

INVESTIGACIÓN QUE TRANSFORMA

VOL.3, N°1 (enero – junio, 2026)

ISSN: 3121-259X

DOI: 10.70577/bbdd4x31

Fecha de recepción: 11/05/2026

Fecha de aceptación: 22/06/2026

Fecha de publicación: 30/06/2026

**Ahorro energético en sistemas de iluminación industrial mediante
la sustitución de tecnología convencional por LED**

Energy savings in industrial lighting systems by replacing conventional technology with LEDs

Ing. Juan Pablo Yáñez Paredes
Instituto Superior Tecnológico Bet-el
juanyanez@bet-el.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-4493-9201>
Ecuador – Santo Domingo

Citación

Yanez, J. (2026). Ahorro energético en sistemas de iluminación industrial mediante la sustitución de tecnología convencional por LED. Revista Investigium. 3(1), p. 01 – 15.

RESUMEN

En los sistemas de iluminación industrial el consumo energético representa una parte sustancial en la demanda eléctrica, lo que ha promovido la exploración de múltiples alternativas eficaces, entre ellas se destaca la tecnología LED. En este contexto, el objetivo de la presente investigación se centra en el análisis del ahorro energético de los sistemas de iluminación mediante el reemplazo de la tecnología convencional por la tecnología LED. La investigación se enmarcó en un enfoque cualitativo de tipo documental, fundamentado en la revisión y el análisis de estudios científicos vinculados con la eficiencia energética, el diseño luminotécnico y la evaluación económica. La obtención de los resultados en base a la implementación de luminarias LED demuestra que su uso reduce de manera significativa el consumo energético, permite la optimización de la potencia instalada y disminuye los costos operativos, en especial cuando se considera un apropiado diseño de distribución de la luz. Además, se determinó que el ahorro energético no se limita únicamente en el cambio tecnológico, sino que depende de múltiples factores como la selección fotométrica y las múltiples condiciones de operación del sistema. Partiendo desde una perspectiva crítica, se reconoce que la implementación de tecnología LED puede provocar efectos en la calidad de la energía, lo que requiere un estudio integral del sistema. En conclusión, la sustitución de sistemas de iluminación convencional por sistemas de tecnología LED conforma una alternativa factible desde los ámbitos energéticos, económicos y ambientales, destacando la prioridad de abordar estos sistemas a través de un enfoque multidimensional.

Palabras clave: Eficiencia energética, iluminación industrial, tecnología LED.

ABSTRACT

In industrial lighting systems, energy consumption represents a substantial portion of electricity demand, which has prompted the exploration of multiple effective alternatives, among which LED technology stands out. In this context, the objective of this research is to analyze the energy savings in lighting systems achieved by replacing conventional technology with LED technology. The research employs a qualitative, documentary approach, based on the review and analysis of scientific studies related to energy efficiency, lighting design, and economic evaluation. The results obtained from the implementation of LED luminaires demonstrate that their use significantly reduces energy consumption, allows for the optimization of installed power, and decreases operating costs, especially when considering an appropriate light distribution design. Furthermore, it was determined that energy savings are not limited solely to the technological change but depend on multiple factors such as photometric selection and the various operating conditions of the system. From a critical perspective, it is acknowledged that the implementation of LED technology can affect power quality, necessitating a comprehensive system analysis. In conclusion, replacing conventional lighting systems with LED technology is a viable alternative from energy, economic, and environmental standpoints, highlighting the importance of addressing these systems through a multidimensional approach.

Keywords: Energy efficiency, industrial lighting, LED technology.

INTRODUCCIÓN

El consumo de energía eléctrica en los sectores industriales representa una parte significativa dentro de la demanda energética, lo que ha promovido el desarrollo de diversas estrategias enfocadas a optimizar la eficiencia energética en los sistemas productivos. En este marco, los sistemas de iluminación conforman un elemento esencial del consumo eléctrico de las instalaciones, específicamente en los entornos industriales donde se demandan condiciones específicas de iluminación con la finalidad de garantizar la seguridad y eficiencia de las operaciones.

