



**EFICIENCIA ENERGETICA
EN ILUMINACIÓN**

1. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Existen dos fuentes principales de iluminación: la natural procede del sol, mientras que la artificial utiliza la electricidad.

La luz natural es la de mejor calidad, sin embargo, su aprovechamiento está sujeto a factores como horas de luz solar efectivas, época del año, estado del tiempo y construcción de las instalaciones.

De hecho, es recomendable que en todas las nuevas edificaciones se considere la aportación de luz natural y su integración con la luz artificial y el acondicionamiento del aire.

La luz artificial es una solución fundamental para las necesidades de iluminación, de modo que su uso generalizado se extiende a los sectores residencial, industrial, comercial y de servicios, donde se puede encontrar una gran variedad de alternativas en los sistemas de iluminación, de acuerdo con los requerimientos de cada uso final.

Los sistemas de iluminación artificial están compuestos, en su mayoría, por cuatro dispositivos (ver Figura 1):



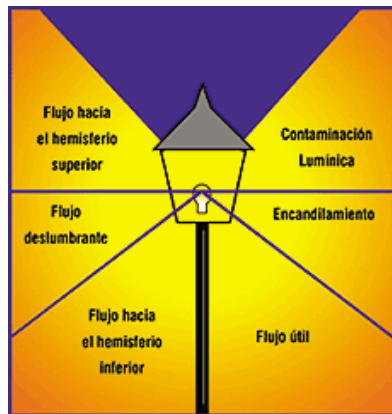
1. La lámpara: es la fuente de luz, puede ser un bombillo incandescente, un fluorescente lineal, una lámpara fluorescente compacta -LFC-, o una lámpara LED entre otros.
2. El balastro: es el dispositivo electromagnético o electrónico que suministra las necesidades de corriente y tensión de la lámpara fluorescente. La lámpara LED no lo requiere.
3. La luminaria: es el equipo que cumple funciones estructurales, estéticas y de control óptico de la luz. Sirve para aumentar la eficiencia lumínica y dirigir el haz de luz. En las lámparas LED el mismo diodo dirige el haz, por lo que sólo se usa con funciones estéticas y de protección.
4. El control: es el dispositivo que controla el encendido y apagado de las lámparas en forma manual o automática. (interruptor)

Este conjunto de dispositivos trabajan armoniosamente para producir los efectos luminosos deseados. De hecho, el sistema debe proporcionar el nivel de iluminación necesario, evitar deslumbramientos indeseables, reproducir fielmente los colores de los objetos, resaltando sus formas y texturas, creando un ambiente adecuado para el usuario y su actividad.

2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Existen parámetros importantes que se deben conocer con respecto a las lámparas:

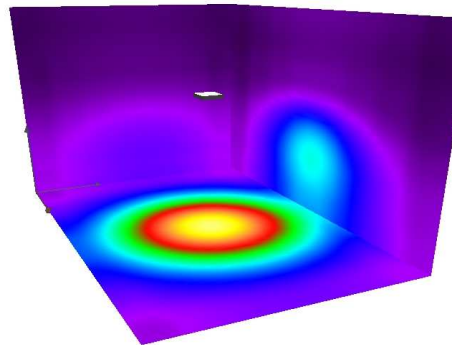
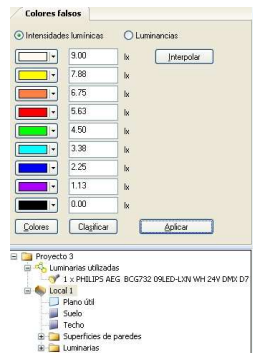
✓ **Flujo luminoso:** Cualquier lámpara genera energía radiante en forma de luz, la cual es llamada flujo luminoso y se mide en lúmenes. (Lm). El lumen es una unidad de potencia lumínica; un vatio (W) tiene 683 lúmenes.



