

LÁMPARA ADAPTABLE A DIFERENTES PÚBLICOS Y ESPACIOS CAPAZ DE CREAR DISTINTOS AMBIENTES

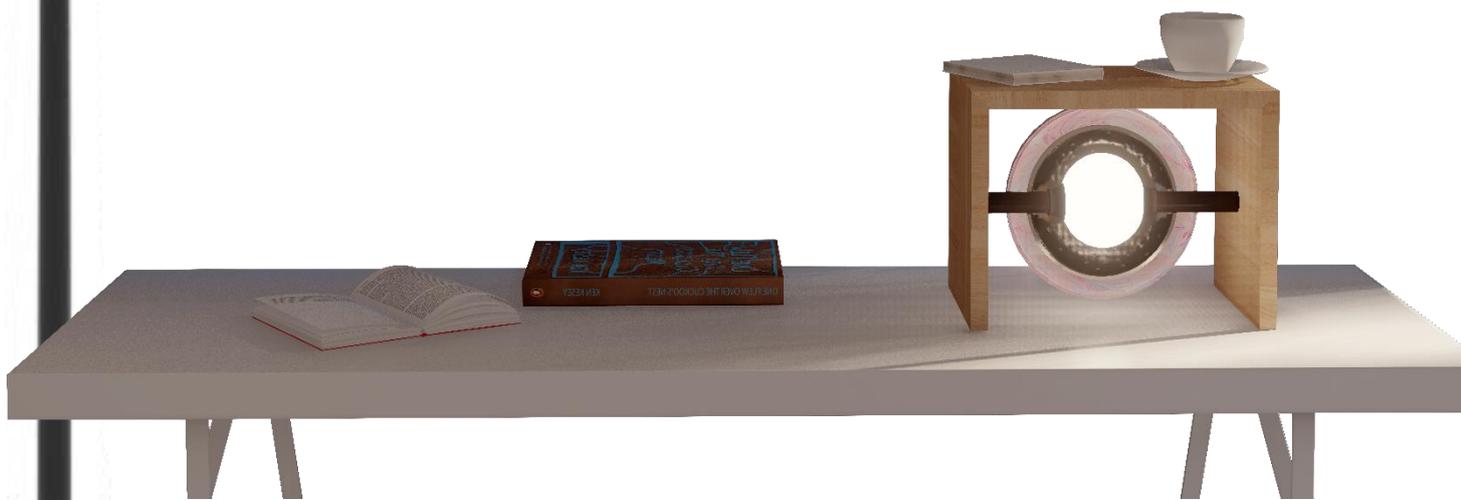
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



Autor: Irene Icardo Belmonte

Tutor: Verónica Gracia Ibáñez

Octubre 2021





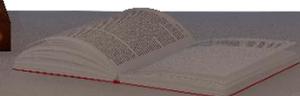
ÍNDICE GENERAL

VOL.1 MEMORIA	5
ÍNDICE MEMORIA	7
0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN	10
1. OBJETIVO	11
2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. ALCANCE.....	11
4. ANTECEDENTES	11
5. NORMATIVA Y REFERENCIAS.....	21
6. REQUISITOS DE DISEÑO	22
7. PROPUESTAS	28
8. ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS	33
9. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	37
10. MATERIALES	47
11. MÉTODOS DE UNIÓN Y ÚTILES NECESARIOS	52
12. PROCESOS DE FABRICACIÓN	54
13. MONTAJE.....	62
14. IMAGEN CORPORATIVA	66
15. PLANIFICACIÓN.....	67
16. RENDERS DEL PRODUCTO	69
17. AMBIENTACIONES.....	71
18. BIBLIOGRAFÍA.....	75
VOL2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	79
ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES.....	81
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	83
2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.....	83
3. PROCESOS DE FABRICACIÓN	85
4. MANTENIMIENTO	96
5. PRUEBAS Y ENSAYOS.....	96

VOL3. ANEXOS	97
ÍNDICE ANEXOS.....	99
1. ESTUDIO DE LOS MATERIALES.....	101
2. ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN	110
3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	114
4. ESTUDIO ELÉCTRICO	119
VOL4. ESTADO DE MEDICIONES.....	123
ÍNDICE ESTADO DE MEDICIONES	125
1. COSTES DIRECTOS	127
2. COSTES INDIRECTOS.....	132
3. PRECIO APROXIMADO.....	132
4. PREVISIÓN DE VENTAS	133
5. PRECIO FINAL.....	133
6. RENTABILIDAD DEL PRODUCTO	134
7. VAN.....	134
VOL5. PLANOS	135
ÍNDICE PLANOS.....	137

VOL. 1

MEMORIA





ÍNDICE MEMORIA

0.	HOJA DE IDENTIFICACIÓN	10
1.	OBJETIVO	11
2.	JUSTIFICACIÓN.....	11
3.	ALCANCE.....	11
4.	ANTECEDENTES	11
4.1	HISTORIA DE LAS LÁMPARAS	12
4.2	TIPOS DE LÁMPARAS	16
4.3	REFERENTES	19
5.	NORMATIVA Y REFERENCIAS.....	21
6.	REQUISITOS DE DISEÑO	22
7.	PROPUESTAS	28
7.1	PROPUESTA 1	29
7.2	PROPUESTA 2	29
7.3	PROPUESTA 3	31
7.4	PROPUESTA 4	31
7.5	PROPUESTA 5 y 6.....	32
8.	ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS	33
8.1	Método DATUM	33
8.2	Método de ponderación	35
8.3	Resultado final.....	36
9.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	37
9.1	EL CORAZÓN	37
9.2	TULIPAS INTERCAMBIABLES.....	41
9.3	BOMBILLA Y CASQUILLO	43
9.4	ADAPTADORES DE ESPACIOS	43
9.4.1	SOBREMESA.....	44
9.4.2	PARED O TECHO	45
9.4.3	DE PIE	46
10.	MATERIALES	47
11.	MÉTODOS DE UNIÓN Y ÚTILES NECESARIOS	52
12.	PROCESOS DE FABRICACIÓN	54
	Subconjunto 1: El corazón.....	54
	Subconjunto 2: Tulipas intercambiables	55

Adaptadores.....	57
13. MONTAJE.....	62
13.1 MONTAJE EN FÁBRICA	62
13.2 MONTAJE DEL USUARIO.....	63
14. IMAGEN CORPORATIVA	66
15. PLANIFICACIÓN.....	67
16. RENDERS DEL PRODUCTO	69
17. AMBIENTACIONES.....	71
18. BIBLIOGRAFÍA.....	75
18.1 Apuntes del grado	75
18.2 Webgrafía.....	75
18.3 Programas utilizados.....	78

0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Título TFG: Lámpara adaptable a diferentes públicos y espacios capaz de crear distintos ambientes.

Fecha: Octubre 2021

Razón social de la entidad o persona jurídica que ha encargado el Proyecto

Nombre: UNIVERSITAT JAUME I (UJI)

CIF: Q-6250003-H

DIRECCIÓN: Av. de Vicent Sos Banyat, s/n, 12071, Castellón de la Plana, España

Teléfono: +34 964 72 80 00

Fax: +34 964 72 90 16

Autor del Proyecto y responsable de su verificación, revisión y validez

Nombre Autor: Irene Icardo Belmonte

DNI: 48790216V

Facultad: Escuela Técnica Superior de Ciencias Experimentales (ETSCE)

Titulación: Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Dirección: Camino de Marco, 19-S, El Campello, Alicante. 03560

Teléfono: +34 655 02 86 67

Correo electrónico: al341754ji.es

Nombre Tutora: Verónica Gracia Ibáñez

Facultad: Escuela Técnica Superior de Ciencias Experimentales (ETSCE)

Despacho: TC1316DD

Dirección: Av. de Vicent Sos Banyat, s/n, 12071, Castellón de la Plana, España

Teléfono: +34 964 72 89 15

Correo electrónico: vgraciaji.es

1. OBJETIVO

El objetivo es diseñar una lámpara capaz de proporcionar diferentes iluminaciones (más directa o más difusa) jugando con mover sus módulos. Una lámpara que se pueda adaptar a diferentes ambientes, estilos y edades, que se pueda colocar en distintas posiciones (lámpara de mesa, de pie, de pared, de techo...), dotándola así de una versatilidad que no hay en el mercado y todo ello sin perder de vista la importancia de la estética, ni la presencia del cliente en el producto. Que sea él quien, según su criterio, decida cómo debe de ser o de estar posicionada para que se adapte a sus necesidades, haciendo de una lámpara para todos su propia lámpara.

2. JUSTIFICACIÓN

La principal necesidad que se intenta cubrir con este producto es que esta luminaria sea capaz de encajar en diversos ambientes y evolucionar con el consumidor y sus necesidades. Se busca una lámpara que se adapte a los cambios que sufre un espacio: reddecoración de una estancia, adaptación de la habitación de un niño a la de un adolescente... En definitiva, tener un solo producto que gracias a su versatilidad cubra nuestras necesidades en el tiempo. Se puede observar en otros casos como el mobiliario que la adaptabilidad y versatilidad tiene muy buena acogida por parte de los usuarios y es de esperar que también lo tenga en otro elemento que es al tiempo funcional y decorativo como es una lámpara.

3. ALCANCE

En el proceso de desarrollo comenzaremos por un estudio más exhaustivo del mercado donde buscaremos establecer todas las especificaciones de diseño y dejar claros los objetivos que queremos alcanzar. Continuaremos buscando diferentes alternativas utilizando técnicas creativas y metodologías de diseño, con ellas podremos valorar cual de nuestras opciones es la más idónea y se adapta mejor a lo que buscamos. Debemos estudiar tanto la ergonomía como los materiales que se deben utilizar. Los aspectos mecánicos, eléctricos y los procesos de fabricación son un pilar fundamental para la elaboración del proyecto. Para finalizar, calcularemos los costes.

4. ANTECEDENTES

En este apartado se va a realizar un recorrido histórico de las lámparas incidiendo en aquellas que pueden servir de inspiración para alcanzar los objetivos buscados en este trabajo. Para empezar este viaje, lo primero es saber la definición de lámpara.

Entre las definiciones que encontramos en la RAE para la palabra “lámpara” destacamos las tres siguientes:

1. *Utensilio o aparato que, colgado o sostenido sobre un pie, sirve de soporte a una o varias luces artificiales.*
4. *Bombilla eléctrica.*
5. *Cuerpo que despide luz.*

Esto significa que podemos hablar de lámpara refiriéndonos al conjunto de bombilla y luminaria o únicamente al objeto responsable de emitir luz.

4.1 HISTORIA DE LAS LÁMPARAS

Se puede considerar como lámpara todo aquel dispositivo capaz de transformar una energía eléctrica o química en energía lumínica. Técnicamente podemos distinguir entre la lámpara, dispositivo que produce la luz, y la luminaria, aparato que le sirve de soporte. A lo largo de este trabajo también hablamos de bombilla como sinónimo de lámpara al igual que utilizamos la palabra lámpara para definir el conjunto haciendo uso así de una de las acepciones de la RAE.

Estos objetos tan cotidianos hoy en día, y que muchas veces pasan desapercibidos, tuvieron desde su inicio un alto valor simbólico tanto social como religioso. Sirva como ejemplo las luminarias propias de las grandes religiones, así: el judaísmo se distingue por la menorá o candelabro de siete brazos; el cristianismo por sus lámparas votivas o, en su vertiente ortodoxa, los candelabros bizantinos; el islam por sus farolillos con filigranas; y el budismo e hinduismo por la diversidad de sus representaciones sagradas adornadas de luminarias doradas.

La necesidad del ser humano por prolongar sus actividades más allá de la caída del sol, los llevó a la búsqueda de la iluminación artificial. Las primeras luminarias eran palos a los que se prendía fuego o recipientes llenos de brasas. Luego, para conseguir una mayor duración, se ataron las ramas y se impregnaron de sebo o aceite naciendo así las antorchas. Aunque el primer objeto que se puede considerar una verdadera lámpara es la lámpara de aceite de la que se desconoce su origen exacto, pero se sabe que se utilizaba de forma generalizada en la Grecia del siglo IV a.C.

Las primeras lámparas de este tipo eran recipientes abiertos fabricados con piedra, arcilla, hueso o concha, en los que se quemaba sebo o aceite. Los combustibles usados variaban según la región pues se empleaban los más fáciles de encontrar como grasa de manteca de cerdo o, en la zona mediterránea, aceite de oliva. Se han encontrado ejemplares de estos objetos en el norte de España, Francia, Egipto y Mesopotamia y en pueblos tan alejados como los esquimales de Alaska donde siguen siendo utilizadas usando como combustible aceite de ballena. También se usan aún en zonas que, ya sea por estar en lugares remotos o por falta de medios económicos, no tienen acceso a las formas modernas de iluminación

Posteriormente pasaron a ser depósitos parcialmente cerrados, con un pequeño agujero en el que se colocaba una mecha de lino o algodón, el combustible ascendía por la mecha y ardía en el extremo de la misma. De esta forma se conseguía una luz más clara y menos humo. Este tipo de lamparilla se denominaba *lychnos* entre los griegos y *lucerna* entre los romanos pero en nombre que perduró fue candil. Se han encontrado de formas y materiales muy variados como hierro, bronce, plata, barro cocido, etc. pudiendo contar con varias mechas, también solían tener un asa para cogerlas lejos de la llana o para colgarlas en la pared. A modo de ejemplo citaremos la lámpara de Aladino (*imagen 1*), fabricada por lo árabes en barro cocido o bronce.



Imagen 1. Lámpara de Aladín

Durante la primera parte de la edad media el uso de las lámparas de aceite decae en beneficio de las velas. En el siglo IV empiezan a usarse en las catacumbas las denominadas coronas luminosas que consistían en aros suspendidos horizontalmente o sostenidos por un pie estrecho y alto, sobre los que se colocaban lucernas o velas. Este diseño se fue complicando y un ejemplo es la corona de la iglesia de Hildesheim que data del siglo XI (*imagen 2*). Estas son el

origen de las lámparas denominadas arañas que han llegado hasta nuestros días, consistían en brazos cruzados que soportaban una gran cantidad de velas, con el tiempo se fueron cargando de adornos llegando en el siglo XVIII a ponerles colgantes de vidrio (*imagen 3*) que, en las más ricas, eran de cristal de roca.



Imagen 2. Corona Catedral de Hildesheim



Imagen 3. Palacio del Elíseo (París, Francia)

En la época bizantina resurge con fuerza la lámpara de aceite. La Iglesia usa la de mecha flotante para tenerlas permanentemente encendidas. Consistía en un recipiente de vidrio que se llenaba de agua, sobre ella se ponía el aceite y después una mecha de fibra que flotaba sobre el aceite. Pronto se extendieron por toda Europa, aunque, entre los siglos X al XIV su uso estuvo reducido a las iglesias mientras que la vela seguía siendo la forma de iluminación más común.

Aunque las luminarias de las lámparas de aceite fueron evolucionando en su diseño apareciendo distintos soportes, incluso uno de Leonardo da Vinci (finales del siglo XV) quien añadió un tubo de vidrio lleno de agua y en su interior un cilindro, también de vidrio, protegiendo la llama consiguiendo así un aumento de la capacidad lumínica (al actuar el agua como lente de aumento) y una luz más uniforme (al resguardar la llama de las corrientes de aire), el funcionamiento de la lámpara propiamente dicho sufrió pocas modificaciones hasta que en 1780 el físico suizo Amié Argand inventara y patentara la lámpara de Argand, también llamada quinqué ya que Antoine-Arnould Quinquet, farmacéutico de París, introdujo algunas mejoras y lo popularizó (*imagen 4*).

Las primeras tenían una mecha cilíndrica entre un par de tubos concéntricos de metal lo que estabilizaba la llama, disminuía los olores, el humo y ralentizaba el consumo de la mecha. Más tarde Quinquet sustituyó los tubos de metal por vidrio lo que aumentaba la luz obtenida. Utilizaban combustible líquido, como aceite de ballena, situado en un depósito sobre el quemador. Pronto el quinqué desplazó al resto de lámparas de aceite, aunque como era más cara que estas se generalizó su uso primero entre las clases acomodadas. En 1830 Reichenbach y el Dr. Christison inventaron el queroseno, combustible derivado del petróleo y más barato que el aceite de ballena, por lo que muchas lámparas de Argand se adaptaron a quemar queroseno extendiéndose el uso de las mismas a las clases menos acomodadas. En 1856 el científico polaco Ignacy Lukasiewicz inventó la lámpara de queroseno (*imagen 5*), ésta utilizaba una mecha plana regulable en altura mediante una ruedecilla y contaba con una pantalla de vidrio abombada.

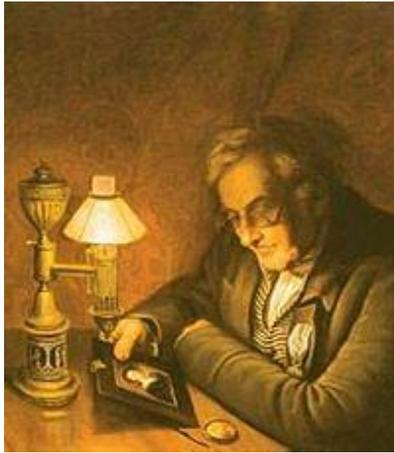


Imagen 4. Quinqué en un retrato de James Peale por su hermano, Charles Willson Peale, 1822



Imagen 5. Lámpara de queroseno

Después, se usó el gas como combustible y la mayoría de las ciudades se iluminaban con él hasta que en 1880 Thomas Alva Edison (*imagen 6*) patentara la primera bombilla incandescente de filamento de carbono viable fuera de los laboratorios, con ella llegó la luz, cómoda, limpia y barata hasta los hogares más modestos y cambió la iluminación de todos los pueblos.

La idea inicial tenía como principal elemento el filamento de carbono, pero se mejoró luego gracias a científicos como Otto von Guericke (que ideó la primera lámpara electrostática) o Francis Hauksbee (que incorporó mercurio sobre la esfera de vidrio).

Aunque es habitual pensar que fue Edison quien inventó la bombilla eléctrica, lo que realmente hizo fue conseguir la patente de un invento de otro, mejorarlo y, sobre todo, comercializarlo con éxito. Las primeras bombillas las hizo Joseph Swan (*imagen 7*), un químico y físico británico que hizo pasar corriente eléctrica a través de un filamento de papel carbonizado que estaba metido dentro de una bombilla. Al pasar la corriente el filamento se calentaba tanto que empezaba a emitir luz. El problema era que duraba muy poco, ya que pronto se quemaba. Para evitarlo, Swan intentó hacer el vacío dentro de la bombilla: sin oxígeno para quemar, el filamento debía resistir más tiempo, pero nunca lo consiguió del todo ya que la calidad del vacío que obtenía no era lo suficientemente buena.

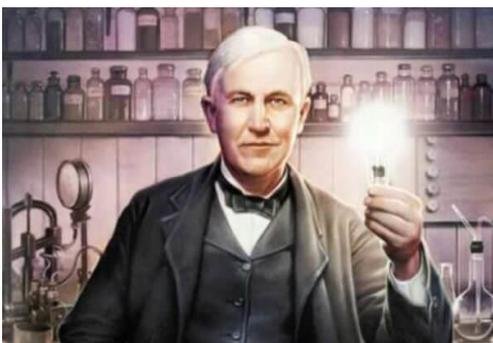


Imagen 6. Thomas Alva Edison (1847 – 1931)

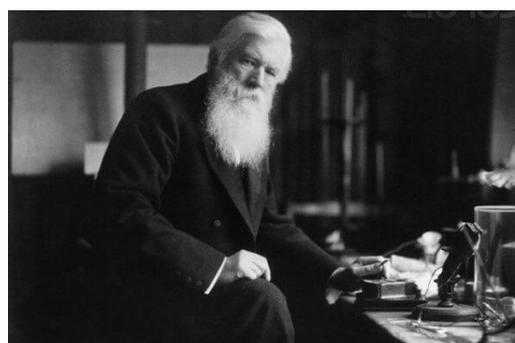


Imagen 7. Joseph Wilson Swan (1828 – 1914)

Edison se dedicó a buscar materiales para los filamentos que alargaran la duración de la bombilla. Se hicieron intentos con miles de materiales de todo tipo, desde hilo de platino hasta pelos de barba humanos. El platino fue de los que dio mejores resultados, pero resultaba económicamente inviable. El avance importante lo hizo al probar con hilo de seda carbonizado consiguiendo que la bombilla funcionara durante cuarenta horas. Entonces volvió a probar

diferentes materiales, pero no en estado nativo, sino carbonizado. Finalmente, el bambú japonés fue el material elegido para las primeras bombillas que se comercializaron.

La solución definitiva se encontró en los filamentos metálicos: primero el osmio luego el tantalio. En 1909 la bombilla quedó casi configurada con el filamento de wolframio. Al final, el filamento utilizado fue tungsteno, pero el funcionamiento básico de la bombilla seguía siendo el mismo. En 1913, Irving Langmuir descubrió que colocar un gas inerte como nitrógeno dentro de la bombilla duplicaba su eficiencia. Los científicos continuaron realizando mejoras durante los siguientes 40 años que redujeron el costo y aumentaron la eficiencia de la bombilla incandescente, aunque seguían produciendo mucho más calor que luz. De hecho, cerca del 85% de la energía que se le aplica se pierde en forma de calor.

Por otro lado, ya en el siglo XIX, dos alemanes (el soplador de vidrio Heinrich Geissler y el médico Julius Plücker) descubrieron que podían producir luz al eliminar casi todo el aire de un tubo de vidrio largo y pasar una corriente eléctrica a través de él, un invento que se conoció como el tubo Geissler, pero no fue hasta principios del siglo XX cuando las lámparas de descarga se convirtieron en la base de muchas tecnologías de iluminación, incluidas las luces de neón, las lámparas de sodio de baja presión (del tipo utilizado en el alumbrado público) y las luces fluorescentes.

A principios de 1900, **Peter Cooper Hewitt**, se convirtió en uno de los precursores de la lámpara fluorescente al obtener una luz azul verdosa haciendo pasar la corriente eléctrica a través de vapor de mercurio e incorporar un dispositivo conectado a la bombilla que regulaba el flujo de corriente a través del tubo. Estas lámparas resultaron más eficientes que las bombillas incandescentes, pero tenían pocos usos debido al color de la luz.

Fue a finales de la década de 1920 y principios de la de 1930, cuando investigadores europeos experimentaron con tubos de neón recubiertos con fósforos (un material que absorbe la luz ultravioleta y convierte la luz invisible en luz blanca útil). Estos hallazgos generaron programas de investigación con lámparas fluorescentes en los Estados Unidos. En 1951 se fabricaron en Estados Unidos las primeras lámparas fluorescentes lineales y en 1976, **Edward Hammer de General Electric** descubrió cómo doblar el tubo fluorescente en forma de espiral, creando **la primera luz fluorescente compacta (CFL) que** llegaron al mercado a mediados de la década de 1980 a precios elevados. Además, presentaban otros problemas como; su tamaño, eran grandes y voluminosas, no encajaban bien en las luminarias y tenían poca luz o un rendimiento irregular. Desde entonces el abaratamiento de las CFL así como las mejoras realizadas en su eficiencia (usan aproximadamente 75 por ciento menos de energía que las incandescentes) y una mayor vida útil (duran aproximadamente 10 veces más), las convirtieron en una opción viable para el consumidor que, además, encuentra una amplia gama donde elegir (*imagen 8*). Así pues, tenemos bombillas CFL rectas para la iluminación funcional, suelen usarse en lámparas de mesa o con pantalla donde la bombilla es menos visible, en espiral adecuadas para lámparas más pequeñas en lugares donde se necesita más brillo, de forma estándar para sustituir las bombillas domésticas convencionales, decorativas como globos y velas para lámparas donde las bombillas están visibles o en forma de tubos para iluminación de áreas grandes como sótanos y garajes.



Imagen 8. Tipos de bombillas CFL

En los años 60 Nick Holoyank creó el primer diodo luminiscente rojo, o lo que es lo mismo el primer LED. A partir de entonces se trabajó en las diferentes tonalidades, según la temperatura del color, y fue ya en 2010 cuando entran en el mercado los leds de colores. Los LED (Diodo Emisor de Luz) tienen como principal ventaja obtener el mismo flujo luminoso que las lámparas anteriores con un menor consumo energético, es decir, una eficiencia luminosa excelente. Además, tienen mayor vida útil, no contienen mercurio, tienen un rápido encendido y apagado, emiten luz fría y son de pequeño tamaño. Esto último, junto a la posibilidad de fabricarlos en multitud de colores, abre nuevas posibilidades en el diseño de luminarias.

Las empresas de iluminación continuaron mejorando tanto la calidad de la luz como la eficiencia energética de los LED al mismo tiempo que redujeron sus costos. Desde 2008, el costo de las bombillas LED ha disminuido más del 85 por ciento. Las bombillas LED de hoy en día tienen de seis a siete veces más energía que las lámparas incandescentes convencionales, reducen el uso de energía en más del 80 por ciento y pueden durar más de 25 veces más. En conjunto, estos avances han llevado a un rápido despliegue en el pasado de un par de años tanto en aplicaciones comerciales como residenciales. Solo en 2012, se instalaron más de 49 millones de LED en los Estados Unidos.

En la actualidad la energía más utilizada para la fabricación de lámparas es sin duda la eléctrica, aunque la energía química, procedente de las pilas, sigue teniendo aplicación. La bombilla inicial ha dado paso a nuevas lámparas como los tubos fluorescentes, pero por el momento el futuro parece estar en los LED (*imagen 9*).



Imagen 9. Evolución de la iluminación

4.2 TIPOS DE LÁMPARAS

Existe un abanico muy extenso de lámparas en el mercado, por ello, a la hora de elegir bombillas, es aconsejable buscar un producto que se adapte a nuestras necesidades lumínicas y nos ayude a ahorrar en la factura de la luz. Para ello debemos tener en cuenta distintos aspectos como son:

- **Tipo de casquillo.** Es la primera característica que se debe buscar para que la bombilla encaje con el tipo de rosca de la lámpara. La letra indica el tipo de rosca y el número, el diámetro. Los casquillos más comunes son el E27, E14 en bombillas de rosca y los GU10 y GU5.3, en focos empotrables con y sin transformador (*imagen 10*).



Imagen 10. Tipos de casquillos más frecuentes

- **Tono de luz.** Se mide en grados Kelvin (K) y va desde los tonos cálidos (amarillos) a los tonos fríos (blanca fría) (*imagen 11*). La luz cálida (2.700-3.500°K) es recomendada para salas de estar y dormitorios, mientras que la blanca (5.000°K-6.500°K) se aconseja en espacios que necesitan mucha luz como garajes u oficinas. La luz blanca neutra (4.500°K) se recomienda en cocinas y baños.



Imagen 11. Tono de luz

- La **potencia lumínica** es la cantidad de luz que emiten y se expresa en lúmenes. A mayor cantidad de lúmenes, más potencia.
- **Consumo.** Se mide en vatios (W). A menos vatios, mayor ahorro.
- **Vida útil.** Es el número de horas de emisión de luz. Las bombillas LED son las que tienen más vida útil (de 15.000 a 50.000 horas), seguidas de las fluocompactas (entre 6,000 y 10,000 horas) y las halógenas (de 1000 a 2000 horas).
- **Rapidez de encendido** hasta alcanzar su máximo rendimiento. Las de bajo consumo/fluorescentes tardan varios segundos mientras que las LED y halógenas se encienden al instante.
- **Cantidad de ciclos.** Es el número de veces que se puede encender y apagar la bombilla. La tecnología LED resiste mejor a los encendidos apagados.
- **Formas.** La forma tiene que ver con el acabado estético y varía en función de la lámpara y el estilo que se quiera dar (*imagen 12*). Las más habituales son redondas, de vela, en espiral o en globo. También hay bombillas decorativas de filamentos, retro/vintage, etc.



Imagen 12. Plumen, bombillas de diseño

- El **ángulo de apertura** indica el haz de luz de la bombilla. Las **bombillas LED** tienen diferente ángulo de apertura, para elegir el más adecuado debemos tener en cuenta tanto la altura de colocación de la luminaria como el espacio a iluminar. Por lo general, cuanto más altura se recomienda una luz amplia con un gran **ángulo de apertura** (180°, 280° o 360°), la luz será más uniforme y se repartirá por toda la estancia. Por otro lado, para resaltar algún elemento decorativo se usan luces focales o puntuales con un ángulo más cerrado, por ejemplo, un ángulo de 40° será ideal para iluminar vitrinas, cuadros.... Otro aspecto a tener en cuenta es la colocación de la bombilla, así, por ejemplo, si se encuentra colgada del techo debería tener un ángulo de apertura de 360° mientras que si es un plafón de pared bastaría con 180°.

En resumen, las bombillas existentes actualmente en el mercado se pueden dividir en cuatro grupos (*imagen 13*).

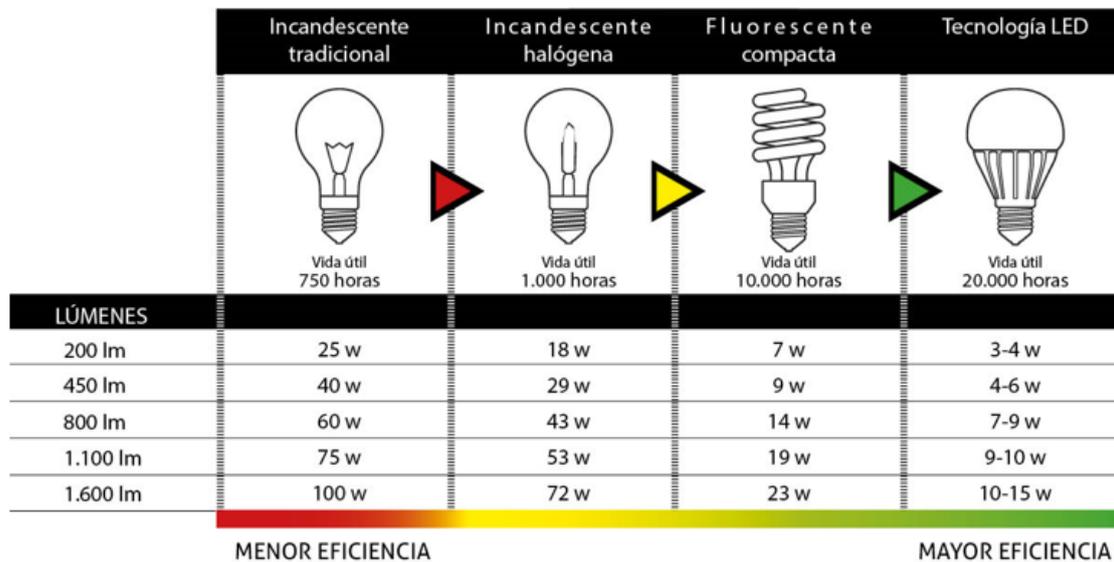


Imagen 13. Principales grupos de bombillas

- I. Bombillas Incandescentes. Son las que llevan utilizándose desde la invención de las propias bombillas y las menos eficientes ya que mucha de la energía empleada se pierde en forma de calor, hasta un 85%. Además, cuentan con una vida útil muy baja, unas 750 horas. Están formadas por un filamento metálico que emite luz al pasar la corriente eléctrica. Desde 2009 se está produciendo su retirada paulatina del mercado, su fabricación está prohibida desde finales del 2012 y la venta se permite hasta que se agoten las existencias.
- II. Bombillas Halógenas ECO. Supusieron una evolución de las anteriores. También cuentan con un filamento, en este caso de tungsteno, dentro de un gas halógeno como el yodo alojado dentro del foco. La luz que producen este tipo de bombilla es similar a la natural. Su encendido es instantáneo, emiten calor, consumen un 30% menos que las incandescentes y su vida útil es de unas 2.000 horas. También conocidas como GU10 o bombillas dicróicas. Desde el 1 de septiembre de 2018 está prohibido fabricar y vender bombillas halógenas en el territorio de la Unión Europea.
- III. Bombillas de bajo consumo o fluocompactas. Este tipo de bombillas reduce con creces el desperdicio de energía, que se divide prácticamente a partes iguales entre luz y calor. Consumen hasta un 80% menos que las tradicionales y su vida útil está entre 6.000 y 10.000 horas. Sus desventajas son que el encendido y apagado constante reducen su vida útil y que tardan unos segundos en alcanzar su máxima potencia, por eso no están indicadas para lugares de paso frecuente. Los tubos fluorescentes tienen un funcionamiento similar, pero se diferencian en la forma y el casquillo. Se usan en grandes espacios que tienen que ser iluminados con un menor consumo como cocinas y garajes.
- IV. Bombillas LED. La tecnología *Light Emitting Diode*, diodo emisor de luz, se caracteriza por la utilización de un semiconductor que emite luz al ser polarizado. Aunque surgieron hace casi medio siglo, ha sido el desarrollo del diodo de luz azul a finales de los 90 lo que ha permitido que se popularizaran al convertirse en la fuente de luz más competitiva en la actualidad (*tabla 1*). Tienen una vida útil que va desde 20.000 hasta 50.000 horas y consumen un 80% menos

que las incandescentes. No generan calor, reproduce fielmente los colores, su encendido es instantáneo, no parpadean, soportan gran cantidad de ciclos de encendido y apagado, son de fácil instalación y presentan un mínimo coste de mantenimiento. Además, son reciclables y consecuentes con el medio ambiente ya que no emiten CO₂, como otras bombillas, ni contienen mercurio.

Tabla 1. Evolución de la bombilla incandescente a la tecnología LED



Para obtener un buen resultado en el producto final, a la elección de la bombilla más adecuada debe acompañarle el diseño de una buena luminaria ya que es esta la responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Por tanto, debe tenerse muy en cuenta el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria, así como que no provoquen deslumbramiento en los usuarios. Además, deben escogerse con cuidado los materiales para su fabricación buscando que sean adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Aquellas que funcionan con electricidad es primordial que garanticen la seguridad del usuario. Por otro lado, es de agradecer que se puedan instalar con facilidad y todo ello sin descuidar aspectos como un precio ajustado o la estética del diseño. A continuación, haremos un repaso por los distintos diseños que han inspirado el presente trabajo.

4.3 REFERENTES

Antes empezar a diseñar es importante familiarizarse con todos los modelos del mercado, fijarse en diseños anteriores, tomar inspiración en otros diseñadores y aprender de las limitaciones de otros productos. A continuación, vamos a comentar diferentes estilos y soluciones de lámparas que usaré como antecedentes para mi proyecto, intentando hacer un nuevo diseño que abarque las fortalezas de todas ellas.

En el mercado se pueden encontrar lámparas en las que se modifica levemente el diseño de la misma para aportar más o menos luz (*imagen 14*) y cambiar su dirección de proyección (*imagen 15*). Estos son los puntos principales que busco en mi diseño, pero los actuales no son versátiles y tampoco móviles, por lo que limitan las utilidades de la misma a un solo tipo de disposición (techo, pared, etc.).



Imagen 14. IKEA PS 2014



Imagen 15. Kuu de Elina Ulvio

Para poder jugar con la luminosidad, lo más ampliamente utilizado es cambiar la pantalla (*imagen 16*). Esta es una solución rápida y mucho más sencilla que lo visto anteriormente, ya que en lugar de jugar con la superficie que cubre la lámpara lo hace con los materiales y la opacidad de estos.



Imagen 16. Distintas pantallas

Otros de los diseños más utilizados actualmente para modificar y adaptar la luz a diferentes necesidades son aquellos que disponen de moduladores de intensidad (*imagen 17*) o de cambio de color para la luz (*imagen 18*), esto lo quiero evitar y buscar una solución a través de módulos móviles e intercambiables, que además de ser capaces de editar intensidad y tonalidad aporte cambios en el diseño de nuestra lámpara.



Imagen 17. Modulador de intensidad



Imagen 18. Cambio de color de luz

Dejando aparte el tema de la intensidad de la luz y sus diferentes formas de proyectarla quiero comentar los tipos de multifuncionalidad en lámparas que podemos encontrar en el mercado. Generalmente cada una de ellas está destinada a una función concreta como puede ser una luz de ambiente o la correspondiente a una mesita de noche (*imagen 19*), por ello tienen gran utilidad, pero poca versatilidad. Aprovechando esto, intentaremos que nuestra lámpara pueda ofrecer diferentes funciones dependiendo del momento y de las preferencias del consumidor.



Imagen 19. Ejemplos de poca versatilidad

Mirando más el punto de vista estético y lo que se pretende obtener como resultado final de mi proyecto, me he inspirado mucho en los diseños que muestro a continuación (*imagen 20*), puesto que son elegantes, sencillos y muy vistosos, además de que se corresponden a mi idea principal cumpliendo muchos de los requisitos que he impuesto a este diseño. Destacamos de ellas los diferentes módulos que tienen con los que podemos modificar la proyección de la luz simplemente cortando su paso.



Imagen 20. Multi-Lite por Gubi (1974)

5. NORMATIVA Y REFERENCIAS

A continuación, se podrá observar una lista detallada de las normativas empleadas para este proyecto, las fuentes de información de las cuales hemos sacado nuestros datos e imágenes, nuestra bibliografía y los programas informáticos utilizados para la elaboración de este proyecto.

- UNE 157001:2014, Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- UNE 1135:1989, Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- UNE-EN ISO 5456-3:2000, Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas.
- UNE-EN ISO 13076:2020, Pinturas y barnices. Iluminación y procedimiento para las evaluaciones visuales de los recubrimientos. (ISO 13076:2019).
- UNE-EN 12665:2020, Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado
- UNE-EN 12464-2:2016, Iluminación. Iluminación de lugares de trabajo. Parte 2: Lugares de trabajo exteriores.
- UNE-EN IEC 63146:2019 (Ratificada), Paquetes LED para iluminación general. Hoja de especificaciones (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en agosto de 2019.)
- UNE-EN 13032-4:2016+A1:2020, Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 4: Lámparas LED, módulos y luminarias.
- UNE-EN 14073:2004, 5.3.1. Ensayos para unidades apoyadas en el suelo, independientes o ancladas a la pared. Resistencia de los estantes.
- UNE 1026. Criterios generales para la elaboración de planos técnicos.
- UNE 1027:1995. Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE 1032:1982. Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- UNE 1135:1989. Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- UNE 1035:1983. Dibujos técnicos. Cuadros de rotulación.
- UNE 1039:1994. Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- UNE 1120:1996. Dibujos técnicos. Tolerancia de cotas lineales y angulares.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

En este apartado se pide que, planteando una serie de restricciones, especificaciones y deseos a lograr con nuestro diseño, detallemos los requisitos mínimos que se deben alcanzar para conseguir el resultado deseado. La lámpara deberá de cumplir con todo esto tanto a nivel funcional como estético. Se deberán proponer diversas soluciones para poder estudiarlas y seleccionar aquella que sea más idónea.

Buscamos un producto que sea capaz de ser manipulado por el consumidor y así adaptarse a las diferentes necesidades del mismo, para valorar la prioridad que han de tener las diferentes propuestas para conseguir el mejor acabado para el producto indicaremos si las premisas son restricciones (R), deseos (D) o especificaciones (E). Dejando claro así si se deben cumplir, si son opcionales o si son cuantificables.

También es importante estudiar el diseño no sólo desde el punto de vista del diseñador, sino también como el consumidor y el fabricante.

Requisitos del diseñador

- Que cumpla la normativa vigente. (R)
- Que cumpla su principal función, iluminar. (R)
- Que ilumine directa e indirectamente. (E)
- Que se pueda cambiar la orientación de la luz. (E)
- Que no deslumbre. (E)
- Que sea fácil de sustituir la bombilla. (E)
- Que la estética esté cuidada. (E)
- Que sea atractivo. (E)
- Que sea intuitivo. (E)
- Que no sea muy voluminoso. (D)
- Que tenga una estructura estable. (R)
- Que tenga un montaje sencillo. (E)
- Que sus componentes sean fácilmente intercambiables. (E)
- Que los materiales sean resistentes. (R)
- Que los materiales sean de buena calidad. (D)
- Que sea apto y seguro para todo tipo de usuario. (E)
- Que sea versátil en cuanto a posicionamiento (sirva para pared, mesa, suelo...). (D)

Requisitos del fabricante

- Que sea fácil de fabricar. (E)
- Que sea rápido de fabricar. (E)
- Que sea económico de fabricar. (E)
- Que sea fácil de transportar. (E)

Requisitos del consumidor

- Que sea sencillo. (E)
- Que sea atractivo. (E)
- Que sea intuitivo. (E)
- Que sea personalizable. (D)
- Que tenga una amplia gama de colores. (D)
- Que pueda adaptarse a diferentes estilos. (D)
- Que sus componentes sean fácilmente intercambiables. (E)
- Que sea fácil de limpiar. (E)
- Que sea fácil de desmontar. (E)
- Que se pueda reciclar. (D)
- Que su precio sea lo más económico posible. (E)

Con nuestra lista de requisitos terminada, eliminaremos aquellos que se repiten en los diferentes bloques para obtener un número más reducido de objetivos.

1. Que cumpla la normativa vigente. (R)
2. Que cumpla su principal función, iluminar. (R)
3. Que ilumine directa e indirectamente. (E)
4. ~~Que se pueda cambiar la orientación de la luz. (E)~~
5. Que no deslumbre. (E)
6. Que sea fácil de sustituir la bombilla. (E)

7. Que la estética esté cuidada. (E)
- ~~8. Que sea atractivo. (E)~~
9. Que su uso sea intuitivo. (E)
10. Que no sea muy voluminoso. (D)
11. Que tenga una estructura estable. (R)
12. Que tenga un montaje sencillo. (E)
13. Que sus componentes sean fácilmente intercambiables. (E)
14. Que los materiales sean resistentes. (R)
- ~~15. Que los materiales sean de buena calidad. (D)~~
16. Que sea apto y seguro para todo tipo de usuario. (E)
17. Que sea versátil en cuanto a posicionamiento (sirva para pared, mesa, suelo...). (D)
18. Que sea fácil de fabricar. (E)
19. Que sea rápido de fabricar. (E)
20. Que sea económico de fabricar. (E)
21. Que sea fácil de transportar. (E)
- ~~22. Que sea sencillo. (E)~~
- ~~23. Que sea atractivo. (E)~~
- ~~24. Que sea intuitivo. (E)~~
25. Que sea personalizable. (D)
- ~~26. Que tenga una amplia gama de colores. (D)~~
- ~~27. Que pueda adaptarse a diferentes estilos. (D)~~
- ~~28. Que sus componentes sean fácilmente intercambiables. (E)~~
29. Que sea fácil y rápido de limpiar. (E)
- ~~30. Que sea fácil de desmontar. (E)~~
31. Que se pueda reciclar. (D)
32. Que su precio sea lo más económico posible. (E)

Para continuar debemos transformar todas aquellas premisas que sean no cuantificables en cuantificables. (N.C) → (C)

1. Que cumpla la normativa vigente. (R)
2. Que cumpla su principal función, iluminar. (R)
3. Que ilumine directa e indirectamente. (N.C)
Que sea capaz de orientar la luz al máximo número de direcciones posible. (C)
4. Que no deslumbre. (N.C)
Que deslumbre lo mínimo posible. (C)
5. Que sea fácil de sustituir la bombilla. (N.C)
Que sustituir la bombilla sea lo más fácil posible. (C)
6. Que la estética esté cuidada. (N.C)
Que sea lo más atractivo posible. (C)
7. Que su uso sea intuitivo. (N.C)
Que su uso sea lo más intuitivo posible. (C)

8. Que no sea muy voluminoso. (N.C)
Que sea lo menos voluminoso posible. (C)
9. Que tenga una estructura estable. (R)
10. Que tenga un montaje sencillo. (N.C)
Que su montaje sea lo más sencillo posible. (C)
11. Que sus componentes sean fácilmente intercambiables. (N.C)
Que sus componentes sean lo más fácilmente intercambiables posible. (C)
12. Que los materiales sean resistentes. (R)
13. Que sea apto y seguro para todo tipo de usuario. (N.C)
Que sea apto y seguro para el mayor número de usuarios posibles. (C)
14. Que sea versátil en cuanto a posicionamiento (sirva para pared, mesa, suelo...). (N.C)
Que se adapte al mayor número de posiciones posible. (C)
15. Que sea fácil de fabricar. (N.C)
Que su fabricación sea lo más fácil posible. (C)
16. Que sea rápido de fabricar. (N.C)
Que su tiempo de fabricación sea el menor posible. (C)
17. Que sea económico de fabricar. (N.C)
Que sea lo más económico de fabricar posible. (C)
18. Que sea fácil de transportar. (N.C)
Que sea lo más fácil de transportar posible. (C)
19. Que sea personalizable. (N.C)
Que tenga el mayor número opciones personalizables posibles. (C)
20. Que sea fácil y rápido de limpiar. (N.C)
Que el tiempo de limpieza sea el menor posible. (C)
21. Que se pueda reciclar. (N.C)
Que el mayor número de componentes posible sean reciclables. (C)
22. Que su precio sea lo más económico posible. (C)

Para finalizar, debemos establecer el criterio, la variable y la escala de todos nuestros requisitos finales.