En los últimos años, la tecnología Light Emitting Diode, denominada por sus abreviaturas como LED ha sido acogida como principal alternativa frente a los sistemas de iluminación convencional, puesto que mantiene mayor eficiencia energética y vida útil. En estudios planteados y aplicados a sistemas industriales, se ha demostrado que la sustitución de luminarias de halogenuro metálico por luminarias LED permite la reducción del consumo energético manteniendo los niveles de iluminación requeridos (Chacaliaza-Huapaya et al., 2023). Este comportamiento se relaciona estrechamente con la mayor eficiencia luminosa de la tecnología LED, permitiendo que por cada unidad de potencia consumida se obtenga un mayor flujo luminoso.

Sin embargo, se debe considerar que la eficiencia energética en sistemas de iluminación no centra en su totalidad en la fuente luminosa, sino también depende del diseño luminotécnico del sistema. En este sentido, se ha determinado que la selección de la distribución fotométrica contribuye directamente sobre la cantidad de luminarias requeridas y en la potencia instalada del sistema, lo que genera un impacto significativo en el consumo energético (Chacaliaza-Huapaya et al., 2023). Este enfoque demuestra que el análisis de eficiencia energética debe considerar dos puntos esenciales que son las variables técnicas y el comportamiento espacial de la luz.

Por otro lado, dentro de la implementación de sistemas LED se considera a la evaluación económica como un aspecto sustancial para la toma de decisiones dentro de los entornos industriales. Por ello, estudios aplicados han evidenciado que la sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED genera un alto ahorro económico provenientes de los costos de mantenimiento, así como la reducción del consumo energético. En particular, se ha reportado un ahorro anual significativo en el área de filtrado de una planta concentradora al reemplazar luminarias de halogenuro metálico por LED (Echevarría Matos & Anaya Maccha, 2022).

No obstante, el uso de la tecnología LED también conlleva diversas consideraciones afines con la calidad de la energía eléctrica. Se ha demostrado que las luminarias LED se comportan como cargas no lineales, provocando una distorsión armónica en la red eléctrica,

lo que puede generar afectaciones de parámetros como el comportamiento del sistema eléctrico y el factor de potencia (Hernández-Corona & Sánchez-López, 2023). Este aspecto incita a evaluar los sistemas de iluminación a través de una perspectiva integral que se centre en el consumo energético y la calidad de la energía.

En este contexto, el presente estudio se desarrolla mediante el enfoque de revisión bibliográfica, con la finalidad de examinar el ahorro energético en los sistemas de iluminación industrial por medio de la sustitución de tecnología convencional por tecnología LED.

El objetivo principal de la presente investigación es evaluar, partiendo de estudios previos sobre el impacto energético, técnico y económico de la implementación de luminarias LED, considerando las múltiples variables como el diseño luminotécnico, la calidad de la energía y el consumo energético.

MÉTODOS Y MATERIALES

La presente investigación adopta un enfoque cualitativo de tipo documental, sustentado en una revisión bibliográfica de literatura científica, el cual resulta adecuado para conocer sobre la implementación de tecnología LED y su eficiencia energética en sistemas de iluminación industrial. El componente cualitativo permitió analizar, interpretar y contrastar los resultados previamente publicados, determinando las variables, tendencias y aportes técnicos en relación al ahorro energético dado en entornos industriales. De manera complementaria, se incorporaron datos cuantitativos reportados en estudios analizados, entre ellos tenemos los porcentajes de reducción del consumo energético y la disminución de potencia instalada, lo que permitió el fortalecimiento del análisis mediante la evidencia numérica.

El tipo de investigación se establece como un estudio descriptivo-analítico, ya que se centró en el comportamiento de los sistemas de iluminación convencional y la tecnología LED, así como el estudio de diferencias en términos de eficiencia energética, costos y desempeño técnico. A su vez, se acogió el diseño de la investigación no experimental y de tipo transversal, puesto que no se manipularon variables y la información fue examinada en un único momento a partir de las fuentes documentales existentes.

