

EFICIENCIA DEL AHORRO ENERGÉTICO Y REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO DE LA TECNOLOGÍA LED

Energy Saving Efficiency and Reduction of Environmental Negative Impact within LED Technology

INGRID LILIANA JIMÉNEZ TOVAR*, HUGO SEGURA BENAVIDES**

Recibido: 29 de Enero de 2015. Aceptado: 24 de Marzo de 2015

RESUMEN

El presente artículo describe una alternativa de ahorro energético, luego de una inspección visual del consumo intensivo de energía eléctrica en las instalaciones del edificio administrativo de la Corporación Universitaria Republicana. Lo cual ha generado inquietud y se plantea teóricamente hacer un cambio del sistema de iluminación actual. Este cambio tendría consecuencias desde la temática netamente económico-energética, hasta llegar a consideraciones psico-laborales de rendimiento en el trabajo; psico-académicas de beneficio para el estudio; de salud de los trabajadores, docentes y estudiantes; y especialmente en el tema ambiental. Esta exploración preliminar permite que se busquen esfuerzos alternos en la aplicación de nuevas tecnologías que estén al alcance del presupuesto de la Corporación y que cumplan con los ideales de mejora continua en sus diferentes dimensiones: humana, técnica y ambiental previamente descritas.

Palabras clave: ahorro energético, impacto ambiental, desempeño laboral y académico, riesgo ergonómico, LED (Light Emitting Diode).

ABSTRACT

This article describes an alternative energy saving. After a visual inspection of the intensive consumption of electric power in the administrative building of the University Republican Corporation. Which it has generated concern and raises theoretically make a change current lighting system. This change would have consequences from the purely economic and energy issues, reaching psycho - labor issues of job performance; psycho - academic profit for the study; health workers, teachers and students; and especially on environmental issues. This preliminary exploration permits alternating forces are sought in the application of new technologies that are available to the budget of the Corporation and who meet the ideal of continuous improvement in all its dimensions: human, technical and environmental previously described.

Keywords: energy savings, environmental impact, labor and academic performance, ergonomic risk, LED (Light Emitting Diode).

-
- 1 Bióloga, Universidad Militar Nueva Granada. Estudiante de Especialización en Educación y Gestión Ambiental, U. Distrital FJDC. Docente e Investigadora de la Corporación Universitaria Republicana.
 - 2 Ingeniero en Control. Estudiante de Especialización en Educación y Gestión Ambiental. Universidad Distrital FJDC.

I. INTRODUCCIÓN

En concordancia con la política de la Corporación en optimizar los recursos tanto económicos como energéticos de la institución, se plantea el estudio técnico de reemplazo de las luminarias existentes en el Edificio Administrativo, disminuyendo el impacto ambiental negativo por el uso intensivo de lámparas incandescentes y fluorescentes a mediano y largo plazo [1]. De esta forma se realiza un planteamiento básico para disminuir sustancialmente los cobros por concepto de facturación de la Empresa de Energía y por consiguiente el impacto ambiental será menor.

Esta idea apunta a contribuir a una disminución del impacto ambiental por emisión de calor en rayos infrarrojos y ultravioletas, además de los campos electromagnéticos perjudiciales para la salud humana, generados por las lámparas instaladas actualmente en la Corporación, de igual manera si se realiza el cambio del sistema, en teoría, el rendimiento laboral y académico, tanto del personal administrativo, como de los estudiantes y administrativos podría mejorar ostensiblemente, con esta tecnología, el margen de aprovechamiento físico de iluminación por área de trabajo, automatizando ciertos espacios, mejoraría las condiciones laborales y por ende la salud física y el confort visual.

II. PROBLEMÁTICA

Son varios los problemas que se pueden identificar directamente por el uso del sistema actual de iluminación, respecto a los factores económico, social, ambiental y cultural. En lo económico, es preciso tomar medidas de ahorro energético [2], para salvaguardar las finanzas de los recursos internos de la Corporación, en lo social, es importante brindar, a todas las personas que utilizan las instalaciones de la institución, bienestar físico en la salud visual, condiciones laborales adecuadas y mayor rendimiento y productividad dentro de las oficinas.

Respecto a lo ambiental, es trascendental contribuir a la mitigación del calentamiento global, aplicando nuevas tecnologías de bajo consumo energético [3], que no estén fabricadas con mercurio u otros contaminantes que no generen más calor aumentando la temperatura más de lo habitual por

periodos prolongados. Por último, hablando culturalmente, es importante generar conciencia de ahorro y conciencia ambiental [4] en la comunidad Republicana con la implementación de este sistema alternativo que utiliza las nuevas tecnologías, para un manejo más eficiente de la energía.

