



## Modulo 2

### Unidad 2

#### 2.2.1. Nuevas Fuentes de luz

Denominamos nuevas fuentes de luz a las que se han desarrollado en los últimos tiempos fundamentalmente debido a investigaciones y avances tecnológicos desarrollados a inicios de este milenio. La combinación de insumos y tecnología apuntando a una de producción sustentable, brinda alternativas de productos diversos donde sin duda la gran apuesta está en los leds.

##### 2.2.1.1. La fibra óptica.

La fibra óptica es un material realizado con hebras de vidrio o silicio fundido. Su composición está dada por medio de un conjunto de estas hebras que denominamos cable de fibra óptica. Estos cables se utilizan normalmente en instalaciones donde se deben transportar datos de telefonía o internet. También por sus excelentes cualidades de transmitancia que da el material del que están construidas sus hebras se utiliza para transportar luz. A través de estas pequeñas fibras de un octavo de milímetro de diámetro se transmiten impulsos moderados de luz. La gran ventaja de la fibra es que con solo una sola fuente de luz podemos realizar una iluminación más amplia ya que se colocan varias hebras o cables que se alimentan de una sola fuente, y se distribuye según el espacio o destino final de la luz. Por lo tanto, ahorra en el consumo de energía. Al mismo es más segura la instalación porque se reducen en gran medida las posibilidades de desperfectos debido a que las fibras no funcionan con electricidad. Para cumplir el objetivo de trasportar luz debe formar parte de un sistema lumínico que estaría conformado por el alimentador, los cables o hebras de fibra óptica y los terminales o iluminadores. Por su delgadez, la fibra óptica puede pasar por lugares muy estrechos y complicados; al mismo tiempo que se esconde la fuente lumínica. La forma en que la fibra transmite la luz permite que lo haga a grandes distancias. Dependiendo de la longitud de onda será la cantidad de atenuación, dispersión y por lo tanto de pérdida que tendrá la luz a través de la distancia. A mayor longitud de onda de la fuente de luz que alimenta la fibra óptica, menor pérdida de flujo transportado.

En este video podrán ver el principio de funcionamiento de la fibra óptica como transportador de luz Video

1 <https://youtu.be/661doW954HU>



Equipo de Fibra óptica para iluminación

Fuente\_ [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Equipo\\_de\\_fibra\\_optica.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Equipo_de_fibra_optica.png)



Iluminación con fibra óptica

Fuente Iluminet: <https://www.iluminet.com/press/wp-content/uploads/2015/04/fibra-optica11.jpg>

#### 2.2.1.2. Los leds.

LED significa diodo emisor de luz. Su principio constituye un tipo especial de semiconductor cuya característica principal es convertir la energía en luz. El científico ruso Oleg Vladímirovich (1903 – 1942), vio por primera vez en 1927, que ciertos semiconductores como el *carburo de silicio* emitían luz. Así, confirmó que, en efecto, había semiconductores que emitían luz al ser atravesados por una corriente eléctrica. Recién en 1962 el estadounidense Nick Holonyak (1928 – 2022), inventó el primer led basado en semiconductores. Estos primeros leds solo servían para indicar secuencias de encendido y apagado en ciertos

electrodomésticos ya que generaban poca emisión de luz de colores de colores rojo y verde por sus componentes. En 1993 el japonés Shuji Nakamura desarrolló el primer led totalmente azul que permitió la creación de luz blanca dando inicio a su utilización masiva en iluminación. Existen muchos tipos de leds y actualmente se utilizan en diferentes áreas desde domésticas hasta administrativas, comerciales, medicas e industriales. Las fuentes led han desplazado a otras tecnologías por su ahorro energético y se desarrolló en la obtención del mayor flujo lumínico posible.