La población de estudio estuvo conformada por documentos de literatura científica relevantes, específicamente en el área de iluminación industrial y la eficiencia energética, incluyendo información proveniente de tesis de grado, artículos indexados y documentos técnicos. La muestra se seleccionó a través de un muestreo no probabilístico por criterio, considerando como informantes principales a documentos enfocados directamente en la comparación entre las tecnologías de iluminación convencional y laminación LED, el análisis de consumo energético, la evaluación económica y diseño lumínico de sistemas de iluminación. Se priorizaron fuentes que presentan resultados técnicos verificables, tales como simulaciones, análisis de consumo y estudios de caso en entornos industriales.

La recolección de información se realizó mediante la técnica de revisión documental, en el cual se realizó un riguroso análisis a los contenidos de los documentos seleccionados. Como instrumento, se desarrolló una matriz de análisis bibliográfico, en la que se estructuró información selecta como: el tipo de tecnología utilizada, consumo energético, potencia instalada, vida útil, costos de mantenimiento y los resultados obtenidos en cada uno de los estudios. Este procedimiento posibilitó la organización y comparación de los datos de forma estructurada, permitiendo fácil identificación de los patrones y las conclusiones.

En base con el análisis técnico, se tomó en consideración estudios que emplean herramientas de simulación lumínica como el programa Dialux para el diseño y evaluación de los sistemas de iluminación, lo que permitió la comprensión y la influencia que mantiene la distribución de luminarias y las curvas fotométricas en la eficiencia del sistema. En este caso, se ha determinado que una pertinente selección de la distribución fotométrica puede reducir de manera significativa la potencia instalada y el número de luminarias requeridas, optimizando el consumo energético (Chacaliaza-Huapaya et al., 2023). Así mismo, se examinaron investigaciones que demuestran la reducción de los costos y el consumo energético al sustituir luminarias convencionales por tecnología LED (Echevarría Matos & Anaya Maccha, 2022).

Como criterios de inclusión, se contemplaron documentos publicados en los últimos años, relacionados intrínsecamente con la iluminación industrial, la eficiencia energética y la tecnología LED, que mostrarán resultados técnicos y análisis aplicados. Por otra parte, se excluyeron aquellos documentos que no consideraron el ámbito industrial, que estaban exentos de información técnica relevante y aquellas que no permitían determinar comparaciones entre las tecnologías de iluminación.

En cuanto a las consideraciones éticas, se mantuvo respeto a la propiedad intelectual de los autores consultados en todo momento, citando conforme a las normas APA 7ma edición las diversas fuentes de información. No se realizó manipulaciones, ni alteraciones de la información obtenida, garantizando así la fidelidad tanto de los datos como de los resultados obtenidos en los estudios analizados.

Finalmente, en las limitaciones de la investigación, se identificó el reconocimiento de información secundaria, lo que implica que los resultados están sujetos a los condicionamientos del alcance y la calidad de los estudios consultados. Se debe considerar que los documentos analizados y la variabilidad en metodologías puede provocar diferencias en los resultados reportados, mismo que se consideró dentro del proceso de análisis e interpretación.

Tabla 1.

Matriz de análisis bibliográfico

Autor(es) y año	Tipo de tecnología	Potencia (W)	Consumo energético	Vida útil	Costos de mantenimiento	Resultados principales
Chacaliaza-Huapaya et al., 2023	Halogenuro metálico vs LED	400 W vs 139 W	Reducción hasta ~50%	Mayor en LED	Menor en LED	Reducción de potencia instalada hasta 84% y menor número de luminarias
Echevarría Matos & Anaya Maccha, 2022	Halogenuro metálico vs LED	400 W vs 200 W	Disminución del consumo eléctrico	Mayor en LED	Reducción de costos de mantenimiento	Ahorro anual USD en área de filtrado (31 luminarias)
Hernández-Corona & Sánchez-López, 2023	LED	—	—	—	—	Generación de distorsión armónica en la red eléctrica (cargas no lineales)
Olivo Vidal et al., 2023	LED en sistemas de iluminación	—	Reducción entre 30%–70%	Alta	Baja	Mejora en eficiencia energética y calidad lumínica
Molina Gamboa et al., 2023	Sistemas LED industriales	—	Reducción del consumo energético	Alta	Baja	Disminución de emisiones y mejora en eficiencia operativa
Larrea Saltos & Holguin Suconota	LED en alumbrado	—	Reducción del consumo energético	Alta	Baja	Mejora de uniformidad y viabilidad económica
García Sánchez & Agudelo Cuesta, 2022	Metal Halide vs LED	—	Menor consumo con LED	Mayor en LED	Menor en LED	Reducción en costos operativos y consumo energético