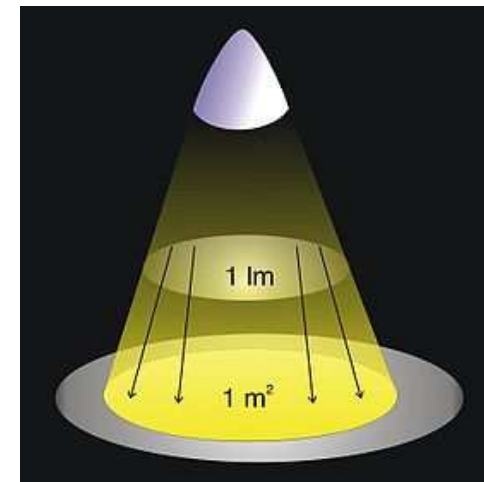
✓ **Eficacia:** Las lámparas tienen capacidad para convertir la electricidad en luz visible. La calidad de la luz emitida es dividida entre la potencia (W) utilizada para determinar su eficacia. Esta calidad se expresa en lúmenes entre vatios (Lm/W), lo que mide la eficiencia energética de la lámpara.



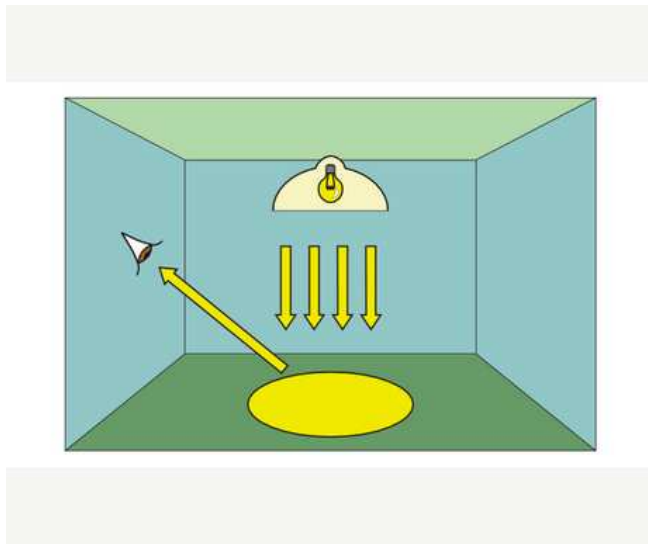
- ✓ **Intensidad luminosa:** Si ponemos un reflector de aluminio alrededor de una lámpara, la luz se concentrará en una dirección particular. Los lúmenes totales emitidos no pueden cambiar en gran medida, sin embargo, la intensidad luminosa, que es la concentración de luz en una dirección particular, puede variar considerablemente. La intensidad luminosa es medida en candelas (cd).



- ✓ **Iluminancia:** Cuando la luz incide en una superficie crea iluminancia en esa superficie. Esta, entonces, es una medida del flujo luminoso que incide sobre cierta superficie por unidad de área; es medida en lux (lx).



- ✓ **Luminancia:** es la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su unidad de medida es candelas por metro cuadrado (cd/m^2).



- ✓ **Índice de rendimiento de color (IRC):** Los colores de los objetos lucen diferentes bajo distintos tipos de luz. El IRC en escala de 0 a 100 es una medida de la capacidad de la lámpara para hacer que los colores luzcan naturales. Generalmente, cuanto mayor sea el IRC, mejor lucirán los colores de los objetos. Una lámpara incandescente y la luz natural en el día tienen un IRC de 100.



- ✓ **Temperatura de color (TC):** En una fuente de luz se define la temperatura de color al comparar su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Dicha temperatura generalmente se expresa en kelvin (K), sin tener ninguna relación con la temperatura real de la lámpara

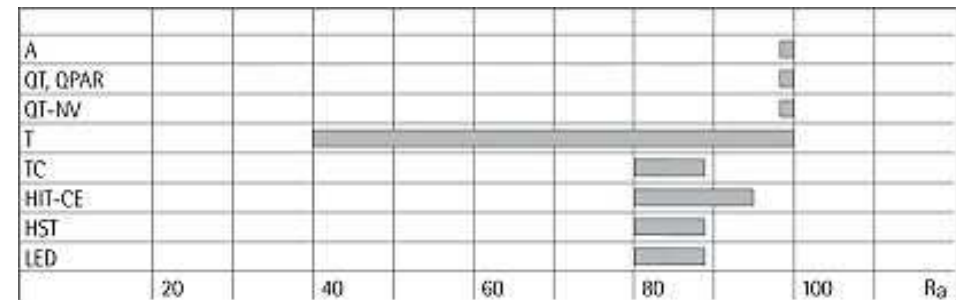


Veamos un ejemplo:

