

**EVALUACIÓN TÉCNICO-SOCIAL DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PÚBLICA LED
CON ENERGÍA SOLAR EN COMUNIDADES VULNERABLES DE QUEVEDO, ECUADOR**
**TECHNICAL-SOCIAL EVALUATION OF SOLAR-POWERED LED PUBLIC LIGHTING
SYSTEMS IN VULNERABLE COMMUNITIES OF QUEVEDO, ECUADOR**

Autores: ¹Cristian Paúl Topa Chuquitarco, ²Yusimit Karina Zamora Hernández, ³Edgar Atilio Suárez Bardelline y ⁴Joffre Santiago Toral Zambrano.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2780-5488>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0112-1061>

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-2302-8465>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-7064-6868>

¹E-mail de contacto: ctopac@uteq.edu.ec

²E-mail de contacto: yzamorah@uteq.edu.ec

³E-mail de contacto: esuarezb@uteq.edu.ec

⁴E-mail de contacto: jtoralz@uteq.edu.ec

Afiliación: ^{1*2*3*4*}Universidad Técnica Estatal de Quevedo, (Ecuador).

Artículo recibido: 28 de Agosto del 2026.

Artículo revisado: 2 de Septiembre del 2026.

Artículo aprobado: 2 de Septiembre del 2026.

¹Ingeniero en Electromecánica, graduado de la Universidad Técnica de Cotopaxi, (Ecuador). Magíster en Eficiencia Energética, graduado de la Escuela Politécnica Nacional, (Ecuador).

²Ingeniera Mecánica, graduada de la Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya, (Cuba). Máster en Diseño y Fabricación Asistida por Computadora, graduada de la Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya, (Cuba).

³Ingeniero mecánico con maestría en Automatización y Control Industrial.

⁴Estudiante de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, (Ecuador).

Resumen

La iluminación pública basada en tecnologías eficientes y fuentes renovables constituye una alternativa para mejorar la visibilidad, facilitar el uso nocturno de espacios comunitarios y ampliar el acceso a soluciones energéticas descentralizadas. El objetivo del estudio fue evaluar los resultados técnicos, sociales y comunitarios asociados con la implementación de sistemas de iluminación pública LED alimentados con energía solar en comunidades vulnerables del cantón Quevedo durante los periodos académicos 2024–2025 y 2025–2026. Se desarrolló una investigación aplicada, descriptiva, documental, retrospectiva y no experimental, mediante la integración de cuatro informes finales de vinculación y dos evaluaciones de satisfacción de beneficiarios. Las intervenciones comprendieron Los Naranjos–El Pital, la parroquia Siete de Octubre, San Cristóbal–La Florida, El Guayabo y espacios comunitarios de La Venus. Se documentaron actividades de diagnóstico, elaboración de planos, construcción de bases y postes, adecuaciones eléctricas, instalación de luminarias y reflectores LED con paneles

solares, mantenimiento y capacitación. Las actividades programadas alcanzaron el 100 % de cumplimiento en los periodos analizados. La evaluación más reciente incluyó 88 beneficiarios: el 100 % reconoció que el proyecto atendió una necesidad real y brindó soluciones efectivas; el 95,4 % valoró positivamente la participación comunitaria y el 93,1 % indicó que las soluciones se incorporaron a la vida cotidiana. Asimismo, la información para la sostenibilidad, la capacitación, el compromiso de mantenimiento y los cambios positivos alcanzaron una valoración favorable del 100 %. Se concluye que el proyecto consolidó una experiencia de transferencia tecnológica con elevada aceptación social y continuidad territorial, cuya evolución puede fortalecerse mediante indicadores técnicos normalizados y seguimiento periódico.

Palabras claves: Iluminación pública sostenible, Energía solar fotovoltaica, Tecnología LED, Comunidades vulnerables, Satisfacción de beneficiarios, Vinculación universitaria.

