

Lámpara flexible con iluminación OLED

Autor **Jorge Cabo Civera**
Tutor **Carlos García García**

Castellón · Julio 2018

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial
y Desarrollo de Productos



UNIVERSITAT
JAUME·I

Índice General del Proyecto

Volumen I. Memoria

1. Objeto.....	6
2. Justificación.....	6
3. Alcance.....	7
4. Antecedentes.....	8
La iluminación OLED.....	8
Estudio de mercado.....	9
Estudio preliminar de materiales.....	13
5. Normas y referencias.....	15
6. Definiciones y abreviaturas.....	19
7. Requisitos de diseño.....	20
Objetivos y especificaciones.....	20
8. Análisis de soluciones.....	21
Primeras propuestas.....	21
Evaluación de soluciones.....	28
Justificación de la solución seleccionada.....	28
9. Resultados Finales.....	29
Descripción del producto.....	29
Descripción de fabricación.....	32
Descripción de ensamblaje.....	33
10. Orden de prioridad de documentos.....	37

Volumen II. Anexos

1. Documentación de partida.....	40
Estudio de iluminación.....	40
Estudio de mercado.....	46
Preliminar de materiales.....	60
2. Cálculos.....	66
3. Diseño conceptual.....	70
4. Aspectos técnicos de iluminación OLED.....	74
5. Selección de batería.....	78

Volumen III. Planos

1. Plano de conjunto.....	91
2. Estructura de silicona I.....	92
3. Estructura de silicona II.....	93
4. Varillas de aluminio.....	94
5. Lámina de acero.....	95
6. Tamaño alternativo.....	96

Volumen IV. Pliego de condiciones

1. Descripción de los materiales.....	100
Silicona LSR.....	100
Varillas de aluminio.....	101
Láminas de acero.....	102
2. Elementos comerciales.....	103
Batería recargable 9V con micro USB.....	103
Contenedor de batería.....	104
Cableado.....	105
Circuito con driver.....	106
Lámina flexible OLED.....	107
3. Embalaje.....	109
Papel protector.....	109
Caja de cartón.....	110
Cinta adhesiva.....	110
4. Condiciones de fabricación.....	111
5. Condiciones de montaje.....	114
6. Condiciones de uso.....	115

Volumen V. Estado de mediciones

0. Estado de mediciones.....	119
1. Elementos.....	120
2. Fabricación.....	122
3. Montaje.....	123
4. Mano de obra.....	124
5. Coste directo.....	125
6. Coste indirecto.....	125
7. Coste total.....	126
8. Precio de venta al público.....	126
9. Viabilidad.....	127

Volumen I. Memoria

1. Objeto

El objeto del proyecto es ofrecer una solución de iluminación que se adapte a las diferentes necesidades del usuario en el ámbito doméstico.

Para ello, se propone el diseño de una lámpara que permita modificar su forma, utilizando la tecnología OLED (*Organic Light Emitting Diode*) como fuente de luz. Aprovechando características particulares de este tipo de luz, como su forma laminar o su flexibilidad (entre otras), para aportar un valor de personalización al usuario en el uso cotidiano del producto final.

2. Justificación

Debido a que las láminas flexibles se pueden adaptar a todo tipo de formas, las lámparas existentes en el mercado (que utilizan la luz OLED) se sirven de esta condición para diferenciarse del resto. Así, destacan por presentar formas muy singulares y/o de carácter orgánico, lo cual no se podía conseguir con ningún otro elemento de iluminación. No obstante, pese a esta diferenciación estética que supone iluminar sobre formas curvas, orgánicas, etc, y a los diferentes materiales que permite emplear, todas constan de una estructura rígida y estática. En consecuencia, su forma, es siempre la misma.

Se considera como una oportunidad de mercado diseñar y fabricar un conjunto lumínico donde tanto el cuerpo principal como la pantalla tengan un comportamiento flexible. Así, se pretende potenciar esta característica más allá que el resto de productos del mercado, donde su utilización atiende básicamente sólo a fines estéticos. En este caso, dotar al producto final en su conjunto de la capacidad para modificar su forma manteniendo su actividad lumínica, supone una funcionalidad añadida, además de un importante elemento diferenciador.

El producto final será una lámpara de mesa, ligera y “maleable”, ofreciendo al usuario la particularidad de darle casi cualquier forma, dependiendo de sus gustos o necesidades, y tantas veces como se quiera. A parte del componente lúdico, adaptarse a diferentes posiciones de uso ofrecerá también diferentes funciones específicas relacionadas con la iluminación, como puede ser la de lámpara de mesita, lámpara de lectura, linterna nocturna, etc. Y dependiendo de su posición puede estar colgada, transportada, estática, etc.

Al tratarse de una tecnología relativamente nueva, la iluminación OLED en su versión flexible ofrece un gran número de posibilidades y planteamientos a nivel de diseño industrial, aún sin “explorar”. En el caso de este proyecto, cabría destacar, por un lado la categoría de novedad (el objeto no existe en el mercado actual), y por otro, el valor de la personalización, que permite al usuario participar a la hora de decidir y “moldear” por sí mismo la forma que considere en cada momento.

3. Alcance

Este proyecto pretende abarcar las distintas fases del proceso de diseño de una lámpara flexible con tecnología OLED.

Para ello, es necesario tener en cuenta las distintas fases que intervienen en él, y que son necesarias para su consecución, desde el planteamiento inicial de la idea hasta la obtención de un documento que permita su fabricación y venta en el mercado actual.

El alcance de este documento, lo conforman las cinco líneas generales que, de manera pormenorizada, se desarrollan internamente. Estas líneas son:

Memoria, en la que se define y justifica el objeto en cuestión, los antecedentes existentes en el mercado, la normativa y requisitos de diseño que lo rigen y, por último un análisis de posibles soluciones con conclusiones y resultados finales de la propuesta que, posteriormente se desarrolla en este documento.

Posteriormente, en la parte de **Anexos**, se informa de manera extendida y detallada la información completa del proyecto, basada en documentación de partida, cálculos, estudios adicionales, etc. Con ella, se pretende aportar la máxima información posible relacionada en el resto del documento.

Una vez definida la idea y la posibilidad de realización a nivel de diseño industrial, se plasma en el apartado de **Planos**, en el que se muestra el producto en sus diversas visualizaciones.

A partir de aquí, se definen los elementos y componentes del producto, describiéndolos y justificando su elección para la fabricación, montaje y uso. Esto se desarrolla en el apartado **Pliego de Condiciones**.

Por último, el apartado **Estado de Mediciones** detalla la viabilidad económica de la fabricación y venta del producto, a partir de los datos relacionados entre tiempos y costes de los elementos, personal, maquinaria, inversión y demás.

4. Antecedentes

• La iluminación OLED

La tecnología OLED se desarrolló en un principio para el diseño y fabricación de televisores con grandes dimensiones y muy planos, así como para pantallas de *smartphones*. Desde hace ya algunos años también se utiliza en el diseño de lámparas.

A diferencia de los actuales LED, esta fuente lumínica se presenta en forma de láminas muy finas y livianas (con espesores de 0,41 mm), además de una versión también flexible.

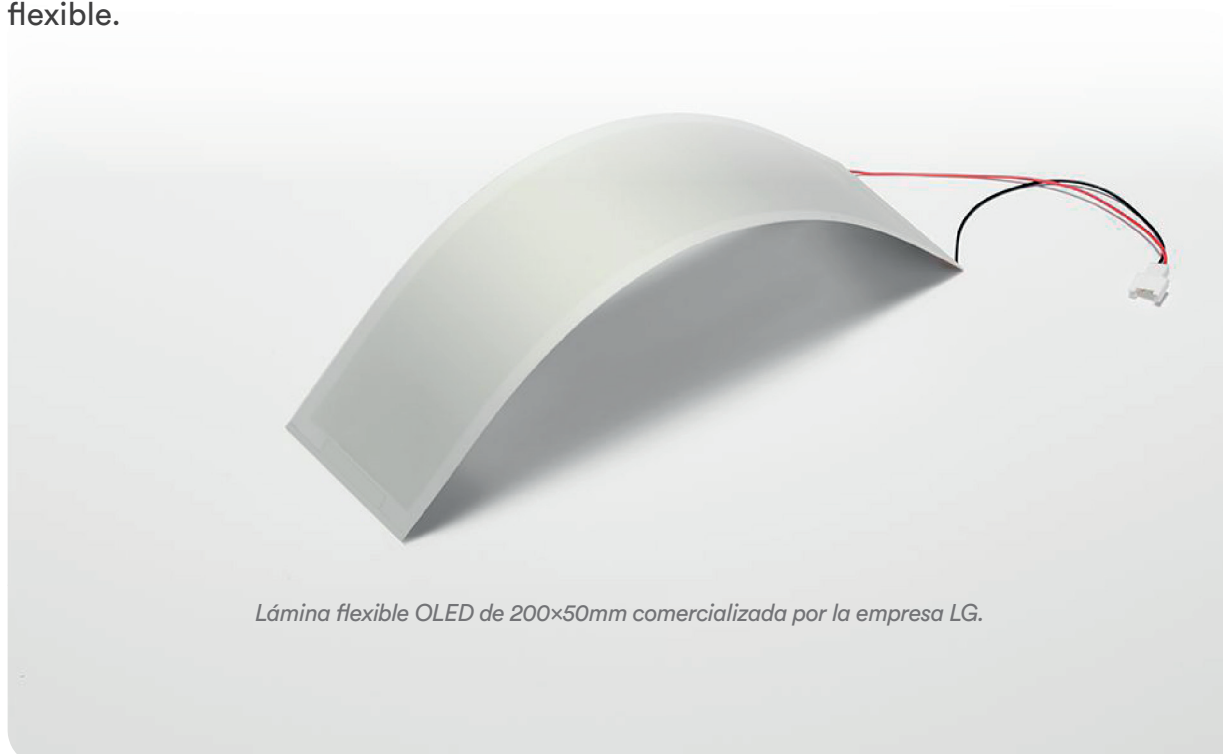


Lámina flexible OLED de 200x50mm comercializada por la empresa LG.

Aunque también las hay rígidas, dentro de esta categoría, y para el objeto de este proyecto, cobran especial relevancia las láminas que son flexibles.

Las posibilidades que ofrecen a nivel diseño industrial son tan variadas, que a parte de lámparas, ya se están desarrollando propuestas para luces de automóviles (por su reducido tamaño que permite ampliar espacio en el interior del vehículo, o ganar espacio para otras cosas), incluso también en el textil, cosido a la ropa (ya que son muy finas, flexibles, y no desprenden calor).

A parte de esta peculiar diferencia, este tipo de luz también destaca por su eficiencia, su carácter ecológico (pues es orgánico), además de presentar diversos beneficios respecto a otros tipos de luz convencionales (*anexo aspectos técnicos de iluminación oled*)



Las láminas OLED, en su versión flexible, están disponibles en diversos tamaños (anexo aspectos técnicos de iluminación oled)

• Estudio de mercado

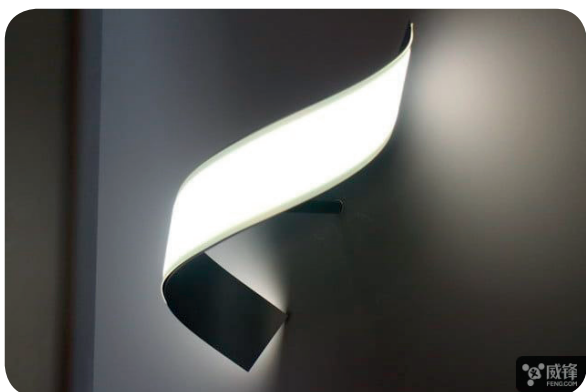
Los productos existentes en el mercado, aprovechan la flexibilidad de dicha tecnología para ofrecer elementos de iluminación con una estética singular y con cierto carácter novedoso. Generalmente, dentro de esta categoría, el componente estético formal de todos ellos, se caracteriza por mostrar una apariencia sinuosa, destacando las formas orgánicas, generalmente basadas en superficies desarrollables con un espesor mínimo, donde la curva es el elemento geométrico por excelencia.

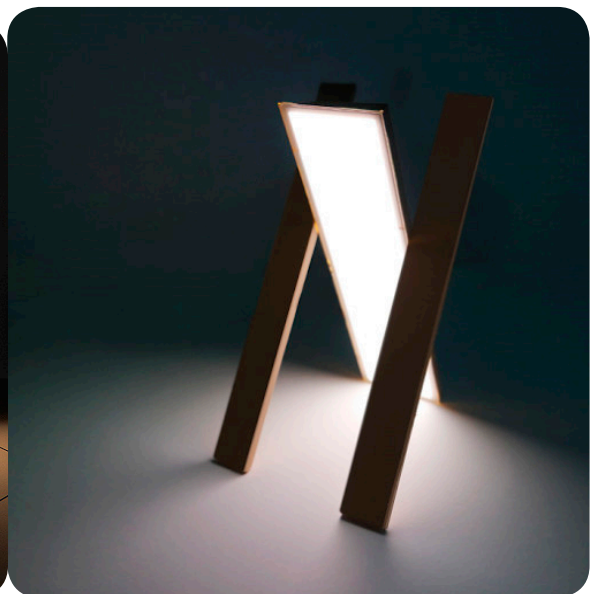
Muchos de estos productos, ya se comercializan y están disponibles para su venta por diferentes empresas y marcas, con distintos precios y características.

Pero también, existen muchos otros que se presentan como diseños conceptuales. Es habitual (cada vez más) ver este tipo de propuestas en concursos de diseño, o eventos y ferias relacionados con el sector de la iluminación, dónde se plantean diseños conceptuales, y se ofrecen como soluciones o proyectos, a la espera de ser fabricados y comercializados.

Antecedentes

Las siguientes imágenes muestran diferentes ejemplos y tipología de diseños de lámparas relacionados con el presente proyecto. Todos tienen en común el uso de luz OLED flexible como fuente lumínica, y basan su forma en láminas iluminadas que describen algún tipo de superficie desarrollable. Se distinguen soluciones de sobremesa y suspendidas del techo, con formas más sencillas o más complejas, con una sola fuente de iluminación, o varias. No obstante, se puede apreciar en todas ellas una estructura metálica o polimérica, pero siempre con carácter rígido.





Antecedentes



Como se ha expuesto anteriormente, a pesar de existir diferentes productos en el mercado, todos presentan un componente estructural rígido que contribuye a definir una forma, que a pesar de ser orgánica y atractiva, no ofrece la posibilidad de modificarse, ni la capacidad de personalización para adaptarse a otras situaciones, si se requiere.

La información sobre estos artículos disponibles en el mercado y sus principales características (materiales, precios, etc) se encuentra recogida con más detalle en el anexo "*estudio de mercado*".

• Estudio preliminar de materiales

El análisis y la selección de materiales plantea uno de los retos de diseño más importantes en el presente proyecto. El procedimiento más habitual empleado para optimizar la selección de los materiales más adecuados, se apoya en el uso de programas como *CES Edupack*, donde introduciendo las características y propiedades requeridas por el producto a diseñar, nos devuelve un listado de materiales como opciones válidas con las que empezar a trabajar.

En el caso particular del diseño que se plantea proyectar aquí, se requiere de un material cuyas propiedades son, en cierta manera, opuestas o incompatibles entre ellas. El motivo se debe a que la estructura principal del diseño habrá de tener un comportamiento lo suficientemente flexible como para modificar su forma (plasticidad) a la vez de ser lo bastante rígido como para mantener y conservarla cuando la fuerza que lo deforma deje de actuar sobre él.

La propiedad de un material que incluya elasticidad y plasticidad que lo haga maleable, y a la vez incluya dureza, rigidez y resistencia, es una cualidad tan singular y poco habitual, que en consecuencia obliga también a emplear métodos de selección diferentes, o poco ortodoxos en estos casos.

A partir de aquí, se plantea una búsqueda de información con el objetivo de detectar otros objetos o productos (de cualquier ámbito) que presenten un comportamiento semejante, y así analizar cuales son los materiales que lo componen y que le confieren esta propiedad.

Tras la búsqueda de información, que se recoge de forma más extensa para su consulta en el anexo "*estudio preliminar de materiales*". Se obtienen como resultados más relevantes, los que se muestran a continuación.

Antecedentes

De los resultados obtenidos, se seleccionan dos objetos para su estudio por ser los que presentan precisamente las propiedades deseadas. Se trata de una regla flexible de dibujo para trazar curvas, y una mini luz led portátil con conector USB. Para determinar los materiales que los componen, se procede a examinar cada elemento y componentes mediante un análisis físico de los dos artículos.

Tanto el análisis realizado, como los resultados y las conclusiones que de él se derivan, quedan reflejados de forma más extensa para su consulta en el anexo "estudio preliminar de materiales".

La conclusión más inmediata que se obtiene en cualquiera de los casos, es que no se trata de un sólo material, sino que la propiedad de mantener una forma y a la vez poder modificarla tantas veces como se quiera, requiere de al menos dos materiales de distinta naturaleza que trabajan de forma simultánea, cada uno con sus características, aportando al conjunto ambas propiedades.



Regla de dibujo flexible para trazar curvas, antes y después de su análisis, donde se muestra su interior.



Mini luz led portátil con conector USB antes y después de su análisis, para examinar también su parte interna.

5. Normas y referencias

DIBUJOS TÉCNICOS

Normativa UNE (Una Norma Española)

UNE-EN 1032:1982 Dibujos técnicos. Principios generales de representación. La presente normal internacional se destina a todo tipo de dibujos técnicos. Sin embargo, para determinados campos técnicos, se reconoce que las reglas y convenios generales no pueden cubrir adecuadamente todas las necesidades.

UNE 1026-2:1983 Dibujos Técnicos, Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.

UNE 1135:1989 Dibujos técnicos. Lista de elementos.

UNE 1039:1994 Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

UNE 1120:1996 Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.

UNE 1121-2:1995 Dibujos técnicos. Tolerancias geométricas. Principio de máximo material.

UNE 1027:1995 Dibujos técnicos. Plegado de planos.

UNE 1166-1 Documentación técnica de productos. Vocabulario. Parte 1: Términos relativos a los dibujos técnicos: generalidades y tipos de dibujo.

ILUMINACIÓN

Normativa UNE (Una Norma Española)

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

UNE 20451:1997 Requisitos generales para envolventes de accesorios para instalaciones eléctricas fijas de uso doméstico y análogas.

UNE-EN 62471:2009 Seguridad fotobiológica de lámparas y aparatos que utilizan lámparas.

Normas y referencias

UNE 20324/1M:2000 Grado de protección proporcionados por los envolventes- Código IP. Directiva de Baja Tensión:2006/95/CEE Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

UNE-EN ISO 24502:2010 Ergonomía. Diseño accesible. Especificación del contraste de luminancia relacionado con la edad en luz coloreada. (Ratificada por AENOR en febrero de 2011.)

UNE-EN 15251:2008 Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido.

OLED

Normativa UNE (Una Norma Española)

UNE-EN 62922:2017 Paneles de diodos orgánicos emisores de luz (OLED) para iluminación general. Requisitos de funcionamiento (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en marzo de 2017.)

UNE-EN 62868:2016 Paneles de diodos orgánicos emisores de luz (OLED) para iluminación general. Requisitos de seguridad.

UNE-EN 62341-5-3:2013 Dispositivos de diodo emisor de luz orgánico (OLED). Parte 5-3: Métodos de medición de la remanencia y permanencia de la imagen (Ratificada por AENOR en enero de 2014.)

UNE-EN 62341-5-2:2013 Dispositivos de diodo emisor de luz orgánico (OLED). Parte 5-2: Métodos de ensayo de durabilidad mecánica. (Ratificada por AENOR en octubre de 2013.)

UNE-EN 62341-6-3:2012 Dispositivos de diodo emisor de luz orgánico. Parte 6-3: Métodos de medición de la calidad de la imagen (Ratificada por AENOR en noviembre de 2012.)

UNE-EN 62341-6-2:2012 Dispositivos de diodo emisor de luz orgánico. Parte 6-2: Métodos de medición de la calidad visual y el comportamiento ambiental (Ratificada por AENOR en junio de 2012.)

UNE-EN 62341-6-1:2011 Dispositivos de diodo emisor de luz orgánico. Parte 6-1: Métodos de medición de parámetros ópticos y optoelectrónicos. (Ratificada por AENOR en mayo de 2011.)

UNE-EN 62341-1-1:2009 Dispositivos de diodo emisor de luz orgánico . Parte 1-1: Especificación genérica. (Ratificada por AENOR en abril de 2010.)

UNE-EN 62341-5:2009 Dispositivos de diodo emisor de luz orgánico . Parte 5: Métodos de ensayo medioambientales.(Ratificada por AENOR en abril de 2010.)

UNE-EN 62341-1-2:2009 Dispositivos de diodo emisor de luz orgánico (OLED). Parte 1-2: Terminología y letra.(Ratificada por AENOR en abril de 2010.)

Normativa ISO (International Organization for Standardization)

ISO/TR 9241-309:2008 Ergonomics of human-system interaction -- Part 309: Organic light-emitting diode (OLED) displays

ISO/TC 159/SC 4 - ERGONOMICS OF HUMAN-SYSTEM INTERACTION

Normativa IEC (International Electrotechnical Commission)

IEC 62922:2016 Organic light emitting diode (OLED) panels for general lighting - Performance requirements

IEC TS 62972:2016 General lighting - Organic light emitting diode (OLED) products and related equipment - Terms and definitions

IEC TS 62715-5-2:2016 Flexible display devices - Part 5-2: Measuring methods of optical characteristics from the vantage point for curved displays

IEC 62341-6-2:2015 Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 6-2: Measuring methods of visual quality and ambient performance

IEC 62341-2-1:2015 Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 2-1: Essential ratings and characteristics of OLED display modules.

IEC 62899-502-1:2017 Printed electronics - Part 502-1: Quality assessment - Organic light emitting diode (OLED) elements - Mechanical stress testing of OLED elements formed on flexible substrates

IEC 62715-6-1:2018 RLV Flexible display devices - Part 6-1: Mechanical test methods - Deformation tests

IEC 62715-6-1:2018 Flexible display devices - Part 6-1: Mechanical test methods - Deformation tests

IEC 62341-6-3:2017 Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 6-3: Measuring methods of image quality

IEC 62715-6-2:2017 Flexible display devices - Part 6-2: Environmental testing methods

IEC 62341-6-4:2017 Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 6-4: Measuring methods of transparent properties

IEC 62341-6-1:2017 Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 6-1: Measuring methods of optical and electro-optical parameters

IEC 62341-6-1:2017 RLV Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 6-1: Measuring methods of optical and electro-optical parameters

IEC 62868:2014 Organic light emitting diode (OLED) panels for general lighting - Safety requirements

IEC 62341-1-2:2014 Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 1-2: Terminology and letter symbols

IEC 62715-6-1:2014 Flexible display devices - Part 6-1: Mechanical stress test methods

IEC 62341-5-3:2013 Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 5-3: Measuring methods of image sticking and lifetime.

IEC 62341-5-2:2013 Organic light emitting diode (OLED) displays - Part 5-2: Mechanical endurance testing methods

IEC TR 62728:2011 Display technologies - LCD, PDP and OLED - Overview and explanation of differences in terminology.