Se dice que un objeto es rojo porque refleja las radiaciones luminosas rojas y absorbe todos los demás colores del espectro. Esto es válido si la fuente luminosa produce la suficiente cantidad de radiaciones en la zona roja del espectro visible. Por lo tanto, para que una fuente de luz sea considerada como de buen “rendimiento de color”, debe emitir todos los colores del espectro visible. Si falta uno de ellos, éste no podrá ser reflejado.

Por tanto, vemos que para poder ver uno o varios colores, no solo es necesario conocer y definir la Tc de nuestro proyecto, sino, que también debemos tener en cuenta el Índice de Reproducción Cromática (IRC), de la lámpara dada. Además, debemos tener en cuenta que ambos parámetros no se encuentran interrelacionados, y son independientes el uno del otro. Como ejemplo de esto, comparemos la luz del sol con la de una bombilla incandescente. Ambas presentan una reproducción cromática excelente al encontrarse en su espectro todos y cada uno de los colores, pero la apariencia del color es totalmente diferente, ya que, mientras que en el caso de la luz solar su Tc es fría, en la incandescente Tc será cálida, por lo que percibiremos diferentes sensaciones sobre los volúmenes, espacios y colores iluminados.

Si hablamos de lámparas de descarga, veremos con su espectro de luz visible no es continuo, es decir, no contiene todos los colores, y en función de esta variable, el IRC puede ser muy desfavorable (caso de las fluorescentes), paliadas, en gran medida, con la llegada de gamas con hasta un 90% de IRC.



En la práctica se distinguen las siguientes categorías:

IRC 90 y 100 – excelente reproducción del color.

IRC 80 y 90 – buena reproducción del color

IRC 60 y 80 – presentara distorsión en algunos colores, no apto para lugares con permanencia de personas.

3. PRINCIPALES TIPOS DE LÁMPARAS

Incandescentes convencionales. Es el tipo de lámpara más común, pero energéticamente más ineficiente, ya que ha evolucionado muy poco a través de los años. (Las lámparas incandescentes convencionales tienen cualidades que las han hecho muy populares en los últimos 100 años, pero las desventajas que presentan son más que las ventajas.

Por ejemplo, su costo inicial es muy bajo, tienen buena calidad de luz, son fáciles de conseguir y su instalación es muy simple; sin embargo, su costo de operación es muy alto, debido a su corta vida y a su bajísima eficiencia.

Estos dispositivos producen calor excesivo en casi todas las aplicaciones, requiriendo mayor trabajo de la unidad acondicionadora de aire para climatizar el espacio aumentan notablemente la potencia total y el consumo eléctrico en las instalaciones; además, son muy vulnerables a golpes y variaciones de tensión eléctrica.

Las puede reemplazar por: Bombillas LED



Halógenas. Son lámparas incandescentes mejoradas que tienen una vida más larga que las incandescentes convencionales. En casi todos los casos se usan para iluminación directa de puntos y objetos específicos. Dentro de esta familia de lámparas se encuentran las última tecnología llamada IRC (recubrimiento infrarrojo), que incrementan la eficiencia hasta en 65%, con respecto a las incandescentes convencionales y hasta en 30%, con respecto a las halógenas estándar. Una consideración importante es utilizar lámparas halógenas IRC con filtro de radiación ultravioleta (UV STOP), ya que, por su diseño, tienden a producir radiaciones que pueden causar daño a los materiales la salud de las personas, sobre todo en los casos de exposición prolongada.