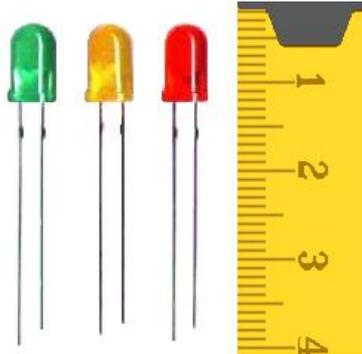


Imagen de los primeros leds

Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Diodos\\_LED\\_foto.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Diodos_LED_foto.png)

Como Funcionan los leds.

Como hemos visto el principio del led es una combinación de semiconductores de estado sólido. Led proviene del acrónimo de light emitting diode, la estructura básica de un led se basa en la combinación de dos tipos de estos semiconductores. Unos de polo positivo (P) llamados lagunas y otros de polo negativo (N) llamado electrones. La combinación de estos dos tipos de semiconductores se denomina diodo. Cuando una corriente eléctrica atraviesa el diodo, los polos son forzados a unirse en sentido contrario y esa fusión genera un fotón. O sea que al equilibrarse las dos cargas positivas y negativas. la parte remanente de energía es un fotón que se libera en forma de luz.

El gran avance en la tecnología de los leds ha sido conseguir materiales que emitan luz azul de forma eficiente. La emisión controlada la luz roja y verde era posible con anterioridad, pero con menor eficiencia. Actualmente la mayoría de los leds utilizados en la iluminación se basan en un led azul recubierto con una sustancia fosforescente que absorbe parte de la luz azul y la remite con longitudes de onda mayor.

En este video podrán ver el proceso de fabricación de los chips led

Video 2 <https://youtu.be/HWvSxxNjdmA>

## Disipación del calor de los leds.

Los avances tecnológicos en el desarrollo de los leds como fuentes de luz y sus procesos de producción están dando como resultado la oferta de diversos tipos de leds, básicamente producidos como chips, pero resueltos con características particulares según cada caso. El gran desafío en esa producción es alcanzar los máximos estándares en relación al consumo y rendimiento lumínico (flujo), lo que trae aparejado el resolver las condiciones óptimas de funcionamiento de esos chips para lograr ese objetivo ya que la temperatura a la que funcionan los dispositivos del LED, reduce considerablemente la vida de los mismos y es por ello que en su fabricación se debe contemplar cómo resolver ello y con qué tipo de disipación. Hoy, en busca del mayor rendimiento lumínico del led, se están utilizando los denominados leds de alta intensidad o alta potencia. Estos dependen en buena medida de la gestión térmica. O sea, como está resuelta la disipación del calor que generan estos leds. Ello ha generado en los fabricantes investigar al respecto pues es un aspecto fundamental para la calidad y prestación de las lámparas y luminarias led. No todos los fabricantes demuestran esa preocupación, por lo que es importante saber acerca de las cualidades y testeos al respecto de los productos que decidamos instalar en nuestros proyectos. Optimizando poder lograr el mejor resultado a lo largo de la vida útil promedio de las luminarias o lámparas. Una alta temperatura de los componentes del LED reduce considerablemente la vida de los mismos.



Medición de la radiación de calor de una luminaria led

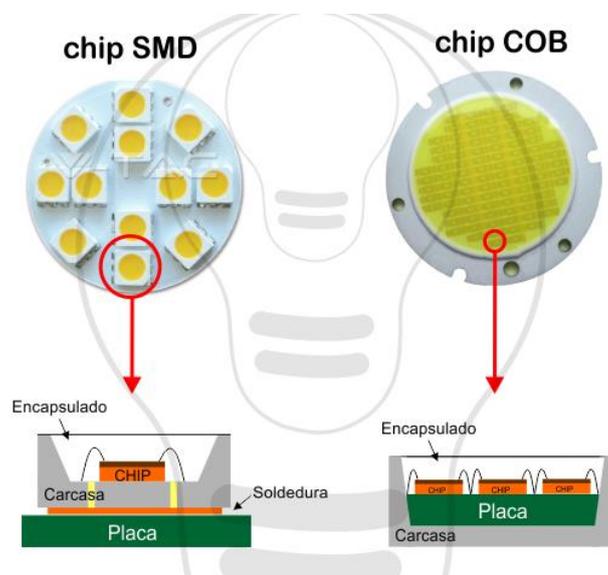
Fuente: <http://www.atpiluminacion.com/files/paginas/la-gestion-termica-clave-para-aumentar-la-vida-util-del-led.jpg>

