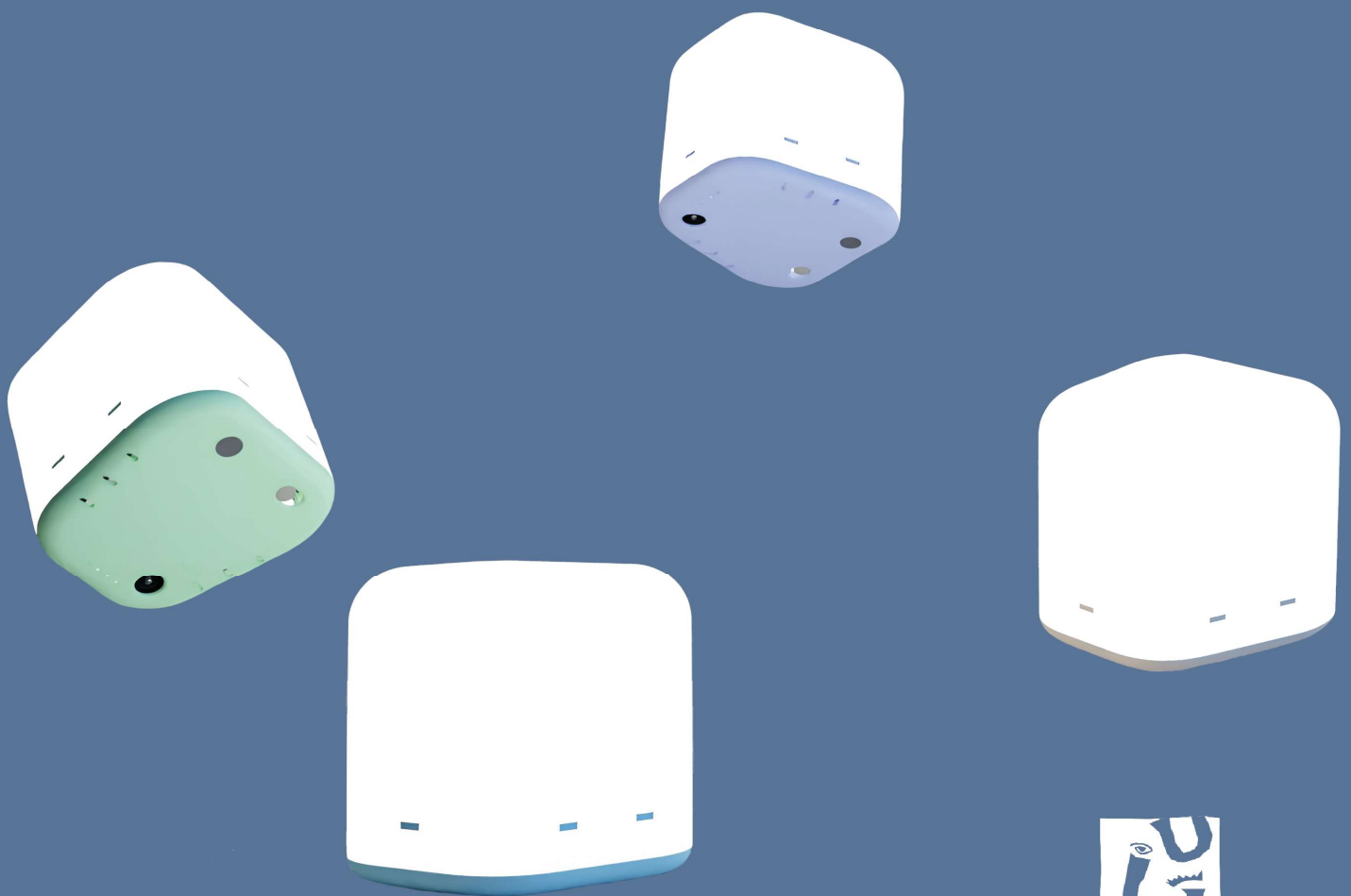


# Diseño de luminaria portátil con elementos modulares.

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y  
DESARROLLO DE PRODUCTOS.

Autora: Ariadna Montiel Rodríguez  
Tutor: Néstor Aparicio Marín

TFG noviembre 2023



# Diseño de luminaria portátil con elementos modulares

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo de Productos



Autora: Ariadna Montiel Rodríguez

Tutor: Néstor Aparicio Marín



## ÍNDICE GENERAL

### Volumen I: MEMORIA

1. Objeto	8
<b>2. Alcance</b>	<b>8</b>
<b>3. Antecedentes</b>	<b>9</b>
<b>4. Normas y referencias</b>	<b>23</b>
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	23
4.2. Bibliografía	24
4.3. Programas	27
<b>5. Requisitos de diseño</b>	<b>28</b>
<b>6. Análisis de soluciones</b>	<b>30</b>
PROPUESTA 1	31
PROPUESTA 2	33
PROPUESTA 3	35
6.1. Evaluación	38
<b>7. Resultados finales</b>	<b>41</b>
7.1. Descripción del conjunto	41
7.2. Componentes, materiales y fabricación	51
7.3. Descripción del montaje	58
7.4. Embalaje e imagen corporativa	60
<b>8. Planificación</b>	<b>64</b>
<b>9. Orden de prioridad entre los documentos básicos</b>	<b>65</b>

### Volumen II: ANEXOS

<b>1. Estudio de mercado</b>	<b>69</b>
<b>2. Evaluación propuestas</b>	<b>71</b>
EVALUACIÓN CUALITATIVA - DATUM	76
EVALUACIÓN CUANTITATIVA - MÉTODO DE PONDERACIÓN	78
<b>3. Diseño de detalle</b>	<b>81</b>
3.1. Componentes electrónicos	81
3.2. Unión entre módulos	88
3.3. Materiales	89

## Volumen III: PLANOS

<b>1. Explosión módulo</b>	<b>95</b>
1.1. Carcasa	96
1.2. Soporte aluminio	97
1.3. Acople	98
1.4. Tapa	99
<b>2. Explosión base</b>	<b>100</b>
2.1. Arriba general	101
2.2. Arriba detalles	102
2.3. Abajo	103
<b>3. Explosión aplique</b>	<b>104</b>
3.1. Asa	105
3.2. Arriba	106
3.3. Abao	107

## Volumen IV: PLIEGO DE CONDICIONES

<b>1. Características generales</b>	<b>112</b>
1.1. Objeto	112
1.2. Referencia y compatibilidad entre documentos	112
<b>2. Especificaciones técnicas</b>	<b>113</b>
2.1. Elementos fabricados	113
2.2. Elementos comerciales	114
<b>3. Procesos de fabricación</b>	<b>122</b>
3.1. Inyección	122
3.1.1. Simulación	123
3.2. Cortado y doblado de metal	129
<b>4. Normativa y ensayos</b>	<b>130</b>
<b>5. Ensamblaje</b>	<b>132</b>
<b>6. Esquema eléctrico</b>	<b>141</b>
<b>7. Ensayo asa aplique</b>	<b>142</b>

## Volumen V: PRESUPUESTO Y ESTADO DE MEDICIONES

<b>1. Estado de mediciones</b>	<b>148</b>
1.1. Coste de materias primas	148
1.1.1. Componentes comerciales y embalaje	148
1.1.2. Componentes fabricados	150
<b>2. Costes directos</b>	<b>151</b>
2.1. Fabricación	151
2.2. Ensamblaje y embalaje	152
2.3. Mano de obra	155
<b>3. Costes indirectos</b>	<b>156</b>
<b>4. Coste comercial</b>	<b>156</b>
<b>5. Precio de venta</b>	<b>157</b>
<b>6. Viabilidad</b>	<b>158</b>
6.1. Rentabilidad	159
6.2. Valor actual neto (VAN)	159

# **VOLUMEN I: MEMORIA**

## **DISEÑO DE LUMINARIA PORTÁTIL CON ELEMENTOS MODULARES**

Universitat Jaume I

Escuela superior de tecnología y ciencias experimentales

Autora: Ariadna Montiel Rodríguez

Tutor: Néstor Aparicio Marín

## ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto	8
<b>2. Alcance</b>	<b>8</b>
<b>3. Antecedentes</b>	<b>9</b>
<b>4. Normas y referencias</b>	<b>23</b>
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	23
4.2. Bibliografía	24
4.3. Programas	27
<b>5. Requisitos de diseño</b>	<b>28</b>
<b>6. Análisis de soluciones</b>	<b>30</b>
PROPUESTA 1	31
PROPUESTA 2	33
PROPUESTA 3	35
6.1. Evaluación	38
<b>7. Resultados finales</b>	<b>41</b>
7.1. Descripción del conjunto	41
7.2. Componentes, materiales y fabricación	51
7.3. Descripción del montaje	58
7.4. Embalaje e imagen corporativa	60
<b>8. Planificación</b>	<b>64</b>
<b>9. Orden de prioridad entre los documentos básicos</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Candelabros.	9
Figura 2. Elementos bombilla LED. (LEDBOX Blog)	10
Tabla 2. Temperatura de la luz.	11
Figura 3. Magnitudes luminotécnicas de un foco luminoso.	12
Tabla 3. Valores de iluminancia recomendados según estancia.	12
Figura 4. Cargador magnético	13
Figura 5. Tetra Light por Asif Khan.	14
Figura 6. P.Lamp' por Ivan Zhang.	15
Figura 7. Helios Touch Modular Lighting System por Dyena.	15
Figura 8. Ludovica por Zanicchi & Starke.	16
Figura 9. Flai Module. Flai Desk. Flai Lantern. (por Diomedede)	16
Figura 10. Abaco por Zanicchi & Starke.	17
Figura 11. The Mikono por Moritz Putzier.	17
Figura 12. Lámpara LED Glo.	18
Figura 13. Occasional light por Simon Frambach.	18
Figura 14. SFIR table luminaire por Johannes Budde.	19
Figura 15. Little Bulb por Pupupula.	19
Tabla 4. Parámetros de luz y emociones.	21
Tabla 5. Objetivos	29
Figura 16. Recopilación bocetos fase ideación	30
Figura 17. Panel propuesta 1.	31
Figura 18. Detalle 1 propuesta 1.	31
Figura 19. Detalle 2 propuesta 1.	32
Figura 20. Detalle 3 propuesta 1.	32
Figura 21. Panel propuesta 2.	33
Figura 22. Detalle 1 propuesta 2.	33
Figura 23. Detalle 2 propuesta 2.	34
Figura 24. Detalle 3 propuesta 2.	34
Figura 25. Detalle 4 propuesta 2.	35
Figura 26. Panel propuesta 3.	35
Figura 27. Detalle 1 propuesta 3.	36
Figura 28. Detalle 2 propuesta 3.	36
Figura 29. Detalle 3 propuesta 3.	36
Figura 30. Detalle 4 propuesta 3.	37
Tabla 6. Valores de cada propuesta para cada objetivo	38
Tabla 7. DATUM	39
Tabla 8. Adaptación por objetivos de cada propuesta.	40
Figura 31. Propuesta 1.	40
Figura 32. Módulo de luz.	41

Figura 33. Base módulo de luz.	42
Figura 34. indicador carga módulo.	42
Figura 35. Interruptor módulo.	43
Figura 36. Tira LED.	43
Figura 37. Interfaz aplicación móvil.	44
Figura 38. Colores módulos.	44
Figura 39. Módulos apilados.	45
Figura 40. Base.	45
Figura 41. Pines pogo macho (base) y hembra (módulo).	46
Figura 42. Base.	46
Figura 43. Base módulos colores.	47
Figura 44. Interruptor base.	47
Figura 45. Aplique.	48
Figura 46. Aplique con módulo.	48
Figura 47. Aplique colgado.	49
Figura 48. Aplique colgado.	50
Figura 49. Tapa módulo y corte pestaña.	51
Figura 50. Soporte y acople del módulo.	52
Figura 51. Carcasa módulo.	52
Figura 52. Abajo base.	54
Figura 53. Arriba base.	54
Figura 54. Arriba y abajo aplique.	55
Tabla 9. Componentes.	57
Figura 55. Isologo.	60
Figura 56. Isologo módulo.	61
Figura 57. Embalaje.	61
Figura 58. Embalaje módulo.	62
Figura 59. Embalaje base.	62
Figura 60. Dispositivos.	63
Figura 61. Dispositivos.	63
Tabla 10. Número de productos primer lote.	64
Tabla 11. Planificación.	64
Figura 62. Diagrama Gantt.	65

# 1. Objeto

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de una luminaria portátil con elementos modulares.

Esto se logra con el diseño que se propone. Se trata de una base de carga portátil que almacena energía. En esta misma base se cargan los diferentes módulos que componen el producto. Con ello se pretende crear un diseño que se adapte a las diferentes necesidades que puedan tener los usuarios. El hecho de que sea un producto cambiante hace que el usuario se implique en él y pueda crear un vínculo emocional con el mismo.

# 2. Alcance

El planteamiento del proyecto abarca diferentes fases del proceso de diseño que, juntas, nos ayudarán a poder crear un camino a seguir para dar con la mejor solución posible. Estas fases son las siguientes:

- **Estudio del mercado:**

Para poder empezar el diseño conceptual del producto debemos conocer lo que ya existe en el mercado. Se estudiarán tanto diseños que puedan ayudar en el desarrollo del producto, como las tecnologías que garanticen la portabilidad de los módulos. También, se estudiarán las expectativas y opiniones de los usuarios para poder definir con veracidad el público objetivo del proyecto.

- **Diseño conceptual:**

Una vez recopilada toda la información necesaria se establecen los objetivos y especificaciones que debe cumplir nuestro diseño. A partir de esto, se buscarán diferentes formas posibles para el producto mediante el bocetado.

- **Diseños preliminares:**

Con todas las propuestas sobre la mesa se seleccionarán algunas como preliminares. Estas opciones se evaluarán siguiendo diferentes métodos estudiados durante el grado, para medir cual de ellas se adapta mejor a los objetivos y especificaciones establecidos

- **Diseño final:**

Una vez analizados los resultados de las evaluaciones, se elegirá la opción que mejor se adapte a las necesidades establecidas anteriormente, además de ser el diseño más creativo y estético.



- **Estudio de fabricación:**

A continuación, se especificarán los detalles técnicos del diseño final elegido. Con este se busca esclarecer la mayor cantidad de dudas que puedan surgir en su fabricación y desarrollo. Se establecen todos los detalles técnicos del diseño.

- **Presupuesto y planificación:**

En el último apartado haremos un estudio de la viabilidad económica tanto de la fabricación como de la venta del producto. Además de establecer los tiempos necesarios para cada una de las etapas.

### 3. Antecedentes

#### BREVE HISTORIA

La iluminación se refiere a la acción y efecto de iluminar, así como, conjunto de luces que hay en un lugar para iluminarlo.

Dentro de la iluminación doméstica, la que nos interesa para este proyecto, hay dos términos que utilizaremos indistintamente para referirnos al propio aparato que emite luz; luminaria y lámpara. Si en alguno de los casos tiene otro significado se indicará.

La iluminación dentro de los hogares ha ido evolucionando considerablemente a lo largo de la historia de la humanidad. Esta necesidad imperiosa por dominar la luz, nace del deseo de querer realizar diferentes tareas fuera del horario de la luz natural o en lugares donde esta no llegaba.

La primera fuente de luz fue el fuego. Este tenía varios inconvenientes que hacían que la búsqueda de otro medio de luz no finalizara. Después, fueron llegando otros métodos derivados de la combustión de diferentes sustancias, como de cera (candelabros), aceite o gas.



Figura 1. Candelabros.

La primera gran revolución de la luz llegó con la creación de la primera bombilla de luz eléctrica.

“Desde 1802 se había demostrado que un alambre de metal emite luz al pasarle una corriente eléctrica. Pero el alambre sólo duraba un pequeño instante. Fue hasta 1879 que Edison desarrolló el primer bulbo incandescente que no se quemaba. Sus primeras lámparas duraban unas 40 horas, muchísimo comparado con un instante, pero poco comparado con los focos de hoy en día de 1000 horas, los cuales usan la tecnología de filamento de tungsteno en espiral desarrollada en los 30s.” (Hernández, I. M. Evolución en Iluminación.)

También, se fueron desarrollando con el tiempo otras tecnologías como las lámparas fluorescentes. Se trata de producir luz al hacer que una corriente eléctrica pase por un gas. No fue hasta los 80s cuando la tecnología fue realmente de uso comercial.

## TECNOLOGÍA LED

Una de las últimas revoluciones tecnológicas en este campo fue la tecnología LED. En este punto nos vamos a extender más, ya que será la tecnología que aplicaremos a nuestro producto para generar luz.

Utilizar esta tecnología para producir luz suficiente para la iluminación doméstica requiere de agrupaciones de ledes. Los elementos básicos que encontramos dentro de una bombilla LED son los siguientes:

1. Difusor: determina el ángulo de apertura.
2. Chip: contiene varios ledes para emitir la luz.
3. Disipador: ayuda a disminuir la temperatura de los componentes eléctricos para prolongar su vida.
4. Driver: fuente de alimentación conmutada.
5. Casquillo: contiene parte del driver y ayuda a unir la bombilla del portalámparas.

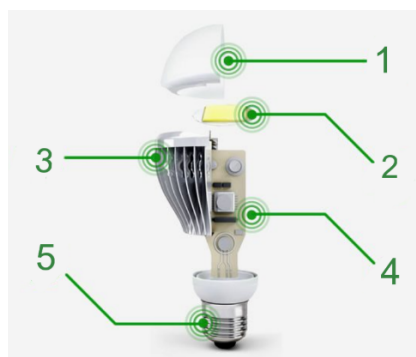


Figura 2. Elementos bombilla LED. (LEDBOX Blog)

Dentro de las ventajas de esta tecnología tenemos:

- Resistencia al impacto.
- Direccionalidad de la luz y disminución de luz desperdiciada.
- Reducción del tamaño.
- Reducción temperatura de trabajo.
- Encendido inmediato y alta capacidad de conmutación.
- Compatibilidad con sistemas electrónicos de control.
- Aumento de la vida útil.
- Aumento de la eficiencia energética.

La eficiencia energética comparada con las lámparas incandescentes es mayor, ya que las anteriores tecnologías funcionaban por efecto Joule y esto hacía que se perdiera mucha energía en forma de calor. Además, nos da la posibilidad de tener dentro de una misma bombilla la opción de iluminar con multitud de colores diferentes.

Esto se logra con los ledes RGB (rojo, verde y azul) que permiten numerosas combinaciones de color luz.

## PARÁMETROS LUMINOTÉCNICOS

Existen diferentes magnitudes y unidades que nos ayudan a ajustar el producto al uso que se le va a dar.

- Temperatura del color: se trata del tono de la fuente de luz. Puede variar de más cálida a más fría. Las unidades son los grados Kelvin (K).

Tono de luz	Grados Kelvin (K)
Luz cálida	2200-2700
Luz neutra	4000-4500
Luz fría	5000-6500

Tabla 2. Temperatura de la luz.

A la hora de elegir la temperatura del color hay que tener en cuenta el uso que se le va a dar y la estancia en la que va a estar la luminaria. Lo ideal, al ser un producto móvil, sería poder tener las tres opciones en un mismo producto gracias a los LED RGB.

- Flujo luminoso ( $\Phi$ ): potencia emitida (en forma de radiación luminosa) a la que el ojo humano es sensible. Su unidad es el lumen (lm)
- Intensidad luminosa (I): flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su unidad es la candela (cd)

- Iluminancia (E): flujo luminoso que recibe una superficie. Su unidad es el lux (lx) =  $\text{lm}/\text{m}^2$ . Se trata de la cantidad de luz que llega a una porción de superficie. Cuanto más lejos esté la fuente de luz de la superficie a estudiar, menos será la cantidad de luxes que le llegan.

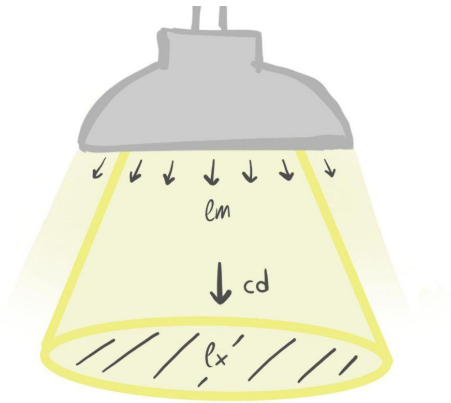


Figura 3. Magnitudes luminotécnicas de un foco luminoso.

Una vez tenemos claros estos parámetros, se debe hablar de los valores de iluminancia preestablecidos que existen para cada estancia en cuanto a luminarias.

ESTANCIA DE LA VIVIENDA	$\text{l} / \text{m}^2$
Salones (general)	200-300
Salones (zona TV)	50
Cocina (área de trabajo)	500-600
Cocina (general)	200-300
Aseos y baños (general)	200
Aseos y baños (zona espejo)	300-500
Habitaciones y dormitorios (lectura o cabecero)	500
Habitaciones y dormitorios (general)	100-200
Habitación infantil (zona de juegos)	300
Estancias de paso (pasillos o escaleras)	100-200
Zona de estudio y lectura	500

Tabla 3. Valores de iluminancia recomendados según estancia.

## MODO DE CARGA

Una vez tenemos clara la tecnología con la que vamos a proporcionar luz con nuestra luminaria, vamos a hablar de cómo será la carga sin cables de los módulos.

Para una mayor comodidad a la hora de cargarlos, el objetivo es diseñar una base que sí esté conectada a la corriente mediante un cable y cargue los módulos inalámbricamente. Esta tecnología consta de dos bobinas acopladas magnéticamente cuyos circuitos resuenan en la misma frecuencia. Se trata de colocar una bobina transmisora que se sitúa en la base y resuena con las bobinas más pequeñas situadas en cada módulo y actúan como receptoras. La bobina de la base recibe corriente alterna y crea un flujo magnético que recogen las bobinas de los módulos. Estas bobinas receptoras inducen una corriente alterna que pasa por un rectificador de corriente y la convierten en corriente continua para cargar las baterías de los módulos.

Esto facilita la modularidad del diseño, pero este tipo de carga está actualmente en desarrollo y todavía es menos eficiente que la convencional por cables.

Otra alternativa, que mantiene la idea de reducir los puertos de conexión de los cables es un cargador magnético. Estas conexiones se colocan en sitios estratégicos de la base para cada uno de los módulos y nos facilita la conexión y desconexión.



Figura 4. Cargador magnético

## MODULARIDAD

Comentados los aspectos más técnicos dentro de la tecnología que va a componer el producto, debemos de hablar de la modularidad de este.

Un diseño modular es aquel que se subdivide en partes más pequeñas que individualmente pueden formar diferentes patrones. También se puede entender como un tipo de diseño de producto que permite diseñar o adaptar el producto a cada uno de los usuarios. Esto se consigue a partir de módulos independientes que pueden variar el producto final para aumentar el nivel de personalización del mismo.

En este proyecto, vamos a definir como modular aquel producto que pueda dividir su conjunto en pequeños módulos. Estos pueden funcionar independientemente o unidos entre sí, sin utilizar la base común a todos ellos. También, entrarán los diseños que permiten obtener una unidad funcional (módulo) que encaja en diferentes soportes para desempeñar funciones distintas.

## ESTUDIO DE MERCADO

Para una mejor búsqueda de información previa, es imprescindible fijarnos en lo que ya existe y está disponible en el mercado. Por ello, a continuación se presentan diferentes diseños que forman parte del estudio de mercado. Todos ellos tienen en común la construcción del producto a partir de módulos independientes o un soporte que contiene diferentes módulos de luz.

Además, se va más allá buscando la conexión entre el usuario y el producto. Ya que muchos de estos diseños son cambiantes y varían según las necesidades del usuario, se adapta a él.



Figura 5. Tetra Light por Asif Khan.

En este diseño podemos ver como gracias a los diferentes módulos que forman el diseño, podemos llegar a crear una colección de luminarias. Esto se consigue, por ejemplo, añadiendo una barra a dos módulos para conseguir una luminaria de pie



Figura 6. P.Lamp' por Ivan Zhang.

En este caso, podemos destacar cómo podemos enlazar módulos de luz gracias a que el sistema de montaje y desmontaje es muy sencillo. Esto ayuda a alargar la luminaria si, por ejemplo, cambiamos la mesa que ilumina y necesitamos que sea más larga.



Figura 7. Helios Touch Modular Lighting System por Dyena.

Con este diseño conseguimos una interacción directa producto-usuario. Asiento que el diseño pueda ir evolucionando, incluso creciendo, con el usuario. Esto lo logramos gracias a la conexión que se establece entre los módulos. Además, es muy interesante cómo se pueden ir adquiriendo nuevos módulos para obtener una mayor superficie que emite luz.



Figura 8. Ludovica por Zanocchi & Starke.

En este caso, no tenemos módulos, pero si esta idea de luminaria móvil. El carácter lúdico de encajar la luminaria puede conectar con el usuario. Además, su diseño hace que pueda servir como elemento de decoración y para sujetar tu lectura actual.

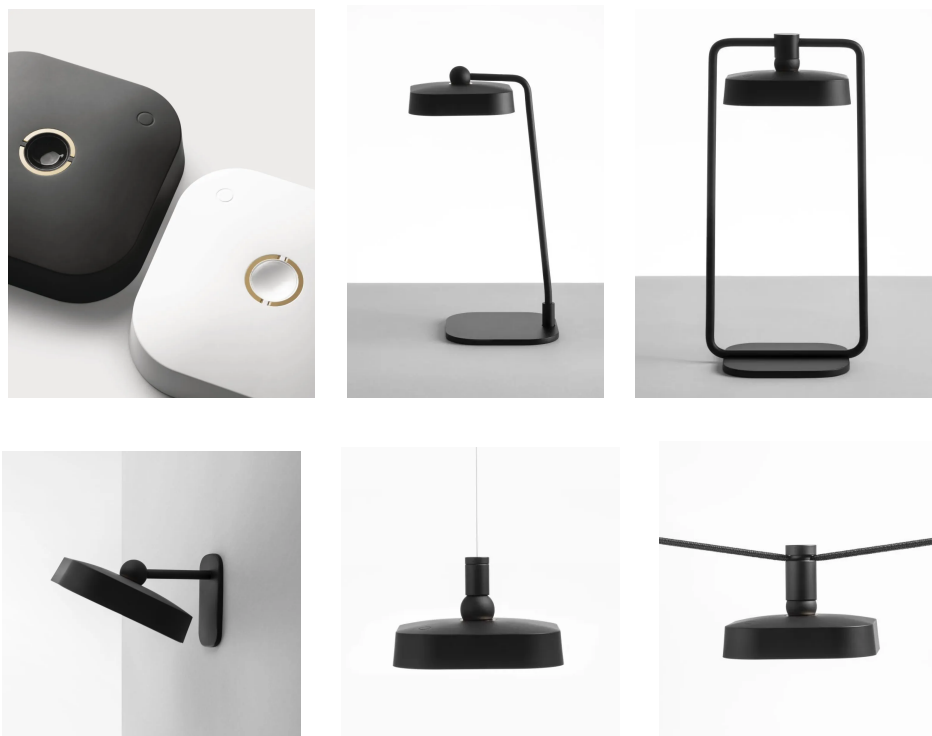


Figura 9. Flai Module. Flai Desk. Flai Lantern. (por Diomedea)

Flai es un módulo que proporciona luz y está diseñado para adaptarse, con diferentes accesorios, a diferentes necesidades que pueda tener el usuario. Así, en un mismo diseño, tenemos diferentes tipos de luminarias.





Figura 10. Abaco por Zanocchi & Starke.

Ábaco tiene una forma muy interesante de conectar su módulo de luz con los diferentes accesorios que ofrece su colección. Se trata de dos ranuras que tienen los accesorios por las que encajan dos pines que tienen los módulos. Esto hace que pueda pasar la corriente por los módulos y puedan proporcionar luz.



Figura 11. The Mikono por Moritz Putzier.

Este diseño ofrece dos alternativas muy interesantes de transportar el módulo con formas de cono. Ya que se puede utilizar un pequeño pie o directamente transportarlo de la asa que tienen el módulo.



Figura 12. Lámpara LED Glo.

Glo establece una conexión con los usuarios más pequeños. Esta lámpara está destinada a proporcionar acompañamiento a los niños en la oscuridad. Su diseño interactivo y futurista acompaña perfectamente al propósito del producto.



Figura 13. Occasional light por Simon Frambach.

Este diseño sorprende por el hecho de que la luminaria está hecha de un material blando que se deforma al ser aplastado. El hecho de que un diseño se adapte al espacio y a los usuarios también conecta emocionalmente con los usuarios.



Figura 14. SFIR table luminaire por Johannes Budde.

SFIR sorprende por tener un diseño elegante y a la vez conseguir sorprender. Tiene una parte móvil que ayuda a redirigir la luz y a modificar la silueta de la luminaria.



Figura 15. Little Bulb por Pupupula.

Podríamos definir el diseño emocional en luminarias muy bien gracias a este producto. Se trata de un módulo con forma de bombilla que se enciende apretando y controlamos la intensidad de la luz girando la parte superior. Además, podemos programarla para que se active cuando escucha algún ruido y posicionarla en un pasillo. Su forma, gama de colores y mecanismo de encendido conectan con el usuario. Además, el hecho de que tenga una cara dibujada hace que personifiquemos el objeto y podamos crear un vínculo emocional con él.

Como hemos podido observar con estos ejemplos, el campo de las luminarias puede ser muy flexible. Pero, tenemos que tener en cuenta que el diseño siempre ha de ir de la mano de las necesidades de los usuarios. Por ello, vamos a analizar los usos más habituales en los que se precisa de iluminación doméstica.

Para este proyecto nos enfocaremos en toda aquella iluminación que no incluya a la que se encuentra en el techo y se dedica a iluminar toda la estancia.

Para comenzar, tenemos las luminarias que ayudan a dar una luz de apoyo o de ambiente. Se utilizan cuando no necesitamos iluminar completamente la estancia, ya que la actividad que vamos a desempeñar no lo necesita. Esta luz sirve para dar confort y no estar completamente a oscuras. En muchos casos, esta utilidad es puramente emocional o de acompañamiento.

Por otro lado, tenemos todas aquellas lámparas cuya función es la de iluminar un escritorio o zona de trabajos manuales. Se incluyen luminarias que ayudan a desempeñar actividades manuales que requieran cierta concentración y fijación visual.

También, puede ser que necesitemos esta luz de trabajo, pero que sea móvil. Esto ayuda a los usuarios a llevar a cabo diferentes actividades en lugares distintos, que necesitan una iluminación más puntual.

## ILUMINACIÓN EMOCIONAL

Algo que caracteriza a la mayoría de los ejemplos anteriormente mostrados es la interacción entre el usuario y el producto. Por este mismo motivo, es importante tener en cuenta la relación usuario-producto a la hora de diseñar.

El conjunto de estímulos que recibe nuestro cuerpo a lo largo del día influye directamente en nuestro estado emocional. Por ello, una mayor excitación ayuda a la motivación, sin embargo, si la excitación es baja provoca relajación o aburrimiento. Si percibimos esa excitación como positiva o negativa influirá en un acercamiento o alejamiento del estímulo.

El diseño emocional pretende estudiar las emociones humanas y la relación que tienen con los productos diseñados. Esto nos ayuda a adaptar mucho mejor el diseño a las emociones que queremos que el usuario experimente al usarlo.

Diseñar teniendo en cuenta las emociones es importante, ya que los humanos somos seres irracionales que se rigen, en la mayoría de los casos, por las emociones (de un modo directo o indirecto).

Cada vez más, se intenta introducir en un diseño o espacio arquitectónico la influencia de más sentidos o emociones humanas. Con esto se pretende crear una experiencia inmersiva a la hora de usar un producto o entrar en un espacio. El estudio de este campo es complejo, ya que la variedad de los resultados es muy amplia. Tanto como la diferencia que puede haber en el imaginario de los diferentes tipos de clientes objetivos. Pero, lo que se pretende

con esta área del conocimiento es intentar identificar patrones que sean aplicables a la mayoría de usuarios.

De acuerdo a Pujols y Jael, existen cinco emociones que podemos asociar con parámetros de luz en interiores. Estas emociones serían: relajación, diversión, deseo, inspiración y energía. Esto se extrae de una encuesta en la que los participantes asociaban emociones a fotografías de espacios interiores iluminados artificialmente de distinta forma (2016).

Los parámetros que se asocian a cada una de las emociones son los siguientes:

EMOCIONES	PARÁMETROS
Relajación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3000-4000K</li> <li>- 120-335 lx</li> <li>- Bajo nivel de iluminación</li> <li>- Verde</li> <li>- Ojos de buey</li> <li>- Bañado de muros (paredes iluminadas)</li> </ul>
Diversión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2500-3000K</li> <li>- Acentuar elementos importantes</li> <li>- Combinación colores fríos y cálidos</li> <li>- Contraste</li> <li>- Que no se vea todo a simple vista</li> </ul>
Deseo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bañado de muros</li> <li>- Iluminación localizada</li> <li>- LED frío /fluorescente</li> </ul>
Inspiración	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5500-8000K</li> <li>- 1000 Lux</li> <li>- Bañado de muros</li> <li>- Sistemas directos e indirectos</li> <li>- Control personalizado</li> <li>- Ni sombras, ni contraste</li> <li>- Colores claros</li> </ul>
Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4000-12000K</li> <li>- 300-600 Lux</li> <li>- Púrpura</li> <li>- Azul cielo</li> </ul>

Tabla 4. Parámetros de luz y emociones.

Estos datos nos pueden ayudar a la hora de programar diferentes configuraciones de luz y color para nuestro producto. Además, siendo un producto enfocado a diferentes usos es interesante conocer los rangos, tanto de temperatura como de lux, para tener claros los valores mínimos que tiene que alcanzar nuestro producto.

Como conclusión, hemos hecho un recorrido por los aspectos previos más importantes a conocer para el diseño desarrollado a continuación, y estas son las conclusiones iniciales que podemos extraer de esta investigación inicial.

Como hemos podido observar, la tecnología de la iluminación ha evolucionado mucho durante el paso del tiempo. Actualmente, una de las tecnologías más eficientes es la tecnología LED y por eso será la que aplicaremos al diseño de este proyecto. Además, tenemos que tener en cuenta que al ser un producto con varias funciones tendrá que tener un amplio rango de algunos de los parámetros de la luz vistos anteriormente.

Sin embargo, el modo de carga del diseño se valorará una vez esté más avanzada la forma final del mismo.

Otro de los aspectos a tener en cuenta, es el hecho de que el producto sea modular y esto sea un valor añadido al producto y no reste utilidad al mismo. Para considerar este aspecto, ha sido necesario un estudio de mercado. Del cual, podremos inspirarnos y evitar la repetición de formas ya existentes.

Por último, el conocimiento del diseño emocional aplicado a la iluminación nos abre las puertas a una nueva forma de ver la luz y el diseño de las luminarias. Esto nos puede ayudar a ajustar nuestro producto a las emociones que queremos que experimente el usuario.

## 4. Normas y referencias

### 4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

#### DOCUMENTACIÓN

La documentación del proyecto se ha realizado de acuerdo con la norma **UNE 157.001 de 2014** - Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que construyen un proyecto técnico.

UNE-EN ISO 9001 Modelos de la Calidad para el aseguramiento de la calidad, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio postventa.

#### ILUMINACIÓN Y SEGURIDAD

UNE-EN 61347-2-13 Dispositivos de control de lámpara. Parte 2-13: Requisitos particulares para dispositivos de control electrónicos alimentados con corriente continua o corriente alterna para módulos LED.

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

UNE-EN 62031 Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad.

UNE EN 13032-4 Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 4: Lámparas LED, módulos y luminarias.

UNE EN IEC 63146 Paquetes LED para iluminación general. Hoja de especificaciones.

UNE EN 12665 Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.

#### PLANOS TÉCNICOS

UNE 1034-1 Dibujos técnicos. Escritura.

UNE EN ISO 5455 Dibujos técnicos. Escalas.

UNE EN ISO 5457 Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.

UNE 1027 Dibujos técnicos. Plegado de planos.

UNE 1035, UNE 1026-11983 Dibujos técnicos. Cajetín o cuadro de rotulación.

UNE 1032 Dibujos técnicos. Tipos de línea y vistas.

UNE 1039 Dibujos técnicos. Acotación.

## 4.2. Bibliografía

### WEBGRAFÍA

#### Estudio del mercado

- [Tetra light](#)
- [P.Lamp'](#)
- [Helios](#)
- [Ludovica](#)
- [Flai](#)
- [Abaco](#)
- [The Mikono](#)
- [LED Glo](#)
- [Occasional light](#)
- [SFIR](#)
- [Little bulb](#)

#### Componentes electrónicos

Módulos:

- [Tiras LED COB RGB 12V](#)
- [Controlador tiras LED](#)
- [Baterías módulos](#)
- [Indicador batería](#)
- [Interruptor](#)
- [Tapa interruptor](#)
- [Disco metálico](#)
- [Iman](#)
- [Tornillos soporte aluminio](#)
- [Tornillos pin pogo](#)
- [Arandelas pin pogo](#)
- [Tornillos interruptor](#)
- [Tornillo acople](#)
- [Tuerca autoblocante acople](#)
- [Prisionero](#)
- [Silicona](#)

Base:

- [Pines de carga](#)
- [Batería base](#)
- [Tapa toma corriente](#)



- [Disco metálico](#)
- [Tornillo cierre](#)
- [Tornillos interruptor](#)
- [Tornillos pin pogo](#)
- [Arandelas pin pogo](#)
- [Interruptor base](#)

Aplique:

- [Iman](#)
- [Tornillo cierre](#)
- [Tornillo pared](#)

### **Materiales**

- [Información de plásticos](#)
- [Chapa aluminio](#)
- [Cable](#)
- [Varilla acero inoxidable](#)

### **Maquinaria**

- [Cizalla manual](#)
- [Dobladora de varillas](#)
- [Plegadora de chapa](#)

### **Embalaje**

- [Caja base](#)
- [Caja módulo](#)
- [Caja aplique](#)
- [Cinta papel cierre](#)
- [Envoltorio protección](#)

## LIBROS Y PUBLICACIONES

GAGO CALDERON, A., FRAILE VILARRASA, J., & TOLEDANO GASCA, J. C. (2012).