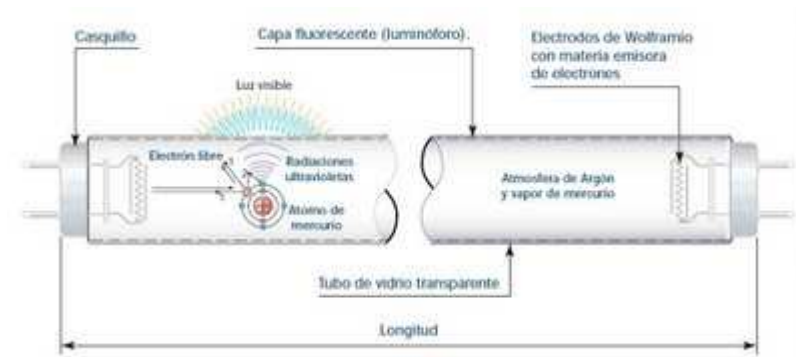
de

y a

Las puede reemplazar por: Bombillas LED



Fluorescentes lineales. Son lámparas de descarga en gas que consisten en un tubo de vidrio cerrado con gases nobles, fósforo y una pequeña cantidad de mercurio. Se fabrican en potencias que van desde los 4 hasta los 215 vatios y en bulbos de formas diversas (rectos, circulares, en “U”), con diámetros expresados en octavos de pulgada: 12/8” (T12), 8/8” (T8), 5/8” (T5). Cuanto menor sea el diámetro, mayor es la eficiencia del fluorescente lineal.



A diferencia de las lámparas incandescentes, todas las fluorescentes requieren de un balastro para su funcionamiento. Los balastros electrónicos son más caros que los electromagnéticos, pero son muy recomendables por tener un desempeño energético superior.

Las puede reemplazar por: Tubos LED

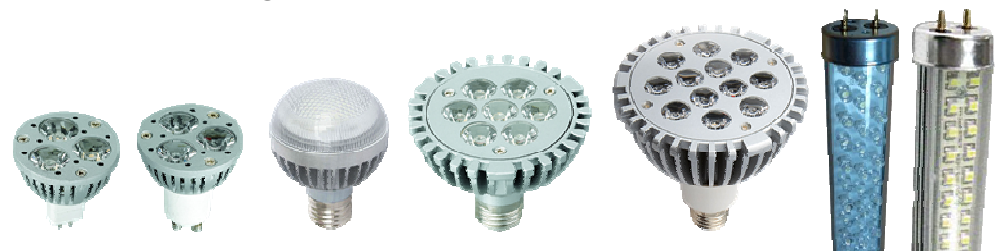


Lámparas fluorescentes compactas (LFC). Usan una tecnología similar a la de las fluorescentes lineales y fueron diseñadas originalmente para sustituir a las lámparas incandescentes. Están disponibles desde 3 hasta 120 vatios, con múltiples formas, como las de tubo recto o curvo, bala, ventilador, globo, reflector, espiral, etc. (Figura 8) Figura 7. Lámparas fluorescentes lineales.



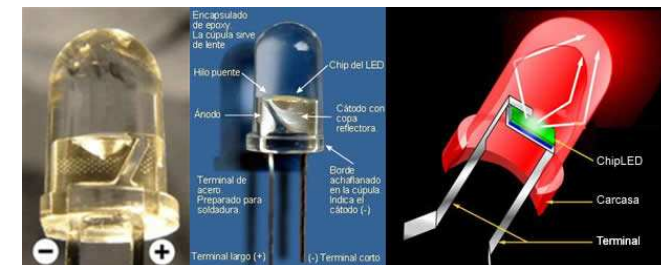
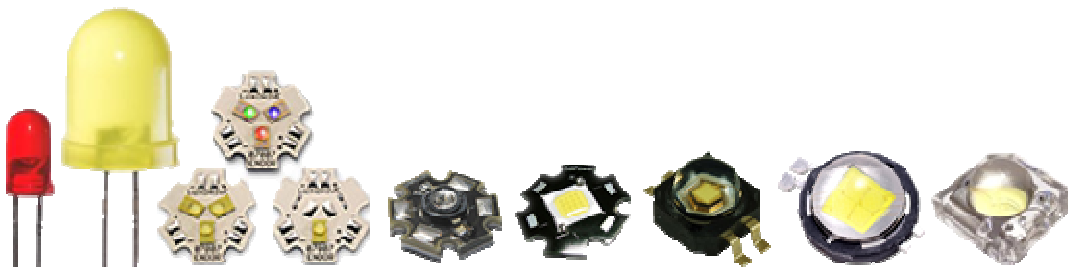
Éstas tienen la gran ventaja de sustituir directamente a las lámparas incandescentes sin necesidad de ninguna instalación especial y con ahorros de energía de entre 60% y 80%. Además, tienen una vida útil entre 5 y 20 veces mayor que las incandescentes y no producen calor excesivo que sobrecargue los equipos acondicionadores de aire.

