



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN LED EN
PLANTAS INDUSTRIALES PARA REDUCIR EL
IMPACTO AMBIENTAL”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autores:

Jose John Cubas Ramón

Peter Gianmarco Fernandez Garcia

Asesor:

Ing. Dr. José Santos Cortegana Salazar

Cajamarca - Perú

2018

DEDICATORIA

A Dios por darnos la vida, la salud y oportunidades.

A nuestros padres por la crianza, valores y seguridad que necesita un hijo.

A nuestras familias por el tiempo y apoyo dedicado a esta carrera.

José y Peter.

AGRADECIMIENTO

Manifestamos nuestros más sinceros agradecimientos por el apoyo mostrado en esta

investigación a:

Nuestras familias por su comprensión y apoyo para cumplir con esta meta.

A nuestros amigos y compañeros de trabajo por su motivación.

Al Dr. José Santos Cortegana Salazar por su asesoría en la ejecución de esta

investigación.

José y Peter.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS	13
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	22
REFERENCIAS	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Artículos seleccionados de las bases de datos.

Tabla N° 02. Características técnicas de los diferentes tipos de fuentes de luz.

Tabla N° 03. Lista de países con estándares mínimos de eficiencia energética.

Tabla N° 04. Anomalías que afectan al SEN

Tabla N° 05. Comparación realizada entre lampatas incandescentes y las lámparas compactas.

Tabla N° 06. Ventajas y desventajas de la iluminación LED.

Tabla N° 07. Tipos de baterías portátiles y sus características de uso.

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación describe los beneficios del uso de la iluminación LED y que al implementarse en las plantas industriales, permite la reducción del impacto ambiental generado por el uso de fluorescentes y/o lámparas convencionales que se encuentran instaladas en sus diversas áreas. El objetivo central es conocer como la aplicación de la implementación de la iluminación LED en las plantas industriales, mejora el impacto ambiental, teniendo en cuenta las características, funcionamiento, ventajas y desventajas que existen en la iluminación LED.

Para la búsqueda de información, se utilizó las palabras clave, base de datos Redalyc, Scielo y Google Académico; así mismo, se establecieron los criterios de inclusión y exclusión para la selección de los artículos científicos. Cada uno de los artículos, detalla como la implementación de la iluminación LED influye en el impacto ambiental en sus distintos campos de investigación; así como también, realiza las comparaciones a nivel de eficiencia que hay entre la iluminación LED y la iluminación convencional.

Después del análisis, se concluyó que la implementación de la iluminación LED en plantas industriales, ayuda a reducir el impacto ambiental porque disminuye la alta emanación de Co₂ y mejora la eficiencia de la iluminación en el trabajo.

PALABRAS CLAVES: Iluminación LED industrial, beneficios de la iluminación LED, uso de las lámparas halógenas e impacto ambiental.

ABSTRACT

This research work describes the benefits of the use of LED lighting and that when implemented in industrial plants, allows the reduction of environmental impact generated by the use of fluorescents and / or conventional lamps that are installed in their various areas. The main objective is to know how the implementation of LED lighting in industrial plants improves the environmental impact, taking into account the characteristics, operation, advantages and disadvantages that exist in LED lighting.

For the search of information, we used the keywords, Redalyc database, Scielo and Google Scholar; Likewise, inclusion and exclusion criteria were established for the selection of scientific articles. Each of the articles, details how the implementation of LED lighting influences the environmental impact in its various fields of research; It also performs comparisons at the efficiency level between LED lighting and conventional lighting.

After the analysis, it was concluded that the implementation of LED lighting in industrial plants, helps to reduce the environmental impact because it reduces the high emanation of Co₂ and improves the efficiency of lighting at work.

