

**¿ ES VIABLE UN DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION TIPO LED AL
TUNEL DE ACCESO A CASA DE MAQUINAS DE LA CENTRAL
HIDROELECTRICA LA TASAJERA ?**

**JOHN JAIRO RESTREPO CORRALES TEL 4463439
JORGE ALIRIO HERNANDEZ QUINTERO TEL 4229626**

**ASESOR
ALVARO MAURICIO ALVAREZ BURGOS**

**UNIVERSIDAD UNIMINUTO SUCURSAL BELLO
GERENCIA DE PROYECTOS**

MEDELLÍN

2013

CONTENIDO

CONTENIDO

1. TEMA, ENERGÍA ELÉCTRICA	3
2. TITULO: ¿ES VIABLE UN DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION TIPO LED AL TUNEL DE ACCESO A CASA DE MAQUINAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA LA TASAJERA?	3
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
a. Objetivo general	4
b. Objetivos específicos	4
4 .LOCALIZACIÓN.....	4
5. JUSTIFICACIÓN	7
6. MARCO DE REFERENCIA	7
<i>Beneficios de las Luces LED.</i>	8
<i>Impacto ambiental de las luces LED.</i>	9
7. METODOLOGIA.....	14
8. RESULTADOS.....	15
8.1 DIAGNOSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DEL TÚNEL DE ACCESO.....	15
9. BIBLIOGRAFÍA	22

1. TEMA, ENERGÍA ELÉCTRICA

2. TITULO: ¿ES VIABLE UN DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION TIPO LED AL TUNEL DE ACCESO A CASA DE MAQUINAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA LA TASAJERA?.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La limitada disponibilidad de recursos energéticos no renovables y los crecientes problemas ambientales causados por la producción, distribución y consumo de la energía son parámetros que se deben considerar en el momento implementar un diseño de iluminación de manera eficiente. El proyecto consiste en el diseño, de un sistema de Iluminación eficiente en la central de generación la tasajera, permitiendo un ahorro energético. Este nuevo sistema de iluminación implica un menor impacto ambiental por un consumo de energía controlado, y por lo tanto, brindar también inmediatos beneficios económicos y dar cumplimiento a la normatividad vigente RETILAP - Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público - mediante Resolución 18 1331 del 6 de agosto de 2009, el cual fue modificado y aclarado mediante las resoluciones 18 0540 de marzo 30 de 2010, 18 1568 de septiembre 1 de 2010, 18 2544 de diciembre 29 de 2010, 18 0173 de febrero 14 de 2011, y 91872 de diciembre 28 de 2012.

La especialización en gerencia La especialización en Gerencia de Proyectos, como su nombre lo indica está directamente relacionada con los Proyectos.

Los proyectos de Energía Eléctrica tienen unos componentes como costos, recursos y tiempo. Los proyectos de Energía Eléctrica son de vital importancia para el desarrollo económico y social del país.

La especialización en Gerencia de Proyectos nos da las herramientas para llevar a cabo los proyectos referentes a la Energía Eléctrica, con un uso eficiente de los recursos.

El elevado consumo de energía eléctrica ocasionado por el alumbrado del túnel de acceso a casa de máquinas de la Central Tasajera ocasiona grandes costos para el área. La gran mayoría de lámparas representan un alto consumo energético, y debido a su antigüedad y deterioro, demandan altos costos de mantenimiento, es decir, periódicamente es necesario disponer de personal para limpieza y cambio de lámparas en mal estado.

- ¿Cómo cambiar el tipo de alumbrado por uno más eficiente?
- ¿Cómo reubicar el alumbrado en un punto más seguro, para su mantenimiento y limpieza?
- ¿Cómo medir y gestionar los consumos de energía?