*Iluminación con tecnología led*. Ediciones Paraninfo, S.A.

Gómez, G., Escalante, P., & Andrés, L. (2022, May 11). *Desarrollo de un estudio cualitativo de los inductores para carga inalámbrica*. Tesis IPN. Retrieved August 11, 2023, from <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/30367>

Hernández, I.M. (2012). *Evolución en Iluminación*.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46073293/LED\\_Evolucin\\_en\\_Iluminacin20160530-17882-19favwg-libre.pdf?1464624842=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLED\\_Evolucion\\_en\\_Iluminacion.pdf&Expires=1691517623&Signature=FtHzoJhyiTO-uqEw9hfIRG4lp0](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46073293/LED_Evolucin_en_Iluminacin20160530-17882-19favwg-libre.pdf?1464624842=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLED_Evolucion_en_Iluminacion.pdf&Expires=1691517623&Signature=FtHzoJhyiTO-uqEw9hfIRG4lp0)

Pujols, R., & Jael, C. (2016, 10). *La iluminación artificial del espacio interior: parámetros para un diseño emocional*. UPCommons. Retrieved August 21, 2023, from <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/109274>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (n.d.). *Diccionario de la lengua española* (23.6, 23rd ed.). Retrieved 08 09, 2023, from <https://dle.rae.es>

Apuntes de la siguientes asignaturas de la UNiversitat Jaume I:

- DI1024 - Tecnología Eléctrica aplicada al producto
- DI1032 - Proyectos de diseño
- DI1014 - Diseño Conceptual
- DI1023 - Ergonomía
- DI1036 - Tecnologías del Plástico y Desarrollo de Producto
- DI1037 - Desarrollo y Prototipado Rápido de Productos

### 4.3. Programas

Los programas utilizados serán los siguientes:

- SolidWorks
- Hojas de cálculo de Google
- Blender

## 5. Requisitos de diseño

Para poder dar con la mejor solución posible, se han seleccionado diferentes objetivos y especificaciones que se deberán tener en cuenta a la hora de realizar las propuestas de diseño.

Este listado consta de diferentes apartados, para poder hacer una selección desde distintos intereses y puntos de vista.

- **Objetivos de promotor:**

- Que tenga una estética atractiva
- Que se adapten los módulos a distintas situaciones
- Que los módulos tengan la mayor autonomía posible

- **Objetivos del diseñador:**

- Que tenga una estética atractiva
- Que se adapten los módulos a distintas situaciones
- Que tenga la posibilidad de unir los módulos
- Que tenga la mayor superficie que desprende luz posible
- Que se unan y se separen los módulos a la base de carga lo más rápido posible

- **Objetivos del usuario:**

- Que tenga una estética atractiva
- Que sea fácil de usar
- Que tenga diferentes modo de luz y colores
- Que los módulos tengan la mayor autonomía posible
- Que sea fácil de reparar

- **Objetivos del montaje y fabricación:**

- Que tenga un ensamblaje rápido

En la siguiente tabla se recogen los diferentes objetivos junto a su especificación, criterio, variable y escala.

Nº	OBJETIVO	VARIABLE	ESCALA
1	Que los módulos tengan la mayor autonomía posible	Tiempo (horas)	Proporcional
2	Que tenga una estética atractiva	Grado de aceptación: nada, poco, neutral, atractivo y muy atractivo.	Ordinal
3	Que se adapten los módulos a distintas situaciones	Cumplimiento	Nominal
4	Que se puedan unir los módulos entre sí	Cumplimiento	Nominal
5	Que se unan y se separen los módulos a la base de carga lo más rápido posible	Cumplimiento	Nominal
6	Que tenga la mayor superficie que desprende luz posible	Superficie que desprende luz (cm <sup>2</sup> )	Proporcional
7	Que sea fácil de usar	Grado de aceptación: muy difícil, difícil, normal, fácil y muy fácil.	Ordinal
8	Que tenga diferentes modos de luz	Cumplimiento	Nominal
9	Que sea seguro para los usuarios	Nivel de aislamiento (IP)	Nominal
10	Que sea fácil de reparar	Nº piezas normalizadas	Proporcional
11	Que sea fácil de montar	Nº de piezas	Proporcional

Tabla 5. Objetivos

## 6. Análisis de soluciones

Una vez establecidos los objetivos que queremos que cumpla el diseño, empezamos con el proceso de diseño que dará lugar a la forma preliminar de nuestras propuestas. Empezamos por una primera fase de ideación. En esta fase, investigamos las diferentes formas que pueden tener nuestras propuestas.

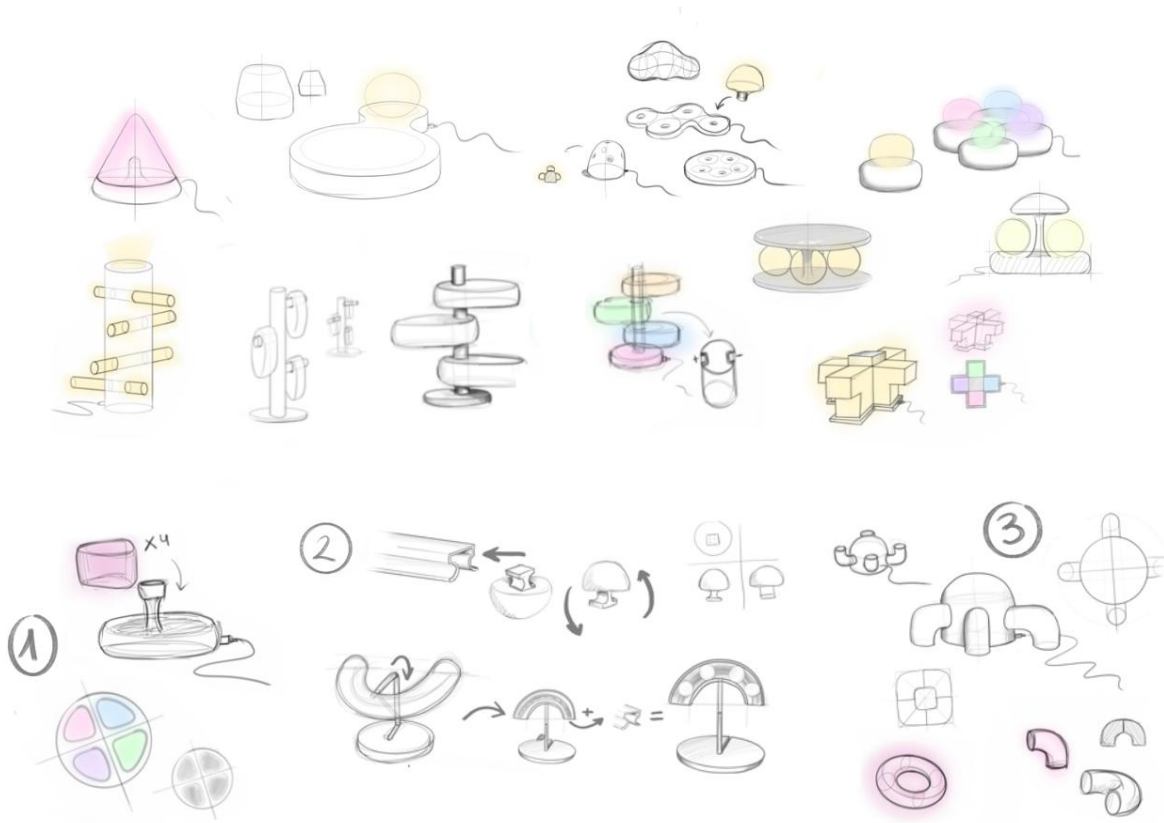


Figura 16. Recopilación bocetos fase ideación

En la Figura 30 se pueden ver los diferentes caminos que se han seguido para poder encontrar la forma de la base de la luminaria y los módulos que la componen. Después de valorar diferentes siluetas se ha optado por continuar por tres caminos que darán lugar a las tres propuestas que explicaremos a continuación.



como se indica en la. Este accionamiento, mediante el botón central, cambiará el estado de los cuatro módulos al mismo tiempo.



Figura 19. Detalle 2 propuesta 1.

La otra parte de esta luminaria la conforman los módulos de luz. Estos módulos, se cargan mediante los pines que se encuentran en la base de carga. Son módulos independientes que nos permiten cambiarlos de lugar a nuestro gusto. En ellos encontramos dos botones en la parte inferior que nos permiten modificar la luz de cada uno de los módulos por separado. Tanto el color, la intensidad como el encendido y apagado. La unión, seguramente imantada, entre módulos nos permite hacer diferentes configuraciones de la luz, dependiendo de nuestras necesidades.



Figura 20. Detalle 3 propuesta 1.

Los materiales utilizados serían plásticos mate tanto en los módulos como en la base de carga.



## PROPUESTA 2

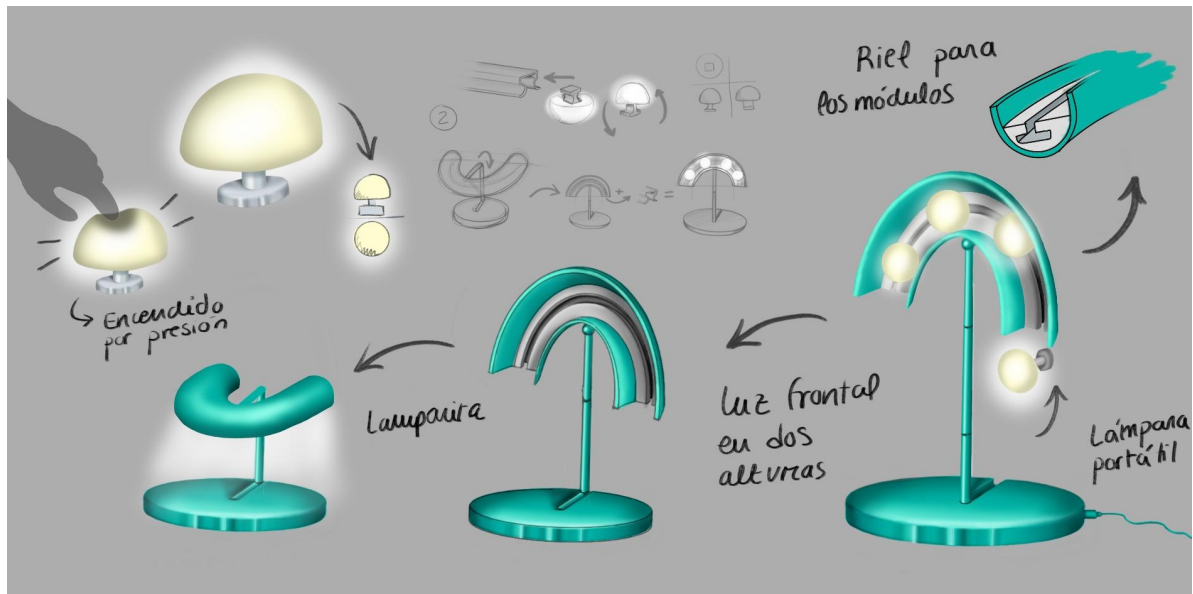


Figura 21. Panel propuesta 2.

Esta segunda propuesta pretende aumentar los usos de la luminaria al completo.

Como podemos observar, este diseño consta de una luminaria que puede variar su posición y adquirir tres configuraciones distintas. Esto es gracias a la unión superior de giro 360° y a su pie extensible en dos alturas.

Por un lado, tenemos la posición más reducida. Esta sería perfecta para hacer la función de lamparita de noche o lámpara de luz de ambiente. Además, si extendemos el pie a una posición más alta obtenemos una luz con más altura que nos puede permitir iluminar una mesa en entornos de trabajo o estudio.

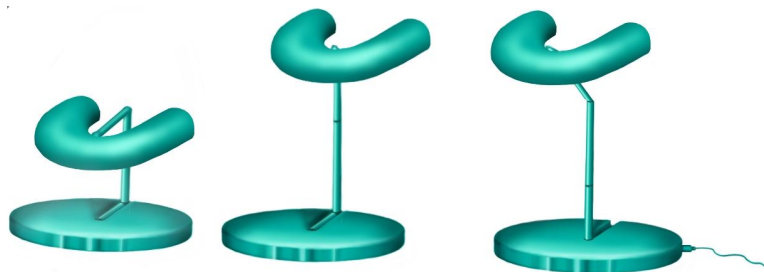


Figura 22. Detalle 1 propuesta 2.

La siguiente configuración en dos alturas diferentes nos permite tener una luz frontal. Esta puede ser perfecta para grabar contenido para redes sociales o incluso iluminar el rostro para ayudar en el maquillaje.

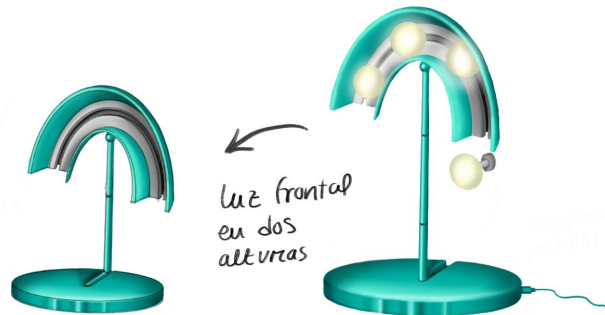


Figura 23. Detalle 2 propuesta 2.

Las diferentes configuraciones de altura y dirección de la luz, sumado al hecho de que la lámpara sea portátil convierten este diseño en un producto dinámico y flexible. El encendido y apagado, así como la intensidad y color de la luz se controlan mediante unos botones que se encuentran en el lateral de la luminaria.

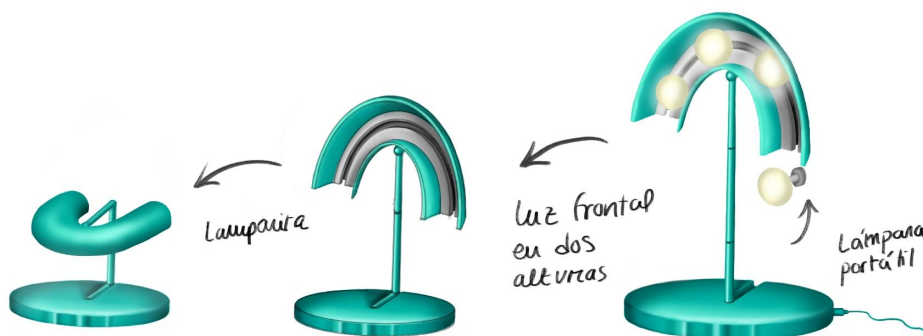


Figura 24. Detalle 3 propuesta 2.

La luz de la luminaria la producen diferentes módulos independientes que se encuentran en su lámpara. Estos módulos se introducen en el riel que alberga la lámpara y permiten modificar la cantidad de puntos de luz de la misma. Además, proporcionan diferentes puntos de luz que pueden utilizarse independientemente. El control de la luz se acciona mediante la aplicación de presión en la parte superior del módulo.

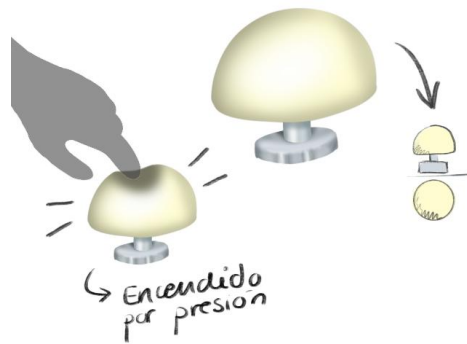


Figura 25. Detalle 4 propuesta 2.

Los materiales utilizados serían metal para la luminaria y plástico flexible para los módulos.

### PROPUESTA 3

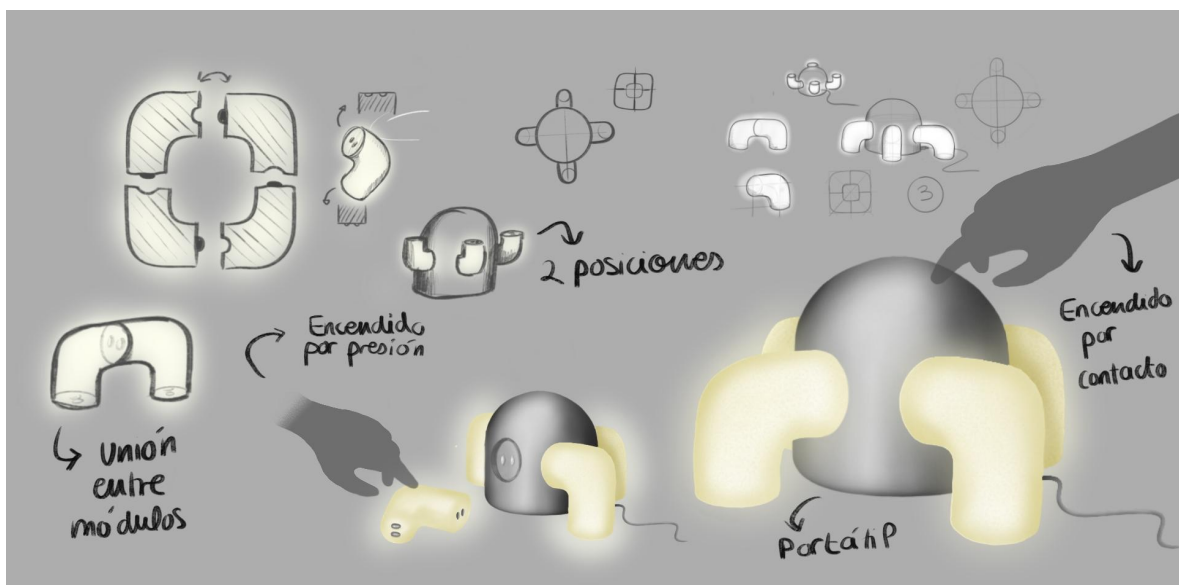


Figura 26. Panel propuesta 3.

La última propuesta nos muestra una silueta con formas mucho más sinuosas.

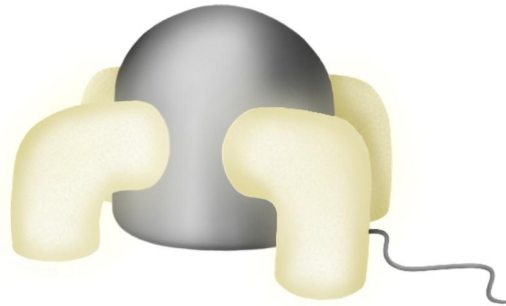


Figura 27. Detalle 1 propuesta 3.

Este diseño consta de una base de carga con forma cilíndrica que termina en una semiesfera. En ella podemos conectar los cuatro módulos en dos posiciones distintas. Esta base también sería portátil.



Figura 28. Detalle 2 propuesta 3.

Los cuatro módulos tienen forma cilíndrica doblados a la mitad con un ángulo de  $90^\circ$ . Los módulos se pueden conectar entre sí (mediante un imán) para formar diferentes configuraciones dependiendo de nuestras necesidades.

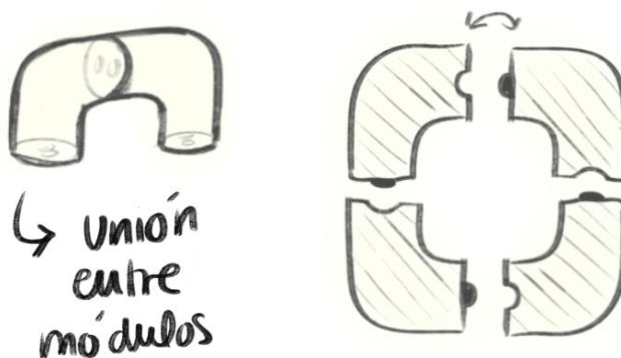


Figura 29. Detalle 3 propuesta 3.

La luminaria se activa por contacto en la parte superior y esto accionará los módulos que estén conectados. Para poder encender cada módulo independientemente tendremos que aplicar presión sobre él.

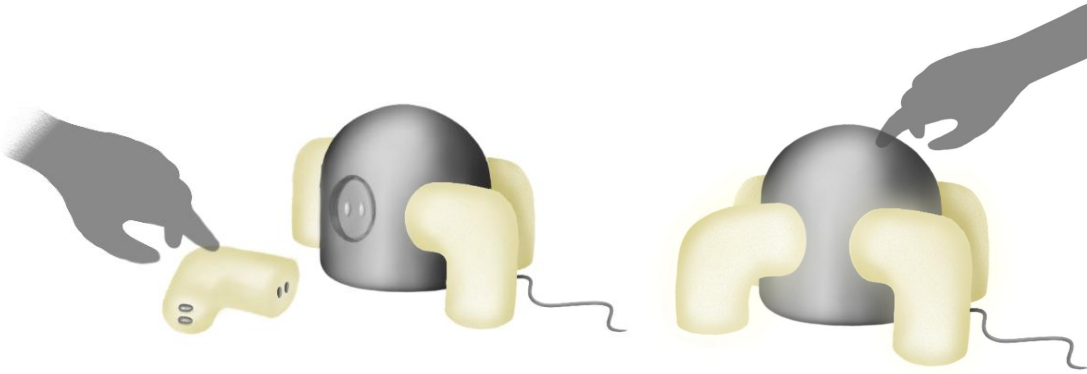


Figura 30. Detalle 4 propuesta 3.

El material de los módulos será plástico flexible y el de la base de carga metálico.

## 6.1. Evaluación

Una vez tenemos las tres propuestas finalistas, las evaluaremos con diferentes métodos para poder tomar una decisión final. En el Volumen II: Anexos (apartado 2: Evaluación de propuestas) se pueden ver la aplicación de los dos métodos que explicaremos a continuación con más detalle.

En primer lugar, hacemos una evaluación cualitativa mediante el método DATUM. Para ello, establecemos los valores de cada una de las tres propuestas para cada objetivo.

Nº	ESPECIFICACIÓN	VARIABLE	ESCALA	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
1	Que los módulos tengan la mayor autonomía posible	Tamaño de los módulos	Ordinal	1	3	2
2	Que tenga una estética atractiva	Usuario	Ordinal	1	2	3
3	Que sea fácil de usar	Usuario	Ordinal	1	3	2
4	Que sea adapten los módulos a distintas situaciones	Cumplimiento	Nominal	Sí	Sí	Sí
5	Que se puedan unir los módulos entre sí	Cumplimiento	Nominal	Sí	No	Sí
6	Que se unan y se separen los módulos a la base de carga lo más rápido posible	Cumplimiento	Nominal	Sí	No	Si
7	Que tenga la mayor superficie que desprende luz posible	Superficie que desprende luz	Ordinal	2	3	1
8	Que tenga diferentes modos de luz	Cumplimiento	Nominal	Sí	Sí	Sí
9	Que sea fácil de reparar	Nº piezas normalizadas	Nominal	No	Sí	No
10	Que sea fácil de montar	Nº de piezas	Proporcional	6	12	4

Tabla 6. Valores de cada propuesta para cada objetivo

A continuación, establecemos la propuesta 1 como base de comparación y obtenemos la siguiente tabla.

OBJETIVOS	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
1	D	-	-
2	A	-	-
3	T	-	-
4	U	S	S
5	M	-	S
6		-	S
7		-	+
8		S	S
9		+	S
10		-	+
$\Sigma (+)$		1	3
$\Sigma (-)$		6	4
$\Sigma (S)$		2	5
TOTAL		-5	-1

Tabla 7. DATUM

Finalmente, con los datos mostrados tomamos la decisión de descartar la propuesta 2, ya comparándola con el diseño DATUM obtiene una puntuación de -5.

En segundo lugar, aplicamos un método cuantitativo de ponderación.

Con este método establecemos la importancia que tiene cada uno de los objetivos.

También, una escala de porcentaje de adaptación de cada propuesta para cada objetivo que tenemos.

	ADAPTACIÓN POR OBJETIVOS	
OBJETIVOS	PROPUESTA 1	PROPUESTA 3
1	2,22	1,48
2	4,44	1,48
3	6,67	4,44
4	8,89	8,89
5	11,11	11,11
6	4,44	4,44
7	10,37	5,18
8	17,78	17,78
9	6,67	6,67
10	14,81	22,22
TOTAL	87,40	83,70

Tabla 8. Adaptación por objetivos de cada propuesta.

Una vez establecidos todos los parámetros pertinentes llegamos a la conclusión de que la propuesta de diseño que mejor se adapta a los objetivos es la propuesta 1.



Figura 31. Propuesta 1.



## 7. Resultados finales

### 7.1. Descripción del conjunto

La propuesta final está formada por un módulo de luz, como elemento principal, y dos complementos; la base de carga y el aplique. La combinación de los tres productos hace que aumente la cumplimentación de los objetivos iniciales.

#### MÓDULO DE LUZ

El módulo sería la unidad principal de este conjunto. Al tener una carcasa translúcida que ocupa todo el módulo menos la base, tenemos una muy buena superficie con emisión de luz. Gracias a su reducido tamaño (90x80x80 mm) su transporte es muy cómodo.



Figura 32. Módulo de luz.

Las líneas simples del diseño del módulo hace que sea un producto sencillo que pueda adaptarse a espacios con distintas estéticas. Su forma redondeada pretende transmitir calma y amabilidad.

En la base del módulo nos encontramos con los dos puertos de carga, el interruptor y el indicador de la batería. Al ser un elemento que se puede vender por separado, no es necesaria la compra de la base, tiene dos modos de carga.

El primero, es mediante pines pogo. Se trata de la unión entre dos pines pogo, uno hembra que se encuentra en el módulo, y uno macho, que se encuentra en la base. Es muy cómodo, ya que el usuario solamente tiene que posicionar el módulo encima de la base y la carga se hace sin la necesidad de conectar ningún cable. Este modo de carga se utilizará si el usuario ha comprado también la base.

El segundo, se trata de aprovechar la toma de corriente que tiene la propia batería del módulo. Al ser una batería recargable, ya viene con su propio cargador. Esto hace que se pueda adquirir un módulo por separado.

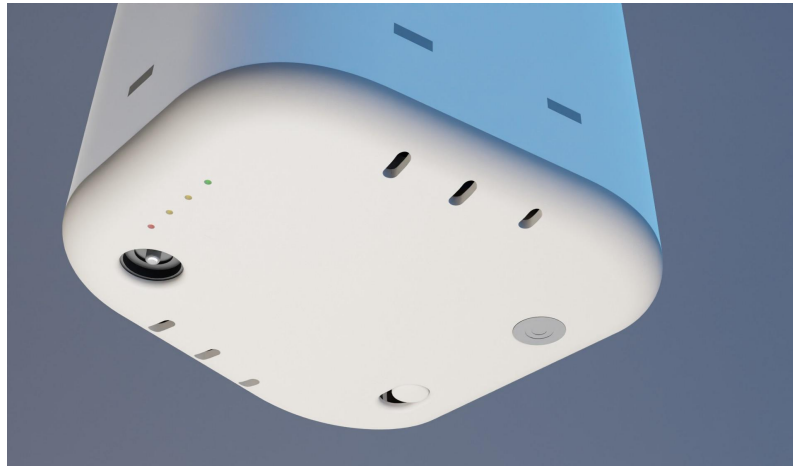


Figura 33. Base módulo de luz.

También se pueden visualizar en la imagen anterior las tres ranuras que se han diseñado en cada lateral del módulo. Esto nos asegura que existe una correcta ventilación en el interior y no se sobrecalienta el módulo.

El indicador de carga nos permite averiguar el estado de la batería de forma visual y rápida. Esto se consigue mediante un módulo de carga incorporado en el interior que tiene cuatro ledes.

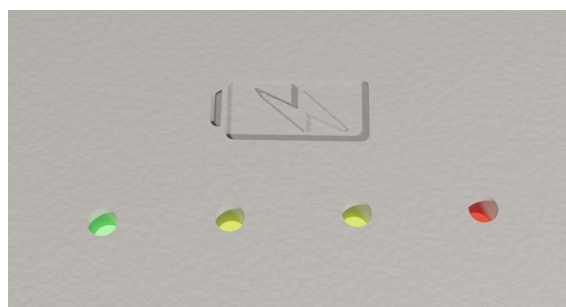


Figura 34. indicador carga módulo.

El interruptor nos permite apagar y encender el módulo de forma física.

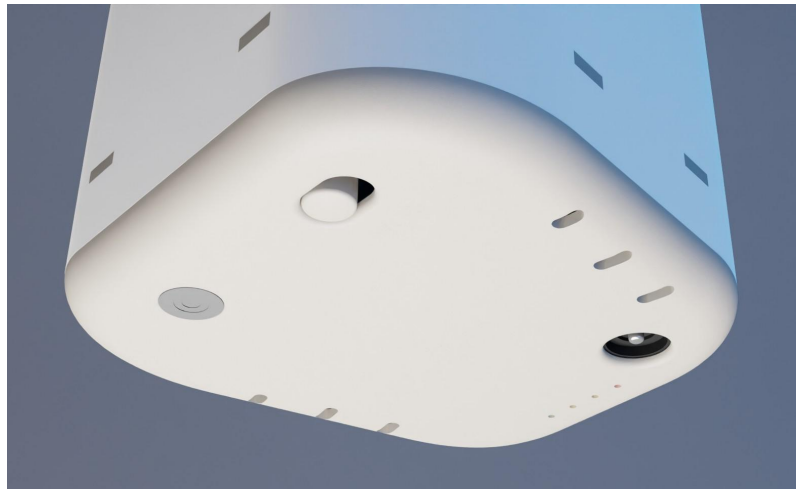


Figura 35. Interruptor módulo.

Pero el verdadero control de los diferentes modos de luz (tanto color como intensidad) se hará de forma telemática mediante una aplicación móvil. Esto es gracias al controlador LED que lleva en su interior y está conectado a la tira LED COB encargada de proporcionar la luz.

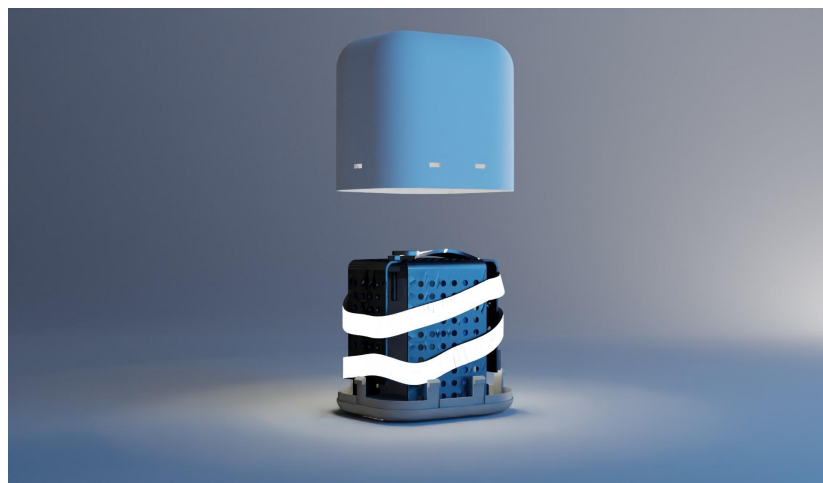


Figura 36. Tira LED.

Para su control se podrá utilizar una aplicación propia o también mediante otras aplicaciones mucho más extendidas dentro del mundo de la domótica. Incluyendo también la opción de control mediante asistentes de voz (como Alexa o Google Home).



Figura 37. Interfaz aplicaci3n m3vil.

Con el objetivo de aumentar su adaptabilidad al espacio, el producto se puede comercializar en distintos colores. Siempre dentro del rango de los colores claros, como azul, violeta o verde.



Figura 38. Colores m3dulos.

Cumpliendo uno de los objetivos iniciales y buscando nuevos usos de los m3dulos, se han dise1ado para poder apilarse. Gracias a que tanto la parte superior como la inferior son planas, podemos conseguir tener una fuente de luz con m1s altura. Para mayor seguridad en este uso, se ha a1adido un im1n en la parte inferior de cada m3dulo y un disco met1lico en la parte superior. Estos dos elementos se conectan y estabilizan las torres de m3dulos.

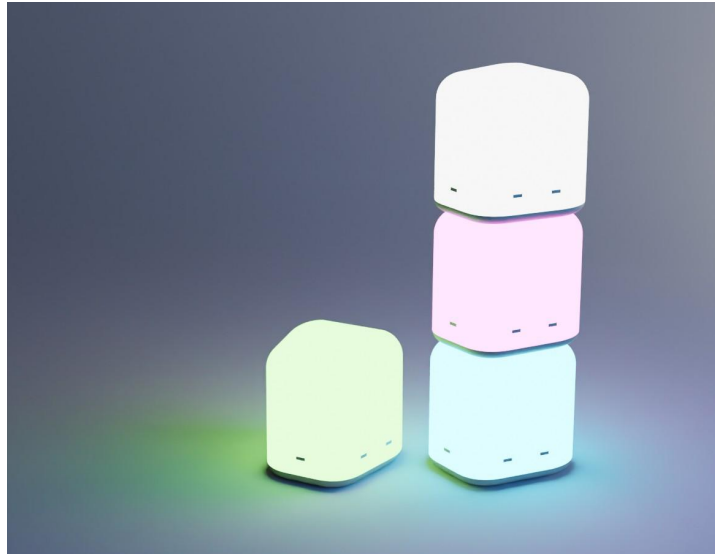


Figura 39. Módulos apilados.

## BASE

Este producto consta de cuatro rebajes en los que se pueden alojar cuatro módulos. Las funciones principales de la base son: establecer un sitio fijo en el cargar los módulos de forma cómoda y hacer la función de batería portátil.



Figura 40. Base.

En cada uno de los cuatro huecos sobresale un pin pogo macho que se debe de conectar con el pin pogo hembra de la parte inferior del módulo.



Figura 41. Pines pogo macho (base) y hembra (módulo).

La forma de la base asegura que esta unión sea exitosa y siempre que dejemos el módulo en la base se quede en la posición de carga.

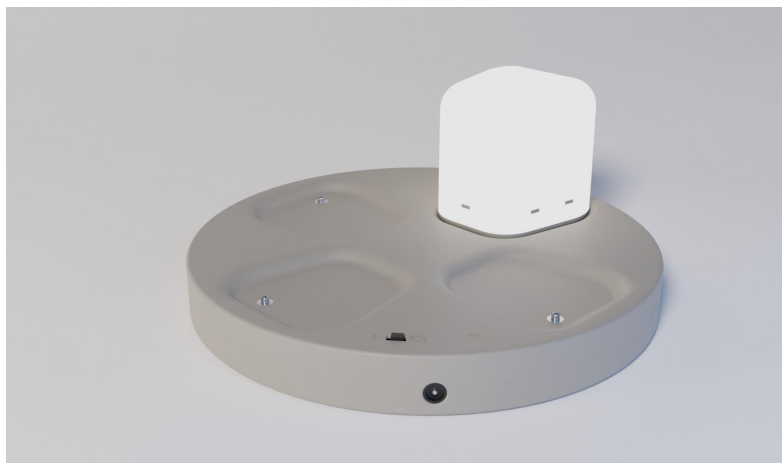


Figura 42. Base.

Como hemos comentado otras de las funciones de la base es la de batería portátil. Esto es gracias a la batería recargable que encontramos en su interior. Con una capacidad de 50Ah, conseguimos cargar 3 módulos al completo y el cuarto al 80% . Para que su transporte, a diferentes espacios del hogar, sea seguro se ha añadido un disco metálico en cada uno de los alojamientos de los módulos que conecta con el imán que incluye todos los módulos en su parte inferior.

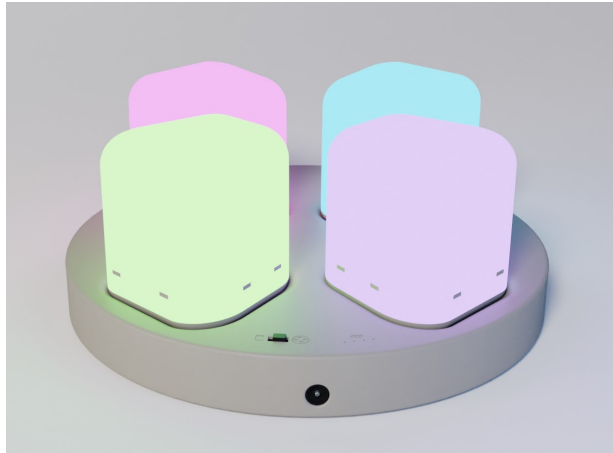


Figura 43. Base módulos colores.

Uno de los inconvenientes al que nos enfrentamos era la carga entre la base y los módulos. Ya que al estar las batería conectadas en paralelo cabía la posibilidad de haber fallos. Por ejemplo, si la base tenía menos carga la batería esto podría hacer que los módulos cedan carga a la base o que tardarán mucho más en cargarse los módulos.

Para solucionar este inconveniente, se ha instalado un interruptor en la base con el que podemos elegir si, al conectar la base al cargador, cargamos la batería de la base o la de los módulos.



Figura 44. Interruptor base.

Del mismo modo que en los módulos, se incluye en la base un indicador de carga que nos informa de cuánta batería le queda a la base.