III. DISEÑO METODOLÓGICO

Para poder llevar a buen término el cambio del sistema de iluminación en las instalaciones del Edificio Administrativo de la Corporación Universitaria Republicana, se debe efectuar un inventario general de las lámparas incandescentes y fluorescentes existentes e instaladas actualmente. Hacer un estudio de promedio de simultaneidad de funcionamiento de las lámparas de acuerdo a factores de hora y ocupación de las instalaciones por parte del personal., de igual manera realizar un análisis detallado de las posibles ubicaciones estratégicas de sensores de movimiento, que controlen de manera automática la iluminación, ampliar el estudio de consumo energético promedio en los últimos seis meses, con base en los recibos de cobro proveniente de la Empresa de Energía de Bogotá y desarrollar un estudio de costos en el mercado especializado de las luminarias tipo LED a utilizar y realizar tres cotizaciones detalladas acorde a las necesidades particulares de iluminación de cada dependencia que conforman el Edificio Administrativo.

IV. MARCO TEÓRICO

Hace unos 10.000 años a.C., el hombre prehistórico descubrió el fuego, que le brindó protección contra los depredadores, transformación de los alimentos para su consumo, calor para las temporadas frías y luz para romper la oscuridad de la noche (Fig. 1). Esto desarrollaría una serie de téc-



Fig. 1. Representación artística del hombre primitivo usando el fuego [5].

nicas que darían forma a la iluminación como fueron: el candil, lámparas de aceite o gas y linternas de cebo, etc. [5].

Para el siglo XIX se realizaron trabajos de experimentación con la electricidad dando origen a la luz blanca incandescente en la lámpara de gas. Joseph Wilson Swan inventó la primera lámpara incandescente, Swan recibió la patente británica para su dispositivo en 1878, alrededor de un año antes que T. A. Edison. En 1879 Thomas Alba Edison, fabricó una lámpara de filamento de hilo de algodón carbonizado, usando corriente directa, la misma que fue remplazada por filamento de tungsteno en 1906, posteriormente, la bombilla electrónica se perfeccionó dando origen en 1930 al foco incandescente compacto, que actualmente se usa de forma convencional en los hogares y oficinas [6].

A. El foco incandescente

Es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, en concreto de tungsteno o wolframio, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica. Con la tecnología existente, actualmente se consideran poco eficientes ya que el 85 % de la electricidad que consume la transforma en calor y solo el 15 % restante en luz (Fig. 2) [6].

B. La Lámpara fluorescente

Se conoce por luminaria fluorescente, y es el conjunto que forman una lámpara denominada tubo fluorescente y una armadura, que contiene

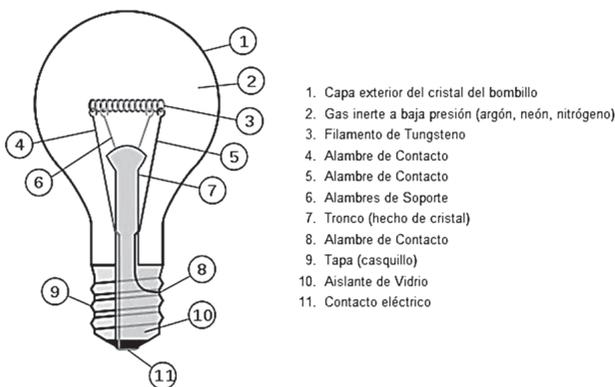


Fig. 2. Composición integral de un foco incandescente común⁶.

los accesorios necesarios para su funcionamiento. En ciertos lugares se conoce como luminaria solamente a la lámpara. La lámpara se alimenta de vapor de mercurio (contiene de 3 a 4 mg de mercurio) a baja presión y se utiliza normalmente para la iluminación doméstica o industrial. Su ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética (Fig. 3) [6].