1. Que cumpla la normativa vigente. (R)
2. Que cumpla su principal función, iluminar. (R)

3. Que sea capaz de orientar la luz al máximo número de direcciones posible. (E)
 - Criterio: Que oriente la luz en diversas direcciones
 - Variable: Número de direcciones
 - Escala: Numeral
4. Que deslumbre lo mínimo posible. (E)
 - Criterio: Que deslumbre lo mínimo posible
 - Variable: Deslumbramiento
 - Escala: Ordinal (nada, poco, mucho).
5. Que sustituir la bombilla sea lo más fácil posible. (E)
 - Criterio: Que sustituir la bombilla sea lo más fácil posible
 - Variable: Nivel de dificultad
 - Escala: Ordinal (alto, medio, bajo)
6. Que sea lo más atractivo posible. (E)
 - Criterio: Que estéticamente sea lo más atractivo posible.
 - Variable: Estética
 - Escala: Ordinal (nada, poco, mucho)
7. Que su uso sea lo más intuitivo posible. (E)
 - Criterio: Que se comprenda cómo se utiliza en el menor tiempo posible.
 - Variable: Tiempo
 - Escala: Proporcional (segundos).
8. Que sea lo menos voluminoso posible. (D)
 - Criterio: Que su peso sea el menor posible
 - Variable: Peso
 - Escala: Proporcional (Kg)
9. Que tenga una estructura estable. (R)
10. Que su montaje sea lo más sencillo posible. (E)
 - Criterio: Facilidad de montaje
 - Variable: Tiempo
 - Escala: Proporcional (segundos)
11. Que sus componentes sean lo más fácilmente intercambiables posible. (E)
 - Criterio: Que se tarde el menor tiempo en cambiar sus componentes
 - Variable: Tiempo
 - Escala: Proporcional (segundos)
12. Que los materiales sean resistentes. (R)
13. Que sea apto y seguro para el mayor número de usuarios posibles. (E)
 - Criterio: Que lo puedan usar el mayor número de personas posible

- Variable: Número de personas
 - Escala: Numeral
14. Que se adapte al mayor número de posiciones posible. (D)
- Criterio: Posiciones en las que puede ponerse
 - Variable: Número de posiciones que ofrece
 - Escala: Numeral
15. Que su fabricación sea lo más fácil posible. (E)
- Criterio: Lo más fácil de fabricar posible
 - Variable: Facilidad de fabricación
 - Escala: Ordinal (muy fácil, fácil, normal, difícil, muy difícil)
16. Que su tiempo de fabricación sea el menor posible. (E)
- Criterio: Tiempo que tarde en ser fabricado
 - Variable: Tiempo
 - Escala: Proporcional (segundos)
17. Que sea lo más económico de fabricar posible. (E)
- Criterio: Lo más económico posible
 - Variable: Precio
 - Escala: Proporcional (€)
18. Que sea lo más fácil de transportar posible. (E)
- Criterio: Lo más fácil de transportar posible
 - Variable: Facilidad de transporte
 - Escala: Ordinal (muy fácil, fácil, normal, difícil, muy difícil)
19. Que tenga el mayor número opciones personalizables posibles. (D)
- Criterio: Opciones personalizables
 - Variable: Opciones que ofrece
 - Escala: Numeral
20. Que el tiempo de limpieza sea el menor posible. (E)
- Criterio: Menor tiempo de limpieza posible
 - Variable: Tiempo
 - Escala: Proporcional (segundos)
21. Que el mayor número de componentes posible sean reciclables. (D)
- Criterio: Que los componentes sean reciclables
 - Variable: Componentes reciclables
 - Escala: Numeral
22. Que su precio sea lo más económico posible. (E)
- Criterio: Que tenga el menor precio posible
 - Variable: Precio
 - Escala: €

7. PROPUESTAS

Gracias a los requisitos hemos podido definir mejor nuestro producto sabiendo así los puntos a los que queremos darle prioridad a la hora de diseñar, por tanto, el siguiente paso será realizar diferentes propuestas de diseño que puedan ofrecer soluciones viables.

El proceso que he seguido para la obtención de estas propuestas ha sido un brainstorming o lluvia de ideas. Esta es una popular técnica utilizada para encontrar ideas basada en la creatividad espontánea y sin filtros.

Seguidamente he bocetado posibles soluciones para posteriormente valorar la que más se adapta a mis objetivos.

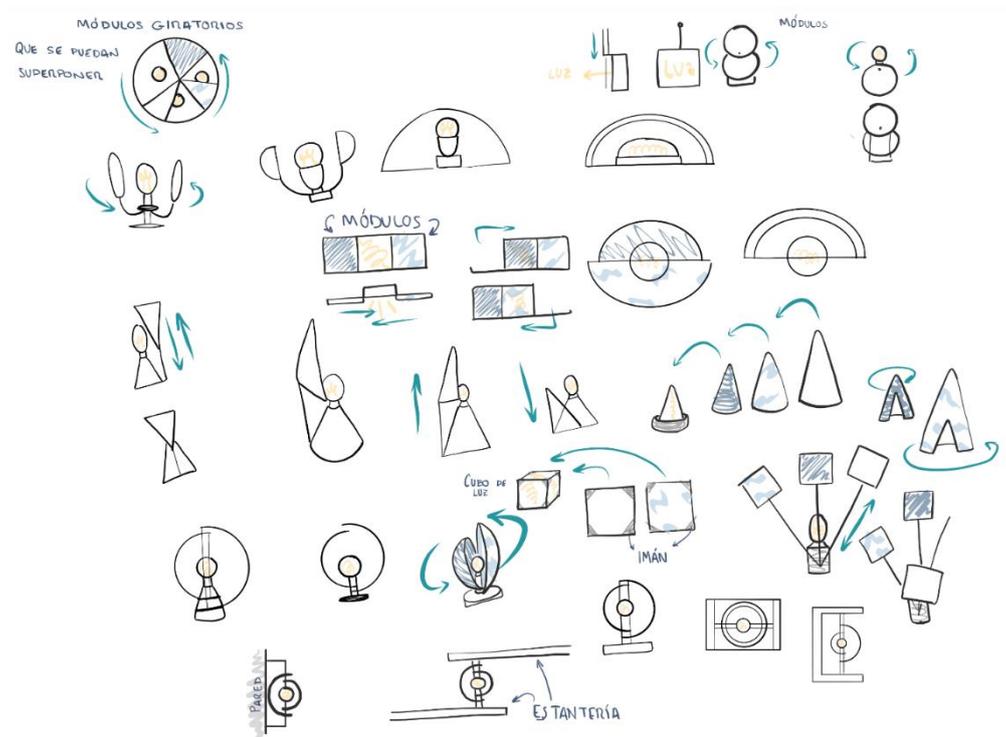


Imagen 21. Brainstorming

De estos bocetos rápidos he seleccionado los que más me convienen y sacado seis posibles productos que estudiaré con más detalle, aunque dos de ellos los deseché prácticamente desde el inicio. Como mi proyecto se basa tanto en la manipulación de la luz de manera manual, buscando poder modificar la intensidad y la dirección de proyección de la misma gracias a módulos móviles, como en un diseño que debe poder ser personalizado para conectar con un público muy amplio, la principal diferencia entre los distintos diseños propuestos es su estética.

- SEMIESFERAS PEGADAS A LA PARED O SOBRE LAS MESAS (propuesta 1)
- BARRA CON BOMBILLA EN MEDIO (propuesta 2)
- CONOS (propuesta 3)
- CUBO IMANTADO (propuesta 4)
- 2 PROPUESTAS DESHECHADAS (propuesta 5 y 6)

7.1 PROPUESTA 1

En este diseño he utilizado una bombilla semiesférica que se acoplará a la luminaria y dos cuartos de esfera huecos de diferentes medidas. Estos módulos están alineados con un eje de la semiesfera de manera que el usuario es capaz de hacerlos girar para tapar la bombilla parcial o totalmente, si coloca cada módulo a un lado de la misma. El material de los módulos será de diferentes opacidades, variando así la cantidad de luz que deja pasar.

Esta lámpara está pensada para instalarla tanto en la pared como en el techo, además de contar con la posibilidad de que sea portátil y se pueda poner encima de una mesa.



Imagen 22. Bocetos propuesta 1 (semiesferas)

7.2 PROPUESTA 2

Esta propuesta consta de un simple conjunto capaz de adaptarse a diferentes espacios. Dispone de una barra, que funcionará como eje del conjunto, atravesada en su punto medio por una lámpara con forma de globo. Completa el conjunto dos o más semiesferas huecas unidas a la barra por ambos lados de la bombilla, siendo capaces de girar alrededor del eje y por tanto de la lámpara. Los módulos serán también de diferentes tamaños, materiales y características (más o menos translúcidos, diferentes rugosidades o incluso algunos puede estar perforado) que harán que el consumidor perciba la luz de manera diferente dependiendo de qué módulo posicione delante de la bombilla.



Imagen 23. Boceto I propuesta 2 (barra con bombilla)

Dependiendo de las preferencias del usuario, se puede posicionar en pared, sobremesa o incluso entre las baldas de una estantería. Para que todas estas opciones sean posibles tendrán que contar con algunos de los adaptadores siguientes.

- Pared o techo – Necesitará unas barras curvas que prolongaran el eje y se anclaran a la pared o al techo.

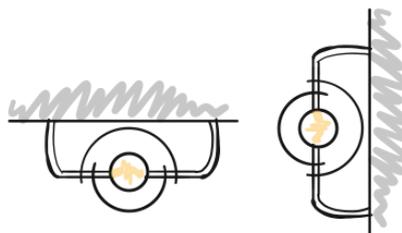


Imagen 24. Boceto II propuesta 2 (barra con bombilla- pared/techo)

- Sobremesa – Se añadirá una estructura que envuelva al conjunto formada por tres planos que le confieren una estabilidad perfecta y la capacidad de posicionarla en horizontal o vertical dependiendo del plano en que se apoye. Esta opción da una multifuncionalidad a la luminaria puesto que puede funcionar como doble altura de nuestro escritorio.

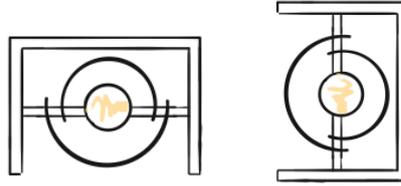


Imagen 25. Boceto III propuesta 2 (barra con bombilla- sobremesa)

- Estantería – En el caso de colocarla entre las baldas de una estantería, bastaría con incluirle a la barra un método capaz de anclarla a los estantes además de disponer del espacio suficiente para que la lámpara pueda cumplir con su movimiento. Después de un estudio más exhaustivo, este adaptador fue descartado puesto que precisa de una instalación un poco más costosa al deber de taladrar la estantería superior para permitir así el montaje del conjunto. Además de esto, hay demasiadas variables puesto que dependiendo de la distancia entre estantes nuestras piezas variarán. Finalmente nos decantamos por no trabajarla ya que no salía rentable, es muy limitada y poco funcional.

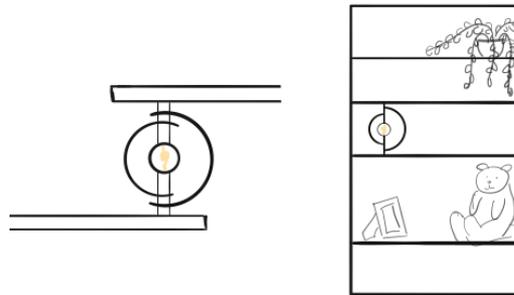


Imagen 26. Boceto IV propuesta 2 (barra con bombilla- estantería)

- De pie – Para poder utilizarla como lámpara de pie, precisará de una barra que funcionará como prolongación de nuestro conjunto y acabará en una base. De la parte más próxima al conjunto común estará soldada una tubería curvada que servirá como apoyo del mismo.



Imagen 27. Boceto V propuesta 2 (barra con bombilla- de pie)

7.3 PROPUESTA 3

Siguiendo en la línea de superponer diferentes módulos de distintos materiales, en esta propuesta dejamos a un lado las estructuras más circulares mostradas anteriormente y presentamos una alternativa en forma cónica. A una base circular se ajustarán conos de los tamaños y materiales que se prefieran, estos tendrán una abertura que nos permitirá al girarlo proyectar la luz en la dirección deseada.

Este diseño se caracteriza por su sencillez y sería idóneo para sobremesa o para instalarlo en el techo. Como contrapartida, los distintos módulos tendrían que guardarse apilados en otro lugar lo que podría suponer un inconveniente.

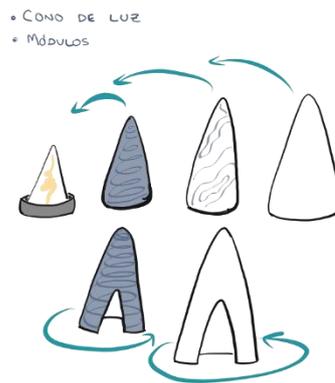


Imagen 28. Boceto propuesta 3 (conos)

7.4 PROPUESTA 4

Para la siguiente propuesta, todo se basa en la apariencia de forma cúbica de su bombilla. Esta estructura que protegerá la lámpara dispondrá de imanes en todos sus cantos y, por otro lado, una amplia gama de láminas de diferentes colores, grosores, opacidades y diseños que también irán imantadas dando así la posibilidad al usuario de personalizar cada cara de su cubo. Podremos situarlo tanto en la pared como en el techo, sobre una mesa o mueble e incluso situar un cubo sobre otro para formar una columna y así que se convierta en una luminaria de suelo. Al igual que la anterior, presenta el inconveniente de tener que guardar los paneles que no estemos usando.



Imagen 29. Boceto propuesta 4 (cubo imantado)

7.5 PROPUESTA 5 y 6

Por último, voy a comentar dos ideas en las que también trabajé pero que deseché puesto que no me pareció que transmitieran aquello que quiero aportar ni que cumpliesen con todos los requisitos necesarios. Dado que ambas han formado parte del proceso creativo y me han guiado y ayudado a llegar a alguna de las otras propuestas creo que merece la pena comentarlas.

La propuesta 5 consiste en una caja opaca con una única cara al descubierto que, con un cristal, dejará salir la luz de la bombilla que reside en su interior. En su parte inferior dispone de una guía por la que se podrán deslizar los diferentes paneles (módulos) que serán de materiales distintos para poder jugar con la luz (más o menos translúcidos, diferentes tonalidades, colores...). Estos módulos pueden ser intercambiables, aunque en la luminaria sólo pueden tener dos a la vez.

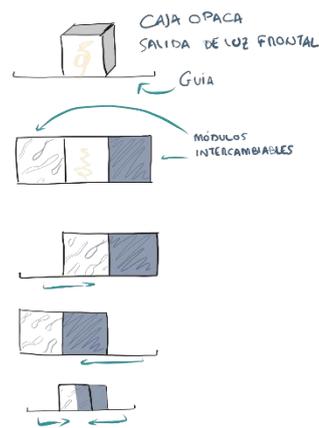


Imagen 30. Boceto propuesta 5

La propuesta 6 es similar a la anterior, también consta de una caja con las mismas condiciones que las mencionadas en la propuesta 5, pero en lugar de tener una guía en su base dispondrá de una pequeña barra en su parte superior que servirá como enganche de los diferentes módulos. Estos módulos, que tendrán forma circular y podrán ser de diferentes materiales, propiedades y colores, se harán girar sobre un eje pudiendo alternarlos o superponerlos y así jugar con su efecto sobre la luz. Estos, cuando no se usen, descansarán en la parte superior enganchados a la barra mencionada anteriormente.

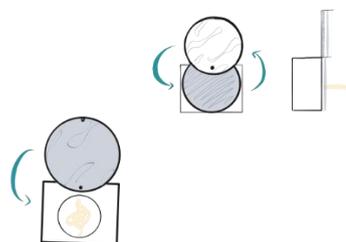


Imagen 31. Boceto propuesta 6

Como ya hemos comentado, estas propuestas se han desechado principalmente porque con ellas, a pesar de ser capaz de cambiar la intensidad de la luz, no es posible cambiar su proyección de una manera significativa. Tampoco son muy versátiles hablando sobre posicionamiento, podrían ser una idea viable si quisiéramos lámparas de pared, pero no cumple con lo que buscamos.

8. ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS

Para poder decidir qué propuesta va a ser la final, debemos hacer un estudio de las mismas y comparar todas sus características. De este modo podremos saber cuál de ellas concuerda más con el resultado que queremos conseguir.

Para llevar a cabo este proceso de selección, vamos a realizar diferentes métodos de evaluación que serán explicados a continuación: el método DATUM y el método de ponderación.

8.1 Método DATUM

Cuando hablamos de un DATUM, estamos hablando de un método cualitativo con el cual seremos capaces ordenar las diferentes propuestas en función de si cumplen mejor o peor nuestros requisitos, de este modo llegaremos a la solución más óptima.

Consistiría en situar las diferentes soluciones alternativas y los objetivos o criterios que se deban cumplir en una matriz. Seguidamente se elige una de las soluciones como base de comparación (DATUM) siendo por lo general aquella que pensamos que tiene ventaja sobre las demás, esa que pensamos que es mejor que las otras propuestas.

Una vez formada la tabla, deberemos completarla valorando si las otras propuestas son mejores o peores que la seleccionada como DATUM. En caso de que sea mejor pondremos el signo de suma "+", en caso contrario pondremos un guion "-" y si la diferencia es mínima o inexistente escribiremos una "s" de la palabra *same*.

Por último, se suman los signos obtenidos en cada alternativa y así poder comparar cómodamente cual se ajusta más a nuestros objetivos y poder tomar una decisión.

Una vez claros los pasos a seguir para la elaboración del método DATUM, se debe diferenciar los requisitos a cumplir en dos grupos, aquellos comunes para todas las propuestas y aquellos que varían según la alternativa. Una vez diferenciados de este modo los objetivos, utilizaremos únicamente los que difieren en las distintas propuestas.

Características comunes de las propuestas:

- Que cumpla la normativa vigente. (R)
- Que cumpla su principal función, iluminar. (R)
- Que tenga una estructura estable. (R)
- Que los materiales sean resistentes. (R)
- Que sea apto y seguro para todo tipo de usuario. (E)
- Que sea personalizable. (D)
- Que se pueda reciclar. (D)

Características que varían según la propuesta:

- Que sea fácil de sustituir la bombilla. (E)
- Que ilumine directa e indirectamente. (E)
- Que no deslumbre. (E)
- Que la estética esté cuidada. (E)

- Que su uso sea intuitivo. (E)
- Que no sea muy voluminoso. (D)
- Que tenga un montaje sencillo. (E)
- Que sus componentes sean fácilmente intercambiables. (E)
- Que sea versátil en cuanto a posicionamiento (sirva para pared, mesa, suelo...). (D)
- Que sea fácil de fabricar. (E)
- Que sea rápido de fabricar. (E)
- Que sea económico de fabricar. (E)
- Que sea fácil de transportar. (E)
- Que sea fácil y rápido de limpiar. (E)
- Que su precio sea lo más económico posible. (E)

Estas variables van a ser las que nos hagan decantarnos por alguna de nuestras propuestas, puesto que veremos de una forma objetiva cual se adapta más a nuestros requisitos.

Tabla 2. Método DATUM

VARIABLES	P1	P2	P3	P4
Que sea fácil de sustituir la bombilla	+	.	+	-
Que ilumine directa e indirectamente	-	.	-	-
Que no deslumbre	-	D	S	S
Que la estética esté cuidada	S	A	-	-
Que su uso sea intuitivo	+	T	+	-
Que no sea muy voluminoso	+	U	S	+
Que tenga un montaje sencillo	+	M	+	+
Que sus componentes sean fácilmente intercambiables	+	.	+	+
Que sea fácil de fabricar	+	D	-	+
Que sea rápido de fabricar	S	A	-	-
Que sea económico de fabricar	S	T	+	+
Que sea fácil de transportar	-	U	-	+
Que sea versátil en cuanto a posicionamiento	-	M	-	+
Que sea fácil y rápido de limpiar	S	.	-	+
Que su precio sea lo más económico posible	S	.	+	S

Una vez completada nuestra tabla (Tabla 2. Método DATUM), se procede a realizar el recuento de cada alternativa para localizar aquella que cumpla una mayor cantidad de requisitos. Se pueden observar las soluciones en la Tabla 3. Sumatorio DATUM.

Tabla 3. Sumatorio DATUM

	P1	P2	P3	P4
+	6		6	8
-	4		5	4
S	5		3	3

De esta manera podemos determinar que la mejor propuesta según el método DATUM sería la propuesta número 4.

8.2 Método de ponderación

Gracias a este método vamos a poder medir o cuantificar la evaluación de las distintas propuestas, dando más valor o menos a los distintos objetivos. Se comienza agrupando nuestros 15 requisitos variables según su similitud semántica para poder trabajar con datos más reducidos.

Valoraremos como FUNCIONALIDAD el objeto que cumpla más con las siguientes características:

- Que ilumine directa e indirectamente.
- Que no deslumbre.
- Que sea versátil en cuanto a posicionamiento (sirva para pared, mesa, suelo...).
- Que su uso sea intuitivo.

Si nos centramos en el MONTAJE, valoraremos

- Que sea fácil de sustituir la bombilla.
- Que tenga un montaje sencillo.
- Que sus componentes sean fácilmente intercambiables.

La parte de FABRICACIÓN vendrá definida por

- Que sea fácil de fabricar.
- Que sea rápido de fabricar.
- Que sea económico de fabricar.
- Que sea fácil de transportar.
- Que su precio sea lo más económico posible.

Cuando hablemos de ESTÉTICA, nos referiremos a

- Que la estética esté cuidada.
- Que no sea muy voluminoso.
- Que sea fácil y rápido de limpiar.
-

Consiste en crear una matriz enfrentando todas las agrupaciones de requisitos que vamos a valorar para así determinar cuál de ellos es más importante, ordenándolos todos para conseguir un listado en el que se vea claramente qué objetivos tiene más peso y cual menos.

Se completa la matriz evaluando los requisitos entre 0 y 1, siendo 1 el valor dado si el objetivo posicionado en la fila es prioritario sobre el de la columna y dando la puntuación 0 a aquellos en los que antepone la columna a la fila.

Podemos ver el proceso en la *Tabla 4. Comparación de objetivos para el método cuantitativo* y la siguiente lista resultante.

Tabla 4. Comparación de objetivos para el método cuantitativo

	FUNCIONALIDAD	MONTAJE	FABRICACIÓN	ESTÉTICA	TOTAL
FUNCIONALIDAD	-	1	1	1	3
MONTAJE	0	-	1	0	1
FABRICACIÓN	0	0	-	0	0
ESTÉTICA	0	1	1	-	2

Con la tabla completada y habiendo hallado el total de puntuación de cada objetivo, los ordenamos de mayor a menor encontrando así cuáles de ellos son prioritarios. Se reparten un total de 100 puntos, dando más valor a los primeros clasificados.

Clasificación:

- 1º. **FUNCIONALIDAD** (50 puntos)
- 2º. **ESTÉTICA** (35 puntos)
- 3º. **MONTAJE** (10 puntos)
- 4º. **FABRICACIÓN** (5 puntos)

Para concluir con este método, se deben clasificar las propuestas dependiendo del porcentaje de cumplimiento de los objetivos, sabiendo que, si se encuentran en la fila 0, será no satisfactorio (la propuesta estudiada no cumple con los objetivos), si está en la fila 1 querrá decir que la propuesta se encuentra en un punto medio (mostrará una adaptación del 50%) y, finalmente, si la propuesta reside en la fila 2 significará que se adapta completamente al objetivo (satisfactorio al 100%).

Tabla 5. Método de ponderación

	FUNCIONALIDAD	ESTÉTICA	MONTAJE	FABRICACIÓN
0	-	-	-	-
1	Pr1, Pr3	Pr1, Pr3, Pr4	Pr1, Pr2	Pr1, Pr2, Pr3
2	Pr2, Pr4	Pr2	Pr3, Pr4	Pr4

PROPUESTA 1.

$$X1 = 50 \times \frac{50}{100} + 35 \times \frac{50}{100} + 10 \times \frac{50}{100} + 5 \times \frac{50}{100} = 50$$

PROPUESTA 2.

$$X2 = 50 \times \frac{100}{100} + 35 \times \frac{100}{100} + 10 \times \frac{50}{100} + 5 \times \frac{50}{100} = 92,5 \leftarrow \text{Propuesta más apta según la ponderación}$$

PROPUESTA 3.

$$X3 = 50 \times \frac{50}{100} + 35 \times \frac{50}{100} + 10 \times \frac{100}{100} + 5 \times \frac{50}{100} = 57,5$$

PROPUESTA 4.

$$X4 = 50 \times \frac{100}{100} + 35 \times \frac{50}{100} + 10 \times \frac{100}{100} + 5 \times \frac{100}{100} = 82,5$$

8.3 Resultado final

Al realizar el estudio de las propuestas con los diferentes métodos, se puede observar que los que más encajan con lo que se busca son la propuesta 2 y la propuesta 4. Para decantarnos por una o por la otra hemos decidido dar más peso al método de ponderación ya que en este estudio se tiene en cuenta la importancia de cada requisito de diseño, por tanto, se escogerá la propuesta número 2. Para no olvidarnos del DATUM, tendremos en cuenta la comparación entre propuestas para mejorar aquellos objetivos que quedaban por debajo de la propuesta 4. Por ello tendremos que intentar que el producto final mejore respecto a la primera propuesta en los siguientes aspectos:

- Que no sea muy voluminoso
- Que tenga un montaje sencillo
- Que sus componentes sean fácilmente intercambiables
- Que sea fácil de fabricar
- Que sea económico de fabricar
- Que sea fácil de transportar
- Que sea versátil en cuanto a posicionamiento
- Que sea fácil y rápido de limpiar

9. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En este apartado se comentará de manera general y en detalle la propuesta final, hablando también de los materiales, dimensiones y gama de colores seleccionadas.

Comenzaremos destacando las características principales, como marcaban nuestros objetivos, hemos conseguido que nuestra lámpara sea capaz de adaptarse a diferentes espacios y disposiciones, de manera que nuestra luminaria de la opción de colocarse en pared, techo, sobremesa, etc. a demanda del comprador. También dará la opción de jugar con la proyección de la luz y con su intensidad sin necesidad de elementos electrónicos, y así poder proporcionar una iluminación más directa, más indirecta, más tenue...

Todo esto es posible gracias a cuatro subconjuntos que formarán el producto final: el corazón, las tulipas intercambiables, los adaptadores de espacios y, obviamente, agrupado como uno sólo, la bombilla, el casquillo y su cableado pertinente.

Nuestro producto cuenta con cuatro versiones indicadas anteriormente: de mesa, de pared, de techo y de pie. Pero podemos simplificarlo en dos conjuntos, aquellos que irán conectados a la luz (pared y techo que, además, disponen del mismo adaptador) y aquellos que disponen de clavija para enchufarse (mesa y de pie, que serán móviles).

Vamos a comenzar definiendo la parte común y continuaremos indicando las diferentes opciones de adaptadores.

9.1 EL CORAZÓN

Este conjunto de piezas que será común para todas las diferentes opciones que ofrece nuestra luminaria lo hemos denominado “el corazón” puesto que no solo se encuentra en el centro de nuestro producto, sino que también será lo que da personalidad a nuestro diseño, el sello de nuestro trabajo. Se compone de dos barras huecas, un embellecedor, dos coronitas y el casquillo y bombilla seleccionada (deberá cumplir con determinadas dimensiones). Las medidas generales del corazón son de 346mm de longitud, siendo este dato la suma de sus componentes.

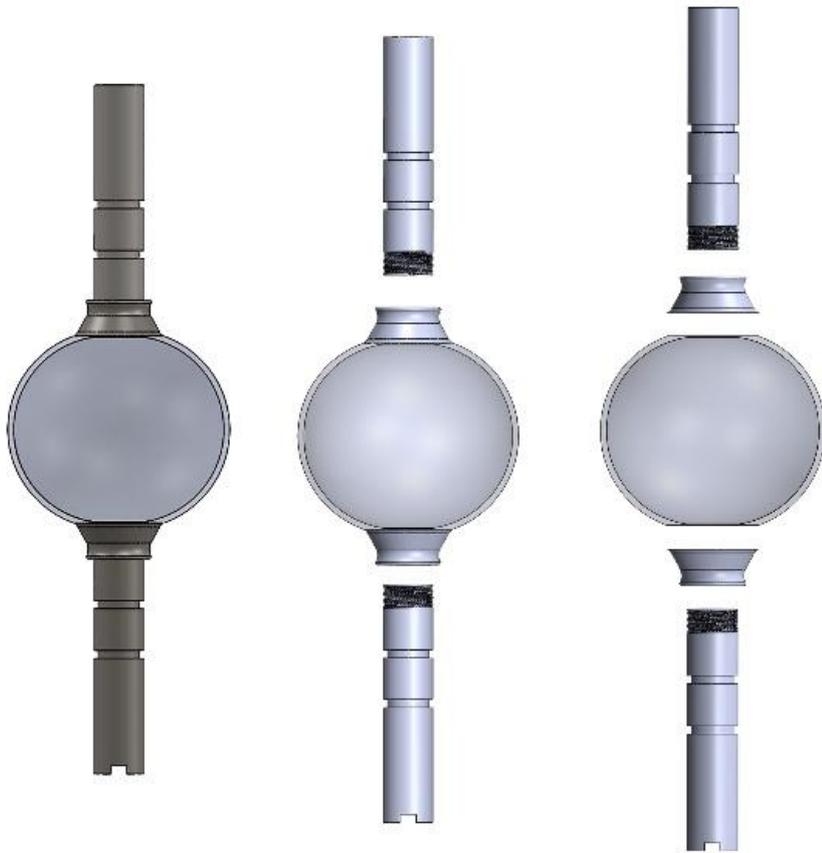


Imagen 32. Corazón y corazón explosionado

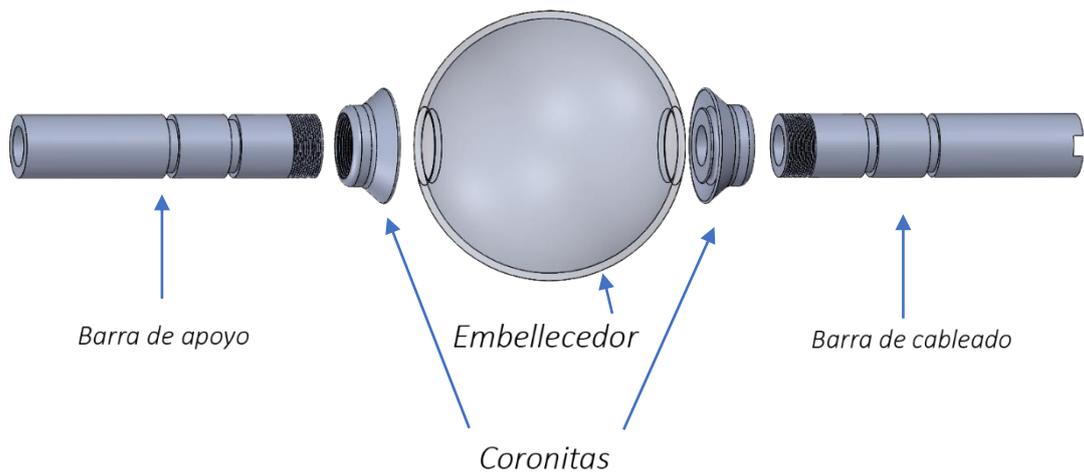


Imagen 33. Partes del corazón

Mirando el conjunto puede parecerse simétrico por ambos ejes (x e y) pero no lo es puesto que las barras tienen una pequeña diferencia que nos ayudará a diferenciarlas y poder realizar un correcto montaje del producto.

Nuestras barras huecas adquiridas del proveedor “INCAFE”, han sido trabajadas y constan de un roscado y dos ranurados cada una, siendo idénticas en dimensiones, pero una de ellas tendrá otro ranurado en el extremo opuesto al roscado que impedirá el giro. Por esta barra, a la que nos referiremos como “barra de cableado”, deberemos de introducir los cables que terminarán en el casquillo y la bombilla. El casquillo será de las dimensiones adecuadas para fijarse en el interior de la barra de cableado y que resulte cómodo el acceso para el cambio de bombilla.



Imagen 34. Barra de cableado

Cuando hablemos de la otra nos referiremos a ella como “barra de apoyo”, la cual dispondrá de un pequeño tapón que variará de material dependiendo del adaptador seleccionado (si el adaptador es de madera, el tapón también).



Imagen 35. Barra de apoyo

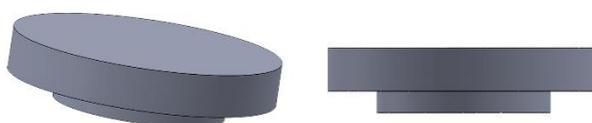


Imagen 36. Tapón

Para finalizar el montaje del subconjunto, ambas coronitas se fijarán al embellecedor (encargado de cubrir nuestra bombilla) y roscaremos cada una de las barras a los extremos de esta unión.

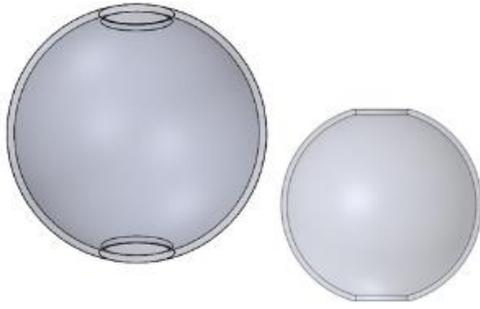


Imagen 37. Embellecedor y corte



Imagen 38. Coronita y corte



Imagen 39. Subconjunto embellecedor y coronitas (explosionado y unido)

9.2 TULIPAS INTERCAMBIABLES

Esta agrupación de piezas consta de las tulipas y sus correspondientes clips a presión (dos por cada tulipa). Las tulipas serán las encargadas de disipar la luz, proyectarla en mayor o menor grado en la dirección deseada y variar la intensidad. Dispondremos de dos tulipas semiesféricas de diferente tamaño que al estar enganchadas a las barras con los clips podrán girar 360 grados alrededor del eje del corazón, de este modo tendremos numerosas opciones de posicionamiento (podremos superponerlas por completo dejando la mitad del embellecedor al descubierto o por el contrario podríamos situar cada una en un lateral para así dejar completamente rodeado el embellecedor, también existen las opciones intermedias).



Imagen 40. Ejemplos de posicionamiento de las tulipas

Cada tulipa será de un material diferente o con distintos acabados ya que de esta forma el juego de luces será más notorio, no solo será gracias al ángulo de proyección, sino que permitirán pasar la luz de diversas maneras. Las tulipas más pequeñas serán opacas, mientras que las de mayor diámetro translúcidas o con marcas de agua.

Para poder llegar al máximo número de clientes, estas tulipas serán intercambiables. Gracias a un clip semicircular a presión fijo a las tulipas, podremos engancharlas de forma fácil a las barras y cambiarlas cuando el usuario opte por diferentes modelos de tulipas. Ofertaremos diferentes gamas de colores y también diferentes modelos dependiendo de lo que busque el usuario:

- Gama estándar: La gama más comercializada y aquella que vamos a tratar en este proyecto. Sus materiales de calidad y sus diferentes acabados darán un amplio abanico de posibilidades entre las que elegir. Una estética cuidada con un precio accesible.
- Gama infantil: Contaremos con una opción para los más pequeños que se caracterizará por sus estampados y sus troquelados que darán un toque de fantasía al diseño.
- Gama de lujo: Dependiendo de cómo funcione el producto se podría estudiar una gama más lujosa. Se caracterizaría por poseer elementos artesanales, con mucho trabajo detrás. Sería un producto muy exclusivo.



Imagen 41. Clip a presión

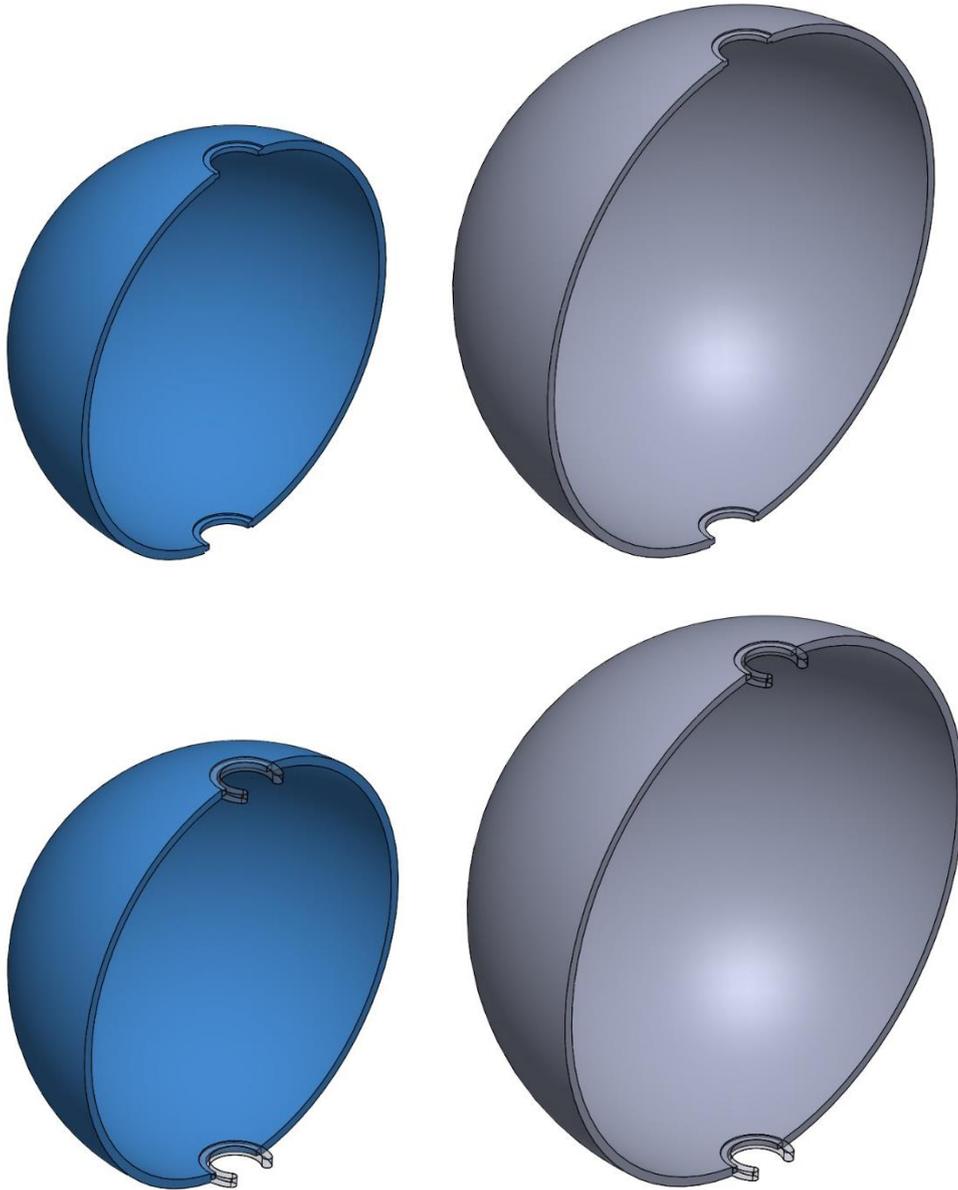


Imagen 42. Tulipas y conjunto tulipas con clip a presión

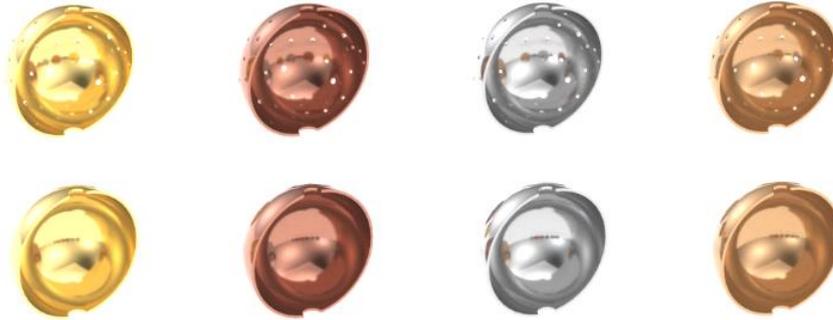


Imagen 43. Diferentes opciones de tulipas pequeñas



Imagen 44. Diferentes opciones de tulipas grandes

9.3 BOMBILLA Y CASQUILLO

Utilizaremos un casquillo E14, comprado en “bauhause.es”, que se insertará en la barra de cableado. Una vez fijado, podremos colocar nuestra bombilla de forma fácil y cómoda. Lógicamente nuestra bombilla será también E14, hemos seleccionado una forma tubular para que no suponga ningún problema la inserción del embellecedor. Sus dimensiones son las correctas para que la luz quede dispuesta por igual por toda la esfera que la rodea, puesto que llega de punta a punta. En el caso de la bombilla, la hemos adquirido de “Ilumor.es”.



Imagen 45. Casquillo y bombilla seleccionados

9.4 ADAPTADORES DE ESPACIOS

Con ayuda de los diferentes adaptadores, puedes decidir si quieres una lámpara de techo, pared, sobremesa o de pie. En este apartado se comentará los diferentes adaptadores necesarios dependiendo del posicionamiento escogido.

9.4.1 SOBREMESA: Gracias a este elemento, formado principalmente por tres tablas de madera de Paulownia podemos fijar nuestro corazón y seleccionar las tulipas que más nos gusten. Esta propuesta nos permite mover la luminaria a cualquier rincón de nuestro espacio únicamente desenchufándola de la corriente. También puedes posicionarla de manera vertical u horizontal sin tener que preocuparte de la orientación del cableado puesto que cuenta con un embellecedor que se adapta a las distintas posiciones disimulando así la salida del cable (*imagen 47*). Como en todos los adaptadores, disponemos de un tapón diseñado para la barra de apoyo de nuestro corazón que variará de material para ser lo más discreto posible. En este caso también será de madera.

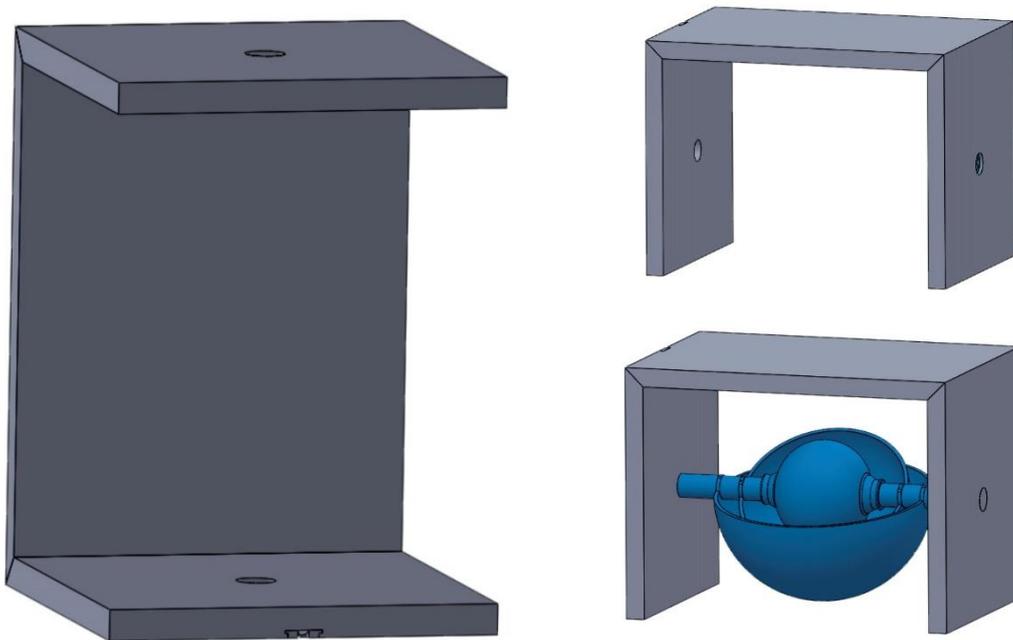


Imagen 46. Adaptador de mesa

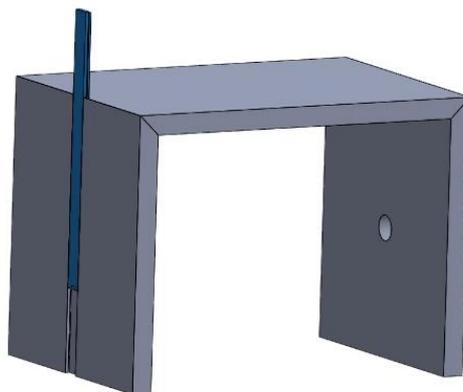


Imagen 47. Tapa de cableado

9.4.2 PARED O TECHO: Constituido por dos tuberías independientes y su pertinente tapón del mismo material, una será utilizada como apoyo mientras que la otra esconderá el cableado en su interior. La primera irá empotrada a la pared o al techo (dónde el usuario desee) y su única función será dar estabilidad a nuestro conjunto. La segunda, en forma de L, también se encontrará empotrada en la pared, conectando los cables a la red. Lo más importante a tener en cuenta de este conjunto es la distancia a la que deben encontrarse ambas barras para que coincida exactamente con el corazón de nuestro producto. Para anclarlo tanto a la pared como al techo, hemos diseñado dos piezas auxiliares que se atornillarán directamente en la posición y localización decidida por el usuario (podrá escoger entre pared o techo y si lo prefiere horizontal o vertical). Estas piezas tienen el diámetro exacto para introducirse por nuestras tuberías y con ayuda de un prisionero milimétrico fijaremos ambas para evitar el giro.