## APLIQUE

Como último complemento, tenemos el aplique. Su función es ampliar los usos que se pueden hacer del módulo. La unión entre el aplique y el módulo se logra gracias al imán que lleva cada uno de los dos diseños. Estos imanes están sobredimensionados, ya que el módulo tiene un peso de unos 500 gramos y cada imán aguanta 3,1 kg. Esto se debe a que entre los imanes hay una distancia de 3 mm (1,5 mm de cada pieza) y además se sitúa desplazado del centro de gravedad.

La parte superior abraza perfectamente el módulo. La parte inferior es dónde encontramos tanto el asa como las ranuras de sujeción a pared.

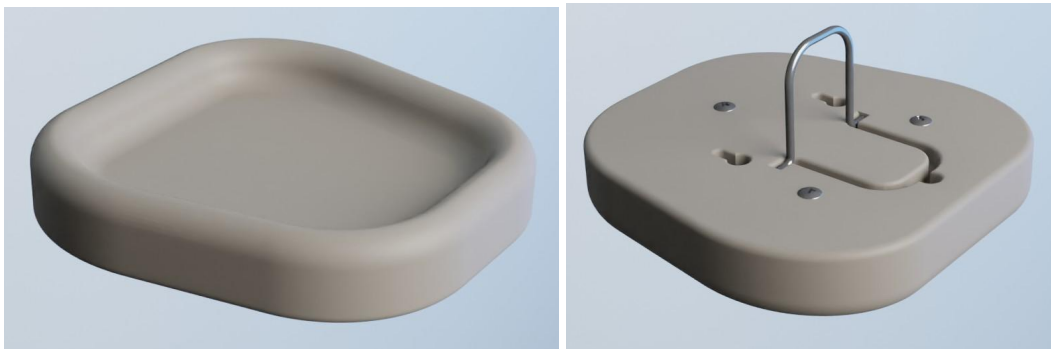


Figura 45. Aplique.

El asa nos permite transportar y colgar el módulo de una forma más sencilla. Además, su diseño hace que el módulo con el aplique se siga pudiendo utilizar sobre una superficie plana, ya que el asa se esconde.



Figura 46. Aplique con módulo.



Mientras que las dos ranuras nos permiten introducir la cabeza de dos tornillos previamente instalados en la pared. Estas ranuras nos dan la posibilidad de instalar los apliques con dos objetivos:

- Colocar como apliques permanentes alrededor de la casa para poder colocar los módulos colgados en la pared.
- Colocar tornillos en terrazas o lugares de exterior y colocar el aplique de forma puntual.

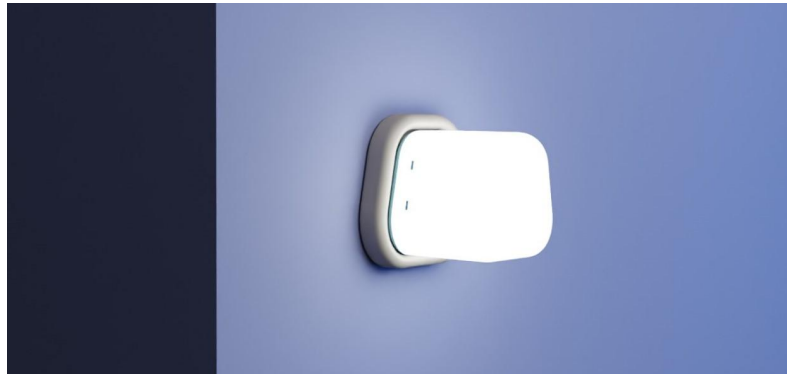


Figura 47. Aplique colgado.

Cabe comentar, que el aplique está diseñado para utilizarse en el interior. Aún así, si se hace un uso responsable se puede utilizar en el exterior. Con precaución de no dejarlo en la intemperie con humedad mucho tiempo ni sin supervisión. Esto aplica tanto al módulo como a la base.



Figura 48. Aplique colgado.

## 7.2. Componentes, materiales y fabricación

A continuación, se hará una explicación de cada uno de los componentes que forman los tres productos anteriormente presentados. Tanto de sus componentes comerciales como de las piezas fabricadas. También se comentarán los materiales y procesos de fabricación de estas últimas. Si se desea indagar más en los procesos de fabricación, consultar Volumen IV: pliego de condiciones.

### MÓDULO

#### Componentes fabricados

- **Tapa.** Se trata de la pieza de la parte inferior del módulo. Está hecha mediante el proceso de inyección de plástico. Su material es el termoplástico ABS. Su función principal es la de alojar cada uno de los componentes eléctricos que se incluyen en el módulo. Además, gracias a las pestañas que sobresalen de los laterales, se puede efectuar la unión desmontable entre esta pieza y la carcasa del módulo.

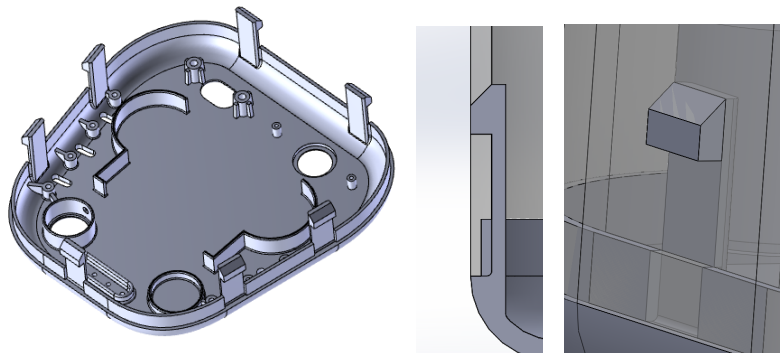


Figura 49. Tapa módulo y corte pestaña.

- **Soporte.** Se trata de una chapa de aluminio cortada con láser CNC y posteriormente doblada. Con este procedimiento conseguimos un soporte agujereado perfecto para enrollar alrededor la tira led. Gracias a que está hecha de aluminio, esta pieza es perfecta para disipar el calor del interior del módulo. Por eso, las ranuras en la tapa coinciden con los agujeros de sujeción del soporte con la tapa.

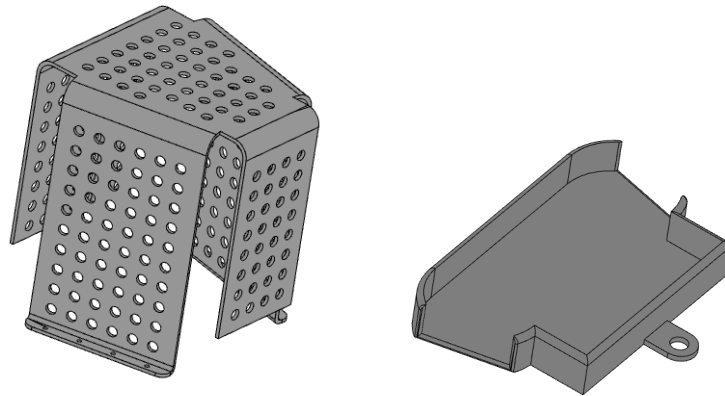


Figura 50. Soporte y acople del módulo.

- **Acople.** Se trata de una pieza inyectada de BAS que nos permite mantener el controlador LED y la batería en un lugar fijo. Se ajusta en la parte superior con el soporte mediante un tornillo una tuerca autoblocante.
- **Carcasa.** Esta pieza de PEAH nos ayuda a disipar la luz con su material translucido con tono lanco (de aspecto “lechoso”). Está diseñada para fabricarse mediante el proceso de inyección de plásticos. Cuenta con 7 ranuras que acoplan con la parte superior de las pestañas de la tapa. Gracias a la cierta flexibilidad del ABS se logra una unión desmontable perfecta para reducir piezas y agilizar la reparación y el reciclaje.

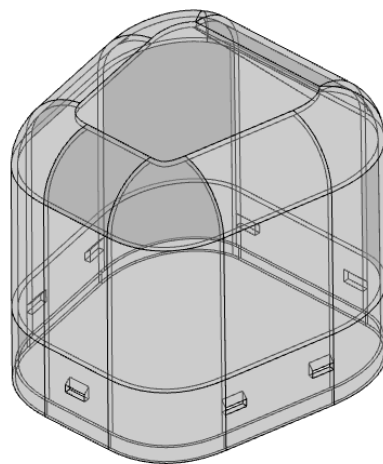


Figura 51. Carcasa módulo.

## Componentes comerciales

- **Interruptor.** Conectado entre el controlador LED y la batería, nos permite encender y apagar el módulo de forma física.
- **Pin pogo hembra.** Nos permite cargar el módulo con la base, sin la necesidad de conectar cables entre ellos.
- **Batería.** Se trata de una batería de 12V con una capacidad de 13,8 Ah. Esto nos permite tener una autonomía de 16 horas en cada módulo.
- **Indicador de carga.** Nos indica la carga que le queda a la batería del módulo mediante cuatro ledes (rojo 20%, amarillo 50%, amarillo 80%, verde 100%).
- **Controlador led.** Gracias a él podemos controlar la tira LED mediante una aplicación en el móvil de forma remota. Utiliza la tecnología ZigBee, lo que hace que consuma muy poca energía.
- **Tira LED.** Se trata de una tira LED COB de 507 mm. Esto nos permite tener la luz necesaria para desempeñar tareas como estudiar o trabajar (mínimo 500l/m2). La tecnología COB (Chip On Board) produce más luz con un menor consumo, ya que los ledes no van empaquetados individualmente.
- **Imán y disco metálico.** El imán se sitúa en la parte inferior y nos permite conectar con el disco metálico de otro módulo (en la parte superior) con el disco metálico de la base y con el imán del soporte.
- **Tornillería:**
  - Tornillos pin pogo (x2)
  - Arandelas pin pogo (x2)
  - Tornillos interruptor (x2)
  - Tornillos soporte (x8)
  - Tornillo y arandela autoblocante acople (x1)
  - Prisionero cargador batería (X1)

## BASE

### Componentes fabricados

- **Abajo.** Pieza fabricada mediante inyección de plásticos en ABS. Incluye un alojamiento para la batería y los agujeros necesarios para los tornillos que cierran las dos partes de la base. También se ha diseñado en las dos partes un agujero y saliente para alojar la toma de corriente hembra que sale de la batería y permite cargarla con el cargador.

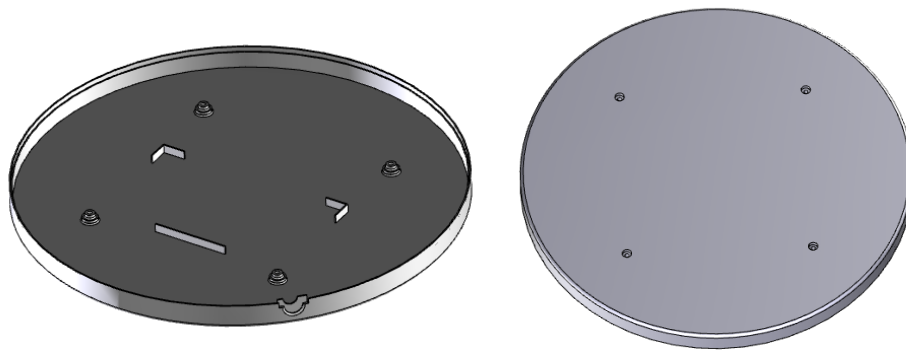


Figura 52. Abajo base.

- **Arriba.** Pieza fabricada mediante inyección de plásticos en ABS. Su diseño incluye recabes pensados para la base de cada módulo. También agujeros para los pines pogo macho y el interruptor. Los diferentes salientes pensados para cada elemento (como los discos metálicos, la batería o los agujeros de los tornillos para los pines pogo) han sido pensados en relación a las recomendaciones de inyección de plásticos.

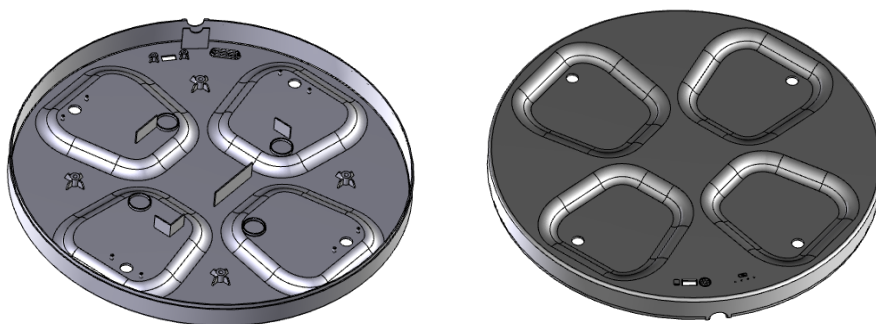


Figura 53. Arriba base.

### Componentes comerciales

- **Batería.** Batería de 12V y una capacidad de 50 Ah. Consigue una autonomía de unas 16 horas. Además incluye la entrada del cargador.
- **Pines pogo macho** (x4). Hacen posible la carga entre el módulo y la base.
- **Discos metálicos** (x4). Aseguran los módulos con la base en su transporte y carga efectiva.
- **Indicador de carga.** Avisa de la carga que le queda a la batería.
- **Interruptor.** Nos permite cambiar el modo de carga entre: cargar la batería de la base o los módulos.
- **Tornillería:**
  - Tornillos pines pogo macho (x4)
  - Arandelas pines poco macho (x4)
  - Tornillos interruptor (x2)
  - Tornillos cierre (x4)

## APLIQUE

### Componentes fabricados

- **Arriba.** Pieza fabricada por inyección de ABS. Incluye el rebaje para depositar el módulo. También el alojamiento del imán y los salientes del asa.
- **Abajo.** Pieza fabricada por inyección de ABS. En su diseño cuenta con tres agujeros para los tornillos que cierran las dos partes del aplique. Además, dispone de dos ranuras para colgarlo.

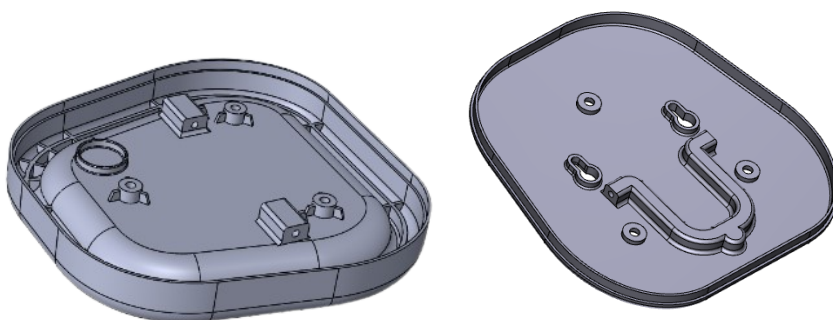


Figura 54. Arriba y abajo aplique.

## Componentes comerciales

- **Imán.** Asegura la unión con el imán del nódulo.
- **Asa.** Fabricada mediante varillas de 2 mm de diámetro de acero inoxidable. Primero se cortan y luego de sobra con los radios de curvatura deseados. Se introduce en los agujeros de la parte de abajo y los salientes de la parte de arriba. Con ella podemos cargar el módulo de manera sencilla.
- **Tornillería:**
  - Tornillos de cierre (x3)
  - Tornillos para anclar el módulo en la pared (x2)

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los elementos anteriormente explicados, tanto comerciales como fabricados.

Parte	Elemento	Nº	Material	Dimensiones (mm)
Módulo	Tapa módulo	1	ABS	77x76x10
	Acople	1	ABS	52,1x38,5x7
	Cascada	1	HDPE	71x77x76
	Soporte aluminio	1	Aluminio	70,5x69,3x64,5
	Tornillo soporte	8	Acero inox	M1,4x3,5
	Tornillo interruptor	2	Acero inox	M2x5
	Tornillo pin pogo	2	Acero inox	M1x4
	Arandela pin pogo	2	Acero inox	M1,6
	Tornillo acople	1	Acero inox	M2x8
	Tuerca acople	1	Acero inox	M2
	Prisionero	1	Acero inox	M2x3
	Interruptor	1	Metal y plástico	19,5x8x5,8
	Tapa interruptor	1	Plástico	ø6,2x7,3
	Pin pogo hembra	1	Metal y plástico	27,3x14,8x12
	Iman	1	Neodimio	ø12x4
	Disco metal	1	Metal	ø13x2
	Indicador batería	1	Metal y plástico	20x17,2
	Controlador	1	Plástico y componentes eléctricos	70x36x10
Batería	1	Plástico y elementos químicos	69x56x19	



	Cargador	1	-	-
	Tapa toma corriente	1	Plástico y metal	∅10x26
	Tira LED	1	Plástico y metal	507x10x2
	Cableado	-	Plástico y metal	250
	Silicona	0,02	Silicona	507
Aplique	Abajo	1	ABS	98x96x5
	Arriba	1	ABS	98x96x15
	Asa	1	Acero inox	160x∅2
	Tornillo pared	2	Acero inox	M3x10
	Tornillos cierre	3	Acero inox	M3x2,5
	Iman	1	Neodimio	∅12x4
Base	Abajo	1	ABS	∅25x2,5
	Arriba	1	ABS	∅25x0,8
	Tornillos ping pogo	8	Acero inox	M1x3,5
	Arandela pin pogo	2	Acero inox	M1,6
	Tornillos cierre	4	Acero inox	M3x25
	Pin pogo (macho)	4	Metal y plástico	27,3x14,8x14
	Disco metal	4	Metal	∅13x2
	Batería y cargador	1	Plástico y elementos químicos	118x68x20
	Tapa toma corriente	1	Silicona	∅10x26
	Interruptor	1	Plástico y metal	23,3x7,4x12
	Tornillo interruptor	2	Acero inox	M2x4
	Cableado	-	Plástico y metal	450

Tabla 9. Componentes.

### 7.3. Descripción del montaje

Para una descripción con imágenes y mucho más visual, consultar el apartado 5 del Volumen IV: Pliego de condiciones.

#### MÓDULO

1. Adherir el indicador de carga en su alojamiento.
2. Adherir el imán en su alojamiento.
3. Insertar la tapa al interruptor deslizante.
4. Atornillar los dos tornillos del interruptor.
5. Colocar pin pogo en su posición (insertar los dos salientes para sus tornillos en los dos agujeros del pin pogo).
6. Colocar las dos arandelas del pin pogo.
7. Atornillar los dos tornillos del pin pogo.
8. Colocar batería en su alojamiento.
9. Colocar la toma de corriente en su alojamiento.
10. Ajustar tornillo prisionero de la toma de corriente.
11. Conectar los cables de la tira LED RGB al controlador (se trata de cuatro cables: V+, R G y B).
12. Colocar el controlador en su alojamiento.
13. Realizar conexión de cableado entre el pin pogo hembra y la batería.
14. Conectar el cableado entre el interruptor, el controlador y la batería.
15. Asegurar el acople en la parte inferior del soporte de aluminio con un tornillo y la rosca autoblocante.
16. Adherir la tira LED al soporte de aluminio con silicona especial para alta temperatura.
17. Atornillar los ocho tornillos del soporte de aluminio con la tapa del módulo.
18. Adherir el disco metálico en la parte superior del soporte de aluminio.
19. Insertar la carcasa en las pestañas de la tapa del módulo.

## BASE

1. Adherir disco metálico en el alojamiento de la parte superior de la base.
2. Colocar los cuatro pines pogo en su posición (insertar los dos salientes para sus tornillos en los dos agujeros del pin pogo).
3. Colocar las ocho arandelas de los pines pogo (dos a cada uno).
4. Atornillar los ocho tornillos de los pines pogo (dos a cada uno).
5. Colocar la batería en su alojamiento.
6. Adherir el indicador de carga en su alojamiento.
7. Colocar la toma de corriente en su posición (posicionada en el saliente adaptado a su forma).
8. Atornillar los dos tornillos del interruptor.
9. Colocar el cableado.
10. Acoplar la parte inferior de la base en la superior.
11. Atornillar los cuatro tornillos de cierre parte inferior con superior de la base.

## APLIQUE

1. Adherir el imán en la pieza superior del aplique.
2. Colocar el asa. Se juntan la parte superior e inferior del aplique y se pasa el asa. Primero por los agujeros de la parte de abajo del aplique y luego se inserta en los salientes de la parte de arriba del aplique.
3. Atornillar los tres tornillos de cierre entre las dos piezas del aplique.

Una vez el usuario haya recibido el aplique, si quiere tener la posibilidad de colgarlo en la pared con el uso de las dos ranuras, deberá instalar los dos tornillos que vienen en el embalaje en la pared.

## 7.4. Embalaje e imagen corporativa

A la hora de diseñar la imagen corporativa se pensó en la silueta más identificativa de esa familia de productos. Dentro de ella, el módulo es el que más puede ayudarnos en este aspecto. Además, para poder hacer mucho más sencilla la incorporación de la marca en el imaginario de los usuarios, se buscó crear un isologo. Este tipo de símbolo incorpora al mismo tiempo el logotipo y el nombre de la marca.

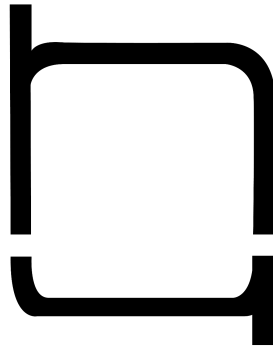


Figura 55. Isologo.

Como podemos ver en la imagen anterior, las letras “n” y “u” juntas forman una silueta que puede recordarnos al módulo de luz. Juntas y leyendo de arriba a abajo crean el nombre de la marca “NU”. Para una mejor comprensión se decide por **NU light**.

Dentro de los diferentes productos se identificará en primer lugar el nombre del producto y en segundo lugar la palabra NU. Con esto tenemos:

- Módulo de luz NU
- Base de carga NU
- Aplique NU

Este mismo isotipo se incorpora en cada uno de los productos. En zonas no visibles o que puedan desequilibrar la limpieza visual del diseño. Como ejemplo tenemos el logotipo en la parte inferior del módulo.



Figura 56. Isologo módulo.

El embalaje que se ha decidido es el mismo para los tres productos. Se envolverán los productos en dos vueltas de papel de nido de abeja, se colocarán en una caja de cartón con la impresión del isologo y se cerrará la caja con cinta adhesiva de papel.



Figura 57. Embalaje.

Para abaratar costes solamente se imprimirá el logotipo en la parte superior de las cajas. De esta manera cuando el usuario compra el producto por línea puede identificar el paquete de manera inmediata.



Figura 58. Embalaje módulo.

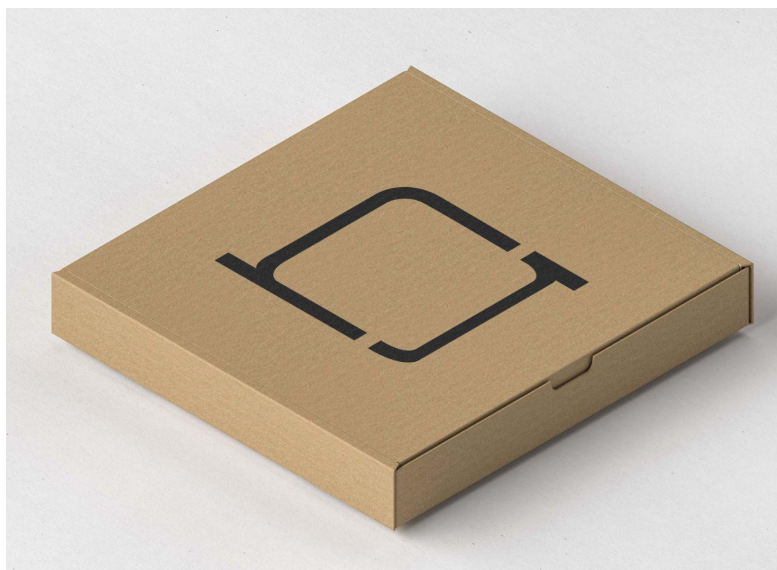


Figura 59. Embalaje base.

Al tener que diseñar la aplicación con la que controlar las luces, hay que pensar en la reducción del logotipo. Las líneas simples del mismo nos permiten alterar su tamaño para que se pueda adaptar a diferentes dispositivos.



Figura 60. Dispositivos.



Figura 61. Dispositivos.

## 8. Planificación

En cuanto a la planificación del proyecto, hemos de tener en cuenta que para poder llegar a los objetivos de venta marcados se harán dos lotes de producto anuales. Con esto lo que pretendemos es poder adaptarnos a los cambios en la demanda.

Los datos de la producción del primer lote del año 1 serán los siguientes:

Lote	Ventas módulos	Venta bases	Venta apliques
1	3000	1500	2450
Total	6050 productos		

Tabla 10. Número de productos primer lote.

Las actividades que deberemos de tener en cuenta en la planificación son las siguientes:

	Etapa	Tiempo (días)	Actividades precedentes	Día de inicio	Día final
A	Pedido de materiales	15	-	0	15
B	Pedido de elementos comerciales	5	-	0	5
C	Fabricación módulo	27	A	15	42
D	Fabricación base	14	A	42	56
E	Fabricación aplique	22	A	64	86
F	Montaje módulo	83	C	15	98
G	Montaje base	16	D	42	58
H	Montaje aplique	4	E	64	68
I	Embalaje módulo	4	F	98	102
J	Embalaje base	1	G	58	59
K	Embalaje aplique	1	H	68	69

Tabla 11. Planificación.

Como indica la tabla anterior, se tardarían 102 días en hacer el primer lote de productos.



En la siguiente imagen se pueden visualizar de una forma más gráfica los datos comentados anteriormente mediante el diagrama de Gantt.

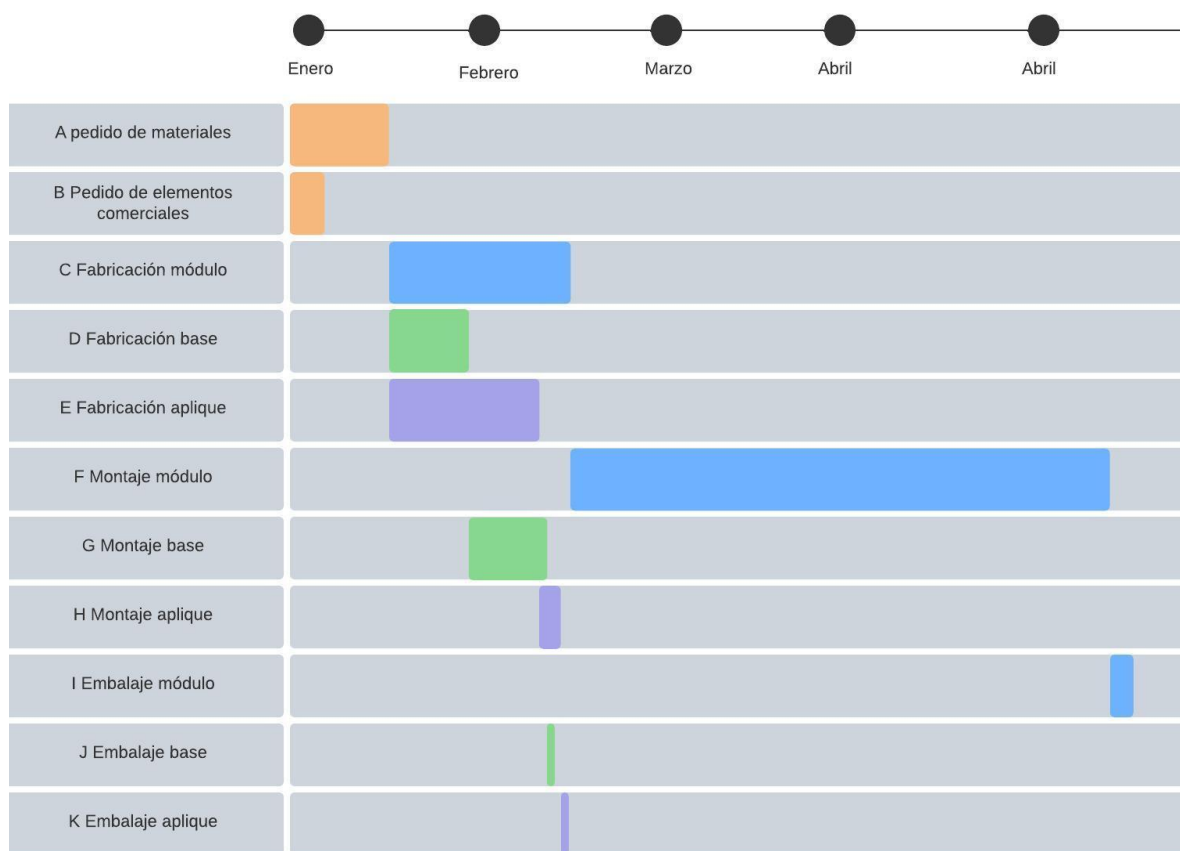


Figura 62. Diagrama Gantt.

## 9. Orden de prioridad entre los documentos básicos

En la redacción y estructuración de este documento, se ha adherido a las pautas de la normativa **UNE 157001:2002**. Dicha normativa establece un criterio jerárquico para los documentos básicos, siguiendo el siguiente orden de prioridad:

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

# **VOLUMEN II: ANEXOS**

## **DISEÑO DE LUMINARIA PORTÁTIL CON ELEMENTOS MODULARES**

Universitat Jaume I

Escuela superior de tecnología y ciencias experimentales

Autora: Ariadna Montiel Rodríguez

Tutor: Néstor Aparicio Marín

## ÍNDICE ANEXOS

<b>1. Estudio de mercado</b>	<b>69</b>
<b>2. Evaluación propuestas</b>	<b>71</b>
EVALUACIÓN CUALITATIVA - DATUM	76
EVALUACIÓN CUANTITATIVA - MÉTODO DE PONDERACIÓN	78
<b>3. Diseño de detalle</b>	<b>81</b>
3.1. Componentes electrónicos	81
3.2. Unión entre módulos	88
3.3. Materiales	89

## ÍNDICE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Helios.	69
Figura 2. Flai.	69
Figura 3. Mikono.	69
Figura 4. LED Glo.	70
Figura 5. SFIR.	70
Figura 6. Little Bulb.	70
Tabla 1. Objetivos.	71
Tabla 2. Valores de cada propuesta para cada objetivo.	72
Tabla 3 . Datos objetivo 2.	73
Tabla 4 . Datos objetivo 3.	74
Tabla 5. DATUM.	76
Tabla 6. Resultados DATUM.	77
Tabla 7. Importancia de objetivos.	78
Tabla 8. % de adaptación de la escala ordinal de cumplimiento de objetivos.	79
Tabla 9. Grado de satisfacción de cada propuesta para cada objetivo	79
Tabla 10. Evaluación de cada propuesta.	80
Tabla 11. Adaptación por objetivos de cada propuesta.	80
Figura 7. Propuesta 1.	81
Figura 8. Tira LED COB RGB.	82
Figura 9. Chip LED COB RGB.	82
Figura 10. Tira LED COB RGB 12V.	82
Figura 11. Esquema instalación tiras LED con controlador.	83
Figura 12. Diagrama compatibilidad de Matter.	84
Figura 13. Controlador regulador tira LED.	84
Figura 14. Batería módulos.	85
Figura 15. Batería base	86
Figura 16. Interruptor.	86
Figura 17. Tapa interruptor.	87
Figura 18. Interruptor táctil.	87
Figura 19. Pin de carga.	87
Figura 19. Plásticos difusores de la luz.	91

## 1. Estudio de mercado

En este apartado comentaremos las especificaciones técnicas de los ejemplos que hemos nombrado en el Volumen I: Memoria.




PRODUCTO	ESPECIFICACIONES
 <p data-bbox="252 864 469 898">Figura 1. Helios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potencia de salida: DC12V</li> <li>- Interruptor: Táctil capacitiva</li> <li>- Temperatura del color: 6000K-6500K (Blanco)</li> <li>- Potencia de entrada: AC110-220 V 50/60 Hz</li> <li>- Número máximo de componentes por adaptador de corriente: 25pcs</li> </ul>
 <p data-bbox="252 1408 435 1442">Figura 2. Flai.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pantalla: policarbonato serigrafiado resistente a los rayos UV.</li> <li>- Emisión de luz difusa, regulable en 3 niveles de intensidad mediante el botón "Touch".</li> <li>- Leds de Media Potencia 2700K 4W.</li> <li>- Batería de litio recargable incluida (hasta 6 horas de funcionamiento al nivel máximo si está completamente cargada),</li> <li>- Cargadores de 100-240V 0,35Ah 10Wmax incluidos.</li> <li>- Clase III / IP54</li> </ul>
 <p data-bbox="252 1930 483 1964">Figura 3. Mikono.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LED blanco cálido 2700K, CRI 90</li> <li>- Batería: 7-8 horas en potencia máxima</li> <li>- Pantalla: LDPE transparente</li> <li>- Estación de acoplamiento: PC</li> </ul>



Figura 4. LED Glo.

- Material libre de BPA, ftalatos y PVC.
- Iluminación LED de bajo consumo.
- Luz LED RGB multicolor.
- Regulador de ajuste de color.
- Color fijo y secuencia cambiante.
- 3 bolas que brillan en la oscuridad.
- 30 minutos de luz fuera de la base.
- Carga rápida de las bolas: 2 min.
- Dimensiones: 249 x 216 x 208 mm.
- Adaptador de corriente 9V (incluido).



Figura 5. SFIR.

- Luminaria con esfera de vidrio macizo
- Fabricado 100% con aluminio de la más alta calidad.
- 42 x 32 x 32 cm (alto x ancho x fondo)
- Estará disponible en: crema claro, negro.
- Luz LED regulable (blanco cálido)
- Diseñado y fabricado en Alemania.
- Montaje sin herramientas



Figura 6. Little Bulb.

- Materiales: Silicona y PC-ABS
- Batería: 600 mAh hasta 6-72 horas
- Fuente de luz LED incorporada. Vida útil del LED aprox. 25.000 horas.
- Color de luz: Amarillo cálido (2200K Kelvin)
- Bombilla de silicona de calidad alimentaria regulable de 0,01 a 0,3 W.
- Bluetooth incorporado

## 2. Evaluación propuestas

Los objetivos de diseño son los siguientes:

Nº	OBJETIVO	ESPECIFICACIÓN	VARIABLE	ESCALA
1	Mayor autonomía	Que los módulos tengan la mayor autonomía posible	Tiempo (horas)	Proporcional
2	Atractivo	Que tenga una estética atractiva	Grado de aceptación: nada, poco, neutral, atractivo y muy atractivo.	Ordinal
3	Adaptable	Que sea adapten los módulos a distintas situaciones	Cumplimiento	Nominal
4	Unión de módulos	Que se puedan unir los módulos entre sí	Cumplimiento	Nominal
5	Rápida unión	Que se unan y se separen los módulos a la base de carga lo más rápido posible	Cumplimiento	Nominal
6	Iluminación	Que tenga la mayor superficie que desprende luz posible	Superficie que desprende luz (cm <sup>2</sup> )	Proporcional
7	Uso	Que sea fácil de usar	Grado de aceptación: muy difícil, difícil, normal, fácil y muy fácil.	Ordinal
8	Modos de luz	Que tenga diferentes modos de luz	Cumplimiento	Nominal
9	Seguridad	Que sea seguro para los usuarios	Nivel de aislamiento (IP)	Nominal
10	Reparación	Que sea fácil de reparar	Nº piezas normalizadas	Proporcional
11	Montaje	Que sea fácil de montar	Nº de piezas	Proporcional

Tabla 1. Objetivos.

Una vez tenemos estas tres propuestas, el siguiente paso es hacer una evaluación para poder obtener la propuesta final. Para ello, someteremos a los tres diseños anteriormente presentados a dos tipos de evaluaciones, una cualitativa y otra cuantitativa.

Primero de todo debemos establecer los valores de cada uno de los objetivos establecidos para las tres propuestas de diseño que tenemos.

Nº	ESPECIFICACIÓN	VARIABLE	ESCALA	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
1	Que los módulos tengan la mayor autonomía posible	Tamaño de los módulos	Ordinal	1	3	2
2	Que tenga una estética atractiva	Usuario	Ordinal	1	2	3
3	Que sea fácil de usar	Usuario	Ordinal	1	3	2
4	Que se adapten los módulos a distintas situaciones	Cumplimiento	Nominal	Sí	Sí	Sí
5	Que se puedan unir los módulos entre sí	Cumplimiento	Nominal	Sí	No	Sí
6	Que se unan y se separen los módulos a la base de carga lo más rápido posible	Cumplimiento	Nominal	Sí	No	Si
7	Que tenga la mayor superficie que desprende luz posible	Superficie que desprende luz	Ordinal	2	3	1
8	Que tenga diferentes modos de luz	Cumplimiento	Nominal	Sí	Sí	Sí
9	Que sea fácil de reparar	Nº piezas normalizadas	Nominal	No	Sí	No
10	Que sea fácil de montar	Nº de piezas	Proporcional	6	12	4

Tabla 2. Valores de cada propuesta para cada objetivo.



Para una mejor comprensión de cómo se ha obtenido cada valor se realizará una aclaración objetivo por objetivo.

### Objetivo 1

Para este objetivo tenemos que tener en cuenta las dimensiones aproximadas de cada módulo. Teniendo en cuenta que son datos en una fase de diseño temprana que podrán variar al hacer los cálculos antropométricos correspondientes.

Para una idea general de mayor a menor tamaño de módulos ordenamos las propuestas de la siguiente manera:

### PROPUESTA 1 > PROPUESTA 3 > PROPUESTA 2

Conociendo de antemano estos datos, hacemos una primera búsqueda de las baterías que podrían interesarnos para los módulos y cuánta sería su autonomía.

### Objetivo 2 y 3

Para la obtención de los datos de estos dos objetivos hemos realizado una encuesta a 30 usuarios de diferentes edades y con diferentes necesidades y ocupaciones.

