



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

TÍTULO:

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA
UTILIZACIÓN DE LUMINARIAS TIPO LED EN LA FACULTAD TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO”**

AUTOR

Víctor Rafael Quizhpi Vargas

**Guayaquil, Ecuador
2015**



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Víctor Rafael Quizhpi Vargas como requerimiento parcial para la obtención del Título de **INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICA**.

TUTOR

Ing. Armando Heras Sánchez

REVISOR(ES)

(Nombres, apellidos)

(Nombres, apellidos)

DIRECTOR DE LA CARRERA

(Nombres, apellidos)

Guayaquil, a los 20 del mes de Marzo del año 2015



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Víctor Rafael Quizhpi Vargas

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “Estudio de factibilidad técnico y económico para la utilización de luminarias tipo led en la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo” previa a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico-mecánica**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 20 del mes de Marzo del año 2015

AUTOR

Víctor Rafael Quizhpi Vargas



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Víctor Rafael Quizhpi Vargas

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: Estudio de factibilidad técnico y económico para la utilización de luminarias tipo led en la Facultad Técnica para el desarrollo, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 del mes de Marzo del año 2015

AUTOR:

Víctor Rafael Quizhpi Vargas

AGRADECIMIENTO

De antemano y por sobre todas las cosas agradezco primeramente a Dios por la por ver la luz de cada día, por la salud mía y de mi familia, a mi esposa que siempre estuvo presente recordándome que a pesar muchas dificultades que hay en la vida solo con Dios todo es posible, a mis padres por el sacrificio que han hecho por mi apoyándome, a mis hijos porque ellos son la razón de mi vida y para ellos va dedicado este trabajo.

A cada uno de los empleados de la facultad que siempre me estuvieron apoyando y al mismo tiempo por facilitarme los recursos requeridos de información y hacer uso de sus datos para el desarrollo del mismo.

Al Ing. Armando Heras Sánchez, director de este trabajo por su invaluable ayuda.

Víctor Rafael Quizhpi Vargas

DEDICATORIA

A Dios primeramente por la vida y la salud de mí y de cada uno de mi familia.

A mis hijos Isaías y Karla, porque para ellos es todo el fruto de mi esfuerzo.

A mis padres por la confianza y su incalculable apoyo hacia mí.

A mi esposa que estuvo apoyándome de principio a fin en toda mi carrera y el desarrollo de este trabajo de titulación.

A mi familia en general por el apoyo constante y la preocupación en la culminación de mi carrera.

Víctor Rafael Quizhpi Vargas

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Armando Heras Sánchez
TUTOR

(NOMBRES Y APELLIDOS)
PROFESOR DELEGADO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

CALIFICACIÓN

Ing. Armando Heras Sánchez
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación lleva el desarrollo del estudio de factibilidad técnico y económico para la utilización de las luminarias con tecnología tipo led, para determinar si existe un ahorro energético haciendo el reemplazo por las luminarias fluorescentes actuales que se encuentran instaladas dentro de la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo (FETD) ubicada dentro de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) de la ciudad de Guayaquil.

Hoy en la actualidad las nuevas tendencias a nivel nacional nos señalan la calidad de vida futura dependerá de la capacidad humana para aprovechar los recursos que le son dados, dentro de este marco el ahorro de energía es una preocupación a nivel mundial que no debe ser ignorada por nosotros.

Actualmente la propuesta está destinada a reemplazar las lámparas de mercurio que poseen hoy en día la mayoría de empresas, por un tipo de tecnología que ayudaría a la reducción de energía y preservaría el medio ambiente por las características que poseen los led. Un led es un dispositivo semiconductor que emite una luz cuando por el circula corriente eléctrica y su gran ventaja frente a las tradicionales lámparas de filamento de tungsteno, e incluso a las lámparas de bajo consumo como las ahorradoras radica en la eficiencia y ahorro energético.

Palabras claves: lámparas led, lámparas de mercurio, ahorro energético, eficiencia, facultad técnica para el desarrollo.

ABSTRACT

In this project titration leads the development of the study of technical and economic feasibility for the use of luminaires with LED technology type, to determine if energy savings by substituting existing fluorescent lamps that are installed within the Faculty Technical Education for Development (FETD) located within the Catholic University Santiago de Guayaquil (UCSG) of the city of Guayaquil.

Today at present the new national trends show us the future quality of life will depend on the human ability to leverage the resources that are given, within this framework saving energy is a global concern that should not be ignored for us. Currently the proposal is intended to replace mercury lamps have nowadays most companies, for a technology that would help reduce energy and preserve the environment by the characteristics possessed by led. An LED is a semiconductor device that emits light when the electric current flows and its great advantage over traditional tungsten filament lamps, and even the energy saving lamps as saving lies in efficiency and energy savings.

Keywords: led lamps, mercury lamps, energy saving, efficiency, technical faculty development.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Hipótesis	3
1.4. Objetivos del proyecto.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Metodología	4
CAPÍTULO 2.....	5
2.1. Que es la Iluminación Led	5
2.2. Equivalencia de luminosidad	7
2.3. La eficiencia luminosa.....	7
2.4. Funcionamiento de un Led	7
2.5. Ventajas de la Luminarias Led.....	8
2.6. Desventajas de las Luminarias Led.....	12
CAPÍTULO 3.....	13
3.1 Uso consciente de la energía	14
3.1.1 Evaluación energética.....	14
3.1.2 Elaboración de un plan de ahorro energético.....	14
3.1.3 Adoptar acciones	15
3.2 Conceptos de la luz.....	15
3.2.1 Conceptos de luz	15
3.3 Principales características de las luminarias	20
3.3. 1 Vida Útil.....	20
3.3.2 Temperatura de Color	21
3.3.3 Factor de Potencia	22

CAPÍTULO 4.....	23
4. 1 Estudio comparativo de las diferentes lámparas Incandescentes, Halógenas y Fluorescentes.....	23
4. 2 Lámparas eléctricas.....	23
4. 3 Las Lámparas Incandescentes.....	24
4. 3. 1 Partes de una lámpara incandescentes.....	25
4. 3. 2 Trabajo de una lámpara incandescente.....	25
4. 3. 3 Principales características de una lámpara incandescente.....	26
4. 4 Las Lámparas fluorescentes.....	27
4. 4. 1 Estructura de las lámparas fluorescentes.....	27
4. 4. 2 Principio de funcionamiento de las lámparas fluorescentes.....	30
4. 4. 3 Principales características de la lámpara fluorescente.....	31
4. 5 Las Lámparas Halógenas.....	32
4. 5. 1 Estructura de una lámpara halógena.....	32
4. 5. 2 Principio de trabajo de una lámpara halógena.....	33
4. 5. 3 Principales características de las lámparas halógenas.....	34
CAPÍTULO 5.....	35
5.1 Plano de las instalaciones con la carga actual.....	35
5.2 Análisis del consumo eléctrico.....	39
5.3 Propuestas para un reemplazo de las actuales lámparas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.....	44
5.4 propuesta de reemplazo de las actuales lámparas por unas lámparas Led.....	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
Anexos:.....	56
Cotización de lámparas led para la propuesta de cambio.....	56
Lista de catálogo de SYLVANIA con las especificaciones de las lámparas.....	57
Evolución de las lámparas SYLVANIA.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de un led.....	6
Figura 2. Luminarias LED.	6
Figura 3. Tubos LED.	8
Figura 4. Ahorro energético en Europa.....	10
Figura 5. Diseño de Interiores con Luminarias Led en un aula.	11
Figura 6. Diseño de Interiores con Luminarias Led en un comedor.....	11
Figura 7. Espectro Electromagnético.....	16
Figura 8. Curva de Visibilidad Relativa, Eficiencia Lumínica/Longitud de Onda.	16
Figura 9. Luminancia.....	18
Figura 10. Nivel de Iluminancia según Distancia.....	18
Figura 11. Eficiencia lumínica.....	19
Figura 12. Comparación de vida útil.....	21
Figura 13. Niveles de Temperatura de color.....	22
Figura 14. Evolución de la iluminación.....	24
Figura 15. Rendimiento de las lámparas incandescentes.....	24
Figura 16. Partes que componen una lámpara incandescente.....	25
Figura 17. Emisión de luz fluorescente.....	27
Figura 18. Estructura de una lámpara fluorescente.....	28
Figura 19. Casquillo de una lámpara fluorescente.....	29
Figura 20. Cebador.....	29
Figura 21. Esquema del circuito eléctrico de una lámpara fluorescente.....	30
Figura 22. Esquema de un circuito de una lámpara fluorescente.....	31
Figura 23. Estructura de una lámpara halógena.....	33
Figura 24. Ciclo del Halógeno.....	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características principales de la lámpara incandescente.....	26
Tabla 2 Principales Características de la lámpara fluorescente.....	31
Tabla 3 Características principales de la lámpara halógena.....	34
Tabla 4 Lámparas existente en la Facultad.....	36
Tabla 5 carga actual de la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo.....	37
Tabla 6 Detalles del consumo eléctrico de la Facultad por un mes.....	41
Tabla 7 Tabla de valores en Ecuador de costos del KWh.....	42
Tabla 8 Tipos de lámparas para la propuesta.....	45
Tabla 9 Propuesta: Carga [W] por laboratorio, oficina y aulas.....	46
Tabla 10 Consumo de la Facultad en un mes [KWh].....	48
Tabla 11 Propuesta: Consumo de energía y ahorro en dólares.....	50
Tabla 12 Propuesta: Costo de lámparas tipo Led.....	50
Tabla 13 Costo total de lámparas.....	51
Tabla 14 Tiempo aproximado para recuperar la inversión.....	51

INTRODUCCIÓN

Todos sabemos que la energía eléctrica es un recurso no renovable y por ende es necesario que nosotros, la utilicemos de manera responsable y evitemos su derroche. Por ello, las prioridades de actuación deben ser, eficiencia energética y ecología, y con este fin elaborar nuevas tecnologías que incentiven el ahorro energético.

El led es considerado como la tecnología del futuro el cual se está difundiendo a pasos agigantados en todos los campos de la iluminación, esta tecnología que ha evolucionado rápidamente puede emplearse en cualquier tipo de diseño debido a su pequeño tamaño, peso y larga duración.

Las lámparas tradicionales solo convierten el 10% de la energía en luz y el 90% en calor. Las lámparas de ahorro energético, en cambio, generan entre cuatro o cinco veces más emisión de luz. Sin embargo, no son tan amigables para el medio ambiente por su alto grado de contaminación.