Normas y referencias

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Historia del diseño industrial. Manuales Arte Cátedra. Torrent, Rosalia. Marín Joan M.
- Hitos del diseño. Ed. Ariel. Ricard, André.
- Dibujo Industrial. UJI, Col·lecció treballs d'informàtica i tecnologia, Num. 27. Company, Pedro. Vergara, margarita. Mondragón, Salvador.
- Problemas resueltos de sistemas mecánicos para diseño industrial. Col·lecció Treballs d'informàtica i tecnologia, Num. 35. Pérez González, Antonio. Iserte Vilar, Jose L.. Bernad Ros, Octavio.
- Apuntes de las asignaturas del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto, Universitat Jaume I:
 - DI1024 Tecnología eléctrica aplicada al producto
 - DI1020, DI1021 Diseño para fabricación. Procesos y Tecnologías I, II
 - DI1036 Tecnologías del Plástico y Diseño de Productos
 - DI1033 Acabados superficiales del producto
 - DI1014 Diseño Conceptual
 - DI1032 Proyectos de Diseño
 - DI1029 Sistemas mecánicos
 - DI1010, DI1015 Materiales I, II
 - DI1022 Metodologías del Diseño
 - DI1027 Diseño Gráfico
 - DI1030 Producto y Medio Ambiente
 - DI1012, DI1032 Diseño Asistido por Ordenador I, II

WEBGRAFÍA

- <https://www.lgoledlight.com>
- <https://ledfork.com>
- <http://www.oledlights.in>
- <https://www.protolabs.es>
- <https://www.simtec-silicone.com>
- <https://www.aenor.com>
- <https://www.isotools.org/normas/>
- <http://www.matrix.es>
- <http://www.mecapedia.uji.es/index.htm>
- <https://es.nctodo.com><https://es.aliexpress.com>
- <https://www.banggood.com/es/>
- <http://pilasymuchomas.es>
- <https://www.cafago.com/es/>
- <http://www.lgchem.com/global/main>
- <https://www.elcomerciodeyoly.com>

6. Definiciones y abreviaturas

En este documento se han utilizado una serie de nombres y abreviaturas que, bien sea por pertenecer a una lengua extranjera, bien sea por su uso menos habitual, se identifican a continuación con el objetivo de su buena comprensión:

OLED: En inglés corresponde a la sigla de *Organic Light-Emitting Diode*, siendo su correspondencia en español es Diodo Orgánico de Emisión de Luz.

LED: Sigla de la expresión inglesa *Light-Emitting Diode*, Diodo Emisor de Luz.

Driver: Es un dispositivo electrónico que regula el flujo de electricidad asegurando que un OLED/LED se alimenta siempre con el voltaje y la corriente adecuada, independiente de los cambios constantes en las propiedades eléctricas de los OLED/LED.

LSR: En inglés esta sigla corresponde a las palabras *Liquid Silicon Rubber*, siendo su significado en español Silicona Líquida Flexible.

HTV: Siglas que definen el tipo de silicona que, en inglés, significa *High Temperature Voltage*, y, en español corresponde a la Silicona Vulcanizada a Alta Temperatura.

UNE: Una Norma Española. Siglas que engloban el conjunto de diferentes normativas a nivel nacional.

ISO: Sigla de la expresión inglesa *International Organization for Standardization*, ‘Organización Internacional de Estandarización’, sistema de normalización internacional para productos de áreas diversas.

ICE: *International Electrotechnical Commission*. Organización de normalización en los campos: eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

TPU: Sigla que de el inglés significa *Thermoplastic Poliuretane* y traducido al español corresponde a Poliuretano termoplástico.

TPE: *Thermoplastic Elastomers*, en español estas siglas corresponden a Elastómeros Termoplásticos.

VAN: Valor actual neto. Este concepto se basa en la estimación de los flujos de caja que tenga la empresa

7. Requisitos de diseño

Objetivos y especificaciones

A continuación se exponen los objetivos generales y especificaciones para este proyecto. Tienen como función de establecer las especificaciones de diseño. (Ver anexo diseño conceptual)

Objetivo	Especificación
1. Diferente a existentes en mercado	Que incluya al menos una funcionalidad innovadora
2. Flexibilidad	Que se consigan curvaturas de máximo 15°
3. Ligereza	Que pese lo mínimo posible y como máximo 0,8 Kg.
4. Paneles OLED de medidas estándar	Que, al menos, tenga una plancha OLED de medidas 20x5cm
5. Portátil	Que cuente con una batería con 1 hora de autonomía
6. Precio Competitivo	Que tenga un precio inferior a la media del mercado: 199€
7. Versatilidad	Que al menos se puedan conseguir 3 geometrías
8. Acabado antideslizante	Que el material elegido tenga un índice mínimo de rugosidad
9. Cumplir con normativa vigente	Que cumpla con las normativas vigentes que lo afectan: UNE
10. Componentes eléctricos estándar	Que el 100% de los elementos eléctricos sean estandarizados
11. Distintos tamaños y colores	Que el producto se ofrezca en 3 tamaños y tres colores distintos
12. Reproducción industrial	Que se pueda reproducir por métodos industriales estándar
13. Menor número de componentes posible	Que cuente con, como máximo, 10 componentes
14. Menor tiempo y pasos para su fabricación	Que se realice como máximo en 10 pasos y 5 horas
15. Fabricación de X número de unidades	Que al menos se puedan fabricar 10.000 unidades
16. Manejo práctico y cómodo	Que su manejo permita movilidad y facilidad de uso
17. Durabilidad en el tiempo	Que tenga una vida útil de al menos 50.000 hrs
18. Iluminación regulable	Que se puedan elegir al menos 2 intensidades de luz
19. Que soporte productos de limpieza	Que los materiales utilizados soporten ensayos de abrasión

8. Análisis de soluciones

• Primeras propuestas

Con el fin de no descartar ninguna propuesta o diseño conceptual en esta fase, que pudiera suponer una solución a futuro, no se definirá aquí todavía el modelo ni el tamaño de la lámina OLED que se utilizará en diseño definitivo.



Partiendo de la información previa y atendiendo a las especificaciones planteadas, se desarrollarán algunas primeras ideas, considerando los distintos tamaños de láminas como posibles “candidatos” válidos para iluminar la lámpara. Así, se plantean alternativas para los siguientes tamaños:

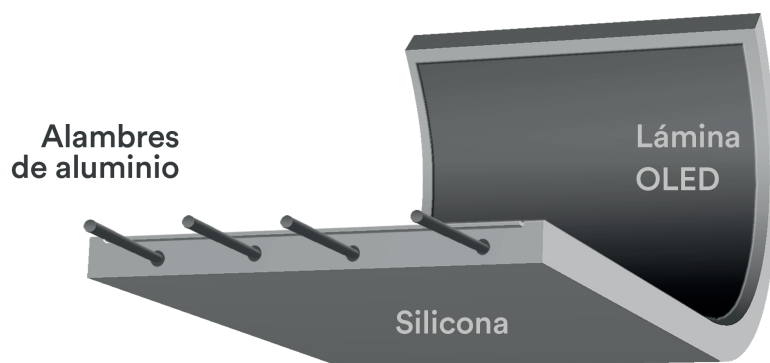
- 200 × 50 mm
- 400 × 50 mm
- 300 × 100 mm
- 300 × 300 mm

Análisis de soluciones

• Propuesta de diseño 1

Tomando como medida para esta alternativa la lámina de 300 × 100 mm, se plantea una base de material flexible sobre la cual descansaría dicha lámina.

Como además, habrá de mantener fija sus distintas formas, necesitará un componente rígido que lo acompañe. Este elemento podría introducirse en forma de alambres de aluminio, que atraviesan la base en sentido longitudinal por su interior. Estos alambres son los que dotarían al conjunto de maleabilidad.



En este supuesto, se busca que el conjunto pueda flexionar sobre su eje más largo, y no transversalmente (pues carecería de sentido), por ello se propone esa disposición de los alambres que formarían el núcleo metálico, y no otra.



Sección de la propuesta-1 donde se muestran los cuatro elementos metálicos en el interior de la base, que aportan la plasticidad al conjunto.

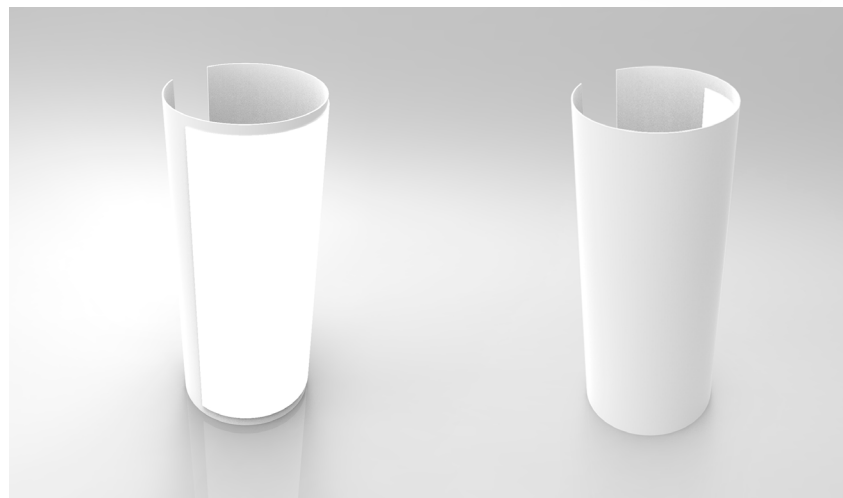
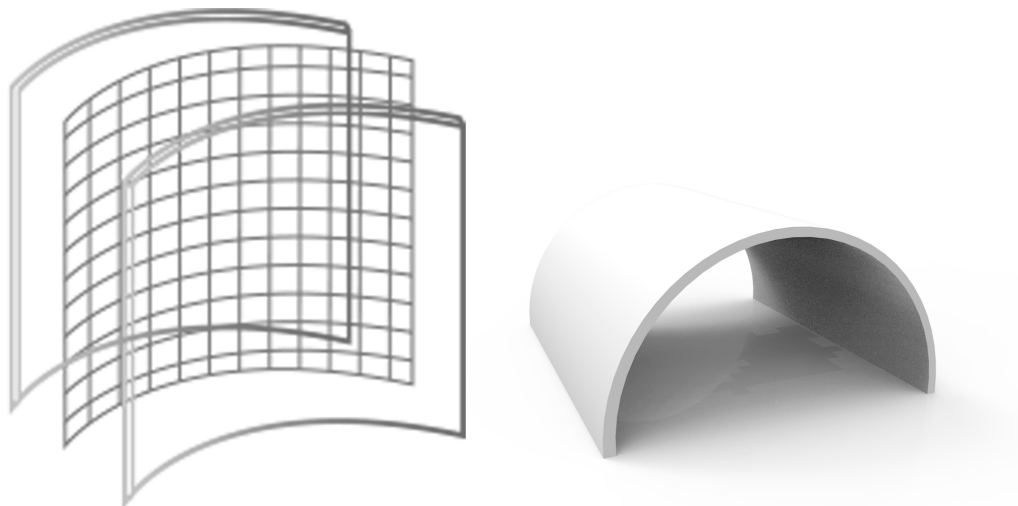


Simulación de la propuesta-1, con una lámina OLED de 300 × 100 mm, montada ya sobre su base.

• Propuesta de diseño 2

Planteado bajo el mismo concepto, pero con proporciones cuadradas, para esta alternativa se valora el uso de una lámina de dimensiones 300 × 300 mm.

En este segundo concepto, por tratarse de un formato cuadrado, se diseña con la intención de poder flexionar en cualquier sentido y dirección. Como primera idea se plantea que sea una fina lámina de aluminio la que conforme el “alma” de la base elástica. De este modo flexionaría en cualquier punto del conjunto. Como existen objetivos que hacen referencia al menor peso total del producto, y a la optimización del gasto en la parte económica, se replantea esta primera idea, y se rediseña con una malla de hilos de alambre, que abarquen las dimensiones de la base. Así, se consigue el mismo propósito, pero utilizando menos material, lo que supone aligerar peso por un lado, y abaratar costes al mismo tiempo.



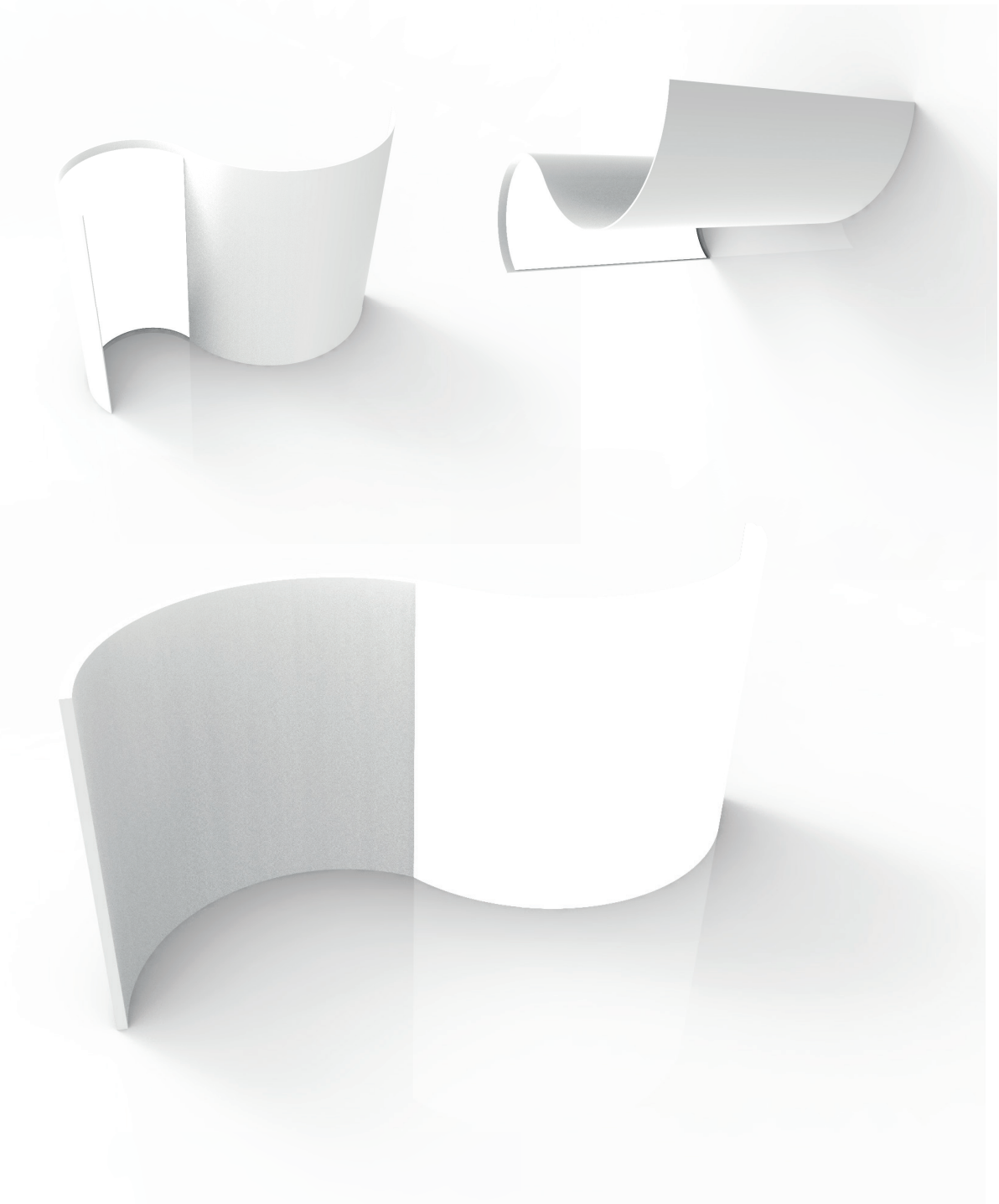
a) Luz por la parte exterior

b) Luz indirecta (parte interior)

Análisis de soluciones

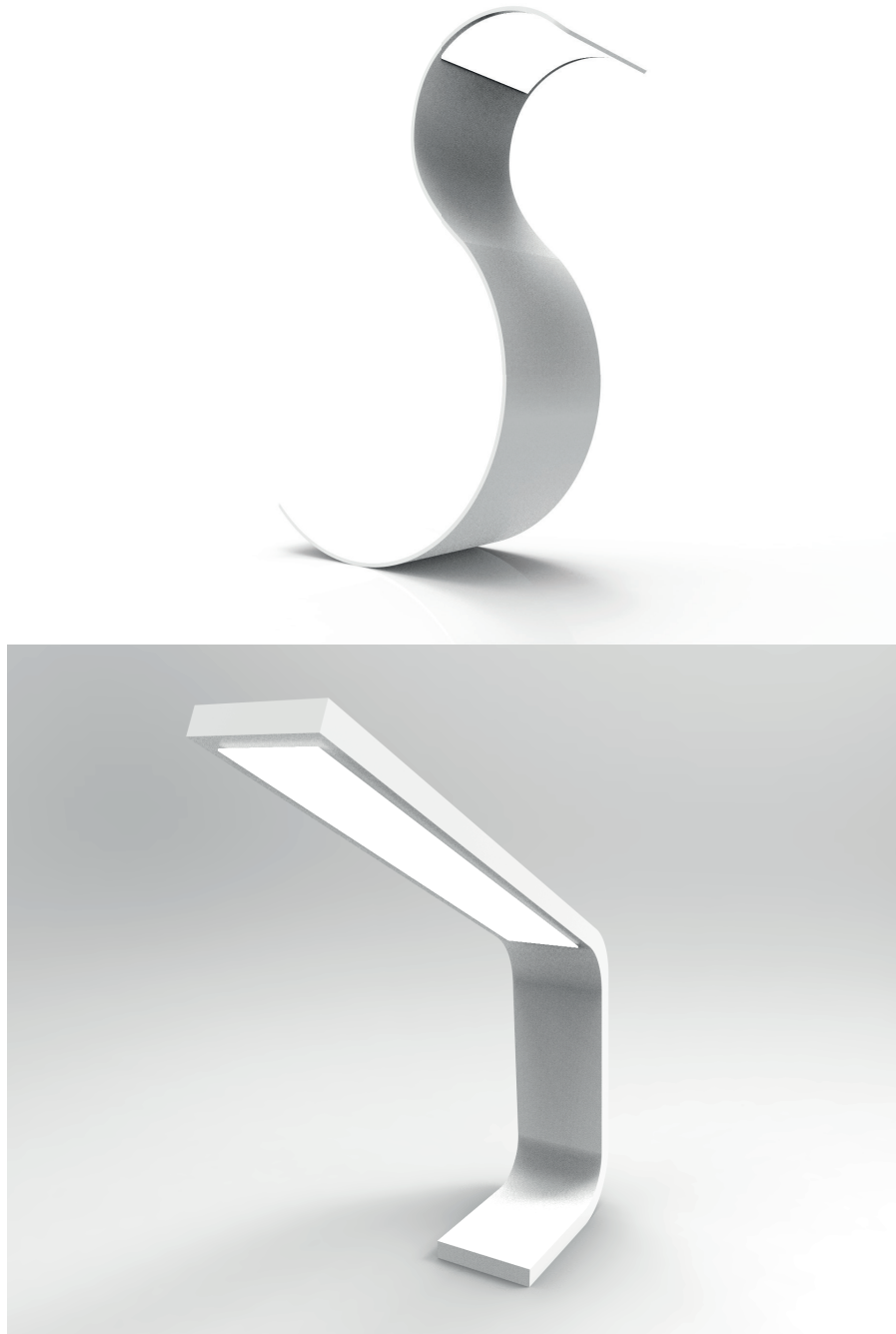
• Propuesta de diseño 2.1

Con las mismas dimensiones de luz de 300 × 300 mm. pero mayor tamaño en la base (sin iluminar). Podría ofrecer usos como un “revistero”, el lugar dónde apoyar un libro, o un espacio extra para depositar objetos cotidianos como llaves, u otros objetos personales que dejar a la vista.



• Propuesta de diseño 3

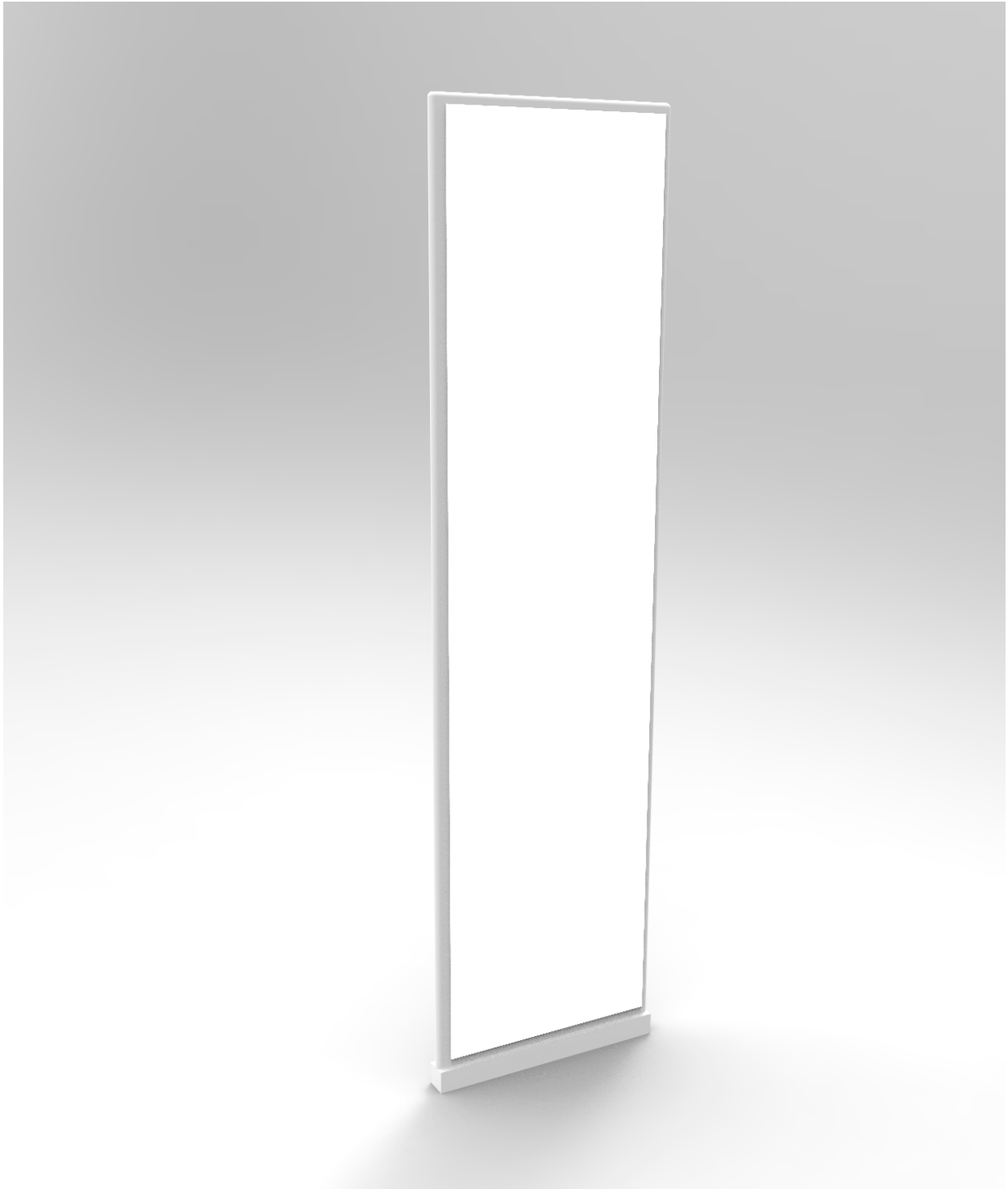
Utilizando las dimensiones de luz de 200 × 50 mm. y un mayor tamaño de la base, se puede tener una especie de lámpara flexo convencional. Su condición de cuerpo flexible permite dirigir la luz hacia un punto elegido. Podría usarse también en una posición tumbada sobre una superficie lisa, o acomodarla en cualquier otra posición más concreta para por ejemplo, facilitar la lectura, pues también es portátil y puede funcionar sin cable.