### 2.2.1.3. Tipos de leds

Como dijimos anteriormente la producción de leds se basa fundamentalmente en obtener el mayor rendimiento de Lúmenes x watts. Según sus procesos componentes minerales y procesos de producción, existen leds de baja y alta potencia o alto rendimiento. Los mas comunes a los que podemos acceder hoy están dentro de estas dos calificaciones generales:

Led SMD (*Surface Mounted Device*) es un LED encapsulado en una resina. Mayormente armado en circuitos impresos que forman módulos de LED. De forma cuadrada o rectangular con emisión de luz blanca está determinada por una tecnología que incorpora fosforo de color amarillo para mejorar la calidad de reproducción cromática. Son los más utilizados para iluminar y aun se hallan en investigación para lograr su mayor cualidad de prestación en relación a lúmenes x watts.

Led COB (*Chip On Board*). En este tipo de led está conformado por varios chips recubiertos por silicona con fosforo de color amarillo. Son adheridos a un sustrato o base para conformar un módulo único. Aquí es donde se diferencian de los SMD. Los leds COB funcionan como un circuito integrado que alimentan los chips que lo conforman, por lo que solo se puede obtener una temperatura de color limitada. Las placas COB disipan el calor eficientemente, reducen el uso de insumos y soportan mayor periodo de encendido



Características de leds SMD montados sobre placa, y los COB armados en un único modulo dentro de una carcasa

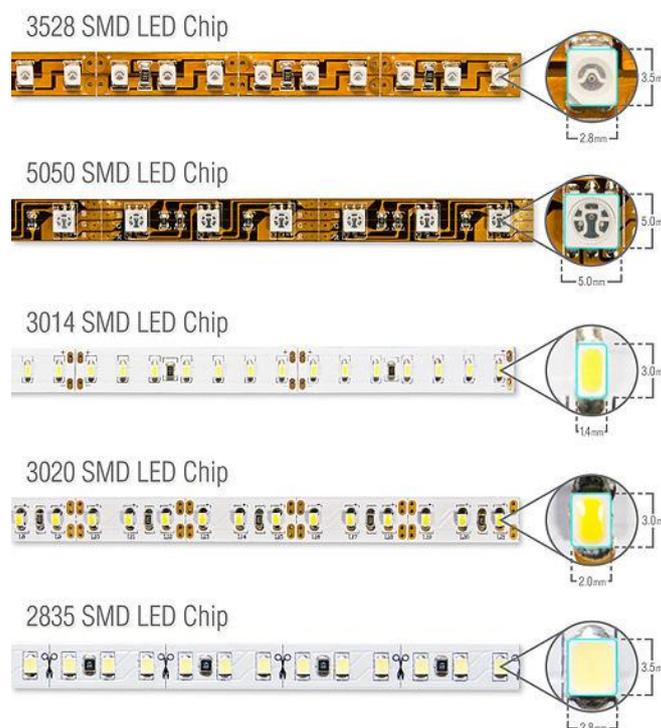
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chip-led-SMD-COB.png>

Los leds SMD son los utilizados, entre otras aplicaciones para confeccionar las denominadas cintas o tiras de led. Los leds que integran esas cintas se clasifican según su rendimiento de flujo luminoso en:

- F5 leds: Pequeños y de poca potencia. Están agrupados en gran cantidad y con poco flujo lumínico.
- 3528: También de relativa poca potencia. Se agrupan por lo general en doble fila paralela en las tiras logrando con ello más intensidad a pesar del poco flujo de cada led.
- 5050: Es de los más usados. Equivale a 3 leds 3528. Además de cintas led, usado también en muchas lámparas, módulos o regletas led.
- 2835: Tiene mayor aprovechamiento del chip con la misma luminosidad que la SMD 5050 pero con un consumo menor. Debido a su tamaño, es una de las de mejor prestación.
- 5630: Este led es más nuevo, más potente que el 5050 y de menor tamaño.

