tipos de luminarias.

- **Alta Competencia:** La globalización del mercado ha intensificado la competencia, reduciendo los márgenes de beneficio y aumentando la presión para innovar constantemente.
- **Cambios Rápidos en las Preferencias del Consumidor:** Los gustos y las tendencias de los consumidores cambian rápidamente, lo que puede hacer que los productos se vuelvan obsoletos más rápidamente.
- **Impacto Económico Global:** Las fluctuaciones en los mercados de materias primas y los ciclos económicos pueden impactar negativamente la demanda y los costos de producción.

Fortalezas:

- **Innovación Constante:** La continua innovación en tecnologías de iluminación mejora la eficiencia y la funcionalidad de los productos.
- **Demandas Crecientes por Sostenibilidad:** La tendencia hacia productos más sostenibles y eficientes energéticamente amplía el mercado potencial para nuevas soluciones de iluminación.
- **Reputación y Posicionamiento:** Las empresas establecidas con fuerte branding y reputación pueden capitalizar mejor las oportunidades de mercado gracias a la confianza del consumidor.

- **Diversidad de Productos:** Una amplia gama de productos permite atender a diferentes segmentos del mercado, desde iluminación residencial hasta comercial e industrial.

2.3.2 TIPOS DE LUMINARIAS

Los tipos de luminarias se pueden clasificar ampliamente en dos categorías principales: luminarias de exterior y luminarias de interior. Cada tipo está diseñado para satisfacer necesidades específicas según su ubicación y las condiciones ambientales a las que están expuestas.

Luminarias de Exterior

Las luminarias de exterior están diseñadas para resistir elementos ambientales como el polvo, la humedad y el agua. Están clasificadas por su grado de protección IP, que indica el nivel de resistencia al ingreso de partículas y agua, y por el grado de protección IK, que se refiere a su resistencia al impacto.

Tipos principales de luminarias de exterior:

- **Alumbrado Público:** Incluye las luminarias usadas en calles, avenidas y plazas. Estas suelen instalarse en columnas y postes y están diseñadas para iluminar grandes áreas públicas. La potencia y distribución de la luz dependen de la altura a la que se instalan.
- **Iluminación de Fachadas:** Utiliza proyectores y luminarias empotradas para destacar y embellecer exteriores de edificios. Están disponibles en una variedad de potencias y ángulos de irradiación, y su diseño es un factor crucial en la selección del producto.
- **Espacios Industriales:** Aunque técnicamente pueden considerarse de exterior debido a su robustez, estas luminarias se instalan frecuentemente en grandes alturas y en

áreas donde puede haber polvo o sustancias tóxicas. Cumplen con normativas ATEX para atmósferas potencialmente explosivas.

Luminarias de Interior

Las luminarias de interior se clasifican principalmente por su aplicación y diseño, adaptándose a las necesidades específicas de los espacios cerrados.

Tipos principales de luminarias de interior:

- Iluminación Técnica: Este tipo incluye luminarias para oficinas, museos, comercios, aulas, y otros espacios funcionales. Los modelos comunes incluyen downlights, proyectores y estructuras empotradas o suspendidas. Estas luminarias se diseñan con un enfoque en la eficacia lumínica, control del deslumbramiento y la reproducción cromática.
- Iluminación Decorativa: Predomina en el ámbito doméstico y se caracteriza por su variedad en formas, colores y materiales. Incluye lámparas de mesa, de pie, colgantes, y apliques de pared. El diseño juega un papel crucial, y las innovaciones en estética son constantes, creando un mercado en continuo crecimiento.

2.3.3 COMPETIDORES EN EL MERCADO DE LUMINARIAS DE INTERIORES

Se analizan las empresas que ofrezcan una solución parecida a la propuesta en el proyecto, que tiene como principales características un precio asequible y un estilo moderno y eficiente (LED).

Empresa	Estilo	Producto más vendido	Presencia Geográfica
Inspired LED	Modernos y eficientes	Luces LED de bajo voltaje	Estados Unidos
IKEA	Funcional y minimalista	VARMBLIT LED lamp	Global
LightingFarm.com	Moderno y contemporáneo	Lámparas LED modernas	Estados Unidos
LEDtronics.Inc.	Variado, industrial	Bombillas LED especializadas	Estados Unidos e Internacional (online)
Custom Neon	Personalizable, creativo	Letreros de neón LED	Estados Unidos y Canadá

Tabla 1: Empresas analizadas

En el competitivo mercado de la iluminación, cada empresa busca diferenciarse a través de estilos únicos y soluciones innovadoras. La presencia geográfica de estas compañías se concentra principalmente en mercados ya desarrollados, como Estados Unidos. Sin embargo, existe un potencial considerable en los mercados emergentes.

Por otro lado el proyecto de luminarias fabricadas mediante impresión 3D se distingue por ofrecer diseños personalizables y sostenibles, además de introducir un modelo de negocio innovador. Al habilitar que los consumidores descarguen y fabriquen sus propias lámparas, se establece un nuevo canal de ventas que permite alcanzar márgenes significativamente más

altos. Esta ventaja se deriva del hecho de que los costes asociados se limitan principalmente al diseño inicial y al mantenimiento de la página web, reduciendo en su totalidad los gastos de producción y distribución. Esta estrategia no solo incrementa los beneficios comparados con otras empresas del sector, sino que también ofrece una ventaja competitiva crucial. Esta ventaja es crucial a la hora de enfrentarse a las multinacionales que debido a sus economías de escala pueden comprar las materias primas a menores precios. No obstante, la introducción de un enfoque innovador permite explorar y capturar cuotas de mercado no atendidas previamente o expandirse en nuevos mercados, donde la capacidad de personalización y producción localizada a través de la impresión 3D constituye una propuesta de valor atractiva y diferenciadora.

Capítulo 3. DISEÑO CONCEPTUAL

3.1 IDEAS CONCEPTUALES

El proceso de diseño de la lámpara modular se ha inspirado en una variedad de objetos que han influido tanto en su forma como en su funcionalidad. A continuación, se detallan algunos de los objetos que han servido como fuente de inspiración:

Antorcha Clásica

El diseño tubular de la lámpara se ha inspirado en la forma de la antorcha clásica. Este objeto, conocido por su estructura alargada y su capacidad para iluminar de manera eficiente, aporta una estética rústica y tradicional al diseño de la lámpara. Esta característica se ha trasladado al diseño de la lámpara para permitir una mayor flexibilidad y adaptabilidad en su uso.



Ilustración 13: antorcha

Espada láser

Las espadas láser, icónicas por su diseño cilíndrico y elegante, también han influido en la estética de la lámpara. Este elemento no solo aporta una apariencia futurista, sino que también enfatiza la simplicidad y modernidad del diseño.



Ilustración 14: Espada láser

Además de los objetos mencionados, varias luminarias actuales han servido como referencia para el diseño final:

Sollux Lighting

Este fabricante es conocido por sus diseños simples y funcionales. La incorporación de una batería en la parte inferior de la lámpara es una característica que se ha adoptado para mejorar la portabilidad y conveniencia del usuario.



Ilustración 15: Sollux Lighting

FollowMe de Inma Bermúdez para Marset

La lámpara portátil FollowMe ha sido una fuente de inspiración por su combinación de diseño atractivo y funcionalidad. Su batería recargable integrada y su diseño ergonómico han influido en el desarrollo de la lámpara modular.



Ilustración 16: FollowMe

Maglite ML300L 2D Led Negra

La robustez y durabilidad de las linternas Maglite, junto con su diseño cilíndrico, han sido consideradas en el diseño estructural de la lámpara. La fiabilidad y eficiencia energética de los LEDs utilizados en estas linternas también se han tenido en cuenta.



Ilustración 17: Maglite

Lámparas de Bambú y Citronela

El diseño de las antorchas de bambú, utilizadas comúnmente en exteriores, ha influido en la apariencia de la lámpara modular, proporcionando una estética natural y adaptable a diversos entornos.



Ilustración 18: Antorcha de bambú

Lámpara de Tubo de Cobre de Etsy

La utilización de materiales como el cobre en lámparas artesanales ha inspirado la selección de materiales sostenibles y estéticamente agradables para la fabricación de la lámpara modular.



Ilustración 19: lámpara de cobre

Estas inspiraciones han sido fundamentales para definir el concepto de diseño, asegurando que la lámpara no solo sea funcional y eficiente, sino también estéticamente agradable y adaptable a diferentes usos y ambientes

3.2 ELECCIÓN

Para la fabricación de la lámpara modular, he optado por utilizar la tecnología de impresión 3D debido a sus múltiples beneficios, especialmente en términos de sostenibilidad y personalización.

Tecnología 3D: Eco-Friendly

La impresión 3D destaca por ser una tecnología amigable con el medio ambiente, principalmente debido a los materiales utilizados, como el ácido poliláctico (PLA), que es biodegradable y proviene de recursos renovables. Además, la impresión 3D reduce significativamente el desperdicio de material en comparación con los métodos de fabricación tradicionales, ya que solo se utiliza la cantidad exacta de material necesario para crear cada componente.

Otro factor clave en la elección de la impresión 3D es la posibilidad de eliminar gran parte de los costos y emisiones asociados al transporte. Al vender únicamente el diseño digital, los usuarios pueden imprimir la lámpara en sus propias casas o en centros de impresión locales, lo que no solo reduce la huella de carbono, sino que también agiliza el proceso de adquisición y personalización.

Modularidad y Personalización

He decidido que la lámpara sea modular para maximizar su personalización. La modularidad permite a los usuarios ajustar y adaptar la lámpara según sus necesidades específicas, ya sea cambiando componentes o añadiendo nuevas piezas. Esto fomenta una mayor interacción con el producto y prolonga su vida útil, ya que es posible actualizar o reparar partes individuales sin tener que reemplazar toda la lámpara. Además, la impresión 3D permite una personalización extensa en términos de material, color y acabado, lo que hace que cada lámpara pueda ser única y adaptada al gusto del usuario.

Portabilidad

La decisión de hacer la lámpara portátil surge de la necesidad de ofrecer una solución de iluminación cómoda y flexible. Una lámpara portátil proporciona la ventaja de poder ser utilizada en diferentes entornos y situaciones, desde interiores domésticos hasta actividades al aire libre, sin depender de una fuente de energía fija. Esto aumenta la versatilidad del producto y lo hace más atractivo para una amplia variedad de usuarios.

Capítulo 4. DISEÑO PRELIMINAR

En el siguiente capítulo se nombrarán los componentes usados, se dará una descripción y comentarán características, justificando su elección.