Las puede reemplazar por: Bombillas LED



Diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés). Los LED son dispositivos semiconductores de estado sólido, muy robustos, fiables, resistentes a las vibraciones y de muy larga duración. El interior de un LED es un pequeño semiconductor encapsulado en una resina especial. Se fabrican en colores llamativos que van desde el rojo hasta el naranja, amarillo, verde, azul y más recientemente blanco.

Los LED blancos se pueden seleccionar en diferentes tonos de luz blanca, que va desde la cálida hasta la muy fría. Dada su larga vida, son muy recomendables para aplicaciones de operación continua, como letreros de salida, de emergencia, etc. Una de sus aplicaciones más conocidas son los teléfonos celulares y los faros traseros de los autos modernos. Los LED también se pueden atenuar con un control relativamente sencillo (dimmer).



4. ¿POR QUÉ UTILIZAR LÁMPARAS EFICIENTES?

La clave de la eficiencia energética en el alumbrado es identificar la cantidad y calidad de iluminación que se necesita en cada uno de los ambientes, tanto interiores como exteriores. Una de las estrategias, para un uso eficiente de los sistemas de iluminación, es apegarse a los niveles de iluminación recomendables de acuerdo con la actividad desarrollada (ver Tabla 3).

Las zonas excesivamente iluminadas ofrecen mayores oportunidades de ahorro, mientras que las áreas con niveles bajos deben rediseñarse, buscando un balance entre los niveles de iluminación y el consumo energético.

Una acción que siempre da buenos resultados es eliminar las lámparas de eficiencia baja, por ejemplo, los incandescentes convencionales y fluorescentes T12. También debe evitarse el uso de balastos electromagnéticos y luminarias que cumplieron su vida útil y/o están en mal estado.

Aunque las lámparas más eficientes como las de LED, tienen un costo inicial mayor que las demás, los ahorros de energía son sustanciales y los períodos para recuperar la inversión suelen ser de 1 a 3 años, dependiendo de las horas de uso y la tarifa eléctrica. Otra ventaja de las lámparas eficientes es su mayor vida útil, entre 5 y 15 veces más que las CFL y fluorescentes y más de 50 veces que las incandescentes convencionales.

Identificación de necesidades de iluminación para algunas áreas.

Áreas	Descripción/actividades	Tipos recomendados de lámpara
Escaleras, corredores	El alumbrado en estas áreas podría permanecer encendido las 24 horas, por lo que uno eficiente puede ahorrar mucha energía.	Las lámparas de LED son una excelente opción, aunque los tubos T8 y T5 de LED son también adecuados para estas zonas. Sustituir incandescentes por LED puede ahorrar hasta 80% de energía, con una recuperación de la inversión muy rápida, de menos 6 meses, debido a que operan 24 horas al día.
Habitaciones	Las habitaciones requieren un sistema de iluminación que garantice la comodidad para varias tareas visuales, entre ellas, leer, relajarse y ver televisión.	Las bombillas LED en acabado cálido designadas como 2.700K -3500K ofrecen una cantidad y calidad de luz muy semejante a la de los bombillos incandescentes, pero utilizan hasta 85% menos de energía.
Baños	El alumbrado en los baños debe brindar las condiciones apropiadas de decoración sin sombras y permitir que se	Se utilizan bombillas LED tipo dicroica de escasamente 3-5 Watts. El ahorro de energía puede variar entre 70% y 90%.