Abstract

Public lighting based on efficient technologies and renewable sources offers an alternative for improving visibility, facilitating the nighttime use of community spaces, and expanding access to decentralized energy solutions. The study aimed to evaluate the technical, social, and community outcomes associated with the implementation of solar-powered LED public lighting systems in vulnerable communities within the Quevedo canton during the 2024–2025 and 2025–2026 academic periods. An applied, descriptive, documentary, retrospective, and non-experimental research approach was adopted, integrating four final community engagement reports and two beneficiary satisfaction assessments. Interventions covered Los Naranjos–El Pital, the Siete de Octubre parish, San Cristóbal–La Florida, El Guayabo, and community spaces in La Venus. Documented activities included diagnostic assessments, drafting of plans, construction of bases and poles, electrical modifications, installation of LED luminaires and floodlights with solar panels, maintenance, and training. Scheduled activities achieved 100% completion during the analyzed periods. The most recent assessment involved 88 beneficiaries: 100% acknowledged that the project addressed a real need and provided effective solutions; 95.4% viewed community participation positively; and 93.1% indicated that the solutions had been integrated into their daily lives. Furthermore, aspects regarding sustainability information, training, maintenance commitment, and positive changes received a 100% favorable rating. The study concludes that the project established a successful technology transfer experience characterized by high social acceptance and territorial continuity, the evolution of which can be further strengthened through standardized technical indicators and periodic monitoring.

Keywords: Sustainable public lighting, Solar photovoltaic energy, LED technology, Vulnerable communities, Beneficiary

satisfaction, University community engagement.

Sumário

A iluminação pública baseada em tecnologias eficientes e fontes renováveis oferece uma alternativa para melhorar a visibilidade, facilitar o uso noturno de espaços comunitários e ampliar o acesso a soluções energéticas descentralizadas. O estudo teve como objetivo avaliar os resultados técnicos, sociais e comunitários associados à implementação de sistemas de iluminação pública LED alimentados por energia solar em comunidades vulneráveis do cantão de Quevedo, durante os períodos acadêmicos de 2024–2025 e 2025–2026. Adotou-se uma abordagem de pesquisa aplicada, descritiva, documental, retrospectiva e não experimental, integrando quatro relatórios finais de extensão comunitária e duas avaliações de satisfação dos beneficiários. As intervenções abrangeram Los Naranjos–El Pital, a paróquia Siete de Octubre, San Cristóbal–La Florida, El Guayabo e espaços comunitários em La Venus. As atividades documentadas incluíram diagnósticos, elaboração de planos, construção de bases e postes, modificações elétricas, instalação de luminárias e refletores LED com painéis solares, manutenção e capacitação. As atividades programadas atingiram 100% de execução durante os períodos analisados. A avaliação mais recente envolveu 88 beneficiários: 100% reconheceram que o projeto atendia a uma necessidade real e oferecia soluções eficazes; 95,4% avaliaram positivamente a participação comunitária; e 93,1% indicaram que as soluções foram integradas ao seu cotidiano. Além disso, aspectos relacionados a informações sobre sustentabilidade, capacitação, compromisso com a manutenção e mudanças positivas receberam avaliação 100% favorável. O estudo conclui que o projeto estabeleceu uma experiência bem-sucedida de transferência de tecnologia, caracterizada por alta aceitação social e continuidade territorial, cuja evolução pode ser ainda mais fortalecida por meio de

indicadores técnicos padronizados e monitoramento periódico.

Palavras-chave: Iluminação pública sustentável, Energia solar fotovoltaica, Tecnologia LED, Comunidades vulneráveis, Satisfação dos beneficiários, Extensão universitária.

Introducción

La iluminación pública constituye una infraestructura relevante para el funcionamiento nocturno de calles, espacios recreativos y áreas comunitarias. Además de proporcionar condiciones de visibilidad, la configuración del entorno luminoso se relaciona con la percepción de seguridad y el aprovechamiento de los espacios públicos. Investigaciones recientes han demostrado que variables como la iluminancia, la uniformidad y la distribución espacial de la luz influyen en la manera en que las personas valoran la seguridad de los ambientes nocturnos (Mushtaha et al., 2022; Son et al., 2023; Lis et al., 2023).

La incorporación de Lis et al. (2023) fortalece este párrafo porque su estudio analiza específicamente la influencia de la iluminación de parques urbanos sobre la sensación de seguridad y las preferencias de los usuarios. La modernización del alumbrado mediante tecnología LED constituye una alternativa para reducir el consumo energético y mejorar la gestión de los sistemas de iluminación. En Ecuador, Pulla et al. (2022) identificaron al alumbrado público como un componente relevante del sector eléctrico y señalaron la importancia de continuar incorporando tecnologías energéticamente eficientes. Estudios comparativos recientes también muestran que la evaluación de sistemas LED debe considerar conjuntamente eficiencia energética, desempeño fotométrico y costos de operación (Davidovic y Kostic, 2022). En contextos urbanos internacionales, la

modernización hacia soluciones inteligentes también ha permitido integrar control, eficiencia energética y gestión de infraestructura (Dizon y Pranggono, 2022; Pardo et al., 2022; Agramelal et al., 2023).