3. OBJETIVOS

a. Objetivo general

Diseñar un sistema de Iluminación tipo led en el túnel de acceso casa de máquinas de la central hidroeléctrica la Tasajera.

b. Objetivos específicos

- Diagnosticar el consumo de energía eléctrica del sistema de alumbrado del túnel de acceso para la gestión de consumo.
- Diseñar el nuevo sistema de alumbrado.
- Realizar la evaluación técnica
- Realizar la evaluación financiera

4 .LOCALIZACIÓN

La Central Hidroeléctrica La Tasajera está ubicada en La Vereda Las Palmas del Municipio de Barbosa, Departamento de Antioquia, Colombia; a 30 kilómetros de la ciudad de Medellín, al frente del Parque de las Aguas. Tiene 3 unidades generadoras de 102 Megavatios conectados al sistema interconectado Nacional. Se genera a 13.8 kilovoltios y se transmite a 220 kilovoltios a través de 3 transformadores de 104.5 MVA y 3 líneas a 220 kilovoltios.

El túnel de acceso de la Subestación Tasajera hacia Casa de Máquinas tiene una longitud de 1.396 kilómetros, el cual tiene instaladas 120 lámparas a una distancia aproximada de 10 metros lineales una de otra.

Foto 1. Entrada al túnel central de generacion eléctrica la Tasajera.



Fuente: Elaboracion propia.

Foto 2. Entrada túnel de acceso central de generación Tasajera.



Fuente : Elaboración propia.

Foto 3. Curva túnel de acceso central de generación Tasajera.



Fuente : Elaboración propia.

Foto 3. Parte media túnel de acceso central de generación Tasajera



Fuente : Elaboración propia.

Foto 3. Parte media túnel de acceso central de generación Tasajera



Fuente : Elaboración propia.

5. JUSTIFICACIÓN

La limitada disponibilidad de recursos energéticos no renovables y los crecientes problemas ambientales causados por la producción, distribución y consumo de la energía, conduce a realizar cambios en nuestros hábitos energéticos.

Con el cambio del tipo de alumbrado por uno más eficiente se optimiza la mano de obra, se incrementan los niveles de luminosidad en el túnel, propiciando más seguridad para los vehículos y los peatones, se disminuye los materiales de consumo para las reparaciones, se disminuye el consumo de energía y por ende la rentabilidad del negocio, pegándole directamente a la MEGA de la Organización. Al disminuir el consumo de energía se deja de generar CO2 proporcionando más calidad ambiental.

6. MARCO DE REFERENCIA

Las lámparas del actual sistema de iluminación tipo sodio poseen una eficiencia inferior al 70% y en algunos casos por debajo del 40%. Además, en muchos sectores de la central, el sistema actual no posee ningún tipo de control para el encendido o apagado de las luminarias, por tanto esto implica, que la iluminación permanezca encendida las 24 horas del día. Por otro lado, muchas lámparas, son altamente contaminantes debido a su gran contenido de mercurio, y también generan altas temperaturas causadas por grandes pérdidas asociadas a sus

respectivos balastos, que en su gran mayoría no cumplen con la normatividad asociada para los sistemas de iluminación y alumbrado público.

Estas lámparas tienen un bajo índice de rendimiento del color, lo que ocasiona fatiga e incrementa el esfuerzo visual, afectando la funcionalidad y productividad en el momento de realizar las labores diarias de la central. En muchos sitios de trabajo, no se cuenta con los niveles mínimos de iluminación requeridos para efectuar las tareas, lo que desfavorece la salud de los funcionarios y aumenta el riesgo del personal involucrado, en las labores de operación y mantenimiento, a sufrir un accidente laboral.

La gran mayoría de lámparas representan un alto consumo energético, y debido a su antigüedad y deterioro, demandan altos costos de mantenimiento, es decir, periódicamente es necesario disponer de personal para limpieza y cambio de lámparas en mal estado.

Con la entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE¹, el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP² Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, Decreto 3683 de 2003, Decreto 2331 de 2007 y 895 de 2008. Las instalaciones del Área Guadalupe no cumplen con las disposiciones y la normatividad vigente.