	vean los tonos de la piel y ropa lo más cercano posible a la realidad.	
Cocina	La zona de cocina debe estar bien iluminada para garantizar una preparación adecuada de los alimentos, minimizar el riesgo de accidentes y fomentar el orden y la limpieza.	Las lámparas fluorescentes T8 y T5 de LED son muy adecuadas para cocinas, que no tienen riesgos de rotura pues son bastante resistentes a impactos. En estas áreas deben preferirse lámparas con tonalidades de luz blanca azulada, designadas como 5.000K o más.
Lavandería	La zona de lavandería debe estar bien iluminada para minimizar el riesgo de accidentes y dar un buen mantenimiento a los equipos y aparatos electromecánicos.	En estas áreas deben preferirse lámparas LED T8 o T5, con tonalidades de luz blanca azulada, designadas como 5.000K o más. En lavandería pueden usarse luminarias abiertas tipo industrial.
Espacios exteriores	El alumbrado de exteriores debe crear una buena impresión para atraer a la gente y también dar una sensación de comodidad y seguridad.	Las lámparas de haluros metálicos (vapor de aditivos metálicos) y otras de alta intensidad de descarga (HID), como vapor de sodio alta presión, se pueden reemplazar con LED, ofrecen ahorros de energía de 75% a 90%

<p>Recepción</p>	<p>La recepción representa la atmósfera de un establecimiento. La iluminación en ella ayuda a destacar detalles decorativos y otras características de diseño de interiores.</p>	<p>Es muy importante seleccionar la potencia adecuada y un haz de luz que ofrezca el efecto deseado de acuerdo con el objeto por iluminar, considerando la distancia entre éste y la lámpara.</p>
<p>Salones de conferencias</p>	<p>Los salones de conferencias requieren diferentes niveles de iluminación para distintas ocasiones, desde las presentaciones de ventas hasta las recepciones de bodas y cumpleaños.</p>	<p>Las lámparas LED atenuables (de intensidad variable) producen una luz blanca brillante que puede hacer resaltar los cristales, las porcelanas y los candelabros. Pueden combinarse con tubos LED T8 o T5 de aspecto cálido (3.500K) para dar niveles de iluminación altos, con muy bajo consumo de energía</p>
<p>Restaurantes y bares</p>	<p>Las necesidades de iluminación en estas zonas varían según la ocasión (una atmósfera muy iluminada para reuniones o una a media luz para relajación).</p>	<p>Se recomiendan las lámparas LED tipo dicróicas y balas atenuables en combinación con tubos T8 y T5 de color cálido a frío moderado, con el objeto de crear escenas según las necesidades,, controlando el nivel de iluminación y el color de la luz. El ahorro de energía también puede superar el 80%.</p>

<p>Áreas de apoyo</p>	<p>Las áreas de apoyo –tales como salas para descanso del personal, áreas de almacenaje y espacio de oficinas– raras veces requieren iluminación 24 horas al día, pero por la naturaleza de sus usuarios, frecuentemente hay desperdicio de energía eléctrica.</p>	<p>Los tubos t.5 t8 acabado blanco frío (designadas como 4.100K) son muy adecuadas. El uso de sensores de presencia puede ofrecer importantes ahorros de energía (hasta 50%, adicionales en algunos casos).</p>
<p>Orientación</p>	<p>Los rótulos de salida y otras señales de orientación que operan todo el día en un hotel son consumidores importantes de energía.</p>	<p>Los LED (diodo emisor de luz) son muy eficientes en estas aplicaciones, pues se pueden lograr ahorros de energía de hasta 90%, pudiendo durar hasta 10 años en operación continua, sin necesidad de reemplazo.</p>
<p>Bodegas</p>	<p>Las bodegas incorporan nuevas tecnologías y la iluminación no es la excepción. Una iluminación con las tecnologías adecuadas puede reducir sus costos de operación.</p>	<p>Hay lámparas de LED adecuadas para estos usos que ofrecen una excelente eficiencia lumínica y reducen considerablemente los gastos de mantenimiento pues por su larga vida no hay que cambiarlas con frecuencia en sitios de altura como bodegas y fábricas.</p>