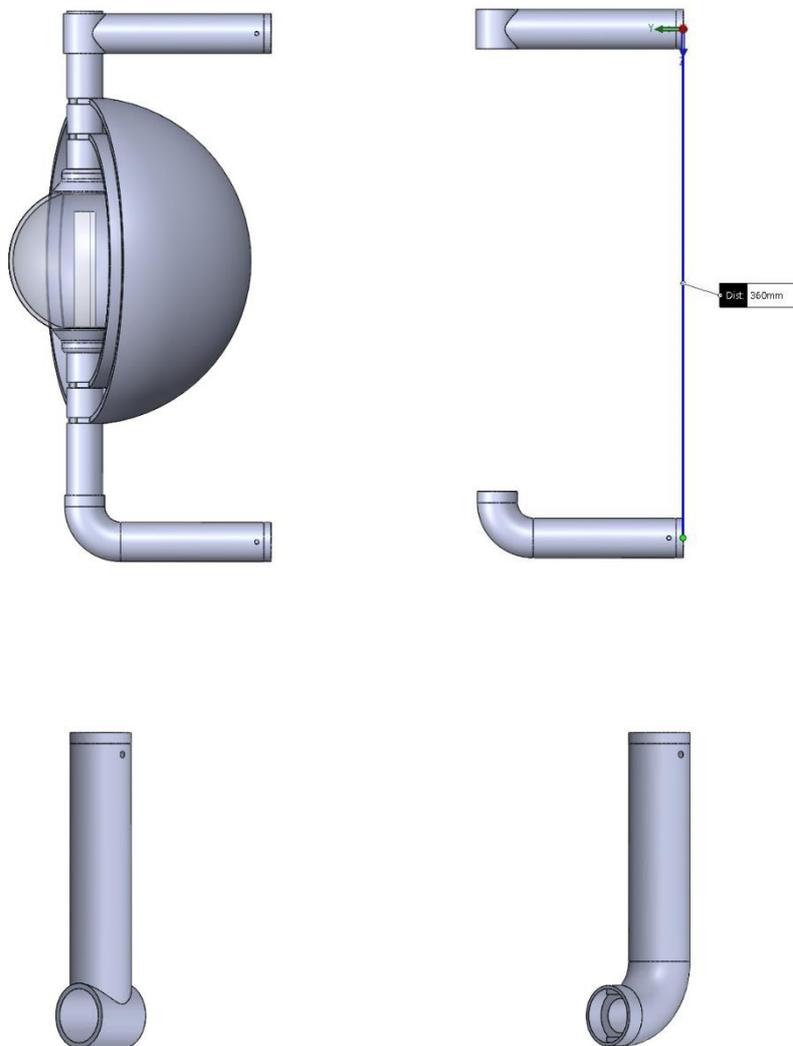


Imagen 48. Adaptador pared/techo

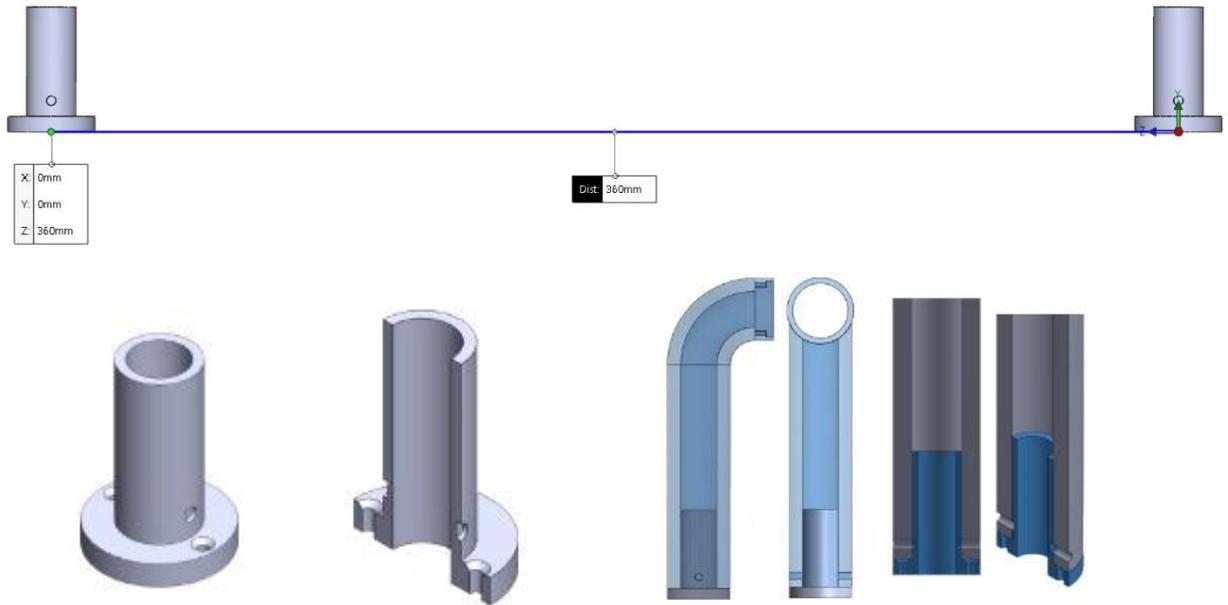


Imagen 49. Fijadores de pared/techo (detalle)

9.4.3 DE PIE: Este adaptador se compone de un único elemento formado por la soldadura de varios componentes. Una tubería levemente cónica que termina en una base, además de otra soldada en la parte superior con forma de C que servirá como apoyo de nuestro corazón. Todo el cableado irá por el interior de la tubería y saldrá por la base del conjunto, dispondrá de un interruptor de pie y el enchufe para conectarla a la corriente. Gracias a esta estructura nuestra luminaria será ahora un elemento móvil que nos puede recordar a una farola, dando así otra forma de uso a nuestro diseño.



Imagen 50. Adaptador de pie

Para resumir los componentes del producto, se puede ver a continuación todos los elementos que la componen, así como unas medidas orientativas (las medidas exactas se localizan en el VOL. 5 PLANOS).

Tabla 6. Componentes de la luminaria

COMPONENTE	COMPRADO/FABRICADO	CANTIDAD	DIMENSIONES APROXIMADAS (mm)
Corazón y tulipas modulares			
Barra cableado	Fabricado	1	120x25
Barra apoyo	Fabricado	1	120x25
Embellecedor	Fabricado	1	100x100
Coronita	Fabricado	2	17x45x45
Clip a presión	Fabricado	4	4x14,5x21
Tulipa grande	Fabricado	1	230x230x116
Tulipa pequeña	Fabricado	1	180x180x91
Bombilla	Comprado	1	-
Casquillo	Comprado	1	-
Cableado	Comprado	1	-
Adaptador mesa			
Tablero de apoyo	Madera de pauwlonia	1	270x250x20
Tablero lateral	Madera de pauwlonia	1	270x355x20
Tablero cableado	Madera de pauwlonia	1	270x250x20
Tapa cableado	Madera de pauwlonia	1	270x24x5
Tapón de madera	Madera de pauwlonia	1	25x25x5
Adaptador pared/techo			
Enganche cableado	Acero	1	150x30x28
Enganche apoyo	Acero	1	150x28x28
Fijador pared/techo	Acero	2	40x28x28
Tapón	Acero	1	25x25x5
Adaptador de pie			
Base	Acero	1	250x250x25
Barra principal	Acero	1	1400x28x28
Elemento en C	Acero	1	365x27x183
Tapón	Acero	1	25x25x5

10. MATERIALES

En el proceso de selección de los materiales hemos tenido en cuenta los requisitos redactados en apartados anteriores. Y aunque, por ejemplo, se priorizará un buen funcionamiento, la estética y resistencia del material por encima de su peso o su coste, buscaremos aquellos que nos proporcionen la mejor balanza calidad-precio.

Nuestra luminaria se compone por muchos elementos muy diferentes puesto que muchos son intercambiables, por lo que el abanico de materiales será amplio.

Comenzaremos hablando de todas las estructuras metálicas compuestas por tuberías: Barra de cableado, barra de apoyo y los adaptadores de pie, pared y techo.

Para todos estos componentes buscamos un material rígido, resistente y estable, que no se deteriore fácilmente y que nos dé la oportunidad de realizar diferentes acabados. Comparando los diferentes metales (se puede observar todo el estudio realizado en el VOL 3. ANEXOS, 1.1), finalmente nos decantamos por el acero.

Este metal destaca por su durabilidad, tenacidad, buena resistencia a fluencia y a tracción. Con una densidad de 7.85 g/cm^3 se puede considerar como ligero. Su módulo de Young es de 210 GPa. A la hora de trabajarlo para realizar el adaptador de pie es perfecto puesto que se suelda con gran facilidad. Como extra, apuntaremos que puede ser reciclado. También es importante comentar que se le realizará un cromado para protegerlo de la corrosión y es por esto que no hemos precisado de un acero inoxidable que nos encarecería el presupuesto.

Existe otro elemento metálico que no hemos comentado anteriormente que son las coronitas. Esta pieza precisa ser trabajada por moldeo y es por ello que se ha seleccionado el latón. Su capacidad de fundirse cuantas veces sea necesario sin perder sus propiedades fue lo que nos hizo decantarnos por él.

El embellecedor (esfera que recubre nuestra bombilla, centro del corazón) debe de ser capaz de ocultar lo que contiene en su interior, pero a la vez dejar pasar la luz a través de él.

Determinamos que los materiales más afines a lo que buscamos son el vidrio grabado al ácido y algún plástico de los estudiados en el VOL.3 ANEXOS, 1.2. A simple vista se puede intuir que realizar este componente de vidrio será más caro y frágil, pero con un resultado más vistoso, mientras que, si nos fijamos en los distintos plásticos, encontraremos un resultado con mayor resistencia a golpes y un precio más económico. Valorando todo esto, y en vista de que visualmente no se aprecia una diferencia estética demasiado notoria, nos hemos decantado por la utilización de plásticos tanto en la gama estándar como en la infantil. Decantarse por un plástico u otro ha sido complicado, pero después de estudiar las posibilidades y dudar entre el plástico POM y el polietileno, nos fijamos en los que se encuentran en el mercado y observamos los buenos resultados que consiguen los de polietileno. Como ya comentamos en la posibilidad de lanzar una gama más lujosa, se podría emplear para esta el vidrio grabado al ácido.

En nuestro adaptador de mesa, utilizaremos madera. Buscamos una madera ligera y resistente, que sea fácil de trabajar. Encontramos la madera de Paulownia o Kiri, muy utilizada actualmente en el mundo de la automoción para camperizado puesto que resulta fácil trabajarla debido, entre otras cosas, a su fibra recta y ligereza. Su color claro o pálido con tonalidades rosadas y su ausencia de nudos le hacen verse elegante y fina. Tiene muy buena resistencia en relación con su peso, la densidad de la Paulownia es de 270 kg/m^3 . Destacaremos algunas de sus propiedades mecánicas:

- Resistencia a la compresión: 211 kg/cm^2
- Resistencia a flexión estática: 440 kg/cm^2
- Módulo de elasticidad: 44.600 kg/cm^2

Todos los componentes del adaptador serán de esta madera: tablero de cableado, tablero lateral, tablero de apoyo, tapa cableado y tapón.



Imagen 51. Adaptador de mesa

Se puede observar todo el proceso de estudio de maderas en el VOL. 3 ANEXOS, 1.3.

Continuamos hablando del clip a presión, para este elemento precisamos un material que tenga un tacto que ofrezca rozamiento con el contacto a las barras, y también que sea en cierto grado maleable, para poder “abrirlo” un poco e introducirlo a modo de abrazadera alrededor de las ranuras de nuestras barras. El material seleccionado fue el acrilonitrilo butadieno estireno o ABS. Sus principales características pueden observarse en el VOL.3 ANEXOS, 1.2.1.

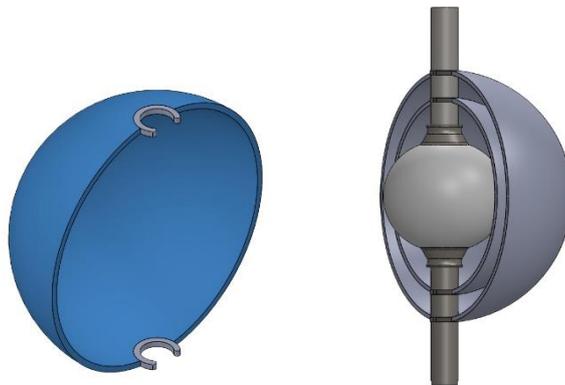


Imagen 52. Funcionamiento del clip a presión

Terminaremos este apartado hablando de las tulipas intercambiables. En el proceso de selección de materiales para estas piezas, que probablemente sean las más complejas de nuestro diseño puesto que deben de ofrecer al usuario la capacidad de modificar tanto la intensidad como la proyección de la luz, hay que diferenciar entre las tulipas pequeñas y las grandes.

Las tulipas pequeñas deben ser completamente opacas, ya que se encargarán de la dirección de la luz. Pueden tener un acabado brillante y de este modo reflejarla por su parte cóncava o ser mate. Los materiales pensados para ello fueron bronce, aluminio, plata... Se valoraron muchas posibilidades puesto que también hay que tener en cuenta la forma de nuestra pieza para saber si podemos o no elaborarla. Las primeras opciones fueron planchas de metal que debíamos

trabajar para darle la forma deseada, pero era un proceso complicado y costoso, además de suponer muchas variantes dependiendo del material seleccionado (diferentes precios, procesos, acabados...).

Es por esto que cambiamos el enfoque y pusimos en el punto de mira los recubrimientos con PVD. Esta innovadora técnica contribuye eficientemente a la reducción de costes y a la mejora de la calidad en el procesado de chapa y plástico. Además de conseguir unos acabados increíbles sobre los plásticos, cosa que es muy interesante ya que el proceso de fabricación de nuestra pieza será más sencillo si trabajamos con este material.

Las opciones finales son: ABS cromado o planchas de latón (para la gama más lujosa). Ambos materiales deberán de ser tratados posteriormente para conseguir los acabados deseados.

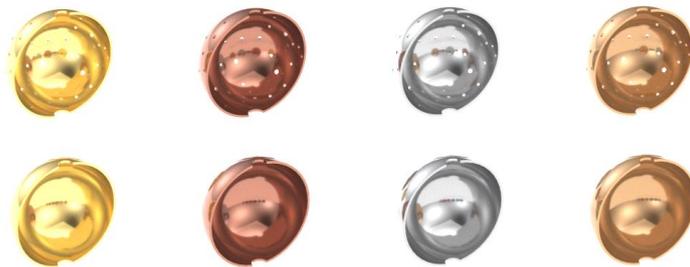


Imagen 53. Diferentes acabados tulipas pequeñas

Para acabar, comentaremos los materiales empleados para las tulipas grandes. Como ya sabemos, estas tulipas deben de ser translúcidas y generar mascas de agua, sombras o cambios de intensidad. Para conseguir este efecto nuestra primera opción fue vidrio soplado, trabajado con diferentes colores y generando dibujos parecidos a los que podemos apreciar en las canicas. Esto fue descartado puesto que, al ser un trabajo artesanal, no es posible su producción en serie y encarecería demasiado nuestro producto. Podría ser estudiado en mayor detalle para la gama de lujo. Después pensamos en trabajar con resina epoxi, muy popular actualmente, dándonos la posibilidad incluso de incluir flores u otros objetos para decorar nuestra tulipa (como podemos observar en la *imagen 54.*).



Imagen 54. Trabajos con resina epoxi

Esta opción también fue desechada por el mismo motivo que la anterior, a pesar de ser más económica, su producción en serie es inviable. Finalizamos decantándonos por la utilización de policarbonato, metacrilato o POM. Tras estudiarlos en detalle y compararlos (VOL.3 ANEXOS, 1.2) escogimos el policarbonato ya que es más resistente y sus propiedades encajan más con lo que buscamos para nuestras tulipas.

Finalmente trataremos nuestra tulipa transparente o levemente colorada con hidroimpresión, para aportarle estas marcas de agua que buscamos y ofrecer el juego con las sombras al dejar pasar la luz por unos lugares más que por otros.



Imagen 55. Diferentes acabados tulipas grandes

A continuación, se puede ampliar la *tabla 6*. añadiendo de manera resumida lo mencionado anteriormente.

Tabla 7. Componentes fabricados y sus materiales

COMPONENTE	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSIONES APROXIMADAS (mm)
Corazón y tulipas modulares			
Barra cableado	Acero	1	120x25
Barra apoyo	Acero	1	120x25
Embellecedor	Polietileno	1	100x100
Coronita	Latón	2	17x45x45
Clip a presión	ABS	4	4x14,5x21
Tulipa grande	Policarbonato (PC)	1	230x230x116
Tulipa pequeña	ABS	1	180x180x91
Adaptador mesa			
Tablero de apoyo	Madera de pauwlonia	1	270x250x20
Tablero lateral	Madera de pauwlonia	1	270x355x20
Tablero cableado	Madera de pauwlonia	1	270x250x20
Tapa cableado	Madera de pauwlonia	1	270x24x5
Tapón de madera	Madera de pauwlonia	1	25x25x5
Adaptador pared/techo			
Enganche cableado	Acero	1	150x30x28
Enganche apoyo	Acero	1	150x28x28
Fijador pared/techo	Acero	2	40x28x28
Tapón	Acero	1	25x25x5
Adaptador de pie			
Base	Acero	1	250x250x25
Barra principal	Acero	1	1400x28x28
Elemento en C	Acero	1	365x27x183
Tapón	Acero	1	25x25x5

11. MÉTODOS DE UNIÓN Y ÚTILES NECESARIOS

En este apartado vamos a indicar los diferentes métodos empleados para unir nuestras piezas, así como otros accesorios utilizados.

Algunas de las piezas que forman el conjunto deben trabajar como si fueran una sola, es por esto que buscaremos un método de unión resistente y firme, capaz de soportar el máximo número de inconvenientes sin dañar las piezas.

- Coronitas y embellecedor: Para esta unión que se encaja manualmente a presión, de latón y polietileno respectivamente, nos hemos decantado por el uso del CT1 para acabar de sellarlo perfectamente. Ha sido seleccionado puesto que los otros adhesivos del mercado o son demasiados agresivos con el plástico y lo dañan, o no tienen la suficiente fuerza para adherirse al metal. Con una fina capa de CT1 adquirido de AMAZON y el ajuste a presión de las coronitas con el embellecedor fijaremos perfectamente nuestros componentes.
- Tulipas modulares y clips a presión: Como hemos comentado anteriormente, las tulipas son intercambiables. Para poder manipularlas de una forma sencilla y cómoda todas ellas estarán unidas a unos “clips a presión” de ABS. Esta unión ha de ser muy resistente y por ello repetiremos el proceso anteriormente mencionado de pegarlas con Pattex Repair Extreme (adquirido también de AMAZON), un pegamento multiusos perfecto para interiores y exteriores. Este adhesivo es compatible con cualquier material, cosa que nos es muy útil ya que las tulipas varían según su gama. Con esto nos aseguramos una unión más fuerte.
- Adaptador de sobremesa: Al tratarse de una unión de maderas, precisaremos de tubillones. Se trata quizá de la forma más común de ensamblar tableros de madera por su proceso rápido y sencillo, pero tras valorar otras opciones que quizá puedan ser más duraderas como el engalletado, hemos decidido optar por la más funcional y económica, ya que de este modo abarataremos los costes y el proceso de fabricación además de conseguir el resultado deseado. Para formar esta unión correctamente necesitaremos los tubillones seleccionados de M3x30mm comprados de ALIEXPRES y un adhesivo. El adhesivo óptimo para la unión de los tablones de madera es cola blanca. El proveedor de este componente será LEROY MERLIN.



Imagen 56. Tubillones y cola

A la hora de anclar el adaptador de pared o techo a la pared, precisaremos de tornillos y prisioneros milimétricos, los seleccionados por sus dimensiones han sido tornillos de cabeza avellanada DIN 7505A, adquiridos del proveedor “RINODRILL” y los prisioneros milimétricos (DIN916) serán obtenidos gracias a “IMPORPERNOS”.



Imagen 57. Tornillo avellanado



Imagen 58. Prisioneros milimétricos

Concluyendo este apartado hablaremos del interruptor. Dependiendo del uso que se le quiera dar a nuestra iluminaria, será o no necesario. Para el caso de pared y techo la instalación eléctrica será interior, por lo que el interruptor podrá ser seleccionado por el consumidor. Mientras que, si opta por los adaptadores de sobremesa y de pie, la lámpara deberá de ser enchufada. Nuestra selección de cableado, enchufe e interruptor son los siguientes.

- Adaptador de pie: Seleccionamos esta casa de proveedores (“CREATIVE CABLES”) puesto que aportaban la elegancia y la versatilidad que buscamos con nuestro producto. Ofertan el conjunto de cableado recubierto por tela, clavija e interruptor de pie, con una amplia gama de colores de cable y tres opciones para la clavija y el interruptor (blanco, la solución más clásica; negro, elegante y vintage; transparente, para dar aún más importancia al cable).

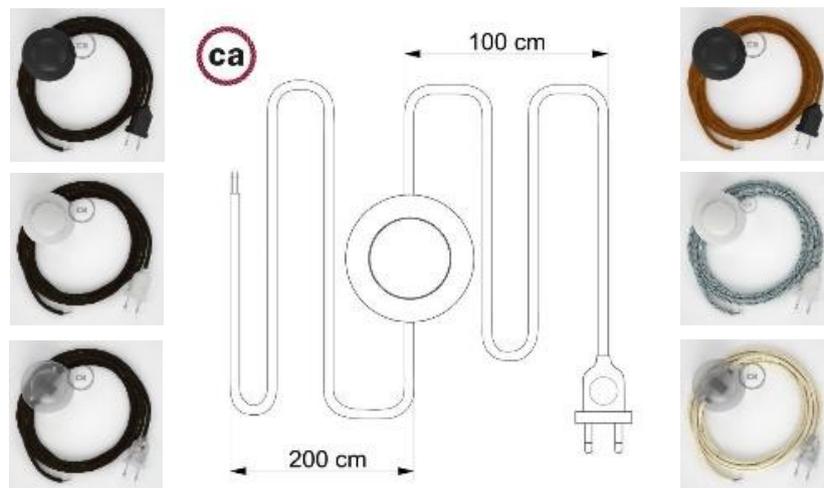


Imagen 59. Clavija, interruptor y cable para adaptador de pie

- Adaptador de mesa: Acudiremos al mismo proveedor para que nos proporcione alternativas tan variadas, y así conseguir que nuestro producto esté al gusto del usuario. La única diferencia será el tipo de interruptor y la longitud del cable (1,8m en este caso), las opciones de colores serán las mismas que las citadas anteriormente (blanco, negro y transparente para la clavija y el interruptor y diversos cables abrazados con telas de todo tipo).



Imagen 60. Clavija, interruptor y cable para adaptador de mesa

12. PROCESOS DE FABRICACIÓN

En este apartado se explicará paso a paso los procesos necesarios para conseguir todas las piezas del conjunto. Para ello hay que tener bien definidas las dimensiones, los materiales y la función que deben desempeñar. Es importante saber que, como la iluminaria cuenta con diferentes gamas, tanto los materiales como algunos procesos no serán iguales. En el VOL 3. ANEXOS, 2. podemos ver un estudio más exhaustivo con tablas útiles para su comparación, y en el VOL.2 PLIEGO DE CONDICIONES, 3. se encuentra explicado paso a paso el método Boothroyd que se ha seguido, para escoger los procesos de fabricación más aptos dependiendo de la geometría de la pieza y el material previamente seleccionado.

Algunas piezas son adquiridas directamente de proveedores.

Subconjunto 1: El corazón

Comenzamos hablando de la barra de apoyo y la barra de cableado. Partiremos el proceso de fabricación con una barra hueca de diámetro exterior 25mm, diámetro interior 16mm y longitud 6m, adquiridas directamente del proveedor INCAFE, mencionado anteriormente.

	Tubo Calibrado BK 55 x 39 x 8 mm			
Medidas Corte	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="button" value="+"/>	
	Tubo Calibrado BK 55 x 37 x 9 mm			
Medidas Corte	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="button" value="+"/>	
	Tubo Calibrado BK 25 x 16 x 4,5 mm			
Medidas Corte	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="button" value="+"/>	
	Tubo Calibrado BK 25 x 15 x 5 mm			
Medidas Corte	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="button" value="+"/>	
	Tubo Calibrado BK 55 x 35 x 10 mm			
Medidas Corte	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="button" value="+"/>	
	Tubo Calibrado BK 25 x 14 x 5,5 mm			
Medidas Corte	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="button" value="+"/>	
	Tubo Calibrado BK 58 x 55 x 1,5 mm			
Medidas Corte	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="button" value="+"/>	
	Tubo Calibrado BK 58 x 54 x 2 mm			
Medidas Corte	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="button" value="+"/>	

Imagen 61. Catálogo incafe

Comenzaremos tronzando esta pieza hasta tener barras de 120mm de longitud. A continuación, trabajaremos en el torno, dónde precisaremos de lunetas para un agarre correcto de nuestra pieza. Los procesos realizados serán:

- Roscado
- Ranurado

Una vez tenemos nuestra pieza con las dimensiones deseadas debemos pulirla y para conseguir el acabado deseado precisaremos de un cromado.



Imagen 62. Acabados barras (acero cromado)

Para hacer las muescas anti giro de la barra de cableado utilizaremos una fresadora frontal.

Para trabajar las coronitas se valoró la posibilidad de realizarlas mediante mecanizado con una máquina herramienta, partiendo de un bruto y dándole la forma deseada mediante diferentes procesos, pero su forma es tan complicada que, finalmente, se optó por un moldeo. Puesto que es una de las piezas comunes para todas nuestras opciones, se dará mucho uso al molde y será rentable. En dicho molde no sestará la rosca, por lo que una vez finalizada la pieza se trabajará en el torno para realizársela.

El embellecedor tendrá el mismo proceso de fabricación a pesar de estar formado por diferentes materiales dependiendo de la gama. Si hablamos de vidrio grabado al ácido nos referiremos a la gama de lujo y será trabajado por inyección y soplado, mientras que si se trata de polietileno de baja intensidad comprenderá a la gama estándar e infantil, también trabajado por soplado.

Subconjunto 2: Tulipas intercambiables

El clip a presión será de **Acrlonitrilo butadieno estireno o ABS** y serán fabricados por moldeo.

Para hablar del proceso de fabricación de nuestras tulipas vamos a tener que diferenciar entre tamaños y gamas. Aunque vayamos a utilizar materiales diferentes, hay algo que será común para todas las gamas, buscamos que la tulipa de menor radio sea opaca y la de mayor radio sea transparente o traslúcida con marcas de agua.

- Gama estándar:

Para la elaboración de la tulipa grande partiremos comentando que el policarbonato puede ser transparente o con un tono de color y lo trabajaremos con moldeo por inyección. De este modo conseguimos nuestra tulipa grande. Finalmente, para conseguir un acabado con marcas de agua, someteremos nuestra pieza a hydro dipping, con diferentes patrones de colores y formas abstractas serán las encargadas de dar personalidad a cada tulipa y dejar pasar más o menos la luz (como se puede observar en el último de los ejemplos de la imagen 63. Ejemplos de hydro dipping).



Imagen 63. Ejemplos de hydro dipping

Para la tulipa pequeña utilizaremos un molde de las dimensiones correspondientes y lo llenaremos con el plástico seleccionado (ABS), una vez esté listo procederemos a realizarle un recubrimiento de PVD, consiguiendo diferentes acabados metalizados (*imagen 64. Gama de acabados con recubrimiento PVD*). Estas podrán o no ser troqueladas para dejar pasar puntos de luz.

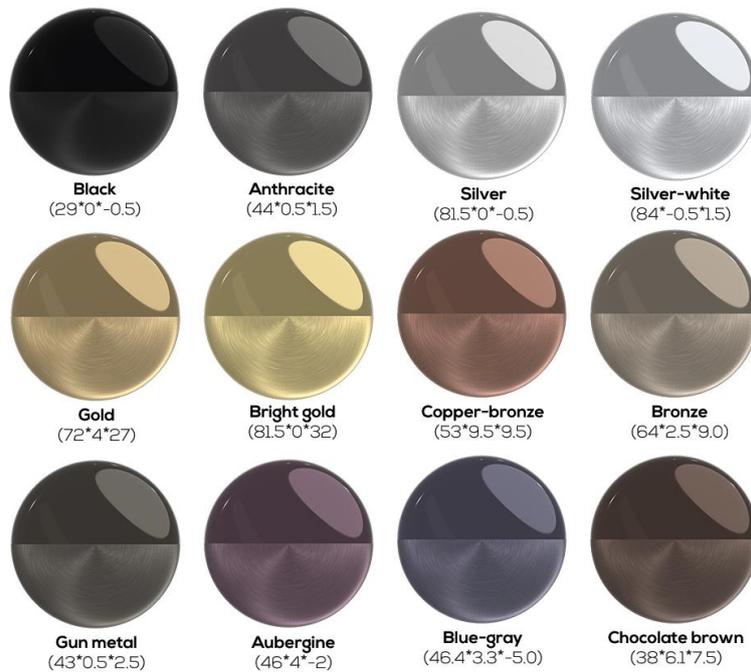


Imagen 64. Gama de acabados con recubrimiento PVD

- Gama infantil:

En esta gama encontramos dos diferencias, la primera sería en la hidroimpresión de las tulipas más grandes. En este caso el diseño será de objetos concretos como nubes, cohetes, astronautas, galaxias... Mientras que en la tulipa más pequeña podemos encontrar otro tipo de troquelado con formas de estrellas y aportar un toque con más fantasía.

- Gama de lujo:

Si hablamos de la tulipa pequeña, utilizaremos planchas de latón y, para conseguir la forma deseada, tenemos dos opciones; o mediante embutición o repujado. Este segundo método iba a

ser descartado puesto que es funcional únicamente para tiradas pequeñas, pero como esta gama es más exclusiva puede ser una buena solución. Se comenzará utilizando el repujado y dependiendo de cómo funcione el producto y de la demanda de esta gama se puede estudiar el cambio de proceso por la embutición.

La tulipa grande llevará un proceso de fabricación similar al que se realiza para obtener canicas. Será muy exclusivo puesto que es artesano y no habrá muchas unidades. Hay que valorar la precisión que han de tener los artesanos y el tiempo que se le ha de dedicar a cada tulipa. Estamos hablando de un proceso de vidrio soplado.



Imagen 65. Proceso de vidrio soplado

Adaptadores

Nuestro adaptador de mesa dispone de diferentes componentes, todos ellos de madera de Paulownia. Partiremos de tablas de 900x270x20mm adquiridas de "IPAULOWNIA", proveedor que suministra tableros a medida. Comenzaremos el mecanizado de la madera cortando 20mm a lo largo del tablero, dejando así uno más grande de 900x250x20mm y uno de 900x20x20mm que nos servirá para conseguir la tapa de cableado. Seguidamente, deberemos cortar el tablero de mayor tamaño (900x250x20mm) en cuatro partes, una de longitud 355mm, dos de 270mm y nos quedará una sobrante de 5mm. Para obtener estas dimensiones realizaremos un proceso de serrado donde se empleará una sierra de disco.

- Tablero de apoyo:

Partiendo del tablero de longitud 270x270x20mm, comenzaremos realizando un corte con una sierra de ingletes eléctrica en uno de sus extremos. Sobre la cara conseguida, trabajaremos con un taladrador de columna, buscamos mecanizar tres taladros. Se realizarán agujeros guía con una broca de 2mm, una vez realizado este paso para asegurar que no se dilate y rompa nuestra madera, procedemos a retaladrar la pieza, pero esta vez con una broca de 6mm para introducir los tubillones.

Para finalizar con el mecanizado de esta pieza, debemos realizarle un agujero pasante. Para ello nos ayudaremos de una broca de corona de 25mm de diámetro. Para asegurar la correcta localización del agujero es importante hacer un centrado primero. Con esto, ya tendríamos nuestro tablero de apoyo listo.

- Tablero lateral:

Partiendo del tablero de longitud 355x270x20mm realizaremos el mismo proceso que el comentado anteriormente de corte a inglete y taladrado, pero, esta vez, en ambos extremos de la pieza. En uno de sus extremos deberemos realizarle un ranurado con una fresadora frontal que nos servirá como guía de entrada o salida para la tapa de cableado.

- Tablero de cableado:

Partiendo del tablero de longitud 270x270x20mm nos encontramos ante el tablero con mayor número de procesos de fabricación, puesto que además de los procesos comentados en las piezas anteriores, debemos realizarle tanto un ranurado para la tapa del cableado como las muescas antigiro para que encaje la barra de cableado. Comenzaremos hablando de aquello que se repite en el resto de tableros. Un corte a inglete en uno de sus extremos y un taladrado serán necesarios para la correcta unión entre piezas. En esta ocasión el agujero de 25mm de diámetro no es pasante, por lo que no podemos trabajar como en el tablero de apoyo. Utilizaremos una fresadora para realizar el agujero ciego, dejando dos pequeñas muescas para evitar el giro de la barra de cableado. También se empleará una fresa capaz de realizar un ranurado en forma de T, para hacer la guía para que deslice la tapa del cableado.

- Tapa de cableado:

Para esta pieza emplearemos el tablero que hemos cortado inicialmente de 900x20x20mm y lo mecanizamos con la sierra de disco hasta conseguir una pieza de 270x20x20mm, a partir de aquí, trabajaremos con una fresadora. Continuaremos realizando un ranurado periférico de una ranura de fondo cóncavo a lo largo de una de sus caras. Para continuar, debemos dar la vuelta a nuestra pieza y por la cara opuesta al ranurado mecanizaremos dos “escalones” a sus laterales con un fresado combinado preferentemente periférico.

- Tapón:

Este elemento, común en todos los adaptadores, pero de diferentes materiales, será trabajado con el torno puesto que es un elemento de revolución. En este caso partiremos de un bruto de 1000x50x25mm adquirido de nuestro proveedor (en este caso no será un tablero a medida, sino que se encuentra entre los que ofrecen en su catálogo (*imagen 66. catálogo de ipaulownia*)). Para lograr las dimensiones deseadas primero de todo debemos cortarla por la mitad consiguiendo así dos piezas de 100x25x25mm. Enganchamos una de ellas en el torno y le realizamos un cilindrado hasta lograr un diámetro de 24mm. Seguidamente, en su extremo, podemos realizar otro cilindrado hasta obtener un diámetro menor de 20mm a lo largo de 3mm. Para finalizar realizamos el tronzado a una distancia de 5mm del extremo y ya tendríamos nuestra pieza. Repitiendo estos dos últimos pasos podemos conseguir hasta 200 tapones de una mitad de bruto.

MADERA DE PAULOWNIA -ORIGEN ESPAÑA							
REF.	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	GROSOR (mm)	UNIDADES EN PACK	EN BRUTO €	CEPILLADO €	PESO PAQUETE EN SECO
203	1000	100	20 mm	10	34,00 €	52,50 €	5,6 Kg
204	1000	120	20 mm	10	40,80 €	61,00 €	6,7 Kg
205	1000	150	20 mm	10	51,00 €	73,75 €	8,4 Kg
206	1500	50	20 mm	10	34,38 €	55,47 €	4,2 Kg
207	1500	75	20 mm	10	41,25 €	63,52 €	6,3 Kg
208	1500	100	20 mm	10	51,00 €	78,75 €	8,4 Kg
209	1500	120	20 mm	10	61,20 €	91,50 €	10,1 Kg
210	1500	150	20 mm	10	76,50 €	110,63 €	12,6 Kg
211	2000	50	20 mm	10	45,31 €	73,44 €	5,6 Kg
212	2000	75	20 mm	10	54,22 €	83,91 €	8,4 Kg
213	2000	100	20 mm	10	68,00 €	105,00 €	11,2 Kg
214	2000	120	20 mm	10	81,60 €	122,00 €	13,4 Kg
215	2500	50	20 mm	10	56,25 €	91,41 €	7,0 Kg
216	2500	75	20 mm	10	67,19 €	104,69 €	10,5 Kg
217	2500	100	20 mm	10	85,00 €	131,25 €	14,0 Kg
218	2500	120	20 mm	10	102,00 €	152,50 €	16,8 Kg
219	3000	50	20 mm	10	67,19 €	109,38 €	8,4 Kg
220	3000	75	20 mm	10	80,16 €	125,63 €	12,6 Kg
221	3000	100	20 mm	10	102,00 €	157,50 €	16,8 Kg
222	3000	120	20 mm	10	122,40 €	183,00 €	20,2 Kg
223	1000	50	25 mm	10	25,70 €	39,77 €	3,5 Kg
224	1000	75	25 mm	10	31,52 €	46,37 €	5,3 Kg
225	1000	100	25 mm	10	37,50 €	55,00 €	7,0 Kg
226	1000	120	25 mm	10	45,00 €	64,00 €	8,4 Kg
227	1000	150	25 mm	10	56,25 €	77,50 €	10,5 Kg
228	1500	50	25 mm	10	37,58 €	58,67 €	5,3 Kg
229	1500	75	25 mm	10	45,82 €	68,09 €	7,9 Kg
230	1500	100	25 mm	10	56,25 €	82,50 €	10,5 Kg
231	1500	120	25 mm	10	67,50 €	96,00 €	12,6 Kg
232	1500	150	25 mm	10	84,38 €	116,25 €	15,8 Kg
233	2000	50	25 mm	10	49,45 €	77,58 €	7,0 Kg
234	2000	75	25 mm	10	60,12 €	89,80 €	10,5 Kg
235	2000	100	25 mm	10	75,00 €	110,00 €	14,0 Kg
236	2000	120	25 mm	10	90,00 €	128,00 €	16,8 Kg
237	2500	50	25 mm	10	61,33 €	96,48 €	8,8 Kg

Imagen 66. Catálogo de ipaulownia

Si miramos el proceso de fabricación del adaptador de pie observamos que trabajamos con acero. Para la elaboración de éste, pediremos diferentes barras y bloques a nuestro proveedor “INCAFE” para poder trabajar sus partes de manera independiente.

- Base:

Nos encontramos ante la única pieza de acero que no es mecanizada. A pesar de que fue nuestra primera opción, la dificultad para encontrar brutos del tamaño necesarios hicieron descartar esa opción y buscar otro proceso de fabricación capaz de producir correctamente la geometría que se busca. Será tratada por forjado, donde se busca calentar el acero para nuestro material, volviéndose dúctil y maleable, para poder modelarlo mediante presión.

- Barra principal:

Partiendo de una barra de 28 y 16mm de diámetro exterior e interior respectivamente y una longitud de 6000mm, iniciaremos a trabajarla obteniendo barras de longitud 1400mm. Utilizaremos una fresadora frontal para mecanizar uno de sus extremos y mediante un planeado seguido de un fresado combinado para crear las muescas antigiro obtendremos nuestra pieza.

- Elemento en C:

Este será el único elemento que no será cilíndrico, consiste en una barra maciza obtenida del proveedor "SWISS FITTINGS" de dimensiones 30x30x3000mm. Se busca sus dimensiones finales sean de 27x15x575mm por lo que se procede a mecanizarla. Primero se cortará cada 575mm, dando lugar a 5 barras útiles. Seguidamente, trabajando una de esas barras conseguidas previamente, se busca lograr el siguiente dimensionado: 27x30x575mm, dejándonos un retal sobrante que tendremos que desechar. Acabando con el proceso de mecanizado con la sierra de cinta, cortaremos la pieza por la mitad obteniendo así dos elementos de 27x15x575mm, las dimensiones exactas de la pieza final. Se deberá realizar un agujero pasante a ambos lados del rectángulo, uno de ellos completo y el otro deberá ser un semicírculo para soldarlo a la barra principal. Una vez se encuentre la pieza con las medidas deseadas, se doblará hasta alcanzar un radio de 183mm. Es imprescindible que ambos taladrados (el que se aprecia como un círculo completo y el semicircular) sean perfectamente concéntricos para el correcto funcionamiento de la luminaria. También es importante redondear la pieza con ayuda de la fresadora.

Todos los componentes del adaptador de pie irán soldados, siendo así un único elemento a ojos del consumidor del producto.

En el adaptador de pared/techo volvemos a trabajar con acero. Y podemos diferenciar los procesos de fabricación dependiendo de la parte a la que nos refiramos.

- Sujeción barra cableado:

Volvemos a trabajar con las barras huecas de 28 y 16mm adquiridas al mismo proveedor (INCAFE). Para la parte que unirá esta pieza a nuestra barra de cableado repetiremos el proceso mencionado anteriormente en la barra principal (adaptador de pie). También debemos doblar nuestro tubo por ese mismo extremo un ángulo de 45 °, de manera que los ejes de las circunferencias de ambos extremos se encuentren en perpendicular. Este proceso se realizará con ayuda de una máquina dobladora. Para evitar el giro debemos realizarle dos agujeros pasantes en sus laterales con ayuda de la taladradora y seguidamente realizarle un roscado con un macho de roscar. Este orificio será por el que, alineado con el fijador de pared, introduciremos nuestros prisioneros milimétricos.

- Sujeción barra de apoyo:

En este caso seguiremos utilizando las barras de las mismas dimensiones que las mencionadas anteriormente. Con la taladradora repetiremos el proceso pertinente para el correcto funcionamiento de los prisioneros milimétricos. Después, también con ayuda del taladro, pero en este caso con una sierra de corona, realizamos un agujero pasante en el otro extremo de la barra, que quedará como un semicírculo, aquí se solará un recorte de nuestra barra.

Para trabajar el "recorte" que hemos comentado, primero realizaremos un mandrinado para agrandar el agujero interior de 16mm a 25mm, seguidamente, tronzamos la pieza consiguiendo un recorte de las siguientes dimensiones: 28mm de longitud, 28mm de diámetro exterior y 25mm de diámetro interior. Todas estas operaciones serán realizadas en el torno. Ya sólo nos queda soldar ambas piezas y así tendremos lista nuestra sujeción de barra de apoyo.

- Fijador de pared:

Para este elemento precisamos una barra de diámetro exterior 28mm y 12 de diámetro interior. La trabajaremos en el torno para realizarle un cilindrado hasta alcanzar un diámetro de 16mm.

Se podrá proceder a tronzar a la longitud indicada y tendremos una pieza de revolución en forma de T. Para acabarla, le realizaremos cuatro taladrados, dos pasantes en la base y dos ciegos en los laterales. Estos últimos deben de tener una rosca (realizada con un macho de roscar).

Para ambos adaptadores (de pared/techo y de pie) utilizaremos el mismo tapón de acero, para conseguirlo realizaremos el mismo trabajo en el torno que hemos redactado en el apartado de adaptador de mesa (partiendo de una barra de 24mm de diámetro de INCAFE, realizamos un cilindrado hasta conseguir un diámetro de 20mm, seguido de un tronzado a una distancia de 5mm), pero con el material correspondiente para estos adaptadores.

Tabla 8. Componentes fabricados con sus procesos

COMPONENTE	MATERIAL	CANTIDAD	PROCESO DE FABRICACIÓN	DIMENSIONES APROXIMADAS (mm)
Corazón y tulipas modulares				
Barra cableado	Acero	1	Mecanizado	120x25
Barra apoyo	Acero	1	Mecanizado	120x25
Embellecedor	Polietileno	1	Soplado por inyección	100x100
Coronita	Latón	2	Moldeo por inyección	17x45x45
Clip a presión	ABS	4	Moldeo por inyección	4x14,5x21
Tulipa grande	Policarbonato (PC)	1	Moldeo por inyección	230x230x116
Tulipa pequeña	ABS	1	Moldeo por inyección	180x180x91
Adaptador mesa				
Tablero de apoyo	Madera de pauwlonia	1	Mecanizado	270x250x20
Tablero lateral	Madera de pauwlonia	1	Mecanizado	270x355x20
Tablero cableado	Madera de pauwlonia	1	Mecanizado	270x250x20
Tapa cableado	Madera de pauwlonia	1	Mecanizado	270x24x5
Tapón de madera	Madera de pauwlonia	1	Mecanizado	25x25x5
Adaptador pared/techo				
Enganche cableado	Acero	1	Mecanizado	150x30x28
Enganche apoyo	Acero	1	Mecanizado	150x28x28
Fijador pared/techo	Acero	2	Mecanizado	40x28x28
Tapón	Acero	1	Mecanizado	25x25x5
Adaptador de pie				
Base	Acero	1	Forja por estampa	250x250x25
Barra principal	Acero	1	Mecanizado	1400x28x28
Elemento en C	Acero	1	Mecanizado	365x27x183
Tapón	Acero	1	Mecanizado	25x25x5

13. MONTAJE

Cabe destacar que una parte del montaje será en fábrica, mientras que la otra será realizada por el usuario. Comenzaremos comentando los subconjuntos montados previamente, y de este modo a la hora de indicar los pasos que debe seguir el usuario tener claro el proceso.

13.1 MONTAJE EN FÁBRICA

Existen algunos elementos que han debido de ser unidos previamente, como por ejemplo ambas coronitas a cada extremo del embellecedor. Cuando el producto llegue al usuario esto debe ser ya una única pieza. Como se ha comentado anteriormente, estas piezas encajan a presión y se ha utilizado un pegamento para reforzar la unión.



Imagen 67. Subconjunto embellecedor y coronitas

El casquillo portabombillas también debe estar introducido y fijado a la barra de cableado.

Para el adaptador de mesa, se han debido de unir los tres tableros que lo componen mediante tubillones encolados.

Con todo esto realizado antes de hacer llegar el producto a nuestro cliente, tendremos todo listo para un correcto montaje.

13.2 MONTAJE DEL USUARIO

Como bien sabemos, nuestra luminaria se compone por un subconjunto común en todos los modelos, el corazón, un par de tulipas intercambiables al gusto del comprador y un adaptador que nos permite situar nuestra lámpara en diferentes espacios y posiciones.

Es por esto que dependiendo del adaptador seleccionado el montaje será de una forma u otra, pero siempre siguiendo la misma mecánica para que sea sencillo y disminuir al máximo el tiempo de montaje.

Todo adaptador tiene dos sujeciones de barras, una para el cableado y la otra de apoyo. Se puede distinguir fácilmente porque la entrada de la barra de cableado tiene dos pequeños salientes que evitarán el giro. Una vez identificada deberemos introducir en ella nuestra barra de cableado hasta que haga tope.

Seguidamente observaremos que en el extremo opuesto de la barra de cableado sobresale el casquillo donde podremos enroscar nuestra bombilla.

Con la bombilla correctamente conectada, cogeremos el subconjunto de embellecedor con sus dos coronitas y con cuidado de no romper la bombilla buscamos enroscarlo a la barra de cableado.

Para continuar, deberemos roscar la barra de apoyo a la coronita que queda, para llegar a ella debemos atravesar el agujero concéntrico que se puede ver en el adaptador seleccionado (la sujeción de barra de apoyo) hasta alcanzar la rosca.

Para finalizar, dispondremos de un tapón que introduciremos en la barra de apoyo a presión. Además de tener una función estética importante, también evita que salga la luz, es por esto que es imprescindible.