Beneficios de las Luces LED.

Un led es un diodo emisor de luz, esto es, un dispositivo semiconductor que emite luz cuando circula una corriente eléctrica por él.

Su gran ventaja frente a las tradicionales bombillas de filamento de tungsteno e incluso frente a las bombillas de bajo consumo radica en su eficiencia energética.

Los diodos LEDs no poseen un filamento de tungsteno como las bombillas. Por ello son más resistentes a los golpes y su duración es mayor ya que no depende de que el filamento se termine quemando (cuando las bombillas se funden). La eficiencia de los Leds es mucho mayor. Mientras el rendimiento energético de una bombilla es del 10% (Sólo una décima parte de la energía consumida genera luz), los diodos Leds aprovechan hasta el 90%.

¹ El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la **seguridad** de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

² El objeto fundamental de este Reglamento es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

Impacto ambiental de las luces LED.

La realidad del cambio climático hace que el uso de la energía a escala global se encuentre bajo intenso debate. La iluminación es uno de los usos más básicos de la energía en la humanidad. Hoy, la iluminación se traduce en un 19% del consumo de la electricidad mundial. La baja eficiencia (aproximadamente el 5%) de las viejas tecnologías y el despilfarro en la iluminación hacen evidente la necesidad de introducir mejoras en este sector.

Actualmente se utilizan diferentes tecnologías en iluminación. La más antigua, la iluminación incandescente, fue inventada originalmente a finales de 1800, y a excepción de las luces halógenas el diseño de las lámparas prácticamente no ha cambiado desde 1930. La forma más ineficiente de iluminación eléctrica, la luz incandescente, posee una eficiencia de conversión eléctrica energía/luz de sólo el 5%. A pesar de esto, son las que más se utilizan principalmente en el sector residencial. Consumen el 30% de la energía eléctrica usada para iluminación mientras que sólo producen un 7% de la luz efectiva. Hoy se reconoce que es necesario ponerle un final al uso de las lámparas incandescentes. Los grandes fabricantes de lámparas disminuyeron su producción (BBC 2007) y los gobiernos de diferentes países ya presentaron iniciativas para retirar las lámparas de la venta.

Las lámparas fluorescentes, la alternativa actual de iluminación de interiores, representa el 64% de la iluminación generada eléctricamente y representa el 45% del uso de energía eléctrica para iluminación. La eficiencia de la iluminación fluorescente varía según el tipo de lámpara, aunque generalmente es de 5 y 8 veces mayor a las incandescentes. Todas las lámparas fluorescentes contienen mercurio, aunque en cantidades cada vez menores. La mayoría de las lámparas fluorescentes emiten luz ultravioleta debido a su modo de funcionamiento.

El otro grupo principal de tecnologías en iluminación, las lámparas de descarga se utilizan en espacios grandes incluyendo exteriores, grandes salas y centros comerciales. Las lámparas de descarga proveen el 29% de la luz entregada y representa el 25% de la energía eléctrica utilizada en iluminación.

La mayoría de estos tipos de lámparas sólo producen una limitada variedad de colores (por ejemplo las lámparas de sodio producen el color amarillo) . Esto las limita a aplicaciones donde el color no es importante. Algunas lámparas son muy eficientes (mucho más que las lámparas fluorescentes) y brindan la cantidad de luz necesaria para aplicaciones como el alumbrado público. Aún así, todavía se pueden mejorar las lámparas de vapor de mercurio, a pesar de ser una vieja tecnología ineficiente que depende de un metal tóxico, son muy utilizadas actualmente. Las lámparas de descarga producen luz no direccional , haciendo necesarios el uso de reflectores para garantizar que la luz sea dirigida a la dirección deseada. Debido al pobre diseño de luminarias para exterior (

incluyendo el de los reflectores) mucha luz se desperdicia resultando en una reducción real de la eficiencia y en contaminación lumínica.

Características de las luces LED.