KEYWORDS: Industrial LED lighting, benefits of LED lighting, use of halogen lamps and environmental impact.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta afronta muchos problemas, como es el caso del uso excesivo de la energía eléctrica por parte del hombre al realizar sus actividades industriales y que producen una alta contaminación ambiental, hoy en día la utilización de las lámparas fluorescentes o halógena está siendo sustituida por la iluminación LED, porque permite una mayor eficiencia del uso de la energía eléctrica a través de una mejorada emanación de luz reduciendo el impacto ambiental; sin embargo, las empresas usan aun las lámparas convencionales porque no conocen los beneficios de la iluminación LED y su contribución al impacto ambiental, uno de los factores para el cambio climático es la industria como lo manifiesta Escobar, Pérez, Reyes y Rodríguez (2017):

Hoy en día la industria y las organizaciones se enfrentan ante un dilema constante de poder seguir sufriendo sus necesidades energéticas para el desarrollo de su propósito comercial sin dejar de responder al llamado de una sociedad sensibilizada por las consecuencias medioambientales ocasionadas por el uso indiscriminado de los recursos naturales y que exige a las empresas mayor innovación en sus procesos operativos para implementar soluciones energéticas amigables con el planeta. (p,07).

Además, ante la problemática del uso irracional de la energía eléctrica generada por el hombre a través del uso de las lámparas fluorescentes o halógenas instaladas en las plantas industriales, los autores Serrano, Martínez, Guarddon, y Santolaya (2015), afirman que:

La iluminación LED en aplicaciones industriales supondrán un gran ahorro energético, por la potencia, superficie a iluminar y horas de uso. Por este motivo el

número de empresas que esta sustituyendo los sistemas de iluminación tradicional por este tipo de tecnología es cada vez mayor. (p, 232).

En ese sentido, para poder entender su funcionamiento, es necesario tener un concepto sobre la iluminación, según López, Álvarez, y Bassam, (2017), afirman que “la iluminación es definida como el flujo luminoso por unidad de superficie, dicho flujo es considerado como la potencia luminosa total emitida por una fuente luminosa en todas direcciones” (p, 02).

Por otro lado, el considerar la implementación de la iluminación LED es un factor muy importante porque ofrece una mejor posibilidad de realizar un ahorro energético a través de un determinado control, teniendo en cuenta sus características principales. Fillipo, Cano, y Chavez, (2010), manifiestan:

la vida útil de un LED es más larga en comparación con los sistemas de iluminación tradicionales. Analizando los costos, el consumo, el control y las características amigables del LED con el medio ambiente, se puede afirmar que esta tecnología sera la fuente de iluminación que ocupe la mayor parte del mercado a nivel mundial en el mediano plazo. (p. 14). Así mismo, este concepto es compartido por Simoes, Batista, Pozza, y Rossi, (2015), quienes afirman: “La utilización del LED en forma de lámpara, además de ser un avance tecnológico, es muy interesante desde el punto de vista de los beneficios ambientales, pues su consumo de energía es considerablemente inferior a las lámparas convencionales”. No obstante, Considerando el concepto anterior, Cardozo y Noguera, (2015), consideran:

Algunos fabricantes y múltiples investigaciones sostienen que la implementación generalizada de sistemas de alumbrado público con luz blanca de tecnología LED como remplazo de los sistemas actuales de sodio de alta presión causaría un impacto positivo en la apariencia de los centros urbanos, el desempeño visual de los peatones y la percepción de seguridad.

Por otro lado, es necesario realizar diversos análisis sobre el uso correcto de la iluminación LED. Chacon, Meza, Braga, Almeida, y Casagrande, (2017) comparten la idea que “un sistema LED requiere de un análisis más detallado, ya que la temperatura en el dispositivo emisor de luz afecta su rendimiento luminoso, por lo que el control que le suministre potencia eléctrica debe evitar sobrecargas de corriente al LED”. (p. 03)

En consecuencia, teniendo como antecedente lo expuesto por los autores, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cómo al aplicar la iluminación LED en las plantas industriales mejora la reducción del impacto ambiental? Ocasionado por las lámparas convencionales y/o fluorescentes que se encuentran funcionando dentro de sus instalaciones.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La presente es una revisión sistemática de la literatura científica, según García (2015), “Una revisión sistemática es la evaluación ordenada y explícita de la literatura a partir de una pregunta clara de investigación junto a un análisis crítico de acuerdo a diferentes herramientas y un resumen cualitativo de la evidencia” (p. 01). En este caso, tomando en cuenta el concepto de revisión sistemática que nos brinda el autor para la búsqueda se determinaron las palabras clave: iluminación LED industrial, beneficios de la iluminación LED, uso de lámparas halógenas e impacto ambiental; así mismo, se utilizaron la base de datos de Redalyc, Scielo, Google Académico para la búsqueda y selección de artículos científicos.