Para el objetivo 2 se ha realizado la pregunta “¿Cómo calificarías lo atractivo que te parece este diseño?” y su respuesta estaba dividida en la siguiente escala: nada atractivo, poco atractivo, neutral, atractivo y muy atractivo.

Los datos son los siguientes:

	Nada atractivo	Poco atractivo	Neutral	Atractivo	Muy atractivo	Resultado
Propuesta 1	0%	3,8 %	15,4%	38,5%	42,3%	77% (1)
Propuesta 2	3,8%	0%	15,4%	26,9%	53,8%	76,9 (2)
Propuesta 3	0	23,1%	15,4%	38,5%	23,1%	39,5% (3)

Tabla 3 . Datos objetivo 2.

A la hora de comparar las propuestas hemos de tener en cuenta que a los porcentajes “atractivo” + “muy atractivo” le restamos el valor que ha obtenido en “nada atractivo” + “poco atractivo” para tener también en cuenta esa parte de la encuesta. Con estos datos llegamos a la conclusión que el orden de la propuesta más atractiva a la menos atractiva, centrándose en los datos de las opciones “atractivo” y “muy atractivo” sería:

### PROPUESTA 1 > PROPUESTA 2 > PROPUESTA 3

Para el objetivo 3 se ha realizado la pregunta “¿Cómo calificarías lo fácil de usar que es la luminaria?” y su respuesta estaba dividida en la siguiente escala: difícil, un poco difícil, neutral, fácil, y muy fácil.

Los datos son los siguientes:

	Difícil	Un poco difícil	Neutral	Fácil	Muy fácil	Resultado
Propuesta 1	0	3,8%	11,5%	46,2%	38,5%	80,9% (1)
Propuesta 2	0	15,4%	15,4%	53,8%	15,4%	53,8% (3)
Propuesta 3	3,8	7,7%	15,4%	46,2%	26,9%	61,6% (2)

Tabla 4 . Datos objetivo 3.

A la hora de comparar las propuestas hemos de tener en cuenta que a los porcentajes “fácil” + “muy fácil” le restamos el valor que ha obtenido en “difícil” + “un poco difícil” para tener también en cuenta esa parte de la encuesta.

Con estos datos llegamos a la conclusión que el orden de la propuesta más atractiva a la menos atractiva, centrándose en los datos de las opciones “fácil” y “muy fácil” sería:

**PROPUESTA 1 > PROPUESTA 3 > PROPUESTA 2**

#### **Objetivo 4**

Dado que todas las propuestas tienen la opción de utilizar la luminaria al completo o los módulos por separado, podemos decir que todas cumplen el objetivo 4. Ya que en las siguientes etapas de diseño más detallado se puede realizar el diseño de un accesorio que pueda, en cada caso, contener un solo módulo para que se adapte a mayores situaciones.

#### **Objetivo 5**

En este caso los módulos de la propuesta 2 no se pueden unir entre sí para poder formar una combinación que emita una mayor cantidad de luz.

#### **Objetivo 6**

En este objetivo tampoco podemos decir que la unión de los módulos con la base de carga se haga de una manera muy sencilla en el caso de la propuesta 2, ya que hay que introducir los módulos por el riel. En cambio, en las otras dos propuestas se hace de una manera más sencilla y rápida.

## **Objetivo 7**

Como se puede observar en los bocetos la propuesta cuyos módulos tienen mayor superficie que emite luz es la tercera, al ser módulos cilíndricos. Por otro lado, la propuesta 1 tiene mayor parte del módulo en contacto con la superficie que esté apoyada y esto hace que se pierda luz. La propuesta 2 directamente es un módulo más pequeño.

## **Objetivo 8**

En este caso todas las propuestas cumplen con el hecho de que se pueda modificar tanto el color, como la intensidad de la luz.

## **Objetivo 9**

En el caso del objetivo 10 tenemos en cuenta el número de piezas normalizadas que corresponden a la parte exterior, ya que todos los componentes eléctricos y electrónicos son estándar. Hemos tenido en cuenta que el único diseño que está hecho de manera más fácilmente reproducible es la propuesta 2. Ya que tanto los 3 tubos de metal del pie como las 2 bisagras que lo articulan se podrían encontrar más fácilmente en el mercado. En cambio, los otros dos diseños tienen carcasas con formas más sinuosas y diferentes.

## **Objetivo 10**

Finalmente en el objetivo 11 contamos las piezas generales, de forma aproximada, que conforman la base de carga (exteriormente) y un módulos (exteriormente). Esto se debe a que por su funcionamiento en el interior, tanto de los módulos como de la base de carga, más o menos tendrán los mismos componentes.

Propuesta 1 (6 piezas):

- Carcasa del módulo (dividida en dos piezas)
- Botones del módulo
- Base de carga (dividida en dos piezas)
- Botón selector de la base de carga

Propuesta 2 (12 piezas):

- Base (dividida en dos piezas)
- Pie (dividido en 3 tramos de tubo)
- Tres uniones entre los tramos del tubo y la lámpara o la base
- Lámpara
- Riel
- Módulo dividido en dos piezas (Pantalla y pie)

Propuesta 3 (4 partes):

- Base (dividida en dos piezas)
- Módulos creados por un cilindro y tos tapas

Una vez hemos establecido los valores de cada propuesta para los diferentes objetivos establecidos vamos a evaluarlas para poder elegir con criterio la mejor opción.

## EVALUACIÓN CUALITATIVA - DATUM

En primer lugar, vamos a hacer una evaluación cualitativa utilizando el método DATUM. Este método consiste en la elección de un diseño como DATUM o base de comparación. Puede ser un diseño existente o , en nuestro caso, aquel diseño que en principio se piensa que es el mejor.

A continuación, se comparan las demás propuestas con el diseño DATUM y se pueden dar tres escenarios diferentes. En el caso de que sea mejor se indica con un "+", si es igual con una s (*same*, igual en inglés) y si es peor con un "-".

Finalmente, se suman los resultados obtenidos y se toma una decisión con fundamento.

Una vez tenemos el sumatorio de cada una de las comparaciones de la tabla DATUM

OBJETIVOS	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
1	D	-	-
2	A	-	-
3	T	-	-
4	U	S	S
5	M	-	S
6		-	S
7		-	+
8		S	S
9		+	S
10		-	+
$\Sigma (+)$		1	3
$\Sigma (-)$		6	4
$\Sigma (S)$		2	5

Tabla 5. DATUM.

Una vez tenemos los datos de las comparaciones de la tabla DATUM procedemos a restar en cada propuesta los “-” a los “+”. Así, obtenemos la siguiente tabla. En ella podemos ver como tanto la propuesta 2 como la propuesta 3 obtienen resultados negativos. Esto quiere decir que comparativamente la propuesta 1 cumple mejor los objetivos establecidos que la 2 y la 3. Aun así, la propuesta 3 no se queda muy atrás y por ello en este paso vamos a descartar la propuesta 2.

OBJETIVOS	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
$\Sigma (+)$	D	1	3
$\Sigma (-)$	A	6	4
$\Sigma (S)$	T	2	5
TOTAL	UM	-5	-1

Tabla 6. Resultados DATUM.

## EVALUACIÓN CUANTITATIVA - MÉTODO DE PONDERACIÓN

En segundo lugar, para asegurarnos de que hacemos una correcta elección, realizaremos una evaluación por método cuantitativo. Específicamente evaluaremos las tres propuestas con el método de ponderación.

En este caso, lo primero que debemos hacer es clasificar los objetivos. Para ello los registramos en una matriz de comparación para determinar de cada par de objetivos cuál es el preferente.

Existen dos posibles resultados para cada comparación:

- 1 - Si el objetivo de la fila es más importante que el de la columna.
- 0 - Si el objetivo de la columna es más importante que el de la fila.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	IMP %
1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	2,22
2	0	-	0	1	1	0	1	0	1	1	5	4,44
3	0	1	-	1	1	1	1	1	1	1	8	6,67
4	0	0	0	-	1	0	1	0	1	1	4	8,89
5	0	0	0	0	-	0	1	0	0	1	2	11,11
6	0	1	0	1	1	-	1	0	0	1	5	13,33
7	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	15,56
8	0	1	0	1	1	1	1	-	0	1	6	17,78
9	0	0	0	0	1	1	1	1	-	1	5	20,00
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-	1	22,22
											<b>45</b>	<b>100</b>

Tabla 7. Importancia de objetivos.

Cuando ya tenemos la tabla completa, sumamos el total de 1 que tiene cada objetivo. Después, dividimos 100 entre ese total y obtenemos la ponderación de cada objetivo.

El siguiente paso sería establecer una escala de medición de cumplimiento para cada objetivo.

Valoración de la escala ordinal cumplimiento de objetivos	% de adaptación
1 - Probablemente no satisfactorio	33,33
2 - Dudoso	66,66
3 - Satisfactorio	100

Tabla 8. % de adaptación de la escala ordinal de cumplimiento de objetivos.

A continuación, establecemos los valores de cada uno de los objetivos que corresponden a los tres niveles de satisfacción de la escala anteriormente propuesta.

ESCALA	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	33,33	1	1	1	No	No	Sí	1	No	No	>10
2	66,66	2	2	2	-	-	-	2	-	-	6-10
3	100	3	3	3	Si	Si	No	3	Si	Si	0-5

Tabla 9. Grado de satisfacción de cada propuesta para cada objetivo

El último paso sería establecer en una tabla el nivel que le corresponde a cada objetivo en la escala ordinal y calcular en grado de cumplimiento, teniendo en cuenta la importancia de cada objetivo, para cada propuesta. En este caso valoraremos las propuestas 1 y 3, ya que la 2 ha quedado descartada en el método DATUM.

OBJETIVOS	IMPORTANCIA	PROPUESTA 1		PROPUESTA 3	
		ESCALA	% adapt.	ESCALA	% adapt.
1	17,77	1	100	2	66,66
2	8,88	1	100	3	33,33
3	8,88	1	100	2	66,66
4	13,33	Sí	100	Sí	100
5	11,11	Sí	100	Sí	100
6	6,66	Sí	33,33	Sí	33,33

7	2,22	2	66,66	1	33,33
8	8,88	Sí	100	Sí	100
9	2,22	No	33,33	No	33,33
10	19,99	6	66,66	4	100

Tabla 10. Evaluación de cada propuesta.

Después de establecer la escala de satisfacción (con su correspondiente porcentaje de adaptación) y los valores de cada uno de los niveles de la escala para cada objetivo, procedemos a obtener la evaluación de cada propuesta.

Para ello haremos el siguiente cálculo en cada uno de las dos propuestas de diseño para cada objetivo:

$$(\% \text{ adaptación} / 100) \times \text{IMPORTANCIA}$$

OBJETIVOS	ADAPTACIÓN POR OBJETIVOS	
	PROPUESTA 1	PROPUESTA 3
1	2,22	1,48
2	4,44	1,48
3	6,67	4,44
4	8,89	8,89
5	11,11	11,11
6	4,44	4,44
7	10,37	5,18
8	17,78	17,78
9	6,67	6,67
10	14,81	22,22
<b>TOTAL</b>	<b>87,40</b>	<b>83,70</b>

Tabla 11. Adaptación por objetivos de cada propuesta.



Una vez realizados todos los cálculos obtenemos la evaluación de cada modelo según la escala que hemos elegido. La puntuación indica que la propuesta que mejor se adapta a los objetivos que hemos establecido es la propuesta 1.



Figura 7. Propuesta 1.

### 3. Diseño de detalle

Después de elegir, mediante los métodos apropiados, la mejor propuesta vamos a realizar una investigación para poder establecer los detalles del diseño final.

#### 3.1. Componentes electrónicos

Para poder conocer con certeza las dimensiones de la luminaria y sus módulos, primero debemos establecer los componentes que se encontrarán en el interior de cada parte. Así, podremos conocer las dimensiones mínimas que necesitará el módulo o la base de la luminaria.

##### LED

Este diseño está destinado a funcionar como lámpara individual (base + módulos) o como luces auxiliares y de apoyo (añadiendo un pie que contenga un módulo). Por ello, necesitamos que un módulo individualmente pueda dar una luz de unos 400 - 500 l/m<sup>2</sup> como mínimo. Con esto podríamos añadir un módulo al acople de pie y conseguir una lámpara individual para ayudar al estudio.

Con esta información vamos a buscar qué tipo de LED tendríamos que incluir en el diseño de cada módulo.

Dentro de los diferentes tipos de LED que existen en el mercado, el más utilizado para los diseños de iluminación es el LED COB (Chip on Board). Ya que proporciona un muy buen rendimiento lumínico, de hasta 120 lúmenes por cada watio. Además, su vida útil es más duradera con un consumo menor y mayor aporte lumínico. Dentro de este tipo de ledes, existen dos configuraciones diferentes:

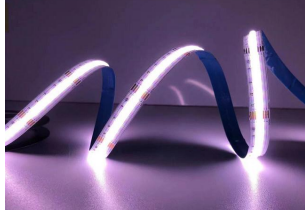


Figura 8. Tira LED COB RGB.



Figura 9. Chip LED COB RGB.

Entre estas dos opciones las tiras se adaptan mejor a las necesidades del diseño. Esto se debe a que los módulos tienen una forma parecida a un prisma rectangular y para poder iluminarlo correctamente necesitaríamos varios chips. En cambio, si conseguimos una buena disposición de las tiras podremos hacer que toda la superficie del módulo emita luz.

Entre los distintos tipos de tiras que existen vamos a optar por las RGB que funcionan a 12V, ya que la mayoría de controladores de tiras LED funcionan a ese voltaje. Estas tiras proporcionan diferentes tonos de colores de luz combinando el rojo, verde y azul, y además, también emiten luz blanca fría. Para este voltaje tenemos la siguiente tira LED COB.



Figura 10. Tira LED COB RGB 12V.

- Ancho: 10 mm
- Potencia: 16 - 18 W/m
- Voltaje: 12/ 24V
- Cantidad de LEDs: 840 LEDs/m
- Lumen: 1700 lm/m
- Ángulo de apertura > 180°
- Se puede cortar cada 13mm
- Peso: 400g/m

Con esta información, vamos a calcular cuántos mm de tira harían falta por módulo. Para esto, vamos a tener en cuenta que queremos que cada uno de los módulos emita, al menos, 500 l/m<sup>2</sup>.

$$\text{Flujo luminoso por metro } (\Phi/m) = 1700 \text{ lm/m} \quad [x 0,2 \text{ m}] = 320 \text{ lm (Flujo luminoso)}$$

$$\text{Intensidad luminosa (cd)} = 5780 \text{ lm} / (2 \times \pi) = 50 \text{ cd} / (0,3)^2 = 555,55 \text{ cd/m}^2$$

A partir de los datos presentados anteriormente, podemos calcular que con 0'2 m de tira, a una distancia de 0'3 m de la superficie a iluminar, obtenemos una luminancia de 555 l/m<sup>2</sup>.

Con esto ya podemos afirmar que necesitaríamos mínimo unos 20 cm de tira por módulo. Pero, para poder abarcar toda la superficie del módulo necesitaremos, al menos, 50 cm. Como las tiras se pueden cortar cada 13mm, consideraremos 507 mm de tira.

## CONTROLADOR LED

Para poder controlar cada módulo de forma remota, mediante una aplicación móvil, necesitamos instalar en cada uno de los módulos un controlador LED. Este controlador se conecta a la red wifi y permite el control entre distintos dispositivos y los módulos.

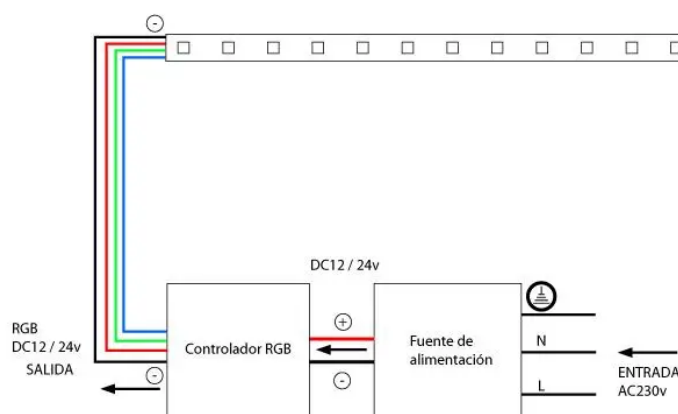


Figura 11. Esquema instalación tiras LED con controlador.

Dentro del mundo de la domótica, uno de los estándares de control inalámbrico es la tecnología ZigBee. Se trata de un protocolo de comunicación de bajo consumo y tasa de transferencia de datos que permite que la red gestione de forma automática fallos de conexión. Para este caso es una buena opción, ya que la transferencia de datos no es muy grande.

Si indagamos un poco más, nos damos cuenta que uno de los avances más importantes que se han hecho últimamente ha sido la creación de Matter. Se trata de un nuevo estándar de conectividad de dispositivos del hogar. Con el apoyo de grandes compañías de productos de domótica como Amazon o Google, Matter pretende acabar con la incompatibilidad entre dispositivos.

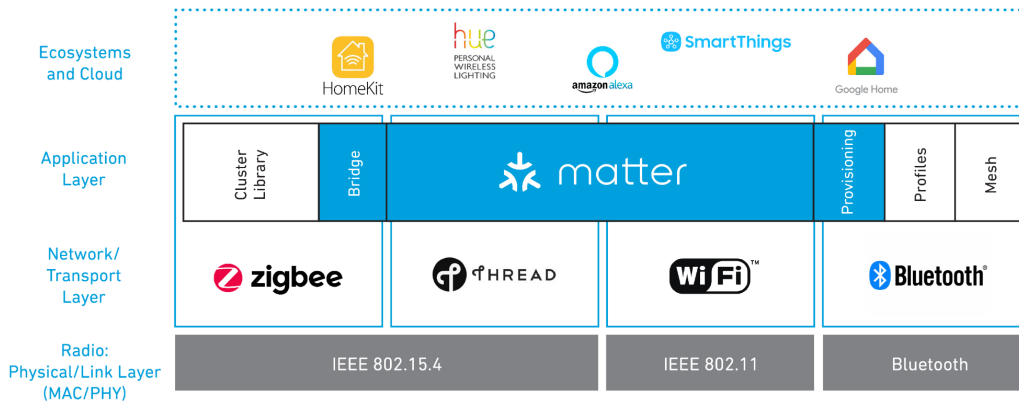


Figura 12. Diagrama compatibilidad de Matter.

Esto hace que nuestro controlador pueda funcionar, por ejemplo, mediante WiFi, Zigbee o bluetooth, ya que siempre podremos enlazarlo todo con la aplicación Matter. Matter nos permitirá controlar la luminaria desde distintos dispositivos. Así, podremos encontrar uno con las medidas más ajustadas posibles para que quepa dentro de los módulos.



- Voltaje entrada: DC 5-24V
- Salida: 9A máx.
- Potencia salida (12V): 144W
- ZigBee 3.0 & 2.4 GHz RF
- Tamaño: 70 x 36 x 10
- Peso: 23.5g
- IP20

Figura 13. Controlador regulador tira LED.

Finalmente nos decantamos por el control mediante ZigBee. Ya que, esta comunicación gasta poca energía. Esto se debe a que la comunicación entre los dispositivos es de muy pocos datos y bastante eficiente.

## BATERÍAS

Como se quiere realizar un diseño en el que la base y los módulos sean portátiles, se necesita que ambas partes incluyan una batería. Dentro de los diferentes tipos de baterías, nos centraremos en las de litio. Esto se debe a que ofrecen una mayor densidad energética, más autonomía con menos volumen.

### Batería de los módulos

Como las tiras LED de los módulos y su controlador trabajan a 12V, necesitamos una batería de 12V también. Dentro de nuestras principales necesidades está el hecho de que su tamaño sea lo más reducido posible. También necesitamos que la autonomía de cada módulo sea, al menos, de unas 5 horas.

### Consumo tiras:

Potencia por metro =  $17\text{W/m} \times 0,507\text{ m} = 3,536\text{ W} \times 1,2$  (factor seguridad) =  $10,34\text{W}$

$I = P/V$  ;  $10,34\text{W} / 12\text{V} = 0,86\text{ A} = 860\text{ mA} \times 5 = 4300\text{ mAh}$ .

Según los cálculos mostrados anteriormente, la batería tendrá una capacidad mínima de 4300 mAh para que los módulos puedan tener una autonomía de unas 5 horas. Al investigar el tipo de baterías que hay en el mercado, nos damos cuenta que las baterías de 12V tienen un tamaño mínimo con una gran capacidad. Por esto, no hemos podido encontrar una batería más pequeña que la mostrada a continuación. Con una capacidad de 13800mAh, conseguimos que los módulos puedan durar hasta 16 horas de autonomía.



- Voltaje nominal: 12V
- Capacidad nominal: 13800mAh
- Cantidad de celdas (serie paralela): 3 uds.
- Voltaje de corte de descarga: 8,25+/- 1V
- Voltaje de corte de carga: 12,6 V
- Corriente de descarga continua: 5A
- Corriente de descarga de pulso máx: 10A
- Corriente de carga máx: 3A
- Peso: 138g
- Tamaño de la batería: 69x56x19mm

Figura 14. Batería módulos.

### Batería de la base

En cambio, dado que el interior de la base es mayor podemos permitirnos poner una batería que tenga más horas de autonomía.



- Voltaje nominal: 12V
- Capacidad nominal: 50000mAh
- Voltaje de entrada: 12,6V
- Voltaje de salida 9-12,6V
- Corriente de carga máx: 2A
- Corriente máxima de trabajo: 5A
- Corriente instantánea máxima: 10A
- Peso: 300g
- Tamaño de la batería: 118x68x20mm

Figura 15. Batería base

Consumo de cada módulo = 860 mA x 4 módulos = 3440 mA

50.000 mAh / 3440 mA = 14 horas

Con la batería seleccionada, la base podría suministrar energía a los módulos para aguantar hasta 14 horas de autonomía. Hay que tener en cuenta que al ser una batería de 12V y con gran capacidad debemos usar su cargador.

## INTERRUPTOR

Los módulos tendrán un interruptor tipo deslizante normalizado llamado SS12F15. Con él se podrá apagar y encender el módulo.

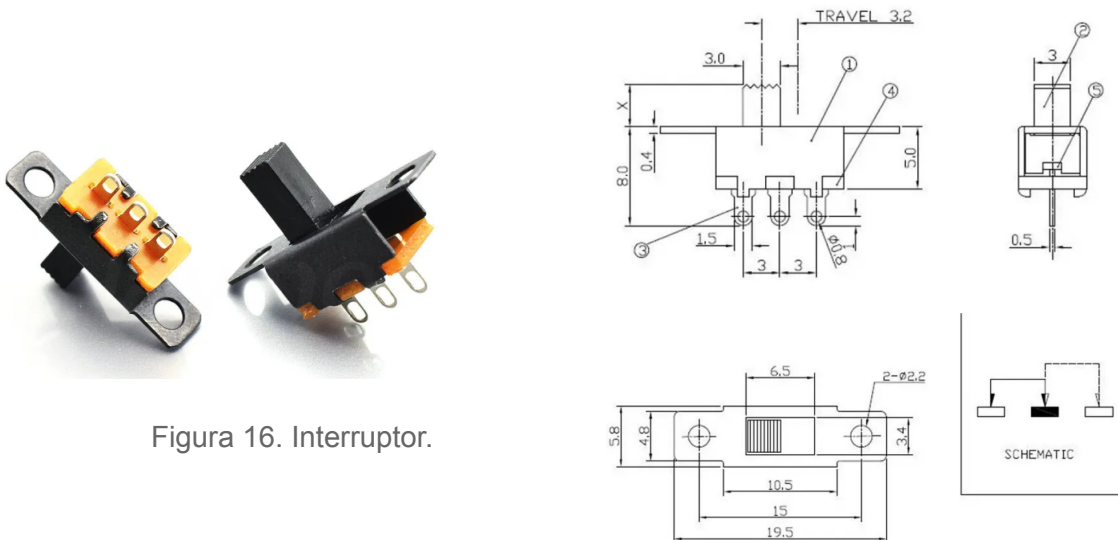


Figura 16. Interruptor.

Además, para ayudar a la ergonomía y al accionamiento del mismo, se incluirá una tapa. Aunque en los planos ponga que



Figura 17. Tapa interruptor.

## INDICADOR DE NIVEL DE BATERÍA

En cada uno de los módulos, así como en la base, se añadirá un indicador de la cantidad de batería que le queda a cada parte. Hay que tener en cuenta, sobre todo en el indicador de la base, que para saber el valor real no tienen que estar unidos a ninguna otra parte de la luminaria. Por ejemplo, para saber el valor de la batería de la base, no debe de estar ninguno de los módulos unido a ella.

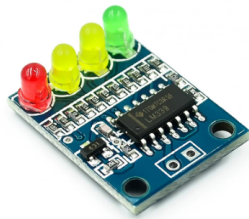


Figura 18. Interruptor táctil.

- Voltaje de entrada: 12v
- Medidas: 20 x 17,2 mm
- indicadora
- Indicador de cantidad eléctrica de 4 posiciones a bordo, dividida en 3 colores, rojo, amarillo, amarillo, verde representan respectivamente 20%, 50%, 80% cantidad eléctrica

## PINES

Para cargar los módulos de manera inalámbrica (refiriéndose a cables por fuera del diseño) con la base, añadiremos pines pogo. Además, para asegurar los pines en el interior, tanto de la base como del módulo, van envueltos de una carcasa que nos ayudará a atornillarlos a la base.



- DC - 10A

Figura 19. Pin de carga.

## 3.2. Unión entre módulos

Una mejor unión de los módulos en diferentes apliques o entre ellos mismos, se solventa mediante imanes de neodimio. Ya que son mucho más potentes que otros del mercado, comparación por ejemplo a los de ferrita.

Para unión entre los módulos tendremos un imán en la base y un disco metálico en la parte superior. Esto nos ayudará a poder apilarlos en forma vertical sin correr el riesgo de que se caigan. El imán de la parte inferior del módulo también ayudará a poder unir un módulo con diferentes accesorios como pueden ser: un aplique de pared y un pie tipo lámpara flexo. Esto nos puede ayudar a ampliar la gama de productos con los que utilizar los módulos de nuestro diseño.

A la hora de elegir qué tipo de imanes de neodimio queremos incluir, hemos de tener en cuenta los diferentes tipos que encontramos en el mercado.

Dado que las dos funciones de los imanes son aguantar el peso de un módulo, tendremos en cuenta este dato como los kg que soportará el imán.

Si hacemos un cálculo aproximado del peso de los componentes, obtenemos un valor de unos 364'3g. Este peso es teniendo en cuenta la batería, el controlador y la tira LED, ya que son los únicos componentes de los que tenemos datos. Por ello, contaremos con unos 380g de componentes eléctricos. A esto le tenemos que sumar el peso de las dos piezas de plástico y la carcasa de aluminio que llevará en su interior para sostener y refrigerar la tira LED. Esto suma un peso de unos 500g.

Debido a que el imán tiene cierta distancia del centro de gravedad y está a una distancia del siguiente imán de 3mm (por las dos piezas de plástico entre el módulo y el aplique). Hemos decidido añadir un imán sobredimensionado para este caso. Sería un disco de diámetro 12 mm y espesor 4mm. Aguantaría un peso de 3,1 Kg en condiciones iguales (sin separación)



### 3.3. Materiales

A continuación, se presenta la investigación en relación a los materiales que se utilizarán en cada una de las partes del diseño de este proyecto.

Tenemos que tener en cuenta, que dentro de la luminaria se utilizarán diferentes materiales, ya que esto depende de las necesidades y funciones de cada pieza.

En general, la mayoría de los componentes fabricados serán de plástico. Esto se debe a que son elementos transportables que necesitan tener la menor densidad posible sin que esto empeore su comportamiento mecánico.

#### Material del módulo

El módulo está compuesto en dos partes diferenciadas. Una de ellas, la carcasa, que hará las veces de lámpara. Es decir, se encargará de distribuir la luz de las tiras LED. La otra parte será la que cierre el conjunto, la tapa de la parte inferior.

La carcasa debe de dejar pasar la luz, distribuyéndola de manera difusa sin ser un material totalmente transparente. También, ha de tener un tacto agradable y soportar correctamente los golpes. Por último, sería interesante poder encontrar un material que reúna lo anteriormente mencionado y al mismo tiempo sea fácil de limpiar, es decir, que se pueda retirar el polvo y la suciedad con facilidad.

La tapa, en cambio, será de un material opaco y resistente. Ya que esta parte será la base de los módulos y tiene que resistir los posibles golpes que pueda recibir. Por otro lado, se buscará hacer algún tipo de inserción de un material flexible y con un alto coeficiente de fricción en la parte inferior. Esto evitará que el módulo resbale sobre ciertas superficies.

## Material base de carga

En este caso la base de carga necesitamos un material resistente, ya que tendrá que aguantar desde el asa del centro el peso de la luminaria completa (cuatro módulos y base de carga). También, tendrá que ser un material ligero para poder transportarlo con mayor facilidad. En cuanto a la facilidad de limpieza se deberá dar con un material con las mismas características mencionadas para los módulos.

Una vez tenemos claros los requisitos básicos de cada una de las partes que conforman los módulos y la base de carga, vamos a hacer un estudio de los principales plásticos utilizados en el sector de las luminarias que puedan adaptarse a nuestras necesidades.

Dependiendo de la estructura molecular del plástico encontramos tres tipos de plásticos:

- Termoplásticos: estructura lineal con o sin ramificaciones y sin reticulaciones.
- Elastómeros: estructura poco reticulada.
- Termoestables: estructura altamente reticulada.

Estos tres tipos de plástico se comportan de manera distinta en muchos aspectos, pero sobre todo en relación al cambio de temperatura. Esto afecta en el hecho de que cada plástico tiene unos procesos de fabricación en los que se puede utilizar, aunque a veces hay ciertos procesos que admiten diferentes tipos de plásticos.

Vamos a necesitar estudiar dos grandes grupos de plásticos, dependiendo de su opacidad. Ya que buscamos un plástico translúcido para la pantalla o carcasa de los módulos y, en cambio, para la parte inferior de los módulos y la base de carga buscamos un plástico opaco. Hay que tener en cuenta, que los plásticos amorfos son transparentes y los cristalinos no dejan pasar la luz.

Como punto importante en todos los plásticos que utilicemos será que el 100% se pueda reciclar. También, sería importante buscar plásticos que se puedan procesar mediante inyección. Esto se debe a que la mayoría de piezas tendrán formas intrincadas y el proceso de inyección de plásticos es una buena opción para su fabricación.

## Plásticos translúcidos

Dentro de los ejemplos de luminarias que hemos podido encontrar en el mercado, podemos ver que los plásticos translúcidos utilizados como pantalla de la luz más comunes son:

- LDPE (Polietileno de baja densidad):

Se trata de un termoplástico bastante elástico, esto ayuda a que su resistencia al impacto sea bastante elevada. Esta característica también ayuda a que se puedan realizar piezas con formas intrincadas y una tolerancia dimensional alta. Además, es un plástico relativamente económico para producir elementos en serie por medio de la inyección. Como se trata de un termoplástico, es 100% reciclable.

- Silicona líquida:

Se trata de un plástico termoestable. Este material nos ayudaría a conseguir esta textura gomosa, además de poder crear una carcasa flexible. Además, es un material que resiste muy bien al paso del tiempo, evitando degradación, resistiendo cambios bruscos de temperatura y conservando su flexibilidad. Uno de los inconvenientes sería la reciclabilidad, ya que aún no se ha encontrado un proceso ampliamente disponible.

- TPE (Elastómeros termoplásticos):

Son una buena combinación entre las propiedades de los termoplásticos y la flexibilidad de los elastómeros. Gracias a sus propiedades se pueden transformar mediante moldeo por inyección y extrusión utilizando poco tiempo y energía. Además, son 100% reciclables.

Otra opción sería la utilización de aditivos dentro de nuestros plásticos. Los plásticos difusores contienen micropartículas reflectantes que ayudan a que los plásticos transparentes sean más eficaces para la iluminación. Estas partículas son esferas autoreflectantes que se usan como aditivos en plásticos libres de dióxido de titanio. También ayudan en la resistencia a la degradación y la foto-oxidación. Estos aditivos se aplican en polímeros de base de PC (policarbonato) o PMMA (polimetacrilato de metilo).



Figura 19. Plásticos difusores de la luz.

## Plásticos opacos

En este caso ya no tenemos la restricción de que el plástico sea translúcido, así que buscaremos plásticos opacos para el interior de los módulos y la base de carga.

- ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno):

Se trata de un terpolímero, ya que es un copolímero conformado por tres monómeros: acrilonitrilo, butadieno y estireno. La combinación de estos tres bloques crea un termoplástico con unas características como son: la alta resistencia al impacto, resistencia térmica, la resistencia química, la estabilidad dimensional y la posibilidad de crear piezas cromadas.

- PC (Policarbonato):

Se trata de un termoplástico con una alta resistencia al impacto. También, destaca su buena estabilidad dimensional y sus propiedades dieléctricas. Además, es un plástico fácil de procesar.

- PP (Polipropileno):

Es uno de los plásticos con más producción. Posee buenas propiedades dieléctricas, lo que quiere decir que es un buen aislante eléctrico. Su resistencia al impacto es bastante buena, mientras no se encuentre en un ambiente inferior a los 0°C, ya que se torna mucho más frágil y quebradizo.

Hay que tener en cuenta, que todos los plásticos comentados anteriormente se pueden mejorar y adaptar a la necesidades concretas de nuestro producto mediante los aditivos. Existen multitud de tipos, pero los que más nos interesan son:

- Estabilizadores: protegen el polímero de la degradación por calor o rayos UV.
- Refuerzos: mejoran las características mecánicas.
- Plastificantes: aumentan la resistencia al impacto logrando un plástico más blanco, como la “goma”.
- Colorantes y pigmentos: consiguen el color que buscamos.
- Aditivos conductores: productos antiestáticos que reducen la resistencia superficial de los plásticos, con esto se evita la atracción y acumulación de polvo.

