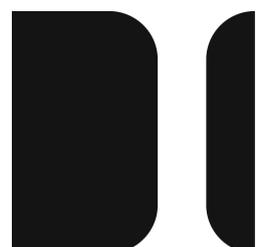


SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADAPTABLE

FIORIRE

Noelia Subiñas Domingo





Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de
Producto**

**Sistemas de iluminación adaptable:
Diseño de un dispositivo versátil para
dormitorios pequeños y minimalistas**

Autor:

Subiñas Domingo, Noelia

Tutor:

**Lafuente Sánchez, Víctor Antonio
Dpto. de Urbanismo y
Representación de la Arquitectura**

Valladolid, Mayo de 2018.

Resumen

En el presente Trabajo Fin de Grado se expone información relativa a la luz, tanto sus propiedades físicas, como los diferentes parámetros bajo los cuales se puede clasificarla, con la finalidad de entender mejor su comportamiento. También encontramos información relativa al ojo humano y su interacción con ésta. Por último también se habla sobre iluminación, tanto los diferentes tipos, como las diferentes formas de conseguirla.

A raíz de estas investigaciones se ha realizado el diseño y desarrollo de una luminaria, portátil y versátil, para dormitorios, con el objetivo de minimizar el espacio que ocupan los elementos de iluminación en éstos y fusionar diferentes tipos de luminaria en una sola, evitando así el empleo de más de una de ellas.

Palabras clave

luz, luminaria, adaptable, portátil, led

Objetivos	11
Introducción	13
Definición del problema	13
Nivel de generalidad	13
Entorno y perfil de estudio	13
Objetivos	14
Estado de la cuestión	15
Teoría relacionada con la iluminación	17
¿Qué es la luz?	17
Propiedades físicas de la luz	17
Parámetros de iluminación	20
El ojo humano	23
Tipos de iluminación	25
Factores de calidad	27
Fuentes luminosas	31
Luminarias	37
Memoria del diseño	45
Presentación del diseño	47
Introducción	47
Enunciado del diseño	47
Justificación del diseño	47
Dimensiones del diseño	47

Antecedentes	49
Estudio de mercado	49
Condicionantes	53
Briefing	53
Estudio de tendencias	53
Descripción de la solución adoptada	55
Descripción del diseño	55
Ergonomía y dimensionado	64
Ingeniería del proceso	65
Proceso de fabricación de los componentes	65
Proceso de montaje del producto final	66
Envase y embalaje	69
Ecodiseño y cuestiones medioambientales	71
Tramitación legal (mercado CE)	75
Presupuesto	79
Conclusiones	91
Bibliografía	95
Anexos	101
Imagen corporativa	103
Estudio de resistencia mecánica	107
Imágenes	115
Planos	125

OBJETIVOS

Introducción

Definición del problema

La premisa de la que parte este proyecto es la de la poca versatilidad de las luminarias que podemos encontrar en el mercado. Todas ellas están diseñadas para cumplir perfectamente una función, como puede ser iluminar globalmente una estancia, o dar puntos de luz concretos, ya sea por razones estéticas o funcionales, como puede ser leer, trabajar delante de una pantalla, etc

Esto provoca que en nuestras casas contemos con varias luminarias cada una destinada a satisfacer una necesidad diferente; sin embargo, la tendencia en cuanto a mobiliario comienza a ser la de lo mínimo necesario, es decir, utilizar el mínimo mobiliario posible, en parte impulsado por el pequeño espacio del que se dispone.

Por ello, con este proyecto pretendo diseñar una luminaria versátil con la que cubrir las diferentes necesidades, sin tener que utilizar diferentes luminarias para ello y, en consecuencia, reducir el número de luminarias necesarias en el hogar.

Nivel de generalidad

Este proyecto será de un nivel medio de generalidad, puesto que, partiendo de un producto existente, se desea cambiar algunas de sus funcionalidades, pero sin llegar a cambiarlo tanto que se transforme en un nuevo producto que sustituya al primero.

Entorno y perfil de usuario

El proyecto no está restringido por ningún aspecto geográfico, sociocultural, político o religioso, ya que es independiente de todos ellos.

Algo que sí se deberá tener en cuenta a lo largo de su desarrollo es que será un producto destinado al uso diario por personas de diferentes edades, capacidades físicas, sexo, culturas..., por lo que sus posibles mecanismos deberán ser seguros y de fácil manipulación, y los materiales empleados resistentes y duraderos.

Objetivos

- Tomar conciencia de lo que es la luz, sus diferentes propiedades y las características que se le pueden designar.
- Entender cómo afecta la luz al ojo humano para así entender mejor la interacción de ambos elementos
- Realizar una investigación a cerca de la iluminación, tipos, factores y tipos de fuentes
- Recopilar los diferentes tipos de luminarias, sus utilidades y características
- Analizar la evolución del diseño de luminarias a lo largo de la historia del diseño industrial.
- Diseñar una luminaria, conforme a todos los parámetros estudiados anteriormente, y que cumpla las siguientes premisas
 - Ser una luminaria que emita luz dispersa o direccionalmente dependiendo de la necesidad a cubrir en cada momento.
 - Permitir regular la intensidad de la luz emitida.
 - De mínimo volumen posible.
 - Tenerse en cuenta el ciclo de vida completo del objeto, buscando realizar el mínimo impacto posible sobre el medio ambiente.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Teoría relacionada con la iluminación

Como primer punto de este estado de la cuestión veo indispensable conocer en profundidad el elemento esencial con el que voy a trabajar durante este proyecto: la luz. Como dijo Malcom (2012), *“Cuanto mejor comprendamos las propiedades físicas de la luz, más fácil resultará utilizarla de forma creativa.”*

Así, paso a analizar no solo qué es la luz, sino también sus propiedades y comportamientos importantes a tener en cuenta durante el desarrollo del proyecto.

¿Qué es la luz?

La RAE define la luz como *“Agente físico que hace visibles los objetos.”*

Esta definición sencilla y fácil de entender por todos se queda un poco pobre cuando lo que tratamos es entender exactamente que es la luz; por ello, también de forma sencilla pero un poco más técnica definiremos la luz como una energía que se propaga mediante ondas y forma parte del espectro de ondas electromagnéticas, una pequeña parte del espectro electromagnético que nuestros ojos son capaces de captar.

Esta pequeña parte abarca desde las longitudes de onda del orden de 380nm hasta las de 750nm; por debajo de estas longitudes de onda quedarían los rayos ultravioletas y por encima lo infrarrojos.

Propiedades físicas de la luz

Reflexión:

Este fenómeno se produce cuando un rayo de luz choca contra un objeto y, sin cambiar su medio de propagación, cambia su dirección. Podemos distinguir entre dos tipos diferentes, según sea la superficie contra la que choca la luz y, por lo tanto, la dirección resultante de esta.

+Especlar: este tipo de reflexión es la que se da cuando el rayo de luz incide contra una superficie pulimentada y lisa. Se caracteriza por tener el rayo incidente, el reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia en el mismo plano, y por ser el ángulo del rayo reflejado igual y opuesto al ángulo del rayo incidente con respecto a la normal a la superficie en el punto de incidencia.

+Difusa: este tipo de reflexión se produce cuando la luz incide sobre una superficie rugosa; como la superficie se compone de diferentes planos, cada uno de ellos reflejará la luz con un ángulo diferente.

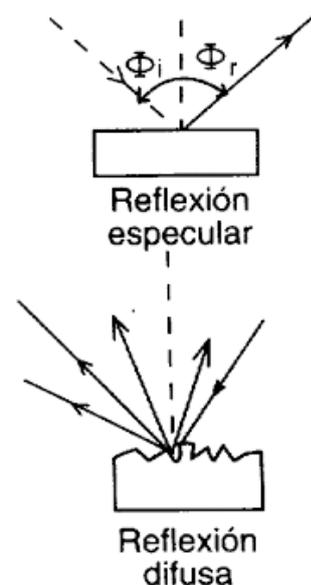


Fig. 1

Reflectancia:

La Reflectancia o factor de reflexión es la relación entre el flujo de luz que incide sobre la superficie y el flujo de luz que ésta refleja.

Refracción:

Este fenómeno se produce cuando la luz pasa de un medio a otro; se produce un cambio en la dirección de ésta debido a la diferencia de velocidad a la que se propaga en los diferentes materiales.

A pesar del cambio de dirección, el rayo incidente, el refractado y la normal a la superficie en el punto de incidencia se encuentran en el mismo plano.

Además, el ángulo incidente y el de refracción se encuentran relacionados siguiendo la siguiente ecuación:

$$\text{sen}\theta_1/\text{sen}\theta_2 = K = n_2/n_1$$

Siendo n_1 = índice de refracción del medio 1 con relación al aire

n_2 = índice de refracción del medio 2 con relación al aire.

K = índice de refracción relativa de un medio respecto de otro

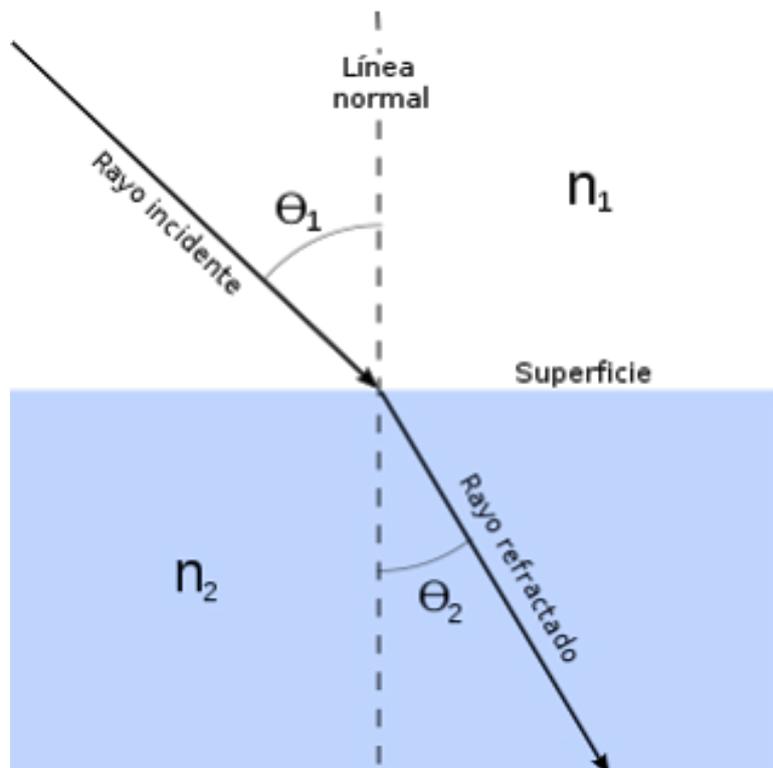


Fig. 2

Leyes de transmisión:

Algo imprescindible para entender la luz es entender la forma en la que ésta se desplaza. La luz siempre se mueve en línea recta, a no ser que se encuentre con objetos a su paso, los cuales variarán su dirección mediante reflexión o refracción, como ya hemos visto.

Es importante tener en cuenta que la luz no es visible hasta que no encuentre un objeto a su paso que la refleje hacia nuestros ojos.

Otra característica del movimiento de la luz es su imperturbabilidad al pasar a través de otra onda luminosa; esto quiere decir que, si un rayo de color rojo se cruza con otro de color verde, ambos seguirán su recorrido en línea recta hasta que se encuentren con un obstáculo, sin cambiar ninguna de las dos su longitud de onda.

Color:

Como ya hemos explicado en nuestra definición de la luz, ésta es tan solo un pequeño tramo de todo el espectro electromagnético, que va desde las longitudes de onda del orden de 380nm hasta las de 750nm.

Entre estos dos extremos, encontramos infinidad de longitudes de onda intermedias, las cuales corresponden a los diferentes colores de la luz.

Así, de forma aproximada, podemos identificar los diferentes colores del espectro con las siguientes longitudes de onda:

Rojo: 625-750 nm

Naranja: 590-625 nm

Amarillo: 565-590 nm

Verde: 520-565 nm

Cian: 500-520 nm

Azul: 435-500 nm

Violeta: 380-435 nm

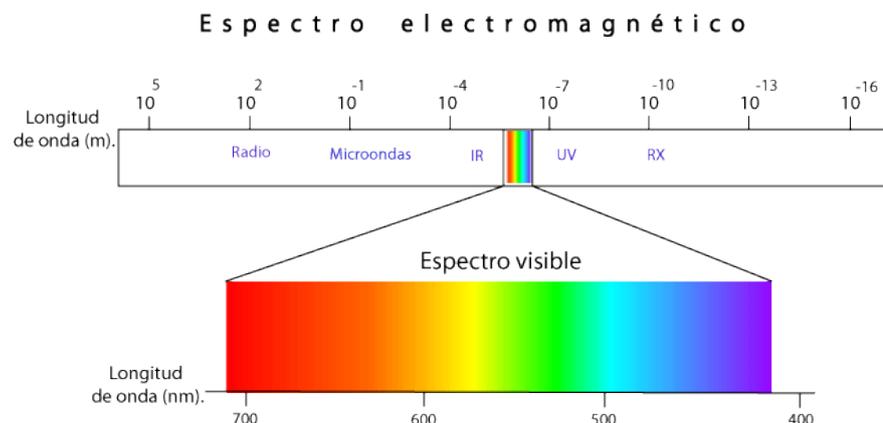


Fig. 3

Como se puede ver, los colores que componen el espectro visible son los que se observan en el arcoíris, o los que resultan al hacer pasar un rayo de luz blanca por un prisma, ya que el conjunto de todas estas longitudes de onda nos da luz blanca.

En relación con el color de la luz, es importante tener en cuenta que los objetos no tienen color; nosotros vemos el color de la longitud de onda que éstos reflejan. Este hecho tendrá repercusión a la hora de elegir el tipo de luz que se utiliza en las luminarias y en la calidad de ésta, como veremos más adelante.

Temperatura del color:

Para poder entender este concepto correctamente, primero debemos definir el principio de cuerpo negro. José Luis Casado Lou (1987) lo define de la siguiente forma:

“Principio de cuerpo negro: la luz que penetra en un cuerpo vacío a través de un pequeño orificio se refleja repetidamente dentro de la cavidad. En cada reflexión se produce una absorción. Si el orificio es lo suficientemente pequeño, casi nada de la radiación que penetra sale al exterior, por lo que toda la radiación es absorbida.”

Una vez entendido este concepto, podemos pasar a explicar que la temperatura de la luz es la temperatura a la que debe estar el cuerpo negro para que emita una luz de la misma tonalidad que la luz de la que hablamos.

Rendimiento del color:

Este rendimiento define la capacidad de la luz para reproducir correctamente los colores de los objetos. El efecto sobre los colores de la fuente a analizar se comparará con el efecto producido por una luz de referencia.

Las luces de referencia son dos, y se empleará una u otra dependiendo de la temperatura de color que tenga la luz a analizar. En caso de que la temperatura de ésta sea menor o igual a 5000oK, se comparará con la emitida por un cuerpo negro. Si la temperatura de la fuente luminosa a analizar supera los 5000oK, se comparará por la luz de día.

Parámetros de iluminación

Flujo luminoso (Φ):

El flujo luminoso se define como la cantidad de luz que emite una fuente luminosa, o que la recibe una superficie iluminada.

Su unidad de medida en el SI es el lumen (lm), que equivale a la cantidad de flujo luminoso dentro de un ángulo sólido por una fuente luminosa cuya intensidad es de 1 candela.



Fig. 4

Intensidad luminosa (I):

Es la densidad de luz que se emite en una dirección dentro de un ángulo sólido, siendo un ángulo sólido la superficie de una esfera, de radio uno, que queda encerrada dentro del cono cuyo vértice coincide con el centro de la esfera y sus generatrices pasan por el contorno de la superficie iluminada.

La intensidad luminosa en el SI se mide en candelas (cd).

La palabra candela proviene de los primeros intentos de cuantificar la luz antes de la aparición de la luz eléctrica; así, una candela es aproximadamente la intensidad luminosa que emite una vela en dirección horizontal.

Todas las demás unidades de medida relacionadas con la luz se derivan de la candela.

Si medimos la intensidad luminosa de una fuente desde diferentes ángulos alrededor de ésta y plasmamos los resultados obtendremos su curva de distribución luminosa.

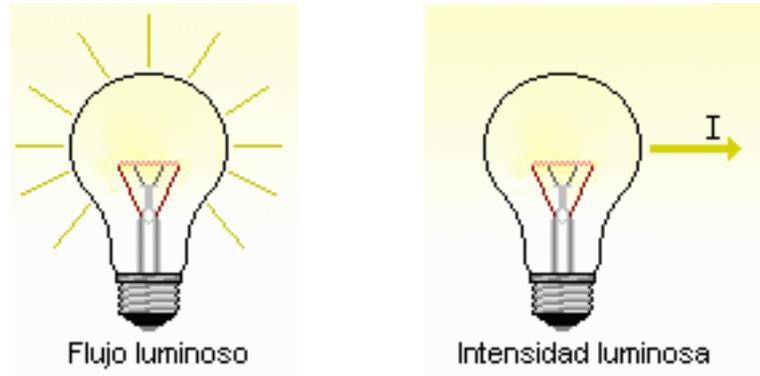


Fig. 5

Luminancia o brillo fotométrico (L):

La luminancia es la intensidad luminosa que vemos reflejada en la dirección del ojo por una superficie iluminada.

La unidad del SI utilizada para cuantificar la luminancia es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

Iluminancia (E):

Habiendo definido la luminancia como la cantidad de luz que refleja una superficie iluminada, la iluminancia es la cantidad de luz que llega a esa superficie. La luminancia es visible, pero la iluminancia no, puesto que, como ya hemos explicado anteriormente, la luz solo se hace visible cuando un objeto la refleja en la dirección del ojo.

La luminancia será proporcional a la iluminancia, pero esta proporción dependerá de las propiedades de la superficie; así, una superficie blanca con la misma iluminancia que una negra, siempre tendrá mayor luminancia.

La iluminancia dependerá de la distancia entre el foco de luz y la superficie iluminada.

La unidad en el SI para medir la iluminancia es el lux (lx), siendo $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen por metro cuadrado}$.

El ojo humano

Al igual que hemos analizado las propiedades de la luz, debemos tener en cuenta al usuario que interactuará con ella. Por ello, a continuación se analiza nuestro sistema de visión.

En primer lugar, trataremos de entender cómo el ojo percibe la luz y le envía al cerebro ese estímulo que recibe y procesa en diferentes momentos y de diversas maneras.

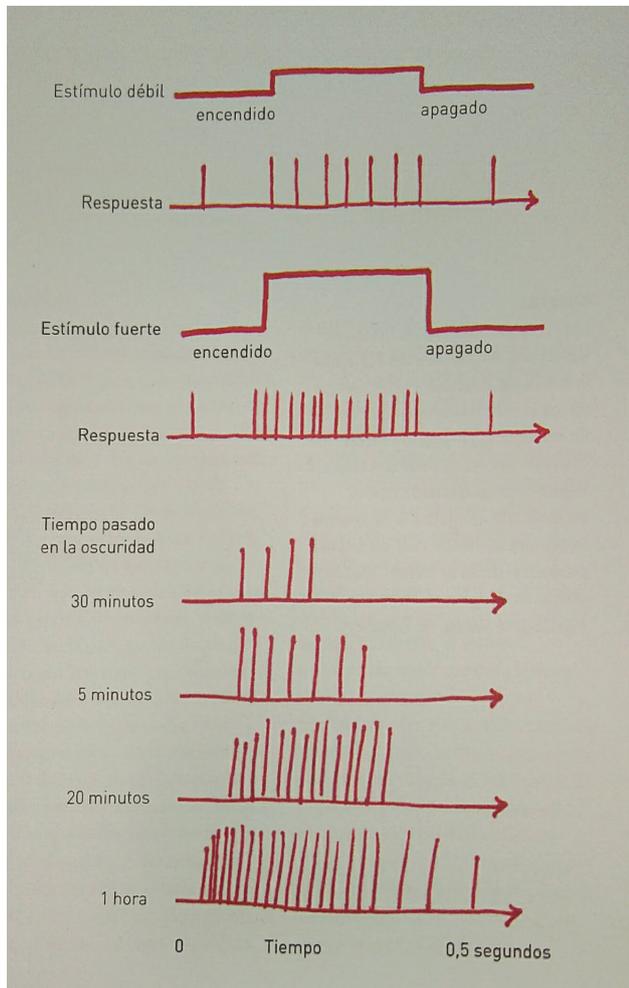


Fig. 6

Disponemos de receptores de diferentes tipos, especializados en diferentes funciones, pero todos ellos encargados de transformar un tipo de energía, la luz, en otro tipo de energía que nuestro cerebro sea capaz de entender.