Nota. Elaboración propia a partir de Chacaliaza-Huapaya et al. (2023), Echevarría Matos y Anaya Maccha (2022), Hernández-Corona y Sánchez-López (2023), entre otros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reducción Del Consumo Energético En Sistemas De Iluminación

La obtención de resultados que partieron de los estudios analizados determinó que el reemplazo de los sistemas de iluminación convencional por la iluminación LED provocó una disminución considerable en el consumo energético en diferentes entornos industriales. En efecto, se reconoció que la sustitución de luminarias tradicionales (halogenuro metálico) por luminarias LED permitió disminuir el consumo eléctrico manteniendo y cumpliendo con los requisitos establecidos en los niveles de iluminancia para las actividades operativas industriales.

En el estudio empleado en los almacenes industriales, se reportó que la implementación de la iluminación LED permitió obtener reducciones cercanas al 50% del consumo energético en comparación con los sistemas convencionales (Chacaliaza-Huapaya et al., 2023). Este resultado demostró que la eficiencia energética del sistema industrial está estrechamente relacionada con la mayor eficiencia luminosa de la iluminación LED.

Influencia del diseño luminotécnico en la eficiencia del sistema

Los resultados evidenciaron que el ahorro energético no se centra únicamente en el cambio de tecnología, sino también influye el diseño del sistema de iluminación. En tal sentido, se observó que mediante una adecuada selección de la distribución fotométrica de las luminarias se obtiene la optimización de equipos instalados y permite mejorar la eficiencia global del sistema.

En el caso de los depósitos industriales, se determinó que una correcta elección de la curva fotométrica permitió disminuir la potencia instalada hasta un 84% y el número de luminarias hasta un 50% al sustituir sistemas tradicionales por tecnología LED (Chacaliaza-Huapaya et al., 2023). Este descubrimiento comprobó que el diseño luminotécnico se conforma como un elemento esencial en la eficiencia energética del sistema industrial.

Tabla 2.

Comparación de resultados considerando luminarias con halogenuro metálico y LED con distinto tipo de fotometría.

Distribución Fotométrica	Unidad	SIMÉTRICA EXTENSIVA	ELÍPTICA	SIMÉTRICA EXTENSIVA	ELÍPTICA
Fuente de luz		HALOGENURO METÁLICO	HALOGENURO METÁLICO	LED	LED
Distancia entre luminarias	m	5.50	10.0	5.50	10.0
Cantidad de luminarias	Ud.	168	84	168	84

Potencia de lámpara	W	400	250	139	139
Pérdida por balasto	W	40	30	0	0
Potencia total por luminaria	W	440	280	139	139
Potencia total de instalación	kW	73.92	23.52	28.40	11.67
Iluminancia media	Lux	120	130	120	132
Ahorro con respecto a halogenuro y distribución fotométrica simétrica extensiva	%	0%	68%	61%	84%
Ahorro entre luminarias LED con distribución fotométrica elíptica con simétrica extensiva	%	—	—	0%	60%

Fuente: (Chacaliaza-Huapaya et al., 2023)

Resultados del análisis económico de la implementación LED en el área de filtrado de una planta concentradora

En el análisis económico se determinó que los resultados se centraron en el área de filtrado de una planta concentradora, donde desarrollaron evaluaciones de sustitución de un total de 31 luminarias de tecnología tradicional por las luminarias tipo LED. El sistema original estuvo integrado por luminarias de halogenuro metálico de 400 W, mientras que el planteamiento de mejora propuso luminarias LED de 200 W, manteniendo las condiciones de iluminación requeridas (Echevarría Matos & Anaya Maccha, 2022).