# **VOLUMEN III: PLANOS**

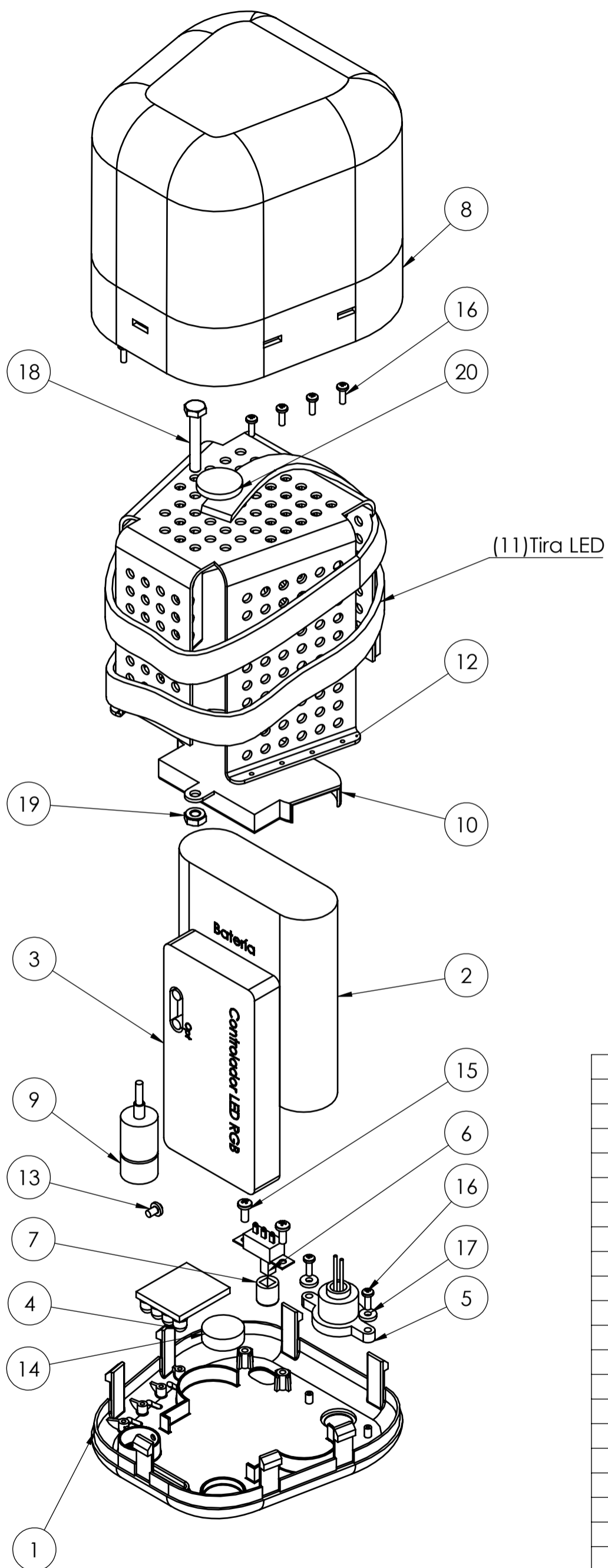
## **DISEÑO DE LUMINARIA PORTÁTIL CON ELEMENTOS MODULARES**

Universitat Jaume I  
Escuela superior de tecnología y ciencias experimentales

Autora: Ariadna Montiel Rodríguez  
Tutor: Néstor Aparicio Marín

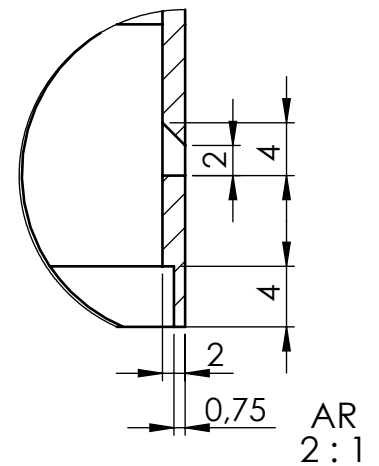
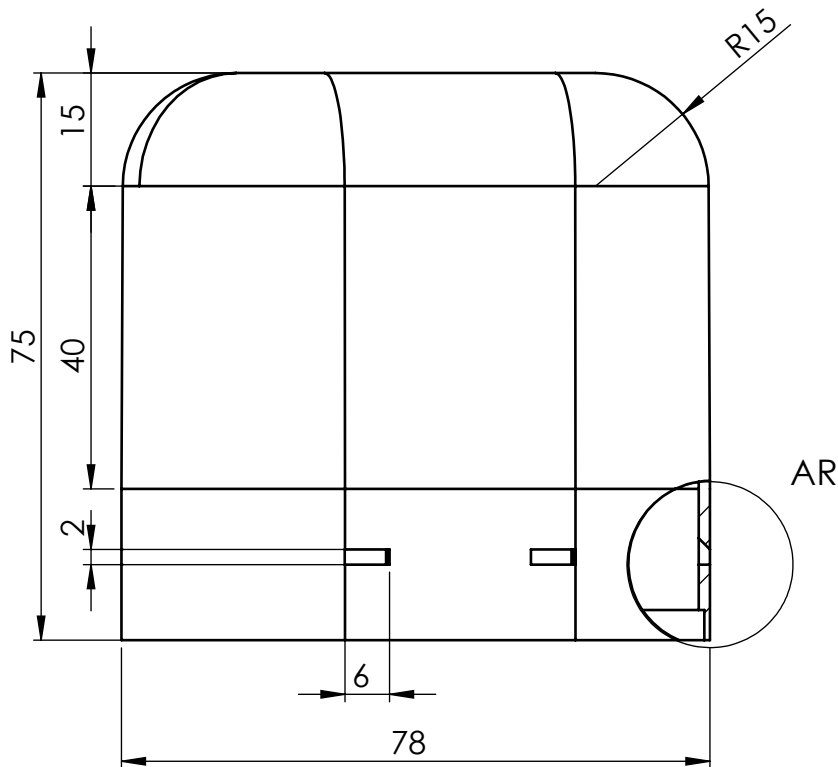
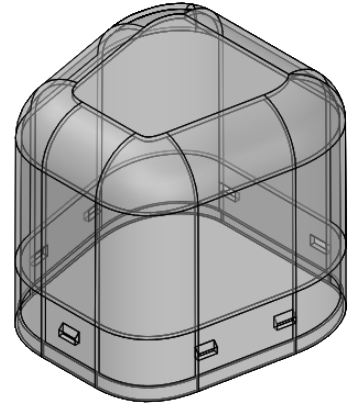
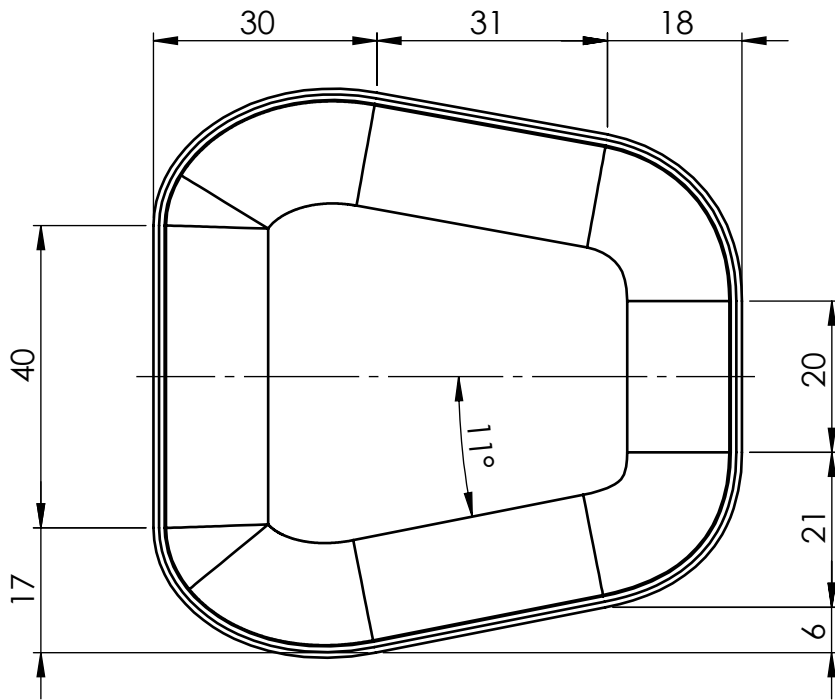
## ÍNDICE PLANOS

<b>4. Explosión módulo</b>	<b>95</b>
4.1. Carcasa	96
4.2. Soporte aluminio	97
4.3. Acople	98
4.4. Tapa	99
<b>5. Explosión base</b>	<b>100</b>
5.1. Arriba general	101
5.2. Arriba detalles	102
5.3. Abajo	103
<b>6. Explosión aplique</b>	<b>104</b>
6.1. Asa	105
6.2. Arriba	106
6.3. Abao	107



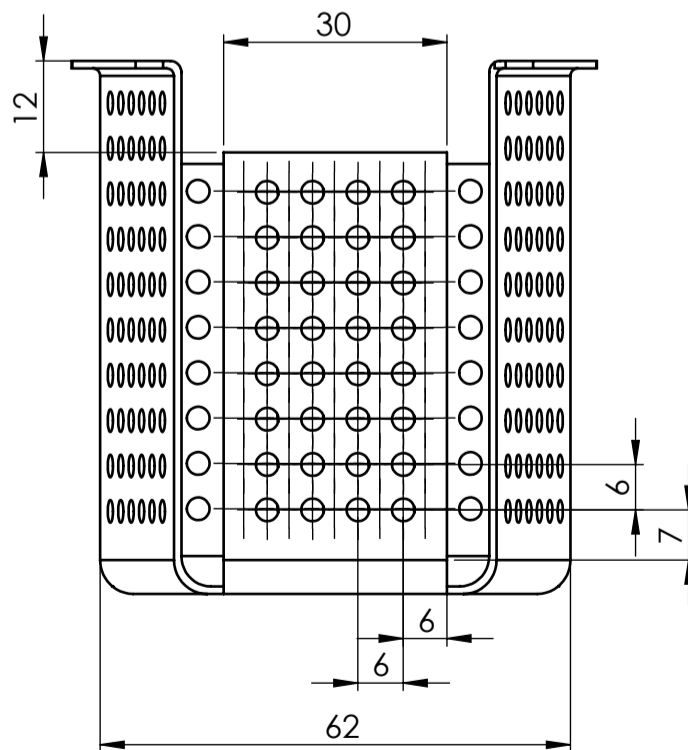
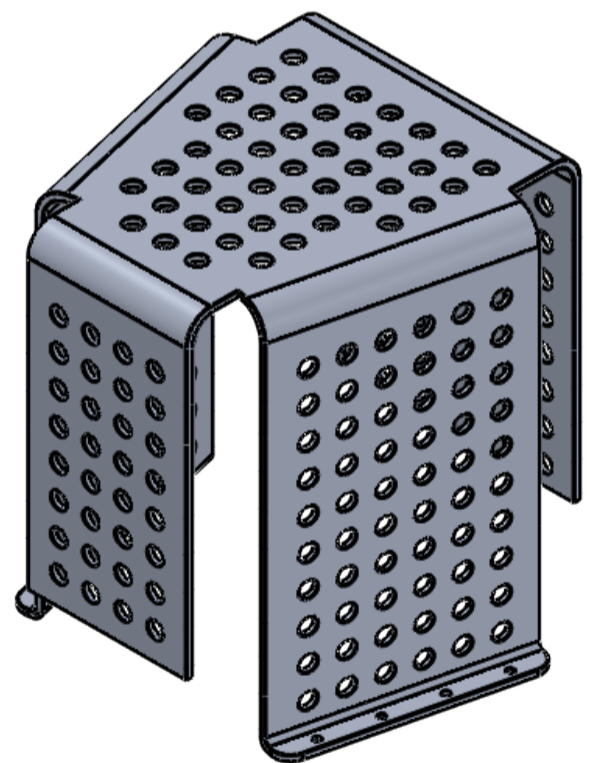
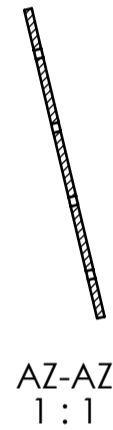
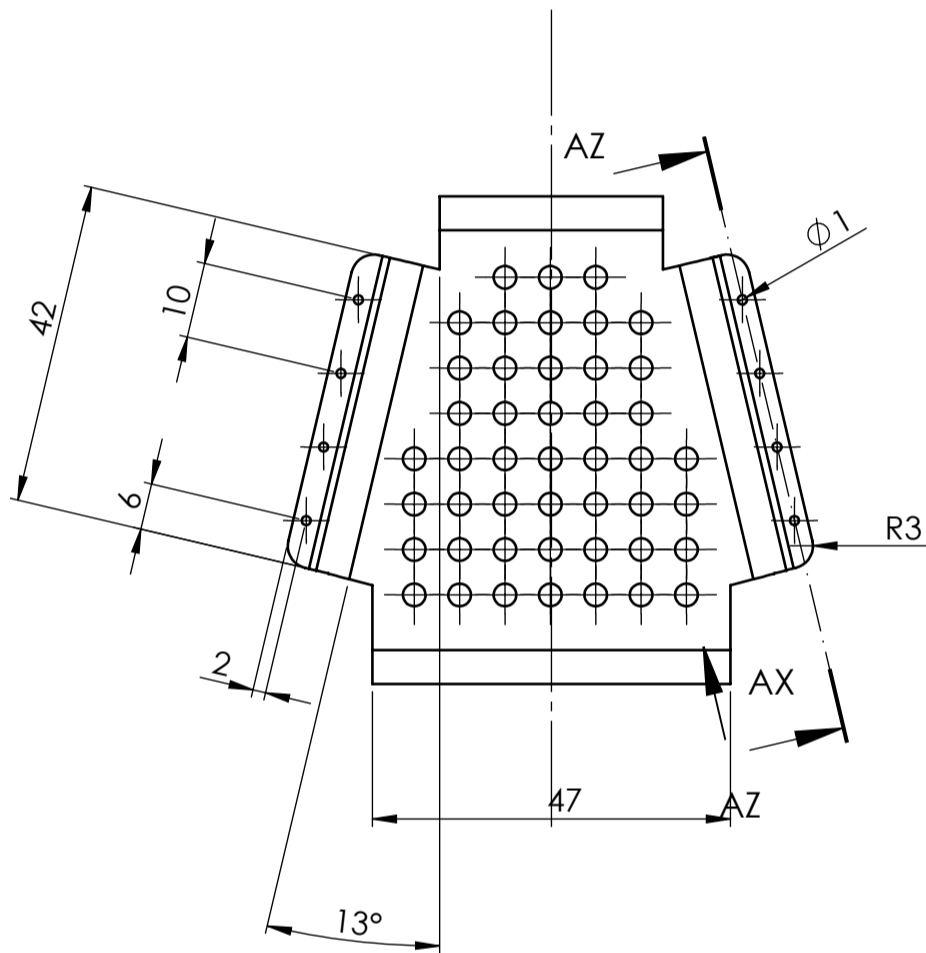
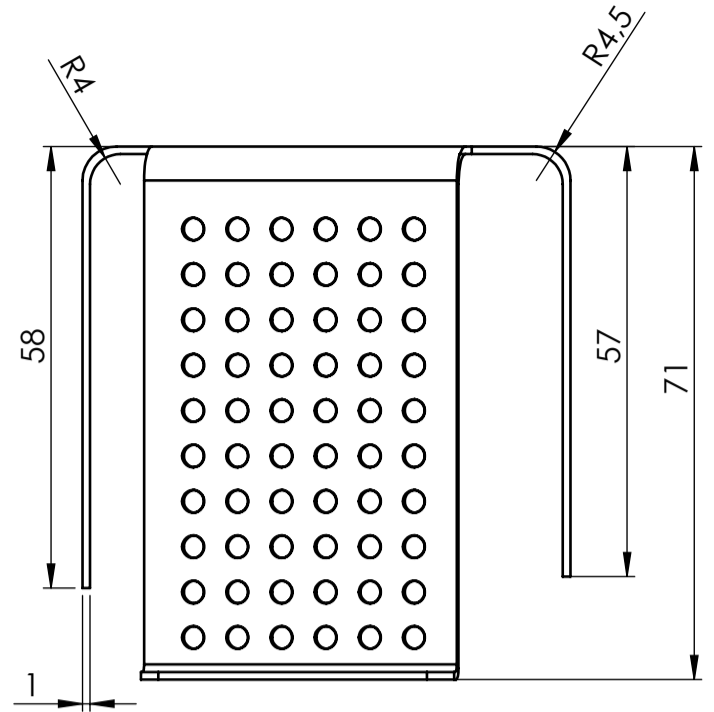
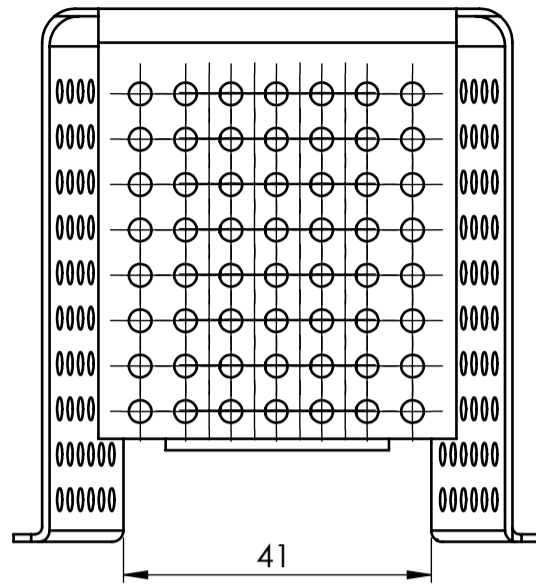
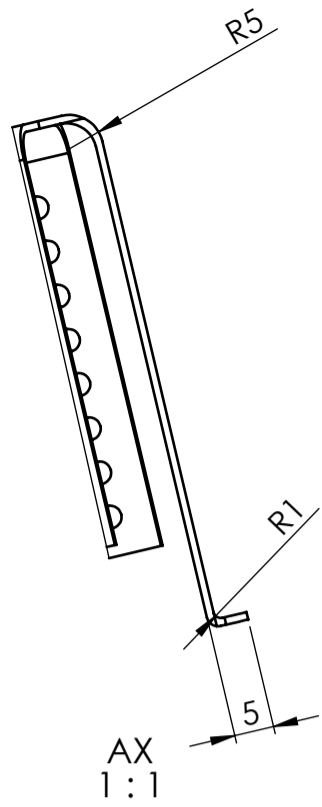
1	Disco metálico	20	-
1	Tuerca acople	19	-
1	Tornillo acople	18	-
2	Arandela pin pogo	17	-
10	Tornillo M1	16	-
2	Tornillo interruptor	15	-
1	Iman	14	-
1	Prisionero	13	-
1	Soporte aluminio	12	3
1	Tira LED	11	-
1	Acople módulo	10	4
1	Toma corriente	9	-
1	Carcasa módulo	8	2
1	Tapa interruptor	7	-
1	Interrupto módulo	6	-
1	Pin pogo hembra	5	-
1	Indicador batería	4	-
1	Controlador LED	3	-
1	Batería módulo	2	-
1	Tapa módulo	1	5
Nº piezas	Denominación	Marca	Nº plano



Unid. dim. mm	Escala 1:1	Título: Explosión módulo		A3
		Conjunto: Módulo		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha:	Plano nº 1
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez	06/11/2023	

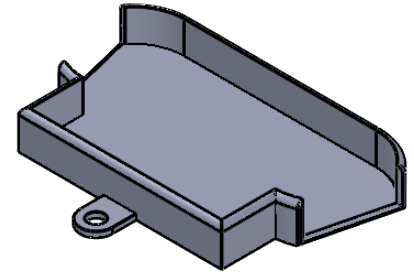
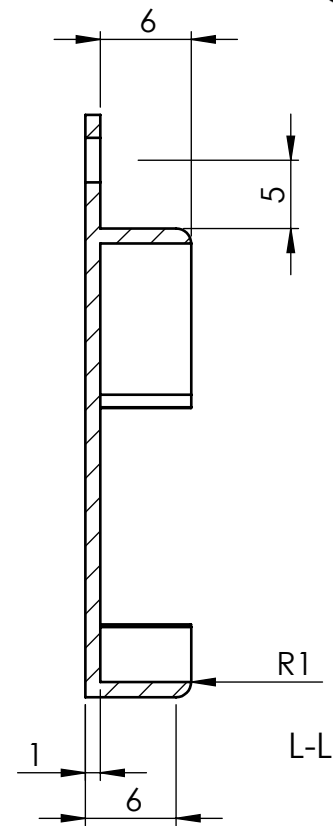
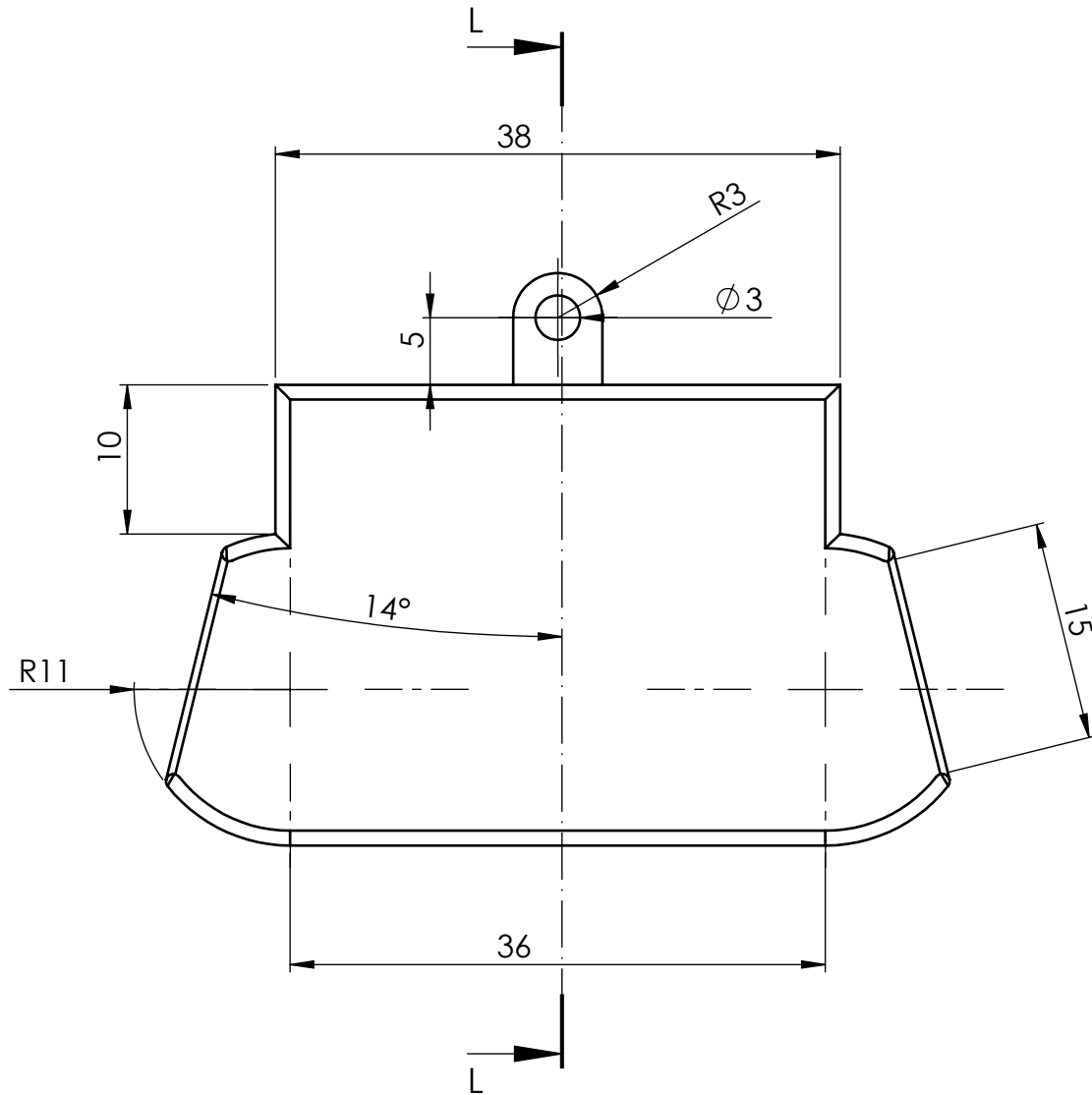



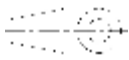
Unid. dim. mm	Escala 1:1	Título: Carcasa	Tol. gen. ±0,05	A4
		Conjunto: Módulo		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha: 06/11/2023	Plano nº 2
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez		



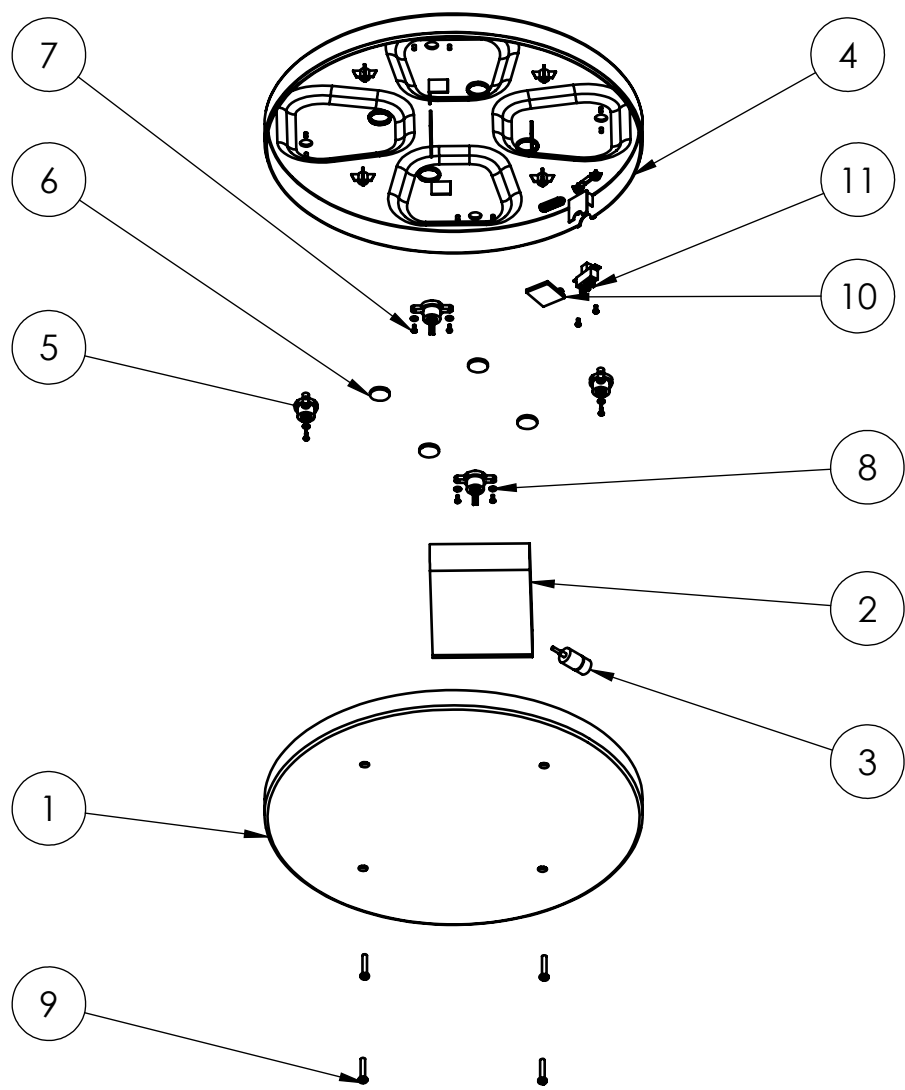


Unid. dim. mm	Escala 1:1	Título: Soporte aluminio	Tol. gen. $\pm 0,05$	A3
		Conjunto: Módulo		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha: 06/11/2023	Plano nº 3
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez		


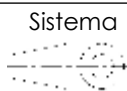


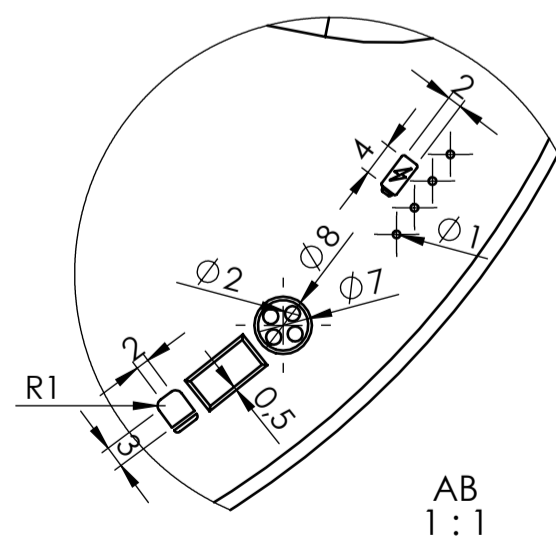
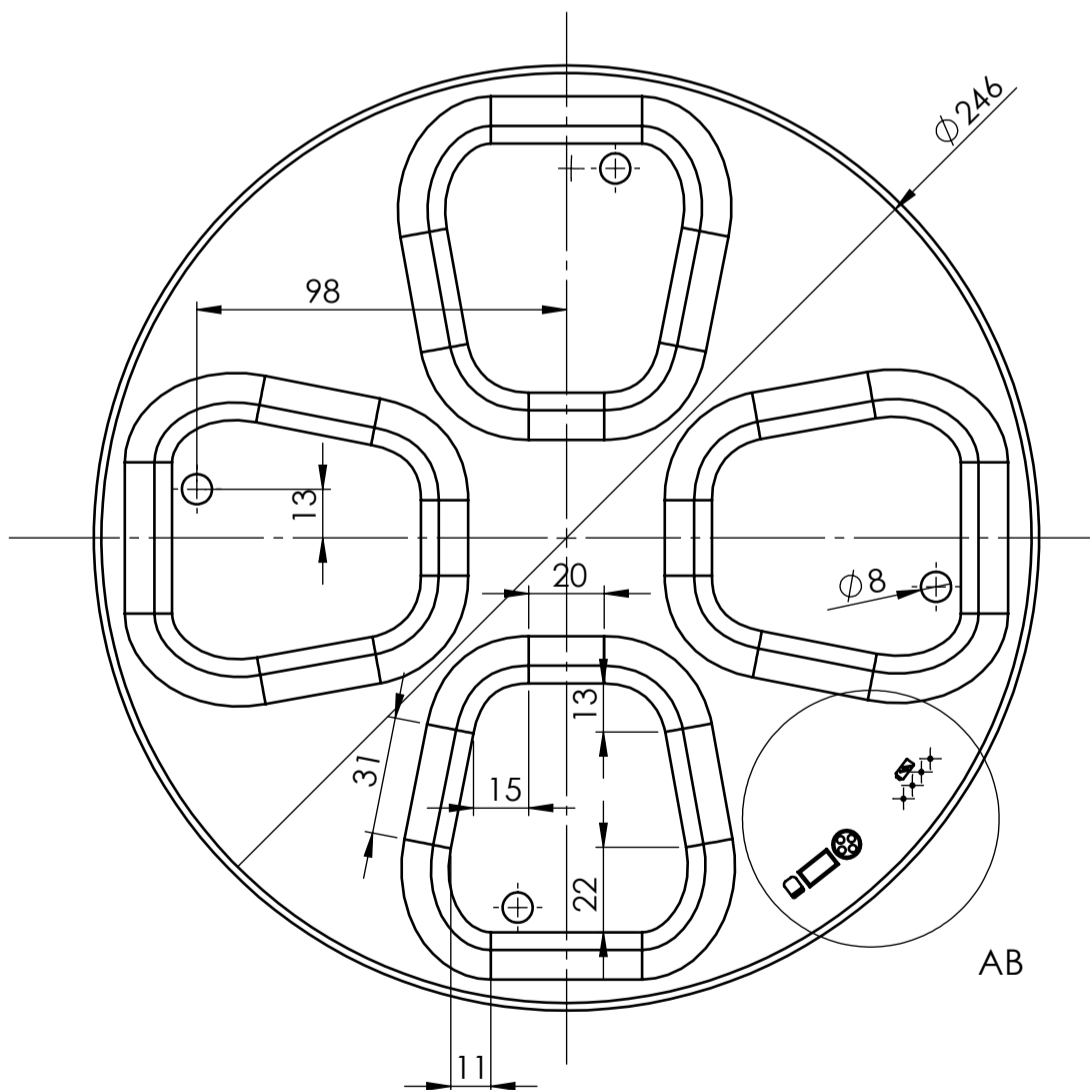
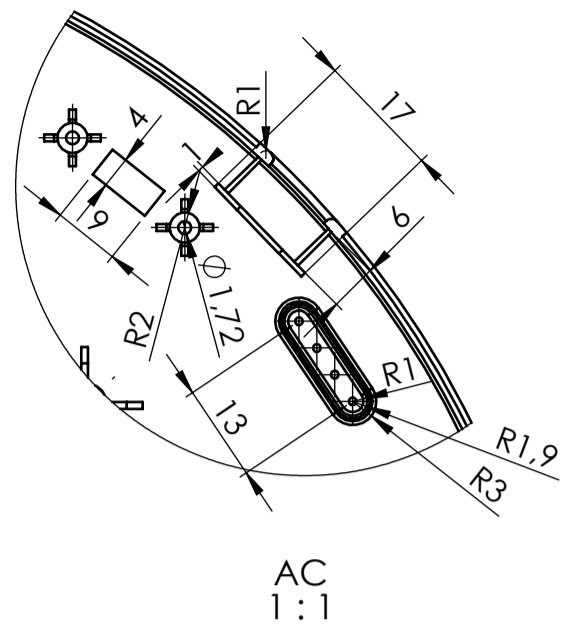
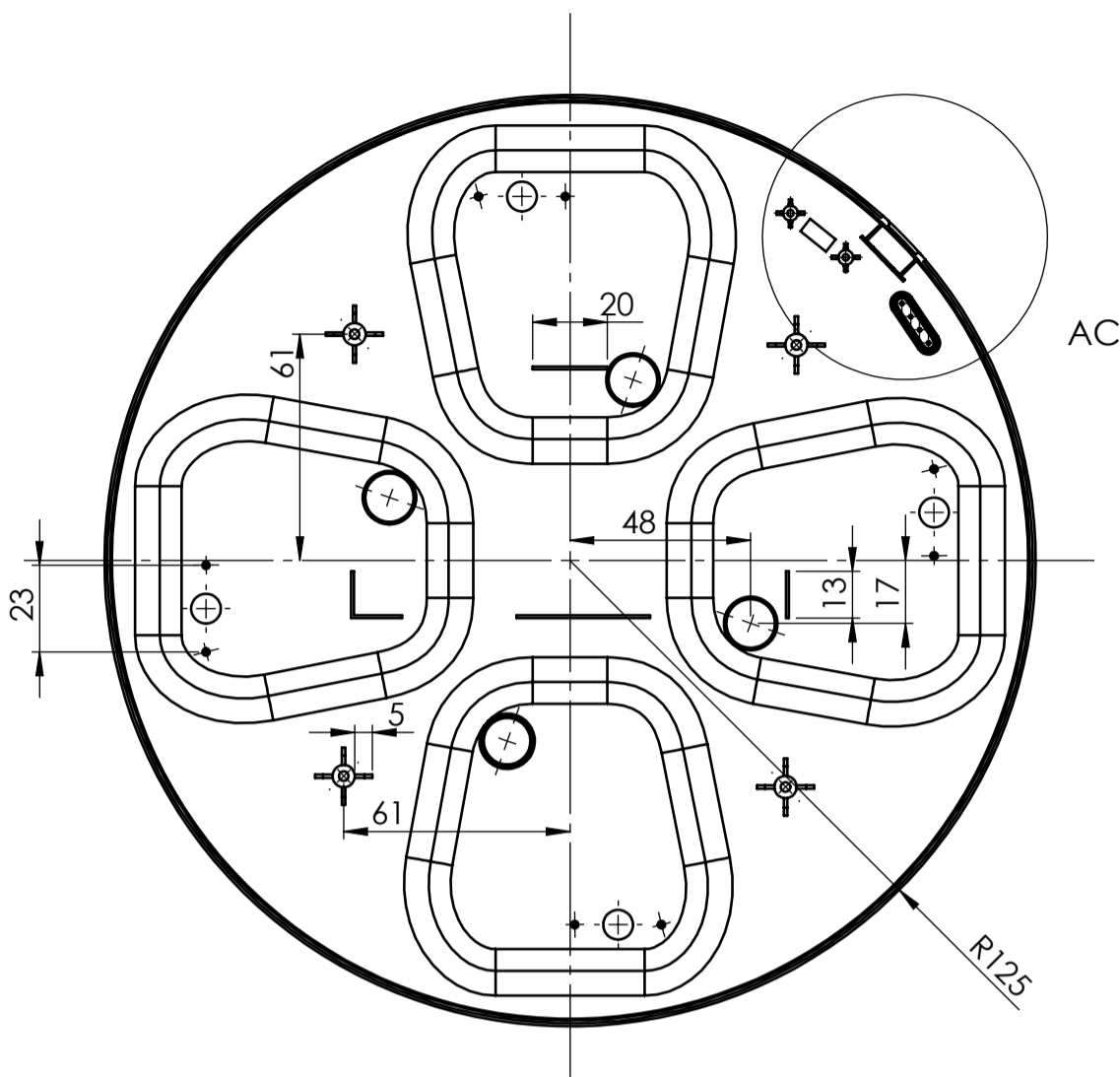
Unid. dim. mm	Escala 2:1	Título: Acople	Tol. gen. ±0,5	A4
		Conjunto: Módulo		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha: 06/11/2023	Plano nº 4
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez		


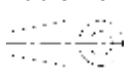




1	Interruptor base	11	-
1	Indicador carga	10	-
4	Tornillo cierre base	9	-
8	Arandela pin pogo	8	-
8	Tornillo pin pogo	7	-
4	Iman	6	-
4	Pin pogo macho	5	-
1	Arriba base	4	7-8
1	Toma corriente cargador	3	-
1	Batería	2	-
1	Abajo base	1	9
Nº piezas	Denominació	Marca	Nº plano