4.1 TABLA DE COMPONENTES Y ORGANIGRAMA

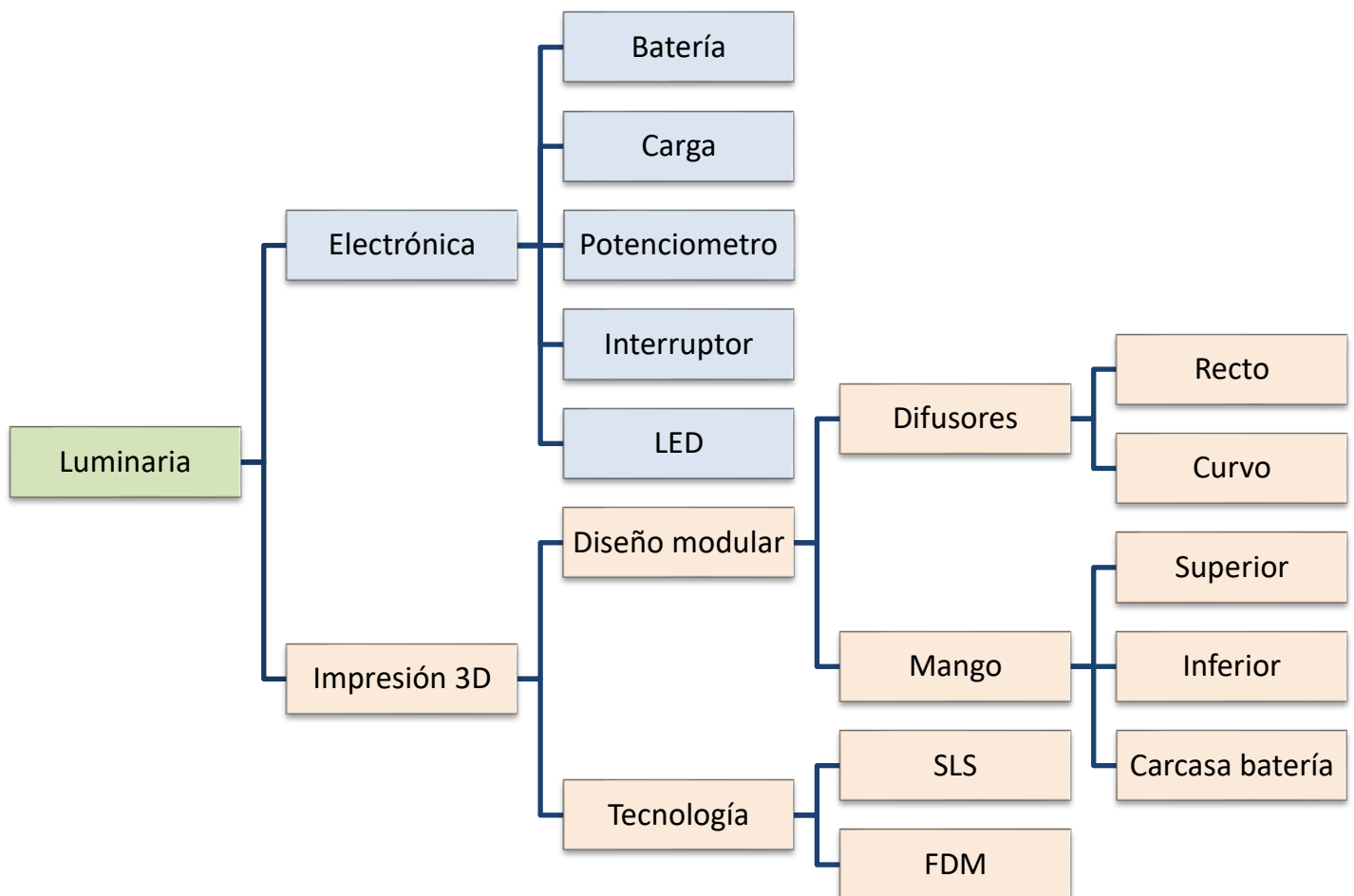


Figura 1: Organigrama

	Componente	Descripción	Función	Cantidad	Precio €
1	Batería NI-MH (BAT229)	Batería de 2,4V y 700mAh	Alimentar el circuito	2	6,50
2	Interruptor (R1384B)	Interruptor pulsador ON-OFF	Encender o apagar el LED	1	0,85
3	Potenciómetro lineal (PC161KA)	Potenciómetro de 1000 ohmios	Regular la intensidad del LED	1	1
4	Led (Ly-0984)	LED de alta eficiencia y bajo consumo	Iluminar la luminaria	1	0,99
5	Conector Jack DC macho (1732)	Conector estándar DC para alimentación eléctrica	Conectar la lámpara a fuente de alimentación externa	1	0,70
6	Difusor	Difusor de luz, hay distintas geometrías	Actúa como difusor de luz, para evitar deslumbramientos	Variable	Variable
7	Carcasa Batería	Protector de la batería y encaje del potenciómetro	Evitar que la batería y el potenciómetro estén sueltos dentro del mango	1	Variable

8	Mango Inferior	Parte inferior del mango, con movilidad	Parte móvil para regular la intensidad lumínica, encender y cargar la luminaria	1	Variable
9	Mango Superior	Parte superior del mando fija	Sostiene y protege los componentes internos, ofrece estabilidad al diseño	1	Variable

Figura 2: Tabla de componentes

4.2 DESCRIPCIÓN DE PIEZAS

En este apartado se expondrán las piezas seleccionadas (Aquellas que tienen una función electrónica) y las piezas diseñadas e impresas en 3D.

Pieza 1: Batería NI-MH (BAT229)[1]

Descripción:

La batería de níquel-metal hidruro (NI-MH) ofrece una solución de energía recargable y sostenible, con una buena densidad de energía y menos impacto ambiental en comparación con las baterías de níquel-cadmio.

Justificación:

La selección de la batería NI-MH se basa en varios criterios críticos:

- *Tamaño y forma:* Las baterías NI-MH están disponibles en diversas formas y tamaños que se adaptan perfectamente al diseño compacto de la lámpara, permitiendo una integración eficiente sin comprometer el diseño estético.
- *Capacidad de mantener voltaje:* Estas baterías son capaces de mantener un voltaje más estable durante el ciclo de descarga, lo que es esencial para el funcionamiento consistente y eficiente de la lámpara, asegurando que la intensidad de la luz permanezca constante hasta que la batería necesite recarga.
- *Ecología:* Las baterías NI-MH son menos contaminantes que otras alternativas como las de níquel-cadmio, pues no contienen metales pesados tóxicos como el cadmio. Esto las hace más amigables con el medio ambiente, alineándose con los principios de sostenibilidad y reducción del impacto ecológico del producto.



Ilustración 20: Batería Ni-Mh

Pieza 2: Interruptor (R1384B)

Descripción:

Un interruptor mecánico robusto diseñado para el control manual de la energía eléctrica.

Justificación:

El interruptor permite al usuario controlar fácilmente el encendido y apagado de la lámpara, su elección se basó en la estética y equilibrio de tamaño, siendo fácilmente camuflado en la parte inferior, pero permitiendo un acceso sencillo.



Ilustración 21: Interruptor

Pieza 3: Potenciómetro lineal (PC161KA)[1]

Descripción:

Un potenciómetro lineal que permite la variación continua de la resistencia para ajustar la intensidad de la luz emitida por el LED.

Justificación:

La elección del potenciómetro se ha basado en dos aspectos, el diseño y tamaño, que permiten una sencilla adaptación práctica al modelo diseñado y su valor resistivo.

- Seleccionamos este potenciómetro debido a su tamaño compacto, lo cual facilita una integración discreta y eficiente dentro del diseño interno de la luminaria. Su forma permite un montaje sencillo, optimizando el espacio interno y manteniendo la cohesión estética del diseño global.
- A través de pruebas empíricas, determinamos que una resistencia de 1k es la ideal para nuestro potenciómetro. Esta resistencia específica ha demostrado ser la más efectiva para controlar con precisión la intensidad luminosa, proporcionando un cambio de intensidad lumínico ideal.



Ilustración 22: Potenciómetro

Pieza 4: LED (Ly-0984 32mm)[2]

Descripción:

Un diodo emisor de luz (LED) de alta eficiencia que ofrece una iluminación brillante y de bajo consumo.

Potencia	Voltaje	Marca	Temperatura de operación (°C)	Diametro (mm)	Numero de modelo	iluminación (°)
3W	2 - 5V	SAGE LU MEI	-25 - 80	32	(LY-0984)	120 - 180

Tabla 2: Propiedades LED

Justificación:

¿Por qué elegir luz LED?

- **Eficiencia energética:** Los LEDs son campeones en ahorro de energía comparados con las bombillas halógenas o fluorescentes compactas. Esto se traduce en menos gasto de electricidad y menos frecuencia en el cambio de bombillas, ahorrando dinero y molestias a largo plazo.[3]
- **Bajo calor:** A diferencia de las halógenas, los LEDs apenas se calientan. Esto significa que son más seguros y hay menos riesgo de que algo se quemara o se sobrecaliente, ideal para espacios pequeños.
- **Luz al instante:** Los LEDs iluminan al momento, sin tener que esperar a que se calienten como las bombillas fluorescentes. Esto ofrece comodidad y eficacia desde el segundo uno.

Ventajas específicas del modelo Ly-0984:

- **Compacto y adaptable:** Su pequeño tamaño es perfecto para nuestro diseño, permitiéndole encajar sin interrumpir la estética de la lámpara.
- **Bajo consumo:** El bajo consumo de este LED con respecto a la iluminación que produce lo hace el candidato ideal para una luminaria portátil.



Ilustración 23: LED

Pieza 5: Conector Jack DC macho (1732)[1]

Descripción:

Un conector estándar de corriente continua que facilita la conexión eléctrica segura y fiable.

Justificación:

Este conector ha sido elegido para proporcionar una solución de alimentación fácil de usar y universalmente compatible, simplificando la conexión de la lámpara a fuentes de alimentación externas. Este conector se ha elegido también por el cargador recomendado para la batería, un cargador fullwat FU-C1000-2-14, especializado en cargar baterías Ni-Mh

de carga rápida e inteligente (deja de cargar cuando detecta que la batería está cargada) por lo que se evitan sobrecargas y accidentes.