Oficinas	<p>Los lugares de trabajo son entornos en que se desarrolla una gran variedad de tareas visuales y donde los empleados pasan la mayor parte del día con luz artificial.</p> <p>El uso de las pantallas de las computadoras requiere un reflejo mínimo y contrastes de luz para garantizar la calidad y seguridad visual de los trabajadores</p>	<p>En estas áreas deben preferirse tubos LED T8 o T5, con tonalidades de luz blanca azulada, designadas como 5.000K o más, o plafones de LED que ofrecen una distribución de luz uniforme y de gran eficiencia.</p>
Áreas de Producción	<p>El propósito de la iluminación en una industria es proporcionar luz suficiente en cantidad y calidad para tener seguridad, visibilidad y productividad en un ambiente placentero.</p>	<p>Se pueden utilizar tubos LED T8 o T5 y, dependiendo del proceso y ambiente, también otras de alta intensidad como las luces viales o con diodos de alta potencia. En caso de que sea necesario, la iluminación localizada en el área de trabajo puede resultar una opción viable y más económica.</p>

5. BUENAS PRÁCTICAS PARA AHORRAR ENERGÍA.

Usar más la luz natural. Abrir las cortinas y persianas para aprovechar al máximo la luz natural durante las operaciones diarias que así lo permitan.

Elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para las lámparas y luminarias. La calidad del alumbrado disminuye si las lámparas y los accesorios no están limpios. Las capas de polvo sobre lámparas y reflectores disminuyen la salida de la luz, por lo que deben limpiarse por lo menos una vez al año. Las luminarias fluorescentes pierden su luminosidad a medida que disminuye su vida útil. Se deben reemplazar de conformidad con las especificaciones técnicas que proporciona el fabricante, para no desperdiciar energía. Las fluorescentes modernas, como las T8 y T5, mantienen una mejor luminosidad durante su vida útil.

Utilizar colores claros en paredes, cielorraso y pisos. Los colores claros reflejan más luz en los espacios interiores. Con una selección apropiada de ellos para paredes, cielorrasos y pisos, se pueden disminuir considerablemente las necesidades de iluminación.

Instalar un sistema inteligente de control de alumbrado. Para lograr un máximo aprovechamiento de la luz artificial, se pueden utilizar controles inteligentes que optimicen su uso, entre los cuales se encuentran los sensores de presencia o de luz natural, los atenuadores (dimmers), los temporizadores o la combinación de los anteriores.

Apagar las luces que no se estén utilizando. Cuando se tienen áreas con horarios fijos bien establecidos se debe reducir al máximo las horas de uso de la iluminación artificial.

Usar luces de tarea. Para ciertos trabajos se puede reducir la luz de fondo y trabajar con una que enfoque en el punto específico de trabajo, por ejemplo, en los escritorios de oficinas o en mesas de lectura.

Reemplazar las luces incandescentes y las fluorescentes compactas por lámparas más eficiente como Las de LED. La luz fluorescente resulta la más económica a mediano y largo plazo, pero a largo plazo estará perdiendo dinero; casi todas las luces pueden ser sustituidas sin ningún cambio notable en las instalaciones existentes. Las lámparas fluorescentes compactas estándar no son atenuables, por lo que no pueden utilizarse con dimmers, aunque actualmente ya es factible adquirir modelos diseñados específicamente para ser usados con éstos.

Buscar fuentes alternativas de energía. Existen otras formas de proveer la iluminación requerida, un caso son lámparas que utilizan una celda fotovoltaica y una batería, evitando el alambrado y consumo de la alimentación principal, por ejemplo, para luces en senderos.

Considerar las normas técnicas de iluminación eficiente. En la compra de equipos nuevos, hay que tomar en cuenta las normas técnicas y el etiquetado de eficiencia energética para los sistemas de iluminación desarrollados en cada país, los que especifican índices mínimos de desempeño, orientando la adquisición de equipos más eficientes. Para referencia de las normas técnicas, se puede consultar al organismo nacional de normalización de cada país.