Análisis de soluciones

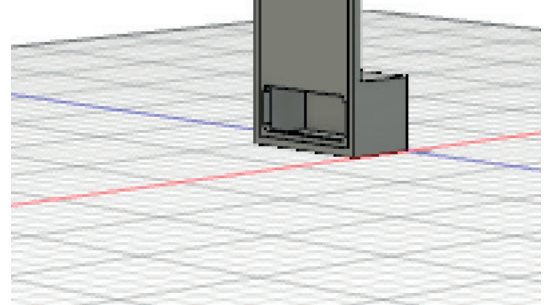
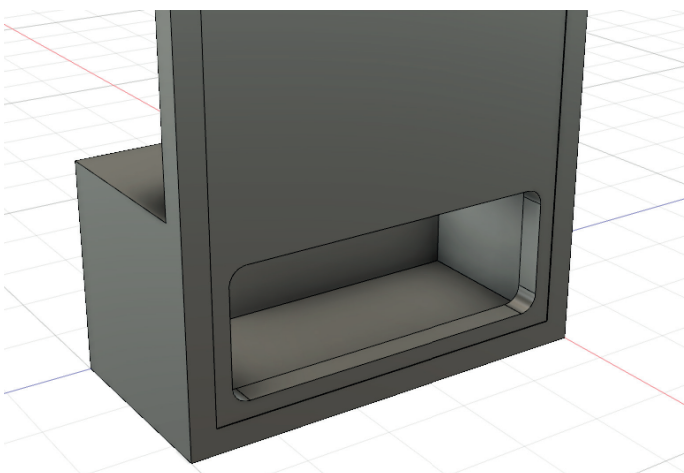
• Propuesta de diseño 3.1

Utilizando las mismas dimensiones de luz de 200 × 50 mm. que la alternativa 3, pero sobre una base de iguales dimensiones que la lámina OLED, donde toda su estructura, sería al mismo tiempo superficie luminosa.



• Propuesta de diseño 4

Utilizando aquí las láminas de 400x50mm, se puede obtener un producto similar al anterior, pero con más superficie luminosa, proporcionando más luz, y mayores posibilidades de posiciones y de uso.



Espacio destinado a alojar la batería y otros componentes eléctricos.

Análisis de soluciones

• Evaluación de soluciones

Las diferentes medidas y tamaños de las láminas OLED no suponen un problema a priori. Incluso puede plantearse el desarrollo de distintas versiones de un mismo producto en diferentes modelos (tamaños) y/o combinaciones entre ellos (ya que además, comparten el mismo concepto estructural).

Para empezar a desarrollar una primera idea atendiendo al diseño de detalle, se elige la propuesta conceptual 3.1, por ser una medida más pequeña (o práctica) y resultar más atractiva visualmente por su ligereza y sencillez. Además, en el supuesto que se plantearan versiones de los modelos, éste de 200x50mm encajaría bien con el de 400x50mm, pues aunque con el doble de tamaño, sus proporciones serían igual a la hora de proyectar procesos de fabricación, etc, simplemente doblando su altura.

• Justificación de la solución seleccionada

Para este primer modelo, se parte de un estudio preliminar de materiales (*ver anexo estudio preliminar de materiales*) y de las posibles opciones para la base (dentro de la familia de los polímeros termoelásticos o TPE) se selecciona la silicona para moldeo por inyección. La razón es porque esta silicona líquida (LSR) presenta más facilidades a la hora de moldear por inyección, permite más tolerancias, es relativamente más económica respecto a otros TPU, y es muy flexible, entre otras características (*anexo Pliego de condiciones: Descripción de los materiales*).

Para el núcleo metálico que dotará de maleabilidad y sustentación al conjunto, se usará (por extrapolación) el mismo concepto de una regla flexible (*anexo Estudio preliminar de materiales*).

En cuanto al diseño de detalle de la estructura (formada por base de LSR + núcleo metálico + lámina OLED) tal y cómo está planteado en las anteriores propuestas conceptuales, necesita de cálculos para determinar si la deformación a flexión podría suponer o no, algún problema estructural (pues las partes y elementos que lo compondrán estarán sometidos a fuerzas y tensiones tanto de tracción como a compresión).

Tras estudiar esta posibilidad y comprobar que las tensiones a flexión sí afectarían a la lámina de luz de una forma no deseada, se opta por un “rediseño” que garantice el buen funcionamiento y la estabilidad del producto final (*anexo Cálculos*).

9. Resultados finales

1 Descripción del producto

• Iluminación OLED

Utilizando láminas flexibles de OLED (*Organic Light Emitting Diode*) como fuente de luz, esta lámpara aprovecha y ofrece todas las ventajas y beneficios que presenta este tipo de iluminación (*información desarrollada en el anexo Estudio de iluminación*).



• Diferente

Esta característica de modificar su forma manteniendo la función lumínica, supone una notable diferenciación respecto al resto de lámparas existentes en el mercado, que utilizando también láminas de luz OLED, permanecen rígidas y estáticas en su forma.

• Flexible y maleable

Acompañando a las características particulares de este tipo de luz, como su forma laminar o su flexibilidad (entre otras), se diseña un cuerpo de silicona también flexible y elástico, con un núcleo interior metálico, que confiere al producto final la capacidad de ser maleable.



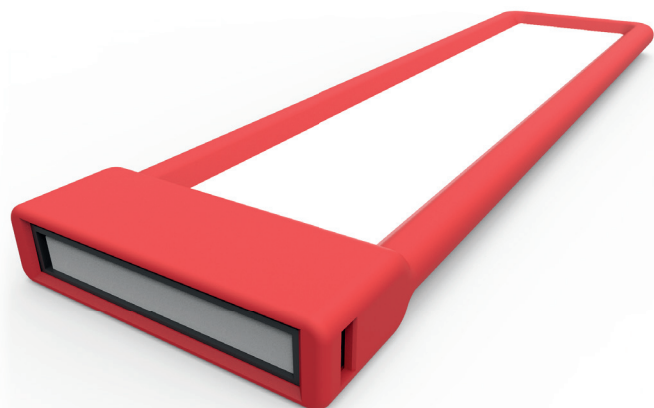
• Ligera y compacta

Un grosor de 8mm y una longitud máxima de 235mm (en el modelo pequeño) permite iluminar casi en cualquier espacio. Con un peso total inferior a los 500gr (477gr), se percibe como un producto liviano, facilitando su transporte y cómodo de utilizar.

Resultados finales

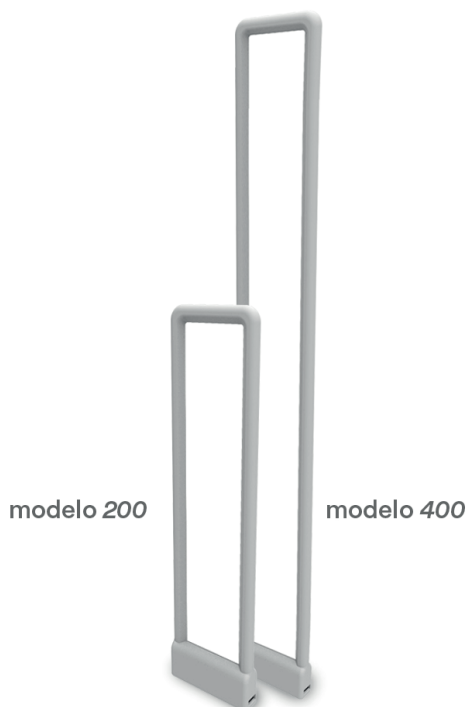
• Portátil

La batería recargable (9V) que incorpora, permite iluminar sin conexión por cable con una autonomía de 1 hora. Del mismo modo, puede iluminar conectada por cable, sin hacer uso de la batería.



• Versatilidad

El valor de personalización que ofrece al usuario, que puede llegar a suponer un componente lúdico, presenta innumerables usos específicos relacionados con la iluminación, como puede ser la de lámpara de mesita, lámpara de lectura, linterna nocturna para no tener que encender diferentes luces, lámpara estática encima de una superficie plana, una posición dentro de un libro para facilitar su lectura, una posición colgada en algún elemento de mobiliario (por ejemplo un cabecero), una posición para transportarla en la mano, etc



• Simplicidad

Un sólo botón (ubicado en el mismo circuito interior, que se pulsa a través del exterior de silicona) controla las distintas opciones de forma intuitiva. Con una pulsación corta se enciende o se apaga. Una pulsación mantenida, regula la cantidad de luz deseada.

• Minimal

La ausencia de elementos ornamentales o decorativos pueden reflejar un aspecto minimal. El hecho de que no presente ninguna forma en particular y a la vez multitud de formas, responde únicamente a la función. La estética que pueda presentar esta lámpara podría describirse como funcional, pues al aplicar distintas posiciones, la forma sigue a la función* quedando relegada la estética por la funcionalidad.

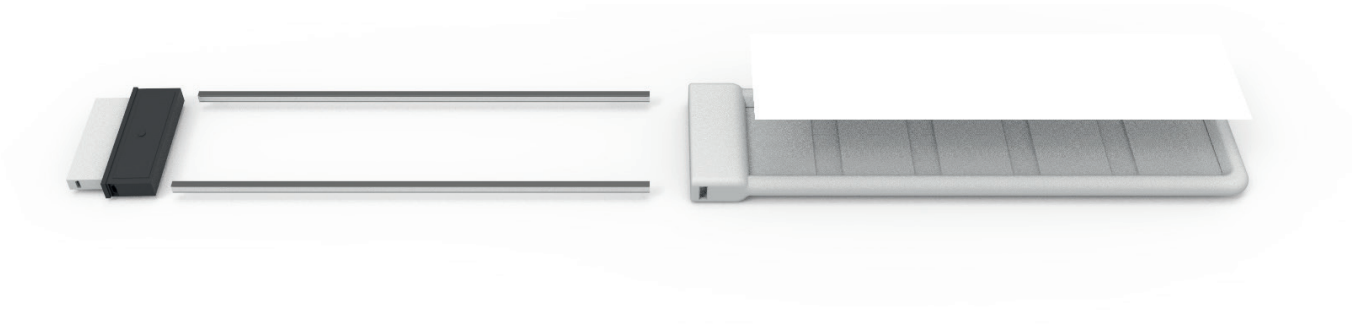
• Personal

Ofrecer al usuario la particularidad de darle casi cualquier forma, dependiendo de sus gustos o necesidades, y tantas veces como se quiera, dota al producto final de un alto valor de personalización, que permite participar a la hora de decidir y “moldear” por sí mismo la forma que considere en cada momento.



** form follows function (Louis Henry Sullivan arquitecto estadounidense de la Escuela de Chicago, 1870-1893)*

2 Descripción de fabricación



• Cuerpo de silicona

El moldeo por LSR comparte muchas características con el moldeo por inyección convencional, pero presenta algunas diferencias significativas (*anexo Pliego de condiciones: Condiciones de fabricación*).

El cuerpo principal de silicona (LSR) está moldeado por inyección en una sola pieza. La extracción se realiza de forma manual (la parte frontal e inferior están abiertas para permitir su extracción).

Respetando los ángulos de salida, esta base de silicona cuenta con unos rebajes de material en sentido transversal.

Esto no sólo ahorra material, sino que además, absorbe parte de la tensión por flexión, evitando a su vez que la flexión se produzca en dicho sentido transversal.



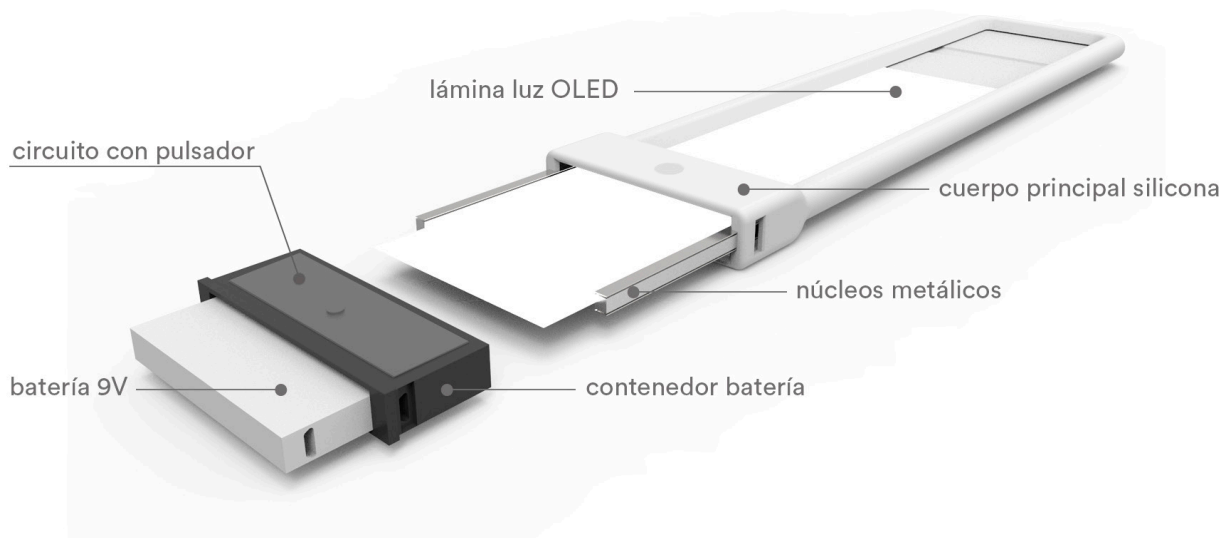
• Núcleo metálico

En el siguiente proceso de fabricación, las láminas de acero que llegan en planchas de 1 m² se cortan a su medida (3×200mm), preparándolas para su posterior introducción en el interior de la base elástica (8 en total por cada unidad de producto).

Para obtener el núcleo metálico completo, también hay que cortar las barras de aluminio a la correspondiente medida (pues la recepción del material se efectúa en barras extrusionadas con la misma sección, pero diferente longitud)

3 Descripción de ensamblaje

El ensamblaje de las piezas que se muestran en la imagen, se realizará en el siguiente orden de montaje:



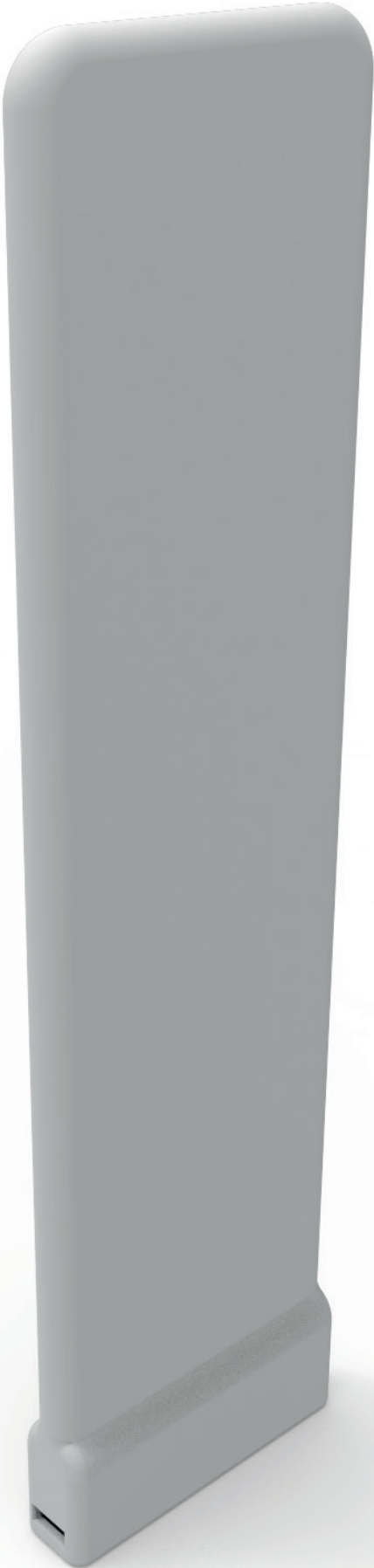
1. Colocación de las varillas de aluminio en los laterales al uso de la estructura de silicona.
2. Colocación de las láminas de acero en los laterales al uso de la estructura de silicona.
3. Introducción de la lámina OLED en la parte central y sobre las guías de la estructura de silicona.
4. Introducción de la batería en su contenedor.
5. Conexión de la batería al cableado.
6. Conexión del circuito con driver al cableado y encajado del mismo, en la estructura de silicona.
7. Colocación de la batería y contenedor en el interior de la estructura de silicona.

Resultados finales





Resultados finales



10. Orden de prioridad entre los documentos básicos

Para la redacción y organización de este documento, se ha seguido la normativa UNE 157001:2002, la cual establece un orden de prioridad entre los documentos básicos.

Estas prioridades se basan en el siguiente orden:

- índice general.
- Memoria.
- Anexos.
- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Estado de mediciones.

Volumen II. Anexos

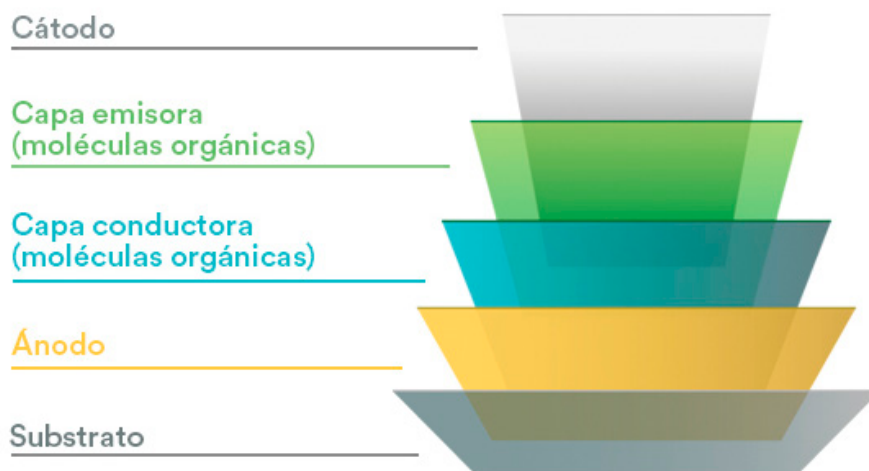
1. Documentación de partida

1. Estudio de iluminación

La iluminación LED. Definición y conceptos fundamentales

OLED (del inglés Organic Light Emitting Diode) se define como un diodo orgánico de emisión de luz. Se trata en esencia, de una capa delgada y plana de moléculas orgánicas que emiten luz en respuesta a una corriente eléctrica.

A diferencia de otras formas de iluminación (LED, incandescente, etc), los OLED funcionan sin la presencia de una luz de fondo. En su lugar, el semiconductor orgánico se coloca entre dos electrodos (un ánodo y un cátodo), revestido por dos placas transparentes. Cuando se le administra una corriente eléctrica, el material orgánico emite una luz “electroluminiscente” brillante y cálida.



A menudo se denominan “orgánicos” porque su estructura se basa en el carbono. Los OLED usan tintes y pigmentos a base de carbono (similares a los que se encuentran en la ropa o los cosméticos) para convertir la electricidad en luz.

Estos materiales de emisión de luz se extienden en una fina capa como una pintura, 100 veces más delgada que un cabello humano, lo que da lugar a un panel de luz ultra-delgado que es diferente a cualquier otra fuente de luz en el mundo.

• Evolución y tendencia de futuro

A finales de los años ochenta, comenzaron a ver la luz los primeros experimentos de diodos con material orgánico-metálico para producir pantallas. Sin embargo el coste de producción, y la tecnología del momento no era la adecuada para desarrollar su gran potencial. Aunque estos condicionantes se fueron mejorando en los años sucesivos, no fue hasta principios del 2000, que los desarrollos e investigaciones comenzaron a tener fruto a nivel comercial.

En 2003 se mostraron las primeras pantallas OLED, en ellas se vio de nuevo un gran potencial. Compañías como Samsung comenzaron a estudiar este mercado en 2004, quien hacia 2006 ya tenía gran parte de las patentes de nuevos avances y usos de esta tecnología. Las compañías comenzaron a trabajar en sus propias estructuras de pantallas OLED. Su crecimiento se dio en principio con los smartphones, pero pronto llegaron a los grandes paneles de la televisión.

Al mismo tiempo (mediados de los años 2000), y partiendo de esta misma tecnología como base, aparecieron también las primeras propuestas de uso como fuente de luz, y su aplicación en el sector de la iluminación. Pero estas primeras versiones de los productos OLED enfocados a la iluminación, carecían de durabilidad y una duración de batería razonable. Inconvenientes que, combinados con los altos costes de producción, impidieron que las luces OLED se usaran más ampliamente.

En lo sucesivo, el interés y desarrollo por esta tecnología OLED ha ido asociado a la mejora e innovación en el diseño y fabricación en las pantallas de todo tipo de dispositivos.

A partir de aquí, en la década de 2010, este tipo de dispositivos que utilizan pantallas ha experimentado un enorme auge en su demanda y por lo tanto, en su desarrollo. Televisores, monitores, ordenadores portátiles, teléfonos inteligentes, tablets, etc, son ya de uso cotidiano. Su implementación en la sociedad actual de forma masiva y generalizada ha hecho que éste sea el sector de mayor crecimiento registrado durante la última década.

Debido a este desarrollo, los OLED han evolucionado considerablemente. Gracias a que ahora son láminas muy delgadas y livianas, se están incorporando a los productos cotidianos, y desde hace ya algunos años también se utiliza en el diseño de lámparas.

Con las líneas de producción actuales más avanzadas, se ha conseguido mejorar los precios y fabricar láminas de iluminación tanto rígidas como flexibles, cuyas ventajas y beneficios (explicados con más detalle en el siguiente apartado XXX) suponen una diferenciación positiva respecto a otras fuentes e luz tradicionales.

Documentación de partida

A la fecha de realización del presente proyecto (2018) dentro del campo de la iluminación, se está trabajando ya en el diseño de luces para automóviles (dada su ligereza, tamaño y flexibilidad, permite destinar el espacio que ocupan las luces actuales para otros propósitos), y en la industria del textil (al ser flexibles, muy delgadas y no desprender calor, permiten ir cosidas a la tela).

También existen investigaciones para desarrollar una nueva versión del led orgánico que no sólo emita luz, sino que también recoja la energía solar para producir electricidad. De momento no hay ninguna fecha para su comercialización, pero ya se está hablando de cómo hacerlo para su fabricación masiva. Con esta tecnología se podrían construir todo tipo de pequeños aparatos eléctricos que se podrían autoabastecer de energía.

Como se ha comprobado en las últimas ferias de tendencia en el sector y en los actuales diseños de lámparas, las láminas flexibles, delgadas y livianas de OLED, representan el futuro de las pantallas y paneles de iluminación de alta calidad, portátiles y sostenibles.

Por primera vez en la historia, tenemos una fuente de luz que no es una bombilla o un punto, sino una delgada lámina de luz difusa. La flexibilidad ofrece oportunidades creativas para el diseño, pero además, sin una bombilla, esta iluminación OLED abre todo un mundo de posibilidades de diseño para la iluminación que antes eran imposibles. ¿Quién necesita pantallas de lámparas cuando no hay bombilla?