Ilustración 24: Conector de carga

Pieza 6: Difusor

Descripción:

Un difusor cilíndrico translúcido disponible en varios diseños, incluyendo opciones rectas y curvas, diseñado para suavizar y dispersar uniformemente la luz emitida por la lámpara. Los materiales y colores de los difusores son elección del consumidor, una de las múltiples ventajas que ofrece la impresión 3D.



Ilustración 25: Difusores

Pieza 7: Carcasa de la batería

Descripción:

Esta pieza es esencial, guarda un hueco específico para la batería y el potenciómetro, así evitando que los componentes estén sueltos, evitando incomodidad, y posibles accidentes, imperfectos o posibles daños a estos componentes.



Ilustración 26: Carcasa batería

Pieza 8: Mango inferior

Descripción:

Como parte inferior del mango esta pieza tiene una gran funcionalidad, en su base se encuentran el puerto de carga e interruptor, en el interior tiene un enganche para el potenciómetro, haciendo que al girar esta parte del mango se cambie la resistencia del potenciómetro, así modificando la intensidad lumínica del LED.



Ilustración 27: Mango inferior

Pieza 9: Mango superior

Descripción:

Sumado a la parte inferior forman el mango completo de la luminaria. En esta parte irán el Led en la parte superior e interior, la batería y potenciómetro, metidos en su carcasa, que se introducirá en el interior del mango superior.



Ilustración 28: Mango superior

Capítulo 5. PLANOS Y CIRCUITO

5.1 CIRCUITO

El circuito de la luminaria es un circuito muy simple, donde se tiene una batería de 4,8V conectada a un interruptor, que se conecta a un potenciómetro, que regula la intensidad y finalmente el LED. Al variar la resistencia de 0 a 1K la tensión en los bornes del módulo LED bajará, podrá bajar incluso por debajo de lo “recomendado” por el fabricante, en este caso no habrá ningún efecto negativo para el componente, sino al contrario, al recibir menos estrés el módulo LED durará más, por este mismo motivo se confirmó poner una batería de 4,8V, donde la intensidad lumínica se consideró suficiente y no se llegaría al máximo, poniendo una barrera protectora al módulo LED.

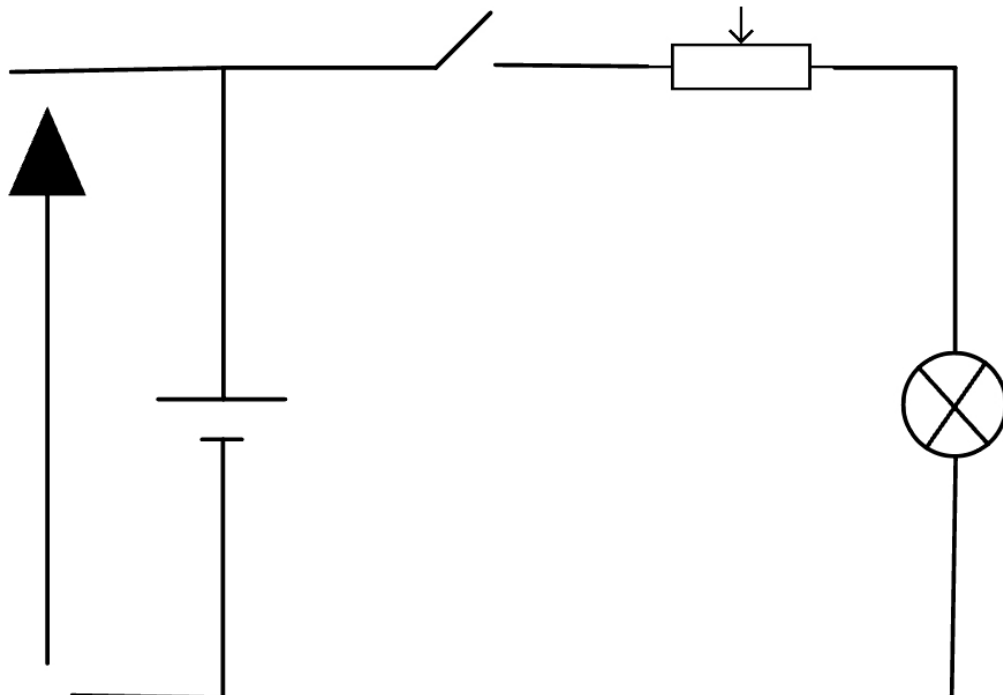


Figura 3: Esquema unifilar del circuito

A la izquierda de la batería podemos observar una flecha, que representa la red, que a través del cargador propuesto es capaz de recargar la batería.

Debido al consumo del LED (3W) y la potencia de la batería (3,36W) a máxima intensidad la batería tendrá una autonomía de 1h 10 minutos aproximadamente. El tiempo estimado en cargar la batería de 0 a 100% será de 42 minutos. Cargándose a 4,8V y 1A. Siendo verdad que lo recomendado es cargar a un 10% de la intensidad nominal. Este cargador de carga rápida nos permite reducir drásticamente el tiempo de carga. Para conservar la vida útil de la batería, sin priorizar el tiempo de carga se recomienda usar un cargador AC DC 4,3 V 70mA 2W A00390 A00380.