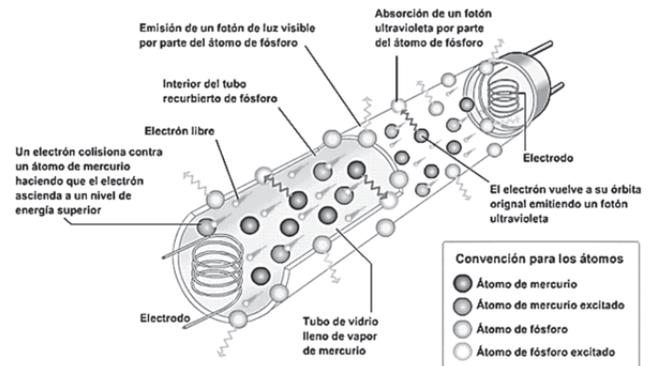


Fig. 3. Funcionamiento interno de una lámpara fluorescente común⁶.

La lámpara consiste en un tubo de vidrio fino revestido interiormente con diversas sustancias químicas compuestas, llamadas fósforos, aunque generalmente contienen una porción muy pequeña del elemento químico fósforo. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte que habitualmente es argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica (14.7 psi). En cada extremo del tubo se encuentra un filamento hecho de tungsteno, que al calentarse contribuye a la ionización de los gases.

C. El balasto eléctrico

El balasto (del inglés *ballast*, «lastre») es un equipo electrónico que sirve para mantener estable y limitar un flujo de corriente para lámparas, ya sea un tubo fluorescente, una lámpara de vapor de sodio, una lámpara de haluro metálico, una lámpara de vapor de mercurio. Técnicamente, en su forma clásica, es una reactancia inductiva que está constituido por una bobina de alambre de cobre esmaltado, enrollada sobre un núcleo de chapas de hierro, ferro silicio o de acero eléctrico. En la actualidad, existen de diversos tipos, como los

balastos electrónicos usados para lámparas fluorescentes o para lámparas de descarga de alta intensidad. En un tubo fluorescente, el papel del balasto es doble, por ejemplo, proporcionar la alta tensión necesaria para el encendido del tubo y después limitar la corriente que pasa a través de él. Son generadores de campos electromagnéticos (Fig. 4) [6].

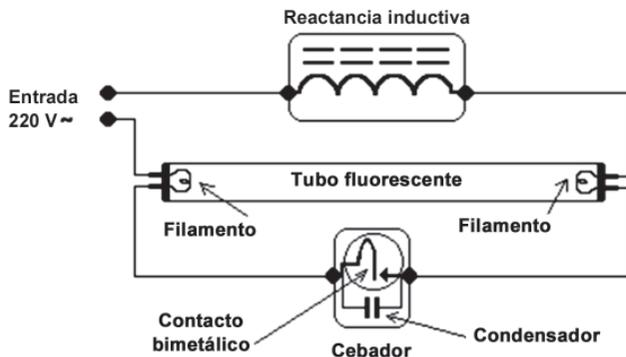


Fig. 4. Diagrama esquemático de interconexión eléctrica de balasto con lámpara [6].

D. Lámpara de iluminación en estado sólido

Se les denomina iluminación en estado sólido aquellas lámparas que no tienen filamentos o gases inertes que les rodee y tampoco poseen capsulas de vidrio que las protejan, ya que son focos resistentes a golpes lo que les ha valido la denominación de focos «sólidos». Entre ellos se encuentran los LED (Light Emitting Diode). Que es un semiconductor inorgánico recubierto por una resina epóxica transparente, el cual está unido a dos terminales: cátodo y ánodo. Al momento de pasar la electricidad se produce el efecto de electroluminiscencia dando origen al fenómeno de la luz visible (Fig. 5) [2].

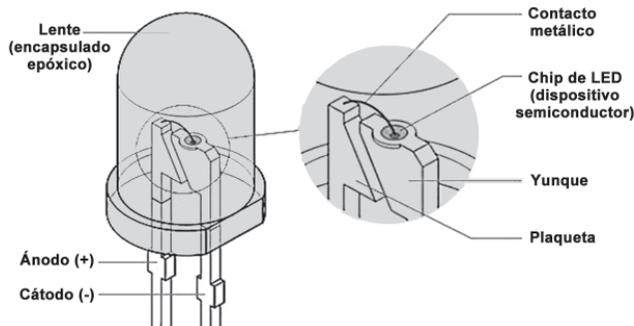


Fig. 5. Detalle interno de fabricación de un LED típico [2].

Debido a que la luz es capaz de emitir en un LED no es muy intensa, y para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas, las lámparas LED se componen por agrupaciones de LED's, en mayor o menor número según la intensidad luminosa deseada [7].

Actualmente las lámparas de LED se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo, hasta en vías y jardines, presentado ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos, apagados continuos y una mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial (Fig. 6).