Sin embargo ya están disponible una alternativa muy diferente: Las lámparas basadas en el mecanismo Led, que representan un gran avance para la tecnología ya que estos elementos electrónicos permiten un ahorro de energía y un alto rendimiento, además un aporte significativo para el medio ambiente.

La carrera de Ingeniería Eléctrico-Mecánica de la UCSG, y en particular sus graduados deben adquirir habilidades y conocimientos para facilitar componentes de reducción del consumo eléctrico, tanto para el sector industrial y residencial. La propuesta de este trabajo de titulación es la de aplicar un estudio del consumo eléctrico de las aulas así como de los

laboratorios, de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo (FETD) y propuesta de iluminación por diodo LED para ahorro de energía.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1. Planteamiento del problema

Las luminarias de la Facultad Técnica fueron instaladas hace más de 10 años con equipos de tecnología de punta de ese entonces, son lámparas que tienen un nivel de consumo de energía considerable tomando en cuenta que en un circuito de iluminación existen de 8 a 10 lámparas, las cuales al momento de una falla simplemente dejan de funcionar y por inspección visual se determina su avería.

La tecnología no solo se ha desarrollado en los equipos de control y monitoreo, también ha realizado avances en equipos de iluminación mencionando principalmente la tecnología LED, que han sido utilizados para suplir un equipo defectuoso o un dispositivo que ya cumplió su vida útil.

El no contar con información actualizada sobre esta tecnología presenta un obstáculo puesto que no hay una barrera de la utilización de la misma, por esta razón se incrementa el tiempo en realizar un trabajo de cambio de equipo.

Además de esta falta de información, incrementa el tiempo para solucionar un problema que afecta a todo un sistema y recae en la pérdida del servicio y no satisfaciendo la demanda del cliente.

La Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo, cuenta con varias oficinas, salones de clase y varios laboratorios. Uno de los principales problemas es que las lámparas se dejan encendidas en horas en las que no es necesario su uso, siendo este el principal problema, por el cual se dan los altos consumos de energía eléctrica.

1.2. Justificación

En este proyecto se brindara un Estudio Técnico y Económico para la Factibilidad de la utilización tecnológica de las luminarias led para la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo.

Con el estudio se busca reducir el consumo energético, mostrando el consecuente ahorro al utilizar la tecnología de las luminarias led.

Por lo que se debe considerar a la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo, como ejemplo para utilizar algún tipo de tecnología alternativa, teniendo el compromiso de promoverlas en su mismo entorno, en el social y en el industrial, impulsando el desarrollo de ahorro energético alternativo en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.3. Hipótesis

La implementación de luminarias LED en la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo contribuirá a la reducción en el costo de la energía eléctrica consumida, aprovechando las nuevas tecnologías existentes en el mercado.

1.4. Objetivos del proyecto

1.4.1. Objetivo general

Realizar un estudio de factibilidad técnico y económico para la utilización de luminarias LED en la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las características de iluminación requeridas en la facultad.
- Determinar el consumo del sistema actual a base de luminarias tipo ahorradoras y la propuesta LED.
- Analizar la comparación económica entre la instalación actual contra la propuesta LED así como determinar la viabilidad económica.

1.5. Metodología

La metodología es descriptiva porque se va a describir los diferentes tipos de iluminación tipo led, por los beneficios que obtendríamos por su uso el bajo consumo de energía y el bajo impacto ambiental.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Que es la Iluminación Led

Se conoce que las técnicas para reducir el consumo eléctrico pueden recurrir a tecnologías como la LED, esta tecnología ya se lo está utilizando y se ha comprobado que existe un bajo consumo de potencia, de voltaje, y podemos decir que son ecológico.

Los primeros Led fueron fabricados en los 90 y este fue el de color azul y luz blanca, de ahí en adelante fue creciendo como una fuente de luz de mayor proyección hacia el futuro.

En el presente la mayor parte de las fábricas de luminarias apuestan por esta nueva tecnología que con el pasar del tiempo llegara a ser la luminaria del futuro.

En el mercado cada vez surgen mejores tipos de Les que son más cómodos, seguros de usar, eficientes, más económicos y son más amables con la ecología.

Estructura LED y principio de funcionamiento

▪ LED: dispositivo semiconductor que transforma la energía eléctrica en energía luminosa

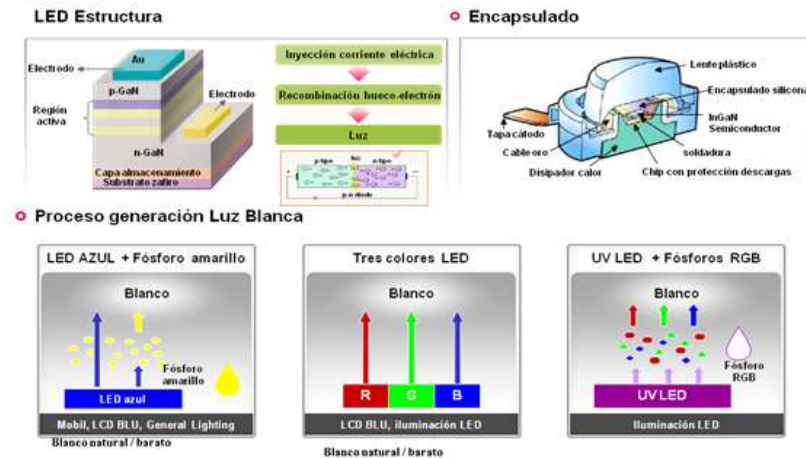


Figura 1 Estructura de una lámpara led

Fuente: ILUMEC

En balance con otros sistemas de iluminación existente, este sistema de luces Led es el que menos consume energía. Además por no contaminar el medio ambiente por no tener sustancias tóxicas entre ellos, el mercurio.

El Led no necesita ser calentado para su encendido, como si lo hacen otros tipos de lámparas.



Figura 2. Luminarias LED.

Fuente: catálogo de sylvania 2013.

2.2. Equivalencia de luminosidad

Las lámparas Led pueden resultar sumamente verdaderas, pero su flujo luminoso según Sylvania disminuye a medida que envejecen. Pueden seguir funcionando hasta que emiten menos del 10% de su flujo luminoso inicial.

Un comentario básico, que un Led de 3W equivale a una lámpara incandescente de 40 W. Cuando tratemos con los Led podemos considerar este como una medida estándar de la capacidad luminosa.

2.3. La eficiencia luminosa

El Led es un componente semiconductor electrónico que emite una luz cuando es atravesado por una corriente eléctrica. Y el color de la luz depende del dopaje químico del material del semiconductor.

2.4. Funcionamiento de un Led

El funcionamiento de un Led consiste en que, en que los materiales semiconductores, un electrón que al pasar de la banda de conducción a la de valencia pierde energía, esta pérdida de energía se puede manifestar en forma de fotón desprendido, con una dirección, con una amplitud y una fase aleatoria.

Entre los elementos que componen un Led los más comunes son:

Los terminales que van por debajo de la capsula del Led nos indican como debemos conectar al circuito.



Figura 3. Tubos LED.

Fuente: catálogos de Sylvania 2013.

2.5. Ventajas de la Luminarias Led

A continuación detallaremos los tipos de ventajas de las luminarias tipo led:

Ventajas Ambientales:

Según el artículo de (Alromar 2012) de ventajas y desventajas sobre los Led nos indican lo siguiente:

- Los LEDS deben cumplir la normativa CE y ROHS (*“Restriction of Hazardous Substances”*) Restricción de sustancias peligrosas según directiva 2002/95/CE.
- Los Led no contienen materiales tóxicos ni metales pesados, como si lo tienen otras lámparas, como la fluorescente que contiene mercurio.
- Los Led son más eficientes y más amables con el medio ambiente al producir menos emisiones de CO₂.
- Los Led no general tanta calor como los otros tipos de lámparas.
- Alto Índice de Reproducción Cromática
 - (IRC: es la medida de la capacidad de una fuente luminosa que reproduce los colores de varios objetos en comparación con otra fuente de luz y entre más elevado sea, más reales serán los colores).
- La contaminación lumínica es muy baja, ya que luz emitida por el Led es direccionada.

- La vida útil de los Led es muy larga y esto implica un menor costo de mantenimiento.
- No contienen radiaciones ultravioletas, ni infrarroja.

Ventajas Económicas

Son las que surgen como consecuencia de las ventajas ambientales:

- Tienen un menor consumo que las lámparas tradicionales. Con reducción que van desde el 50 al 80% menos de consumo.
- Tienen gran amortización de inversión por el ahorro energético.
- Constan de una larga durabilidad entre 15.000 a 50.000 horas de vida según sea la calidad del Led.
- Mantenimiento del Flujo Luminoso sobre el 70% original durante su vida útil.
- Reducción del costo de reposición y en consecuencia de mantenimiento, nos ahorramos la nueva lámpara y la mano de obra de sustituirla.
- Tienen un encendido inmediato, ya que las pérdidas por tiempo de encendido desaparecen cuando se encienda la lámpara correctamente.
- Tienen un ajuste de iluminación acorde a nuestras necesidades, tanto en cantidad como en intensidad.
- No requiere la sustitución del portalámparas ya existente de tubos fluorescentes, es suficiente con realizar un pequeño recableado.
- Para su instalación no requieren ya de cubierta protectora, ya los Led están fabricados de Aluminio y plástico, ya que en caso de ruptura, no caerá ningún pedazo sobre las personas.