5.2 PLANOS

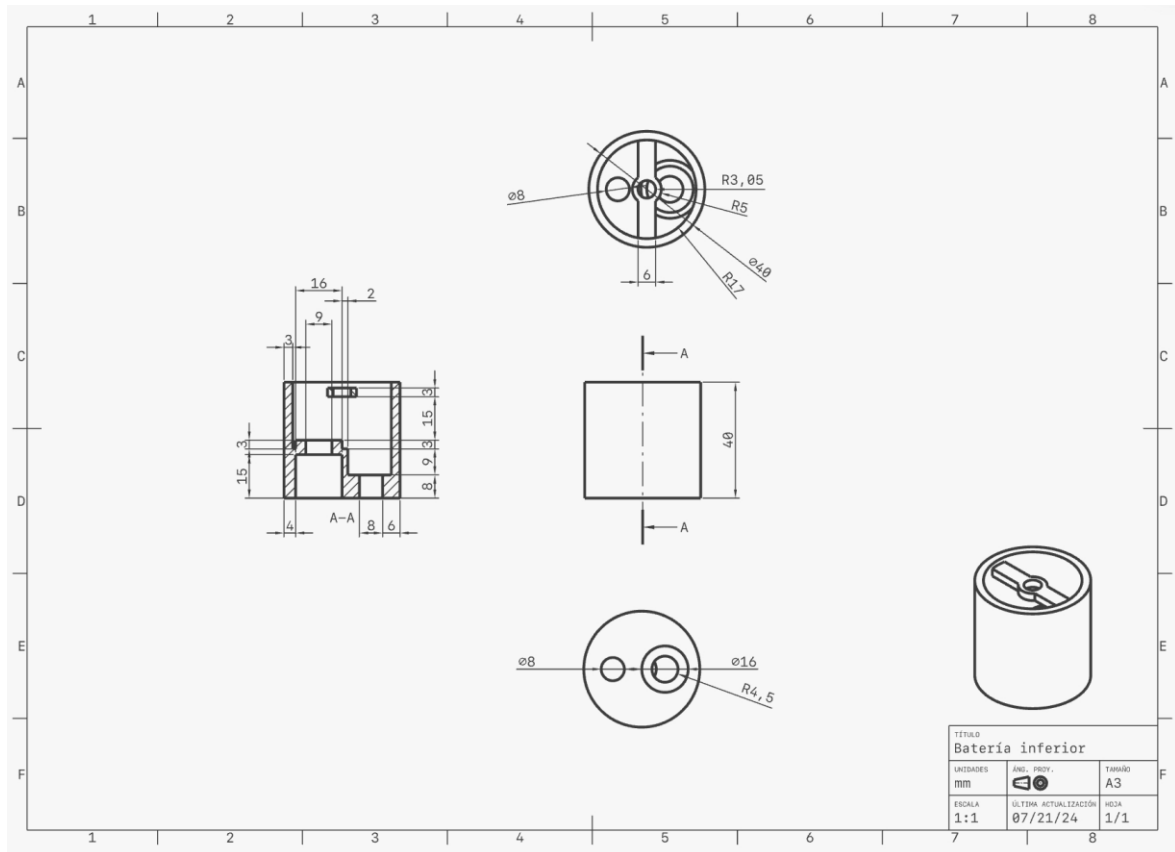


Figura 4: Plano batería inferior

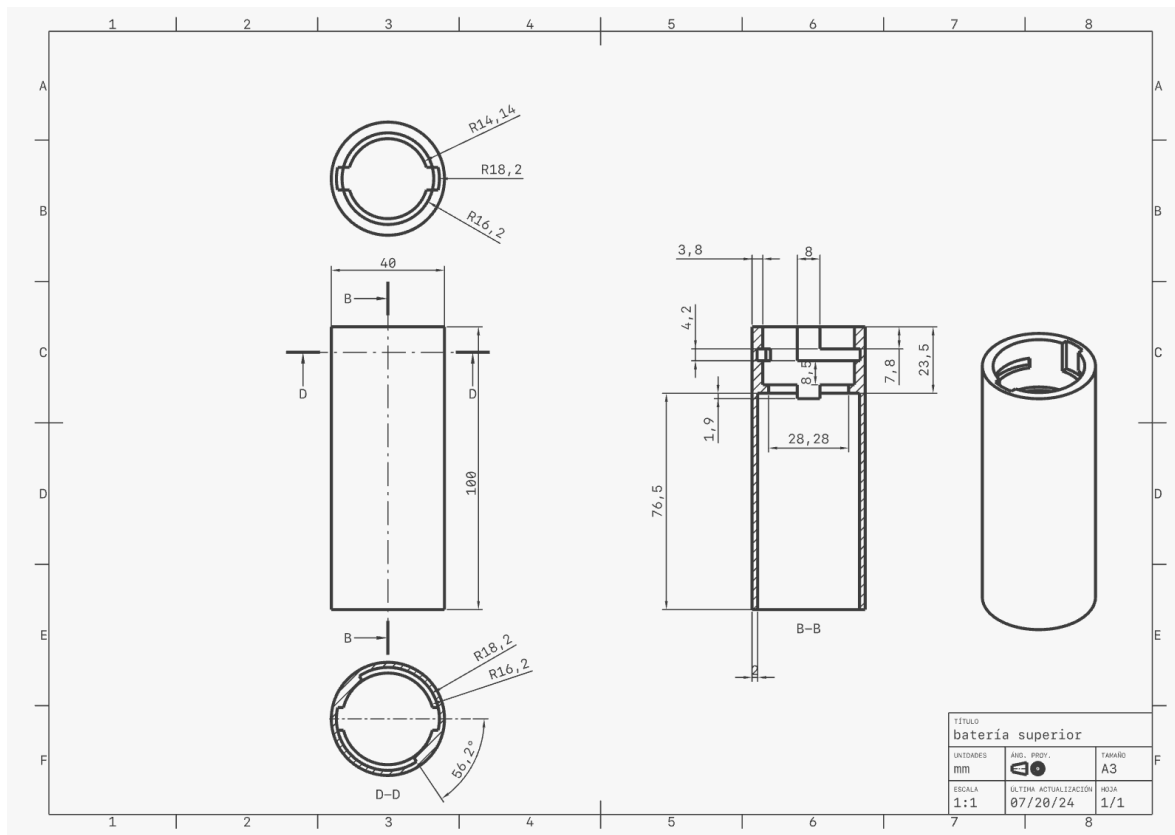


Figura 5: Plano batería superior

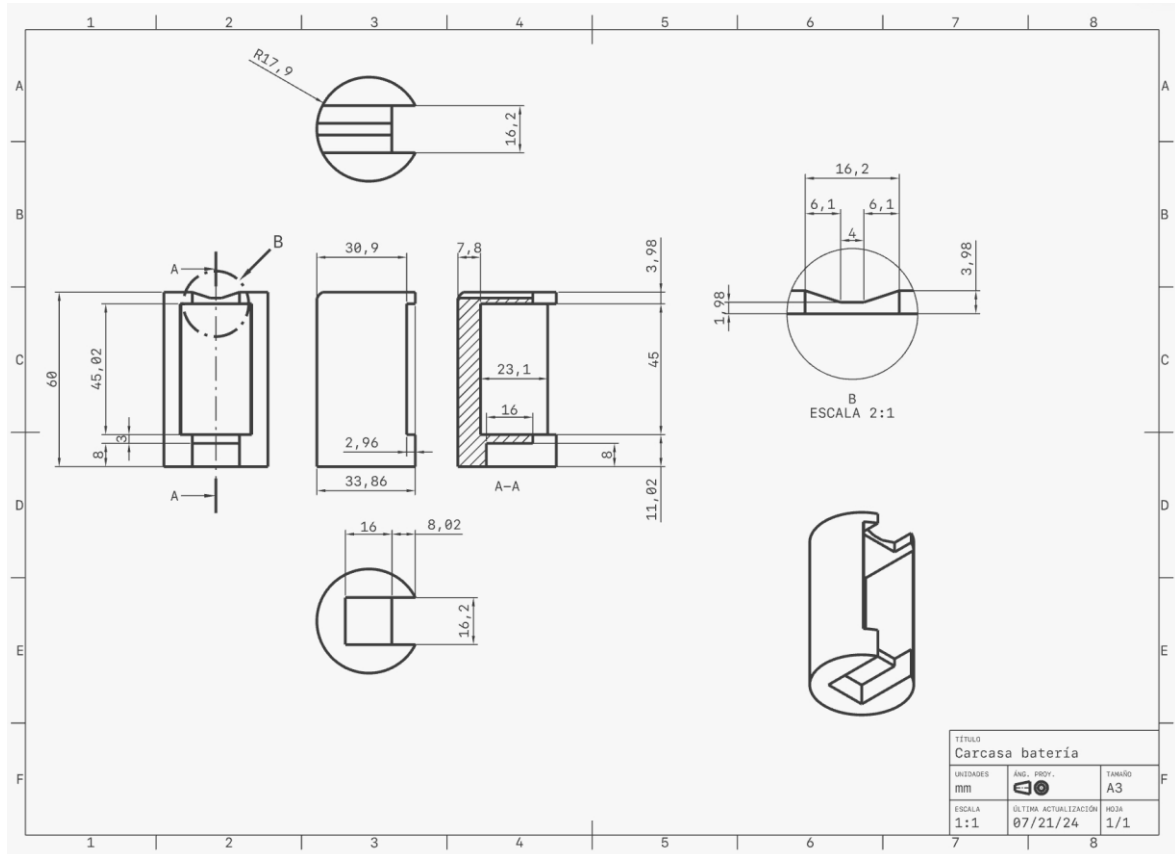


Figura 6: Plano carcasa batería

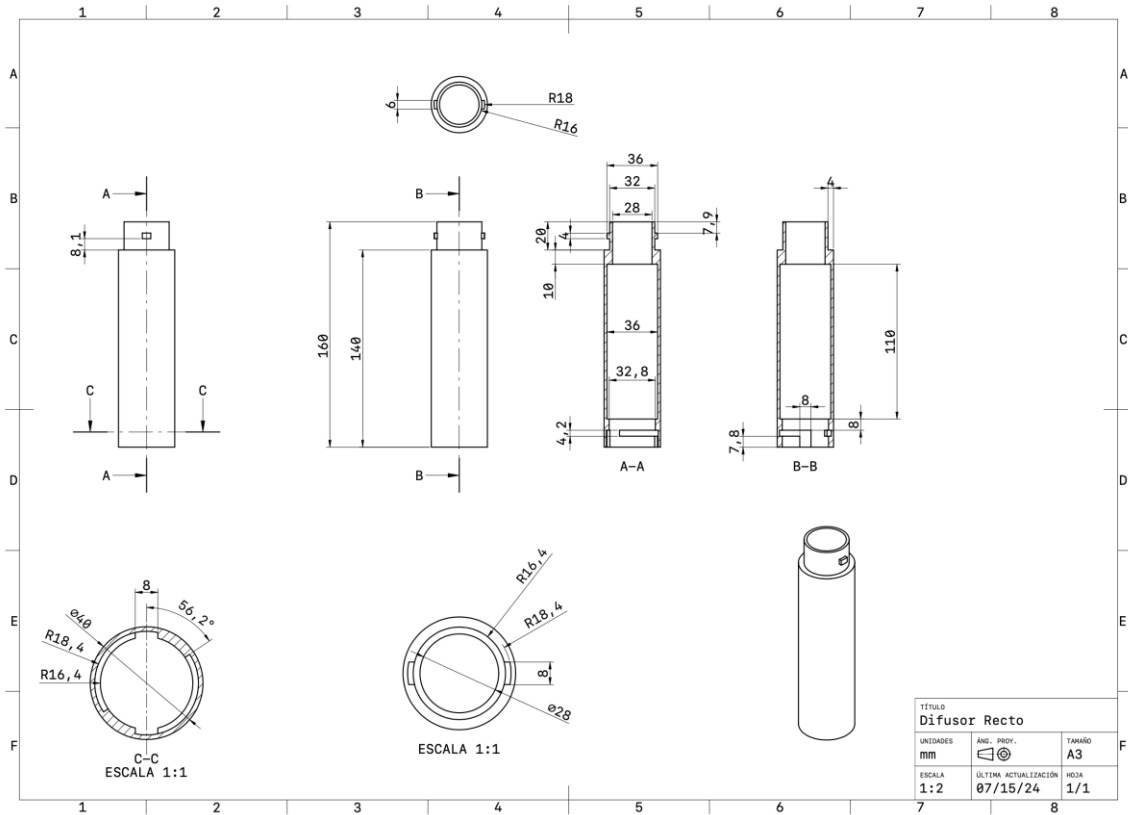


Figura 7: Plano difusor recto

Capítulo 6. PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

6.1 OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo de este capítulo es describir el proceso de construcción de la luminaria diseñada utilizando las tecnologías de impresión 3D, FDM (Fused Deposition Modeling) y SLS (Selective Laser Sintering). Se detallarán los procedimientos de fabricación adoptados para garantizar la eficiencia en la producción y la calidad del producto final. En este capítulo se verán los siguientes aspectos:

- **Descripción de Tecnologías:** Se proporcionará una explicación detallada de las tecnologías de impresión 3D seleccionadas, incluyendo una justificación de su elección basada en las características y requerimientos específicos del diseño de la luminaria.
- **Selección de Materiales:** Se discutirán los criterios para la selección de materiales adecuados para cada componente de la luminaria, basándose en propiedades físicas, estéticas y de rendimiento.
- **Procesos de Impresión:** Se describirán los métodos y parámetros de impresión para cada tecnología, destacando cómo estos procesos contribuyen a alcanzar los objetivos de diseño.

Este capítulo busca proporcionar una comprensión clara y estructurada del proceso de construcción, desde la impresión hasta el ensamblaje final, subrayando la importancia de cada paso en la creación de una luminaria funcional y estéticamente agradable. Se pretende que esta sección sirva no solo como documentación del proceso de fabricación, sino también como una base para futuras investigaciones y desarrollos en el ámbito de la impresión 3D aplicada a productos de iluminación.

6.2 NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

ASTM F2792: [4]

Establece la terminología estándar relacionada con la manufactura aditiva, incluyendo tipos de tecnologías de impresión 3D, materiales y procesos.

ISO/ASTM 52900:[5]

Define y categoriza los términos principales utilizados en la impresión 3D y ayuda a establecer un lenguaje común para los desarrolladores, fabricantes, y usuarios.

ISO/ASTM 52915:[6]

Especificación para la preparación de datos de diseño para la fabricación aditiva. Establece requisitos para la conversión de archivos de diseño en un archivo de manufactura aditiva.

ASTM D638:[7]

Prueba de tracción de plásticos, importante para evaluar las propiedades mecánicas de los filamentos utilizados en impresoras 3D.

UNE-EN ISO 17296-2:2017: [8]

Cubre los requisitos generales de los materiales utilizados en la fabricación aditiva, los métodos de prueba y el acabado de productos impresos en 3D.

UL 2904:[9]

Norma para la emisión de partículas y compuestos orgánicos volátiles en impresoras 3D, asegurando un ambiente de trabajo seguro y reduciendo la exposición a partículas nocivas.

6.3 TECNOLOGÍAS

Este apartado detalla las tecnologías clave empleadas en el diseño y fabricación de la luminaria, destacando el software de diseño y las impresoras 3D seleccionadas para la creación de prototipos y productos finales.

Shapr3D

Shapr3D es un software de modelado CAD 3D utilizado para el diseño de todas las piezas de la luminaria. Funciona de manera similar a herramientas como SolidEdge o SolidWorks pero ofrece una integración optimizada con dispositivos Apple, facilitando un entorno de diseño intuitivo y accesible.