• Diferencias y beneficios

¿Tocarías una bombilla encendida durante horas? ¿Tratarías de doblar un LED? ¿Podría mirar directamente a las luces fluorescentes durante más de 3 minutos consecutivos?

Con las formas tradicionales de iluminación, la respuesta a todas esas preguntas sería no. La luz OLED es completamente diferente. A diferencia de las luces mencionadas anteriormente, los OLED son:

• Eficiente:

Los OLED requieren mucho menos voltaje que otras formas de iluminación. Además, al no desprender calor, pueden tocarse y manipularse sin ningún tipo de riesgo, independientemente de cuánto tiempo hayan estado encendidos.

La ausencia de la luz de fondo no solo hace que los OLED sean más brillantes, sino que también los hace consumir menos energía, lo que aumenta la vida útil de la batería hasta en un 40% en comparación con otras fuentes de iluminación.

• **Ecológico:**

El aspecto orgánico de los OLED supone un verdadero cambio. Los OLED se producen sin el uso de ningún material peligroso, como el Mercurio, lo que reduce significativamente su impacto ambiental. En algunos casos, los OLED también pueden funcionar sin emisiones UV. Libre de mercurio tóxico, otros metales pesados y fácilmente reciclable. Actualmente son la forma de iluminación más ecológica que existe.



• **Ultradelgado y transparente:**

Los OLED tienen la capacidad de ser producidos de tal forma que puedan doblarse sin romperse, lo que los hace extremadamente duraderos. La otra diferencia obvia entre los OLED y otras formas de iluminación es su transparencia: la película orgánica permite el pase de luz en direcciones opuestas.

Especificaciones	OLED	LED
Fuente de Luz	 Diffused Source	 Point source
Calor generado	 No	 Yes
Emisión Ultravioleta	 No	Yes
Eficacia	~ 100 lm/W	~ 120 lm/W
Rango de T ^a color	~2700 - 6500 Kelvin 	~2700 - 6500 Kelvin 
Transparencia	 Yes	No
Flexible	 Yes	No

Documentación de partida

• Luz natural, suave y difusa

Se diferencia de cualquier otra bombilla porque en realidad no es una bombilla. La luz se produce uniformemente a partir de un panel plano, como una hoja de luz, por lo tanto, reduce el brillo y proporciona una luz más cómoda para los ojos.

Particularmente en la noche, la iluminación uniforme crea sombras más suaves que reducen la fatiga ocular al cambiar la vista de áreas brillantes a áreas oscuras.

Distribución de luz desde una lámpara fluorescente, una lámpara LED, y desde un panel de iluminación OLED.



Fluorescente

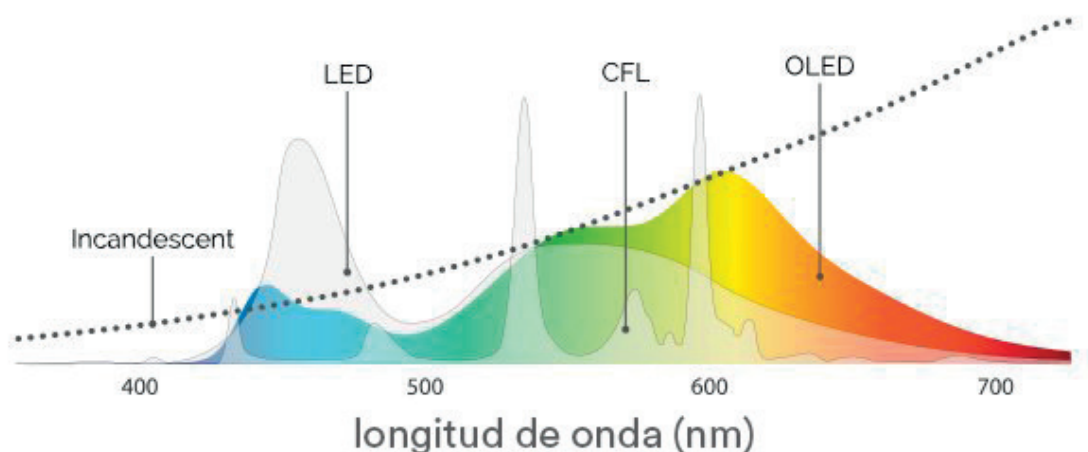
LED

OLED

• Amplio espectro de luz

Los compuestos orgánicos basados en carbono emiten luz en espectros amplios y suaves. Al combinar diferentes colores, la iluminación OLED puede producir una hermosa luz natural. Los colores también se mezclarán entre sí, sin grandes picos en colores como el azul, que se sabe que confunde nuestro cerebro y causa problemas relacionados con el sueño.

Además, la luz producida está libre de emisiones UV e IR. Espectro de emisión de luz de la iluminación OLED, lámpara LED y lámpara fluorescente (CFL).

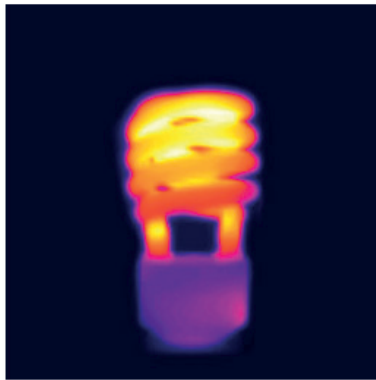


· **No desprende calor**

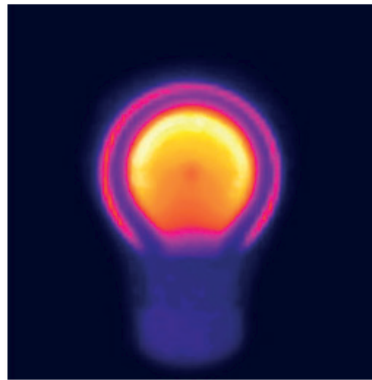
Los OLED se pueden integrar en cualquier lugar, incluso en madera y textiles, ya que producen muy poco calor (unos 36°). Es una fuente de luz que se puede tocar con seguridad, incluso cuando se deja encendida durante largos períodos de tiempo.

Esto es debido a que disipa el calor de una forma natural, lo que pone de relieve su eficiencia energética y elimina la necesidad de incluir disipadores de calor.

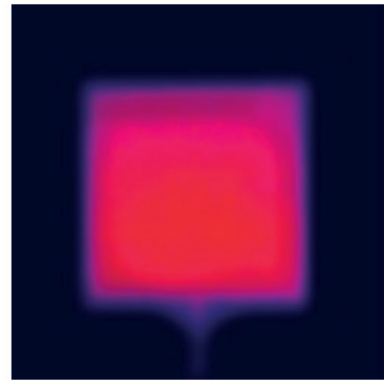
Distribución de temperatura de una lámpara fluorescente, LED y OLED.



Fluorecente (94°C)



LED (89°C)



OLED (36°C)

2. Estudio de mercado

• Led Bookmark

PARÁMETROS CONTEMPLADOS	
Empresa distribuidora y/o fabricante	Aluratek
Tipo de iluminación	Led, 300 lúmen, con brillo ajustable
Alimentación	Batería de iones de litio recargable, a través de un puerto USB <i>(Una carga completa de 30 min proporciona 10 hrs de uso)</i>
Material	Plástico rígido
Dimensiones	184x2,5x60 mm
Peso	34 grs
Precio de venta, PVP	20€
Enlace	aluratek.com
Observaciones/Comentarios	





• Ascend

PARÁMETROS CONTEMPLADOS	
Empresa distribuidora y/o fabricante	OLEDWorks
Tipo de iluminación	Oled, 300 lúmen y color Tª 2900K, 80+ CRI, con brillo ajustable (3 niveles)
Alimentación	Cable de 8w-24v <i>(Duración de 10.000 horas con máximo brillo)</i>
Material	Aluminio
Dimensiones	305x76x280 mm
Peso	900 grs
Precio	100€
Enlace	oledworks.com
Observaciones/Comentarios	



• ONA

PARÁMETROS CONTEMPLADOS	
Empresa distribuidora y/o fabricante	InTenta Design
Tipo de iluminación	Oled
Alimentación	Cable
Material	Madera contrachapada moldeada
Dimensiones	320 × 330 × 300 mm y 320 × 580 × 300 mm
Peso	Sin datos
Precio de venta, PVP	A la espera de comercializar
Enlace	in-tenta.com
Observaciones/Comentarios	Ganador del Concurso de Diseño Internacional OLED LIGHTING de LG 2017



Documentación de partida



• Ribag Oviso OLED

PARÁMETROS CONTEMPLADOS	
Empresa distribuidora y/o fabricante	
Tipo de iluminación	Oled, 3000k – 250lm
Alimentación	
Material	Aluminio y policarbonato
Dimensiones	144 x 120 x 362 mm
Peso	
Precio	
Enlace	
Observaciones/Comentarios	







• Triplit

PARÁMETROS CONTEMPLADOS	
Empresa distribuidora y/o fabricante	Alkilu
Tipo de iluminación	Oled, 3000k - 250lm
Alimentación	Batería de polímero de Litio recargable con micro-USB (<i>Carga completa de 2,5h proporcionan 30h de funcionamiento</i>). Puede incluir cargador solar, con 2 puertos USB para dispositivo móvil y TripLit al mismo tiempo. Potencia de 14W.
Material	PC/ABS y metal. Acabado en nylon
Dimensiones	118 x 106 x 16,5 mm
Peso	210 grs
Precio de venta, PVP	52€
Enlace	alkilu.com
Observaciones/Comentarios	





• Aerelight A1

PARÁMETROS CONTEMPLADOS	
Empresa distribuidora y/o fabricante	OTI Lumionics
Tipo de iluminación	Oled, 2900K – 700lm – 20.000 horas de uso
Alimentación	Cable (100-240V 50/60Hz) Potencia max. 9W. Incluye, incorporado en la base, un cargador wireless (sin cable) para móviles (qi/PMA 1.5+)
Material	Aluminio anodizado, acero con recubrimiento en polvo, y base en madera de nogal
Dimensiones	129,5 × 129,5 × 284 mm
Peso	Sin datos
Precio de venta, PVP	399€
Enlace	aerelight.com
Observaciones/Comentarios	





• Vitsand

PARÁMETROS CONTEMPLADOS	
Empresa distribuidora y/o fabricante	Ikea
Tipo de iluminación	Oled, 2700K – 700lm – 25.000 horas de uso
Alimentación	Cable. Potencia max. de 9W
Material	Plástico ABS. Acabado pintura acrílica
Dimensiones	Altura 190mm Diámetro 680mm
Peso	2.500 grs
Precio	199€
Enlace	ikea.com
Observaciones/Comentarios	





3. Estudio preliminar de materiales

• **Análisis preliminar de materiales**

Para que la lámpara flexible con iluminación OLED pueda adoptar las diferentes posiciones y formas según el uso o necesidades del usuario, deberá diseñarse y fabricarse con materiales que confieran este comportamiento al conjunto. Para ello, en una primera búsqueda de información, se establece como condición principal del material, la propiedad de ser flexible para poder variar su forma al aplicar sobre él una fuerza, a la vez que lo suficientemente rígido para mantener esa posición cuando se deje de actuar sobre él (o hasta que se le aplique alguna otra fuerza que lo flexione de nuevo).

• **Búsqueda de información**

Sin conocer datos concretos a priori de las propiedades que deberá cumplir el material (como límite elástico, resistencia a la tracción, etc) para poder así proceder a su selección, se realizará un estudio de mercado previo con el fin de detectar posibles productos existentes que se comercialicen, y que presenten características similares.

Relacionados con la iluminación, se encuentran algunos productos que, aunque distintos entre sí, se agruparán aquí en una misma clasificación por presentar características y funcionalidades similares. Se trata de elementos con iluminación led, pequeños, ligeros y portátiles.

• **Mini led USB para luz de escritorio**



• Para facilitar la lectura (con pilas)

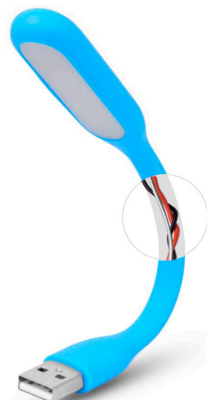


Documentación de partida

Tanto las que funcionan a pilas, como conectadas mediante USB, presentan características comunes.

Todas se basan (en esencia) en un “brazo” flexible que permite dirigir la luz hacia el lugar deseado.

En este punto, se pasa a analizar más en profundidad el tipo de material con el que están fabricadas, y que les otorga esta funcionalidad.



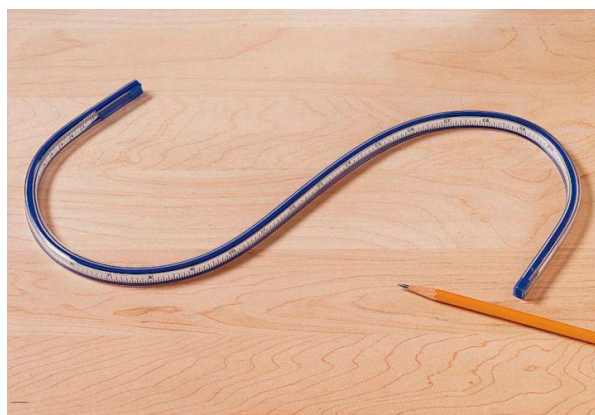
Interior al descubierto de un Mini Led USB

Coinciden en estar formadas por un material termo-plástico (PVC, TPU, etc) o silicona flexible (LSR) como recubrimiento, el cual encierra en su interior un elemento metálico (normalmente, un alambre de aluminio) que le confiere la sustentación y rigidez necesarias para permanecer estático tras manipular su forma.

• Otros (no relacionados con la iluminación)

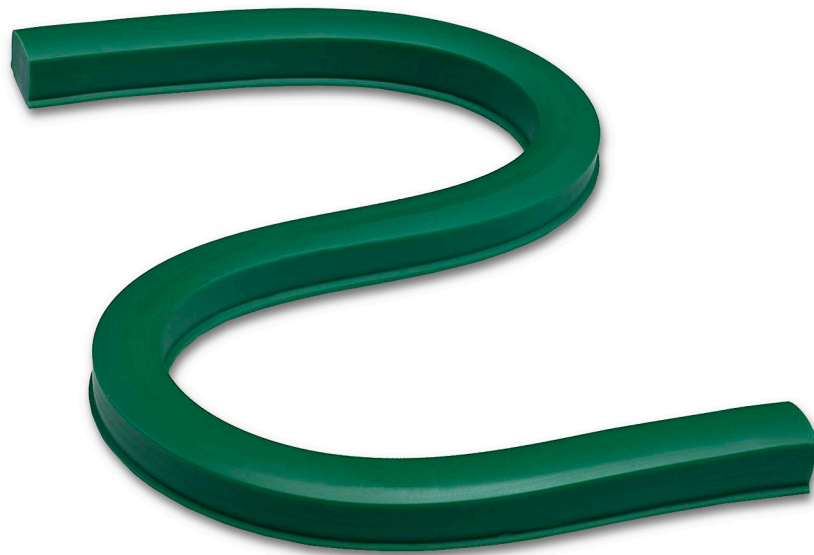
Con el fin de no descartar posibles soluciones, y recopilar la máxima información posible, se continúa con la búsqueda de productos existentes (basados igualmente en el mismo concepto), pero considerando también otras áreas de aplicación, aunque éstas no guarden relación con la iluminación.

Como resultado de esta nueva búsqueda se encuentra un artículo comercializado como herramienta de dibujo. Se trata de una regla flexible pensada para trazar curvas sobre el papel. Este utensilio ofrece la característica de poder ser manipulado hasta conferirle la forma deseada (propiedad de interés principal en este primer análisis). Así, ajustando su forma permite trazar curvas para unir dos o más puntos, con mayor precisión que al hacerlo a sólo “mano alzada”.



Imágenes de reglas flexibles, utilizadas para adaptarse al trazo de curvas

• Regla flexible para curvas



Regla flexible adquirida, antes de su análisis destructivo

La descripción por parte de las empresas y marcas que comercializan este tipo de artículo, coinciden en que se trata de un cuerpo de plástico flexible (PVC, Vinilo) con un núcleo metálico (algunas afirman que se trata de plomo, y otras simplemente no especifican el tipo de material metálico). Por eso, para conseguir una información más precisa y detallada, se decide adquirir una de estas reglas y proceder a un análisis físico y real, que proporcione datos más detallados y fiables.



Corte transversal realizado sobre regla flexible, dejando al descubierto el núcleo metálico alojado en su interior para su análisis.

Documentación de partida

En primer lugar, se extraen del interior los elementos que forman el núcleo:

- 1 barra central de sección cuadrada
- 4 láminas (2 a cada lado de la barra central)

Con una primera inspección, se manipulan los dos tipos de metales (evaluando la dureza que presentan cada uno de ellos, de una forma aproximada y manual) y se realiza un reconocimiento (simplemente visual) mediante observación.

Aunque de una forma sencilla y aproximada, este primer análisis es suficiente para reconocer el tipo de materiales de los que se trata.

El núcleo principal, que es una barra de sección cuadrada, es de aluminio. Se detecta visualmente por su color plateado-blanquecino, y tras su manipulación se comprueba que es ligero, con un peso muy bajo y fácilmente maleable (buena plasticidad). Junto a la barra central de aluminio, se encuentran dos láminas a cada lado (cuatro en total). Estas láminas son muy finas, de color gris oscuro y algo más pesadas para su tamaño. Ofrecen cierta resistencia a ser flexionadas. Con todo esto, se concluye que se trata de acero. No obstante, como comprobación adicional, se les hace una prueba de magnetismo a los dos materiales, por contacto con un imán. El aluminio no resulta afectado, mientras que el acero reacciona frente al imán. Por la forma en que se presenta cada uno, también se deduce su método de fabricación (que a su vez sirve de comprobación, si coinciden con sus procesos más habituales). El aluminio presenta algunas estrías a lo largo de su sección, lo que apunta a que ha sido extruído. El acero, ha sido laminado hasta espesores muy bajos, y posteriormente cortado con sus dimensiones finales.



Por lo demás, se deduce que no están aleados. El acero no ha de resultar muy duro y resistente, por lo que no es necesario añadirle carbono. El aluminio en este caso, no necesita propiedades especiales, por lo que aluminio en su estado puro es la opción más probable. También se tiene en cuenta que las aleaciones encarecen el material, y al tratarse de un producto muy económico, es más que probable que se trate de aluminio puro, y acero con una mínima cantidad de carbono.

Por último, se toman medidas con un pie de rey para estudiar y calcular las cantidades de material y fuerzas que intervienen, como opción para extrapolar a la estructura de la lámpara. Las medidas obtenidas son:

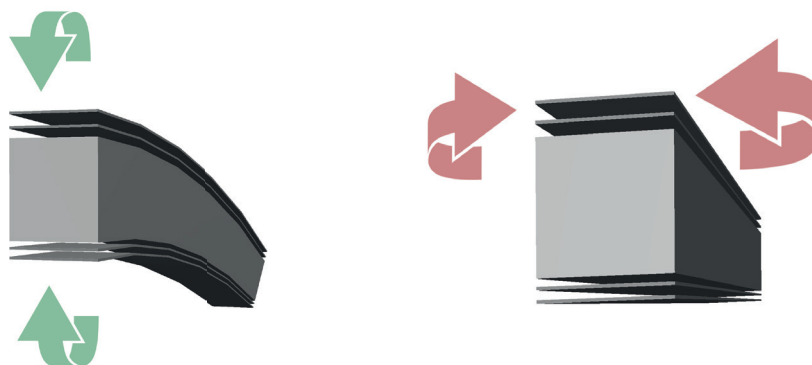
- 5mm (hueco interior)
- 9mm (exterior)
- 2mm (grosor de pared)

Las finas chapas de acero, colocadas dos a dos a cada lado del aluminio, responden a tres propósitos.

El primero es evitar que el núcleo de aluminio pueda ser doblado con demasiada fuerza, o hasta un ángulo mayor del soportado. El acero aquí ofrece una mayor resistencia proporcional a la flexión recibida, que dificulta flexionarlo mucho más.

El segundo es actuar como una especie de “interfase” entre las paredes del polímero exterior y el núcleo maleable. Así, ante las fuerzas que provoquen una diferencia de longitud durante la flexión (*ver anexo Cálculos*) estos elementos tienen margen para desplazarse, y a la vez, suavizar el rozamiento entre ellos. Las chapas deslizan entre ellas, favoreciendo un rozamiento muy débil.

Y por último, la dirección en que están colocadas. Al flexionarlas en el sentido perpendicular a su lado plano, realizan la funciones descritas anteriormente. Pero a su vez, su forma laminar impide que el conjunto flexione en el eje opuesto. En este caso (como regla flexible), obliga a que esté siempre en el mismo plano horizontal del papel, flexionando sólo para trazar curvas sobre él. En el caso de extrapolar este concepto al proyecto de lámpara, se utilizará la misma función, pero invertida.



La forma de las láminas de acero y su colocación, facilitan la flexión en un sentido, y la impiden en el otro.

2. Cálculos

Como la lámina OLED irá adherida a la base flexible, ambas estarán sometidas a unas determinadas tensiones o fuerzas. Se considera pues necesario estimar la magnitud de estas tensiones, para asegurar que el producto final soportará las condiciones de trabajo esperadas, o por el contrario sufrirá algún tipo de rotura o comportamiento no deseado.

La tensión o fuerza que deformará la lámpara, viene dada por el núcleo metálico interior. Este material metálico estará directamente relacionado tanto con la fuerza que deberemos aplicar para deformarlo, como con la tensión que habrá de mantener para que el conjunto permanezca rígido en su nueva forma.

• Deformaciones en la flexión

Para realizar los cálculos, se considera un momento flector (sobre el eje z) que actúa sobre una barra (viga), sometiendo al conjunto a una flexión pura.



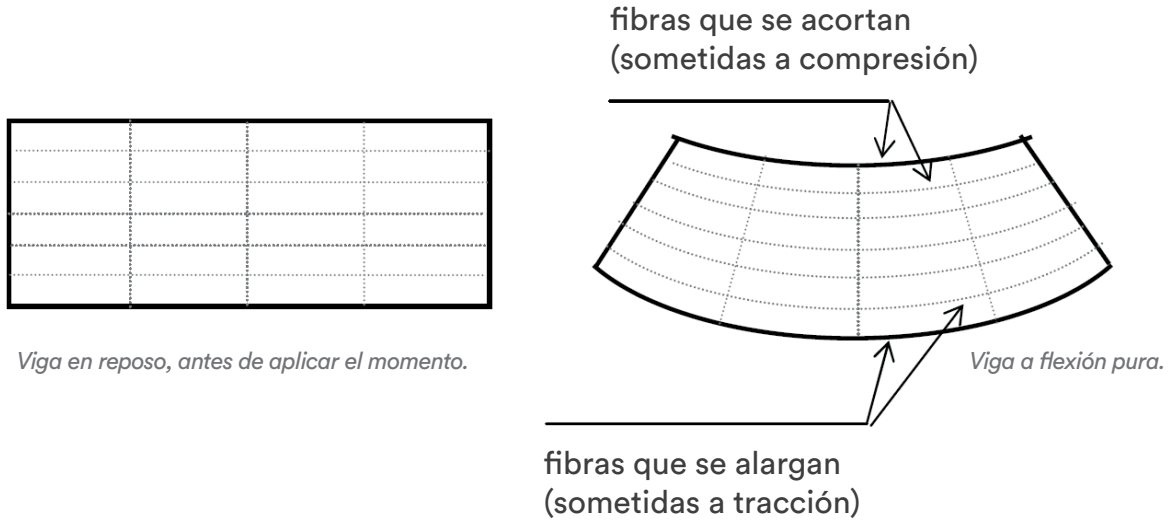
Viga sometida a flexión pura por un momento flector.