Los receptores son como un interruptor, solamente pueden estar “encendidos” o “apagados”. Para poder comunicar la intensidad del estímulo al cerebro se bastan de la frecuencia con la que le mandan impulsos nerviosos; así, si el estímulo es fuerte, la frecuencia será mayor, y si el estímulo es débil, será menor.

Algo importante a tener en cuenta es que estos receptores reaccionan a los cambios de estímulo; así, si estamos un tiempo prolongado recibiendo el mismo estímulo, disminuirá la reacción nerviosa de los receptores.

Un buen ejemplo para entender esto nos lo da Innes Malcom (2012) en su libro *Iluminación en interiorismo*:

“Nuestro sistema visual se adapta a los colores de nuestro entorno cuando llevamos gafas de sol tintadas y nos sorprendemos de lo diferente que se ve todo cuando nos las quitamos.”

Una vez entendido el funcionamiento de los receptores vamos a ver algunas otras capacidades que tiene el ojo:

Acomodación

Debido a que nuestro ojo debe ser capaz de enfocar objetos lejanos y cercanos está capacitado para cambiar el punto de enfoque y, así, poder ver todos los objetos de forma nítida, independientemente de la distancia a la que se encuentren. Esto se consigue mediante la acomodación.

Este proceso consiste en un cambio en la curvatura del cristalino: cuanto más cercano esté el objeto al que deseamos enfocar, más se contraerá el músculo ciliar, consiguiendo así que el cristalino esté más convexo, y aumentando su poder de refracción.

Además, durante la acomodación también se sufren pequeños cambios en el diámetro de la pupila, estando más dilatada al enfocar a objetos lejanos y menos al enfocar los cercanos.

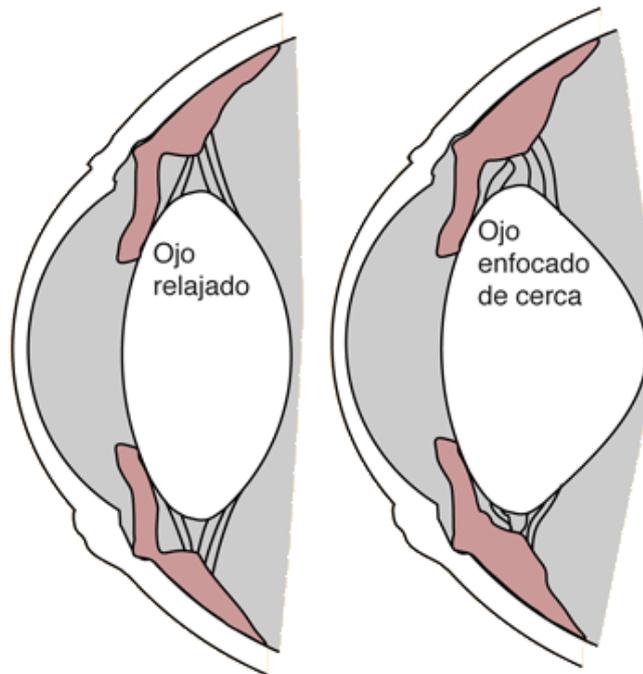


Fig. 7

Adaptación

Cuando hablamos de adaptación del ojo, nos referimos a la capacidad que tiene éste para ver a diferentes niveles de iluminación. Esta adaptación se lleva a cabo mediante la dilatación o contracción de la pupila, así la apertura de la pupila será mayor cuanto más oscuro sea el entorno. Además de este cambio en el diámetro de la pupila al adaptarse al nivel de iluminación, también se producen cambios fotoquímicos en la retina.

El tiempo necesario para que nuestros ojos se adapten al nuevo nivel de iluminación dependerá del nivel inicial de iluminación y de la magnitud de este cambio, sin ser necesariamente más fácil el cambio cuando la magnitud de éste es menor. La adaptación a mayor nivel de luz es más rápida, produciéndose durante el primer minuto, mientras que la adaptación a la oscuridad avanza más rápidamente durante los primeros 30 minutos pero puede llegar a alargarse una hora hasta la adaptación completa.

Campo visual

El campo visual del ojo humano en el eje horizontal es de 150° por ojo y, al superponer el campo visual de cada uno, conseguimos una visión en el eje horizontal de 180° . En el eje vertical, el campo visual es de 130° , 60° por encima de la horizontal y 70° por debajo.

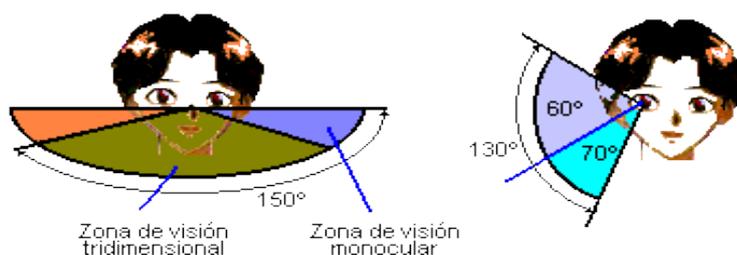


Fig. 8

Cada ojo ve de forma monocular, por lo que la sensación de profundidad no se produce hasta que el cerebro lo superpone e interpreta la imagen recibida por ambos ojos.

Tipos de iluminación

La clasificación que se explica a continuación es la clasificación clásica realizada por la CIE (Comisión Internacional de l'Eclairage), teniendo en cuenta para su realización la distribución luminosa vertical de la luminaria. Así podemos distinguir entre 5 tipos de iluminación:

Directo

Con este tipo de iluminación, entre el 90 y el 100% del flujo luminoso se dirige por debajo de la horizontal, es decir, directamente al plano de trabajo. Proporciona iluminaciones elevadas, pero deja toda la parte superior a las luminarias en sombra, y produce fuertes sombras en la zona iluminada al encontrarse con los diferentes objetos que se encuentran en ésta.

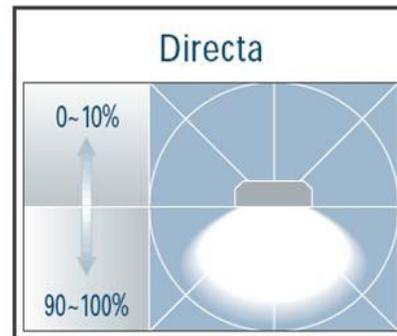


Fig. 9

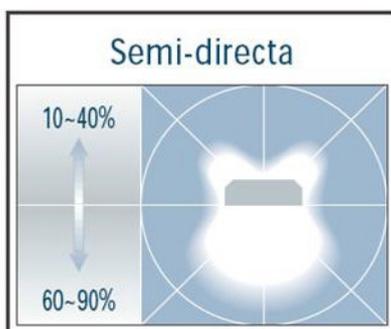


Fig. 10

Semidirecto

El flujo luminoso dirigido por debajo de la horizontal se encuentra entre el 60 y el 90% del total; con esto, la zona superior a las luminarias ya no queda en sombra y la luz dirigida por encima de la horizontal se refleja en techo y paredes, suavizando las sombras producidas por los objetos iluminados.

Mixto

En este tipo de iluminación, el flujo luminoso dirigido por encima y por debajo de la horizontal es más o menos el mismo, por lo que si los techos y paredes tiene un buen índice de reflexión, la componente indirecta de la iluminación del plano puede llegar a ser considerable, aunque la mayoría de luz que llega a éste sigue siendo la producida directamente en esta dirección.

Dentro de este tipo podemos diferenciar otros dos "subtipos": General difuso y Directo-Indirecto. La diferencia entre ellas radica en el flujo de luz dirigido en dirección horizontal. En la general difusa, la luz se distribuye en todas las direcciones, y, por el contrario, la directa-indirecta no produce flujo luminoso en dirección horizontal, sólo en vertical.

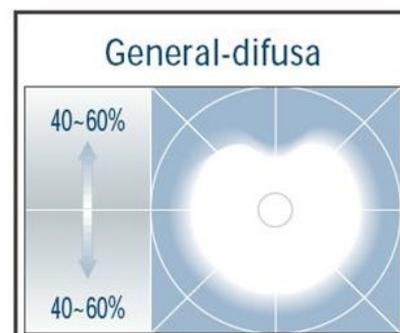


Fig. 11



Fig. 12

Semiindirecto

El flujo luminoso dirigido por encima de la horizontal se encuentra entre el 60 y el 90% del total, por lo que la iluminación de la zona se realiza casi en su totalidad de forma difusa mediante la reflexión que hacen de la luz el techo y paredes.

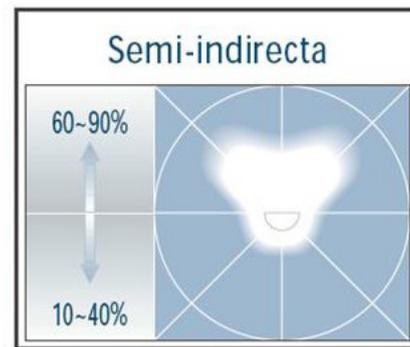


Fig. 13

Indirecto

Con este tipo de iluminación, entre el 90 y el 100% del flujo luminoso se dirige por encima de la horizontal. La iluminación del entorno se realiza al completo mediante la reflexión de la luz de techo y paredes, consiguiéndose con este tipo de iluminación, y también con la anteriormente descrita, una alta calidad de luz y evitar deslumbramientos.

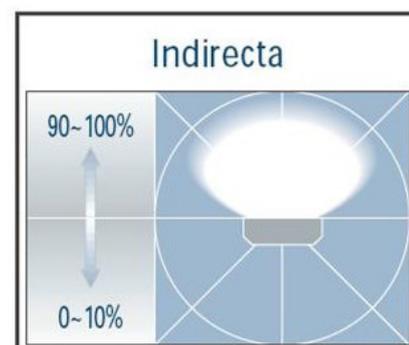


Fig. 14

Factores de calidad

Cantidad de luz

A la hora de realizar correctamente la iluminación de un espacio, hay que tener en cuenta varios aspectos. Uno de ellos, aquél en el que pensamos desde un primer momento, es la cantidad de luz necesaria para realizar la tarea que se llevará a cabo en ese espacio. No es lo mismo iluminar una nave industrial, que una oficina, o el salón de una casa particular.

Los niveles de iluminación aconsejables para cada caso vienen recogidos en las diferentes normas nacionales e internacionales. Sin embargo, entre ellas no siempre coinciden en cuanto a los niveles recomendados de iluminación.

Un hecho a destacar en cuanto a los niveles de iluminación es que, si los comparamos con los niveles de iluminación que encontramos en la naturaleza, los primeros siempre estarán muy por debajo de los segundos. Así, la cantidad de luz de un día soleado en verano es del orden de 100.000lux, o la de uno nublado en invierno de 30.000lux, sin embargo el que encontramos en unas oficinas ronda los 700÷1000lux.

Pero a pesar de lo que pueda parecer en un primer momento, la utilización de una correcta cantidad de luz no garantiza una buena iluminación, pues se verá afectada por otros factores que se especifican a continuación.

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria en general			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Tabla. 1

Rendimiento luminoso

El rendimiento luminoso se define como la relación entre el flujo luminoso, en lúmenes, y la potencia consumida por la lámpara en vatios.

Luminancia

Como ya se ha definido en el apartado de parámetros de iluminación, la luminancia es la intensidad luminosa que vemos reflejada en la dirección del ojo por una superficie iluminada.

Por ello, este pasa a ser un factor a tener en cuenta a la hora de iluminar un espacio, ya que su correcta iluminación no dependerá solo de las luminarias elegidas, sino también de las superficies que lo componen y su nivel de iluminancia. Así, serán importantes determinados factores como el color de paredes, techos, mobiliario...

Por este motivo también es importante no sólo la elección de una lámpara que nos dé la cantidad de luz deseada, sino también la de la luminaria y las características de ésta a la hora de distribuir la luz y las superficies que la componen.



Fig. 15



Fig. 16

Contrastes

Los contrastes nos ayudan a diferenciar unos objetos de otros mediante la percepción de las diferentes texturas y colores. Para evitar que la vista del usuario se canse, un buen contraste es aquél que, habiendo poca diferencia de luminancia, siga permitiendo esta diferenciación de objetos.

Deslumbramiento

Una primera clasificación sería entre deslumbramiento directo e indirecto.

El deslumbramiento directo es producido por una fuente luminosa situada en el campo visual del usuario, mientras que el indirecto es producido por la fuerte luminancia de una superficie.

Estos deslumbramientos son producidos, en el caso del directo, por el tipo de fuente de luz, la superficie de ésta, y el contraste de luminancia que exista entre la fuente de luz y el espacio que lo rodee. En el caso del indirecto, es producido por superficies muy claras o de reflexión especular y por planos de trabajo mal situados.

La forma de corregir o evitar estos deslumbramientos pasa por colocar las luminarias a gran altura con respecto del suelo y apantallarlas, y en lo que a superficies se refiere se utilizarán preferentemente superficies mate.

Sin embargo, los deslumbramientos pueden clasificarse, además de por su procedencia, en función de la reacción que provocan en el usuario, diferenciándose así entre molestos e insoportables o perturbadores.

Los deslumbramientos molestos nos producirán sensación de incomodidad, y si se mantienen en el tiempo terminarán por producir fatiga. Sin embargo los insoportables o perturbadores no nos permitirá ver en alguna dirección de nuestro campo visual.

Sombras

En este aspecto, al igual que en el del contraste, para conseguir una buena iluminación debemos encontrar el equilibrio entre dos puestos: la ausencia total de sombras y la aparición de sombras duras. La ausencia total de sombras da uniformidad en la iluminación, pero puede provocar monotonía y fatiga visual, por lo que es importante la existencia de sombras, siempre que no sean muy duras, para crear contrastes y que se diferencien perfectamente los contornos y relieves de los objetos que ocupan el espacio iluminado.

Sensibilidad de color

La sensibilidad de color de una lámpara se puede definir como la capacidad que tiene la luz emitida por dicha lámpara de reproducir los colores.

Esta sensibilidad de color se mide en porcentaje, siendo la mejor reproducción de estos cuando la sensibilidad es de entre 90 y 100%. Este porcentaje se consigue por comparativa a la reproducción de color de una luz referencia.

En general, cuanto mayor es la sensibilidad de color, menor es el rendimiento lumínico.

Fuentes luminosas

Lámparas de Incandescencia

El funcionamiento de estas lámparas se basa en el calentamiento mediante energía eléctrica de un hilo o filamento de material incandescente. Cuando este comienza a calentarse, la radiación electromagnética que produce es infrarroja (calor), pero, a medida que aumenta su temperatura, comienza a emitir longitudes de onda de energía electromagnética dentro del espectro de luz visible.

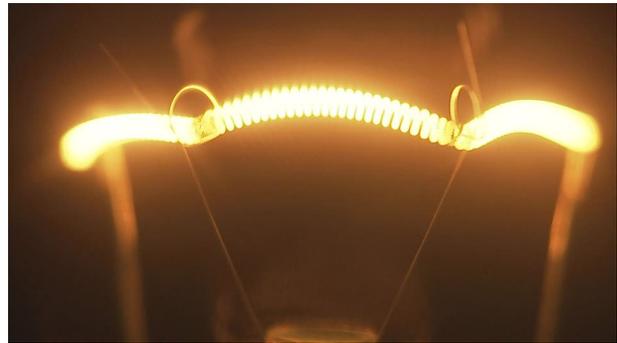


Fig. 17

Tanto la duración de la lámpara como su eficacia luminosa estarán condicionadas por la temperatura a la que trabaje el filamento; así, a mayor temperatura, mayor eficacia, pero menor duración. Por este motivo, este tipo de lámparas deben ser alimentadas con su tensión nominal.

Las lámparas incandescentes se componen de:

+Filamento: es el encargado de radiar la energía electromagnética, por lo que tendrá que estar expuesto a altísimas temperaturas para poder llegar a las longitudes de onda de luz visible. Es por esto que el material empleado es el Tungsteno, cuya temperatura de fusión asciende a los 3350oC.

A tan altas temperaturas, el tungsteno podría empezar a arder y, por ello, es importante controlar la atmósfera en la que se encuentra, lo cual se consigue aislándolo mediante la ampolla y rellenando ésta con un gas inerte.

Es importante tener en cuenta que la temperatura del filamento es independiente de la temperatura del color de la luz que éste emite, por lo que sus valores no tienen por qué coincidir.

+Ampolla: en su interior se encuentra el filamento y sirve para separarlo del aire y evitar así su combustión. En función de su forma reciben su nombre las diferentes bombillas: vela, esférica....

El material utilizado para su fabricación es el vidrio solado de sodio-calcio.

Para la fabricación de ampollas de lámparas especiales, como pueden ser las de proyección, se emplea la sílice, el cristal de cuarzo o el vidrio borosilicatado.

Normalmente las encontramos transparentes, pero pueden ser también blancas, transparentes o coloreadas.

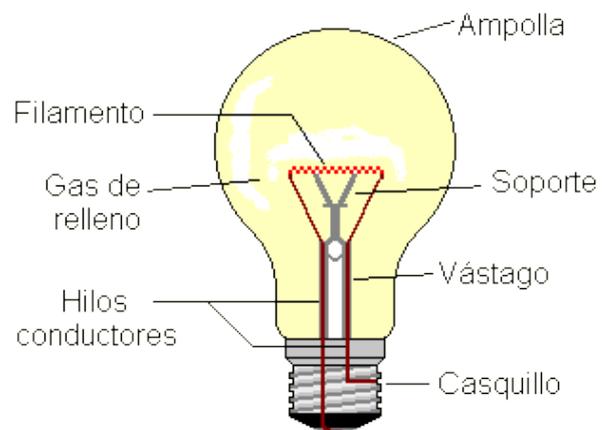


Fig. 18

+Gas de relleno: como ya se ha citado anteriormente, la atmósfera en la que se encuentre el filamento debe ser controlada para evitar así que se pueda producir la combustión de este; por ello, en el interior de la ampolla se realiza el vacío y se rellena con gas inerte, normalmente nitrógeno o argón.

En la antigüedad, simplemente se realizaba el vacío en la ampolla sin rellenarla con ningún gas; ello evitaba la combustión del filamento pero no eliminaba la posibilidad de rotura de éste, ya que, a tan altas temperaturas como las que alcanza el tungsteno para producir luz visible, los átomos de este con las vibraciones se desprendían. A medida que los átomos se desprendían, el filamento se iba volviendo más fino y el vidrio de la ampolla se ponía oscuro, lo que reducía la vida de la bombilla considerablemente.

Actualmente, gracias al gas de relleno, esto ya no ocurre puesto que, al ser un gas inerte que no reacciona con otros elementos, los átomos que puedan desprenderse del filamento rebotan en el gas y vuelven a unirse a este.

+Casquillo: con él se realiza el contacto eléctrico, uniéndolo al portalámparas. Suelen ser de rosca, pero también los hay de bayoneta. El latón, el aluminio o el níquel son los materiales más utilizados para su fabricación.

La vida media de este tipo de lámparas no supera las 1000 horas, siendo ésta menor si aumentamos su rendimiento luminoso.

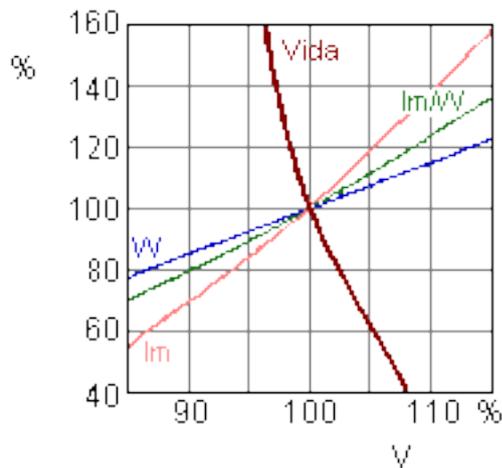


Fig. 19

[Vida de una lámpara: la duración de una lámpara incandescente está condicionada principalmente por la temperatura de trabajo del filamento.

Así, cuanto mayor sea la temperatura de trabajo del filamento mayor será su degradación, las partículas que se evaporen de este se adherirán a las paredes de la ampolla oscureciéndola, pero además al reducirse el volumen del filamento se verán también reducidos la corriente eléctrica que pasa por él, la temperatura de trabajo y el flujo luminoso, hasta que finalmente el filamento rompe. A este proceso se le denomina depreciación luminosa.]