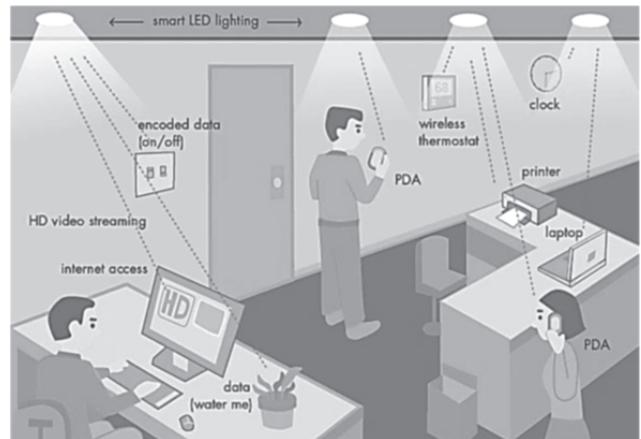


Fig. 6. Ejemplo de uso de iluminación LED en los lugares de trabajo [7].

Los diodos LED funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas deben incluir circuitos internos para poder funcionar alimentado por voltaje alterno estándar (CA). Los LED se dañan a altas temperaturas, por lo que las lámparas tienen elementos de disipación de calor. Las lámparas de LED no contaminan por calor o radiación térmica, tienen una gran eficiencia energética, no generan campos electromagnéticos, son más durables que otras lámparas y se encuentran en el comercio en muchas presentaciones (Fig. 7) [7].

Una comparación de los tres tipos de sistemas de iluminación pone en evidencia ventajas y desventajas (Tabla I [3]) y como el sistema que utiliza tecnología tipo LED es el que más se ajusta para

Tabla I. Comparación de tres tipos de sistemas de iluminación para el Edificio Administrativo de la Corporación Universitaria Republicana.

Incandescente	Fluorescente	Tecnología LED
Iluminación por filamentos y capsulas de vidrio que los protege.	Iluminación por gases inertes y capsulas de vidrio que los protege.	Semiconductor inorgánico recubierto por una resina epoxi transparente, el cual está unido a dos terminales. Al momento de pasar la electricidad se produce un efecto denominado electrolumiscencia dando origen a la luz.
Se necesitan más Watts para iluminar.	Se necesitan menos Watts para iluminar.	Se necesitan aún menos Watts para iluminar.
Duran menos horas. Se puede fundir el filamento.	Duran más horas. Deterioro progresivo o daño en el balasto.	Los focos LED tienen un periodo de vida que oscila entre 10 a 15 años o entre 50.000 a 100.000 horas anuales.
Fuente de contaminación: carbón o tungsteno.	Fuente de contaminación: mercurio.	Ninguna fuente de contaminación.
Consumo superior a 60W por características de fabricación.	Consumo superior a 35W por características de fabricación.	Con los focos de tecnología LED se disminuye un consumo eléctrico de entre un 60% en comparación con los focos incandescentes y un 40 % con los focos fluorescentes.
Encendido relativamente rápido.	Se necesita 1 segundo o más para que ilumine.	Para encender un LED se necesitan apenas 60 nanosegundos.
Proyección lumínica de 360°, formando una semiesfera.	Proyección lumínica máxima de 180°, formando un semicilindro.	Con estos focos se puede tener una visión más limpia y clara ya que su poder lumínico se concentra directamente en forma de cono en el área de interés.
Ofrecen únicamente luz blanca, pero en general amarilla esmerilada.	Ofrece exclusivamente luz blanca.	Los focos de tecnología LED son cada vez más utilizados para decoraciones en escenarios pues ofrece amplias gamas de colores que se los pueden utilizar en sitios interiores o exteriores.
Al dañarse el filamento de carbón o de tungsteno se funden inmediatamente.	Se van deteriorando paulatinamente, decayendo su capacidad lumínica.	Por su gran durabilidad, se usan luces LED en los vehículos de policía, ambulancias y en general para evitar el destello de otros conductores al manejar.



Fig. 7. Diversos tipos de presentación comercial de luminarias LED [6].

las instalaciones del Edificio del área Administrativa de la Corporación Universitaria Republicana con el cual a mediano y largo plazo beneficiará tanto en costos, ahorro y menos impacto ambiental por el uso inadecuado del sistema de iluminación actual.

V. RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados esperados se pueden reflejar de acuerdo con los impactos que producen.