Para la selección de los artículos científicos, se aplicaron las estrategias de selección las palabras clave iluminación LED industrial, beneficios de la iluminación LED uso de lámparas halógenas e impacto ambiental y que al analizar su información correspondiente se establecieron criterios de inclusión y exclusión. Cada uno de ellos fue analizado para verificar si cumplen con las expectativas para realizar el trabajo de investigación.

Los criterios de inclusión utilizados fueron los datos del autor (es), los años desde el periodo 2010-2018, país e idioma en que fueron escritos, estos criterios, fueron considerados como filtros para la obtención de información relacionada al tema.

No fueron considerados, el acceso a la información restringida, artículos no relacionados al tema y años anteriores a los del periodo seleccionado porque no brindó la disponibilidad necesaria.

La pregunta en cuestión ¿Cómo al aplicar la implementación de la iluminación LED en las plantas industriales mejora la reducción del impacto ambiental? Es necesaria para la búsqueda y selección de información en las bases de datos Redalyc, Scielo, Google Académico, encontrándose un total de 52199 artículos, de los cuales 34185 pertenecen a Redalyc, 14 pertenecen a Scielo y 18000 pertenecen a Google Académico; sin embargo, al aplicar las estrategias de búsqueda y selección se tomó en cuenta las palabras clave, la eliminación de información repetida y descarte de información no concerniente al tema, reduciéndose toda la búsqueda a seis artículos de Redalyc, cuatro artículos de Scielo, un artículo de Google Académico, haciendo un total de once artículos seleccionados. El análisis de los artículos permitió realizar la comparación de la información para determinar si las ideas que los autores proponen dan como respuesta a la pregunta objetiva.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Durante el proceso de investigación en donde se aplicó los criterios de inclusión y exclusión que se mencionaron en el capítulo anterior, se seleccionó un total de diez artículos que detallan un concepto clave sobre el uso de la iluminación LED y su relación con el impacto ambiental, estos artículos fueron analizados desde los años 2010 hasta el año 2017 respectivamente.

Los artículos, a través de sus títulos, mencionan los estudios realizados por los autores a través de casos de estudio y que a continuación se presenta en la tabla N° 1.

Tabla 1.
Artículos seleccionados de las bases de datos

N°	Revista	Base de datos	País	Año
1	Relación costo beneficio de un proyecto para el cambio de iluminación tradicional fluorescente a iluminación LED en oficinas tipo 2 del banco caja social	Google Académico	Colombia	2017
2	Eficiencia energética en luminarias; caso de estudio	Redalyc	México	2017
3	Nuevas estrategias para un plan de uso eficiente de la energía eléctrica	Redalyc	Venezuela	2017
4	Análisis técnico-económico de las ventajas y desventajas de las lámparas incandescentes y las lámparas fluorescentes compactas	Redalyc	Venezuela	2016
5	Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial; un estudio de caso	Redalyc	Colombia	2015
6	Compensador de iluminación utilizando un diodo LED como sensor y actuador de luz	Redalyc	Colombia	2013
7	Aplicaciones de iluminación con LEDs	Redalyc	Colombia	2010
8	Sistemas de iluminación fotovoltaico en el alumbrado público gestionado a través de una plataforma Cloud/Gis	Scielo	Ecuador	2017
9	Proceso de diseño de sistemas de iluminación LED energéticamente autónomos	Scielo	Costa Rica	2017
10	Análisis de la eficiencia energética, ambiental y económica entre lámparas LED y convencionales	Scielo	Brasil	2015
11	Diseño de una metodología de evaluación técnica-económica de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios exteriores de uso peatonal	Scielo	Colombia	2015

