

UTILICE LAMPARAS FLUORESCENTES Y AHORRE EN SU FACTURA DE ENERGIA ELECTRICA

Por M.A. Ing. Jose Luis Ola, jlola@url.edu.gt

RESUMEN

La luz es el medio natural y/o artificial capaz de ser percibido por el ojo humano y que da la sensación de bienestar a un recinto y es importante que ahorremos dinero en su utilización. Los beneficios directos son ahorro en la factura de energía eléctrica y mejora en la calidad de vida de la persona por un mejor recinto iluminado. La necesidad de mejorar la eficiencia en la iluminación es una necesidad y obligación de todos y optimizar el uso de la luz artificial no es racionar su uso o utilizarla menos o apagar equipos eléctricos innecesarios, sino más bien es una combinación de factores, en los cuales el recinto a iluminar tenga colores reflectantes para poder reflejar al máximo la luz artificial. Con estas claves ahorraremos en comprar lámparas incandescentes o bombillos de mayor número de watts por una iluminación más eficiente con la lámpara fluorescente de menor consumo de energía.

DESCRIPTORES

Ahorro de energía, lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes, mejorar iluminación, eficiencia con lámparas, lámpara LED, lámpara ahorradora.

ABSTRACT

Natural or artificial light means capability of being perceived by the human eye and the feeling of well-being to a site. It is important to save money on their use. The direct benefits are savings on your electricity bill and improvement in the quality of life of the person for a better lit venue. The need to improve the efficiency of lighting is a necessity and obligation of all and optimize the use of artificial light is not rationed use or use less, or shutting down unnecessary electrical equipment, but rather is a combination of factors, in which the place to illuminate have reflective colors to be able to reflect the most artificial light. With these keys shall avoid buying incandescent lamps or greater number of watts for a more efficient lighting with lower power consumption fluorescent lamp bulbs.

KEYWORDS

Saving energy, incandescent, fluorescent, improve light efficiency, LED lamp, saving design lamp lighting

UTILICE LAMPARAS FLUORESCENTES Y AHORRE EN SU FACTURA DE ENERGIA ELECTRICA

CONTEXTO

La luz es el medio natural y/o artificial capaz de ser percibido por el ojo humano y que da la sensación de bienestar a un recinto. Como tal, la luz natural tiene características que son necesario conocer para sustituirla por luz artificial, lo importante es que también ahorremos dinero en su utilización. Los beneficios directos son ahorro en la factura de energía eléctrica, y no son los únicos podemos adicionar una mejora en la calidad de vida de la persona y un mejor bienestar en el recinto iluminado. La necesidad de mejorar la eficiencia en la iluminación es una necesidad y obligación de todos, optimizar el uso de la luz artificial, no es racionar su uso o utilizarla menos o apagar equipos eléctricos innecesarios, más bien es una combinación de factores, en los cuales el recinto a iluminar tenga colores reflectantes, es decir los colores de paredes, techo y piso deben poder reflejar al máximo la luz artificial. Con estas pequeñas claves nos ahorraremos en comprar lámparas incandescentes o bombillos de mayor número de watts por una iluminación más eficiente con la lámpara fluorescente que consume menor energía por tener menos watts en consumo.

SISTEMA NACIONAL DE ENERGIA, GENERACION

Guatemala es un país que depende mucho de la Generación del tipo Térmica y en menor cantidad de la Hidráulica y otras fuentes renovables, utilizar combustibles fósiles imposibilita que los costos de Generación por kW/h disminuya o se mantengan bajos, la fluctuación del Petróleo en el mercado internacional afecta directamente el precio de kW/h, dirigiendo esta fluctuación y costos al usuario final.

Otras formas de generar energía así como dispositivos ahorradores de energía son desarrollados cada año, todo con el fin de reducir el consumo de energía y a la vez reducir el impacto al ambiente. Una de las muchas maneras de reducir el consumo y a la vez el precio de la factura por energía es el utilizar lámparas fluorescentes, las llamadas ahorradoras y las variantes de estas; sean para uso domiciliario, comercial o industrial, el tipo de lámpara a utilizar depende de los diferentes actores, la cuestión es el uso que se le dará.