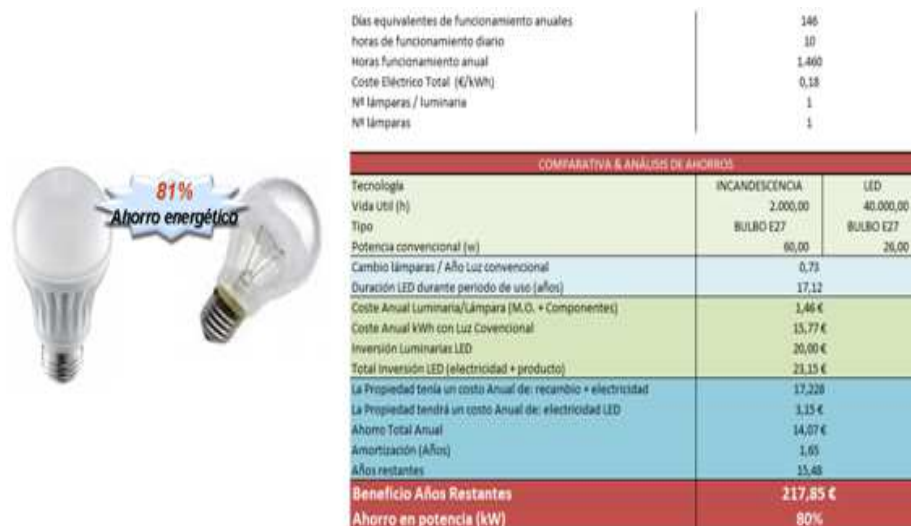


Figura 4. Ahorro energético en algunos países de Europa

Fuente: Philips

Ventajas en Diseño y Arquitectura

- Máxima flexibilidad en su diseño, existiendo Led de diferentes tamaños y diseño.
- Amplia gama de tonos desde los 3000K hasta los 7500K, sin olvidar el gran juego que da el RGB.
- Un arranque que es inmediato obteniendo un 100% de su flujo luminoso después de su encendido.
- Tiene una mejor eficiencia en el sistema porque emplean una luz directa.
- A diferencia de las luces fluorescentes, los Led son más eficientes en ambiente con bajas temperaturas.
- Los Led no tienen problemas de encendido en ambientes fríos y son fuentes de luz fiables en el exterior.
- Robustez y seguridad frente a vibraciones.
- La dispersión de luz fuera de donde se desea es mínima, debido a la direccionalidad de los Led.
- La regulación es total, sin cambio de color.
- Tienen la posibilidad de hacer cambios de colores en una misma lámpara.

- Pueden usarse ópticas de plástico de alta eficiencia que permiten una mayor luminosidad.
- Múltiples posibilidades para decoración.



Figura 5. Diseño de Interiores con Luminarias Led en un aula.

Fuente: Philips diseño de interiores.



Figura 6. Diseño de Interiores con Luminarias Led en un comedor.

Fuente: Philips diseño de interiores.

2.6. Desventajas de las Luminarias Led

- Los Led no resisten altas temperaturas, cuando pasan a más de 65°C los Led se dañan, por eso dependen mucho de la temperatura ambiental.
- Los Led requieren una elevación en su disipación térmica, ya que estos generan menos calor que las demás lámparas, los disipadores tienen que ser de aluminio, esto nos garantiza la vida útil de la lámpara.
- El costo de un Led en comparación con las lámparas convencionales tienen un costo bastante elevado.
- En potencias grandes a partir de 100W, es muy poco competitivo por tener costos muy elevados, existiendo otras alternativas como la Inducción Magnética.
- La gran oferta de este tipo de productos hace difícil la elección de compra, se debe tener cuidado con los proveedores seleccionados, existe un gran intrusismo en el sector.

CAPÍTULO 3

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Eficiencia energética se define como el conjunto de acciones que nos permiten optimizar la energía destinada a producir un bien o servicio. Esto lo podemos lograr a través de implementaciones de diversas medidas e inversiones a nivel de:

- **En Tecnología:** planteando dispositivos que se utilicen de forma eficiente la energía
- **En Gestión:** optimizando los recursos escasos, para poder producir un producto igual o mejor calidad pero con un costo energético mucho menor.
- **En culturizar a la comunidad:** debemos asumir el desafío de utilizar eficientemente la energía, pudiendo adoptar medidas tan simples como por ejemplo apagar luces que no se estén ocupando.

Podemos adoptar medidas de optimización de la energía que traerá beneficios de para el país y a su desarrollo sustentable en las áreas básicas como:

- **En sitios estratégicos:** Reduce la dependencia de fuentes energéticas externas.
- **En lo económico:** El ahorro de energía nos permite aumentar el ahorro energético, esto se debe a la reducción de la demanda energética por parte de los consumidores, en todos los servicios tales como la luz.
- **En lo ambiente:** creando la disminución de la demanda de los recursos naturales, esto conlleva a la disminución de emisiones de CO₂.

- **En lo social:** Las familias de escasos recursos serán las más beneficiadas, ya que estas destinan parte de su presupuesto a la energía.

3.1 Uso consciente de la energía

Disminuir el consumo de energía en los hogares nos contribuye a un ahorro para la economía del país y de nuestros hogares y a la vez ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmosfera principalmente causante de los diferentes cambios climáticos. Sin embargo, lo mencionado anteriormente no nos representa una medida de eficiencia energética, ya que solo consume menos energía haciendo uso de los mismos dispositivos, si no que nos ayudan a crear nuevas iniciativas sobre la importancia sobre el uso consiente de la energía.

A continuación enumeramos algunos procedimientos que nos pueden ser útiles para un mejor aprovechamiento de la energía y que nos conducen a una eficiencia energética.

3.1.1 Evaluación energética

Para efectuar un plan de eficiencia energética en los hogares es necesario hacer una evaluación de los diferentes equipos existentes en el hogar, para así poder determinar cuáles son los de mayor consumo de energía.

3.1.2 Elaboración de un plan de ahorro energético

En el plan de ahorro debemos detallar en orden aquellos lugares donde más se desperdicia la energía, con el objetivo de determinar la inversión en dinero y tiempo necesario para mantenimiento, en reparaciones.

3.1.3 Adoptar acciones

Una de las primeras acciones es considerar la utilización de equipos eléctricos y electrónicos solo en medida justa, sin encender equipos que no se vayan utilizar, sobre todos esos aquellos de mayor consumo.

3.2 Conceptos de la luz

3.2.1 Conceptos de luz

3.2.1.1 Potencia [W]

Es la cantidad de energía eléctrica consumida por una lámpara para realizar su función durante un cierto periodo de tiempo establecido, y su unidad es el vatio (w).

3.2.1.2 Luz

La luz se produce mediante una radiación electromagnética indispensable para poder ver las cosas, por esto puede ser usada como una herramienta para diferentes propósitos en el desarrollo arquitectónico.

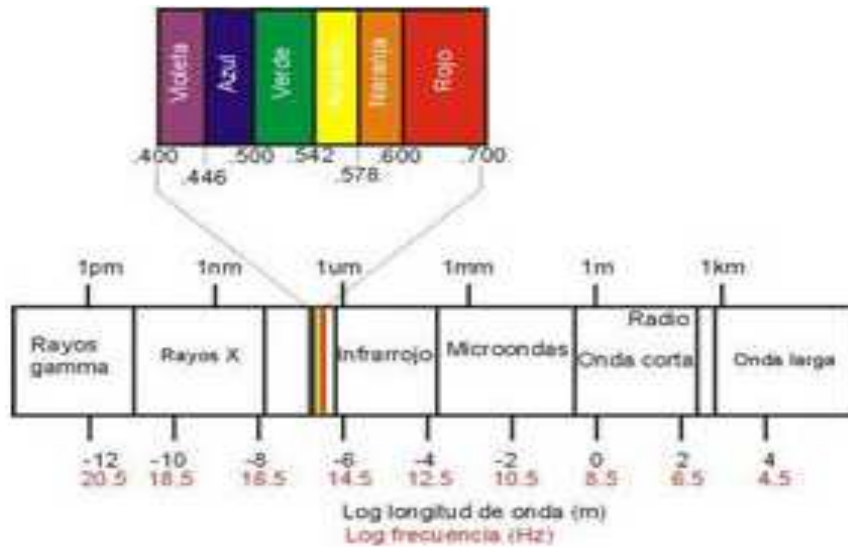


Figura 7. Espectro Electromagnético

Fuente: HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE S.A.

3.2.1.3 Energía Lumínica

Corresponde al flujo lumínico emitido (lm) en una unidad de tiempo (s), su unidad de medida es el lumen segundo

3.2.1.4 Candela

Es la unidad de medición de la intensidad luminosa que alude a la cantidad de luz emitida en una dirección concreta. Su símbolo es cd.

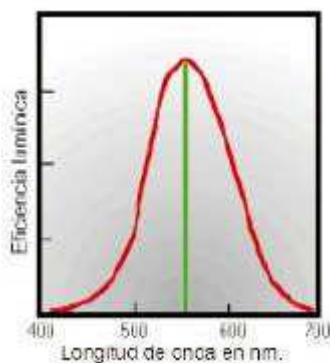


Figura 8. Curva de Visibilidad Relativa, Eficiencia Lumínica/Longitud de Onda.

Fuente: HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE S.A.

3.2.1.5 Flujo luminoso

Se define como la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible, o como la cantidad de energía luminosa expresada por una fuente y valorada por el ojo humano.

3.2.1.6 Intensidad luminosa

Corresponde a la intensidad radiante y su unidad de medida es la candela (cd). Permite evaluar cuanta parte del flujo luminoso de una fuente luminosa se propaga en una determinada dirección dentro de un cono de ángulo sólido unitario que tenga el vértice en la fuente de luz y como el eje la dirección de propagación.

3.2.1.7 Luminancia

Es la densidad superficial de la intensidad luminosa expresada como la relación entre la intensidad luminosa y la superficie desde donde se emite. También se la puede definir como la sensación luminosa que por efecto de la luz se produce en la retina. Y su unidad es la candela por metros cuadrados.

$$\frac{\text{Candela}}{m^2}$$

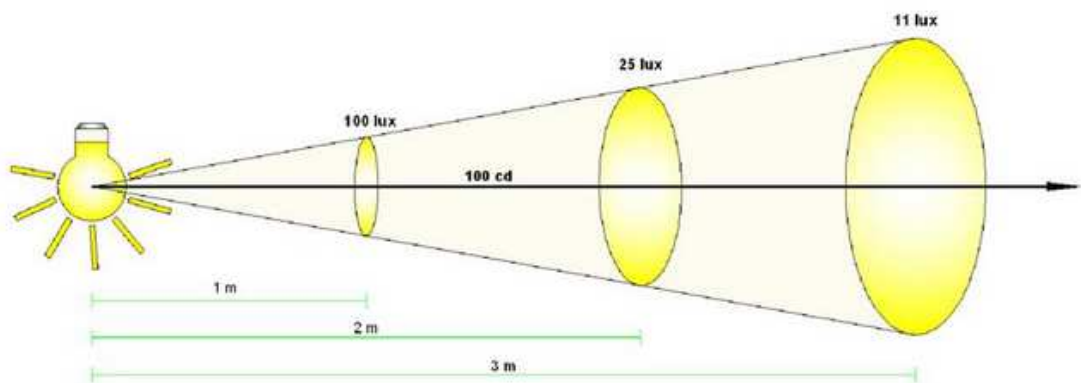


Figura 9. Luminancia

Fuente: HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE S.A.

3.2.1.8 Iluminancia

Cuando se iluminan objetos situados a diferentes distancias, se puede apreciar que los cercanos estén fuertemente iluminados en comparación de los lejanos donde la iluminación es débil.