La sensibilidad al color de este tipo de lámparas es del 100%, igual que la de la luz natural. Esto es debido a que la luz obtenida por incandescencia emite longitudes de onda de todo el espectro visible, es decir, su espectro es continuo.

Lámparas de descarga

El funcionamiento de este tipo de lámparas también se basa en el paso de una corriente eléctrica, pero en este caso en lugar de a través de un filamento, pasa a través de un gas o vapor ionizado a presión dentro de un tubo o ampolla.

Este proceso se observa en la naturaleza cuando un rayo (descarga eléctrica) atraviesa el aire y, durante un pequeño periodo de tiempo, se ve un destello de luz visible.



Fig. 20

Este fenómeno se produce debido a la excitación de los átomos del gas al ser éste atravesado por la corriente eléctrica. Estos átomos excitados chocan entre ellos y, al volver a su estado natural (energía de desionización), desprenden energía en forma de radiación ultravioleta y luz visible.

Este proceso no es tan sencillo como el de calentar un material de las lámparas incandescente; por ello, se utilizan “balastos” o “dispositivos de control”, encargados de que la descarga que atraviesa el gas sea la correcta en cada caso, es decir, una descarga de mucha energía en un primer momento y después disminuir y regular el flujo.

En general este proceso es más eficiente que el de las lámparas incandescentes por no ser necesario el calentamiento de un material; además, este tipo de lámparas son más duraderas y poseen una mayor eficiencia energética.

Las partes principales de estas lámparas son:

+Casquillo: conecta los electrodos de la lámpara al portalámparas. Puede ser de rosca o de bayoneta.

+Ampolla o bulbo exterior: protege el tubo de descarga de los agentes exteriores y, al igual que en el caso de las lámparas incandescentes, está relleno de un gas inerte o al vacío. La parte interior se recubre, en algunas ocasiones, con una capa difusora de la luz o de fósforo, para así mejorar el rendimiento de color de la lámpara.

+Electrodos: generalmente de tungsteno, se fabrican en forma de alambre enrollado o en panel. Estos electrodos contienen el material encargado de emitir los electrones en el tubo de descarga.

+Tubo de descarga: en él se realiza la descarga, y se fabrica a base de cristal transparente de silicato de sosa, de cristal de cuarzo o de sílice y de alúmina traslúcida.

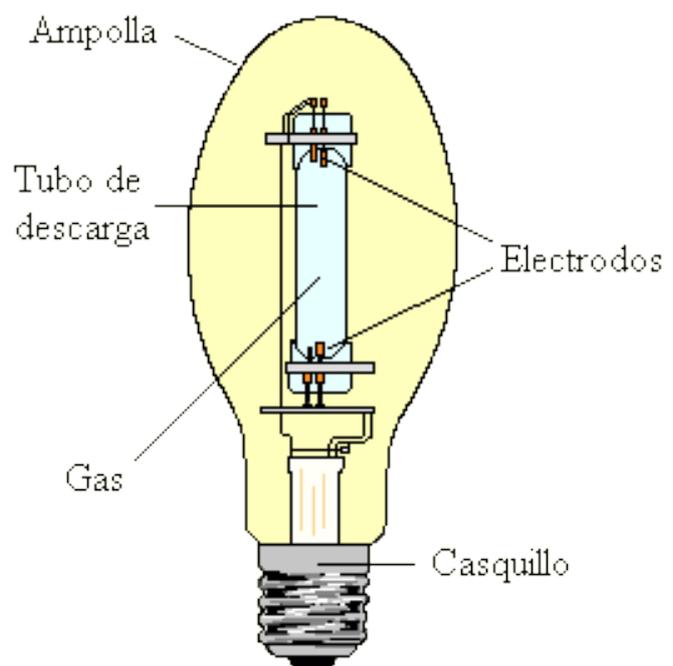


Fig. 21

Los gases utilizados son muy diferentes: helio, neón, argón, xenón, criptón o nitrógeno; además, en muchas ocasiones, se combinan con pequeñas cantidades de metales como sodio o mercurio. Cada uno de estos gases produce uno de los colores del espectro visible, y su combinación puede producir una luz más blanca.

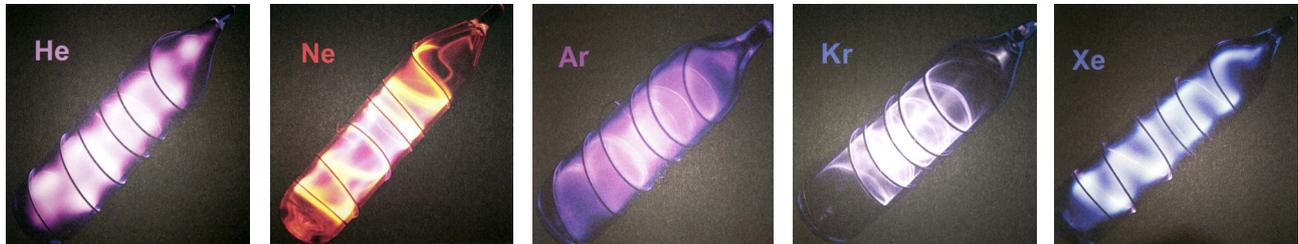


Fig. 22

Entre las lámparas de descarga, podemos diferenciar principalmente tres tipos:

-Lámparas de vapor de sodio: el vapor de sodio es el gas utilizado, soportado por neón. Dentro de este tipo podemos diferenciar entre las lámparas de vapor de sodio de baja presión (trabajan a una presión inferior a la atmosférica) y las de alta presión (trabajan a una presión interna mucho mayor a la atmosférica).

Las primeras poseen un rendimiento lumínico de entre 130 y 180 lúmenes/vatio y una vida media de unas 6.000 a 9.000 horas. Sin embargo, su sensibilidad al color es muy mala, debido a que la luz emitida es de un color amarillo-anaranjado, por lo que no contiene todas las longitudes de onda del espectro visible y esto afecta a la manera de percibir los colores de los objetos iluminados.

Por el contrario, las de alta presión tienen un menor rendimiento lumínico (entre 90 y 120 lúmenes/vatio), una vida media más corta (de 4.000 a 8.000 horas) pero una sensibilidad al color algo mejor.

-Lámparas de vapor de mercurio: utilizan el vapor de mercurio soportado por argón, y está dentro de las lámparas de descarga de alta presión, encontrándose la presión interna entre 1 y 10 atmósferas.

A estas presiones, la irradiación del mercurio es de ondas ultravioletas -cercano. Se consigue la transformación de estas ondas ultravioletas a ondas del espectro visible añadiendo una capa fluorescente sensible a dichas ondas ultravioletas-cercanas.

El rendimiento lumínico de este tipo de lámparas varía entre 30 a 65 lúmenes/vatio y su vida media está entre las 2.000 y las 12.000 horas. La sensibilidad del color variará entre mala o buena dependiendo de si poseen o no capa fluorescente, y dentro de las que la poseen, en función del fósforo utilizado.

-Lámparas fluorescentes: nuevamente, el vapor empleado es el mercurio soportado por argón, pero, a diferencia de las lámparas de vapor de mercurio, las fluorescentes trabajan a presiones muy bajas, lo que hace que la radiación emitida por el mercurio sea ultravioleta-corta. La transformación a onda visible se consigue, de nuevo, mediante la aplicación de sustancias fluorescentes sensibles a la radiación ultravioleta-corta.

La gran diferencia entre las lámparas de vapor de mercurio y las fluorescentes radica en la procedencia de la luz visible emitida; mientras que en las primeras el 90% de la radiación visible la proporciona directamente la radiación del mercurio y el 10% restante la sustancia fluorescente, en las lámparas fluorescentes la situación es totalmente al contrario, produciéndose el 90% de la luz visible por fluorescencia.

El rendimiento lumínico de estas lámparas ronda los 60-85 lúmenes/vatio y la vida media las 7.500 horas. La sensibilidad al color es buena o muy buena según el tipo.

Lámparas electroluminiscentes

Las lámparas LED están compuestas de varios diodos LED. El número dependerá de la intensidad luminosa que queramos conseguir.

A pesar de la creencia de que la luz led es un descubrimiento reciente, la realidad es que, en 1921, Albert Einstein ya ganó un premio nobel por el estudio del efecto fotoeléctrico, efecto en el que se basa el funcionamiento de estos diodos.

Este efecto se da en algunos materiales semiconductores, los cuales, al ser atravesados por corriente eléctrica, emiten luz de un color determinado, que dependerá del semiconductor empleado, y sin producir a penas calor. También se da el efecto contrario: al incidir luz sobre estos materiales, estos producen electricidad (esto explica el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos)

Los diodos LED se conocen y utilizan desde los años sesenta, normalmente como pilotos rojos o verdes, o incluso con color invisible, como es el caso de los utilizados en los mandos a distancia de las televisiones.

En los años 90 se consiguieron diodos cuya luz fuera azul, lo que supuso un gran salto ya que, gracias a la combinación RGB (siglas en inglés de rojo, verde y azul), y con ello la obtención de una luz casi blanca, aumentaron enormemente sus posibilidades de aplicación. Actualmente, las bombillas LED que producen luz blanca lo hacen con un funcionamiento similar a las lámparas fluorescentes, la luz emitida por el led es ultravioleta y la excitación de una capa de fosforo produce luz blanca.

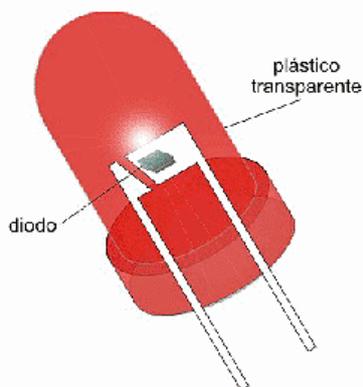


Fig. 23



Fig. 24

Las bombillas LED se componen de:

- ánodo (positivo) y un cátodo (negativo)
- lente: cubre los diodos y suele fabricarse en plástico epoxi
- contacto metálico: hace las funciones de hilo conducto
- cavidad reflectora: también denominada copa, dirige la luz hacia la lente
- yunque y plaqueta



Fig. 25

Luminarias

Hasta ahora, hemos tratado diferentes características de las lámparas, siendo éstas en el sentido profesional de la palabra la fuente de luz. Sin embargo, para la correcta iluminación de un espacio no nos vale sólo con la fuente de luz, necesitamos un soporte. Por ello, a la hora de iluminar un espacio, no solo se debe pensar en la elección de una lámpara, sino también de la luminaria más adecuada. Las luminarias se definen, según Casado Lou (1987), como “aparatos que distribuyen, filtran o transportan la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.”

La clasificación de las luminarias se puede realizar atendiendo a sus diferentes características.

Características mecánicas:

Todas las lámparas deben estar hechas con los materiales adecuados y deben ser fáciles de montar y limpiar al igual que accesibles a la lámpara y equipos auxiliares por si estos necesitaran reparación.

La clasificación que se realiza en base a las características mecánicas de la lámpara tiene en cuenta la protección de ésta frente a polvo, líquidos u otros agentes externos, y la protección contra golpes para evitar daños mecánicos. Esta clasificación esta reglada por la norma nacional UNE 20324. En base a dicha norma, se realiza una designación compuesta por las letras IP seguidas de tres números. El primero de estos números indica la protección de la lámpara contra la entrada de polvo y se valora en una escala del 0 (sin protección) al 6 (máxima protección). El segundo número varía entre 0 y 8, indicando el grado de protección contra la entrada de líquidos. El tercer número indica el grado de protección contra golpes y se evalúa entre el 0 y el 7.

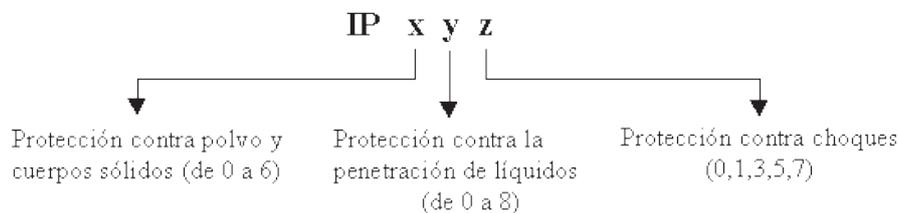


Fig. 26

Características eléctricas:

Las luminarias deben proteger los elementos eléctricos del contacto humano, la humedad o cualquier otro agente atmosférico. Valorando este grado de protección, las luminarias se pueden clasificar desde Luminaria de clase 0 a Luminaria de clase 3, correspondiéndose estos niveles con las siguientes características de protección:

Clase 0- aislamiento normal sin toma de tierra

Clase 1- aislamiento normal y toma de tierra

Clase 2- doble aislamiento sin toma de tierra

Clase 3- luminarias para conectar a circuitos de muy baja tensión, sin otros circuitos externos que operen a otras tensiones distintas a la mencionada.

Características ópticas:

Atendiendo a las características ópticas, encontramos dos clasificaciones diferentes.

La primera atendiendo al flujo luminoso dirigido hacia el plano de trabajo, coincide con la clasificación que ya hemos realizado de tipos de iluminación (Directo, Semidirecto, Mixto, Semiindirecto, Indirecto)

Por otro lado, se puede clasificar las luminarias en función del número de planos de simetría que posea el sólido fotométrico, pudiendo tener infinitos planos de simetría, dos planos de simetría o solo un plano de simetría.

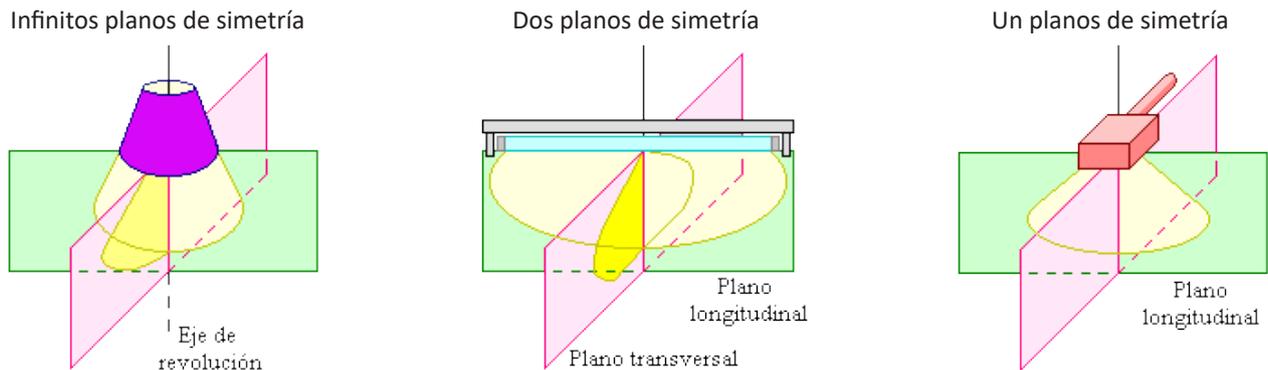


Fig. 27

Algo que nos permiten las luminarias para conseguir un mejor resultado en la iluminación de espacios es el control sobre la distribución de la luz; así, podemos dirigir la luz emitida por las lámparas hacia las zonas que lo precisen y reducir la cantidad de luz que llega a las zonas que podrían producir deslumbramientos molestos.

Atendiendo a esta propiedad, diferenciamos entre luminarias dispersas y direccionales. Las primeras distribuyen la luz por un amplio espacio sin darle a esta una dirección determinada, mientras que las segundas controlan el flujo de luz para darle una dirección concreta.

Por lo general, las lámparas producen la luz de forma muy dispersa, por lo que, para conseguir direccionarla, se utilizan lentes, deflectores o reflectores que, mediante reflexión y refracción de la luz producida por la lámpara, consiguen direccionarla.

1-Sistemas reflectores: en los sistemas reflectores se utiliza la reflexión especular de superficies cilíndricas como la elipse, la parábola o la hipérbola. Pero, además de estas ya convencionales, podemos matemáticamente diseñar la que más convenga a nuestras necesidades, conociendo la distribución que deseamos conseguir para la luz.

2-Sistemas refractores: las superficies refractoras se realizan sobre todo con superficies prismáticas, y se diseñan teniendo en cuenta el ángulo límite (ángulo de incidencia en el que el rayo incidente se refleja en su totalidad y no se produce refracción)

Por último, la forma más habitual de clasificar las luminarias por el usuario es en función del tipo y el lugar de colocación de ésta. Así podemos distinguir:

Luminárias empotrables



Fig. 28

Luminárias suspendidas



Fig. 29

Luminárias de pie



Fig. 30

Luminárias murales (apliques)



Fig. 31

Luminárias de mesa



Fig. 32

A continuación, voy a realizar un repaso a diferentes lámparas, diseñadas a lo largo de la historia.

Tulipas para las bocas de metro de París de Hector

Guimard. Pertenecientes al movimiento Art Nouveau fueron diseñadas en 1900 y fusiona líneas vegetales y abstractas.



Fig. 33



Fig. 34

Lámparas de la biblioteca de la escuela de Glasgow de los Mackintosh

A pesar de pertenecer también al Art Nouveau su inspiración, al igual que el diseño de toda la escuela, en el estilo medieval es heredado del Arts and Crafts. Consisten en farolillos en forma de cubos, utilizando los cuadrados como patrón, motivo muy utilizado por estos cuatro diseñadores.



Fig. 35

Lámpara de techo de Gerrit Rietveld

Realizada en 1922 para el consultorio del Dr. A.M. Hartog, pertenece al movimiento neoplasticista en el que se empezó a realizar una nueva concepción del espacio. Por ello, en esta lámpara se juega con la literalidad de las tres dimensiones y, sobre todo, con la sensación de ingravidez.



Fig. 36



Fig. 37

Lámparas de La Bauhaus

En la escuela de la Bauhaus se realizaron varios diseños de lámparas. En esta escuela se promovió la colaboración entre el comerciante, el técnico y el artista, lo que supuso la obtención de diseños mucho más funcionales y dirigidos a la tipificación y producción en serie; dejaron, por tanto, de ser diseños únicos para ser diseños normalizables.



Fig. 38



Fig. 39

Lámpara religiosa de Pierre Chareau

Realizada en 1932 para La Maison du Verne, pertenece al movimiento Art Decó, recuerda a los árboles cubistas, y combina materiales como la madera de palesandro y el alabastro.



Fig. 40

Lámparas de Alvar Aalto

A lo largo de su carrera, Alvar Aalto diseñó un gran número de lámparas, todas ellas siguiendo la estética del funcionalismo orgánico de los países Escandinavos, por lo que predominan la madera y el blanco en sus diseños y, debido a su obsesión por el estudio de las líneas curvas y la realización de estas en madera, también las empleó mucho en sus diseños de luminarias.



Fig. 41



Fig. 42

Lámpara Eclipse de Magistretti

Diseñada en 1966, pertenece a una época revolucionaria de fuerte inspiración futurista y de temática espacial. Su forma en semiesfera, la cual gira, permitía observar la bombilla u ocultarla creando el efecto de eclipse que la da nombre.



Fig. 43



Fig. 44

Lámpara Flexo de Sottsass

Realizada en 1981, pertenece al postmodernismo, lo que se denota en sus estampados figuras geométricas. A demás, se ve una clara similitud con el reino animal, algo muy empleado en este movimiento, sobre todo para la realización de objetos y mobiliario infantil.

Observando diseños del siglo XX, nos encontramos con modelos como: la Lámpara Bolonia de Josep Llusà (fig.45), la Lámpara T´as Vu de Oliver Bataille (fig.46), la Romana de techo de Josep M. Masana y Josep M. Tremoleda (fig.47) o la Lámpara Ophidia de Pete Sans (fig.48). En ellos, se aprecia una mayor sencillez de las formas, se empiezan a utilizar materiales difusores de la luz como puede ser el metacrilato, buscando una mayor funcionalidad y versatilidad en los diseños, y destacan el blanco el negro y el color metálico de los aceros.