Interpretación. En la presente tabla, se han considerado los artículos encontrados en las bases de datos, por título de revista, base de datos y año de publicación, de donde se ha extraído la información necesaria para la realización de la presente revisión sistemática

Los diodos de emisión de luz tienen características que conforme al paso del tiempo han ido evolucionando, este tipo de iluminación ha sido muy convincente en su uso, debido a que hace muchos años atrás, se empezó a realizar las instalaciones en paneles publicitarios a manera de prueba para observar su comportamiento en la eficiencia que estos proporcionan. Países como Estados Unidos, Japón, Inglaterra, fueron los pioneros en realizar dichas instalaciones con el fin de tener un indicio del comportamiento de la iluminación LED. Los autores, hacen referencia en sus artículos que, el uso de la iluminación LED, brinda mayor eficiencia lumínica, mayor vida útil y sobre todo que tienen mucha mayor potencia que otros tipos de fuente de luz, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2
Características técnicas de los diferentes tipos de fuentes de luz

Fuente de luz	Eficiencia			
	Luminosa (lm/w)	Vida útil (h.)	Precio (\$/klm)	Potencia
Incandescentes	15	1000	\$0.6	25-100
Halógenas	12-35	2000-4000	\$2.5	20-50
Vapor de mercurio	40-60	12000	\$5.76	250-700
CFL	40-65	6000-12000	\$2	5-20
Inducción	60-90	60000-100000	-	55-200
Fluorescentes	50-100	10000-16000	\$4	10-71

Sodio de alta presión	80-120	24000-30000	\$6	35-400
LED 2015	70-150	30000-100000	\$50	55-300
LED 2020	70-250	30000-100000	\$20-40	55-500

Nota. La presente tabla se ha tomado del artículo “Relación costos-Beneficio de un proyecto para el cambio de iluminación tradicional fluorescente a iluminación LED en oficinas tipo 2 del banco Caja Social.

Como se observa en la Tabla 2, los autores hacen una comparación muy clara entre los diferentes tipos de fuentes de luz que existen y que se pueden utilizar en diferentes áreas respectivamente; no obstante, se observa que hay una gran ventaja en eficiencia, vida útil y potencia mas no en el precio, lo cual genera una desventaja económica al principio de su implementación.

Hoy en día, existen reglamentaciones que algunos países en Latinoamérica rigen para la implementación de la iluminación LED, estas son llamadas estándares mínimos de eficiencia energética. Estos estándares, permiten establecer las características, procedimientos, regulaciones que las empresas y las entidades públicas deben tener en cuenta a la hora de realizar la implementación de la iluminación LED en sus áreas, en la tabla que se muestra a continuación presentamos algunos países con sus respectivos estándares mínimos.

Tabla 3
Lista de Países con estandares minimos de eficiencia energetica

Países	Titulo
Brasil	Decreto Interministerial N° 132 del 12 de junio 2006
Chile	Resolución exenta N° 60, la cual fija el estándar mínimo de eficiencia energética para focos.

Ecuador	Regulación Técnica RTE INEN 036: Eficiencia energética; lámparas fluorescentes compactas (CFL): rangos de rendimiento energético y etiquetado.
México	NOM-017-ENER/SCFI-2008: Eficiencia energética de LIC; Límites y métodos de ensayo (2008).
Nicaragua	Norma Técnico Obligatorio de Nicaragua (NTON) N° 10 008-08: Eficiencia energética de CFL con balasto integrado: requerimientos de eficiencia energética (2008)

Interpretación. La presente tabla se ha tomado del artículo “Relación costos-Beneficio de un proyecto para el cambio de iluminación tradicional fluorescente a iluminación LED en oficinas tipo 2 del banco Caja Social.