Ante todo hemos de tener presente que Iluminar un centro comercial o bien un supermercado es muy distinto a Iluminar un oficina, que requiere de otro tipo de iluminación y elegancia, pero todas tienen un común, este es el nivel de Iluminación del local a servir. La iluminación juega un papel muy importante en la calidad de vida y factores psicológicos en la vida de las personas. Lo esencial de la Iluminación es que ha de ser homogénea, agradable, que cause una buena sensación, que los objetos sean bien identificados a la altura en que estén ubicados, una buena Iluminación causara una mejor impresión del recinto.

Estudios asocian la buena Iluminación de los recintos con una buena salud psicológica y

una mejor sensación de bienestar, se ha demostrado que se reducen los tiempos ociosos y la producción ha aumentado. El presente artículo estudia la Iluminación en Interiores, casas de habitación y pequeños locales que no requieren de una alta eficiencia pero si una buena Iluminación, posteriormente nos dedicaremos a la Iluminación de comercio y otros.

DEFINICIONES

Nivel de Iluminación (NI): Cantidad de Iluminación que recibe el plano de trabajo medida en lux

Factor de utilización: Es el flujo luminoso entregado por la luminaria o lámpara y que incide sobre el plano del trabajo donde se realiza la tarea visual.

Eficiencia Energética: Se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente; asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Eficiencia luminosa de una fuente: Relación entre el flujo luminoso (de una fuente de luz) total emitido y la potencia total absorbida por la misma, se expresa en lumen / watt (lm/W)

Flujo Luminoso: Energía radiada por una fuente luminosa en la unidad de tiempo. Su unidad es el Lumen (lm).

Flujo luminoso asignado: Valor del flujo luminoso inicial declarado por el fabricante o vendedor responsable. Su unidad de medida es el Lumen (lm).

Frecuencia: Término empleado para indicar el número de veces que se repite en un segundo cualquier fenómeno periódico. La frecuencia se expresa en hercios (Hz), una frecuencia de 1 Hz significa que existe 1 ciclo u oscilación por segundo. La frecuencia del sistema eléctrico nacional es de 60 Hz.

Lámpara: Utensilio o aparato que, colgado o sostenido sobre un pie, sirve de soporte a una o varias luces artificiales.

Luminaria: Conjunto de lámparas sobre un soporte básico, que pueden ser desde una lámpara a 4 o más lámparas.

Vida media: Valor medio de la vida de cada bombilla de las sometidas a un ensayo de vida. La vida de una bombilla se expresa generalmente en horas

Nivel de Iluminación: Término para definir la iluminación mínima sobre el plano de trabajo, valor que está en lux. (Cálculo por el método de lúmenes).

LOCAL A SERVIR CON ILUMINACION

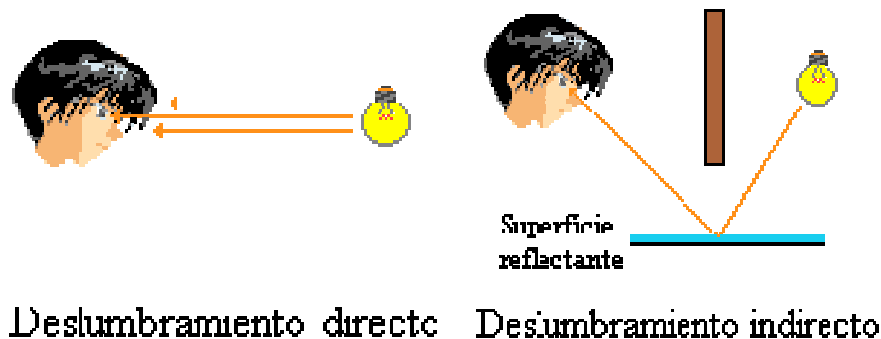
El primer paso para tener un uso eficiente de la Iluminación es determinar los colores de las paredes, techo y piso, del lugar de trabajo, sea este domicilio, comercio, industria u otro, (aunque en lugares como parqueo no es tan prescindible el nivel de Iluminación) lo importante es buscar aquellos colores que reflejen la luz artificial y con ello el vatiaje de cada lámpara colocada será menor.