A. Impacto social

Enfoca la misión, y responsabilidad social y empresarial de la Corporación Universitaria Republicana, como centro de encuentros académicos, laborales y sociales representadas en una y cada una de las personas que hacen parte del Alma Máter, se hace necesario brindar a todas las personas que trabajan en el Edificio Administrativo el bienestar físico, psicológico, comodidad y salubridad un esfuerzo necesario para mejorar una de las condiciones laborales (Fig. 8) [8].

B. Impacto económico

Uno de los objetos más importantes de este cambio del sistema de iluminación es evitar gastos innecesarios y pérdidas operacionales a la institución, buscando un ahorro importante en el consumo energético reflejado en el recibo de la empresa de energía, economizando un importante rubro por este concepto (Tabla II) [10].

C. Impacto tecnológico

El presente proyecto materializa la idea de diseño luminotécnico, de la aplicación de la

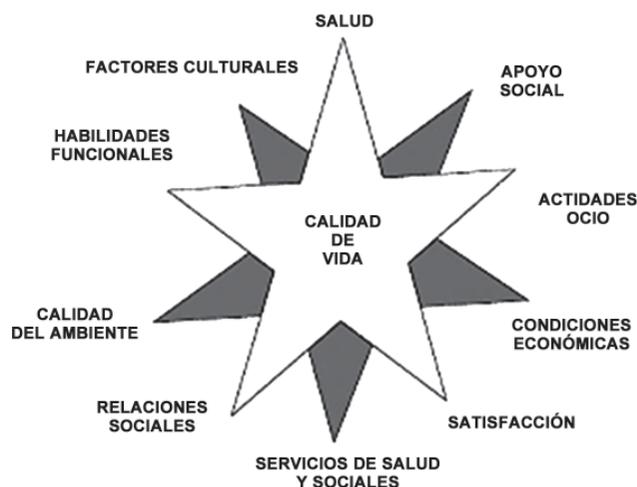


Fig. 8. Síntesis de factores que influyen en la calidad laboral de una empresa [9].

innovación tecnológica con la utilización de luminarias ultra eficientes tipo LED, reflejado en la automatización en áreas específicas [11], ubicando a la Corporación Universitaria Republicana en la necesidad del ahorro energético en las dimensiones ya descritas anteriormente.

D. Impacto al ambiente

Respetar los elementos concernientes a la sostenibilidad de nuestro planeta, evitando elevaciones de temperatura que proporciona la iluminación convencional y a su vez las ondas electromagnéticas generadas por las inductancias de los balastos (Fig. 9) [12].

E. Impacto físico y psicológico al personal

La intención del cambio del sistema de iluminación en el Edificio Administrativo como primera medida, busca proteger a los seres humanos en su

Tabla II. Ahorro anual al sustituir una bombilla convencional por LED [10].

Tipo de Bombilla	Potencia Bombilla	Horas de Uso	Consumo al año	Precio kW	Costo Económico	Ahorro al año
Incandescente	100 W	14	511 kW	\$399	\$203.889	0%
Bombilla LED	11 W	14	56.21 kW	\$399	\$22.428	89%
Ahorradores	40 W	14	204.4 kW	\$399	\$81.555	0%
Bombilla LED	9 W	14	46 kW	\$399	\$18.354	77.5%
Tubo Fluorescente	30 W	14	153,3 kW	\$399	\$61.167	0%
Tubo LED	9 W	14	46 kW	\$399	\$18.354	70%



Fig. 9. La iluminación LED está comprometida con el sostenimiento del ambiente [3].

área laboral y académica, son bastantes las horas diarias que pasa una persona en su sitio de trabajo. Las lámparas LED no producen rayos ultravioleta, ni infrarrojos dañinos para los ojos y la piel, que además provocan cansancio y sueño en las personas expuestas a estas radiaciones [4]. Los LED enfocan la energía lumínica de tal forma que no se esfuerzan los ojos para la lectura creando confort visual y mayor rendimiento (Fig. 10).