Ilustración 29: Logo Shapr3D

Fused Deposition Modeling (FDM)[10][11][12][13][14][15][16][17]

Fused Deposition Modeling (FDM) es un método de fabricación aditiva que emplea filamentos termoplásticos para crear objetos tridimensionales directamente a partir de datos digitales. Este proceso implica la fundición de material termoplástico que se deposita capa por capa hasta completar el modelo 3D deseado.

Para el proyecto e impresión del mango se ha usado una impresora que usa esta tecnología.

La **impresora Bambu Lab X1 Carbon** se destaca en el campo de la impresión 3D por su innovadora tecnología y eficiencia. Este modelo es reconocido por su rapidez y precisión, lo que lo hace ideal para proyectos de impresión 3D que requieren alta calidad y fiabilidad.

Las principales características de esta impresora son:

- **Alta Velocidad de Impresión:** La Bambu Lab X1 Carbon puede operar a velocidades significativamente más altas que muchas otras impresoras en su categoría, lo que permite la producción rápida de prototipos y piezas finales.
- **Precisión:** Equipada con sistemas de extrusión precisos, esta impresora puede manejar detalles finos que son esenciales para modelos complejos y acabados de alta calidad.

aplicaciones que requieren geometrías complejas y un acabado superficial de alta calidad.

Pre-procesado:

- Diseño del modelo 3D: Se diseña la pieza que se desea imprimir y se guarda en un archivo STL.

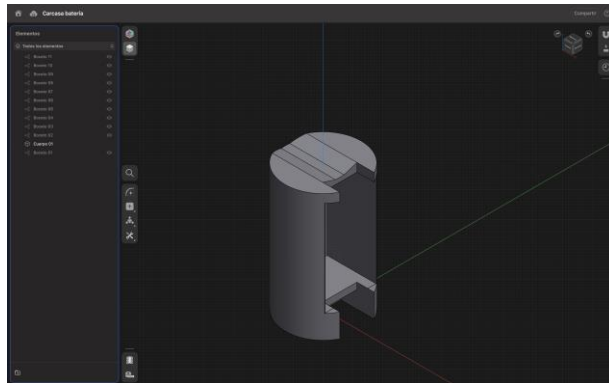


Ilustración 30: Diseño 3D carcasa

- Correr el Slicer: El programa usado es BambuStudio, un programa que usa el STL para simular la impresión, poniendo los soportes necesarios e indicando el material y tiempo necesario.

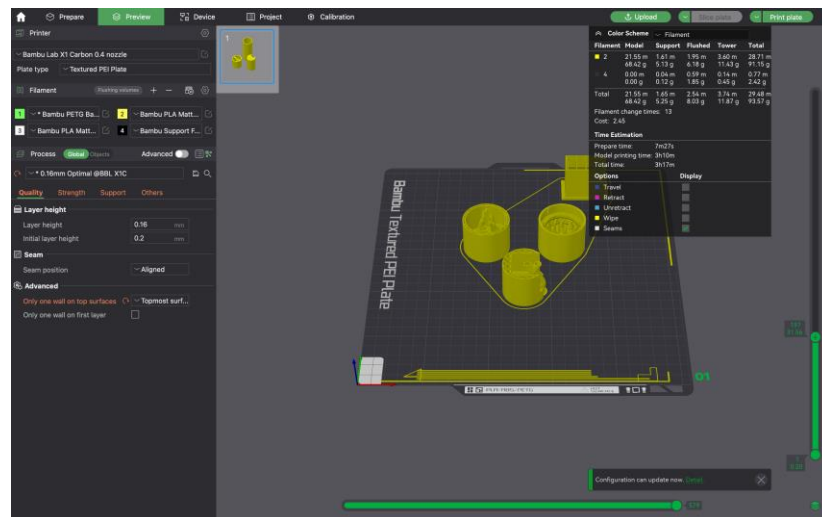


Ilustración 31: Slicer BambuStudio

En este programa ajustamos los parámetros de impresión, elegimos el material, el tipo de soporte...

En la parte señalizada en rojo en la Ilustración 32 vemos los materiales en los que podemos imprimir, hay dos PLA, amarillo y blanco, un PETG verde y en negro el material de soporte. En este caso se ha elegido el PLA amarillo. El menú señalado en verde podemos ver la altura de capa, que pondremos un 40% del diámetro de la boquilla, que nos permite tener una gran calidad. En azul podemos ver el apartado de “seam” que es el cambio de capa, que lo alineamos para mejorar la estética del producto final.

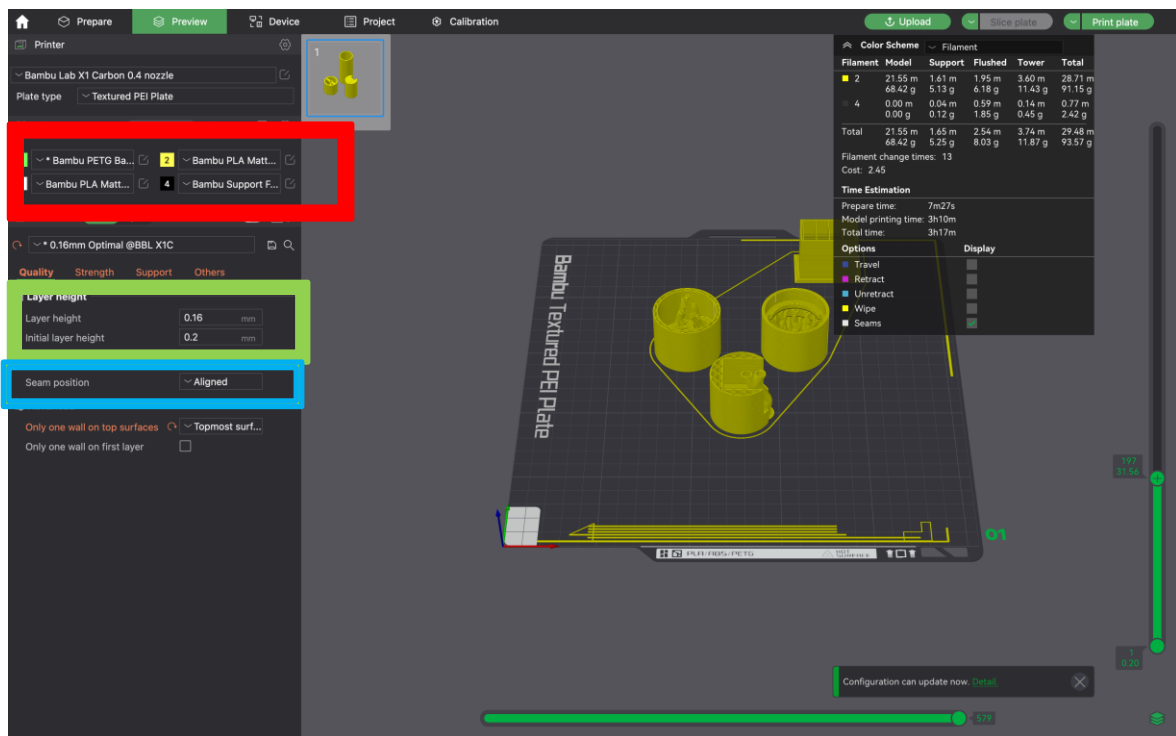


Ilustración 32: Slicer Bambu paso 1

En la ilustración 33 se puede apreciar marcado en rojo el número de capas por pared, al ser una pieza que no va a sufrir grandes esfuerzos ponemos 2, que es lo estándar para este tipo de piezas. Marcado en verde vemos el relleno, que se usará un 20% y en rejilla, esto hará la pieza robusta, sin mal gastar material.

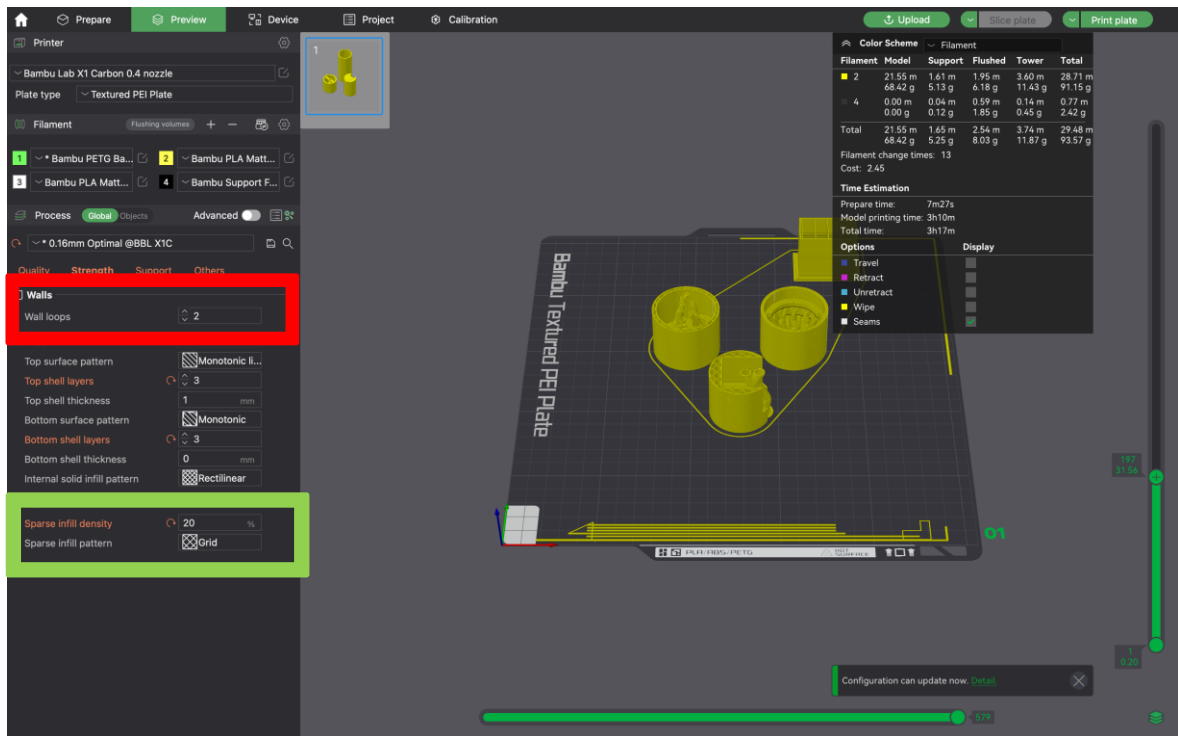


Ilustración 33: Slicer Bambu paso 2

En la siguiente ilustración se observan las configuraciones de los soportes, los soportes serán de tipo árbol orgánico, esto nos generará soportes desde la base y únicamente desde la base, haciendo que no se generen soportes desde la pieza, cosa que podría causar imperfectos en las piezas.