La incorporación de generación fotovoltaica amplía las posibilidades de aplicación de la iluminación LED, especialmente en lugares donde se requieren soluciones autónomas. Estos sistemas integran paneles fotovoltaicos, almacenamiento eléctrico, elementos de regulación y luminarias LED, permitiendo aprovechar el recurso solar durante el día para satisfacer la demanda de iluminación nocturna. La literatura reciente destaca que la autonomía y confiabilidad de estos sistemas dependen de una adecuada relación entre generación, demanda, almacenamiento y condiciones de funcionamiento (Tomczuk et al., 2024; Agramelal et al., 2023).

La aplicación de este tipo de soluciones adquiere particular importancia en comunidades con deficiencias de alumbrado público. Una mejor iluminación puede facilitar el desplazamiento nocturno, el uso de espacios recreativos y la realización de actividades comunitarias; al mismo tiempo, la percepción de sus usuarios constituye una dimensión relevante para valorar la pertinencia de una intervención. Mushtaha et al. (2022) encontraron que las características del entorno iluminado se relacionan con la percepción de visibilidad y seguridad, por lo que la evaluación de un proyecto de alumbrado puede incorporar tanto componentes técnicos como sociales. Resultados similares han sido reportados por Son et al. (2023) y Lis et al. (2023), quienes identificaron relaciones entre características del ambiente luminoso y valoración de seguridad en espacios públicos. La instalación de la infraestructura representa una etapa del

proyecto, mientras que su cuidado, mantenimiento preventivo y utilización cotidiana requieren participación y transferencia de conocimientos. Por ello, la capacitación de los beneficiarios y la definición de responsabilidades de mantenimiento constituyen componentes complementarios a la ejecución técnica. En proyectos de ingeniería vinculados con comunidades, la reciprocidad, la participación de los actores locales y la integración entre formación académica y necesidades reales constituyen elementos relevantes para la sostenibilidad de las intervenciones (Delaine et al., 2024; Jaworski y Cho, 2023).

En este contexto, la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a través de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y de las carreras de Mecánica y Electricidad, ejecutó entre 2024 y 2026 un proyecto de vinculación orientado a la implementación de sistemas de iluminación pública LED alimentados mediante energías alternativas en sectores vulnerables del cantón Quevedo. Las intervenciones se desarrollaron de manera progresiva en distintos períodos académicos. Durante el período 2024–2025 PPA, las actividades se realizaron en los sectores Los Naranjos y El Pital; posteriormente, en el período 2024–2025 SPA, se intervino en la parroquia Siete de Octubre. Para el período 2025–2026 PPA, el proyecto se ejecutó en los sectores San Cristóbal y La Florida, mientras que en el período 2025–2026 SPA las acciones se extendieron al sector El Guayabo y a diferentes espacios de la parroquia La Venus.

De esta manera, el proyecto amplió progresivamente su cobertura territorial y benefició a varias comunidades mediante soluciones de iluminación sostenible. Las actividades desarrolladas comprendieron

levantamiento de necesidades, planificación, elaboración de planos, construcción de bases de concreto, instalación o adecuación de postes y estructuras, implementación de luminarias o reflectores LED alimentados mediante paneles solares, mantenimiento y capacitación comunitaria. Los informes institucionales incorporan, además, registros de actividades, actas de socialización, evidencias fotográficas y evaluaciones de satisfacción que permiten examinar conjuntamente la ejecución y la valoración social de las intervenciones.

El objetivo del presente estudio fue evaluar los resultados técnicos, sociales y comunitarios asociados con la implementación de sistemas de iluminación pública LED alimentados mediante energía solar en comunidades vulnerables del cantón Quevedo durante los periodos académicos 2024–2025 y 2025–2026, mediante la integración comparativa de los informes de ejecución y las evaluaciones de satisfacción de los beneficiarios.