Una buena Iluminación debe llenar ciertos requisitos

1. La iluminación debe ser apropiada al local de trabajo NI apropiado.
2. La luz debe estar correctamente distribuida, dirigida y difundida (Homogénea)
3. Deben evitarse todos los contrastes de luz.
4. El deslumbramiento debe ser reducido al mínimo (cómoda y agradable).
5. Ausencia de pestañeos y el logro de la estabilidad de la luz.

La iluminación ante todo no debe causar deslumbramiento, esto sucede cuando al ojo llega una sensación molesta, esto indica que el flujo luminoso de la fuente es mayor que la del entorno, el ojo humano lo percibe desagradable. Dos tipos de deslumbramiento se ven en la figura 1.

Figura No. 1. Tipos de deslumbramiento



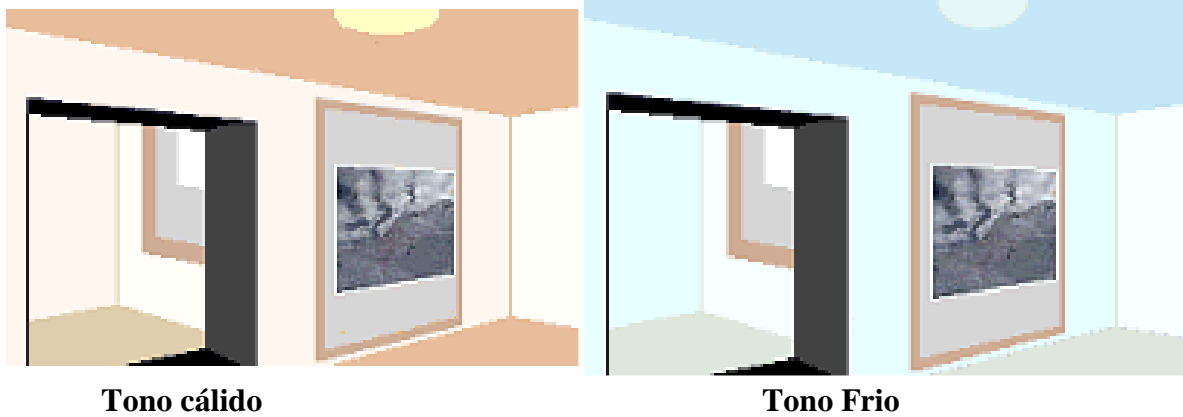
Fuente. <http://www.elprisma.com>

Por ejemplo, el deslumbramiento directo es cuando vamos en un vehículo y el contrario lleva las luces altas, y el indirecto cuando la fuente de iluminación es muy intensa, por ejemplo un TV con alto Brillo o una lámpara de mesa de mucho vatiaje. Por ser algo molestas es necesario evitarlas adoptándole rejillas o pantallas, recubrimientos o acabados en colores mates en paredes, techos, suelos y muebles para evitar reflejos muy intensos y/o cuidar la posición de las luminarias respecto al usuario en su lugar de trabajo. Otra solución sería cambiar el vatiaje de la lámpara.

Un primer paso para un buen diseño de la Iluminación son los colores, aunque la pintura más bien obedece a aspectos estéticos y culturales, o detalles y gustos de las personas, el

recinto a iluminar y la calidad de la iluminación se verá afectado por la distribución de los colores. Pintar de mates no indica que así debe pintarse el local a servir, más bien, los colores que reflejen la luz artificial son los mejores. La tabla 1 identifica los colores y reflexión de la luz artificial, pero siempre tenga presente que el resultado final es una mejora en el estado anímico de la persona y las personas en esa área de trabajo.

Figura No. 2. Influencia del color en el ambiente



Fuente: <http://www.elprisma.com>

Tabla No. 1. Reflectancias aproximadas para pared, techo y piso

| Tono | Color | % de reflexion |
|-----------|--------------|----------------|
| Muy claro | Blanco nuevo | 88% |
| | Blanco viejo | 76% |
| | Azul verde | 76% |
| | Crema | 81% |
| | Azul | 65% |
| | Miel | 76% |
| | Gris | 83% |
| Claro | Azul verde | 72% |
| | Crema | 79% |
| | Azul | 55% |
| | Miel | 70% |
| | Gris | 73% |
| Mediano | Azul verde | 54% |
| | Amarillo | 65% |
| | Miel | 63% |
| | Gris | 61% |
| Obscuro | Azul | 8% |
| | Amarillo | 50% |
| | Café | 10% |
| | Gris | 25% |
| | Verde | 7% |
| | Negro | 3% |

Fuente: Fuente: Curso-Taller Promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica, Guatemala, Guatemala 1-5 Marzo 2010.