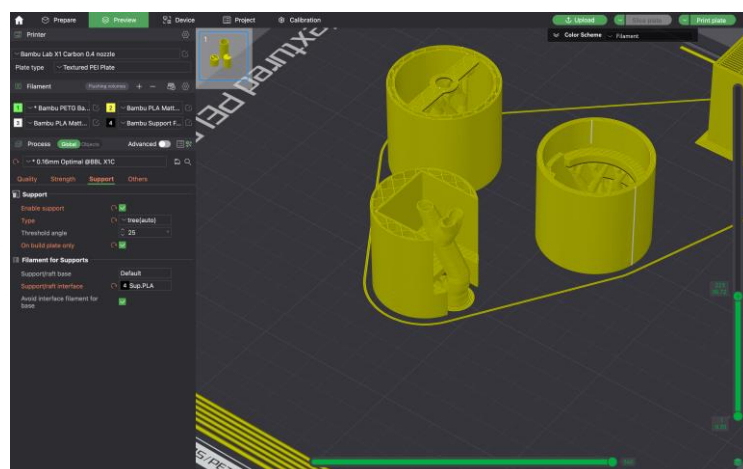


Ilustración 34: Slicer Bambu paso 3

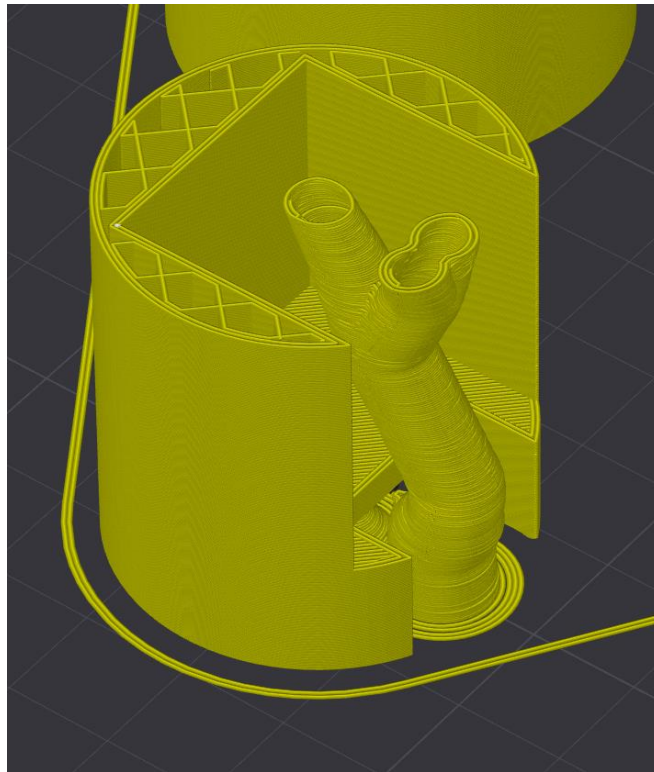


Ilustración 35: Soporte de árbol orgánico

En este paso se tiene en cuenta el material que se va a usar y su cantidad, en este caso para imprimir las tres piezas que forman el mango se usarán aproximadamente 94 g de material. De los cuales 92 son de PLA y 2 de soporte.

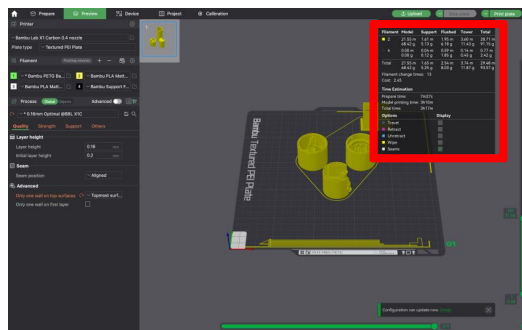


Ilustración 36: Material consumido PLA

Proceso de impresión con la Bambu Lab X1 Carbon:

- Cargar la impresora con los materiales con los que se quiere imprimir, en este caso PLA.



Ilustración 37: Impresora Bambu X1 Carbon

- Deposición del material por capas para general la pieza deseada.

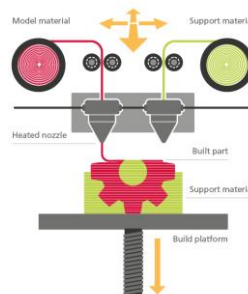


Figura 8: Esquema Impresión FDM

Post-procesado (10-20 min):

- Eliminación de soportes (10-20 min): Se eliminan los soportes y se mandan los residuos a reciclar

- Inspección manual: Se inspecciona la pieza para ver que no ha habido fallos en el proceso, en caso de pequeños defectos podemos limar.

Tecnología Stereolithography (SLA)[18]

SLA es un método de fabricación aditiva que emplea una resina fotopolimérica líquida, que se cura capa por capa mediante un láser UV para formar objetos tridimensionales sólidos. La precisión del láser permite curar la resina con gran detalle, lo que es ideal para aplicaciones que requieren geometrías complejas y un acabado superficial de alta calidad.

Pre-procesado:

- Diseño del modelo 3D: Se diseña la pieza que se desea imprimir y se guarda en un archivo STL.

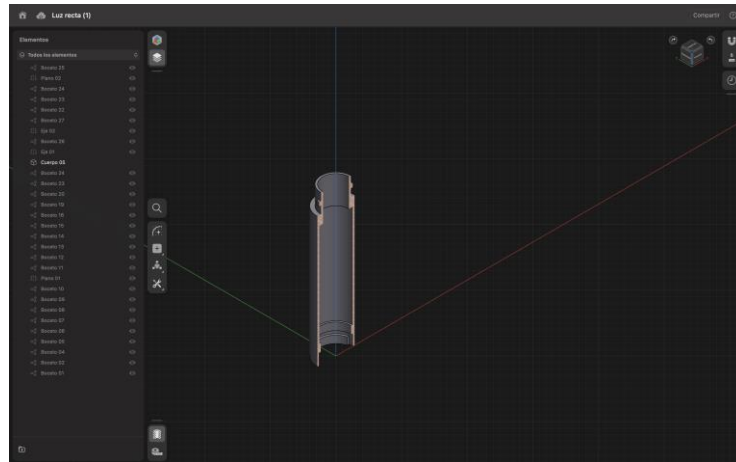


Ilustración 38: Diseño 3D Difusor

- Correr el Slicer: El programa usado es PreForm, un programa que usa el STL para simular la impresión, poniendo los soportes necesarios e indicando el material y tiempo necesario.

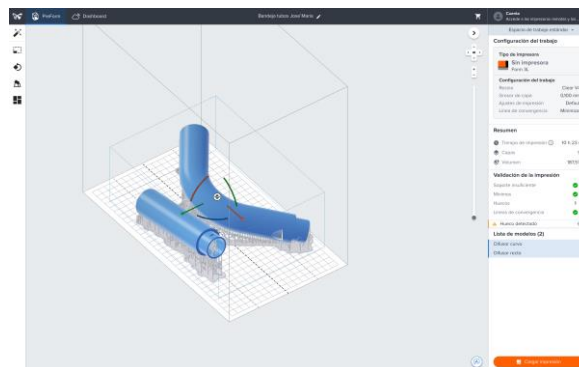


Ilustración 39: Slicer PreForm

Proceso de impresión con la Formlabs I3D-Form3L-Etherealasp:

- Preparación de la Resina: Se introduce resina fotopolimérica líquida en el tanque de la impresora.

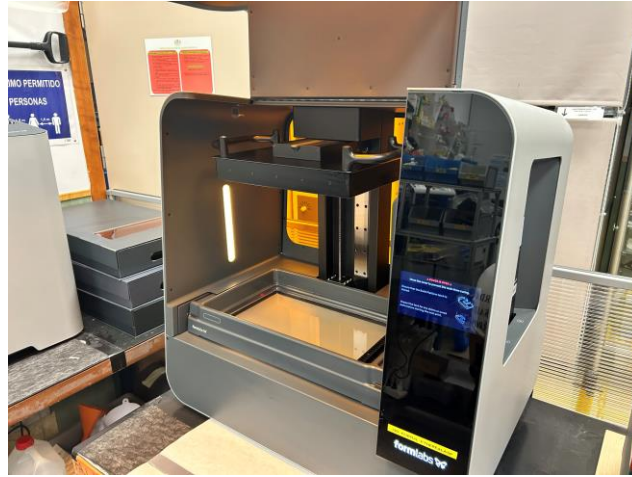


Ilustración 40: Impresora Formlabs

- Cura por Láser UV: Un láser UV precisa y meticulosamente cura la resina, solidificando la forma deseada capa por capa.

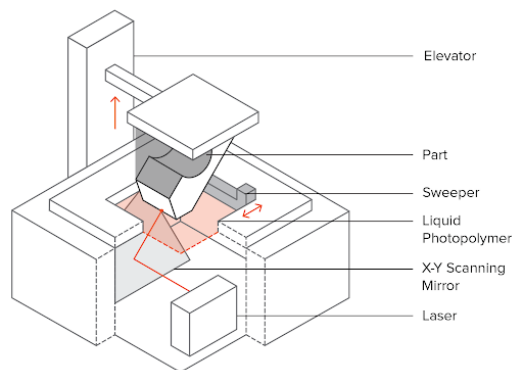


Figura 9: Esquema Impresión SLA

- Retirar la pieza de la impresora

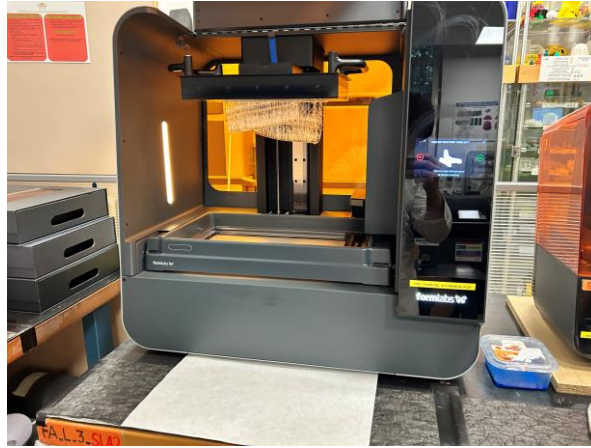


Ilustración 41: Piezas en la impresora Formlabs

Post-procesado (50-60 min):

- Elimino los soportes (10-20 min): Se retiran los soportes de forma manual, los restos son reciclados.