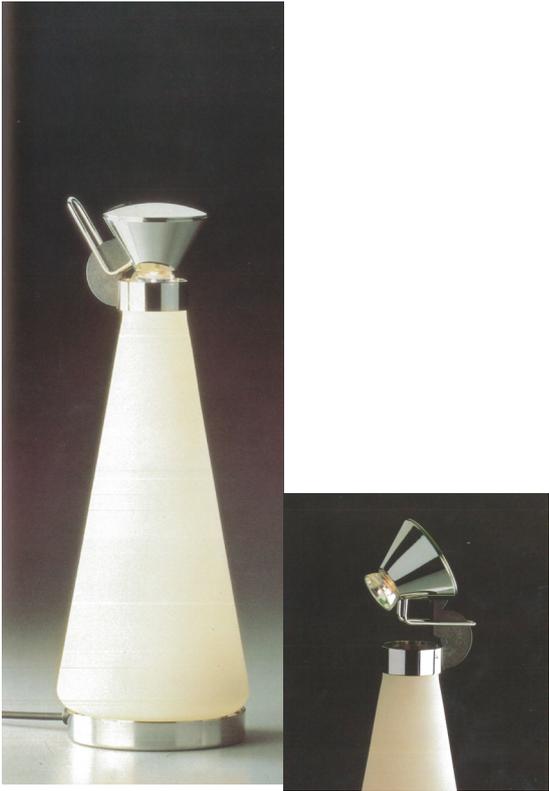


Fig. 45

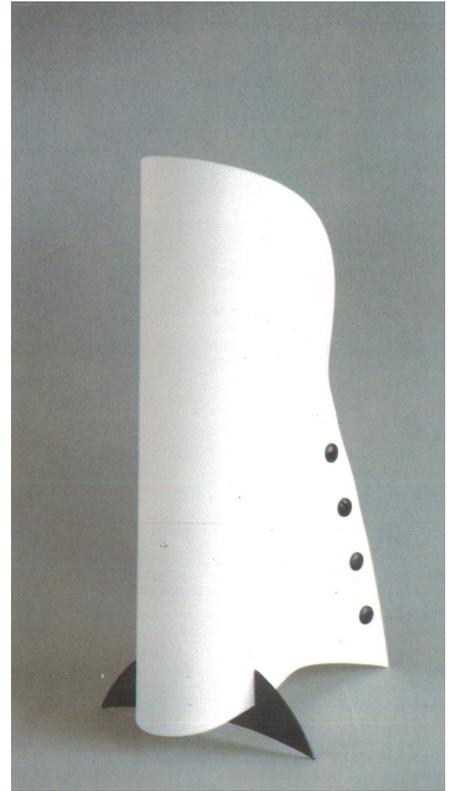


Fig. 46



Fig. 47

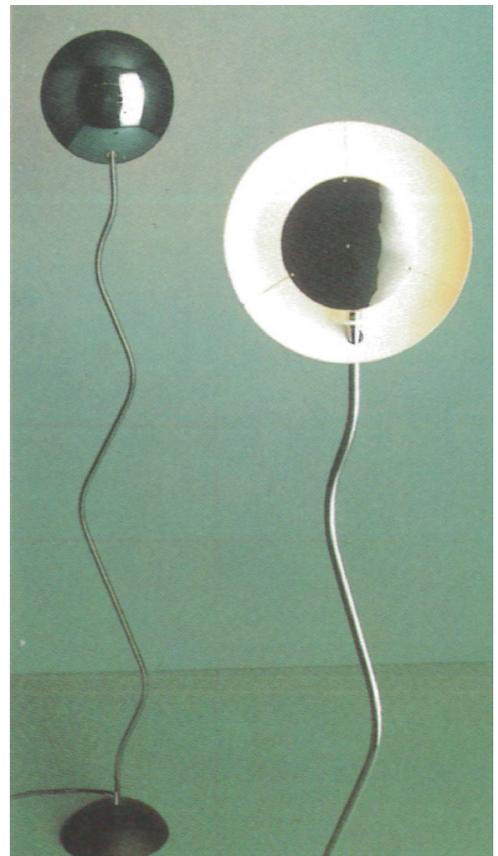


Fig. 48

MEMORIA DEL DISEÑO

Presentación del diseño

Introducción

Este documento es la memoria del proyecto realizado para el trabajo fin de grado del Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, impartido en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid, Sede Francisco Mendizábal.

En dicho documento se especifican todos los aspectos del proceso de desarrollo del producto, además de los aspectos técnicos, funcionales, productivos y estéticos del producto.

Enunciado del diseño

Se parte de la propuesta de realizar el diseño de un sistema de iluminación para dormitorios pequeños o minimalistas, que nos proporcione diferentes tipos de luz en función del requerimiento, eliminando así mobiliario relacionado con la iluminación, y ganando espacio útil en el dormitorio. Se desarrollará el proyecto a nivel de detalle, siguiendo las convenientes fases de desarrollo de producto.

Para su realización se han aplicado los conocimientos aprendidos durante toda la carrera, atendiendo los campos de tecnología, materiales, mecánica, eléctrica y fabricación.

Justificación del diseño

Se ha seleccionado esta propuesta de diseño atendiendo la actual necesidad de minimizar y simplificar el mobiliario de los hogares debido a la falta de espacio en ellos, en este caso en concreto, en los dormitorios.

Dimensiones del diseño

El diseño tendrá un carácter muy amplio ya que para el correcto desarrollo del mismo se deberán tener en cuenta múltiples factores. En cuanto a aspectos técnicos, se deberán tener en cuenta todos los requerimientos relacionados con sistemas eléctricos.

También se tendrán en cuenta aspectos estéticos, ya que no solo queremos que sea un elemento funcional, si no que sea un elemento agradable para la convivencia y el uso diario.

En lo referente al aspecto económico, el precio deberá ser el mínimo posible, ya que no se busca un diseño exclusivo si no un diseño al alcance económico de la mayoría de la población. El aspecto medioambiental se tendrá presente tratando, que tanto el proceso productivo como el ciclo de vida del producto produzcan el menor impacto posible sobre el medio ambiente. Para terminar, se tendrán en cuenta los aspectos legislativos relacionados con este tipo de mobiliario, para que este pueda ser viable dentro de la normativa vigente que lo atañe.

Antecedentes

Estudio de mercado

Para el desarrollo del proyecto, y como punto de partida, se realiza un estudio de mercado, con el fin de obtener información sobre las diferentes luminarias existentes actualmente en el mercado, para analizar sus dimensiones, aspectos estéticos, etc.

Actualmente hay mucha variedad de luminarias en cuanto a estilos y funciones pero, puesto que este diseño se dirige a la utilización en dormitorios, este estudio de mercado se limitará a luminarias empleadas en ese entorno.

Dado que nuestro diseño se empleará para la iluminación global de la estancia y la focalizada en un punto para la realización de tareas como leer, se analizarán todos los tipos de luminarias que se emplean actualmente en los dormitorios para estas dos funciones.

En primer lugar, observamos las luminarias dirigidas a la iluminación global de la estancia. La inmensa mayoría de las empleadas con este fin son luminarias suspendidas. En cuanto a la estética, encontramos una gran variedad dirigida a diferentes estilos de decoración.



Fig. 50



Fig. 51



Fig. 49

Dentro de las lámparas dirigidas a la iluminación de tareas concretas, observamos en su mayoría son luminarias de mesa, ya que se sitúan en escritorios o mesillas, aunque en algunos casos encontramos apliques situados en la pared junto a la cama y, en menor medida luminarias suspendidas. Nuevamente, si nos fijamos en el aspecto estético, encontramos una gran variedad.



Fig. 52



Fig. 53



Fig. 54



Fig. 55



Fig. 56

En cuanto a las medidas de los diferentes tipos de luminarias, no siguen ninguna medida estándar, teniendo cada una unas dimensiones diferentes, tanto en el caso de las destinadas a iluminación general del espacio como las destinadas a iluminación focalizada.

En general, las luminarias destinadas a la iluminación global, que, como ya hemos comentado, en su mayoría son suspendidas, abarcan diámetros de entre 100 hasta 800mm, y descienden desde el techo entre 500 a 2000mm.

Las luminarias encargadas de la iluminación focalizada son mucho más variadas en tipos, por lo que su rango de medida varía más, pudiendo muchas regular su altura.

Para completar este estudio de mercado he recogido algunos modelos dirigidos a proporcionar diferentes tipos de luz o con mayor versatilidad que las luminarias convencionales. A continuación, he realizado un pequeño análisis de cada uno de ellos, en busca de fortalezas y debilidades, para utilizarlo como fuente de información e inspiración a la hora de realizar mi diseño.



Fig. 57

Ésta es una luminaria suspendida de estilo minimalista resuelto en línea, con un plano encargado de la iluminación. Los materiales empleados son varillas metálicas con un acabado negro mate. El sistema empleado para iluminar es el led, emitiendo una luz blanca. La versatilidad de este diseño radica en la posibilidad de obtener una luz dirigible en cualquier dirección, pudiendo así conseguir diferentes ambientes con una luz directa, indirecta,...

Pros: Fácil funcionamiento

Estética sencilla adaptable a diferentes ambientes

Contras: Dificil alcance al tratarse de una luminaria suspendida

Nuevamente nos encontramos con una luminaria suspendida, esta vez realizada en metal y madera. La versatilidad vuelve a radicar en la posibilidad de dirigir la luz, aunque en esta ocasión sólo dispone de un único posible eje de giro.

Pros: Fácil funcionamiento

Contras: Dificil alcance al tratarse de una luminaria suspendida

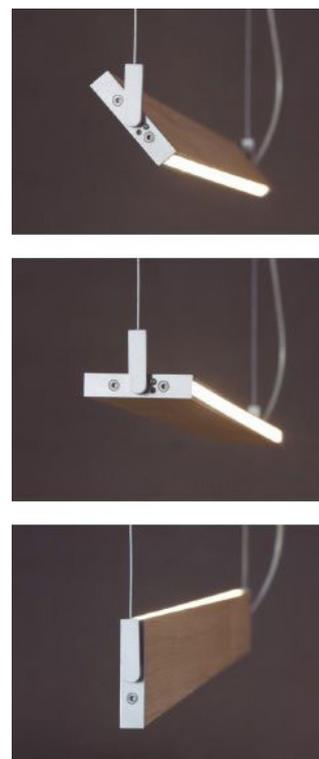


Fig. 58

En este tercer diseño nos encontramos con una luminaria de mesa, con un aspecto futurista en negro perla y luz led blanca. En este caso, podemos utilizar la luminaria como luz de mesa o como linterna, gracias a la posibilidad de separarla de su soporte, y de su forma cilíndrica, lo que facilita su transporte en la mano.

- Pros: Transportable
 Estética sencilla adaptable a diferentes
 ambientes
 Multifuncional
- Contras: No es posible dirigir la luz mientras se
 encuentra en el soporte



Fig. 59



Fig. 60

Volvemos a encontrarnos frente a una luminaria suspendida de estética minimalista en negro, pero esta vez la versatilidad no radica en la dirección de la luz, si no en el rango de dirección de ésta; así, con un sencillo mecanismo de tipo libro conseguimos una superficie grande de luz que proporciona una luz más ambiental o una fina línea de luz focalizada en una dirección.

- Pros: Fácil funcionamiento
 Estética sencilla adaptable a
 diferentes ambientes
- Contras: Difícil alcance al tratarse de una
 luminaria suspendida

FIORIRE

Como ya he comentado anteriormente, para la iluminación de dormitorios también encontramos apliques, como es el caso de este diseño, que aúna dos tipos de iluminaciones muy diferentes: una tenue, cálida y dispersa, con una potente, blanca y focalizada, permitiendo así una iluminación más ambiental u otra más pensada para la lectura.

Pros: Fácil funcionamiento

Contras: Estética poco cuidada



Fig. 61



Fig. 62

Por último, encontramos un diseño que nos permite ser utilizado como luminaria de mesa o aplique: además, en ambas opciones se permite la orientación en cualquier dirección. Posee una estética futurista, que nos recuerda al diseño de la lámpara eclipse en su forma circular.

Pros: Alta versatilidad de posicionamiento

Contras: El cable condiciona en cierto modo y puede llegar a estorbar

Condicionantes

En la realización del diseño de una luminaria, debemos tener en cuenta los condicionantes que nos marcan las diferentes normativas, entre las que se encuentran:

Norma UNE 20324

Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51

Briefing

Con las conclusiones derivadas del estudio de mercado, los condicionantes, y el estudio de la cuestión, se realiza un briefing que acota los objetivos del diseño. Estos objetivos deberán ser cumplidos al finalizar el proyecto y son los siguientes:

- Se deberá realizar un correcto aislamiento de los elementos eléctricos
- Se deberá tener en cuenta el final de la vida útil del producto, para que los desechos de éste cumplan con la normativa sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Los posibles mecanismos serán de fácil manejo, para que así el producto pueda ser utilizado por personas de diferentes edades y condiciones físicas de forma segura.
- Se procurará usar el menor número de materiales, y que estos sean fáciles de separar una vez terminada la vida útil del producto, y así poder ser reciclados.
- Se utilizará tecnología LED para poder conseguir, de forma eficiente, los diferentes grados de intensidad luminosa requeridos.

Estudio de las tendencias

Por último, antes de comenzar con el desarrollo del diseño, analizaré las tendencias existentes ahora mismo relacionadas con el mobiliario en general, pero fijándonos, sobre todo, en las tendencias que siguen estéticamente las luminarias.

El primer punto que observamos es que, actualmente, imperan los diseños simples de formas geométricas limpias sin grandes adornos.



Fig. 63



Fig. 64

FIORIRE

Los acabados más utilizados son los metalizados, ya sean brillantes o mates, y las maderas.

Siguiendo con acabados, los colores que más encontramos son el negro, el blanco, el gris, dorado, plata y el rosa oro.

En cuanto a los aspectos estéticos, se tiende mucho a la estética industrial, y están muy en boga las luminarias que recuerdan a la estética de los focos empleados en cine.

En cuanto a las bombillas, imperan las de led de luz blanca o anaranjada; en este último tono, encontramos muchas que imitan a la clásica bombilla Edison.



Fig. 65



Fig. 66



Fig. 67



Fig. 68



Fig. 69

Descripción de la solución adoptada

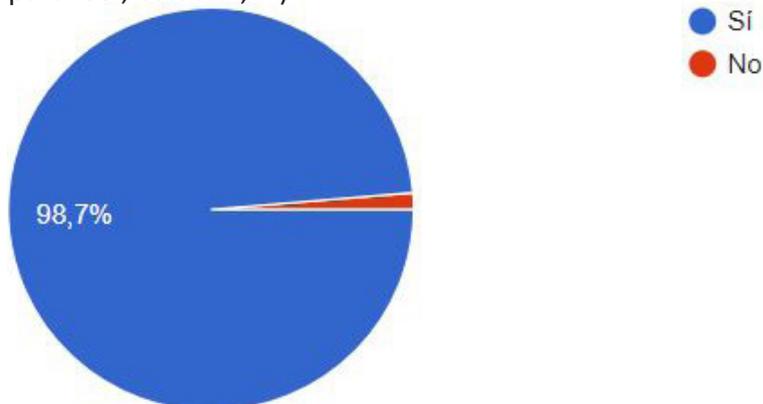
Descripción del diseño

Durante la ideación del diseño se plantearon algunas dudas acerca de qué preferencias podría tener el usuario en algunos de sus aspectos. Por ello, se lanzó una encuesta a esos posibles futuros usuarios.

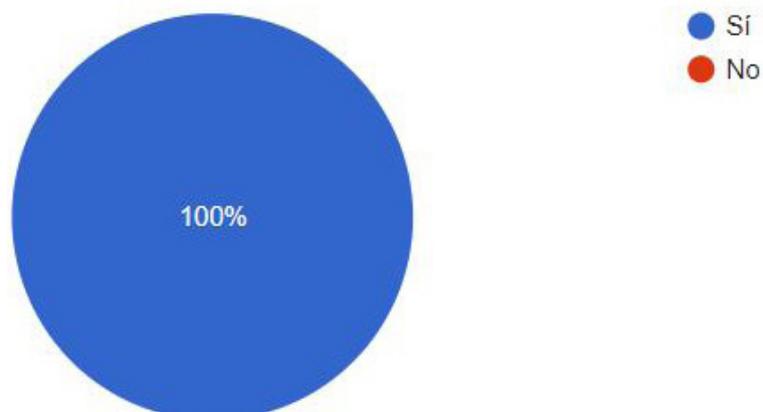
La encuesta fue respondida por 76 personas de diferente sexo y edad.

Las respuestas obtenidas fueron las siguientes:

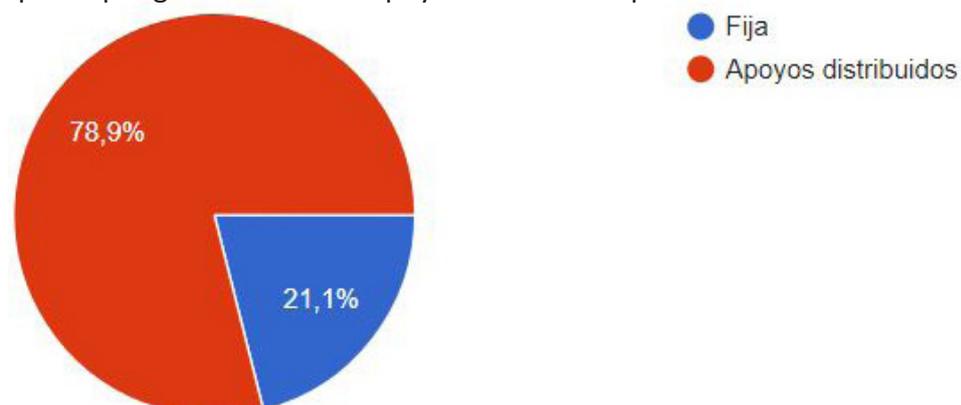
¿Te parecería útil una lámpara que adaptara el tipo de luz que emite a diferentes necesidades? (con diferentes necesidades me refiero a iluminación de estancias, iluminación focalizada para leer, estudiar,...)



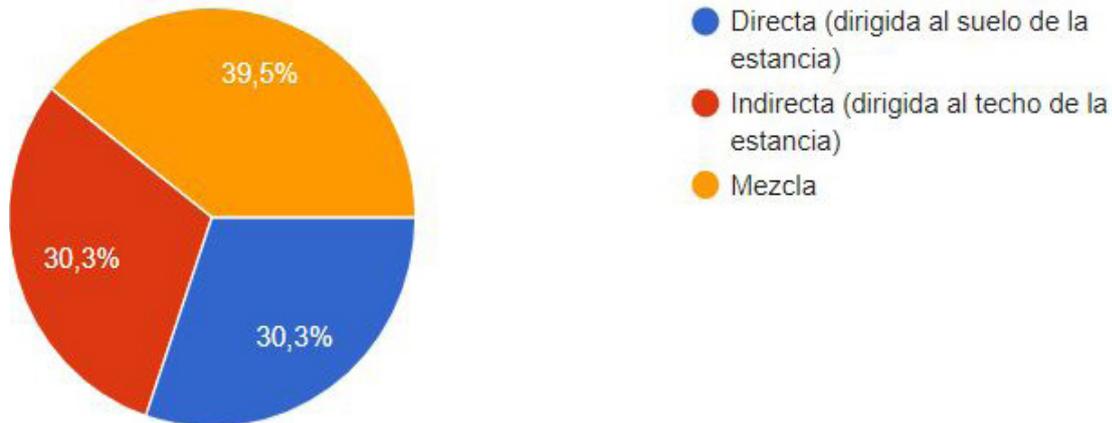
¿Te gustaría que se pudiera regular la cantidad de luz emitida por la lámpara?



¿Prefieres que la lámpara se mantenga fija en un lugar de la estancia y poder dirigir la luz o que disponga de diferentes apoyos distribuidos por la estancia?



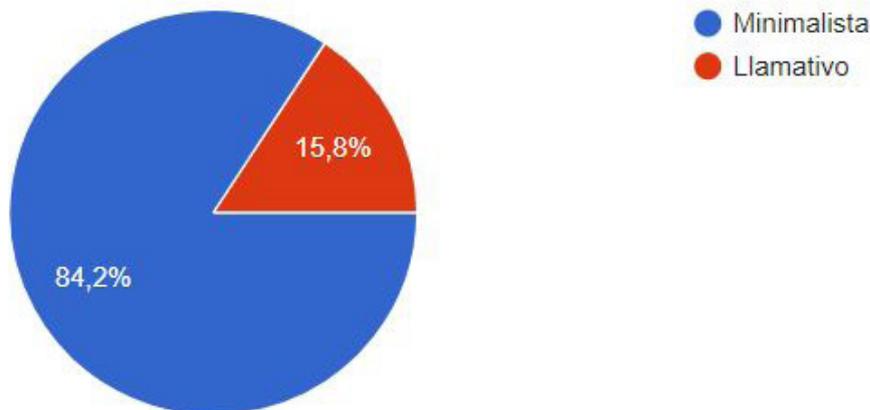
¿Cuando la lámpara esté en posición de iluminar de forma general la estancia, prefieres que esta iluminación sea directa o indirecta?