En base al análisis del consumo energético y valorando el costo de la energía eléctrica, se estableció el gasto anual del sistema industrial antes y después de su implementación. Dado como obtención un ahorro económico anual de USD 5,920.88 en el área de filtrado, relacionado a la reducción de la potencia instalada y del consumo energético (Echevarría Matos & Anaya Maccha, 2022).

Estos resultados evidenciaron que el reemplazo de luminarias convencionales por luminarias LED conforma una alternativa viable en el área económica, así como en diversas áreas específicas de operación industrial.

Tabla 3.

Comparación de la economía energética.

	HIGH BAY HPI 400W	HIGH BAY LED 200 W	UNIDADES
Inversión Inicial Compra Luminarias	2,363.44	7,130.00	USD/año
Costo Total anual	10,130.06	4,209.18	USD
Energía/M.Obra/Kit Reemplazado			
Ahorro/año	—	5,920.88	USD/año
Período de Payback o Retorno del Capital	—	0.81	Años
CO2 Ahorrado en KG	—	22,811.04	Kg

Fuente: (Echevarría Matos & Anaya Maccha, 2022)

Evaluación de la calidad de la energía en sistemas LED

Los resultados demostraron que la adecuación de luminarias LED tuvo implicaciones con respecto a la calidad de la energía del sistema eléctrico. Concretamente, se detectó que las luminarias LED pueden operar como cargas no lineales, generando una distorsión armónica en la red eléctrica (Hernández-Corona & Sánchez-López, 2023).

A su vez, se analizó que la presencia de armónicos puede generar afectaciones a los parámetros eléctricos, es decir, al valor de la corriente y el factor de potencia, lo que involucra la necesidad de tener presente estas secuelas en el diseño y la implementación de sistemas de iluminación LED. Este resultado enseñó que la eficiencia energética debe ser analizada de manera integral, teniendo presente no solo el consumo, sino también debe ser considerado el comportamiento eléctrico del sistema.

Impacto en la sostenibilidad y reducción de emisiones

Los resultados evidenciaron que la disminución del consumo energético derivada de la implementación de tecnología LED favoreció indirectamente en la disminución del impacto ambiental. Esto se dio a que una menor demanda de energía eléctrica implica una reducción significativa en la generación de energía y, en derivación, en las emisiones asociadas.

En el estudio de los sistemas industriales, se determinó que la optimización del sistema de iluminación mediante la luminaria LED permitió disminuir el consumo energético y provocar mejoras en la eficiencia del sistema, lo cual se relaciona estrechamente con la disminución de los efectos ambientales relacionados con el uso de energía (Chacaliaza-Huapaya et al., 2023).

Discusión

En el presente estudio se determina que los resultados de la sustitución de sistemas de iluminación tradicional por tecnología LED conforma una estrategia eficaz para la disminución del consumo energético en ambientes industriales. Esta tendencia concuerda con lo obtenido en los documentos, donde se instituye que las luminarias LED muestran una mayor eficiencia luminosa en contraste con tecnologías convencionales como el halogenuro metálico, permitiendo obtener niveles apropiados de iluminancia con menor potencia instalada (Chacaliaza-Huapaya et al., 2023).

Desde una perspectiva técnica, los resultados comprueban que el ahorro energético no está condicionado únicamente por la tecnología, sino que también influye el diseño luminotécnico del sistema. Bajo esta perspectiva, la selección apropiada de la distribución fotométrica se desarrolla como un factor de eficiencia global en el sistema de iluminación. Este hallazgo se encuentra en proporción con el análisis de estudios previos que marcan que una incorrecta distribución de la luz puede formar lugares con baja cobertura, o a su vez genera sobre iluminación, provocando impactos negativos en el rendimiento energético del sistema.