Se define como la cantidad de luz que recibe una superficie independientemente de la dirección de la cual el flujo luminoso a esta superficie. Su unidad de medida es el lux.



Figura 10. Nivel de Iluminancia según Distancia

Fuente: HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE S.A.

3.2.1.9 Eficacia luminosa

Describe el rendimiento de una lámpara, se expresa mediante la relación entre el flujo luminoso entregado en lum, y la potencia consumida en wattios.

La eficacia luminosa depende de dos factores:

El porcentaje de la potencia eléctrica que se transforma en radiación visible.

La distribución espectral de la radiación emitida por la fuente en relación con la curva de sensibilidad espectral del sistema visual humano.

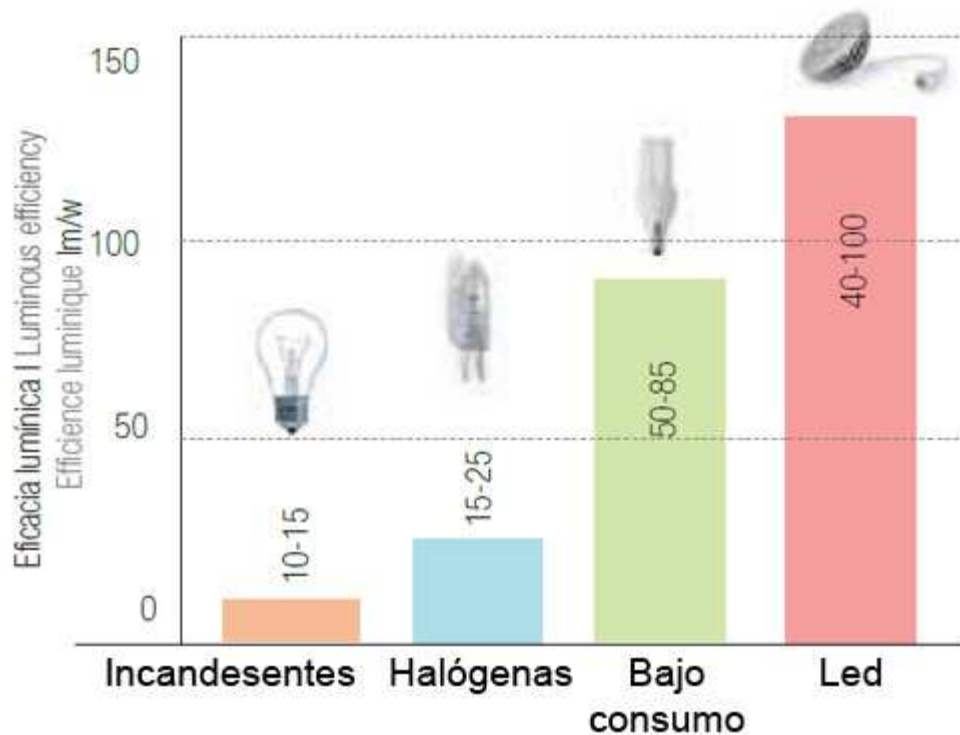


Figura 11. Eficiencia lumínica

Fuente: HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE S.A.

3.2.1.10 Emisión Lumínica

Se define como la cantidad de flujo lumínico emitida por una superficie. Y su unidad de medida es el lux.

3.3 Principales características de las luminarias

En las siguientes características que detallan a continuación, hay que considerar las principales para escoger el tipo de lámpara adecuado se deben tomar en cuenta varios aspectos:

El color de los objetos iluminados

Si la iluminación es general o dirigida

Si se necesita en forma instantánea o se puede dar un tiempo de calentamiento







La temperatura mínima de calentamiento

La eficiencia energética de la lámpara

Facilidad de mantenimiento para el cambio de las lámparas

3.3.1 Vida Útil

Para asegurar su larga vida es muy importante el correcto estudio y diseño de la disipación del calor producido dentro de la luminaria.

COMPARATIVA DEL TIEMPO DE VIDA / LIFE TIME COMPARISON				
	Abreviatura Abbreviation	Portalámparas Lamp holder	Horas de vida Life hours	Vs. LED *
	LED		50,000	1
	QR-LP 111	G53	3,000	17
	QR-CBC51	GU 5,3	4,000	13
	QT-12 ax	GU 6,35	4,000	13
	QT-DE 12	R7s	2,000	25
	TC-DEL	G24q-1	10,000	5
	INCANDESCENTE	E27	1,000	50

* N° de recambios necesarios para igualar a la vida del led.
Lamp replacements needed to equal the led life.

Figura 12. Comparación de vida útil

Fuente: HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE S.A.

3.3.2 Temperatura de Color

La temperatura de color es el color irradiado por una fuente de luz, y varía desde una luz amarilla cálida a una luz azulada fría. Este parámetro tiene un impacto muy importante en el ambiente de la estancia iluminada.

Normalmente, la luz interior es cálida, mientras que para la iluminación exterior se eligen lámparas frías o neutras.

Se expresan en grados kelvin (°K).



Figura 13. Niveles de Temperatura de color

Fuente: HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE S.A.

3.3.3 Factor de Potencia

Se define factor de potencia, como la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S.¹

CAPÍTULO 4

Estudio de las lámparas

4. 1 Estudio comparativo de las diferentes lámparas Incandescentes, Halógenas y Fluorescentes

Es habitual que a la hora de comprar cierta lámpara, la primera selección de esta sería el costo, siguiendo con la potencia requerida por la lámpara, la luminosidad requerida.

Gracias a la información que se ha ido difundiendo en los diferentes medios utilizamos eficientemente la energía, pero que con estos criterios nombrados no es suficiente para elegir una lámpara, sino buscar un ahorro energético al momento de comprar la lámpara.

4. 2 Lámparas eléctricas

Una lámpara eléctrica o bombilla es un dispositivo que produce luz visible a partir de energía eléctrica. Su inventor el estadounidense Thomas Alva presento la primera lámpara incandescente en el año de 1879 y está lucio durante 48 horas ininterrumpidas.

La necesidad de llevar energía por distintas ciudades y a grandes distancias hizo un punto primordial para que se dispare el crecimiento en el mercado de la lámpara eléctrica a nivel mundial.

Las lámparas es uno de los más grandes inventos que es utilizado por el hombre desde su creación hasta ahora en la actualidad.

En la actualidad el mercado está poblado de una gran cantidad de tipos de lámparas con una amplia variedad de características, formas tamaños, tecnología, etc.: las cuales detallaremos a continuación.

◆ Evolución iluminación

- ❖ Hasta el siglo 20 la mayoría de las personas usaban el fuego
DESPERDICIO ENERÉTICO

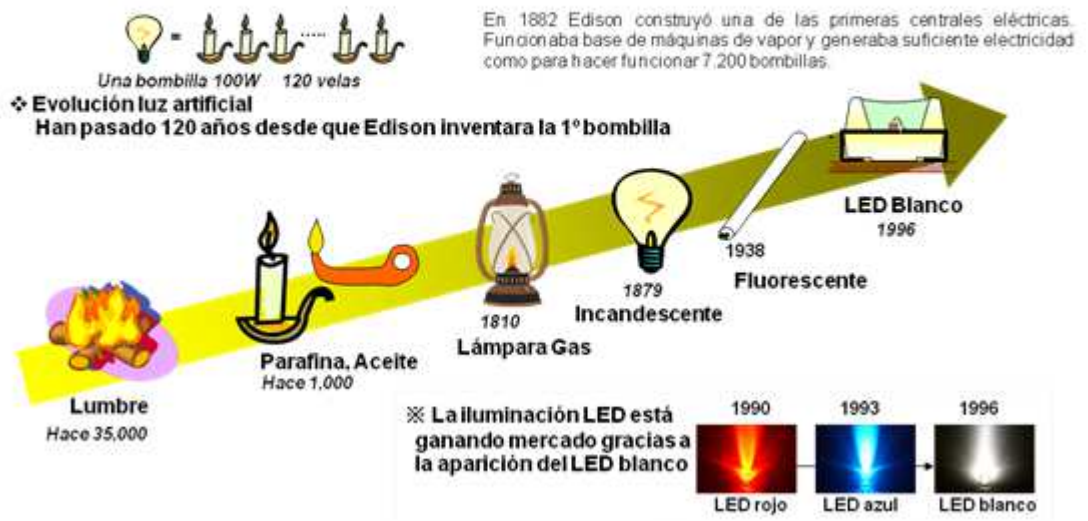


Figura 14. Evolución de la iluminación

Fuente: Illuminet 2013

4. 3 Las Lámparas Incandescentes

Las lámparas incandescentes fueron las primeras en generar luz a partir de la energía eléctrica. Desde que estas lámparas fueron inventadas, la tecnología las ha ido cambiando en la cantidad de luz producida, en el consumo y el tiempo útil de ellas.



Figura 15. Rendimiento de las lámparas incandescentes

Fuente: Texto e ilustraciones José Antonio E. García Álvarez 2012

Pero en términos generales los rendimientos de estas lámparas son bajos debido a que gran parte de la energía que consumen la convierten en calor.

4. 3. 1 Partes de una lámpara incandescentes

Como podemos apreciar en la siguiente figura las lámparas incandescentes tienen una estructura muy sencilla, la cual consta de un casquillo metálico de rosca, con un pequeño aislante y un borde en su extremo. En donde se conecta el polo positivo en el borne y en la parte de casquillo el negativo de la fuente.

En el interior de la lámpara encontramos soldados dos alambres de cobre y en sus puntas va soldado el filamento de tungsteno. Esta va cubierta en su interior de un gas inerte como el Argón lo que prolonga la vida del filamento, y es sellada al vacío.

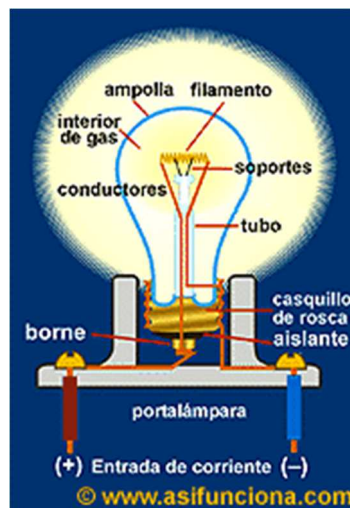


Figura 16. Partes que componen una lámpara incandescente

Fuente: *Texto e ilustraciones José Antonio E. García Álvarez 2012*

4. 3. 2 Trabajo de una lámpara incandescente

La lámpara hace fricción producida por las cargas eléctricas que atraviesan el filamento de tungsteno, este se calienta por la excitación de los átomos que emiten fotones y alcance el estado de incandescencia.