Por último, a pesar de haber realizado con anterioridad un estudio de tendencias, también se realizaron un par de preguntas relacionadas con la estética, para ver cual era la que más convencía a estos futuros usuarios.

La primera pregunta buscaba corroborar el resultado obtenido en el estudio de tendencias acerca del actual gusto por las piezas minimalistas.

¿Prefieres un objeto minimalista que llame poco la atención y se adapte a cualquier tipo de decoración, o un objeto único que pueda ser el centro de atención?



En la segunda pregunta, relacionada con la estética del producto, se expusieron tres imágenes representativas de tres estilos diferentes pero en auge (sacados del estudio de tendencias).

La primera imagen que se les mostraba representaba un estilo más clásico en forma, con materiales como la madera y la tela, lo que le aportaba calidez.



Fig. 70



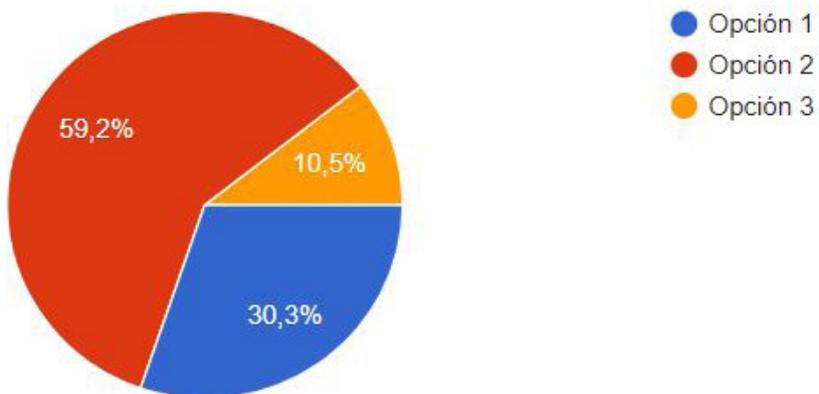
Fig. 71

La segunda imagen mostraba un diseño geométrico, muy simplificado, hecho en metal y con acabado rosa oro.



Fig. 72

Por último, se exponía un flexo de estética más industrial, de nuevo realizado en metal, pero esta vez acabado en negro mate.



Como se observa en la gráfica, en su mayoría se decantaron por la opción dos, seguida de la uno. Este resultado nos facilita la elección de las tendencias a la hora de pensar en el aspecto estético de nuestro producto.

Con toda esta información, la obtenida en los antecedentes explicados en el apartado anterior y la procedente del estado de la cuestión, se comenzó la ideación del diseño, buscando cumplir el mayor número de objetivos posible. Así, se llegó a esta solución.



Fig. 73

Como se observa en la imagen, la solución adoptada es una luminaria mural o aplique. La elección de este tipo de luminaria se vio condicionada por dos de los objetivos a cumplir: el fácil manejo del producto y la búsqueda de que éste ocupara el mínimo espacio posible.

Por un lado, al ser un aplique, es colocado sobre la pared del dormitorio, a una altura no demasiado alta, lo que permite su fácil manipulación; y al ir colocado sobre la pared, no perdemos espacio útil de la planta del habitáculo, que podrá ser ocupada por otros objetos o, simplemente, tener más espacio libre.

La decisión de utilizar dos bombillas independientes con sus respectivas cúpulas vino dada por la disparidad de respuestas en la pregunta “¿Cuando la lámpara esté en posición de iluminar de forma general la estancia, prefieres que esta iluminación sea directa o indirecta?”.

Con esta solución conseguimos que, en cada momento, la iluminación sea totalmente personalizable, pudiéndose elegir la intensidad de ambas bombillas por separado, el tipo de iluminación (directa, indirecta, mixta,...) y el ángulo de iluminación.

Por otro lado, también podremos elegir el diámetro de la superficie por la que emana la luz, consiguiendo así luz focal o un tipo de luz más ambiente. Esta regulación se realiza mediante un sencillo sistema mecánico, en el cual, mediante guías, y teniendo simplemente que empujar suavemente las diferentes piezas que conforman la cúpula de la luminaria, podemos apilar todas, teniendo así una gran superficie de emanación de luz; o podemos distribuirlas, cerrando así la superficie por la que la luz sale de la luminaria. Puesto que la bombilla elegida es de tipo LED, no habrá problemas con el posible calentamiento de las láminas de plástico, ya que este tipo de bombillas sólo emiten calor en la dirección opuesta a la que emiten la luz.

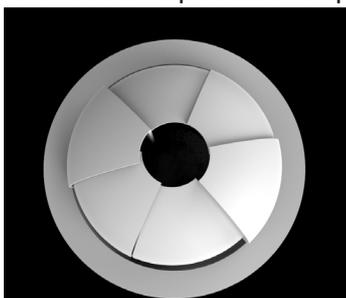


Fig. 74



Fig. 75

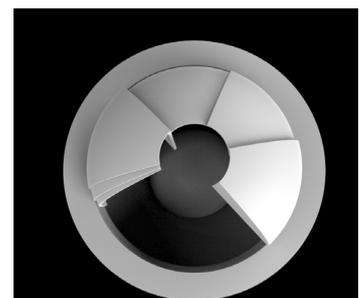


Fig. 76

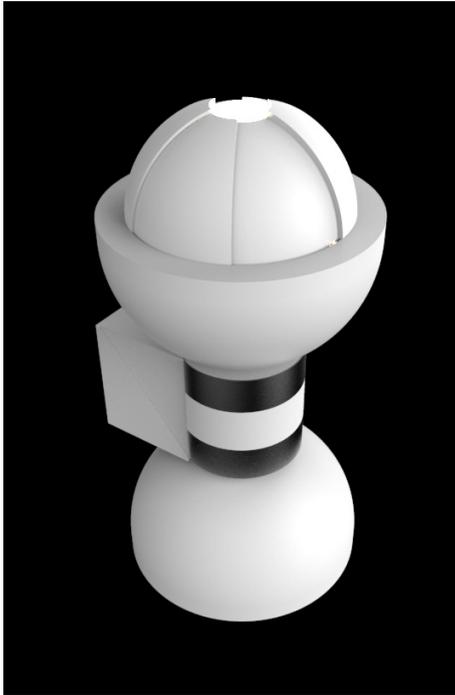


Fig. 77

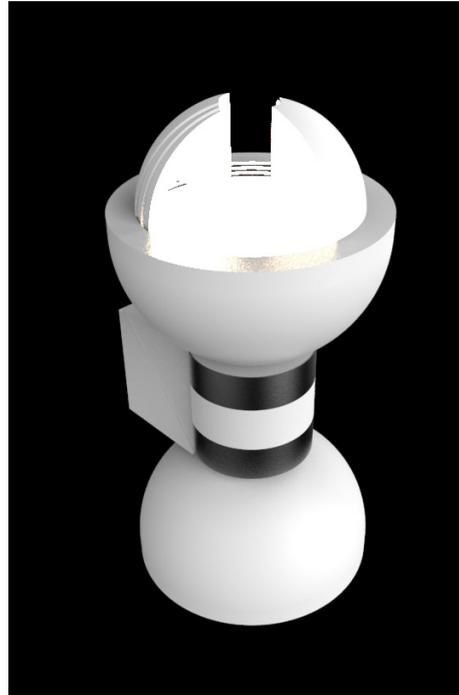


Fig. 78

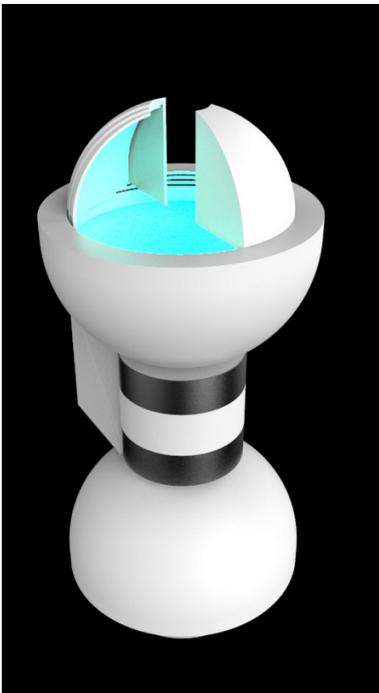


Fig. 79

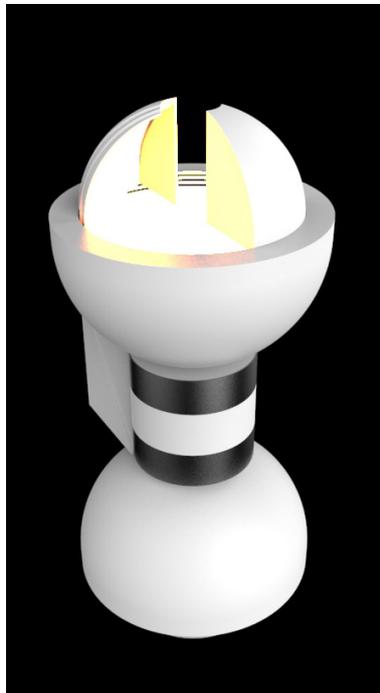


Fig. 80



Fig. 81

El material elegido para la realización de las cúpulas es el plástico, concretamente Polipropileno reciclado. El motivo de esta elección se debe a las propiedades que este material aporta, que son, principalmente, la facilidad a la hora de moldearlo, una alta resistencia química a los disolventes, lo cual es importante para asegurar su limpieza, también tiene una alta estabilidad térmica, lo que facilita la incorporación de los componentes electrónicos sin riesgos, con su buena resistencia al impacto prolongando así su vida útil y no se degrada con rapidez, además de un bajo coste por ser un material reciclado, con lo que, además, contribuimos a una mejora en el medio ambiente.



Fig. 82

Entrando ya en la descripción detallada de las diferentes partes y piezas del diseño, nos encontramos con:

-Apoyos: los apoyos están formados por tres piezas, dos de ellas formando la caja en la que irán los cables y elementos necesarios para permitir el paso de corriente a la luminaria en el caso de los apoyos que sirvan de carga. La conexión a la luz se realizará mediante un enchufe como el de cualquier luminaria estándar, al igual que la conexión entre luminaria y apoyo, siendo así de uso intuitivo, también en los apoyos que no suministren energía a la luminaria. Para realizar un menor número de piezas distintas, todos los apoyos serán iguales realicen carga o no, y, simplemente, aquellos destinados a realizar carga contendrán los elementos necesarios. Una vez cerradas estas dos piezas, quedará un pequeño espacio en su parte inferior por el que saldrá el cable que se conectará a la luz. Esta cajita será fijada a la pared en los lugares y a la altura que el usuario prefiera, según sus necesidades, mediante 5 tornillos. Uno de ellos irá conectado a la luz para funcionar como apoyo de carga para la luminaria.

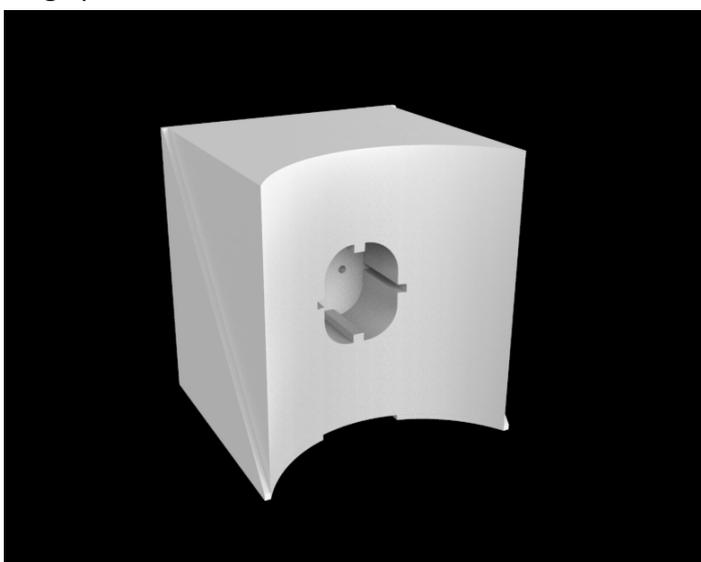


Fig. 83

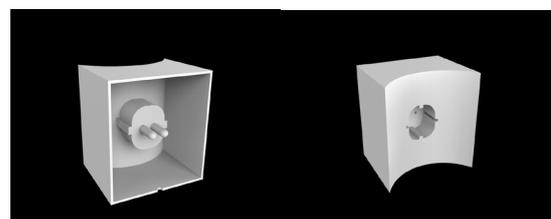


Fig. 84

Fig. 85

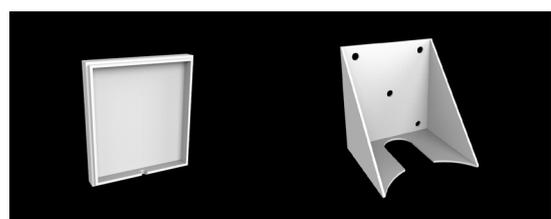


Fig. 86

Fig. 87

-Base cúpulas: la base será la sujeción de ambas bombillas y contendrá en su interior los diferentes elementos eléctricos y electrónicos necesarios para el funcionamiento de la luminaria. Como ya he comentado en la descripción general del producto, la regulación de la intensidad de luz de cada una de las bombillas es independiente; para ello, en la base se encuentran dos franjas táctiles mediante las cuales podemos regular la intensidad de luz, deslizando el dedo sobre estas, o decidir el color de la luz, pulsando hasta obtener el deseado. Estas dos franjas táctiles serán dos láminas de Aluminio de 1mm de espesor. Por último, los elementos eléctricos y electrónicos se ocultarán mediante dos tapas a las que, además, se unirán la parte inferior de ambas cúpulas y se colocarán los casquillos donde roscarán las bombillas.

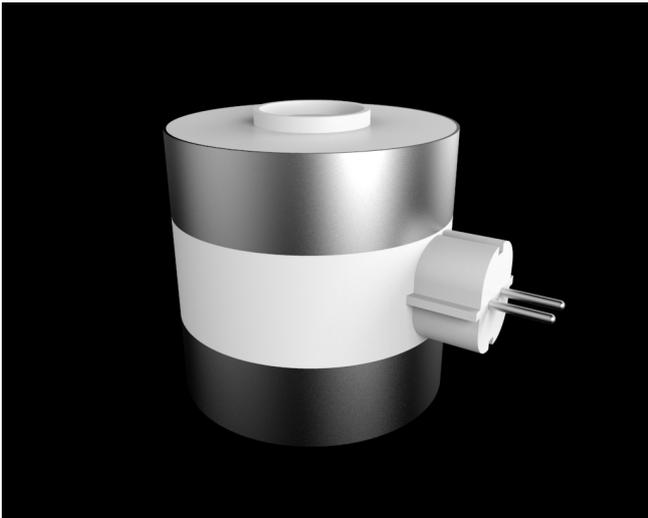


Fig. 88

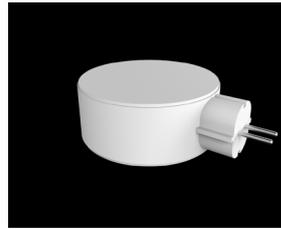


Fig. 89



Fig. 90

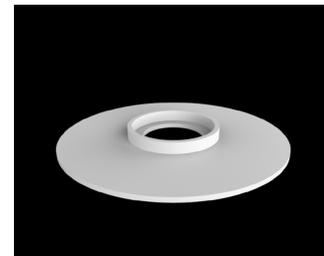


Fig. 91

-Semicúpula inferior: la semicúpula inferior irá unida a la base mediante ajuste por apriete de agujero y eje y será la encargada de albergar en su interior la totalidad de la bombilla, evitando así deslumbramientos directos en cualquiera de las posiciones que nos permite la luminaria.

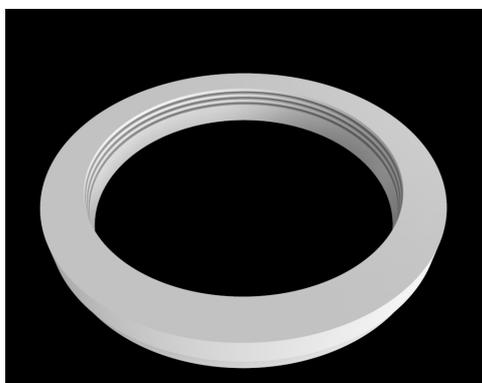


Fig. 93

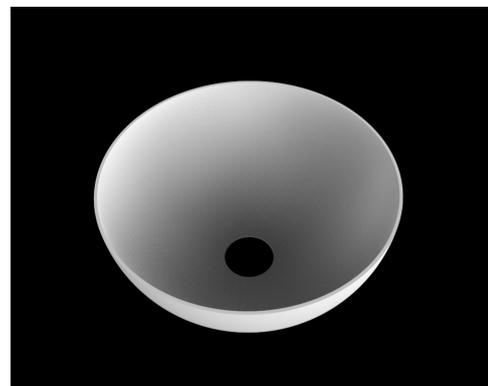


Fig. 92

-Guiado: el sistema de guiado de una a la semicúpula inferior mediante ajuste con juego de agujero y eje. Será el encargado de permitir el movimiento de las piezas que forman la semicúpula superior.

-Semicúpula superior: la semicúpula superior está formada por diferentes piezas similares entre sí, las cuales mediante su desplazamiento por el sistema de guiado permiten la apertura o cierre de la superficie por la que emana la luz de la luminaria. Se conforma por dos conjuntos iguales de piezas que forman dos semiesferas. Cada conjunto de piezas se conforma de tres piezas, cada una se compone de una parte esférica, de menor radio que la contigua por la izquierda, para permitir así su apilamiento, y una zona plana que es la que se une mediante juego al sistema de guiado. Para que a la hora de cerrar las semicúpulas no sea necesario recolocar todas las piezas, éstas están enganchadas entre sí mediante un sencillo sistema de pestañas que permite que al tirar de una las demás sigan el recorrido llegando a su posición. Por otro lado para garantizar que la luz solo emerja del círculo interior cuando las semicúpulas se encuentran cerradas las piezas cuya zona esférica es de mayor radio disponen de una pared lateral que evita que la luz salga por el espacio que quedaría abierto entre esta y la contigua por la izquierda que es la de menor radio.

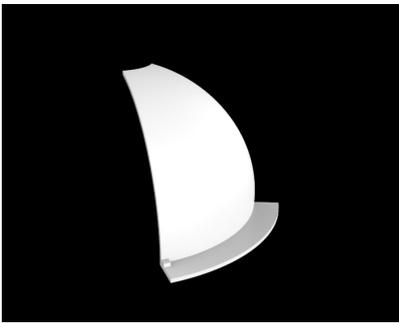


Fig. 94

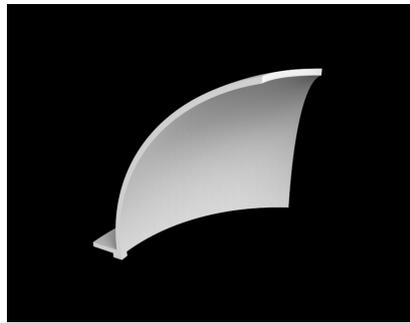


Fig. 95

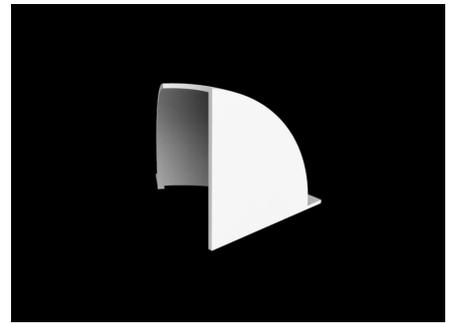


Fig. 96

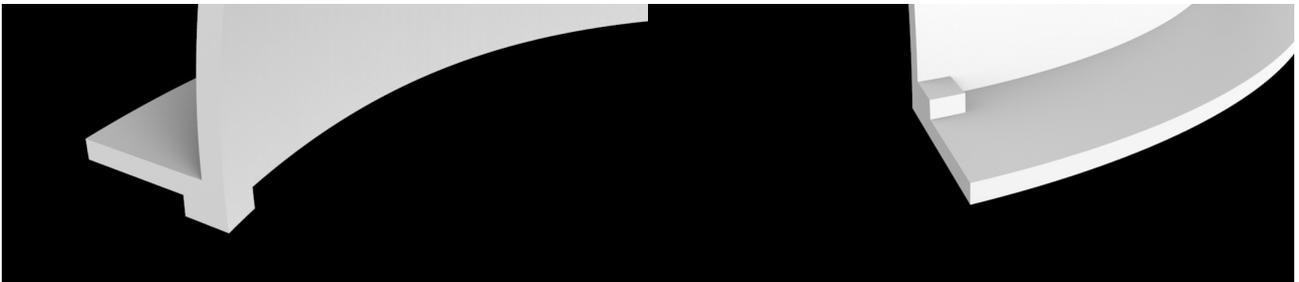


Fig. 97

Fig. 98



Fig. 99

-Bombillas: las bombillas elegidas son bombillas LED, por múltiples motivos. En primer lugar este tipo de bombillas nos permite graduar la intensidad de luz y elegir el color de luz que deseamos en cada momento, lo que le aporta versatilidad a nuestro producto. Dentro de esta elección de color si en algún momento deseamos una luz blanca para realizar actividades como leer, son el tipo de bombilla que mejor luz blanca proporcionan. Por otro lado las bombillas LED apenas emiten calor, por lo que su rendimiento prácticamente toda la energía que consumen se emplea en la obtención de luz, teniendo así muy poca pérdida energética. Además el poco calor que emiten estas bombillas lo hacen en dirección contraria a la que emiten la luz, lo que evita que la cúpula de la luminaria se caliente y pueda manipularse por el usuario sin ningún tipo de peligro. Por último este tipo de bombillas tienen un periodo de vida útil muy superior al resto, lo que evitará tener que cambiarlas y disminuir así los residuos producidos por el producto a lo largo de su ciclo de vida.