En este video podrán ver el proceso de fabricación de las cintas o tiras led

Video 3 <https://youtu.be/qAYZLsjaCBY>



Diferentes leds montados en tiras o cintas led

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SMD-LED-comparison-5050-2835-3528-3014->

[Flexfireleds.jpg](#)



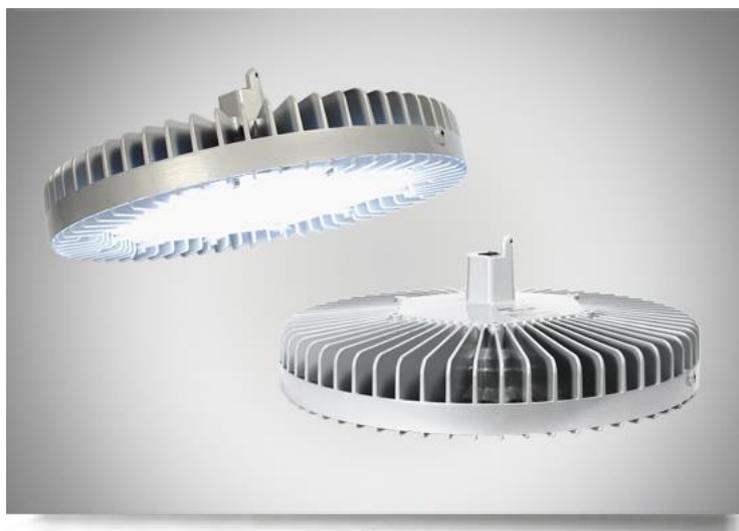
Tubo led armado con tiras led SMD

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/03/Fluo-45W\\_LED-17W.jpg/271px-Fluo-45W\\_LED-17W.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/03/Fluo-45W_LED-17W.jpg/271px-Fluo-45W_LED-17W.jpg)

Las luminarias led COB entregan más lúmenes/watio con la misma potencia que un SMD con las siguientes ventajas:

- Costo de fabricación de un 20% inferior al SMD
- Brindan una emisión de luz multidireccional sin producir deslumbramiento.
- Al producir mayor flujo lumínico no es necesario concentrar tanto el haz de luz.
- Ofrece un índice de reproducción cromática (IRC) mucho mayor que el SMD.

Entre las principales luminarias fabricadas con chips COB están las destinadas a alumbrado vial e industrial entre otras.



Luminaria del tipo industrial montada con leds COB

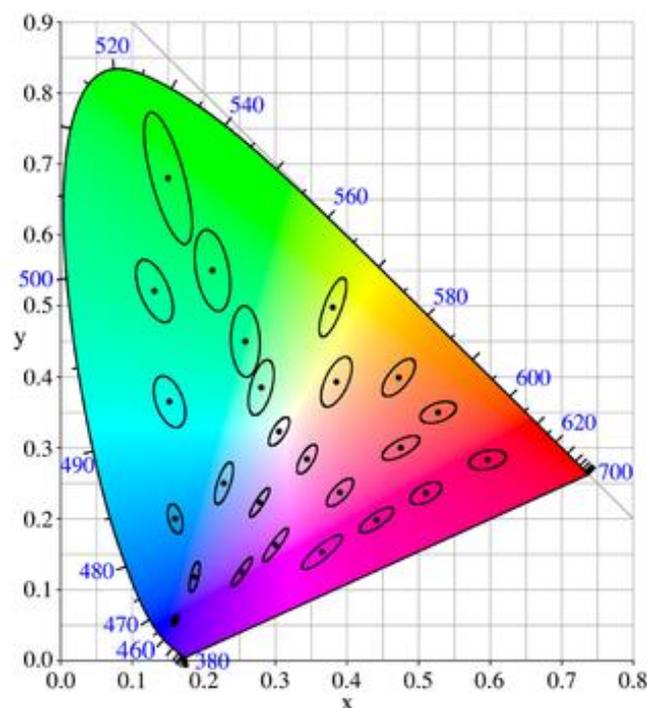
Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dialight\\_LED\\_DuroSite\\_LED\\_HighBay\\_industrieller\\_Hallenstrahler.jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dialight_LED_DuroSite_LED_HighBay_industrieller_Hallenstrahler.jpeg)