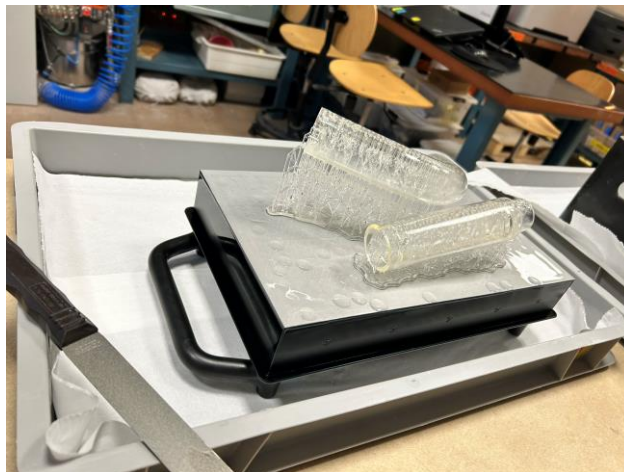


Ilustración 42: Piezas con soporte

- Limpieza manual (5 min): De forma manual se limpia el exceso de resina y los pequeños restos del soporte que puedan haber quedado en la pieza.



Ilustración 43: Material de limpieza manual

- Limpieza automática (10 min): Las piezas se meten en una lavadora de formlabs, esta máquina limpia en profundidad con alcohol.



Ilustración 44: Formlabs Form Wash L

- Secado de las piezas (5 min): Con aire a presión se secan las piezas de forma manual, eliminando así cualquier residuo de resina o alcohol sobrante.



Ilustración 45: Pistola de aire

- Endurecimiento (20 min): Las piezas serán endurecidas en un horno especial de la marca formlabs, el endurecimiento será a 60°C.



Ilustración 46: Formlabs Form Cure L 230V

- Ajuste y comprobación manual: Se revisarán las piezas de forma manual, en caso de algún defecto se podrán limar y ajustar.



Ilustración 47: Material de limado

6.4 MATERIALES

Resina fotopolimérica (SLS)[19][20][21]

La resina fotopolimérica es un compuesto de monómeros, oligómeros, fotoiniciadores y aditivos que reaccionan bajo la exposición a luz ultravioleta (UV) para formar polímeros sólidos. Este material es clave en la impresión 3D por su capacidad para detallar con precisión y su versatilidad en la fabricación de piezas complejas y de alta resolución. La resina es líquida en su estado inicial, lo que permite una distribución uniforme y precisa durante el proceso de impresión.

La resina fotopolimérica es fundamental en varias tecnologías de impresión 3D, destacando principalmente:

- **Stereolithography (SLA):** Utiliza un láser UV para curar la resina capa por capa, adecuado para piezas con detalles finos y acabados de alta calidad.
- **Digital Light Processing (DLP):** Emplea un proyector digital para exponer toda una capa de resina a la vez, lo que acelera el proceso de impresión.
- **Masked Stereolithography (mSLA):** Combina elementos de SLA y DLP, usando una máscara LCD para filtrar la luz UV y curar capas enteras de resina simultáneamente.

Para la fabricación de los difusores de la luminaria de este proyecto, se seleccionó la tecnología SLA, soportada por la impresora de Formlabs.

Los difusores necesitan ser extremadamente homogéneos para permitir una distribución uniforme de la luz. La tecnología SLA es particularmente efectiva en producir piezas con una densidad y consistencia de material uniformes, lo que asegura que no haya variaciones en la transmisión de luz a través del difusor. SLA es conocida por su capacidad para lograr acabados de superficie suaves y detallados. Esto es esencial para los difusores de luminaria, donde cualquier imperfección superficial puede afectar la calidad de la luz emitida.



Ilustración 48: Resina clear Formlabs

Ácido Poliláctico (FDM) [10][11][12][13][14][15][16][17][22]

El Ácido Poliláctico (PLA) es un material biodegradable proveniente de recursos renovables como el maíz, la caña de azúcar y la remolacha azucarera. Este polímero es preferido en la impresión 3D por su facilidad de uso, detalle preciso, y sostenibilidad ambiental.

El PLA ha sido elegido para la fabricación del mango de la luminaria en este proyecto de TFG por varias razones clave:

- **Precisión en los Detalles:** El PLA es capaz de capturar detalles muy finos y complejos durante el proceso de impresión, lo cual es esencial para la funcionalidad y estética del mango de la luminaria.
- **Consistencia y Calidad:** Durante la impresión, el PLA mantiene una consistencia que asegura una calidad homogénea en cada reproducción del mango, evitando variaciones que podrían afectar la funcionalidad o el aspecto del producto final.

El PLA es el material ideal para el mango de la luminaria. Destaca principalmente por su facilidad de impresión y estética. Como uno de los materiales más accesibles y fáciles de imprimir, el PLA permite reducir significativamente los tiempos de producción y los costos asociados. Además, produce acabados de superficie lisos y atractivos, ideal para partes del producto que son visibles y necesitan un buen acabado estético, ya que cualquier imperfección podría incomodar el uso. Aunque no es el material más resistente a altas temperaturas o impactos severos, el PLA proporciona una durabilidad suficiente para aplicaciones como los mangos de luminaria, donde las condiciones extremas no son un factor crítico.



Ilustración 49: Filamentos de PLA

Capítulo 7. PRESUPUESTO

En este capítulo calcularemos los costes totales de hacer la luminaria más básica, que consta del mango y un difusor recto. Tras calcular los costes se propondrá un precio por el que se podría vender. También habrá que tener en cuenta que se puede vender el diseño y que cada usuario monte su luminaria en su casa, así reduciendo emisiones de CO2 y costes en transporte y almacenamiento.

Para calcular los costes de cada pieza de impresión se ha analizado cada paso con el siguiente modelo de Excel de origen el laboratorio de fabricación aditiva de ICAI.

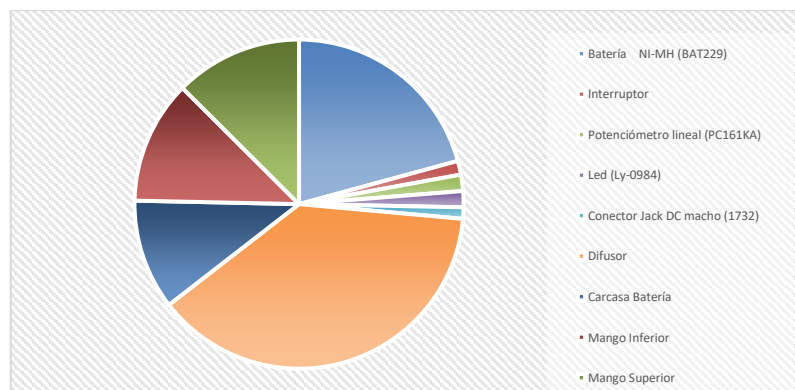
ANÁLISIS DE COSTES PARA PROTOTIPADO DE PIEZAS EN IMPRESORA 3D -FDM	
DATOS AMORTIZACIÓN MÁQUINA	
Precio máquina (€)	1.500
Coste mantenimiento anual (€)	150
Años de amortización	5
Amortización (h/año) - 223 días-año / 12 horas-día	2000
Precio Hora máquina-amortización (€/h)	0,20
Precio Hora venta-público (€/h)	0,20
DATOS COSTE MATERIAL	
Coste Material (1kg)	60,00
DATOS COSTE TÉCNICO ANALISTA	
Coste técnico analista del modelo - inc. desmoldeo (€/h)	20

PIEZA monica-lucia4-maxilar - Orientación HORIZONTAL		
CONCEPTOS PRESUPUESTADOS	Opción Solido	Costes parciales
Material modelo (g)	42,41	2,54 €/ud
Tiempo modelo (h)	1,50	0,30 €/ud
Tiempo técnico-analista (h)	0,25	5,00 €
Cantidad de piezas	1,00	
Coste unitario (€) en ICAI + IVA	7,84 €	
Coste total (€) en ICAI + IVA	7,84 €	

Componente	Cantidad	€/ud	Total (Euros)
Batería NI-MH (BAT229)	2	6,5	13
Interruptor	1	0,85	0,85
Potenciómetro lineal (PC161KA)	1	1	1
Led (Ly-0984)	1	0,99	0,99
Conector Jack DC macho (1732)	1	0,7	0,7
Difusor	1	23,83138876	23,83138876
Carcasa Batería	1	6,77375	6,77375
Mango Inferior	1	7,58915	7,58915
Mango Superior	1	7,8446	7,8446
		Total Impresión	46,03888876
		Total Electrónica	16,54
		Total	62,57888876

Tabla 3: costes

Se puede ver que el difusor es la parte más cara con casi un 40% del coste total estos gastos se pueden reducir si se decide imprimir en un material más barato.



Capítulo 8. PRODUCTO FINAL

En la siguiente imagen se puede observar la luminaria terminada y encendida, en un entorno iluminado por luz natural.

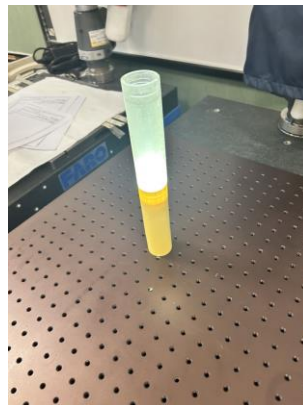


Ilustración 50: Luminaria

En la siguiente imagen se puede observar la luminaria en un entorno completamente oscuro, y como la potencia lumínica máxima del LED es capaz de iluminar todo el habitáculo.



Ilustración 51: Luminaria a máxima intensidad

Capítulo 9. ODS

En este capítulo, exploramos cómo el diseño y la fabricación de la luminaria modular impresa en 3D ayudan a cumplir varios Objetivos de Desarrollo Sostenible[23] (ODS) de la ONU.

ODS 7: Energía Asequible y No Contaminante[24][25][26][27][28]

La luminaria emplea LEDs (Ly-0984 32mm) que son altamente eficientes en términos de consumo energético. Estos LEDs consumen mucha menos energía que las bombillas incandescentes y fluorescentes, lo que contribuye a reducir la huella de carbono y el consumo energético, reducen entre un 80% y 90% del consumo energético con respecto a la iluminación tradicional. Además, los LEDs tienen una vida útil más larga, lo que disminuye la necesidad de reemplazos frecuentes y, por ende, la generación de residuos electrónicos.