Larga vida, aproximadamente 50.000 horas (lo cual implica una reducción del costo del mantenimiento).

Alta eficiencia luminosa (80 a 100 lumens por vatio) lo cual supone un ahorro en costos de la energía eléctrica.

Emite luz fría (los Leds no emiten radiaciones IR y UV) esto supone un ahorro en costos del aire acondicionado.

El encendido y apagado es inmediato. Las pequeñas dimensiones del led permiten un diseño dedicado y moderno de las lámparas.

Alta tolerancia al calor.

En la actualidad se dispone de tecnología que consume un 92% menos que las bombillas incandescentes de uso doméstico común y un 30% menos que la mayoría de los sistemas de iluminación fluorescente.

El uso de diodos LED en el ámbito de la iluminación (incluyendo de señalización de tráfico) es moderado y es previsible que se incremente en el futuro, ya que sus prestaciones son superiores a las de la lámpara incandescente y la lámpara fluorescente, desde diversos puntos de vista

TOMADO DE SECCIÓN 570 DEL RETILAP ILUMINACIÓN DE TÚNELES.

El diseño de alumbrado de túneles, debe cumplir con los requerimientos de iluminación para una percepción segura, oportuna y una seguridad en los niveles de movilidad de los conductores.

Para la iluminación de túneles se debe aplicar una norma como la CIE 88- 2004 u otra equivalente. El objetivo de la iluminación de túneles es suministrar una apropiada visibilidad a los conductores tanto en el día como en la noche. Los factores que contribuyen a disminuir la visibilidad deben ser determinados para cada túnel.

Los factores comprenden:

⇒ Características de la vía de acceso y sus proximidades

⇒ Características de la vía en el túnel, paredes y techos

- ⇒ Características del portal del túnel
- ⇒ Condiciones ambientales y atmosféricas
- ⇒ Características del tráfico vehicular
- ⇒ Orientación del túnel con respecto al sol

En la Figura se muestran las zonas que se deben tener en cuenta en el diseño de iluminación de túneles.

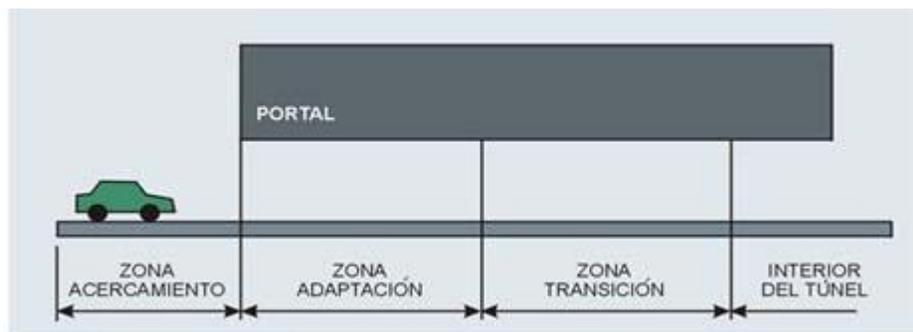


Figura Zonas lumínicas de un túnel

570.1 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA ILUMINACIÓN DE TÚNELES.

El diseño, cálculo e instalación de alumbrado de túneles se realizará de forma tal que se eviten los efectos de agujero negro, adaptación, cebrá y parpadeo o efecto flicker, considerando los siguientes parámetros:

- ⇒ Cantidad y velocidad del tráfico. (Para nuestro caso 30 km/h)
- ⇒ Clasificación del túnel. (Para nuestro caso túnel largo 1396 metros)
- ⇒ Condiciones de luminancia externa tanto en el día como en la noche
- ⇒ Equipo eléctrico.