Pintar en colores fríos propicia sentir tristeza y reducción del espacio, pero a la vez fresca para los climas calurosos, los colores cálidos, son todo lo contrario, produce sensación de alegría, mayor espacio y un aspecto de bienestar al lugar. Pero independiente del tipo de colores del recinto o el color de la fuente de luz, ayudaran a hacer más agradable y cálido el lugar de trabajo o estancia.

Un término empleado es el factor de utilización del local, este coeficiente no es constante y se ve modificado por los colores del lugar a servir, el factor de utilización es indicativo de la eficiencia de la lámpara colocada, una lámpara con un factor de utilización alto, aprovecha mejor el flujo luminoso por lámpara y la reflexión del recinto.

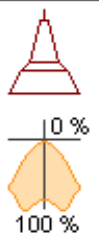
$$\text{Factor de utilización} = \text{CU} = \frac{\text{Flujo luminoso en área de trabajo}}{\text{Flujo de lámpara luminaria}}$$

Así este factor depende de las longitudes del lugar a servir así como de los colores y reflectancia del local, así como la textura y distancia al plano de trabajo. El factor de utilización es especificado para cada tipo, tres factores a considerar:

1. Características físicas y geométricas de la luminaria
2. Las dimensiones del local.
3. El porcentaje de luz reflejada por las superficies (color) del local a servir.

Es decir el FU (η) es la relación del flujo luminoso de una luminaria y el incidente sobre el plano de trabajo, (vea la figura 3 y 4), de esta forma el fabricante de lámparas indica el FU en función a estas tres características.

Tabla No. 2. Factores de utilización en función de las características del local

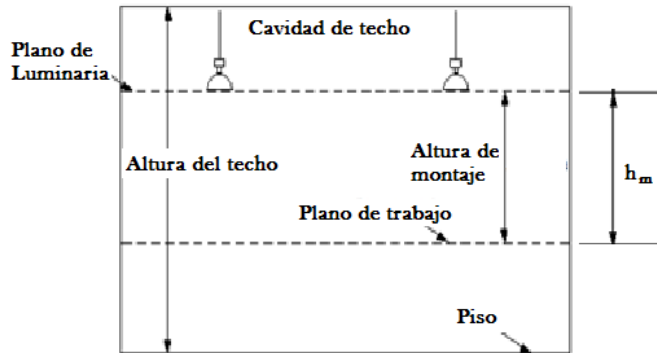
| Tipo de aparato de alumbrado | Índice del local k | Factor de utilización (η) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------------------------|------|-----|-----|------|------|------------------------------------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| | | Factor de reflexión del techo | | | | | | Factor de reflexión de las paredes | | | | | | | |
| | | 0.8 | | 0.7 | | 0.5 | | 0.3 | | 0 | | 0 | | | |
| | | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0 | | |
|  | 0.6 | .66 | .62 | .60 | .66 | .62 | .60 | .65 | .62 | .59 | .62 | .59 | .58 | | |
| | 0.8 | .75 | .71 | .68 | .75 | .71 | .68 | .74 | .71 | .68 | .70 | .68 | .67 | | |
| | 1.0 | .80 | .76 | .73 | .80 | .76 | .73 | .79 | .76 | .73 | .76 | .73 | .72 | | |
| | 1.25 | .85 | .81 | .80 | .85 | .81 | .80 | .84 | .81 | .78 | .80 | .78 | .77 | | |
| | 1.5 | .88 | .86 | .82 | .88 | .85 | .82 | .88 | .84 | .82 | .84 | .82 | .81 | | |
| | 2.0 | .94 | .90 | .88 | .93 | .90 | .88 | .92 | .89 | .87 | .88 | .87 | .85 | | |
| | 2.5 | .96 | .93 | .92 | .96 | .93 | .91 | .94 | .92 | .90 | .91 | .89 | .88 | | |
| | 3.0 | .99 | .95 | .94 | .98 | .95 | .93 | .96 | .94 | .92 | .93 | .91 | .89 | | |
| | $D_{max} = 0.7 H_m$ | 4.0 | 1.01 | .99 | .96 | 1.00 | .98 | .96 | .98 | .97 | .95 | .95 | .94 | .92 | |
| | f_m | .70 | .75 | .80 | 5.0 | 1.02 | 1.01 | .99 | 1.01 | 1.00 | .98 | 1.00 | .98 | .97 | .96 |