#### 2.2.1.4. La selección de los leds

Como hemos visto los leds se producen bajo dos procesos el AlInGaP y el InGaN, de estos salen con sus características de color en las diferentes opciones que hemos visto en párrafo anterior. Si bien en estos procesos se definen sus cualidades colorimétricas existen diferencias en el color que reproducen más allá que hayan sido fabricados dentro del mismo proceso y sobre un mismo sustrato. Las diferencias de color pueden ser mínimas o acusar una distorsión considerable del color original.

Ya sabemos de la existencia del diagrama C.I.E para la cualificación de las fuentes de luz. En el caso de los leds se planteó el problema de ser otro tipo de fuente de luz, con principios diferentes a las anteriores, la selección que ofrece el diagrama de la CIE era como demasiado amplio para las variadas tonalidades de un mismo color que ofrecen los leds, más allá de pertenecer a una misma partida, y considerando lo casi imperceptible de dichas diferencias. Por lo tanto y en función precisamente lo perceptual del ojo humano ante estas diferencias se llega a instalar una interpretación del rango colorimétrico del diagrama C.I.E. a través de la llamada elipse de Mc Adam.

La elipse de Mc Adam marca el nivel en el cual un color se vuelve diferente a otro de manera perceptible y está determinado por una desviación en la uniformidad de color. Las elipses se ubican dentro del esquema de color del diagrama C.I.E. de 1931. Se acomodan en la gráfica de color y representan una zona (la forma de elipse) en la cual nuestros ojos no notan de manera significativa una diferencia entre un color y otro.



Elipses de Mc Adam trazadas sobre el diagrama de cromaticidad C.I.E de 1931

Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f4/CIExy1931\\_MacAdam.png/325px-CIExy1931\\_MacAdam.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f4/CIExy1931_MacAdam.png/325px-CIExy1931_MacAdam.png)

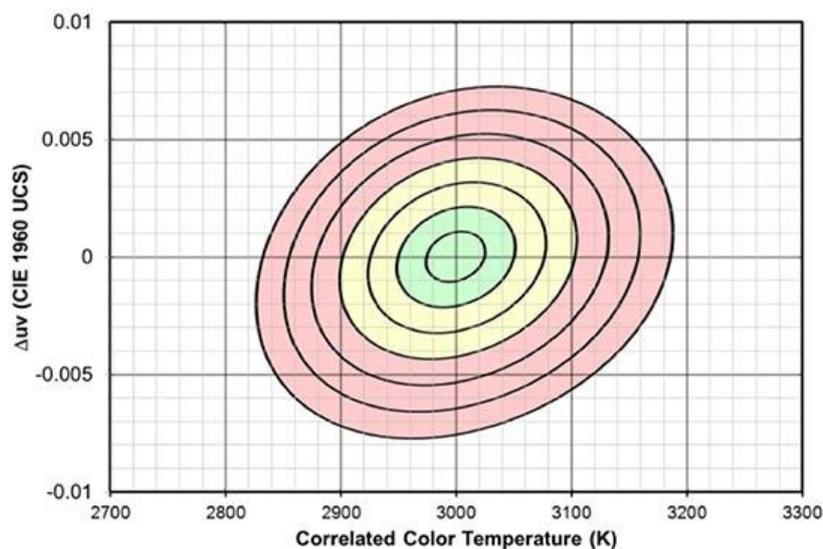
La ANSI (American National Standards Institute), ha generado una referencia de consistencia en los colores de los Leds. creó un modelo a base de esta referencia que se considera lo mínimo aceptable para poder certificar que cumple con este requisito. Así, cualquier fabricante que quiera que su producto sea considerado de la mínima calidad aceptable tendría que al menos ajustarse a estos parámetros y utilizar leds con un bin consistente. Es un elemento indispensable para hacer correcciones en los leds, considerando que un producto puede tener muchas variables de color o flujo luminoso que generarán en el público una sensación de mala calidad y una falta de confort visual.