Imagen 68. Montaje para el adaptador de pie

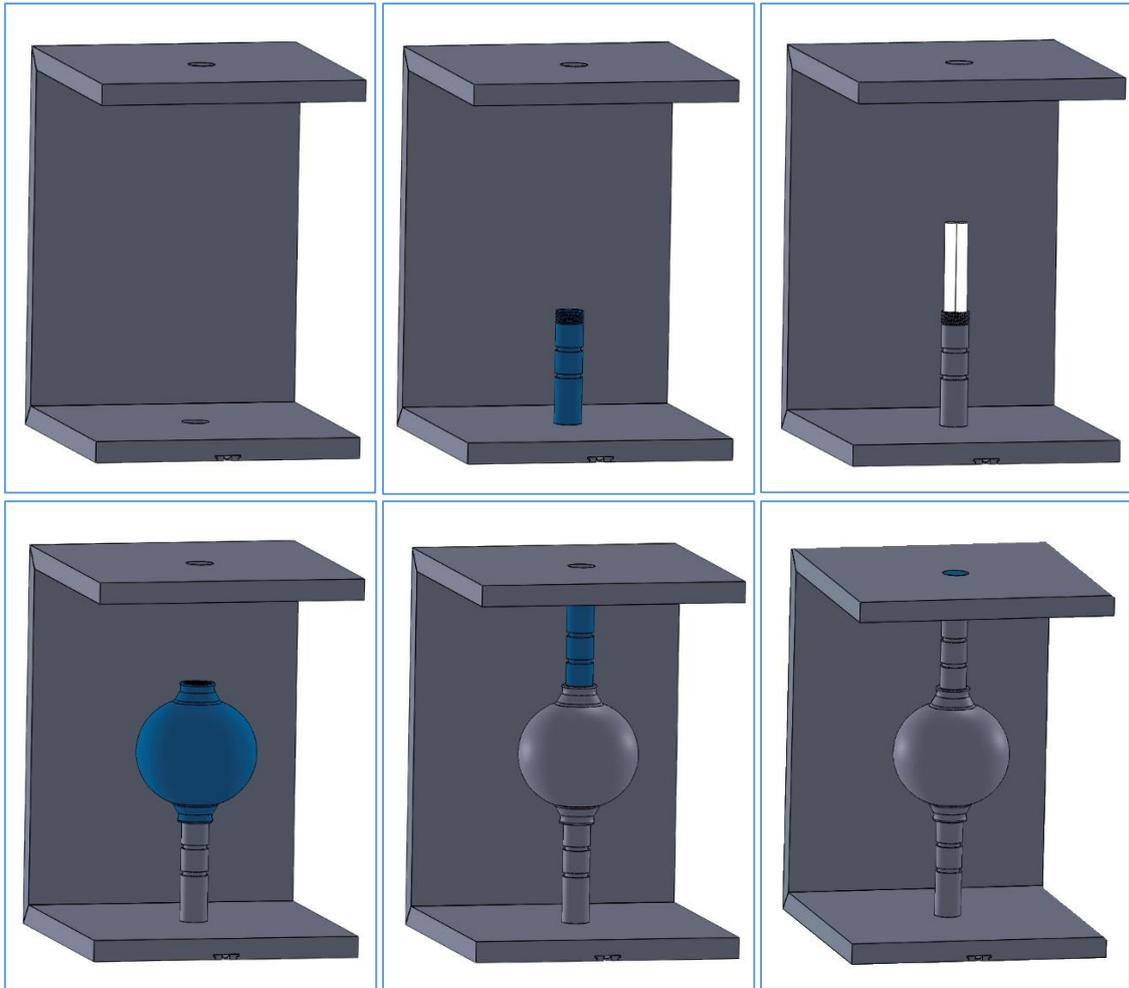


Imagen 69. Montaje para el adaptador de mesa

Ahora bien, si el usuario está realizando el montaje del adaptador de mesa o el de pie, únicamente le faltaría escoger que tulipas quiere ponerle en esta ocasión, engancharlas a presión y enchufar la lámpara a la corriente. Pero, ¿en qué se diferencia el montaje de la lámpara de pared-techo?

Para este adaptador, al ser fijo, debemos escoger el lugar donde deseas tener la luminaria. Una vez seleccionado debes anclar las sujeciones de barras a la pared a una distancia concreta (360mm para ser exactos), esta distancia es muy importante porque si te excedes la lámpara puede no tener un buen equilibrio y caerse o, por el contrario, si te quedas corto, puede que la tulipa choque contra esta sujeción impidiéndole el giro (*imagen 70. Distancia entre fijadores*).

Para anclarlo a la pared disponemos de dos piezas idénticas, mostradas en la *imagen 71. Fijador pared/techo* que se atornillan a la pared. Como su diámetro es inferior, podrán introducirse por nuestras tuberías y con ayuda de unos prisioneros allen milimétricos que atravesarán ambas una vez haya llegado al tope, evitar el giro.

Con las sujeciones ya fijas en la pared u el techo, el resto de pasos para su correcto montaje son los citados anteriormente para el adaptador de mesa y de pie.

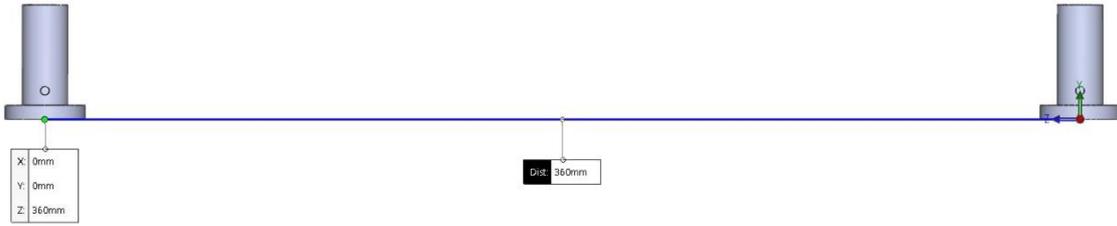


Imagen 70. Distancia entre fijadores

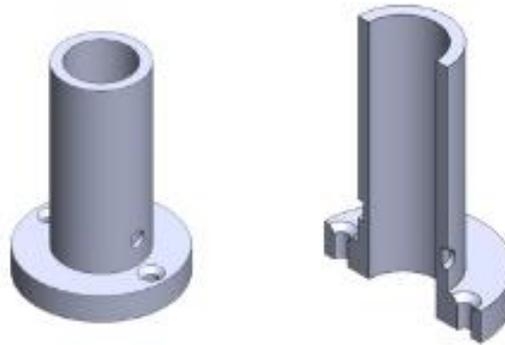


Imagen 71. Fijador pared/techo

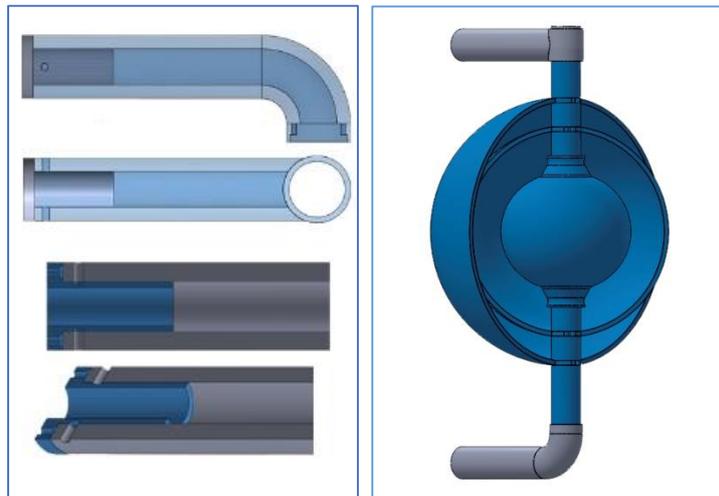


Imagen 72. Montaje para el adaptador de pared

14. IMAGEN CORPORATIVA

En un producto de diseño tan importante es la estética como el primer impacto que va a tener el usuario del mismo. Por ello, precisamos de un logo y un nombre capaz de mostrar la identidad de nuestra luminaria y que refleje el concepto que esperamos transmitir al público. Del mismo modo que la elección del nombre de un bebé requiere un proceso de selección, elegir el logo de un producto es una tarea importante. A continuación, se detallará cómo ha surgido el nuestro.

Empezamos realizando un brainstorming de palabras relacionadas con nuestra lámpara. En este proceso nada es juzgable, cualquier opción puede ser válida y es por eso que no hay que reprimirse. Algunas de ellas fueron:

“Luna, eclipse, sol, estrella, ocultar, cubrir, cáscara, caparazón, menguante, creciente, nublado, perla, anillos, planeta...”

También es muy interesante traducir nuestras palabras en otros idiomas.

Por otro lado, pensamos que lo más indicado sería utilizar letras como la C, la O, la D y la E, puesto que nos dan la oportunidad de jugar con su forma haciéndonos recordar la luminaria, lo que representa una gran baza en su utilización como logo.

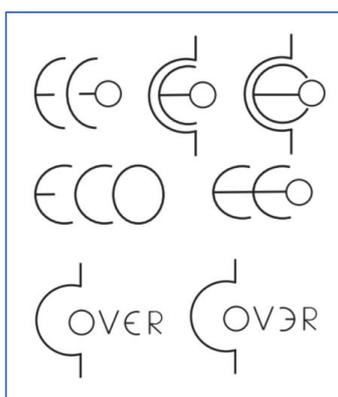


Imagen 73. Bocetos logos I

Nuestra lámpara es un producto elegante, de diseño. Queremos que sea fácil de recordar, pero con clase, buscamos algo sencillo y fino que vaya acorde con la personalidad del producto.

Finalmente, después de ver la traducción de las palabras relacionadas en diversos idiomas encontramos que luna creciente en esperanto se dice *duonluno*. Nos pareció muy apropiado ya que el esperanto refleja una idea de totalidad que se creó con la esperanza de ser utilizado por todos, al igual que nuestra lámpara pretende adaptarse a diferentes tipos de usuario gracias a la versatilidad de sus módulos y soportes. Al instante aparecieron diversos logos con este nombre que mostramos a continuación.

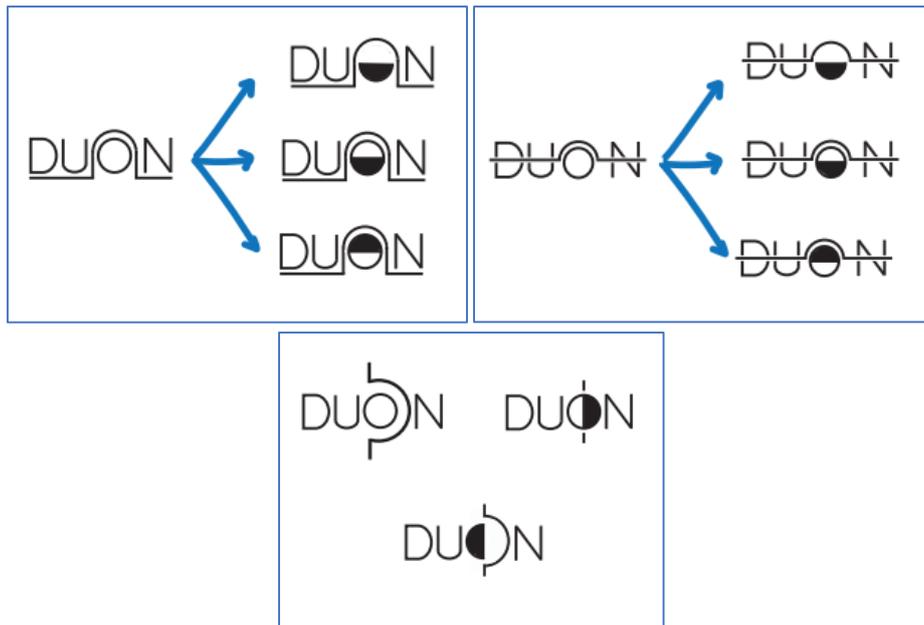


Imagen 74. Bocetos logos II

Finalmente, este fue el logo definitivo. Es sencillo, limpio, legible y con una clara representación de nuestro producto. Cabe destacar que todo el logo está dibujado a mano, no se ha utilizado ninguna tipografía predeterminada.

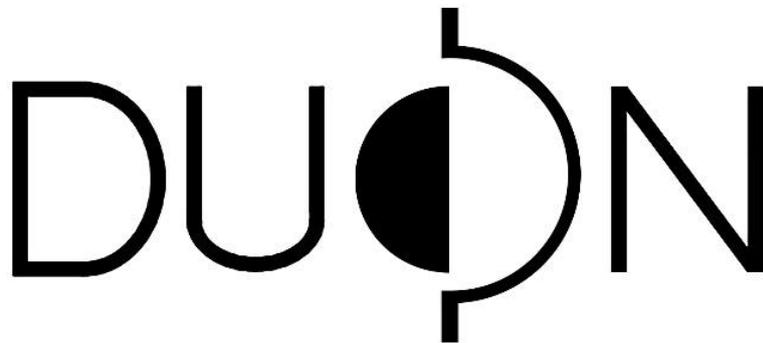


Imagen 75. Logo definitivo

15. PLANIFICACIÓN

En este apartado tendremos en cuenta el tiempo de pedido, de montaje, de fabricación, etc. para el primer año de nuestro producto, con el fin de poder hacer una estimación del tiempo total que llevará la producción de la luminaria. En la siguiente tabla se observa los tiempos que se emplearán en las diferentes etapas a tener en cuenta. Se destaca que es un estudio orientativo.

Tabla 9. Tiempos por etapa

	ETAPA	TIEMPO	ACTIVIDADES PRECEDENTES
A	Pedido de materiales	15 días	-
B	Pedido de componentes comerciales	10 días	-
C	Fabricación de las piezas	5 días	A
D	Montaje en el taller	2 días	A, B

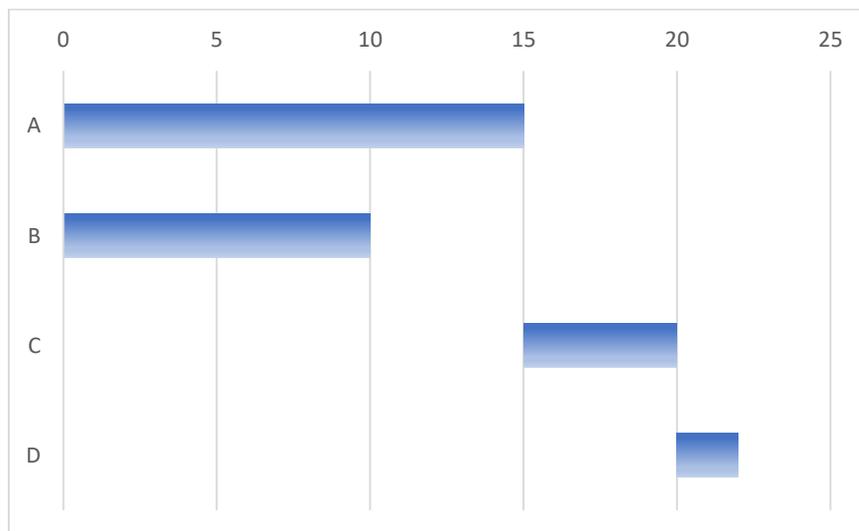
Con estos tiempos por etapa definidos, podemos observar que, si se inicia en el día 0 haciendo los pedidos, hasta pasados 22 no tendremos el producto listo.

Tabla 10. Programación de días

	ETAPA	TIEMPO	DÍA DE INICIO	DÍA FINAL
A	Pedido de materiales	15 días	0	15
B	Pedido de componentes comerciales	10 días	0	10
C	Fabricación de las piezas	5 días	15	20
D	Montaje en el taller	2 días	20	22

Para ilustrar estos datos y que sean más visuales y claros, se realizará un *diagrama de Gantt*, donde se pueden ver enfrentados los días y las etapas.

Tabla 11. Diagrama de Gantt



16. RENDERS DEL PRODUCTO



Imagen 76. DUON sin adaptador



Imagen 77. DUON de mesa



Imagen 78. DUON de pie



Imagen 79. DUON de pared/techo

17. AMBIENTACIONES

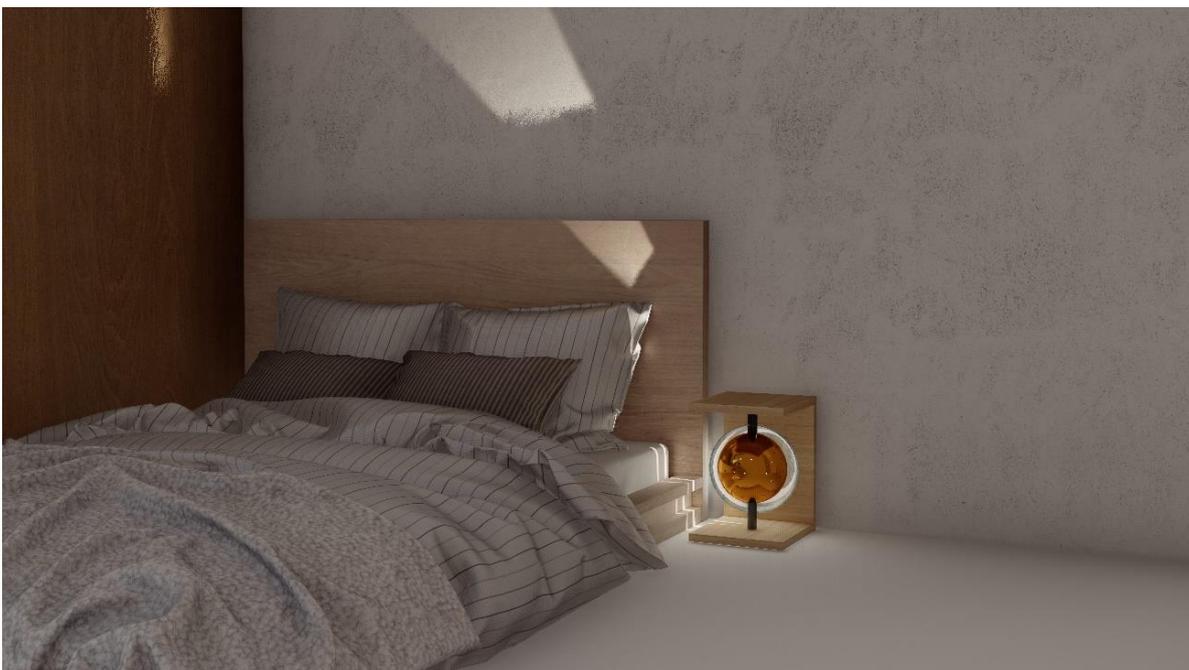


Imagen 80. DUON de mesa en dormitorio



Imagen 81. DUON de mesa como doble altura



Imagen 82. DUON de pie en salón



Imagen 83. DUON de techo



Imagen 84. DUON de techo sobre mesa de comedor



Imagen 85. DUON de pie y de mesa en despacho



Imagen 86. DUON de pie en terraza



Imagen 87. DUON de mesa como doble altura



Imagen 88. DUON de pie en el salón

- <https://regalarteshop.es/las-lamparas/>
- https://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/la-historia-de-la-lampara-y-todo-lo-que-ella-dice-de-nosotros_sOZxFYmBlqscAlAejhH9d7/
- https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_23/ANDRES_A_GIL_1.pdf
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Quinqu%C3%A9>
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lustre_du_salon_Napol%C3%A9on_III_du_palais_de_l%27%C3%89lys%C3%A9.jpg
- <https://generyled.com/evolucion-de-las-bombillas/>
- <https://curiosfera-historia.com/quien-invento-la-bombilla-y-su-historia/>
- <https://www.iessa.mx/historia-la-bombilla/>
- <https://www.lighting.philips.es/consumer/bombillas-fluorescentes-compactas>
- <https://www.tuandco.com/aprendeymejora/tipos-de-bombillas-y-consejos-para-elegir/>
- <https://www.lacasadelalampara.com/tipos-de-bombillas/>
- <https://www.shutterstock.com/es/search/evoluci%C3%B3n+bombillas>
- <https://www.celerlight.com/evolucion-bombillas-incascententes-led/>

Propiedades de los materiales

- <https://www.construmatica.com/construpedia/Acero>
- <https://www.alacero.org/es/page/el-acero/caracteristicas-del-acero>
- <https://www.alacero.org/es/page/el-acero/que-es-el-acero>
- <https://www.totalmateria.com/page.aspx?ID=propiedadesdelacero&LN=ES>
- <https://plasticosferplast.com/wp-content/uploads/2018/11/pmma.pdf>
- <http://www.coplastic.es/resources/uploads/Documentos/34646203.pdf>
- https://www.dmh.at/materials/product/42_pom400/
- <http://www.goodfellow.com/S/Elastomero-de-Silicona.html>
- <http://www.elaplas.es/wp-content/uploads/policarbonato.pdf>
- http://www.soudal.eu/soudalweb/images/products/4195/ID1747_Silicona%20universal_Espa%C3%B1a_Espa%C3%B1ol.pdf
- <https://www.juntasindustriales.com/wp-content/uploads/Ficha%20tecnica%20del%20Polietileno%20PE.pdf>
- <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/large-family>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Poliacetal>
- <https://climalit.es/blog/que-es-pvc-usos/>
- <https://www.mwmaterialsworld.com/blog/como-manipular-el-metacrilato/>
- <https://vinkplastics.es/metacrilato-o-policarbonato-ventajas-e-inconvenientes/>
- <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-luminarias-materiales.php>
- https://nanopdf.com/download/recubrimientos-metalicos-mediante-pvd-recubrimientos-metalicos_pdf
- <https://www.interempresas.net/TTS/Articulos/7658-Recubrimientos-PVD-en-el-procesado-de-chapa-y-plastico.html>
- <https://maderame.com/enciclopedia-madera/paulownia/>
- <https://greemap.es/paulownia/maderas-ligeras/>
- <https://www.steelmart.com.mx/site/?page=category&category=15>
- <https://kuzudecoletaje.es/diferentes-tipos-acero-inoxidable/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Acrilonitrilo_butadieno_estireno
- https://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_vinilo
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Polipropileno>
- <https://www.ensingerplastics.com/es-es/semielaborados/plasticos-de-ingenieria/pom-acetal>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Poliacetal>
- <https://plasticosascaso.es/polietileno/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno>
- [http://www.interempresas.net/Plastico/FeriaVirtual/Producto-Policarbonatos-\(PC\)-Ensinger-TECANAT-110250.html](http://www.interempresas.net/Plastico/FeriaVirtual/Producto-Policarbonatos-(PC)-Ensinger-TECANAT-110250.html)
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Polimetilmetacrilato>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Politetrafluoroetileno>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Silicona>
- <http://www.goodfellow.com/S/Policarbonato.html>
- <http://www.goodfellow.com/S/Polimetacrilato-de-Metilo.html>
- <http://www.goodfellow.com/S/Politetrafluoretileno.html>

- <http://www.goodfellow.com/S/Elastomero-de-Silicona.html>
- [Maderas ligeras - Greemap - Madera de Paulownia](#)
- <https://maderame.com/enciclopedia-madera/balsa/>
- <https://maderame.com/enciclopedia-madera/paulownia/>
- <https://maderame.com/enciclopedia-madera/cedro/>
- <https://maderame.com/enciclopedia-madera/abeto/>
- <https://maderame.com/enciclopedia-madera/pino/>

Procesos de fabricación:

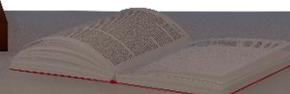
- <https://www.goldn.co.uk/product/glass-primer/>
- <https://www.interempresas.net/TTS/Articulos/7658-Recubrimientos-PVD-en-el-procesado-de-chapa-y-plastico.html>
- <https://www.tonobagno.com/revestimientos-metalizados-en-oro-plata-bronce-platino-etc/>
- https://www.google.com/search?q=inyeccion+soplado&sxsrf=ALeKk01Haf_VB0wGsLs9SNxIHVtmQ8pZyQ:1625813695359&tbn=isch&source=iu&ictx=1&fir=o6yFObT_3_FMmM%252C1BLiVHCRsaD2dM%252C_&vet=1&usq=Al4_-kRFo6smv8TUUM2rTFqK9ryh46obmg&sa=X&ved=2ahUKEwjjkqH-s9XxAhUPlxQKHZ7xAXsQ_h16BAGVEAE#imgsrc=rQ3GqptJGk7roM
- https://www.google.com/search?q=termoconformado+al+vacio&tbn=isch&ved=2ahUKEwiNioyCuNXxAhUJtBQKHvADo0Q2-cCegQIABAA&oq=termoconformado+al+vacio&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAAyAggAMgIADICCAAyAggAMgYIABAFEB4yBggAEAUQHjIGCAAQBRAeMgQIABAYMgQIABAYOGUIABCxAzoECAAQAzoeCAAQZolCAAQsQMogwE6BwgAELEDEENQn7MGWNfUBmCf1wZoAHAAeACAavUAbcJkgECMTaYAQCgAQGgAQtnD3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&scient=img&ei=-fbnYl2uClnoUouBu-gl
- https://www.google.com/search?q=moldeo&sxsrf=ALeKk01iPy8qJpi6DfpwYgVwsOaL5TSLyA:1627721543114&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEw19vqi94zyAhXqAmMBHS0mD50Q_AUoAXoECAIQAw&biw=1536&bih=754
- <https://www.losal.es/proceso-de-fabricacion/>
- <https://www.welser.com/es/produccion/curvar>
- <https://ideasmobiliarioindustrial.es/decoracion/pinturas-y-acabados-mobiliario-hierro/#comment-792>
- https://www.google.com/search?q=embuticion&sxsrf=AOaemvl-TaSMv1_b6VfHPodoshsHc8L8lQ:1631977656015&source=Inms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwjjw497D5ojzAhVPr5UCHXlzDdcQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25
- <https://www.mec-troem.com/es/detalle/84>
- <http://cromadostradusa.es/gamadeacabados/>
- <http://cromadostradusa.es/cromados-acabados-pulidos/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_soplado#Materiales_a_los_que_se_aplica
- <https://www.impresoras3d.com/el-material-de-impresion-abs-y-sus-caracteristicas/>
- <https://www.materials.sandvik/es-es/productos/hot-isostatic-pressed-hip-products/production-process/>
- <https://cortec.es/servicios/fabricacion-de-piezas-de-laton/>
- <https://www.plastico.com/temas/Inyeccion-o-termoformado+122421?pagina=2>
- <https://www.skil.es/instrucciones-paso-a-paso/serrar-ingletes.html>
- <https://impactcoatings.com/decorative/#>
- <https://www.indumarsan.com/adhesivos-para-construccion/#tiposdeadhesivos-para-construccion-segun-su-material>
- https://www.ct1.com/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2020/05/CT1_TRB_Product_Info_sheet_22-05-2020_ES-v.pdf
- <https://www.ct1.com/es/usos-be-los-productos/adhesivo-para-pegar-plastico-con-metal/>
- <https://www.pattex.es/pagina-de-inicio/productos/adhesivos/especialidades/para-el-hogar/pegamento-especialidad-plastico.html>
- <https://dm.henkel-dam.com/is/content/henkel/tds-1479384-es-pattex-especial-plasticos-blister-30gr>
- <https://www.incafe2000.com/Esp/p/TAC30x25>
- <https://accesorios-carpinteria.com/coronas-madera-y-chapa/2141-sierra-de-corona-bi-metal-para-madera-y-chapa-de-25-mm.html>

Proveedores:

- https://es.aliexpress.com/item/32908209214.html?src=google%2Chttps%3A%2F%2Fes.aliexpress.com%2Fitem%2F32908209214.html%3Frandl_currency%3DEUR&src=google&src=google&albch=shopping&acnt=439-079-4345&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&gclsrc=aw.ds&albagn=888888&ds_e_adid=476171223963&ds_e_matchtype=&ds_e_device=c&ds_e_network=u&ds_e_product_group_id=743612850874&

VOL. 2

PLIEGO DE CONDICIONES





ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	83
2.	ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.....	83
2.1	Barra de cableado y barra de apoyo	83
2.2	Coronita.....	84
2.3	Embellecedor	84
2.4	Clip a presión.....	84
2.5	Tulipa grande.....	84
2.6	Tulipa pequeña.....	84
2.7	Tablero de cableado, de apoyo y lateral	84
2.8	Tapa de cableado y tapón (para adaptador de mesa)	84
2.9	Enganche de cableado y enganche de apoyo	85
2.10	Fijador pared/techo	85
2.11	Tapón (adaptador de pared/techo)	85
2.12	Base	85
2.13	Barra principal	85
2.14	Elemento en C	85
2.15	Tapón (adaptador de pie).....	85
3	PROCESOS DE FABRICACIÓN	85
3.1	Método de Boothroyd.....	85
4.	MANTENIMIENTO	96
5.	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	96

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El producto llevado a cabo en este proyecto consiste en una luminaria adaptable a diferentes públicos y espacios capaz de crear distintos ambientes gracias a su montaje modular y sus distintos adaptadores.

Para comprender mejor sus funciones se puede dividir en dos partes, la común para cualquier uso, y la variable.

Toda luminaria para que cumpla su función debe disponer del conjunto llamado “corazón”, que consiste en la bombilla y demás elementos que la sujetan y acoplan y, para poder producir el juego de luces (conseguir mayor o menor intensidad, una luz más directa o de ambiente) las tulipas intercambiables, compuesto por un par de tulipas con sus respectivos clips.

Por otro lado, la parte variable consta de tres adaptadores diferentes capaces de convertir la luminaria en cuatro formatos diferentes (lámpara de pared, de techo, de mesa y de pie).

Las dimensiones generales del producto dependerán del adaptador seleccionado, al igual que el peso y su material dominante.

Tabla P1. Características físicas generales

	Dimensiones generales	Materiales dominantes	Peso total
Elementos comunes (corazón+tulipas intercambiables)	346x230x230mm	Acero, ABS, polietileno, Policarbonato...	
Adaptador de mesa	250x250x355mm	Madera de Pauwlonia	
Adaptador de pie	1700x366x230mm	Acero	
Adaptador de pared/techo	360x150x28mm	Acero	

2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

En este apartado se justificará el motivo por el cual se ha escogido un material u otro para los diferentes elementos que componen nuestra luminaria, teniendo en cuenta las propiedades de los mismos y lo que se espera de cada una de las piezas.

Elementos comunes

2.1 Barra de cableado y barra de apoyo

Para la selección del metal que se iba a emplear en la mayor parte de nuestro producto se realizó un estudio exhaustivo donde la diversidad era tal que fue una decisión difícil. Se precisa de un material resistente, no excesivamente pesado, facilidad para ser soldado y para realizarle diferentes acabados. Estos requisitos acotaron las opciones, pero el que realmente fue decisivo fue que debía ser resistente a la corrosión. Nuestra lámpara tiene diferentes opciones de uso y en dos de sus formas (de pie y de mesa) será un elemento móvil, lo que quiere decir que el usuario puede llevarla a donde desee, tenemos que tener en cuenta que puede ser instalada en terrazas, jardines o exteriores.

2.2 Coronita

Las coronitas son unas piezas con cierto grado de complejidad que suponían un reto tanto para la selección de material como para su proceso de fabricación. Se opta por el uso del latón puesto que es un metal que se comporta muy bien ante la fundición y, con diferentes acabados, podemos conseguir una pieza muy vistosa.

2.3 Embellecedor

Precisamos de un material capaz de ocultar lo que el objeto tiene en su interior, pero al mismo tiempo que deje salir la luz a través de sus paredes. Comparando diferentes opciones que fueron descartadas por ser demasiado caras, frágiles o que no cumplían los requisitos, se escogió el polietileno, venciendo al plástico POM al ver los resultados que ambos ofrecen y que se pueden observar en el mercado.

2.4 Clip a presión

Los clips a presión son una pequeña pieza con una geometría peculiar. Su función es muy importante puesto que son las encargadas de hacer que las tulipas sean intercambiables. También hacen que estas puedan girar sobre el eje y así proyectar la luz en las diferentes direcciones. Para conseguir todo esto su geometría debe ser precisa y el material el indicado para ejercer rozamiento, ser capaz de engancharse a presión... Se escogió el ABS de entre todos los estudiados ya que realizando los cálculos pertinentes teniendo en cuenta sus propiedades físicas cumple con nuestras necesidades y proporciona un correcto funcionamiento.

2.5 Tulipa grande

Estas tulipas deben de ser translúcidas y generar mascas de agua, sombras o cambios de intensidad. Para conseguir este efecto se seleccionó el policarbonato puesto que es mucho más resistente que el resto de opciones tanteadas y cumple todas las características buscadas.

2.6 Tulipa pequeña

Las tulipas pequeñas deben ser completamente opacas, ya que se encargarán de la dirección de la luz. Pueden tener un acabado brillante y de este modo reflejarla por su parte cóncava o ser mate. Después de valorar muchas posibilidades nos dimos cuenta de que era más funcional utilizar un recubrimiento con PVD sobre un plástico resistente, opaco y ligero. Se escogió el ABS sobre los demás puesto que cumple todos los requisitos que se buscan a un precio asequible.

Adaptador de mesa

2.7 Tablero de cableado, de apoyo y lateral

Se buscaba una madera ligera y resistente, que sea fácil de trabajar. La relación resistencia-peso era algo primordial a tener en cuenta en esta selección. Encontramos la madera de Paulownia o Kiri que con su color claro o pálido con tonalidades rosadas y su ausencia de nudos le hacen verse elegante y fina. Tiene muy buena resistencia, la densidad de la Paulownia es de 270 kg/m³.

2.8 Tapa de cableado y tapón (para adaptador de mesa)

Estos elementos tienen una función principal que consiste en impedir el paso de la luz y ocultar el cableado y otros elementos del conjunto que forma el adaptador con el corazón. Es por esto que la elección lógica de material es el mismo que el seleccionado previamente para los componentes del adaptador de mesa, madera de Paulownia.

Adaptador de pared/techo

2.9 Enganche de cableado y enganche de apoyo

Los enganches que tratamos en este punto son útiles tanto para el adaptador de pared como para el de techo. Se utilizarán los mismos elementos. Deben ser elementos rígidos y resistentes, capaces de ser taladrados. Se debe tener en cuenta la posibilidad de estar en exteriores. Es por todo esto que se vuelve a seleccionar el acero. Cabe destacar que se busca utilizar el mismo material en el mayor número de piezas posible de la luminaria para que, a pesar de estar compuesta por diferentes elementos modulares, parezcan una única unidad.

2.10 Fijador pared/techo

Para este elemento se puede utilizar cualquier tipo de metal, que cumpla unos requisitos mínimos obviamente, pero como no va a estar visible se podía escoger entre una variedad enorme. Se optó por seguir utilizando el acero puesto que ya disponemos de un proveedor para el resto de piezas y esto nos facilita la gestión de pedidos.

2.11 Tapón (adaptador de pared/techo)

Al igual que el tapón para el adaptador de mesa, la función del tapón para adaptador de pared/techo es impedir la salida de la luz por la barra de apoyo y ocultar el interior de la luminaria. Se seleccionará como material el acero puesto que buscamos que coincida con el adaptador.

Adaptador de pie

2.12 Base

Para la selección de este elemento, como se ha comentado anteriormente, es importante a nivel estético que sea de acero. Además, es un metal muy resistente a la corrosión, característica importante ya que hay que tener en cuenta que este adaptador es móvil y puede ser utilizado como mobiliario de jardín.

2.13 Barra principal

Al igual que los otros elementos metálicos, este no es una excepción. Utilizaremos acero por su resistencia y su buen comportamiento en exteriores.

2.14 Elemento en C

Al igual que el resto de componentes del adaptador de pie, será de acero, un material que aporta rigidez y que se comporta muy bien ante los procesos de soldadura.

2.15 Tapón (adaptador de pie)

Será exactamente igual que el tapón para el adaptador de pared/techo mencionado anteriormente en el punto 2.11.

3 PROCESOS DE FABRICACIÓN

3.1 Método de Boothroyd

Para seleccionar de una forma conceptual el proceso que se debe utilizar para producir cada pieza de nuestro conjunto hemos utilizado el método Boothroyd. Este tipo de metodología

propone la selección casi simultánea del material y del proceso de fabricación, esta metodología se basa en la compatibilidad del material-proceso y la capacidad de los procesos de fabricación para generar las geometrías deseadas.

Comenzaremos por las tulipas grandes que, como se indicó anteriormente, serán de policarbonato que es un termoplástico.



Imagen P1. Geometría de la tulipa

En primer lugar, se va a comenzar definiendo las especificaciones de atributos de forma.

Tabla P2. Especificaciones de atributos de forma de la tulipa

Depresiones	Sí
Espesor de pared uniforme	Sí
Sección transversal uniforme	Sí
Eje de revolución	Sí
Sección transversal regular	Sí
Cavidades abiertas	No
Cavidades cerradas	No
Sin ángulos de salida	No

Gracias a esta tabla podemos descartar los siguientes procesos y observar los que cumplen con nuestros requisitos.

Tabla P3. Capacidades de proceso de fabricación para la generación de formas

	Depresiones en una dirección	Depresiones en más de una dirección	Paredes con espesor uniforme	Sección transversal uniforme	Eje de revolución	Sección transversal regular	Cavidades abiertas	Cavidades cerradas	Superficies sin ángulos de salida	Consolidación de la pieza	Elementos característicos de alineación	Sistemas de fijación integrados
Moldeo en arena	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	No	4	3	1
Moldeo a la cara postada	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	5	5	2
Moldeo por inyección (metales)	Sí	SP ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	4	5	3
Moldeo por inyección (plásticos)	Sí	SP ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No ^b	No	No	5	5	5
Espumado	Sí	SP ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	4	4	3
Extrusión soplad	Sí	SP ^a	D	No	Sí	Sí	D	No	No	3	4	3
Inyección soplad	Sí	SP ^a	D	No	Sí	Sí	D	No	No	3	4	3
Rotomoldeo	Sí	SP ^a	D	No	Sí	Sí	No ^c	D	No	2	2	1
Extrusión por impacto	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí	3	3	1
Rasacado	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí	3	3	1
Forja con estampa	Sí	SP ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	3	2	1
Pulvermetalurgia	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	3	3	1
Extrusión en caliente	SP ^a	No	Sí	D	Sí	Sí	No	No	Sí	2	2	3
Forja rotacional o radial	No ^c	No	No	No ^c	Sí	Sí	No	No	No	1	1	1
Mecanizado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	2	3	2
Mecanizado mecatrónico	Sí	SP ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	3	4	1
Electroerosión	Sí	SP ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	3	4	1
Electroerosión por hilo	SP ^a	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	2	2	3
Trabajo de la chapa (estampado/doblado)	Sí	Sí	D	Sí	Sí	Sí	No	No	No	4	3	4
Laminación	Sí	SP ^a	D	No	Sí	Sí	No	No	No	3	3	3
Repujado	No	No	D	No	D	No	No ^c	No	No	1	1	1

© Boothroyd et al.

^a Posible a mayor costo.

^b Rebajes poco profundos son posibles sin una penalización significativa en costo.

^c Posible con máquinas y utillajes más especializados, o con operaciones adicionales.

^d Únicamente son posibles finales abiertos y continuos.

Sí = El proceso ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.

No = El proceso NO ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.

D = Las piezas fabricadas con este proceso DEBEN TENER esta característica.

Las letras subrayadas indican que las piezas fabricadas con este proceso son más fáciles de obtener conteniendo esta característica.

Las últimas tres columnas son una valoración referente a la posterior facilidad de montaje, en la escala el 5 se asigna al proceso que es capaz de incorporar el respectivo aspecto.

A continuación, vamos a valorar la compatibilidad de los cuatro procesos obtenidos en la tabla x. mediante la matriz básica de compatibilidad proceso-material, en este caso termoplástico, mostrada en la siguiente tabla. En ella descartamos la forja por estampa y el moldeo por inyección de metales.

Tabla P4. Compatibilidad proceso-material

	Fundición de hierro	Acero al carbono	Aleaciones de acero	Acero inoxidable	Aluminio y aleaciones	Cobre y aleaciones	Zinc y aleaciones	Magnesio y aleaciones	Titanio y aleaciones	Níquel y aleaciones	Metales refractarios	Termoplásticos	Termoestables
Moldeo en arena													
Moldeo a la cera perdida	⊗							⊗	⊗	⊗	⊗		
Moldeo por inyección (metales)													
Moldeo por inyección (plásticos)													⊗
Espumado													⊗
Estirado isotrópico													⊗
Estirado anisótropo													⊗
Rotación													⊗
Moldeo por impacto													
Recocido													
Forja con estampa													
Fundición													
Estirado en caliente													
Forja rotacional o radial													
Recocido													
Recocido atmosférico													
Electrodoado													
Electrodoado por hilo													
Trabajo de aluminio (baterías electrolíticas)													
Termoconformado													
Resqueado													

- Práctica habitual:
- No aplicable:
- Menos común:

Como conclusión, se ha obtenido que los procesos óptimos para realizar la pieza pueden ser moldeo por inyección (plásticos) y espumado. En la siguiente tabla (tabla A9.) se muestra algunas características de ambos procesos, con la que se puede realizar una comparativa y decantarnos por cuál escoger.

Tabla P5. Características de los procesos a estudiar

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^a	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Moldeo por inyección (termoplásticos)	Volumen: 165mm ³ -2m ³ Pared: 0,75-6mm	General: ±0,075 (25mm), ±0,200 (150mm) Ø agujero: ±0,025 (25mm), ±0,050 (150mm) Planicidad: ±0,050mm/25mm Incrementar tolerancia 5% para cada cavidad del molde adicional Incrementar tolerancia ±0,100 para dimensiones afectadas por la línea de partición	0,2-0,6	Piezas de tamaño medio-pequeño con detalles intrincados y buen acabado superficial	El utillaje es caro. Diseños pobres pueden dar lugar a elevadas tensiones residuales, resultando en deformaciones o roturas.	10 11	Tiempo de ciclo típico 10-40s. Detalles tales como bisagras vistas, inyección con insertos o uniones rápidas permiten mejorar la consolidación de la pieza. La inyección de termoestables también es posible: mayores tiempos de ciclo, sin reprocesado de desperdicios, generalmente materiales más duros, más frágiles, pero más estables, que pueden ser usados en condiciones de servicio de mayor temperatura.
Espumado	Peso: 11-23Kg Pared: 2,3-50mm	Aprox. las mismas que para moldeo por inyección	Pobre. Generalmente se requiere pintar.	Piezas grandes e intrincadas, que requieren elevada rigidez y/o propiedades de aislamiento térmico o acústico	Detalles tan exactos como en moldeo por inyección no son posibles. Tiempo de ciclo largo (2-3min).	10 11	Utillaje aprox. 20% menor que en moldeo por inyección. Capa sólida aprox. 0,75-20mm en grosor; la sección transversal de la pared entera tiene densidades entre 50% y 90% del peso sólido. El proceso genera un bajo nivel de tensiones internas. RIM es un proceso similar utilizando termoestables (generalmente poliuretano).

Finalmente, decidimos que el proceso seleccionado será el moldeo por inyección de plásticos. Se estima el tiempo de llenado con ayuda del programa SolidWorks, donde vemos que precisará de 3,64 segundos.

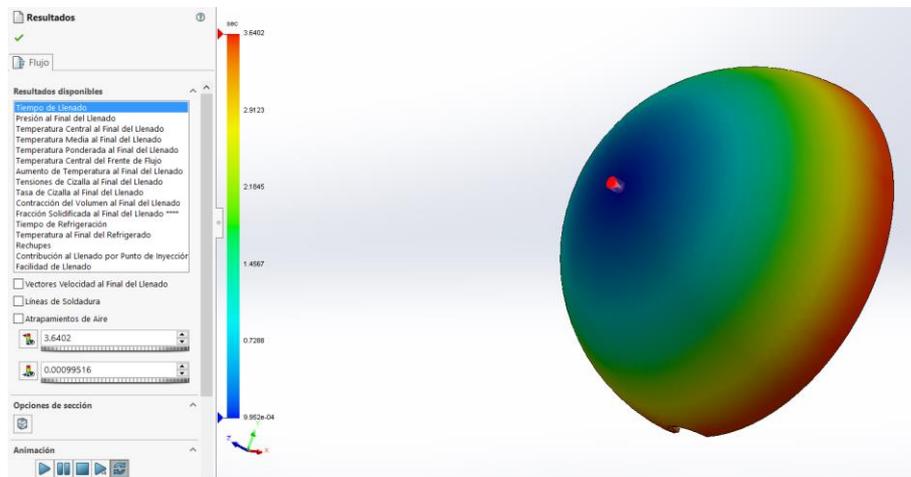


Imagen P2. Tiempo de moldeo por inyección tulipa grande

Para la tulipa pequeña, al coincidir con la geometría de la tulipa grande solo que, en menores dimensiones, consideraremos el mismo estudio de atributos de forma. En este caso el material es ABS que es un termoplástico, por lo que coincidirán sus valores con los observados en la tabla x. compatibilidad material-proceso. Seleccionaremos el mismo proceso en ambas tulipas. Repetimos los pasos en el SolidWorks para comprobar cuánto tiempo necesitamos para elaborar nuestra pieza. En este caso, a pesar de ser de menor tamaño, tardará más por el material utilizado. Un tiempo total de 4,7166 segundos en total.

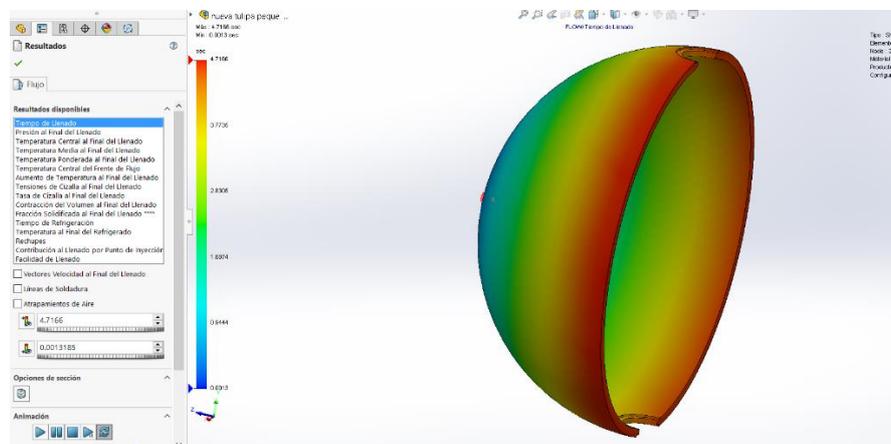


Imagen P3. Tiempo de moldeo por inyección tulipa pequeña

Continuamos hablando sobre el clip a presión, una pieza pequeña de ABS (un termoplástico) y para decidir el proceso más óptimo, repetiremos los pasos que hemos seguido para la tulipa grande. Se tendrá en cuenta la geometría de la pieza y las especificaciones de atributos de forma.



Imagen P4. Geometría del clip a presión

Tabla P6. Especificaciones de atributos de forma del clip

Depresiones	Sí
Espesor de pared uniforme	No
Sección transversal uniforme	No
Eje de revolución	No
Sección transversal regular	No
Cavidades abiertas	No
Cavidades cerradas	No
Sin ángulos de salida	No

Descartamos aquellos procesos de fabricación que no son capaces de ofrecernos la pieza que buscamos y valoramos la compatibilidad de los restantes con nuestro material seleccionado.