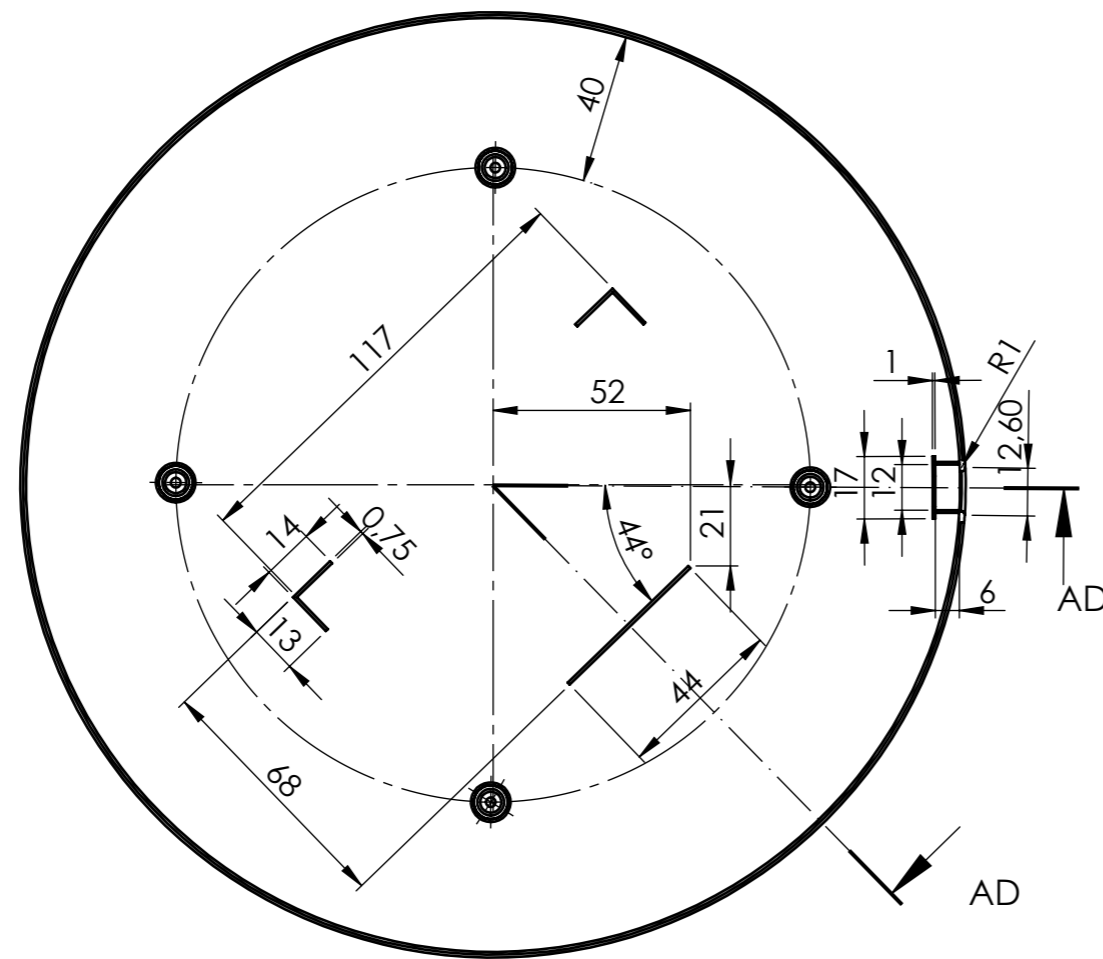
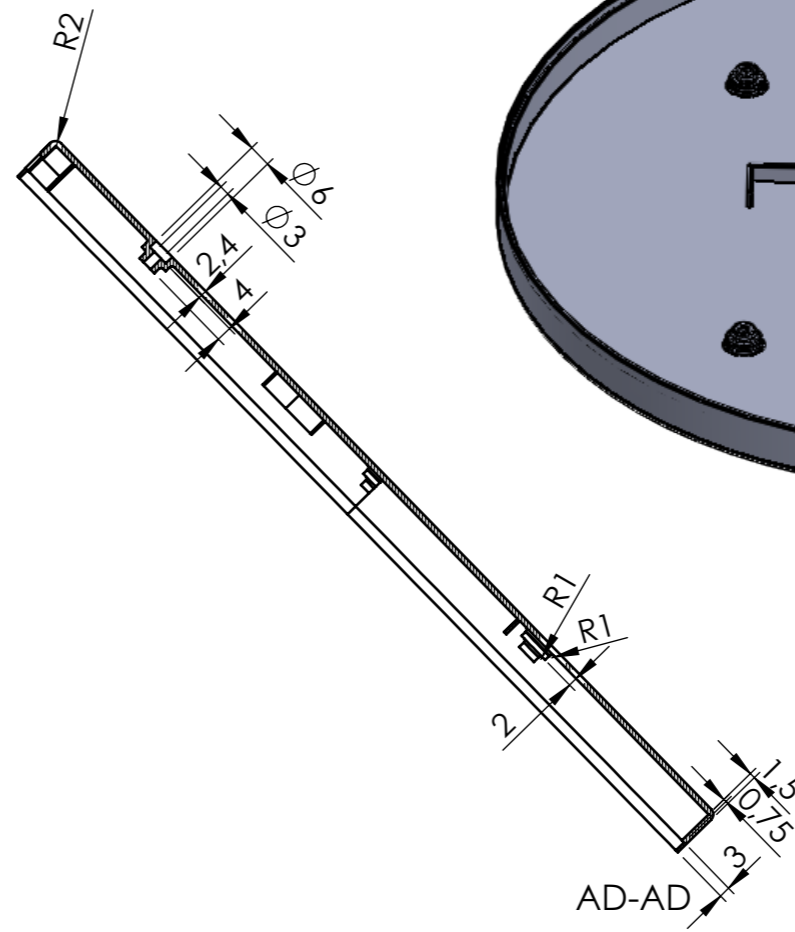
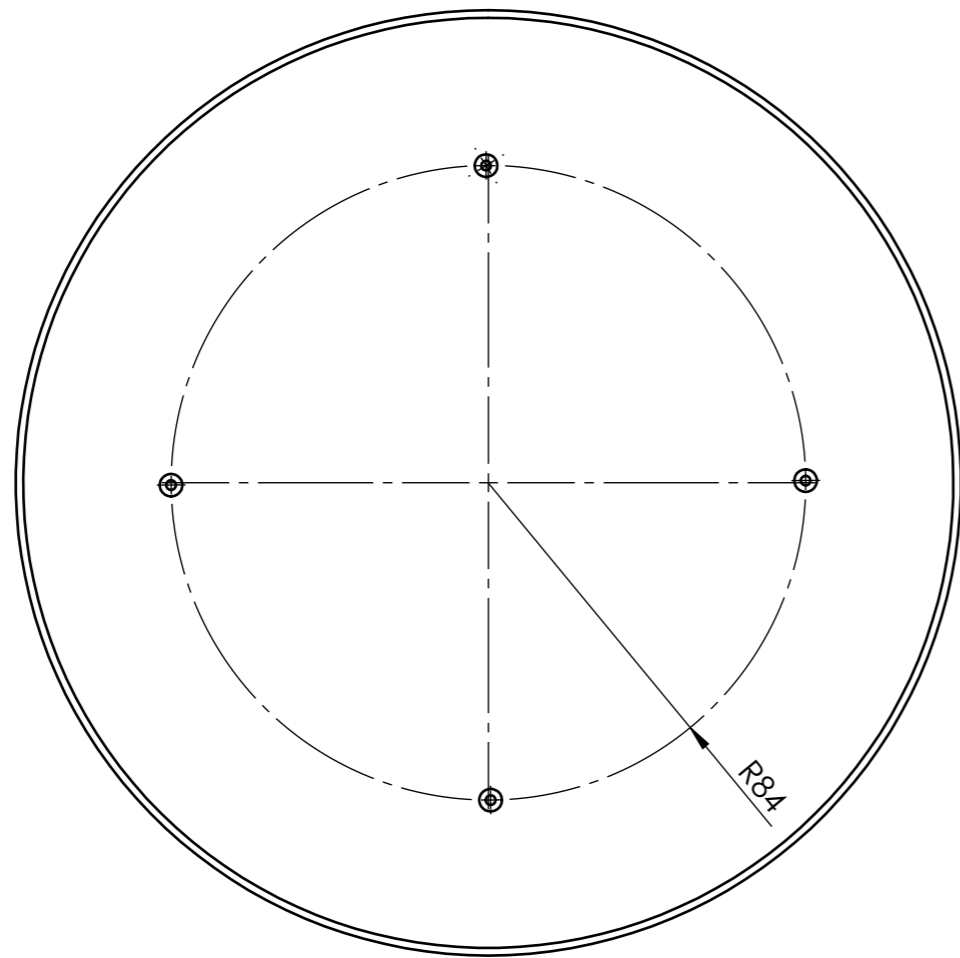
Unid. dim. mm	Escala 1:1	Título: <b>Explosión base</b>		A3	
		Conjunto: Módulo			
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez		Fecha: 06/11/2023	Plano nº 6
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez			



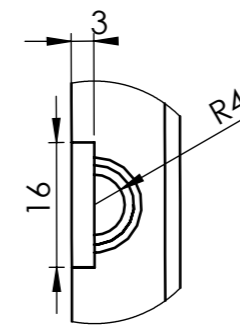
Unid. dim. mm	Escala 1:2	Título: Arriba general	Tol. gen. $\pm 0,05$	A3
		Conjunto: Base		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha: 06/11/2023	Plano nº 7
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez		







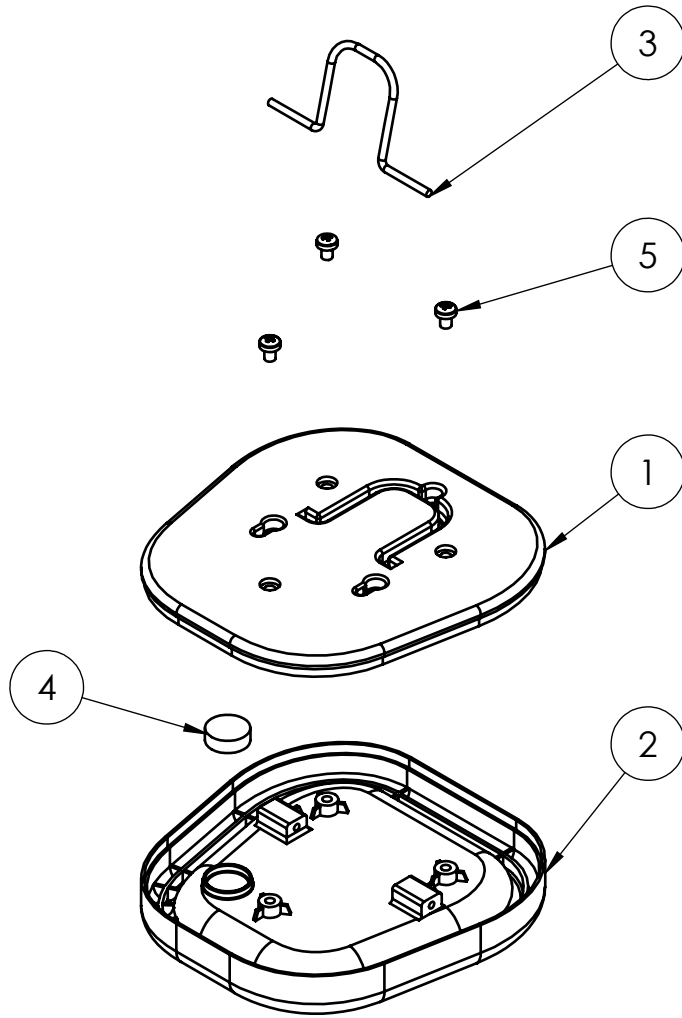


AE



AE  
1:1

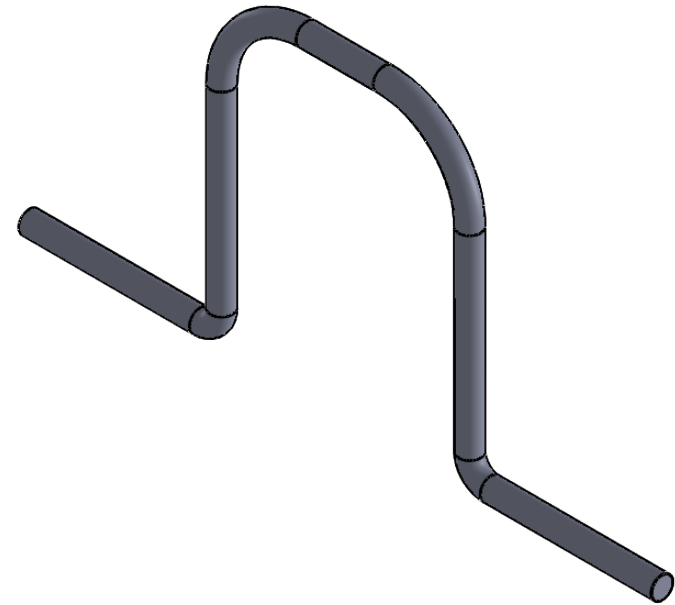
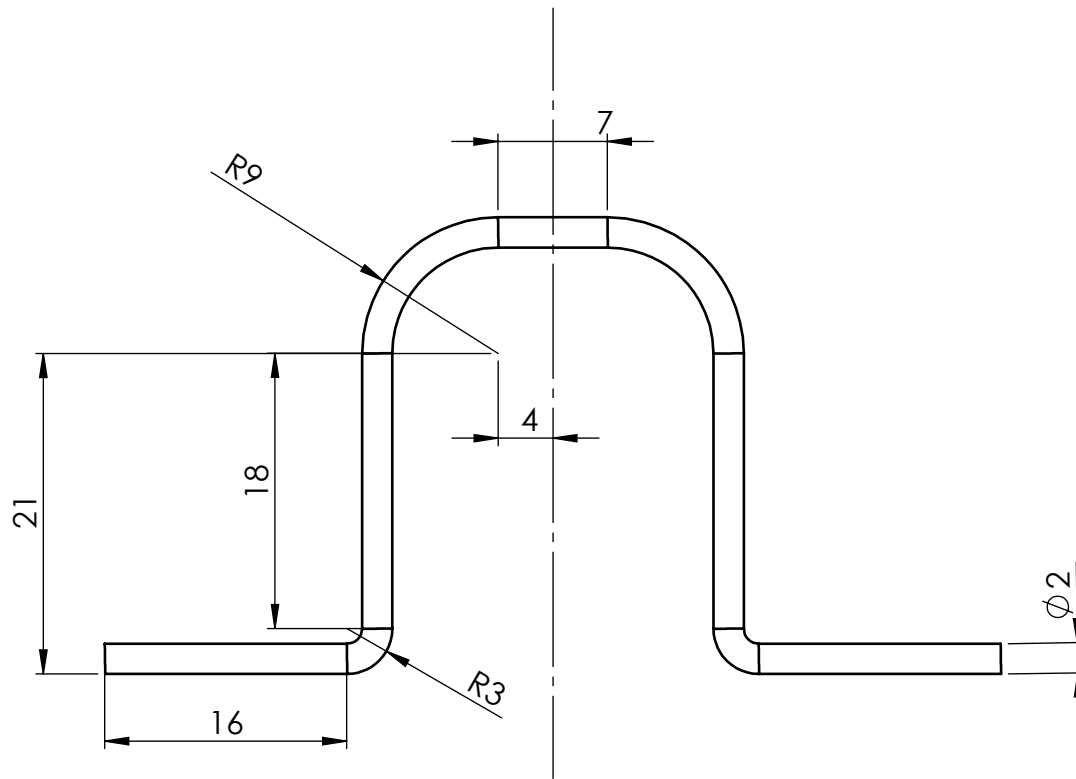
Unid. dim. mm	Escala 1:2	Título: Abajo	Tol. gen. ±0,05	A3
		Conjunto: Base		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha: 06/11/2023	Plano n° 9
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez		





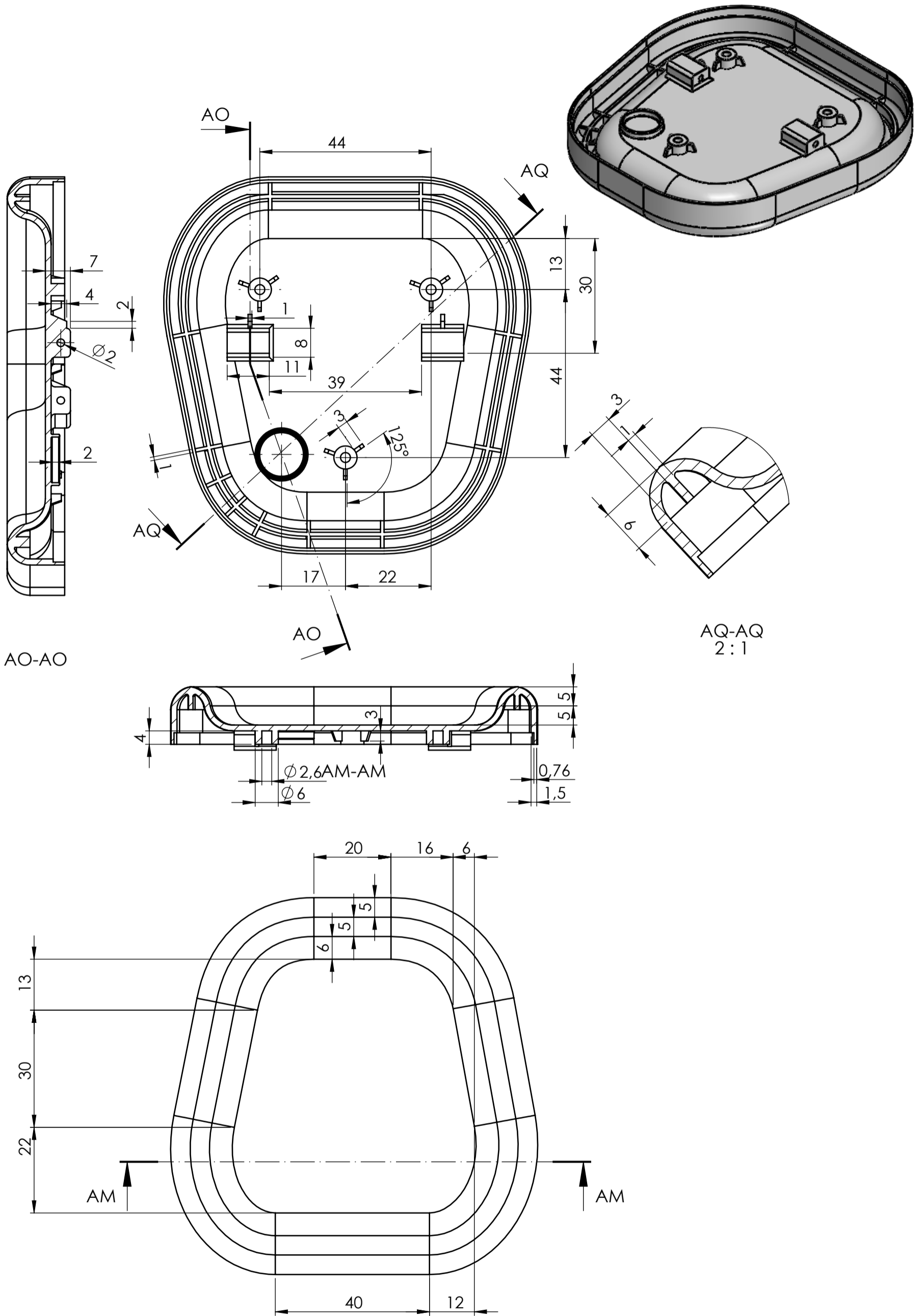
1	Asa	5	11
1	Iman	4	-
3	Tornillo cierre applique	3	-
1	Arriba applique	2	12
1	Abajo applique	1	13
Nº piezas	Denominació	Marca	Nº plano


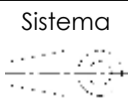
Unid. dim. mm	Escala 1:1	Título: Explosión applique		A4	
		Conjunto: Applique			
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez		Fecha: 06/11/2023	Plano nº 10
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez			

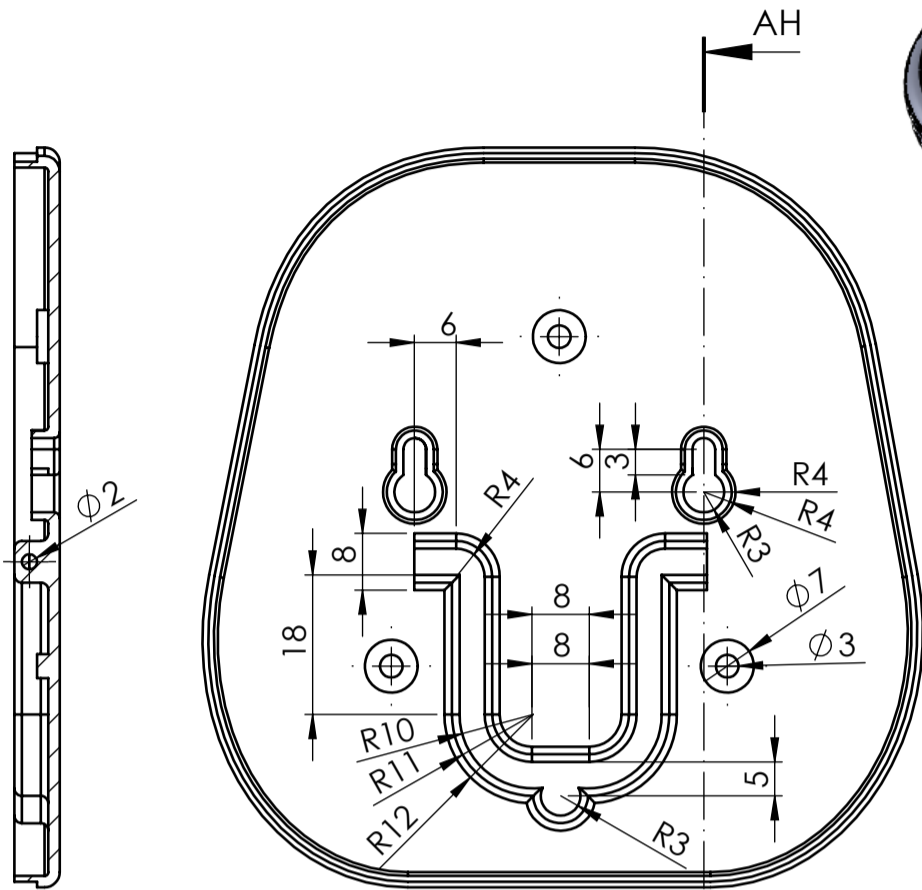
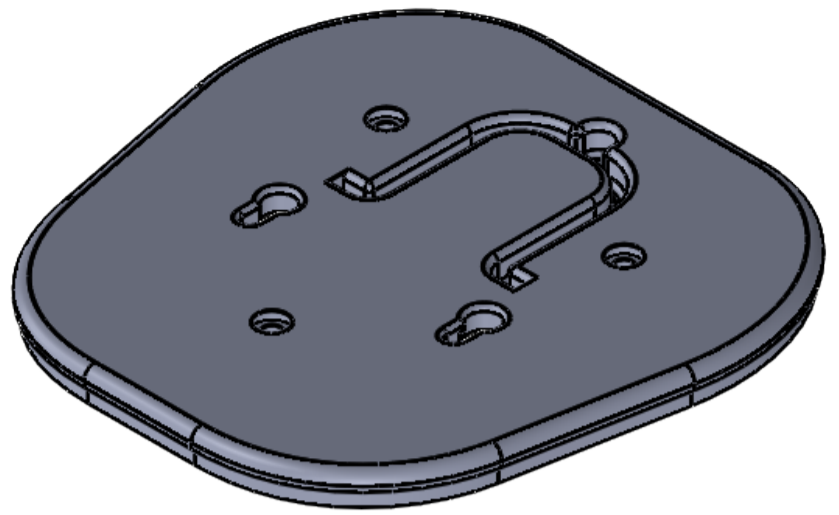




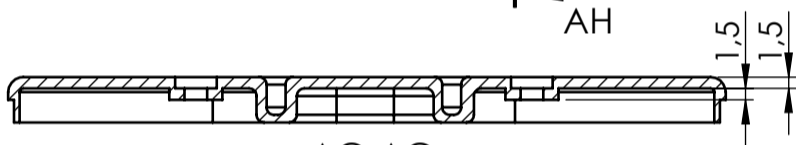
Unid. dim. mm	Escala 2:1	Título: ASA	Tol. gen. $\pm 0,5$	A4
		Conjunto: Aplique		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha: 06/11/2023	Plano nº 11
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez		



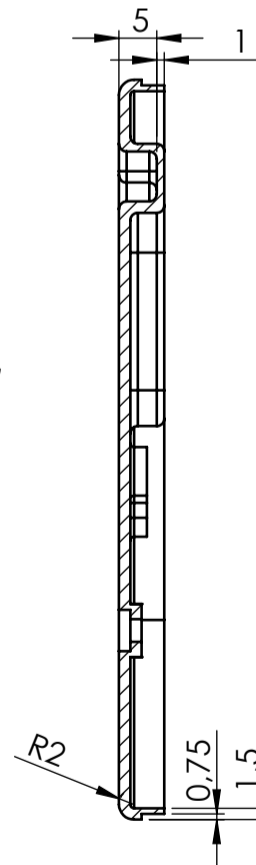
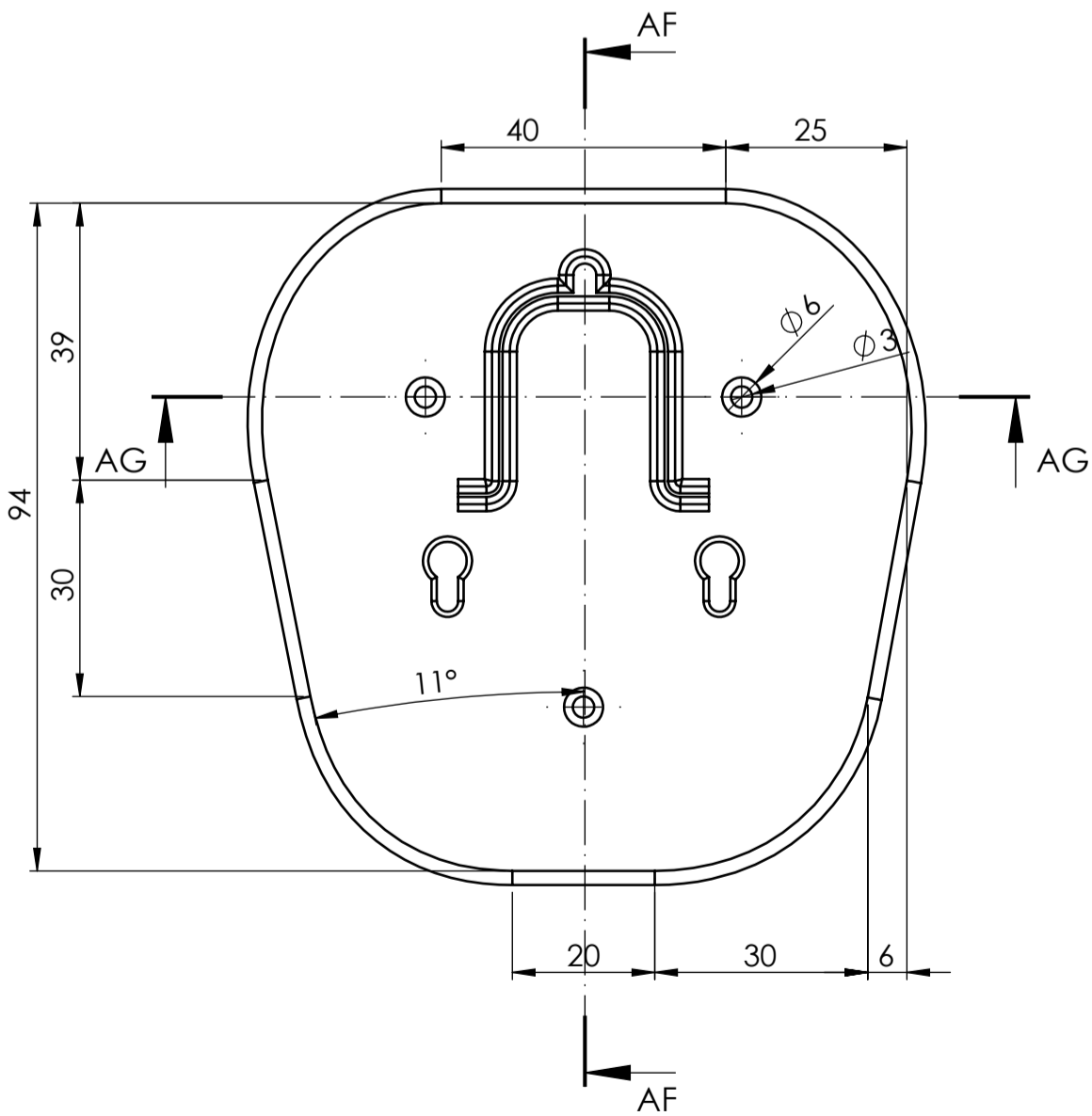
Unid. dim. mm	Escala 1:1	Título: Arriba	Tol. gen. ±0,1	A3
		Conjunto: Aplique		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha: 06/11/2023	Plano nº 12
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez		




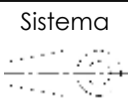
AH-AH  
1:1



AG-AG  
1:1



AF-AF  
1:1

Unid. dim. mm	Escala 1:1	Título: Abajo	Tol. gen. ±0,1	A3
		Conjunto: Aplique		
		Dibujado: Ariadna Montiel Rodríguez	Fecha: 06/11/2023	Plano nº 13
		Revisado: Ariadna Montiel Rodríguez		

# **VOLUMEN IV: PLIEGO DE CONDICIONES**

## **DISEÑO DE LUMINARIA PORTÁTIL CON ELEMENTOS MODULARES**

Universitat Jaume I

Escuela superior de tecnología y ciencias experimentales

Autora: Ariadna Montiel Rodríguez

Tutor: Néstor Aparicio Marín

## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

<b>1. Características generales</b>	<b>112</b>
1.1. Objeto	112
1.2. Referencia y compatibilidad entre documentos	112
<b>2. Especificaciones técnicas</b>	<b>113</b>
2.1. Elementos fabricados	113
2.2. Elementos comerciales	114
<b>3. Procesos de fabricación</b>	<b>122</b>
3.1. Inyección	122
3.1.1. Simulación	123
3.2. Cortado y doblado de metal	129
<b>4. Normativa y ensayos</b>	<b>130</b>
<b>5. Ensamblaje</b>	<b>132</b>
<b>6. Esquema eléctrico</b>	<b>141</b>
<b>7. Ensayo asa aplique</b>	<b>142</b>

## ÍNDICE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Elementos fabricados.	113
Tabla 2. Elementos comerciales.	115
Figura 1. Tira LED COB RGB 12V	116
Figura 2. Controlador regulador tira LED.	116
Figura 3. Batería módulos	117
Figura 4. Batería base de carga	117
Figura 5. Pines pogo.	117
Figura 6. Indicador de carga.	118
Figura 7. Interruptor módulo.	118
Figura 8. Esquema interruptor base.	118
Figura 9. Esquema interruptor base.	119
Figura 10. Imán y discos metálicos..	119
Tabla 3. Tornillería.	121
Figura 11. Sugerencias diseño salientes tornillos.	121
Tabla 4. Proces elementos fabricados.	122
Tabla 5. Parámetros de inyección.	123
Figura 12. Punto inyección y tiempo de llenado tapa módulo.	124
Figura 14. Líneas de flujo y atrapamientos de aire tapa módulo.	124
Figura 16. Punto de inyección y tiempo de llenado acople módulo.	125
Figura 18. Líneas de flujo y atrapamientos de aire acople del módulo.	125
Figura 20. Punto de inyección carcasa módulo.	125
Figura 22. Líneas de partición carcasa módulo.	126
Figura 25. Líneas de flujo y atrapamientos de aire arriba base.	127
Figura 27. Atrapamientos de aire abajo base.	127
Figura 28. Punto de inyección y tiempo de llenado arriba aplique.	128
Figura 30. Líneas de flujo y atrapamientos de aire arriba aplique.	128
Figura 32. Punto de inyección y tiempo de llenado abajo aplique.	128
Figura 34. Líneas de flujo y atrapamientos de aire abajo aplique.	129
Figura 36. Dobladora de varillas.	129
Figura 37. Plegadora chapa.	130
Figura 38. Ensamblaje módulo 1.	132
Figura 39. Ensamblaje módulo 2.	132
Figura 40. Ensamblaje módulo 3.	132
Figura 41. Ensamblaje módulo 4.	133
Figura 42. Ensamblaje módulo 5.	133
Figura 43. Ensamblaje módulo 6.	133
Figura 44. Ensamblaje módulo 7.	134
Figura 45. Ensamblaje módulo 8.	134

Figura 46. Ensamblaje módulo 9.	135
Figura 47. Ensamblaje módulo 10.	135
Figura 48. Ensamblaje módulo 11.	136
Figura 49. Ensamblaje módulo 12.	136
Figura 50. Ensamblaje módulo 13.	136
Figura 52. Ensamblaje base 1.	137
Figura 53. Ensamblaje base 2.	137
Figura 54. Ensamblaje base 3.	137
Figura 55. Ensamblaje base 4.	138
Figura 56. Ensamblaje base 5.	138
Figura 57. Ensamblaje base 6.	138
Figura 58. Ensamblaje base 7.	139
Figura 59. Ensamblaje base 8.	139
Figura 60. Ensamblaje aplique 1.	139
Figura 61. Ensamblaje aplique 2.	140
Figura 62. Corte unión asa.	140
Figura 63. Esquema eléctrico.	141
Figura 64. Esquema interruptor base.	142
Figura 65. Ensayo fallido.	142
Figura 66. Ensayo.	143

# 1. Características generales

## 1.1. Objeto

El siguiente documento tiene como objeto establecer las especificaciones técnicas en relación a los materiales y sistemas de ejecución. El fin es obtener la mejor calidad posible de los productos. A continuación, se establecerán las condiciones generales del proyecto, los aspectos legales y administrativos con relación a la norma UNE 157001. Criterio de elaboración de proyectos.

## 1.2. Referencia y compatibilidad entre documentos

En caso de que exista algún tipo de contradicción entre los documentos las preferencias serán las siguientes:

- La preferencia sobre las dimensiones exactas de las piezas se encuentra en el Volumen IV: Planos.



## 2. Especificaciones técnicas

### 2.1. Elementos fabricados

En la siguiente tabla se muestran las características de los diferentes elementos fabricados:

	Elemento	Nº piezas	Material	Dimensiones (mm)	Función
Módulo	Tapa módulo	1	ABS	77x76x10	Albergar todos los componentes electrónicos y servir de base para el módulo.
	Acople	1	ABS	52,1x38,5x7	Fijar en una posición correcta la batería y el módulo.
	Carcasa	1	HDPE	71x77x76	Proporciona una luz difusa y proteger el contenido del módulo
	Soporte aluminio	1	Aluminio	70,5x69,3x64,5	Servir de estructura sobre la que enrollar la tira LED y disipar el calor.
Aplique	Abajo	1	ABS	98x96x5	Contiene el hueco en el que se esconde el asa. También contiene los agujeros para colgar el aplique.
	Arriba	1	ABS	98x96x15	Contener el módulo y el alojamiento del imán. Además, tiene los salientes para cerrar las dos partes e introducir y asegurar el asa.
	Asa	1	Acero inox	160xø2	Ayuda a transportar y colgar el módulo.
Base	Abajo	1	ABS	ø25x2,5	Contiene el alojamiento para la batería y los agujeros para el cierre de la base. Así como el saliente para la toma de corriente de la batería.
	Arriba	1	ABS	ø25x0,8	Proporciona un alojamiento para los módulos y sus imanes. También tiene agujeros para los pines pogo y el interruptor.

Tabla 1. Elementos fabricados.

## 2.2. Elementos comerciales

A continuación, enumeramos los elementos comerciales que podemos encontrar en nuestro diseño. Para ampliar información sobre cálculos y especificaciones de los componentes consultar en el Volumen II: Anexos.

Parte	Elemento	Nº piezas	Material	Dimensiones (mm)	Función
Módulo	Tornillo soporte	8	Acero inox	M1,4x3,5	Asegurar el soporte de aluminio a la tapa del módulo.
	Tornillo interruptor	2	Acero inox	M2x5	Asegurar el interruptor a la tapa del módulo.
	Tornillo pin pogo	2	Acero inox	M1x4	Asegurar el pin pogo a la tapa del módulo.
	Arandela pin pogo	2	Acero inox	M1,6	Asegurar la unión entre el pin pogo y la tapa del módulo.
	Tornillo acople	1	Acero inox	M2x8	Asegurar la unión entre el acople y el soporte de aluminio.
	Tuerca acople	1	Acero inox	M2	Asegurar la unión entre el acople y el soporte de aluminio.
	Prisionero	1	Acero inox	M2x3	Fijar la toma de corriente hembra a la base del módulo.
	Interruptor	1	Metal y plástico	19,5x8x5,8	Encender y apagar el módulo de forma física.
	Tapa interruptor	1	Plástico	ø6,2x7,3	Mejorar la ergonomía del interruptor.
	Pin pogo hembra	1	Metal y plástico	27,3x14,8x12	Hacer posible la carga entre la base y el módulo.
	Imán	1	Neodimio	ø12x4	Asegurar la unión con el aplique, otro módulo o la base de carga.
	Disco metal	1	Metal	ø13x2	Asegurar la unión con otro módulo.
	Indicador batería	1	Metal y plástico	20x17,2	Permitir visualizar el porcentaje de la batería del módulo.
	Controlador	1	Plástico y componentes eléctricos	70x36x10	Controlar de forma telemática el color, la intensidad y el encendido de la tira LED.
Batería	1	Plástico y elementos químicos	69x56x19	Permitir que la tira LED tenga autonomía.	
Cargador	1	-	-	Poder cargar el módulo.	

	Tapa toma corriente	1	Plástico y metal	∅10x26	Poder cargar el módulo con el cargador.
	Tira LED	1	Plástico y metal	507x10x2	Proporcional luz.
	Cableado	-	Plástico y metal	250	Conectar los diferentes componentes del módulo.
	Silicona	0,02	Silicona	507	Asegurar la unión entre la tira LED y el soporte de aluminio.
Aplicador	Tornillo pared	2	Acero inox	M3x10	Poder colgar el aplicador a una pared.
	Tornillos cierre	3	Acero inox	M3x2,5	Cerrar las dos partes del aplicador.
	Imán	1	Neodimio	∅12x4	Asegurar la unión entre el módulo y el aplicador.
Base	Tornillos pin pogo	8	Acero inox	M1x3,5	Asegurar el pin pogo a la tapa de la base.
	Arandela pin pogo	2	Acero inox	M1,6	Asegurar la unión entre el pin pogo y la tapa de la base.
	Tornillos cierre	4	Acero inox	M3x25	Cerrar las dos partes de la base.
	Pin pogo (macho)	4	Metal y plástico	27,3x14,8x14	Permitir la carga entre el módulo y la base.
	Disco metal	4	Metal	∅13x2	Asegurar la unión entre el módulo y la base.
	Batería y cargador	1	Plástico y elementos químicos	118x68x20	Permitir tener autonomía en la base y cargar la batería.
	Tapa toma corriente	1	Silicona	∅10x26	Poder cargar la batería con el cargador.
	Interruptor	1	Plástico y metal		Poder elegir si cargar la batería de la base o la de los módulos.
	Tornillo interruptor	2	Acero inox	M2x4	Asegurar el interruptor a la parte de arriba de la base.
	Cableado	-	Plástico y metal	450	Conectar los diferentes componentes.

Tabla 2. Elementos comerciales.

## TIRA LED

Entre los distintos tipos de tiras que existen vamos a optar por las RGB que funcionan a 12V, ya que la mayoría de controladores de tiras LED funcionan a ese voltaje. Para este voltaje tenemos la siguiente tira LED COB. Proporciona tanto luz blanca fría como luces de colores. Se añadirían 507 mm. Esta cantidad asegura que haya luz suficiente para desempeñar una tarea como estudiar ( $500 \text{ l/m}^2$ ).