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint3.html>

El segundo paso para mejorar la Iluminación consiste en saber el tipo de actividad o trabajo en el recinto a servir, es decir, es un domicilio, industria de manufactura, trabajo pesado o fino, comercio tiendas de abarrotes, supermercado, boutique u otras., para cada uno de estos lugares el nivel de Iluminación mínimos o Iluminancia toma una importancia relevante.

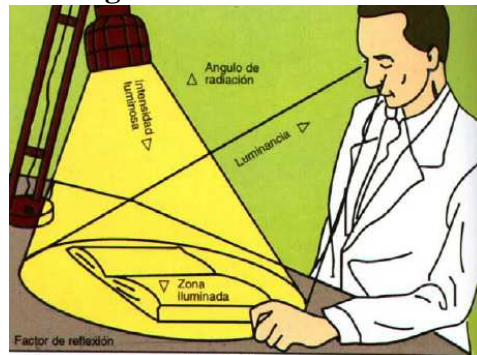
Figura No. 3. Local a servir



Fuente: <http://www.elprisma.com>

La figura 3 indica la cavidad del techo, la altura de montaje h_m (que puede ser empotrada en el techo o colgante) de la luminaria, plano de trabajo y altura del techo, cada uno de estos parámetros influyen en el tipo de luminaria, en la eficiencia y los lúmenes de la misma. Tener presente que el nivel de Iluminación es medido a la altura del plano de trabajo, punto en el cual el nivel de Iluminación debe cumplir según lo indicado en las tablas para el efecto. En domicilio la distribución del Nivel de Iluminación no es tan complicada, una Iluminancia agradable será la apropiada, pero no es así en proyectos más grandes, que por su naturaleza requieren de cálculos y diseño bien planificado.

Figura No. 4. Iluminación



Fuente: Curso-Taller Promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica, Guatemala, Guatemala 1-5 Marzo 2010

LAMPARAS FLUORESCENTES DE USO RESIDENCIAL

La lámpara compacta fluorescente o CFL (sigla del inglés *compact fluorescent lamp*) es un tipo de lámpara fluorescente que se puede usar con rosca tipo Edison norma (E27) o rosca pequeña (E14). Es llamada por otros nombres, Lámpara ahorradora de energía, Lámpara de luz fría, Lámpara de bajo consumo, Bombilla de bajo consumo, Bombillo ahorrador.

La comparación entre la incandescente y CFL tiene muchas desventajas, esta última consume menor energía que las incandescentes, las CFL tienen una vida útil mayor de unas 8,000 hrs y consumen menos energía eléctrica para producir la misma iluminación.



Aunque su costo es mayor que una incandescente, algunos cálculos sencillos nos demostraran que se recupera la inversión en aproximadamente las primeras 500 horas de uso.

A manera de comparación y rápida revisión del consumo eléctrico en razón a los watts de potencia, en la tabla 3 se muestra una comparación de potencias eléctricas de tres tipos de lámparas, Incandescente, CFL y tipo LED. Como se puede ver, los rangos de potencia consumida son amplios y mayores para las tipo incandescentes, con 8000 horas promedio de duración de las lámparas CFL en comparación con las incandescentes de alrededor de las 500 a 2000 horas, las hacen mejores para ambientes donde se necesite ahorro de energía.