Materiales y Métodos

Se desarrolló una investigación aplicada, descriptiva, documental, retrospectiva y no experimental. El estudio integró información cuantitativa y cualitativa generada durante la ejecución del proyecto de vinculación. La dimensión cuantitativa estuvo constituida por los porcentajes de cumplimiento de actividades y las respuestas obtenidas mediante instrumentos de satisfacción, mientras que la dimensión cualitativa comprendió las características de las intervenciones, necesidades identificadas, actividades técnicas, participación comunitaria, capacitación y resultados reportados. El corpus estuvo constituido por seis documentos institucionales: cuatro informes finales correspondientes a los periodos 2024–2025 PPA, 2024–2025 SPA, 2025–2026 PPA y 2025–2026 SPA, así como

dos informes de evaluación de satisfacción correspondientes a 2024–2025 PPA y 2025–2026 SPA. Las unidades territoriales e institucionales consideradas fueron Los Naranjos–El Pital, la cancha multiuso de la parroquia Siete de Octubre, San Cristóbal–La Florida, El Guayabo y espacios comunitarios e institucionales de la parroquia La Venus. Para

cada intervención se identificaron la situación inicial, actividades desarrolladas, infraestructura implementada, participación comunitaria y resultados sociales documentados. La información fue organizada mediante una matriz de extracción conformada por seis dimensiones.

Tabla 1. Dimensiones e indicadores utilizados en el análisis.

Dimensión	Indicadores
Técnica	Luminarias y reflectores LED, paneles solares, postes, bases de concreto, planos, adecuaciones eléctricas y mantenimiento
Social	Visibilidad, utilización nocturna, percepción de seguridad y cambios percibidos
Comunitaria	Participación, socialización, capacitación, corresponsabilidad y compromiso de mantenimiento
Educativa	Aplicación de conocimientos de Mecánica y Electricidad y transferencia tecnológica
Gestión	Diagnóstico, planificación, ejecución, coordinación y cumplimiento de actividades
Sostenibilidad	Capacitación, mantenimiento preventivo, continuidad, cuidado de los sistemas y replicabilidad

Fuente: Elaboración propia.

Se consideraron dos evaluaciones efectuadas en momentos diferentes del proyecto. La primera correspondió al periodo 2024–2025 PPA y fue aplicada a 15 beneficiarios. La segunda correspondió al periodo 2025–2026 SPA y comprendió 88 beneficiarios, distribuidos en 35 habitantes del sector El Guayabo, 28 participantes de La Venus y 25 beneficiarios del Centro Gerontológico. En la evaluación SPA 2025–2026 se empleó un instrumento de ocho preguntas estructuradas mediante una escala Likert de cuatro niveles: totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. Las dimensiones evaluadas fueron atención de una necesidad real, participación comunitaria, incorporación de las soluciones a la vida diaria, efectividad, sostenibilidad, capacitación, compromiso de mantenimiento y cambios positivos percibidos. Las frecuencias y porcentajes fueron sistematizados mediante estadística descriptiva. Debido a que las evaluaciones correspondieron a distintos momentos, contextos y grupos de beneficiarios, sus resultados fueron interpretados de manera complementaria y no como una única muestra acumulada. El análisis se desarrolló en cuatro etapas. Primero, se organizaron

cronológicamente los documentos de los cuatro periodos académicos. Segundo, se identificaron y compararon las actividades técnicas y sociales ejecutadas en cada sector. Tercero, se sistematizaron los resultados de las evaluaciones de satisfacción. Finalmente, los hallazgos se analizaron en relación con literatura científica reciente sobre alumbrado público, tecnología LED, sistemas fotovoltaicos autónomos y percepción de seguridad.

Resultados y Discusión

Las intervenciones desarrolladas entre los periodos 2024–2025 y 2025–2026 muestran continuidad en el propósito del proyecto y una ampliación progresiva hacia diferentes espacios comunitarios del cantón Quevedo. Durante el periodo 2024–2025 PPA, las actividades se concentraron en Los Naranjos–El Pital, donde se ejecutaron acciones de diagnóstico, elaboración de planos, adecuaciones eléctricas, construcción de bases para postes, instalación de infraestructura de iluminación y capacitación comunitaria. En el periodo 2024–2025 SPA se intervino la cancha multiuso de la parroquia Siete de Octubre. Las actividades comprendieron reconstrucción, mantenimiento

e instalación de sistemas de alumbrado mediante energías alternativas, además de capacitación y participación de los beneficiarios. El informe registró que la intervención permitió disponer de iluminación para favorecer el uso nocturno del espacio deportivo.