Tabla P7. Capacidades de proceso de fabricación para la generación de formas

	Depresiones en una dirección	Depresiones en más de una dirección	Paredes con espesor uniforme	Sección transversal uniforme	Eje de revolución	Sección transversal regular	Cavidades abiertas	Cavidades cerradas	Superficies sin ángulos de salida	Consolidación de la pieza	Elementos característicos de alineación	Sistemas de fijación integrados
Moldeo en arena	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	4	3	1
Moldeo a la cera perdida	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	5	5	2
Moldeo por inyección (metales)	Sí	S ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	4	5	3
Moldeo por inyección (plásticos)	Sí	S ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No ^b	No	No	5	5	5
Espumado	Sí	S ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	4	4	3
Extrusión soplada	Sí	S ^a	D	No	Sí	Sí	D	D ^c	No	3	4	3
Inyección soplada	Sí	S ^a	D	No	Sí	Sí	D	D ^c	No	3	4	3
Rotovariado	Sí	S ^a	D	No	Sí	Sí	No ^b	D	No	2	2	3
Extrusión por impacto	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí	3	3	1
Recalado	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí	3	3	1
Forja con estampa	Sí	S ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	3	2	1
Pulvimetalurgia	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	3	3	1
Extrusión en caliente	S ^a	No	Sí	D	Sí	Sí	No	No	Sí	2	2	3
Forja rotacional o radial	No ^a	No	No	No ^a	Sí	Sí	No	No	No ^a	1	1	1
Mecanizado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	2	3	2
Mecanizado electroquímico	Sí	S ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	3	4	1
Electroerosión	Sí	S ^a	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	3	4	1
Electroerosión por hilo	S ^a	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	2	2	3
Trabajo de la chapa (Estampado/Doblado)	Sí	Sí	D	Sí	Sí	Sí	No	No	No	4	3	4
Termoconformado	Sí	S ^a	D	No	Sí	Sí	No	No	No	3	3	3
Repunado	No	No	D	No	D	No	No	No	No	1	1	1

© Boothroyd et al.

- ^a Posible a mayor coste.
 - ^b Rebajes poco profundos son posibles sin una penalización significativa en coste.
 - ^c Posible con máquinas y utillajes más especializados, o con operaciones adicionales.
 - ^d Únicamente son posibles finales abiertos y continuos.
 - Sí = El proceso ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.
 - No = El proceso NO ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.
 - D = Las piezas fabricadas con este proceso DEBEN TENER esta característica.
- Las letras subrayadas indican que las piezas fabricadas con este proceso son más fáciles de obtener conteniendo esta característica.

Tabla P8. Compatibilidad proceso-material

	Acero al carbono	Acero inoxidable	Aluminio y aleaciones	Cobres y aleaciones	Zinc y aleaciones	Magnesio y aleaciones	Titanio y aleaciones	Niquel y aleaciones	Resinas sintéticas	Termoplásticos	Térmoplastos
Moldeo en arena	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Moldeo a la cera perdida	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Moldeo por inyección (metales)	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Moldeo por inyección (plásticos)	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Espumado	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Extrusión soplada	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Inyección soplada	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Rotovariado	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Extrusión por impacto	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Recalado	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Forja con estampa	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Pulvimetalurgia	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Extrusión en caliente	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Forja rotacional o radial	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Mecanizado	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Mecanizado electroquímico	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Electroerosión	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Electroerosión por hilo	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Trabajo de la chapa (Estampado/Doblado)	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Termoconformado	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual
Repunado	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual	Práctica habitual

- Práctica habitual:
- No aplicable:
- Menos común:

Como se puede observar en las tablas, los tres procesos aptos para realizar el clip a presión con el material seleccionado son el moldeo por inyección, el espumado y el mecanizado. Descartaremos el mecanizado puesto que es menos común y, como en el caso anterior, nos decantamos por el moldeo por inyección antes que el espumado una vez comparadas sus características.

Como es una pieza pequeña, el tiempo estimado de llenado será de 0,5072 segundos.

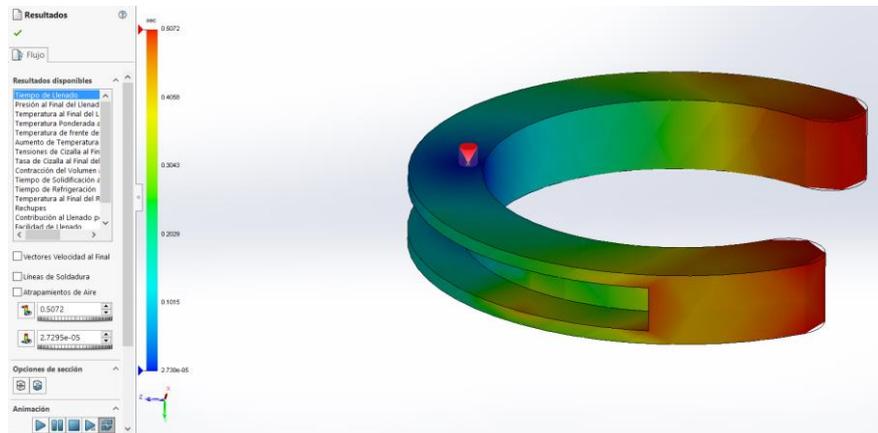


Imagen P5. Tiempo de moldeo por inyección del clip a presión

Se va a repetir nuevamente el método Boothroyd para seleccionar el proceso de fabricación más adecuado para nuestro embellecedor. Se observará la geometría de la pieza para rellenar las tablas y descartar aquellos procesos que no sean adecuados para trabajarla.



Imagen P6. Geometría del embellecedor

Tabla P9. Especificaciones de atributos de forma del embellecedor

Depresiones	Sí
Espesor de pared uniforme	Sí
Sección transversal uniforme	No
Eje de revolución	Sí
Sección transversal regular	Sí
Cavidades abiertas	Sí
Cavidades cerradas	No
Sin ángulos de salida	No

Tabla P10. Capacidades de proceso de fabricación para la generación de formas

	Depresiones en una dirección	Depresiones en más de una dirección	Paredes con espesor uniforme	Sección transversal uniforme	Eje de revolución	Sección transversal regular	Cavidades abiertas	Cavidades cerradas	Superficies sin ángulos de salida	Consolidación de la pieza	Elementos característicos de alineación	Sistemas de fijación integrados
Moldeo en arena	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	4	3	1
Moldeo a la cera perdida	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	5	5	2
Moldeo por inyección (metales)	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	4	5	3
Moldeo por inyección (plásticos)	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No ^b	No	No	5	5	5
Espumado	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	4	4	3
Extrusión soplado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	D	No	No	3	4	3
Inyección soplado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	D	No	No	3	4	3
Rotomoldeo	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	No ^c	D	No	2	2	1
Extrusión por impacto	SI	No	SI	No	SI	SI	No	No	SI	3	3	1
Recalcado	SI	No	SI	No	SI	SI	No	No	SI	3	3	1
Forja con estampa	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	2	1
Pulvimetalurgia	SI	No	SI	SI	SI	SI	No	No	SI	3	3	1
Extrusión en caliente	SI ^a	No	SI	D	SI	SI	No	No	SI	2	2	3
Forja rotacional o radial	No ^d	No	No	No	SI	SI	No	No	SI	1	1	1
Mecanizado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	SI	2	3	2
Mecanizado electroquímico	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	4	1
Electroerosión	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	4	1
Electroerosión por hilo	SI ^a	No	SI	SI	SI	SI	No	No	SI	2	2	3
Trabajo de la chapa (Estampado/Doñado)	SI	SI	D	SI	SI	SI	No	No	No	4	3	4
Termoconformado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	No	No	No	3	3	3
Repujado	No	No	D	No	D	No	No ^c	No	No	1	1	1

© Boothroyd et al.

- ^a Posible a mayor coste.
- ^b Rebajes poco profundos son posibles sin una penalización significativa en coste.
- ^c Posible con máquinas y utillajes más especializados, o con operaciones adicionales.
- ^d Únicamente son posibles finales abiertos y continuos.

SI = El proceso ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.
 No = El proceso NO ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.
 D = Las piezas fabricadas con este proceso DEBEN TENER esta característica.

Las letras subrayadas indican que las piezas fabricadas con este proceso son más fáciles de obtener conteniendo esta característica.

Como el material seleccionado para el embellecedor es el polietileno (PE) que es un termoplástico, compararemos la compatibilidad de este material con los procesos resultantes para asegurar que es posible su ejecución.

Tabla P11. Compatibilidad proceso-material

	Fundición de hierro	Acero al carbono	Aleaciones de acero	Acero inoxidable	Aluminio y aleaciones	Cobre y aleaciones	Zinc y aleaciones	Magnesio y aleaciones	Titanio y aleaciones	Níquel y aleaciones	Metalos refractarios	Termoplásticos	Termoestables
Moldeo en arena	⊗												
Moldeo a la cera perdida	⊗												
Moldeo por inyección (metales)													
Moldeo por inyección (plásticos)													
Espumado													
Extrusión soplado													
Inyección soplado													
Rotomoldeo													
Extrusión por impacto													
Recalcado													
Forja con estampa													
Pulvimetalurgia													
Extrusión en caliente													
Forja rotacional o radial													
Mecanizado													
Mecanizado electroquímico													
Electroerosión													
Electroerosión por hilo													
Trabajo de la chapa (Estampado/Doñado)													
Termoconformado													
Repujado													

- Práctica habitual:
- No aplicable:
- Menos común:

Los procesos que obtenemos gracias al estudio, con los que seremos capaces de generar correctamente el embellecedor de polietileno serán: Extrusión soplado, inyección soplado y termoconformado. A continuación, se hará una comparativa de ellos para escoger el más conveniente.

Tabla P12. Comparativa entre procesos de fabricación

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Termoconformado	Área: 6,5cm ² -27m ²	General: ±0,05% de la dimensión Pared: ±20% del nominal	1,5-3,10	Piezas grandes, huecas, con paredes finas y radios generosos	Bajo grado de complejidad de pieza. Baja precisión dimensional. Oportunidades mínimas de sistemas de fijación integrados.	10	Utilitaje menos caro que otros métodos de procesado de plásticos. Productividad elevada posible (vasos de plástico: 2000-3000piezas/min). Las propiedades del material se pueden mejorar debido a la orientación de las moléculas. Se pueden añadir fibras de refuerzo para mejorar la resistencia. De las diferentes variantes disponibles (vacío, vacío y presión, con preestirado), la de vacío es la más popular.
Soplado (extrusión e inyección)	Volumen: Recipientes de hasta 3m ³ Pared: 0,4-3mm	General: ±0,500 (25mm), ±1,000 (150mm) Pared: ±50% del valor nominal Cuello: ±0,100 (sólo inyección)	6,4-12,7	Piezas huecas con paredes finas y redondeadas, con un bajo nivel de asimetría	Con la extrusión soplado, algunas geometrías producen muchos desperdicios de material. Asas integradas son posibles únicamente con extrusión soplado. Control pobre del espesor de pared.	10	Inyección soplado: piezas más pequeñas, cuellos más exactos. Extrusión soplado: piezas más asimétricas, utilitaje menos costoso. Productividad elevada, especialmente para inyección soplado (incluso 10s por ciclo).

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoesfables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

Estudiando la tabla, se decide que el proceso empleado sea el soplado por inyección, puesto que buscamos alta precisión dimensional, debe tener los cuellos muy exactos ya que deben encajar con las coronitas.

Existe una pieza la cual forma parte del adaptador de pie, que se pensaba realizar mediante mecanizado, pero, por sus grandes dimensiones, resulta muy difícil encontrar el bruto necesario, es por ello que se procederá a realizar este estudio para saber con qué otros procesos se pueden fabricar. Esta pieza es la base de la lámpara de pie que podemos ver a continuación.

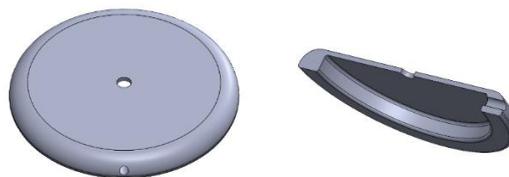


Imagen P7. Geometría de la base

Tabla P13. Especificaciones de atributos de forma de la base

Depresiones	Sí
Espesor de pared uniforme	No
Sección transversal uniforme	No
Eje de revolución	Sí
Sección transversal regular	No
Cavidades abiertas	No
Cavidades cerradas	No
Sin ángulos de salida	Sí

Como en los casos anteriores, completamos las tablas para descartar procesos de fabricación y acotar las posibilidades.

Tabla P14. Capacidades de proceso de fabricación para la generación de formas

	Depresiones en una dirección	Depresiones en más de una dirección	Paredes con espesor uniforme	Sección transversal uniforme	Eje de revolución	Sección transversal regular	Cavidades abiertas	Cavidades cerradas	Superficies sin ángulos de salida	Consolidación de la pieza	Elementos característicos de alineación	Sistemas de fijación integrados
Moldeo en arena	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	4	3	1
Moldeo a la cera perdida	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	5	5	2
Moldeo por inyección (metales)	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	4	5	3
Moldeo por inyección (plásticos)	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No ^b	No	No	5	5	5
Espumado	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	4	4	3
Extrusión soplado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	D	No	No	4	4	1
Inyección soplado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	D	No	No	4	4	1
Rotomoldeo	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	No ^c	D	No	2	2	1
Extrusión por impacto	SI	No	SI	No	SI	SI	No	No	SI	3	3	1
Recalcado	SI	No	SI	No	SI	SI	No	No	SI	3	3	1
Forja con estampa	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	2	1
Pulvimetalurgia	SI	No	SI	SI	SI	SI	No	No	SI	3	3	1
Extrusión en caliente	SI ^a	No	SI	D	SI	SI	No	No	SI	2	2	3
Forja rotacional o radial	No ^d	No	No	No ^d	SI	SI	No	No	No	1	1	1
Mecanizado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	SI	2	3	2
Mecanizado electroquímico	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	4	1
Electroerosión	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	4	1
Electroerosión por hilo	SI ^a	No	SI	SI	SI	SI	No	No	SI	2	2	3
Trabajo de la chapa (Estampado/Doñado)	SI	SI	D	SI	SI	SI	No	No	No	4	3	4
Termoconformado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	No	No	No	3	3	3
Repujado	No	No	D	No	D	No	No ^c	No	No	1	1	1

© Boothroyd et al.

^a Posible a mayor coste.

^b Rebajes poco profundos son posibles sin una penalización significativa en coste.

^c Posible con máquinas y utillajes más especializados, o con operaciones adicionales.

^d Únicamente son posibles finales abiertos y continuos.

SI = El proceso ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.

No = El proceso NO ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.

D = Las piezas fabricadas con este proceso DEBEN TENER esta característica.

Las letras subrayadas indican que las piezas fabricadas con este proceso son más fáciles de obtener conteniendo esta característica.

Tabla P15. Compatibilidad proceso-material

	Fundición de hierro	Acero al carbono	Aleaciones de acero	Acero inoxidable	Aluminio y aleaciones	Cobre y aleaciones	Zinc y aleaciones	Magnesio y aleaciones	Titanio y aleaciones	Níquel y aleaciones	Metales refractarios	Termoplásticos	Termoestables
Moldeo en arena	☒												
Moldeo a la cera perdida	☒												
Moldeo por inyección (metales)													
Moldeo por inyección (plásticos)													
Espumado													
Extrusión soplado													
Inyección soplado													
Rotomoldeo													
Extrusión por impacto													
Recalcado													
Forja con estampa													
Pulvimetalurgia													
Extrusión en caliente													
Forja rotacional o radial													
Mecanizado													
Mecanizado electroquímico													
Electroerosión													
Electroerosión por hilo													
Trabajo de la chapa (Estampado/Doñado)													
Termoconformado													
Repujado													

Práctica habitual:



No aplicable:



Menos común:



Como se suponía desde un principio, contamos con la opción de mecanizarlo, pero nos ofrece diversas alternativas con las que podemos trabajar esta pieza. La que ha llamado más la atención es la forja con estampa, observamos sus características en la *tabla P16*.

Tabla P16. Características del forjado con estampa

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Forja en caliente (con estampa)	Peso: 0,05-225Kg	Perpendicular al movimiento: ±7% de la dimensión Paralela al movimiento: ±0,760 (160cm ² de área), ±3 (1600cm ² de área)	3,2- 6,4	Piezas con complejidad moderada, en un amplio rango de tamaños, cuyo fallo en servicio podría ser catastrófico	Los agujeros pueden no ser producidos directamente. La rebaba debe ser eliminada y a menudo se requieren operaciones de mecanizado adicionales. El desgaste y desalienación de la estampa/molde pueden ser significativos. Se sugieren ángulos de salida y radios generosos.	2 3 4 5 6 8 9 12 ^d	Controlando el flujo del material, la estructura granular puede orientarse en la dirección de esfuerzo principal. Casi siempre son varias etapas sucesivas de forja con estampa hasta completar la pieza. En orden decreciente de forjabilidad: Al, Mg, acero, acero inoxidable, Ti, aleaciones de alta temperatura.

Se finalizará este apartado haciendo por última vez este proceso de selección con las coronitas. Esta pieza tiene cierta complejidad puesto que debe ser muy precisa y tiene muchos detalles. Se estudia su geometría y se completan las tablas para encontrar la solución más idónea.



Imagen P8. Geometría de la coronita

Tabla P17. Especificaciones de atributos de forma de la coronita

Depresiones	Sí
Espesor de pared uniforme	No
Sección transversal uniforme	No
Eje de revolución	Sí
Sección transversal regular	No
Cavidades abiertas	No
Cavidades cerradas	No
Sin ángulos de salida	No

Tabla P18. Capacidades de proceso de fabricación para la generación de formas

	Depresiones en una dirección	Depresiones en más de una dirección	Paredes con espesor uniforme	Sección transversal uniforme	Eje de revolución	Sección transversal regular	Cavidades abiertas	Cavidades cerradas	Superficies sin ángulos de salida	Consolidación de la pieza	Elementos característicos de alineación	Sistemas de fijación integrados
Moldeo en arena	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	4	3	1
Moldeo a la cera perdida	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	5	5	2
Moldeo por inyección (metales)	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	SI	No	No	4	5	3
Moldeo por inyección (plásticos)	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No ^b	No	No	5	5	5
Espumado	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	4	4	3
Extrusión soplado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	SI	SI	SI	3	3	1
Inyección soplado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	D	No	SI	3	3	1
Rotomoldeo	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	No	D	No	2	2	1
Extrusión por impacto	SI	No	SI	No	SI	SI	No	No	SI	3	3	1
Recalcado	SI	No	SI	No	SI	SI	SI	SI	SI	3	3	1
Forja con estampa	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	2	1
Pulvimetalurgia	SI	No	SI	SI	SI	SI	No	No	SI	3	3	1
Extrusión en caliente	SI ^a	No	SI	D	SI	SI	No	No	SI	3	3	3
Forja rotacional o radial	No	No	No	No	SI	SI	No	No	No	1	1	1
Mecanizado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	SI	2	3	2
Mecanizado electroquímico	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	4	1
Electroerosión	SI	SI ^a	SI	SI	SI	SI	No	No	No	3	4	1
Electroerosión por hilo	SI ^a	No	SI	SI	SI	SI	No	No	SI	2	2	3
Trabajo de la chapa (Estampado/Doblado)	SI	SI	D	SI	SI	SI	No	No	No	4	3	4
Termoconformado	SI	SI ^a	D	No	SI	SI	No	No	No	3	3	3
Requisado	No	No	D	No	D	No	No ^c	No	No	1	1	1

© Boothroyd et al.

^a Posible a mayor coste.

^b Rebajes poco profundos son posibles sin una penalización significativa en coste.

^c Posible con máquinas y utillajes más especializados, o con operaciones adicionales.

^d Únicamente son posibles finales abiertos y continuos.

SI = El proceso ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.

No = El proceso NO ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.

D = Las piezas fabricadas con este proceso DEBEN TENER esta característica.

Las letras subrayadas indican que las piezas fabricadas con este proceso son más fáciles de obtener conteniendo esta característica.

El material seleccionado para la coronita es el latón, puesto que es capaz de fundirse cuantas veces se precise y sigue conservando sus propiedades, esto será muy interesante para seleccionar el proceso adecuado.

Tabla P19. Compatibilidad proceso-material

	Fundición de hierro	Aceero al carbono	Aleaciones de acero	Aceero inoxidable	Aluminio y aleaciones	Cobre y aleaciones	Zinc y aleaciones	Magnesio y aleaciones	Titanio y aleaciones	Níquel y aleaciones	Metalos refractarios	Termoplásticos	Termoestables
Moldeo en arena	⊗												
Moldeo a la cera perdida													
Moldeo por inyección (metales)													
Moldeo por inyección (plásticos)													
Espumado													
Extrusión soplado													
Inyección soplado													
Rotomoldeo													
Extrusión por impacto													
Recalcado													
Forja con estampa													
Pulvimetalurgia													
Extrusión en caliente													
Forja rotacional o radial													
Mecanizado													
Mecanizado electroquímico													
Electroerosión													
Electroerosión por hilo													
Trabajo de la chapa (Estampado/Doblado)													
Termoconformado													
Requisado													

Práctica habitual:

No aplicable:

Menos común:

Valorando las diferentes opciones, nos encontramos ante la duda de si escoger un mecanizado o un moldeo por inyección como en el resto de operaciones. El principal problema de la realización de un mecanizado es que es una pieza con radios pequeños y forma compleja, mientras que por moldeo sería fácil su realización, aunque posteriormente se deberá mecanizar la rosca. Observando los pros y contras, nos decantamos por el moldeo por inyección.

4. MANTENIMIENTO

Una vez adquirido el producto, el usuario es el encargado de su total mantenimiento. Para facilitar el trabajo lo máximo posible, se tuvo en cuenta este factor a la hora de diseñar y en la selección de materiales. No se requiere un mantenimiento concreto ni constante, con el uso de un limpiador de superficies común (evitar corrosivos) y un trapo sería suficiente. Si se quiere limpiar en profundidad, al ser mayoritariamente desmontable, es cómodo y funcional.

5. PRUEBAS Y ENSAYOS

Cuando el producto se encuentra listo para salir al mercado, se deben hacer una serie de pruebas y ensayos para garantizar el correcto funcionamiento del mismo. Algunas de estas pruebas serán mediante inspección visual.

Habría que asegurarse del correcto sellado de las piezas unidas mediante adhesivos, soldaduras y a presión. Comprobar si los elementos que deben deslizarse sobre otros lo hacen de manera correcta, sin atascarse, pero ofreciendo cierta resistencia para mantenerse firmes en el sitio deseado.

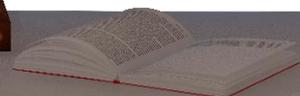
Por otro lado, al contar con diferentes adaptadores, nos encontramos ante una lámpara de pie, de mesa o empotrada. Esto hace necesario realizar una secuencia de ensayos que indicaremos a continuación.

- UNE-EN 14073-3, métodos de ensayo para la determinación de la estabilidad y la resistencia estructural, más concretamente los abordados en los subapartados:
 - 5.5.1 Estabilidad de la unidad descargada
 - 5.5.2 Estabilidad de la unidad cargada
 - 5.6.2 Resistencia al descuelgue de armarios colgados y estantes

- UNE-EN 60335-1:2012, aparatos electrodomésticos y análogos, seguridad, con fijación en los apartados:
 - 8.1 Los aparatos deben estar contruidos y encerrados de forma que hay una protección suficiente contra los contactos accidentales con partes activas. La conformidad se verifica por inspección y por ensayos con calibre.
 - 11. Calentamiento
 - 11.1 Los aparatos y su entorno no deben alcanzar temperaturas excesivas en uso normal.

VOL. 3

ANEXOS





ÍNDICE ANEXOS

1.	ESTUDIO DE LOS MATERIALES.....	101
1.1.	METALES.....	101
1.1.1	Acero	101
1.1.2	Acero inoxidable.....	101
1.1.3	Aluminio	103
1.1.4	Cobre	103
1.2	PLÁSTICOS	104
1.2.1	Acrilonitrilo butadieno estireno o abs.....	104
1.2.2	Policloruro de Vinilo o PVC.....	104
1.2.3	Polipropileno o PP	105
1.2.4	Polioximetileno o POM.....	105
1.2.5	Polietileno o PE.....	105
1.2.6	Policarbonato o PC	105
1.2.7	Polimetilmetacrilato o PMMA.....	105
1.2.8	Politetrafluoroetileno o PTFE	106
1.2.9	Silicona	106
1.3	MADERAS	107
1.3.1	Madera de Balsa.....	107
1.3.2	107
1.3.3	Cedro	107
1.3.4	Abeto	108
1.3.5	Pino.....	108
2.	ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN	110
2.1	Moldeo en arena	110
2.2	Moldeo a la cera perdida	110
2.3	Moldeo por inyección (metales y termoplásticos).....	110
2.4	Soplado (extrusión e inyección)	110
2.5	Rotomoldeo.....	110
2.6	Repujado	110
2.7	Forjado por estampación	110
	Recubrimiento PVD	113
	Acabados	113
3.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	114
4.	ESTUDIO ELÉCTRICO	119

1. ESTUDIO DE LOS MATERIALES

1.1. METALES

1.1.1 Acero - Se denomina Acero a aquellos productos ferrosos cuyo porcentaje de Carbono está comprendido entre 0,05 y 1,7 %.

El Acero es uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil y adaptable. Ampliamente usado y a un precio relativamente bajo, el Acero combina la resistencia y la trabajabilidad, lo que se presta a fabricaciones diversas. Asimismo sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a las necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico, o mediante [aleaciones](#).

El Acero funde entre 1400 y 1500°C pudiéndose moldear más fácilmente que el [Hierro](#). Las propiedades del acero más importantes son la conformabilidad y durabilidad, resistencia a la tracción y su buena resistencia a la fluencia y buena conductividad térmica. Otras propiedades son las que podemos encontrar a continuación en la Tabla 1. Principales características del acero.

Tabla A1. Principales características del acero

	Acero
Densidad (g/cm ³)	7.85
Módulo de elasticidad (GPa)	210
Límite elástico (MPa)	550

1.1.2 Acero inoxidable - aleación de acero con entre el 10 y el 12 % mínimo de cromo, también puede contener otros metales como níquel, molibdeno y tungsteno. Es muy apreciado por su elevada resistencia a la corrosión y se usa en una variedad de formas para fabricar gran diversidad de productos, incluyendo cubiertos, medicinas y joyas. A nivel industrial, es muy utilizado en la fabricación de bridas y tubos.

Existen **diferentes tipos de acero inoxidable, dependiendo** de lo que se le haya agregado, lo que confiere a esta aleación una **inmensa versatilidad**. Cada tipo tiene propiedades distintas en cuanto a su **maleabilidad, su dureza, su resistencia a la corrosión**, etc. Porque, a diferencia de lo que pueda parecer por su nombre, el acero inoxidable no es "inoxidable" de forma literal. Lo que hace que se le llame así es que, en comparación con el acero normal, puede soportar mucho más tiempo y uso antes de mostrar signos de desgaste. los distintos aceros inoxidables son "inoxidables" pero no lo son en el mismo grado. Distinguimos 5 tipos:

- **Acero inoxidable austenítico** - constituyen la familia con el mayor número de aleaciones disponibles. Se forma añadiendo un (16-26)18% de cromo, un (6-22)8% de níquel y un contenido muy bajo en carbono. Su popularidad se debe a su excelente formabilidad, soldabilidad y superior resistencia a la corrosión. Más del 70% de la producción de acero inoxidable es para acero austenítico

- **Aceros inoxidables ferríticos** - son esencialmente aleaciones con cromo. El contenido de cromo es usualmente de (12-27)10.5 a 30%, pero contenidos limitados de carbono del orden de 0.08% que los hace más económicos.
- **Aceros inoxidables martensíticos** - son esencialmente aleaciones de cromo y carbono. El contenido de cromo es generalmente de 10.5 a 18% y el de carbono es alto, alcanzando valores de hasta 1.2%. También contiene una cantidad muy baja de níquel y molibdeno. Menos duradero que los aceros ferríticos y austeníticos.
- **Aceros inoxidables dúplex** - son una mezcla de austenítico y ferrítico al 50%, aunque puede ser un poco más ponderada en una división de 60/40, y tiene un alto contenido de cromo de hasta 32%, así como bajo contenido de níquel y, por lo general, alrededor de 5% de molibdeno. Su microestructura mixta proporciona una resistencia mejorada al agrietamiento por corrosión austeníticos es más costoso.
- **Aceros inoxidables endurecidos por precipitación** -Tienen cromo y níquel, que proporcionan una combinación óptima de las propiedades de los aceros inoxidables martensíticos y austeníticos. Con los primeros comparten su capacidad para ganar alta resistencia a través del tratamiento térmico, y de los segundos tienen la gran resistencia a la corrosión. Esto se logra tras la adición de uno o más de los elementos de cobre, aluminio, titanio, niobio y molibdeno a una matriz martensítica o austenítica sometida a un proceso de tratamiento térmico que conduce a su endurecimiento.

Tabla A2: Principales características de los aceros inoxidables

	Austenítico	Ferrítico	Martensítico	Endurecido por precipitación	Duplex
Resistencia a la corrosión	Alta	Media	Media	Media	Muy alta
Respuesta magnética	Generalmente no	Sí	Sí	Sí	Sí
Soldabilidad	Muy alta	Baja	Baja	Alta	Alta
Resistencia a altas temperaturas	Muy alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Resistencia a bajas temperaturas	Muy alta	Baja	Baja	Baja	Media
Ductilidad	Muy alta	Media	Baja	Media	Media
Ritmo de endurecimiento	Muy alto	Medio	Medio	Medio	Medio
Endurecible	En frío	No	Por templado y enfriado	Por envejecimiento	No

Entre los aceros inoxidable comerciales más comunes encontramos:

- Acero inoxidable: contiene un 13% de Cr y un 0,15% de C. Tiene una resistencia mecánica de 80 kg/mm² y una [dureza](#) de 175-205 HB. Se utiliza en la fabricación de elementos de máquinas, álabes de turbinas, válvulas, etc.
- Acero inoxidable 16Cr-2Ni: tiene un 0,20 % de C, un 16 % de Cr y un 2 % de Ni. Tiene una resistencia mecánica de 95 kg/mm² y una dureza de 275-300 HB. Se suelda con dificultad, y se utiliza para la construcción de álabes de turbinas, ejes de bombas, utensilios de cocina, cuchillería, etc.
- Acero inoxidable al cromo níquel 18-8: tiene un 0,18 % de C, un 18 % de Cr y un 8 % de Ni. Tiene una resistencia mecánica de 60 kg/mm² y una dureza de 175-200 HB. Es un acero inoxidable muy utilizado porque resiste bien el calor hasta 400°C
- Acero inoxidable al Cr-Mn: tiene un 0,14 % de C, un 11 % de Cr y un 18 % de Mn. Alcanza una resistencia mecánica de 65 kg/mm² y una dureza de 175-200 HB. Es soldable y resiste bien altas temperaturas. Es magnético. Se utiliza en colectores de escape.

1.1.3 Aluminio - metal muy ligero de densidad 2,7 g/cm³ (un tercio de la del acero). Su resistencia puede adaptarse a la aplicación que se desee modificando la composición de su aleación. El aluminio genera de forma natural una capa de óxido que lo hace muy resistente a la corrosión, los diferentes tipos de tratamiento de superficie pueden mejorar aún más esta propiedad. Resulta especialmente útil para aquellos productos que requieren de protección y conservación. Es un excelente conductor del calor y la electricidad y, en relación con su peso, es casi dos veces mejor conductor que el cobre. Es un buen reflector tanto de la luz como del calor, esta característica, junto con su bajo peso, hace de él el material ideal para la instalación de tubos fluorescentes, bombillas o mantas de rescate. Su elevada ductilidad permite que los productos de aluminio se fabriquen en una fase muy próxima al diseño final del producto. En general, mecanizado del aluminio y sus aleaciones es fácil y rápido, dando paso a una nueva concepción denominada genéricamente mecanizado rápido (la fuerza necesaria para el mecanizado del aluminio es aproximadamente un 30 % de la necesaria para mecanizar acero. Por último, es impermeable no es tóxico, ni desprende olor o sabor y es cien por cien reciclable sin merma de sus cualidades. Todo ello hace que, actualmente se aplique en ámbitos económicos muy diverso, superado únicamente por el acero.

1.1.4 Cobre - posee varias propiedades físicas que propician su uso industrial en múltiples aplicaciones, siendo el tercer metal, después del hierro y del aluminio, más consumido en el mundo. Es de color rojizo y de brillo metálico y, después de la plata, es el elemento con mayor conductividad eléctrica y térmica. Es un material abundante en la naturaleza; tiene un precio accesible y se recicla de forma indefinida; forma aleaciones para mejorar las prestaciones mecánicas y es resistente a la corrosión y oxidación. Entre ellas destacan el bronce y el latón

- **Bronce** - aleación compuesta principalmente de cobre y estaño, en la que el primero constituye su base y el segundo aparece en una proporción del 3 al 20 %. Cabe destacar entre sus aplicaciones actuales su uso en partes mecánicas resistentes al [roce](#) y a la [corrosión](#) y en [instrumentos musicales](#) como [campanas](#) debido a su excelente sonoridad. Si lo comparamos con el acero no se oxidan bajo la superficie, aunque desarrollan [pátina](#), son más frágiles y tienen menor punto

de fusión. Son aproximadamente un 10% más pesadas que el acero, a excepción de las compuestas por [aluminio](#) o sílice. También son menos rígidas, por lo tanto, en aplicaciones elásticas como [resortes](#) acumulan menos energía. Resisten la corrosión, incluso la de origen marino, el umbral de fatiga metálica es menor, y son mejores conductores del calor y la electricidad. Otra característica diferencial entre ambas es la ausencia de chispas cuando se las golpea contra superficies duras. Esta propiedad ha sido aprovechada para fabricar martillos, mazas, llaves ajustables y otras herramientas para uso en atmósferas explosivas o en presencia de gases inflamables. Exceptuando el [acero](#), las aleaciones de bronce son superiores a las de [hierro](#) en casi todas las aplicaciones. Por su elevado calor específico, el mayor de todos los sólidos, se emplea en aplicaciones de transferencia del calor. Punto de fusión: de 830 a 1020 °C. Conductividad térmica a 23 °C: de 42 a 50 W/m*K. Dureza Brinell: de 70 a 200

- **Latón** - aleación compuesta principalmente de cobre y zinc, en proporción aproximada de 60% de cobre y 40% de zinc. Dúctil y maleable, fácilmente moldeable. Dureza entre 80 y 170HB. Buena conductividad térmica, 119,4 W/m*K a 20°C. Temperatura de fusión 980°C. No se altera a temperaturas comprendidas entre -100°C y 200°C ni se degrada con la luz. Posee buena conductividad eléctrica, excelentes propiedades de soldadura y es resistente a la corrosión. Sus residuos se pueden volver a fundir cuantas veces sea necesario sin perder propiedades y su aspecto brillante y dorado, de especial belleza, de ahí sus usos ornamentales

Tabla A3: Algunas características de los metales estudiados

	Densidad (g/cm ³)	Módulo de elasticidad (GPa)	Límite elástico (MPa)
Aluminio	2.7	70	275
Acero inoxidable	7.85	190-210	830
Cobre	8.93	110	206
Bronce	8.90	120	320
Latón	8.44	110	344

1.2 PLÁSTICOS

1.2.1 **Acrilonitrilo butadieno estireno o abs** - Termoplástico amorfo que se caracteriza principalmente por su resistencia a la tensión y al impacto. Está compuesto por 3 monómeros diferentes (acrilonitrilo, butadieno y estireno), los cuales le proporcionan unas características diferentes, entre las que se encuentran la rigidez, tenacidad, resistencia a ataques químicos, resistencia mecánica, ductilidad a baja temperatura, brillo... Es muy receptivo a los baños de metales, por lo que se puede recubrir con capas metálicas, y además puede ser reciclado.

1.2.2 **Policloruro de Vinilo o PVC** - Termoplástico amorfo producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo. Es el derivado del plástico más versátil y uno de los termoplásticos más utilizados en el mundo. Se puede producir

mediante cuatro procesos diferentes: suspensión, emulsión, masa y solución es. Está compuesto por un mayor porcentaje de sal común (cloro) que de petróleo (etileno). Más allá de sus propiedades aislantes y de su alta resistencia al choque, el PVC es reconocido por su durabilidad, ya que tienen un periodo de uso de hasta 50 años. Además, es un material sostenible, que puede ser reciclado totalmente. La parte negativa es que durante su elaboración se emiten varios gases nocivos para la salud y responsables del efecto invernadero.

1.2.3 Polipropileno o PP - Polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Entre las ventajas que posee se encuentran, una gran resistencia mecánica, tanto al impacto como a la fatiga, una gran versatilidad, baja absorción de humedad, ligereza, buena relación coste/precio y muy buena soldabilidad, además de ser perfectamente reciclable.

1.2.4 Polioximetileno o POM - También llamado polióxido de metileno, poliacetal, acetal o poliformaldehído es un termoplástico cristalino de gran resistencia mecánica y rigidez. Tiene buenas características de deslizamiento y una excelente resistencia al desgaste, además de una baja absorción de humedad. Su buena estabilidad dimensional y extraordinaria resistencia a la fatiga, además de fácil mecanizado, hacen del polímero POM un material de ingeniería muy versátil, incluso para componentes complejos. Se puede distinguir entre homopolímeros de acetal (POM-H), que debido a su mayor cristalinidad tiene una densidad, dureza y resistencia ligeramente mayores y copolímeros de acetal (POM-C) con mayor resistencia química y punto de fusión más bajo. Ambos son duros, rígidos, con una excelente resistencia a la abrasión y un buen aspecto (pueden tener una superficie muy brillante). Suelen ser altamente cristalinos y opacos, y, aunque su color natural es el blanco, suelen utilizarse coloreados.

1.2.5 Polietileno o PE - Polímero termoplástico de cadena lineal no ramificada, aunque las ramificaciones son comunes en los productos comerciales. Dichas cadenas se disponen en regiones amorfas y semicristalinas. Químicamente es el polímero más simple obtenido de la polimerización del etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$). Debido a su bajo precio y a la simplicidad en su fabricación, es uno de los plásticos más comunes generándose una producción de aproximadamente 80 millones de toneladas anuales en todo el mundo. Es químicamente inerte, resistente y flexible a temperaturas ordinarias, no es un buen conductor del calor ni de la electricidad, lo que lo hace ideal para cables y demás aislantes. Tiene un color lechoso translúcido que se puede modificar mediante tres procedimientos: Añadir pigmento polvo antes de su procesamiento, colorear todo el PE antes de su procesamiento y usar un concentrado de color, este último resulta la forma más económica y fácil de colorear un polímero.

1.2.6 Policarbonato o PC - Polímero amorfo de la familia de los poliésteres. Debido a su bajo grado de cristalinidad, el PC presenta una elevada transparencia. El plástico se distingue por una resistencia mecánica, rigidez y dureza elevadas, lo que le otorga una gran precisión dimensional. Además, el PC presenta una resiliencia elevada incluso a bajas temperaturas y un buen poder de aislamiento eléctrico. Resulta es muy resistente a los ataques externos como las inclemencias meteorológicas o la radiación UV.

1.2.7 Polimetilmetacrilato o PMMA - También llamado metacrilato o cristal acrílico, es un polímero termoplástico altamente transparente que se obtiene de la polimerización del metacrilato de metilo. Debido a su transparencia, estética y resistencia

a los rasguños, el PMMA se puede considerar como una alternativa ligera al cristal. Se puede usar en lugar del policarbonato (PC) si se necesita mayor transparencia, resistencia UV o a los rasguños y si las altas propiedades contra impactos no son cruciales para la aplicación. Entre sus propiedades destaca por ser el más transparente de los plásticos, tener alta resistencia al impacto, a la intemperie y a los rayos ultravioleta, ser un excelente aislante térmico y acústico. Además, es muy ligero y aunque se raya con cualquier objeto metálico se repara muy fácilmente con una pasta de pulir. Es de fácil mecanización y moldeo, no produce ningún gas tóxico al arder. Existe con varios grados de resistencia y numerosos colores. Se protege su superficie con una película de polietileno para evitar que se raye al manipularlo.

1.2.8 Politetrafluoroetileno o PTFE - Más conocido como teflón es un **polímero termoplástico** semicristalino muy parecido al polietileno, en el que los átomos de hidrógeno se han sustituidos por átomos de flúor. La propiedad principal de este material es que es prácticamente inerte, no reacciona con otras sustancias químicas excepto en situaciones muy especiales. Tiene un muy bajo coeficiente de rozamiento y gran impermeabilidad, manteniendo además sus cualidades en ambientes húmedos. Es también un gran aislante eléctrico y sumamente flexible, no se altera por la acción de la luz y es capaz de soportar temperaturas desde -270°C hasta 270°C . Su cualidad más conocida es la antiadherencia.

1.2.9 Silicona - polímero inorgánico derivado del polisiloxano (al no ser un polímero natural su descomposición es más lenta), constituido por una serie de átomos de silicio y oxígeno alternados. Es inodora, incolora e insípida. La silicona es inerte y estable a altas temperaturas, lo que la hace útil en gran variedad de aplicaciones industriales, como lubricantes, adhesivos, moldes, y en aplicaciones médicas y quirúrgicas. Es flexible y suave al tacto, no mancha, no se desgasta, puede adoptar distintas formas y fabricarse en diversos colores. Presenta buena resistencia al fuego, a la intemperie, el ozono, la radiación UV y la humedad. Posee excelentes propiedades eléctricas como aislante y gran resistencia a la deformación por compresión. Tiene una vida útil larga y no es compatible con el crecimiento microbiológico.

Tabla A4: Algunas propiedades de los plásticos

	Densidad g/cm^3	Resistencia a tracción MPa	módulo de elasticidad GPa	Punto de fusión ($^{\circ}\text{C}$)	Temp. máxima periodos breves ($^{\circ}\text{C}$)	Temp. máxima periodos largos ($^{\circ}\text{C}$)	Conductividad térmica 23°C $\text{W}/(\text{k}\cdot\text{m})$	Calor específico $\text{J}/(\text{k}\cdot\text{kg})$
ABS	1.07	41-45	2,3	200	100	70	0.17	
PVC	1.3-1.4	44- 54	2,4-4,1	212	70	50	0.12-0.25	1000-1500
PP	0.91	25-40	1.1-1.5	160	120	90	0.10-0.22	1700-1900
POM	1.41	67-70	3.1-3.6	140-175	150	90	0.31	1500
PE	0.92-0.95	15-40	1.0-1.6	110-133	120	80	0.33-0.52	1900-2300

PC	1.20	55-75	2.4	250	135	130	0.19-0.22	1200
PMMA	1.18	72	2.2-3.2	160	90	50	0.18	1400-1500
PTFE	2.2	20-35	0.55	327	260	180	0.25	1000
Silicona	1.03-1.25	6.5	0.40	250	260	200	0.22	1300-1500

1.3 MADERAS

Nos vamos a centrar en estudiar las llamadas “maderas ligeras y semiligeras”

1.3.1 *Madera de Balsa* - La madera de Balsa o Balso (*Ochroma pyramidale*) es una especie tropical bastante conocida por su **ligereza y flexibilidad** (Es la madera más ligera que se conoce). Esta combinación la hace ideal para algunos usos, incluso industriales, como la fabricación de palas para pequeños aerogeneradores. Además, se utiliza a nivel mundial, en aeromodelismo y maquetas de arquitectura. Sus tonos son pálidos tirando a rosados. No es una madera de gran durabilidad y es susceptible al ataque de hongos e insectos.

1.3.2 *Paulownia*- También conocida como kiri o árbol de la princesa, es una madera limpia de nudos, de color claro con tonalidades rosadas, es estable y buen aislante tanto térmico como acústico. Ofrece una excelente relación entre dureza y densidad ya que, aunque no es una madera dura, es una de las maderas más livianas que existe. Tiene una durabilidad moderada pues su resistencia a la pudrición es buena, pero resulta susceptible al ataque de insectos. Se puede usar en exteriores, aunque resguardada. Sus usos son innumerables como por ejemplo en la camperización de furgonetas, para mobiliario, revestimiento de paredes y techos, tablas de surf, entre otras muchas aplicaciones. Resulta muy fácil de trabajar, debido entre otras cosas a su fibra recta y ligereza. Su precio oscila mucho en función del origen y calidad, pero la tendencia es claramente a la baja, debido principalmente a la creciente oferta. Existen varios tipos de paulownia, desde un punto de vista comercial y productivo se ha impuesto la especie cuyo nombre científico es *Paulownia tomentosa*. Esta es la que ofrece mejores características.

1.3.3 *Cedro* - Generalmente la madera de cedro es ligera, fácil de trabajar, de tonalidades rojizas y posee una fragancia característica debida a la resina que emana de su interior. Es una madera duradera, ligera, bastante resistente a la putrefacción, hongos e insectos y de precio moderado. Existen varias especies de cedro, cada una con sus características y particularidades. Algunas serían: cedro del Atlas, cedro de Chipre, cedro del Líbano o cedro del Himalaya. Desde un punto de vista maderable y comercial destaca el cedro americano (*Cedrela odorata*), propio del sur de Norteamérica, América Central y norte de Suramérica. Una de las grandes virtudes de la madera de cedro es su excelente comportamiento en exteriores, donde se utiliza tanto para la fabricación de estructuras como para mobiliario de exterior, siendo muy demandada por su alta relación calidad/precio. También se utiliza en la carpintería de interior o en la fabricación de instrumentos musicales.

1.3.4 **Abeto** - La madera de abeto es una de las más utilizadas hoy en día tanto para la carpintería de interior como para la fabricación de madera o vigas laminadas, debido principalmente a su gran estabilidad. Es ligera, de color claro, generalmente blanco a marrón rojizo, y de calidad aceptable. Su durabilidad es moderada, pudiendo ser atacada por hongos e insectos. Tiene cierto parecido con la [madera de pino](#), aunque es más ligera, normalmente más clara y con los anillos menos marcados, y menos lustrosa. Existen más de 50 especies de abetos alrededor del mundo. Destaca el conocido como abeto común o abeto blanco, cuyo nombre científico es *Abies alba*. Su precio es relativamente bajo por ser una especie abundante, además de que se cultiva para su explotación como especie maderable.