El uso de la iluminación LED, hace que las actividades realizadas en las diversas áreas en donde sea implementado se concreten de manera eficiente. En la Universidad Autónoma de Yucatán, México, se realizó la modificación e implementación de este tipo de iluminación, con el fin de poder ahorrar el uso de la energía eléctrica. Al realizar el análisis del tipo de luminaria, tomando como muestra una de sus aulas, sus resultados fueron óptimos ya que pudieron ahorrar más del 50% del uso energético, este ahorro se vio reflejado en el impacto ambiental y en los pagos mensuales que realiza la institución.

En Venezuela, el uso de la energía en las principales actividades de ese país hizo que los organismos encargados del sistema eléctrico nacional SEN realizaran estrategias para el uso de la energía eléctrica, debido a que presentaban anomalías en su planificación, en la tabla N° 04, se describen las anomalías que afectan al SEN de ese país.

Tabla 4
Anomalías que afectan al SEN

Anomalías	Descripción	Consideraciones a ser tomadas en cuenta en el plan a ser propuesto
Planificación e inversión incorrecta	La relación técnica-económica no siempre es la	Instalaciones y equipos nuevos de generación,

	<p>que mejor responde a los problemas derivados del cambio climático, ahorro de energía, entre otros. Por ello, también se requiere prestar especial atención a los cambios de paradigmas que tienen lugar en la generación eléctrica y su entorno, ya que una mala selección podrá agravar aún más los problemas más existentes.</p>	<p>subestaciones, transmisión y distribución de energía eléctrica.</p> <p>Diversificación del sistema.</p> <p>Medición (micro y macro)</p>
<p>Debilidad institucional</p>	<p>Relacionada con la capacidad de las empresas públicas o privadas, de entender los razonamientos del plan a nivel de los entes responsables de las políticas a corto, mediano y largo plazo, para su implementación.</p>	<p>Debilidad política.</p> <p>Debilidad estructural.</p> <p>Debilidad de conocimiento. (personal no actualizado en las nuevas técnicas y nuevas prácticas del sector eléctrico)</p>
<p>Efecto climático</p>	<p>Es uno de los aspectos más importantes que se considera en el plan de eficiencia energética a ser propuesto, ya que, tanto los prestadores del servicio eléctrico como los usuarios del mismo forman parte del problema.</p>	<p>Los efectos climáticos más importantes en la región sudamericana son el fenómeno del niño y el calentamiento global.</p>

Incremento de la demanda	La mejora en el poder adquisitivo y calidad de vida de la población redunda en un aumento del consumo de energía eléctrica y correspondiente incremento en el deterioro del ambiente.	Mejoras económicas de la población. Incremento del parque comercial e industrial. Aumento de la población.
Uso ineficiente de la energía eléctrica	Conjunto de acciones, deliberadas o no, que tiene un considerable impacto negativo en un SEN	Fraude o hurto de energía. Pérdidas técnicas y no técnicas de sistema de energía eléctrica. Operación deficiente, alto consumo, derroche de energía y bajo costo del servicio.

Interpretación. La presente tabla se ha tomado del artículo “Nuevas estrategias para un plan de uso eficiente de la energía eléctrica”.

En la actualidad, estudios técnicos demuestran que el uso de la iluminación a través de lámparas convencional no aporta impactos positivos, incluso al realizarse comparaciones con otros tipos de fuentes de iluminación su eficiencia no es buena. En la tabla que se muestra a continuación se realiza la comparación de lámparas convencionales con las lámparas llamadas ahorradoras.

Tabla 5
Comparación realizada entre lámparas incandescentes y las lámparas compactas

Lámparas incandescentes					
Marca	Tensión (V)	Potencia (W)	Emisión (lm)	Eficiencia (lm/w)	Vida (horas)
General Electric	120	100	1630	16	750

Philips	120	100	1400	14	1000
Sylvania	120	100	1400	14	1000

Lámparas fluorescentes compactas

Marca	Tensión (V)	Potencia (W)	Emisión (lm)	Eficiencia (lm/w)	Vidas (horas)
Dien Quang	115	18	900	60	6000
Philips	110-127	23	1450	63	8000
Truper	120	24	1430	60	8000

Interpretación. La presente tabla se ha tomado del artículo “Análisis técnico-económico de las ventajas y desventajas de las lámparas incandescentes y las lámparas fluorescentes compactas”

La implementación de la iluminación LED reduce el consumo de energía eléctrica en comparación con las lámparas incandescentes y halógenas en un 50%, minimiza la emisión de Co2 y reduce los costos de mantenimiento alargando la vida útil de los equipos.