Durante 2025–2026 PPA, el proyecto se desarrolló en San Cristóbal, sector La Florida. En este periodo se documentó la implementación de reflectores LED alimentados mediante paneles solares, postes metálicos de cinco metros, refuerzo de estructuras, pintura y mantenimiento. Las actividades se orientaron a mejorar las condiciones de iluminación y funcionalidad del espacio intervenido.

En 2025–2026 SPA, la intervención se amplió hacia El Guayabo y diferentes espacios de la parroquia La Venus. El proyecto incluyó instalación y verificación de sistemas de iluminación con energías alternativas, adecuaciones complementarias, socialización y capacitación comunitaria. En este periodo participaron 35 beneficiarios de El Guayabo, 28 de La Venus y 25 del Centro Gerontológico.

En los cuatro periodos analizados, los informes registraron un cumplimiento del 100 % de las actividades programadas, incluyendo visitas técnicas, elaboración de planos, adecuaciones, construcción de infraestructura, instalación de sistemas, mantenimiento, capacitación y elaboración de informes finales.

Tabla 2. *Síntesis de las intervenciones desarrolladas.*

Periodo	Sector o espacio	Intervención principal	Resultado documentado
2024–2025 PPA	Los Naranjos–El Pital	Planificación, construcción de bases y postes, adecuaciones eléctricas, instalación de iluminación LED solar y capacitación comunitaria	Mejora de las condiciones de iluminación y valoración favorable de los beneficiarios
2024–2025 SPA	Siete de Octubre	Adecuación, mantenimiento e instalación de iluminación mediante energías alternativas en la cancha multiuso	Mayor disponibilidad del espacio para actividades nocturnas
2025–2026 PPA	San Cristóbal–La Florida	Instalación de reflectores LED solares, postes metálicos de 5 m, adecuaciones estructurales y mantenimiento	Mejora de la visibilidad y funcionalidad del espacio intervenido
2025–2026 SPA	El Guayabo y La Venus	Implementación de sistemas de iluminación con energías alternativas, adecuaciones, monitoreo, socialización y capacitación	Mayor cobertura territorial y participación de beneficiarios

Fuente: Elaboración propia.

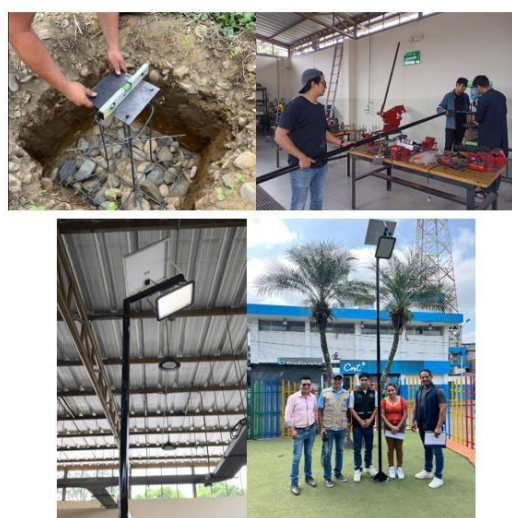


Figura 1. Evidencia de implementación de sistemas de iluminación pública LED alimentados mediante energía solar en comunidades del cantón Quevedo.

La evaluación correspondiente al periodo 2024–2025 PPA fue aplicada a 15 beneficiarios y mostró una valoración predominantemente favorable respecto de la atención de necesidades, participación comunitaria, capacitación, compromiso con el mantenimiento y cambios asociados con la intervención. La evaluación SPA 2025–2026 amplió la base de información a 88 beneficiarios. En el indicador relacionado con la atención de una necesidad real, el 45,5 % manifestó estar totalmente de acuerdo y el 54,5 % de acuerdo, alcanzándose una valoración positiva del 100 %. Respecto de la participación comunitaria, el 54,5 % estuvo totalmente de acuerdo y el 40,9 % de acuerdo, lo que

representa una valoración favorable conjunta del 95,4 %. En cuanto a la incorporación de las soluciones a la vida diaria, el 38,6 % estuvo totalmente de acuerdo y el 54,5 % de acuerdo, con una valoración positiva del 93,1 %. El 79,5 % manifestó estar totalmente de acuerdo y el 20,5 % de acuerdo en que el proyecto brindó soluciones efectivas a las necesidades de la comunidad, alcanzándose una valoración favorable del 100 %. Los indicadores relacionados con información para la sostenibilidad, capacitación, compromiso de mantenimiento y cambios positivos percibidos alcanzaron también una valoración positiva del 100 %.