570.2 CLASIFICACIÓN DE LOS TÚNELES.

Los túneles se clasifican según su longitud y para fines de alumbrado, en túneles cortos y túneles largos. Se define como túnel corto aquel que sin tráfico, las salidas y sus alrededores, son claramente visibles desde un punto situado fuera de la entrada a él. Un túnel puede tener hasta 50 metros de largo sin que se necesite alumbrado durante las horas del día. Si un túnel corto no es recto o si el tráfico es muy intenso, el efecto de silueta es menos marcado y puede ser necesaria una iluminación artificial. Los túneles que no se ajusten a la definición anterior, son considerados túneles largos. Los túneles largos deberán estar dotados de iluminación, debiéndose contemplar los alumbrados diurno, crepuscular y nocturno. En los accesos a este tipo de túneles se implantará alumbrado público, como mínimo, 300 metros antes y después de la entrada y salida.

Para el alumbrado diurno y crepuscular, en túneles con tráfico en las dos direcciones, deberán preverse tres escalones o niveles de iluminación a la entrada, el tramo central y otros tres escalones, idénticos a los de la entrada, para la salida del túnel, siendo el alumbrado nocturno constante para todo el túnel. Cada escalón contemplará un tramo de túnel de 50 metros de longitud, como mínimo, pudiendo alcanzarse hasta 200 metros, dependiendo de la limitación en la velocidad de los vehículos. El tramo central tendrá medidas concretas que dependerán de la longitud real del túnel.

570.5.1 RESTRICCIÓN DEL EFECTO DE PARPADEO O “FLICKER”.

Se han experimentado sensaciones de parpadeo o flicker, cuando se conduce a través de cambios periódicos espaciales de luminancia. El parpadeo es el resultado de las propias luminarias que aparecen y desaparecen en la periferia del campo de visión del automovilista. En condiciones específicas el flicker puede causar incomodidad que a veces puede ser severa. El grado de falta de confort visual experimentado debido al efecto flicker depende de:

- a) El número de cambios de luminancia por segundo (frecuencia de parpadeo o flicker)
- b) La duración total de la experiencia
- c) La relación de la luminancia de pico(luz) a valle (oscuridad), dentro de cada periodo (profundidad de modulación de luminancia), y la pendiente del incremento (tiempo de subida)

Los tres factores mencionados dependen de la velocidad del vehículo y de la separación entre luminarias, (c) depende también de las características ópticas y de la separación entre luminarias. En el alumbrado casi en línea continua, cuando la distancia entre el final de una luminaria y el inicio de la siguiente luminaria es

menor que la longitud de las luminarias, el efecto de falta de confort por el flicker es independiente de la frecuencia.

La frecuencia de flicker se calcula dividiendo la velocidad en m/s. por la separación entre luminarias

Para nuestro caso en tasajera :

Velocidad 30 km/h = 8.333 m / s

Distancia entre lámparas 11.633 metros

Frecuencia de Fliker : $8.33 \text{ m/s} / 11.633 \text{ m} = 0.71 \text{ Hz}$

En general, el efecto flicker es despreciable a frecuencias inferiores a 2,5 Hz y superiores a 13 Hz. Cuando la frecuencia está entre 4 Hz y 11Hz, y tiene una duración de más de 20 s, puede aparecer falta de confort si no se toman ciertas medidas. Se recomienda que, en instalaciones en las que la duración es de más de 20 s, se evite el intervalo de frecuencias entre 4 Hz y 11 Hz, particularmente cuando se utilizan pequeñas fuentes luminosas con elevada luminancia. Luminarias de gran tamaño con bajos gradientes en la distribución de la luz (como por ejemplo luminarias con tubos fluorescentes montadas longitudinalmente) usualmente conducirán a una menor falta de confort.

7. METODOLOGIA.

Para el diagnóstico: medir y gestionar:

El túnel tiene una longitud de 1396 metros, una altura promedio de 4.6 metros y un ancho promedio de 7.5 metros, el piso es en concreto y las paredes en roca y tiene instaladas 120 lámparas tipo sodio de 250 vatios. Se realizaron 10 medidas con un luxómetro de la cantidad de lúmenes por metro cuadrado en un tramo de 10 metros y el promedio fue de 46.4 lúmenes por metro cuadrado, según tabla adjunta.