Al tratarse de un problema de flexión pura, la distancia que exista entre el eje neutro y la fibra alejada sobre la que se quiere calcular la sollicitación, cobrará una especial relevancia.

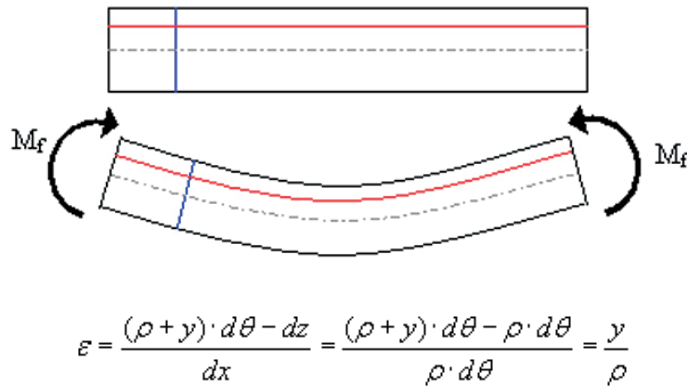
Esto es debido a que en una viga sometida a flexión, la tensión sobre una sección transversal es proporcional a la distancia a la fibra neutra. Es decir, cuanto más alejada esté la fibra a estudiar, mayor tensión sufrirá. Cuanto más cerca de la fibra o eje neutro se halle, la tensión disminuirá.

Si lo anterior hace referencia a la magnitud de la sollicitación, en cuanto al tipo de tensión a la que se verá sometida dependerá del lado en el que se halle respecto a su eje neutro, como se explica a continuación.

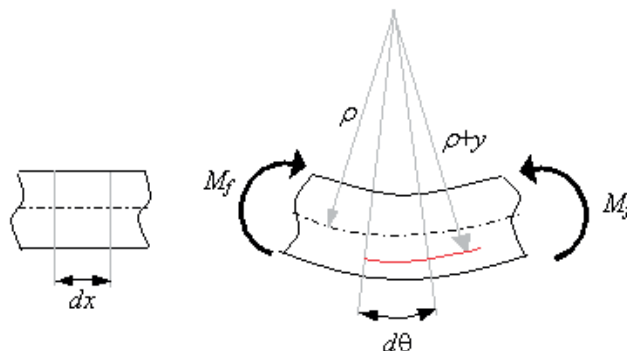
Las fibras longitudinales de un lado del eje de la viga se acortan, reduciendo su longitud (compresión), mientras que las del otro lado se estiran (tracción), alargando su longitud, existiendo una capa neutra que no sufre alargamiento ni acortamiento.



Considerando que el momento flector va dirigido según el eje z y denominando y a la distancia desde una fibra cualquiera a la capa neutra se obtiene la deformación longitudinal unitaria en dicha fibra como:



siendo r el radio de curvatura de la fibra neutra en el punto estudiado.



Cálculos

Teniendo en cuenta la ley de Hooke la tensión normal en la fibra estudiada será:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{y}{\rho}$$

Y, por último, analizando la distribución de tensiones en la flexión se puede relacionar el radio de curvatura con el momento flector aplicado:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_f}{E \cdot I_x}$$

• Caso práctico de aplicación

Vista la parte teórica, ésta se traslada al caso práctico del proyecto. Así, la sección transversal (de forma general para las distintas alternativas de diseño) sería:



dónde el núcleo metálico (los alambres de aluminio) aportarían el momento flector, actuando así como eje neutro, y la lámina OLED adherida a la superficie (en la parte superior) sería la fibra alejada a estudiar. Esto quiere decir que la lámina (uno de los elementos fundamentales del producto) estaría afectada por continuas tensiones (a tracción y compresión), y variando su longitud a la vez que debe permanecer adherida a la base, lo que provocaría reacciones imprevisibles y no deseadas. Por ello, conocer con detalle las fuerzas que le afectarán y las reacciones que podrían causar, se convierte en un caso de estudio de gran importancia.

Como se ha expuesto en apartados anteriores, el conjunto ha sido simplificado para su estudio. En este punto de aplicación práctica para obtener datos fiables y reales, se ponen de manifiesto un elevado número de circunstancias y factores que afectarían (en mayor o menor medida) al comportamiento real del conjunto a estudiar. Tener en cuenta este tipo de factores (como límites elásticos tras el moldeo, cantidades que intervienen de cada material y sus propiedades, temperaturas de trabajo, ensayos a tracción, secciones con tolerancias, etc) complicaría casi al extremo realizar los cálculos, pues a parte de la cantidad de variables que entrarían en juego, éstas están además relacionadas entre sí.

En cualquier caso, si estos cálculos se llevaran a cabo, el resultado obtenido sería una cifra teórica válida para establecer una aproximación, pero no se determinaría un resultado, para confirmar y asegurar el éxito del proyecto.

La solución más factible en este punto del desarrollo, sería la realización de un primer prototipo sobre el que experimentar y comprobar de una forma más fiable y real todas las variables que pudieran afectarle, obteniendo datos válidos sobre los que apoyarse.

El desarrollo de un prototipo no figura en el alcance, quedando fuera de los límites de este proyecto. Por ello, para continuar con el desarrollo propuesto, se exploran nuevas alternativas que supongan nuevas soluciones.

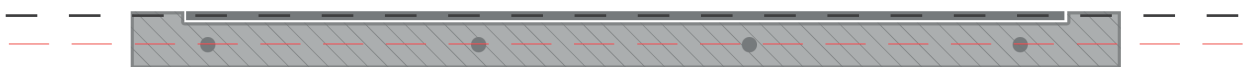
• Hipótesis de Navier

Volviendo a la teoría, se plantea un rediseño estructural de la lámpara basado en la hipótesis de Navier, que asegura que se puede comprobar que existe una superficie de puntos denominados fibra neutra, en la cual las distancias medidas sobre dicha superficie antes y después de la deformación se mantienen (antes de la deformación la fibra neutra es plana, después de la deformación es curva, aunque las distancias se mantienen), o dicho de otro modo:

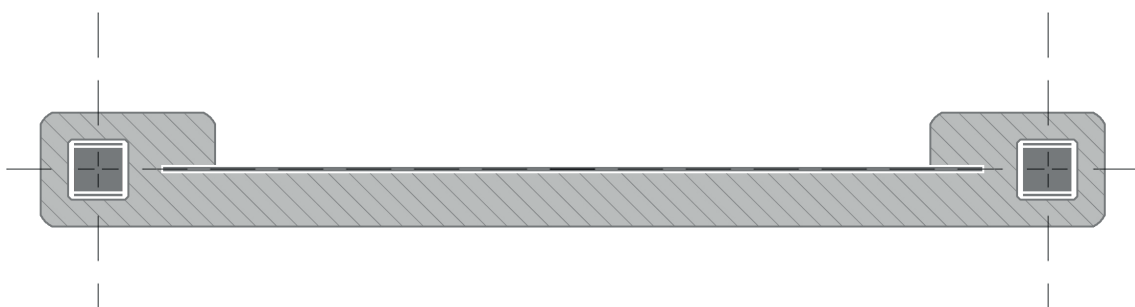
“Si consideramos una curva contenida totalmente en la fibra neutra, las distancias a lo largo de esa curva no varían antes y después de la deformación por flexión.”

A partir de esta hipótesis, se decide rediseñar la estructura de forma que, la lámina de luz coincida con la fibra neutra y no esté sometida a cambios en su longitud, ni de tracción ni compresión.

Hasta ahora, existía una distancia x desde el núcleo de aluminio (fibra neutra) y la lámina de luz:



La nueva propuesta hace coincidir la lámina OLED dentro de la fibra neutra, por lo que las tensiones y deformaciones en ésta, serán nulas e igual a cero.



3. Diseño conceptual

A continuación se exponen los objetivos para este proyecto, clasificados desde el punto de vista del diseño, de la fabricación y del usuario.

Tras obtener estos objetivos centrados en los diferentes ámbitos de la creación del producto, se englobarán todos en unos objetivos generales para poder establecer las especificaciones de diseño.

1. Diseño

1. Que suponga una diferencia significativa con los productos existentes en el mercado.
2. Que la diferenciación aporte valor al usuario.
3. Que suponga una novedad comercial respecto a otros existentes.
4. Que la característica flexible de los paneles OLED sea protagonista.
5. Que sea ligero.
6. Que utilice iluminación OLED.
7. Que los paneles OLED sean de medidas estándar existentes.
8. Que pueda utilizarse como iluminación portátil (sin cable).
9. Que su precio sea lo más competitivo posible respecto a los existentes en el mercado.
10. Que sea lo suficientemente flexible para poder ser doblado por los usuarios y modificar su forma.
11. Que sea lo suficientemente rígido para conservar su forma.
12. Que su manipulación en el tiempo al moldear la forma, no suponga el deterioro del material (fatiga).
13. Que el material soporte el punto máximo de doblado sin sufrir alteraciones críticas.
14. Que permita distintos usos dentro su función (iluminar).
15. Que tenga un acabado exterior que facilita su manipulación (anti-deslizante “suave”)
16. Que resulte agradable al tacto.
17. Que cumpla la normativa de seguridad respectiva a componentes eléctricos.
18. Que utilice componentes eléctricos estándar existentes.
19. Que pueda ofrecer distintos tamaños alternativos (versiones) del mismo producto.

2. Fabricación

20. Que permita ser reproducido industrialmente.
21. Que utilice componentes eléctricos estándar.
22. Que cumpla con la normativa vigente en proceso y fabricación.
23. Que el montaje se realice con el menor número de pasos posible.
24. Que el montaje se realice en el menor tiempo posible.
25. Que utilice procesos de fabricación existentes.
26. Que su reproducción industrial unitaria se realice en el menor tiempo posible.
27. Que esté diseñado con el menor número de componentes posible.
28. Que se llegue a fabricar XXX número de unidades.

3. Usuario

29. Que pueda ser utilizado en distintas situaciones.
30. Que sea cómodamente manejable.
31. Que sea seguro en sus condiciones normales de uso.
32. Que resulte agradable al tacto.
33. Que la diferenciación respecto a otros comercializados, suponga un valor añadido.
34. Que resulte lo más económico posible.
35. Que sea duradero en el tiempo.
36. Que permita regular la cantidad de luz (brillo).
37. Que su uso abarque usuarios con el mayor rango de edades posibles.
38. Que la rigidez/flexibilidad del material no varíe con el tiempo.
39. Que exista la opción de elegir entre distintos colores.
40. Que existan tamaños alternativos para elegir.
41. Que soporte productos de limpieza habituales.
42. Que soporte golpes o caídas proporcionales a su uso habitual (lámpara de mesa).

4. Objetivos generales

A continuación se enumeran los objetivos generales que se han conseguido unificando los objetivos enfocados al diseño, fabricación y usuario:

1. Innovación respecto a los productos existentes en el mercado (1, 2, 3 y 33)
DESEO
2. Que sea flexible pero capaz de recuperar su forma inicial (4, 10, 11, 12 y 13)
OPTIMIZABLE
3. Que sea ligero (5) OPTIMIZABLE
4. Que utilice iluminación con paneles OLED de medidas estándar (6, 7)
RESTRICCIÓN
5. Que sea portátil (8) RESTRICCIÓN
6. Precio competitivo respecto al mercado (9, 34) RESTRICCIÓN
7. Versatilidad en las geometrías que se pueden conseguir (14, 29 y 37)
OPTIMIZABLE
8. Que tenga un acabado antideslizante (15, 16 y 32) RESTRICCIÓN
9. Que cumpla la normativa vigente (17, 22 y 31) RESTRICCIÓN
10. Que utilice componentes eléctricos estándar existentes. (18 y 21) RESTRICCIÓN
11. Que se ofrezcan distintos tamaños y colores del producto (19, 39 y 40)
OPTIMIZABLE
12. Que permita ser reproducido industrialmente (20 y 25) RESTRICCIÓN
13. Que tenga el menor número de componentes posibles (27) OPTIMIZABLE
14. Que se utilice el menor tiempo y número de pasos en su montaje y fabricación (23, 24 y 26) OPTIMIZABLE
15. Que se fabriquen XXX número de unidades (28) DESEO
16. Que sea cómodamente manejable. (30) DESEO
17. Que sea duradero en el tiempo. (35, 38 y 42) OPTIMIZABLE
18. Que permita regular la cantidad de luz (brillo). (36) OPTIMIZABLE
19. Que soporte productos de limpieza habituales. (41) DESEO

Tras diferenciar entre restricción, optimizable o deseo los objetivos generales, se realiza una tabla que permitirá definir las especificaciones, variables y escalas de cada uno:

Objetivo	Especificación	Variable	Escala
1. Diferente a existentes en mercado	Que incluya al menos una funcionalidad innovadora	Innovación	Proporcional
2. Flexibilidad	Que se consigan curvaturas de máximo 15°	Ángulo	Proporcional
3. Ligereza	Que pese lo mínimo posible y como máximo 0,8 Kg.	Peso	Proporcional
4. Paneles OLED de medidas estándar	Que, al menos, tenga una plancha OLED de medidas 20x5cm	Piezas OLED	Proporcional
5. Portátil	Que cuente con una batería con 1 hora de autonomía	Autonomía batería	Proporcional
6. Precio Competitivo	Que tenga un precio inferior a la media del mercado: 199€	Precio	Proporcional
7. Versatilidad	Que al menos se puedan conseguir 3 geometrías	Nro. formas	Proporcional
8. Acabado antideslizante	Que el material elegido tenga un índice mínimo de rugosidad	Rugosidad	Proporcional
9. Cumplir con normativa vigente	Que cumpla con las normativas vigentes que lo afectan: UNE	Cumplimiento normativas	Proporcional
10. Componentes eléctricos estándar	Que el 100% de los elementos eléctricos sean estandarizados	Estandarización elem. eléctricos	Proporcional
11. Distintos tamaños y colores	Que el producto se ofrezca en 3 tamaños y tres colores distintos	Número de modalidades	Proporcional
12. Reproducción industrial	Que se pueda reproducir por métodos industriales estándar	Procesos fabricación	Proporcional
13. Menor número de componentes posible	Que cuente con, como máximo, 10 componentes	Nro piezas	Proporcional
14. Menor tiempo y pasos para su fabricación	Que se realice como máximo en 10 pasos y 5 horas	Número de pasos y segundos	Multidimensional
15. Fabricación de X número de unidades	Que al menos se puedan fabricar 10.000 unidades	Nro ud. fabricadas	Proporcional
16. Manejo práctico y cómodo	Que su manejo permita movilidad y facilidad de uso	Funcionalidad	Proporcional
17. Durabilidad en el tiempo	Que tenga una vida útil de al menos 50.000 hrs	Vida útil	Proporcional
18. Iluminación regulable	Que se puedan elegir al menos 2 intensidades de luz	Modos de luz	Proporcional
19. Que soporte productos de limpieza	Que los materiales utilizados soporten ensayos de abrasión	Ensayos de abrasión	Multidimensional

4. Aspectos técnicos de iluminación

• Modelo OLED Flexible 300×100mm

MODELO		LL124FR1-53P1-GY1	LL124FR1-54P1-GY1
CCT	K	3.000	4.000
Consumo de energía	W	4,59	4,83
Flujo	lm	230	230
Eficacia	lm/W	52	47
Voltaje	V	8,5	6,4
Corriente continua	mA	540	760
CRI	Ra	93	93
Uniformidad	%	85	85
Grosor	mm	0,41	0,41
Peso	grs	<30	<30
LT70	horas	30.000	20.000

• **Modelo OLED Flexible 300x300mm**

MODELO		LL167FS1-53P1	LL167FS1-54P1
CCT	K	3.000	4.000
Consumo de energía	W	14,24	15,88
Flujo	lm	750	750
Eficacia	lm/W	52	47
Voltaje	V	8,9	6,4
Corriente continua	mA	1.600	2.500
CRI	Ra	93	93
Uniformidad	%	80	80
Grosor	mm	0,41	0,41
Peso	grs	<76	<76
LT70	horas	30.000	20.000

Aspectos técnicos de iluminación

• Modelo OLED Flexible 200×50mm

MODELO		LL081FR1-53P1	LL081FR1-54P1
CCT	K	3.000	4.000
Consumo de energía	W	1,38	1,51
Flujo	lm	75	75
Eficacia	lm/W	55	50
Voltaje	V	8,6	6,1
Corriente continua	mA	160	250
CRI	Ra	93	93
Uniformidad	%	85	85
Grosor	mm	0,41	0,41
Peso	grs	<5	<5
LT70	horas	30.000	20.000

• **Modelo OLED Flexible 400x50mm**

MODELO		LL159FR1-53P1	LL159FR1-54P1
CCT	K	3.000	4.000
Consumo de energía	W	2,85	3,18
Flujo	lm	150	150
Eficacia	lm/W	52	47
Voltaje	V	8,9	6,4
Corriente continua	mA	320	500
CRI	Ra	93	93
Uniformidad	%	85	85
Grosor	mm	0,41	0,41
Peso	grs	<15	<15
LT70	horas	30.000	20.000

Selección de batería

Para proporcionar la energía necesaria que abastecerá a la fuente de luz cuando no esté directamente conectada a la red eléctrica, se hace necesario el uso de una batería. Por orden de importancia, tanto el voltaje como los amperios por hora que pueda suministrar, son las características principales que definen a una batería. El voltaje aportado puede ser superior al requerido por el elemento a suministrar (pues se puede ajustar el flujo eléctrico de entrada y de salida, y pasar de más a menos) pero nunca menor a los voltios necesarios para su funcionamiento. Por otro lado, la cantidad de amperios/hora capaz de aportar una batería, junto con la cantidad de amperios requeridos, determina el tiempo de funcionamiento de una carga completa.

Para concretar las posibles opciones que existen, se tendrá en consideración que: habrá de ser recargable de forma que permita más de un sólo uso, además de ser lo más liviana en peso, y de dimensiones lo más reducidas posibles (*anexo diseño conceptual*).

A parte de lo anterior, los condicionantes de partida más importantes, y que por tanto fijarán el criterio principal de la selección, serán los propios requisitos técnicos necesarios del elemento lumínico. Los de mayor relevancia en este caso, serán el voltaje y el amperaje (también en orden de importancia por lo explicado anteriormente). Para las láminas OLED seleccionadas existen dos variantes o modelos, dentro de un mismo tamaño. Éstas requieren de una tensión (V) y una intensidad (A) distintas, que se ven reflejadas en una diferencia de consumo (W), y su temperatura de color (K) (*anexo aspectos técnicos de la iluminación*). Las alternativas son:

- **8,9V - 320mA**
- **6,4V - 500mA**

Con el fin de no descartar a priori posibles “candidatos” válidos, y ampliar el número de opciones y alternativas, se contemplarán las dos propuestas de forma simultánea, así como la opción de un voltaje mayor al requerido. Con los resultados obtenidos tras la búsqueda, se valorará y se podrá justificar la selección.

• **Batería recargable para OLED de 6,4V - 500mA**

Para esta tensión no existen baterías que se ajusten directamente a los 6,4V. Las más extendidas son de 3,7V (para móviles, juguetes, leds, etc), y por acumulación se pueden obtener múltiplos de esta cifra. Considerando la opción de un voltaje mayor al requerido, el próximo más cercano sería de 7,4V.

Batería Li-Po 7,4v 1300mAh 20C mini T-Dean

Tipo: LiPo

Voltaje: 7,4 V

Amperios: 1300 ó 900 mAh

Tamaño: 67 × 40 × 10 mm

Peso: 50 gr

Precio: 15€ ó 12€ (según mAh)

Enlace: airsoftmontequinto.com

Comentarios:



Batería Li-po 7,4V 2000 mAh 8C (para RC)

Tipo: LiPo

Voltaje: 7,4 V

Amperios: 1300 ó 900 mAh

Tamaño: 74 × 43 × 12 mm

Peso: 84 gr

Precio: 11€

Enlace: www.rcmoment.com

Comentarios:



Batería Litio-iones 7,4V 1000 mAh 30C

Tipo: Iones de Litio

Voltaje: 7,4 V

Amperios: 1300 ó 900 mAh

Tamaño: 85 × 50 × 26 mm

Peso: 50 gr

Precio: 5€

Enlace: es.gearbest.com

Comentarios:



Selección de batería

Polymer Li-Ion battery 7,4V 1500mAh

Tipo: Iones de Litio

Voltaje: 7,4 V

Amperios: 1500 mAh

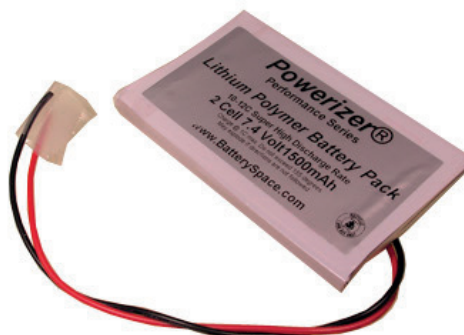
Tamaño: 90 × 50 × 10 mm

Peso: 56,7 gr

Precio: 25€

Enlace: batteryspace.com

Comentarios:



Custom Li-Ion 14430 Battery 7,4V 700mAh

Tipo: Iones de Litio

Voltaje: 7,4 V (2 piezas de 3,7V)

Amperios: 700 mAh

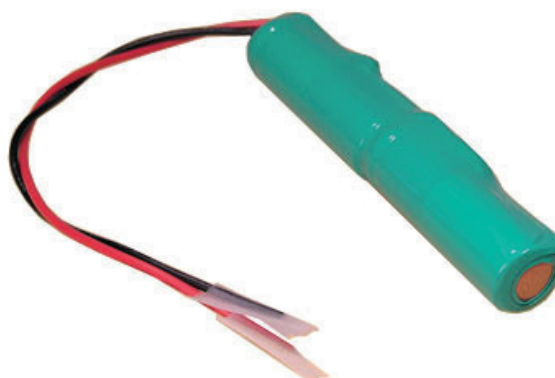
Tamaño: 19 mm (diámetro) x 92 mm

Peso: 42 gr

Precio: 13€

Enlace: batteryspace.com

Comentarios: Formada por la unión de dos baterías de 3,7V cada una.



Shenzhen slim 3,7 V

Tipo: LiPo

Voltaje: 3,7 V (x2)

Amperios: 260 mAh (x2)

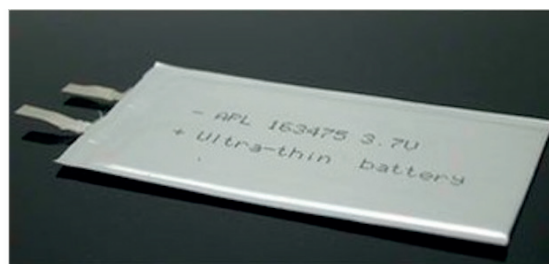
Tamaño: 75 × 34 × 1,6 mm (x2)

Peso: sin datos (x2)

Precio: Según pedido (ej: 2€ x 1000uds.)