4. 3. 3 Principales características de una lámpara incandescente

Una de su característica es la ventaja de tungsteno en el que es un metal de fusión muy alta, y es un material idóneo para rendir muchas horas de funcionamiento y además un relativamente bajo de costo para producir.

Tiene una vida útil de 750 a 1.000 horas aproximadamente.

En la siguiente tabla detallamos las principales características de las lámparas:

Tabla 1 Características principales de la lámpara incandescente

Tipo de lámpara	Incandescente Tipo convencional
Potencia (W)	100
Temperatura de color	Alrededor de los 2.500K
Eficiencia luminosa (lm/W)	15
IRC	Cercano al 100
Vida útil en horas	1000
Tiempo de encendido (min)	0
Costo	Bajo
Eficiencia	Muy baja solo el 15% de la energía Consumida se convierte en luz visible
Aplicaciones	Se recomienda si uso en interiores, en Iluminación localizada y de tipo decorativo

4. 4 Las Lámparas fluorescentes

Desde hace más de 10 años hasta la actualidad las lámparas fluorescentes se han transformado en las de más uso general en el medio como en oficinas, viviendas, comercios.

La tecnología más conocida en las lámparas fluorescentes es por precalentamiento en su encendido.

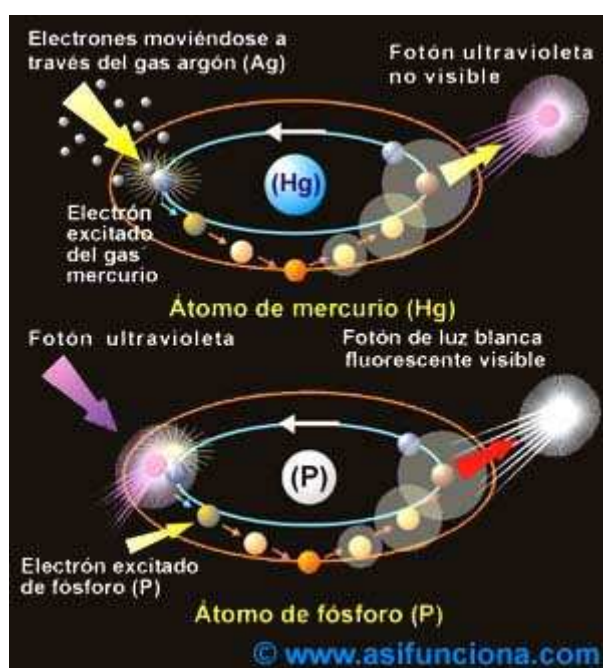


Figura 17. Emisión de luz fluorescente

Fuente: *Texto e ilustraciones José Antonio E. García Álvarez 2013*

4. 4. 1 Estructura de las lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes se dividen en las siguientes partes.

- Tubo de descarga
- Casquillos con los filamentos
- Cavador, o arrancador
- Balastro

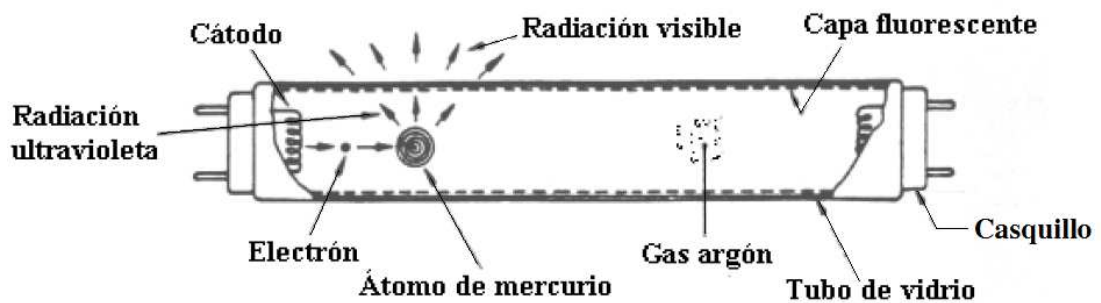


Figura 18. Estructura de una lámpara fluorescente

Fuente: Lámparas y sus componentes 2011

Los tubos de descarga de las fluorescentes están hecha de vidrio, y son de diferentes diámetros y longitudes. La longitud de la lámpara depende mucho de la potencia, y en su interior está recubierta de polvo fluorescente y relleno con un gas inerte argón y una cantidad pequeña de mercurio líquido, vienen en forma recte y también circular.

La mayoría de tubo fluorescente recto tiene en sus extremos un casquillo con dos patillas de contacto externos, que están conectadas con los filamentos de precalentamiento. Y su función es calentar el gas argón que está en su interior para que esta pueda encender.

- En el A las patillas o los pines de contacto
- En el B los electrodos
- En el C el filamento de tungsteno
- En el D el mercurio liquido
- En el E el gas argón
- En el F la capa de fluorescente de fosforo
- Y en el G el tubo de descarga.

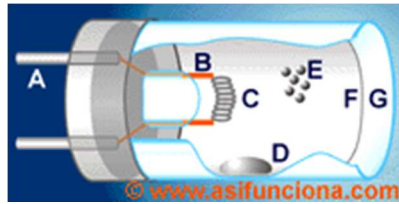


Figura 19. Casquillo de una lámpara fluorescente

Fuente: *Texto e ilustraciones José Antonio E. García Álvarez 2012*

El cebador o encendedor está compuesto de una lámina bimetálica encerrada en una capsula de cristal rellena de gas neón y es el encargado del encendido de la lámpara.

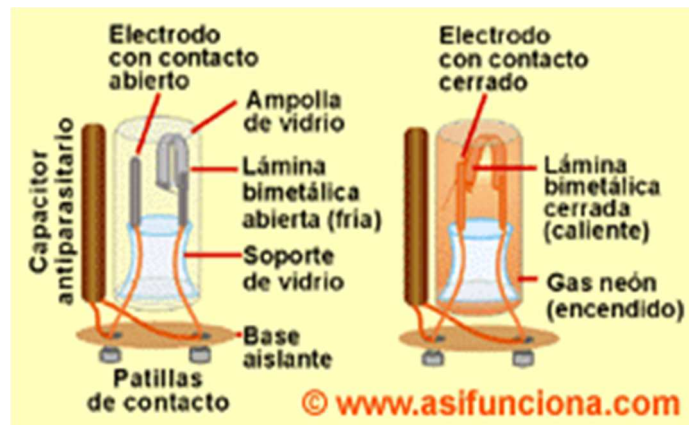


Figura 20. Cebador

Fuente: Iluminet

El balastro electromagnético fue el primer tipo de inductancia que se usó en las fluorescentes, por tener un transformador de corriente que está compuesto por un enrollado de alambres de cobre.

Está constituido por un núcleo, que es la parte principal del balastro, una carcasa, que es la envoltura protectora del balastro, un sellador, que es un compuesto de poliéster y tiene la función de actuar como aislante entre el enrollado, el núcleo y la carcasa, y de un capacitor o filtro, que es utilizado

para mejorar el factor de potencia haciendo que este funcione más eficientemente.

4. 4. 2 Principio de funcionamiento de las lámparas fluorescentes

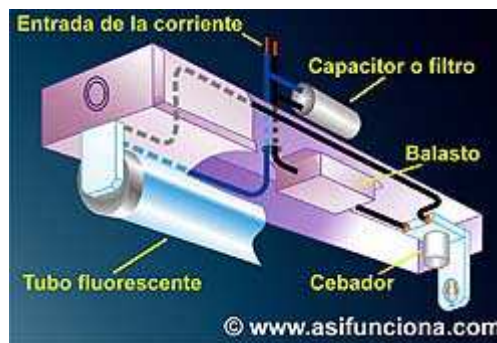


Figura 21. Esquema del circuito eléctrico de una lámpara fluorescente

Fuente: *Texto e ilustraciones José Antonio E. García Álvarez 2012*

Cuando activamos el interruptor de una lámpara, los electrones comienza a fluir por el circuito, y cuando estos electrones llegan al cebador se produce una chispa entre los electrodos que están dentro de su interior hacen que el gas neón que está dentro de la capsula se encienda, y cuando el contacto del cebador está cerrado se establece un flujo de corriente para que el filamento se encienda y se apague el gas.

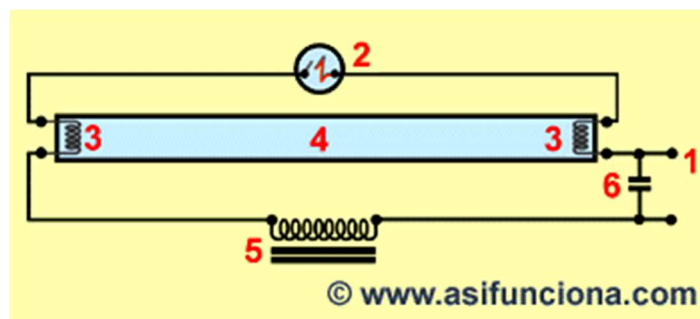


Figura 22. Esquema de un circuito de una lámpara fluorescente
Fuente Afinidad eléctrica (2007)

1. Entrada de la corriente eléctrica
2. Cebador
3. Filamentos de tungsteno
4. Tubo de descarga de luz fluorescente
5. Balastro
6. Capacitor

4. 4. 3 Principales características de la lámpara fluorescente

Las lámparas fluorescentes aportan más luminosidad con menos vatios de consumo de energía.

Tienen un bajo consumo de energía, poseen una vida útil muy prolongada que va entre 5.000 y 7.000 horas, y pierden poca energía en forma de calor.

En la siguiente tabla alguna de sus principales características:

Tabla 2 Principales Características de la lámpara fluorescente

Tipo de lámpara	Fluorescente
Potencia (W)	17 – 59
Temperatura de color	Aproximadamente de los 3.000 a 4.100 Entre Luz cálida y luz fría
Eficiencia luminosa (lm/W)	Entre 70 y 80
IRC	Cercano al 85
Vida útil en horas	Entre 10.000 y 20.000 horas
Tiempo de encendido (min)	De 0 – 1
Costo	Medio elevado
Eficiencia	Media alta
	Es comúnmente usada en la Iluminación de oficinas,

Aplicaciones	Domésticas y en el sector industrial.
---------------------	---------------------------------------

Fuente: BEAULA RENOVABLES SL.