TUNELES												
Zona	Dimensión zona (LxBxH)	Iluminación Promedio	Datos/medidas Con equipo luxometro a lo largo del tunel									
Tunel Principal	10 x 7.5 x 4.6 m	46,4	42	78	19	163	20	31	56	32	11	12

Se instaló un equipo de medición de energía eléctrica (Kilo vatímetro) por un tiempo de 30 días para verificar el consumo de energía eléctrica y arrojó los datos de la tabla adjunta. El consumo de energía de una lámpara se calcula 1×250 Vatios \times 120 unidades es 30 kilovatios, al medir realmente durante un mes nos arroja un incremento del 15 % los cuales son debido al consumo de balasto y cableado.

TUNELES	Tipo de Luminarias - Bombilla/Tubo			
Zona	Luminaria con bombilla Sodio 250W	TOTAL CONSUMO TUNEL (EN KW)	CONSUMO DIA KW	CONSUMO MES KW
Tunel Principal				
Calculo matematico	120	30		
TOTAL Medido	120	34,5	828	24840

Para el diseño del nuevo sistema de alumbrado que se realizara con iluminación tipo LED, se realizara con la ayuda del software Dialux, El software completo y gratuito de DIAL para crear proyectos de iluminación profesionales está abierto a las luminarias de todos los fabricantes. Un software hecho por planificadores para planificadores. Utilizado por varios cientos de miles de diseñadores de iluminación en todo el mundo. Y cada día son más.

DIALux determina en paralelo el consumo energético de su solución de iluminación, apoyándole así en el cumplimiento de las directrices vigentes a nivel nacional e internacional.

Como anexo se entregan las memorias de cálculo. Esto permitió elaborar una evaluación óptima sobre los niveles de intensidad lumínica en el Túnel de acceso a casa de maquinas de la central la Tasajera, cumpliendo con la normatividad del RETIE y RETILAP.

Asimismo, para la evaluación financiera se realiza comparando los consumos de ambos sistemas Alumbrado tipo sodio de alta presión de 250 vatios versus alumbrado tipo LED de 60 vatios.

Parámetro	Unidad	Sistema Antigo	Sistema Nuevo
Potencia total demandada	(kW)	30,00	7,20
Consumo anual de energía	(kWh/año)	259.200,00	62.208,00
Costo anual de operación	(\$/año)	\$ 116.640.000	\$ 27.993.600

8. RESULTADOS.

8.1 DIAGNOSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DEL TÚNEL DE ACCESO.

El consumo del alumbrado del túnel de acceso con el sistema actual que es de sodio de 250 vatios es de 30 kilovatios por hora en comparación con el nuevo sistema tipo LED que es de 7.2 kilovatios por hora.

COMPARATIVO LAMPARAS		
Lámparas Utilizadas	Luminaria Industrial Sodio	Luminaria LED
Cantidad	120	120
Costo Unidad	\$ 300.000	\$ 750.000
Costo Total	\$ 36.000.000	\$ 90.000.000
Potencia X Luminaria (W)	250	60
Potencia X Grupos luminarias (kW)	30,00	7,20
Horas de operación del sistema I.E. (h)	8640	8640
Consumo anual de energía (kWh/año)	259200	62208
Costo anual de operación (\$/año)	\$ 116.640.000,00	\$ 27.993.600,00

8.2 NUEVO SISTEMA DE ALUMBRADO APLICANDO SISTEMA TIPO LED.

8.3 EVALUACIÓN TÉCNICA

Nuestro proyecto está ubicado en el túnel de acceso a la casa de máquinas de la Central Hidroeléctrica La Tasajera ubicada en la Vereda Las Palmas del municipio de Barbosa en el departamento de Antioquia.

Nuestro proyecto consta de un túnel de 1396 metros, con un ancho promedio de 7.53 metros y una altura promedio de 4.63 metros.