Fig. 100

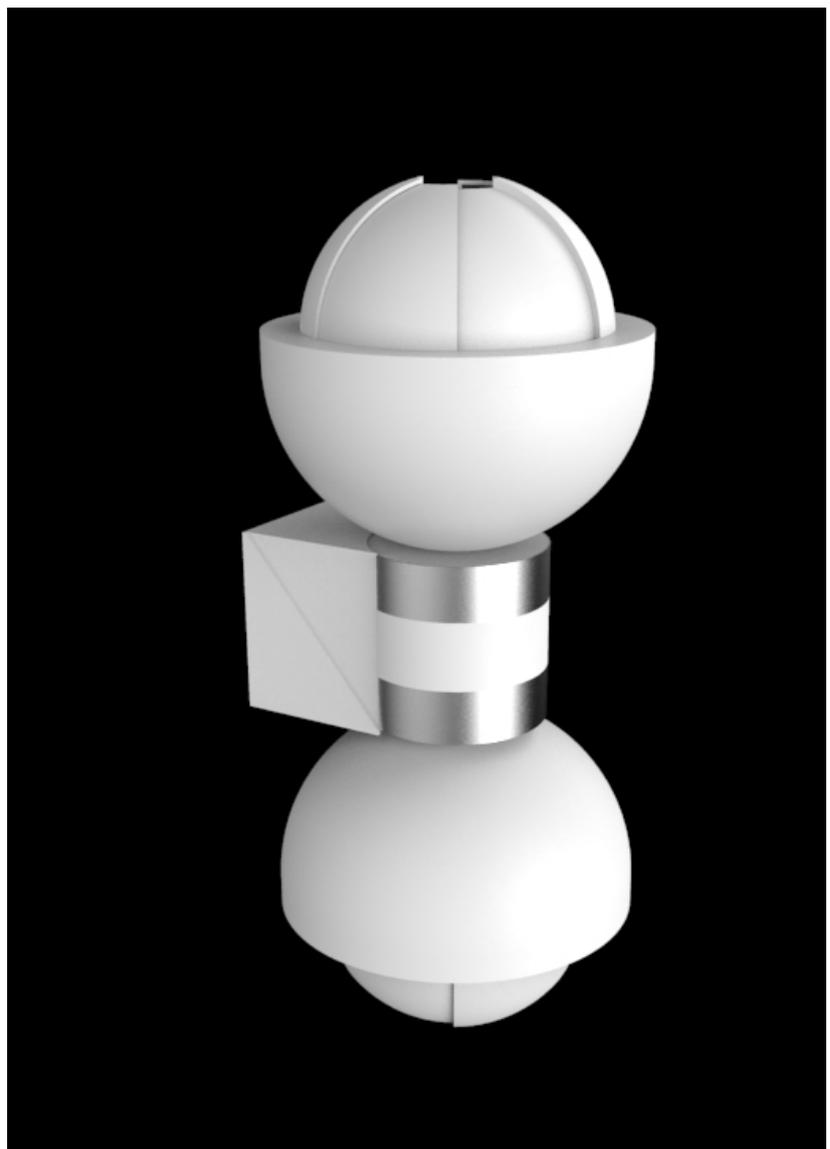


Fig. 101

Como ya se ha comentado anteriormente, en cuanto al diseño del objeto, se busca que éste resulte fácil de utilizar por cualquier usuario en su vida diaria, para ello es muy importante su correcto dimensionado.

Debido a su finalidad, nuestro producto no se va a manipular durante largas horas, si no que se manipulará en momentos puntuales para adecuarlo al momento y, una vez adecuado, no deberá volver a manipularse hasta la siguiente vez. Aun así, es importante que sus dimensiones nos faciliten lo máximo posible su manejo.

Por ello, para el dimensionado de la luminaria y sus diferentes partes se han tenido en cuenta las medidas antropométricas.

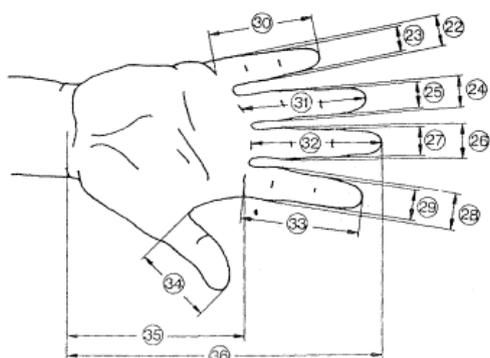


Fig. 102

[La Antropometría según la Real Academia Española se define como “estudio de las proporciones y medidas del cuerpo humano”. Ésta sirve de apoyo a la Ergonomía para poder adaptar en el torno y los objetos a las personas que les darán uso.]

Debido a que el objeto se manipulará únicamente con las manos, tomaremos como base la tabla correspondiente a la norma DIN 33 402.2º parte, relativa a las medidas de las manos, tanto de hombre como de mujeres.

Dimensiones en cm.		PERCENTIL						
		HombresM				ujeres		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%
22	Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8		1,2	1,5	1,7
23	Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7		1,1	1,3	1,5
24	Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1		1,5	1,6	1,8
25	Ancho del dedo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9		1,3	1,4	1,6
26	Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3		1,6	1,8	2,0
27	Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0		1,4	1,5	1,7
28	Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3		1,6	1,8	2,0
29	Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0		1,3	1,5	1,7
30	Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0		5,2	5,8	6,0
31	Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6		6,5	7,3	8,0
32	Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2		6,9	7,7	8,5
33	Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3		6,2	6,9	7,6
34	Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6		5,2	6,0	6,9
35	Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7		9,1	10,0	10,8
36	Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1		15,9	17,4	19,0

Tabla.2

De esta tabla se han tenido en cuenta, sobre todo, las medidas referidas al largo total de la mano para que resulte cómodo el agarre de la luminaria, por su base, para el traslado de esta a los diferentes apoyos.

Ingeniería del proceso

Proceso de fabricación de los componentes

Para obtener las diferentes piezas, de polipropileno reciclado, que conforman la luminaria, se conformarán mediante moldeo por inyección de plástico.

Esta forma de moldeo consiste en inyectar el polipropileno en un molde cerrado y frío, donde se solidifica, dando lugar a la pieza que se extrae abriendo el molde. Este proceso permite obtener superficies limpias y lisas, además de proporcionar un magnífico aprovechamiento del material, con un ritmo de producción elevado. Algunos de los elementos de una unidad de inyección son: la tolva de alimentación, el sistema de dosificación, el sistema de plastificación e inyección y la unidad de apertura y cierre del molde.

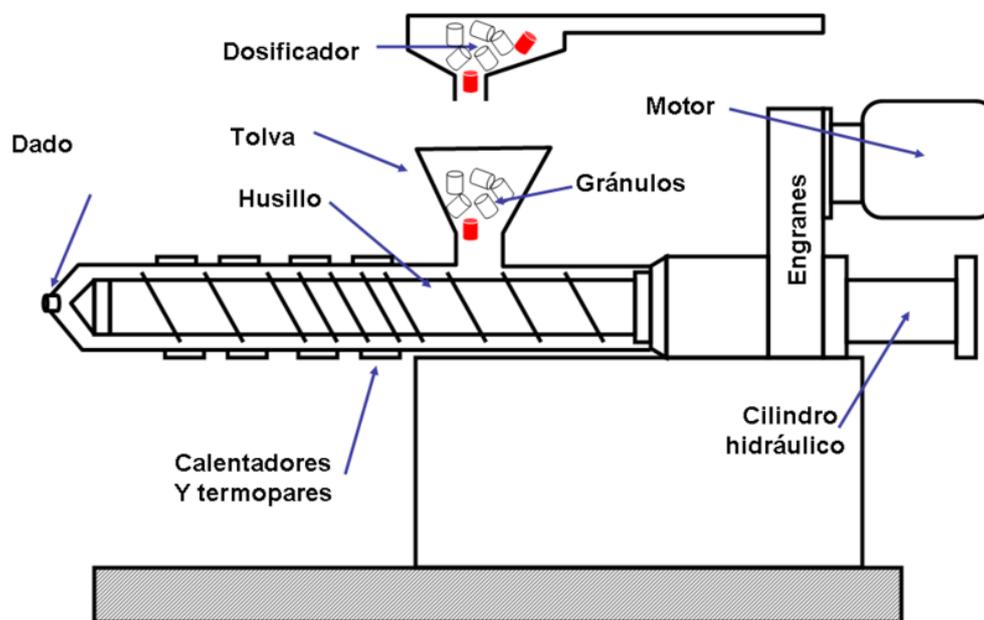


Fig. 103

La grana de material se coloca en la tolva y entra por la garganta del cilindro; en el siguiente paso, el material plastifica mediante unas resistencias y se distribuye por el husillo (este paso se conoce como dosificación); el husillo actúa como pistón que hace pasar el material fundido a través de la boquilla hacia las cavidades del molde. Cuando la pieza del molde se enfría, éste se abre y unas barras expulsan la pieza fuera del molde. La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo vuelve a comenzar.

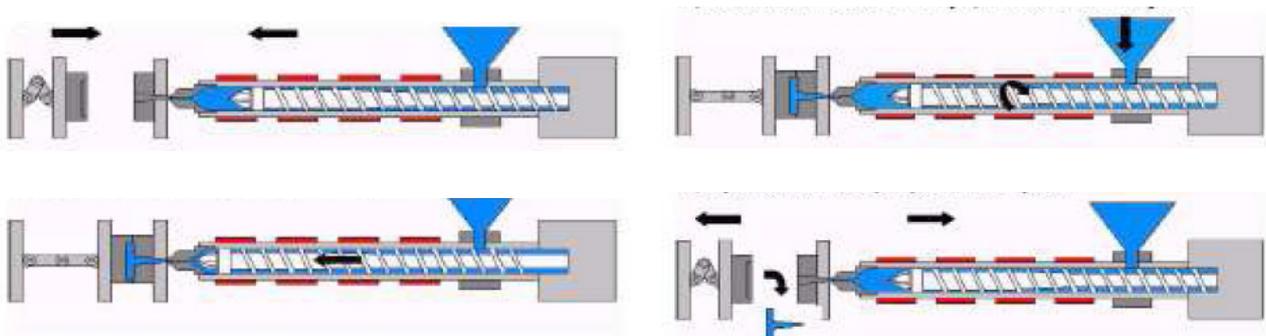


Fig. 104

La calidad del producto final dependerá de la presión, temperatura y tiempo; por eso estas variables deben estar controladas por un operario.

Las zonas táctiles de la base, que son de aluminio, se comprará en planchas y estas serán cortadas, curvadas y soldadas para cerrarlas circularmente.

Proceso de montaje del producto final

Una vez obtenidas las diferentes piezas, se procederá a su montaje.

En primer lugar se unirán las bandas metálicas a la base de la luminaria y montándose también los pertinentes elementos eléctricos y electrónicos necesarios para el correcto funcionamiento, una vez montados estos se cerrará la base con las tapas plásticas a las que se acoplarán los casquillos para más tarde unir las bombillas.



Fig. 105



Fig. 106



Fig. 107

A continuación se acoplarán las semicúpulas inferiores a las tapas de la base y se encajarán las guías en estas.



Fig. 108



Fig. 109



Fig. 110

Para terminar se colocarán las 6 piezas de cada semicúpula superior en su correspondiente rail de las guías asegurándose de que quedan bien sujetas siendo a las vez cómodo su movimiento a lo largo de las guías.

Una vez hecho todo esto se roscarán las bombillas led a las tapas de la base.



Fig. 111



Fig. 112



Fig. 113



Fig. 114

Para el montaje de los apoyos, simplemente se cerrarán las dos carcasas introduciendo en su interior los cables necesarios para aquellos que sean de carga.

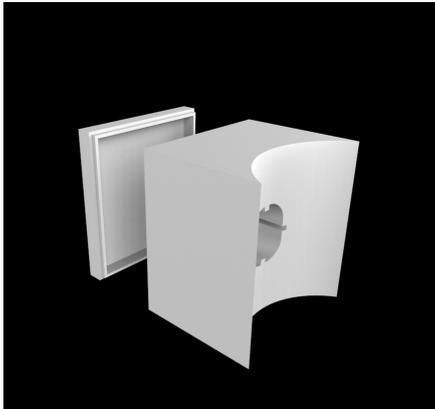


Fig. 115

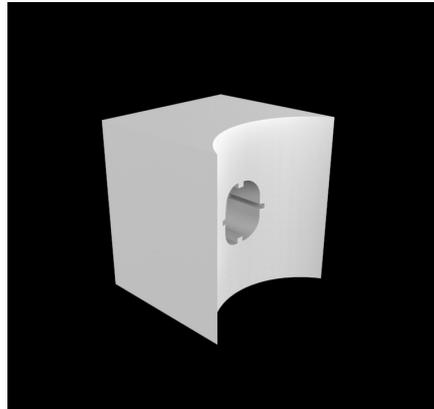


Fig. 116

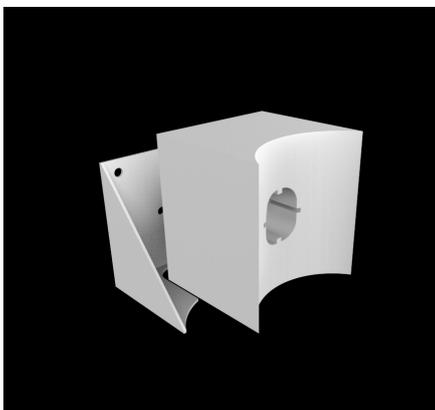


Fig. 117

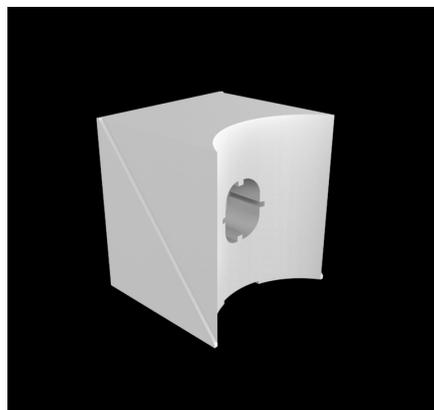


Fig. 118

Envase y Embalaje

Envase

En cada embalaje, se colocará un producto junto con dos apoyos y el manual de instrucciones, pudiéndose comprar más apoyos a mayores. El motivo de incluir dos apoyos por cada luminaria es la de minimizar el espacio ocupado por cada envase, ya que estos dos apoyos se pueden colocar encajados en la base de la luminaria, y así ocupar los tres elementos juntos un espacio de 268x473x200.

El envase consta de una caja de cartón corrugado de 4mm de espesor.

La normativa exige que los paquetes estén separados 30 mm de las paredes de la caja que los envuelve; por ello, las dimensiones de las cajas que contendrán el producto serán de 298x503x230.

El espacio que queda entre los paquetes y las paredes del embalaje se rellena con papel para embalaje. Se trata de tiras de papel con las siguientes características:

- Sirve para proteger los productos de impactos que puedan ocasionarse durante el envío.
- Es ideal para productos pesados.
- Permite una presentación más atractiva que el poliestireno expandido u otras espumas.
- Se adapta al volumen del producto ya que es flexible y se distribuye por lo espacios vacíos de la caja.
- Aporta un toque cromático, en este caso el color marrón.
- Puede ser reutilizado hasta 10 veces sin perder sus propiedades.
- Tiene un precio asumible: 24,36€/caja (cajas de 5kg)

Paletizado

Para la paletización de nuestro producto se eligió el palet de fibra prensada de la marca INKA. Se elige este formato ya que, al estar fabricado por moldeo a altas presiones, se obtiene un palet de medidas exactas. Estos palets se pueden utilizar varias veces. En cuanto a las características técnicas:

- No necesitan tratamientos adicionales para las exportaciones que lo exigen
- Son ligeros y tienen una capacidad de carga de hasta 1250 kg
- Se adapta a las formas de transporte nacionales e internacionales
- Tienen un peso de entre 3 a 4 veces inferior al peso del palet convencional
- Son ecológicos, ya que están fabricados a partir de subproductos de la madera y, después de ser utilizada, pueden ser reciclados una vez terminado su ciclo de vida. Por tanto, contribuyen a preservar los recursos naturales y son diseñados para poder ser reutilizados a un coste más económico.

El tamaño de palet que se ha elegido es el de dimensiones 1000 x 1200 mm, en formato europeo.

Se hizo el cálculo de cajas por nivel para optimizar el máximo espacio posible. Como resultado, se obtiene que cabrían 16 cajas por nivel y un total de 5 niveles debido a las características del palet. Entre niveles habrá una plancha de cartón corrugado y todo ello irá recubierto por un film de plástico para unificar la carga y que ésta no se mueva a la hora de ser transportada.

Ecodiseño y cuestiones medioambientales

Aplicar conceptos relacionados con el ecodiseño al producto reporta una serie de beneficios, como la reducción del impacto medioambiental, la aportación de un valor añadido que el cliente suele apreciar y, en muchos casos, la reducción de costes.

En el proceso de diseño se busca reducir, en la medida de lo posible, el impacto generado por el producto a lo largo de todo su ciclo de vida. Para ello, se tienen en cuenta una serie de consideraciones relacionadas, por ejemplo, con qué material o qué procesos de fabricación utilizar.

En este caso, durante todo el proceso de diseño se ha tenido en cuenta cuál es la mejor opción entre las distintas alternativas posibles para conseguir un producto cuyo impacto medioambiental sea el menor posible.



Fig. 119

En la elección del material se optó por el polipropileno reciclado debido, por un lado, a las características técnicas que este ofrece, consiguiendo así un producto duradero, y, por otro lado, porque reciclando, evitamos la necesidad de utilizar materia virgen, para cuya obtención se necesita más energía. Además de las ventajas a la hora de fabricar y utilizar que nos proporciona este material, sigue siendo ventajoso al final del ciclo de vida del producto, ya que puede volver a reciclarse para darle un nuevo uso. Si bien es cierto, que el polipropileno no puede reciclarse infinitas veces, ya que llega un punto en el que está demasiado degradado y pierde propiedades.

El otro material utilizado en el diseño es el aluminio, para las zonas táctiles. Nuevamente, es un material que se puede obtener reciclado y se puede volver a reciclar al finalizar el ciclo de vida del producto. Además, en esta ocasión, puede ser reciclado indefinidamente, ya que no pierde propiedades en el proceso. El ahorro de energía que se consigue con su reciclado frente a su extracción es del 94%.

Otra de las decisiones tomadas pensando en la disminución del impacto ambiental fue la de cómo realizar las diferentes uniones entre las piezas que conforman el producto. Éstas se han realizado sin utilizar piezas adicionales, consiguiendo así la utilización de un menor número de piezas, lo que hace que el producto sea más barato, y la facilidad a la hora de reciclarlo, ya que la mayoría de ellas son del mismo material.