A nivel mundial, se propone el uso de los sistemas Cloud/Gis como parte de la implementación de la iluminación en los sistemas de alumbrado público, este tipo de control permite realizar monitoreos constantes al consumo de energía puesto que su costo es muy elevado y ocasiona grandes impactos ambientales. En Estados Unidos, se han realizado la implementación de proyectos de modernización en el sistema de alumbrado público, sustituyendo las lámparas convencionales por el uso de la tecnología LED, en ciudades de Los Ángeles, Houston, Atlanta, Austin, Baltimore, Boise, Chicago, Washington DC, Dallas y Seattle ya han realizado este tipo de cambio, logrando reducir 198 millones de kwh y 126 mil toneladas de Co2, estimando un ahorro económico de 28 millones de dólares por año.

Las investigaciones y análisis de la información recolectada, indican que la utilización de la iluminación LED brinda de cinco a diez veces mayor eficiencia que las lámparas convencionales; es decir, que tienen mucha ventaja al realizarse su implementación y su impacto ambiental es más amigable que los diferentes tipos de fuentes de luz, en la siguiente tabla, analizamos las ventajas y desventajas que posee la iluminación LED.

Tabla 6
Ventajas y Desventajas de la iluminación LED

Ventajas	Desventajas
Alta eficiencia	Su costo es más elevado que el de las lámparas convencionales
Larga vida útil	Su rendimiento en zonas de alta temperatura se ve afectado por eso se recomienda utilizar en algunos caso la iluminación LED de alta potencia
Menos emanación de calor	Para su instalación, se requiere del regimiento de las normas dentro del país.
Enciende mucho mas rapido que las lamparas convencionales	Requiere un mayor proceso de evaluación para ser instalado
No realiza parpadeos cuando esta encendido	

Interpretación. La tabla fue elaborada a partir de la información recolectada para realización de la presente revisión sistematica, aquí, podemos demostrar que a pesar de que son muy eficientes en su uso, poseen desventajas que aun estan tratando de solucionar.

La masificación del uso de la iluminación LED, viene dando frutos en el mundo, los costos de inversión viene siendo más accesibles al público en general, al usar la iluminación LED se emite menos calor que al usar las lámparas convencionales.

La evolución de la fuentes de luz y su almacenamiento energético, hizo que se crearan las baterías electroquímicas que hacen factible el uso de la iluminación LED, porque estos dispositivos combinan la eficiencia en el impacto ambiental con la reducción de costos; no obstante, es necesario conocer los dispositivos que son compatibles con la iluminación LED y que fueron creadas como soporte energético portátil. A continuación, presentamos algunos tipos de baterías portátiles en el siguiente cuadro.

Tabla 7

Tipos de baterías portátiles y sus características de uso

Tipo	Características	Aplicaciones
SLA	Libre de mantenimiento, bajo costo, ciclo de vida moderado	Tv, equipos electrónicos portables, herramientas portátiles.
Ni-Cd	Libre de mantenimiento, excelente ciclo de vida, baja temperatura	Consumo electrónico, respaldo de memorias, respaldo de energía.
Ni-MH	Libre de mantenimiento, con más capacidad que la Ni-Cd	Consumo electrónico, vehículos eléctricos.
Li-Ion	Alta densidad de energía, largo ciclo de vida	Consumo eléctrico y portátil, vehículos eléctricos y aplicaciones especiales.

Interpretación. El presente cuadro fue tomado del artículo proceso de diseño de sistemas de iluminación LED energéticamente autónomos, en donde las baterías de tipo litio, son las mas utilizadas actualmente para los sistemas de iluminación.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para la búsqueda y selección de los artículos científicos se realizó el análisis de la información comprendida entre los años 2010 al 2017, siendo todos artículos internacionales, esto nos hace pensar que a nivel nacional, aun no se le toma mucha importancia al tema de la implementación de la iluminación LED para reducir el impacto ambiental. Sin embargo, el realizar la investigación científica agranda las posibilidades de adquirir el conocimiento necesario que permita promover el uso de este tipo de iluminación.