Enlace: spanish.alibaba.com

Comentarios: Opción para apilar 2 iguales



3,7V 1500mAh 504050 batería recargable

Tipo: Polímero Litio

Voltaje: 3,7 V (x2)

Amperios: 1500 mAh (x2)

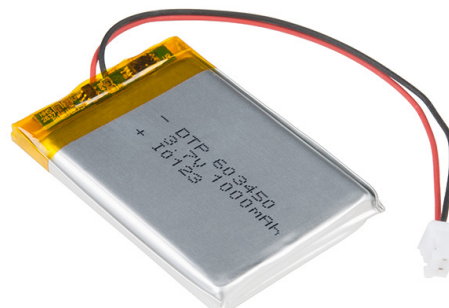
Tamaño: 50 × 40 × 5 mm (x2)

Peso: 20gr (x2)

Precio: 13€ x 5uds.

Enlace: es.aliexpress.com

Comentarios: Opción para apilar 2 iguales



Li-ion 18650 3,7 V batería recargable

Tipo: Ion Litio

Voltaje: 3,7 V (x2)

Amperios: 3500 mAh (x2)

Tamaño: 66 × 18 mm (x2)

Peso: 24gr (x2)

Precio: 0,81€/ud. (x2)

Enlace: es.aliexpress.com

Comentarios: Opción para apilar 2 iguales



A continuación se recopilarán las opciones para la alternativa de la lámina OLED de 8,9V y 320mA.

• Batería recargable para OLED de 8,9V - 320mA

Para estas especificaciones, la tensión de 9V es la medida más extendida que hay en el mercado, además de ser la más próxima a la requerida (siendo superior sólo en 0,1V). Por esto, la búsqueda se centrará en baterías recargables de 9V.

Selección de batería

Znter 9V 400mAh USB Rechargeable LiPoly Battery

Tipo: LiPo

Voltaje: 9V

Amperios: 400 mAh

Tamaño: 48 × 25 × 16 mm

Peso: 34gr

Precio: 6,5€

Enlace: hobbyking.com

Comentarios: Cable USB a parte.



LiFePO4 14505 Battery 9,6V 600mAh

Tipo: LiFePO4

Voltaje: 9,6 V

Amperios: 600 mAh

Tamaño: 55 × 46 × 26 mm

Peso: 68gr

Precio: 18€

Enlace: batteryspace.com

Comentarios: Compuesta por 3 pilas LiFePO4 (3,2V) de formato standard (AA)

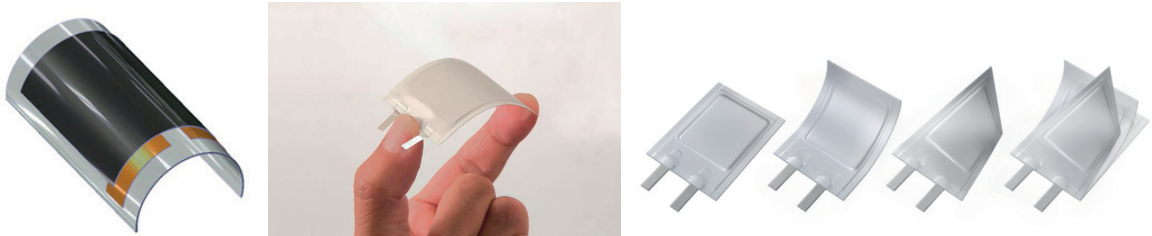


El resto de opciones existentes en esta categoría de baterías, similares a esta última, son de un voltaje mayor y de tamaños y grosores muy superiores a los deseados, por lo que directamente se rechazan como válidas para el proyecto.



Otras baterías

Existen otro tipo de baterías, mucho más delgadas y livianas, y que incluso muestran un comportamiento flexible. Estas características las hacen óptimas para su utilización en este caso particular, pues se ajustan perfectamente al propósito de una lámpara ligera y flexible. que se pretende en el presente proyecto. Sin embargo, a fecha del presente proyecto (2018), son difíciles de encontrar y adquirir en el mercado, y sus costes son todavía muy elevados. El desarrollo de estas baterías ultra-ligeras y flexibles va dirigido a su uso en teléfonos móviles, productos cuya tendencia también se dirige a este tipo de característica flexible y ligera. Por esta razón, algunas de estas baterías se tratan sólo de prototipos experimentales y no se comercializan. Su mención en esta búsqueda de información, tiene un carácter meramente anecdótico.



Selección de batería

• Criterios de selección

Todos los elementos que formarán la lámpara OLED han de ser flexibles, para que el conjunto final también lo sea. La batería que se alojará en el interior, es la excepción. Se considerará pues a esta parte (junto con el resto de elementos eléctricos que se requieran) como la única parte necesariamente no flexible. Así pues, el tamaño de la batería y sus dimensiones se traducirán en el tamaño y las dimensiones de la parte rígida del conjunto, afectando a la percepción de flexibilidad total del conjunto.

Por esta razón, el orden de prioridad a la hora de seleccionar la batería más adecuada se establecerán como:

1 • dimensiones

Se pretende que el producto final sea flexible en su mayor parte, luego la parte rígida (la batería) habrá de tener las dimensiones más reducidas posibles.

2 • precio

Durante el proyecto se darán circunstancias (como procesos de fabricación, elementos estándar, materiales, etc) donde seguramente los costes vendrán dados de forma que no se podrá actuar sobre ellos. Como se pretende que el producto final sea lo más económico posible, la importancia del precio en este caso se plantea como una oportunidad de abaratar costes.

3 • mAh

La cantidad de mAh afectará al tiempo de autonomía y determinará las horas de uso sin estar conectado a la red eléctrica. Aunque esta parte es importante, por lo razonado anteriormente se puede valorar el “sacrificar” un cierto tiempo de autonomía si las dimensiones o los costes así lo justifican.

4 • peso

Los diferentes pesos oscilan dentro de un rango que va de los 40gr a los 80gr aproximadamente. Con una diferencia máxima entre todas las opciones, que puede afectar al producto final en unos ± 40 gr, se considera (respecto al resto) la condición menos importante.

• Conclusiones y selección

Con todo lo expuesto anteriormente, se concluye en primer lugar que, en cualquiera de los casos la tensión nominal de trabajo de las láminas OLED (6,4V y 8,9V) no coincide con en de las baterías existentes (que poseen un voltaje algo superior según el modelo). Con esto, se evidencia la necesidad de incorporar un regulador junto a la batería que ajuste las tensiones de entrada y de salida.

La opción de utilizar distintas baterías para distintos modelos, supondría a su vez una diferencia de tamaño a la hora de diseñar el conjunto, pues habría que considerar espacios a medida donde acomodar las distintas baterías. Como en el apartado anterior se ha establecido el uso necesario de un regulador de tensión, se concluye que sea una única batería la que proporcione la energía necesaria, independientemente del modelo de luz o lámpara (si lo hubiera).

Un regulador de tensión es una pieza muy pequeña y común, y se añadirá al pequeño circuito que controlará el botón de encendido, etc. (*anexo diseño conceptual*)



Ejemplo de reguladores de tensión más comunes para circuitos

La decisión de utilizar una única batería acompañada de un regulador, se apoya además, en el hecho que adaptar un regulador según los requisitos del modelo, es mucho más fácil, sencillo y económico, que la opción de diseñar y fabricar distintos productos con espacios y medidas diferentes donde ubicar las distintas baterías.

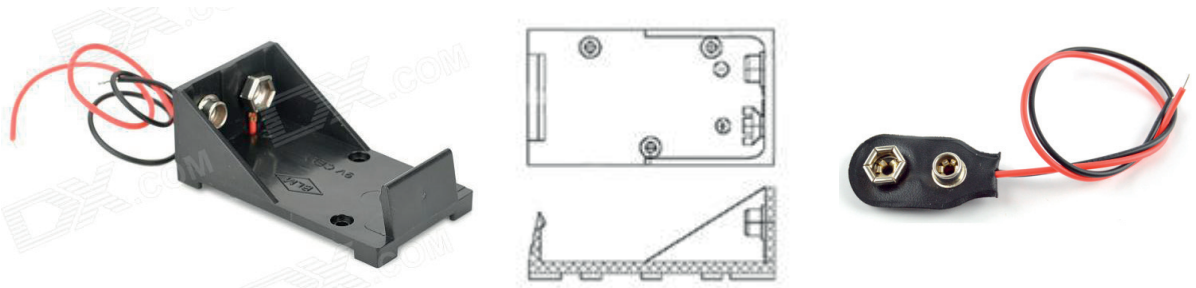
La utilización de una batería que cubra todos los modelos, supone elegir una de 9V, por ser la de mayor voltaje y abarcar así las necesidades del resto de variedades de OLED.

Con 9 voltios, por ser la más pequeña, la más extendida en el mercado (con medidas estándar), la más ligera y más barata, se selecciona la alternativa siguiente:



Selección de batería

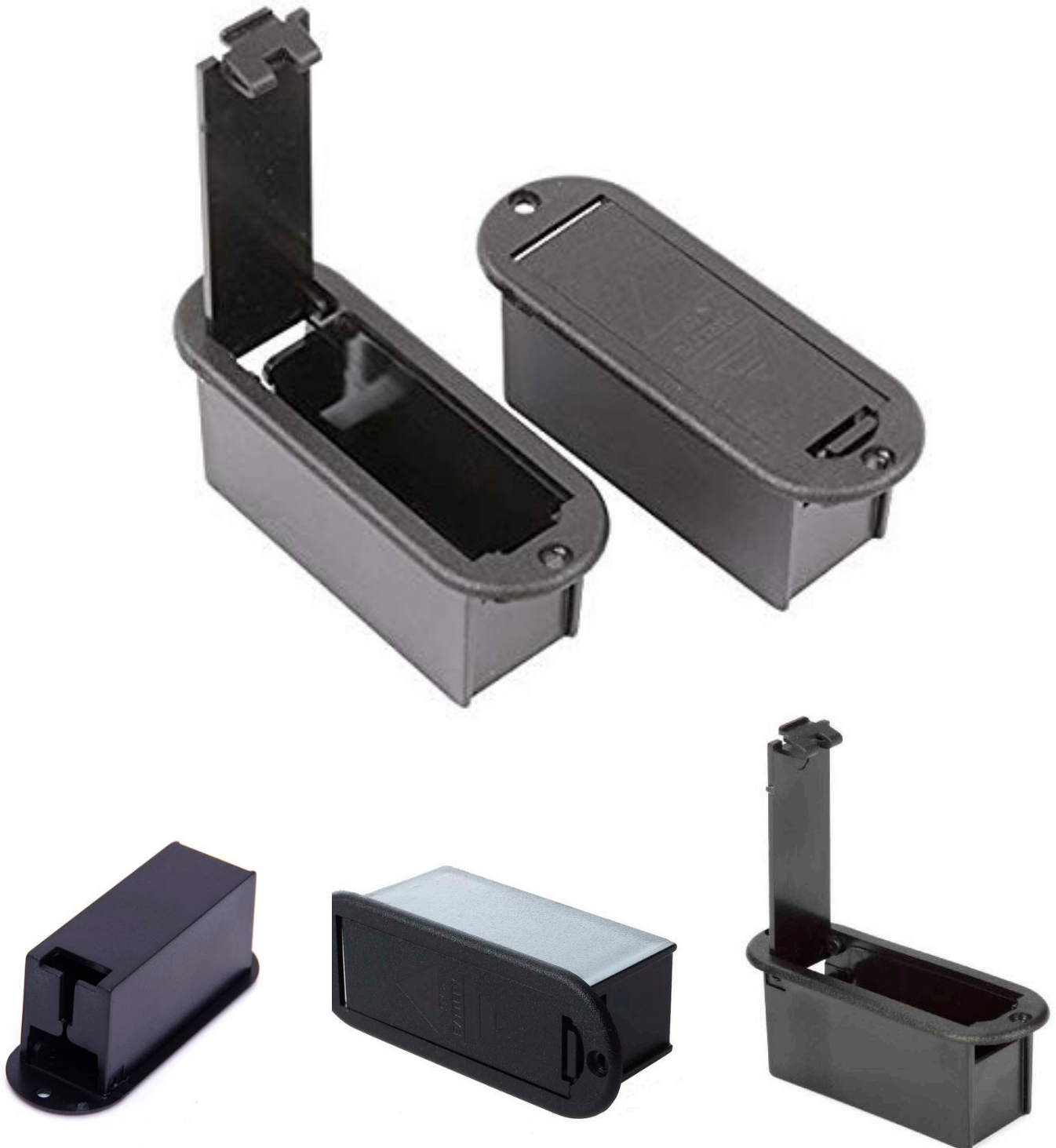
La batería seleccionada además, por tratarse de un voltaje muy utilizado, su forma y sus medidas son muy comunes, y están tan extendidas que se asumen como estandarizadas en la fabricación de todo tipo de productos. Esto se refleja en el hecho que se pueden encontrar diversos elementos y complementos relacionados con esta batería. Esto supone también una ventaja a la hora de necesitar cualquier recambio, encontrar proveedores u otros complementos que pudieran necesitarse en el futuro.



**Battery
Boxes**

• **Contenedor de batería seleccionado**

La propia tapa que incluye el contenedor de la batería, se utiliza en el producto final como acceso a la misma en el caso de sustitución.

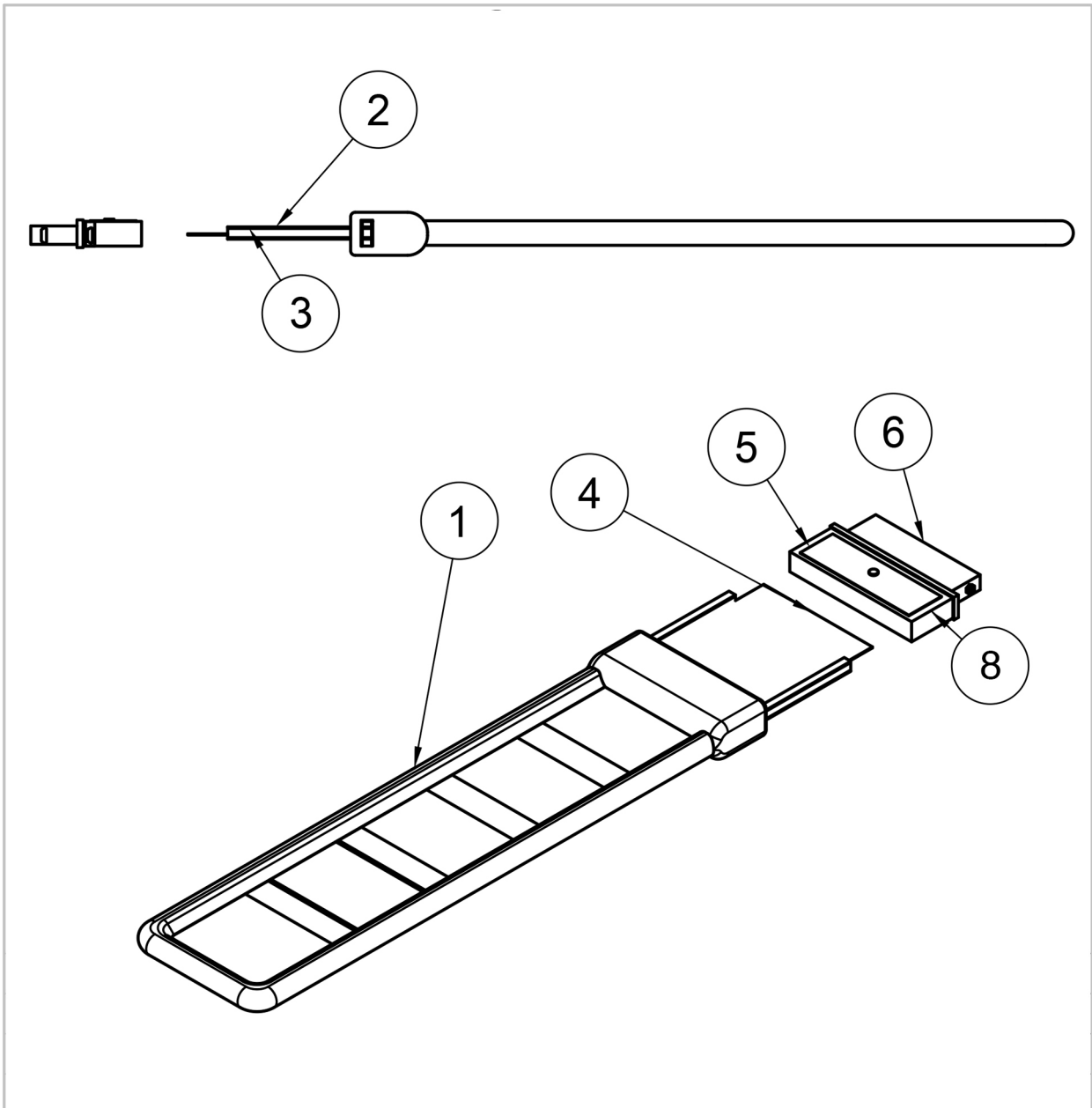


Volumen III. Planos

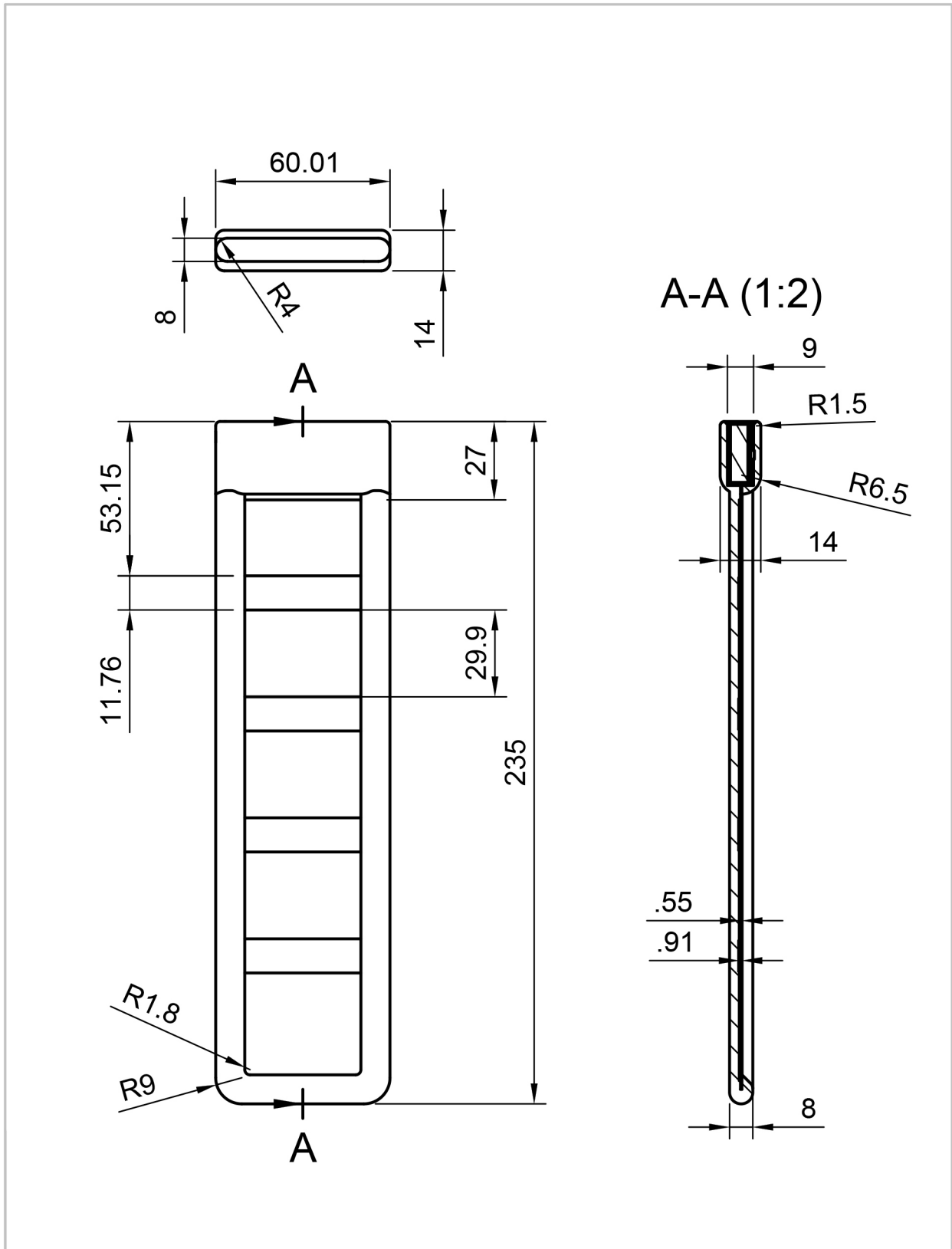
Planos

Índice de planos

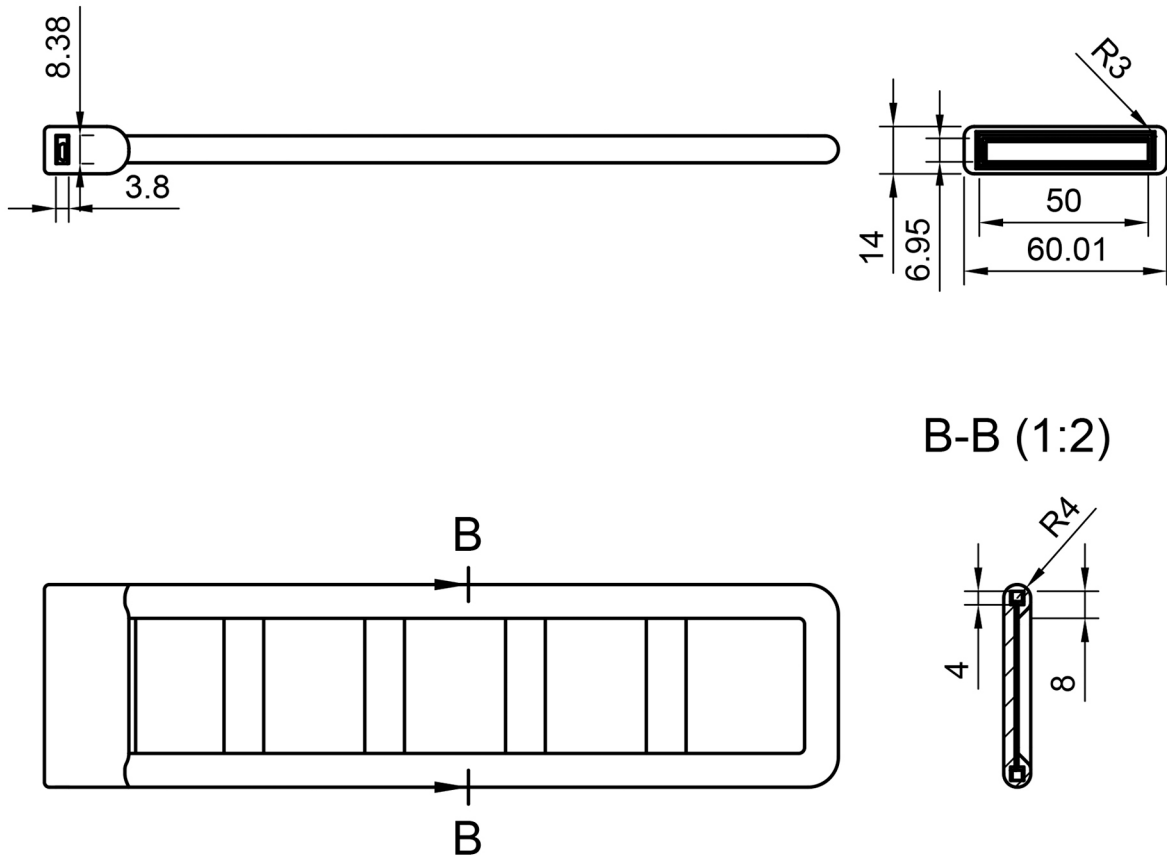
1. Plano de conjunto
2. Estructura de silicona I
3. Estructura de silicona II
4. Varillas de aluminio
5. Lámina de acero
6. Tamaño alternativo