1.3.5 **Pino** - La madera de pino es quizás la madera más usada y conocida. Se debe a varios factores entre los destacan su abundancia, su facilidad para trabajar, versatilidad y su precio económico. Tiene una textura irregular y suele tener muchos nudos. Presenta unos buenos índices en resistencia, contracción y flexión, e impregnabilidad. No destaca en ninguno de ellos, pero la combinación suele ser buena. Este tipo de madera ofrece de forma natural poca o nula resistencia a los habituales agentes degradadores: hongos e insectos. Por tanto, su uso en exteriores sin protección no está ni mucho menos recomendado. Sin embargo, la madera de pino, en la mayoría de ocasiones, puede ser fácilmente tratada para mejorar su durabilidad. Existen muchas especies de pinos, cada una de ellas con características o propiedades diferenciadas. Algunas de las clases más habituales dentro del mundo de la carpintería son:

- Pino Insignis o pino radiata - Abundante en el norte de España, Chile y la costa oeste de USA entre otros lugares. También se le conoce en algunos lugares como Pino de Monterrey. Su nombre científico es *Pinus radiata D. Don*. El color de la albura es blanquecino y del duramen entre amarillo y marrón. Tiene abundantes nudos, normalmente sanos. Es sensible al ataque de hongos e insectos. Por tratarse de una madera de crecimiento rápido y abundante su precio es bajo. Se usa, por ejemplo, para: Carpintería de armar, carpintería de interior (puertas, ventanas, frisos, molduras...), mobiliario, principalmente de apariencia rústica, envases y embalajes etc.
- Pino silvestre o rojo - Muy abundante en Europa, desde España hasta Rusia. En España se conoce también como *Pino Soria*, debido a que las principales explotaciones se encuentran en esta zona. Otros nombres habituales son Pino Valsain, Pino Flandes, Pino Riga o Pino Alvar. Su nombre científico es *Pinus sylvestris L*. El color de la albura es amarillo pálido y del duramen rojizo. Presenta nudos, tanto pequeños como grandes, frecuentes y pequeñas bolsas de resina. Su durabilidad es poca frente a insectos y de poco a medio frente a hongos. Su precio es entre moderado y bajo. Algunos de sus usos son: Mobiliario de interior, carpintería de interior y también ligeramente expuesta como puertas, ventanas, frisos, tarimas, madera laminada, carpintería de armar, tableros contrachapados o elementos auxiliares en la construcción: encofrados, puntales...
- Pino marítimo o gallego - Principalmente ubicado en el Sur de Europa y Norte de África. También se le conoce como pino pinaster o pino landas. Su nombre científico es *Pinus pinaster Ait.*. La albura es de tonos amarillentos claros y el duramen amarillo anaranjado. Presenta abundantes nudos, tanto pequeños

como grandes, y pequeñas bolsas de resina. Su durabilidad es escasa frente a hongos e insectos. Su precio es bajo. Sus principales usos son: Mobiliario de interior, carpintería de interior: puertas, frisos, cercos, precercos..., madera laminada, tableros contrachapados y alistonados y envases y embalajes.

- Pino tea - Se da principalmente sureste de Estados Unidos y sureste de América del Sur. Es muy valorada dentro del mundo de la construcción. Además de Pinotea (pino tea), esta madera es conocida de diferentes formas: pino resinoso, madera de mobila, pino melis, pino amarillo, su nombre científico es *Pinus taeda* L. Su albura es de color amarillo pálido, y su duramen de tonos marrón rojizo. Presenta nudos y depósitos de resina. Su precio es medio para tratarse de madera de pino. Se utiliza generalmente para mobiliario de interior de apariencia rústica, carpintería de huecos: puertas, ventanas, frisos..., construcción y/o carpintería de armar, chapas y tableros contrachapados y tableros aglomerados, alistonados...

Tabla A5: Principales características de las maderas

	Fibra	Grano	Densidad Kg/cm ³	Dureza (test de Monnin)	Coefficiente de contracción volumétrico	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Resistencia a flexión estática kg/cm ²	Módulo de elasticidad kg/cm ²
De Balsa	Recta	Medio a grueso	100-150	0.3	0.21%	112	245	11.600
Paulownia	Recta	Grueso	265-280	1.3	0.26-0.33	211	440	44600
Cedro	Recta	Medio	490-520	2	0.34	415	753	90.000
Abeto	Recta	Fino a medio	490	2.5	0.44	418	815	145.800
Pino Insignis	Recta	Medio a basto	500	1.8-2.1	0.44	434	874	90.000
Pino silvestre	Recta	Medio a fino	510	1.9	0.38	406	1057	94.000
Pino marítimo	Recta	Grueso a medio	530	2.45	0.45	400	795	74.000
Pino Tea	Recta	Medio	510	2.4	0.41	492	975	130.000

2. ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

En este apartado se estudiarán diferentes tipos de procesos de fabricación para tener una idea clara de cómo funciona cada uno y poder decidir cuál de ellos es el más adecuado dependiendo de la pieza y el material a trabajar.

2.1 Moldeo en arena

Proceso metalúrgico apto para casi todos los metales por lo que está ampliamente extendido. Gracias a sus moldes de arena se pueden conseguir piezas de formas complejas con un proceso sencillo. Viertes el material metálico en un molde previamente trabajado con la forma deseada, cuando el metal se solidifique es momento de extraerlo.

2.2 Moldeo a la cera perdida

Al igual que el moldeo en arena, nos encontramos ante un proceso metalúrgico similar. En este caso será necesario destruir el molde para extraer la pieza.

2.3 Moldeo por inyección (metales y termoplásticos)

Proceso de conformado utilizando moldes. Los materiales se llevan a fusión y se inyectan en el molde. Cuando se enfrían están listos para su extracción con la forma deseada.

2.4 Soplado (extrusión e inyección)

- Extrusión-Soplado: El plástico se funde y se extruye en un tubo (preforma) el cual se cierra por la parte inferior de forma hermética por el molde. El aire se inyecta a la preforma y adquiere la forma deseada, se deja enfriar y se expulsa la pieza.
- Inyección-Soplado: Se combina el moldeo por inyección y moldeo por soplado. El plástico fundido es moldeado por inyección alrededor de un núcleo consiguiendo una preforma y se introduce en el molde, después se inyecta aire para expandir el material y conseguir la forma final de la pieza, se enfría y se expulsa.

2.5 Rotomoldeo

En este proceso un molde hueco es llenado con resina líquida o en polvo y rotado en dos direcciones en una cámara caliente, hasta que la resina cubre la superficie del molde y se cura formando una pieza.

2.6 Repujado

El repujado es un proceso de formación de lámina metálica sin fisuras en cilindros huecos, conos u otras formas circulares, mediante una combinación de fuerza y rotación.

2.7 Forjado por estampación

Con ayuda de prensas se realizará este proceso de forjado. Consiste en someter el metal caliente a fuertes golpes y gran presión conformando así volúmenes y formas determinadas. Son necesarios útiles concretos tales como moldes, troqueles o matrices.

A continuación, se pueden observar características más detalladas sobre estos y otros procesos de fabricación que resultan muy útiles para poder realizar comparativas entre los mismos.

Tabla A6. Características de procesos de fabricación

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Moldeo en arena	Peso: 90g–450Tn Espesor mín.: 3,175mm	General: ±0,500 (25mm), ±2,500 (610mm) Para dimensiones afectadas por la línea de partición añadir ±0,760 (320cm ²), ±1,000 (1290cm ²)	12,7–25,4	Piezas grandes con paredes y pasajes internos de geometría compleja, y que requieran buenas características de amortiguación de vibraciones	Normalmente se requiere un mecanizado posterior. Productividad usualmente menor que para otros procesos de moldeo. Acabados dimensionales y superficiales más burdos que otros procesos de moldeo. Requiere ángulos de salida (aprox. 3°) y radios de acuerdo (aprox. igual al espesor) generosos.	1 2 3 4 5 6 7 ^a 8 12	Proceso muy flexible en términos de posibles geometrías, tamaños y materiales. El modelo es reutilizable y el molde es perdido.
Moldeo a la cera perdida	Peso: 28g–50Kg Dimensión máx.: 1200mm Espesor mín. (mm): 0,6 (ferrosos), 1,5 (no ferrosos)	General: ±0,050 (25mm), ±0,100 (150mm)	0,6–1,6	Piezas pequeñas intrincadas que requieren buen acabado, buen control dimensional y elevada resistencia	La mayor parte de las coladas en moldeo a la cera perdida son inferiores a 300mm de longitud y 4,5Kg. La relación L/D de agujeros pasantes o ciegos es inferior a 4:1 y 1:1 respectivamente. El coste del utillaje y los tiempos de ciclo generalmente más elevados que otros procesos, excepto moldeo por inyección.	2 3 4 ^a 5 6 8 12	Molde y modelo perdidos. Mayor flexibilidad en materiales y geometría que el moldeo por inyección, pero mucha menor productividad. Menos susceptible a porosidades que otros procesos de moldeo. Posibilidad de modelo/molde multicavidad para moldeo de varias piezas simultáneamente.
Moldeo por inyección (metales)	Espesor mín. (mm): 0,6 (Zn), 1,3 (Al, Mg) ∅ mín. (mm): 1 (Zn), 2 (Mg), 2,5 (Al) Peso máx. (Kg): 16 (Zn), 9 (Al), 4,5 (Mg)	General: ±0,050 (25mm), ±0,130 (150 m) (Zn); ±0,075 (25mm), ±0,150 (150mm) (Al, Mg) Añadir ±0,100 en dimensiones afectadas por la línea de partición o macho móvil	0,8–2,2	Similar al moldeo por inyección de termoplásticos	Se requieren operaciones de corte y desbarbado. Puede existir porosidad. La vida del molde limitada a aprox. 200000 golpes en Al o Mg ó 1 millón en Zn.	5 6 ^a 7 8	Produce las paredes con menor espesor de todos los procesos de moldeo. Productividad aprox. 100piezas/h en Al y aprox. 200piezas/h en Zn. Coste del utillaje y tiempos de ciclo similares al moldeo por inyección de termoplásticos, pero la necesidad de desbarbados y tratamientos superficiales puede hacer el proceso menos económico.

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

© Boothroyd et al.

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Electroerosión	∅ mín. agujero: 0,050mm Anchura mín. ranura: 0,050mm	General: ±0,025 mm	0,2–6,4 (dependiendo de la tasa de eliminación de material)	Similar al mecanizado electroquímico	El desgaste del electrodo afecta a la precisión y requiere una sustitución periódica. La tasa de eliminación de material es extremadamente baja (0,160–8cm ³ /h). Limitaciones adicionales similares al mecanizado electroquímico.	2 ^a 3 ^a 5 ^a 6 9 ^a 12 ^a	Una variante diferente de la electroerosión convencional, la electroerosión por hilo, se usa para cortar perfiles complejos con precisión de materiales entrocados de hasta 150mm de espesor. Estos componentes a menudo se utilizan en moldes y matrices para estirado, extrusión o estampado.
Trabajo de la chapa (estampado y doblado)	Espesor del material: 0,025–19mm (normalmente 1,2–9,5mm) Área: 7,5m ² con torreta y pison, 9200cm ² con matrices progresivas	Punzonado o estampado: ±10% del espesor del material (50mm) Con pison: ±2° en doblado, ±0,380mm agujero-doblado	Para chapas o varillas de laminado en frío: 0,8–3,2	Piezas de complejidad moderada con espesor de material constante y salientes en una única dirección	Los agujeros con un diámetro inferior al espesor de la chapa tienen que taladrarse. Dado que entre 1/2–2/3 del espesor del material se fractura, en lugar de cizallarse, se necesitan operaciones secundarias para mejorar el acabado de las aristas o lados paralelos. Los costes de acabado y desperdicio de material a menudo son substanciales.	2 3 4 5 6 7 ^a 8 ^a 12 ^a	Las prensas mecánicas recíprocas operan a 35–500golpes/min. Las prensas con torretas CNC alcanzan 55–265golpes/min en desplazamientos de hasta 25mm. A menudo, cuando los costes de los moldes exceden el coste de las piezas, las matrices progresivas no son rentables (aprox. 20000 piezas para geometrías comunes). Matrices progresivas pueden justificarse a menudo si pueden ahorrar dos o más operaciones secundarias en matrices individuales.

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Termoconformado	Área: 6,5cm ² –27m ²	General: ±0,05% de la dimensión Pared: ±20% del nominal	1,5–3,10	Piezas grandes, huecas, con paredes finas y radios generosos	Bajo grado de complejidad de pieza. Baja precisión dimensional. Oportunidades mínimas de sistemas de fijación integrados.	10	Utillaje menos caro que otros métodos de procesado de plásticos. Productividad elevada posible (vasos de plástico: 2000–3000piezas/min). Las propiedades del material se pueden mejorar debido a la orientación de las moléculas. Se pueden añadir fibras de refuerzo para mejorar la resistencia. De las diferentes variantes disponibles (vacío, vacío y presión, con preestirado), la de vacío es la más popular.
Repujado	Diámetro: 635mm–790cm Espesor material: 0,1–75mm (Al), 0,1–38mm (acero de bajo contenido), (0,635–1,270mm lo más habitual)	Diámetro: ±0,250 (25mm), ±0,750 (610mm) Ángulo: ±3°	0,8–1,7	Piezas de pared fina y forma cónica, con diámetro mayor que dos veces la profundidad	La rigidización del borde debería realizarse externamente, más que internamente. Secciones cilíndricas y entrantes son posibles pero a un mayor coste. Radio mínimo 1,5xespesor. Espesor máx. para repujado manual: 6,35mm (Al), 4,75mm (acero de bajo contenido), 3,18mm (acero).	2 3 ^a 4 5 6 7 ^a 8 ^a 12 ^a	El repujado convencional y el repujado con desplazamiento se diferencian en que el repujado con desplazamiento mueve el material hacia atrás a lo largo de la horma, refinando la estructura granular en la dirección del flujo. Los costes de utillaje son muy inferiores a los del estampado o estirado profundo, puede ser rentable para una cantidad pequeña de piezas. El repujado de tubos reduce el diámetro interior, el diámetro exterior o alarga tubos o preformas.

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Moldeo por inyección (termoplásticos)	Volumen: 165mm ³ -2m ³ Pared: 0,75-6mm	General: ±0,075 (25mm), ±0,200 (150mm) ∅ agujero: ±0,025 (25mm), ±0,050 (150mm) Planicidad: ±0,050mm/25mm Incrementar tolerancia 5% para cada cavidad del molde adicional Incrementar tolerancia ±0,100 para dimensiones afectadas por la línea de partición	0,2-0,6	Piezas de tamaño medio-pequeño con detalles intrincados y buen acabado superficial	El utillaje es caro. Diseños pobres pueden dar lugar a elevadas tensiones residuales, resultando en deformaciones o roturas.	10 11	Tiempo de ciclo típico 10-40s. Detalles tales como bisagras vistas, inyección con insertos o uniones rápidas permiten mejorar la consolidación de la pieza. La inyección de termoestables también es posible: mayores tiempos de ciclo, sin reprocesado de desperdicios, generalmente materiales más duros, más frágiles, pero más estables, que pueden ser usados en condiciones de servicio de mayor temperatura.
Espumado	Peso: 11-23Kg Pared: 2,3-50mm	Aprox. las mismas que para moldeo por inyección	Pobre. Generalmente se requiere pintar.	Piezas grandes e intrincadas, que requieren elevada rigidez y/o propiedades de aislamiento térmico o acústico	Detalles tan exactos como en moldeo por inyección no son posibles. Tiempo de ciclo largo (2-3min).	10 11	Utillaje aprox. 20% menor que en moldeo por inyección. Capa sólida aprox. 0,75-20mm en grosor; la sección transversal de la pared entera tiene densidades entre 50% y 90% del peso sólido. El proceso genera un bajo nivel de tensiones internas. RIM es un proceso similar utilizando termoestables (generalmente poliuretano).
Soplado (extrusión e inyección)	Volumen: Recipientes de hasta 3m ³ Pared: 0,4-3mm	General: ±0,500 (25mm), ±1,000 (150mm) Pared: ±50% del valor nominal Cuello: ±0,100 (sólo inyección)	6,4-12,7	Piezas huecas con paredes finas y redondeadas, con un bajo nivel de asimetría	Con la extrusión soplado, algunas geometrías producen muchos desperdicios de material. Asas integradas son posibles únicamente con extrusión soplado. Control pobre del espesor de pared.	10	Inyección soplado: piezas más pequeñas, cuellos más exactos. Extrusión soplado: piezas más asimétricas, utillaje menos costoso. Productividad elevada, especialmente para inyección soplado (incluso 10s por ciclo).

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Mecanizado	Limitada únicamente por la capacidad de la máquina	Torneado ±0,025, mandrinado ±0,012, fresado ±0,050, taladrado +0,200 - 0,050, brochado ±0,125, rectificado 0,050 (diámetro); ±0,200 (superficie), escariado ±0,025 (todos en mm y para dimensiones de 25mm)	Torneado 1,6-3,2 Mandrinado 0,8-3,2 Fresado 1,6-3,2 Taladrado 1,6-6,4 Rectificado 0,2-0,8 Escariado 1,6	Rotacionales: Piezas simétricas a un eje con relación L/D de 3 o inferior y diámetro máximo de 50mm o menos. No rotacionales: Piezas rectangulares con todos los elementos característicos paralelos y abiertos en la misma dirección.	Pocas posibilidades de consolidación de pieza. La mayor parte de las piezas se producen mediante una secuencia de operaciones y máquinas. La necesidad de múltiples operaciones puede influir en la calidad de la pieza. El desgaste de las herramientas es significativo.	1 2 3 4 5 6 7 ^d 8 9 ^d 10 ^d 11 ^d 12 ^d	Más cercano a la conexión real con CAD/CAM que la mayoría de los procesos. El más flexible de los procesos de fabricación.
Mecanizado electroquímico	∅ mín. agujero: 0,250mm Profundidad máx. agujero: 50xdiámetro	General: ±0,025mm	0,2-1,6	Formas de elevada precisión y complejidad, con detalles finos, en materiales endurecidos o susceptibles de dañarse debido a un elevado calor. Agujeros profundos y sin rebabas.	Paredes un poco inclinadas. Radios mínimos de 0,05mm. El material debe conducir la corriente.	1 ^d 3 6 ^d 9 12	Las tasas de eliminación de material mucho mayores que en electroerosión (aprox. 127mm ³ /min.) aunque los costes de utillaje, equipamiento y energía son mucho más elevados. Los acabados superficiales no tan próximos a las tasas de eliminación de material como en electroerosión. Generalmente más efectivo en coste que el mecanizado de precisión o el rectificado para todos los materiales, excepto los de más fácil mecanizado.

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Rotomoldeo	Volumen: Recipientes de hasta 19m ³ Pared: 1,5-10mm	General: ±0,635 (25mm), ±1,270 (150mm) ±0,250 (610mm) Pared: ±0,380	Pobre. Piezas generalmente con textura.	Recipientes grandes con mínimos detalles	No son posibles cambios bruscos de espesor de pared, protuberancias largas y delgadas y separaciones pequeñas entre superficies opuestas de la pieza	10 11	Tiempo de ciclo 8-20min. Insertos para seguridad o rigidez son posibles. Es posible menor detalle que con inyección soplado.
Extrusión por impacto (directa e inversa)	∅: 2-63mm Longitud: 75-610mm	∅ exterior: ±0,050 (13mm) ∅ interior: ±0,075 (125mm) ∅ inferior ±0,125 (125mm) Tolerancias aprox. 50% mayores para piezas rectangulares	0,5-1,6	Aprox. piezas de 25-50mm diámetro con final cerrado más grueso que las paredes laterales (extrusión inversa). Piezas con cabeza y con relación L/D grande y sin ángulo de salida (extrusión directa). La combinación directa/inversa es habitual.	Fondos interiores planos requieren operaciones adicionales. Costes de utillaje elevados. Relación L/D máxima para extrusión inversa es 10 (en algunas aleaciones de Al). Relación L/D casi ilimitada en extrusión directa. Tolerancias no tan buenas como en mecanizado.	2 3 ^d 5 6 7 8 9 12 ^d	Generalmente escogido frente a piezas por mecanizado si los ahorros de material son significativos (aprox. 25% más)
Recalcado	∅ vástago: 0,7-50mm Longitud: 15-228mm	Altura cabeza: ±0,150 (∅ vástago 0,650), ±0,200 (∅ vástago 12) ∅ cabeza: ±0,250 (∅ vástago 6), ±0,450 (∅ vástago 12) Longitud: ±0,750 (25mm)	0,8-21,6	Piezas pequeñas con cabezas simétricas o casi simétricas, con longitud del vástago mayor que el diámetro del vástago	Raramente utilizado para diámetros mayores de 32mm. Deben permitirse radios mucho más generosos que con mecanizado. Asimetría significativa difícil.	2 3 4 ^d 5 6 12 ^d	Minimización del diámetro del vástago y volúmenes de defectos importante. Productividad 35-120piezas/h. El proceso también se puede realizar en caliente (420-640°C).

Proceso	Tamaño de pieza	Tolerancias ^a (mm)	Acabado superficial (µm)	Formas que se producen de forma competitiva ^b	Limitaciones del proceso	Materiales ^c	Comentarios
Forja rotacional o radial	∅: 0,250–125mm (barras), 350mm (tubos)	∅: ±0,075 (25mm)	20% del acabado inicial	Barras/Varillas cilíndricas con inclinación o tubos	El ángulo de inclinación debería ser 6° o menos incluyendo el ángulo para alimentación manual y hasta 14° para alimentación automática	2 3 4 5 6 7 ^d 8 ^d 12	Los costes de utillaje son generalmente menores que los de extrusión fría o recalcado. Piezas no cilíndricas pueden realizarse por forja rotacional o radial en máquinas de moldes estacionarios. Productividad oscila 100-3000piezas/h. Formas como ranuras pueden producirse mediante forja rotacional o radial de tubos sobre una matriz interna llamada mandril.
Extrusión en caliente	Área sección transversal: 0,645–450cm ² (Al), 3,225–250cm ² (acero de bajo contenido) Pared mín.: 1,5% del diámetro circunscrito	General: ±0,250 (25mm), ±0,750 (150mm), (±0,125 si estrado en frío tras la extrusión) Ángulos: ±2° Retorcimiento: 1° por 300mm para anchos inferiores a 50mm Planicidad: 0,100mm/25mm	1,6 (Al), 3,2 (acero de bajo contenido)	Piezas rectas con sección transversal constante que son bastante complejas, pero equilibradas, sin cambios bruscos en el espesor de pared	La precisión dimensional y la consistencia pieza a pieza generalmente no son tan elevadas como en los procesos alternativos. Las deformaciones y torsiones pueden ser problemáticas. El uso de otros materiales diferentes a aleaciones de Al y Cu pueden causar limitaciones en las formas. Evitar aristas vivas y salientes largos y sin soporte.	2 3 ^d 4 ^d 5 6 7 ^d 8 9 ^d	La deformación plástica produce una estructura granular favorable. Relaciones de extrusión máx.: 40:1 (Al), 5:1 (acero de bajo contenido) Tiempo de preparación inferior que en laminado, pero una productividad inferior. Costes de utillaje bajos, por ello las series pequeñas pueden justificarse si la consolidación de la pieza y los sistemas de fijación integrados se tienen en cuenta.

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoesfables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

Recubrimiento PVD

PVD significa deposición física de vapor. Es un proceso innovador que se lleva a cabo en alto vacío y, en la mayoría de los casos, a temperaturas de entre 150 y 500 °C.

En el proceso PVD, los materiales de recubrimiento sólido de gran pureza (metales como el titanio, el cromo y el aluminio) o se evaporan mediante calor o se bombardean con iones (pulverización por bombardeo iónico). Al mismo tiempo, se añade un gas reactivo (p. ej. nitrógeno o un gas que contiene carbono); y forma un compuesto con el vapor de metal que se deposita en las herramientas o componentes en forma de un recubrimiento delgado y altamente adherente. Con la rotación de las piezas a velocidad constante en diversos ejes se obtiene un grosor del recubrimiento uniforme.

Las propiedades del recubrimiento (como la dureza, estructura, resistencia química y a la temperatura, adherencia) pueden controlarse con precisión.

Los procesos PVD incluyen la evaporación por arco, la pulverización por bombardeo iónico, el recubrimiento iónico y la pulverización por bombardeo iónico mejorada.

Acabados

- Cromado: Uno de los acabados que posiblemente estemos más acostumbrados, ya que, es muy usado en los grifos de casa o en los grifos de cerveza de los bares; es un acabado que se consigue bañando las piezas en una bañeras grandes o cubas, llenas de material: Cromo. Un acabado que estaría dentro de los galvanizados, está basado en la electrólisis. Se deposita una fina capa del material metálico recubriendo las piezas. El recubrimiento electrolítico con cromo se usa mucho en industrial para proteger el metal de la oxidación. El cromado brillante o decorativo son finas capas de cromo que se depositan sobre cobre, latón o níquel.
- Bronce envejecido y laca mate: El acabado de bronce envejecido es un baño electroquímico en el que se meten las piezas en diferentes baños para darle un aspecto

de color bronce. Luego, con un posterior pulido puede darse un efecto decorativo muy vintage. Un acabado especialmente para mobiliario de todo tipo y para diferentes decoraciones. Sin duda, es un acabado que no deja indiferente a nadie ya que la pieza pasa a ser visualmente de bronce. Un elemento muy codiciado y relativamente caro.

- Cobre envejecido y laca mate: Si queremos dar a la pieza un color rojizo o cobrizo deberemos bañarla en baños de cobre. Posteriormente, al igual que con el bronce envejecido al pulir la pieza le daremos un aspecto decorativo vintage. Consiste en baños electroquímicos en cubas de ácidos y oxidaciones que se realizan repetidas veces para dar como resultado ese color tan característico del cobre.
- Cobre brillante: Otro de los acabados con baños electroquímicos es el baño de la pieza en cobre. Anteriormente citábamos el cobre envejecido y en esta ocasión el cobre lo dejaremos en su máximo esplendor. Cualquier pieza de metal, aun siendo de baja calidad, pasa a ser una pieza de un aspecto igual al cobre. Las piezas después de los baños pasan por un pulido para darles un brillo especial y posteriormente se las da una laca de protección muy parecida al barniz transparente.
- Níquel piedra con laca mate: Otro de los acabados más llamativos puede ser el níquel piedra. Llamado así por la terminación del material y el aspecto que se queda en la pieza. El tratamiento consiste en varios baños, pasando por la oxidación. Baños en ácido para eliminar impurezas del material y varios baños de níquel. Las diferentes reacciones químicas en cada baño hacen que el acabado, como su propio nombre indica, simule el aspecto de una piedra. Es un acabado diferente, muy poco visto y de los últimos acabados que se han desarrollado.
- Latonado con pulido y alto brillo: Un tratamiento que empieza en la cuba de ácido para eliminar cualquier impureza con la que llegue el material. El tratamiento incluye varios baños de níquel, cobre y latón; produciendo una oxidación y cubriendo el material con una fina capa de color dorado muy característico y de aspecto como el oro. Después del proceso de baños electroquímicos se puede terminar con un pulido, acabado espejo.

3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Para llevar a cabo la elaboración de nuestra luminaria es necesario estudiar las fuerzas a las que va a ser expuesta para comprobar su correcta funcionalidad y que es segura para los usuarios.

- Estabilidad de la luminaria de pie.

Se trata de determinar la máxima fuerza que se debe ejercer a una altura “x” de la lámpara para que genere un momento de vuelco respecto del punto de giro “O” mayor que el momento antivuelco que genera el propio peso del elemento.

Es decir, para que la lámpara NO vuelque, se debe cumplir:

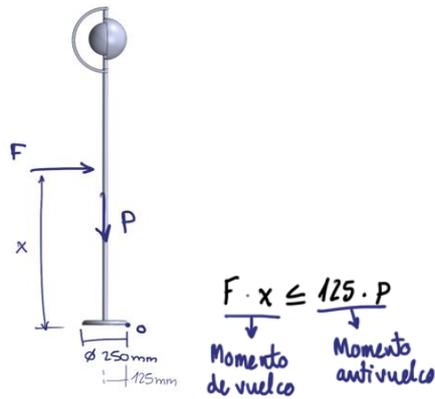


Imagen A1. Croquis y fórmulas 1

Por tanto:

$$F_{\max} \leq \frac{125 \cdot P}{x}$$

Handwritten notes: \rightarrow peso total de la lámpara; $\downarrow x$ un bebé de un año puede alcanzar $x = 0.8\text{ m}$

Imagen A2. Fórmulas 2

Sabiendo que el peso total de la lámpara será de $P=11,7\text{ Kg}$

$$F = ? \text{ (N)}$$

$$l = 125 \text{ mm}$$

$$P = p \cdot g = P_{\text{lámpara}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$P = 11.7 \text{ kg} \cdot 9.81 = 114.78 \text{ N}$$

Imagen A3. Fórmulas 3

Supondremos que la altura a la que se ejercerá la fuerza es a 0.8 m , puesto que es la altura que puede alcanzar un bebé de un año.

$$x = 0.8 \text{ m}$$

$$F_{\max} = \frac{125 \cdot P \cdot 9.81}{0.8 \cdot 1000} = 17.93 \text{ N}$$

Imagen A4. Fórmulas 4

- Dimensionamiento del soporte de madera.

Aunque su función estructural sea soportar el peso de la lámpara (y dicho peso es mínimo, por lo que su espesor sería muy pequeño), la tentación cotidiana de utilizar un elemento como escalón, hace necesario su dimensionado para soportar el peso de una persona que se suba encima:

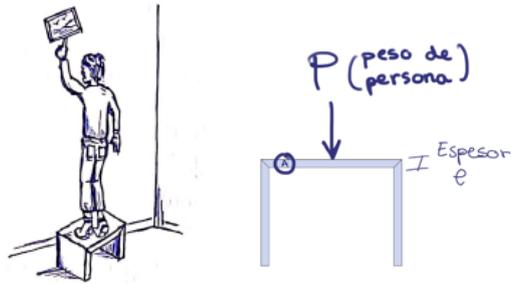


Imagen A5. Croquis 2

Los tableros van unidos entre sí mediante tubillones, por lo que podríamos considerar que nuestro tablero lateral "A" está empotrado en los tableros para cableado y de apoyo, como se puede ver a continuación.

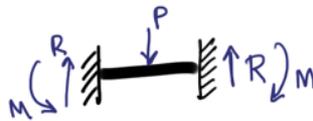


Imagen A6. Croquis 3

Teniendo entonces un problema hiperestático.

Para simplificarlo y siempre teniendo en cuenta la seguridad, vamos a considerar el tablero lateral "A" biapoyado en los tableros laterales (imagen x.). Teniendo un problema isostático de fácil resolución.

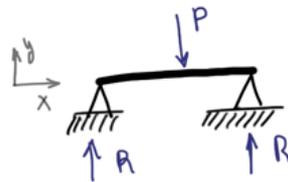


Imagen A7. Croquis 4

Consideramos la longitud del tablero "L" y aplicamos las ecuaciones de equilibrio:

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 & \quad R + R = P \rightarrow R = \frac{P}{2} \\ \sum M_{\text{izquierdo}} = 0 & \quad R \cdot \frac{L}{2} - R \cdot \frac{L}{2} = 0 \rightarrow R = R \end{aligned}$$

Lógico. Ya lo sabemos por la simetría

Imagen A8. Fórmulas 5

Seguidamente calcularemos el momento máximo:

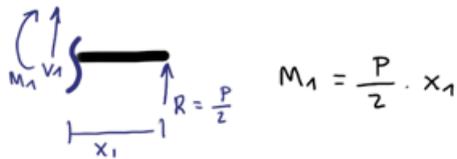


Imagen A9. Croquis 5 y fórmulas 6

Por tanto, como el valor más grande que le podemos dar a "x1" es $\frac{L}{2}$, el momento máximo está en el centro de la barra:

$$M_{max} = \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} = \frac{PL}{4}$$

Imagen A10. Fórmulas 7

Ahora, podremos utilizar la ley de Navier para calcular la máxima tensión moral que este momento genera en la sección:

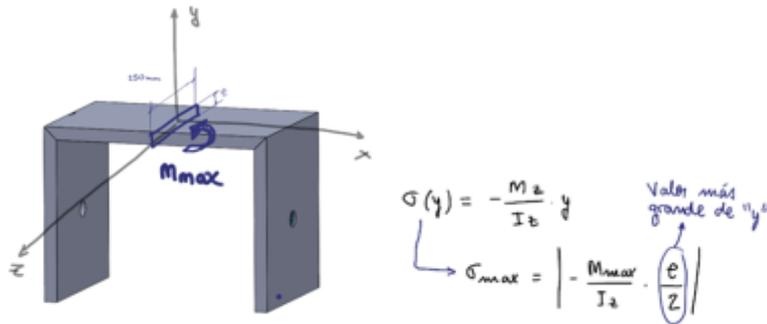


Imagen A11. Croquis 6 y fórmulas 8

Siendo:

$$I_z = \frac{1}{12} 250 \text{ e}^3 = \frac{125 \text{ e}^3}{6}$$

Imagen A12. Fórmulas 9

Según los datos del proveedor, la madera tiene una resistencia a flexión:

$$\sigma_F = 440 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 4312 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (MR)}$$

Imagen A13. Fórmulas 10

Y se debe cumplir:

$$\sigma_{max} \leq \frac{\sigma_F}{n_s}$$

Imagen A14. Fórmulas 11

Tomamos un coeficiente de seguridad conservador y sustituimos:

$$\frac{\frac{PL}{4}}{\frac{125e^3}{6}} \cdot \frac{e}{2} \leq 43^{12/3}$$

$$n_s = 3 \quad \frac{3PL}{500e^1} \leq 14'37 \rightarrow e \geq \sqrt{\frac{3PL}{14'37 \cdot 500}} = \sqrt{\frac{P \cdot L \cdot 9}{21560}}$$

Imagen A15. Fórmulas 12

Suponemos que el peso de la persona es de 100kg= 980N y L=250mm

$$e \geq \sqrt{\frac{980 \cdot 250 \cdot 9}{21560}} = 10'11 \text{ mm} \text{ Como mínimo}$$

Imagen A16. Fórmulas 13

- Dimensionado de tornillos

Por último, vamos a calcular la máxima carga vertical que podríamos poner sobre la lámpara cuando ésta se considera atornillada a la pared. Dicha carga vendrá limitada por los tornillos utilizados:

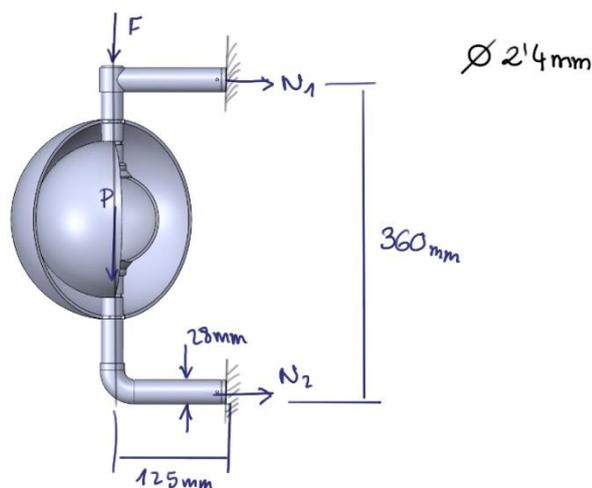


Imagen A17. Croquis 7

Consideraremos, para simplificar el cálculo, que los tornillos no están pretensados, por lo que no podemos obviar el efecto del cortante en el mismo. Por lo que, tanto "F" como "P" intentan

cizallar los tornillos, generando una tensión tangencial en cada uno de ellos que debe ser inferior a la tensión tangencial admisible:

$$F \leq \frac{\sigma_{adm} \cdot A_{tornillo}}{0'464 \cdot n_s} - P$$

Disponemos
F ya que no
se va a poner
nada sobre ella

$$P = \frac{\sigma_{adm} \cdot A_{tornillo}}{0'464 \cdot n_s}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{0'464 \cdot n_s \cdot P}{A_{tornillo}}$$

$$n_s = 3$$

$$P = 2'285 \text{ Kg} \cdot 9'81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 22'39 \text{ N}$$

$$A_{tornillo} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 2'4^2}{4} = 4'5 \text{ mm}^2$$

$$= 4'5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\sigma_{adm} = \frac{0'464 \cdot 3 \cdot 22'39}{4'5 \cdot 10^{-6}} = 6925973 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{adm} = 6'926 \text{ MPa}$$

Imagen A18. Fórmulas 14

4. ESTUDIO ELÉCTRICO

Puesto que nuestro proyecto es una luminaria y a pesar de haber escogido elementos normalizados para asegurarnos de su correcto funcionamiento, se ha visto conveniente realizar unos cálculos sencillos sobre su circuito y funcionamiento eléctrico.

- Cálculo de la resistencia limitadora de corriente en el circuito eléctrico

La bombilla será tipo LED E14 con estas características:

- 3,5w de potencia
- 230V 50Hz de voltaje
- Blanco cálido

A efectos de cálculo, consideramos que un diodo LED convencional disipa en torno a 0,6 W de potencia, por lo que deducimos que en nuestra bombilla tendremos:

$$\frac{3,5 \text{ W}}{0,6 \text{ W/diodo}} = 5,833 \text{ diodos} \rightarrow 6 \text{ diodos}$$

Imagen A19. Fórmulas 15

Que, en la mayoría de las ocasiones, se colocan en serie. Nuestro circuito, por tanto, será como el representado a continuación.

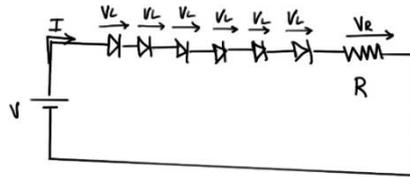


Imagen A20. Circuito 1

En las tablas de diodos podemos observar que el diodo que emite una luz blanca tiene una caída de tensión de 3,4V. Entonces podemos hacer:

$$V_L + V_L + V_L + V_L + V_L + V_L = 6V_L = 6 \times 3,4 = 20,4V$$

Además, para una correcta iluminación, la intensidad eléctrica que debe recorrer el LED debe ser al menos de 180mA y menor de 260mA (para que no se quemé).

Con las leyes de Kirchoff y la ley de Ohm resolvemos el problema:

$$\begin{aligned} V &= 20,4 + V_R && (2^{\text{a}} \text{ Ley de Kirchoff}) \\ V_R &= I \cdot R && (\text{Ley de Ohm}) \\ \rightarrow V &= 20,4 + I \cdot R \rightarrow R = \frac{V - 20,4}{I} \end{aligned}$$

Imagen A21. Fórmula 16

La tensión continua V (transformada mediante un transformador desde la tensión alterna de la red cuyo valor eficaz es 220V y posteriormente rectificadas mediante un puente de diodos (ilustrado en la imagen x.) debe ser mayor que 20,4V para que el numerador del cociente sea positivo y garantizar que la intensidad será positiva, posibilitando así el correcto funcionamiento de los LEDs.

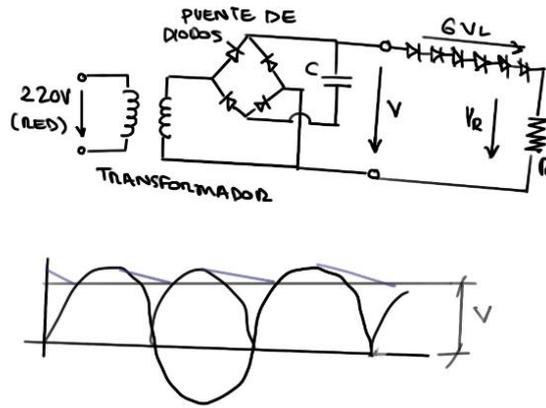


Imagen A22. Circuito 2

Dicho esto, la intensidad vamos a suponerla como 180mA, para dimensionar la resistencia. Tomaremos $V=30V$ y obtendremos lo calculado a continuación.

$$R = \frac{30 - 20^{\sqrt{2}}}{180 \cdot 10^{-3}} = 53,33 \Omega$$

Imagen A23. Fórmula 17

Con ayuda de la tabla de resistencias adjuntada en este documento, escogeremos la más adecuada.

Tabla A7: Resistencias normalizadas

x 1	x 10	x 100	x 1.000 (K)	x 10.000 (10K)	x 100.000 (100K)	x 1.000.000 (M)
1 Ω	10 Ω	100 Ω	1 KΩ	10 KΩ	100 KΩ	1 MΩ
1,2 Ω	12 Ω	120 Ω	1K2 Ω	12 KΩ	120 KΩ	1M2 Ω
1,5 Ω	15 Ω	150 Ω	1K5 Ω	15 KΩ	150 KΩ	1M5 Ω
1,8 Ω	18 Ω	180 Ω	1K8 Ω	18 KΩ	180 KΩ	1M8 Ω
2,2 Ω	22 Ω	220 Ω	2K2 Ω	22 KΩ	220 KΩ	2M2 Ω
2,7 Ω	27 Ω	270 Ω	2K7 Ω	27 KΩ	270 KΩ	2M7 Ω
3,3 Ω	33 Ω	330 Ω	3K3 Ω	33 KΩ	330 KΩ	3M3 Ω
3,9 Ω	39 Ω	390 Ω	3K9 Ω	39 KΩ	390 KΩ	3M9 Ω
4,7 Ω	47 Ω	470 Ω	4K7 Ω	47 KΩ	470 KΩ	4M7 Ω
5,1 Ω	51 Ω	510 Ω	5K1 Ω	51 KΩ	510 KΩ	5M1 Ω
5,6 Ω	56 Ω	560 Ω	5K6 Ω	56 KΩ	560 KΩ	5M6 Ω
6,8 Ω	68 Ω	680 Ω	6K8 Ω	68 KΩ	680 KΩ	6M8 Ω
8,2 Ω	82 Ω	820 Ω	8K2 Ω	82 KΩ	820 KΩ	8M2 Ω
						10M Ω

Escogeremos la resistencia de 50Ω y, si es de cuatro bandas, las 3 primeras serían de los colores mostrados a continuación.

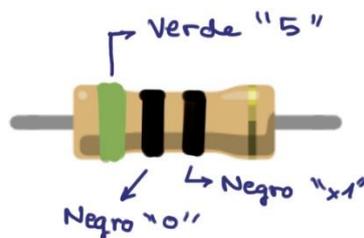


Imagen A24. Croquis 8

Con $R=50 \Omega$ y $V=30V$, recalculamos I para asegurarnos que no excede el valor máximo:

$$I = \frac{30 - 20'4}{50} = 0'192 \text{ A}$$

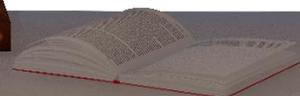
$$I = 192 \text{ mA} < I_{\text{máx}} = 260 \text{ mA}$$

Imagen A25. Fórmula 18

Por lo que queda dimensionada la resistencia, siempre que nos aseguremos que $V=30 \text{ V}$

VOL. 4

ESTADO DE MEDICIONES





ÍNDICE ESTADO DE MEDICIONES

1.	COSTES DIRECTOS	127
1.1	COSTES DE LOS MATERIALES.....	127
1.2	COSTE DE FABRICACIÓN.....	128
2.	COSTES INDIRECTOS.....	132
3.	PRECIO APROXIMADO.....	132
4.	PREVISIÓN DE VENTAS	133
5.	PRECIO FINAL.....	133
6.	RENTABILIDAD DEL PRODUCTO	134
7.	VAN.....	134

Con el fin de prever el coste inicial del proyecto y evaluar su rentabilidad se ha de comparar el coste inicial con los beneficios. Para ello se va a estimar el coste total del producto.

El coste industrial corresponde con el coste directo más el indirecto:

Coste directo:

- Materiales adquiridos
- Materiales fabricados
- Mano de obra directa
- Coste de taller

Coste indirecto:

- Consumos generales de la fábrica.
- Mano de obra indirecta.

1. COSTES DIRECTOS

1.1 COSTES DE LOS MATERIALES

Tabla E1. Coste de los materiales adquiridos

Componentes comprados	Precio (€)	Cantidad	Precio ud. (€)
Bombilla	3,45	1	3,45
Casquillo	0,99	1	0,99
Cableado de pie	20	1	20
Cableado de mesa	13,80	1	13,80
Tubillones	2,23	100	0,0223
Tornillo	82,28	1000	0,08228
Prisionero milímetro	0,14	2	0,07
Cola blanca	6,99	1	6,99
CT1	5,95	1	5,95
Pattex repair extreme	7,45	1	7,45
TOTAL			58,80458

Tabla E2. Costes materiales fabricados

Componentes fabricados	Precio (€)	Material	Cantidad	Dimensiones	Precio ud. (€)
Barra cableado	20€/m	Acero	1	120 mm	2,4
Barra apoyo	20€/m	Acero	1	120 mm	2,4
Embellecedor	0,2€/kg	Polycarbonato	1	0,104 g	0,00002
Coronita	2€/kg	Latón	2	81,44 g	0,163
Clip a presión	20€/kg	Abs	4	0,65 g	0,013
Tulipa grande	0,2€/kg	Polycarbonato	1	344,03 g	0,069
Tulipa pequeña	20€/kg	Abs	1	199,98 g	4
PRECIO ELEMENTOS COMUNES					
Tablero apoyo	80€/m3	Paulonia	1	0.00128 m3	0,1024
Tablero lateral	80€/m3	Paulonia	1	0,00167 m3	0,1336
Tablero cableado	80€/m3	Paulonia	1	0.00126 m3	0,1008
Tapón madera	80€/m3	Paulonia	1	0,0000023 m3	0,000184
Adaptador pared					
Enganche cableado	16,70€/m3	Acero	1	0,0000588 m3	0,00098196
Enganche apoyo	16,70€/m3	Acero	1	0,000052 m3	0,0008684
Fijador pared/techo	16,70€/m3	Acero	2	0,000005 m3	0,0000835
Tapón	16,70€/m3	Acero	1	0,00000236 m3	3,9412E-05
Adaptador de pie					
Base	16,70€/m3	Acero	1	0,000116 m3	0,0019372
Barra principal	16,70€/m3	Acero	1	0,000 77 m3	0,012859
Elemento en C	16,70€/m3	Acero	1	0,000 2158 m3	0,00360386
TOTAL					9,40237733 €

1.2 COSTE DE FABRICACIÓN

En primer lugar, se realizará la estimación de los tiempos de cada proceso de fabricación requerido para la obtención de las piezas finales.

- Operaciones con el torno: Dentro de las operaciones que se han realizado en el torno se encuentran cilindrados, tronizados, roscados, ranurados y mandrinados. Algunas de nuestras piezas han estado sometidas a más de una operación, por lo que además del tiempo estimado de cada proceso se tendrá en cuenta un tiempo muerto de 25s entre operación y operación. Se supondrá que el tiempo empleado para cada mecanizado es de 8s.