Por otro lado, los autores comparten una opinión en común, que el uso de la iluminación LED contribuye de manera eficiente al impacto ambiental, reduciendo la emanación de Co₂ que generan las lámparas convencionales; así mismo, realiza un gran ahorro energético que se ve reflejado en los costos de consumo de energía.

Al trabajar con lámparas convencionales implica que no realizamos cambios significativos para el medio ambiente, es por eso que al realizar la implementación de la iluminación LED es necesario conocer las características, funcionamiento, ventajas y desventajas que genera su implementación. Estados Unidos, es uno de los países que utiliza este tipo de iluminación aplicando los controles necesarios en los sistemas de alumbrado público para generar un ahorro energético considerable.

REFERENCIAS

Cardozo, G., y Noguera, L. (2015). Diseño de una metodología de evaluación técnico-económica de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios exteriores de uso peatonal. *Tecnura* Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v19nspe/v19nspea03.pdf>

Chacon, R., Meza, C., Braga, H., Almeida, P., & Casagrande, C. (2017). Proceso de Diseño de sistemas de iluminacion LED energeticamente autonomos. *Tecnologia en marcha*, (p.14) Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-52.pdf>.

Escobar, C., Pérez, C., Reyes, J., & Rodriguez, L. (2017). Relacion costo-beneficio de un proyecto para el cambio de iluminacion tradicional fluorescente a iluminacion LED en oficinas tipo 2 del banco Caja Social. *Facultad de Ingenieria Especializacion en ingenieria de proyectos seminario de investigacion* Recuperado de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/9079/EscobarClaudia2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fillipo, V., Cano, H., & Chavez, J. (2010). Aplicaciones de iluminación con LEDs. *Scientia Et Technica* Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249003>

Garcia, H. (2015). Conceptos fundamentales de las revisiones sistematicas/metanalisis. *Urologia colombiana*, (p.1) Recuperdo de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149138607006>

Hernandez, J., Pinto, A., Gonzales, J., Perez, N., Torres, J., & Rengel, J. (2017). Nuevas Estrategias para un plan de uso eficiente de la energia electrica. *Ciencia, Docencia y Tecnologia* Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n54/n54a03.pdf>

López, J., Álvarez, J., & Bassam, A. (2017). Eficiencia Energética en Luminarias:

Estudio de Caso. Revista Ingeniería Recuperado de
<https://www.redalyc.org/pdf/467/46754522001.pdf>

Martinez, R., Restrepo, A., & Lopez, F. (2013). Compensador de iluminacion
utilizando un diodo LED como sensor y actuador de luz. Tecnologias Recuperado de
<https://www.redalyc.org/pdf/3442/344234341023.pdf>

Moreno, L., Sosa, J., & Gudiño, J. (2016). Analisis tecnico-economico de las
ventajas y desventajas de las lamparas incandescentes y lamparas fluorescentes compactas.
Ciencia e ingenieria Recuperado de
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/5075/507551271009/html/index.html>

Serrano, A., Martinez, A., Guarddon, O., & Santolaya, J. (2015). Análisis de ahorro
energético en iluminación LED industrial: un caso de estudio revista DYNA Recuperado
de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49639089029>

Simoës, T., Batista, M., Pozza, S., & Rossi, L. (2015). Análisis de la eficiencia
energética, ambiental y económica entre lámparas LED y convencionales. Ingeniería
Sanitaria y Ambiental Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00595.pdf>

Vargas, C., Guaman, J., Rodriguez, K., & Rios, A. (2017). Sistema de iluminacion
fotovoltaico en el alumbrado publico gestionado a traves de una plataforma Cloud/Gis.
Revista Plitecnica, (p.8) Recuperado de
<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v39n1/2477-8990-rpolit-39-01-00059.pdf>