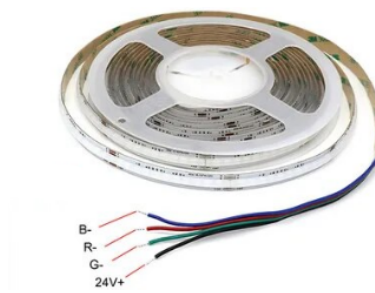


Figura 1. Tira LED COB RGB 12V

## CONTROLADOR LED

Para poder controlar cada módulo de forma remota, mediante una aplicación móvil, necesitamos instalar en cada uno de los módulos un controlador LED. Funciona con la tecnología ZigBee y , aunque no se pueda visualizar en la imagen, incluye en la parte derecha tres entradas (V+, R, G y B). Esto se debe a que el fabricante solamente tiene esta foto pero sí que proporciona el otro tipo de controlador.



Figura 2. Controlador regulador tira LED.

## BATERÍAS

### Batería de los módulos

Se trata de una batería de 12V con una capacidad de 16 horas para cada módulo. Como se puede ver en la siguiente imagen, ya tiene su conector que le permite cargarse con el cargador que incluye. Esto hace que sea muy fácil incluir ese mismo puerto en la tapa del módulo para poder tener opción de los dos tipos de carga (cargador y pines poco base-módulo).



Figura 3. Batería módulos



Figura 4. Batería base de carga

### Batería base de carga

La batería de la base es de 50 mAh y 12V. Esto permite que pueda tener una autonomía de 14 horas con los cuatro módulos descargados.

## PINES POGO

La carga mediante pines pogo asegura que la eficiencia es mucho mayor que la carga inalámbrica. Además, gracias a su imán la conexión es mucho más segura. Por ello, la carga entre los módulos y la base será mediante este tipo de conectores. Gracias a los dos agujeros con los que cuenta, se pueden asegurar mediante tornillos.



Figura 5. Pines pogo.

## INDICADOR DE CARGA

Se incluye uno en el módulo y otro en la base. Nos ayuda a conocer el estado de la batería mediante cuatro ledes de colores. Rojo es que la batería está al 20%, amarillo al 50%, el siguiente amarillo al 80% y el verde que está completa.

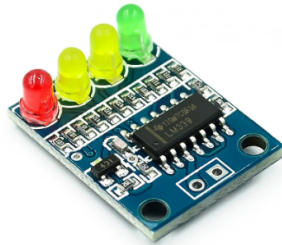


Figura 6. Indicador de carga.

## INTERRUPTORES

### Interruptor módulo

El módulo lleva un interruptor de tres pines. Esto quiere decir que corta una conexión. En este caso se corta la conexión entre el controlador y la batería del cable positivo. Sus agujeros también ayudan a asegurarlo a la tapa del módulo.

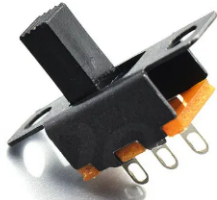


Figura 7. Interruptor módulo.

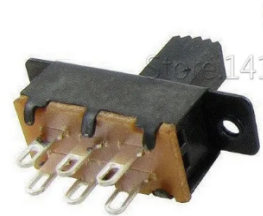


Figura 8. Esquema interruptor base.

### Interruptor base

En este caso se trata de un interruptor de seis pines. Esto lo que hace es que cambia la conexión en dos partes diferentes del circuito.

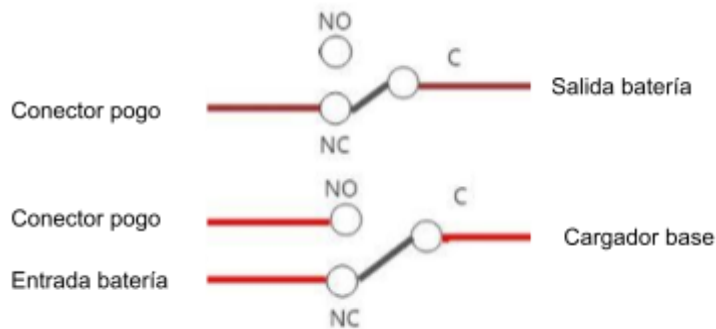


Figura 9. Esquema interruptor base.

### IMANES Y DISCOS METÁLICOS

El módulo y el aplique incluyen un imán que ayuda a su unión. Este imán aguanta hasta 3,1kg pero está sobredimensionado por la distancia del espesor de las piezas de plástico (1,5 mm de espesor cada pieza) y que se encuentra desplazado del centro de gravedad. Por otro lado, en la parte superior del módulo y en la base se incluyen discos metálicos que ayudan a la estabilidad y seguridad en el apilamiento de varios módulos y al transporte de base y módulos.

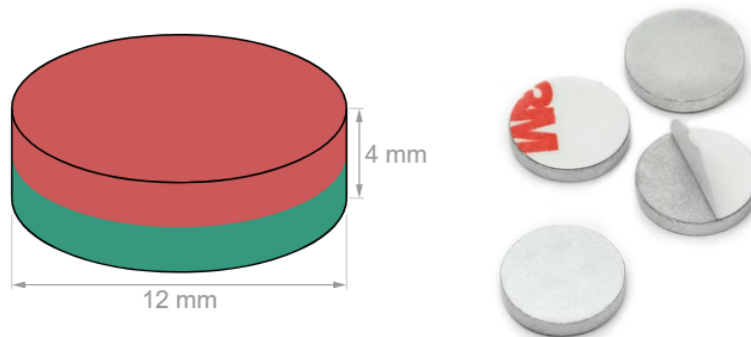
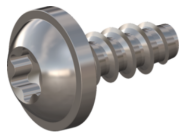



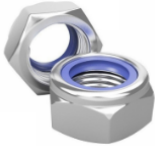




Figura 10. Imán y discos metálicos..

## TORNILLOS

	Denominación	Nº	Medidas	Foto
Módulo	Tornillo soporte	8	M1,4x3,5	
	Tornillo interruptor	2	M2x5	
	Tornillo pin pogo	2	M1x4	
	Arandela pin pogo	2	M1,6	—
	Tornillo acople	2	M3x10	
	Tuerca acople	2	M2	
	Prisionero	1	M2x3	
Aplique	Tornillo pared	2	M3x25	



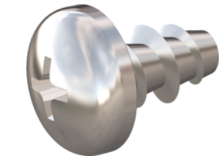
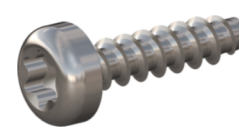

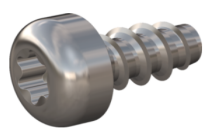
	Tornillos cierre	3	M2x2,5	
Base	Tornillos pin pogo	8	M1x3,5	
	Arandela pin pogo	8	M1,6	—
	Tornillos cierre	4	M3x25	
	Tornillo interruptor	2	M2x4	

Tabla 3. Tornillería.

Todos los tornillos que se atornillan a un saliente plástico son especiales para ello. Los salientes dónde el propio tornillo creará la rosca se ha diseñado siguiendo las indicaciones del fabricante.

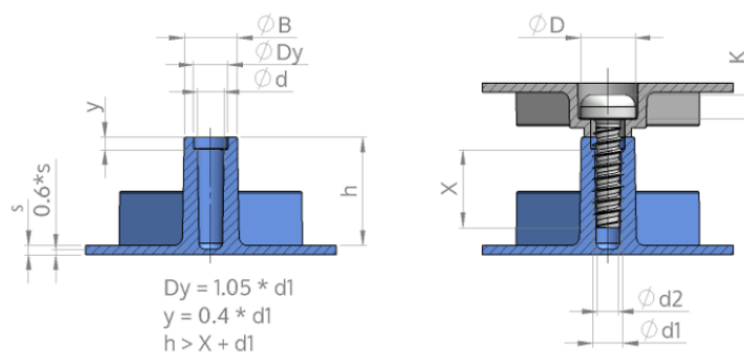


Figura 11. Sugerencias diseño salientes tornillos.

Hay que tener en cuenta que hay algunos tornillos que necesitan una herramienta especial. Ya que su cabeza es hexalobular interior. Esto se debe a su reducido tamaño.

### 3. Procesos de fabricación

#### 3.1. Inyección

Las piezas fabricadas hacen uso de los siguientes procesos de fabricación:

	Elemento	Nº piezas	Material	Proceso
Módulo	Tapa módulo	1	ABS	Inyección
	Acople	1	ABS	Inyección
	Carcasa	1	HDPE	Inyección
	Soporte aluminio	1	Aluminio	Corte láser y doblado
Aplique	Abajo	1	ABS	Inyección
	Arriba	1	ABS	Inyección
	Asa	1	Acero inox	Corte y doblado
Base	Abajo	1	ABS	Inyección
	Arriba	1	ABS	Inyección

Tabla 4. Procesos elementos fabricados.

Al ser plásticos termoplásticos, todas las piezas de plástico (ABS o PEAD) se fabrican mediante la inyección de plásticos.

El moldeo por inyección de plásticos consiste en calentar plástico sólido en trozos pequeños (granza o gránulos) hasta fundirlos e inyectarlos a presión dentro de un molde. Después del enfriamiento se desmolda la pieza y se retiran las piezas que forman el sistema de alimentación.

Es el proceso más utilizado en la transformación de piezas de termoplásticos. Esto es gracias a sus beneficios, entre ellos se destaca la posibilidad de incluir en una misma pieza varias funciones. En el caso del módulo, la pieza de la tapa que incluye multitud de elementos, hubiera sido muy difícil o costoso realizarla por otro método.

La mayor inversión que se hace en este tipo de procesos son los moldes. Ya que son piezas de materiales pesados hechas a medida para cada pieza. En este caso se ha optado por la opción de diseñar cuatro moldes.

- Molde 1: Molde moncavidad y solamente incluye la carcasa del módulo, ya que está hecha de polímeros diferentes.
- Molde 2: incluye el soporte y la tapa del módulo.
- Molde 3: parte de arriba y abajo de la base.

- Molde 4 Parte de arriba y abajo del aplique-.

Las condiciones de moldeo por inyección para el ABS y el PE son las siguiente:

Plástico	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Coef. conduct. termica (mm <sup>2</sup> /s)	Temp. inyección (°C)	Temp. molde (°C)	Temp. expulsión (°C)	Presión inyección (bar)	Coste (€/kg)
ABS	0,95	0,11	232	27	52	965	0,90
PE	1,05	0,13	260	54	82	1000	1,95

Tabla 5. Parámetros de inyección.

### 3.1.1. Simulación

Con el propósito de verificar la integridad de las piezas y evaluar su viabilidad desde el punto de vista de manufactura, hemos procedido a llevar a cabo un ensayo de inyección utilizando el software SolidWorks.

Lo primero que se debe realizar es el posicionamiento del punto de inyección. A continuación, se seleccionan los materiales y las los parámetros de inyección. Una vez hecho todo esto procedemos a la simulación del llenado. De cada una de las siete piezas hemos obtenido 4 resultados que nos indica la viabilidad del diseño:

- **Tiempo de llenado:** nos indica si la pieza se ha llenado por completo y cuánto ha tardado. En ninguna pieza nos ha dado un llenado incompleto, que quiere decir que el material se enfría antes de llegar a toda la cavidad del molde. En este caso el tiempo se toma como estimación ya que el tiempo que cogeremos como real será el calculado en el Volumen II: Anexos..
- **Líneas de flujo:** nos indican en qué punto de la pieza se han separado y vuelto a juntar dos flujos de plástico fundido. Estas líneas pueden hacer que la pieza sea menos resistente en ese punto.
- **Atrapamientos de aire:** indican las zonas en las que se ha podido queda aire atrapado y se pueden quedar burbujas. Esto provocaría irregularidades. Es mejor que queden en la parte vista de la pieza.
- **Facilidad de llenado:** si la pieza es fácil de inyectar, aparece en color verde. Este parámetro ha salido verde en todas las piezas.

## MÓDULO

### Tapa

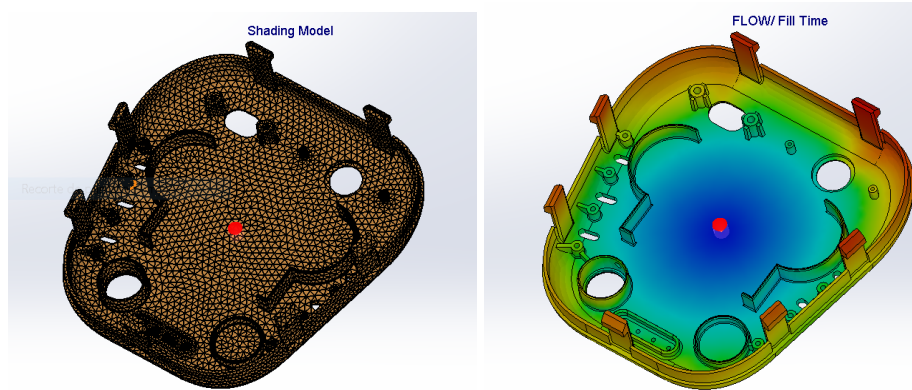


Figura 12. Punto inyección y tiempo de llenado tapa módulo.

El tiempo de llenado en la simulación es de 0,7571 segundos.

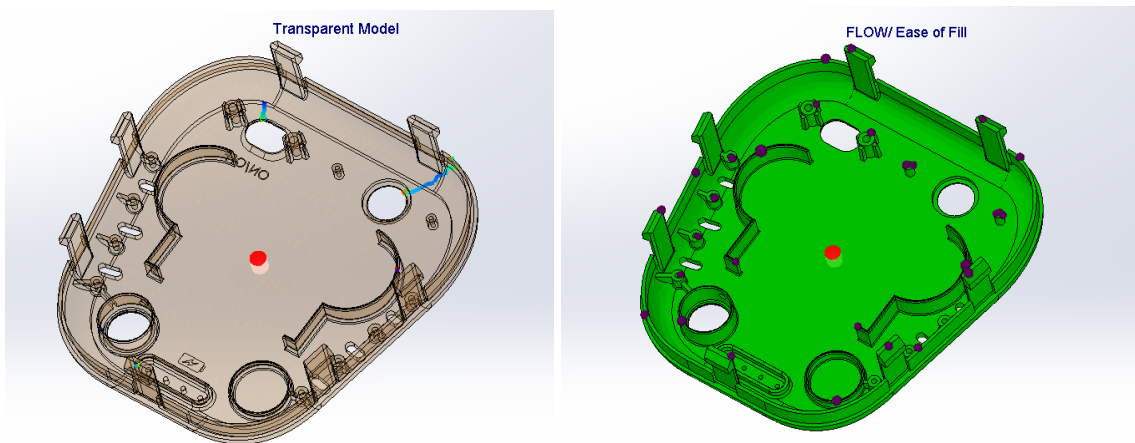


Figura 14. Líneas de flujo y atrapamientos de aire tapa módulo.

## Acople

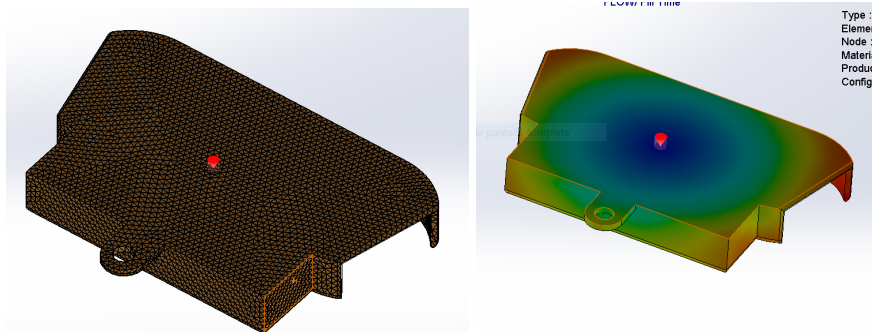


Figura 16. Punto de inyección y tiempo de llenado acople módulo.

El tiempo de llenado en la simulación es de 0,4684 segundos.

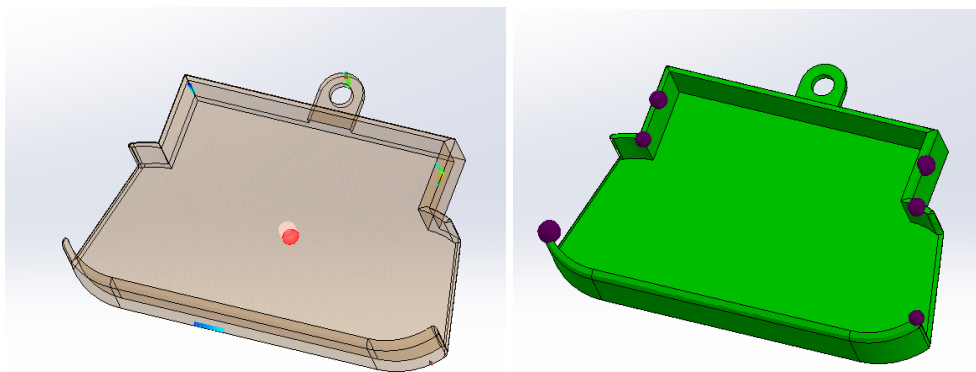


Figura 18. Líneas de flujo y atrapamientos de aire acople del módulo.

## Carcasa

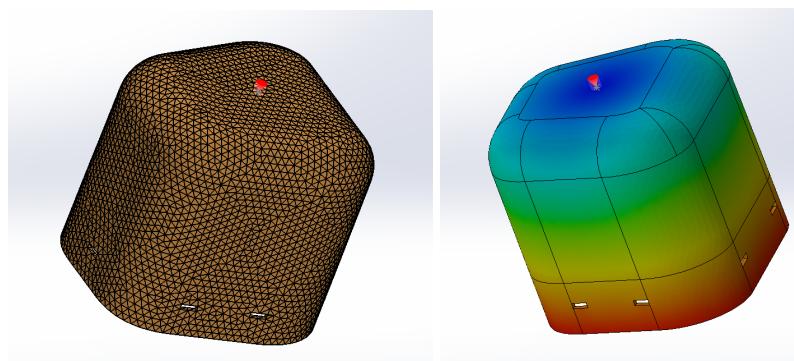


Figura 20. Punto de inyección carcasa módulo.

El tiempo de llenado en la simulación es de 0,7019 segundos.

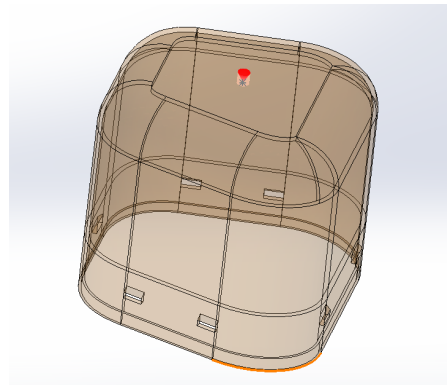


Figura 22. Líneas de partición carcasa módulo.

## BASE

### Arriba

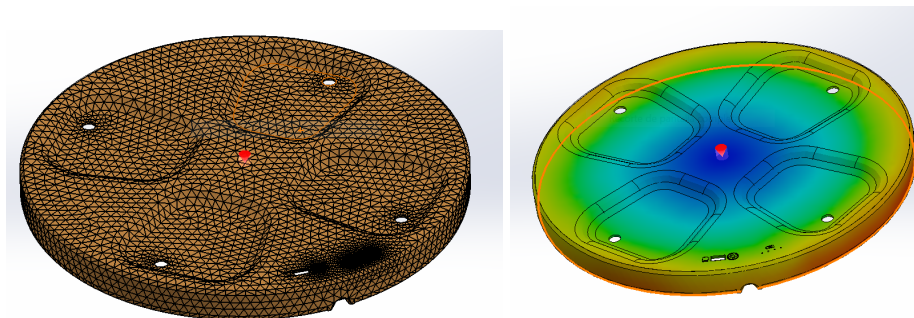


Figura 23. Punto de inyección y tiempo de llenado arriba base.

El tiempo de llenado en la simulación es de 0,9874 segundos.

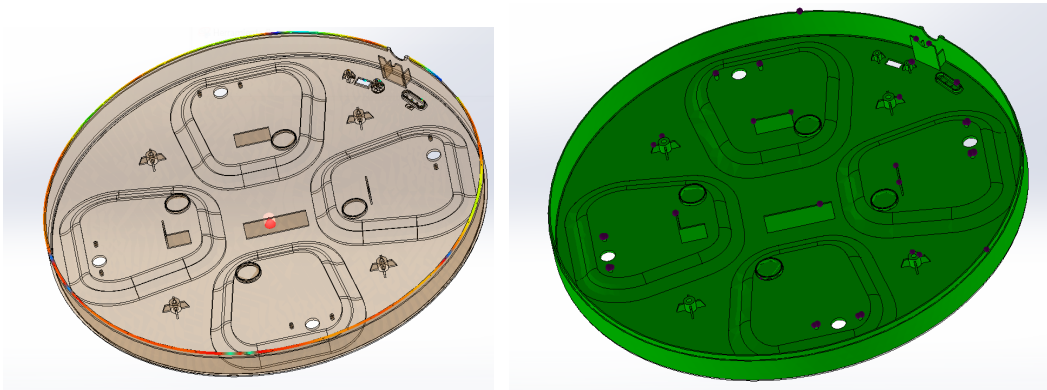


Figura 25. Líneas de flujo y atrapamientos de aire arriba base.

### Abajo

Entre la parte superior e inferior de la base no había muchas diferencias en la simulación, así que solamente adjuntamos la imagen que marca los atrapamientos de aire.

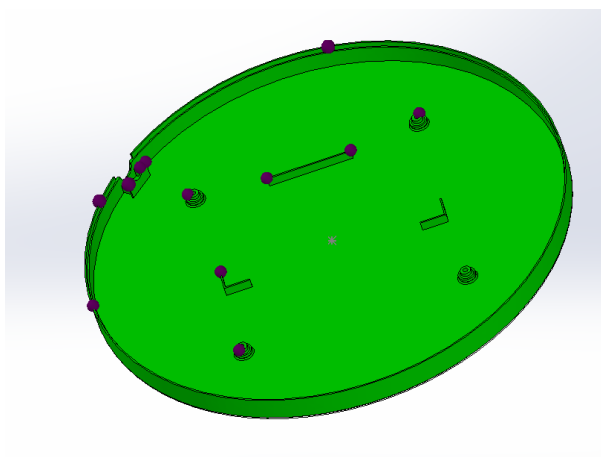


Figura 27. Atrapamientos de aire abajo base.



## APLIQUE

### Arriba

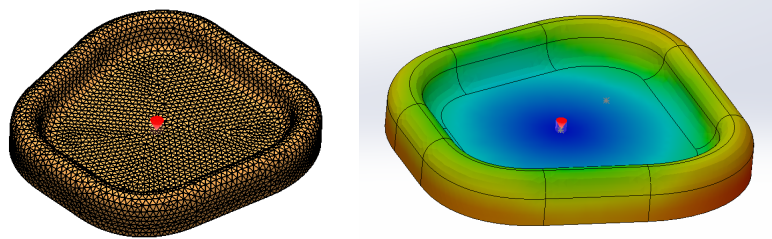


Figura 28. Punto de inyección y tiempo de llenado arriba aplique.

El tiempo de llenado en la simulación es de 0,9926 segundos.

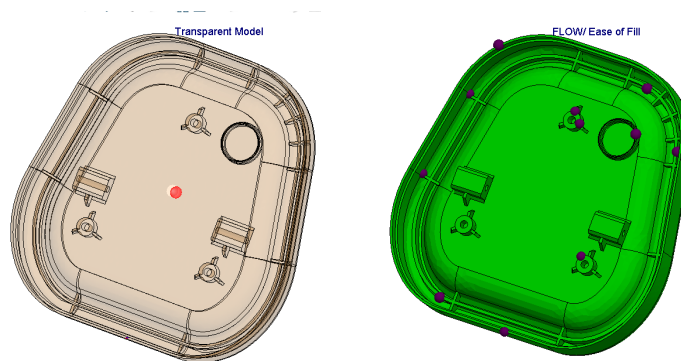


Figura 30. Líneas de flujo y atrapamientos de aire arriba aplique.

### Abajo

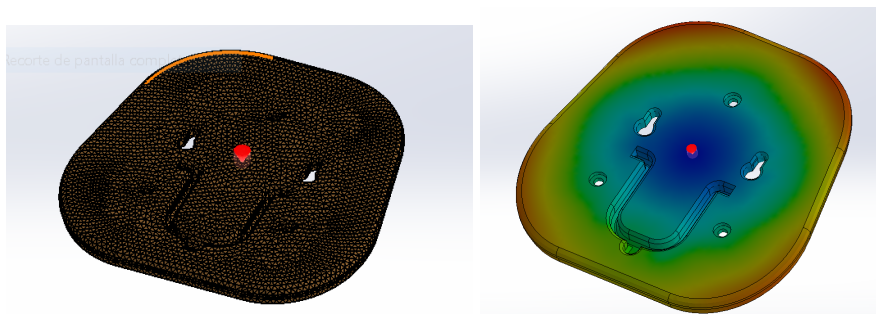


Figura 32. Punto de inyección y tiempo de llenado abajo aplique.



El tiempo de llenado en la simulación es de 0,9360 segundos

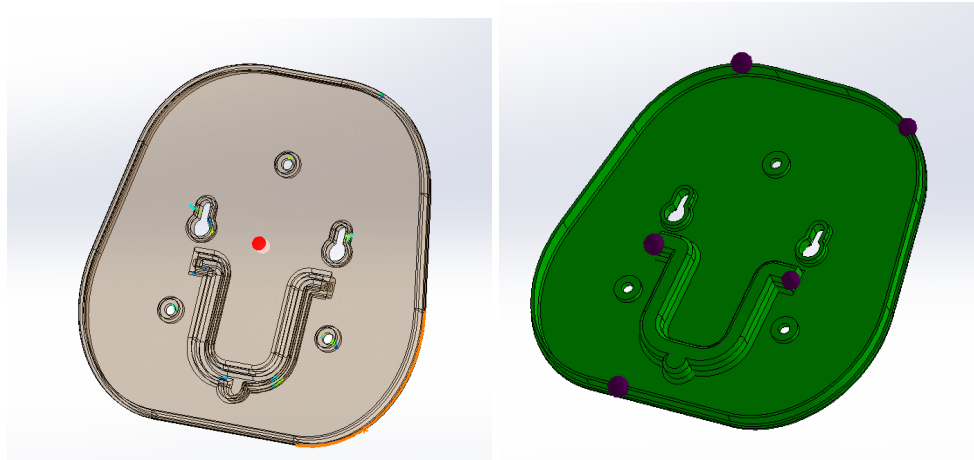


Figura 34. Líneas de flujo y atrapamientos de aire abajo aplique.

### 3.2. Cortado y doblado de metal

El asa del aplique está fabricada mediante el cortado de la varilla de acero inoxidable de 2mm de diámetro y su posterior sobrado. Para esto se ha presupuestado la compra de una dobladora manual de varillas. Mientras que el corte se realizaría mediante unos alicates.



Figura 36. Dobladora de varillas.

Por otro lado, el soporte de aluminio que se incluye en el interior del módulo se realizaría mediante una corte láser.

El corte de chapa por láser es un proceso cada vez más utilizado. Esto se debe a que ofrece una muy buena precisión además de mucha flexibilidad en los diseños.

El láser enfoca la energía en un punto específico de la lámina de aluminio, elevando su temperatura a un nivel que permite su fusión y posterior corte. Este punto se desplaza gradualmente a lo largo de la superficie que deseamos recortar para lograr la forma deseada.

Posteriormente, la forma ya cortada se plegará con una plegadora manual.



Figura 37. Plegadora chapa.

## 4. Normativa y ensayos

### Plásticos

- UNE-EN ISO 527-2: Plásticos. Determinación de las propiedades de tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo para productos planos.
- UNE-EN ISO 178: Plásticos. Determinación de las propiedades de flexión. Parte 1: Métodos generales.
- UNE-EN ISO 179-1: Plásticos. Determinación del impacto Charpy. Parte 1: Método de ensayo mediante péndulo.
- UNE-EN ISO 11357: Plásticos. Detección y análisis térmico diferencial (ATD). Parte 1: Determinación de la temperatura de transición vítrea y de la entalpía de relajación
- ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos.
- ISO 14855: Plásticos. Determinación de la biodegradabilidad de los materiales plásticos en condiciones de compostaje.
- ISO 19069: Plásticos. Determinación de las propiedades térmicas. Análisis térmico dinámico (ATD). Parte 1: Generalidades.
- ISO 2393: Plásticos. Determinación de la masa volumétrica en estado fundido y de la masa por unidad de área de productos planos de polímeros.

### Acero inoxidable

- UNE-EN 10088: Aceros inoxidables. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro de los productos planos de acero inoxidable para usos generales.
- UNE-EN 10272: Aceros inoxidables austeníticos para uso general.
- UNE-EN ISO 3506: Partes mecánicas de fijación fabricadas en acero inoxidable.
- ISO 15510: Aceros inoxidables. Composición química.
- ISO 9227: Ensayos de corrosión en ambientes artificiales. Ensayo de pulverización salina.
- ISO 9445: Productos de acero inoxidable. Tratamientos superficiales.
- ISO 6892-1: Ensayo de tracción de productos metálicos. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.
- ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos.

## Aluminio

- UNE-EN 485-1: Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y placas. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro para aleaciones de aluminio no tratadas térmicamente.
- UNE-EN 515: Aluminio y aleaciones de aluminio. Fundición. Designación de aleaciones.
- ISO 209-1: Aleaciones de aluminio. Designación de aleaciones.
- ISO 6361-2: Aleaciones de aluminio. Chapas y bandas. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro para aleaciones de aluminio no tratadas térmicamente.
- ISO 6892-1: Ensayo de tracción de productos metálicos. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.

## 5. Ensamblaje

A continuación, se va a mostrar de forma gráfica el ensamblaje de cada uno de los tres productos.

### MÓDULO

1. Adherir el indicador de carga en su alojamiento.

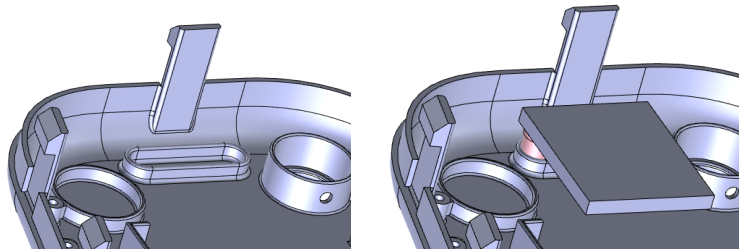


Figura 38. Ensamblaje módulo 1.

2. Adherir el imán en su alojamiento.

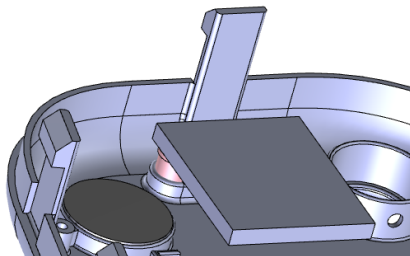


Figura 39. Ensamblaje módulo 2.

3. Insertar la tapa al interruptor deslizante.

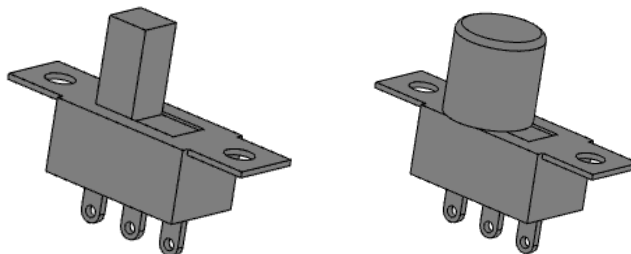


Figura 40. Ensamblaje módulo 3.

4. Atornillar los dos tornillos del interruptor.

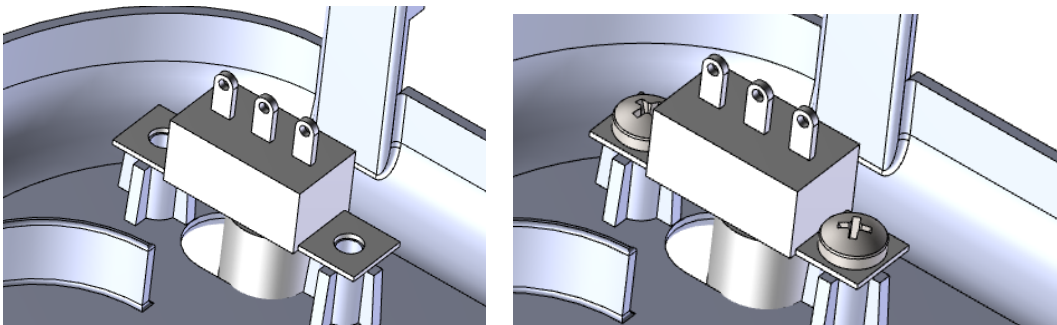


Figura 41. Ensamblaje módulo 4.

5. Colocar pin pogo en su posición (insertar los dos salientes para sus tornillos en los dos agujeros del pin pogo).

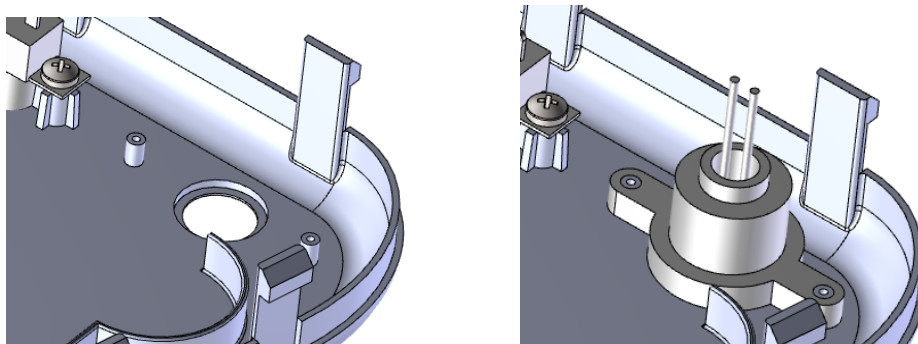


Figura 42. Ensamblaje módulo 5.

6. Colocar las dos arandelas del pin pogo.

7. Atornillar los dos tornillos del pin pogo.

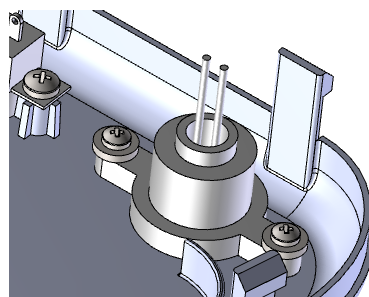


Figura 43. Ensamblaje módulo 6.

8. Colocar batería en su alojamiento.

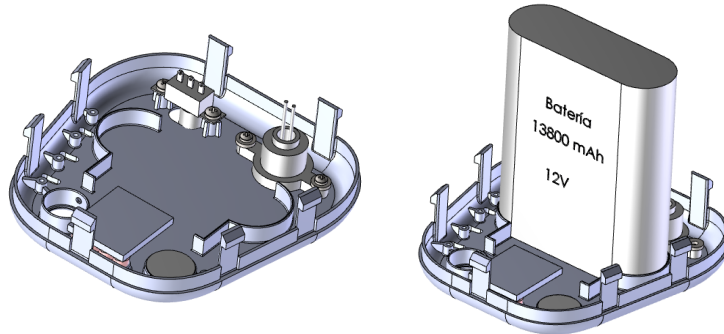


Figura 44. Ensamblaje módulo 7.

9. Colocar la toma de corriente en su alojamiento.  
10. Ajustar tornillo prisionero de la toma de corriente.

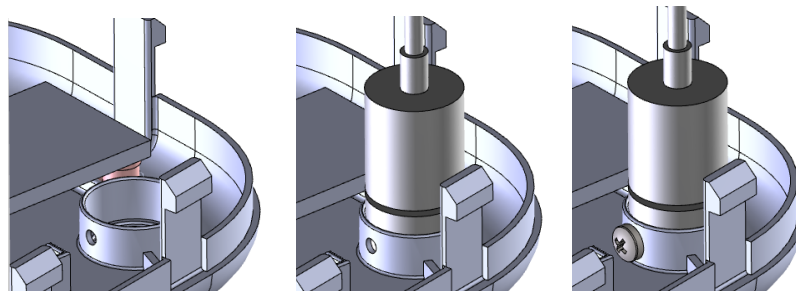


Figura 45. Ensamblaje módulo 8.

11. Conectar los cables de la tira LED RGB al controlador (se trata de cuatro cables: V+, R G y B).  
12. Colocar el controlador en su alojamiento.

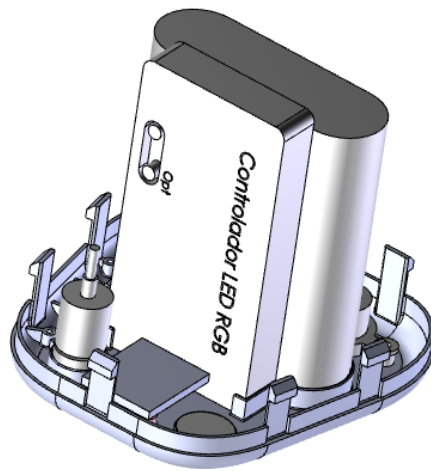


Figura 46. Ensamblaje módulo 9.

13. Realizar conexión de cableado entre el pin pogo hembra y la batería.
14. Conectar el cableado entre el interruptor, el controlador y la batería.
15. Asegurar el acople en la parte inferior del soporte de aluminio con un tornillo y la rosca autoblocante.