FIORIRE

La decisión de utilizar bombillas de LED no sólo se ha visto condicionada por la calidad de luz que éstas emiten, sino también debido a su larga vida útil, lo que nos evitará tener que cambiarlas y, con ello, reduciremos los residuos producidos por el producto a lo largo de su vida útil.

Por último, hablaré brevemente del proceso elegido para la conformación de las piezas de plástico, el moldeo por inyección. Además de ser un método sencillo y rápido, lo que nos permite obtener unos buenos tiempos de producción, con él se obtienen piezas de muy buen acabado superficial, que, junto con el hecho de que la grana de la que se parte ya es del color del producto final, blanco, nos evita la necesidad de realizar procesos o tratamientos sobre las piezas a mayores.

A continuación, se expone la matriz MET (acrónimo de Materiales Energía y Toxicidad) del producto, para así poder identificar los puntos positivos y negativos de éste según las entradas y salidas a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo de vida.

ETAPAS CICLO DE VIDA	MATERIALES E	ENERGÍA E	MISIONES TÓXICAS
PRODUCCIÓN DE MATERIAS Y COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none"> -Polipropileno reciclado -Elementos electrónicos -Bombillas LED -Aluminio reciclado 	<ul style="list-style-type: none"> -Energía necesaria para la obtención de las materias -Energía para la fabricación de los elementos electrónicos -Energía para la fabricación de las bombillas - Energía en el transporte a la fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Desechos químicos usados en el proceso de reciclaje del polipropileno - Emisiones en la fabricación de los materiales importados - Emisiones producidas por la combustión del Diésel o de la Gasolina de los transportes
PROCESO DE PRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Moldes de inyección -Elementos para control de calidad -Envase y embalaje -Papel para la documentación adjunta impreso a una tinta 	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminación de la fábrica - Maquinas para el proceso de producción y para el proceso de montaje 	<ul style="list-style-type: none"> - Productos químicos de limpieza del utillaje -Refrigeración de los moldes. -Restos de material plástico sobrante
EMPAQUE, DISTRIBUCIÓN Y TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> - Empaque y embalaje -Paletizado 	<ul style="list-style-type: none"> -Máquinas para el proceso de embalaje y paletizado - Gasolina o Diésel para el transporte 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones producidas por la combustión del Diésel o de la Gasolina de los transportes -Restos de materiales sobrantes de embalaje
USO, MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> -Bombillas -Piezas de recambio 	<ul style="list-style-type: none"> - Energía para la recarga de la batería 	<ul style="list-style-type: none"> -Residuos de las piezas de recambio durante el uso
GESTIÓN FINAL DE RESIDUOS	<ul style="list-style-type: none"> -Materias primas para el tratamiento de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> - Energía en el transporte hasta los puntos de reciclaje y vertederos 	<ul style="list-style-type: none"> - Desechos químicos usados en el proceso de reciclaje del polipropileno - Componentes electrónicos - Emisiones producidas por la combustión del Diésel o de la Gasolina de los transportes

Tramitación legal y marcado CE

Debido a las características del producto que se está desarrollando en este proyecto, éste se ve afectado por varias de las Directivas de Nuevo Enfoque que rigen el mercado europeo, para la posibilidad de su venta. Por ello, a continuación se realiza un pequeño resumen de qué es el mercado CE y en que repercute sobre los objetos y se citarán las normativas de este que afectan a este producto en cuestión.

El mercado CE permite identificar los productos que cumplen con la legislación obligatoria en materia de requisitos esenciales, y deberá aparecer en aquellos productos que se vean afectados por las Directivas de Nuevo Enfoque para poder ser comercializados libremente por Europa.

Este logotipo puede colocarse en diferentes tamaños, siempre que se respeten las proporciones, y la dimensión sea superior a 5mm.

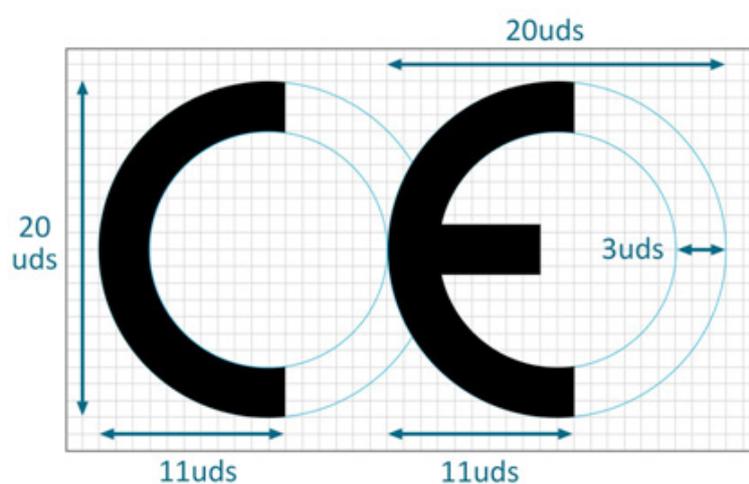


Fig. 120

No existen productos que puedan elegir llevar o no el marcado CE, ya que aquellos que se ven afectados por alguna de las Directivas de Nuevo Enfoque están obligados a llevarlo, y los que no se ven afectados tendrán prohibido llevarlo.

La colocación del marcado CE sobre un producto implica una declaración por parte del fabricante de que éste cumple con los requisitos esenciales de todas las Directivas de Nuevo Enfoque que se le aplican. También significa que se le han aplicado los procedimientos de la conformidad exigidos por estas Directivas.

El marcado debe ser colocado por el fabricante o su representante autorizado en la Comunidad, y es obligatorio para todos los productos a los que afecta. Como ya hemos dicho, puede colocarse al tamaño que se desee, siempre que sea legible. Se colocará preferentemente sobre el producto y, en caso de no ser posible, se colocará en el embalaje y en la documentación que lo acompañe. Está prohibido colocar sobre los productos marcas o símbolos que puedan confundirse con el marcado CE.

Según el documento de “Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de iluminación interior”, emitido por el Comité Español de Iluminación, el Ministerio de Industria Energía y Turismo e IDAE, la legislación y normativa aplicable a este producto, es la nombrada a continuación:

- Directiva de Baja Tensión- 2006/95/CEE. Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética- 2004/108/CEE. Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la directiva 89/336/CE.
- Directiva ROHS 2011/65/UE. Relativa a las restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos
- Directiva de Ecodiseño 2009/125/CE. Por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Reglamento Nº 1194/2012 de la Comisión, por el que se aplica la Directiva de Ecodiseño 2009/125/CE a las lámparas direccionales, lámparas LED y sus equipos.
- Real Decreto 154/1995, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión y su Guía de Interpretación.
- CTE: DB HE3 "Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación".
- UNE-EN 12464-1: "Iluminación de los lugares de trabajo en interiores"
- UNE-EN 12193: "Iluminación de instalaciones deportivas".
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23/04/1997: Artículo 8 y Anexo IV. (Existe una guía técnica, edición del 2006, para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo).
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-01 a ITC-BT-51.
- Reglamento CE nº245/2009, de la Comisión de 18 de marzo por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo relativo a los requisitos de diseño ecológico, para lámparas, balastos y luminarias.
- Reglamento 874/2012 DE LA COMISIÓN de 12 de julio de 2012 por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias.
- UNE EN 60598-1 Luminarias. Requisitos generales y ensayos
- UNE EN 60598-2.1 Luminarias fijas de uso general.
- UNE EN 60598-2.2 Luminarias empotradas.
- UNE EN 60598-2-5 Luminarias. Requisitos particulares. Proyector
- UNE EN 60598-2.13 Luminarias empotradas en el suelo.
- UNE EN 60598-2.17 Luminarias para TV y cine.
- UNE EN 60598-2.19 Luminarias con circulación de aire.
- UNE EN 60598-2.22 Luminarias para alumbrado de emergencia.
- UNE EN 60598-2.24 Luminarias con temperaturas superficiales limitadas.

- UNE EN 60598-2.25 Luminarias para uso en hospitales y sanatorios.
- UNE EN 62493 Evaluación de los equipos de alumbrado en relación a la exposición humana a los campos electromagnéticos.
- UNE EN 62471-2009 Seguridad fotobiológica de lámparas y aparatos que utilizan lámparas.
- IEC TS 62504 Términos y definiciones para los LED y módulos LED en iluminación general.
- PNE-FprEN 62717 Módulos LED para iluminación general. Requisitos de funcionamiento.
- PNE-FprEN62722-1 Características de funcionamiento de luminarias. Parte 1: Requisitos generales
- PNE-FprEN62722-2-1 Características de funcionamiento de luminarias. Parte 2-1: Requisitos particulares para luminarias LED
 - UNE-EN 61000-3-2. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada 16A por fase)
 - UNE-EN 61000-3-3. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 3: Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente de entrada 16A por fase y no sujetos a una conexión condicional.
- UNE-EN 61547. Equipos para alumbrado de uso general. Requisitos de inmunidad CEM.
- UNE-EN 55015. Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
- UNE-EN 62031. Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad.
- UNE-EN 61347-2-13. Dispositivos de control de lámpara. Parte 2-13: Requisitos particulares para dispositivos de control electrónicos alimentados con corriente continua o corriente alterna para módulos LED.
 - UNE-EN 62384. Dispositivos de control electrónicos alimentados en corriente continua o corriente alterna para módulos LED. Requisitos de funcionamiento.
- UNE-EN 62560 Lámparas LED con balasto incorporado para servicios de iluminación general con tensión > 50 V. Especificaciones de seguridad.
- CIE S025/E:2015 Método de ensayo para lámparas LED, luminarias y módulos LED.

Presupuesto

El presupuesto se realiza para saber el precio de venta en fábrica que tendrá nuestro producto. Este precio se obtiene calculando el coste total en fábrica y sumándole el beneficio industrial. A continuación se desglosan todos los costes de nuestro producto.

Coste total: El coste total se obtiene de sumar el coste de fabricación, la mano de obra indirecta, las cargas sociales y los gastos generales:

$$Ct = Cf + m.o.i + C.S. + G.G.$$

Coste de fabricación

El coste de fabricación representa el gasto directo de elaboración del producto y se compone de tres conceptos: material, mano de obra directa (m.o.d) y puesto de trabajo (p.t.); es decir, los tres componentes directos de la producción:

$$Cf = \text{material} + m.o.d + \text{puesto de trabajo}$$

Es importante hacer una buena aproximación, ya que este factor del presupuesto es del cual se deducen los conceptos restantes aplicando los porcentajes establecidos. Se estimará el precio en función de un lote de 3000 unidades.

+Costo de material:



HOJA DE COSTO DE MATERIAL

INGENIERÍA DE PROCESOS

Conjunto: FIORIRE
Plano N°0N

Destino: FIORIRE
º conjuntos: 3000

Efectuado:
Fecha 05/2018

HOJA N°
1 DE 1

PIEZA		MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO euros	IMPORTE euros
PLANO	DESIGNACIÓN				
2	Tapa Base	Polipropileno reciclado	2 x 0,014kg	8,12e-3€	0,01624€
3	Base	Polipropileno reciclado	1 x 0,355kg	0,2059€	0,2059€
4	Lámina Táctil	Aluminio	2 x 0,025kg	0,04575€	0,0915€
6	Cúpula 1	Polipropileno reciclado	4 x 0,02kg	0,0116€	0,0464€
7	Cúpula 2	Polipropileno reciclado	4 x 0,015kg	8,7e-3€	0,0348€
8	Cúpula 3	Polipropileno reciclado	4 x 0,016kg	9,28e-3€	0,03712€
9	Guías	Polipropileno reciclado	2 x 0,215kg	0,1247€	0,2495€
10	Cúpula Base	Polipropileno reciclado	2 x 0,117kg	0,06786€	0,13572€
12	Apoyo 1	Polipropileno reciclado	2 x 0,071kg	0,04118€	0,08236€
13	Apoyo 2	Polipropileno reciclado	2 x 0,044kg	0,02552€	0,05104€
14	Apoyo 3	Polipropileno reciclado	2 x 0,043kg	0,02495€	0,0499€
	Total material				1,00048€

El precio obtenido en esta tabla es el respectivo a una sola luminaria, puesto que queremos calcular el presupuesto para una tirada de 3000 unidades, el precio del material será igual a 3.001,44€

+Costo de mano de obra directa (m.o.d.)

Las horas de trabajo efectivas, se establecen anualmente para cada sector industrial o empresa con convenio colectivo propio. He = 1.738 horas de trabajo efectivas.

Días Naturales (Dn)	365
Deducciones (D)	
-Domingos	52
-Sábados 5	2
-Vacaciones	20
-Fiestas (en días laborables)	14
Días reales (Dr) $Dr = Dn - D$	28

Días reales de trabajo/año (Dr): siguiendo la tabla anterior obtenemos que el total de días reales de trabajo por año es de 228.

Jornada efectiva/día (Jd): Para hallar la Jornada efectiva / día dividimos las horas de trabajo efectivas/años entre los días reales calculados.

$$He/Dr = Jr = 1738/228 = 7.62$$

Se tomara como referencia la tabla salarial 2016

CATEGORIA	S. BASE	P.CONV	S.TOTAL	S.ANUAL	H.EXTRAS
TECNICOS					
Ingeniero	761.26	1183.01	1944.27	27219.78	19.09
Peritos y Ayudantes	746.09	937.73	1683.82	23573.48	16.51
Graduados Sociales	728.44	830.77	1559.21	21828.94	15.32
Maestros Industriales	720.55	760.09	1480.64	2028.96	14.56
OFICINA TECNICA					
Delineante Proyectista	724.76	834.45	1559.21	21828.94	5.32
Delineante de Primera	714.11	692.98	1407.09	19699.26	13.82
Delineante de Segunda	707.86	552.05	1259.91	17638.74	12.37
Calcador	699.90	469.35	1169.25	16369.50	11.53
Reproductor	699.91	455.50	1155.41	16175.74	11.35
Auxiliar	700.05	467.82	1167.87	16350.18	11.48
OFICINA TECN. TALLER					
Jefe de Taller	728.47	901.87	1630.34	22824.76	16.01
Contra maestre	715.81	830.99	1553.93	21755.02	14.26
Maestro de Primera	714.76	735.32	1450.40	20305.60	14.22
Maestro de Segunda	713.58	678.73	1392.31	19492.34	13.67
Encargado	714.13	680.40	1394.53	19523.42	13.71
Auxiliar	700.05	467.82	1167.87	16350.18	11.43
OFICINA ADMTVA.					
Jefe de Primera	740.49	948.70	1630.34	22824.76	16.01
Jefe de Segunda	715.81	734.59	1450.40	20305.60	14.26
Oficial de Primera	714.76	680.40	1394.53	19523.42	13.71
Oficial de Segunda	708.79	551.51	1260.30	1744.20	12.37
Auxiliar	699.91	46.98	1167.89	16350.46	11.48
ASPIRANTES Y BOTONES EN TODAS SECCIONES					
Menores de 18 años	691.47	67.63	759.10	10627.40	-
SUBALTERNOS					
Listero	705.14	492.45	1197.59	16766.26	11.75
Almacenero	699.70	452.52	1152.22	16131.08	11.35
Ordenanza	694.87	450.51	1145.38	16035.32	11.23
Portero	694.87	450.51	1145.38	16035.32	11.23
Vigilante	695.40	454.15	1149.55	16093.70	11.31
Telefonista	694.74	393.42	1088.16	15234.24	10.67
PERSONAL REMUNERACIÓN DIARIA					
Oficial de Primera	23.52	19.09	42.61	18151.86	12.69
Oficial de Segunda	23.41	17.61	41.02	17474.52	12.25
Oficial de Tercera	23.32	16.10	39.42	16792.92	11.75
Especialista	23.27	15.24	38.51	16405.26	11.53
Peón	23.16	14.64	37.60	16102.80	11.31
Ayte. menor de 18 años	23.04	-	23.04	9815.04	-
Chofer de camión	23.52	19.09	42.61	18151.86	12.69
Chofer de Turismo	23.41	17.61	41.02	17474.52	12.25
Chofer de Motocarro	23.32	16.10	39.42	16792.92	11.75

Para el proceso de fabricación y montaje de nuestro producto se empleara a:

- Oficial de 1º

- Oficial de 3º

- Peón

-Salario/día (Sd):

Oficial de 1ª = 42,61€

Oficial de 3ª = 41,02€

Peón= 37,8€

- Pagas extraordinarias (Pe) : La paga extraordinaria es una retribución de 30 días. Se conceden dos pagas anualmente (2Pe = 60 x Sd)

Oficial de 1ª 2Pe = 60 x 42,61 = 2.556,6€/año

Oficial de 3ª 2Pe = 60 x 41,02 = 2.461,2€/año

Peón 2Pe = 60 x 37,8 = 2.268€/año

- Remuneración anual (Ra) :

$Ra = 365 \times Sd + 2 \times Pe = 365 \times Sd + 60 \times Sd = 425 Sd$

Oficial de 1ª Ra = 365 x 42,61 + 2.556,6 = 18.109,25€/año

Oficial de 3ª Ra = 365 x 41,02 + 2.461,02 = 17.433,32€/año

Peón Ra = 365 x 37,8 + 2.268 = 16.065€/año

- Salario/Hora (S) = Jornal/hora: es el cociente de Ra/He = S

Oficial de 1ª S = 18.109,25€/año : 1.738 = 10,4€/hora

Oficial de 3ª S = 17.433,32€/año : 1.738 = 10,03€/hora

Peón S = 16.065€/año : 1.738 = 9,24€/hora

- Diagrama sinópico de proceso

A continuación, se detalla las operaciones para una mejor comprensión de los tiempos y cálculos posteriormente

HOJA DE DETALLE DE OPERACIÓN			 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
CONJUNTO: Fiorire			INGENIERIA DE PROCESOS		Hoja Nº 1 de 1
Destino: Fiorire Nº Conjuntos: 3000		Fecha: 05/2018			
OPERACIÓN	Nº PIEZAS	Tm HORAS/UD	TOTAL HORAS	TIPO OPERACIÓN	COSTE/HORA
OPN1: Moldeo Base	3000	98 dmh	29,4	Oficial de 1ª	10,4
OPN2: Moldeo Tapa	6000	10dmh	6	Oficial de 1ª	10,4
OPN3: Moldeo Cúpula Base	6000	28 dmh	16,8	Oficial de 1ª	10,4
OPN4: Moldeo Guía	6000	50dmh	30	Oficial de 1ª	10,4
OPN5: Moldeo Cúpula 1	12000	10dmh	12	Oficial de 1ª	10,4
OPN6: Moldeo Cúpula 2	12000	10dmh	12	Oficial de 1ª	10,4
OPN7: Moldeo Cúpula 3	12000	10dmh	12	Oficial de 1ª	10,4
OPN8: Moldeo Apoyo 1	6000	22dmh	13,2	Oficial de 1ª	10,4
OPN9: Moldeo Apoyo 2	6000	14 dmh	8,4	Oficial de 1ª	10,4
OPN10: Moldeo Apoyo 3	6000	14 dmh	8,4	Oficial de 1ª	10,4
OPN 11: Cortado Aluminio	6000	10dmh	6	Oficial de 1ª	10,4
OPN12: Curvado Aluminio	6000	10dmh	6	Oficial de 1ª	10,4
OPN13: Soldar Aluminio	6000	10dmh	6	Oficial de 1ª	10,4
OPN14: Montar Apoyo de carga	3000	20dmh	6	Oficial de 3ª	10,03
OPN15: Montar Apoyo	3000	20dmh	6	Oficial de 3ª	10,03
OPN16: Montar Aluminio	6000	20dmh	12	Oficial de 3ª	10,03
OPN17: Montar Circuito	6000	20dmh	12	Oficial de 3ª	10,03
OPN18: Montar Tapa	3000	20dmh	6	Oficial de 3ª	10,03
OPN19: Montar Cúpula Base	6000	20dmh	12	Oficial de 3ª	10,03
OPN20: Roscar Bombilla	6000	20dmh	12	Oficial de 3ª	10,03
INS1: Inspeccionar (100%)	3000	80dmh	24	Peón	9,24
OPN21: Montar Guía	6000	20dhm	12	Oficial de 3ª	10,03
OPN22: Montar Cúpula 1	12000	20dhm	24	Oficial de 3ª	10,03
OPN23: Montar Cúpula 2	12000	20dhm	24	Oficial de 3ª	10,03
OPN24: Montar Cúpula 3	12000	20dhm	24	Oficial de 3ª	10,03
INS2: Inspeccionar (100%)	3000	20dhm	6	Peón	9,24

$$M.O.D. = \sum (T. Montaje \times \text{Jornal Hora})$$

$$M.O.D = 157,8h \times 10,4\text{€/h} + 150\text{horas} \times 10,03\text{€/h} + 30h \times 9,24\text{€/h} = 3422,82\text{€}$$

Puesto de trabajo

Se calculan los costes que originan durante su funcionamiento los puestos de trabajo con maquinaria e instalaciones necesarias para la fabricación y montaje del producto. En este caso, los costes serán reducidos, dado que los componentes eléctricos serán comerciales solo se fabricaran las piezas por inyección de plásticos y las láminas de aluminio.