4. 5 Las Lámparas Halógenas

La iluminación halógena es una de la más inteligente con respecto al ahorro de energía. El halógeno no solo ofrece la más alta representación de índice de color para proporcionar luz blanca y en tonos agradable sino que también proporciona una alternativa rentable a las lámparas incandescentes.

4. 5. 1 Estructura de una lámpara halógena

La estructura de las lámparas halógenas es muy sencilla, pues prácticamente tiene los mismos elementos de la lámpara incandescente. se diferencia porque el halógeno consta de un bulbo o tubo de cristal de cuarzo relleno con gas.

Sus formas son lineales, de capsula y dicroica reflectora.



Figura 23. Estructura de una lámpara halógena

Fuente: OSRAM 2013

4. 5. 2 Principio de trabajo de una lámpara halógena

El principio de una lámpara halógena es similar al de la lámpara incandescente.

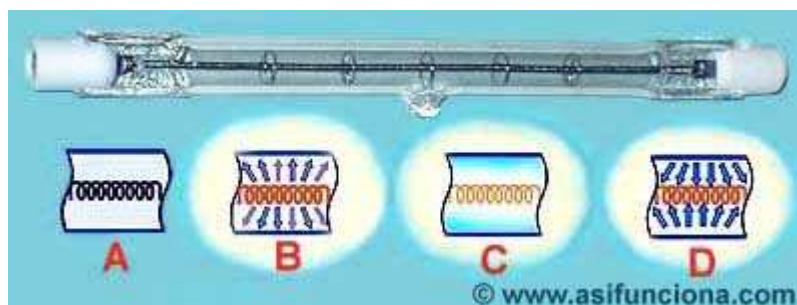


Figura 24. Ciclo del Halógeno

Fuente: afinidad eléctrica (2007)

En la figura 24 vemos un filamento y 4 más de diferentes formas que detallamos a continuación:

En el A vemos un filamento apagado.

En el B un filamento encendido. La temperatura que presenta hace provocar su evaporización en forma de vapor de tungsteno.

En el C el vapor es desprendido que cuando toca la superficie interior del cristal de cuarzo, se combina con el gas halógeno y se convierte en halogenuro de tungsteno.

En el D el halogenuro formado tiende a fluir en dirección del filamento, donde presenta altas temperatura y convirtiéndolo en un nuevo material el tungsteno. Dando como resultado que el filamento se reconstruya y libere el gas halógeno durante este proceso, permitiendo efectuar el llamado “ciclo del halógeno”.

4. 5. 3 Principales características de las lámparas halógenas

Las lámparas halógenas emiten una luz 30% más blanca y brillante usando menos potencia en watt.

Son más eficientes porque consumen menos energía por lumen y son mucho más pequeñas que las incandescentes.

A continuación detallamos las principales características de las lámparas halógenas.

Tabla 3 Características principales de la lámpara halógena

Tipo de lámpara	Halógena Tipo reflector
Potencia (W)	100
Temperatura de color	Alrededor de los 3.000K Color calido un poco mas blanco
Eficiencia luminosa (lm/W)	75
IRC	Cercano al 100
Vida útil en horas	6.000 y 20.000 horas
Tiempo de encendido (min)	De 1 a 5
Costo	Medio Bajo
Eficiencia	Baja
Aplicaciones	Generalmente en Iluminación de hogares, tiendas comerciales, recepciones y faros delanteros de los autos

Fuente: BEAULA RENOVABLES SL.

CAPÍTULO 5

INSTALACIONES DE LA FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO A REALIZAR EL ESTUDIO

Posee laboratorios para las siguientes carreras

- Electrónica
- Electromecánica
- Telecomunicaciones
- Agropecuaria
- Agroindustria y Agronegocios
- Economía Agrícola y Desarrollo Rural
- Medicina Veterinaria y Zootecnia

5.1 Plano de las instalaciones con la carga actual



El estudio de nuestro proyecto se centra en la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo (FETD) de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) la cual se encuentra ubicada en el kilómetro 1 ½ de la avenida Carlos Julio Arosemena en la ciudad de Guayaquil.

En el cual procedemos a un levantamiento de las luminarias de las instalaciones de cada uno de los diferentes bloques existentes en la

Facultad, en los que se distribuye en oficinas, aulas, laboratorios, aulas virtuales. Y encontrando ubicadas 1054 lámparas en toda la Facultad con las que actualmente se encuentra funcionando.

En las oficinas podemos encontrar un modelo distinto de lámpara, al que existen en las aulas y en los laboratorios. Los modelos los describimos a continuación:

Tabla 4 Lámparas existente en la Facultad

Lámpara	Marca	Modelo	Descripción	Potencia	Aplicaciones
<p>Modelo</p> 	Sylvania	Luminaria mirrors optics AS SYL 6060 de empotrar con reflector de alta reflectancia	Reflector en lamina de aluminio de 4 *F17 T8 De 120 V a 277 V Base G13	50 W	Salas de cómputo Aulas de clases Oficinas
	Sylvania	Luminaria mirrors optics AS SYL 60120 de empotrar	Reflector en lamina de aluminio de 3 *F32 T8 De 120 V a	85 W	Laboratorios

			277 V		
			Base G13		

Según el plano de levantamiento de las cargas de las luminarias de la Facultad de Educación Técnica Para el desarrollo, se detallan las oficinas, laboratorios y aulas considerados a realizar el estudio con sus respectivas lámparas por áreas y modelos de luminarias para los cálculos posteriores:

Tabla 5 carga actual de la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo

#	Departamentos / áreas	# lámparas	Focos	Potencia total (wattios)
1	Oficinas y pasillos	42	7	3570 + 140
2	Lab. Control y movimiento	8		464
3	bodega	1		112
4	Lab. Automatización industrial	8		680
5	Lab. Fisiología vegetal	8		680
6	Lab. Clínico veterinario	7		595
7	Lab. Química	3		255
8	mirador	15		870
9	Planta de procesamiento de Industrias cárnicas	1	10	85 + 200
		24		1632
10	Planta de industria de lácteos	20		1360
11	Pasillos de industrias de lácteos	6		348
12	Lab. Área de biología	6		348
13	Sala virtual	12		1020
14	Sala de computo	9		765
15	Aulas de profesores 1-2-3-4-5	12		204
16	Sala de lectura	12		204
17	Lab. de neumática	4		232
18	Lab. De electricidad	8		464
19	Lab. De electrónica	10		580

20	Lab. De telecomunicaciones	2		348
21	Aula Ft1	7		406
22	Aula Ft2	7		406
23	Aula Ft3	7		406
24	Aula Ft4	12		408
25	Aula Ft5	12		408
26	Aula Ft6	12		408
27	Aula Ft7	12		408
28	Aula Ft8	12		408
29	Aula Ft9	12		408
30	Aula Ft12	12		612
31	Aula Ft13	12		612
32	Aula Ft14	6		348
33	Aula Ft15	6		348
34	Aula Ft16	6		348
35	Pasillos de aulas	28		1624
		18		204
36	baños	8		464

5.2 Análisis del consumo eléctrico

Para empezar a proyectar el estudio de costo y beneficios de la propuesta que se realizara en este proyecto de titulación, es obligatorio comparar el consumo eléctrico sobre el sistema de iluminación que posee actualmente la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

Una manera de obtener el valor que consume la Facultad es por medio de la planilla que entrega la empresa Pública Eléctrica de Guayaquil. El único inconveniente que se posee es que los datos de la planilla nos muestran el valor general de consumo de toda la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, y no podríamos desmenuzar dichos valores para poder obtener un valor real por el consumo de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

Otra manera fue tomando la medida del medidor que se encuentra en la Facultad en el cuarto de transformadores tomando la medida del medidor el 9 de enero y nos reflejó la medida de 15.320 y volviendo a revisar el medidor el 9 de febrero tomando el valor de 15.552 entonces en el transcurso del mes vemos que ha consumido 232 pero esto con un factor de multiplicación de 40, que en un mes serian 9.280 KWh por un mes de consumo más un 2% de consumo por pérdidas(185,6) en total seria 9.465,6 de toda la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

Entonces para poder conseguir los valores por iluminación de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo haremos lo siguiente:

- a) Con el levantamiento que tenemos de las lámparas que hay actualmente en la Facultad podemos obtener el consumo diario total de cada oficina, laboratorio y aulas, sobre el número de horas diarias en las cuales se enciendan las lámparas y multiplicarlo por el consumo de cada lámparas de los bloques de la Facultad, en base a los modelos de las lámparas.

$$KWh_{diario} = (P_{diaria}) (\# \text{ horas})$$

KWh diario por área

- b) La suma de todos los KWh de cada una oficina, laboratorio y aulas de clases, nos dará un promedio de consumo de Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

$$KWh_{diario \text{ total}} = \sum kwh \text{ cada bloque}$$

KWh diario total

- c) Después este valor calculado por ser diario lo multiplicaremos por un aproximado de 22 días de un mes, ya que en la Facultad los sábados solo hay clases en la mañana y los domingos no hay asistencia.

$$KWh_{mensual} = (KWh_{diariototal})(22)$$

KWh total mensual

Los resultados conseguidos en el procedimiento anteriormente son citados en la siguiente tabla:

Tabla 6 Detalles del consumo eléctrico de la Facultad por un mes

#	Departamentos / bloques	Potencia [Vatios]	Tiempo[horas]	Consumo[KWh] aproximado diario
1	Oficinas y pasillos	3570	8	28,5
2	Lab. Control y movimiento	464	8	3,7
3	Bodega	112	8	0,8
4	Lab. Automatización industrial	680	8	5,4
5	Lb.a Fisiología vegetal	680	8	5,4
6	Lab. Clínico veterinario	595	8	4,7
7	Lab. Química	255	8	2,04
8	Mirador	870	4	3,4
9	Planta de procesamiento de Industrias cárnicas	85	10	0,8
		1632	10	16,3
10	Planta de industria de lácteos	1360	10	13,6
11	Pasillos de industrias de lácteos	348	5	1,7
12	Lab. Área de biología	348	3	1,04
13	Sala virtual	1020	12	12,2
14	Sala de computo	765	12	9,1
15	Aulas de profesores 1-2-3-4-5	204	12	2,4
16	Sala de lectura	204	12	2,4
17	Lab. de neumática	232	3	0,6
18	Lab. De electricidad	464	3	1,3
19	Lab. De electrónica	580	3	1,7
20	Lab. De telecomunicaciones	348	3	1,04
21	Aula Ft1	406	6	2,4
22	Aula Ft2	406	6	2,4

23	Aula Ft3	406	6	2,4
24	Aula Ft4	408	6	2,4
25	Aula Ft5	408	6	2,4
26	Aula Ft6	408	6	2,4
27	Aula Ft7	408	6	2,4
28	Aula Ft8	408	6	2,4
29	Aula Ft9	408	6	2,4
30	Aula Ft12	612	6	3,6
31	Aula Ft13	612	6	3,6
32	Aula Ft14	348	6	2,08
33	Aula Ft15	348	6	2,08
34	Aula Ft16	348	6	2,08
35	Pasillos de aulas	1624	5	8,1
		204	6	1,2
36	Baños	464	6	2,7
			Total [KWh] diario	165,16 KWh
			Total [KWh] mensual Promedio	3.633,52 KWh

En una resolución # 034/11 del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) nos muestra el pliego tarifario de costos de la energía eléctrica.