La elipse de Mc Adam plantea para esta discriminación de inconsistencia sobre una temperatura de color específica, una categorización de 7 pasos donde la percepción de esa temperatura de color será imperceptible o casi para el ojo humano. Por ello se las denomina step y se considera un rango de 7 steps Mc Adam en esa categorización SDCM.

1 SDCM: No existen diferencias de color.

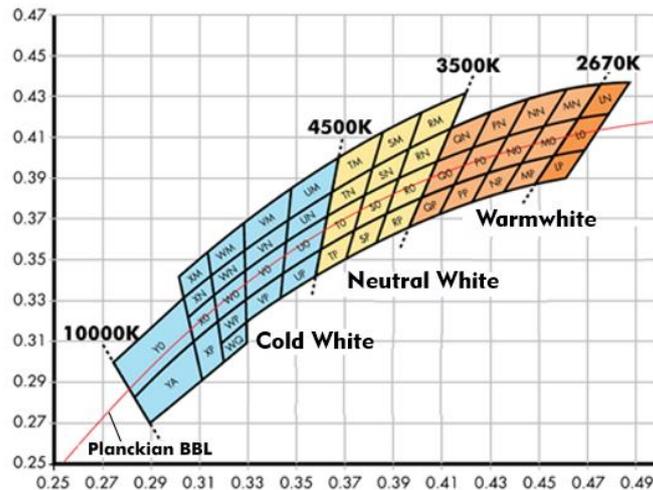
2–4 SDCM: Apenas existe una diferencia visible.

5 o más SDCM: Es fácilmente perceptible.



Esquema 7 pasos Mc Adam sobre rango de temperatura de color 3000° K

Fuente: [https://www.cameraandlightmag.com/img/img\\_not/FOTO%2028.jpg](https://www.cameraandlightmag.com/img/img_not/FOTO%2028.jpg)



Esquema de pasos Mc Adam en rangos de distintas temperaturas de color en 9K

[https://www.itwissen.info/lex-images/Luxeon-White-Binning-Einteilung-Diagramm-futurelightingsolutions-com\\_en.png](https://www.itwissen.info/lex-images/Luxeon-White-Binning-Einteilung-Diagramm-futurelightingsolutions-com_en.png)

#### 2.2.1.5. El Binning en los leds.

Cuando se fabrica iluminación LED, el agrupamiento de LED es esencial. Este proceso determina la calidad y el rendimiento de las luces led. El agrupamiento es un método utilizado para garantizar la uniformidad y clasificación del led de iluminación. Implica examinar los chips individuales para determinar su brillo, temperatura y otros factores. Y así organizarlos en grupos con características similares. La selección por binning puede ser por color o por flujo.

El agrupamiento por colores es el proceso de clasificar los leds por sus características de color. Asegura que todos los leds en un lote tengan la misma intensidad y salida de color. Esta selección ofrece los mejores chips en calidad de color llegando su calidad a los estándares de 85 a 90, dentro del mejor rango de reproducción cromática para fuentes led. El agrupamiento por flujo clasifica los LED en diferentes contenedores en función de su salida de luz agrupándolos según el brillo de los mismos. A más brillo más flujo.