1	Estructura de silicona	1	Plano 1 y 2	Silicona
8	Láminas de acero	2	Plano 3	Acero
2	Varillas de aluminio	3	Plano 4	Aluminio
1	Lámina OLED de 200 x 50 mm	4	Comercial	
1	Microchip con interruptor	5	Comercial	
1	Batería	6	Comercial	
1	Caja para la batería	7	Comercial	
Nº Piezas	Denominación	Marca	Comercial	Material
Observaciones		Título: Plano conjunto lámpara		Plano nº: 1
				Hoja nº: 1 de 6
Escala 1 : 2	Un. dim. mm 		Dirigido por: Jorge Cabo Civera	Fecha: Julio 2018
		Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals - ESTCE	Comprobado: Jorge Cabo Civera	Fecha: Julio 2018

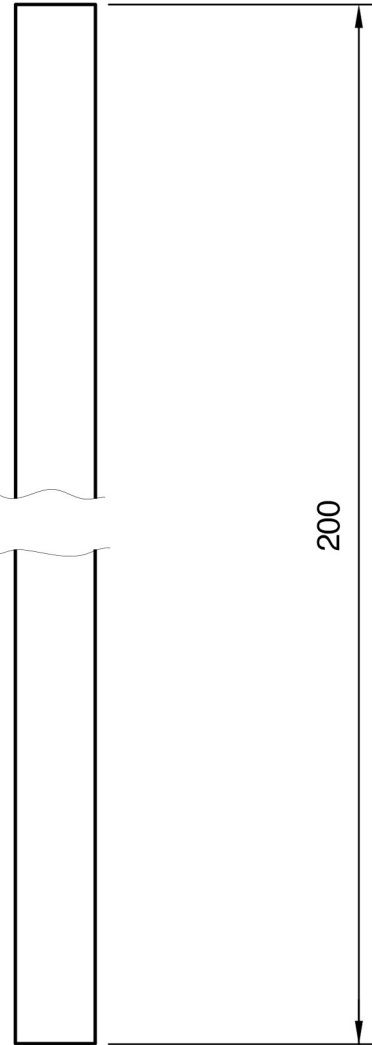
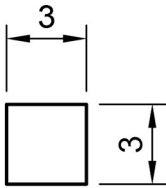


Observaciones		Título: Estructura Silicona 1	Plano nº: 2
			Hoja nº: 2 de 6
Escala 1 : 2	Un. dim. mm 	UNIVERSITAT JAUME I Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals - ESTCE	Dirigido por: Jorge Cabo Civera Comprobado: Jorge Cabo Civera Fecha: Julio/2018 Fecha: Julio/2018

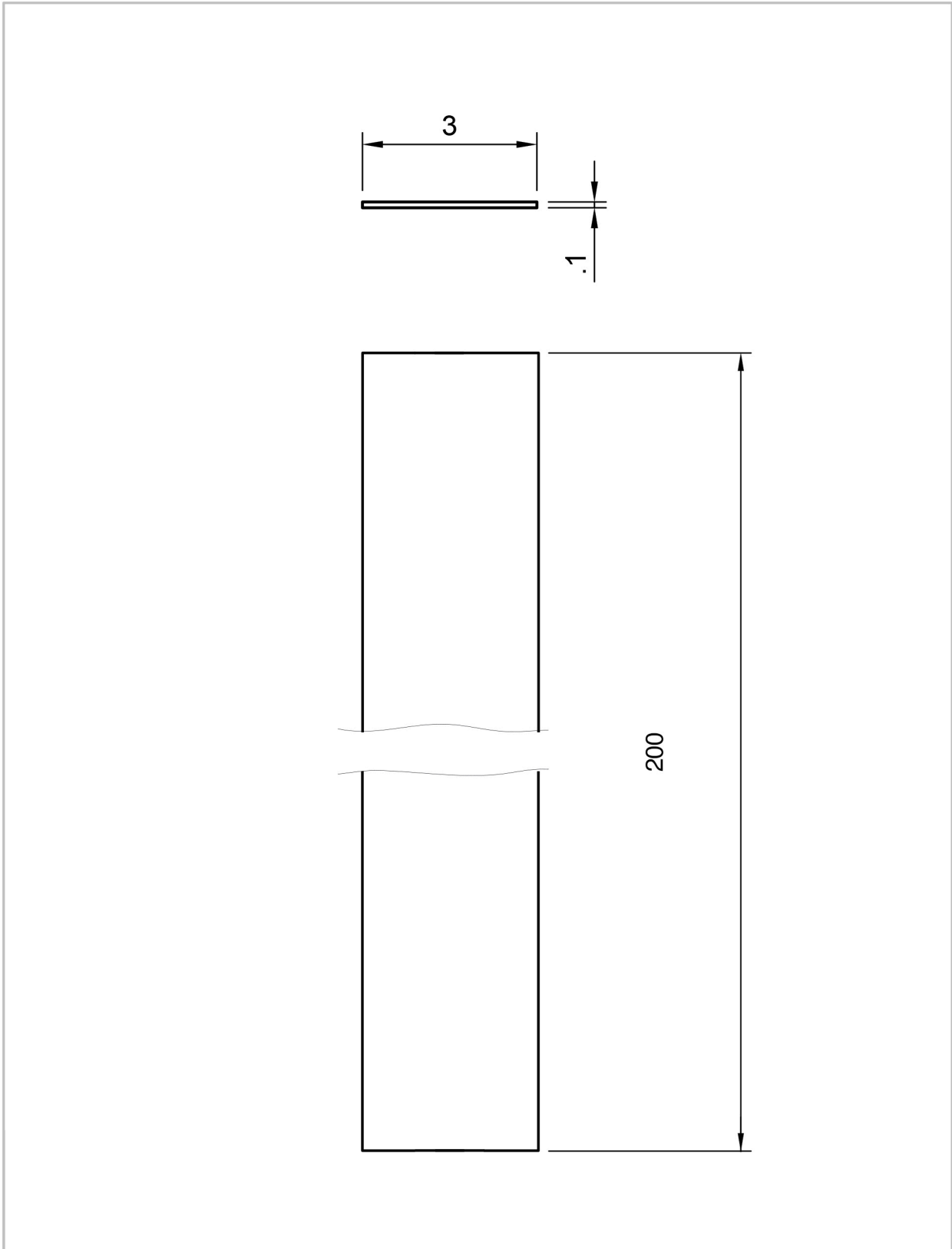




Observaciones		Título: Estructura Silicona 2		Plano nº: 3	
				Hoja nº: 3 de 6	
Escala 1:2	Un. dim. mm 		Dirigido por: Jorge Cabo Civera		Fecha: Julio/2018
			Comprobado: Jorge Cabo Civera		Fecha: Julio/2018

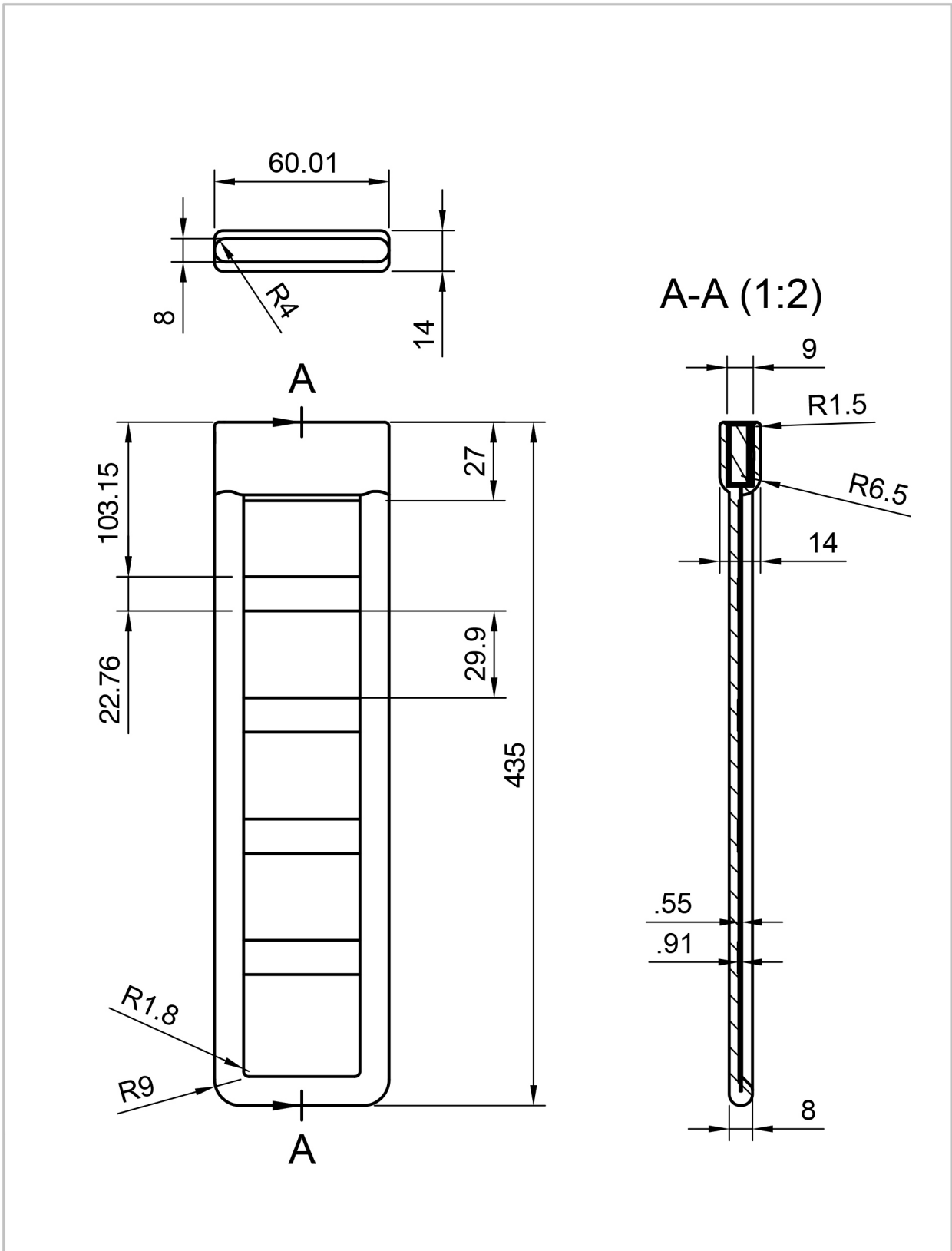
Planos



Observaciones		Título: Plano varillas aluminio		Plano nº: 4
				Hoja nº: 4 de 6
Escala 4 : 1	Un. dim. mm 	 UNIVERSITAT JAUME I Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals - ESTCE	Dirigido por: Jorge Cabo Civera	Fecha: Julio/2018
			Comprobado: Jorge Cabo Civera	Fecha: Julio/2018



Observaciones		Título: Láminas de acero		Plano nº: 5
				Hoja nº: 5 de 6
Escala 10:1	Un. dim. mm 	 UNIVERSITAT JAUME I Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals - ESTCE	Dirigido por: Jorge Cabo Civera	Fecha: Julio/2018
			Comprobado: Jorge Cabo Civera	Fecha: Julio/2018



Observaciones		Título: Estructura Silicona Tamaño Alternativo		Plano nº: 6
				Hoja nº: 6 de 6
Escala 1 : 2	Un. dim. mm 	UNIVERSITAT JAUME I Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals - ESTCE	Dirigido por: Jorge Cabo Civera Comprobado: Jorge Cabo Civera	Fecha: Julio/2018 Fecha: Julio/2018

Volumen IV. Pliego de Condiciones

1. Descripción de los materiales

En este apartado se enumeran y describen las materias primas necesarias para el adecuado desarrollo del producto.

A continuación se plantea la selección del material más óptimo, características del mismo y propiedades:

• **Silicona LSR (*liquid silicon rubber*)**

El material propuesto es la silicona líquida para moldeo por inyección. La tipología más adecuada es la variante de silicona LSR, la cual posee propiedades mecánicas resistentes dentro de los elastómeros, para su uso en el moldeo por inyección de la estructura de silicona necesaria en este proyecto.

El moldeo por inyección de silicona líquida posee una serie de ventajas en la fabricación de piezas de silicona. Las principales ventajas y características a la hora de realizar la estructura del producto con silicona LSR inyectada por moldeo son:

- Velocidad del proceso de fabricación.
- Excelente acabado del producto.
- Refuerzo mecánico.
- Es un gran aislante eléctrico.
- Resistencia a altas y bajas temperaturas así como, a la intemperie, ozono o humedad.
- Minimiza la opacidad en aplicaciones transparentes.
- Posee características hidrofóbicas: absorbe pequeñas cantidades de agua y evapora rápidamente.
- Flexibilidad.
- Gran resistencia a la deformación por compresión.
- Suavidad al tacto.
- No mancha ni ensucia.
- Posee una larga vida útil.

Prop. mecánicas	Valor Típico Unidad
Tensión (73°F)	15.0 a 750 psi
Densidad (73°F)	1.07 a 1.26 g/cm ³
Vida útil (73°F)	1400 min
Dureza Shore (73°F)	7 a 80
Tensión (73°F)	300 a 1370 psi
Elongación en el Punto de Ruptura (73°F)	180 a 1100 %
Resistencia al Rasgado (73°F)	30.0 a 260 lbf/in

• Varillas de aluminio

Las piezas de aluminio necesarias para el ensamblaje interno del producto, corresponden a varillas de aluminio macizo anodizado de 4mm de diámetro.

Este material se comercializa en varillas de 1m de longitud que, posteriormente en el proceso de fabricación, se cortarán y prepararán para acoplarlo en medida a la estructura de silicona, en cuyo interior se alojan.

Las principales características y ventajas que se obtienen en el uso de este material para el producto de este proyecto, son las siguientes:

- Alta conductividad eléctrica.
- Bajo coste económico.
- Resistencia a la corrosión.
- Es reflectivo y buen conductor térmico.
- Es altamente moldeable. Se puede fundir, inyectar, maquinar, laminar, forjar, extruir, y soldar.
- Es 100% reciclable.
- No es tóxico al organismo humano.
- Resistente a la intemperie.
- Buen acabado final.

En cuanto a las características mecánicas se destacan las siguientes:

- Coeficiente de Poisson: 0.34
- Módulo de elasticidad: 6.900 kg/mm² Módulo de torsión: 2.700 kg/mm²

Y sus características eléctricas corresponden a los siguientes valores:

Resistividad eléctrica a 20°C

Aleación	Resistividad eléctrica a 20°C c2/m
AA 6063	0,035
AA 6261	0,037
AA 1100	0,030

Descripción de los materiales

• Láminas de acero inoxidable

Las láminas de acero inoxidable, necesarias para el desarrollo de la lámpara flexible Oled, son planchas de 0,1mm de grosor que, posteriormente se cortarán y prepararán para el montaje del producto acabado.

Se utiliza este tipo de material por su adecuación en características y las ventajas que aporta, que son las siguientes:

- Posee una gran densidad.
- Es moldeable: Se puede contraer, dilatar o fundir, según la temperatura.
- Es relativamente dúctil, lo que supone la posibilidad del corte en formato alambre.
- Es maleable: Se puede transformar en láminas muy delgadas, entre 0,5 y 0,1 mm de espesor.
- Permite una buena mecanización en máquina.
- Dureza y resistencia al uso, lo que hace evitar fracturas.
- Es inoxidable gracias a su aleación.
- Posee una alta conductividad eléctrica.
- 100% reciclable.



2. Elementos comerciales

Los elementos comerciales de este apartado, corresponden a los componentes del proyecto que, como producto acabado, se proponen comprar a proveedores o distribuidores comerciales.

Los elementos necesarios para conformar la lámpara flexible OLED son los siguientes:

• **Batería recargable de 9V con micro USB opcional**

La batería recargable de 9V está equipada, de manera adicional, con un micro USB que hace que su uso sea más polivalente.

Las características generales de este elemento son las siguientes:

Marca: ZNTER

Nombre: S19 USB recargable de 9V de la batería

Material: Impermeabilización de la cáscara de plástico

Tipo de celda: pila de batería A + Lithium Polymer

Entrada: Micro USB (5V)

Salida: 9V

Tensión de carga: 4.25V

Capacidad de la batería: 400mAh

Capacidad energética: 3.6Wh

Duración de la batería: > 3000 veces

Tiempo de carga: 1,5 horas

Compatibilidad: batería de 9V

Color: Negro y verde

Tamaño: 48mm * 25mm * 16mm

Peso: cerca de 25g



• Contenedor batería

Contenedor de batería de 9v con montaje plano. Su fácil acceso permite que la batería sea reemplazada de manera práctica.

Las principales características son las siguientes:

- Marca: Kmise
- Modelo: A1032
- Unidad de peso: lb
- Peso de Paquete: 0.02
- Ancho: 3.56
- Alto: 3.30
- Largo: 9.65



• Cableado

Cableado necesario para conectar, en dos tramos los distintos elementos del producto. El primero, va de la batería al circuito con driver y, el segundo, del circuito a la lámina OLED.

Este cableado mantiene su polo positivo y negativo, coloreado el mediante rojo y negro de los cables.



Elementos comerciales

• Circuito con driver

Corresponde con la fuente de alimentación e interruptor del producto acabado.

Para el funcionamiento de la lámpara flexible OLED, es necesario tener este elemento que, convierte la corriente alterna de la red en corriente continua apta para los dispositivos de iluminación OLED y LED.

El módulo propuesto en este proyecto es el modelo Ag201 de Silvertel.

Es un módulo de controlador de OLED de entrada de DC de baja tensión extremadamente versátil.

Sus características son las que a continuación se detallan:

Amplio rango de voltaje de entrada DC – 12V a 57V

Corriente de salida programable – 350mA, 500mA, 700mA, 1A

Regulación Digital

Oscilación libre de parpadeo (1.25KHz)

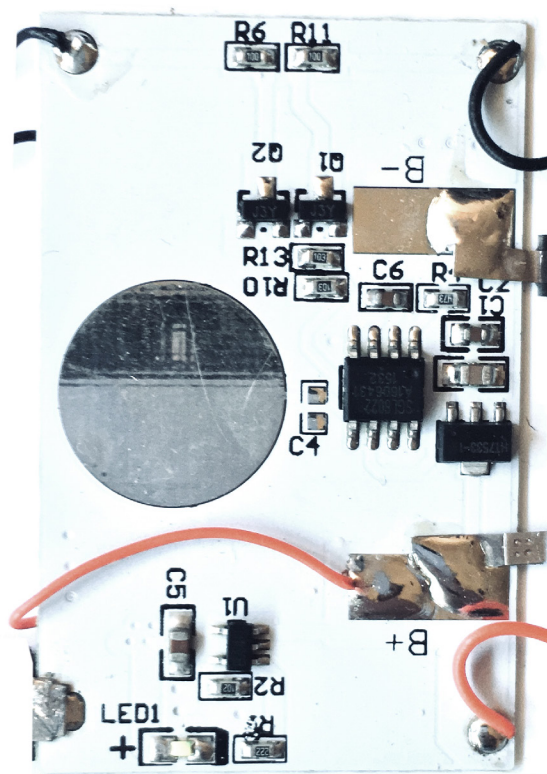
Potencia máxima de salida 24W

Tensión de la cadena (o / p) de 3V a 35V

Protección de sobre y bajo voltaje

No se requiere condensador electrolítico

Control incorporado



• Lámina flexible OLED

Para el desarrollo de este proyecto, se utiliza la lámina flexible OLED de la marca LG y el modelo de dimensiones 200x50mm.

La elección de esta lámina se ajusta al desarrollo del producto por su flexibilidad, sus dimensiones y las propiedades que le confieren la tecnología OLED.

Las características del modelo propuesto son las que a continuación se detallan en la siguiente tabla:

MODELO		LL081FR1-53P1	LL081FR1-54P1
CCT	K	3.000	4.000
Consumo de energía	W	1,38	
Flujo	lm	75	
Eficacia	lm/W	55	
Voltaje	V	8,6	
Corriente continua	mA	160	
CRI	Ra	93	
Uniformidad	%	85	
Grosor	mm	0,41	
Peso	grs	<5	
LT70	horas	30.000	20.000

Elementos comerciales



3. Embalaje

Los elementos de embalaje necesarios para el envasado del producto y su, transporte, envío y comercialización son los tres establecidos en este proyecto: papel protector como envoltorio, caja de cartón y cinta adhesiva.

A continuación se detallan sus características generales:

• **Papel protector**

El papel protector elegido para envolver el producto acabado y conformado como su primer embalaje, es el papel burbuja.

Descripción del producto:

Rollo de papel de burbujas con capa de protección contra pérdida de aire - Medidas: 65 cm ancho 100 m de largo - 10 mm de diámetro aprox. y 4,2 mm de alto.



Embalaje

• Caja de cartón

La caja de cartón es la parte exterior del embalaje que contiene el producto final acabado.

Caja troquelada de una pieza con tapa y pestañas de cierre. Sus dimensiones estándar, 260×80×25mm, son las adecuadas para introducir en su interior la lámpara flexible OLED, y mantener las condiciones necesarias para su protección y transporte. Gracias a la estandarización de sus medidas, se abaratan los costes de producción de este elemento de embalaje.



• Cinta adhesiva

La cinta adhesiva es la que fleja la caja de cartón para asegurar su adecuado transporte y el cierre óptimo de cualquier parte de la caja.

Su color es transparente y se proporciona en rollos de 50m y su anchura es de 50mm.



4. Condiciones de fabricación

1 Condiciones para moldeo por inyección de LSR

El diseño de piezas para LSR y termoplásticos es similar, pero es preciso tener en cuenta una serie de directrices específicas para LSR:

• Tamaños y dimensiones máximas*

Tamaño 304mm x 203mm x100mm

Volumen 217 000 mm³

Profundidad No superior a 50 mm a partir de la línea de apertura; las piezas más profundas han de tener un contorno más pequeño.

Superficie proyectada 31 200 mm²

• Tolerancias que tomar en cuenta

+/- 0.08 mm + 0.025 mm/mm

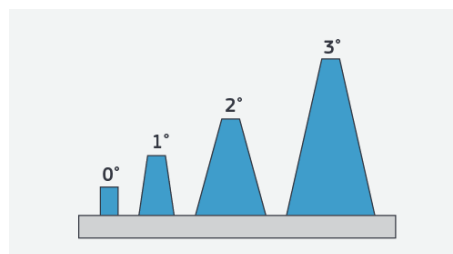
El índice de encogimiento con LSR es bastante alto con una tolerancia prevista de 0.025 mm/mm. LSR también tiene tendencia a formar rebaba con mucha facilidad durante el moldeo (en huecos pequeños de hasta 0,005 mm)

• Acabados superficiales

- PM-T1: SPI-C1 + granallado ligero
- PM-T2: SPI-C1 + granallado medio

• Ángulo de desmoldeo

- Caras verticales 0.5°
- Mayor parte de las situaciones 2°
- Mínimo para cierre 3°
- Mínimo para textura ligera (PM-T1) 3°
- Mínimo para textura ligera (PM-T2) 5°+



Aunque lo habitual es un ángulo de inclinación de 1 grado en las piezas de LSR, se puede tolerar ocasionalmente un ángulo de inclinación cero en piezas poco profundas. La naturaleza de la LSR permite ajustar más las normas del ángulo de inclinación que los termoplásticos, siempre que la construcción del molde lo permita.