Tabla 3. Evaluación de satisfacción de los beneficiarios, SPA 2025–2026 (n = 88)

Indicador	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Valoración positiva
El proyecto atendió una necesidad real	45,50%	54,50%	0,00%	100%
Participación de la comunidad	54,50%	40,90%	4,50%	95,40%
Incorporación de las soluciones a la vida diaria	38,60%	54,50%	6,80%	93,10%
El proyecto brindó soluciones efectivas	79,50%	20,50%	0,00%	100%
Información suficiente para la sostenibilidad	70,50%	29,50%	0,00%	100%
Capacitación necesaria	85,20%	14,80%	0,00%	100%
Compromiso de cuidado y mantenimiento	43,20%	56,80%	0,00%	100%
Cambios positivos percibidos	45,50%	54,50%	0,00%	100%

Fuente: Elaboración propia.

La valoración positiva corresponde a la suma de las categorías “Totalmente de acuerdo” y “De acuerdo”. Los documentos institucionales registran la participación de estudiantes, docentes y beneficiarios en actividades de instalación, verificación, socialización y capacitación. En el periodo SPA 2025–2026 participaron estudiantes de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica bajo supervisión docente, quienes brindaron apoyo técnico durante la implementación de los sistemas y en la explicación de su funcionamiento a los habitantes. El informe SPA 2025–2026 incorpora evidencia fotográfica de las actividades desarrolladas, incluyendo procesos de socialización, participación comunitaria y ejecución de las intervenciones.



Figura 2. Participación comunitaria, capacitación y transferencia tecnológica durante la ejecución del proyecto de vinculación, SPA 2025–2026.

Los resultados muestran que el proyecto mantuvo una continuidad operativa durante cuatro periodos académicos y amplió progresivamente su cobertura territorial. La repetición de actividades de diagnóstico, planificación, instalación, mantenimiento y capacitación evidencia que la intervención no correspondió a una acción aislada, sino a un esquema de trabajo sostenido en diferentes comunidades del cantón Quevedo.

La incorporación de luminarias y reflectores LED alimentados mediante paneles solares es coherente con las tendencias actuales de modernización del alumbrado público. Pulla et al. (2022) señalan que el alumbrado representa un componente relevante del consumo eléctrico en Ecuador y que la incorporación de tecnologías eficientes puede contribuir a mejorar su gestión energética. Davidovic y Kostic (2022) destacan que las comparaciones entre iluminación convencional y LED deben considerar indicadores energéticos y económicos bajo condiciones fotométricas equivalentes. En la misma línea, Dizon y Pranggono (2022), Pardo et al. (2022) y Agramelal et al. (2023) muestran que la modernización del alumbrado puede integrar eficiencia, regulación, monitoreo y gestión de infraestructura.

La alimentación fotovoltaica utilizada en las intervenciones también responde a la necesidad de disponer de soluciones descentralizadas en espacios donde puede resultar conveniente reducir la dependencia de la red convencional. Tomczuk et al. (2024) señalan que los sistemas autónomos de iluminación pueden constituir una alternativa técnicamente viable en zonas fuera de red, siempre que exista una adecuada relación entre generación fotovoltaica, almacenamiento y demanda de iluminación. Este enfoque coincide con las tendencias

recientes hacia sistemas de alumbrado inteligente y autónomo capaces de integrar generación, control y gestión energética (Agramelal et al., 2023; Khemakhem et al., 2024).

La alta valoración obtenida en las encuestas sugiere una aceptación favorable de las intervenciones por parte de los beneficiarios. En la evaluación SPA 2025–2026, todos los indicadores alcanzaron valores positivos superiores al 93 %, y seis de los ocho indicadores registraron una aceptación del 100 %. Estos resultados muestran que los participantes reconocieron tanto la pertinencia de la solución implementada como la utilidad de las actividades de capacitación y sostenibilidad. La incorporación de dimensiones sociales en la evaluación de sistemas de alumbrado también ha sido destacada en estudios que analizan simultáneamente desempeño técnico, aceptación ciudadana y condiciones de implementación (Akindipe et al., 2022; Pardo et al., 2022).