- Operaciones en la fresadora: El trabajo en esta máquina-herramienta consiste en planeados, ranurados y redondeos. Como generalmente son procesos en los que tardaremos más y la superficie a trabajar es mayor, estimamos su tiempo de empleo en 10s por operación. El tiempo muerto seguirá siendo 25s.
- Operaciones en la taladradora: Realizaremos tanto taladros pasantes como ciegos y de diferentes diámetros, utilizando utillaje como brocas de distintos diámetros, sierras de corona... En este caso emplearemos 8s para cada taladrado y un tiempo muerto de 3s entre operación y operación y, por el cambio de piezas, sumaremos 120s en total.
- Operaciones de corte: En esta operación se va a englobar todos los procesos de corte para adaptar un bruto a las medidas deseadas. Supondremos un tiempo de 120s por cada pieza porque se debe tener en cuenta la preparación de cada bruto.
- Corte inglete: Se precisará un tiempo estimado de 4s por operación y al total se le sumarán 10s por el cambio de pieza.
- Doblado: En este caso supondremos un tiempo de 8s por operación.
- Moldeo por inyección: Para el moldeo para inyección de plásticos se ha realizado una simulación y obtenido los tiempos reales del proceso (se puede observar en el VOL.2 PLIEGO DE CONDICIONES, 3.1). En el caso de las coronitas, al tratarse de un metal, se considerará un tiempo de 15s. Al sumatorio total añadiremos 20s de tiempo muerto y manipulado por pieza.
- Soplado por inyección: Consiste en un proceso rápido y sencillo dónde la máquina no tarda más de 10s en formar la geometría deseada.
- Forjado por estampación: En este caso, se debe tener en cuenta además del proceso de fabricación, el tiempo de enfriado de la pieza. Tardará un total de 35s por pieza.
- Soldadura: Proceso al que se le dedica más tiempo, se ha estimado un total de 15 minutos en soldar las tres piezas, dejándolas como el conjunto que son.

Tabla E3. Tiempos de fabricación

PROCESO	PIEZA	Nº PIEZAS	Nº DE OPERACIONES (x tiempo estimado (s))	TIEMPOS MUERTOS (s)	TIEMPO TOTAL (s) (x nº piezas)
TORNEADO	Barra de cableado	1	3 (8)	2 (25)	74
	Barra de apoyo	1	3 (8)	2 (25)	74
	Tapón	1	2 (8)	1 (25)	41
	Coronita	2	1 (8)	0	8
	Fijador pared/techo	2	3 (8)	2 (25)	74x2=148
	Sujeción barra apoyo	1	2 (8)	1 (25)	41
	Sujeción barra cableado	1	1 (8)	0	8
TIEMPO TOTAL TORNO					394

FRESADO	Barra cableado	1	1 (10)	0	10
	Tablero cableado	1	2 (10)	1 (25)	45
	Tablero lateral	1	1 (10)	0	10
	Tapa cableado	1	1 (10)	0	10
	Barra principal	1	1 (10)	0	10
	Elemento en C	1	1 (10)	0	10
	Sujeción barra cableado	1	1 (10)	0	10
TIEMPO TOTAL FRESADORA					105
TALADRADO	Tablero de cableado	1	3 (8)	2 (3)	30
	Tablero lateral	1	3 (8)	2 (3)	30
	Tablero de apoyo	1	6 (8)	5 (3)	63
	Elemento en C	1	2 (8)	1 (3)	19
	Sujeción barra cableado	1	2 (8)	1 (3)	19
	Sujeción barra apoyo	1	2 (8)	1 (3)	19
	Fijador de pared/techo	2	4 (8)	3 (3)	41x2=82
TIEMPO TOTAL TALADRADORA					262+120=382
CORTAR	Tablero de cableado	1	-	-	120
	Tablero lateral	1	-	-	120
	Tablero de apoyo	1	-	-	120
	Tapa cableado	1	-	-	120
	Elemento en C	1	-	-	120
TIEMPO TOTAL CORTE					600
CORTE A INGLETE	Tablero de apoyo	1	1 (4)	-	4
	Tablero de cableado	1	1 (4)	-	4
	Tablero lateral	1	2 (4)	-	8
TIEMPO TOTAL CORTE A INGLETE					16+10=26
DOBLADO	Elemento en C	1	1 (8)	-	8
	Sujeción barra cableado	1	1 (8)	-	8
TIEMPO TOTAL DOBLADO					16
MOLDEO POR INYECCIÓN	Clip a presión	4	1 (0,0507)	-	0,0507x4=0,2028
	Tulipa grande	1	1 (3,64)	-	3,64
	Tulipa pequeña	1	1 (4,166)	-	4,166
	Coronita	2	1 (15)	-	15x2=30
TIEMPO TOTAL DE MOLDEO POR INYECCIÓN					38'0088+20=58,0088

SOPLADO POR INYECCIÓN	Embellecedor	1	1 (10)	-	10
TIEMPO TOTAL DE SOPLADO POR INYECCIÓN					10
FORJA CON ESTAMPA (en caliente)	Base	1	1 (35)	-	35
TIEMPO TOTAL DE FORJA CON ESTAMPA					35
SOLDADURA	Base	1	1	-	-
	Barra principal	1	1	-	-
	Elemento en C	1	1	-	-
TIEMPO TOTAL SOLDADURA					900

Una vez estimados los costes totales por proceso de fabricación, se procede a calcular el coste total de las operaciones.

Tabla E4. Coste de taller y mano de obra

OPERACIÓN	TIEMPO (s)	TASA HORARIA (€/h)	COSTE TOTAL (€)
TORNEADO	394	55	6,02
FRESADO	105	50	1,46
TALADADO	382	34,5	3,66
CORTAR	600	30	5
CORTE A INGLETE	26	30	0,22
DOBLADO	16	22,65	0,1
MOLDEO POR INYECCIÓN	58,0088	68	1,1
SOPLADO POR INYECCIÓN	10	43,7	0,12
FORJA CON ESTAMPA	35	42	0,41
SOLDADURA	900	34,5	8,625
COSTE TOTAL DE TALLER Y MANO DE OBRA			26'715

Concluiremos calculando el coste directo, sumatorio resultante de los cálculos anteriores.

Tabla E5. Coste directo

COSTE MATERIALES FABRICADOS	COSTE MATERIALES ADQUIRIDOS	COSTE DEL PROCESO Y MANO DE OBRA	COSTE DIRECTO (€)
58,80458	9,40237733 €	26,715	94'917

2. COSTES INDIRECTOS

Consideramos como costes indirectos aquellos que provienen de los consumos generales de la fábrica y la mano de obra indirecta, se considera como el 10% de los costes directos.

$$\text{Costes Indirectos} = 10\% \text{ de CD} = 94,917 \text{ €} \times 0,1 = 9,49 \text{ €}$$

3. PRECIO APROXIMADO

Para poder saber a qué mercado podemos dirigir este producto, haremos una primera estimación del precio de salida, para lo que se deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- El coste directo de fabricación corresponde al 90% del coste de fabricación, por lo que el coste indirecto de fabricación será en torno al 10% del coste de fabricación.
- No vamos a contar con distribuidores, el producto será vendido directamente desde fábrica.
- Ante el elevado coste previsto para la inversión inicial, se considerará repercutirlo en cada una de las unidades a fabricar.
- Para obtener beneficios, se incrementará el precio de fábrica hasta un 20%.
- El IVA es del 21% y se debe añadir.

Conociendo todo ello, se procede a calcular el precio final de nuestro producto, comenzaremos calculando el *coste industrial*, definido por el sumatorio de costes directos e indirectos.

$$\text{Coste Industrial} = \text{CD} + \text{CI} = 94,917 \text{ €} + 9,49 \text{ €} = 104,41 \text{ €}$$

Continuamos incrementando el valor obtenido en el coste industrial en un 20% para obtener beneficios con la venta del producto. Con este cálculo se obtiene el beneficio que se busca obtener con cada venta.

$$\text{Beneficio por venta} = 20\% \text{ de } C. \text{ Industrial} = 104,41 \text{ €} \times 0,2 = 20,882 \text{ €}$$

Por lo que el precio de venta al público estimado será el resultante del sumatorio entre el coste industrial y el beneficio que se obtiene.

$$\text{PVPEstimado} = 104,41 + 20,882 = 125,292 \text{ €}$$

Tomando como base esta cantidad y teniendo en cuenta que será incrementada con la parte proporcional de los moldes y el IVA, haremos la previsión de ventas.

4. PREVISIÓN DE VENTAS

Para la realización de una previsión de ventas, primero de todo, se ha de determinar la cantidad de producto que se espera vender. Actualmente el sector de la iluminación está en auge ya que se está convirtiendo en un elemento decorativo, no solo funcional. Además, debido a las recientes subidas de la luz, es de suponer que se opte por lámparas que en lugar de iluminar toda una estancia se focalicen en la zona que se desea utilizar, creando así un ambiente confortable sin derrochar. En cuanto a su precio, resulta asequible para un amplio rango de usuarios al ser flexible la adquisición de uno o varios adaptadores, amoldándose así a los distintos bolsillos.

Por todo lo anteriormente mencionado, se espera que la luminaria objeto de este proyecto tenga una buena acogida. Centrándonos en el mercado español, para ver cómo funciona el producto, estimamos que las ventas alcanzarán las 3000 unidades en los 5 primeros años.

Tabla E6. Estimación de productos vendidos por año

AÑO 1	700
AÑO 2	1000
AÑO 3	400
AÑO 4	400
AÑO 5	500

5. PRECIO FINAL

Mirando los precios en el mercado correspondientes a los moldes necesarios para la fabricación de las piezas, estimamos una inversión mínima de 11000 €, decidimos repercutir en el precio de cada unidad la parte proporcional de los moldes, lo que provoca una subida de 3,67€.

Esto, junto con los datos recopilados en los apartados anteriores, nos lleva al cálculo del precio final:

$$PVP = 125,292 + 3,67 = 128,962 \text{ €}$$

No hay que olvidar que se debe añadir el IVA para conseguir el precio real de nuestro producto.

$$PVP + IVA = 128,962 \times 1,21 = 156,04 \text{ €}$$

Redondeándolo a 159,99 € para que resulte más atractivo.

Hay que tener en cuenta que pagando este precio recibirías tu luminaria con los tres adaptadores y un juego de tulipas intercambiables. El usuario podría abaratar el coste si únicamente decidiera comprar el adaptador de pie, por ejemplo. También existe la opción de que compre más de un juego de tulipas, y así cambiar el aspecto su producto sin necesidad de comprar uno entero nuevo.

6. RENTABILIDAD DEL PRODUCTO

Sabiendo que la rentabilidad de un producto se obtiene con la siguiente fórmula:

$$RENTABILIDAD = \frac{BENEFICIO NETO}{INVERSIÓN}$$

De ella podemos desglosar que

$$BENEFICIO NETO = \text{INGRESOS POR VENTAS} - \text{COSTES TOTALES}$$

$$BENEFICIO NETO = 3000 \times 159,99 - 3000 \times 104,41 = 166740 \text{ €}$$

Por lo que la rentabilidad viene definida por la siguiente fórmula, recordando que la inversión consta de los moldes

$$RENTABILIDAD = \frac{166740}{11000} = 15,16$$

7. VAN

También conocido como VAN, el valor actual neto calcula si las inversiones iniciales realizadas para lanzar el producto generarán beneficios o nos darán pérdidas. Lógicamente, si el resultado es negativo, el proyecto no será rentable.

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

*La inversión inicial será únicamente en el primer caso, luego pasa a ser el VAN del año anterior.

Donde se estima $i = 3\%$, siendo el incremento del precio del dinero.

El flujo de la caja se define con la siguiente igualdad.

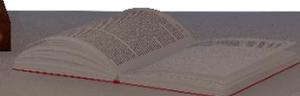
$$\text{Flujo de la caja} = \text{Ingresos año} - \text{Gastos año}$$

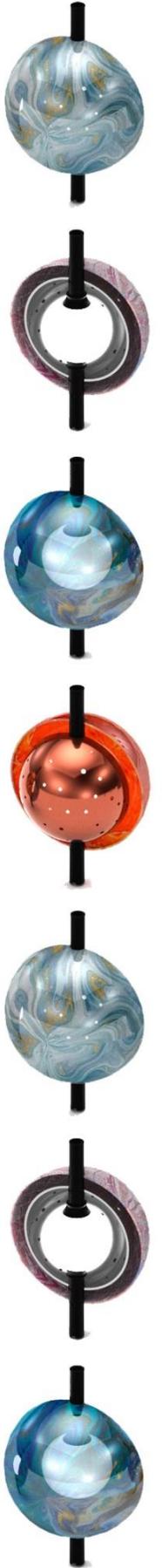
Tabla E7. Cálculo del VAN

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inversiones	11000 €	0	0	0	0	0
Unidades vendidas	0	700	1000	400	400	500
Gastos	0	73087 €	104410 €	41764 €	41764 €	52205 €
Ingresos	0	111993 €	159990 €	63996 €	63996 €	79995 €
Beneficios	0	38906 €	55580 €	22232 €	22232 €	27790 €
Flujo de caja	-11000 €	38906 €	55580 €	22232 €	22232 €	27790 €
VAN	-11000 €	26772,8 €	80733,97 €	102318,43 €	123902,9 €	150883,48 €

VOL. 5

PLANOS





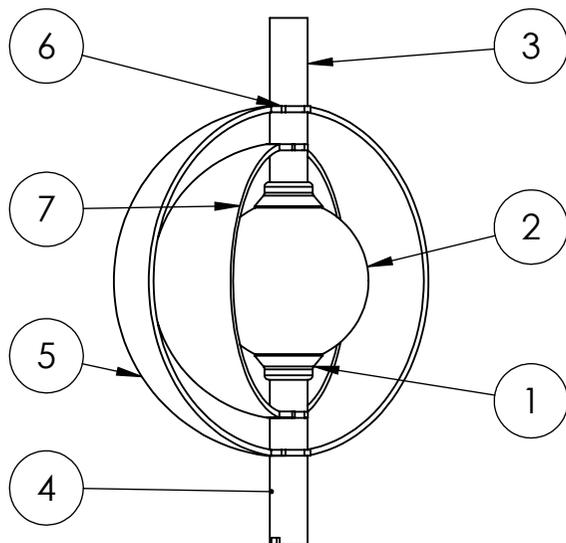
ÍNDICE PLANOS

1. ENSAMBLAJE 1: CONJUNTO COMÚN
 - 1.1 PLANO 1: BARRA CABLEADO
 - 1.2 PLANO 2: BARRA APOYO
 - 1.3 PLANO 3: EMBELLECEDOR
 - 1.4 PLANO 4: CORONITA
 - 1.5 PLANO 5: CLIP A PRESIÓN
 - 1.6 PLANO 6: TULIPA GRANDE
 - 1.7 PLANO 7: TULIPA PEQUEÑA

2. ENSAMBLAJE 2: ADAPTADOR DE MESA
 - 2.1 PLANO 8: TABLERO CABLEADO
 - 2.2 PLANO 9: TABLERO APOYO
 - 2.3 PLANO 10: TABLERO LATERAL
 - 2.4 PLANO 11: TAPA CABLEADO
 - 2.5 PLANO 12: TAPÓN
 - 2.6 ENSAMBLAJE 3: ADAPTADOR DE MESA CON CONJUNTO COMÚN

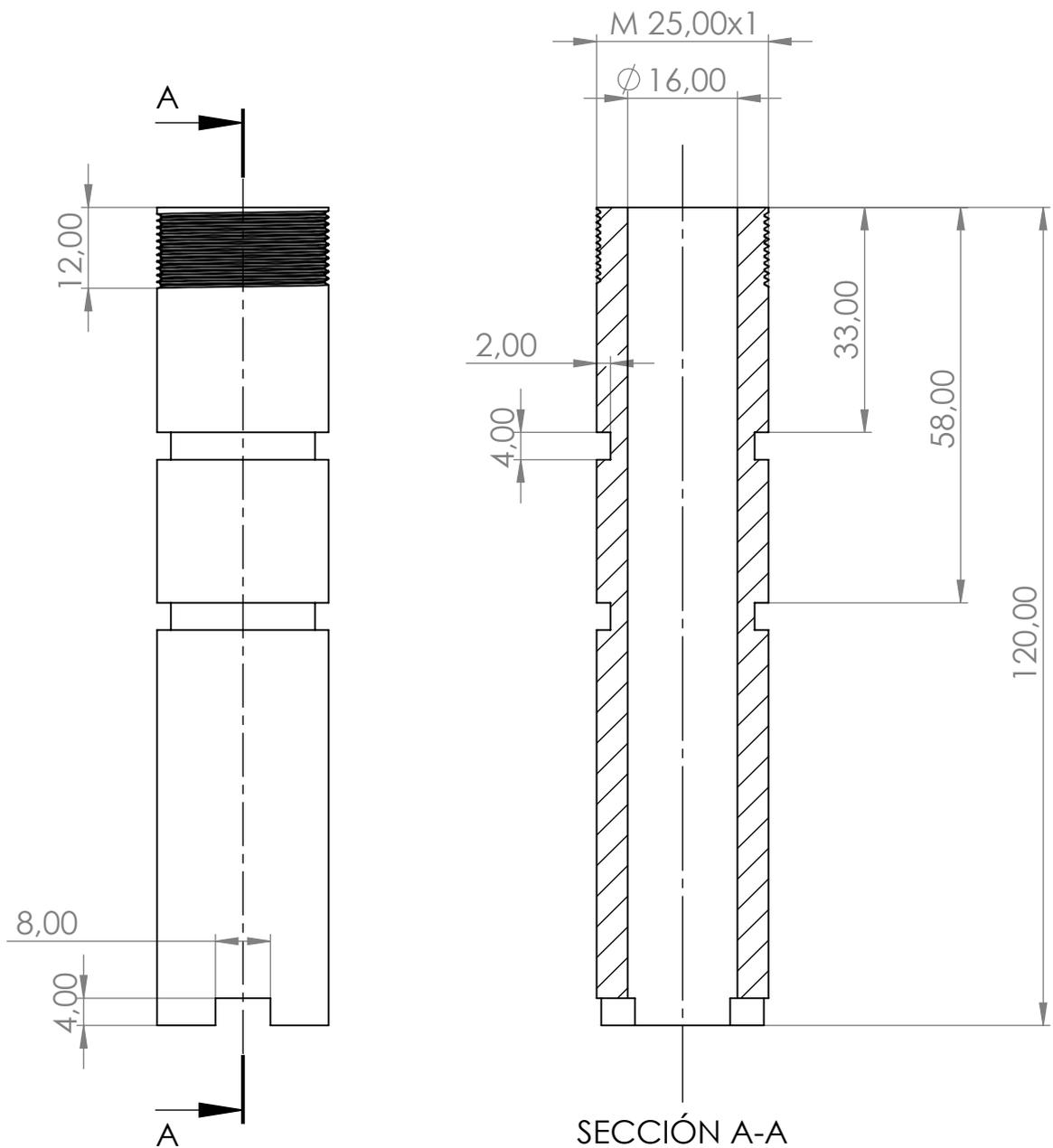
3. ENSAMBLAJE 4: ADAPTADOR DE PIE
 - 3.1 PLANO 13: BASE
 - 3.2 PLANO 14: BARRA PRINCIPAL
 - 3.3 PLANO 15: ELEMENTO EN C
 - 3.4 ENSAMBLAJE 5: ADAPTADOR DE PIE CON CONJUNTO COMÚN

4. ENSAMBLAJE 6: ADAPTADOR DE PARED/TECHO
 - 4.1 PLANO 16: FENGANCHE CABLEADO
 - 4.2 PLANO 17: ENGANCHE APOYO
 - 4.3 PLANO 18: FIJADOR PARED/TECHO
 - 4.4 ENSAMBLAJE 7: ADAPTADOR DE PARED/TECHO CON CONJUNTO COMÚN

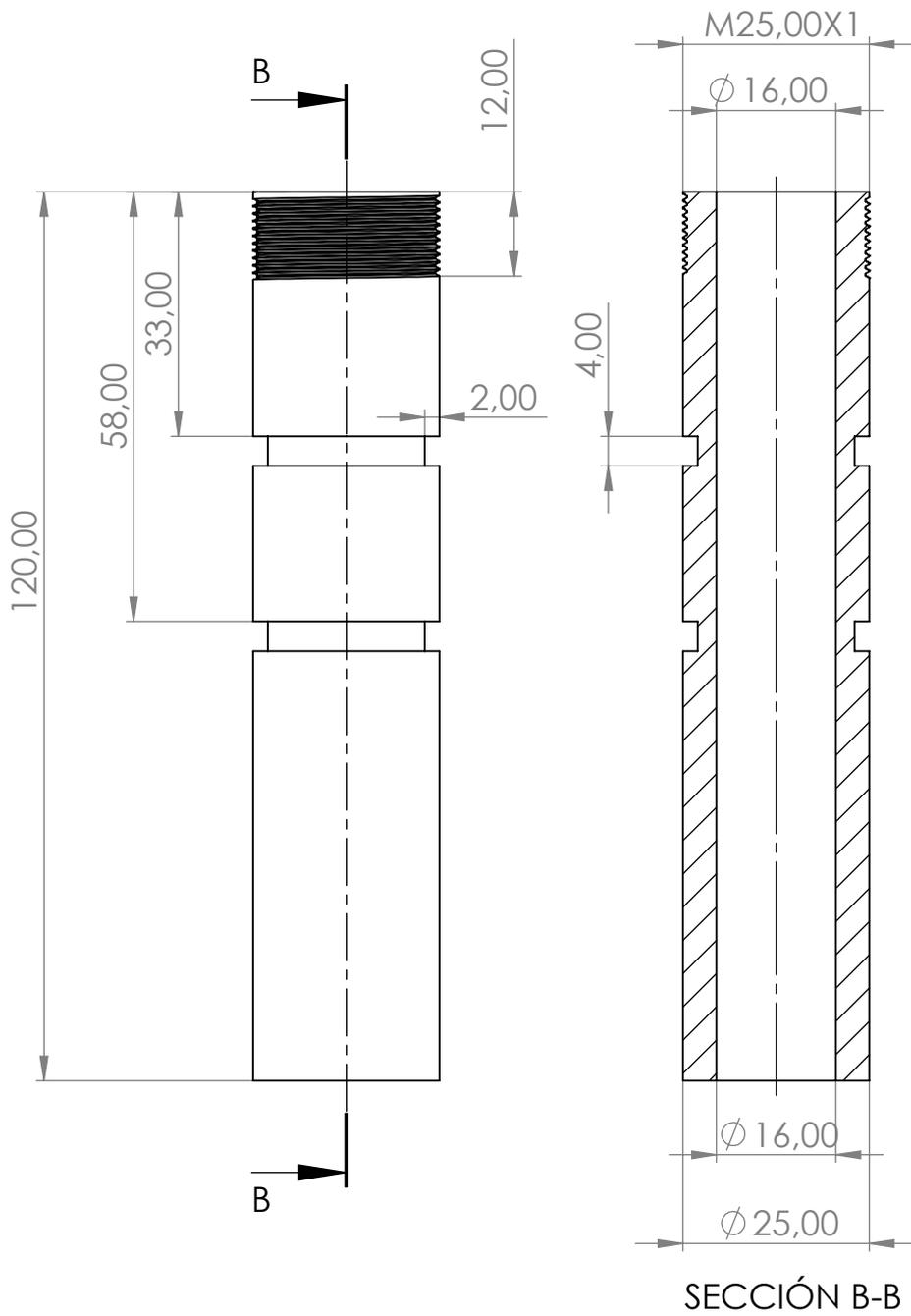


N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	N.º DE PLANO	CANTIDAD
1	Coronita	4	2
2	Embellecedor	3	1
3	Barra apoyo	2	1
4	Barra cableado	1	1
5	Tulipa grande	6	1
6	Clip a presión	5	4
7	Tulipa pequeña	7	1

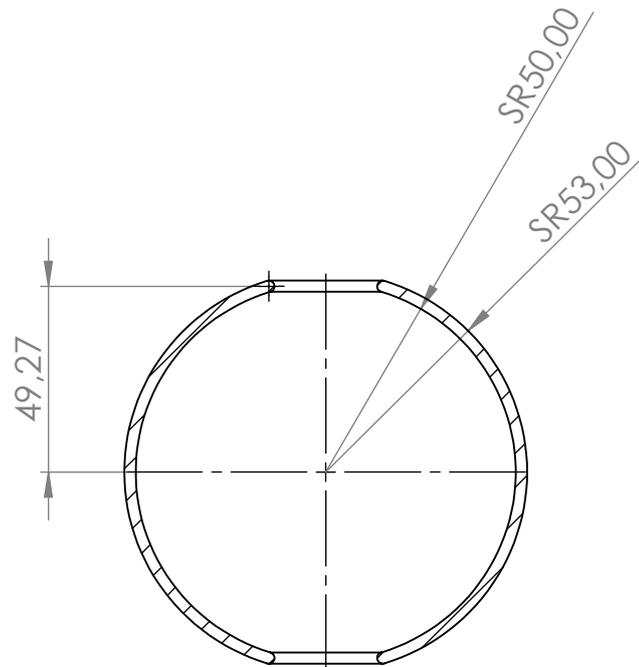
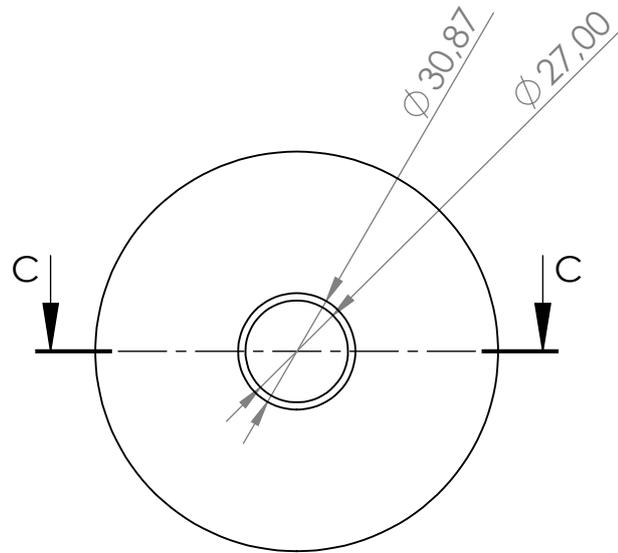
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:5	Metodo Representación:
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Conjunto común		Tipo de documento: Plano



Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:1	Metodo Representación:
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Barra cableado		Tipo de documento: Plano
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: Plano N.º: 1

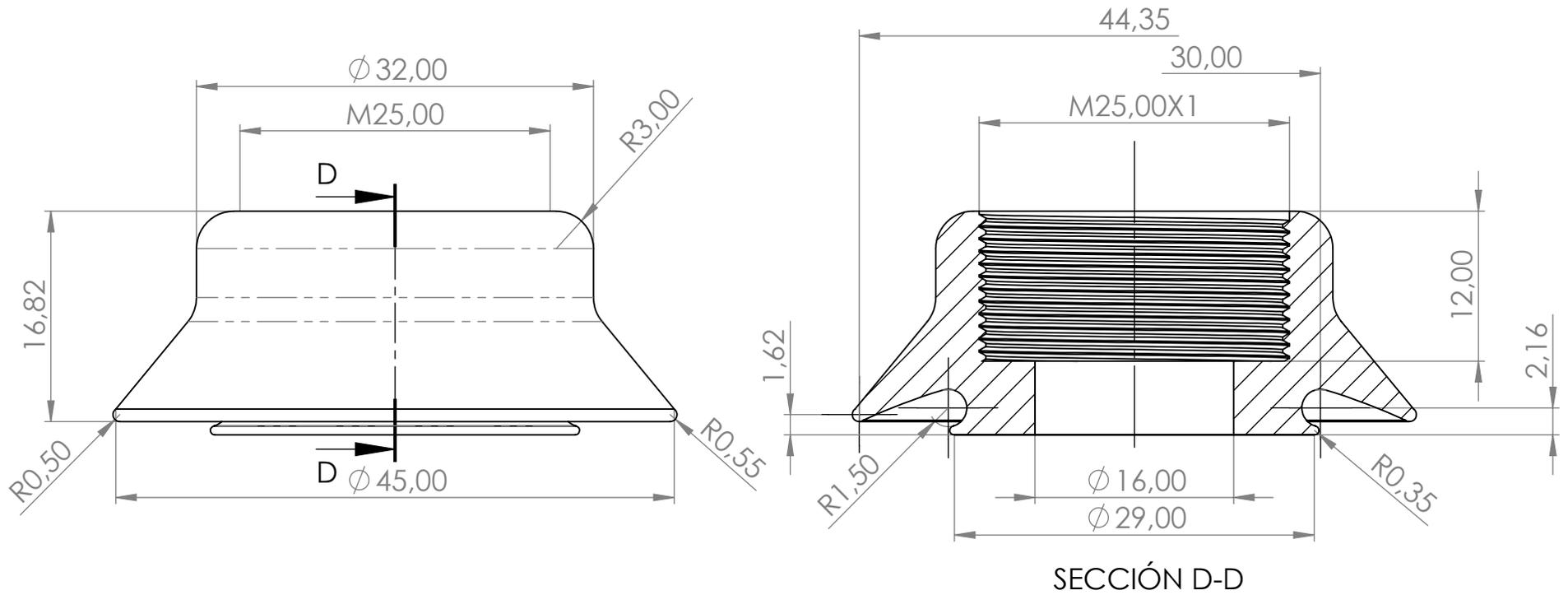


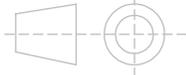
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:1	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Barra apoyo		Tipo de documento: Plano
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: es
				Plano N.º: 2

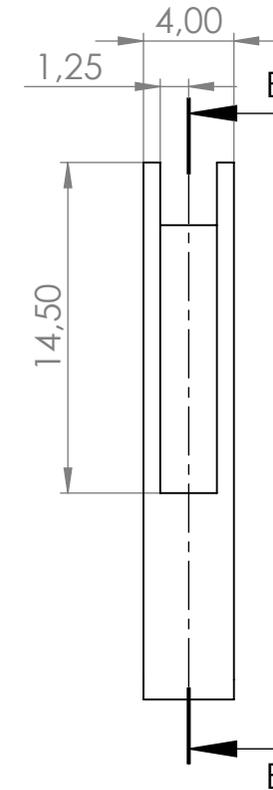
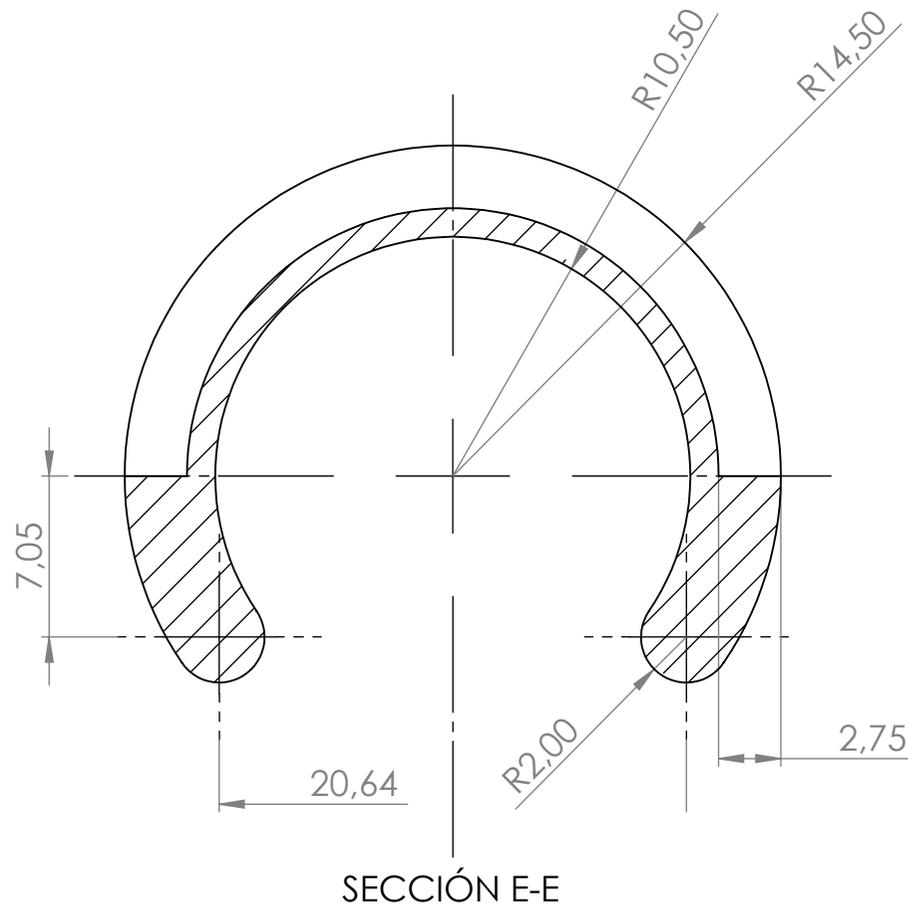


SECCIÓN C-C

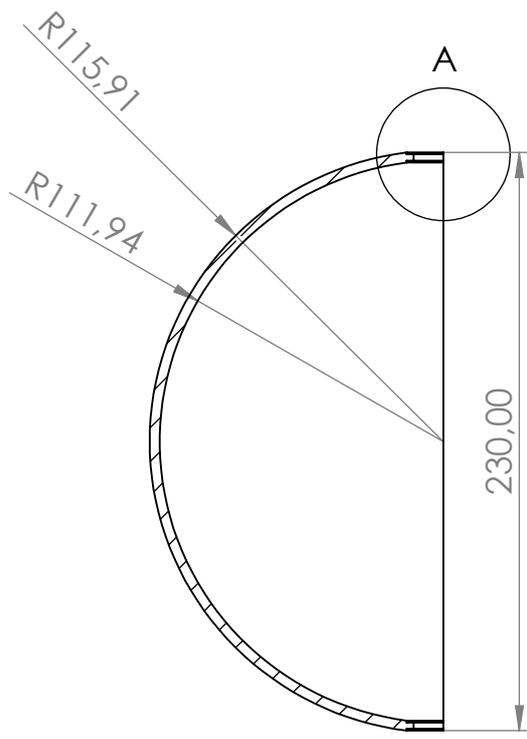
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:2	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Embelledor	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: Plano N.º: 3



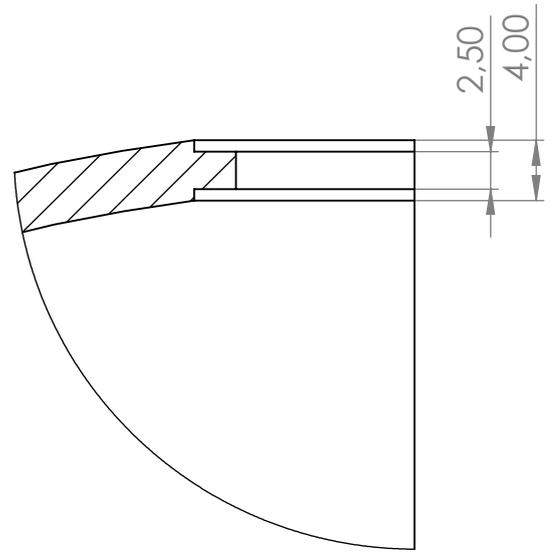
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 2:1	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Coronita	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 03/12/2020	Idioma: es
				Plano N.º: 4



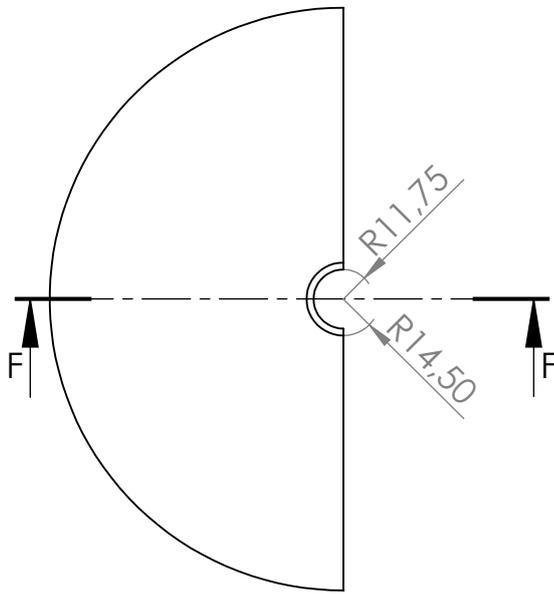
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 3:1	Metodo Representación: 	
Propietario legal: Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado	
		Título: Clip a presión		Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 03/12/2020	Idioma: es	Plano N.º: 5



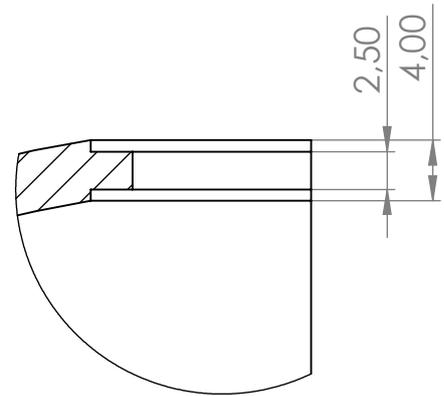
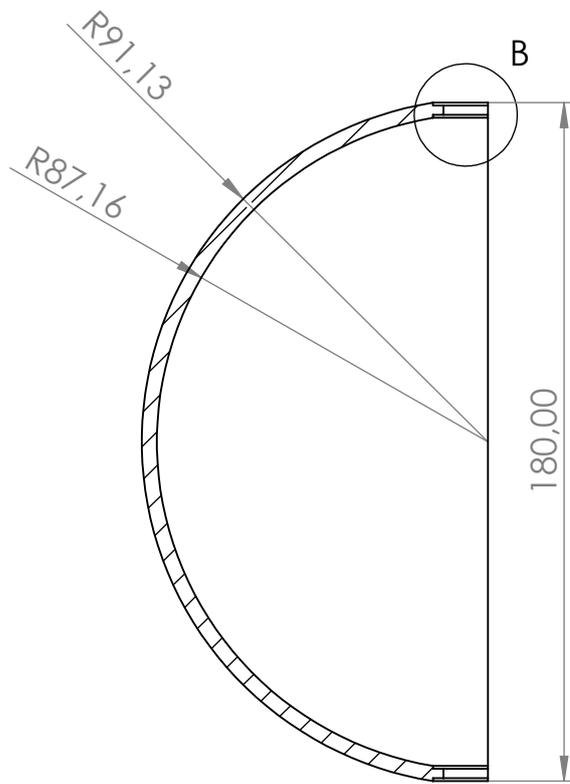
SECCIÓN F-F



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

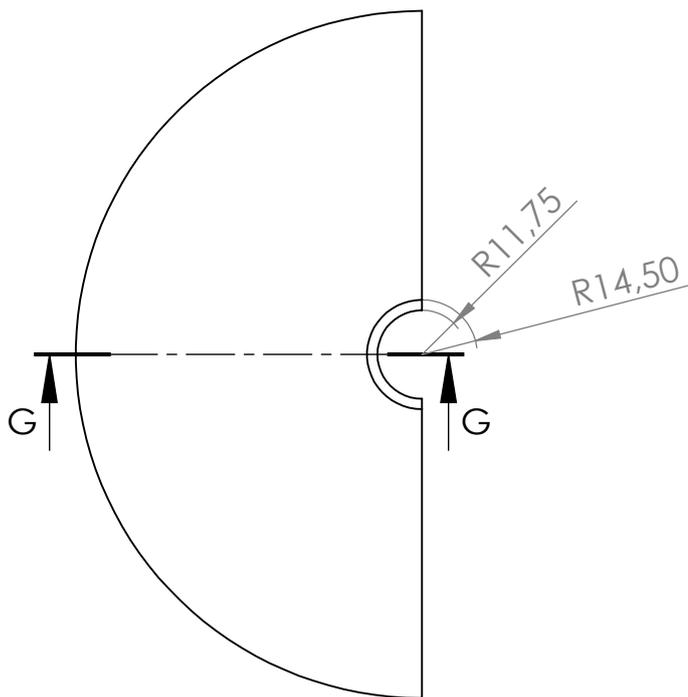


Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:3	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Tulipa grande	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: es
				Plano N°.: 6

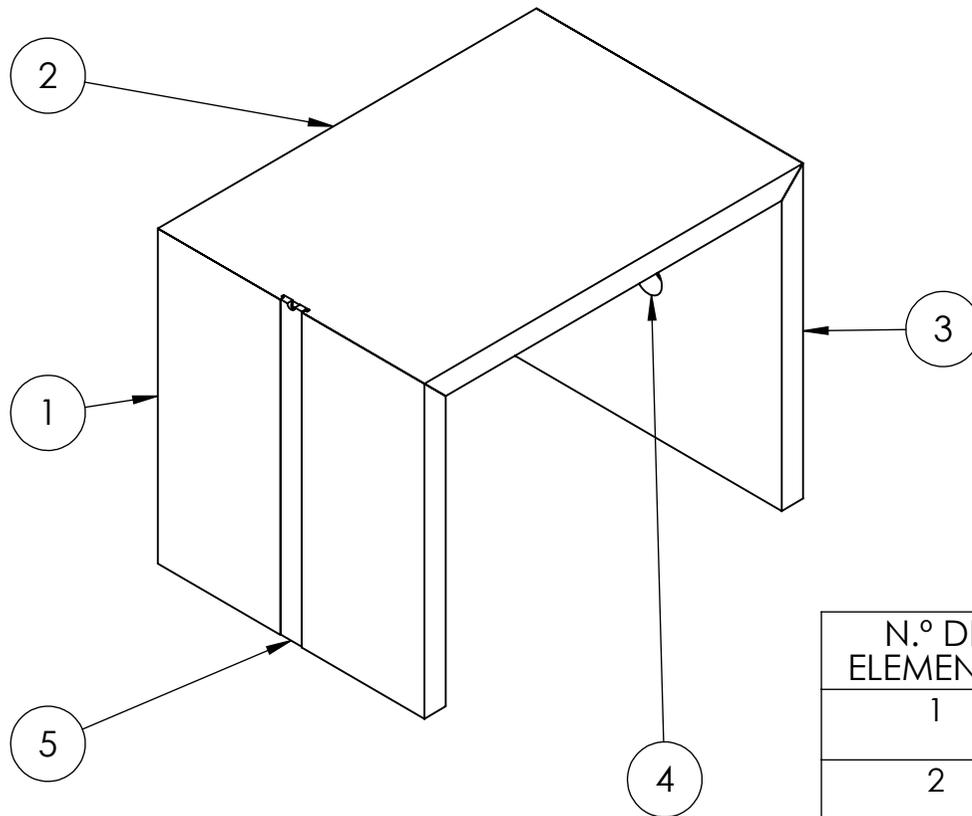


DETALLE B
ESCALA 2 : 1

SECCIÓN G-G

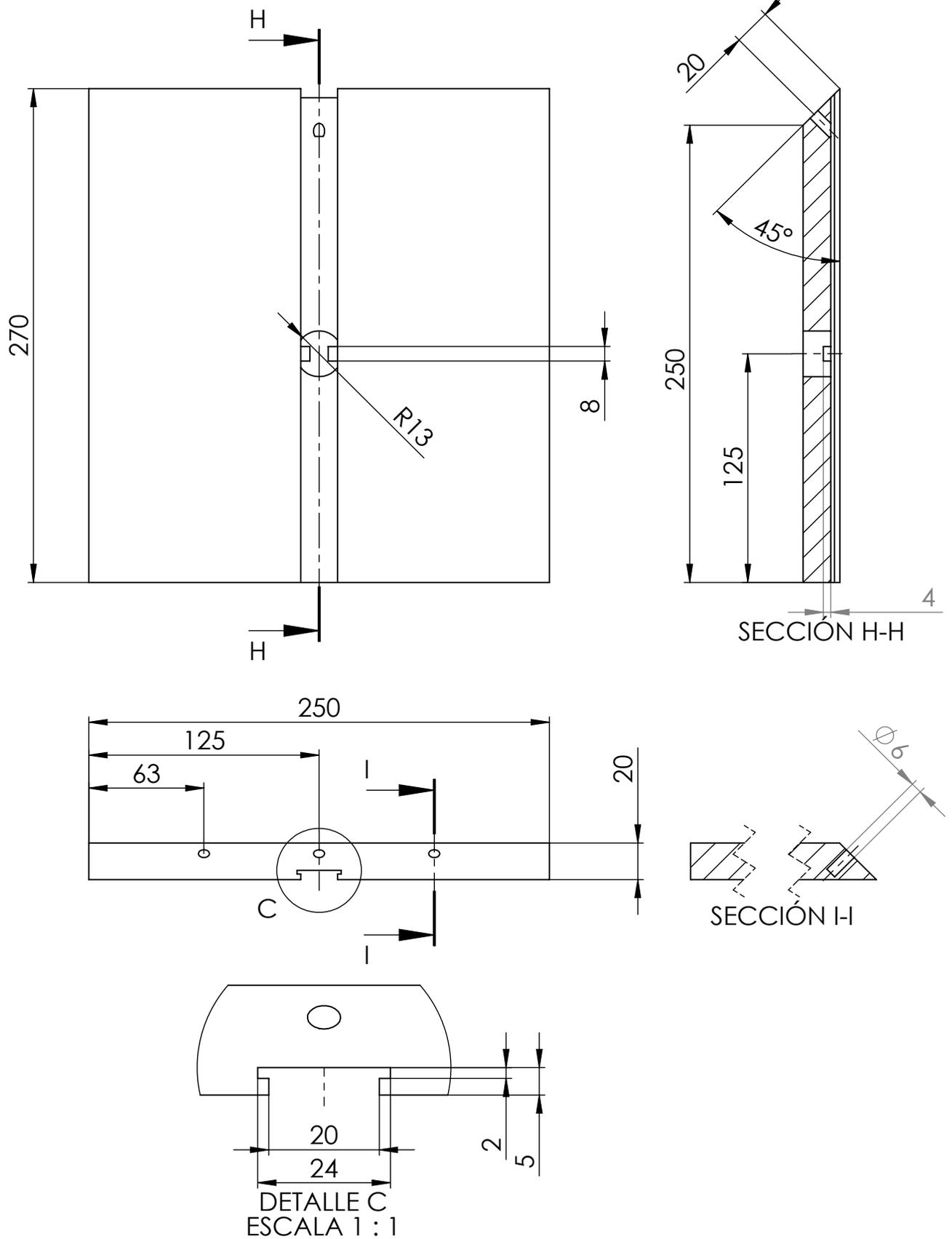


Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:2	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Tulipa pequeña	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: es
				Plano N°.: 7