El cuadro se muestra a continuación:

Tabla 7 Tabla de valores en Guayaquil de costos del KWh

Cargos tarifarios

Cargo tarifario	Esquema (USD /KWh)		
Rango de consumo	Demanda (USD/kW)	Energía (USD/kWh)	Comercialización (USD/consumidor)
Categoría	Residencial		
0 -50		0,068	Consumos de: 0-300 kWh/mes
51 - 100		0,071	

101 - 150		0,073	1,414
151 - 200		0,080	301-500 kWh/mes
201 - 250		0,086	2,826
251 - 300		0,093	501-1000 kWh/mes
301 - 350		0,093	4,240
351 - 500		0,093	1001-Sup. kWh/mes
501 - 700		0,093	7,066
701 - 1000		0,1350	
1001 - 1500		0,1609	
1501 - 2500		0,2652	
2501 - 3500		0,4260	
Superior		0,6712	
Categoría	General		
Nivel Tensión	General Media Tensión con Demanda		
	Comerciales, industriales, E. oficiales, bombeo agua, Esc. Deportivos, servicios comunitarios, autoconsumos y abonados especiales		
	4,003	0,52	

Tomando el informe al cálculo que nos dio y con este valor que está establecido en la tabla de valores en Guayaquil del kWh nos colocamos en el rango de consumo eléctrico en la categoría general de media tensión con demanda, y el valor de 0,052 centavos por kWh.

Entonces tomando el valor que nos dio de la potencia absorbida por concepto de luminarias de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, lo multiplicaremos por el valor del kWh:

$$Valormensual_{USD} = (Totalmensual_{kWh})(ValorKWh_{USD})$$

$$Valormensual_{USD} = (3.633,52)(0,52)$$

$$\text{Valormensual}_{USD} = USD 1.889,43$$

Valor aproximado en USD mensual de la (FETD)

Después de haber recolectado toda la información necesaria y completa de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo y basándose en los reglamentos vigentes del CONELEC, asumimos como resultado que la Universidad por concepto de luminarias de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo tiende a pagar por consumo de luminarias de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo paga un valor aproximado de \$ 1.889,43 centavos por concepto de iluminación de la Facultad.

5.3 Propuestas para un reemplazo de las actuales lámparas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo

Con toda la información inicialmente detallada, venimos a realizar la siguiente propuesta para el reemplazo del sistema de iluminación de lámparas fluorescentes actuales de la Facultad de Educación Técnica para el desarrollo por una tipo tubo Led.

5.4 propuesta de reemplazo de las actuales lámparas por unas lámparas Led

A continuación detallaremos la propuesta hecha para el cambio de luminarias a tipo Led:

Propuesta de modelos para el reemplazo de lámparas tipo Led

Tabla 8 Tipos de lámparas para la propuesta

Lámparas tipo Led para el reemplazo de las actuales	Características	Potencia
<p>Tubo led 18 W T8 6500 K ECO SYLVANIA</p> 	<p>Adaptable a casi todas las luminarias T8</p> <p>Ahorro hasta un 50% de energía</p> <p>No es necesario recablear la luminaria</p> <p>Temperatura de color 6500K luz diurna</p>	<p>18 W</p>
<p>TUBO LED 9 W T8 6500K ECO SYLVANIA</p> 	<p>Gran duración 50.000 horas lo que reduce costos de mantenimiento</p> <p>6.500 K luz diurna</p> <p>Recubrimiento satinado para reducir el deslumbramiento</p>	<p>9 W</p>

Fuente: JORCHU SA. 2015

La propuesta de las lámparas nos muestra dos tipos de lámparas diferentes que consisten en tubos Led de 18 y 9 W para el reemplazo de las actuales lámparas de la Facultad.

Estas lámparas cumplen con los lúmenes requeridos para su reemplazo que son de 1800 lm y 900lm, para los distintos bloques de la Facultad entre ellas las aulas de clases, los laboratorios.

Su color de temperatura es de 6500K siendo este el más adecuado para este trabajo.

Las lámparas Led contienen un sin número de ventajas, como el ahorro de energía hasta de un 50 a 80 % en comparación de las lámparas fluorescentes, es cuidadoso con el medio ambiente, por no contener mercurio, reduciendo las emisiones de CO₂, la mayoría de tubos Led pueden reemplazar directamente a los tubos fluorescentes, el brillo del tubo Led es suave.

Su vida útil de más de 50.000 horas de uso, con una duración de casi 10 años de funcionamiento y una garantía de 3 a 5 años.

Con la propuesta que hemos realizado obtenemos lo que consumiría cada departamento de la Facultad en la siguiente tabla.

Tabla 9 Propuesta: Carga [W] por laboratorio, oficina y aulas

#	Departamentos / áreas	Modelo	# lámparas	Focos	Potencia total (wattios)
1	Oficinas y pasillos		42	7	2268
2	Lab. Control y movimiento		8		288
3	Bodega		1		72
4	Lab. Automatización industrial		8		432
5	Lab. Fisiología vegetal		8		432
6	Lab. Clínico veterinario		7		378
7	Lab. Química		3		162
8	Mirador		15		540
9	Planta de procesamiento de Industrias cárnicas		1	10	54
			24		864
10	Planta de industria de lácteos		20		720
11	Pasillos de industrias de lácteos		6		216
12	Lab. Área de biología		6		216
13	Sala virtual		12		648
14	Sala de computo		9		486
15	Aulas de profesores		12		108

	1-2-3-4-5			
16	Sala de lectura		12	108
17	Lab. de neumática		4	144
18	Lab. De electricidad		8	288
19	Lab. De electrónica		10	360
20	Lab. De telecomunicaciones		6	216
21	Aula Ft1		7	252
22	Aula Ft2		7	252
23	Aula Ft3		7	252
24	Aula Ft4		12	324
25	Aula Ft5		12	324
26	Aula Ft6		12	324
27	Aula Ft7		12	324
28	Aula Ft8		12	324
29	Aula Ft9		12	324
30	Aula Ft12		12	324
31	Aula Ft13		12	324
32	Aula Ft14		6	216
33	Aula Ft15		6	216
34	Aula Ft16		6	216
35	Pasillos de aulas		28	1008
			18	162
36	Baños		8	288

Ya con estos nuevos valores calculados y en comparación a los que obtuvimos con las lámparas fluorescentes actuales en la Facultad, obtenemos la siguiente tabla que nos va mostrar el consumo mensual total en [KWh] que tendríamos con la propuesta de las lámparas tipo Led:

Tabla 10 Consumo de la Facultad en un mes [KWh]

#	Departamentos / áreas	Potencia [W]	Tiempo[h]	Consumo diario [KWh]
1	Oficinas y pasillos	2268	8	18,1
2	Lab. Control y movimiento	288	8	2,3
3	Bodega	72	8	0,5
4	Lab. Automatización industrial	432	8	3,4
5	Lab. Fisiología vegetal	432	8	3,4
6	Lab. Clínico veterinario	378	8	3,02
7	Lab. Química	162	8	1,2
8	Mirador	540	4	2,1
9	Planta de procesamiento de Industrias cárnicas	54	10	0,54
		864	10	8,6
10	Planta de industria de lácteos	720	10	7,2
11	Pasillos de industrias de lácteos	216	5	1,06
12	Lab. Área de biología	216	3	0,6
13	Sala virtual	648	12	7,7
14	Sala de computo	486	12	5,8
15	Aulas de profesores 1-2-3-4-5	108	12	1,2
16	Sala de lectura	108	12	1,2
17	Lab. de neumática	144	3	0,4
18	Lab. De electricidad	288	3	0,8
19	Lab. De electrónica	360	3	1,08
20	Lab. De telecomunicaciones	216	3	0,6
21	Aula Ft1	252	6	1,5
22	Aula Ft2	252	6	1,5
23	Aula Ft3	252	6	1,5
24	Aula Ft4	324	6	1,9
25	Aula Ft5	324	6	1,9
26	Aula Ft6	324	6	1,9
27	Aula Ft7	324	6	1,9
28	Aula Ft8	324	6	1,9

29	Aula Ft9	324	6	1,9
30	Aula Ft12	324	6	1,9
31	Aula Ft13	324	6	1,9
32	Aula Ft14	216	6	1,2
33	Aula Ft15	216	6	1,2
34	Aula Ft16	216	6	1,2
35	Pasillos de aulas	1008	5	5,04
		162	6	0,9
36	Baños	288	6	1,7
			Total [KWh] diario	101,74
			Total Promedio mensual [KWh]	2.238,28

Con este valor promedio mensual de 2.238,28 KWh que nos resultó con las lámparas tipo Led, procedemos a confirmar el valor mensual en USD que consumiría el sistema de iluminación para la Facultad al escoger esta propuesta:

$$Valormensual_{USD} = (Totalmensual_{KWh})(ValorKWh_{USD})$$

$$Valormensual_{USD} = (2.238,28)(0.52)$$

$$Valormensual_{USD} = USD1.163,90$$

Propuesta: costo en USD

Con los resultados obtenidos por el consumo de energía con el sistema de iluminación tipo Led de las actuales lámparas fluorescentes en comparación con la propuesta hecha con los tubos Led se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 11 Propuesta: Consumo de energía y ahorro en dólares

Consumo mensual [KWh] de las actuales lámparas fluorescentes	3.633,52
Consumo mensual [KWh] con tubos Led	2.238,28
Ahorro de [KWh] por mes	1.395,24
Ahorro de [KWh] por un año	16.742,88
Ahorro de [USD] por mes	725,52
Ahorro de [USD] por un año	8.706,3

Podemos observar que con la propuesta de cambio de lámparas de tipo Led obtendríamos un ahorro aproximado al año de 16.742,88 KWh lo que esto nos significaría un ahorro económico anual aproximado de \$ 8.706,3 para la Universidad.