Tabla No. 3. Equivalencia en watts fluorescente vs incandescente

| Incandescente | Compacta fluorescente |
|---------------|-----------------------|
| 25 W | 5 W |
| 40 W | 8 W |
| 60 W | 12 W |
| 75 W | 14 W |
| 100 W | 18 W |
| 125 W | 25W |
| 150 W | 30 W |

Fuente: Wikipedia, 2010

Tabla No. 4. Flujo luminoso para lámparas compactas

| FLUORESCENTES COMPACTAS AHORRADORAS DE ENERGIA | | | | |
|--|----------------|----------|--------|-----------------|
| POTENCIA | FLUJO LUMINOSO | EFICACIA | VIDA | OBSERVACIONES |
| Watt | lumenes | lum/W | horas | |
| 7 | 400 | 57.1 | 10,000 | PL-S |
| 9 | 600 | 66.7 | 10,000 | PL-S |
| 9 | 430 | 47.8 | 10,000 | SL-S |
| 11 | 600 | 54.5 | 10,000 | ER-L SL-S |
| 13 | 900 | 69.2 | 10,000 | PL-S |
| 13 | 860 | 66.2 | 10,000 | PL-C |
| 15 | 900 | 60.0 | 10,000 | SL-S |
| 15 | 600 | 40.0 | 80,000 | SL-S/R30, 2700K |
| 15 | 675 | 45.0 | 80,000 | SL-S/R40, 2700K |
| 16 | 900 | 56.3 | 7,000 | SL/T |
| 17 | 600 | 35.3 | 10,000 | SL/G Globo |
| 17 | 870 | 51.2 | 10,000 | SL/O |
| 18 | 1,200 | 66.7 | 12,000 | PL-L |
| 18 | 1,100 | 61.1 | 10,000 | ER-L SL |
| 18 | 800 | 44.4 | 10,000 | SL-S/R40, 2700K |
| 20 | 1,200 | 60.0 | 10,000 | SL-S |
| 23 | 1,550 | 67.4 | 10,000 | SL-S |
| 25 | 1,750 | 70.0 | 10,000 | SL-S |

Fuente: Curso-Taller Promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica, Guatemala, Guatemala 1-5 Marzo 2010

La tabla no. 4 identifica parámetros de potencia, flujo luminoso, eficacia y vida útil promedio, al comparar contra la tabla 3 podemos identificar lo significativa que es la potencia respecto al flujo luminoso. Por ejemplo: una lámpara fluorescente de 14 Watts equivale a una de 75 Watts incandescente, que con un ahorro de potencia consumida de 61 Watts, la fluorescente emite el mismo flujo luminoso que una incandescente, y una tonalidad más agradable.

Como se sabe, la vida útil promedio en las incandescentes y fluorescentes es muy distinta, esta se ve afectada por los picos de tensión, a golpes en su manipulación, vibraciones mecánicas y lo principal, a la calidad de la misma lámpara. La calidad es algo que no podemos controlar, más bien solo buscar aquella que mejor se adapte a las necesidades de iluminación, porque la calidad puede variar entre un fabricante y otro.

Una comparación somera sobre la potencia que consume una CFL vrs incandescente indica que las CFL consume entre 4 a 5 veces menor energía e ilumina igual que su contraparte incandescente, esto es algo que se debe tener presente, el ahorro en kw/h y el ahorro en la factura de energía eléctrica esta marcado.

Analicemos brevemente el ahorro en kW/h utilizando una y otra lámpara, pero durante las 8000 hrs de vida de una CFL. Si utilizamos una lámpara incandescente por el tiempo que dura una fluorescente tenemos:

Aplicando la tarifa para la empresa eléctrica de Guatemala, en Q. 1.76 por kW/h veamos un ejemplo sencillo.

Tarifa Empresa eléctrica de Guatemala Q. 1.76 por kWh

Lámpara incandescente de 100 W:

$$\frac{(100 \text{ W})}{1000} \text{ kW} \times (8000 \text{ hrs}) \times \text{Q. } 1.76 \frac{\text{costo}}{\text{kWh}} = \text{Q. } 1,408$$

Lámpara fluorescente CFL de 18 W

$$\frac{(18 \text{ W})}{1000} \text{ kW} \times (8000 \text{ hrs}) \times \text{Q. } 1.76 \frac{\text{costo}}{\text{kWh}} = \text{Q. } 253.44$$

Sorprendente! La comparación entre CFL e incandescente es significativa, una CFL ahorraría unos Q. 1154.56 en factura de energía en las 8000 hrs de uso. Esto justifica recuperar la inversión en las primeras 500 horas de uso y solo hemos hecho el cálculo de una sola lámpara.