En el estudio delimitado del área de filtrado, se determinó que 31 luminarias de halogenuro metálico de 400 W al ser reemplazadas por luminarias LED de 200 W genera un alto impacto de ahorro en la economía, con un valor anual de USD 5,920.88, lo que demuestra la factibilidad en el campo de la economía, incluso en los sistemas de escala reducida (Echevarría Matos & Anaya Maccha, 2022). Dicho resultado está vinculado con la documentación literaria, establece que la inversión de tecnología LED permite reducir el consumo energético y los costos de mantenimiento.

Por otra parte, los resultados también demuestran que la calidad de energía puede verse afectada por la utilización de luminarias LED, debido a que mantiene conductas de cargas no lineales. Esta información ha sido documentada en la literatura, donde se expresa que la presencia de armónicos puede generar afectaciones en la potencia y en diversos parámetros eléctricos del sistema (Hernández-Corona & Sánchez-López, 2023). Desde esta perspectiva, pese a que la tecnología LED evidencia múltiples ventajas energéticas, su implementación demanda un análisis minucioso que contemple la calidad y el consumo de la energía.

En el marco ambiental, los resultados determinan que la disminución del consumo energético se vincula de manera directa con la reducción del impacto ambiental, lo cual se consolida con estudios que enfatizan el papel de la eficiencia energética como un punto esencial para el cuidado ambiental en el sector industrial. Es de suma relevancia esta relación puesto que el consumo energético industrial influye de manera significativa en la demanda total de energía eléctrica.

Desde una perspectiva crítica, el presente estudio de investigación se centra en una limitada información de carácter documental, lo que conlleva a que los resultados dependan

únicamente de la calidad y la disponibilidad de la información obtenida de diversos estudios analizados. Cabe considerar que la variedad de metodologías empleadas en las investigaciones analizadas puede provocar múltiples variaciones en los resultados, lo que genera dificultad para estandarizar los datos.

Finalmente, los resultados permiten desarrollar nuevas líneas de investigación orientadas a analizar de manera profunda el impacto económico que genera la implementación de la tecnología LED, así como la optimización del consumo energético mediante la integración de sistemas de control y monitoreo inteligente. Por otro lado, es de suma importancia el planteamiento de estudios que permitan evaluar la calidad y la eficiencia de la energía, con el objetivo de brindar soluciones óptimas en los sistemas de iluminación industrial.

CONCLUSIONES

En conclusión, el presente análisis sobre la sustitución de sistemas de iluminación convencional por tecnología LED se constituye como una vía energéticamente favorable y técnicamente eficiente en entornos industriales. A partir de una revisión exhaustiva de la literatura, se determina que la reducción del consumo energético no está condicionada de forma exclusiva al cambio de la tecnología, sino que también influye la interacción entre el diseño del sistema lumínico y la eficiencia de la fuente luminosa. Por ello, resulta determinante dar cumplimiento a óptimas condiciones en la distribución fotométrica y la potencia de instalación para alcanzar niveles adecuados de eficiencia.

Desde un enfoque económico, el estudio de los resultados demuestra que el empleo de luminarias LED permite la obtención de grandes beneficios financieros relacionados con la reducción del consumo eléctrico y los costos de mantenimiento. Estos efectos incluso se pueden manifestar en áreas específicas de operación industrial, lo que visualiza como una opción viable del uso de esta tecnología a nivel micro y macro escala.

En correspondencia con el comportamiento del sistema eléctrico, se determina que el uso de la tecnología LED conlleva múltiples implicaciones de carácter energético que deben ser analizadas de manera integral. Ante la presencia de una distorsión armónica relacionada con el tipo de luminarias se determina que la optimización a más de evaluarse en el consumo, debe ser vista desde la calidad de la energía, por ello, se debe abordar este aspecto mediante el análisis y la incorporación de criterios en los sistemas de iluminación industrial.

Asimismo, se identifica que el uso de los sistemas de iluminación LED generan impactos positivos en la sostenibilidad ambiental al reducir la demanda energética, el presente hallazgo hace énfasis en el contexto actual y su relevancia, donde el punto clave para un desarrollo sostenible en el sector industrial debe ser centrado en su eficiencia energética.