Tabla 12 Propuesta: Costo de lámparas tipo Led

Descripción del producto	Costo (precio)
Lámpara de tubo led modelo 1 (costo por unidad)	\$ 17
Lámpara de tubo led modelo 2 (costo por unidad)	\$ 18

Tabla 13 Costo total de lámparas

Descripción del producto	Costo (precio)
Lámpara de tubo led modelo 1 (482)	\$ 8.194
Lámpara de tubo led modelo 2 (572)	\$ 10.296
Valor total (son 1054 tubos)	\$ 18.490
IVA 12.00%	\$ 2.218,80
TOTAL	\$ 20.708,80

En la siguiente tabla podemos ver el detalle de los costos de las lámparas tipo Led de la propuesta lo que requeriría invertir la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil para poder cambiar su actual sistema de iluminación de lámparas fluorescentes de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

El costo en USD por el reemplazo de los 1.054 de tubos tipo Led para las 401 lámparas existente que hay en la Facultad es de \$ 20.708,80.

Tabla 14 Tiempo aproximado para recuperar la inversión

Inversión total (USD)	\$ 20.708,80
Ahorro por propuesta por un año (USD)	\$ 8.706,3
Periodo para recuperar la inversión	2 años y 3 meses

Al finalizar la propuesta de las lámparas tipo Led, se requiere un aproximado cerca de 2 años y 3 meses como tiempo para la recuperación de la inversión

para el reemplazo de las lámparas fluorescentes con la nueva tecnología tipo Led que existen en la Facultad.

A pesar de que este trabajo de titulación fue encaminado en el impacto económico que generan las lámparas fluorescentes y que podrían ser reemplazadas por la nueva tecnología de tipo Led que son mayormente ahorradoras y amigables con el medio, cabe reiterar que la iluminación es un tema obligatorio dentro de las plazas de trabajo, oficinas, incluso para llegar a evitar accidentes de trabajo, en los laboratorios donde se hacen muchos experimentos y prácticas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La iluminación Led nos ofrece cuantiosas ventajas más allá del ahorro energético y económico.

Es una fuente que no genera mucho calor, con una proporción de luz uniforme y regulable para diferentes usos.

Unas de las ventajas proporcionadas para la Facultad por el uso de la iluminación LED es el ahorro energético, además de tener mayor vida útil y eliminando la presencia de insectos, ya que no contiene mercurio, sodio y ningún metal pesado.

Debemos ser conscientes que la inversión inicial es alta para la Facultad. Por eso, se aconseja cambiar la iluminación de la Facultad por iluminación Led en los lugares en que las lámparas ya cumplieron su ciclo de vida útil.

La Facultad de Educación Técnica para el desarrollo debe adquirir en algunas partes un nuevo sistema de iluminación, ya que la iluminación actual tiene tiempo y se encuentran en mal estado algunas lámparas.

RECOMENDACIONES

Asegurarnos de escoger la potencia adecuada, con los lúmenes que requieran las distintas áreas. Preferiblemente que sean las indicaciones directamente del fabricante.

Instalando correctamente la posición de las lámparas en las diferentes áreas y en una cantidad suficiente.

Debemos iluminar bien el área de las aulas de una forma uniformemente posible, preferible que las lámparas que se usen no solo generen un punto de luz sino que sea uniforme.

Además, así como en este estudio realizado en la Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, que está vinculada en trabajos eléctricos, por su carrera de ingeniería Electrico-Mecanica, se recomienda usar mano de obra propia, haciendo que los mismos estudiantes de los cursos más superiores pudieran hacer el cambio, y vayan cogiendo experiencias en el sistema laboral.

Es recomendable crear un plan de mantenimiento mensual de las luminarias ya que existen algunas que se encuentran deterioradas, otras que ya cumplieron su ciclo de vida útil, y que puedan ser hecha por personal calificado de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica, ya que esto no es complicado sino que es cuestión de cuidado, para poder aprovechar al máximo el tiempo de garantía.

Un mantenimiento que incluya:

La limpieza externa de las lámparas.

Una revisión periódica de la entrada de voltaje de las luminarias en la caja de breker y de los distintos dispositivos de las instalaciones.

Que la sustitución de una lámpara debe hacerse si es posible al final de su vida útil, ya que en este tiempo de trabajo no hayan fallado, su eficiencia habrá disminuido.

Anexos:

Cotización de lámparas led para la propuesta de cambio

Fecha : 24/02/2015 Hora : 16:27:09 Usuario : amacias Pagina : 1 de 1

JORCHU SA

RUC: **0992338237001**

COTIZACION : 9594

DIRECCION: **Edif. Parque Industrial Sai Baba Ofi. 13 Km 4.5 Via Duran - Tambo**

TELEF: **2811640**

Fecha : 24 / febrero / 2015

Cliente :

Vendedor : Almacen

Ruc:

Telefono:

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	DESC.	TOTAL
P25137-36	* TUBO LED 9W T8 6500K ECO SYLVANIA	572.00	18.0000	0.00%	10,296.0000
P25125-36	* TUBO LED 18W T8 6500K ECO SYLVANIA *	482.00	17.0000	0.00%	8,194.0000

Veinte Mil Setecientos Ocho 80/100

OBSERVACIONES : COTIZACION PARA TESIS DEL ALUMNO
VICTOR RAFAEL QUIZHPI VARGAS DE LA
UCSG

Impuesto Tarifa 12.00%	18,490.00
Impuesto Tarifa 0%	0.00
Subtotal	18,490.00
Descuento	0.00
IVA 12.00%	2,218.80
TOTAL	20,708.80

amacias

Elaborado por

Aprobado por

Recibí conforme

Lista de catálogo de SYLVANIA con las especificaciones de las lámparas



TUBO LED



Código	Descripción	Empaque	Unidades por Caja	Precio USD
P33841-36	Tubo Led T8 9W 5000K 85-264V	Caja	20	18.60
P25137-36	Tubo Led Eco T8 9w 6500K 100-240V	Caja	20	18.00
P25125-36	Tubo Led Eco T8 18w 6500K 100-240V	Caja	20	17.00
P24084-36	Tubo Led Eco T8 20w 6500K 120-277V	Caja	10	25.00

Figura 1 catalogo Sylvania

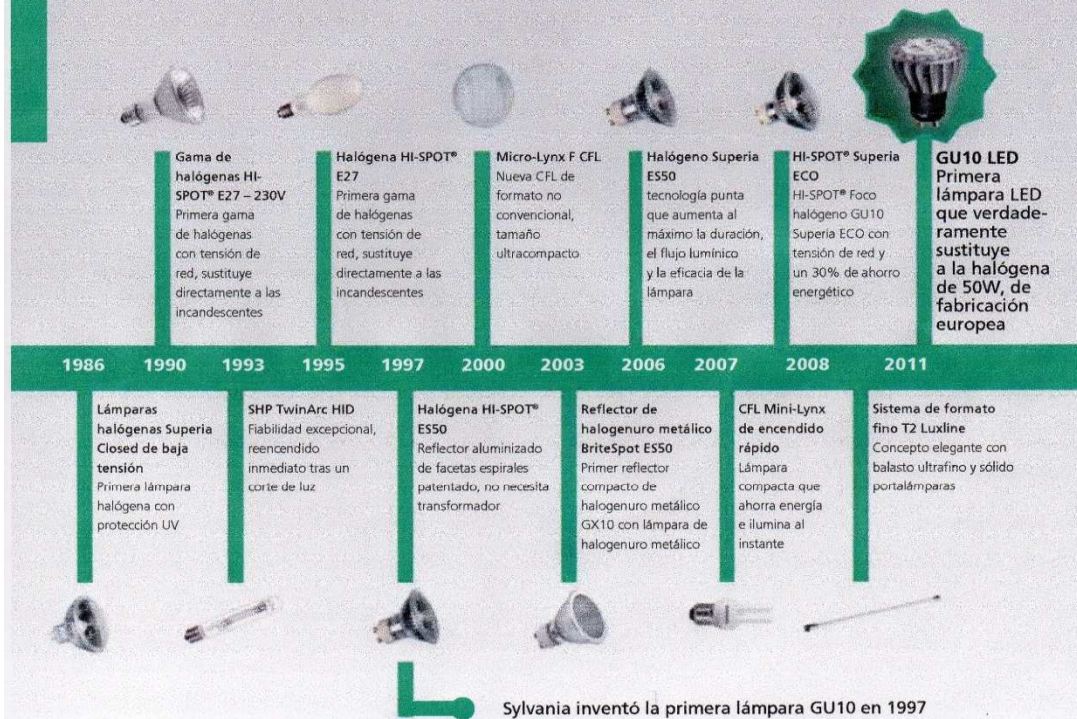
Evolución de las lámparas SYLVANIA

Tecnología LED por Sylvania

Nuestra tecnología ha alcanzado un desarrollo que ahora permite sustituir con total seguridad las lámparas de tecnología antigua por las últimas lámparas LED adaptables, para fines de iluminación general. Las lámparas LED de Sylvania garantizan la satisfacción de los usuarios, ya que es posible sustituir las lámparas incandescentes y halógenas por otras LED sin perder el nivel de iluminación y comodidad al que están acostumbrados, consiguiendo además un enorme ahorro energético.

Nuestras lámparas LED comparten un diseño exclusivo de Sylvania, que se basa en nuestros reflectores en forma de espiral tradicionales utilizados en las lámparas halógenas. Nuestro rendimiento es el mejor de su categoría, lo que facilita la elección en el mercado y elimina cualquier riesgo en cuanto a seguridad o calidad. Las lámparas LED no contienen mercurio ni plomo, y consiguen hasta un 90% de ahorro energético, por lo que resultan muy ecológicas.

Más de 100 años innovando la tecnología de lámparas



BIBLIOGRAFÍA

1. SYLVANIA , iluminación Sylvania folletos 2012
2. ILUMEC, catálogo general de luminarias 2013
3. UTN (2006) Lámparas y sus componentes, Argentina: Asociación de profesores de la Facultad Regional Córdoba (FRC).
4. SYLVANIA (2004) Luminarias modulares, Havells-Sylvania, Colombia, Bogotá,
5. CONELEC (2011). Regulación N° CONELEC 034/11, Quito, Ecuador
6. Sylvania, lista de precios febrero del 2015.
7. Herrera (2012) eficiencia energética. México limusa
8. Afinidad eléctrica (2007) artículo 35
9. XATAKA HOME, Iluminación LED (2012) España Murcia
10. *Texto e ilustraciones José Antonio E. García Álvarez 2012*