Este proceso no siempre se realiza, y depende del fabricante y de la calidad que pretende el mismo de sus productos. En lo específico de la selección por color, primero se verifica el estado de todos los chips producidos bajo un mismo sustrato y condición. Gran parte de los defectos colorimétricos de producción se verifican mediante microscopios electrónicos que analizan ello a escalas manométricas. Allí se seleccionan los que cumplen con las especificaciones requeridas como óptimas pudiendo ser calificadas de 1 a 3 pasos Mc Adam y considerarse de 1ra calidad. Los chips con defectos del primer proceso se apartan para ser analizados más en profundidad. Podrán adecuarse a un rango de entre 4 a 7 pasos Mc Adam para poder

estar dentro de un rango de 2da calidad. En caso de que no cumplan se les podrá descartar y o vender sin certificar una denominación Mc Adam.

En el siguiente video se podrá ver el proceso de binning.

Video 4 <https://youtu.be/PAYIQpndQ6Q>



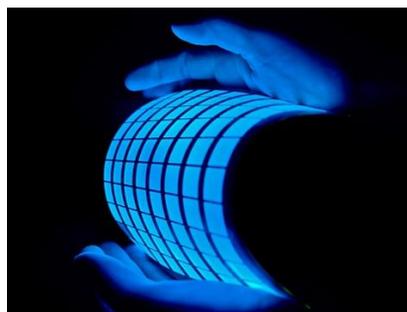
Agrupamiento de chips led por binning

Fuente [https://www.beleuchtungdirekt.ch/de/media/wysiwyg/BeleuchtungDirekt/LED-Beleuchtung/iStock-611322436\\_MILANTE\\_LED\\_Binning\\_bearbeitet.jpg](https://www.beleuchtungdirekt.ch/de/media/wysiwyg/BeleuchtungDirekt/LED-Beleuchtung/iStock-611322436_MILANTE_LED_Binning_bearbeitet.jpg)

#### 2.2.1.6 Los Oleds

Oleds en inglés, *Organic Light Emitting Diode*, es un diodo orgánico capaz de generar y emitir luz por sí mismo, su particularidad radica en que lo hacen a partir de una capa electroluminiscente formada por componentes orgánicos que reaccionan a una determinada estimulación eléctrica. La tecnología oled ha avanzado desde hace mas de 15 años con gran desarrollo en la aplicación de pantallas para dispositivos electrónicos. En especial de pantallas video, televisión y telefonía celular. Es una tecnología muy costosa por los componentes que le dan forma y principio a su funcionamiento para su aplicación en iluminación; por lo que aun en la actualidad se está en etapa de investigación con el desafío de poder hacerla más accesible a sus prestaciones.

Los oled en iluminación. Video 5 <https://youtu.be/LUvVBE3t7KQ>



Placa Oled

Fuente Iluminet: <https://www.iluminet.com/press/wp-content/uploads/2008/10/ge-oled1.jpg>

En este video ya vislumbramos hacia dónde va la luz Video 6 <https://youtu.be/MKMCziBhg7U>