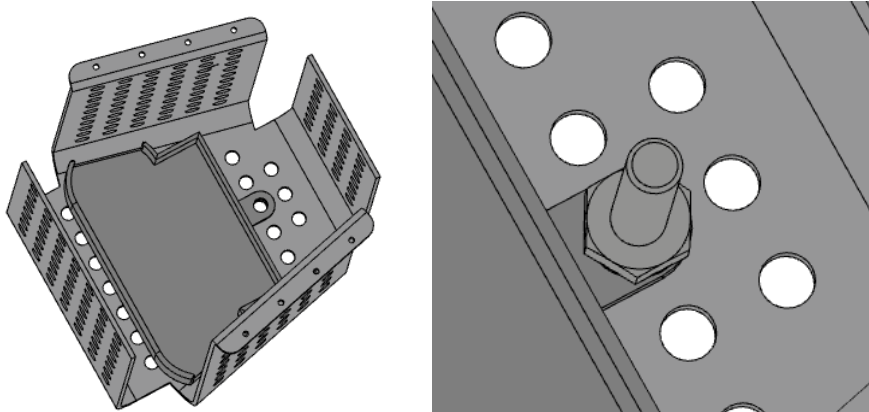


Figura 47. Ensamblaje módulo 10.

- 16.** Adherir la tira LED al soporte de aluminio con silicona especial para alta temperatura.

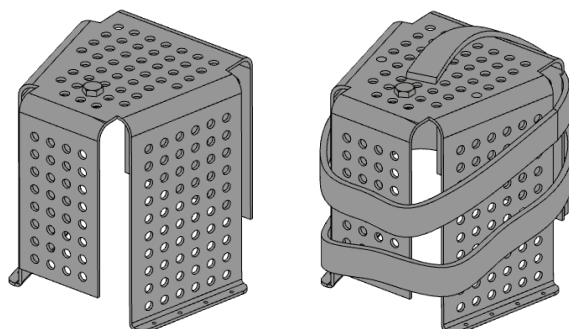


Figura 48. Ensamblaje módulo 11.

- 17.** Atornillar los ocho tornillos del soporte de aluminio con la tapa del módulo.

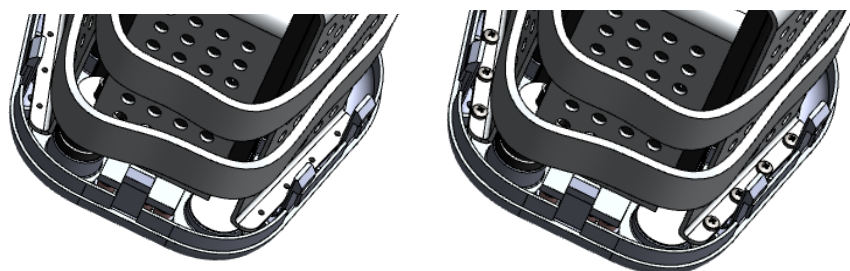


Figura 49. Ensamblaje módulo 12.

- 18.** Adherir el disco metálico en la parte superior del soporte de aluminio.

- 19.** Insertar la carcasa en las pestañas de la tapa del módulo.

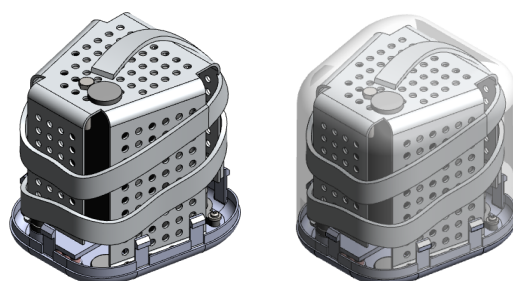


Figura 50. Ensamblaje módulo 13.



## BASE

1. Adherir disco metálico en el alojamiento de la parte superior de la base.

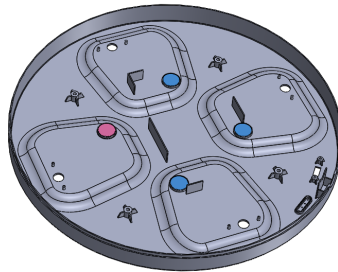


Figura 52. Ensamblaje base 1.

2. Colocar los cuatro pines pogo en su posición (insertar los dos salientes para sus tornillos en los dos agujeros del pin pogo).

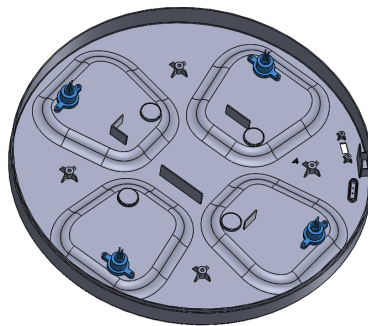


Figura 53. Ensamblaje base 2.

3. Colocar las ocho arandelas de los pines pogo (dos a cada uno).
4. Atornillar los ocho tornillos de los pines pogo (dos a cada uno).

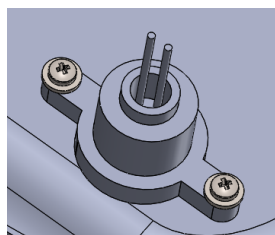


Figura 54. Ensamblaje base 3.

5. Colocar la batería en su alojamiento.

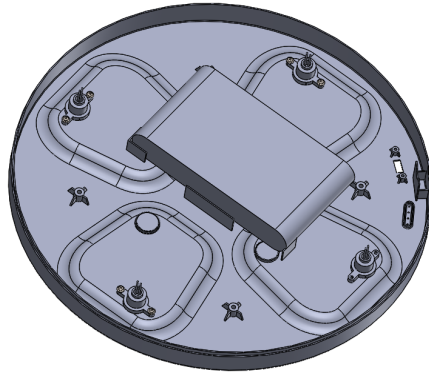


Figura 55. Ensamblaje base 4.

6. Adherir el indicador de carga en su alojamiento.

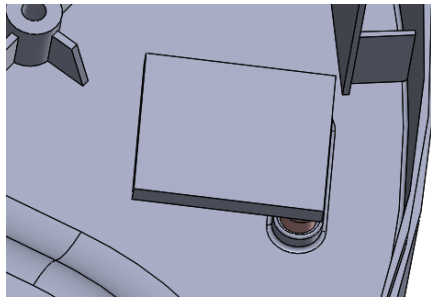


Figura 56. Ensamblaje base 5.

7. Colocar la toma de corriente en su posición (posicionada en el saliente adaptado a su forma).

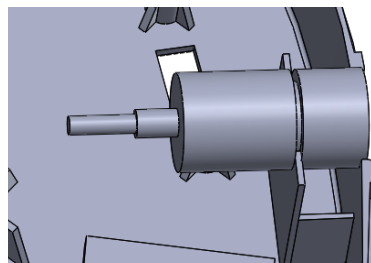


Figura 57. Ensamblaje base 6.

8. Atornillar los dos tornillos del interruptor.

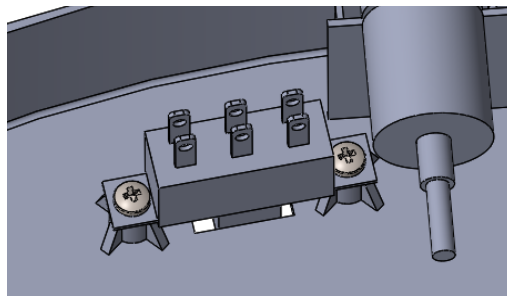


Figura 58. Ensamblaje base 7.

9. Colocar el cableado.
10. Acoplar la parte inferior de la base en la superior.
11. Atornillar los cuatro tornillos de cierre parte inferior con superior de la base.

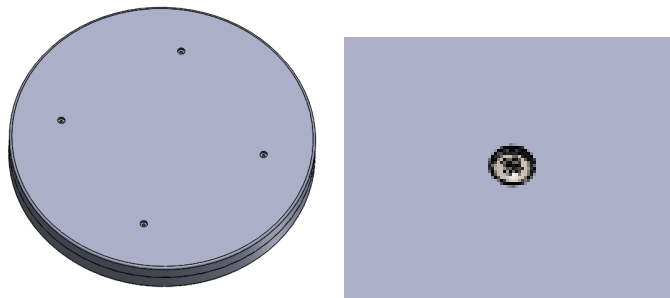


Figura 59. Ensamblaje base 8.

## APLIQUE

1. Adherir el imán en la pieza superior del aplique.

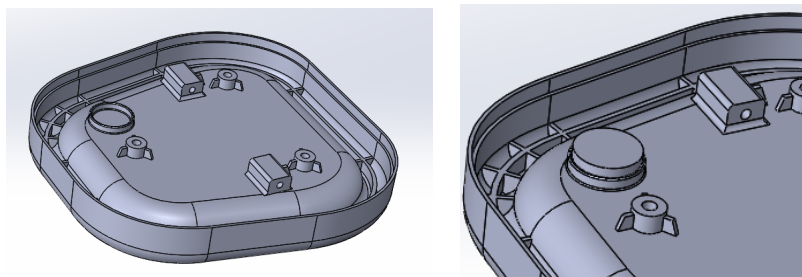


Figura 60. Ensamblaje aplique 1.

2. Colocar el asa. Se juntan la parte superior e inferior del aplique y se pasa el asa. Primero por los agujeros de la parte de abajo del aplique y luego se inserta en los salientes de la parte de arriba del aplique.
3. Atornillar los tres tornillos de cierre entre las dos piezas del aplique.

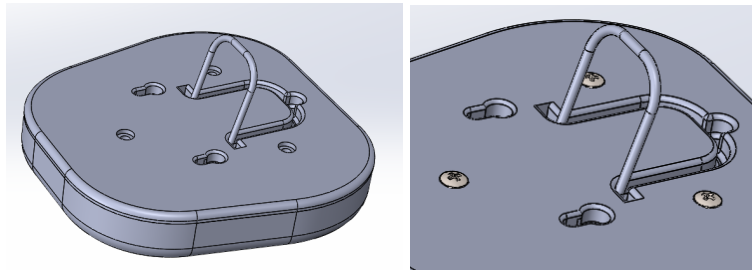


Figura 61. Ensamblaje aplique 2.

Para una mejor compresión del ensamblaje del asa se añade la siguiente imagen.

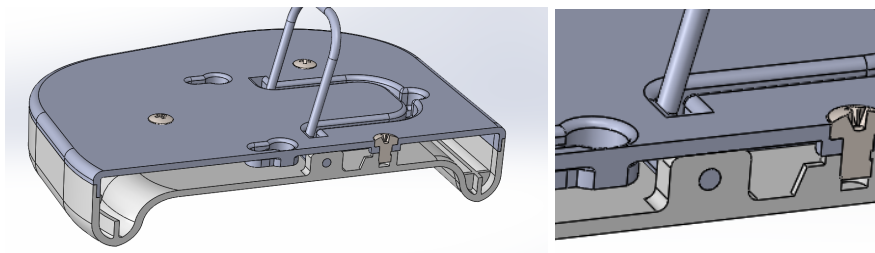


Figura 62. Corte unión asa.

## 6. Esquema eléctrico

A continuación se presenta el esquema eléctrico, tanto del módulo como de la base.

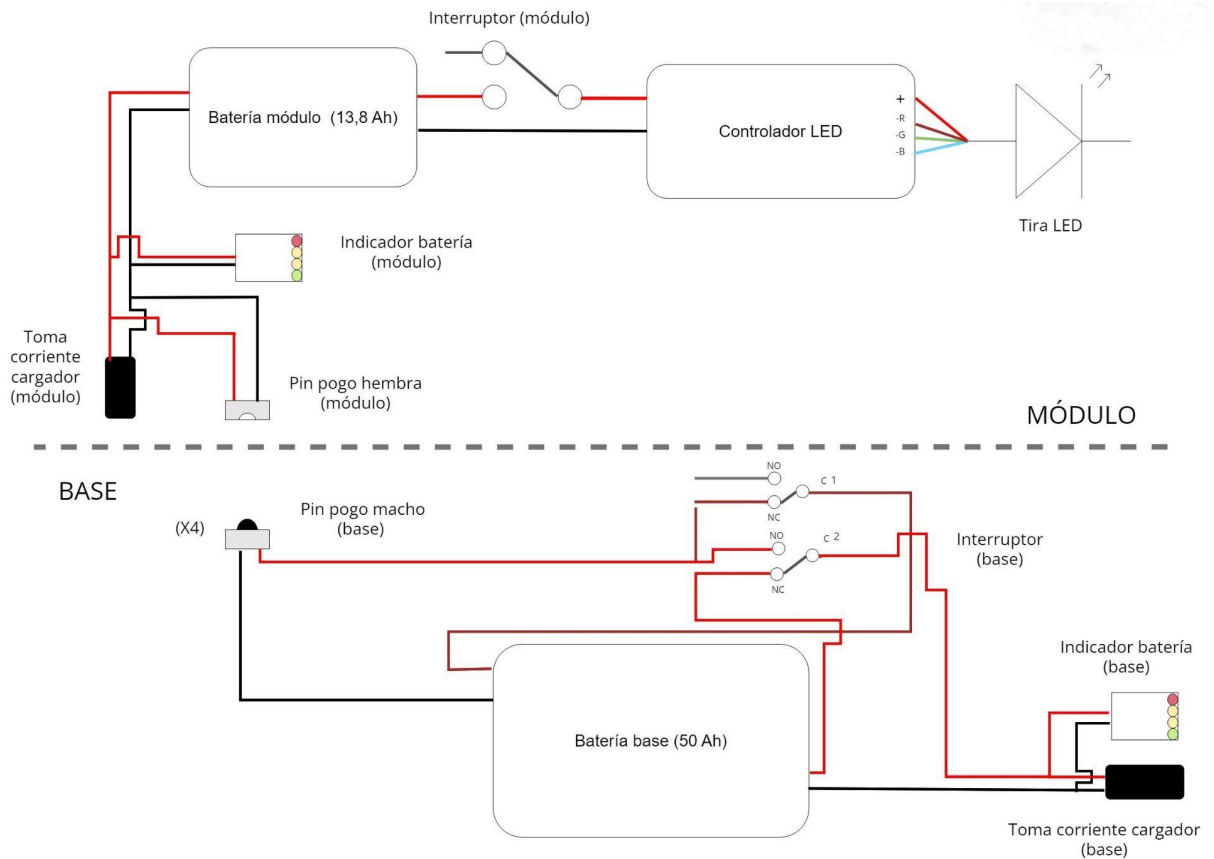


Figura 63. Esquema eléctrico.

Como se puede observar la tira LED está conectada con el controlador mediante dos cables. Después, es el controlador el que se conecta a la batería. Pero, para poder encender y apagar el módulo, se ha añadido un interruptor que controla la conexión entre la batería y el cargador por el cable positivo.

Para poder hacer un seguimiento de la carga de la batería, se ha conectado un módulo indicador de carga. A continuación, el camino se bifurca para dar lugar a los dos modos de carga que tienen los módulos, mediante el pin pogo hembra (con la base) o mediante la toma de corriente hembra (con el cargador de la batería).

Si seguimos la conexión entre los dos pines pogo, podemos ver el interruptor de seis pines que se encuentra en la base de carga.

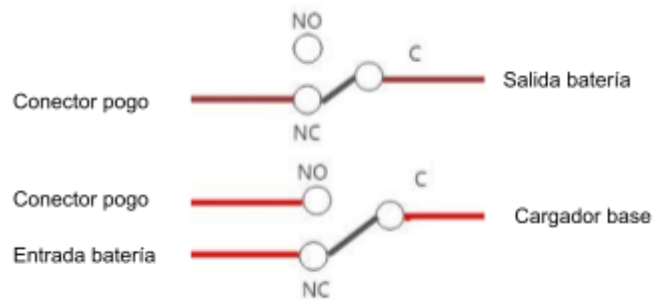


Figura 64. Esquema interruptor base.

Mediante este interruptor podemos elegir si el cargador conectado a la base carga la batería de la base o la de los módulos conectados a los pines pogo.

## 7. Ensayo asa aplique

El aplique tiene un asa que se sujeta en dos salientes que se encuentran en el interior de la pieza de arriba, la que en el exterior aloja al módulo. Estos salientes están sometidos al peso del módulo, unos 500 gramos. Esto equivale a 5 Newtons de fuerza que tiran de estos salientes. Para saber en qué partes de la pieza añadir refuerzos y verificar la integridad del producto se ha realizado un ensayo estático de fuerzas.

Para ello se ha supuesto ha establecido como fija la superficie que se encuentra en el interior del saliente y que abraza a los extremos del asa. Además, se han añadido dos fuerzas. Una hacia abajo del peso del módulo 4,9N y la contraria igual que equivale a la acción de aguantar el módulo del asa con la mano.

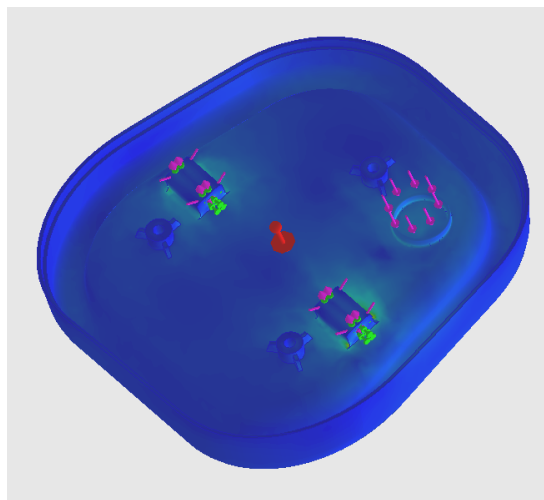


Figura 65. Ensayo fallido.

Al establecer la fuerza hacia abajo en la superficie donde se aloja el imán, se ha llegado a la conclusión de que hacía falta reforzar esa esquina con nervios, ya que la deformación que encontrábamos era excesiva. Además, esto hacía que el peso deformara también los salientes del asa. Para mejorarlo, se añadieron dos nervios, uno en cada saliente, en la parte contraria del alojamiento del imán.

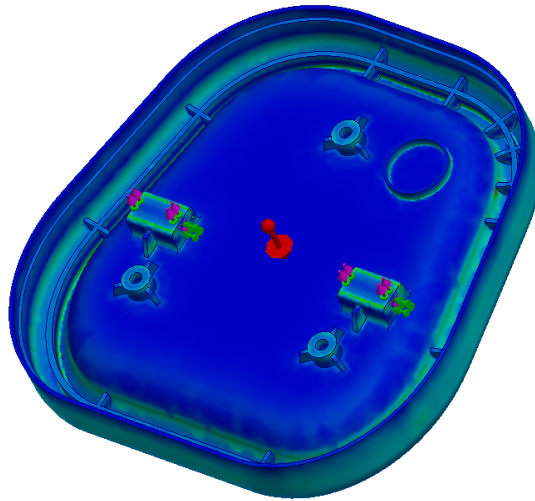


Figura 66. Ensayo.

Después de incorporar los nervios de refuerzo, encontramos que la deformación de la pieza es mucho menor. De este modo no se compromete la estructura.

# **VOLUMEN V: PRESUPUESTO Y ESTADO DE MEDICIONES**

## **DISEÑO DE LUMINARIA PORTÁTIL CON ELEMENTOS MODULARES**

Universitat Jaume I

Escuela superior de tecnología y ciencias experimentales

Autora: Ariadna Montiel Rodríguez

Tutor: Néstor Aparicio Marín



## ÍNDICE PRESUPUESTO Y ESTADO DE MEDICIONES

<b>1. Estado de mediciones</b>	<b>148</b>
1.1. Coste de materias primas	148
1.1.1. Componentes comerciales y embalaje	148
1.1.2. Componentes fabricados	150
<b>2. Costes directos</b>	<b>151</b>
2.1. Fabricación	151
2.2. Ensamblaje y embalaje	152
2.3. Mano de obra	155
<b>3. Costes indirectos</b>	<b>156</b>
<b>4. Coste comercial</b>	<b>156</b>
<b>5. Precio de venta</b>	<b>157</b>
<b>6. Viabilidad</b>	<b>158</b>
6.1. Rentabilidad	159
6.2. Valor actual neto (VAN)	159

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Precio elementos comerciales.	148
Tabla 2. Componentes fabricados.	149
Tabla 3. Tiempo y coste conformado.	150
Tabla 4. Tiempo y coste de inyección.	150
Tabla 5. Amortización equipo.	151
Tabla 6. Tiempo y coste de ensamblaje.	153
Tabla 7. Tiempo y coste de embalaje.	153
Tabla 8. Sueldo de los trabajadores.	154
Tabla 9. Coste mano de obra.	154
Tabla 10. Costes directos.	155
Tabla 11. Costes indirectos.	155
Tabla 12. Costes industriales.	155
Tabla 13. Coste comercial.	156
Tabla 14. Coste comercial.	156
Tabla 15. Previsión de ventas.	157
Tabla 16. Rentabilidad.	158
Tabla 17. Cálculo VAN.	159

## 1. Estado de mediciones

En la sección actual, se presentan los elementos que integran el producto, diferenciando entre aquellos que son diseñados y fabricados exclusivamente para el producto y los que se compran directamente a proveedores.

Para calcular el costo total, se establecen las dimensiones de cada uno de los componentes que se van a fabricar, así como la cantidad de material, procesos y horas de trabajo requeridos para su elaboración. También se incluyen los componentes adquiridos necesarios para el funcionamiento del producto y las operaciones de ensamblaje.

### 1.1. Coste de materias primas

#### 1.1.1. Componentes comerciales y embalaje

Conjunto	Elemento	Cantidad	Coste unitario (€)	Coste final (€)
Módulo	Tornillo soporte	8	0,085	0,682
	Tornillo interruptor	2	0,156	0,312
	Tornillo pin pogo	2	0,146	0,292
	Arandela pin pogo	2	0,164	0,328
	Tornillo acople	1	0,017	0,017
	Tuerca acople	1	0,095	0,095
	Prisionero	1	0,042	0,042
	Interruptor	1	0,044	0,044
	Tapa interruptor	1	0,072	0,072
	Pin pogo hembra	1	1,050	1,050
	Imán	1	0,560	0,560
	Disco metal	1	0,220	0,220
	Indicador batería	1	0,340	0,340
	Controlador	1	4,580	4,580
	Batería	1	18,340	18,340
	Cargador	1	2,940	2,940
	Tapa toma corriente	1	0,186	0,186
Tira LED	1	2,176	2,176	

	Cableado	-	0,172	0,172
	Silicona	0,02	13,870	0,277
	Caja	1	0,448	0,448
	Cinta cierre	1	0,000038	0,004
	Material protección	1	0,000397	0,064
Aplique	Tornillo pared	2	0,146	0,292
	Tornillos cierre	3	0,149	0,447
	Imán	1	0,560	0,560
	Caja	1	0,750	0,750
	Cinta cierre	1	0,000038	0,004
	Material protección	1	0,000397	0,022
Base	Tornillos pin pogo	8	0,146	1,168
	Arandela pin pogo	2	0,164	0,328
	Tornillos cierre	4	0,157	0,628
	Pin pogo (macho)	4	1,050	4,200
	Disco metal	4	0,220	0,880
	Batería y cargador	1	13,740	13,740
	Tapa toma corriente	1	0,173	0,2
	Interruptor	1	0,138	0,138
	Tornillo interruptor	2	0,162	0,324
	Cableado	-	0,310	0,310
	Caja	1	0,76	0,76
	Cinta cierre	1	0,000038	0,004
	Material protección	1	0,000397	0,274

Tabla 1. Precio elementos comerciales.

### 1.1.2. Componentes fabricados

Parte	Elemento	Cantidad	Coste unitario (€)	Coste final (€)
Módulo	Tapa módulo	1	0,138	0,138
	Acople	1		
	Carcasa	1	0,109	0,109
	Molde 1	1	29637,136	0,593
	Molde 2	1	10613,104	0,212
	Soporte aluminio	1	3,702	3,702
Aplique	Abajo	1	0,169	0,169
	Arriba	1		
	Molde 4	1	30817,828	0,616
	Asa	1	0,111	0,111
Base	Abajo	1	0,616	0,616
	Arriba	1		
	Molde 3	1	46486,504	0,930

Tabla 2. Componentes fabricados.

## 2. Costes directos

### 2.1. Fabricación

Los costes de fabricación se obtienen a partir del tiempo que requiere la fabricación de cada elemento que conforma el producto.

En la siguiente tabla se muestra el coste del conformado de las piezas diseñadas.

Conjunto	Elemento	Operación	Tiempo conformado (s)	Coste (€)
Módulo	Soporte	Corte láser	200	0,651
		Plegado	30	0,083
Aplique	Asa	Corte	3	0,008
		Doblado	10	0,028

Tabla 3. Tiempo y coste conformado.

A continuación, se detallan los tiempos del moldeo por inyección. En este cálculo ya está incluido el coste de la energía de la inyectora.

Conjunto	Elemento	Tiempo total del ciclo de inyección (s)	Coste inyección (€)
Módulo	Acople	11,046	0,091
	Tapa		
	Carcasa	13,939	0,105
Base	Arriba	12,973	0,241
	Abajo		
Aplique	Arriba	11,665	0,096
	Abajo		

Tabla 4. Tiempo y coste de inyección.

En este apartado también se incluyen los costes de taller. Dentro de estos se encuentra la compra y amortización de la maquinaria o elementos necesarios.

Equipo	Precio (€)	Vida útil (horas o inyectadas)	Coste amortización (€/h)	Módulo (h)	Base (h)	Aplique (h)	Coste módulo (€)	Coste base (€)	Coste aplique (€)
Dobladora varillas	98,0	19200	0,0051			0,0028			0,000019
Dobladora chapa	130,0	19200	0,0068	0,0083			0,0001		
Molde 1	29637,1	50000	0,5927	1,0000			0,5927		
Molde 2	10613,1	50000	0,2123	1,0000			0,2123		
Molde 3	46486,5	50000	0,9297			1			0,9297
Molde 4	30817,8	50000	0,6164		1			0,6164	

Tabla 5. Amortización equipo.

## 2.2. Ensamblaje y embalaje

Para poder establecer una aproximación lo más fidedigna posible, se listan cada una de las operaciones de ensamblaje y se les asigna un tiempo. Una vez sabemos la repetición de cada paso y el coste de la mano de obra, se establece el gasto en este apartado.

### ENSAMBLAJE

Conjunto	Operación	Frecuencia	Tiempo unitario (s)	Tiempo total (s)	Mano de obra (€/s)	Coste total (€)
Módulo	Adherir el indicador de carga en su alojamiento	1	10	10	0,00292	0,02919
	Adherir el imán en su alojamiento	1	6	6	0,00292	0,01752
	Insertar la tapa al interruptor deslizante	1	4	4	0,00292	0,01168
	Atornillar tornillo del interruptor	2	6	12	0,00292	0,03503
	Colocar pin pogo en su posición (insertar los salientes para sus tornillos en los dos agujeros del pin pogo)	1	5	5	0,00292	0,01460
	Colocar arandela pin pogo	2	4	8	0,00292	0,02336
	Atornillar tornillo pin pogo	2	8	16	0,00292	0,04671
	Colocar batería en su alojamiento	1	2,5	2,5	0,00292	0,00730
	Colocar la toma de corriente en su	1	3,4	3,4	0,00292	0,00993

	alojamiento					
	Ajustar tornillo prisionero de la toma de corriente	1	9	9	0,00292	0,02628
	Conectar los cables de la tira LED RGB al controlador	1	12	12	0,00292	0,03503
	Colocar el controlador en su alojamiento	1	5	5	0,00292	0,01460
	Realizar conexión de cableado entre el pin pogo hembra y la batería	1	20	20	0,00292	0,05839
	Conectar cableado entre el interruptor, el controlador y la batería	1	60	60	0,00292	0,17517
	Asegurar el acople en la parte inferior del soporte de aluminio con un tornillo y la rosca autoblocante	1	15	15	0,00292	0,04379
	Adherir la tira LED al soporte de aluminio con silicona	1	120	120	0,00292	0,35033
	Atornillar los tornillos del soporte de aluminio con la tapa del módulo	8	60	480	0,00292	1,40133
	Adherir el disco metálico en la parte superior del soporte de aluminio	1	5	5	0,00292	0,01460
	Insertar la carcasa en las pestañas de la tapa del módulo	1	5	5	0,00292	0,01460
Base	Adherir disco metálico en el alojamiento de la parte superior de la base	4	5	20	0,00292	0,05839
	Colocar pin pogo en su posición (insertar los salientes para sus tornillos en los dos agujeros del pin pogo)	4	5	20	0,00292	0,05839
	Colocar arandela pin pogo	8	4	32	0,00292	0,09342
	Atornillar tornillo pin pogo	8	8	64	0,00292	0,18684
	Colocar la batería en su alojamiento	1	2,5	2,5	0,00292	0,00730
	Adherir el indicador de carga en su alojamiento	1	10	10	0,00292	0,02919
	Colocar la toma de corriente en su posición (posicionada en el saliente adaptado a su forma)	1	3,4	3,4	0,00292	0,00993
	Atornillar tornillo interruptor	1	5	5	0,00292	0,01460
	Colocar el cableado	1	120	120	0,00292	0,35033



	Acoplar la parte inferior de la base en la superior	1	6	6	0,00292	0,01752
	Atornillar tornillo cierre parte inferior con superior de la base	4	8	32	0,00292	0,09342
Aplique	Adherir el imán en la pieza superior del aplique	1	5	5	0,00292	0,01460
	Colocar el asa	1	20	20	0,00292	0,05839
	Atornillar tornillo de cierre entre las dos piezas del aplique	3	5	15	0,00292	0,04379
					Módulo	2,32942
					Base	0,91933
					Aplique	0,11678

Tabla 6. Tiempo y coste de ensamblaje.

Conjunto	Operación	Frecuencia	Tiempo unitario (s)	Tiempo total (s)	Mano de obra (€/s)	Coste total (€)
Módulo	Colocar papel protector	1	12	12	0,0028	0,0333
	Montar caja	1	10	10	0,0028	0,0278
	Introducir módulo en la caja	1	10	10	0,0028	0,0278
	Cerrar la caja con cinta de papel adhesiva	1	8	8	0,0028	0,0222
Base	Colocar papel protector	1	8	8	0,0028	0,0222
	Montar caja	1	10	10	0,0028	0,0278
	Introducir base en la caja	1	10	10	0,0028	0,0278
	Cerrar la caja con cinta de papel adhesiva	1	8	8	0,0028	0,0222
Aplique	Colocar papel protector	1	8	8	0,0028	0,0222
	Montar caja	1	10	10	0,0028	0,0278
	Introducir aplique en la caja	1	10	10	0,0028	0,0278
	Cerrar la caja con cinta de papel adhesiva	1	8	8	0,0028	0,0222
					Módulo	0,0833
					Base	0,0722
					Aplique	0,0722

Tabla 7. Tiempo y coste de embalaje.

## 2.3. Mano de obra

Para la fabricación de las piezas diseñadas y el montaje y embalaje de los productos son necesarios diferentes profesionales. A continuación se muestra el resumen de sus sueldos.

Trabajador	Sueldo por hora (€/h)	Sueldo por segundo (€/s)
Operario máquina láser	11,72	0,003256
Operario cizalla manual y doblado	10	0,002778
Operación embalaje	10	0,002778
Operario montaje	10,51	0,002919

Tabla 8. Sueldo de los trabajadores.

Una vez establecidos los tiempos necesarios para cada operación se obtiene el coste de la mano de obra.

Elemento	Proceso	Duración estimada (s)	Coste unitario (€/s)	Coste total (€)
Soporte aluminio	Corte láser	200,000	0,003	0,651
	Doblado	30,000	0,003	0,083
Asa aplique	Cortado	3,000	0,003	0,008
	Doblado	10,000	0,003	0,028
Carcasa módulo	Inyección	13,939	0,105	0,105
Tapa módulo	Inyección	11,046	0,091	0,091
Acople módulo				
Base abajo	Inyección	12,973	0,241	0,241
Base arriba				
Aplique abajo	Inyección	11,665	0,096	0,096
Aplique arriba				
Módulo	Montaje	797,9	0,002919	2,329424722
Base	Montaje	314,9	0,002919	0,9193330556
Aplique	Montaje	40	0,002919	0,1167777778
Módulo	Embalaje	40	0,002919	0,0833
Base	Embalaje	36	0,002919	0,0722
Aplique	Embalaje	36	0,002919	0,0722

Tabla 9. Coste mano de obra.

Una vez obtenidos todos los datos anteriores hacemos un sumatorio y obtenemos los costes directos de cada uno de los tres productos.

Conjunto	Costes directos
Módulo	40,448
Base	25,151
Aplique	2,470

Tabla 10. Costes directos.

### 3. Costes indirectos

Los costes indirectos incluyen el consumo de la fábrica y la mano de obra indirecta (como los administrativos). Estos costes se establecerán en un 10% de los costes directos.

Conjunto	Costes indirectos
Módulo	4,045
Base	2,515
Aplique	0,347

Tabla 11. Costes indirectos.

### 4. Coste comercial

El coste comercial es el sumatorio del coste industrial (costes directos + indirectos) y los costes de comercialización.

Conjunto	Costes industrial
Módulo	44,493
Base	27,666
Aplique	3,817

Tabla 12. Costes industriales.

La comercialización incluye actividades como la distribución y el marketing. Establecemos los costes de comercialización en un 20% del coste industrial.

Conjunto	Costes comercial
Módulo	53,392
Base	33,200
Aplique	4,581

Tabla 13. Coste comercial.

## 5. Precio de venta

Finalmente, el PVP (precio de venta al público) es el que pagará el usuario (menos el 25% del IVA). Este precio se obtiene de la suma del coste comercial y el beneficio industrial. Hemos establecido un beneficio del 30%.

Conjunto	PVP
Módulo	69,410
Base	43,159
Aplique	5,955

Tabla 14. Coste comercial.

Finalmente, obtenemos un precio del módulo de alrededor de 70€. La base quedaría en unos 43,5€ y el aplique en unos 6€. Los precios son bastante competitivos y se podría llegar a aumentar el beneficio de algunos de los productos, como el aplique. Lo cierto es que siguiendo una buena estrategia lo mejor sería empezar con precios bajos y aumentarlos conforme se afiance la marca.

## 6. Viabilidad

Según un estudio realizado por la empresa de iluminación española Alfalum, el sector de la iluminación crece un 5% en el año 2022. Las ventas de este sector suponen el 4,3% del Producto Interior Bruto nacional. En concreto, en las fuentes de iluminación crecen las ventas un 1,3% y el alumbrado interior técnico un 2,3%. Esto hace que las previsiones en un futuro próximo sean prometedoras. Además, la conciencia social del consumo de energía hace que se apuesta casi en exclusiva por la iluminación LED.

Como nuestro producto consta de tres elementos de compra independientes, vamos a suponer una previsión de ventas adaptada a cada uno de ellos.

Año	Ventas módulos	Venta bases	Venta apliques
1	8000	2800	5200
2	9000	3150	5850
3	10000	3500	6500
4	10500	3675	6825
5	11000	3850	7150

Tabla 15. Previsión de ventas.

Los módulos se prevé que sean el mayor atractivo de los usuarios, ya que es el producto principal y su compra es independiente de los demás productos. Después, tendremos en cuenta que un 35% de los consumidores llegará a adquirir cuatro módulos para poder comprar la base. Y el otro 65% de los compradores, al menos adquirirán un aplique.

## 6.1. Rentabilidad

Para conocer la rentabilidad de un producto de manera rápida podemos utilizar la fórmula siguiente:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Inversión}}$$

Para hacer este cálculo empezamos por el volumen de ventas totales de los cinco años en los que vamos a estudiar la rentabilidad. Y con este dato y el precio de venta de cada artículo, obtenemos los ingresos por ventas.

	Primer año	Quinto año
Volumen de ventas	12000	77000
Ingresos por ventas	527597,6	3385418,0
Costes totales	405844,3	2604167,7
Beneficio neto	121753,3	781250,3
Inversión	117782,6	117782,6
Rentabilidad	1,0	6,6

Tabla 16. Rentabilidad.

Como podemos observar en la tabla anterior, la rentabilidad del primer año ya es positiva. Esto quiere decir que en el primer año de ventas el producto ya es rentable.

## 6.2. Valor actual neto (VAN)

Para poder hacer un estudio mucho más detallado, se recurre al Valor Actual Neto (VAN). Este análisis nos permite estudiar el proyecto en diferentes puntos de su rentabilidad. Esto se debe a que tiene en cuenta los ingresos, los gastos, la inversión y el coste del capitán asociado. Su fórmula es la siguiente:

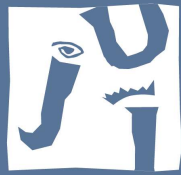
$$\sum_{j=1}^n = \frac{\Delta \text{Flujo Caja}_j}{(1+i)^j} - \text{Inversión inicial}$$

De esta fórmula, conocemos la “i” (inflación), cuyo dato estimaremos en un 3%. Los datos del flujo de caja y la inversión inicial los deberemos calcular a partir de los datos anteriores.

Año	0	1	2	3	4	5
Inversiones	117782,6	0	0	0	0	0
Unidades vendidas		12000	14000	16000	17000	18000
Gastos		405844,3	473485,0	541125,8	574946,1	608766,5
Ingresos		527597,6	615530,5	703463,5	747430,0	791396,4
Beneficios		121753,3	142045,5	162337,7	172483,8	182629,9
Flujo de caja	-117782,6	121753,3	142045,5	162337,7	172483,8	182629,9
VAN	-117782,6	424,5	16108,9	30779,4	35467,1	39755,6

Tabla 17. Cálculo VAN.

Como podemos ver, el primer año ya rentabilizamos el proyecto. Aunque los beneficios VAN son pequeños, de tan solo 36,7€. Esto nos hace asegurarnos de que el proyecto sea beneficioso y rentable sobre todo, a largo plazo.



**U**NIVERSITAT  
**J**AUME•I