Los cuatro conceptos que integran el coste del puesto de trabajo son:

- Interés de la inversión (I)
- Amortización (A)
- Mantenimiento (M)
- Energía consumida (E)

Todo esto origina un coste durante su funcionamiento que puede variar según el puesto de trabajo (P.T.)

Coste horario de funcionamiento del puesto de trabajo: $f = I + A + M + E$

Durante el proceso de fabricación se utilizaran 6 puestos de trabajo, un puesto de inyección de plástico, un puesto de corte de aluminio, otro de curvado del aluminio, uno de soldadura, otro puesto de montaje y un puesto de inspección.

- Para el puesto de inyección de plásticos se necesitara una máquina de inyección de plásticos de tamaño reducido con un coste de 28.900€
- Para el puesto de corte del aluminio de necesitará una cortadora para metal con un coste de 300€
- Para el puesto de curvado de aluminio se necesitará una curvadora con un coste de 25.000€
- Para el puesto de soldadura se necesitará una soldadora con un coste de 10.000€
- Para el puesto de montaje es necesaria una mesa de trabajo con iluminación y herramientas para electricidad y para montaje. Todo ello con un coste de 380€.
- Para el puesto de inspección contará con algunas herramientas de verificación y meteorología, así como un testero multímetro. El coste de adquisición de este puesto será de 350€.

A la máquina y los puestos de trabajo se le asignara una duración de vida útil denominado periodo de amortización en el cual se recupera su valor. Este periodo se estipula en este caso, de 10 años, que es considerado normal según la legislación actual. $P=10$ años

Las horas anuales de funcionamientos (H_f) de estos puestos indican la utilización real de los mismos. Este dato es el obtenido del diagrama de procesos multiplicado por el número de luminarias que vamos a fabricar, que son 3000. Por lo tanto H_f será el siguiente:

Puesto de trabajo	Horas anuales de funcionamiento
Puesto de inyección 1	48,2h
Puesto de corte	6h
Puesto de curvado	6h
Puesto de soldado	6h
Puesto de montaje 1	50h
Puesto de inspección 3	0h
Total	346,2h

La vida prevista en horas (Ht) para un puesto de trabajo se halla multiplicado el periodo de amortización por las horas anuales de funcionamiento del puesto, esto es: $H_t = p \times H_f$ En este caso:

- Puesto de Inyección: $H_t = 10 \text{ años} \times 148,2\text{h/año} = 1.482\text{horas}$
- Puesto de corte: $H_t = 10 \text{ años} \times 6\text{h/año} = 60 \text{ horas}$
- Puesto de curvado: $H_t = 10 \text{ años} \times 6\text{h/año} = 60\text{horas}$
- Puesto de soldado: $H_t = 10 \text{ años} \times 6\text{h/año} = 60\text{horas}$
- Puesto de Montaje: $H_t = 10 \text{ años} \times 150 \text{ horas/año} = 1.500\text{horas}$
- Puesto de inspección $H_t = 10 \text{ años} \times 30 \text{ horas/años} = 300\text{horas}$

Interés de la inversión (I):

Se calcula estableciendo previamente en crédito, que en este caso será del 10% ($r = 0,1$). Para determinar el interés por hora (Ih) de funcionamiento del puesto, se reparte el interés anual ($I = C \times r$) entre las horas anuales de funcionamiento.

$$I_h = I / H_f$$

- Puesto de Inyección $I_h = 28.900\text{€} \times 0,1 / 148,2\text{h} = 19,5\text{€/h}$
- Puesto de cortado $I_h = 300\text{€} \times 0,1 / 6\text{h} = 5\text{€/h}$
- Puesto de curvado $I_h = 25.000\text{€} \times 0,1 / 6\text{h} = 416,7\text{€/h}$
- Puesto de soldado $I_h = 10.000\text{€} \times 0,1 / 6\text{h} = 166,7\text{€/h}$
- Puesto de Montaje $I_h = 380\text{€} \times 0,1 / 150\text{h} = 0,25\text{€/h}$
- Puesto de Verificación $I_h = 350\text{€} \times 0,1 / 30\text{h} = 1,17\text{€/h}$

Amortización (A):

Representa el coste anual para recuperar el valor de la inversión o coste de adquisición o la depreciación anual (C/p) hasta concluir la vida útil del puesto. El coste horario se determina dividiendo el coste de amortización anual entre las horas anuales de funcionamiento:

$$A_h = A/H_f$$

- Puesto de Inyección $A_h = (28.900\text{€/}10\text{años}) / 148,2\text{horas} = 19,5\text{€/h}$
- Puesto de cortado $A_h = (300\text{€/}10\text{años}) / 6\text{h} = 5\text{€/h}$
- Puesto de curvado $A_h = (25.000\text{€/}10\text{años}) / 6\text{h} = 416,7\text{€/h}$
- Puesto de soldado $A_h = (10.000\text{€/}10\text{años}) / 6\text{h} = 166,7\text{€/h}$

- Puesto de Montaje Ah = $(380\text{€}/10\text{años}) / 150\text{horas} = 0.25\text{€}/h$
- Puesto de Verificación Ah = $(350\text{€}/10\text{años}) / 30\text{horas} = 1,17\text{€}/h$

Mantenimiento (M):

La empresa fija un porcentaje medio anual de costes de mantenimiento (M) aplicable a todos los puestos de trabajo, dado que todos los puestos precisan tanto de reparaciones, sustitución de piezas...como de mantenimiento preventivo. En este proyecto este valor se da de 2% ya que, tanto los puestos como las herramientas empleadas en el montaje y verificación son sencillos y no necesitan una gran labor de mantenimiento. Este porcentaje, $m = 0,02$, se aplica al precio de adquisición y se divide entre las horas anuales de funcionamiento para determinar el coste horario de mantenimiento:

$$M = (m \cdot C) / H_f$$

- Puesto de Inyección M = $(0.02 \times 28.900) / 148,2\text{horas} = 3,9\text{€}$
- Puesto de cortado M = $(0.02 \times 300) / 6\text{horas} = 1\text{€}$
- Puesto de curvado M = $(0.02 \times 25.000) / 6\text{horas} = 83,3\text{€}$
- Puesto de soldado M = $(0.02 \times 10.000) / 6\text{horas} = 33,3\text{€}$
- Puesto de Montaje M = $(0.02 \times 380) / 150\text{horas} = 0,05\text{€}$
- Puesto de Inspección M = $(0.02 \times 350) / 30\text{horas} = 0,23\text{€}$

Energía (E):

Cualquier clase de consumo que efectúe el puesto de trabajo en su funcionamiento se considera energía consumida (Eh). Se considera una potencia para el puesto de inspección, para el banco de montaje, el puesto de corte y el puesto de curvado de 2kWh/día para cada uno y para el puesto de Inyección y el de soldado de 5Kw/día cada uno . Con este dato y las horas anuales de funcionamiento obtenemos que el consumo anual del taller es:

$$2\text{kW} \times (6\text{h} + 6\text{h} + 150\text{h} + 30\text{h}) + 5\text{kW} \times (148,2\text{h} + 6\text{h}) = 1.155\text{kWh}$$

El consumo bimestral se saca de dividir el consumo anual entre seis: $1.155/6 = 192,5 \text{ kWh}$.

La facturación bimestral de energía se efectúa a costo diferente sumando la potencia contratada y la consumida bimestralmente.

Se contrata el suministro con una empresa comercializadora de último recurso, lo que significa que el Gobierno designa a la empresa y fija el precio al que está obligada a suministrar. La potencia contratada será mayor de 10 kW, sin discriminación horaria, ya que en un principio solo habría turnos de día.

Según la compañía Endesa, la tarifa de >10 kW que nos da las prestaciones requeridas es la siguiente:

Precio Fijo

Término Potencia T	Término Energía
3,170286€kW/mes 0	,141033€/kW/“mes

Con estos datos se puede calcular la facturación bimensual:

- Potencia contratada = $10\text{kW} \times 3,170286 = 31,70286\text{€}$
- Potencia consumida = $192,5 \text{ kWh} \times 0,141033\text{€} = 27,15\text{€}$
- Facturación bimensual = $31,70286 + 27,15\text{€} = 58,85\text{€}$

Por último, el coste horario de la energía consumida por puesto (Eh) se determina mediante el producto de la potencia instalada por el coste del kWh:

$$Eh = 5\text{kWh} \times 0,141033 + 2\text{kWh} \times 0,141033 = 0,98\text{€/h}$$

El coste horario de funcionamiento del puesto de trabajo será:

- Puesto de Inyección: $f = 19,5 + 19,5 + 3,9 + 0,98 = 43,88\text{€/h}$
- Puesto de Corte: $f = 5 + 5 + 1 + 0,98 = 11,98\text{€/h}$
- Puesto de Curvado: $f = 416,7 + 416,7 + 83,3 + 0,98 = 917,64\text{€/h}$
- Puesto de Soldado: $f = 166,7 + 166,7 + 33,3 + 0,98 = 367,68\text{€/h}$
- Puesto de Montaje: $f = 0,25 + 0,25 + 0,05 + 0,98 = 1,53\text{€/h}$
- Puesto de Inspección: $f = 1,17 + 1,17 + 0,23 + 0,98 = 3,55\text{€/h}$

Este coste se aplicará a la totalidad del tiempo concedido T_m para las actividades de montaje para calcular el puesto de trabajo (p.t.)

$$P_t = \sum (T_m \times f) = 148,2\text{h} \times 43,88\text{€/h} + 6\text{h} \times 11,98\text{€/h} + 6\text{h} \times 917,64\text{€/h} + 6\text{h} \times 367,68\text{€/h} + 150\text{h} \times 1,53\text{€/h} + 30\text{h} \times 3,55\text{€/h} = 14.622,82\text{€}$$

Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta es el conjunto de operarios relacionados directamente con la producción, pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo. En este coste están asociados los conserjes, transportistas, supervisores de planta, etc

El porcentaje de mano de obra indirecta es determinado por la empresa cada año y representa la mano de obra indirecta sobre la directa.

En este caso se ha establecido un porcentaje del 30%

$$M.o.i. = (\%m.o.i.) \cdot (m.o.d.) = 0,3 \times 3.422,82 = 1.026,85\text{€}$$

Cargas sociales

Representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos departamentos y organismos oficiales, para cubrir las prestaciones del personal en materia de Seguridad Social y Accidentes de trabajo y otras previsiones como la Formación Profesional, el Seguro de Desempleo, el Fondo de Garantía Salarial, etc.

La empresa establece anualmente los porcentajes que se destinan a las mencionadas prestaciones. En este caso son las siguientes:

Seguridad Social 2	8,14%
Seguro de Desempleo	2,35%
Fondo de Garantía Salarial 0	,20%
Accidentes de Trabajo	7,60%
Responsabilidad Civil 1	,00%
Formación Profesional	0,60%
Total	39,89%

El porcentaje hallado se aplica sobre la suma del coste de la mano de obra directa e indirecta:

$$C.S. = (\%C.S.) \cdot (m.o.d. + m.o.i.) = 0.3989 \cdot (3.422,82 + 1.026,85) = 1.774,97€$$

Gastos Generales

Se definen como el coste total necesario para el funcionamiento de la empresa, excluidos los costes analizados anteriormente. En nuestro caso, estos gastos generales incluyen partidas como la nómina de los empleados, los elementos de seguridad, las licencias fiscales, el consumo general de energía, la amortización de los edificios, la publicidad, etc.

La empresa determina anualmente el porcentaje dedicado a los gastos generales, tal y como sucede con las plantillas de mano de obra directa e indirecta. Este porcentaje debe estar situado entre el 13 y el 17% según el Real Decreto 982/1987, del 5 de Julio. El porcentaje fijado es del 15% en nuestro caso y se aplica sobre el coste de mano de obra directa:

$$G.G. = (\%G.G.) \cdot (m.o.d.) = 0.15 \cdot 3.422,82 = 513,423€$$

Coste total Fábrica

Con los valores obtenidos hasta ahora se puede obtener el coste total en fabrica:

$$Ct = Cf + m.o.i. + C.S. + G.G.$$

$$Ct = 18.046,64 + 1.026,85 + 1.774,97 + 513,423 = 21.361,88€$$

Beneficio Industrial

El porcentaje de beneficio industrial lo establece la empresa y suele oscilar entre el 10 y el 20%, dependiendo de ciertos condicionantes como la necesidad de consecución del pedido, la competencia, las cargas de trabajo, etc.

En este caso se dará un valor de 15%.

$$Bi = (\%Bi) \cdot Ct = 0.15 \cdot 21.361,88 = 3.204,28€$$

Precio de venta en fábrica

Representa la suma del coste total en fabrica y el beneficio industrial

$$Pv = Ct + Bi = 21.361,88 + 3.204,28 = 24.566,16€$$

De este precio podemos sacar el precio unitario que sería el resultante de dividir el precio de venta en fábrica entre las unidades fabricadas, que en este caso son 1000.

$$Pvu = Pv / n^{\circ} \text{ unidades} = 24.566,16 / 3000 = 8,18€$$

CONCLUSIONES

Para finalizar este trabajo voy a analizar el nivel de cumplimiento de los diferentes objetivos que marqué al comienzo de éste.

+ Tomar conciencia de lo que es la luz, sus diferentes propiedades y las características que se le pueden designar.

Se ha partido de una definición general de la luz llegando a explicar cada uno de los términos relacionados con ella, tanto aquellos relacionados con sus propiedades o los relativos a los diferentes parámetros que podemos identificar, como los relacionados con su interacción con el medio.

+ Entender cómo afecta la luz al ojo humano para así entender mejor la interacción de ambos elementos.

Se han explicado las diferentes partes del ojo que se ven implicadas en la recepción de la luz por éste y cómo reaccionan a los diferentes tipos de luz. Además también se ha explicado como recibe el cerebro los impulsos nerviosos que el ojo le manda en función de la luz, o mejor dicho, de las variaciones de luz que recibe.

+ Realizar una investigación a cerca de la iluminación, tipos, factores y tipos de fuentes.

Se han expuesto los diferentes tipos de iluminación que podemos conseguir basándonos en la dirección de ésta, además de explicarse brevemente como afectan estos tipos de iluminación y por lo tanto para que casos pueden ser favorables o desfavorables cada una de ellas.

También se han explicado los diferentes factores de calidad que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema de iluminación para un espacio y los problemas que pueden acarrear un mal diseño de éste.

Las fuentes luminosas han sido estudiadas a fondo desde sus principios de funcionamiento, las partes que la componen y las características de la luz que son capaces de proporcionar.

+ Recopilar los diferentes tipos de luminarias, sus utilidades y características.

No solo se han recopilado y explicado los diferentes tipos de luminarias, si no que se han visto las diferentes clasificaciones de estas atendiendo a diferentes características: mecánicas, eléctricas, ópticas, número de planos de simetría, dirección de la iluminación y su forma y lugar de colocación.

+ Analizar la evolución del diseño de luminarias a lo largo de la historia del diseño industrial.

Se han analizado ocho diseños representantes de diferentes etapas del diseño industrial y cinco del siglo XX, consiguiéndose así una visión global de la evolución que ha vivido el diseño en lo que a diseño de luminarias se refiere.

+ Diseñar una luminaria, conforme a todos los parámetros estudiados anteriormente, y que cumpla las siguientes premisas

- Ser una luminaria que emita luz dispersa o direccionalmente dependiendo de la necesidad a cubrir en cada momento.
- Permitir regular la intensidad de la luz emitida.
- De mínimo volumen posible.
- Tenerse en cuenta el ciclo de vida completo del objeto, buscando realizar el mínimo impacto posible sobre el medio ambiente.

FIORIRE

El producto final al que se ha llegado cumple todas las premisas: las técnicas, las económicas y los aspectos medioambientales. Además de haberse tenido en cuenta toda la información recopilada a lo largo del estudio de la cuestión, consiguiendo un objeto práctico, de fácil y utilización y buena interacción con el usuario.

Así la luminaria es capaz de emitir luz focal y dispersa además de permitir la elección de otros parámetros como la intensidad y el color de la luz. Su volumen y dimensiones permiten que sea manejado fácilmente por cualquier usuario. Diversas decisiones de diseño se han tomado para conseguir el mínimo impacto medio ambiental, como puede ser la elección del material o del tipo de uniones entre las distintas piezas. Por último gracias a la información recopilada se han podido tomar decisiones acertadas como el dimensionado de la cúpula base para evitar los deslumbramientos directos evitando la posibilidad de una molestia hacia el usuario.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Elizabeth Wilhide, *Cómo diseñar una lámpara*. Ed: Barcelona : Gustavo Gili, 2012
- Ernst Neufert, *Arte de proyectar en la arquitectura*. Ed: Barcelona: Gustavo Gili, 2001
- Francisco Aguayo González; María Estela Peralta Álvarez; Juan Ramón Lama Ruiz y Víctor M. Soltero Sánchez, *Ecodiseño. Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)*. Ed: Madrid: RC Libros, 2011
- Francisco Asensio Cerver, *Muebles y lámparas*. Ed: Barcelona: Atrium, 1991
- Franco Magnani, *Lámparas*. Ed: Barcelona: Blume, 1966
- Innes Malcom, *Iluminación en interiorismo*. Ed: Barcelona: Blume, 2012
- José Luis Casado Lou, *Iluminación de interiores*. Ed: San Sebastián: Donostiarra, 1987
- José Manuel Moreno Martínez, *Iluminación*. Ed: Madrid: Servicio Social de Higiene y Seguridad del Trabajo, 1978

Documentos

- UNE 20324
- Requerimientos LED Alumbrado Interior - Mayo 2015
- Revistas:
- Micasa nº278
- Micasa más práctica nº112

Páginas Webs

- <http://conceptodefinicion.de/luz/> [14/11/2017]
- <http://dle.rae.es/?id=NkAteAU|NkDuImp> [14/11/2017]
- <https://unicrom.com/luz-longitud-de-onda-frecuencia-colores/> [16/11/2017]
- <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/2011/10/02/el-espectro-visible-de-luz> [16/11/2017]
- <http://www.schreder.com/es-cl/centro-formacion/esencial-alumbrado/luminous-intensity> [20/11/2017]
- <http://vanefisica.blogspot.com.es/2009/11/intensidad-luminosa.html> [20/11/2017]
- <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/angsolid.html> [20/11/2017]
- <http://www.ledsenergia.com/blog/63-el-indice-de-rendimiento-del-color-o-indice-de-renderizacion-del-color-irc-o-ra> [21/11/2017]
- <https://www.gafasyvision.com/acomodacion/> [21/11/2017]
- http://recursos.citcea.upc.edu/llum/luz_vision/p_visual.html [28/11/2017]
- <http://www.electronica-basica.com/filamento-bombilla.html> [05/12/2017]
- <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html> [08/12/2017]

<http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap03.pdf> [08/12/2017]

<http://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/luminar1.html> [10/01/2018]

<https://www.mastiposde.com/luminarias.html> [10/01/2018]

<http://www.areatecnologia.com/lamparas-led.html> [13/01/2018]

<https://bricoladores.simon.es/blog/bid/395658/las-bombillas-led-componentes-funcionamiento-y-ventajas> [13/01/2018]

<https://sites.google.com/site/amandatecnologie/plasticos/polipropileno-pp/como-se-recicla-el-propileno> [01/05/2018]

<http://www.inforeciclaje.com/reciclaje-aluminio.php> [01/05/2018]

<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=64> [10/05/2018]

<https://www.solostocks.com/venta-productos/plastico-reciclado/pp-polipropileno-reciclado-homopolimero-granulos-de-color-blanco-9496471> [17/05/2018]

<https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=aluminio&moneda=eur> [17/05/2018]

https://cntvalladolid.es/IMG/pdf/convenio_colectivo_para_la_industria_siderometalurgica_de_la_provincia_de_valladolid_2015-2016.pdf [17/05/2018]