### 2.2.2. Luminarias y Tecnologías.

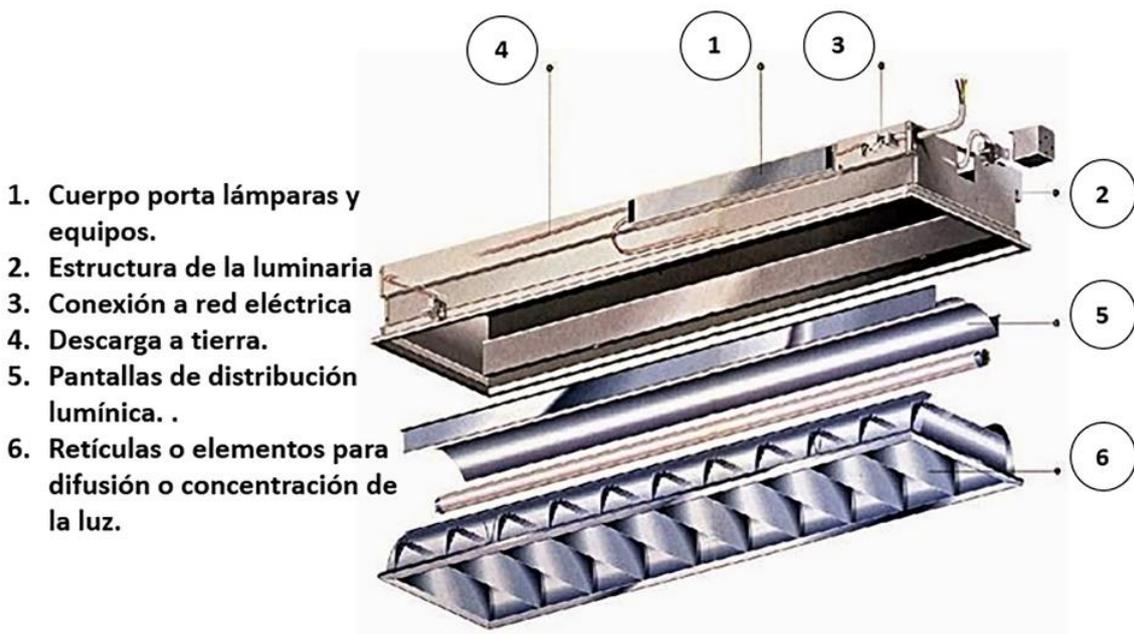
Hasta aquí hemos visto lo que denominamos nuevas fuentes de luz. En ello los leds como la fuente de luz que revoluciono el campo de la luminotecnica y de por si estos pequeños elementos de luz podríamos decir que desde su concepción y devenido de sus avances tecnológicos, hoy podemos ya definirlos como objetos de luz en sí mismos.

Ya sea individualmente y dependiendo de los procesos a los que hayan sido sometidos hasta llegar a un producto final, o integrando un equipo de iluminación; los leds brindan una prestación como una luminaria en particular.

Ahora bien, que definimos como luminaria. Según definición de la C.I.E.: *“Luminaria es un aparato que cumple la función de distribuir, transformar y propagar la luz a través de una o varias lámparas, cumpliendo con su propósito de manera eficiente a través de sus propiedades ópticas, mecánicas y eléctricas fundamentalmente, lo que a su vez le permite ser clasificada”.*

#### 2.2.2.1. Luminarias tradicionales.

Durante más de 100 años hemos fabricado esos aparatos para cumplir las funciones detalladas y adaptando su diseño a las lámparas que contenían para su funcionamiento. En general eran aparatos mecánicos totalmente dependientes de tecnologías mecánicas a los que solo se adosaba la fuente de luz; ya fuera incandescencia, halógena o descarga, y en ello su diseño respondía más la contención de la lámpara con ciertos accesorios mecánicos que mejoraban la prestación de dicha lampara dentro del aparato luminaria.



Componentes de una luminaria fluorescente

Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Luminaria\\_Fluorescente.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Luminaria_Fluorescente.jpg)

### 2.2.2.2. Luminarias led.

La tecnología led reformula el concepto de aparato mecánico convirtiéndolo en un aparato electrónico. Solo algunas luminarias para fuentes led se podrían considerar mecánicas y son las más básicas, solo para contener las lámparas led de uso comercial.



Luminaria embutida para lámpara led AR111

Fuente:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f4/Luminaria\\_para\\_lampra\\_led.jpg/547px-Luminaria\\_para\\_lampra\\_led.jpg?20230619231044](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f4/Luminaria_para_lampra_led.jpg/547px-Luminaria_para_lampra_led.jpg?20230619231044)

Las luminarias pensadas como un objeto de luz son las que denominamos integradas, concebidas con tecnología donde la fuente led responde en comunión con el aparato de diferentes funciones según donde se vaya a instalar y del espacio a iluminar con funciones específicas. Con componentes afines a la tecnología conformado un diseño integral.



Componentes de una luminaria led integral

Fuente: <https://ledsindriver.es/blog/wp-content/uploads/2017/03/luminaria-industrial-serie-alfa-768x572.png>

Video DE una luminaria led integra. Video 7 <https://youtu.be/5QmQn238RWY>