Batería Ni-MH

Elegir una batería de níquel-metal hidruro (Ni-MH) en lugar de una de níquel-cadmio (Ni-Cd) es crucial para minimizar el impacto ambiental. Las baterías Ni-MH no contienen cadmio, un metal pesado tóxico que puede contaminar el suelo y el agua. Además, las baterías Ni-MH son recargables y tienen una buena capacidad de almacenamiento de energía, siendo ideales para aplicaciones de iluminación portátil.



ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

Tecnología de Impresión 3D

El uso de la tecnología de impresión 3D para fabricar la luminaria modular permite una producción más eficiente y personalizada. La impresión 3D reduce significativamente el desperdicio de material en comparación con los métodos de fabricación tradicionales, ya que solo se utiliza el material necesario para crear el objeto. Además, la capacidad de imprimir componentes bajo demanda elimina la necesidad de grandes inventarios y reduce los costos de almacenamiento y transporte.

Innovación en Diseño Modular

El diseño modular de la luminaria permite a los usuarios personalizar y adaptar la luminaria según sus necesidades específicas. Esta flexibilidad no solo mejora la funcionalidad del producto, sino que también fomenta una cultura de reutilización y actualización de componentes en lugar de desechar productos completos. Esto se alinea con los principios de la economía circular, promoviendo la sostenibilidad y la reducción de residuos.



ODS 12: Producción y Consumo Responsables[29][30]

Materiales Sostenibles

El uso de ácido poliláctico (PLA) como material de impresión para el mango de la luminaria es una elección sostenible. El PLA es un polímero biodegradable derivado de recursos renovables, se pueden hacer de recursos biológicos como el café, maíz, trigo.... Este material no solo es fácil de imprimir y ofrece una alta calidad de acabado, sino que también reduce la dependencia de plásticos derivados del petróleo y disminuye la huella de carbono del producto final.

Reducción de Residuos

La impresión 3D permite la fabricación de piezas con una precisión y eficiencia que minimiza el desperdicio de material. Además, los residuos generados durante el proceso de impresión pueden ser reciclados y reutilizados en futuras impresiones, contribuyendo a una gestión más responsable de los recursos. Este enfoque de producción responsable es fundamental para reducir el impacto ambiental y promover prácticas sostenibles en la industria manufacturera.



Capítulo 10. CONCLUSIONES Y FUTURO

10.1 CONCLUSIONES

El proyecto de diseño y fabricación de una luminaria modular mediante tecnología de impresión 3D ha resultado ser una propuesta innovadora y sostenible para las necesidades actuales de iluminación. La elección de la impresión 3D ha permitido aprovechar varias ventajas clave, destacando su flexibilidad, eficiencia y menor impacto ambiental.

Beneficios de la Tecnología de Impresión 3D

- **Sostenibilidad:** Utilizar materiales como el ácido poliláctico (PLA), que es biodegradable y proviene de recursos renovables, ayuda a minimizar el impacto ambiental. La impresión 3D, al utilizar solo el material necesario para la fabricación, reduce significativamente el desperdicio en comparación con los métodos de fabricación tradicionales.
- **Reducción de Costes y Emisiones:** Al vender los diseños digitales, se elimina la necesidad de transporte físico de los productos, reduciendo tanto los costos como las emisiones de carbono. Los usuarios pueden imprimir las luminarias en sus propias casas o en centros de impresión locales, promoviendo una economía más sostenible y descentralizada.
- **Personalización y Modularidad:** La impresión 3D ofrece una personalización extensa en términos de material, color y acabado. La modularidad del diseño permite a los usuarios ajustar y adaptar la lámpara según sus necesidades específicas, facilitando la actualización y reparación de componentes individuales en lugar de desechar todo el producto.
- **Portabilidad:** La decisión de hacer la lámpara portátil responde a la necesidad de ofrecer una solución de iluminación flexible y conveniente. Esto permite su uso en

diferentes entornos y situaciones, desde interiores domésticos hasta actividades al aire libre, aumentando la versatilidad del producto.

10.2 PASOS FUTUROS

Como pasos futuros en el desarrollo de esta luminaria se podría:

- Mejora de la Autonomía: Se puede trabajar en mejorar la capacidad de la batería para aumentar la autonomía de la lámpara. Evaluar baterías con mayor densidad de energía permitirá que la luminaria funcione durante más tiempo sin necesidad de recarga.
- Cargador Universal Tipo-C: La implementación de un conector de carga universal, como el tipo C, facilitará la recarga de la lámpara utilizando cargadores estándar disponibles en el mercado, aumentando la conveniencia para el usuario.
- Desarrollo de Nuevos Módulos: Se pueden diseñar y añadir nuevos módulos, como un difusor circular, para expandir las opciones de personalización y funcionalidad. Esto no solo aumentará la versatilidad del producto, sino que también permitirá a los usuarios crear configuraciones de iluminación más variadas y adaptadas a sus preferencias.

También es una opción hacer una familia de lámparas modulares, diseñando una lámpara alta, otra de mesa... Pero los pasos futuros más inmediatos sería los mencionados anteriormente.

Capítulo 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Conectrol, S.A. Electrónica & Informática Madrid». Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://conectrol.com/>
- [2] «Chip de luces LED de colores, placa de bombilla de transformación redonda, fuente de luz, diámetro de 32MM, verde, azul, rojo, Morado, blanco, 5/10 piezas, 3W - AliExpress 39», aliexpress. Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: https://es.aliexpress.com/item/?src=ibdm_d03p0558e02r02&sk=&aff_platform=&aff_trace_key=&af=&cv=&cn=&dp=
- [3] «¿Cuáles son las ventajas de la iluminación LED? | Lamparayluz». Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.lamparayluz.es/todo-sobre-iluminacion/las-ventajas-de-la-iluminacion-led>
- [4] «Search results for: “F2792”». Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/catalogsearch/result/?q=F2792>
- [5] 14:00-17:00, «ISO/ASTM 52900:2021», ISO. Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/74514.html>
- [6] 14:00-17:00, «ISO 12616-1:2021», ISO. Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/72308.html>
- [7] «D638 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics». Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/d0638-22.html>
- [8] «UNE-EN ISO 17296-2:2017 Fabricación aditiva. Principios genera...» Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0058446>
- [9] «UL 2904 | UL Standards & Engagement | UL Standard». Accedido: 13 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.shopulstandards.com/ProductDetail.aspx?productId=UL2904>
- [10] «Bambu Lab | Unleash Your Creativity with Bambu Lab 3D Printers - Bambu Lab». Accedido: 15 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://bambulab.com/en-eu>
- [11] «Guía completa: Impresión 3D FDM o modelado por deposición fundida, ¡te explicamos todo! - 3Dnatives». Accedido: 15 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.3dnatives.com/es/modelado-por-deposicion-fundida29072015/>
- [12] «Protolabs Network | On-demand manufacturing for custom parts», Protolabs Network. Accedido: 15 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.hubs.com/>
- [13] «¿Qué es FDM? Tecnología de Fused Deposition Modeling para impresión 3D». Accedido: 15 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.stratasys.com/es/guide-to-3d-printing/technologies-and-materials/fdm-technology/>
- [14] «Tecnología de impresión 3D FDM», Addimen. Accedido: 15 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.addimen.com/tecnologia/fdm/>
- [15] «Tecnología de impresión 3D por deposición fundida| Xometry Pro». Accedido: 15 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://xometry.pro/es/articulos/impresion-3d-fdm-tecnologia/>

- [16] «Welcome to R/3D Printing! Come for the Benchy, stay for the Calibration!»
Accedido: 15 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://www.reddit.com/r/3Dprinting/>
- [17] «¿Qué es el método FDM? - blog-igus-es». Accedido: 15 de julio de 2024. [En línea].
Disponible en: <https://blog.igus.es/knowledge-base/que-es-el-metodo-fdm/>
- [18] «Introducción a la impresión 3D SLA - Servicio de impresión 3D FacFox -
Conocimiento - Tecnología Makeit|FACFOX, INC.» Accedido: 15 de julio de 2024. [En
línea]. Disponible en: <http://es.insta3dm.com/info/introduction-to-sla-3d-printing-facfox-3d-pr-71990394.html>
- [19] «What is photopolymer resin and how it used in 3d printing?», Affordable 3D
Printing Filaments and Resins. Accedido: 14 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://www.sunlu.com/es-es/blogs/products-knowledge/what-is-photopolymer-resin>
- [20] M. Hogan, «What is Photopolymer Resin? Ultimate Guide to Photopolymer Resin
3D Printing [2023]», Nexa3D. Accedido: 14 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://nexa3d.com/blog/photopolymer-resin/>
- [21] «Formlabs Resina estándar Clear», impresoras3d.com. Accedido: 15 de julio de
2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.impresoras3d.com/producto/formlabs-resina-estandar-clear/>
- [22] «▷ Guía de Uso: Filamento PLA para impresoras 3D». Accedido: 15 de julio de
2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.impresoras3d.com/filamento-pla-consejos-caracteristicas-y-mucho-mas/>
- [23] «Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible». Accedido: 17
de julio de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [24] «Iluminación LED vs Bajo consumo», ABC Grup. Accedido: 17 de julio de 2024.
[En línea]. Disponible en: <https://www.abcgrup.com/iluminacion-led-vs-bajo-consumo/>
- [25] «Los metales pesados en el suelo.pdf». Accedido: 17 de julio de 2024. [En línea].
Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Los-metales-pesados-en-el-suelo.pdf>
- [26] E. G. Huertos y A. R. Baena, «Contaminación de Suelos por Metales Pesados».
- [27] Viaintermedia.com, «Beneficios de la iluminación LED, la luz que cuida el medio
ambiente», Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. Accedido: 17 de
julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/eficiencia/beneficios-de-la-iluminacion-led-la-luz-20210225>
- [28] «Baterías Ni-MH | Fullwat». Accedido: 17 de julio de 2024. [En línea]. Disponible
en: <http://fullwat.com/baterias-ni-mh/>
- [29] «Resina de PLA Bio-based de Alta Precisión Resinas Ecológicas». Accedido: 17 de
julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.esun3d.com/es/eresin-pla-pro-product/>
- [30] Imprimakers, «Materiales eco-friendly de impresión 3D», Imprimakers. Accedido:
17 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://imprimakers.com/es/materiales-eco-friendly-de-impresion-3d/>
- [31] ChatGPT, OpenAI. "Respuesta a pregunta sobre el diseño de luminaria modular",
Comunicación personal, 17 de julio de 2024.