Por ejemplo el costo de una CFL oscila entre los Q.28 a los Q.42, dependiendo del vatiaje y el color de la luz, veamos ahora la recuperación del costo de la lámpara CFL con un precio promedio de Q.30

500 horas con lámpara *incandescente* 100 W:

Gasto de energía es Q. 88
 Costo bombillo incandescente Q. 5
 Costo Total: Q. 93

500 horas con lámpara *fluorescente* 18 W

Gasto de energía es Q. 15.84
 Costo bombillo CFL Q. 30
 Costo total: Q. 45.84

La diferencia en la inversión es Q.47.16, un ahorro claramente inferior al utilizar incandescente, la diferencia compensa ampliamente el costo de la CFL de Q.30.00 en promedio, y teniendo todavía un ahorro de unos Q.15.84.

Ahora bien, a mayo 1 del 2010, el precio de la energía se incremento, para la Empresa de energía eléctrica EEGSA un 9.8%, DEOCSA UN 6.8%, DEORSSA UN 8.3%. Estos

incrementos justifican aun más la utilización de lámparas ahorrativas

Todos los cálculos anteriores se pueden trabajar de la misma forma para empresas como Deocsa y Deorsa en Q. 1.84 y Q. 1.83 el kW/h, respectivamente y le podemos colocar el aumento al 1 de mayo 2010.

EL USO DE CFL NO LO ES TODO

No por utilizar lámpara ahorradoras vamos a bajar totalmente la factura de energía, hemos de pensar en la reflexión de las paredes y el techo, los colores de las paredes de nuestra casa, es decir, debemos utilizar colores claros y reflectantes, como los colores de la tabla 1. Solo recordemos cuando llegamos a un recinto bien iluminado y pensemos, ¿necesariamente la lámpara da la tonalidad agradable al mismo? Observemos los colores de las paredes y techo, coincidiremos en que los colores son de una tonalidad clara, el techo es un color blanco que es muy reflectante.

Pero no lo es todo, todo es un proceso, la instalación de las luminarias así como la distribución de las mismas y los puntos de apagado y encendido, deben estar bien colocados a fin de utilizar las lámparas que realmente se necesitan y no encender otras que no son necesarias.

Hoy en día otras tecnologías han aparecido, como las lámparas LED que ahorran energía y protegen mejor el medio ambiente, reduciendo emisiones que causan calentamiento global y hasta con 50,000 horas de uso. En un artículo futuro trataremos esta nueva tecnología.

BIBLIOGRAFIA

1. **ALAMOS HERNÁNDEZ, JUAN ALERCIO** (2010). Luminotecnia – Iluminación. Consultado en: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electrica_y_electronica/luminotecnia/iluminacion/default8.asp
2. **AREZZO**. Campanas Industriales LED (2010). Consultado en: www.luces-led.com
3. **CURSO-TALLER PROMOTORES DE AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**, Guatemala, Guatemala 1-5 Marzo 2010

OLA GARCIA, JOSE LUIS



Docente, Ingeniero Electricista por la Universidad de San Carlos de Guatemala, Maestría en educación y Aprendizaje por la Universidad Rafael Landívar, Maestría en Administración de Empresas por la Universidad Mariano Gálvez, con 10 años de experiencia docente en

cursos del Área eléctrica de potencia, Electrónica y Automatización Industrial, Matemáticas y Física, años en los cuales ha alternado su trabajo en el Instituto Nacional de energía eléctrica INDE y Unión Fenosa Internacional en cargos de mantenimiento de líneas de energía, investigación y control supervisión de la red de energía eléctrica de Guatemala SIN a nivel distribución. Autor de textos didácticos para laboratorios de electricidad y electrónica, estos con derechos de propiedad intelectual.

4. **GARCIA FERNANDEZ, JAVIER** (2010). Iluminación de interiores. Consultado en:
<http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>
5. **WIKIPEDIA.** Lámpara fluorescente compacta. Consultado en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Lámpara_fluorescente_compacta