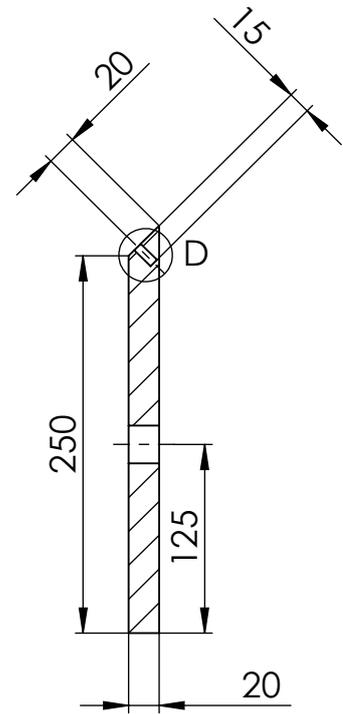
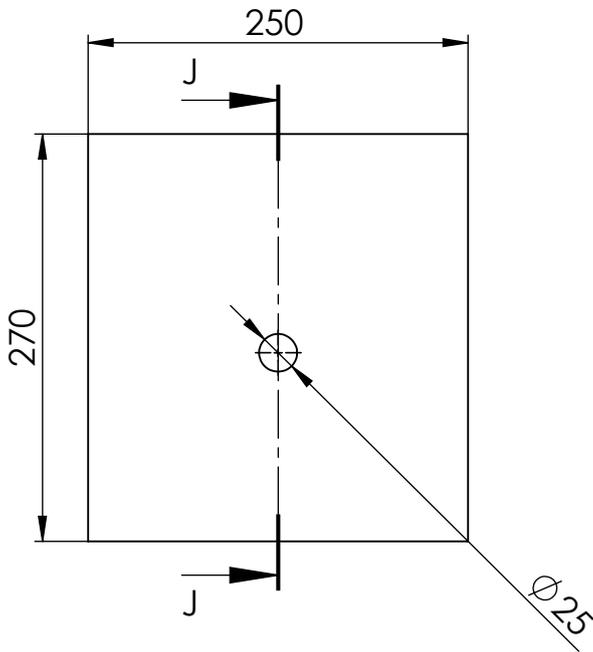


N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	Nº. DE PLANO	CANTIDAD
1	Tablero cableado	8	1
2	Tablero lateral	10	1
3	Tablero apoyo	9	1
4	Tapón	12	1
5	Tapa cableado	11	1

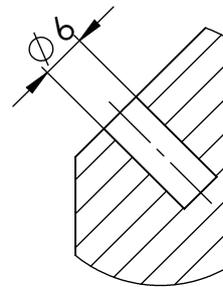
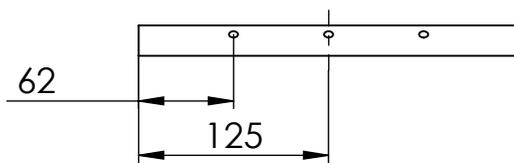
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:5	Metodo Representación:
Propietario legal: Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Adaptador de mesa		Tipo de documento: Plano
		Revisión: A	Fecha: 03/12/2020	Idioma: es Plano N°.: E2



Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:3	Metodo Representación:
Propietario legal: Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Tablero cableado	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: es
				Plano N°.: 8

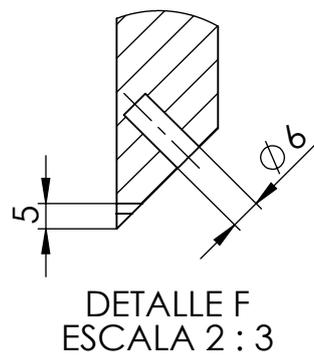
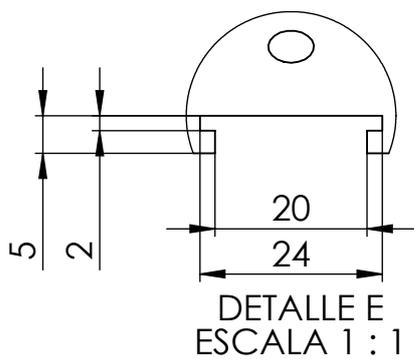
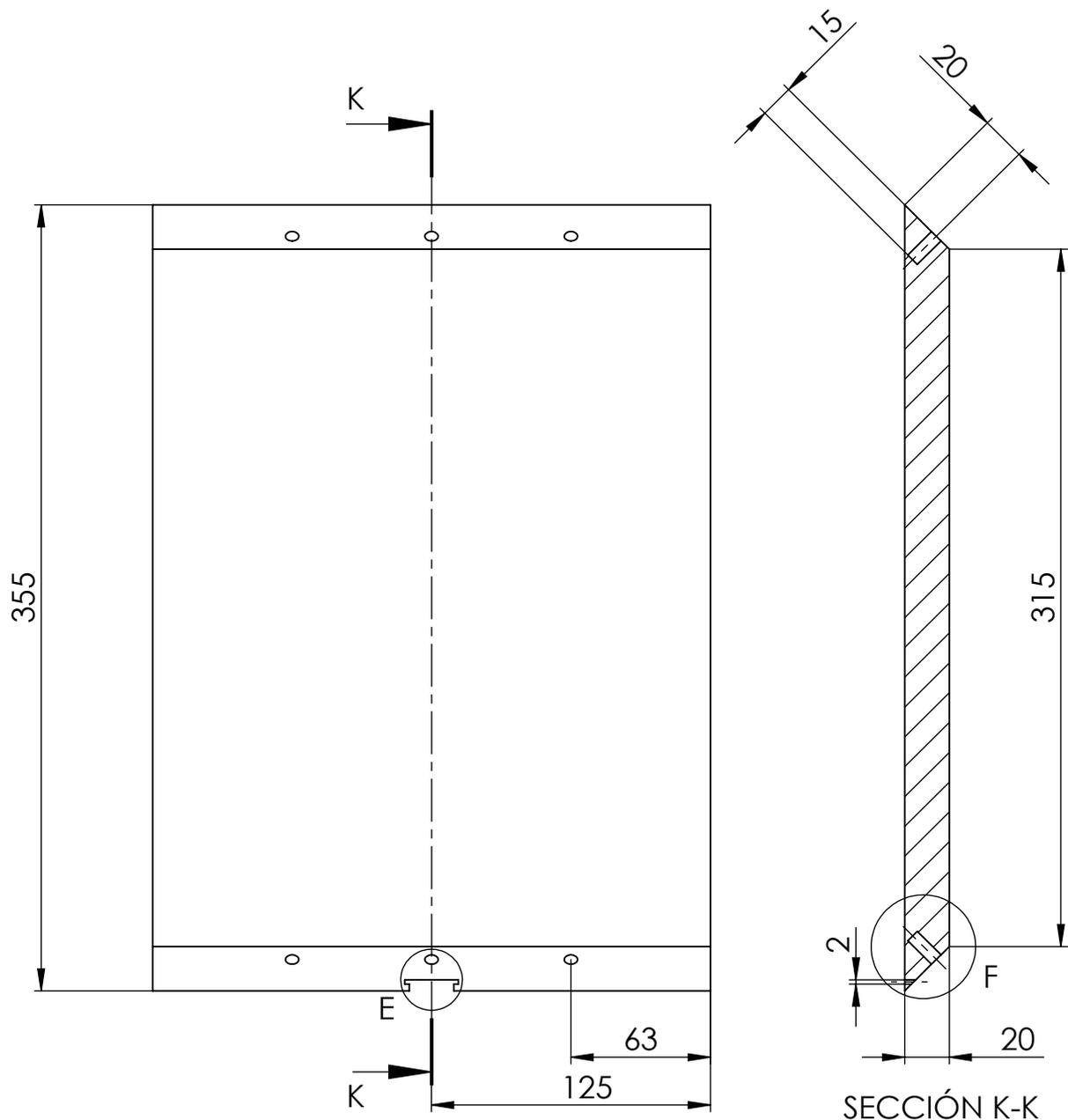


SECCIÓN J-J

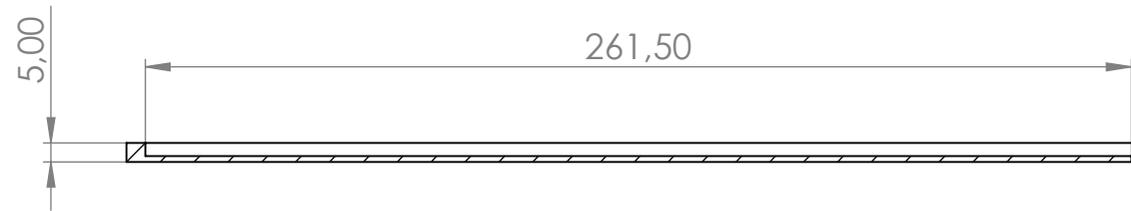


DETALLE D
ESCALA 1 : 1

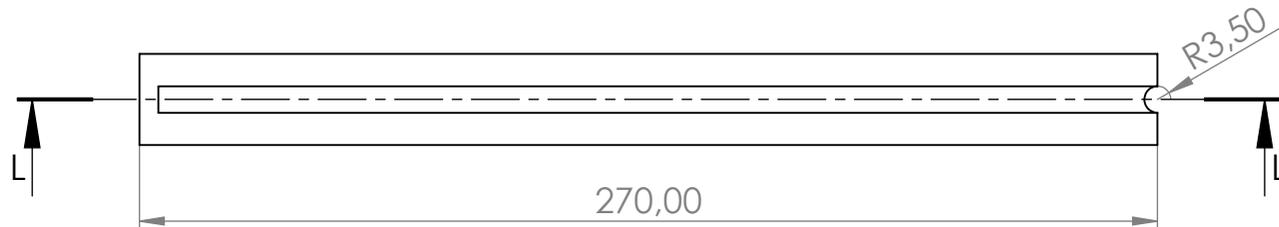
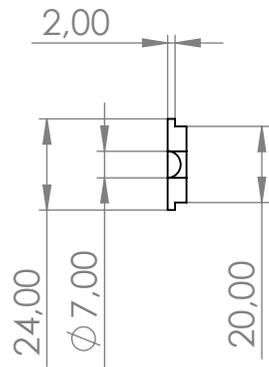
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:5	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Tablero apoyo	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: Plano Nº.: 9

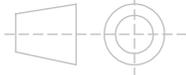


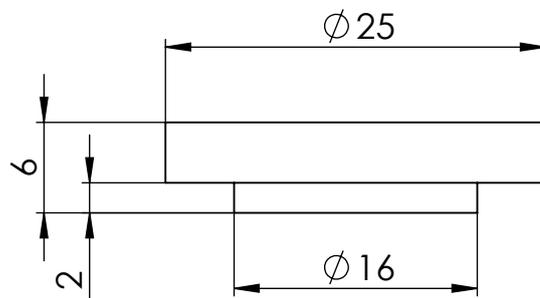
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:3	Metodo Representación:
Propietario legal: Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Tablero lateral	Revisión: A	Fecha: 09/10/2021
			Idioma: es	Plano N°: 10



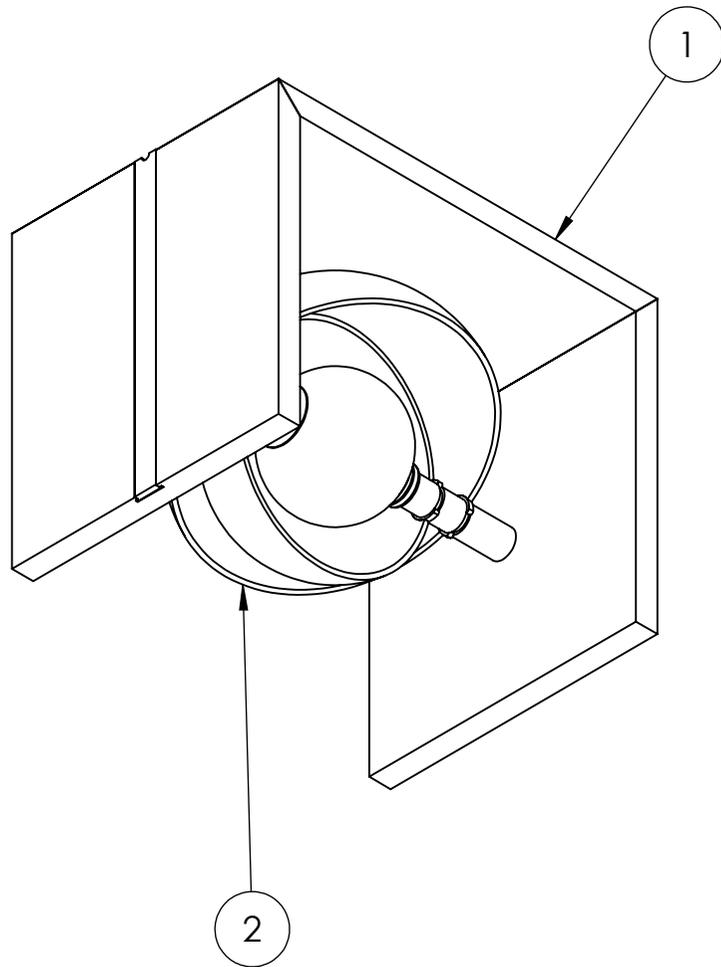
SECCIÓN L-L



Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:2	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Tapa cableado		Tipo de documento: Plano
		Revisión: A	Fecha: 03/12/2020	Idioma: es
		Plano Nº.: 11		

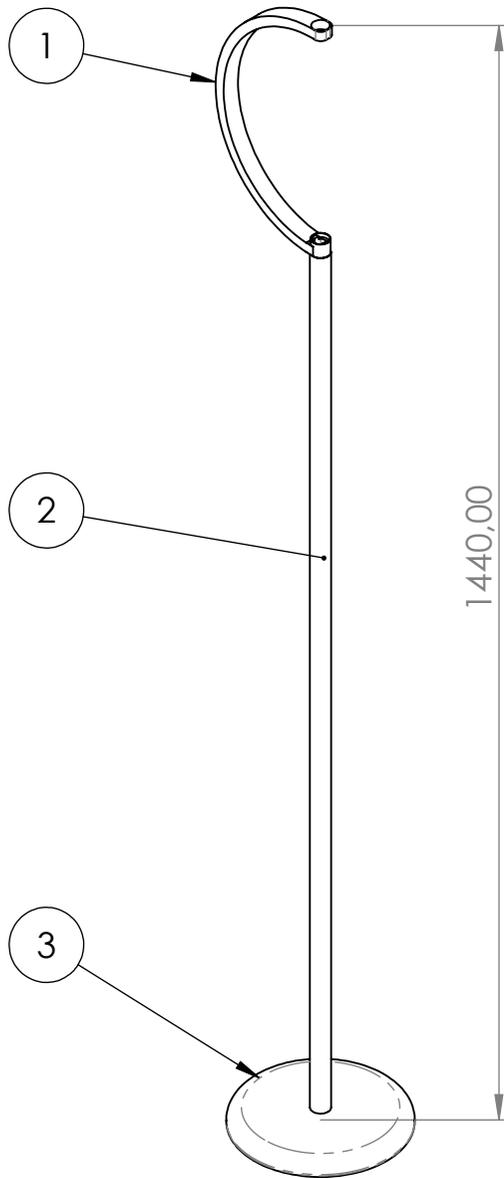


Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 2:1	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño Título: Tapón	Formato: A4	Estilo de documento: Editado Tipo de documento: Plano Revisión: A Fecha: 09/10/2021 Idioma: es Plano N°: 12



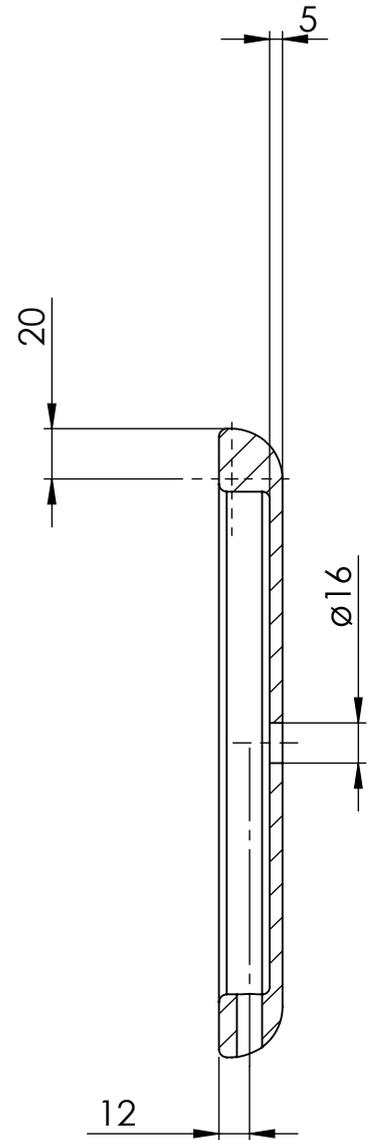
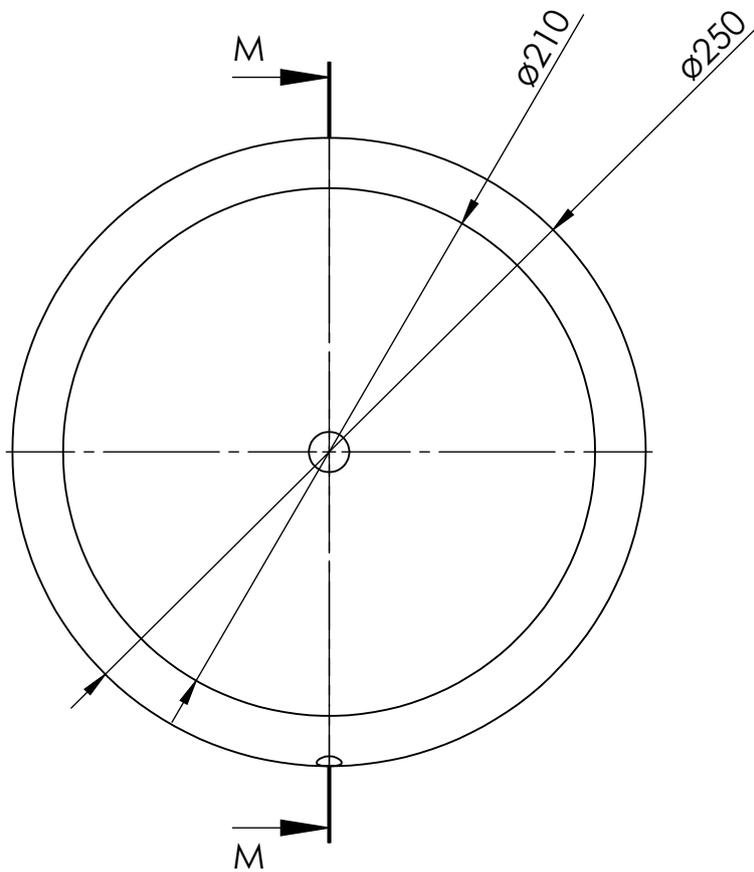
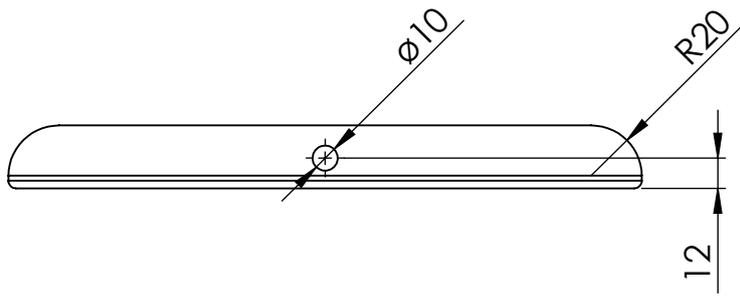
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	Nº. DE PLANO	CANTIDAD
1	Adaptador de mesa	E2	1
2	Conjunto común	E1	1

Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:5	Metodo Representación:
Propietario legal: 	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Adaptador de mesa con conjunto común		Tipo de documento: Plano



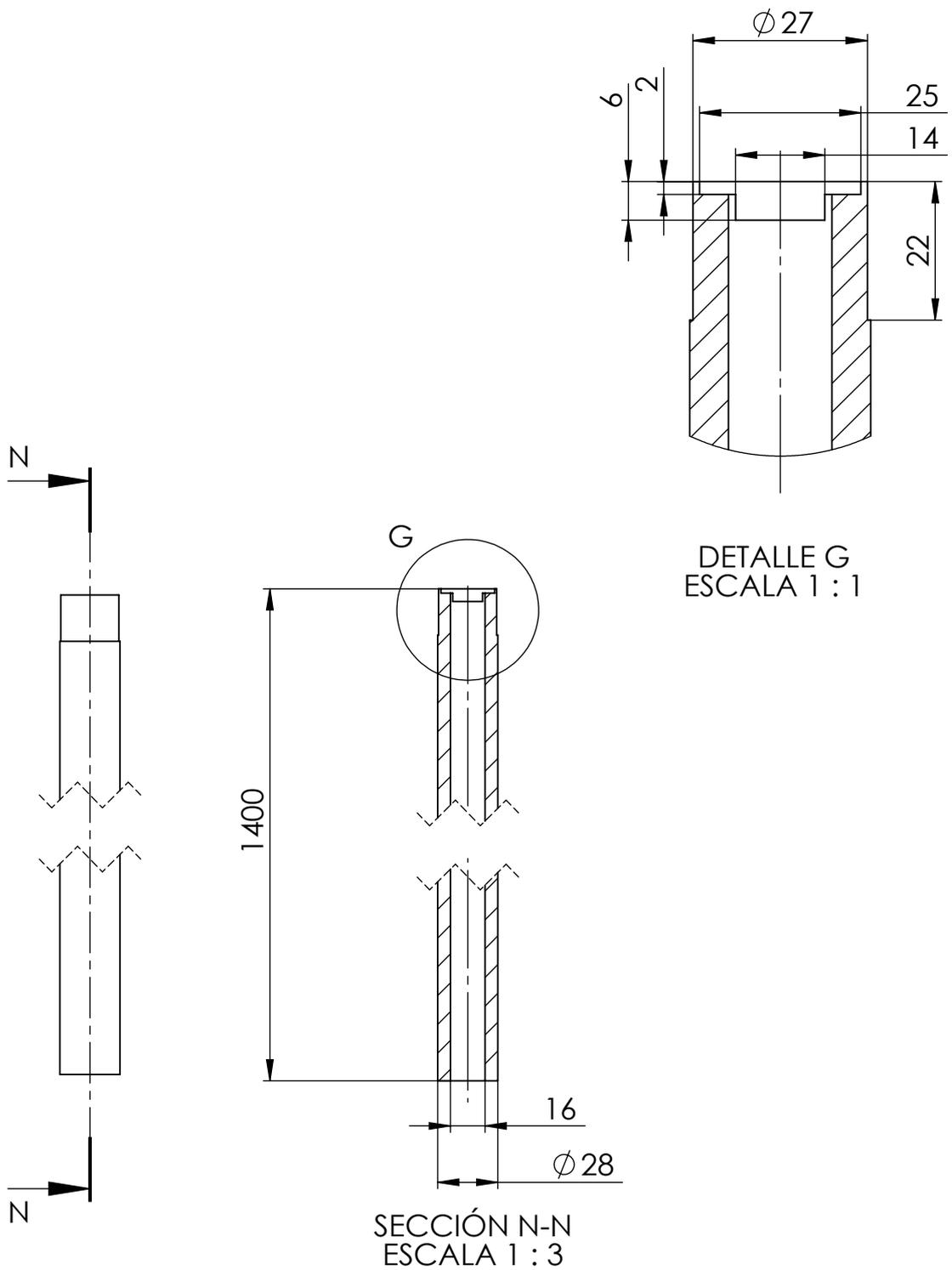
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	N.º DE PLANO	CANTIDAD
1	Elemento en C	15	1
2	Barra principal	14	1
3	Base	13	1

Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:10	Metodo Representación: 	
Propietario legal: 	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado	
		Título: Adaptador de pie		Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 03/12/2020	Idioma: es	Plano N.º: E4

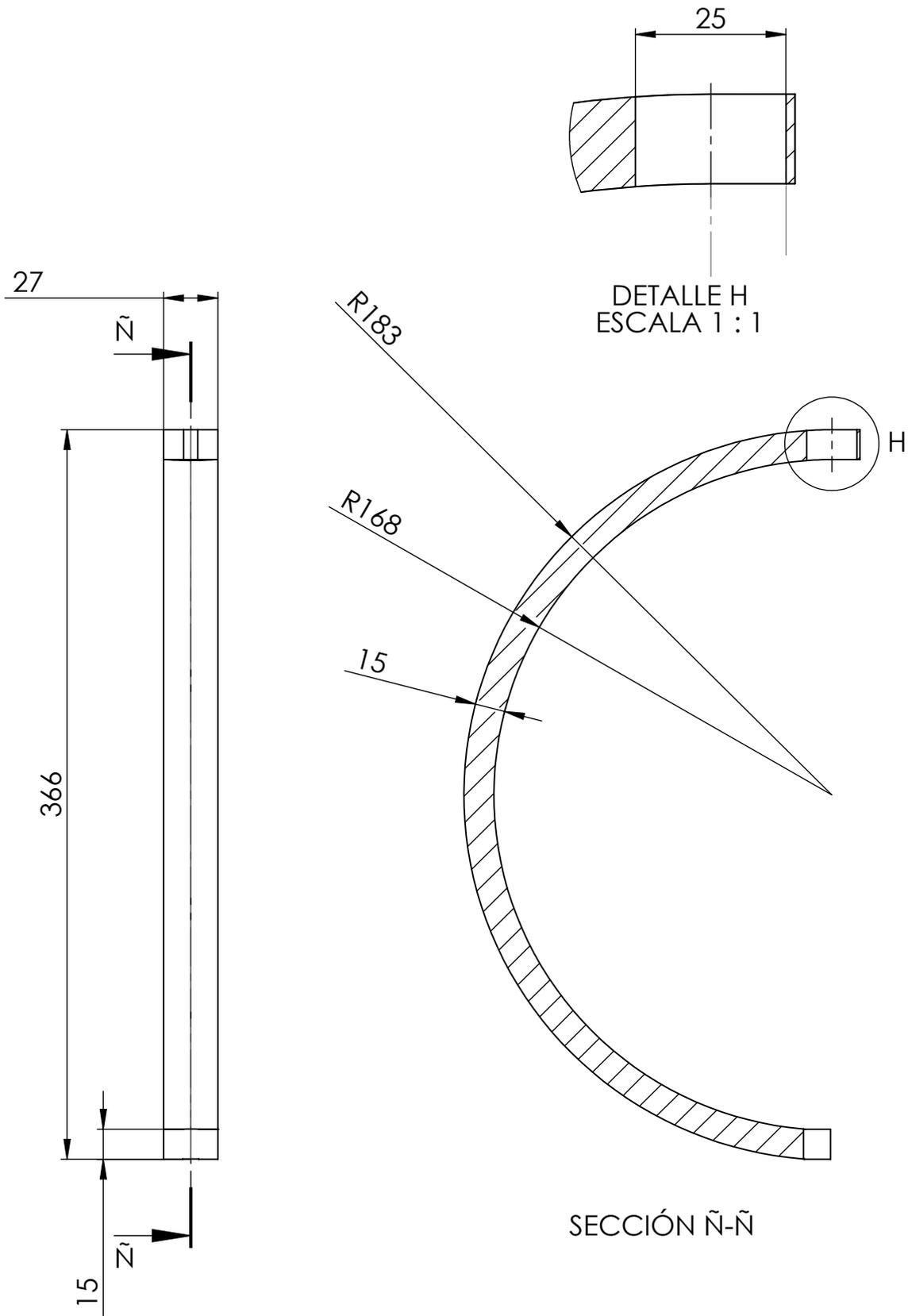


SECCIÓN M-M

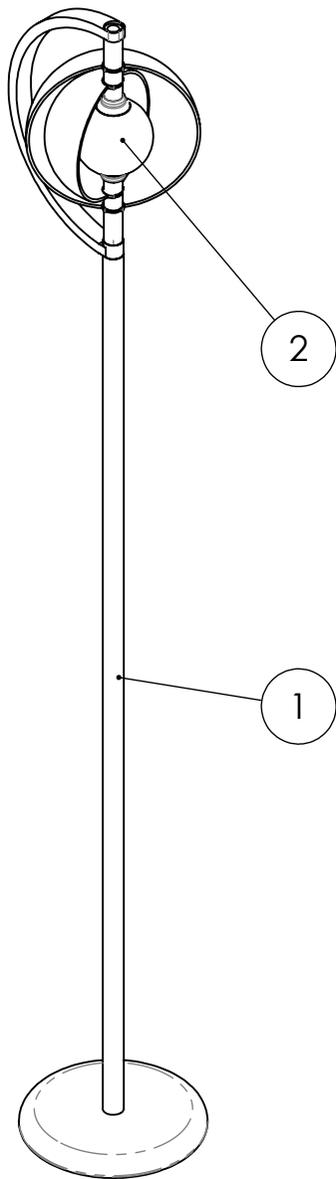
Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:3	Metodo Representación: 	
Propietario legal: Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado	
		Título: Base	Tipo de documento: Plano		
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: es	Plano N°.: 13



Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:3	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Barra principal	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: es
				Plano N°: 14

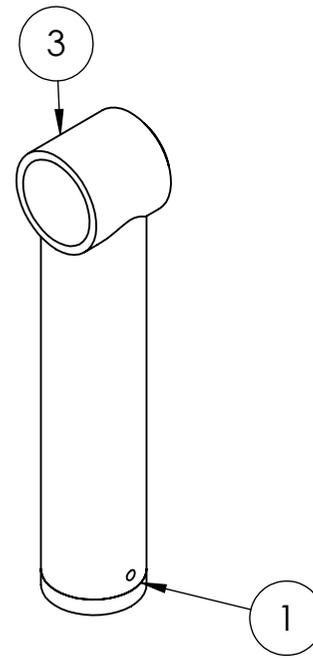
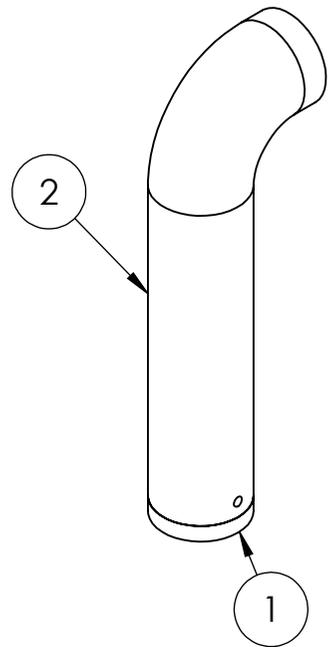


Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:3	Metodo Representación:
Propietario legal: 	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Elemento en C	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: es
				Plano N°: 15



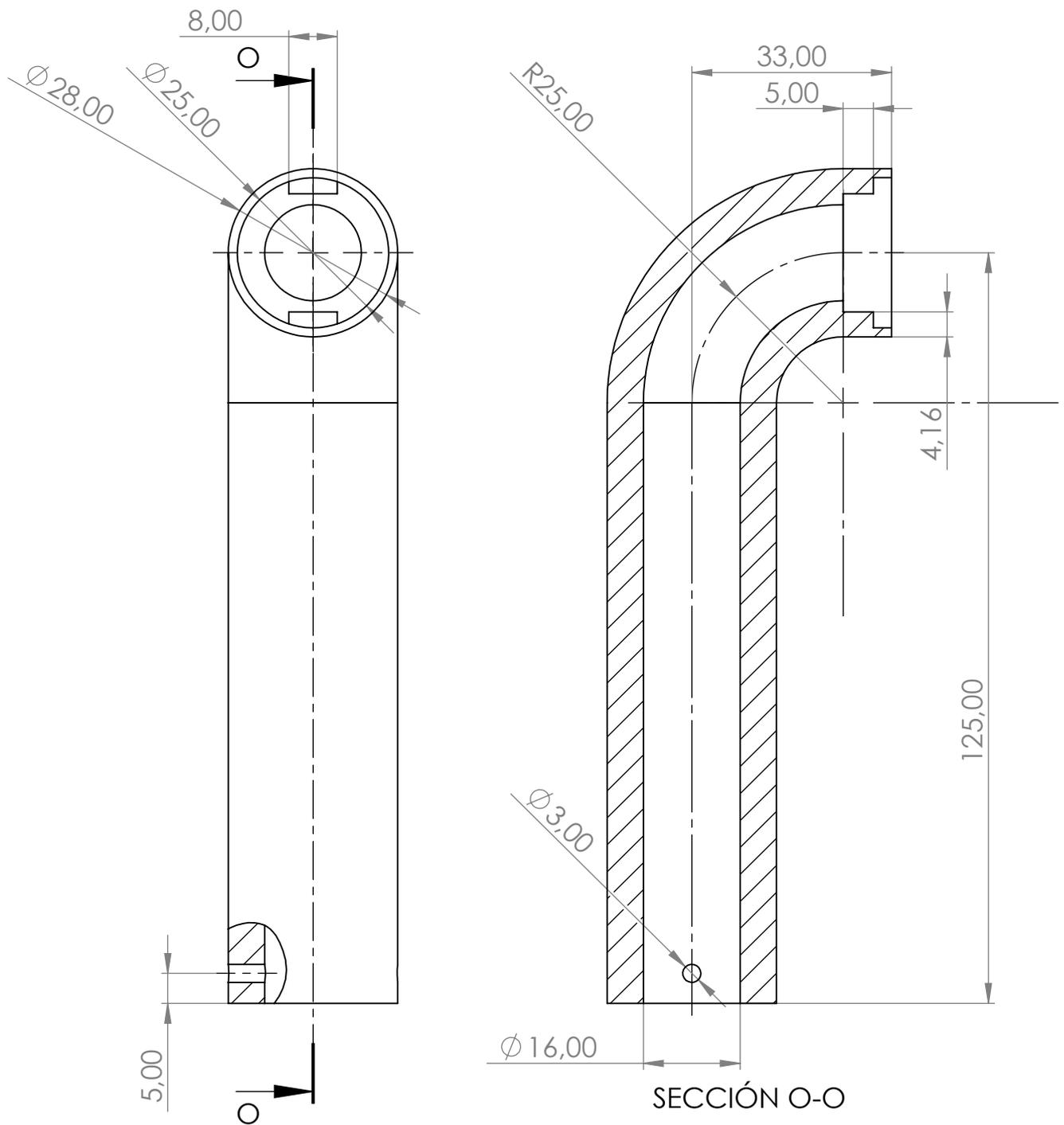
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	N.º DE PLANO	CANTIDAD
1	Adaptador de pie	E4	1
2	Conjunto común	E1	1

Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:10	Metodo Representación:
Propietario legal: Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Adaptador de pie con conjunto común		Tipo de documento: Plano
		Revisión: A	Fecha: 03/12/2020	Idioma: es
		Plano N.º.: E5		

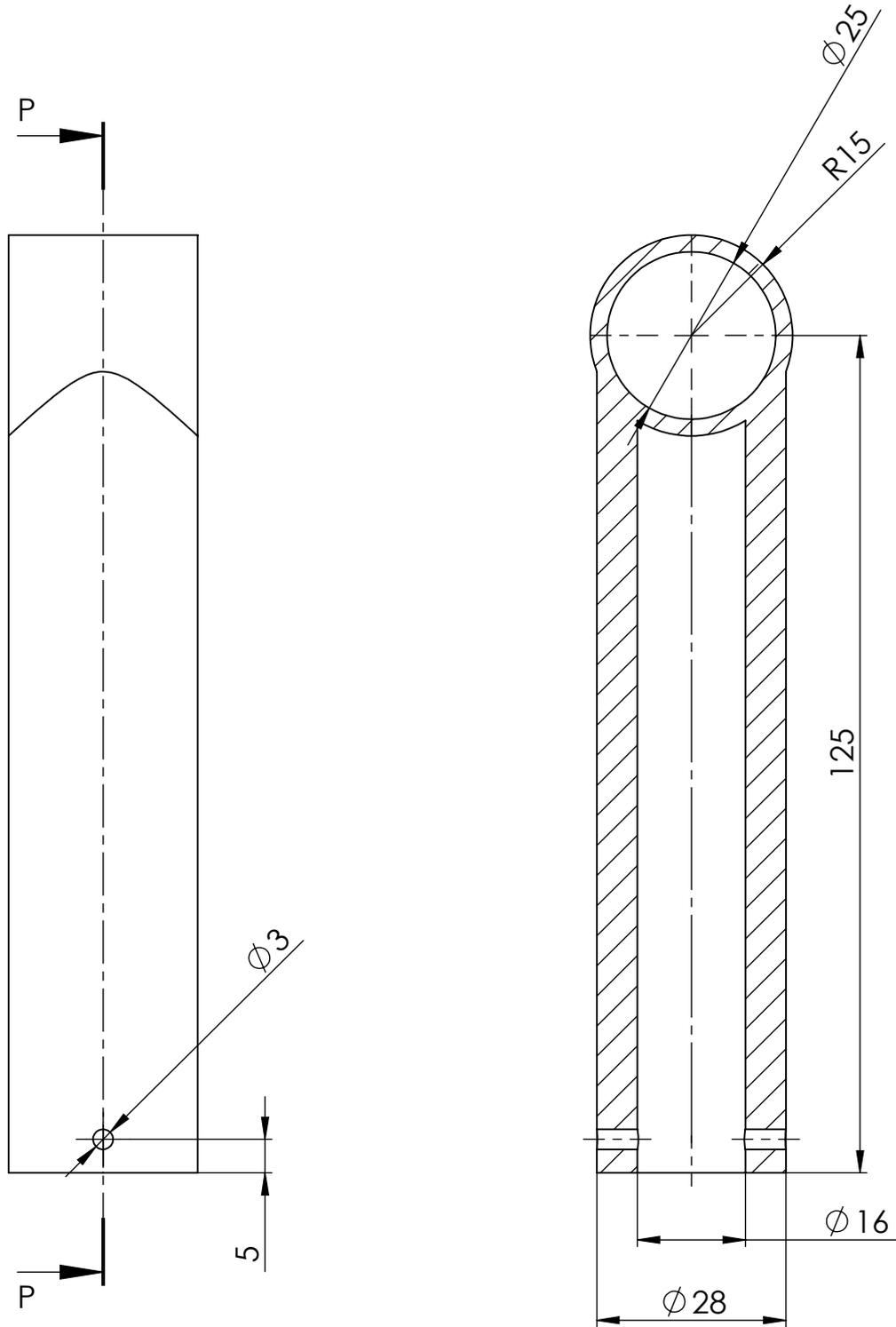


N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	N.º DE PLANO	CANTIDAD
1	Fijador pared/techo	18	2
2	Enganche cableado	16	1
3	Enganche apoyo	17	1

Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:2	Metodo Representación:
Propietario legal: 	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Adaptador de pared/techo		Tipo de documento: Plano
		Revisión: A	Fecha: 03/12/2020	Idioma: es
		Plano N.º.: E6		

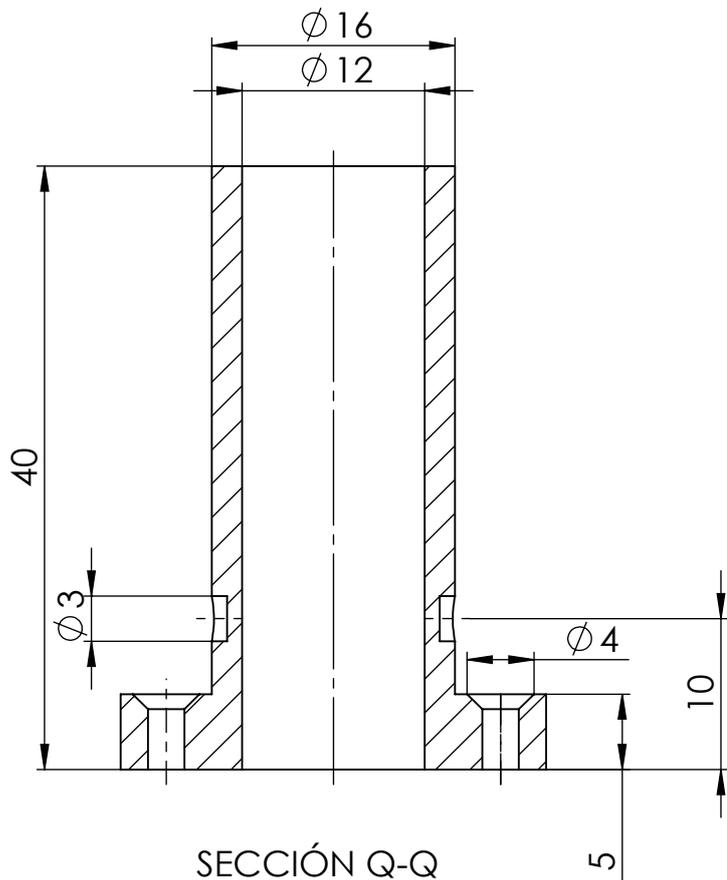
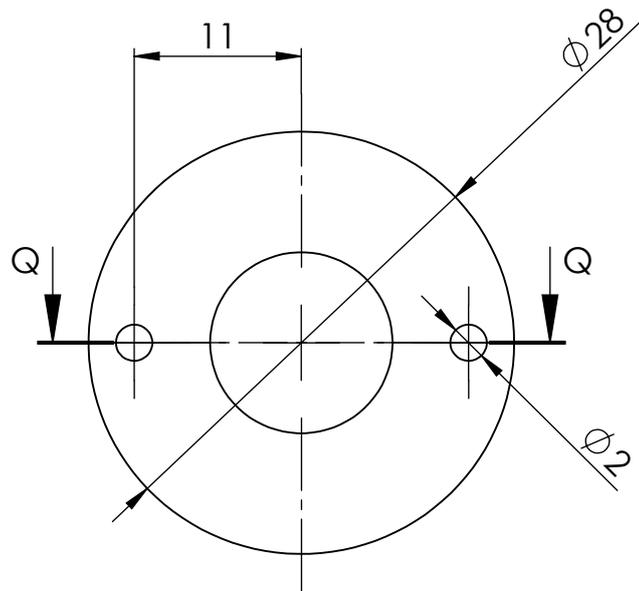


Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:1	Metodo Representación:
Propietario legal: Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Enganche cableado pared/techo	Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: Plano Nº.: 16



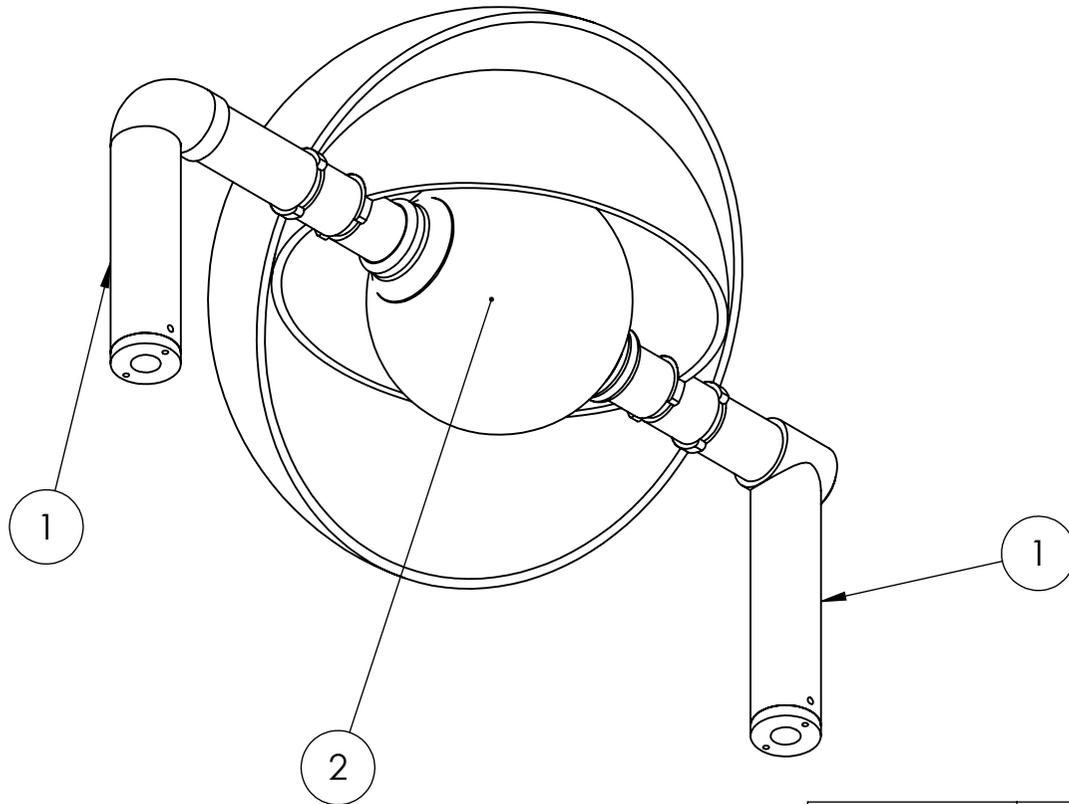
SECCIÓN P-P

Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:1	Metodo Representación:
Propietario legal: 	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Enganche apoyo pared/techo	Revisión: A	Fecha: 09/10/2021
				Plano N°.: 17

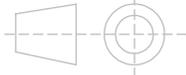


SECCIÓN Q-Q

Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 2:1	Metodo Representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado
		Título: Fijador pared/techo		Tipo de documento: Plano
		Revisión: A	Fecha: 09/10/2021	Idioma: es



N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	N.º DE PLANO	CANTIDAD
1	Adaptador de pared/ techo	E6	1
2	Conjunto común	E1	1

Departamento Responsable Tecnología	Creado por: Irene Icardo Belmonte	Unidad dimensional mm	Escala: 1:3	Metodo Representación: 	
Propietario legal: 	Revisado por: Irene Icardo Belmonte	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estilo de documento: Editado	
		Título: Adaptador de pared/techo con conjunto común		Tipo de documento: Plano	
		Revisión: A	Fecha: 03/12/2020	Idioma: es	Plano Nº.: E7

DUỘN