El número de lámparas a cambiar son 120 unidades.

Las lámparas que se sustituirán son de tecnología de sodio de alta presión.

Las lámparas que se instalarán son de tecnología tipo Led.

La comunidad que se beneficiará del proyecto son los conductores del área, los trabajadores y empleados del área que circulan diariamente por el túnel.

ESTADO DEL ARTE

Los leds en la actualidad se pueden acondicionar o incorporarse en un porcentaje mayor al 90 % a todas las tecnologías de iluminación actuales, casas, oficinas, industrias, edificios, restaurantes, arenas, teatros, plazas comerciales, gasolineras, calles y avenidas, estadios (en algunos casos por las dimensiones del estadio no es posible porque quedarían espacios oscuros), conciertos, discotecas, casinos, hoteles, carreteras, luces de tráfico o de semáforos, señalizaciones viales, universidades, colegios, escuelas, estacionamientos, aeropuertos, sistemas híbridos, celulares, pantallas de casa o domésticas, monitores, cámaras de vigilancia, supermercados, en transportes (bicicletas, motocicletas, automóviles, camiones tráiler, etc.), en linternas de mano, para crear pantallas electrónicas de led (tanto informativas como publicitarias) y para cuestiones arquitectónicas especiales o de arte culturales. Todas estas aplicaciones se dan gracias a su diseño compacto.

Cabe destacar también que diversas pruebas realizadas por importantes empresas y organismos han concluido que el ahorro energético varía entre el 70 y el 80 % respecto a la iluminación tradicional que se utiliza hasta ahora. Los leds de luz blanca son uno de los desarrollos más recientes y pueden considerarse como un intento muy bien fundamentado para sustituir los focos o bombillas actuales (lámparas incandescentes) por dispositivos mucho más ventajosos. En la actualidad se dispone de tecnología que consume el 92 % menos que las lámparas incandescentes de uso doméstico común y el 30 % menos que la mayoría de las lámparas fluorescentes; además, estos leds pueden durar hasta 20 años y suponer el 200 % menos de costos totales de propiedad si se comparan con las lámparas o tubos fluorescentes convencionales.⁵ Estas características convierten a los leds de luz blanca en una alternativa muy prometedora para la iluminación.

Tomado del artículo en el sitio web Kokoh Investigación del 2 de febrero de 2010;

Mientras el vapor de sodio de alta presión, de uso común en el alumbrado público de gran parte de Europa, brinda una eficiencia de 85 lumens por vatio, la tecnología LED va camino de superar los 150 lumens por vatio y esta última cifra se está incrementando a medida que se progresa en el desarrollo de semiconductores. Por otra parte, el mercurio utilizado en sistemas más antiguos de alumbrado implica peligros medioambientales. Al mismo tiempo que se disminuye el consumo de energía y los costos generales de operación, la iluminación por LEDs en las calles tiene el potencial, según los investigadores, de reducir la contaminación lumínica hasta el punto de que el resplandor que emana de las grandes ciudades propagándose hasta vastas distancias, será cosa del pasado. Los científicos también estudian dotar a la iluminación callejera por LEDs de medios por los cuales pueda ser controlada y disminuida cuando se considere necesario.