La valoración favorable relacionada con visibilidad, uso de espacios y cambios percibidos coincide con investigaciones que han identificado una relación entre condiciones de iluminación y percepción de seguridad. Mushtaha et al. (2022) encontraron que variables como iluminancia, uniformidad y visibilidad influyen en la percepción de seguridad de los usuarios. De forma similar, Son et al. (2023) observaron asociaciones entre niveles de iluminación nocturna y temor al delito, mientras que Lis et al. (2023) identificaron que la configuración de la iluminación de parques urbanos modifica la percepción de seguridad y las preferencias de los usuarios. La capacitación y la participación comunitaria representan otro componente relevante del proyecto. El 100 % de los

beneficiarios de la evaluación SPA 2025–2026 valoró positivamente la capacitación recibida, la información proporcionada para la sostenibilidad y el compromiso con el cuidado y mantenimiento. Estos resultados sugieren que la intervención trascendió la instalación de infraestructura al incorporar actividades orientadas a la apropiación y continuidad de los sistemas. La literatura sobre vinculación y aprendizaje-servicio en ingeniería destaca que la participación comunitaria y la reciprocidad contribuyen a integrar el aprendizaje académico con necesidades concretas de los actores sociales (Delaine et al., 2024; Jaworski y Cho, 2023).

La dimensión educativa también constituye un aporte del proyecto. La participación de estudiantes de Mecánica y Electricidad permitió aplicar conocimientos relacionados con diseño, estructuras, instalaciones eléctricas, montaje y mantenimiento en contextos reales. Esta interacción entre formación académica y necesidades comunitarias fortalece el componente de transferencia tecnológica y vinculación universidad-sociedad. Experiencias recientes en educación en ingeniería muestran que los entornos de aprendizaje-servicio favorecen la integración de competencias técnicas, diseño aplicado y compromiso comunitario (Jaworski y Cho, 2023; Delaine et al., 2024).

La continuidad del proyecto podría fortalecerse mediante la incorporación sistemática de indicadores técnicos adicionales. El registro de iluminancia, uniformidad, potencia nominal, características del panel, capacidad de almacenamiento, autonomía y frecuencia de mantenimiento permitiría complementar la elevada aceptación social con evidencia cuantitativa del desempeño técnico (Davidovic y Kostic, 2022; Tomczuk et al., 2024).

Asimismo, los sistemas contemporáneos de alumbrado público incorporan cada vez con mayor frecuencia herramientas de monitoreo y control que permiten evaluar el funcionamiento y optimizar el consumo energético (Agramelal et al., 2023; Khemakhem et al., 2024).

En conjunto, los resultados muestran que la experiencia desarrollada en Quevedo combina tres componentes complementarios: implementación tecnológica, participación comunitaria y transferencia de conocimiento. La expansión hacia diferentes sectores y la valoración favorable registrada entre los beneficiarios respaldan la continuidad del proyecto, mientras que la incorporación de indicadores luminotécnicos y energéticos permitiría aumentar la comparabilidad de futuras intervenciones.

Conclusiones

El análisis de los cuatro periodos académicos evidenció la continuidad de un modelo de intervención basado en la implementación de iluminación LED alimentada mediante energía solar, acompañado por diagnóstico, planificación, construcción y adecuación de infraestructura, mantenimiento y capacitación. La ejecución progresiva en diferentes sectores del cantón Quevedo permitió extender la experiencia hacia espacios residenciales, deportivos, comunitarios y de atención prioritaria. La dimensión técnica estuvo respaldada por la ejecución del 100 % de las actividades programadas en los informes institucionales, así como por registros documentales y fotográficos de las intervenciones. La utilización de luminarias y reflectores LED con paneles solares permitió aplicar una solución energética descentralizada adaptada a las necesidades identificadas en los sectores beneficiarios. La dimensión social presentó una valoración ampliamente

favorable. La evaluación SPA 2025–2026 aplicada a 88 beneficiarios registró un 100 % de valoración positiva respecto de la atención de una necesidad real, efectividad de las soluciones, información para la sostenibilidad, capacitación, compromiso de mantenimiento y cambios positivos percibidos. La participación comunitaria alcanzó el 95,4 % de valoración favorable y la incorporación de las soluciones a la vida cotidiana el 93,1 %. Estos resultados muestran un elevado nivel de aceptación y apropiación social de la intervención.