En el ámbito científico, el análisis investigativo permite integrar los diversos campos

como la economía, las dimensiones y las técnicas energéticas de los sistemas de iluminación industrial, demostrando que el ahorro energético debe contemplar aristas multidimensionales. Este enfoque conlleva a la expansión del conocimiento, proporcionando una base ante la toma de decisiones en diversos proyectos de sistemas de iluminación.

Para finalizar, se identifican futuras líneas de investigación cuyo enfoque central son múltiples aristas que contemplan el impacto económico al implementar la luminaria LED, de igual manera, hace énfasis en el desarrollo de evaluaciones de calidad y eficiencia energética, así como se determina la adecuación de estudios que desarrollen el monitoreo y control inteligente, con la finalidad obtener condiciones operativas variables y optimizar el rendimiento de los sistemas de iluminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Chacaliaza-Huapaya, L., Bernaza-Zavala, E., & Velazco-Fernández, E. (2023). Impacto en la eficiencia energética según el tipo de curva fotométrica en proyectos de iluminación de almacenes. *Tecnia*, 33(2). <https://doi.org/10.21754/tecnica.v33i2.1570>
- Dávila, M. A., & Durán, E. F. (s.f.). Utilización de luminarias LED como reemplazo de luminarias incandescentes y fluorescentes: Análisis de potencias. Universidad Politécnica Salesiana.
- Echevarría Matos, J. G., & Anaya Maccha, G. A. (2022). Análisis de costo beneficio en la implementación de un sistema de iluminación LED en la zona de filtrados ubicado en planta concentradora de una unidad minera en el Perú (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Fernández Labrada, D. de los Á., et al. (2024). Beneficios y riesgos de los sistemas de iluminación basada en LEDs. *Ingeniería Energética*, 45(1).
- Galarza Loja, B. X., & Sanango Jerez, D. J. (2025). Diseño del sistema de alumbrado público con tecnología LED en la calle Ignacio Jaramillo del cantón Gualaceo, provincia del Azuay (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana.
- García Sánchez, R., & Agudelo Cuesta, F. J. (2022). Diseño y estudio de eficiencia eléctrica del sistema de iluminación de Centroaceros S.A.S. (Trabajo de grado). Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Hernández-Corona, J. L., & Sánchez-López, P. (2023). Evaluación eléctrica de lámparas de iluminación. *Ingeniería Industrial*, (45), 67–90. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2023.n45.6577>
- López Escobedo, J. R., Nicolás Javier, K., & García Reyes, F. (s.f.). Optimización de energía eléctrica y luminosa en laboratorios y aulas de aprendizaje, aplicación sustentable con luminarias de tecnología LED. *Tendencias en Energías Renovables y Sustentabilidad*, 1(1).
- Medina Falconí, C. I. (2022). Análisis de eficiencia energética mediante la implementación de tecnología LED en el servicio de alumbrado público de la CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Molina Gamboa, A. A., Vásquez Quiceno, E., & Hernández Hernández, W. (2023). Estrategia de ahorro y uso eficiente de la energía de la planta Gascol Centro - Componente de iluminación (Trabajo de grado). Universidad EAN.
- Olivo Vidal, D. J., Trujillo Ronquillo, D. F., & Morales Tamayo, Y. (2025). Estudio comparativo de la eficiencia de las tecnologías de iluminación en edificaciones. *Nexus Research Journal*, 4(1). <https://doi.org/10.62943/nrj.v4n1.2025.166>
- Pesantez Salinas, J. C., Erazo Álvarez, G. O., & Ramon Poma, G. M. (2026). Tecnología LED en el alumbrado público de Méndez: Evaluación técnica y económica. *Runas Journal*,

7(15). <https://doi.org/10.46652/runas.v7i15.340>

León Segovia, M. A., et al. (2025). Caracterización y análisis de la calidad de energía en los sistemas de iluminación incandescentes, fluorescentes y LED. RECIMUNDO, 9(especial), 90–99. [https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(esp\).mayo.2025.90-99](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(esp).mayo.2025.90-99)