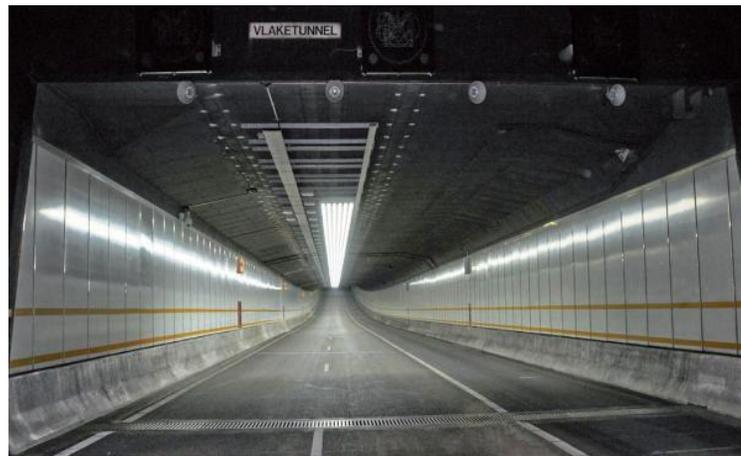
Gracias a su mayor longevidad, los LEDs de farolas y semáforos necesitarán ser reemplazados con menos frecuencia, lo que potencialmente disminuirá los problemas de tráfico y las facturas de las entidades públicas locales.

Iluminación de túneles



Tomado de <http://www.schreder.com/cos-es/Centro-Formacion/Dossiers/Pages/Optimum-safety-for-LED-tunnel-lighting-solutions.aspx>

En Holanda, primer túnel iluminado con LEDs



Tomado de <http://www.iluminet.com/en-holanda-primer-tunel-ilumina>

Hasta ahora, los túneles son iluminados con proyectores de luz puntuales que pueden llegar a producir el molesto efecto 'flicker' (sensación de parpadeo). En el nuevo túnel de Vlakte (en la provincia de Zuid-Beveland, Zeeland, Holanda) la incorporación de la tecnología LED mantendrá una luz en línea continua a lo largo de todo el techo que evitará el juego de luces y sombras, minimiza el riesgo de deslumbramiento mejorando la visibilidad, además de reducir el gasto energético hasta en 50%.

La galería holandesa se ha convertido en la primera de Europa en utilizar este tipo de alumbrado, informa la página de la empresa española responsable del proyecto Indal, con sede en Valladolid.

8.4 CONCLUSIONES

El proyecto es técnica, económica y ambientalmente viable.

Cumple con la normatividad del Real Decreto 1365/2008 (Reglamento técnico de iluminación interior y alumbrado público).

Cumple con el URE (uso racional de la energía).

Cumple con la norma ISO 50001, uso eficiente de la energía.

8.5 EVALUACION FINANCIERA

INFORMACIÓN GENERAL

Parámetro	Unidad	Valor
Costo de la energía	(\$/kWh)	450
Horas de operación del sistema de ilum.	(h/año)	8640
Cantidad de luminarias	Cant	120

INFORMACIÓN LÁMPARAS

Parámetro	Unidad	Antiguo	Nuevo
Potencia total instalada	(W)	30000	7200
Costo Grupo 1 Luminarias	(\$)	\$ 36.000.000	\$ 90.000.000

RESULTADOS EVALUACIÓN

Parámetro	Unidad	Sistema Antiguo	Sistema Nuevo
Potencia total demandada	(kW)	30,00	7,20
Consumo anual de energía	(kWh/año)	259.200,00	62.208,00
Costo anual de operación	(\$/año)	\$ 116.640.000	\$ 27.993.600
Evaluación económica			
Reducción de potencia instalada	(kW)	22,80	
Disminución anual de la energía	(kWh/año)	196.992	
Ahorro anual	(\$/año)	\$ 88.646.400	
Porcentaje de ahorro	%	76	
Total Inversión	(\$)	\$ 90.000.000	
Tiempo de recuperación de la inversión	(años)	1,02	

Presupuesto

El costo de las luminarias con mano de obra incluido es de \$ 750.000 + iva

El número de luminarias es 120 unidades costo total es de \$ 90.000.000 + iva los cuales se incluirán en el presupuesto para el año 2015 , ya que la solicitud del presupuesto en Empresas Públicas de Medellín se solicitan cada año en el mes de agosto.

9. BIBLIOGRAFÍA

· MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. Tercera Edición. Medellín: 2007, p. 102-123

· Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público –RETILAP, Medellín: 2009 P243

□ <http://edison.upc.es/curs/llum/exterior/calculos.html>