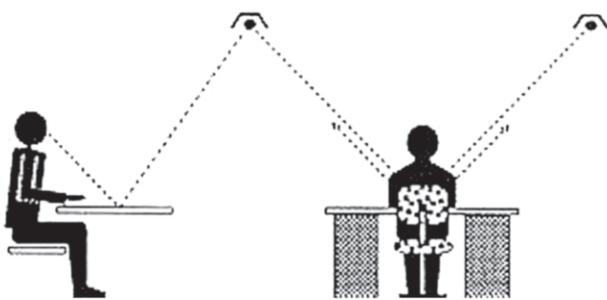


Fig. 10. Posturas ergonómicas en relación a la distribución de la iluminación [6]

VI. CONCLUSIONES

Los diodos LED, tienen enormes ventajas sobre las lámparas normales, muy bajo consumo de energía, no emiten calor a su entorno, mantenimiento nulo y con una vida larga útil. Su interior

es un pequeño semiconductor encapsulado en un recinto de resina de epóxica [1]. Los LED pueden ser totalmente reciclados. Están fabricados con materiales no tóxicos a diferencia de las lámparas fluorescentes que si usan mercurio y que plantean un peligro de contaminación. Razones por las cuales, estas últimas tienen un impacto ambiental considerable.

Es cierto que la tecnología de luminaria LED es más costosa que las lámparas incandescentes y fluorescentes, pero son mucho más duraderas. Y si se hacen las consideraciones monetarias a largo plazo, el ahorro económico y los beneficios de confort visual a los trabajadores, la contaminación por la emisión de los rayos ultravioleta, ni infrarrojos dañinos para los ojos y la piel [1], que además provocan cansancio y sueño en los trabajadores, administrativos, estudiantes y docentes, expuestos a estas radiaciones, permite decidir que sería acertado la utilización del sistema de iluminación LED.

Los LED pueden producir luz de varios colores específicos, sin la necesidad de utilizar filtros adicionales lo que ahorra peso y los hace más eficientes. El diodo LED, está difundándose a pasos agigantados en todos los campos de la iluminación, acaba de encontrar en la decoración su mejor aliado. Ya existen en el comercio LED's que se adaptan a las lámparas que tenemos en casa, con la misma entrada de rosca.

Son altamente usados en letreros luminosos por su potencia, alcance, bajo consumo y libertad de mantenimiento. Se emplean LED en los vehículos, en los pilotos traseros para bicicletas, en las linternas, en los semáforos y en el hogar, donde economizan consumo, se podría iluminar una casa durante días con la carga de una batería de auto, es útil en iluminación de emergencia, en sitios rurales y hospitales, esta tecnología puede empotrarse en cualquier tipo de arquitectura debido a su pequeño tamaño, peso, robustez y larga vida [10]. Se puede afirmar que la tecnología LED tiene más bondades que la luz fluorescente o incandescente. Pero tampoco es que la tecnología LED que utilizamos hoy en día sea perfecta. Muy seguramente irá mejorando su eficiencia, ampliando sus cualidades, aplicaciones y flexibilidad técnica, además tenderá a rebajar los precios de compra.

REFERENCIAS

- [1] J. A. Carta González, *Manual de Centrales de Energías Renovables*. Madrid, España: Pearson Educación S.A.UNED, 2013.
- [2] L. Vega Mora, «Políticas Públicas hacia el Desarrollo Sostenible y Política Ambiental hacia la Sostenibilidad ambiental del Desarrollo,» *Bogotá: DNP*, vol. 10, 2001.
- [3] G. Díaz Cordero, « El Cambio Climático,» *Revista Ciencia y Sociedad*, vol. 27, 2012.
- [4] J. Lovelock, *La Venganza de la Tierra : por qué la Tierra está rebelándose y cómo podemos todavía salvar a la humanidad*. Barcelona: Planeta, 2007.
- [5] A. Angel Maya, *El retorno a la tierra: Introducción a un método de interpretación ambiental*: Ministerio de Educación Nacional, 1998.
- [6] E. J. Redal, *Principios de la Tecnología de la Iluminación*. Madrid, España: Editorial Santillana, 2007.
- [7] H. Enriquez, *El ABC de Energías Renovables en los Sistemas Eléctricos*. México D.F.: Editorial Limusa, 2012.
- [8] G. Rojas Libreros, *Evaluación social de proyectos aplicada al medio ambiente*. Bogota: TM Ed., 1996.
- [9] G. Márquez, *Ecosistemas Estratégicos de Colombia*. Bogotá D.C.: Editorial de la Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- [10] UPME, *Informe: Futuros para una Energía Sostenible en Colombia*. Bogotá D.C.: UPME, 2000.
- [11] D. C. Giancoli, *Física general. II II*. México: Prentice-Hall, 1988.
- [12] S. R. Olivier, *Ecología y subdesarrollo en América Latina*. México, D.F.: Siglo Veintiuno, 1988.