La articulación entre la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y las comunidades permitió integrar la aplicación de conocimientos de las carreras de Mecánica y Electricidad con la atención de necesidades concretas. La participación estudiantil, acompañada por supervisión docente y procesos de capacitación comunitaria, fortaleció el componente de transferencia tecnológica del proyecto.

La continuidad de estas intervenciones puede potenciarse mediante la incorporación de indicadores técnicos complementarios, tales como iluminancia, uniformidad, potencia, capacidad de almacenamiento, autonomía y registros periódicos de mantenimiento. La integración de estos parámetros con las evaluaciones de satisfacción permitiría consolidar un esquema de seguimiento técnico-social aplicable a futuras intervenciones y facilitar su replicabilidad en otras comunidades con necesidades similares.

Referencias Bibliográficas

- Agramelal, F., Sadik, M., Moubarak, Y., & Abouzahir, S. (2023). Smart street light control: A review on methods, innovations, and extended applications. *Energies*, 16(21), 7415. <https://doi.org/10.3390/en16217415>
- Akindipe, D., Olawale, O., & Bujko, R. (2022). Techno-economic and social aspects of smart street lighting for small cities: A case study. *Sustainable Cities and Society*, 84, 103989. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670722003092>
- Davidovic, M., & Kostic, M. (2022). Comparison of energy efficiency and costs related to conventional and LED road lighting installations. *Energy*, 254, 124299. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124299>
- Delaine, D., Redick, S., Radhakrishnan, D., Shermadou, A., Smith, M. M., Kandakatla, R., Wang, L., Freitas, C., Dalton, C., Dostilio, L., & DeBoer, J. (2024). A systematic literature review of reciprocity in engineering service-learning/community engagement. *Journal of Engineering Education*, 113(4), 838–871. <https://doi.org/10.1002/jee.20561>
- Dizon, E., & Pranggono, B. (2022). Smart streetlights in Smart City: A case study of Sheffield. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13, 2045–2060. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-02970-y>
- Jaworski, J., & Cho, M. (2023). Implementation of an experiential service-learning course in biomedical engineering design for undergraduate students. *Biomedical Engineering Education*, 3, 243–251. <https://doi.org/10.1007/s43683-022-00103-1>
- Khemakhem, S., et al. (2024). A comprehensive survey on an IoT-based smart public street lighting system application for smart cities. *Franklin Open*, 8, 100142. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773186324000720>
- Lis, A., Zienowicz, M., Kukowska, D., Zalewska, K., Iwankowski, P., & Shestak, V. (2023). How to light up the night? The impact of city park lighting on visitors' sense of safety and preferences. *Urban Forestry & Urban Greening*, 89, 128124. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128124>
- Mushtaha, E., Hussien, A. A., Arar, M., Salleh, S. A., Mohammad, A., Masoud, W., Ahmed, Z., & Almubyedh, H. (2022). Artificial lighting systems and the perception of safety in underpass tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 122,

104376.
<https://doi.org/10.1016/j.tust.2022.104376>
Pardo, F., Blanco, A., Sesé, E., Ezcurra, F., & Pujadas, P. (2022). Sustainable strategy for the implementation of energy efficient smart public lighting in urban areas: Case study in San Sebastian. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103454.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103454>
Pulla Galindo, S., Borge-Diez, D., & Icaza, D. (2022). Energy sector in Ecuador for public lighting: Current status. *Energy Policy*, 160, 112684.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112684>
Son, D., Hyeon, T., Park, Y., & Kim, S.-N. (2023). Analysis of the relationship between

nighttime illuminance and fear of crime using a quasi-controlled experiment with recorded virtual reality. *Cities*, 134, 104184.
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104184>
Tomczuk, K., Tomczuk, P., & Chrzanowicz, M. (2024). Exploring the feasibility of autonomous lighting systems for pedestrian crossings in off-grid areas. *Applied Sciences*, 14(7), 3054.
<https://doi.org/10.3390/app14073054>



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Cristian Paúl Topa Chuquitarco, Yusimit Karina Zamora Hernández, Edgar Atilio Suárez Bardelline y Joffre Santiago Toral Zambrano.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT) Cristian Paúl Topa Chuquitarco: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio. Yusimit Karina Zamora Hernández: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos. Edgar Atilio Suárez Bardelline: provisión de recursos académicos y materiales para el desarrollo del estudio, apoyo en la administración del proyecto investigativo y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación. Joffre Santiago Toral Zambrano: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