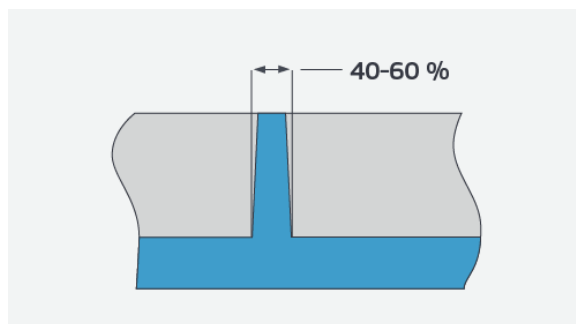
* Datos aportados por la empresa "ProtoLabs"

Condiciones de fabricación

• Grosor de pared

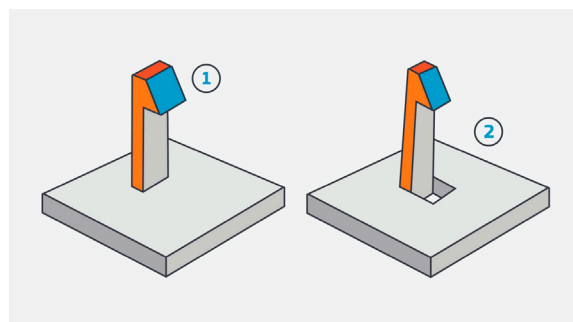
Recomendaciones sobre grosor de pared en el moldeo de LSR:

- Son posibles paredes de solo 0,25 mm de grosor, dependiendo del tamaño de la pared y de la ubicación de las secciones más gruesas adyacentes.
- El espesor de la nervadura debería ser entre 0,5 y 1,0 veces el grosor de la pared adyacente.
- Normalmente, los radios de los filetes interiores deben ser aproximadamente iguales al grosor de las paredes. Los radios que sean mucho más grandes o más pequeños que dicho grosor podrían provocar porosidad.



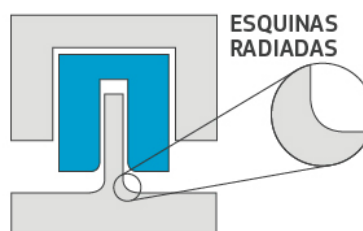
• Contrasalidas

- El moldeo de LSR permite la posibilidad de producir piezas con contrasalidas.
- El operario de la prensa puede eliminar fácilmente muchas contrasalidas sencillas sin necesidad de ayuda mecánica.
- La viabilidad de piezas con contrasalidas debe revisarse caso por caso.



• Radios

- Las esquinas tendrán radios en lugar de ángulos (utilizar proceso de Fresado CNC).
- Los radios resultantes se deben identificar antes del fresado del molde.



• Expulsión de la pieza

- Normalmente, no se suelen utilizar pivotes eyectores durante el moldeo con la LSR, debido a la naturaleza tendente a formar rebaba del material. Por ello, las piezas deben diseñarse de tal forma que puedan conservarse en una mitad del molde cuando se abre al final del ciclo de moldeo. La pieza es entonces desmoldeada, a menudo con ayuda de aire.

• Molde*

El moldeo por LSR comparte muchas características con el moldeo por inyección convencional, pero presenta algunas diferencias significativas.

Al contrario que la resina termoplástica, que se funde antes de la inyección, LSR es un compuesto termoestable sin correderas que se enfría antes de inyectarlo en un molde caliente y, en último lugar, se endurece hasta convertirse en una pieza final.

Dada la naturaleza flexible de la LSR, las piezas se extraen manualmente del molde, por lo que no es necesario crear pivotes eyectores en el diseño del molde.

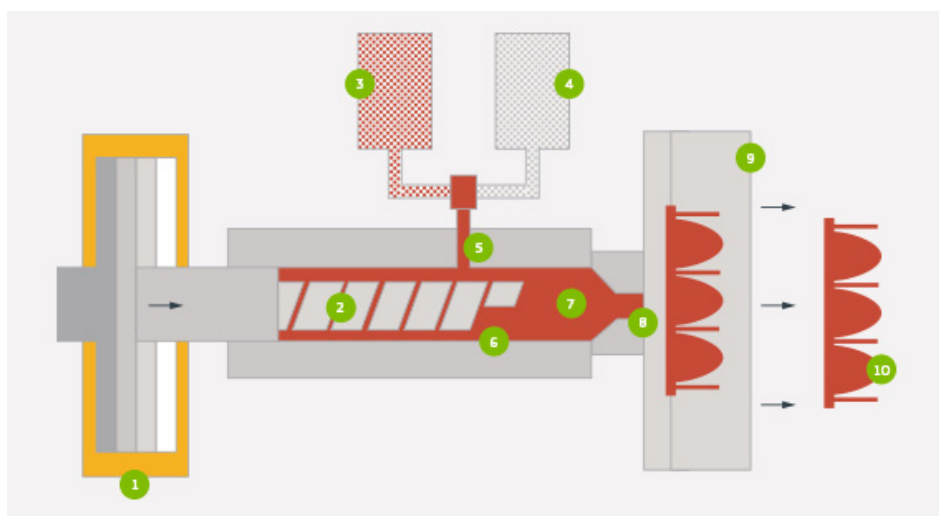
El Moldeo con Silicona Líquida es un proceso termoestable que combina una mezcla de dos componentes y procede a su endurecimiento térmico en un molde usando un catalizador de platino para obtener una pieza final de LSR.

Una vez fresado el molde, se pule a mano según las especificaciones y acabados.

Con el molde terminado, hay que ajustar con precisión el aporte de LSR para el control exacto de la cantidad de inyección, con el fin de producir las piezas de LSR más uniformes.

Por su naturaleza termoestable, el estado de moldeo de la LSR es permanente (es decir, una vez estabilizada, no se puede volver a fundir como un termoplástico).

Una vez finalizado el proceso, las piezas (o una tirada inicial de muestra) se embalan y se envían.



* Descripciones extraídas a través de la empresa "ProtoLabs"

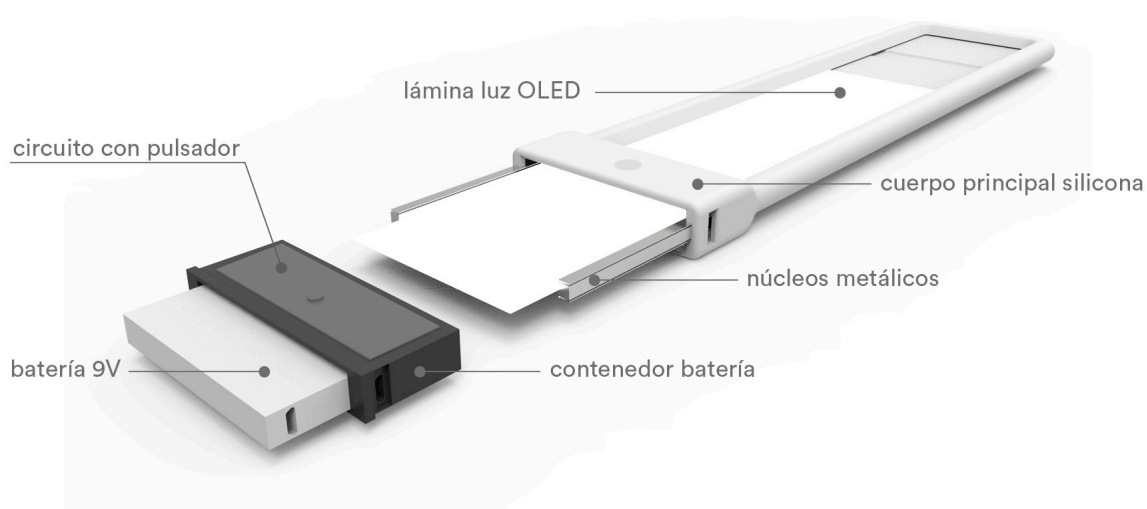
5. Condiciones de montaje

Los elementos para el montaje de la lámpara flexible OLED son todos aquellos componentes que conforman el producto acabado y que, a continuación se relacionan:

- 1 estructura de silicona.
- 1 Lámina OLED.
- 2 Varillas de aluminio.
- 8 Láminas de acero.
- 1 batería recargable de 9V con micro USB.
- 1 Contenedor de la batería.
- 1 Circuito con driver.
- Cableado.

Las condiciones de montaje de la lámpara flexible OLED con los anteriores elementos, requiere de la consecución ordenada de los siguientes pasos:

1. Colocación de las varillas de aluminio en los laterales al uso de la estructura de silicona.
2. Colocación de las láminas de acero en los laterales al uso de la estructura de silicona.
3. Introducción de la lámina OLED en la parte central y sobre las guías de la estructura de silicona.
4. Introducción de la batería en su contenedor.
5. Conexión de la batería al cableado.
6. Conexión del circuito con driver al cableado y encajado del mismo, en la estructura de silicona.
7. Colocación de la batería y contenedor en el interior de la estructura de silicona.



6. Condiciones de uso

A. Manipulación y seguridad

1. Desempaquete la caja de embalaje con cuidado. Retire el plástico de embalaje suavemente y con cuidado de la caja de embalaje.
2. Durante la descarga y el manejo, se requiere evitar posibles golpes para evitar roturas dle producto.
3. Maneje los paneles con precaución. Se debe evitar el estrés mecánico, como golpes y presiones en la superficie del panel (área activa, área de la cavidad del vidrio de encapsulación) para evitar el agrietamiento del vidrio, la delaminación, el rayado de la película y el daño de la estructura interna. No presione ni suelte el panel.
5. Proteja la superficie del panel de arañazos. Evite el contacto directo en la superficie del panel y no apile los paneles uno encima del otro.
6. Evite el contacto con productos químicos como solventes.
7. Para eliminar partículas / materiales extraños y manchas en la superficie, limpie suavemente la superficie del panel con un paño no abrasivo.
8. En caso de rotura, evite el contacto directo con las manos desnudas. No trague partículas, virutas o materiales.
9. En caso de conectar varios paneles, se recomienda encarecidamente la conexión en serie.

B. Almacenamiento y operación

1. Almacene y opere los paneles OLED dentro de los rangos especificados en las especificaciones del producto en la página 11. La temperatura recomendada es de 25 ° C; La humedad relativa recomendada está por debajo del 70% (RH). (La alta temperatura y la humedad pueden causar la degradación de la película, la generación de burbujas y la delaminación de la película)
2. Almacene los paneles en las bandejas y bolsas de ESD entregadas desde LG Display.

C. Disposición

1. Deseche los materiales OLED / paneles / módulos de acuerdo con las leyes y regulaciones ambientales de cada región. Si es necesario, consulte con agencias calificadas sobre tratamiento de desechos industriales.

D. Instalación

1. Siga las instrucciones de montajes recomendadas así como las especificaciones eléctricas descritas en el modelo obtenido.

Volumen V. Estado de Mediciones

0. Estado de mediciones

En el volumen actual, se muestran, de manera pormenorizada, cada componente del producto final, desglosado en elementos así como en tiempos y costes de fabricación.

El objetivo final es fijar, en base a las distintas mediciones con las que se deberá contar, el coste final de fabricación de dicho producto, incluyendo montaje, embalaje, costes directos e indirectos. De este modo, a partir de su coste de fabricación, se podrá establecer precio final de venta, amortización y rentabilidad.



Elementos

1. Elementos

En este apartado se detallan los componentes del producto, contando con cantidades necesarias, material, dimensiones y peso.

Además, se especifica sus costes, tanto de los elementos del producto como del embalaje, para definir los costes totales de todos los elementos que intervienen en la fabricación del producto.

A tener en cuenta en la tabla *Costes del Producto*, será el coste específico del molde de inyección, establecido para una propuesta de producción de 10.000 unidades del producto.

• Componentes del producto

Elemento	Cantidad	Material	Dimensiones mm	Peso
Batería 9V recarg. con micro USB	1 ud	plástico el. químicos	1 ud	50 gr
Contenedor de batería	10 ud	plástico	1 ud	10 gr
Circuito con driver	5 ud	plástico electrolitos	1 ud	65 gr
Lámina OLED	1 ud	oled	200×50×0,41 mm	5 gr
Cableado	1000 mm	plástico m. eléctrico	100 mm	5 gr
Estructura de Silicona LSR	1 ud	silicona LSR	235×60×14 mm	100 gr
Aluminio, varillas	1000 mm	aluminio	3×3×200 mm	30 gr
Acero, láminas	1 m ²	acero	3×0,1×200 mm	100 gr
Envoltorio protector del producto	10000 mm	papel burbuja	250×80×25 mm	10 gr
Caja de embalaje 250×80×20 mm	50	cartón	1 ud	100 gr
Cinta adhesiva	10000 mm	p. adhesivo	60 mm	2 gr
Peso Total				477 gr

• **Costes del Producto**

Elemento	Cantidad	Coste ud/€	Cantidad necesaria/prod	Coste Final €
Batería 9V recarg. con micro USB	1 ud	6,50	1 ud	6,50
Contenedor de batería	10 ud	7,00	1 ud	0,70
Circuito con driver	5 ud	7,82	1 ud	1,56
Lámina OLED	1 ud	59,00	1 ud	59,00
Cableado	1000 mm	8,5	100 mm	0,85
Silicona LSR, granza	1 Kg	6,50	200 gr	1,30
Aluminio, varillas	1000 mm	0,70	400 mm	0,28
Acero, láminas	10 ⁶ mm ²	4,00	1600 mm ²	6,40
Molde para inyección	1 ud	17.000	1 molde/ 10.000 ud	1,7

• **Costes del Embalaje**

Elemento	Cantidad	Coste ud/€	Cantidad necesaria/prod	Coste Final €
Envoltorio protector del producto	100	10,00	1 ud	0,10
Caja de embalaje 250×80×20 mm	50	72,50	1 ud	1,45
Cinta adhesiva	10000 mm	32,00	60 mm	1,92

• **Costes Totales Elementos**

Elementos	Coste Final €
Costes del producto	78,29
Costes del embalaje	3,47
Coste Total	81,76

2. Fabricación

Los costes de fabricación del producto se establecen a partir del tiempo necesario de fabricación de todos sus elementos y, también de las operaciones previas y posteriores necesarias para la obtención de su estado acabado.

Para ello, en este apartado contemplamos los tiempos y costes del conformado del producto y también del moldeo por inyección.

El coste de la mano de obra consiste en la relación existente entre el tiempo invertido del operario y el coste de la hora estimado, en este caso 18€/hora.

A continuación, se detallan las operaciones, tiempos y costes en las siguientes tablas:

• Tiempos y Costes de Conformado del Producto

Componente	Operación	Área m ²	Tiempo op./pza min	Coste mano obra* €/h	Coste op/pz	Nro pzs	Coste Final €
Alumino	corte	3×3	0,76	18	0,228	2	0,45
Acero	corte	3×0,1	0,88	18	0,264	8	2,11
Aluminio	lijado	3×3	0,38	18	0,114	2	0,23
Acero	lijado	3×0,1	0,44	18	0,132	8	1,06
Tiempo Total Proceso			2,46	Coste Total Proceso			3,85

*Coste estimado según €/hora de operario

• Tiempos y Costes de Moldeo por Inyección

Componente	Operación	Volumen m ³	Tiempo op./pza min*	Coste mano obra* €/h	Coste op/pz	Nro pzs	Coste Final €
Estructura silicona	Inyección	0,60×10 ⁻⁴	0,68	18	0,204	1	0,204
Estructura silicona	Extracción		0,37	18	0,111	1	0,111
Tiempo Total Inyección			1,05	Coste Total Inyección			0,315

*Coste estimado según €/hora de operario

*El cálculo de los tiempos de fabricación mediante inyección de las piezas, se han establecido de forma estimativa, según lo proporcionado en la asignatura *Tecnologías del plástico y diseño de producto*.

3. Montaje

En este apartado se establecen, de manera estimativa, los costes del montaje de cada elemento del producto final así como de su embalaje, en base a los tiempos destinados a cada operación.

El coste de la mano de obra consiste en la relación existente entre el tiempo invertido del operario y el coste de la hora estimado, en este caso 18€/hora.

A continuación, se detallan las operaciones, tiempos y costes (unitario y final) en las siguientes tablas:

• Tiempos y Coste de Montaje

Operación	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo Total (min)	Coste Final €
Colocación varillas aluminio a estructura de silicona	0,10	2	0,20	0,06
Colocación lámina acero a estructura de silicona	0,10	8	1,20	0,36
Introducción lámina OLED a estructura de silicona	0,20	1	0,20	0,06
Introducción de batería en su contenedor	0,15	1	0,15	0,04
Conexión de batería a cableado	0,50	1	0,50	0,15
Conexión y encajado de circuito con driver a cableado	1,34	1	1,34	0,80
Colocación de batería y contenedor en interior de estructura silicona	0,40	1	0,40	0,12
Tiempo Total			3,99	1,59*

Coste estimado según €/hora de operario

• Tiempos y Coste de Embalaje

Operación	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo Total (min)	Coste Final €
Envoltura del producto en papel protector	0,10	1	0,10	0,03
Colocación de producto en interior de caja	0,05	1	0,05	0,01
Cierre de caja	0,10	1	0,10	0,03
Tiempo Total			0,25	0,07*

Coste estimado según €/hora de operario

4. Mano de Obra

A partir del establecimiento de los costes anteriores, en la siguiente tabla se engloban las diferentes partidas generales referidas a todos los costes de mano de obra del producto: conformado, moldeo, montaje y embalaje.

A continuación, se detallan las operaciones globales, tiempos y costes:

• Tiempos y Coste de Mano de Obra

Operación	Tiempo (min)	Coste Final €
Conformado de aluminio (2pzs)	2,28	0,68
Conformado de acero (8 pzs)	10,56	3,17
Inyección del molde	1,05	0,31
Montaje	3,99	1,59
Embalaje	0,25	0,07
Tiempo Total	18,13	5,82*

**Coste estimado según €/hora de operario*

5. Coste Directo

Para obtener los costes directos del producto, se deberá tener en cuenta el coste del material como el coste de fabricación. En la siguiente tabla, se detallan los tipos de costes y su valor unitario:

• Coste Directo

Tipo de coste	Coste Unitario €
Coste de material	78,29
Coste de fabricación	4,16
Coste Directo	82,45

6. Coste Indirecto

Los costes indirectos del producto son necesarios porque afectan no solo a los costes del proceso de producción sino a los distintos costes empresariales. Por este motivo, son costes estimativos que se establecerán en un porcentaje del 25% con respecto al coste directo y que, tendrán en cuenta los costes derivados de la amortización del molde de inyección, la posible infraestructura empresarial destinada dentro del proceso productivo (stockage, etc) o los costes de transporte para el envío a distribuidores comerciales.

• Coste Indirecto

Tipo de coste	Coste Unitario €
Coste directo	82,45
Ratio	25%
Coste Indirecto	20,61

Coste total

7. Coste Total

El coste total es la suma entre el coste directo y el indirecto establecidos en las tablas anteriores. Este supone el total de los gastos desde el inicio al final del proceso productivo.

• Coste Total

Tipo de coste	Coste Unitario €
Coste directo	82,45
Coste Indirecto	20,61
Coste Total	103,06

8. Precio de venta al público

El P.V.P. se establece en la siguiente tabla a partir del incremento en un porcentaje de un 20% sobre el coste de producción total del producto (tabla anterior). Los impuestos que gravan dicho producto, son de un 21% correspondientes al Impuesto sobre el Valor Añadido o I.V.A.

A continuación, se reflejan en la siguiente tabla:

• Precio de Venta al Público

Coste Total €	103,06
Beneficio del 20%	20,61
I.V.A	25,97
Precio de Venta al Público	149,64

9. Viabilidad

Para obtener datos acerca de la viabilidad del producto, aún siendo estimativos, se realiza un estudio en base a los distribuidores comerciales de iluminación existentes a nivel nacional peninsular a través de una empresa externa (empresite) y, según datos obtenidos, se encuentran 600 distribuidores disponibles y en activo.

Con este dato inicial, se establecen tres posibilidades realistas y estimativas generales para el primer año de vida comercial del producto:

1. Llegando al total de distribuidores con 17 ud./año del producto.
2. Llegando a un 50% de los distribuidores con 34 ud./año del producto.
3. Llegando a un 25% de distribuidores con 67 ud./año del producto.

Así pues, en cualquiera de las hipótesis establecidas, las ventas progresivas anuales para los siguientes 3 años, se incrementan con los porcentajes detallados en la siguiente tabla:

• Previsión de ventas

Año/Porcentaje	Cantidades
1 (0%)	10.000
2 (5%)	10.500
3(10%)	11.000
4(15%)	11.500

• Rentabilidad del producto

La rentabilidad del producto supone el beneficio que se le incrementa en base al coste total del producto.

En este caso, no se invierte en maquinaria extra a nivel empresarial porque, todo se externaliza con el objetivo de abaratar costes. Sin embargo, se tendrá en cuenta el coste de la inversión en el molde de inyección, para obtener el dato real de rentabilidad del producto, a través de la fórmula:

$$\text{RENTABILIDAD} = \text{Beneficio Bruto} / \text{inversión}$$

A continuación, se reflejan todos los datos, referidos a este apartado, en la siguiente tabla:

Viabilidad

Volumen Venta (<i>primer año de vida comercial del producto</i>)	10.000
Precio Venta al Público	149,64
Coste de fabricación	103,06
Coste Total de Fabricación	1.030.600
Inversión (<i>molde para inyección</i>)	17.000
Ingreso por venta	1.496.400
Beneficio Bruto	465.800
Rentabilidad	

• Valor actual neto

El valor actual neto determinará la viabilidad económica del producto y del proyecto para la estimación de ventas propuesta, y a partir de la fórmula del VAN, siendo “i” la inflación del precio, establecida en un 3% anual:

$$\sum_{j=1}^n \frac{\Delta \text{Flujo de caja}}{(1+i)^j} - \text{Inversión Inicial}$$

A continuación, se reflejan todos los datos, referidos a este apartado, en la siguiente tabla, en la que además, se muestra que sea mortiza el producto tras finalizar el primer año de vida comercial del mismo, recuperando la inversión inicial del año cero:

	Año 0/€	Año 1/€	Año 2/€	Año 3/€	Año 4/€
Inversiones	17.000	0			
Unidades vendidas		10.000	10.500	11.000	11.500
Gastos		1.030.600	1.082.130	1.133.660	1.185.190
Ingresos		1.496.400	1.571.220	1.646.040	1.720.860
Beneficios		465.800	489.090	512.380	535.670
Flujos de caja (<i>ingresos- gastos</i>)	-17.000	465.800	489.090	512.380	535.670
VAN		358.307	289.402	233.218	187.559

• **Justificación económica del proyecto**

El proyecto de la lámpara OLED queda justificado una vez analizados todos los datos anteriores y, mediante la viabilidad económica del mismo, a partir de la extracción y detalle de todos los costes y beneficios del producto.

Lámpara flexible OLED